

WISSENSCHAFTLICHE ERGÄNZUNGSHEFTE  
ZUR  
ZEITSCHRIFT DES D. U. Ö. ALPENVEREINS

---

II. BAND. — I. HEFT.

---



WISSENSCHAFTLICHE ERGÄNZUNGSHEFTE

ZUR ZEITSCHRIFT DES D. U. Ö. ALPENVEREINS.

---

II. BAND — 1. HEFT.

ÜBER DEN GEBIRGSBAU  
DER  
TIROLER ZENTRALALPEN

MIT BESONDERER RÜCKSICHT AUF DEN BRENNER.

VON

FRITZ FRECH.

---

HIERZU EINE GEOLOGISCHE KARTE DER DEN BRENNER UMGEBENDEN GEBIRGE ZWISCHEN OLPERER UND  
ZUCKERHÜTL, XXV TAFELN UND 48 TEXTABBILDUNGEN.

---

INNSBRUCK 1905.

VERLAG DES DEUTSCHEN UND ÖSTERREICHISCHEN ALPENVEREINS.

---

HERGESTELLT DURCH DIE VERLAGSANSTALT F. BRUCKMANN A.-G. IN MÜNCHEN.

---

IN KOMMISSION FÜR DEN BUCHHANDEL BEI DER J. LINDAUERSCHEN BUCHHANDLUNG IN MÜNCHEN.



FERDINAND FREIHERRN VON RICHTHOFEN

IN DANKBARKEIT GEWIDMET VOM VERFASSER



# Inhalts-Verzeichnis:

	Seite
Einleitung . . . . .	I
<b>A. Der Schichtenbau des Brennergebietes.</b>	
I. Vollkristalline Gesteine . . . . .	3
II. Gneis und Gneisgranit . . . . .	4
III. Die Schieferhülle (Brennerphyllit)	7
IV. Die Steinkohlenformation . . . . .	13
V. Trias und Lias . . . . .	16
<b>B. Der Gebirgsbau der Brennerfurche und ihrer Umgebung.</b>	
I. Eingefaltete Trias am Außenrande der Gebirge bei Innsbruck . . . . .	22
II. Die Kalkkögel bei Innsbruck . . . . .	25
III. Die Kalk-Dolomitmasse Serles-Kirchdach . . . . .	29
IV. Die nordwärts gerichtete Überschiebung des Steinacher Joches . . . . .	34
V. Die Tribulaungruppe . . . . .	39
VI. Hochstubai und Ötztal . . . . .	54
VII. Die Tarntaler Köpfe im Nordosten der Brennerfurche . . . . .	61
VIII. Das südliche Zillertaler Hochgebirge . . . . .	64
<b>C. Über den Gebirgsbau des Ortlers</b> . . . . .	70
Schichtentafel des Ortlergebirges . . . . .	71
Einzelschilderungen:	
1. Die Basis der Ortlerkalke . . . . .	73
2. Königsspitze—Suldenferner—Eisseejoch . . . . .	74
3. Der Triaskamm zwischen Stilfser Joch und Ortler-Hochjoch . . . . .	75
4. Die Lagerungsverhältnisse des Ortlerkalkes . . . . .	76
<b>Nachtrag: Die angebliche Überschiebung der Zentralkette der Ostalpen</b>	81
<b>D. Über den Gebirgsbau der Tiroler Zentralalpen.</b>	
I. Der Gebirgsbau des Brenners . . . . .	86
II. Vergleich mit dem Ortler . . . . .	89
III. Über den Bau der ostalpinen Zentralzone . . . . .	89
IV. Vergleich der östlichen Zentralalpen mit den Westalpen und den Karpathen	93

# Verzeichnis der Abbildungen.

## Mit Ursprungs-Angabe.

	Seite
Abb. 1. Wilder Freiger von Südosten (vom roten Grate aus). Gez. von H. R. Schmitt . . . . .	5
› 2. Kamm des Wolfendorn vom unteren Teile des Griesbachtals. Gez. von H. R. Schmitt	8
› 3. Wolfendorn von der Pflitscher Seite. Gez. von F. Frech . . . . .	10
› 4. Einlagerungen der Kalkphyllite im Grenzschiefer zwischen Wolfendorn (N) und Flatschspitz (S). Gez. von F. Frech . . . . .	11
› 5. Ein Durchschnitt durch die karbonischen und dyadischen Schichten bei Matrei am Brenner. Gez. von F. E. Sueß . . . . .	12
Taf. I. Die Schichtenmulde der Trias zwischen Serles und Kesselspitz (Hutzl). Aufgenommen am Wege zum Burgstall. Nach Skizzen von W. Volz, gez. von F. Frech . . . . .	19
Abb. 6. Abgequetschte Spitze eines triadischen, 3 m hohen, klotzartig begrenzten Dolomitkeiles im Quarzphyllit. Gez. von F. Frech . . . . .	22
› 7. Innsbruck von der Weiherburg. Nach einer Photographie von Würthle und Spinnhirn	25
› 8. Der Nordabsturz der Kalkkögel (Ampferstein und Saila). Gez. von F. Frech . . . . .	27
Taf. II. Der Nordturm der Schlickertürme. Schlicker Mannln. Nach F. Berger . . . . .	28
› III. Schlicker Mannln. Große Ochsenwand von Osten. Nach F. Berger . . . . .	28
Abb. 9. Flexur im Kamme der Wasenwand von der Schneiderspitz (S) Gschnitz. Gez. von F. Frech	30
› 10. Ausblick von der »Schönen Grube« auf die Serlesspitz. Gez. von F. Frech . . . . .	30
› 11. Ilmtürme und Kirchdach vom Gipfel des Hohen Tors. Nach seiner Original-Photographie gez. von F. Frech . . . . .	31
› 12. Bruchgrenze zwischen Triasdolomit und Glimmerschiefer am Pinnisjoch. Gez. von F. Frech . . . . .	31
› 13. Ob der Mauer- und Kesselspitz vom Gipfel der Serlesspitz. Nach seiner Original-Photographie gez. von F. Frech . . . . .	32
› 14. Die »Rote Wand« zwischen Serlesspitz und Ob der Mauer. Nach seiner Original-Photographie gez. von F. Frech . . . . .	33
Taf. IV. Profil durch die zentrale Überschiebungszone des Gschnitz- und Pflerschtales. Gez. von F. Frech . . . . .	34
Abb. 15. Muttenwand (Mutte) im Hintergrunde des Martartales. Original-Photographie von F. Frech . . . . .	36

	Seite
Abb. 16. Muttengewand (Mutter) im Hintergrund des Martartales. Zeichnung von F. Frech . . .	36
› 17. Aussicht vom Gipfel der Schwarzen Wand. Gez. von F. Frech . . . . .	37
› 18. Die horizontale Verfaltung von Carbon und Trias an der Schönen Grube. Gez. von F. Frech . . . . .	37
› 19. Verwerfung zwischen Mutter und Kreuzjochl. (Vom Gipfel des großen Tribulauns. Blick nach Osten.) Gez. von F. Frech . . . . .	38
› 20. Diskordante Auflagerung des Triasdolomits (D) auf Glimmerschiefer (Gl) an der Mündung des Sandestales, vom oberen Talboden gesehen. Gez. von F. Frech . . . . .	40
Taf. V. Die aufgesetzten Dolomitberge zwischen Pflersch und Stubai vom Hühnerspiel aus. September-Neuschnee. Nach Originalaufnahme von F. Frech. Tribulaungruppe von der Innsbruckerhütte unter dem Habicht. Nach einer Aufnahme von F. Gratl (Innsbruck) . . . . .	40
› VI, VII. Tribulaungruppe von der Seeberspitz aus gesehen. Zeichnung von H. R. Schmitt. Charakterlandschaft: Gegensatz der dunklen, gerundeten Schieferberge (Vordergrund, Hoher Zahn und Sockel der Tribulaungruppe) und der steilwandigen hellen Dolomite (Goldkappe—Portjoch). Original-Aufnahme von F. Frech . . . . .	41
Abb. 21. Die Schneetalscharte von Süden. Zwei Ansichten von H. R. Schmitt und F. Frech . . . . .	41
› 22. Weißwand vom Wege zur Magdeburgerhütte. Gez. von H. R. Schmitt . . . . .	42
› 23. Westabhang der Weißwand. Gez. von F. Frech . . . . .	42
Taf. VIII, IX. Die Tribulaungruppe vom Gipfel der Weißwandspitz. Nach Skizzen von H. R. Schmitt und gleichzeitiger Original-Aufnahme von Fr. Frech. Gez. von Dr. E. Loeschmann . . . . .	43
Abb. 24. Weißwandspitz vom Hohen Zahn. Gez. von H. R. Schmitt und F. Frech . . . . .	43
› 25. Pflersch und Obernberger Tribulaun vom Geierskragen. Gez. von H. R. Schmitt . . . . .	43
› 26. Obernberger Tribulaun. Nach seiner Original-Photographie gezeichnet von F. Frech . . . . .	44
Taf. X, XI. Die Dolomitkeile des Pflerschtales vom Tribulaun bis zur Telfer Weißen. Gez. von H. R. Schmitt . . . . .	44
Abb. 27. Tribulaungruppe vom Gipfel der Schneespitz. Nach einer Skizze von H. R. Schmitt gezeichnet vom Verfasser . . . . .	45
› 28. Die Tribulaungruppe von der Schwarzseespitz. Gez. von H. R. Schmitt . . . . .	45
› 29. Die Goldkappe von Norden. Nach einer von Herrn Dr. F. von Kerner aufgenommenen Photographie gezeichnet vom Verfasser . . . . .	46
› 30. Die Westgrenze der Trias am Pflersch Pinkel. Gez. von F. Frech . . . . .	46
› 31. Die Gschleyerwand von Norden. Gez. von F. Frech . . . . .	48
› 32. Die Telfer Weiße von Norden (vom Sandesköpf). Gez. von F. Frech . . . . .	49
› 33. Gschleyerwand und Telfer Weiße, die Kalkberge im Süden des Pflerschtales. Gez. von F. Frech . . . . .	49
› 34. Gschleyerberg von Südwest. Gez. von H. R. Schmitt . . . . .	49
› 35. Anstieg zum Portjoch. Gez. von F. Frech . . . . .	50
› 36. Schwarze Wand vom Gschnitzer Tribulaun. Gez. von H. R. Schmitt und F. Frech . . . . .	51
Taf. XII. Bozer und Hochgewand vom Becherhaus. Nach einer Photographie von F. Gratl . . . . .	56
Abb. 37. Die Dolomitkuppe der Elferspitz vom Habicht aus. Nach seiner Original-Photographie gezeichnet von F. Frech . . . . .	57

Taf. XIII. Der Kalkkamm der Karlweißen von der Schwarzseespitze aus. Die Karlweiße bei St. Martin am Schneeberg von Süden. Original-Aufnahme von F. Frech . . . . .	59
› XIV, XV. Die Karlweiße von der Schwarzseescharte. Gez. von F. Frech. Die eingefalteten Triasmarmorzüge bei St. Martin am Schneeberg. Gez. von H. R. Schmitt. Gürtelwand bei St. Martin am Schneeberg. Schwarzseespitz und Schwarzsee bei St. Martin am Schneeberg. Nach Original-Auf- nahmen von F. Frech . . . . .	59
Abb. 38. Dolomiteinfaltung im Glimmerschiefer am Gwingskopf. Gez. von F. Frech . . . . .	60
› 39. Profilerie durch die Tarntaler Köpfe. Sämtlich aus F. E. Sueß, Gebiet der Triasfalten im Nordosten der Brennerlinie, S. 601 (13). Jahrbuch d. k. k. geol. Reichsanstalt 1894.	62
Taf. XVI, XVII. Mieslkopf und Kreuzjöchl von Westen aus gesehen. (Aus F. E. Sueß, Gebiet der Triasfalten im Nordosten der Brennerlinie, Tafel XI. Jahrb. d. k. k. geol. Reichs- anstalt 1894.) Tarntaler Köpfe von einem Punkte des Nordgehänges des Kreuzjöchls aus gesehen. (Aus F. E. Sueß, Gebiet der Triasfalten im Nordosten der Brennerlinie, Tafel XII. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt 1894.) . . . . .	63
› XVIII. Hippoldjoch mit dem Hippold von Osten aus gesehen. (Aus F. E. Sueß, Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt 1894) . . . . .	63
Abb. 40. Schoberspitze am Eingange des Wildlähnerales bei Toldern. Gez. von F. Frech . . . . .	63
Taf. XIX. Weißspitz bei Gossensaß. Nach einer Photographie. Der Wolfendorn von Süden. Nach einer Photographie von Fritz Gratl . . . . .	65
Abb. 41. Aussicht vom Griesberg (am Brenner) auf die Saxalpenwand. Original-Aufnahme von F. Frech . . . . .	64
› 42. Die Griesbergalm und der Fuß des Wolfendorns von Westen gesehen. Gez. von F. Frech . . . . .	64
› 43. Schichtenfolge des Urgebirges am Olperer von Süden. Gez. von F. Frech . . . . .	65
› 44. Querschnitt durch den Brennerpaß. Gez. von F. Frech . . . . .	66
Taf. XX. Profil vom Olperer nach Nordwesten. Gez. von F. Frech . . . . .	66
› XXI. Die liegenden zwei Falten der Königsspitze. Unter Zugrundelegung einer Photo- graphie nach der Natur gezeichnet vom Verfasser und Dr. Loeschmann . . . . .	70/71
› XXII. Schaubachhütte und Königsspitze. Nach einer Photographie des Photoglob Zürich 70/71	
› XXIII. Ortlergruppe von der Zufallspitze (Cevedale) gesehen. Nach einer von F. Frech retouchierten Photographie des Photoglob . . . . .	74
› XXIV. Franzenshöhe gegen die Stilsferjochstraße. Nach einer Photographie von Fritz Gratl . . . . .	75
Abb. 45. Ausblick vom Stilsfer Joch (Ferdinandshöhe) nach Süden. Nach einer von F. Frech retouchierten Photographie von F. Gratl . . . . .	76
› 46a u. 46b. Die Vordere Madatschspitz von zwei Seiten. Gez. von F. Frech . . . . .	78
Taf. XXV. Der Ortler von der Trafoier Seite. Unter Zugrundelegung einer Photographie ge- zeichnet von F. Frech . . . . .	78
Abb. 47. Aussicht vom Griesberg (am Brenner) auf die Saxalpenwand. Original-Aufnahme von F. Frech . . . . .	90

## Einleitung.

---

Vor 23 Jahren betrat der Verfasser, einer Anregung Ferdinands von Richthofen folgend, zum ersten Male das Trias- und Carbongebiet des Stubai und Geschnitz. Wenngleich eine zusammenhängende Aufnahme vor allem durch die auch im Norden der Alpenkette eintretenden Wolkenbrüche des Herbstes 1882 verhindert wurde, so gelang doch wenigstens die Auffindung des bislang einzigen sicheren Liasvorkommens im Bereiche der östlichen Zentralalpen.<sup>1)</sup>

Die folgenden Jahre führten mich nur zu kürzeren Besuchen in die Tiroler Zentralalpen, da meine Arbeit im wesentlichen der Karnischen Hauptkette gewidmet war. Erst zehn Jahre später wurde die Untersuchung des Brenners wieder aufgenommen und zwar wiederum auf die tatkräftige Anregung Ferdinands von Richthofen, des damaligen zweiten Präsidenten des Berliner Zentralausschusses des D. u. Ö. Alpenvereins. Bei den mit Unterstützung des Zentralausschusses dieses Vereins in den Jahren 1891—94 ausgeführten Untersuchungen wurde der Verfasser unterstützt durch A. von Krafft † und Hans Robert Schmitt †, sowie durch die Herren Dr. Dr. R. Leonhard, R. Michael, Fr. E. Sueß und Professor Dr. W. Volz. Die Vorbilder zu zahlreichen Zeichnungen sind von Hans Robert Schmitt entworfen.

Mein Freund, Herr Professor W. Kilian in Grenoble, hat die besondere Freundlichkeit gehabt, die auf den Vergleich mit den Westalpen betreffenden Abschnitte einer eingehenden Durchsicht zu unterziehen.

Allen, die mich bei den weitausgreifenden Arbeiten mit Rat und Tat unterstützt haben, bin ich zu aufrichtigem Danke verpflichtet, insbesondere den beiden Forschern Hans Robert Schmitt und Albrecht von Krafft, die fern von der Heimat vom allzu frühen Tode ereilt wurden, — allzu früh für die Wissenschaft, allzu früh für die ernsten Ziele des Alpinismus.

Eine zusammenfassende Darstellung der schon vor geraumer Zeit (1894) zum Abschluß gebrachten Einzelaufnahme des Brennergebietes wäre schon längst erfolgt, wenn eine Anknüpfung an bekannte Grenzgebiete allseitig möglich gewesen wäre. Doch fehlte bis vor kurzem noch eine zusammenfassende klare Darstellung des Gebirgsbaus der Hohen Tauern. Das im Südwest und Südost an die Brennerfurche angrenzende Gebiet der hohen Öztaler und südlichen Zillertaler Alpen ist durch die mustergültigen Aufnahmen Friedrich Tellers schon in den achtziger Jahren genau erforscht, die Hornblende-, Glimmerschiefer und Gneise des mittleren und unteren Ötztales sind mir durch zahlreiche Ausflüge

---

<sup>1)</sup> F. Frech, Über ein neues Liasvorkommen in den Stubai Alpen. Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanstalt, 1884.

bekannt, aber in ihren Einzelheiten erst neuerdings durch Grubenmann genauer erforscht worden. Vor allem fehlte für das weite Gebiet der Hohen Tauern — trotz verschiedener sorgfältiger Einzeldarstellungen (Löwl, Becke) — eine zusammenhängende Darstellung. Die vortrefflichen Exkursionsführer VIII und IX durch den »westlichen und mittleren Abschnitt der Hohen Tauern« von F. Becke und F. Löwl (Wien 1903) und besonders die beigegebene Übersichtskarte füllt diese Lücke aus und gibt der Darstellung der die Brennerfurche umgebenden Gebirge die notwendige Abrundung. Da ich andererseits selbst die Trias des Radstädter Tauern, sowie Teile des Ortlergebietes eingehend studiert, Rechen-scheideck und Engadin wenigstens verschiedentlich besucht habe, liegt eine einheitliche Übersicht des Gebirgsbaus der östlichen Zentralalpen nicht außerhalb des Bereiches der Möglichkeit.

Die folgende Darstellung kann sich auf historische Geologie und Gebirgsbau beschränken, da zwei Aufsätze in der Zeitschrift des D. u. Ö. Alpenvereins (über Muren 1898 und über das Antlitz der Tiroler Zentralalpen 1903, S. 1) die Fragen der Morphologie und Oberflächengeologie eingehend behandeln.

---

# A. Der Schichtenbau des Brennergebietes.

## I. Vollkristalline Gesteine.

### 1. Der Stubaier Glimmerschiefer.

Die Masse des Gebirges im Westen der Brennerfurche bis zum Reschenscheideck wird von dem Stubaier Glimmerschiefer gebildet, der nur an wenigen Punkten über das Eisacktal hinübergreift, südlich von Sterzing jedoch in einem ganz schmalen, später verbreiterten Zuge den Südabhang der Tauern zusammensetzt (älterer Glimmerschiefer und Schiefergneis F. Becke). Eine eingehende petrographische Schilderung des Glimmerschiefers und seiner Einlagerungen gab 1891 A. v. Elterlein.<sup>1)</sup> Der Stubaier Glimmerschiefer, ein dichtes, festes, quarzreiches, meist deutlich gebanktes Gestein<sup>2)</sup> ist im Norden, das heißt auf der nördlichen Abdachung des Gebirgs und in der Haupterhebung im allgemeinen frei von accessorischen Mineralien; südlich von einer Linie, die etwa von St. Martin am Schneeberg zur Schwarzseescharte, zur Erzaufbreitung Inner-Mareit, zur Seeberalp (Südabhang der Seeberspitze) und von dort zur Gschleyer Wand verläuft, herrscht<sup>3)</sup> Granatenglimmerschiefer. Da das Einfallen überall regelmäßig nach Norden (bezw. Nordwesten bis Nordosten) gerichtet ist, nimmt der Granatenglimmerschiefer stratigraphisch die tiefere Lage ein und ist somit als älter anzusehen. Zur Annahme einer überkippten Lagerung liegt kein direkter Anlaß vor; denn die fächerförmig angeordneten Überschiebungen sind auf das Gebiet der reinen Glimmerschiefer beschränkt. Der Granat findet sich als gesteinsbildendes Mineral fast ausschließlich in dem Stubaier Glimmerschiefer, während er den jüngeren (præ-cambrischen Brennerphyliten so gut wie gänzlich fehlt.<sup>4)</sup> Der Stubaier Glimmerschiefer ist im wesentlichen durch Biotit gekennzeichnet; an der Grenze gegen den Granatenglimmerschiefer scheint sich ein Zug von Zweiglimmerschiefer einzufügen, dessen regelmäßiges Fortstreichen und kartographische Ausscheidung jedoch nicht festgestellt werden konnte. Beim Anstieg zur Schwarzseespitze über den Müllerweg (von St. Martin) beobachtet man einen häufigen Wechsel des gewöhnlichen Ein- (Biotit-) Glimmerschiefers mit Zweiglimmerschiefer und mit quarzitischen Lagen. — Einen durch große weiße Muscovitafeln und weißen Quarz gekennzeichneten Glimmerschiefer kenne ich aus dem oberen Passeier. Einlagerungen<sup>5)</sup> oder petrographische Ausscheidungen sind — abgesehen von Granaten — in dem

<sup>1)</sup> Beiträge zur Kenntnis der Erzlagerstätte des Schneebergs bei Mayern in Südtirol. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt 1891, S. 289.

<sup>2)</sup> Hauptbestandteile Quarz, Muscovit und Biotit; nur mikroskopisch sichtbar Plagioklas; Staurolith findet sich am Patscherkofel (Turmalin fehlt).

<sup>3)</sup> Abgesehen von den Einlagerungen gewöhnlichen Glimmerschiefers am Roßkopf (siehe die Lokalbeschreibung).

<sup>4)</sup> Nur am Flatschspitz habe ich Granatphylit beobachtet.

<sup>5)</sup> Die intrusiven Gneise und Granite werden im nächsten Abschnitt behandelt.

Glimmerschiefer nur spärlich vorhanden. Insbesondere fällt das Fehlen kalkiger Einlagerungen auf, die in dem Brennerphyllit (untere Abteilung) eine so hervortretende Rolle spielen. Ich kenne nur ein wenig mächtiges Vorkommen von gelblichem, grobkörnigem Marmor am Schneeberger Bremsberg, das zweifellos den älteren Glimmerschiefern angehört.

Charakteristische, kartographisch ausscheidbare Facies oder Einlagerungen sind fast nur aus Hornblende gebildet:

- a) Hornblendeschiefer meist in schmalen Zügen kennzeichnet den älteren Glimmerschiefer in scharfem Gegensatz zu den jüngeren Brennerphylliten, in denen er durchweg nur an der Grenze gegen den intrusiven Gneisgranit auftritt. Bestandteile: Hornblende, Quarz, Plagioklas, Calcit, Epidot, Titanit. Vorkommen unter anderem: Matreier Bahnhof, Nürnberger Hütte (Maierspitz) und Grübler Ferner im Stubai, Pinnistal, Schneeberg, oberes Ötztal, Selrain;
- b) Strahlsteinschiefer, eine stängelig ausgebildete Modifikation des Hornblendeschiefers, zum Teil mit Granaten, findet sich am Roßkopf und im Vall Ming.

Über ein durch besondere Gesteinsmannigfaltigkeit gekennzeichnetes Vorkommen im unteren Stubai sei das Folgende bemerkt: Die Höhen der Gleinser Mäher zwischen Mieders und Matrei am Brenner sind durch größere Mannigfaltigkeit der Gneis- und Amphibolitlagen im Bereich des Stubai Glimmerschiefers ausgezeichnet. Das Streichen ist durchweg Nordwest (bis Nordnordwest)—Südost, das Einfallen nach Südwest gerichtet. Am Zinkenhof oberhalb Mieders beobachtet man zwei Gneiszüge, von denen der mächtigere und längere auch im Nordosten oberhalb der Straße Mieders—Schönberg deutlich zutage tritt. Auf den Gneis folgt ebenfalls in nordöstlicher Richtung ein mächtigeres Lager von Hornblendeschiefer und weiterhin am Gleinserhof und am Höllberg eine wenig mächtigere Einlagerung. Der vorherrschende Glimmerschiefer ist zum Teil quarzitisch ausgebildet, zum Teil mit Granaten erfüllt.

Dem Nordnordweststreichen des Gesteins, das heißt dem Wechsel härterer und weicherer Banke entspricht auch die Richtung des Silltales und der Verlauf des Höhenrückens zwischen dem Gleinser Hof und den Gleinser Mähern. Eine unzweifelhafte Fortsetzung der beiden genannten Hornblendeschieferzüge wurde von F.E. Suess zwischen Mühlbachl und Matrei beobachtet.

Die Fetzen von dunklen feinschuppigen Glimmerschiefern<sup>1)</sup> im Tuxer Gneis sind ebenso wie die Vorkommen der Engelswand und des Acherkogels im Ötztal durch Faltung abgequetscht oder wahrscheinlicher bei der Intrusion der Granite losgerissen.

## II. Gneis und Gneisgranit.

Altes (palaeozoisches oder vorpalaeozoisches) Intrusivgestein.

Die Brennerfurche bildet für die Entwicklung des ostalpinen Gneises eine Grenze von einschneidender Bedeutung. Im Osten finden wir als Zentra der Gebirgserhebung individualisierte große gerundete Kerne von Zentralgneis, welche von der Schieferhülle mantelförmig umgeben werden. Im Westen tritt Gneis inmitten des Stubai Glimmerschiefers untergeordnet, als Gang oder als linsenförmige Masse und zwar stets im Sinne des Gebirgsstreichens auf. (Abb. 1.)

<sup>1)</sup> Wildseespitz, Kraxentrager und Olperer.

Der ganz unmerkliche Übergang, der in den Stubaiern zwischen dem herrschenden Glimmerschiefer und den untergeordneten Gneisen wahrnehmbar ist, läßt zunächst die Deutung zu, daß der Gneis eine gangartige Intrusivmasse sei, und daß die spätere Faltung die beiden Gesteine noch ähnlicher gemacht und miteinander verschweißt habe; andererseits ist die Möglichkeit nicht ganz außer acht zu lassen, daß in dem Glimmerschiefer (der ursprünglichen Erstarrungskruste) feldspatführende Ausscheidungen erfolgt seien. Für den »Gneis« des Acherkogels erbringt Grubenmann (s. u.) den bestimmten Nachweis seines intrusiven Eindringens in den Glimmerschiefer. Die endgültige Lösung dieser Frage ist von den Untersuchungen des genannten Forschers im oberen Ötztal zu erwarten. Im folgenden sei auf einen allgemein geologischen Gesichtspunkt hingewiesen, der bei der Lösung der Frage nicht außer acht zu lassen ist. Die Häufigkeit der Gneisgänge- und Linsen ist im Stubai und im Ötztal wesentlich verschieden. Die Untersuchung des mittleren und unteren Stubai sowie die sehr genaue Aufnahme F. Tellers, die im Hochstubai durch A. v. Krafft und W. Volz nachgeprüft (s. u.) worden ist, beweisen übereinstimmend eine minimale Verbreitung der Gneise im östlichen Teile der Glimmerschiefermasse. Dem gegenüber zeigt die Tellersche Karte im oberen Ötztal am Grieskopf und der Karlehner Schneid bei Sölden, am Söldner Kogel, im Windachtal, endlich am Mitterkopf und der Sonnenbergalp bei Vent eine sehr viel bedeutendere Ausdehnung der Gänge von Gneis und Augengneis.<sup>1)</sup> Wären die Gneise einfach gleich-

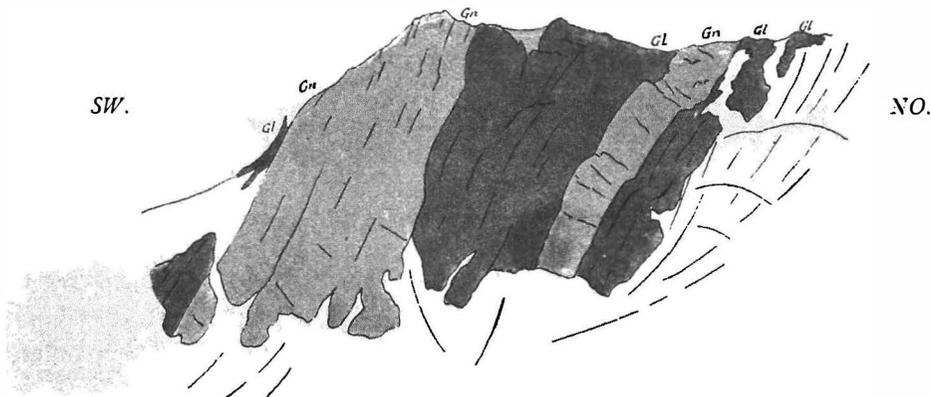


Abb. 1. Wilder Freiger von Südosten (vom roten Grate aus).  
Gneisgänge (Gn hell) im dunklen Glimmerschiefer (Gl).

alte Ausscheidungen innerhalb des Glimmerschiefers, so müßte im Stubai d. h. in der streichenden Fortsetzung des Ötztals ihre Häufigkeit annähernd gleich sein.

Nun stellen die Ötztaler Berge, wie ihre größere Massenerhebung und das vollkommene Fehlen jüngerer Auflagerungen beweist, im Vergleich zum Stubai die durch die Abtragung stärker denudierten, älteren Kerngesteine dar.

Die Tatsache, daß in diesem älteren Gebirge<sup>2)</sup> Gneisgranite bei weitem häufiger sind als im Stubai, deutet darauf hin, daß die Ötztaler Gneise die von einem tiefer liegenden Gneiskern nach oben entsandten Gänge darstellen. Stubai und Ötztal ständen dann in ähnlichem Verhältnis zueinander wie die beiden Flügel

<sup>1)</sup> Letzterer auf der Sonnenbergalp neben vier Gängen von massivem Flasergneis sowie am mittleren Spiegelkogel bei Vent.

<sup>2)</sup> Aus diesem Grunde habe ich in meiner Arbeit über die Tribulaungruppe den Gneis unzutreffend als das »älteste« Gestein gedeutet.

des Aarmassivs mit ihren zahlreichen Intrusivgängen zu dem gangarmen Mittelteil, wo die Abtragung viel weiter vorgeschritten ist und den Intrusivkern freigelegt hat.<sup>1)</sup> Die wenig mächtigen und im Vergleich zur räumlichen Ausdehnung der Glimmerschiefer wenig zahlreichen Gneisgranitlager des Stubai sind in der Einzelbeschreibung ausführlicher geschildert und im folgenden kurz aufgeführt:

1. Porphyrischer Augengneis = geschieferter Granitporphyr findet sich als
  - a) Einlagerung im Glimmerschiefer bei Ranalt und Vall Beson (s. u.)
  - b) in der Scharte (2334 m) zwischen Elfer- und Zwölferspitze im Stubai.
2. Dichter weißer Flaser-Gneis (hornblendefrei) ist eingelagert dem Stubaier Glimmerschiefer an folgenden Bergen:

Wilder Freiger (Nordwest-Streichen, in zwei durch Glimmerschiefer getrennten Zügen (siehe Profil).

Roter Grat, unmittelbare, einheitliche Fortsetzung des Wilden Freigers.

Aperer Feuerstein (Ostnordost-Streichen) mit Fortsetzungen am Gröbl-Ferner.

Linsenförmig begrenzte Gneismassen der Urfallspitze;

Zwei Gneislager am Baßler Joch zwischen Rutzbach und Oberberger Tal.

Gneislinsen der Tümmels-Alp bei St. Martin am Schneeberg (Grenze der Ötztaler Alpen).

Gneislinsen von Neustift im Stubai und zwar westlich am Burgstall, östlich am Elferspitz.

Gneisgänge des Gleinser Mähder bei Mieders im Stubai (s. o.).

Die Gneiseinlagerung am Gehänge des Burgstalls oberhalb Neustift (Stubai) ist schon durch Pichler bekannt geworden. Eine genauere, von Dr. Michael ausgeführte Untersuchung über die Lage des Vorkommens lehrte folgendes:

Beim Aufstieg im Tobel oberhalb Neustift wurde zunächst (u. a. bei 1124 und 1350 m sowie bei Kartnach) anstehend 1. der normale Stubaier Glimmerschiefer, aber nur vereinzelt Gneisblöcke angetroffen. 2. Halbwegs zwischen Kartnach und Forchach steht Hornblendeschiefer in geringer Mächtigkeit an (Streichen Ost—West, Falten 20° N). 3. Bei Forchach beginnt in 1512 m Höhe der Gneis des linsenartig begrenzten Vorkommens. Am Gehänge oberhalb des Bärenbades tritt ebenfalls Gneis im Schutt sowie häufiger in den Moränen auf. Die Grenze zwischen Gneis und Glimmerschiefer ist hier sowohl wegen ungünstiger Aufschlüsse wie vor allem wegen des allmählichen Gesteinsüberganges nicht leicht zu ziehen.

Über Verteilung und Anordnung der intrusiven Gneisgranit-Kerne der Hohen Tauern haben F. Becke und Löwl<sup>2)</sup> wichtige zusammenfassende Mitteilungen gemacht:

Von Osten nach Westen sind in den Hohen Tauern fünf gesonderte geschlossene Kerne unterscheidbar, die häufig von kleineren Intrusivmassen begleitet werden:

Ost 1. Hochalmkern, 2. Rathauskern, 3. Sonnblickkern, 4. Granatspitzkern, 5. Venediger Kern, der sich nach Westen in den Zillertaler und Tuxer Kern spaltet.

In der großen Venediger-Zillertaler Masse besteht das Gestein im Süden zwischen Venediger und Zillertaler Kette aus körnigem bis flasrigem Tonalit; eine zweite Tonalitmasse umschließt den mittleren Zillergrund, Stillup- und Floitengrund.

<sup>1)</sup> Baltzer, Granitische Intrusivmassen des Aarmassivs. N. Jahrbuch für Mineralogie. Beilageband XVI, S. 365.

<sup>2)</sup> Exkursionen im westlichen und mittleren Abschnitt der Hohen Tauern (Geol. Führer VIII und IX. Wien 1903, S. 5.

In diesem tonalitischen Gebiete sind basische Konkretionen und Schlieren (Diorite und Hornblendite<sup>1)</sup> bzw. Grenzschiefer) häufig und treten in allen Größenabstufungen, von Faustgröße bis zu Zügen von mehreren hundert Metern Länge auf. (Genauere Beschreibung s. u.) Die äußeren Umrandungen der Intrusionsmasse zeigen die Zusammensetzung des Granitits, an der Kontaktfläche ist die Ausbildung kieselsäurereicher (biotitarmer) aplitischer Randfacies, zuweilen auch ein Wechsel mit basischen Lagen (Glimmersyeniten) wahrnehmbar. Auch die Ausbildung porphyrtiger Augengneise kennzeichnet die äußeren Partien, so im nördlichsten Teile des Tuxer Kernes (Vennatal). Nur selten lassen die Gneisgranite die ursprüngliche Erstarrungsstruktur der Massengesteine erkennen; selbst in den äußerlich körnig erscheinenden Abarten ist die Mikrostruktur flasrig wie die vorwiegende Beschaffenheit der Masse der Gneise bzw. Gneisgranite. Sowohl in den körnigen wie in den schiefrig-flasrigen Gesteinen entwickeln sich reichliche Mineralien wie Glimmer, Epidot, Granat, Calcit und Titanit; die basischen Plagioklase werden durch Oligoklas oder Albit, die Kalkfeldspate durch Albit verdrängt.

### III. Die Schieferhülle (Brennerphyllit.)

Die Brennerphyllite (Tonglimmerschiefer und Kalkphyllit) bilden mit den silikatreichen Grenzschiefern eine Einheit, welche in petrographischer<sup>2)</sup> und stratigraphischer Hinsicht von den archaischen Glimmerschiefern leicht zu trennen ist. Viel weniger einfach ist die Unterscheidung von den karbonischen Phylliten und den triadischen Glimmerkalken; eine sichere Handhabe gewährt hier nur eine genaue kartographische Aufnahme. Im Handstück und unter dem Mikroskop sind karbonische und ältere Quarzphyllite, triadische und praecambrische Glimmerkalken einander oft sehr ähnlich.

Von der Altersbestimmung der Brennerphyllite als praecambrisch weichen F. Becke und Löwl<sup>3)</sup> nur scheinbar ab, wenn sie nach vorsichtiger Abwägung der Beobachtungen »palaeozoischer Alter« als wahrscheinlich hinstellen. Denn sie vergleichen — wie ich das schon früher versuchte — die Schieferhülle der Tauern mit dem Grazer Palaeozoium. Das unterste Glied des letzteren, der Schöcklkalk, entspricht dem hochkristallinen Marmor und Kalkphyllit, der Semriacher Schiefer dem metamorphosierte Quarzphyllit der Tauern und auch für diese tiefsten versteinungsleeren Grazer Gebirgslieder ist praecambrisches Alter wahrscheinlich.

Zur Begründung eines — wiederholt angenommenen — mesozoischen Alters der Schieferhülle liegen weder stratigraphische noch palaeontologische Anhaltspunkte vor.

Der bedeutsame Gegensatz, welchen die beiden Hauptgesteine des Urgebirges, Glimmerschiefer und Gneis östlich und westlich der Brennerfurche überall zeigen, läßt sich kurz kennzeichnen: Im Westen, d. h. in den Stubai- und Ötztaler Alpen: Vorherrschen der Glimmerschiefer (mit dem Nebengestein Hornblende- etc. Schiefer) und Einlagerungen von Gneisgranit. Im Osten, d. h. in den Zillertaler Alpen: Vorherrschen des Gneisgranits, der von einem dünnen

<sup>1)</sup> Vennatal am Brenner.

<sup>2)</sup> In den Brennerphylliten ist Kalkreichtum — besonders in den tieferen Lagen — bezeichnend, während Granaten und Hornblendelager (nebst Staurolith und Andalusit) die archaischen Glimmerschiefer kennzeichnen.

<sup>3)</sup> Exkursionen im Westende der Hohen Tauern etc., Wien 1903, S. 10.

Mantel von Grenzschiefer (Hornblendeschiefer, Glimmerschiefer) umgeben ist. Eine ungezwungene Erklärung schien die Anwendung der alten Um- und Einschmelzungstheorie zu bieten: Im Osten hätten die intrusiven Granite die ursprüngliche Erstarrungskruste den Glimmerschiefer in weitgehendem Maße um- und eingeschmolzen als im Westen, wo der Stubaier Glimmerschiefer nur von einzelnen gangartigen Intrusionen durchsetzt wird und in seiner Masse erhalten blieb.

Geht man jedoch von der Annahme eines mittelkarbonischen Alters der Granit-Intrusionen aus, so erscheint das Empordringen des Magmas in die höheren Schichten des Brennerphyllits eine naheliegende Erklärung zu bieten.

### Das Normalprofil der Schieferhülle östlich der Brennerfurche.

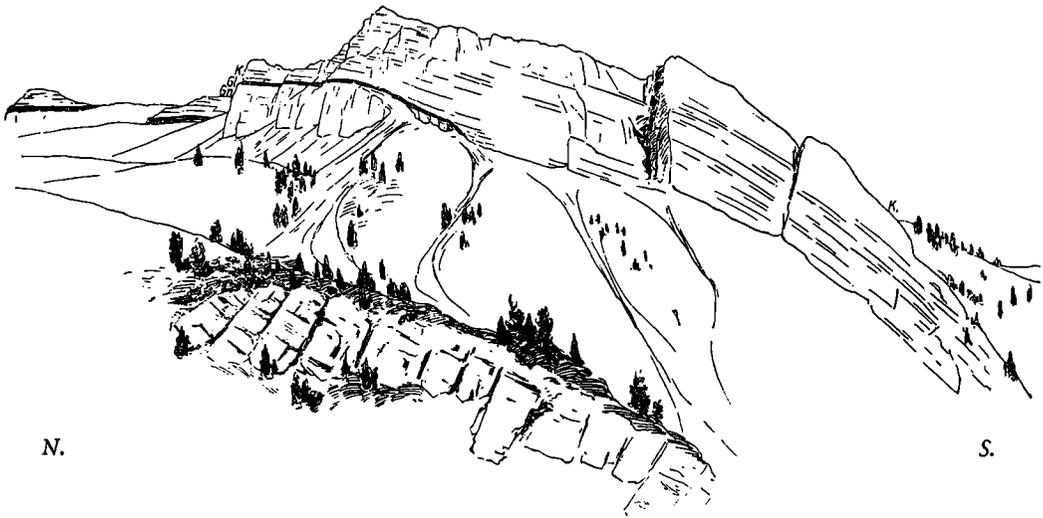


Abb. 2. Kamm des Wolfendorn vom unteren Teile des Griesbachtals.

Normalprofil der Schieferhülle: Gneisgranit (*Gn*), von Glimmerquarzit und Strahlsteinschiefer (*Gl*), Marmor und Kalkphyllit (*K*) überlagert, im Vordergrunde die Rundhöcker des oberen Talbodens (Gneis) von der Schlucht des Baches durchbrochen. Beschreibung S. 9.

Das Normalprofil durch die drei über dem Zentralgneis lagernden Gebirgslieder der kristallinen Schieferhülle:

#### B. Praecambrische Schieferhülle.

3. Quarzphyllit,
2. Kalkphyllit und Marmor an der Basis,
1. Grenzschiefer (silikatreich).

#### A. Intrusiver Gneisgranit

tritt am Westabfall der Zillertaler Berge überall mit einer Schärfe und Deutlichkeit zutage, wie sie nur in den besten Aufschlüssen der mesozoischen Schichtenreihe zu beobachten ist.

Im obersten Silltal (Griesbachtal) und im Vennatal ist ein Überblick in einem zweistündigen Spaziergange, eine Untersuchung der ganzen nur wenig aufgerichteten Schichtenfolge in einem halben Tage möglich. Nicht weniger klar sind die etwas mehr abgelegenen Profile im Tscheis- und Alpeinerthal (Vales) sowie im Wildlahnertal (Schmirn) am Kahlen Wandkopf und der Kaserer Scharte.

Ausführlichere Beschreibung der westlichen Ausläufer des Wolfendorns (Sill) und der Saxalpenwand<sup>1)</sup> (Vennatal) folgt auf S. 63.

Geringfügigere, durch Facieswechsel erklärable Abweichungen, zeigt innerhalb der Grenzschiefer der schwerer erreichbare Ostabsturz des Wolfendorns.

Hingegen dürfte das Fehlen der wenig mächtigen (60 m) Grenzschiefer am Nordgehänge des Griesbachtals durch eine untergeordnete lokale Verwerfung zu erklären sein: Hier stoßen Gneis und Marmor unmittelbar aneinander, so daß die wenig mächtigen Grenzschiefer unsichtbar werden. Der Marmor enthält an der Basis Quarzfasern.

In der Litteratur wird die Schieferhülle vorwiegend als »palaeozoisch« oder auch als »altpalaeozoisch« bezeichnet. Soweit damit eine scharfe Unterscheidung von den archaischen Glimmerschiefern und Gneisen angedeutet werden soll, die man als Erstarrungskruste bzw. als intrusive, durch Schieferung umgewandelte Massengesteine deuten kann, ist der Name richtig: Denn die Schiefer, Quarzite, Kalkschiefer und Kalke sind zweifellos sedimentären Ursprungs. Doch deutet schon das absolute Fehlen der Versteinerungen in der Schieferhülle darauf hin, daß eine Vergleichung mit einer bestimmten Formation — Cambrium oder Silur — nicht in Frage<sup>2)</sup> steht.

Sofern man die mächtige praecambrische Formationsreihe noch als palaeozoisch ansieht, ist derselbe Name auch für das Alter der Schieferhülle anwendbar. Wenn man aber davon ausgeht, daß der gewaltige Zeitraum, während dessen die Stämme sämtlicher Wirbellosen entstanden, dem Palaeozoicum an Länge etwa gleichsteht, so kann dieser Name nicht soweit nach unten ausgedehnt werden.

Besonders deutlich und leicht von dem Brenner-Posthaus erreichbar ist der Durchschnitt des Griesbach- (oder obersten Sill-) Tales (siehe Abbildung 2, S. 8). Der Gneis besteht hier vorwiegend aus porphyrischen Gesteinen mit großen Karlsbader Zwillingen. Varietäten mit kleineren Feldspatkrystallen finden sich untergeordnet. Dichte Gesteine scheinen zu fehlen. Der Gneis bildet den nur in der Achse des Gebirges hervortretenden Kern der kuppelartig aufgetriebenen Brenner-Phyllite. Die senkrechte Klüftung läßt den Gneis — ganz abgesehen von der Farbe — leicht von den geschichteten Phylliten unterscheiden.

B. 1. Der aus weißen und schwarzen Glimmerschiefern, Glimmerquarzit und Strahlsteinschiefer bestehende Grenzschiefer ist wenig mächtig (ca. 50 bis 70 m) und umgibt den Gneisgranit wie ein ungleichförmig verteilter Mantel. Eine Marmorlage im Grenzschiefer fehlt.

2. An der Basis der kristallinen Kalke und Marmore liegen weiße Glimmerkalke, den Übergang zu 1 bildend. Das Fallen ist unten 60° nach Nordwest bis Westnordwest gerichtet.

3. Der Kalkphyllit, welcher an der Mündung des Silltales den Marmor konkordant überlagert, ist deutlich von diesem getrennt, aber überall durch den hervortretenden Kalkgehalt unterschieden von dem hangenden

4. Quarzphyllit, der erst weiterhin folgt und durch allmählichen Übergang mit dem Kalkphyllit zusammenhängt.

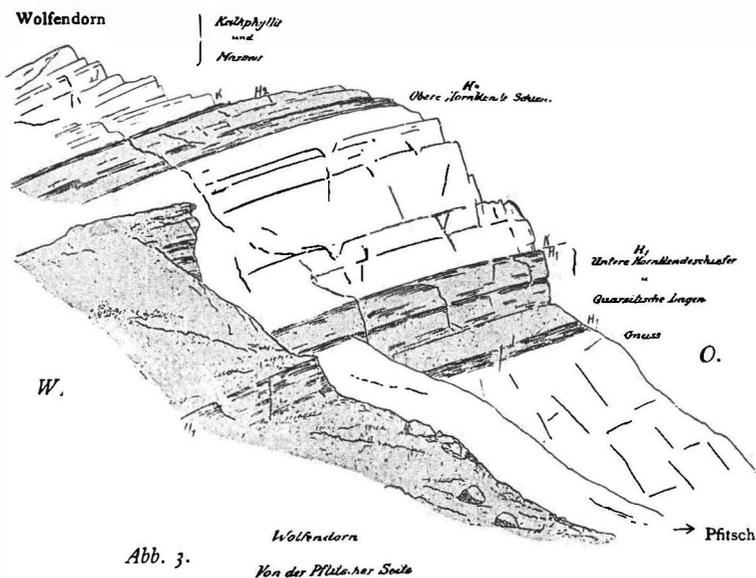
Die Auflagerung des Quarzphyllites auf Kalkglimmerschiefer ist vielleicht am deutlichsten in der flach lagernden Schichtenfolge der benachbarten Gipfel des Wolfendornes (Kalk) und der Flatschspitze (Quarzphyllit). Man beobachtet hier:

<sup>1)</sup> Man vergleiche mit diesen Profilen die Abgrenzung und Beschreibung der »Kalkphyllitgruppe«, »Kalktonphyllitgruppe«, »Gneisphyllitgruppe« bei G. Stache im Jahrb. der k. k. geolog. Reichsanstalt 1873. — <sup>2)</sup> Vergl. Frech, Lethaea palaeozoica, Bd. 2, S. 1—10, besonders S. 6, 7.

Auf dem Gipfel der Flatschspitze eine Lage von

Oben	4. Quarzphyllit mit Granaten	240 m
	3. Sericitquarzit	100
	2. Quarzphyllit an der Basis mit Kalkeinlagerungen	300—400
	1. Kalkphyllit und Marmor am Wolfendorn.	ca. 250 „

Man kann deutlich wahrnehmen, daß in der Scharte zwischen beiden Bergen und auf dem langgestreckten Kamm, dessen einen Höhepunkt die Flatschspitze (2539 m) darstellt, der Kalk den Schiefer<sup>1)</sup> unterlagert.



Eine nicht unerhebliche facielle Verschiedenheit zeigt das Pfitscher-Gehänge des Wolfendorns: Die Lage des Gneises an der Basis tritt bei der flachen Schichtenstellung hier besonders deutlich zutage, wie die nebenstehende Profilsansicht zeigt. Darüber folgt der Grenzschiefer (Hornblende und Quarzitschiefer) und

Marmor; aber etwa 200 m über der Basis des letzteren schiebt sich eine zweite Lage Grenzschiefer in den Marmor ein (oberer Hornblendeschiefer). Der von der Brennerseite leicht zugängliche Gipfel des Wolfendorns besteht wieder aus Kalk. Hornblende- und Glimmerschiefer sind also in genau derselben Weise dem praecambrischen Hochstegenkalk eingelagert, wie die triadischen Pyritschiefer und Glimmerkalke dem Tribulaundolomit der Schwarzen Wand.

### 1. Der Grenzschiefer.

Der Grenzschiefer stimmt petrographisch mit den archaischen Gesteinen überein, ist jedoch stratigraphisch durch Wechsellagerung mit dem Kalkphyllit verbunden.

Die wichtigsten Gesteinsvarietäten sind: 1. Glimmerschiefer. 2. Strahlstein- bzw. Hornblendeschiefer (Vennatal) und Hornblendeglimmerschiefer. 3. Sericitquarzit, (Griesberg, Vennatal). 4. Reiner Quarzit. 5. Schwarzer geschichteter Kieselschiefer: zum Teil Kieselschiefer mit Glimmer (Vennatal): Auffallende, bis  $\frac{1}{2}$  m breite klaffende Klüfte durchsetzen besonders diese Kieselschiefer.

Der Grenzschiefer ist durchschnittlich nur 50—60 m, im oberen Vennatal jedoch 200 m mächtig und am Ostgehänge der Flatschspitz durch eine sich ein-

<sup>1)</sup> Die handschriftlich von der G. R. A. herausgegebene Karte gibt auf dieser Spitze »Strahlsteinschiefer« an und verbindet denselben mit weiter unten am Abhang auftretendem Grenzschiefer; ich kann nach Besteigung und eingehender Untersuchung des Gipfels darauf hinweisen, daß diese Darstellung den natürlichen Verhältnissen nicht genau entspricht.

schiebende Marmorasse in zwei Horizonte geschieden. Der obere Horizont (Strahlsteinschiefer und Kieselschiefer) wird auf den Abbildungen 3 und 4 dargestellt. Am Pfitscher Joch ist der Hornblendeschiefer-Horizont noch mächtiger, während der Kalkphyllit wesentlich abnimmt.

## 2. Der Kalkphyllit.

Der Kalkphyllit besteht nach F. E. Suesß petrographisch aus »körnigen Kalklagen mit Muscovitzwischenlagen und häufigen Quarzfasern. Als Gemengteil Albit, im Schmirntal Albitdrusen«.

Der tiefste Horizont der Kalkphyllitformation, der Hochstegenkalk Beckes, wird stets von Marmor gebildet, dessen Mächtigkeit sehr verschieden ist. Am Brennerpaß beträgt dieselbe nicht unter 250 m; am Kahlen Wandkopf (vor dem Olperer) läuft der basale Marmor als ein deutliches, weithin sichtbares, nur 30 m mächtiges Band über den Hang. Nach oben geht der Marmor in Kalkphyllit über. Der »Hochstegenkalk« des Zillertales entspricht dieser basalen Marmorlage stratigraphisch und petrographisch. Am Brennerpaß selbst sind die Tonschiefer und quarzreichen Tonglimmerschiefer im Gegensatz zu den zwischengelagerten Kalken stark verquetscht und gefältelt, so daß eine Art tektonischer Diskordanz entsteht. Verbreitet und bezeichnend sind auf der Brennerhöhe und den Ziragwänden graue kristalline Kalke, in denen Quarzfasern und große Glimmerschuppen und tafeln als wesentliche Gemengteile auftreten.

Der Übergang zwischen Kalk- und Tonglimmerschiefer ist unmerklich; im unteren Teile des letzteren, hie und da auch in den oberen Horizonten finden sich dunkle Kalklagen.

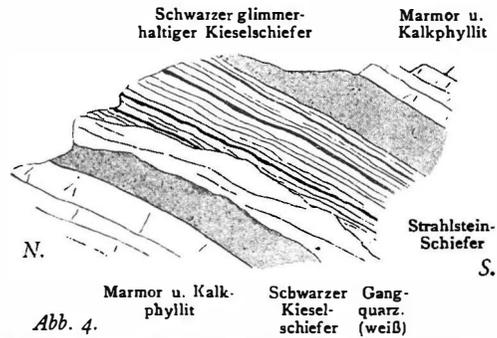


Abb. 4.  
Einlagerungen der Kalkphyllite im Grenzschiefer zwischen Wolfendorn (N) und Flatschpitz (S).

## 3. Der Quarzphyllit.

Der Quarzphyllit ist besonders nördlich vom Brenner bis zum Tribulaun sehr verbreitet. Petrographische Zusammensetzung: Quarz, Plagioklas (Oligoklas oder Albit =  $\frac{1}{4}$  des Quarzes), Sericit (= Muscovit), Chlorit. Als Gemengteile Tonschiefernadelchen, Turmalin, Zirkon. Biotit und Hornblende fehlen (F. E. Suesß). Zuweilen geht der Quarzphyllit oder Tonglimmerschiefer in Tonschiefer oder grauackentartiges Gestein über.

1. Einlagerungen im Quarzphyllit sind selten:

Am Wege zum Kreuzjoch, 2244 m, am Brenner treten quarzische Lager auf. Beim Aufstieg zum Eisackursprung beobachtet man am Sattelberg einen hellen, aus viel Quarz und wenig Glimmer bestehenden, stark gefältelten Quarzitschiefer, der aus der Entfernung an Kalk erinnert. Die Übereinstimmung dieses isolierten Vorkommens mit den in gleicher stratigraphischer Stellung befindlichen Radstädter Quarziten ist augenfällig. Ferner tritt Quarzitschiefer unweit des Schlüsseljochs auf.

2. Sericitische Quarzite finden sich beim westlichen Aufstieg zur Flatschpitz, ca. 100 m über dem Kalkphyllit, deren Gipfel von darüber lagernden Granat-

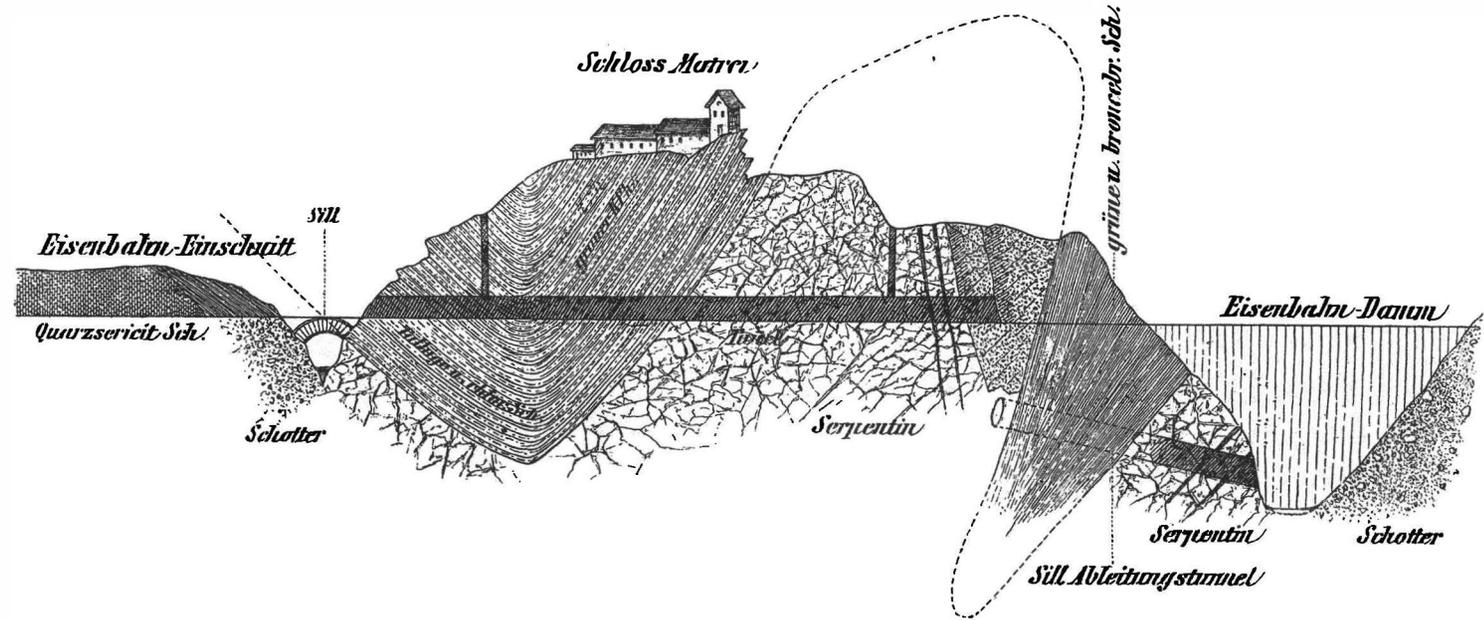


Abb. 5. Ein Durchschnitt durch die karbonischen und dyadischen Schichten bei Matrei am Brenner.

Die gesenkte rechte Talseite der Sill bei Matrei stellt eine flache, gegen Westen geneigte Syncline jüngeren Gesteins inmitten der karbonischen grauen Quarzphyllite dar. Unmittelbar auf den grauen Phylliten lagern weiße Quarzsericitschichten des Karbon (Eisenbahneinschnitt), auf derselben liegen im Süden die Tarntaler Quarzitschiefer (unter dem Schloß Matrei). Zwischen beiden Schichtengliedern liegt eine mächtige Linie von Serpentin. Das Innerste der Mulde bildet grauer Phyllit und phyllitischer Kalk der Trias.

phylliten gebildet wird. Der Granatphyllit liegt hier ca. 240 m über der unteren Grenze des Quarzphyllites (kartographisch nicht ausgeschieden) und kehrt in derselben — orographisch wesentlich tieferen Stellung — am Brennersattel wieder.

3. Chloritschiefer finden sich bei Gries an der Brennerstraße (dort wo der Obernberger Bach mündet) bei Nöblach und beim Abstieg von der Aigner-  
alp nach Gries (hier kalkreich und mit Zirkon N. Gümbel).<sup>1)</sup> Chloritschiefer finden sich ferner (F. E. Sueß und Gümbel S. 154) am Hahneburger, am Ostabhang des Glungetzer, im Mühlthal unterhalb von Nöblach, an der Mündung des Obernberger Baches und an der Ellbogenstraße am Eingang des Artales.

4. Eigentümliche dolomitische Glimmerschiefer sind eingelagert am Saun bei Sterzing.

Die auf der vortrefflichen Übersichtskarte des Westabschnittes der Hohen Tauern von F. Berke und Löwl ausgeschiedenen Sedimentformationen lassen sich mit der am Brenner, Vennatal beobachteten Schichtenfolge gut in Einklang bringen, sofern man die zwei Profile durch den Mayrhofener Schieferzug (Fig. 1, S. 5) als Ausgangspunkt<sup>2)</sup> nimmt: Der »ältere« Glimmerschiefer und Schiefergneis (zum Teil aplitisch geadert) ist mein Stubai Glimmerschiefer. 1. Die Glimmerschiefer (mit Quarzit, Amphibolit und Garbenschiefer etc.) sind meine Grenzschiefer. 2. »Hochstegenkalk und Marmor« sowie »Kalkphyllit und Kalkglimmerschiefer« sind als »Kalkphyllit mit basalem Marmorlager« zusammengefaßt, da dieser Zug von Mayrhofen bis zum Brenner ohne Unterbrechung fortstreicht. 3. Der Pinzgauer und Pustertaler Phyllit (Quarzphyllit) entspricht meinem Quarzphyllit.

#### IV Die Steinkohlenformation.

Die dem höheren Oberkarbon (den unteren Ottweiler Schichten) angehörende Steinkohlenformation nimmt zu beiden Seiten der nördlichen Brennerabdachung an den Tarntaler Köpfen, dem Steinacher Joch und dem Westabhang der Innsbrucker Kalkkögel<sup>3)</sup> einen beträchtlichen Raum ein, enthält aber, abgesehen von der als Färbemittel verwandten »Nöblacher Erde«, keine technisch wichtigen Stoffe. Tonschiefer und Tonglimmerschiefer (z. T. schwer von den praecambri-  
schen Gesteinen zu unterscheiden) sind am weitesten verbreitet. Quarzkonglomerat, z. T. in Quarzsericitbreccie verwandelt, sowie ein eigentümlicher, braun verwitternder Eisendolomit (ursprünglich aus Dolomit mit einem Zusatz von Spateisenstein bestehend) sind weniger verbreitete, aber sehr bezeichnende Felsarten. Die Auffindung des interessanten, ursprünglich diskordant auf Glimmerschiefern und Phylliten gelagerten Vorkommens ist durch Pichler erfolgt, der auch über das gangförmige Vorkommen der wenig ausgedehnten Kersantite und Glimmerdiabase wiederholt Mitteilungen veröffentlicht hat:<sup>4)</sup>

»Wenn man von Steinach in südlicher Richtung über den alten Gletscherschutt von Mauern gegen Nöblach geht, erreicht man eine waldige Schlucht, durch welche ein Bach niederfließt. Steigt man an seinem Ufer empor, so sieht man bald überall die Blöcke jenes eruptiven Gesteins. Endlich erreicht man einen Grat von mäßiger Höhe und Länge, der ganz von Blöcken und

<sup>1)</sup> Gümbel, geolog. Bemerkungen über die warme Quelle des Brennerbades und ihre Umgebung. Sitzungsber. d. math.-phys. Cl. d. k. bayr. Akad. d. Wissensch. 1892. Bd. XXII. Heft 1, S. 154.

<sup>2)</sup> Die Reihenfolge der Schichtenglieder auf der Farbentabelle der Übersichtskarte stimmt mit dem genannten Profil nicht überein und soll somit wohl nicht die Reihenfolge der Schichten veranschaulichen.

<sup>3)</sup> Frech, Lethaea, palaeoz. Bd. 2, S. 361.

<sup>4)</sup> A. Pichler; Aus Tirol. — N. Jahrb. f. Mineral. Bd. II, 1880, S. 293. — Cornet, Jahrb. d. k. k. Geolog. R. A., Bd. 38, S. 591.

Trümmern jenes Gesteins zusammengesetzt ist. Hier steht es an, doch kommen noch bergauf Stücke vor. Die Rasenbedeckung und der dichte Wald gestatten jedoch keine weiteren Untersuchungen. Rechts und links von jenem Grate hat man sumpfigen Boden, dessen Unterlage die grauen Schiefer bilden, etwas aufwärts stehen die eisenreichen Kohlenkalksteine an. Etwa hundert Schritt östlich ist am Saum eines Rasens, der nach unten in einen Lärchenwald verläuft, eine Alpenhütte.«

Die im F. E. Sueß genau untersuchten Serpentine von Matrei sind umgewandelte Tiefengesteine (Gabbros) und liegen als linienförmige Einlagerungen in den Tarntaler Quarzitschiefern (Vergl. das Profil auf S. 12).

Das vorherrschende Karbongestein ist ein grauer Tonschiefer, der einerseits in den an der Schönen Grube quarzitisch ausgebildeten Grauwackenschiefer, andererseits in Tonglimmerschiefer (Quarzphyllit) übergeht. Die mikroskopische Unterscheidung im Handstück ist schwierig; unter dem Mikroskop hat F. E. Sueß<sup>1)</sup> verschiedene Differenzen zwischen den karbonischen und praecambrischen Quarzphylliten nachweisen können.

Trotz dieser Möglichkeit der Unterscheidung bleibt — besonders im Obernbergtal, wo das südliche Gebirge aus praecambrischem Quarzphyllit, das nördliche aus karbonischem Quarzphyllit besteht — das Vorhandensein von Einlagerungen das einfachste Kennzeichen der jungkarbonischen Schichten.

Diese Einlagerungen bestehen aus 1. Quarzkonglomerat und Breccien, 2. Eisendolomiten, 3. versteinierungsführenden Anthracitschiefern mit Anthracit-schmitzen und 4. der Nöblacher Erde.

1. Das Quarzkonglomerat besteht in nicht umgewandeltem Zustande aus Phyllit-, Quarz- und Kalkgeröllen und besitzt große Verbreitung am Nöblacher, Egger Joch und im Graben am Kalben-Joch oberhalb Trins. Die schwarzen Kalkgerölle sind (nach Kerner) in der näheren Umgebung des Steinacher Joches anstehend nicht bekannt.

Die Quarzsericitbreccie bildet bei Nöblach und im Navisser Tal einen Teil des Karbon.

Dieselbe ist wahrscheinlich ein vollkommen umgewandeltes Quarzkonglomerat. Diese Entstehung ist noch deutlich nachweisbar im Bahneinschnitt bei Matrei, an der Hippoldspitze, dem Mieslkopf, der Schönen Grube, im Obernberg und bei Hinter-Tux.

2. Der in frischem Zustand graue, an der braunen Verwitterungsrinde weithin sichtbare Eisendolomit ist das bezeichnendste Gestein des Tiroler Karbon, so am Nöblacher Joch, Egger Joch, Knappenkuchel und Fonerbach.

3. Die karbonischen Pflanzenreste des Steinacher Joches, die zuerst von Stur bestimmt, später von F. v. Kerner<sup>2)</sup> ausführlicher behandelt wurden, entstammen Anthracitschiefern, die einem Konglomerat- und Sandsteinkomplex eingelagert sind.

Diese Anthracitschiefer mit ihren Sandsteinen und Konglomeraten sind den vorherrschenden Phylliten eingelagert bzw. eingefaltet. Die Schiefereinschlüsse erscheinen entweder an der oberen Konglomeratgrenze und sind fossilreich oder sind nur spärlich fossilführend und dann an der unteren Konglomeratgrenze aufgeschlossen. An der Obergrenze liegt auf der Westseite des von der Dauben-

<sup>1)</sup> Karbonischer Quarzphyllit ist von dem Brennerphyllit unterschieden durch etwas größeren Gehalt an Feldspat und Tonschiefernädelchen, Quarz, Muscovit (mit beigemengtem Chlorit); Plagioklas (ähnlich Albit) tritt an Masse etwas hinter dem Quarz zurück.

<sup>2)</sup> Die Karbonflora des Steinacher Joches. Jahrb. G. R. A. 1897, S. 365—386 m. 3 Tafeln.

kuppe (2143 m) nach dem Gschnitztal hinziehenden Rückens eine Schieferhalde mit Pflanzenresten; hier fand Kerner vor allem *Lepidodendron* und *Calamites*, seltener Farne, aber keine Sphenophylleen. Weiter westlich findet sich ein Anthracitschieferlager nahe der Stelle, wo die obere Konglomeratgrenze den am Vorkopfe des Eggerjoches gegen das Gschnitztal hinabziehenden Grat quert; hier fanden sich neben Calamiten Farne (*Pecopt. polymorpha*) sowie *Annularia stellata*.

An der unteren Konglomeratgrenze liegen Schiefer einschlüsse mit Kalamitenresten am Ostgehänge des Vall Zam. Im Bereiche der Kammregion findet sich ein Schieferlager zwischen Egger- und Nößbacher Joch (2227 m), zu dem drei Halden gehören; die mittlere Halde enthält das wichtigste von Pichler ausgebeutete Vorkommen und befindet sich auf einem gegen das Hochtal Vall Maritz gelegenen Hügelwald. Hier fanden sich gut erhaltene Wedelreste von *Aleth. aquilina*, *A. Defrancei* und *Pecopt. arborescens*. Während dieser Fundort ostnordöstlich vom Gipfel des Eggerjoches liegt, befindet sich ein anderer im Ost-südost dieses Punktes; hier kommen neben Farnen (*Pecopt. unita*, *Neuropteris acutifolia*, *Alethopt. Serlii* und *lonchitica*) besonders Sphenophylleen vor.

Ein vorwiegend unreiner Anthracit tritt zusammen mit dem die Farbeerde liefernden, schlecht erhaltene Pflanzenreste führenden Kohlenschiefer auf der Südostseite des Steinacher Joches zutage. Eine fluviatile, bez. durch Wildbäche erfolgte Zusammenschwemmung der Pflanzenreste und Konglomerate scheint die natürliche Erklärung zu sein.

Nach den Vorarbeiten von Schenk und Stur gibt F. v. Kerner die folgenden Steinacher Karbonarten<sup>1)</sup> an:

#### Calamariae:

*Calamites Suckowii* Brgt.  
*Calamites Cistii* Brgt.  
*Asterophyllites equisetiformis* Brgt.  
*Annularia stellata* Schl. = *longifolia* Brgt.  
*Annularia fertilis* Sternbg.  
*Annularia brevifolia* Brgt.  
*Sphenophyllum emarginatum* Brgt.  
*Sphenophyllum erosum* Lindl. et Hutt, var. *saxifragaefolium*.  
*Stachannularia tuberculata* Sternbg.  
*Calamostachys* sp.

#### Filicaceae:

Cyclopteritides.  
*Lygodium Stachei* Stur.  
 Neuropteritides.  
*Neuropteris acutifolia* Brgt.  
*Neuropteris auriculata* Brgt.  
*Neuropteris flexuosa* Brgt.  
*Neuropteris Loschii* Brgt.

Odontopteritides.  
*Odontopteris alpina* Sternbg.

Alethopteritides.  
*Alethopteris lonchitica* Schloth.

*Alethopteris Serlii* Brgt.  
*Alethopteris aquilina* Schloth.  
*Alethopteris Defrancei* (Schimper).

#### Pecopteritides.

*Pecopteris arborescens* Schloth.  
*Pecopteris Oreopteridis* Schloth.  
*Pecopteris polymorpha* Brgt.  
*Pecopteris dentata* Brgt.  
*Pecopteris Pluckeneti* Schloth.  
*Pecopteris unita* Brgt. Schl. = *Pecopteris longifolia* Brgt.

#### Schizopteritides.

*Rhacophyllum filiciforme* Gutbier.

#### Sigillariae.

*Sigillaria* cf. *canaliculata* Brgt.  
*Stigmaria ficoides* Brgt.

#### Lepidodendreae:

*Lepidodendron obovatum* Sternbg.  
*Lepidophyllum majus* Brgt.  
*Lepidophyllum Pichleri* n. sp. v. Kerner.

#### Cordaiteae:

*Cordaites borassifolius* Sternbg.  
*Cordaites palmaeformis* Göpt.

Die obige Aufzählung läßt das Vorkommen der unteren Ottweiler Stufe, in der die Mehrzahl der Pflanzen vorkommt, als gesichert erscheinen.

<sup>1)</sup> L. c., S. 377—386.

Außerdem deuten einzelne Arten besonders *Pecopteris dentata* und die Alethopteris-Arten auf ältere Horizonte (obere Saarbrücker Schichten) hin, sind aber wohl als Überreste dieser Flora aufzufassen.

Eine zusammenfassende Übersicht der alpinen Karbonvorkommen habe ich bereits in meinen Karnischen Alpen und noch einmal vollständiger in der *Lethaea palaeozoica* (II, S. 261 ff.) gegeben.

## V. Die Trias und der Lias.

Die Feststellung des triadischen — später in Zweifel gezogenen — Alters der inneralpinen Dolomite und der Kalke ist das Verdienst Adolf Pichlers,<sup>1)</sup> der Lagerungsverhältnisse und Versteinerungen richtig deutete. Entsprechend der damals zur Feststellung gelangenden Gliederung des »Alpenkalkes« versuchte Pichler die Horizonte der nördlichen Kalkalpen in der Zentralzone wieder zu finden. Die unregelmäßigen Einlagerungen von Pyritschiefer und Glimmerkalk schienen eine Handhabe zur Gliederung der mächtigen Kalkmassen zu gewähren. Nachdem dann Stache die vielfach durch Faltung metamorphosierten Triaskalke einer »palaeozoischen« Kalkphyllit- etc. Gruppe zuzurechnen versucht hatte, ergab sich aus meinen Aufnahmen, daß die Brennertrias ebenso zahlreiche Lücken aufweist, wie die des Reschenscheidecks, Ortlers und Oberengadins (z. B. Piz Alv). Es sind überall, abgesehen von einer zweifelhaften Vertretung des Buntsandsteins, nur obertriadische Horizonte vorhanden, die am nördlichen Außenrand der Zentralalpen von Raibler Schichten unterlagert werden. Die im Oberengadin (Piz Alv, Samaden) nachgewiesene Transgression des Hauptdolomits kennzeichnet somit auch die Tiroler Zentralalpen. Mitteltriadische Schichten, insbesondere der Muschelkalk im engeren Sinne fehlen gänzlich; die schwarzen Kalke der Saile, welche zwischen Glimmerschiefer und Hauptdolomit lagern, sind ein auf das südliche Innufer übergreifender Ausläufer der Entwicklung der nördlichen Kalkalpen.

Allgemeiner verbreitet sind nur 1. die rötlichen untertriadischen oder dyadischen Quarzitschiefer und Quarzitkonglomerate (Tarntaler Köpfe, hier mit Serpentinlinsen, zwischen Sterzing und Gossensaß; ähnlich den Lantschfeld-Quarziten bei Tweng). 2. Hauptdolomit (nebst dem inneralpinen, vollkommen kristallin metamorphosierten Tribulaundolomit sowie der tektonischen Dolomitbreccie in Navis und Lizzum; »Juvavisch« = »norisch«). 3. Der rhaetische Glimmerkalk der Schwarzen Wand und Pyritschiefer. Im Anfang der 90er Jahre ist es Rothpletz<sup>2)</sup> durch glückliche Petrefaktenfunde gelungen, in den Tarntaler Köpfen das Vorhandensein der Kössener Schichten nachzuweisen. Sie enthielten dort: *Terebratula gregaria*, *Modiola minuta*, *Gervillia praecursor* »*Corbula*« *alpina* *Pecten spec.* *Thecosmilia cf. fenestrata* Reuss u. cf. »*Convexastraea Azzarolae*« Stopp.

Der Tribulaundolomit ist reiner Dolomit oder dolomitischer Kalk, zum Teil halbkristallin, fest oder auch als echter Marmor (Telfer Weißer, Großer Tribulaun) oder klüftiger, in scharfe Stücke zerspringender Dolomit entwickelt (Vall Ming, Portweg, Zaisspitz, Blaser, Weiße Wand). Das Gestein ist dann vom Hauptdolomit nicht zu unterscheiden. Vorkommen von hellen Glimmerlagen ist überall beobachtet und charakteristisch. Organische Reste sind selten: *Megalodus* an der Serles und am Kalbenjoch, Gyroporellen zweifelhaft an der Weißwand, sicher im Senderstal und am Hohen Burgstall, Crinoiden bei St. Martin

<sup>1)</sup> Vergl. besonders Zeitschrift des Ferdinandeums, 1. Bd., Innsbruck 1859. Mit geologischer Karte; sowie zahlreiche kleinere Mitteilungen aus späterer Zeit.

<sup>2)</sup> Genauere Beschreibung siehe in dem Abschnitt »Das Fußgestell der Kalkkögel«.

Tabelle I.

## Die zentralalpine Trias der Ostalpen.

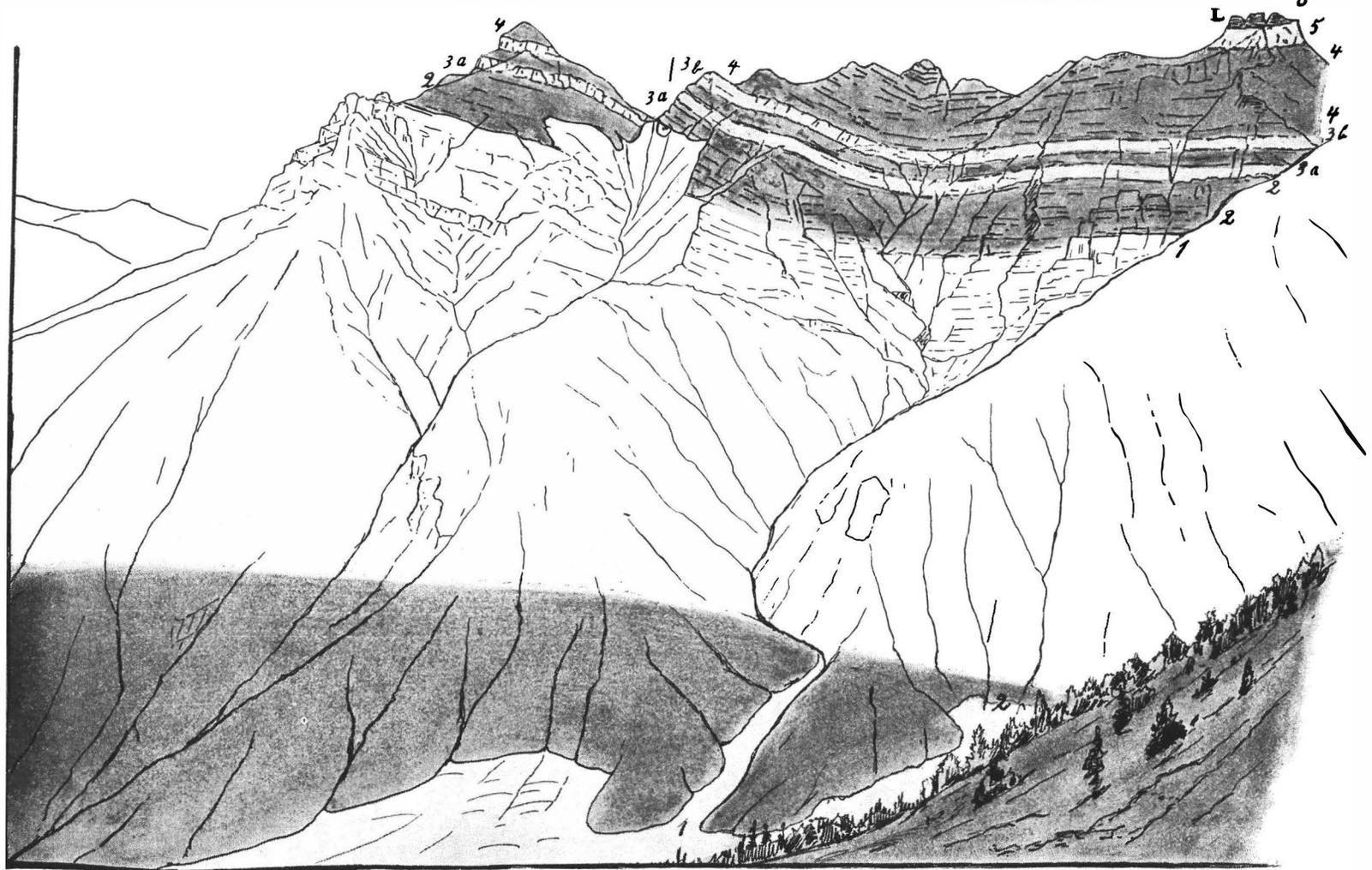
	Tarntaler Köpfe	Brenner, Zillertal u. Krimmel	Ortler	Radstädter Tauern
Hangendes:		Arietienlias der Kesselspitze mit <i>Arietites, Phylloceras, Lytoceras, Atractites</i>	—	Mitteljurassische bunte Crinoidenkalke m. Belemniten (Gr. der Canaliculati)
Obertrias:	Rhaet der Tarntaler Köpfe m. <i>Terebratula gregaria</i> , <i>Gervillia praecursor</i> , <i>Thecosmia cf. fenestrata</i>	Ob. helle Kalke d. Kesselspitze Ob. Glimmerkalke Unt. helle Kalke d. Serlesspitze Untere Glimmerkalke d. Schwarzen Wand, Serles etc.	Glimmerkalke und Pyritschiefer d. Königsspitze, des Hochjochgrates und des Thurwiesers	—
	Jurvavisch M. = Norisch B.	Hauptdolomit m. Crinoiden u. Gyroporellen b. Krimmel, der Serles u. an den Kalkkögeln mit Schiefereinlagerungen an der Basis	Tribulaundolomit (halbkristalliner Hauptdolomit) mit <i>Crinoiden</i> a. Weißwandspitze u. Schwarzseespitze	Hauptdolomit des Gipfels d. Glöcknerin und der Zehnerkarspitze
	Carditaschichten	Schwarze Kalke der Saile		Pyritschiefer u. dunkler Kalk u. a. m. <i>Thecos Rothpletzi</i> , <i>Th. cf. Oepeli</i> , <i>Stylophyllum paradoxum</i> , <i>Cardita crenata</i>
Mitteltrias:	Fehlt	Fehlt	Fehlt	<i>Diploporendolomit</i> mächtig u. sehr verbreitet m. <i>Dipl. debilis</i> Gutensteiner schwarzer Kalk und Thonschiefer
Untertrias: ? Dyas	Tarntaler Quarzitschiefer d. Tarntaler Köpfe u. bei Steinach.	Quarzitschiefer bei Sterzing, in dem Öztaler- und Stubai Hochgebirge fehlend Serpentin bei Matrei	Flasrige Sericitquarzite im Val Zebbru m. eingelagertem Gips	Lantschfeldquarzit, braunes grobes Konglomerat und Gips an der Ennsalp
Liegendes:		Oberkarbon und Brennerphyllit { Quarz-Phyllit Kalk-Phyllit	Kalkphyllit (= unterer Brennerphyllit)	Quarzphyllit (= ob. Brennerphyllit und Radstädter Quarzit)

Tabelle II.

## Vergleichung der ostalpinen und westalpinen Triasentwicklung.

	Südtirol	Vorarlberg	Nördliche Schweizer- Klippen Östliches Engadin Tarasp   Ponte	Westliches Engadin (= Brenner = Ortler)	Aarmassiv und Glarus	Romanische Voralpen (Waadt, Freiburg) u. Savoien (Lugeon)	Briançonnais (Kilian)	
Ober-Trias	Dachstein- kalk	Rhaetische Mergel- kalke	Kalk und Mergel lokal (Arosa-Rothorn) ver- steinerungsreich: <i>Avicula contorta</i> , <i>Geru. in- flata</i> , <i>Cardita austriaca</i> , <i>Megalodon</i> , <i>Thecosmilia</i>	Mergel und Kalkm. <i>Terebr. gregaria</i> und <i>Thecosmilia fenestrata</i>	Quarten- schiefer (oft fehlend)	Rhaet mit <i>Avicula con- torta</i> , <i>Cardita austriaca</i> , <i>Protocardia rhaetica</i> etc. Rote u. grüne Mergel, oben im Wechsel mit Dolomit u. Rauchwacke	Rhaet Rote u. grüne Schiefer	
	Dachstein- kalk (lokal dolomitisch)	Hauptdolomit	Hauptdolomit lokal mit <i>Chemnitzia</i> und <i>Natica</i>	Hauptdolomit transgredirend		Dolomit mit seltenen Gyroporellen	Wohl- geschichteter Dolomit	
	Raibler (Schernplateau) Schichten	Sandstein, Gips, jün- gere Rauchwacken, Dolomit und Kalk mit <i>Megalodon tri- quetus</i>	Jüngere Rauchwacke, Sandstein, sandiger Schiefer	Sandstein, Schiefer, Rauchwacke. Kohlige Merg- m. <i>Equisetum</i> i. d. Klippen	Fehlt	Röthi-  Dolomit	Gips und Anhydrit	Gips und Anhydrit
Mittel-Trias	Cassianer Schichten Wengener Schichten	Schlerndolomit ↓ Partnachsichten s. str. Virgliorikalk: Grauer und schwarzer Dolomit mit Feuer- steinknollen, Diploporen, <i>Encrinus</i> , Brachio- poden, <i>Spirigera trigonella</i> , <i>Rhizocorallium</i> .	Grauer Dolom. m. <i>Megalodon</i> u. <i>Gonodon</i> (sel- ten) Dolomit m. <i>Dipl. annu- lata</i> i. d. Klippen	Grauer Dolo- mit, Sandst- Schiefer, grauer Dolo- mit	Fehlt		Fehlt i. d. Roman. Voralpen	Kalk und schwarzer Schiefer von Col de Coux in Savoien
	Buchensteiner Schichten Unterer Muschelkalk		Schwarze Kalke und Mergel mit <i>Bactryll. Schmidt</i>	Fehlt	Fehlt	Kalk v. Tanninges (Savoien)		Rauchwacke und rote Schiefer
U.-Trias	Werfener (Cam- piler, Seisser Sch.	Werfener Schichten		Sandstein und bunte Kalk- Konglomerate	Quarzit (= Verrucano zum Teil)	Quarzit	Quarzit mit Sand- stein	

Serles, 2719 m    Serlesjoch    Rothe Wand    Kampelspitz, 2599 m    Hutzljoch, 2562 m    Hutzl- oder Kesselspitz, 2752 m



Frech, Tiroler Zentralalpen.

NNO.

*Die Schichtenmulde der Trias zwischen Serles und Kesselspitz (Hutzl).*

SSW.

1. Seebach. 2. Zur Neder. Die dunkel gezeichnete Basis ist Glimmerschiefer. Auf der Spitze des Hutzl (in Muldentiefenstein) Arien-Lias. Der unregelmäßige Verlauf der Kalkbänke 3a und 3b im Serlesjoch wird durch eine Verwerfung bedingt. Aufgenommen am Wege zum Burgstall in größerem Maßstabe als Abb. 13.  
 1. Hauptdolomit. 2—5 Rhaet. 2. Unterer Glimmerkalk. 3a u. 3b. Zwei durch Pyritschiefer unterbrochene helle Kalkbänke. 4. Oberer Glimmerkalk. 5. Obere Kalke am Hutzl. 6. Arien-Lias.

Tafel I.

am Schneeberg. Die Mächtigkeit beträgt 100 m (Maximum) zwischen Pfersch und dem großen Tribulaun.

Einzelne Einlagerungen von schwarzem oder grünem Tonglimmerschiefer (1—2 m mächtig) finden sich am Pferscher Tribulaun und der Telfer Weißen.

Pyritschieferlagen in größerer Zahl (zwei- bis drei unterscheidbare Züge) kennzeichnen den unteren Hauptdolomit der Kalkkögel und enthalten Durchschnitte von Zweischalern und Crinoiden.

Die lückenhafte Entwicklung der Brennertrias, der die ganze mittlere Abteilung fehlt, setzt weiter nach Westen in der Zentralzone der Alpen fort. Zunächst bildet das Ortlergebirge in Bezug auf Entwicklung der Trias das Bindeglied zwischen Osten und Westen. Auch am Ortler liegt nach meinen Studien zwischen den rötlichen Sandsteinen der Untertrias und dem, dem Tribulaun- und Hauptdolomit entsprechenden Ortlerkalk eine Lücke, die der gesamten Mitteltrias entspricht.

Auch auf der Außenseite der Ortlertrias sind Andeutungen des Werfener Horizontes vorhanden. Am Piz Umbrail sowie zwischen Bormio und dem Dosso Reit (Südabhang des Monte Cristallo) finden sich Gipsvorkommen. Ebenso wird am nördlichen Fuß der Saile an der »Mutterer Alp«<sup>1)</sup> der Hauptdolomit von schwarzen, ca. 100 mächtigen Kalken unterlagert. Versteinerungen konnten allerdings — abgesehen von Crinoidenresten — nicht gefunden werden. Aber sowohl nach der stratigraphischen Stellung wie nach der Lage in unmittelbarer Nähe der nordalpinen Trias kann der schwarze Kalk nur als Vertreter der Raibler Schichten gedeutet werden.

Die Ortlerentwicklung setzt dann ohne wesentliche Unterbrechung nach dem Oberengadin (Piz Alv an der Bernina-Straße) und Samaden (Berge nördlich des Inn) fort. Im Aar- und Gotthard-Massiv, im Wallis (Mischabel, Monte Rosa) und in den romanischen Voralpen (Waadt, Freiburg) zeigt die Triasentwicklung ein ähnliches Fehlen der mittleren Abteilung; die Einzelheiten sind aus den beiliegenden Tabellen ersichtlich. Die Tabelle der Triasentwicklung der östlichen Zentralalpen ist neu. Die Vergleichung der ost- und westalpinen Triasvorkommen ist die abgekürzte Übersicht einer von mir in der Leth. geogn. Lief. 1 Trias veröffentlichten Zusammenstellung. Für eine Dreigliederung spricht nicht nur der an anderer Stelle von mir erbrachte Nachweis der geschlossenen Entwicklung der Cephalopoden, Zweischaler, Brachiopoden und Korallen innerhalb der Mitteltrias; von mindestens gleicher Bedeutung ist der Umstand, daß der weitaus größte Teil der ostalpinen Zentralzone (Engadin bis Pinzgau) durch das vollkommene Fehlen mitteltriadischer Bildungen gekennzeichnet ist.

### Das triadische Normalprofil der Serles- und Kesselspitz. (Taf. I.)

Der Ausgangspunkt für die Altersdeutung der inneralpinen Tiroler Trias ist die Schichtenfolge am Serles und Kessel- (Hutzel-) Spitz; hier wird das Fehlen gut bestimmbarer Trias-Versteinerungen durch die konkordante Überlagerung des Lias<sup>2)</sup> gewissermaßen aufgewogen. Unter dem aus hangenden grauen Kalken und liegenden roten Schiefen und Kalken bestehenden Jura beobachtet man auf dem regelmäßig gelagerten Pinniser Südgehänge:

6. Lias mit *Arietites*, *Phylloceras*, *Lytoceras*, *Atractites* und *Nautilus*.
5. Zwei massive graue Kalkbänke am Hutzel.
4. Obere Glimmerkalke (und Pyritschiefer) auf dem höchsten Gipfel des Hutzel und den anstoßenden Kämmen (Hutzeljoch) ca. 30—40 m
3. Massige, zur Zerklüftung neigende weiße Kalkbänke mit Glimmerkalken

<sup>1)</sup> Ein geologischer Querschnitt durch die Ostalpen, S. 75.

<sup>2)</sup> Frech, Über ein Liasvorkommen in den Stubaier Alpen. Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanstalt 1885:

von 100 *m* Mächtigkeit. Gipfel des Serles (hier halbkristallin) und die hohe Wandstufe unter der Gipfelfläche des Hutzl.

2. Untere Pyritschiefer (und Glimmerkalke), ca. 300 *m* mächtig, nach oben scharf abgegrenzt, nach unten zu allmählich übergehend und durch teilweise Wechsellagerung verbunden mit:

1. Wohlgeschichtetem Dolomit und Kalk, ca. 1000 *m* mächtig (nach Schätzung des Abstandes zwischen Serlesjöchl und Seebach).

Am Ostabhang des Serles fand ich ein vereinzelt Bruchstück von Megalodon in 1., sowie ebendort nicht selten Lumachellen mit kaum kenntlichen Zweischalern in 4. Rötlich gefärbte Kalkschichten (Rote Wand südlich vom Serlesjöchl) sind nicht selten. Rote Dolomitbreccien treten vereinzelt auf, so am Westabhang des Hutzl und im Kamm zwischen Hutzl und Wasenwand. Im Zuge des Blaser, auf der Kalbenwand und Kampelspitz (Ob der Mauer) überwiegen dolomitische, an Hauptdolomit erinnernde Gesteine. Die Kalkwände des Serlesspitz tragen mehr den Charakter des Dachsteinkalkes.

Die Gesamtmächtigkeit — ca. 1300 *m* — entspricht fast genau der Mächtigkeit der Dolomite am Großen Tribulaun; hier fehlen die höchsten Schichten, besonders der Lias und die Mächtigkeit beträgt daher am Tribulaun nur 1000—1100 *m*.

#### Der Arietenlias (Adnether Schichten) auf der Kesselspitz.

Auf dem höchsten Gipfel der Kesselspitz (2722 *m*) findet sich über dem rhaetischen Glimmerkalk und Pyritschiefer ein System von Liasschichten mit generisch sicher bestimmbarer Cephalopoden. Letztere finden sich in einigen Bänken roten Kalkes, deren Mächtigkeit 10 *m* betragen mag, und deren petrographischer Charakter durchaus an Adnether Schichten erinnert. Leider ist der Erhaltungszustand der Cephaloden (Ammoniten und Belemniten), die ausschließlich gefunden wurden, ein äußerst mangelhafter. Nicht nur daß die Schale, wie meistens in diesen Schichten,<sup>1)</sup> vollständig fehlt, auch die Berippung der Oberfläche ist nur mangelhaft erhalten und endlich sind die Ammoniten durchgehends verdrückt. Die Deformierung ist wohl weniger auf tektonische Faltung als auf die Fältelung toniger Schichten zurückzuführen. In ganz ähnlicher Weise wie der Jura auf dem Gipfel der Tofana di Mezzo ist auch im Stubai der liassische Mergelkalk im Hangenden der flachlagernden Trias stark zerdrückt und gestaucht. Der Versuch einer Bestimmung konnte sich nur auf die Lobenlinien gründen, die ich meist ziemlich gut herauspräparieren konnte. Außerdem kam mir hierbei eine Anzahl von Versteinerungen sehr zu statten, die ich auf der Scharitzkehlalp<sup>2)</sup> bei Berchtesgaden gesammelt hatte, und unter denen ich fast sämtliche Generen der Kesselspitz, jedoch in besserer Erhaltung wiederfand. *Lytoceras* aus der Gruppe des *L. fimbriatum* und *Nautilus striatus* var. traten an beiden Orten sogar in derselben Bank auf. Trotz dieses günstigen Vergleichsmaterials sind die einzelnen Bestimmungen nicht als durchaus sicher anzusehen wie die Fragezeichen ? und (?) anzeigen.<sup>3)</sup>

Es konnten bestimmt werden:

1. *Nautilus striatus* Sow. var. (?) d'Orb., Pal. franc. Terr. Jurass. I. pl. 25. S. 48. Hauer., a. a. O., T. 24, 12.

<sup>1)</sup> Hauer, Cephalop. Lias Nordöstl. Alpen. Denkschr. Wien. Ak. 1856, Bd. 11.

<sup>2)</sup> Gümbel, Südbayerisches Alpengeb.

<sup>3)</sup> Der Versuch einer Bestimmung ist überhaupt nur dadurch zu rechtfertigen, daß die Ammoniten in dem untersuchten Gebiet beinahe die einzigen Fossilreste sind, die über das Alter der fraglichen Schichten Auskunft geben.

Ein ca. 20 cm im Durchmesser haltendes, bis ans Ende gekammertes Exemplar zeigte in allen wahrnehmbaren Merkmalen solche Übereinstimmung mit einem kleineren, jedoch besser erhaltenen Stück von der Scharitzkehlalp, daß ich die für letzteres zu machenden Bemerkungen auch auf das erstere übertragen zu können glaube; allerdings ist bei diesem weder die Schale erhalten, noch die Gestalt des Durchmessers mit voller Sicherheit zu erkennen. Der Nautilus von der Scharitzkehlalp ist zwar höher im Durchmesser als die von Hauer und d'Orbigny abgebildeten Stücke, schließt sich jedoch durch den gerundeten Rücken und die gekreuzten Streifen der Oberfläche, sowie durch die entferntstehenden Kammerwände näher an diese Form an. Die größere Höhe im Querschnitt und die leichte Einsenkung der Kammerwände auf der Externseite erinnern mehr an *N. semistriatus* d'Orb. a. a. O., Pl. 26. Der letztere kommt in etwas tieferem Niveau vor; die vorliegende, in ihrem Querschnitt fast genau zwischen beiden stehende Form würde also den Übergang vermitteln.

2. *Lytoceras* sp. Gruppe des *L. fimbriatum* Son. sp. 1. Hauer, a. a. O., T. 22 f. 1—4, S. 62, wo, wie auch bei den folgenden Arten, die Literatur vollständig verzeichnet steht.

3. *Arietites* sp. aff. *A. ceras* Gieb.? Hauer, a. a. O., S. 25, T. b, 4—6. Quenst. Cephal. T. 19, f. 13, S. 239.

Mehrere Exemplare mit hohen Umgängen und geraden, gedrängt stehenden Rippen. Eine nähere Bestimmung ist angesichts des Erhaltungszustandes untunlich.

4. *Phylloceras* sp. (Gr. des *Ph. heterophyllum*?).

Obwohl die Art kaum näher bestimmbar ist, würde das häufige Auftreten der Gattung auf den mittleren Lias hindeuten, da nach Neumayr<sup>1)</sup> im unteren mediterranen Lias die Angehörigen dieses Genus (ebenso wie *Lytoceras*) noch sehr selten sind.

5. *Belemnites* sp. indef. (Fragmente.)

6. *Aulacoceras liassicum* Gümb. sp.? Mojsisovics, Üb. d. Belemnitidengeschlecht *Aulacoceras*. Jahrb. G. R. A. 1871, S. 55. T. 4, f. 4a.

Ein nahe unterhalb des Phragmokons abgebrochenes Rostrum, das in seiner Größe und Dickenzunahme genau mit T. 4, 4a der Abbildung von Mojsisovics übereinstimmt. Da jedoch kein Phragmokon aufgefunden wurde, halte ich die spezifische Übereinstimmung noch nicht für völlig erwiesen, trotzdem die Art aus dem unteren Lias angeführt wird. Übrigens geht *Aulacoceras* in einer anderen, hier nicht in Frage kommenden Art (*A. Wittei*) bis zur Zone des *Amalth. margaritatus* hinauf.

Für die Altersbestimmung des Stubai-er Lias als Unterlias ist das Vorkommen von *Aulacoceras liassicum*, sowie vor allem das generisch sicher gestellte Auftreten der Arieten beweisend. Da Psiloceren und Schlotheimien zu fehlen scheinen, kommen die allertiefsten Zonen wohl nicht in Frage. Genauere Vergleiche verbieten sich durch den mangelhaften Erhaltungszustand der stark verdrückten Fossilien. Doch kann es keinem Zweifel unterliegen, daß die Faciesentwicklung — ganz ebenso wie bei der Obertrias — auf die Nordalpen hinweist.

Dem eigentümlichen Vorkommen eines mitteljurassischen Belemniten in bunten Crinoidenkalken der Radstädter Tauern ist am Brenner nichts Ähnliches zur Seite zu stellen.

<sup>1)</sup> Über unvermittelte auftretende Cephalopodentypen. Jahrb. Geolog. R. A. 1878, S. 65.

## B. Der Gebirgsbau der Brennerfurche und ihrer Umgebung.

### I. Eingefaltete Trias am Außenrande der Gebirge bei Innsbruck.

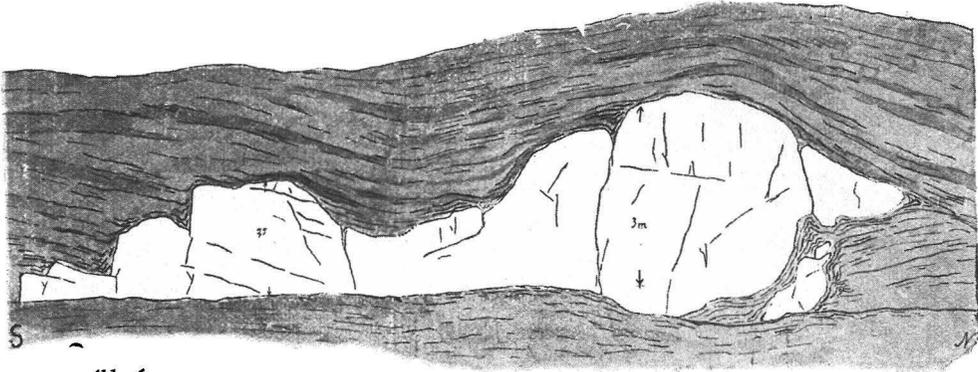


Abb. 6.

*Abgequetschte Spitze eines triadischen, 3 m hohen, klotzartig begrenzten Dolomitkeiles im Quarzphyllit.*

An der punktierten Stelle (in der Mitte) ist der Dolomit undeutlich aufgeschlossen.

Gegenüber der Station Ambras der Innsbrucker Mittelgebirgsbahn.

Oberhalb von Innsbruck-Wilten steht an der Brennerstraße der typische, flach ( $20-30^\circ$ ) nach Süden einfallende Kalkphyllit an; grüne glimmerreiche Kalkschieferlager wechseln mit Marmorschichten und beide enthalten Quarzfasern. Etwas weiter südlich hören die Marmor- und Kalkschichten auf und wir begegnen ausschließlich dem dunklen schwarzgrünen bis schwarzgrauen Quarzphyllit und weiterhin bei der Bahnstation Patsch dem typischen Zweiglimmerschiefer.<sup>1)</sup>

Im Osten der Brennerfurche auf dem Mittelgebirge zwischen Igls und Ambras ist nur typischer Quarzphyllit<sup>2)</sup> sichtbar, der ausnahmsweise (unmittelbar neben der Station Ambras der Mittelgebirgsbahn) noch unbedeutende Marmorlager enthält. Von der südlich fallenden Masse des Brennerphyllits ist demnach hier nur noch das hangende Quarzphyllit anstehend sichtbar, während der Kalkphyllit durch eine der Inntalfurche entsprechende Dislokation abgeschnitten ist oder unter dem Alluvium verborgen liegt.

Die Grenze der Zentralalpen und der Kalkzone entspricht bei Innsbruck einer Dislokation, die jedoch nicht als Bruch zu bezeichnen ist. Vielmehr hat an der Stelle, wo die stärkere Emporwölbung der Zentralalpen erfolgte, eine horizontale Verfaltung mit der triadischen Kalkmasse stattgefunden, von denen einzelne abgequetschte Fetzen inmitten des Phyllits erhalten geblieben sind.

<sup>1)</sup> Der Quarz ist gleichmäßig verteilt, der häufigere helle Glimmer ist, wie schon makroskopische Betrachtung lehrt, fein schuppig, der dunkle Biotit in einzelnen größeren Tafeln ausgeschieden. Fr. E. Sueß.

<sup>2)</sup> Das weitere Fortstreichen dieses einförmigen Gesteines nach dem Volderer und Wattenser Tale ist von Fr. E. Sueß festgestellt worden.

Unmittelbar gegenüber der kleinen Wartehalle Ambras ist durch den Bahnbau der Mittelgebirgsbahn Innsbruck—Igls ein höchst interessanter Aufschluß geschaffen worden. In fast vollkommen horizontaler Lage aber ganz unregelmäßiger Begrenzung sind in den Quarzphyllit eingequetscht Keile und Klötze von grauem Wettersteindolomit, die mit den regelmäßig eingelagerten, stratigraphisch zum Phyllit gehörenden weißen Marmorschichten nicht verwechselt werden können.

Weniger gut aufgeschlossen, aber ebenfalls sicher als Triasdolomit zu deuten ist der flach lagernde Marmor des Ahrenwaldes zwischen Igls und Station Patsch.

Bei Innsbruck ist demnach wie bei Landeck oder Oberdrauburg die große alpine Längsfurche wesentlich in die Triasdolomite eingeschnitten. Bei Ambras sind die letzten Ausläufer in dem horizontalen Dolomitkeil noch auf dem Südhang aufgeschlossen, während jede Andeutung von Phylliten auf der nördlichen Talseite<sup>1)</sup> fehlt.

Besonders lehrreich sind die Aufschlüsse am Südhang des Inntales in der Gegend der Zillermündung: An der Haltestelle Rotholz der Zillertalbahn wird der unterste Teil der Südwände von rotem Sandstein gebildet, der mit den Grödner Schichten petrographisch übereinstimmt und stratigraphisch dem Tarntaler Quarzitschiefer und dem Radstädter Lantschfeldquarzit entspricht.<sup>2)</sup>

Der Wettersteinkalkzug des Karwendel streicht in sehr schiefer Richtung auf den Südhang des Inntales hinüber, so daß die beiden Ecktürme am Eingange des Zillertales aus Trias bestehen. Das Unterinntal verläuft also wie das obere Rhonetal zwischen Brieg und Sitten ganz schräg zum Streichen der Schichten und entspricht einer eigenartigen, mit der Faltung zusammenhängenden Dislokation (oder, wie C. Diener mutmaßt, einer Grabenversenkung).

Nur eine horizontale tektonische Bewegung kann die eigenartigen Aufschlüsse von Ambras erklären. Diese horizontale Bewegung am Inntalgebirge bildet die naturgemäße Verbindung zwischen den durch neuere Untersuchungen<sup>3)</sup> im Karwendel- und Sonnwendgebirge nachgewiesenen Überfaltungen und den analogen süd- und nordwärts gerichteten Überschiebungen, welche den Gebirgsbau der Tarntaler Köpfe und des Steinacher Joches, des südlichen Zillertales und der Pflerscher Berge in so ausgeprägtem Maße beherrschen.

Die verschiedenen, meist vollkommen unabhängig voneinander arbeitenden Beobachter — Wähner im Sonnwendgebiet, Ampferer im Karwendel, F. E. Sueß in den Tarntaler Köpfen und der Verfasser am Steinacher Joch — sind durchweg zu dem gleichen Ergebnis gelangt, daß nordwärts gerichtete Überschiebungen, den Grundzug des Gebirgsbaus bilden. Meist finden wir verschiedene Schuppen hintereinander, seltener eine großartige Überschiebung (Steinacher Joch). Stets wechseln Zonen starker Überfaltung mit anderen Gebieten, deren Lagerung wenig gestört ist. Nirgends kommt es zur Bildung von »Deck-schollen« mit den riesenhaften, aus den Westalpen beschriebenen Dimensionen.

Die Erscheinung der schuppenförmigen Übereinanderpressung, in der jede einzelne Schuppe nur wenige Schichtglieder umfaßt, kennzeichnet nach der klaren und überzeugenden Darstellung Ampferers<sup>4)</sup> vor allem das Gefüge des Karwendelgebirges. Hier richtet sich am Stirnrande der großen süd-

<sup>1)</sup> Nur gegenüber von Landeck reichen die kristallinen Schiefer noch auf das Nordgebirge hinüber.

<sup>2)</sup> Itterer Sandstein Cathrein. Zeitschr. d. Ferdinandeum III F. B. 21. 1877. Jahrb. G. R.-A. 1880, S. 609. N. Jahrb. f. Mineral. 1881, S. 160. Über das westliche Ende der Brixlegger Schieferzone vergl. außerdem A. Pichler. N. Jahrb. f. Mineral. 1877, S. 620, E. von Mojsisovics, Jahrb. d. geolog. R.-A. 1871, S. 207. A. Rothpletz, Zeitschr. deutsche geolog. Gesch. 1883, S. 149. Ein geolog. Querschnitt durch die Ostalpen S. 20 und 130 ff.

<sup>3)</sup> Wähner (Sonnwendgebirge), Ampferer (Karwendel).

<sup>4)</sup> Verhandlung G. R.-A. 1903, S. 50 und 1902, S. 274.

lichen Überschiebungszone ein Wall steil gestellter Schollen von Muschelkalk und Wettersteinkalk auf, welche letztere dreifach übereinander geworfen sind. Der südlichste Kamm, die Inntalkette, ist also bereits steil aufgerichtet, der zweite nördlich folgende Bergzug, der Gleierschkamm, steht saiger, ist aber schon auf große Strecken überkippt oder überschoben, was in dem folgenden (dritten) Sunzigergrat noch deutlicher ausgedrückt ist. Der gewaltige Hinterautalkamm (der vierte der Reihe) ist jedoch in seiner ganzen Erstreckung von Schwaz bis zum Scharnitzpaß stellenweise 4 km weit über das nördliche Gebirge hinweg geschoben; hier ruht auf einer langen Strecke der Muschelkalk auf zerknieteten Juraschichten. Der folgende (fünfte) Karwendelkamm, der größtenteils in einzelne Stücke aufgelöst ist, besteht fast durchweg aus drei Schollen, die überkippt und außerdem schuppenartig übereinander geschoben sind. Im Westen verschwinden diese drei Schollenzüge unter der großen Hinterautalplatte und kommen in der Gegend südlich der Vereinsalpe unter die tiefe Kreidemulde zu liegen, welche zwar selbst noch gegen Norden übergestülpt ist, aber für die Überschiebungen eine Grenze bildet.

Das Karwendelgebirge ist somit nach Ampferer das Gebiet einer nordwärts gerichteten Überschiebung, deren Intensität in der Mitte am größten ist und nach Norden wie nach Süden rasch abnimmt.

Die Bedeutung der rein tektonischen Entstehung mächtiger Breccien- oder Rauchwacken-Komplexe tritt immer deutlicher hervor: Nachdem E. Philippi am Comersee und der Verfasser in den Radstädter Tauern (Schwarzeck-Breccie) derartige früher als sedimentär gedeutete Massen kennen gelernt hatte, weist jetzt Wähner auf die Hornsteinbreccien des Sonnwendgebirges und Ampferer<sup>1)</sup> auf ähnliche Dinge an der Grenze von Muschelkalk und Buntsandstein hin: Die Rauchwacken des unteren Muschelkalkes sind seinerzeit von Rothpletz im Karwendel als »Myophorienschichten« eigens ausgeschieden worden, stellen jedoch echte Reibungsmassen oder Mylonite an der Grenze zweier Gesteine von sehr verschiedener Härte (Muschelkalk und Werfener Schichten) dar. Die Altersstellung der Rauchwacke wird durch diese Deutung nicht berührt.

Der verwickelte geologische Bau der Gipfelgebiete der Sonnwendgruppe erfordert nach Wähner die Annahme der Anhäufung mächtiger Dislokationsbreccien an der Stirnseite der übereinander geschobenen Riffkalke. Diese tektonischen, (auch in der Radstädter Trias wiederkehrenden) Breccien lagern über den in die Faltung einbezogenen roten Liasgesteinen und unter den nichtgefalteten Oberjuraschichten (Wähner, Sonnwendgebirge, S. 165).

Besonders bezeichnend ist der von Wähner (S. 303) wiedergegebene Durchschnitt durch Rofan und Sonnwendjoch. In der Richtung Südost—Nordwest liegen vier durch Überschiebungsflächen getrennte Riffkalkmassen oder Schuppen übereinander; der unteren Rofanmasse und den drei Überschiebungsflächen entsprechen ebenso zahlreiche Anhäufungen von Dislokationsbreccien.

Die Übereinstimmung dieses Profils mit den im folgenden gegebenen Durchschnitt der südlichen Pferscher Berge zeigt die Notwendigkeit, nördliche Kalkalpen und Zentralalpen im Zusammenhang zu betrachten, während die südlichen Kalkalpen (von dem Gailbruch südwärts) zahlreiche eigenartige Züge erkennen lassen.

Westlich von dieser breiten, aus den Kalkalpen bis an den Brixener Granit reichenden Zone von Überschiebungsflächen liegen die flachgelagerten Dolomitmassen der inneralpiner Triasdecken: Die Kalkkögel (Kap. II), der Zug Serles-Kirchdach (Kap. III) und die Gruppe des Tribulaun (Kap. V).

<sup>1)</sup> Verhandl. G. R. A. 1903, S. 45.

Serles

Stubaital

Saile



Abb. 7. Innsbruck von der Weierburg.

Im Hintergrunde die Dolomitberge Serles und Saile, deren schroffe Abstürze ein Emporragen über die alten Eisströme andeuten. Im Vordergrunde die glaziale Innterrasse.

## II. Die Kalkkögel bei Innsbruck.

Die Kalkkögel bilden eine ganz flache Schichtenmulde des kalkigen Hauptdolomits, der dem Stubai Glimmerschiefer ungleichförmig auflagert. Nur an den randlichen Aufbiegungen der Syncline wird hie und da zwischen Archaicum und Obertrias eine Andeutung palaeozoischer Schichten sichtbar. An der Kematener Alp im Senderstale, d. h. in der Mitte der im Norden und Süden aufgebogenen Mulde reichen karbonische und untertriadische Schichten fast bis zum Talboden hinab. Im Süden, am Hohen Burgstall und im Norden am Fuße der Saile treten die interessanten aber wenig mächtigen Basalschichten des Hauptdolomits in steilen Wandeln auf halber Höhe der Berge zutage.

Raibler Kalk an der Basis des Hauptdolomits ist an der Saile, die oberen Grenzbildungen der Trias am Serles und Hutzl aufgeschlossen (siehe oben den stratigraphischen Teil).

Das Fußgestell und die Vorlage der Triaswände besteht überall, zwischen Selrain, Stubai und Gschnitz aus Glimmerschiefer mit Einlagerungen von Hornblendeschiefer und Augengneis. Das Streichen des Urgebirges ist Nordnordwest—Südsüdost gerichtet, also im Vergleich zum Selrainer Gebirge und zum Oberberger Tal um fast  $90^\circ$  gedreht.

»Das untere Selraintal<sup>1)</sup> ist tief in den Glimmerschiefer eingeschnitten, der unmittelbar hinter Weichach bei Ober-Perfuß beginnt und am deutlichsten 100 m südlich in einem kleinen Bergsturz aufgeschlossen ist; das Streichen ist Westsüdwest—Ostnordost, das Einfallen unter  $25-30^\circ$  nach Nord-

<sup>1)</sup> Das in » « Eingeschlossene nach den Aufnahmen und Angaben von Dr. R. Michael.

nordwest gerichtet. Der Glimmerschiefer ist quarzitisch und außerordentlich zerklüftet, hie und da graphithaltig; der Biotit ist häufig in größeren Lagen ausgeschieden, Quarz tritt in Lagen und Nestern auf.

Im Tale des Tiefenbaches ist nahe der Mündung der Glimmerschiefer zu beiden Seiten des Bachbettes ausgeschnitten; östlich der Grußalp sowie nördlich der Wildanger Alphütte treten kleinere Wandeln unter den alten Moränen hervor. Das Streichen ist hier fast genau Ost—West (mit geringer nördlicher Abweichung) das Fallen unter  $30^{\circ}$  nach Norden gerichtet.

Hornblendelager finden sich in geringer Mächtigkeit aber regelmäßiger, dem Streichen folgender Verbreitung, so z. B. im Melachtal bei der Quelle 809 *m* und gegenüber dem Heustadl südlich der zweiten talabwärts liegenden Brücke; ein ausgedehnterer Hornblendezug ist zwischen Windeck (2252 *m*) und Roßkogel (2643 *m*), desgleichen am Westabhang der Kögerln (2197 *m*) zu beobachten.«

### 1. Der Hauptdolomit.

Der Hauptdolomit enthält nur in seinen tieferen Teilen Einlagerungen von Mergel und Pyritschiefer, so an der Steingrubenwand (2580 *m*; 30 *m* mächtig) oberhalb der Kematener Alp und an der Saile (hier mit Durchschnitten von Zweischalern und Crinoiden).

Während in der Trias zwischen Stubai und Gschnitz noch hie und da (z. B. am Kalbenjoch, an den Kugelwänden und bei Trins) allerhand Unregelmäßigkeiten der Lagerung auf die Nähe der Steinacher Schubmasse hinweisen, ist der Hauptdolomit und Kalk der Kalkkögel auf weite Strecken hin in einer Weise ungestört gelagert, wie man sie inmitten der Haupterhebung der Ostalpen kaum für möglich halten sollte.

Abgesehen von den Crinoidenresten, welche hie und da die Schiefereinlagerungen am Wege zur Saile erfüllen, wurden in den Dolomiten der Kalkkögel nur zweimal, im Senderstal<sup>1)</sup> und am Burgstall von W. Volz Diploporen beobachtet. Der Weg, der am Ostgehänge des Burgstalls von der Galtalp zur Kaserstattalp führt, kreuzt verschiedentlich die Auflagerungsfläche des Dolomites auf dem Glimmerschiefer (Streichen N.  $18^{\circ}$  O. bis S.  $18^{\circ}$  W. Fallen  $35^{\circ}$  nach Westen.)

1. An der Quelle zwischen Galtalp und Kaserstattalp tritt Glimmerschiefer zutage.

2. Hinter einer kleinen Bachrinne tritt der Weg wieder in den Dolomit.

3. Nur 50 *m* weiter folgt Glimmerschiefer, der einen ins Auge fallenden Vorsprung im Gehänge bildet.

4. In dem kurz darauf wieder an den Weg herantretenden Dolomit fanden sich die Diploporenreste.

Die Möglichkeit, auf den Spitzen der Kalkkögel den Lias oder auch nur den rhaetischen Glimmerkalk anzutreffen, ist durch die geringe Mächtigkeit der Dolomite ausgeschlossen. Der Abstand beträgt am Nordabhang der Serlesspitz von der unteren Triasgrenze bis in die Glimmerkalken 1400 *m*<sup>2)</sup>, am Nordabhang der Saile (Abb. 8) von den schwarzen Carditakalken (ca. 1600 *m*), bis zur Spitze des Berges aber nur 800 *m*. Entsprechend der ruhigen Lagerung ist die petrographische Beschaffenheit des Dolomits und der Schiefereinlagen im Zuge der Kalkkögel durchaus

<sup>1)</sup> Vom Verfasser.

<sup>2)</sup> Am Kesselspitz von dem Arietenlias bis zur Dolomitbasis sogar 1500 *m* (nicht absolute Mächtigkeit).

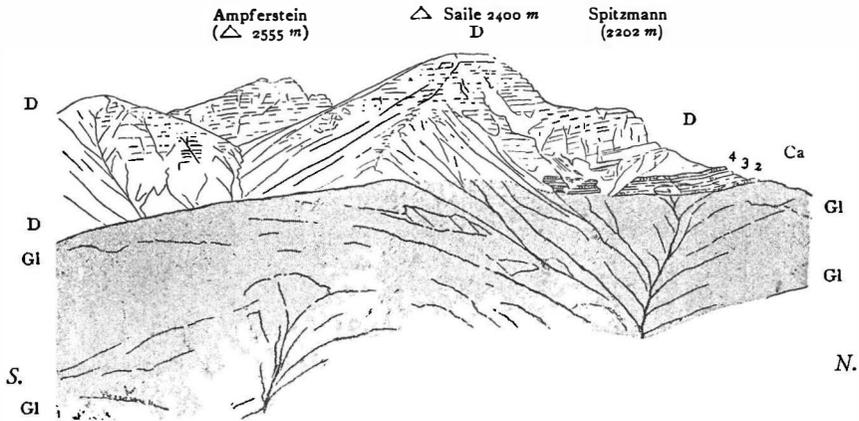


Abb. 8.

Der Nordabsturz der Kalkkögel (Ampferstein und Saile) Hauptdolomit ( $D = 5$  im Text) mit schwarzem Kalk der Carditaschichten (Ca, 4, 3), unterlagert von Grauwacke (a) und Glimmerschiefer (Gl; 1 dunkel). Siehe Text.

unverändert; dagegen nehmen kristalline Triasgesteine in den teilweise gestörten Massen zwischen Serlesspitz und Kalbenjoch an Ausdehnung zu und herrschen in den überschobenen Triaszügen des Gschnitz- und Pflerschtales unbedingt vor<sup>1)</sup>.

## 2. Untertrias (?) und Raibler Schichten an der Saile.

Die Aufschlüsse an der Muttereralp am Nordabhang der Saile (unmittelbar südlich Innsbruck) sind wesentlich von Prof. Dr. W. Volz und Dr. R. Michael beobachtet worden, die hier im Liegenden des Hauptdolomites dunkle Kalke als Vertreter der Raibler Schichten sowie Grauwacken (? = Tarntaler Quarzitschiefer oder Karbon) nachweisen konnten.

Zwischen Pfriemesspitz und der Muttereralp wurden beobachtet:

Oben: 5. Hauptdolomit der Pfriemesspitz und Saile.

4. Schwarze, tonige, bituminöse Kalke mit weißen Spatadern, gefältelt mit undeutlichen Crinoidenresten.

Diese konkordant zwischen der Grauwacke und dem Hauptdolomit lagernden Vertreter des Raibler Horizontes sind in Wandeln aufgeschlossen, die bis 5 m Höhe erreichen; die Gesamtmächtigkeit beträgt ca. 100 m.

3. Lose Platten eines rotbraunen, glimmerreichen Kalkes (wohl schon zu 4 gehörend).

2. Grünliche quarzreiche Grauwacke in losen Blöcken (anstehend nicht aufgefunden). (Das Vorkommen von Erzpartikeln in der Grauwacke erinnert an das karbonische Magnetitlager des Burgstalls; ebenso käme ein Vergleich mit dem Tarntaler untertriadischen oder dyadischen Quarzitschiefer in Frage. Die Spärlichkeit der gefundenen Gesteinsstücke und das Fehlen von Aufschlüssen hinderten eine Entscheidung.)

1. Stubaier Glimmerschiefer.

Ein Weg, der nördlich der Pfriemesspitze zur Muttereralp hinabführt, entblößt einen zweiten Aufschluß der dunklen Kalke (4), die gegen Südost auszuweilen scheinen. Wenigstens zeigt der Weg von der Mutterer- zur Rattinger-

<sup>1)</sup> Es erscheint daher verständlich, daß Stache diese umgewandelten Triaskalke- und Dolomite zu seiner »palaeozorischen« Kalkphyllitgruppe rechnen konnte. Wie später Gümbel hervorhob, bildet der Magnesiumgehalt triadischer Schichten einen guten Unterschied von den reinkalkigen Gesteinen der Kalkphyllit-Formation.

alpe, der auf der inneren Talwandung ungefähr der Isohypse folgt, zuerst Glimmerschiefer, dann wenige Gerölle der dunklen Kalke, dann Dolomit und dann wieder Glimmerschiefer.

Eine Begehung der Gehänge führte zu dem gleichen Ergebnis: Der Hauptdolomit setzt die eigentlichen Felswände zusammen und zieht sich dann gegen den Plättnerboden hin weit in das Tal hinab.

Ein Auskeilen der Raibler schwarzen Kalke ist ferner dadurch erwiesen, daß Andeutungen derselben in den inneralpinen Triasmassen gänzlich fehlen, trotzdem die Unterkante meist gut aufgeschlossen ist (z. B. im Sandestal, im Nennistal, an der Goldkappe etc.).

An der Vereinigung von Schlickerbach und Halselbach sind — in Folge der gewaltigen Schuttbedeckung — nur auf etwa 100 *m* Länge Aufschlüsse im anstehenden Gestein vorhanden:

1. Zu unterst Glimmerschiefer, Einfallen Nordwest ca. 30°, 8—10 *m* mächtig.

2. Darüber ein glimmerreiches, sandig dolomitisches, ziemlich festes Gestein ca. 7 *m*. (Wohl die Basis des transgredierenden Hauptdolomites; der Glimmerreichtum erinnert an einen Aufschluß im Sandestal oberhalb Gschnitz.) Nach einer talaufwärts folgenden Schuttbedeckung, aus der hie und da Glimmerschiefer (1) zutage tritt, folgt westlich rötlicher, stark eisenschüssiger Verwitterungsboden und darüber:

3. Eisenschüssiger Hauptdolomit. Der Hauptdolomit enthält bis zum Hals aufwärts vier Einlagerungen von dunklem Pyritschiefer.

### 3. Das Karbon im obersten Senderstale.

Die von mir im obersten Senderstal (oberhalb Selrain) am Fuße der Stein grubenwand (2580 *m*) und am Ochsenboden aufgefundene Unterlage des Hauptdolomits besteht aus zwei Gliedern: Über dem

1. Glimmerschiefer (Streichen Ostnordost—West südwest) lagert ein wenig mächtiger Zug

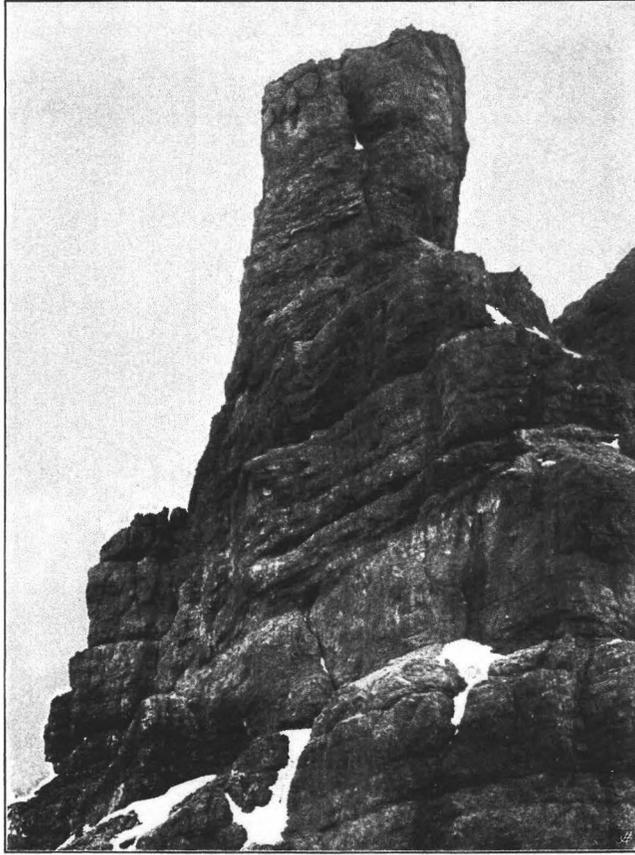
2. typischer Karbongesteine (Tonschiefer und Konglomerat). Das Karbon ist auf den Abhang des Ochsenbodens beschränkt und verliert sich bald unter den Schutthalden der Stein grubenwand;

3. Darüber folgt als Basis der Trias: a) stark bröcklicher grauer Dolomit, b) dunkler Mergelkalk mit Pyritschiefer, zusammen ca. 30 *m*;

4. Hauptdolomit der Kalkkögel nicht unter 500—600 *m* mächtig, hie und da mit Gyroporellen (besonders Blöcke im Senderstal). Die Spitze des Stein grubenkogels, wo die Lagerung am flachesten ist, mißt 2635 *m*, der tiefste Punkt, an dem ich Dolomit anstehend fand, liegt nur wenig tiefer als 2100 *m*.

Für Schätzungen ist die Mächtigkeit der flachgelegenen Mitte der Kalkkögel am geeignetsten, da am Burgstall und der Saile das Einfallen bis auf 30° steigt. Da am Tribulaun die Mächtigkeit des Haupt- (Tribulaun-)Dolomits über 1000 *m* beträgt, ragen die wildgezackten Grate und Türme der Kalkkögel nur über die Mitte der Gesamtmächtigkeit hinaus; es fehlt somit sowohl der rhaetische Glimmerkalk wie der Lias.

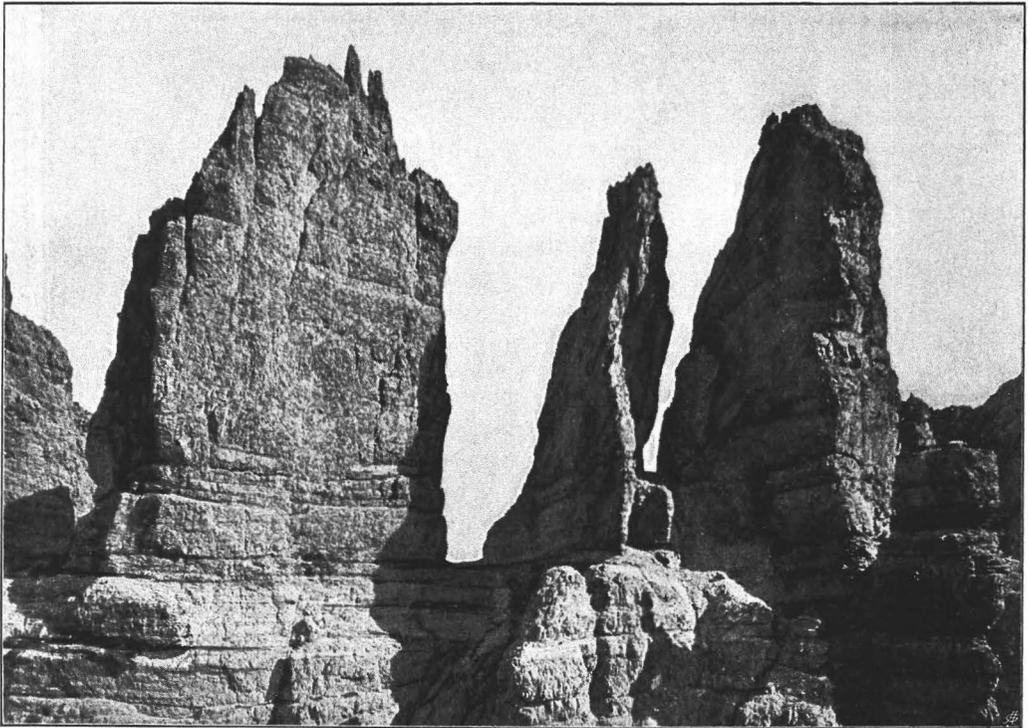
Der Pyritschiefer der Stein grubenspitze dürfte den gleichen Gesteinen entsprechen, die am Aufstieg zum Hals und am Hohen Burgstall (hier in zwei Lagen) nahe der Dolomitbasis auftreten. Mit den schwarzen Kalken der Muttereralp und Pfriemesspitze besteht offenbar keinerlei Übereinstimmung.



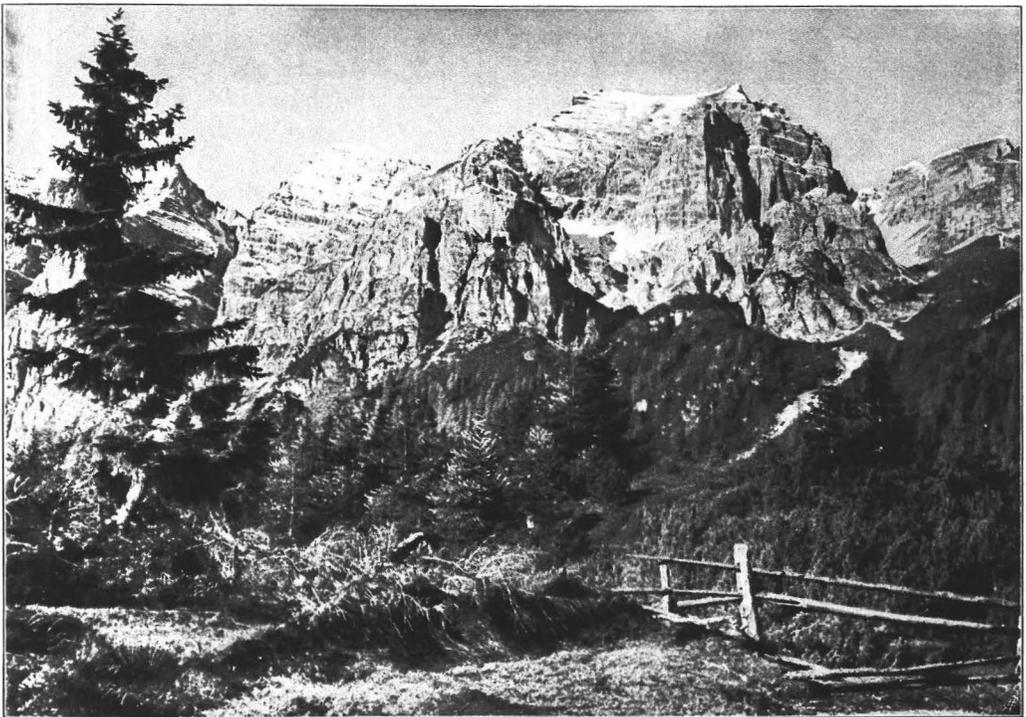
*Der Nordturm der Schlickertürme.*



*Schlicker Mannln.*



*Schlicker Mamln.*



*Große Ochsenwand von Osten.*

#### 4. Das karbonische Magnetitlager am Hohen Burgstall.

Infolge der schüsselförmigen Einsenkungen der Trias biegen sich am Südeinde der Kalkkögel, am Hohen Burgstall, die den Dolomit unterlagernden karbonischen Konglomeratgesteine bis zu einer Höhe von 2200—2300 *m* empor. Gleichzeitig fällt hier wie im Norden die Schüssel der triadischen Schichten ziemlich steil (unter 30—35°) nach der Mitte zu ein.

1. Der Glimmerschiefer mit dem eingelagerten
2. Neustifter Gneis (siehe oben) zeigt keine sonderlich steilen Fallwinkel (25—30° nach Nordwest).
3. Diskordant darüber lagert ein von Magnetiseisenkörnern durchsetztes Quarzkonglomerat, das jedenfalls aus dem umgearbeiteten Glimmerschiefer hervorgegangen ist. Das Erz ist in einem verlassenen, schon 1882<sup>1)</sup> kaum mehr zugänglichen Stollen abgebaut worden.

Es liegt nahe, das Quarzkonglomerat mit den ähnlichen Gesteinen am Fuß der Steingrubenwand und des Steinacher Joches zu vergleichen und als karbonisch zu deuten.

4. Der darüber folgende Hauptdolomit des Burgstalls ist an der Basis dunkel gefärbt<sup>2)</sup> und zeigt weiter oben zwei Einlagerungen von Pyritschiefer:

- a) ein tiefes Schieferlager, 5 *m* mächtig, 20 *m* über der Basis (nahe dem Stollen), 35° Einfallen,
- b) ein hohes Pyritschieferlager im Kamm zwischen Großem und Kleinem Burgstall.

Der Westabsturz des Hohen Burgstalls und die Felsköpfe bis zur Schlickerscharte sind — entsprechend der muldenförmigen Lagerung — steil und unregelmäßig nach Norden geneigt und zeigen mannigfache Knickungen und Störungen; die Schlickerscharte entspricht (nach W. Volz) einer unbedeutenden Dislokation zwischen der zerrütteten Trias im Süden und dem fast ungestört lagernden Dolomit der Schlickerwand und der Schlicker Mannln.

Unabhängig von den kleinen Verwerfungen und Störungen arbeitet der Spaltenfrost und chemische Auflösung an der Zerstörung der Dolomitplatte: Im Gegensatz zu den massigen Gestalten der Saile oder der Ochsenwand stehen die phantastischen Nadeln, Zacken und Spitzen (Taf. II, III), deren Erkletterung dem Hochtouristen interessante Aufgaben stellt.

### III. Die Kalk-Dolomitmasse Serles—Kirchdach.

Die mittlere der drei, durch Erosionstäler getrennten, flachgelagerten Triaschollen zeigt eine flache Muldenform und ähnelt also den Kalkkögeln; das Liasvorkommen der Kesselspitze bildet die Mitte. Ein paar kleinere Brüche (Serlesjoch, Ilmtürme) sind unerheblich; bedeutender ist der meridionale Bruch des Pinnistales. Eine Flexur westlich der Wasenwand und eine mit Stauchung der Schichten verbundene Spezialmulde am Kampelspitz (Abb. 13) deuten auf die Nähe der Steinacher Karbonüberschiebung hin. Von dieser gewaltigen Dislokation fand ich den letzten Rest, die Spitze einer liegenden Falte beim direkten Abstieg vom Kalbenjoch nach Trins, etwa halbwegs zwischen Dorf und Gipfel.

<sup>1)</sup> Bei meinem ersten Besuch; der Magnetit kommt in einer blättrigen Varietät vor und ist naturgemäß im Ausgehenden zu Brauneisenstein umgewandelt. Schon Stotter erwähnt das alte Bergwerk.

<sup>2)</sup> Nach W. Volz am zweiten Vorsprung zwischen Seejochl und Stollen.

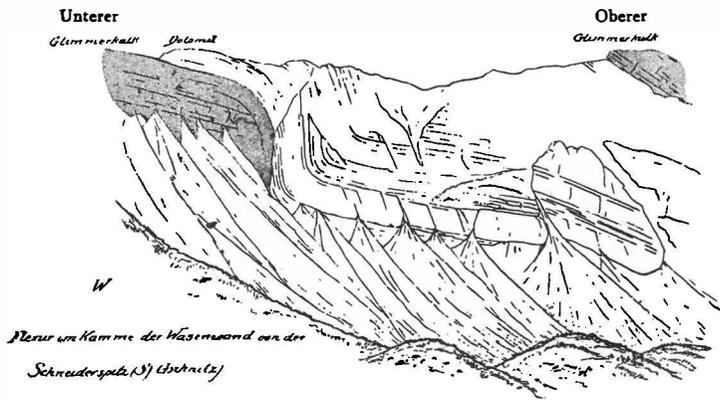


Abb. 9.

Inmitten der das ganze Gebirge zusammensetzenden kalkigen Dolomite erscheint ganz unerwartet ein beschränktes Vorkommen von karbonischem Quarzkonglomerat, d. h. von einem Gestein, das zu den bedeutendsten der Steirer Steinkohlenformation gehört.

Die Dolomite im Hangenden dieses Vorkommens sind wenig oder gar nicht metamorphosiert, während die weiter abwärts anstehenden Triasgesteine alle Anzeichen starker mechanischer Pressung tragen. Ich beobachtete hier graue und rote kristalline Bänderkalke mit Glimmerblättchen und prachtvollen Faltungerscheinungen. Das Konglomerat des Kalbenjochs ist somit die Spitze der über und in die Trias keilartig vorgeschobenen karbonischen Schubmasse.

In der unmittelbaren Fortsetzung des Kalbenjochs nach Westen liegt die kleine, auf dem Bild 13 wiedergegebene Quetschfalte der Kampelspitze (Ob der Mauer), deren Kern bereits rhaetischer Glimmerkalk bildet. Abgesehen von dieser tektonischen Einzelheit fällt am Kalbenjoch wie am Blaser der wohlgeschichtete typische Hauptdolomit unter ca. 30° nach Süden. Am Blaser ist das Gestein dicht, am Kalbenjoch, in der Nähe des Karbonkeils wird die Struktur kristallinisch. Doch wurden an Kalbenjoch noch Zweischalerdurchschnitte beobachtet.

Auf dem wesentlich schrofferen Abfall, den die Serlesspitze, Ob der Mauer, Kesselspitze und Kirhdach auf ihrer westlichen (Stubai) Seite zeigen, tritt die flache muldenförmige, kaum gestörte Lagerung der gewaltigen Dolomitscholle mit voller Deutlichkeit zutage. (Taf. I.)

Nach der Ausgehenden der Mulde zu wird das Einfallen etwas steiler; ein Profil der Iltürme (vom Hohen Tor aus gesehen) zeigt das ca. 30° betragende Einfallen des Triasdolomites der Iltürme, die hier nicht wie zwei elegante Spitzen erscheinen (wie auf dem Hemiorama der Weißwandspitze), sondern infolge perspektivischer Verkürzung zusammenfließen. Eine Verwerfung am südwestlichen Ende des

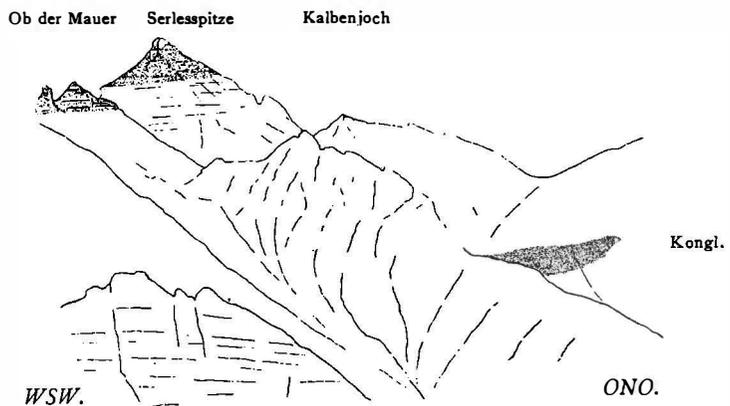


Abb. 10. Ausblick von der »Schönen Grube« auf die Serlesspitze. Das Vorkommen von karbonischem Konglomerat (Kongl.) im Hauptdolomit des Kalbenjochs. Der im Liegenden des Keils vorkommende Dolomit ist marmorisiert und umgewandelt.

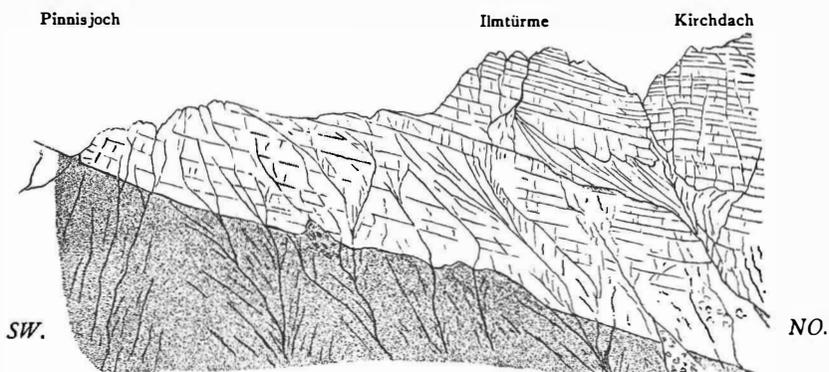


Abb. 11. Ilmtürme und Kirchdach vom Gipfel des Hohen Tors. Glimmerschiefer (grau) überlagert von dem ziemlich steil nach Nordosten einfallenden Hauptdolomit der Ilmtürme. Unten die (umgekehrt orientierte) Einzelansicht der Triasgrenze am Pinnisjoch.

Dolomites, die vom Pinnisjoch aus bequem besucht und beobachtet werden kann, erscheint bei Betrachtung aus der Ferne als die unerhebliche Störung (ca. 8 bis 10 m Sprunghöhe), die sie wirklich ist.<sup>1)</sup>

Etwas mehr Sprunghöhe (ca. 80 m) zeigt die Verwerfung der Roten Wand am Serlesjoch (zwischen Serlesspitze und Ob der Mauer).

Nur wenig bedeutsamer ist die kleine, überaus deutlich aufgeschlossene Z-förmige Flexur, an der der Glimmerkalk des südöstlichen Vorberges der Wasenwand gegen den Hauptgipfel hinabgebogen ist; der Farbengegensatz des weißen Hauptdolomites und des schwarzen unteren und oberen Glimmerkalkes läßt diese tektonische Einzelheit besonders gut hervortreten. (Abb. 9.)

Viel bedeutsamer als diese kleinen Dislokationen ist der gewaltige Bruch, der am deutlichsten im Pinnistal, weniger leicht nachweisbar im unteren Stubai die Westgrenze der Kalkscholle Serles—Ilmtürme darstellt.

Das Pinnistal entspricht in seiner Längserstreckung einem von Westsüdwest nach Ostnordost streichenden Bruche,

dessen Sprunghöhe nicht unter 600 m, wahrscheinlich aber noch mehr beträgt. Die normale, durch grauschwarze, ca. 20 m mächtige Kalke gekennzeichnete Auflagerung der Trias auf Glimmerschiefer liegt am Elferspitz (2499 m) 2200 m hoch, während dicht oberhalb der Pinnisalp (Talboden 1559 m), der tiefste unter dem Gehängeschutz auftauchende Hauptdolomit bei ca. 1600 m sichtbar wird. Die Höhendifferenz beträgt also 600 bis 640 m, erreicht aber, da ein tieferes Einsenken der Trias-

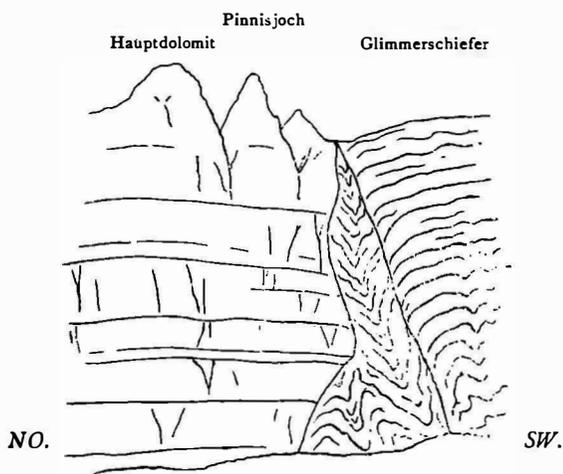


Abb. 12. Bruchgrenze (von 8—10 m Sprunghöhe) zwischen Triasdolomit u. Glimmerschiefer am Pinnisjoch. Entspricht dem Südwesten des obenstehenden Bildes.

<sup>1)</sup> Ganz übereinstimmende kleine Brüche betreffen die Auflagerung des Dolomits auf Glimmerschiefer auf dem östlichen Talgehänge des gegenüberliegenden Sandestales (Tribulaunmasse). Fig. 20.

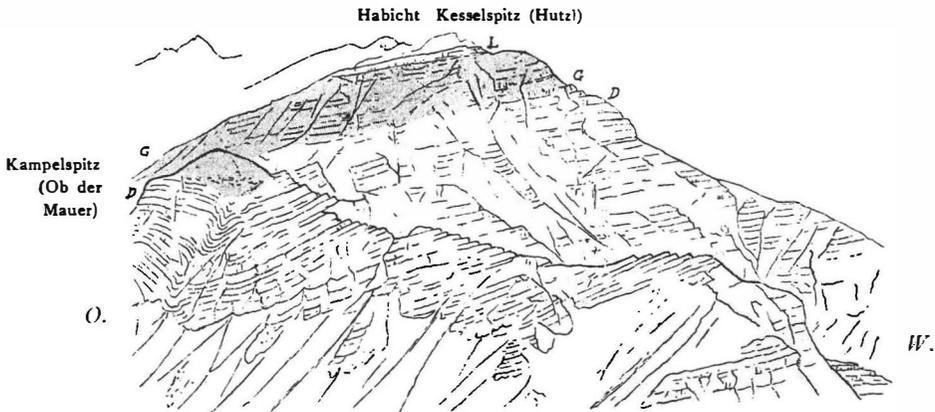


Abb.-13. Ob der Mauer und Kesselspitz (L = roter Arien-Lias) vom Gipfel der Serlesspitz. Die grau angelegten Massen des Gipfels von Ob der Mauer und der Kesselspitz (Hutzi) sind rhaetische Glimmerkalke (G), darunter Hauptdolomit (D).

basis auf der Ostseite wahrscheinlich ist, voraussichtlich einen noch höheren Betrag. Auch das Hemiorama läßt deutlich erkennen, daß die im Schutt vergrabene Trias auf dem Gschnitzer Hang viel weiter ins Tal hinabreicht als an dem Elferspitz.

Die vorwiegend dolomitische Beschaffenheit des Gesteins am Blaser und Kalbenjoch spricht sich in der ungemainen Zerklüftung desselben aus.

Das Einfallen ist hier entsprechend der flach gespannten Trias-Synkline zwischen Gschnitz und Stubai nach Südsüdwest gerichtet.

Am Nordabfall des Kalbenjoches (2382 m) erscheint eine aus glimmerreichem Plattenkalk und Pyritschiefer bestehende, wenig mächtige Einlagerung inmitten der Dolomite. Das Wiesental, in dem zwischen Kalbenjoch und Blasen die Schummesquelle — mitten im Kalkgebirge — entspringt, verdankt seine Entstehung dieser Einlagerung. Die Färbung der Kalke ist auf dem Gipfel des Kalbenjoches zum Teil rot.

Die außerordentliche Zerklüftung des Dolomits am Kalbenjoch wird bedingt durch das steile, ost-südöstliche Einfallen des Dolomits, das auf die kurze Strecke östlich und westlich des Joches 2229 m<sup>1)</sup> beschränkt ist. Im Westen des letztgenannten Punktes sind die Bänke sogar lokal saiger aufgerichtet und fallen dann unter 70—80° nach Osten ein. Am Hutzi-Joch (2562 m) biegen die Bänke wieder in flachem (20°) östlichem Einfallen um. Immerhin liegen östlich des Hutzi-Joches die Pyritschiefer (4) infolge der scharfen flexurartigen Umbiegung am Fuße der Wände, während die Dolomite (5) die Höhe des Kammes zusammensetzen. (Taf. I.)

Abgesehen von diesen Flexuren und der obigen Verwerfung wurde auf dem namenlosen Rücken nordöstlich des Hutzi eine merkwürdige Erscheinung, eine klaffende Spalte im Kalk beobachtet. Nach ungefährender Schätzung dürfte dieselbe 0,5 m breit und 10 m tief an denjenigen Stellen sein, wo sie an die Wände angrenzt. Auf der Kammhöhe ist durch den herabgestürzten Schutt die Tiefe wesentlich verringert.

Der westliche Absturz des Kalkgebirges ist durch große Steilheit, besonders der höheren Teile, sowie durch das Fehlen von Seitentälern ausgezeichnet.

<sup>1)</sup> Zwischen Kalbenjoch und Hutzi-Joch (2562 m), der letztgenannte wenig hervortretende Gipfel überragt das einzige größere Moränengebiet im Bereiche des Zuges Kirchedach-Serles; die bis zur Schneiderspitz ausgedehnten Moränen reichen bis 2300 m Höhe empor.

Die unteren nach oben scharf abgegrenzten Pyritschiefer (2) bilden eine Terrasse unterhalb der Kesselspitze (Hutzel), ziehen von hier nordwärts als gelblicher, häufig mit Rasen bedeckter Streifen durch die Wände unterhalb der Kampelspitze und setzen schließlich die deutliche, flach abgeböschte Terrasse unterhalb des Gipfels der Serles zusammen.

Die komplizierten steilen Falten und Schichtenknickungen der Kampelspitze sowie das steile südöstliche Einfallen des Kalbenjoches ist auf den Nordabfall beschränkt; auf dem Südgehänge herrscht flache Lagerung vor.

Die Serles- oder Waldrasterspitze ist wie die niedrigeren Berge der näheren Umgebung ziemlich stark von Schutt umhüllt und besteht hauptsächlich aus dickbankigen, nach Südsüdwest geneigten Kalken (1) (siehe oben). Darüber lagert unterer Pyritschiefer (2) und dann weißer Kalk mit Glimmerkalk (3); untergeordnet erscheint hier ein eigentümliches, aus Biotitblättern, großen, derben Quarzfasern und gelbem kristallinem Kalkspat bestehendes Quetschungsgestein. Die Glimmerkalke zeigen überall Quetschungs-, Streckungs- und Brucherscheinungen, besonders auf dem letzten Anstieg, wo die Schichten etwa gleichsinnig mit dem Gehänge, aber etwas flacher ( $15-20^\circ$ ) als dieses geneigt sind. (Taf. I, 3a, 3b.)

4. Die Spitze besteht aus Glimmerkalken und halbkristallinen, dolomitischen, weißen, hie und da rötlich gefärbten Kalken. Dasselbe Gestein bildet einen zerklüfteten, wenig ausgedehnten Felsen auf dem Höhenpunkt 2586 an der Stubaier Seite im Hangenden des Glimmerkalkes.

Nach Südsüdwest, nach dem Serlesjoch zu, ist die Zertrümmerung und Zerquetschung des Gesteins stärker als auf der Spitze. Ein etwa 80 m hoher, aus rötlichem, zerrüttetem Dolomit bestehender Felszahn, die »Rote Wand«, ist durch eine scharfe, Nord—Süd streichende Verwerfung von den nach der Stubaier Seite abgesunkenen Glimmerkalken getrennt. Das Ausmaß der meridionalen, das heißt dem Pinnisbruch parallelen Verwerfung, welche wegen ihrer vergleichsweise Geringfügigkeit kartographisch nicht eingetragen wurde, dürfte 50 m, das heißt ebensoviel betragen, wie die Höhe der Wand; denn auf der Spitze lagert ebenfalls Glimmerkalk.

In den stark dislozierten und metamorphosierten Glimmerkalken der eigentlichen Serlesspitze sind organische Reste bisher nicht gefunden worden.

Auf der nächsten südwestlich liegenden Erhebung, dem Kampelspitz (oder Ob der Mauer, 2599 m), sind die Dislokationen stärker ausgeprägt.

Die Dolomite sind hier



Abb. 14. Die »Rote Wand« zwischen Serlesspitz und Ob der Mauer. Der Steilabsturz im Westen entspricht einer Verwerfung, an der der (dunkel gestrichelte) Pyritschiefer P um ca. 60 m an dem Hauptdolomit abgesunken ist.

zu einer, in der Mitte scharf eingeknickten Synkline zusammengeschoben; die Glimmerkalke auf der Spitze sind von kleineren Falten durchsetzt. (Abb. 13.)

Eine etwas einschneidendere Störung kennzeichnet an der Mündung des Nennisbaches bei Trins die diskordante Auflagerung des Hauptdolomites (Einfallen  $15-20^\circ$  nach Nordost) auf Glimmerschiefer (Einfallen  $60^\circ$  nach Nordost bis Nordnordost). Allerdings ist die Entfernung von dem Steinacher Überschiebungskuchen hier gering. Die Auflagerungsgrenze ist überall von Verwerfungen durchsetzt. Beim Aufstieg im Graben beobachtet man, daß das westliche Ufer aus Dolomit, das östliche aus Glimmerschiefer besteht. Der Bruch verläuft also ziemlich genau Nord—Süd; etwas weiter oben greift ein kleiner Zwickel des Glimmerschiefers auf das westliche Gehänge hinüber und wird überlagert von einer durch Rutschflächen zerschnittenen Dolomitbreccie. Noch weiter aufwärts stößt der Dolomit an einem senkrechten Bruch an den Glimmerschiefer und ist gleichzeitig schräg (mit  $45^\circ$  Einfallen) über denselben hinweggeschoben. Die Spitze des Kirchdachs, zu der die gewöhnliche Anstiegsroute durch den Nennisbach hinaufführt, besteht aus einem grünlichen, ziemlich stark kristallinen Glimmerkalk (unterer Glimmerkalk). (Abb. 11.)

Die ruhige Lagerung, welche trotz der Nähe des Steinacher Joches Ilmspitze und Kirchdach beherrscht, macht auf der Südwestseite des Gschnitztales einer durch spätere Brüche komplizierten gewaltigen Überschiebung Platz.

#### IV. Die nordwärts gerichtete Überschiebung des Steinacher Joches.

##### 1. Umgekehrte Schichtenfolge im Gschnitztal und am Brenner.

Vergl. Profiltafel IV.

Nordwestlich des Obernberger Tales liegt das ausgedehnte, aus Schiefen, Grauwacken, Quarzkonglomeraten und Eisendolomiten zusammengesetzte Gebiet des Steinacher Joches, dessen oberkarbonisches Alter durch häufige Funde fossiler Pflanzen längst sicher gestellt ist. Der stratigraphische Zusammenhang zwischen diesen, dem Oberkarbon gleichzustellenden Schichten und den das Südgehänge des Obernberger Tales zusammensetzenden Quarzphylliten ist wegen des üppigen Pflanzenwuchses und vor allem wegen der weit hinauf reichenden Bedeckung mit den Grundmoränen des inneralpinen Obernberger Gletschers nirgends unmittelbar zu beobachten.

Auf dem Nordwestabhange des Steinacher Joches bildet ein meist kristallin gewordener Triasdolomit<sup>1)</sup> und Glimmerkalk das anormale Liegende des Karbon.

Die Trias hängt einerseits (östlich Gschnitz) mit der Dolomitmasse des Tribulauns unmittelbar zusammen und bildet andererseits petrographisch und stratigraphisch die Fortsetzung der Gesteine, welche auf dem jenseitigen Gehänge des Gschnitztales triadische Versteinerungen enthalten und vom Arietenlias der Kesselspitze konkordant und unmittelbar überlagert werden.

Die halbkristallinen Triasdolomite des südöstlichen Talgehanges von Gschnitz finden auf der westlichen, vorwiegend von Moränen bedeckten Silltalterrasse zwischen Steinach und Gries am Brenner eine unmittelbare Fortsetzung in drei isolierten Vorkommen:

1. Oberhalb Zagl, südlich von Steinach, taucht aus den Moränen der Terrasse eine Gesteinsinsel hervor, die im Liegenden aus Tarntaler Quarzit, (Dyas oder Untertrias), im Hangenden aus normalem klüftigem Triasdolomit besteht.

<sup>1)</sup> Dolomit südlich von Steinach und Inner-Pirchet; Dolomit normal überlagert von rhaetischem Glimmerkalk im Oberlawiswald und den Bergschrofer oberhalb Trins.

Im Silltal tritt als normales Liegendes der Trias der Kalkphyllit, am Abhang des Nößlacher Joches dagegen der karbonische Tonschiefer als überschobenes Hangendes des Dolomites in geringer Entfernung zutage.

2. und 3. Ein zweites und drittes, nur aus Triasdolomit bestehendes inselartiges Vorkommen findet sich südlich von Nößlach beim Rieserbauer und beim Schneiderhof; das südlichste, nur wenig oberhalb Gries liegende Vorkommen wird von dem Chloritschiefer des Kalkphyllits unterteuft, der unter 50° nach Nordwest einfällt.

Diese drei (nach Abfassung meiner Tribulaunarbeit aufgefundenen) im ganzen wenig hervortretenden Trias-»Fenster« bestätigen lediglich die früher (1893) ausgesprochene Anschauung: Die Überschiebungsmasse des Karbon wird auf drei Seiten, im Norden, Westen und Osten unterlagert von der normal liegenden Schichtenfolge des zentralalpinen Deckgebirges: 1. Tarntaler Quarzit (Dyas? Untertrias), 2. Hauptdolomit in weitester Verbreitung, 3. Rhaetischer Glimmerkalk bilden die ungestörte Masse, deren ebenfalls normale Unterlagerung durch Kalkphyllit bei Gries und Zagl deutlich hervortritt.

Nur im Süden des aufgeschobenen Steinacher Karbons, d. h. im Obernberger Tal ist von der überschobenen jüngeren Masse nichts mehr wahrzunehmen, während z. B. im Gschnitztal die Spitze der horizontalen Überschiebungsfalte auf den andern Abhang hinüberreicht.

Der scharfe Gegensatz zwischen dem aus reinem Quarzphyllit bestehenden Süden und dem aus Kalkphyllit, Trias und Karbon bestehenden Nordhang des Obernberger Tales wird wahrscheinlich bedingt durch einen jüngeren Bruch, der dem Obernberger Tale folgt, aber wegen Fehlens der Aufschlüsse im Norden nicht mit voller Sicherheit nachweisbar ist. Die nördliche (triadisch-karbonische) Scholle wäre als abgesunken anzusehen.

## 2. Die Überfaltungen der Muttenwand und der Schönen Grube.

Die durch die Verteilung der Gesteine nahegelegte Vermutung, daß das Karbon von Süd nach Nord auf die Trias aufgeschoben sei, wird durch die Untersuchung der Kontaktgrenze von Kalk und Schiefer zur Gewißheit erhoben. Schon bei Steinach und Trins ist die allerdings nur an wenigen Punkten aufgeschlossene Grenze durch äußerst verworrene Lagerungsverhältnisse besonders der Karbonschiefer gekennzeichnet.

Im Martartal (Martheier der Karte) oberhalb von Gschnitz beobachtet man in der den Muttenkopf (oder Mutte 2630 m) in Nordwest abschneidenden Wand, daß die massigen Bänke des Hauptdolomits zu einem doppelt liegenden S zusammengefaltet sind und daß der Mittelschenkel des liegenden S gebrochen und verschoben wurde. Abb. 16, 17.

Weitere zunächst weniger deutliche Unregelmäßigkeiten enthalten die Wände im Nordosten und Osten der Mutte.

Hier wird an der Schönen Grube, wo die Überfaltung am besten aufgeschlossen ist, eine mehrfache Wiederholung der altersverschiedenen Gesteine sichtbar.

5. Den oberen Kamm der Schönen Grube (2482 m) bildet karbonischer Tonschiefer, unmittelbar darunter beobachtete man (Abb. 17, 18)

4. Trias (Glimmerkalk), halbkristallin verändert.

3. (= 1.) Darunter liegt wieder ein karbonischer Tonschieferzug und Eisendolomit.

2. (= 4.) Darunter folgt ein im Osten schmales, im Westen breites Band von Trias (Glimmerkalk).

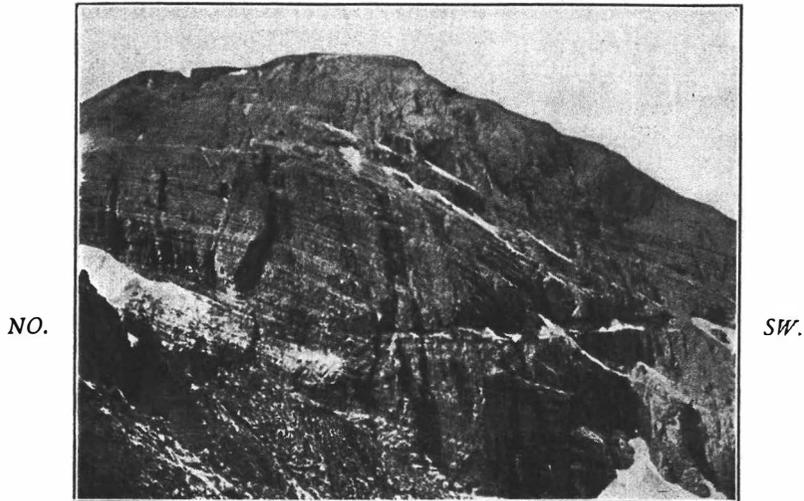


Abb. 15. Muttenwand (Mutte) im Hintergrunde des Martartales.  
S-förmige Knickung des vom Karbon überschobenen Hauptdolomites.

1. (= 3.) Darunter liegt im Süden (zum Teil verquetscht) und im Osten in weiter Ausdehnung karbonischer Tonschiefer.

Tiefer im Martartal ist dann das normale Profil der überschobenen Trias (oder Glimmerkalk unter Dolomit) in hohen Wänden sichtbar. (Abb. 18.)

Am Anstieg zum Muttenjoch ist unterhalb des Hohen Kreuzes die überschobene Basis des Ganzen, der Triasdolomit der Mutte (2630 m, also das Liegende von 1, weithin sichtbar aufgeschlossen. Wegen der Wichtigkeit dieser Erscheinungen sind dieselben auf zwei Bildern von verschiedenen Punkten aus wiedergegeben. Gegen Osten bricht der Hauptdolomit an einem der späteren, den Gebirgsbau komplizierenden Brüche ab.

Ein zweiter, weniger bedeutender Bruch (im Westen) bedingt das

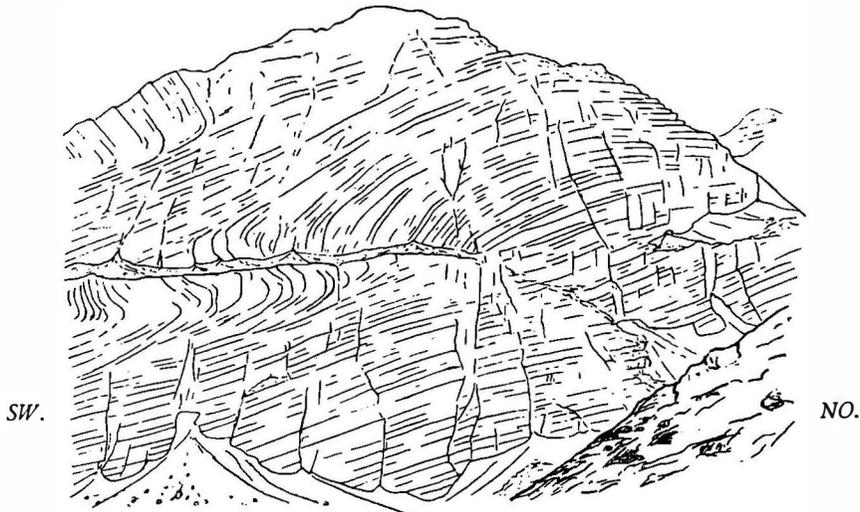
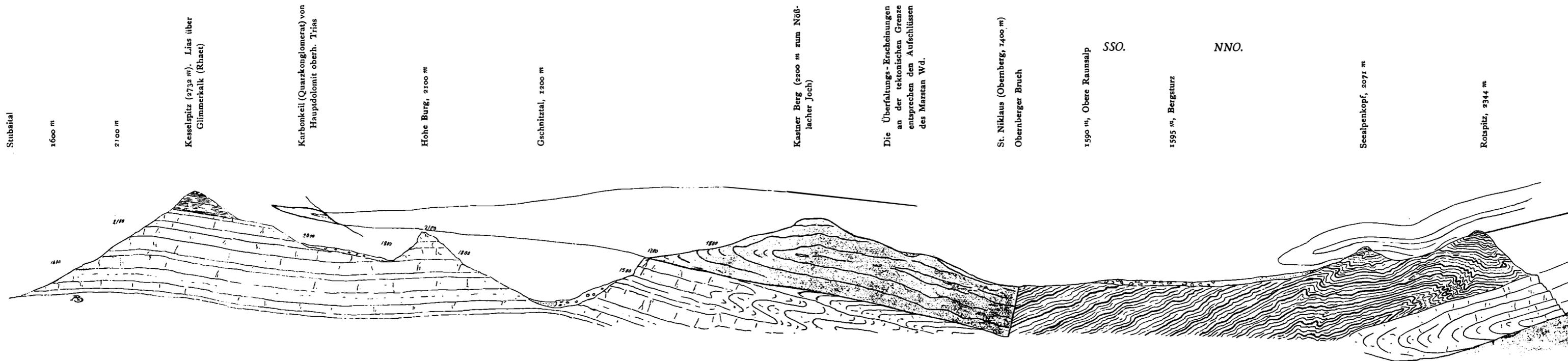


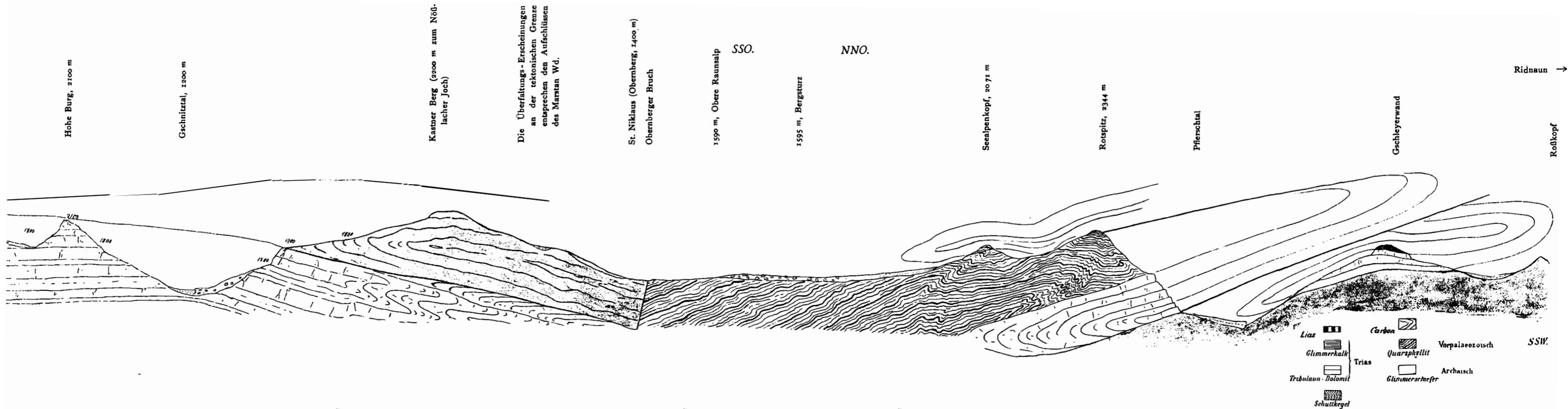
Abb. 16. Muttenwand (Mutte) im Hintergrunde des Martartales.  
S-förmige Knickung des vom Karbon überschobenen Hauptdolomites.  
Spiegelbild der Photographie.

Frech, Tiroler Zentralalpen.



Profil durch die zentrale Überschiebungszone des Gschnitz- und Pferschaales (Fächerstruktur mit Überfaltung der nördlichen und mehrfacher Überschiebung der südlichen Scholle).

Dem Oberberger Tal entspricht ein größerer, dem kleineren Sprung der Mutte paralleler Bruch, an dem die nördliche Scholle abgesunken ist. Die Überfaltungerscheinungen unterhalb des Kastnerberges sind nach dem Vorbilde der Muttengewand gezeichnet.



Profil durch die zentrale Überschiebungszone des Gschmitz- und Pflerschtals (Fächerstruktur mit Überfaltung der nördlichen und mehrfacher Überschiebung der südlichen Scholle).

Dem Oberberger Tal entspricht ein größerer, dem kleineren Sprung der Mutte paralleler Bruch, an dem die nördliche Scholle abgesunken ist. Die Überfaltungerscheinungen unterhalb des Kastnerberges sind nach dem Vorbilde der Muttenwand gezeichnet.

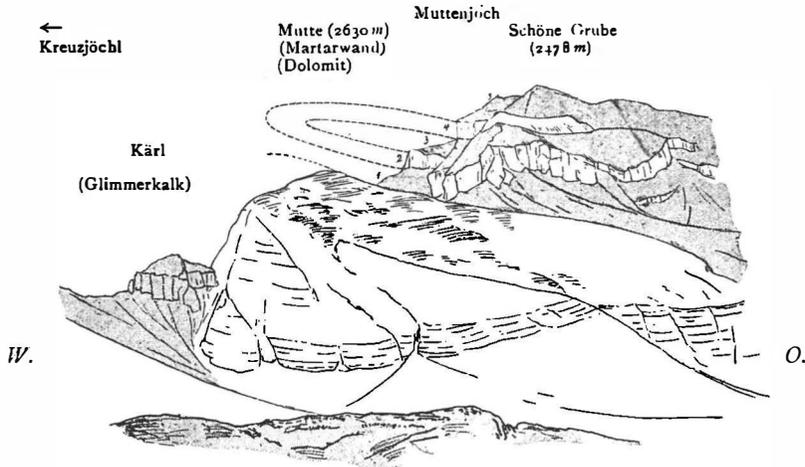


Abb. 17. Aussicht vom Gipfel der Schwarzen Wand. Wildgrube  
 1, 3, 5 Karbonischer Tonschiefer (und Eisendolomit) sind an der Schönen Grube mit 2, 4  
 Kristallinem Glimmerkalk des Rhaet. verfaltet. Im Mittelgrunde der überschobene Haupt-  
 dolomit der Mutte, westlich der an einem Bruch abgesunkene Glimmerkalk des Kreuzjöchls.

Absinken des Glimmerkalkes am Kärll (Kreuzjöchl). Der Bruch zwischen Karbon und Dolomit kann entsprechend der Mächtigkeit der Trias nicht weniger als 600—800 *m* betragen. Auch die Dislokation am Kreuzjöchl ist nicht unerheblich und auf mindestens 200 *m* zu veranschlagen. Kreuzjöchl (2643 *m*) und Mutte (2630 *m*) sind annähernd gleich hoch. Die Spitze der ersteren besteht aus Glimmerkalk, die des unmittelbar benachbarten letztgenannten Kammes aus Hauptdolomit; also entspricht die Mächtigkeit des Glimmerkalkes (150—250 *m*) ungefähr dem Betrage der Verwerfung. (Vergl. Abb. 17 und 18.)

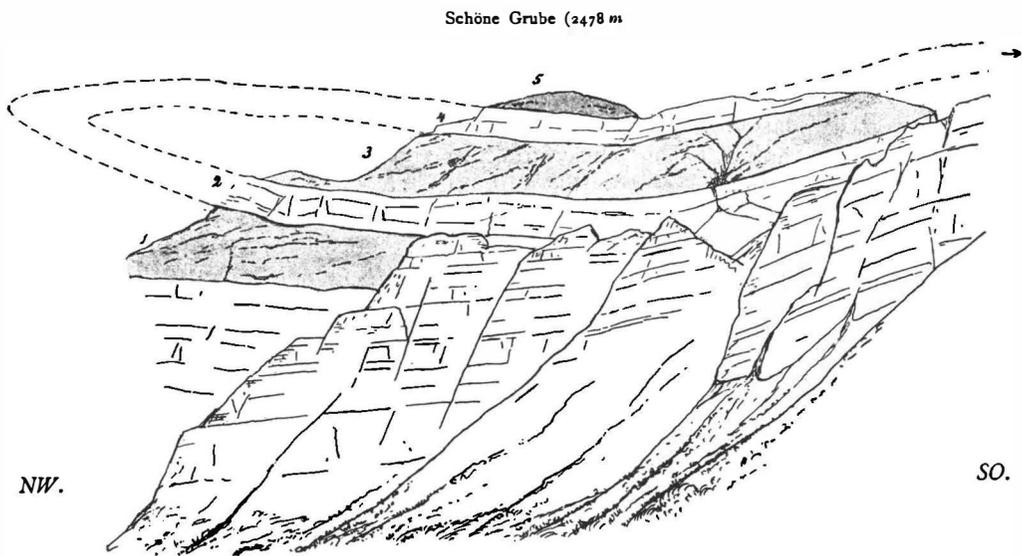


Abb. 18. Die horizontale Verfaltung von Karbon (1, 3, 5) und Trias 2, 4 (Glimmerkalk).  
 Von einem Standpunkt etwas unterhalb der Innsbrucker Hütte (Pinnisjoch) aus gesehen. Der Vordergrund ist die über-  
 schobene, in sich normal gelagerte Trias (unten Dolomit = Tribulaundolomit oder Hauptdolomit, oben rhaetischer  
 Glimmerschiefer).

## Einzelbeschreibungen aus dem Bereiche des Steinacher Joches.

Von den sehr zahlreichen Ausflügen, die ich im Gebiete des Steinacher Joches gemacht habe (um über die in der Literatur wiederkehrende Annahme einfacher Überlagerung ins klare zu kommen), seien nur wenige wiedergegeben:

Steinach—Nöblacher (Steinacher) Joch. Beim Aufstieg von Steinach trifft man oberhalb des Schuttkegels, auf dem der Ort erbaut ist, zunächst Terrassenschotter (mit der Häusergruppe Plon). Oberhalb von Plon gelangt man bald an

1. einen Aufschluß der Trias, d. h. an rötliche, halb kristalline, dolomitische Kalke und gleich darüber in das Karbon.

2. An einer Wegteilung stehen quarzreiche Tonschiefer an; die nahe der Überschiebung stark ausgeprägte Zerrüttung und Verquetschung macht jede Bestimmung der Lagerungsverhältnisse unmöglich.

3. Ein zweites Vorkommen stark gestörter halbkristalliner Kalke ist auf eine Ineinanderfaltung an der tektonischen Grenze zurückzuführen und wurde

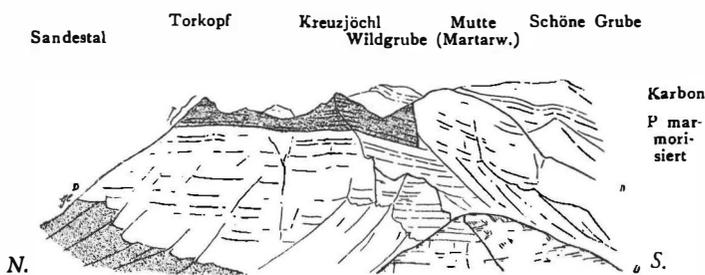


Abb. 19. Verwerfung zwischen Mutte und Kreuzjochl.  
(Vom Gipfel des Großen Tribulauns. Blick nach Osten.)

P Rhaet. Glimmerkalk und Pyritschiefer, D Hauptdolomit, Gl Glimmerschiefer

wegen geringer Ausdehnung und der Unmöglichkeit weiterer Verfolgung im dichtbewachsenen Walde kartographisch nicht ausgeschieden. Ebenso wurde das diabasische Ganggestein<sup>1)</sup> hier weiterhin zwar angetroffen, aber wenig deutlich und so wenig ausgedehnt, daß

ohne allzu starke Vergrößerung seine Wiedergabe in dem Maßstabe 1 : 75 000 unmöglich war.

Noch weiter aufwärts wird auf einer Waldwiese der karbonische phyllitische, an Quarzfasern reiche Tonschiefer angetroffen, der in der ganzen Überschiebungsmasse das vorherrschende Gestein bildet und auch bis zur Höhe des Nöblacher Joches anhält. Der »Eisendolomit«, ein im frischen Bruche graues, außen intensiv braun verwitterndes Gestein mit deutlichen Quarzlinen bildet im wesentlichen zwei Einlagerungen. Der tiefere, das ganze Nöblacher Joch umgebende schmale Zug liegt im Norden, ungefähr im Gebiet der Baumgrenze und tritt — nach einigen Unterbrechungen im Osten — im Süden wieder aus der verwaschenen Moränenlandschaft als längeres Band hervor (s. d. Karte). Das obere einheitlichere Lager bildet die wüsten, zerklüfteten Felsmassen der Höhe des Nöblacher Joches.

Zwischen Nöblacher Joch und Eggerberg bildet grobes Steinkohlen-Konglomerat das unregelmäßige Liegende des Eisendolomites. Genau im Nordosten des von drei kleinen Eisendolomitlinsen durchsetzten Gipfels des Eggerberges liegt das eine (bekannteste) Vorkommen der Steinkohlenpflanzen der Ottweiler Stufe in kohligem Schiefer (s. o.); letztere enthalten in einigen Gruben die als Anstreichmittel benutzte bituminöse Nöblacher Erde.

<sup>1)</sup> Cornet, Jahrb. Geol. R.-A. 1890. Abweichende Anschauungen über das Alter der überschobenen Trias haben G. Stache und F. v. Kerner geäußert. Jahrb. Geol. R.-A. 1871, S. 217 und Verhandl. Geol. R.-A. 1895, S. 324.

Wenn man vom Eggerberg nordwestwärts ins Vall Zam<sup>1)</sup> absteigt, trifft man zunächst einen unterbrochenen Zug von Steinkohlenkonglomerat, der vielleicht stratigraphisch demselben Horizonte angehört. Noch weiter abwärts liegen auf der Stolzenalp (nahe dem Niveaupunkt 2073 *m*) und nahe der Alpgrenze im Walde zwei weitere Fundpunkte fossiler Pflanzen (s. o.). Grade gegenüber auf dem westlichen Abhang des Vall Zam und noch darüber hinaus verläuft ein ebenfalls zerstückter Zug von Eisendolomit.

Die erwähnten Einlagerungen der vorherrschenden Tonschiefer sind ebenso wie die mir bekannt gewordenen drei Fundorte von Steinkohlenpflanzen in die Karte eingetragen und lassen einen gewissen Zusammenhang erkennen. Doch sind in den glazialgeschliffenen, mit Vegetation und Moränen bedeckten Karbonbergen zusammenhängende Aufschlüsse — auch nur solche von 50—100 *m* Höhe — nirgends vorhanden.

Trotzdem nicht daran zu zweifeln ist, daß das tektonische Gefüge der Steinkohlenformation auch im einzelnen einen, aus liegenden Falten bestehenden Überschiebungskuchen darstellt, ist doch eine Zeichnung oder Photographie dieser Struktur nicht möglich.

Der Beobachter muß sich mit den Einblicken begnügen, welche die Grenze von Karbon und Trias in der liegenden Kalkfalte der Martarwand und der Wechsel von Dolomit und Schiefer an der Schönen Grube gewährt.

## V. Die Tribulaungsgruppe.

Den Mittelpunkt des alpinistischen und des tektonischen Interesses bildet am Bremser der Große Tribulaun oder die Schare<sup>2)</sup>, 3102 *m*. So wie lange Jahre hindurch der Gipfel als unersteiglich galt, so hat auch das Problem des Gebirgsbaus seit Stotter und Pichler Jahrzehnte hindurch der Lösung getrotzt.<sup>3)</sup>

Die Schwierigkeit in rein geologischer Beziehung beruht auf der Tatsache, daß von der flachgelagerten, der Basis normal auflagernden, ungefähr dreieckig begrenzten Scholle der gewaltigen Dolomit-Masse im Süden und im Norden zwei von einer Überschiebung durch viel älteres Gestein betroffene Zungen ausgehen. Die in Nordost-Richtung streichende Triaszunge des südlichen Gschnitzer Talhanges ist zuerst in komplizierter Verfaltung, dann in einfacher Überschiebung von der Steinkohlenformation bedeckt. (Taf. IV).

Im Süden schließt sich im Pferschtal ein System liegender Falten an die flache Tribulaunscholle an, die, zuerst in östlicher, dann ebenfalls in nordöstlicher Richtung fortstreichend, einen mehrfachen Wechsel der Trias mit ihrem normalen Liegenden (dem Stubai Glimmerschiefer) erkennen lassen. (Profiltafel IV).

Südlich des Dorfes Gschnitz lagert der Tribulaundolomit (= Hauptdolomit) — hie und da durch kleine Verwerfungen gestört — im ganzen regelmäßig auf dem harten quarzreichen Glimmerschiefer.<sup>4)</sup> Die untere, der Transgressionsfläche auflagernde Dolomitlage ist reich an Glimmer.

<sup>1)</sup> Dieser Name ist von den Kartographen ebenso verstümmelt (Vall Zam = »Fallzam«, wie der des östlich angrenzenden, von Eggerberg abwärts führenden Vall Maritz (»Wallmeritz«). Ich verdanke die Berichtigung Herrn Dr. F. von Kerner.

<sup>2)</sup> Schare = Schere wegen der zangenartigen oder scherenförmigen Gestalt der Spitze; die Form »Scharer« beruht, wie Herr Dr. Fr. v. Kerner mir freundlichst mitteilte, auf einem Mißverständnis des Kartographen; auch »Schara« ist nicht ganz korrekt.

<sup>3)</sup> Meine eigenen Arbeiten begannen im Jahre 1882 und gelangten 1894 zum Abschluß; die folgende Darstellung übernimmt die 1893 veröffentlichte Schilderung meiner kleinen Schrift über die »Tribulaungsgruppe« (Berlin 1893) in inhaltlich wenig veränderter, aber wesentlich erweiterter Form.

<sup>4)</sup> Streichen Westnordwest—Ostsüdost bei saigerer Stellung.

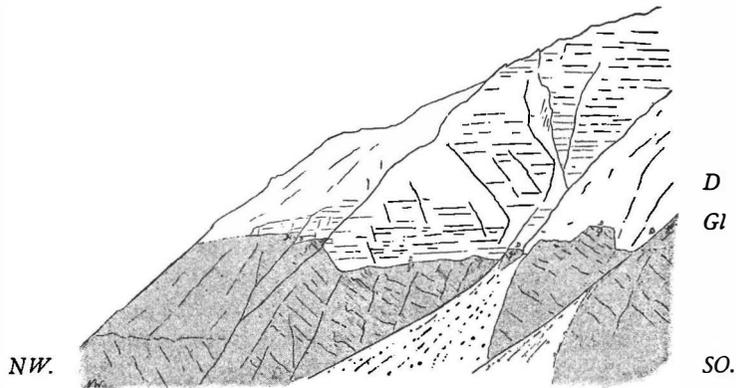


Abb. 20. Diskordante Auflagerung des Triasdolomits (D) auf Glimmerschiefer (Gl) an der Mündung des Sandestales vom oberen Talboden gesehen.

Der unregelmäßige Verlauf der Auflagerung ist zum Teil durch die perspektivische Verschiebung, zum Teil durch untergeordnete Brüche bedingt.

Die gesamte Breite der nach Norden und Süden gerichteten Überschiebungen beträgt ca. 25 km. Die Hypothese einer 100 km und mehr tiefen, einseitigen Überschiebung der Zentralkette wird einerseits durch die südliche Tendenz der Pflerscher Schuppen, andererseits durch die Beschaffenheit der südlichen Zillertaler und Stubai-Massenerhebung widerlegt. Dort eine Kuppel von Gneisgranit, hier archaischer Glimmerschiefer mit Gneisgranitgängen, beiderseits tief eingefaltete Synklinen der früher zusammenhängenden Triasdecke, nirgends eine Spur nordwärts wandernder Schubmassen oder Überfaltungen.

Im Sandestale ist wie am Pinnisjoch die Transgressionsgrenze mannigfach gestört; ebenso erscheint der westliche Kamm von einem triadischen »Zeugen«, der Garklerin, 2465 m, gekrönt, während am Weißwandspitz der Dolomit viel weiter hinaufreicht. Der Höhenunterschied der unteren Triasgrenzen beträgt nur 400 m; die Verwerfung des Sandestales bildet die unmittelbare Fortsetzung der im Pinnistal beobachteten Störungzone.

Der Hintergrund des von Schuttkegeln, alten Moränen und weiter oben von ausgedehnten Bergstürzen erfüllten Sandestales bildet die zweigezackte, sagenumwobene Dolomitspitze des Großen oder Pflerscher Tribulaun (= Schare s. o., 3102 m), dem im Osten andere, nur um ein wenig niedrigere Hochgipfel vorgelagert sind: Die kompakte, wenig gegliederte, oben hochflächenartig abgeschliffene, schneeweiße Dolomitmasse des Gschnitzer Tribulauns, 2957 m, ferner die dunkle, scharf geschnittene Felsnadel der Schwarzen Wand, 2911 m, endlich der Obernberger Tribulaun, 2776 m, und Roßlauf, 2585 m. Die drei letztgenannten bestehen aus schwarzem Pyritschiefer und Glimmerkalk in den höheren Wänden und aus Tribulaundolomit am Fuß; Dolomit baut ausschließlich die beiden erstgenannten höchsten Gipfel auf.

Die prächtigen Aufschlüsse in den steilen Wänden gestatten die Beobachtung des Gebirgsbaus bis in seine feinsten Einzelheiten. Die Abstürze des Großen Tribulauns werden von einer Anzahl untergeordneter Verwerfungen durchsetzt, welche die starke Zerklüftung und die furchtbare Steilheit der an zwei Stellen überhängenden Wände bedingen. Der Gschnitzer Gipfel ist dagegen regelmäßig aufgebaut. Doch biegen sich auf seinem Ostabhang die Dolomitschichten in einer normalen, ca. 300 m betragenden Flexur nach abwärts, um an der Schwarzen Wand wieder ihre flache Lagerung anzunehmen. Dieser nach Ost

Weißwand (Trib. Dol.)    Großer Tribulaun (Tribulaun Dol.)    Obernberger Tribulaun (Glimmerkalk d. Rhaet)    Habicht (Glimmerschiefer)

Ilmtürme    Kirhdach (Hauptdolomit)    Wasenwand



*Die aufgesetzten Dolomitberge zwischen Pflersch und Stubai im Westen der Brennerstraße vom Hühnerspiel aus. September-Neuschnee.*

Schwarze Wand (Glimmerkalk)

Schneetalscharte

Gschnitzer Tribulaun

Pflerscher Tribulaun Garklerin  
Dolomitkuppe auf Glimmerschiefer Sandesjoch



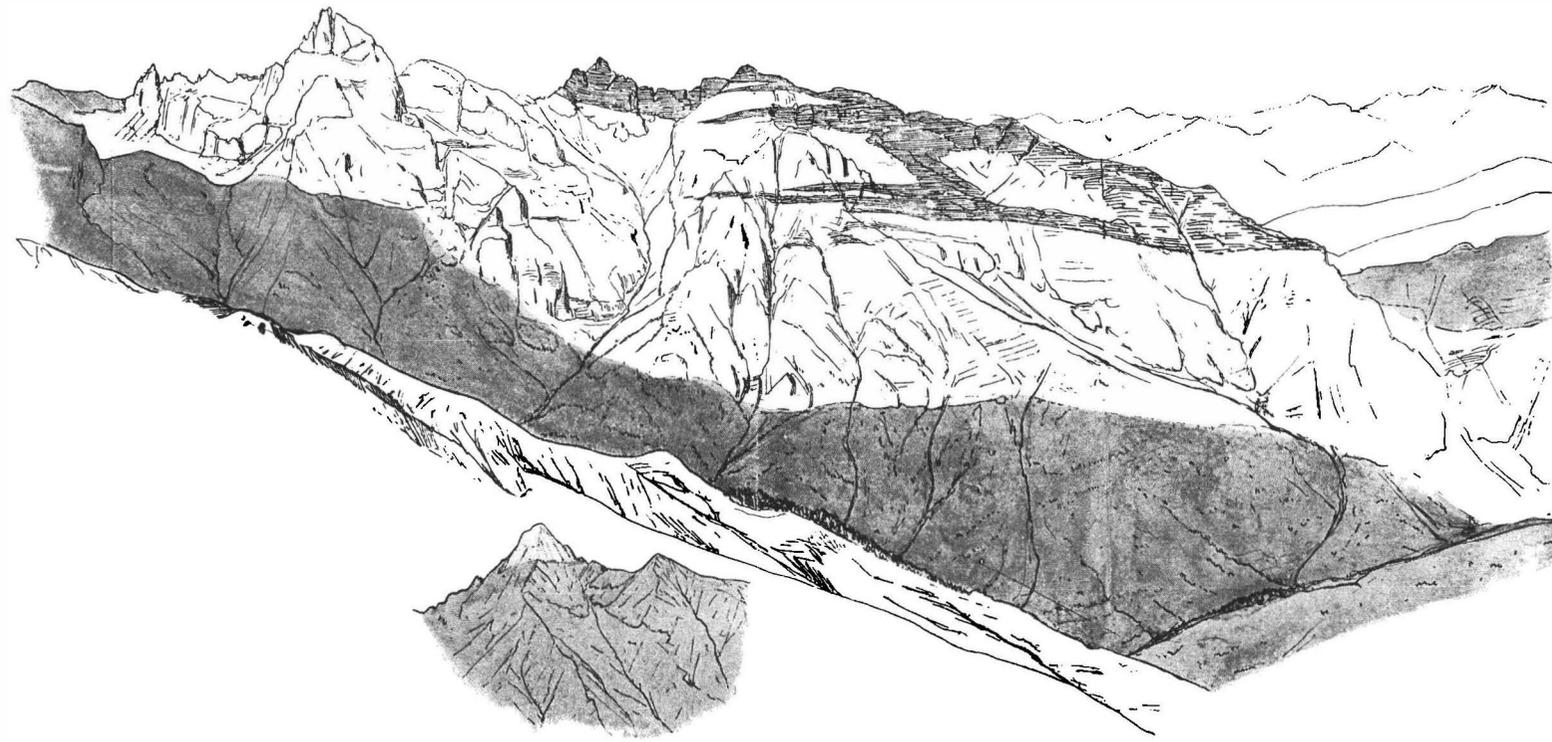
Sandestal

Dolomit Glimmerschiefer

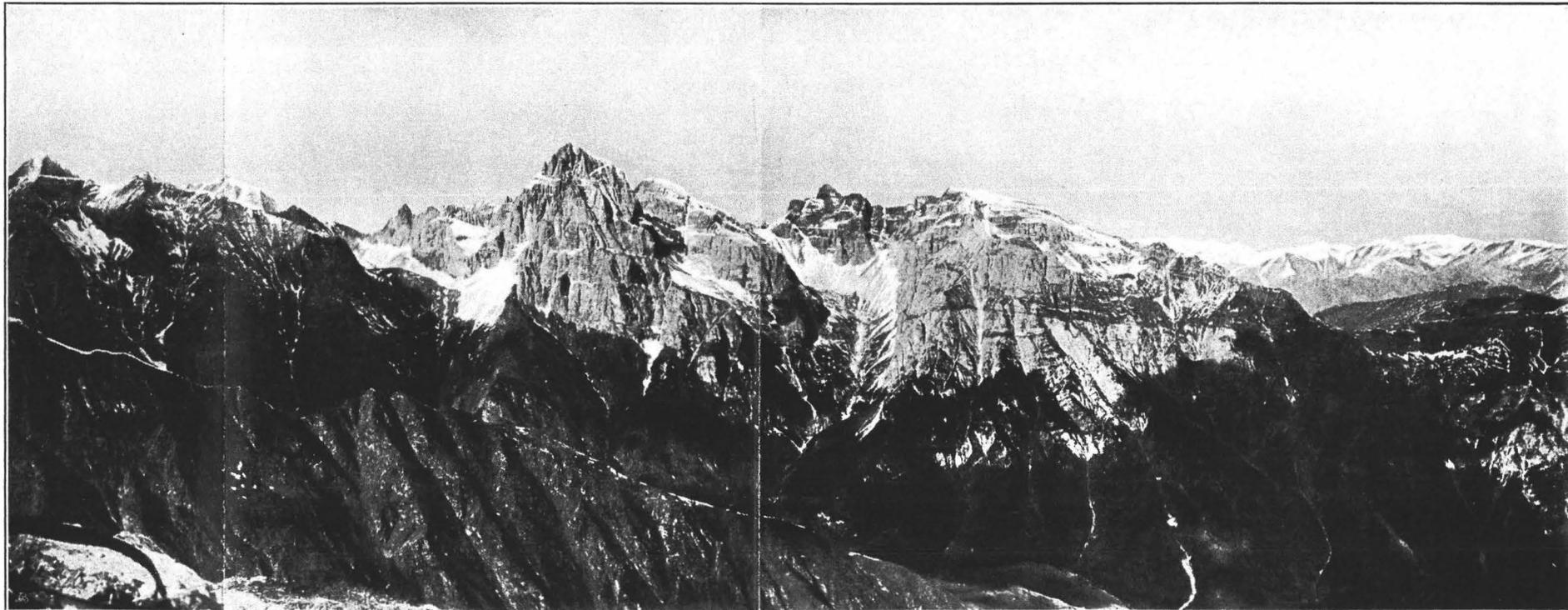
*Tribulaungruppe von der Innsbruckerhütte unter dem Habicht.*

Die tiefere Lage der Dolomitauf Lagerung an der Garklerin beruht auf einer dem Sandestal folgenden Verwerfung von ca. 400 m Sprunghöhe.

TRIBULAUNGGRUPPE VON DER SEBERSPITZ AUS GESEHEN.



Weißwandspitze      Habicht      Goldkappe      Großer Tribulaun      Oberberger Tribulaun      Portjoch  
Hoher Zahn      Pferscher Pinkel      Sandesjoch      Gschnitzer Tribulaun      Schwarze Wand



Charakterlandschaft: Gegensatz der dunklen, gerundeten Schieferberge (Vordergrund, Hoher Zahn und Sockel der Tribulaungruppe) und der steilwandigen hellen Dolomite (Goldkappe—Portjoch).

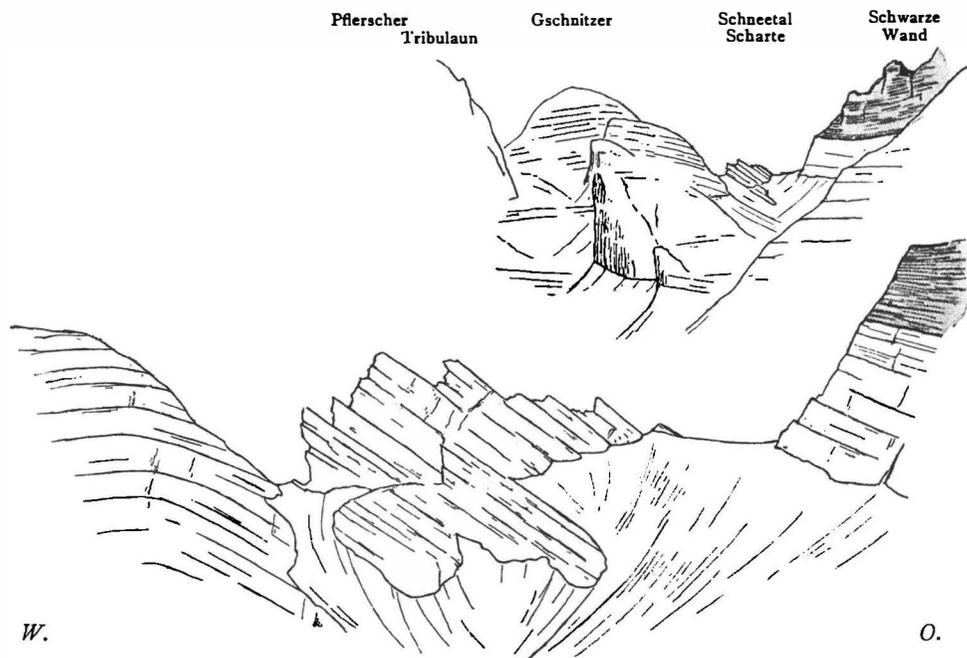


Abb. 21. Die Schneetalscharte von Süden.

Flexur (Schichtenbiegung) im Tribulaundolomit. Im Osten wird derselbe vom Glimmerkalk der Schwarzen Wand (dunkel) überlagert. Die untere Ansicht stellt die Schneetalscharte aus größerer Nähe dar.

gerichtete Schichtenfall gab den Anlaß für die Einfurchung der Schneetalscharte.

Die Dolomitschichten und die untere Grenze derselben gegen das Urgebirge erscheinen von West nach Ost gesenkt. Im Hintergrunde des Pferschtals liegt, jedem Besucher von Gossensaß wohl bekannt, der Weißwandspitz, eine, wie der Name besagt, schneeweiße, gegen den dunklen Glimmerschiefer durch einen horizontalen Schnitt scharf abgesetzte Dolomitpyramide. Hier liegt die Triasgrenze in 2850 *m* Höhe; der Hohe Zahn, 2937 *m*, ist ohne Triasdecke. An der Goldkappe, neben dem gewöhnlichen Übergang von Gschnitz nach Pfersch, finden wir den Dolomit schon bei 2500 *m*. Auf dem Pferscher Abhang sinkt die Grenze dann innerhalb einer Entfernung von nur 4 *km* bis auf 1600 *m*. Auch hier enthüllen die schroffen Wände dem forschenden Auge die feinere Anatomie des Felsgerüsts: Die Absenkung erfolgt nicht auf einer gleichmäßig geneigten Fläche, sondern in einer Reihe kleinerer, staffelförmig angeordneter Brüche, welche überall an der unteren Dolomitgrenze auftreten (vergl. auch oben S. 39).

Die Neigung der Triasscholle ist also genau entgegengesetzt der Aufwölbung des Tuxer Gneisgranits und die Brennersenke erscheint somit auch tektonisch wohl begründet.

Die Brüche sind nicht überall in dem gleichen Sinne der ostwestlichen Absenkung erfolgt, wie die Mächtigkeitsverhältnisse der Trias der Weißwand erkennen lassen.

Die Gesamtmächtigkeit des Dolomites beträgt hier 230 *m*, die untere im S horizontal verlaufende Kalkgrenze liegt mindestens 200 *m* tiefer als der Gipfel der angrenzenden Glimmerschieferberge, die der Weißwand an Höhe etwa gleich

stehen (Hoher Zahn, 2931 m, im Osten, Schafkamm,<sup>1)</sup> 3013 m, im Westen der Weißwand, 3018 m).

Solche Unterschiede können nur auf Dislokationen zurückgeführt werden, die außerdem in den gewaltigen Verschiebungsklüften der westlichen Abstürze der Weißwand hervortreten. Auch ist der kristalline wohlgeschichtete, zuweilen Crinoiden führende Dolomit der Weißwand außerordentlich stark zerklüftet, so daß es hie und da zur Bildung von Stengel- oder Griffel-Dolomiten kommt. Im unteren Teile sind dem hellen Dolomit auf dem Südhang einige schiefrige deutlich hervortretende dunkle Schichten eingelagert.

Anderer Art sind die Einfaltungen von Glimmerschiefer im Nordwestgehänge, welche an ähnliche Erscheinungen der Goldkappe erinnern. Die ruhige Lagerung der ganzen Dolomitplatte ist somit nicht auf das Fehlen der Faltung zurückzuführen, sondern beruht auf dem passiven Widerstand der starren Dolomitmasse.

Die Weißwandspitze bietet die landschaftlich schönste Aussicht auf den Großen Tribulaun, auf Habicht und den Kamm Serlesspitze—Kirchdach.

Das Hemiorama, welches die Auflagerung der jüngeren Dolomitmasse auf dem Urgebirge der Zentralzone veranschaulichen soll, ist daher von hier aus aufgenommen.

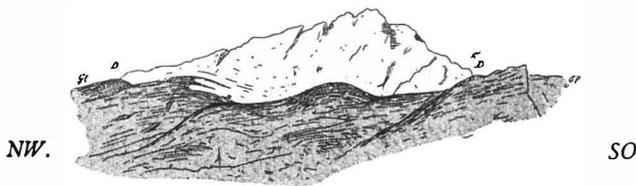


Abb. 22. Weißwand vom Wege zur Magdeburgerhütte.  
Triasdolomit mit Glimmerschiefer verfaultet.  
X Fundort der Crinoiden im Triasmarmor.

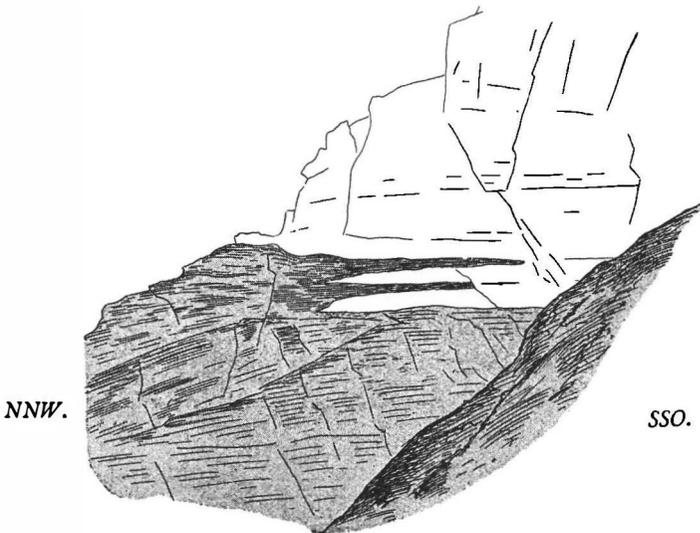


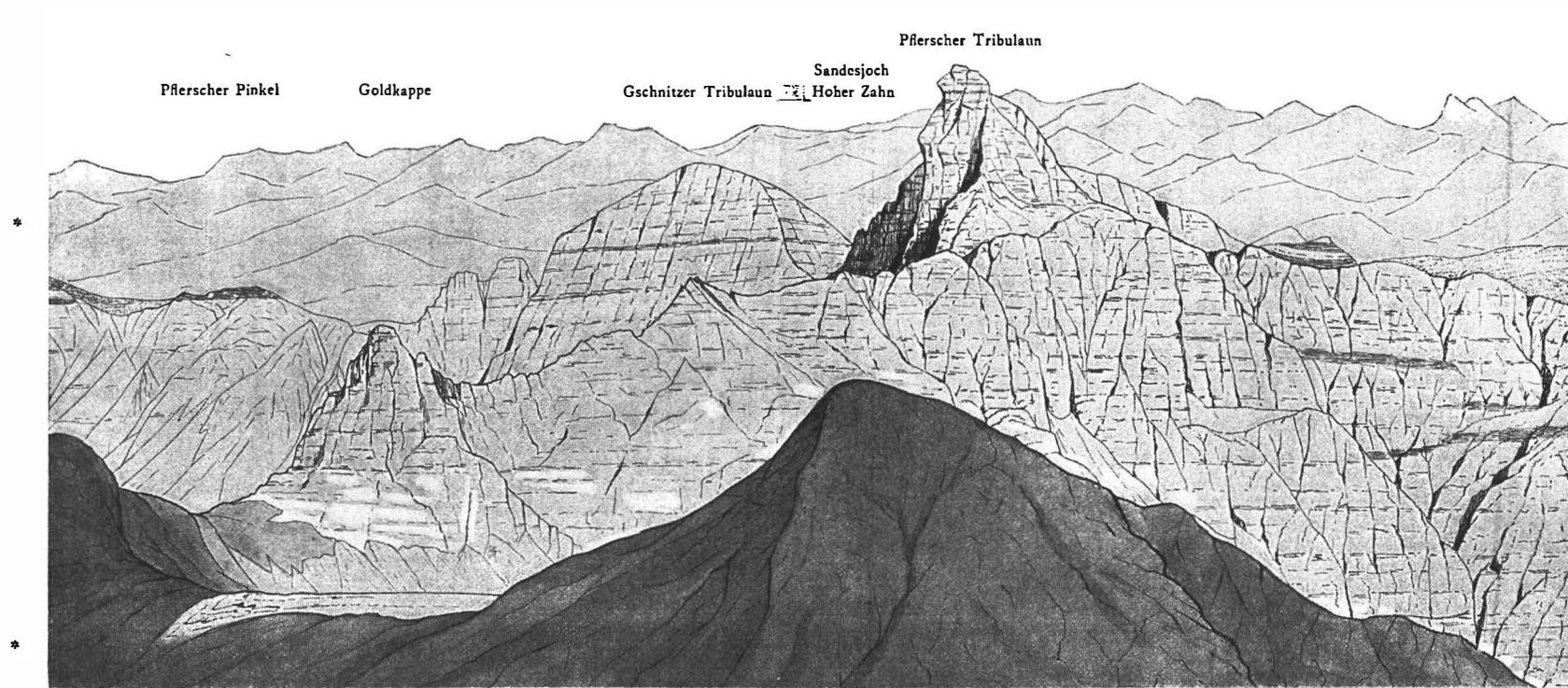
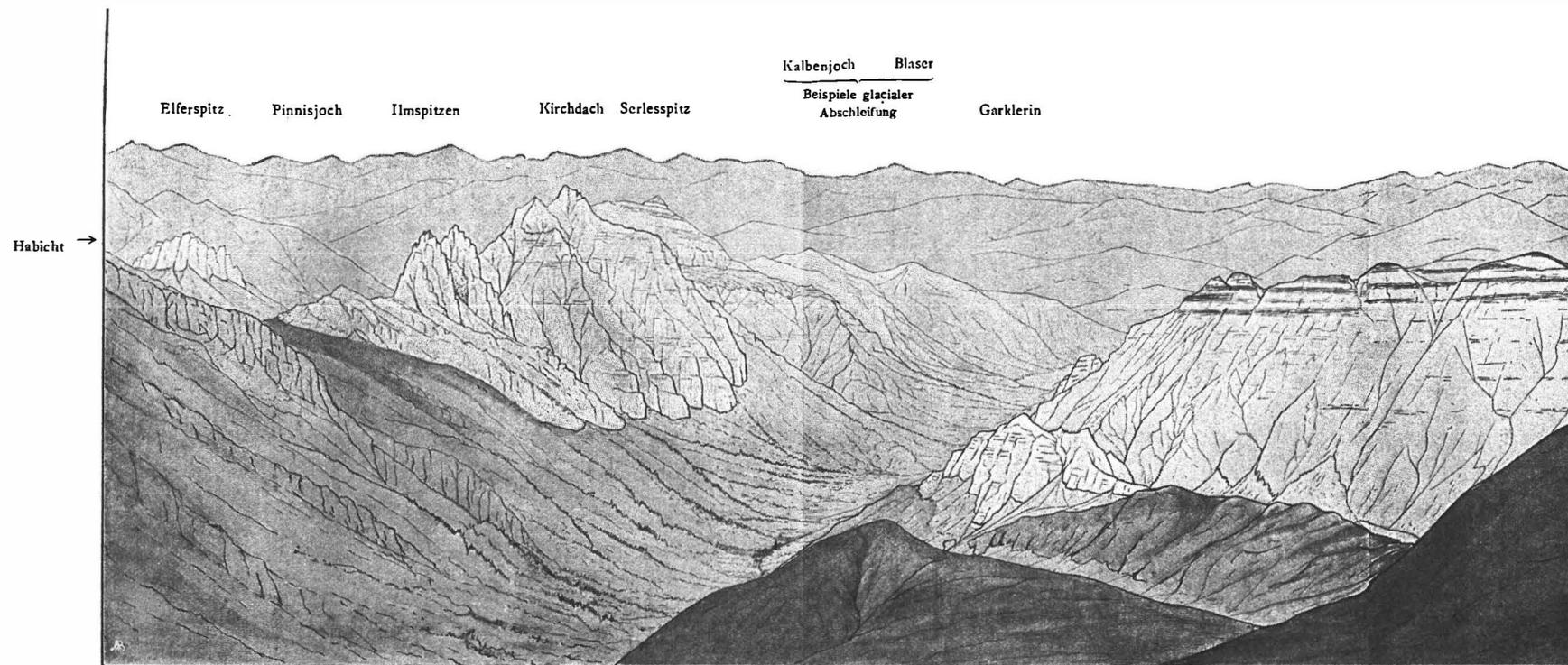
Abb. 23. Westabhang der Weißwand.  
Verquetschung von Dolomit und Glimmerschiefer. Oben Übersicht, unten Einzeldarstellung größerer Nordwestecke. Aus größerer Nähe gezeichnet.

Lokale Gliederung und Facieswechsel im oberen Teile der Trias.

Mannigfacher petrographisch gegliedert ist die Trias im östlichen Teil der Tribulaungruppe.

Durch Einschubung eines oberen Dolomithorizontes in die dunklen Glimmerkalke kompliziert sich am Obernberger Tribulaun und der Schwarzen Wand die obertriadische Schichtenfolge, welche überall in diesem Gebiet durch Wechsellagerung und

<sup>1)</sup> Hier sowie beim Abstieg nach Pfersch typischer glimmerreicher Glimmerschiefer, Einfallen flach Nordnordwest; zwischen Hohem Zahn und Pferscher Pinkel eine Lage von Hornblendeschiefer mit gleichem Fallen (20°).



Die Tribulaungruppe vom Gipfel der Weißwandspitze.

(Bei \* \* stoßen beide Hälften aneinander.) Die aufgesetzten Triasmassen (Eiferspitz, Ilmspitzen—Blaser, Garklerin und Tribulaungruppe) heben sich durch helle Farbe von der Glimmerschiefer-Basis ab.

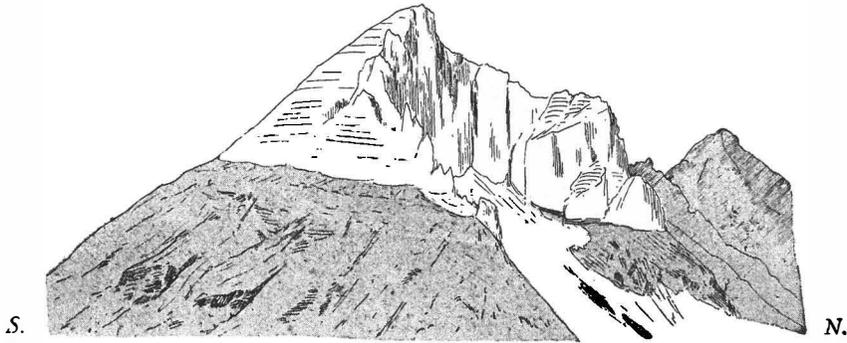


Abb. 24. Weißwandspitz (Tribulaundolomit) vom Hohen Zahn.  
Der Glimmerschiefer des Sockels ist grau angelegt.

Auskeilen heller Dolomite im dunklen Schiefer und Glimmerkalk ein buntes Aussehen besitzt. Das Vorhandensein eines oberen und unteren, durch hellere Dolomite oder Kalkbänke getrennten Glimmerkalkes erinnert an Serlesspitze und Hutzl.

Die Trias des Tribulauns zeigt die folgenden Schichtglieder:

Oben: 4. Obere dunkle Glimmerkalke und Schiefer (Rhaet), kalkige Tonschiefer (grau oder grünlich), Glimmerkalke untergeordnet mit Pyrit und quarzitischen glimmerigen Lagen; seltener rote Eisenkalke mit Manganputzen. Der obere Glimmerkalk ist das Gipfelgestein des Obernberger Tribulauns, der Lendenfeldspitze und der Schwarzen Wand.

3. Oberer Dolomit umzieht als unregelmäßiges, schmales, zuweilen unterbrochenes Band die Abstürze der Schwarzen Wand am Fuße des Obernberger Tribulauns und das Schneebigge Kar oberhalb der Seealp; bemerkenswert ist ein Vorkommen von rosafarbenem und gelblichem Dolomitmarmor in einem kleinen Wandbruch oberhalb der Seealp. (Abb. 25, 26.)

2. Unterer Glimmerkalk (Rhaet; petrographisch wie 4), hängt dort, wo



Abb. 25. Pferscher und Obernberger Tribulaun vom Geierskragen.

1. Weißwand (Dolomit auf Glimmerschiefer), 2. Westliche Rotspitz (Glimmerkalk auf Tribulaundolomit), 3. Pferscher Tribulaun (Tribulaundolomit), 4. Pfeifferspitz (Glimmerkalk), 5. Roßlauf (Keil von Quarzphyllit im Glimmerkalk), 6. Lendenfeldspitz (Glimmerkalk), 7. unbenannte Spitze (Glimmerkalk), 8. Obernberger Tribulaun (Glimmerkalk), 9. Schneebigge Kar. Ein breites Dolomitband (oberer Dolomit), das am Obernberger Tribulaun eine flache Mulde zeigt, zieht von diesem unter den Glimmerkalken bis zur Lendenfeldspitz und wird von unterem Glimmerkalk unterlagert. Die Basis bildet den Tribulaun-Dolomit. Der Vordergrund besteht aus Quarzphyllit.

3 auskeilt mit 4 zusammen; die gesamte Mächtigkeit der oberen und unteren Glimmerkalke beträgt dann 300 *m*.

1. Unterer, d. h. eigentlicher Tribulaun-Dolomit bildet das Fußgestell des Obernberger Tribulauns (hier mit einer schmalen Einlagerung von Glimmerkalk), des Roßlaufs (2585 *m*) sowie die Masse des Gschnitzer und Pflerscher Tribulauns.

Das Fehlen der Glimmerkalke auf dem Gipfel der Schare erklärt sich sowohl aus der allgemeinen Absenkung von Westen nach Osten, als auch aus der ca. 300 *m* betragenden Flexur der Schneetalscharte. In nördlicher Richtung ist die Auflagerung der jüngeren Glimmerkalke am Kreuzjoch und Hohen Tor durchaus regelmäßig; hier reicht nur an dem Sattel zwischen Sandestal und Obernberg (Steinmannscharte) der Dolomit bis zur Kammhöhe empor.

Auf dem Gipfel des Großen Tribulauns zeigt die Einlagerung einzelner schiefriger, grünlich gefärbter Bänke die Nähe des — im wesentlichen denudierten — Glimmerkalkes an, der Gschnitzer Gipfel besteht aus dem vollkommen reinen schneeweißen, durch keinerlei anders geartete Schichten unterbrochenen und festen Dolomit.

#### Bergform und Tektonik der Tribulaungipfel.

Der nicht erhebliche Unterschied der Höhe (Pflerscher Tribulaun, 3102 *m*, Gschnitzer, 2957 *m*) würde den bedeutsamen Formenunterschied der beiden Gipfel unerklärt lassen. Der Große Tribulaun ist jedoch besonders am Sandesjoch<sup>1)</sup> von zahlreichen sichtbaren Klüften durchsetzt,<sup>2)</sup> während die fast horizontal gelagerten Bänke des Gschnitzer Hochgipfels nicht die mindesten Störungen aufweisen: daher die abgerundete Mützenform des einen und die jäh, im Norden überhängenden Wände des anderen Berges. Allerdings entspricht der feste Dolomitmarmor und die wenig ausgeprägte Klüftung der Südwand der Scharte vielmehr dem Gschnitzer Tribulaun; nahe dem Gipfel beobachtet man weiße sericitische Überzüge der Schichtflächen.

Die steilsten Wände und das brüchigste Gestein zeigt der westlich vorspringende Zacken der Goldkappe, 2780 *m*. Schon der Name deutet auf eine 2 *m* mächtige, in den zum Sandesjoch emporreichenden Südwänden deutlich

<sup>1)</sup> Das Sandesjoch selbst entspricht einer besonders ausgeprägten Kluft.

<sup>2)</sup> Von der zerklüfteten Nordwand des Großen Tribulauns stammen die gewaltigen alten Bergstürze, deren Trümmer den Boden des oberen Sandestales bedecken; weiter abwärts überwiegt der normale Gehängeschutt.

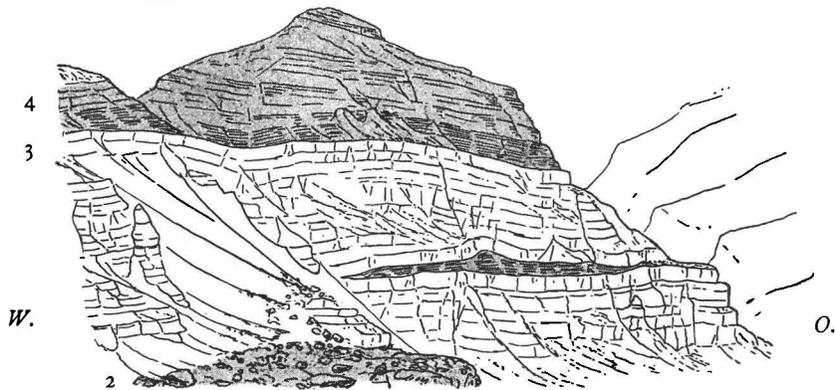
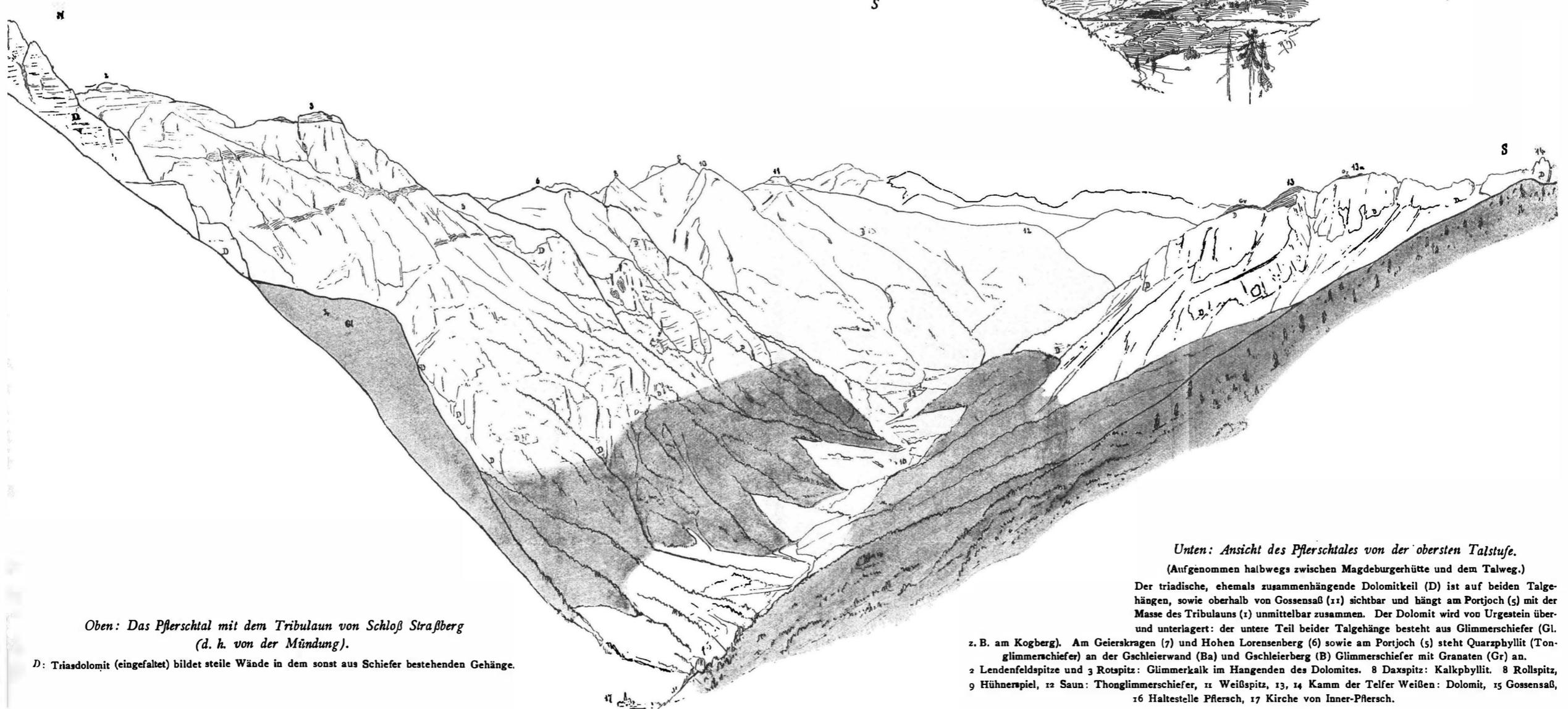


Abb. 26. Obernberger Tribulaun.

Oberer Glimmerkalk [4, dunkel] überlagert den oberen Dolomit (3) und bildet eine Einlagerung im obern Teil desselben.

Die Dolomitkeile des Pferschtales vom Tribulaun bis zur Telfer Weißen.

Weißwandspitz  
Hoher Zahn  
Pferscher Finkel  
Pfersch. Tribulaun  
Rotspitz  
Koglauf  
Lendenfeldspitz  
Rotspitz  
Geierskragen



Oben: Das Pferschthal mit dem Tribulaun von Schloß Straßberg  
(d. h. von der Mündung).

D: Triasdolomit (eingefaltet) bildet steile Wände in dem sonst aus Schiefer bestehenden Gehänge.

Unten: Ansicht des Pferschtales von der obersten Talstufe.

(Aufgenommen halbwegs zwischen Magdeburgerhütte und dem Talweg.)

Der triadische, ehemals zusammenhängende Dolomitkeil (D) ist auf beiden Talgehängen, sowie oberhalb von Gossensaß (11) sichtbar und hängt am Portjoch (5) mit der Masse des Tribulauns (1) unmittelbar zusammen. Der Dolomit wird von Urgestein über- und unterlagert: der untere Teil beider Talgehänge besteht aus Glimmerschiefer (Gl. z. B. am Kogberg). Am Geierskragen (7) und Hohen Lorensenberg (6) sowie am Portjoch (5) steht Quarzphyllit (Tonglimmerschiefer) an der Gschleierwand (Ba) und Gschleierberg (B) Glimmerschiefer mit Granaten (Gr) an. 2 Lendenfeldspitze und 3 Rotspitz: Glimmerkalk im Hangenden des Dolomites. 8 Daxspitz: Kalkphyllit. 8 Rollspitz, 9 Hühnerspiel, 12 Saun: Thonglimmerschiefer, 11 Weißspitz, 13, 14 Kamm der Telfer Weißen: Dolomit, 15 Gossensaß, 16 Haltestelle Pfersch, 17 Kirche von Inner-Pfersch.

hervortretende Einlagerung von Pyritschiefer hin, der infolge der leichteren Auflöslichkeit die Wandbildung begünstigt.

In stratigraphischer Hinsicht ist diese der Basis des Dolomites nahe Kalkmasse nicht mit den Glimmerkalken der Gipfel, sondern mit den Schiefereinlagerungen der Saile und des Obernberger Tribulauns zu vergleichen.

Die Schwierigkeiten der Besteigung hängen in der Tribulaungruppe in erster Linie von der Klüftigkeit und Bröcklichkeit des Gesteins ab. Am schwierigsten sind die Goldkappe sowie ein

kurzer Grat<sup>1)</sup> in der durch eine Schichtenflexur gebildeten Schneetalscharte, in der der sonst zuverlässige Dolomit vollkommen morsch und bröcklig ist. 2. Am Großen Tribulaun wird bei der gewöhnlichen Besteigungsrouten die Nordwand umgangen und die Erklammerung des Gipfels erfolgt über die Südwan, die zwar steil ist, aber aus durchaus zuverlässigem und festem Gestein besteht. 3. Am Gschnitzer Tribulaun vereinigt sich festes Gestein und geringere Neigung, um die Besteigung zu erleichtern.

Den Beweis dafür, daß der in ihrer Masse flach lagernde westliche Teil der Tribulaungruppe starkem tektonischen Druck ausgesetzt war, bildet das zickzackförmige Ineinandergreifen des Glimmerschiefers in die basalen Dolomite der

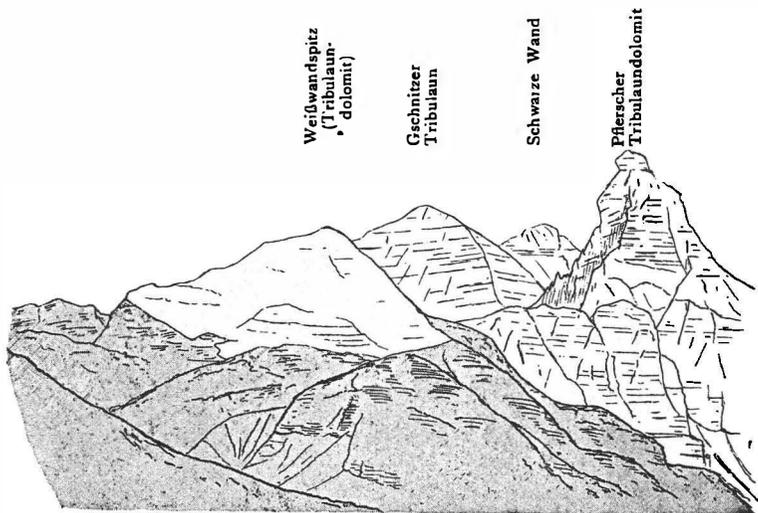
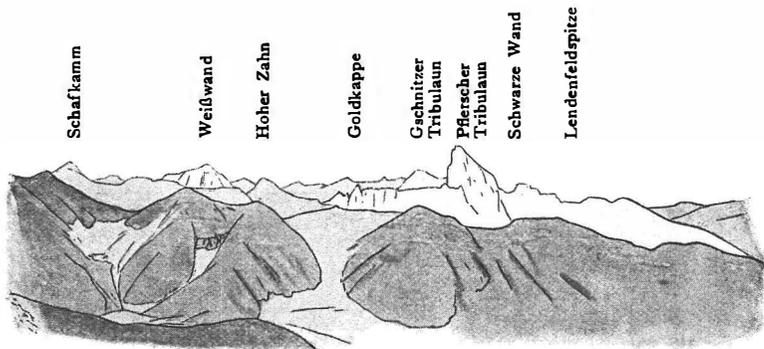


Abb. 27. Tribulaungruppe vom Gipfel der Schneespitz.

Der Glimmerschiefer im Vordergrund und am Sockel der Weißwandspitz ist grau angelegt.



Pfurn-See Abb. 28. Die Tribulaungruppe von der Schwarzseespitz.

Die Trias ist weiß, der Glimmerschiefer grau.

<sup>1)</sup> Ich habe unter Führung von R. H. Schmitt den schmalen, nicht sehr gefährlich aussehenden Grat der Scharte in West—Ost-Richtung überklettert, um den Bau der Flexur kennen zu lernen. Das Gestein war infolge der an den Klüften einsetzenden Verwitterung vollkommen unsicher, Anwendung des Seils unmöglich, da jeder festere Halt fehlte; als wir glücklich durch waren, einigten wir uns darüber, daß dies die unangenehmste Stelle der ganzen Tribulaungruppe sei.

Weißwandspitze und der Goldkappe<sup>1)</sup>; die von Süden her aufgenommene Skizze veranschaulicht die Lagerung des Westabsturzes der Dolomite am Übergang des Pferscher Pinkels.

#### Lagerungsverhältnisse.

Die Auflagerung des Tribulaundolomits auf seiner Glimmerschieferbasis ist im saiger) und bleibt unverändert bis zum obersten Stubai (Dresdener Hütte Nordwest—Südost) und dem Wilden Freiger (Nordwest—Südost); erst am Aglsboden beobachtet man eine Umbiegung nach Westen. (Einfallen nach Norden mit 30°)



Abb. 29. Die Goldkappe (2780 m) (Westkap der Tribulaundolomite) von Norden.

Westen ziemlich regelmässig und flach, wenn man von den bedeutenden, durch Brüche bedingten Höhendifferenzen absieht. Auch die Lagerung des Glimmerschiefers bleibt ziemlich gleichförmig. So ist im Sandstal das Streichen Nordwest—Südost (Eingang des Tales Einfallen 60° nach Nordost, Ostgehänge: Westnordwest—Ostsüdost

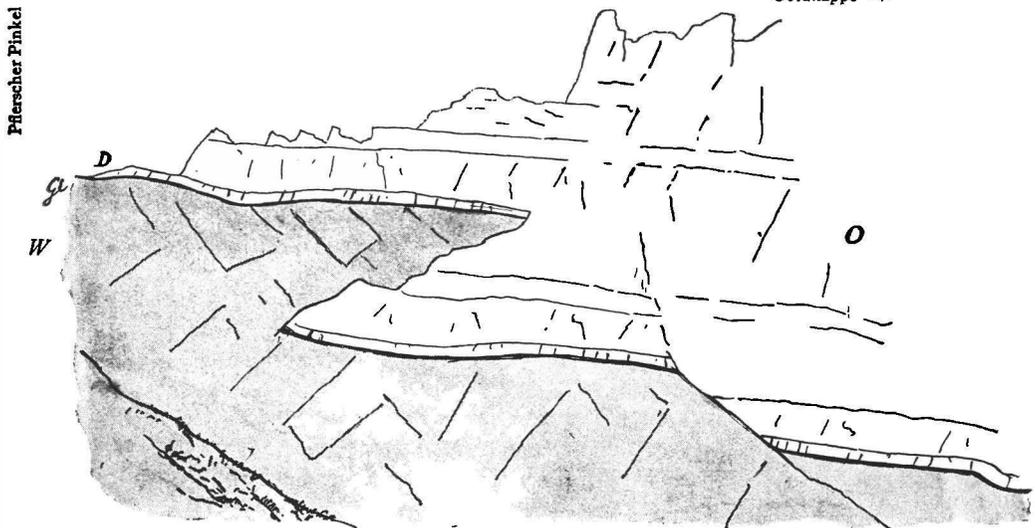


Abb. 30. Die Westgrenze der Trias am Pferscher Pinkel (Ansicht von Süden).

Kleine Störungen an der Auflagerungsfläche des Triasdolomites (D) auf Glimmerschiefer (Gl) westlich der Goldkappe.

<sup>1)</sup> Die Bezeichnung heißt im Volksmunde Goldkappe nicht Goldkappel (G.-St.-K.). Auch diese Mitteilung verdanke ich der Freundlichkeit des Herrn Dr. Fritz v. Kerner.

Auf den das obere Pflerschtal im Süden begrenzenden Bergen, welche gegenüber vom Tribulaun bis zu mehr als 2800 *m*, weiter westlich sogar bis zu mehr als 3200 *m* emporragen, fehlt jede Spur von jüngeren Gesteinen; der quarzreiche Glimmerschiefer, welchem wir schon in Stubai begegnet sind, setzt hier in ermüdender Einförmigkeit das ganze Gebirge zusammen.

Jedoch hat Teller aus dem südlich liegenden Berglande, vom Penser Joch, versteinierungsführende Triasbildungen beschrieben, welche mit den mannigfaltigen Gesteinen der Schwarzen Wand vollkommen übereinstimmen und somit eine allgemeine Triasbedeckung des Urgebirges beweisen.

Es muß hervorgehoben werden, daß die Trias des Penser Jochs und des Sailspitz einen durchaus nordalpinen Typus zeigt, der in den Südalpen nirgends wiederkehrt. Wäre eine nordwärts gerichtete Schubmasse über die Zentralalpen gewandert, so müßte die Trias des Penser Joches und des Brenners mit Südtirol übereinstimmen. Dagegen ist die facielle Entwicklung des zentralalpinen Mesozoicum ausgesprochen nordalpin (vergl. den Schlußteil).

Die Schuppen (oder Dolomitkeile) des Pflerschtales.

Die Lagerungsverhältnisse, in denen die Penser Gesteine auftreten, sind schon deshalb von großem Interesse, weil dieselben vollkommen mit den im unteren Pflerschtal beobachteten übereinstimmen. Hier wie dort finden wir flach nördlich einfallende, verhältnismäßig wenig mächtige Kalk- oder Dolomitlager, welche mit gleichsinnigem Streichen und Fallen von dem Urgebirge (im Pflersch vom Glimmerschiefer) über- und unterlagert werden.

Man würde nach oberflächlicher Untersuchung des einzelnen Vorkommens die fraglichen Dolomite und Kalke, welche fast immer zu halb oder ganz kristallinen Gesteinen umgewandelt sind, für einfache Einlagerungen im Urgebirge halten, wenn nicht das an verschiedenen Punkten (Anstieg zur Saile, Kesselspitz, Serlesspitz, Penser Joch, Schneeberg und Weißwandspitz) beobachtete Vorkommen unzweifelhafter Versteinerungen<sup>1)</sup> diese einfache Deutung ausschloße. Da zudem die Dolomite und Glimmerkalke des östlichen Ötztales (Stubai) Gebirges unter sich zusammenhängen oder nur durch Erosionsrisse getrennt sind, da außerdem an einigen, nicht metamorphosierten Aufschlüssen (Saile, Blaser, Vall Ming) die petrographische Übereinstimmung mit dem Hauptdolomit der Nordalpen ins Auge springt, so kann an dem obertriadischen Alter nicht gezweifelt werden.

Die konkordante Lagerung von Urgebirge und Trias ist demnach auf die mechanische Ursache des gleichartig auf beide Gesteine wirkenden Gebirgsdruckes zurückzuführen.

Die Gebirgszone, in welche die Triaskalke des Brenners eingefaltet sind, liegt östlich von den horizontal gelagerten Massiven.

Die Schilderung eines Durchschnitts wird das Verständnis der verwickelten tektonischen Erscheinungen erleichtern. Wir beginnen im Süden.

Der Kamm zwischen dem unteren Pflersch- und Ridnauntal wird von dem Ostnordost—West südwest streichenden Dolomitzuge Gschleyerberg (2211 *m*) — Gschleyerwand — Telfer Weiße (2529 *m*) gekrönt. (Abb. 31—34 und Taf. IV und XI.)

Die auf dem Nordabhang nach Norden, auf dem Südabhang nach Süden geneigten Dolomitbänke scheinen einen einfachen Aufsatz zu bilden. Jedoch

<sup>1)</sup> Im Gegensatz zu diesen Dolomitmarmoren und Glimmerkalcken bilden die Kalkmarmore (oder Hochstegenkalke) die Basis der Brennerphyllite und sind absolut fossilleer. An ihrem uralten palaeozoischen oder praecambrischen Alter ist nicht zu zweifeln.

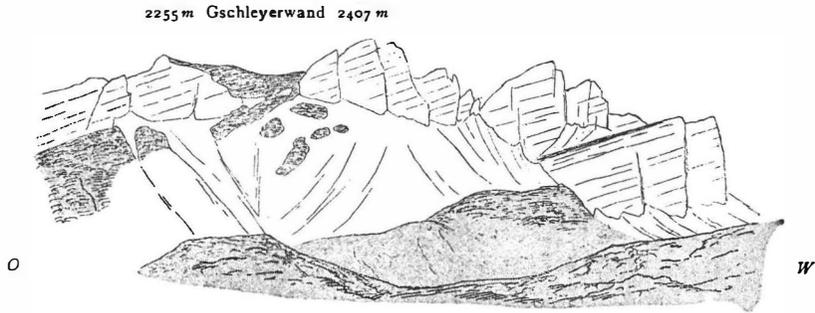


Abb. 31. Die Gschleyerwand von Norden.

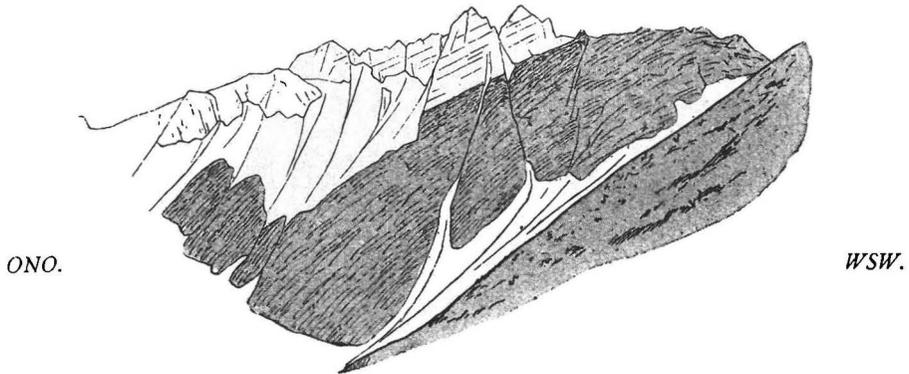
finden wir über dem Dolomit auf der Kammhöhe eine Reihe von fünf kleinen, durch Verwitterung isolierten Glimmerschiefermassen, welche mit dem Gestein am Fußgestell des Berges übereinstimmen.

Die deutlichsten Beweise einer energischen Faltung bewundern wir in den prachtvollen Quetsch- und Kneterscheinungen zwischen Dolomit- und Granatglimmerschiefer, welche beim Anstieg von der Vall Ming-Alp zur Telfer Weißen die tektonische Grenze kennzeichnen. Die Aussicht vom höchsten Gipfel der Telfer Weißen fesselt die Aufmerksamkeit ebensowohl durch die landschaftlich wirkungsvollen Gegensätze der bleichen Dolomitwände und der dunklen Schieferberge, wie durch den interessanten Einblick in das tektonische Gefüge der Tribulaunmasse. Der Übergang des scheinbar völlig ungestörten, über 1000 m mächtigen Dolomits in die eingefalteten Keile läßt sich greifbar deutlich wahrnehmen. Westlich vom Portjoch, dem Übergang von Pflersch nach Obernberg, dringt ein wenig ausgedehnter Keil von Quarzphyllit in die nach Osten absinkenden dunklen Glimmerkalk vor, weiter abwärts aber erstreckt sich der weiße Dolomit des Tribulauns als eine verhältnismäßig schmale, in ihren Höhenverhältnissen ungemein wechselnde Zunge am Gehänge des Pflerschtales entlang bis Gossensaß. Oberhalb und unterhalb besteht der Kamm aus dunklen Schiefergesteinen. Die nähere Untersuchung zeigt, daß das Fußgestell aus Glimmerschiefer, die Höhe des Kammes hingegen aus dem vom Brennersattel her durchstreichenden Quarzphyllit besteht. Ein weiterer Ausflug lehrt ferner, daß der Dolomitkeil in immer abnehmender Breite durch die drei vom Geierskragen und Lorenzenberg zum Brenner abfließenden Gräben bis etwa zur Höhe des Brennerbades durchstreicht.

Schon unterhalb der Hohen Lorenzen- und des Kuhberges nimmt die Breite der eingefalteten Dolomitzone ab; an der Wechselalp ist der Zusammenhang innerhalb der nach Westsüdwest flach fallenden Schichten durch Schutt unterbrochen; unter dem Brennerkoff ist der Zusammenhang tatsächlich aufgehoben und an der Steinalp sind nur noch drei isolierte schmale Fetzen von Dolomit und Glimmerkalk sichtbar. (Abb. 44, S. 66.)

Vollkommen isolierte, abgerissene Fetzen des Dolomits treten noch weiter nördlich, an den Obernberger Seen und im Fradertal inmitten des Quarzphyllites zutage. So findet sich zu beiden Seiten des oberen Fradertales je ein Vorkommen von eingequetschtem Triasdolomit; die Struktur ist halbkristallin, unterscheidet sich aber durch helle Farbe leicht von den vereinzelt Kalklagen des Quarzphyllites; letztere sind eisenhaltig und bedecken sich daher bei Verwitterung mit brauner Rinde. (Aus anderen, durch starken Seitendruck

Abb. 32. Die Telfer Weiße von Norden (vom Sandesköpf).



ONO. Abb. 33. Gschleyerwand und Telfer Weiße, die Kalkberge im Süden des Pferschtales. WSW. Im Hintergrunde der Hochfeilergruppe (Gneisgranit des Zillertales). Südliche Fortsetzung der Taf. VI. Oben die Umriss der eingefalteten Triasdolomitberge von zwei etwas abweichenden Standorten: Sandesköpf (und Weg zum Pferscher Pinkel).

Gschleyerberg, 2211 m

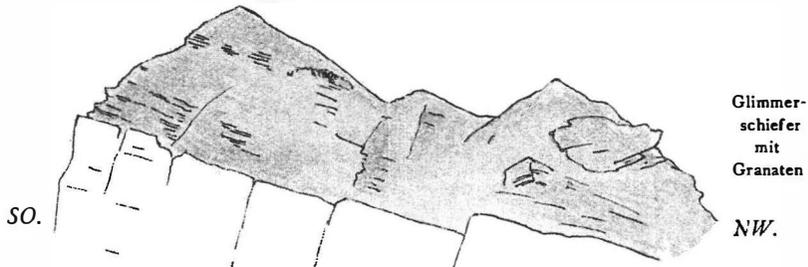


Abb. 34. Gschleyerberg von Südwest. Triasdolomit Einzelansicht der Überschiebung. (Glimmerschiefer mit Granaten auf Triasdolomit.)



Rotspitz

Abb. 35. Anstieg zum Portjoch.

Rhaetische halbkristalline Glimmerkalk (3) und Pyritschiefer (1) mit Quarzfasern (2) als Beweis starker tektonischer Pressung.

gefalteten Gebieten, so aus dem Berner Oberland und den Karnischen Alpen, sind ähnliche Erscheinungen mehrfach beschrieben worden.)

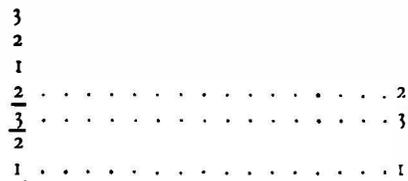
Wir finden endlich auf dem Kämme zwischen Portjoch, Rothspitz und Geierskragen eine ganze Anzahl von kleineren Vorkommen des deutlichen triadischen Glimmerkalkes, welcher den oberen Teil der Schwarzen Wand kennzeichnet und hier überall die Anzeichen einer höchst energischen Pressung und Knetung trägt. Die Schichtenfolge auf dem nördlichen Pferschtalgehänge ist also von unten nach oben: 1. Glimmerschiefer (archaisch), 2. Weißer, meist marmorisierter Tribulaundolomit, oben und unten von Verschiebungsflächen begrenzt (Trias), 3. Quarzphyllit (praecambrisch), 4. Triadischer dunkler Glimmerkalk in einzelnen Resten, mit allen Zeichen heftigster mechanischer Pressung. Das Fallen der ganzen, durch Gebirgsdruck annähernd gleichsinnig orientierten Masse ist unter mehr oder weniger flachem Winkel nach Nordnordost gerichtet. (Man vergl. das Profil »am Portjoch«.)

Der Grund, warum in unmittelbar benachbarten Gebirgstteilen dieselbe Triasformation in annähernd normaler Stellung verblieb und andererseits in der kompliziertesten Weise gefaltet und überschoben wurde, dürfte in einfachster Art durch die verschiedene Mächtigkeit zu erklären sein. In der eigentlichen Tribulaungruppe besitzt der Tribulaundolomit und Glimmerkalk zusammen eine Mächtigkeit<sup>1)</sup> von 1200—1400 m; die Dicke des Dolomitkeiles beträgt 400—500 m, sinkt aber gegenüber der Mündung des Vall Ming bis auf 200 m herab. Wenn auch diese geringfügige Mächtigkeit zum Teil auf die Auswälvung zurückzuführen ist, so liegt doch die Annahme ebenfalls nahe, daß nach Ablagerung der

<sup>1)</sup> Nach den oben gemachten Angaben würde die gesamte Mächtigkeit in maximo 1500 m betragen; jedoch vertreten Dolomit und Glimmerkalk sich teilweise.

Trias und vor der tertiären Faltung die Mächtigkeit des Dolomites durch Denudation verringert wurde. Infolgedessen verhielten sich die mächtigen Massen — Tribulaun und Kirchdach — anders als die weniger mächtigen, das untere Pflerschthal begleitenden Triasdecken. Der rhaetische Glimmerkalk, ein überaus plastisches Gestein, scheint die geringe Widerstandsfähigkeit der Phyllite besessen zu haben und wurde daher bei der Faltung von seiner Dolomitunterlage getrennt (so an der Rothspitz, dem Grubjoch und Geierskragen).

Ein Versuch, die Ergebnisse der Aufnahme profilmäßig darzustellen, ergibt das obige Bild (Taf. IV). Dreimal ist die Trias durch kristalline Schiefer in südlicher Richtung überschoben worden und an zwei Stellen ist außerdem der liegende Faltenflügel durch Auswalzung entfernt oder von dem Hangendflügel überschoben worden. Am besten läßt sich das Vorhandensein einer Auswalzung am nördlichen Pflerschgebirge nachweisen. Bezeichnen wir die drei in Frage kommenden Gebirgslieder: Glimmerschiefer mit 1, Quarzphyllit mit 2 und Trias mit 3, so würden normal liegende Falten die links stehende Reihenfolge ergeben:



Tatsächlich sind aber nur noch die rechts aufgeführten Gebirgslieder vorhanden. Das Fehlende ist teils durch den mitteltriadischen Eisackbruch, teils durch Auswalzung entfernt.

Die Gipfel des Geierskragens, des Rothspitz und Grubjochs bestehen aus dunklen Glimmerkalken und Pyritschiefern, die als dynamometamorph verwandelte rhaetische Kalke und Mergelkalke anzusprechen sind. Besonders bezeichnend ist das Auftreten zahlreicher Quarzfasern (2) zwischen Schiefer (1) und halbkristallinem Kalk (3). Wie die Aufschlüsse in den Südwänden des Roßlaufs und der Wildgrubenalp<sup>1)</sup> (im Süden der Schwarzen Wand, siehe das große Bild Taf. V—VI) zeigen, sind die Glimmerkalken durch horizontale Wechselagerung innig mit dem oberen Teil des Tribulaundolomites verknüpft.

Wichtig ist ferner die Beobachtung, daß auf der Höhe der Schwarzen Wand sehr deutliche, ein liegendes S darstellende Falten aufgeschlossen sind, die an die Aufschlüsse der Madatschspitze in der Ortlergruppe erinnern (S. 78).

Die nebenstehende Skizze zeigt in etwas schematischer Form das Profil, wie es sich vom Gipfel des Gschnitzer Tribulauns aus darstellt. Den im großen beobachteten Verschiebungen entspricht im einzelnen die Zahl der Faltungsstücke — wahre Musterbeispiele abenteuerlicher Zerquetschung und Verknetung — die ich bei dem Anstieg zum Gipfel der Schwarzen Wand sammelte.

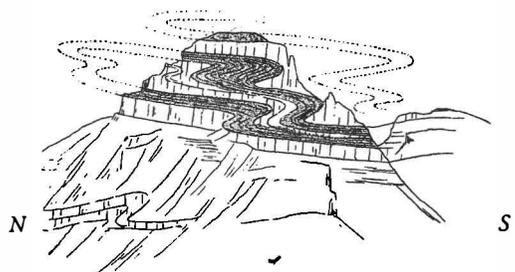


Abb. 36. Schwarze Wand vom Gschnitzer Tribulaun. Horizontal zusammengeschobene Schichten des Glimmerkalkes und des eingelagerten Dolomites; der letztere ist senkrecht gestrichelt.

<sup>1)</sup> Das Kar der Wildgrubenalp besteht im wesentlichen aus Glimmerkalken, die im einzelnen stark verbogen und verquetscht sind, im allgemeinen aber flache Lagerung zeigen. Um die Rothspitz (2608 m) herum greift ein kurzer bald auseinanderender Sporn des Dolomits.

### Zusammenfassung.

Die Ötztaler und Stubai-er sowie die westlichen Zillertaler Zentralalpen (Weißspitz) waren von zusammenhängenden Triasmassen bedeckt, welche sämtlich eine mehr oder weniger vollständige Umwandlung zu kristallinen Gesteinen durchgemacht haben.

Diese mächtigen Triasgesteine haben als starre Gesteinsmassen dem Gebirgsdruck Widerstand geleistet und sind erst in späterer Zeit von Brüchen betroffen worden (Nord und Süd vom Stubaital, westliche Tribulaungsgruppe); die weniger mächtigen Triasdecken des Pflerschales wurden von der faltenden Kraft überwältigt und gewähren dann die Möglichkeit, den verwickelten Gebirgsbau der Zentralalpen zu entwirren (östliche Tribulaungsgruppe, Teller Weiße, Penser Joch, Schneeberg). Quer zu der Einsattelung des Brenners streicht eine regelmäßige Antikline des Tuxer Gneiskammes, deren Achse nach Westen gesenkt ist. Der Kern wird von den massigen weißen Gneisen, die Flanken von Grenzschiefer, kristallinem Kalk und Kalkphyllit in den liegenden und Quarzphyllit in den hangenden Teilen gebildet. Auf der Südseite dieser Antikline ist südwärtsgerichtete Überschiebung und zwar sowohl östlich wie westlich der Brennerfurche die Regel. Die eingefalteten oder von Wechselflächen durchschnittenen Triasgesteine fallen somit flach nördlich. Diese Lagerungsform kennzeichnet die von Teller beschriebenen Diploporenkalke des Penser Joches<sup>1)</sup> ebenso wie die drei Triaszüge des unteren Pflerschales und die in der westlichen Fortsetzung liegenden Crinoidenmarmore des Schneeberges. Die Zone der südwärts gerichteten Überschiebungen wird begrenzt von der Brixener Granitmasse, welche gleichsam einen stauenden Wall gebildet zu haben scheint, und somit — ebenso wie der Eisackbruch — wohl vor der Faltung vorhanden war.

Im Norden der Brenner-Antikline werden die Ausläufer der Tribulaun-Trias durch das Steinacher Karbon überlagert und zwar dürfte diese Überschiebung von Süd nach Nord erfolgt sein. Weiter nördlich liegt die Trias fast ungestört auf dem gefalteten Urgebirge. Nach Süden zu erstreckt sich die Überschiebung auf eine dreifach größere Entfernung von der Hauptachse als nach Norden.

Der Eisackbruch zwischen Sterzing und Gossensaß.

Ein großer, der Brennerfurche folgender einheitlicher Bruch ist nicht vorhanden; hingegen sind sowohl im Norden wie im Süden kürzere Querwerfungen wahrnehmbar: Im Süden ist der Gegensatz der archaischen Glimmerschiefer mit Hornblende- und Granatengesteinen auf der Ridnauner und des kalkreichen Brennerphyllites auf der Pfitscher Seite sehr deutlich ausgeprägt, ohne daß etwa der Phyllit den Glimmerschiefer überlagerte.

Das ganze Gebirge zwischen Pflersch und Ridnaun wird von quarzreichem, zum Teil quarzitischem ausgebildetem Glimmerschiefer aufgebaut, der meist regelmäßige Lagerung zeigt. Nur zwischen Magdeburgerhütte und Aglsspitze sowie bei der Teplitzerhütte sind Faltungserscheinungen in prächtiger Ausbildung häufig.

Das Streichen des Glimmerschiefers ist an der Ochsenhütte Nord—Süd

<sup>1)</sup> Über Seilspitz und Penser Joch vergl. Teller, Verh. K. K. Geolog. R. A. 1882, S. 345 (Hochpustertal). Über Vintschgau etc., ebenda, 1878, S. 392. Zwischen Etsch u. Eisack 1880, S. 91—98. Über Brixener Granit 1881, S. 69—74.

(saiger), unterhalb der Schafhütte Nordost—Südwest (Einfallen  $45^\circ$  nach Nordwest), bei Inner Ridnaun wieder Nord—Süd (Einfallen  $52^\circ$  nach Osten), oberhalb der Laturner- und Toffringalp sowie am Seberspitz zeigt der Glimmerschiefer flache Lagerung und zum Teil nördliches Fallen. Unterhalb der Vall Ming-Alp ist im Bachbett Glimmerschiefer, oberhalb Granatenglimmerschiefer (Fallen Ost-süd-öst) aufgeschlossen.

Dieser durch Strahlsteineinlagerungen gekennzeichnete Granatenglimmerschiefer des Roßkopfes<sup>1)</sup> streicht Nord—Süd (oberhalb Flans) und ist von dem Quarzphyllit des gegenüberliegenden etwa gleich hohen Saun durch einen dem lokalen Streichen parallelen Querbruch getrennt, der unmittelbar oberhalb Steckholz über das westliche Gehänge verläuft. Der tiefste Teil des Abhanges ist vor allem an dem Wassertunnel unterhalb Gossensaß gut aufgeschlossen und besteht aus Quarzphyllit, (Einfallen  $55^\circ$  nach Nordnordwest zwischen Tennewies und Steckholz). Der Granatenglimmerschiefer besitzt eine durchaus abweichende Lagerung; er fällt oberhalb Flans unter  $50^\circ$  nach Westen; sein Streichen entspricht also dem Bruch. Weiter oben ist die Lagerung des Granatengesteins flacher nach Nordwest gerichtet.

Der Bruch zwischen Quarzphyllit und archaischem Glimmerschiefer verläuft fast genau Nord—Süd und verquert daher etwa bei Unterried das Eisacktal; er verläuft also im Norden (Steckholz) auf dem westlichen, im Süden (Sterzing) auf dem östlichen Talgehänge. Auf dem Schmudershügel nördlich von Sterzing konnte die Grenze der beiden Gesteine auf dem steilen Gehänge gut beobachtet werden. An der Stelle, wo die große Verwerfung das Tal kreuzt, ist der Ost—West streichende triadisch-dyadische Quarzit, in die Dislokationsspalte eingebrochen und erhalten geblieben. Gegenüber von Unterried ist an der Brennerstraße ein Steinbruch auf grünem sericitischem wohlgeschichtetem Quarzitschiefer im Betrieb, der flache muldenförmige Lagerung zeigt. Geologisch ist das Gestein mit dem Tarntaler, auch bei Steinach vorkommenden Quarzitschiefer vergleichbar, der untertriadisches oder dyadisches Alter besitzt und vielfach in den Alpen (Lantschfeld-Quarzit bei Radstadt, Quarzite bei Saas-Fee im Wallis, Briançonnais) die Basis der Trias bildet. In geringer Entfernung bei und oberhalb Tschöfs ist wieder verruschelter quarzitischer Glimmerschiefer aufgeschlossen, dessen verschiedene Lagerung und abweichende petrographische Zusammensetzung einen petrographischen Übergang in den Quarzit unwahrscheinlich macht.

Die Masse des Roßkopfes besteht aus einem Nordost—Südwest streichenden, steil Nordwest fallenden Granatenglimmerschiefer, dem am Flaner Wald und der Vall Ming-Alp sowie zwischen Steckholz und dem Kuhberg zwei große Linsen gewöhnlichen Glimmerschiefers eingelagert sind; die letztgenannte Linse ist wieder zwischen Flans und Matzes durch einen schmalen Zug eines nach Nordwest einfallenden Granatenglimmerschiefers unterbrochen.<sup>2)</sup> Auch die Grenze des granatenführenden und granatenfreien Gesteins oberhalb Vall Ming zeigt

<sup>1)</sup> Der Roßkopf und die »Schleyerwand« (recte Gschleyerwand) sind der wesentlichste Ausläufer der Glimmerschiefermasse des Stubai. Über Brüche an der Brennerfurche vergl. A. Penck, Zeitschr. d. D. u. Ö. A.-V. 1887, S. 21. Ferner A. Rothpletz, Querschnitt durch die Ostalpen, S. 152 und A. Pichler, Verhandl. geol. R.-A. 1886, S. 45.

<sup>2)</sup> Die Abgrenzung der Gesteine ist nur im oberen Teil des Berges, etwa vor dem die einzelnen Gehöfte verbindenden Saumweg an möglich. Unten lagert der mächtige Moränenschutt des alten Ridnaungletschers sowie die ausgedehnten, durch Umlagerung desselben entstandenen Schuttkegel.

eine Komplikation: ziemlich genau auf der Höhe des in Nordostrichtung vom Roßkopf abzweigenden Kammes findet sich ein schmaler Zug von Hornblendschiefer mit Granaten.

## VI. Hochstubai und Ötztal.

### Die Gesteine der Schieferhülle und die archaischen Bildungen westlich des Brenners.

Während Trias, Karbon und Brennerphyllite auf beiden Seiten der Brennersenke gleichartig entwickelt sind, zeigt die Ausbildung der ältesten Schichten, wie oben erwähnt ward, sehr wesentliche Verschiedenheiten. Ein dem Tuxer Gneis vergleichbares Gebirgsglied fehlt; an Stelle desselben sind Gneislager im O. schwächer, im W. mächtiger entwickelt. Andererseits sind an der Basis des Kalkphyllits im Westen die »Grenzschiefer« nicht nachweisbar. Doch kommen die teilweise dem letzteren ähnlichen Hornblende- und Strahlsteinschiefer als Einlagerungen des Glimmerschiefers vor.

Im Westen des Brenners sind somit die folgenden Formationen vorhanden:

III. Die Trias (Schwarzen Sailekalk, Hauptdolomit und Pyritschiefer).

II. Brennerphyllite.

I Ib. Der Quarzphyllit erscheint am ganzen Westgehänge der Brennersenke überall als das unzweifelhafte Hangende des Kalkphyllits.

I Ia. Das untere Gebirgsglied, der Kalkphyllit, überlagert am Mareither Stein unweit Ratschinges im Gehänge den Granatenglimmerschiefer.

I. Stubaier Glimmerschiefer, sehr häufig als Zweiglimmerschiefer<sup>1)</sup> (Aglboden) und Granaten-Glimmerschiefer entwickelt, mit Einlagerungen von Hornblendeschiefer (Roßkopf bei Gossensaß, Matrei, Sellrain, Pinnistal, Ötztal), dichtem Gneisgranit (Achenkogel, Ötztal), und Augengneis (Mieders, Ranalt); die Bezeichnung Gneisphyllit (Teller und Stache) erinnert an diese Einlagerungen und Lagergänge.

Wenn Stubaier Glimmerschiefer und Quarzphyllit in der Brennersenke unmittelbar aneinander grenzen, wie zwischen Gossensaß und Sterzing, bildet die Annahme von Dislokationen die einzige Erklärung.

#### 1. Das nördliche Ötztal.

Über den Nordwesten unseres Gebietes war mir zwar keine geologische Kartenaufnahme zugänglich, wie die Tellersche Darstellung der Section Sölden-St. Leonhard, wohl aber der eingehende Bericht Grubenmanns<sup>2)</sup> über die Gesteine des nördlichen Ötztals, dessen Inhalt hier kurz wiedergegeben werden möge.

Die fast nur im Korn variierenden einförmigen Glimmerschiefer und Phyllitgneise, welche als metamorphe Sedimente zwischen Längenfeld und Au die Gehänge bilden, reichen nördlich bis zur Maurachschlucht und bis zum Taufererberg unweit von Umhausen. Dem genannten Berge lehnen sich Muscovitgneise an, die in Augengneise übergehen; der berühmte Stuibenthal stürzt über sie herunter. Nordwärts lagern sich an grob- und feinblättrige

<sup>1)</sup> Im Glimmerschiefer östlich des Brenners scheint Muscovit vorzuwiegen.

<sup>2)</sup> Becke, Berwerth und Grubenmann: Bericht der Kommission für die petrographische Erforschung der Zentralkette der Ostalpen. (Anzeiger der k. k. Akad. d. Wiss. Wien 1898. No. III. 8 S.) (Vergl. Neues Jahrb. f. Mineralogie etc. 1898. I. 317.) Über Pitz- und Kaunserthal vergl. G. A. Koch, Verhandl. geol. R.-A. 1879, S. 123 und Jahrb. geol. R.-A. 1875, S. 247.

Biotitschiefer, Biotitamphibolite, körnige bis schieferige Amphibolite, zuweilen mit reichlichen Granaten (Eklogite), beide im Zusammenhange mit gelblichen Quarziten, endlich Muscovitbiotitschiefer mit und ohne Granatgehalt; der ganze Komplex zeigt dreimalige Wiederholung. Das anfängliche Streichen desselben von Westnordwest nach Ost-südost macht nach und nach einem Westoststreichen Platz und vorübergehend wird das vorherrschend steile Nordfallen durch steiles Südfallen unterbrochen; dieser Syncline folgt gegen Norden bald eine weniger deutliche Antikline. Eine ganz verwandt zusammengesetzte Schieferscholle ist zwischen der Engelwand und dem Acherbuch bei Tumpen eingefaltet mit steilem Südfallen; die hochgradige Verfäلتelung dieser Schiefer im kleinen deutet für diese Stelle auf eine ungewöhnliche Intensität des Faltungsprozesses. Ungefähr auf der Linie Habichen—Piburgersee setzt der ganze wechselvolle Schieferkomplex nochmals ein mit Nordwest—Südoststreichen und steilem Fallen nach Südwest; eine breitere Amphibolit—Eklogitzone nimmt saigere Stellung an, so daß dort eine Antiklinale durchzieht. Ihren Südschenkel bilden großblättrige, biotitreiche Schiefer mit grober Lentikularstruktur, durchsetzt von quarzerfüllten Klüften und Linsen; der Nordflügel dagegen besteht aus stark verbogenen Schiefen, ähnlich wie am Acherbach.

Bei Ötz nehmen die violettgrauen Phyllitschiefer wieder Südwestfallen an, das gegen Norden hin allmählich steiler wird und schließlich am Rande des Inntales in 80° Nordostfall übergeht; im Amberg (1628 *m*) erscheint sonach ein letztes, etwas nach Süden übergelegtes Gewölbe von Gneisen und Glimmerschiefer, die denjenigen aus den Umgebungen von Längenfeld und Sölden ungewein ähnlich sind.

Die Glimmerschiefer werden im Gebiet der Ötzer Mur unterbrochen durch eine konkordante Einlagerung von Muscovit- und Sericitgneisen, die auch in Augengneise übergehen können; in gleicher Weise sind in die Schiefer der Zone Längenfeld—Au granitische Gänge eingedrungen, wie solche im westlichen Talgehänge oberhalb Oberried, Lehn und Unterried durchstreichen, am Ostgehänge bis 1500 *m* ansteigen und im oberen Sulztale wiederholt hervortreten. Die Gneise nähern sich im allgemeinen sauren Apliten, und zeigen seltener das Aussehen lenticularer Biotitgneise mit blaugrauen größeren Kalifeldspaten.

Größere intrusive Gesteinsmassen treten am Taufererberg zwischen Au und Umhausen, an der Engelwand und am Acherkogel bei Tumpen zutage.

Der »Taufererberg« am rechten Ufer der Ötztaler Ache und der »Hohe Büchl« am jenseitigen linken Gehänge tragen starke Moränenbedeckung, ausgedehnte Blockmeere, sind mit Wald bewachsen und von Moos überwuchert; in der Tiefe bricht die Maurachschlucht durch. Dort steht der Tauferergneis in senkrecht zerklüfteten hellen Felsen an; der südliche Teil der Schlucht ist durch Abstürze gefährdet. Das durch Sericitbildung und stärkere Entwicklung von Sandquarz gekennzeichnete Gestein ist bald als Augen-, bald als Flaser- und Streifengneis entwickelt. Das Gestein erinnert oft an den Fibbiagranit des Gott-hardmassivs oder auch an den »Zentralgneis« der Ostalpen, in einzelnen Varietäten an die Flasergneise des Mittelpasseier. Gegen die Peripherie der Gneismasse hin tritt der ohnehin nicht große Biotitgehalt noch mehr zurück; es entwickelt sich eine aplitische Randfacies oder ein ausgesprochener Muscovitgneis, die sich konkordant an Phyllitgneise anlagern. Unter den großen, von Kalkblöcken des nördlichen Bergsturzes bedeckten Moränen am Ausgang des Ötztals ist der »Tauferergneis« das vorherrschende Gestein.

Der Gneis der circa 500 *m* hohen »Engelwand« ist ein schiefriger Biotit-

granit mit deutlicher Streckung. Die Kalifeldspate sind meist graublau, körnig zertrümmert und sericitisch glänzend; körniger Quarz ist undeutlich. Das mittelkörnige Gestein zieht ostwärts unter Farst bis zum Plankogl und fällt dort in senkrechten Abstürzen gegen den Rennebach und die Östenmuh ab.

Ähnlich, nur wesentlich gröber im Korn, ist der »Gneis« des Acherkogels (3010 m), dessen Bergsturz nördlich Tumpen, am Tumpenersteig und gegen den Pipurgersee hin ein prächtiges, von Moos und Flechten bedecktes Blockmeer bildet.<sup>1)</sup> Die Gneiszone ist gegen 2 km breit und in ostwestlicher Richtung an 7 km lang. Die grob linsenförmige Textur dieses geschieferten Biotitgranites mit auffallend großen Biotitblättern wird gegen den Rand der Zone hin feinschieferiger und schließlich tritt das Gestein durch aplitische und quarzitisches Bänder mit grauschwarzen phyllitischen Schiefen in mechanische Konkordanz; eingequetschte Schieferfetzen sind dort keine Seltenheit. Daneben treten in der Schieferhülle der »Gneise« der Engelwand und des Acherkogels (in der Östenmur, in der Acherbachscholle und bei Habichen) braunviolette Andalusite auf, welche mit den Vorkommnissen von Lisens (Windegg, Fotscher, Gallwieseralp) und St. Leonhard im Pitztal auffällige Ähnlichkeit haben. Als Begleitminerale wurden von Grubenmann Disthen, Sillimanit und Granat gefunden. Die Frage, in welcher Weise die Produkte eines alten Eruptivkontaktes durch die späteren dynamischen Beeinflussungen des Kontakthofes verändert worden sind, ist noch genauer zu studieren.

## 2. Hochstubai (Allgemeines).

Der Südwesten unseres Gebietes besteht aus der gewaltigen Firnhochfläche zwischen Stubai, Ridnaun und oberem Ötztal. Der bei weitem vorherrschende Biotitglimmerschiefer, der Zweiglimmerschiefer und Granatenglimmerschiefer<sup>2)</sup> zeigt nur untergeordnete Einlagerungen von Gneis und Hornblendeschiefer.<sup>3)</sup>

Die deutlichsten Aufschlüsse zeigt der südöstliche Absturz des Wilden Freigers (Abb. 1, S. 5). Schöne Fältelung weist der zuerst abgeschliffene und später angewitterte Glimmerschiefer an der Teplitzerhütte auf.

Wie der Wilde Freiger, so ist auch die Gipfelpyramide des Aperen Feuersteins durch eine Einlagerung von Flasergneis gebildet, das heißt die größere Härte dieses Gesteins bedingt das Hervortreten eines Gipfels; die Westnordwest einfallende Gneiseinlagerung überdeckt den Glimmerschiefer. Am östlichen Feuerstein streicht der Glimmerschiefer Nordost—Südwest und fällt nordwestlich.

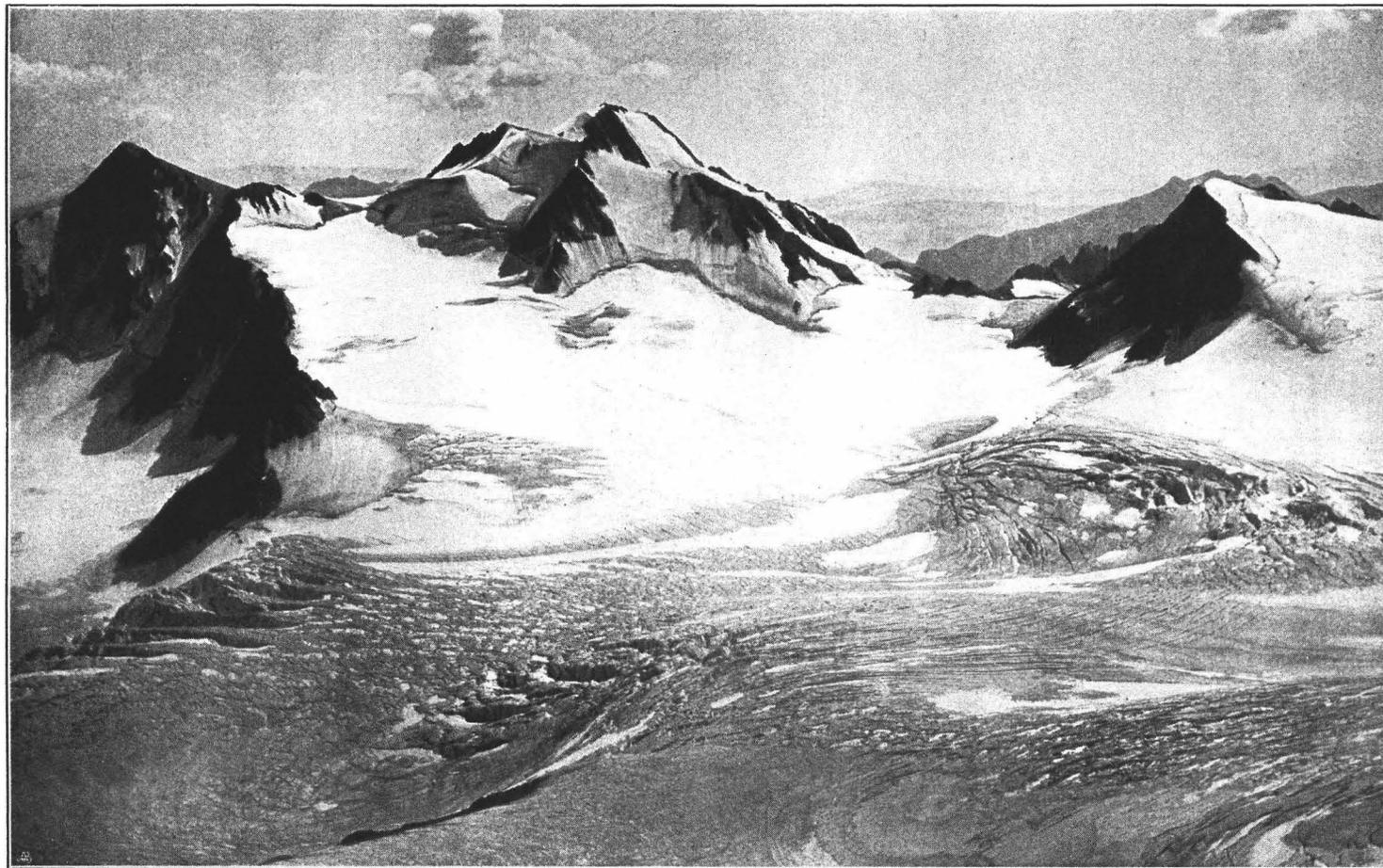
Wenig unterhalb von Ranalt, gegenüber des Vall Beson (»Falbeson« G. St. K. false!) steht am Felsriegel auf dem linken Ruzbachufer Augengneis mit nordnordwestlichem Streichen an (Str. N. 13° W.—S. 13° O.), Fallen 60° nach W.; (W. Volz). Oberhalb von Ranalt ist der vorherrschende Glimmerschiefer weithin zu Randhöckern abgeschliffen; zwischen Ranalt und dem Becher ist der Glimmerschiefer vielfach stark gefältelt.

Die streichende Fortsetzung des Ranalter Augengneises bilden zwei Züge von Flasergneis am Fuße des Bassler Joches (im Gebirge zwischen Ruzbach und Obernberger Tal). Der Gneis scheint sich (n. W. Volz) über das Schrimmen-

<sup>1)</sup> Über den steilen Absturz des unteren Ötztals und die hierdurch bedingte Neigung zu Bergstürzen, siehe meinen Aufsatz über Muren. Zeitschr. d. D. u. Ö. A. V. 1899.

<sup>2)</sup> Über die Verbreitung dieser Gesteine, die mit der verwickelten Tektonik weniger zu tun zu haben scheint, als mit normaler Aufeinanderfolge, ist im stratigraphischen Teile das wichtigste bemerkt.

<sup>3)</sup> Letzteres besonders bei St. Martin am Schneeberg und nördlich davon am Schwarzsee; petrographische Beschreibung siehe teils unten, teils in den stratigraphischen Abschnitten.



*Bozer und Hochgewänd vom Becherhaus.*

Charakterlandschaft: Hochfläche des Stubaier Glimmerschiefer mit wenig ausgeprägter Gipfelbildung.

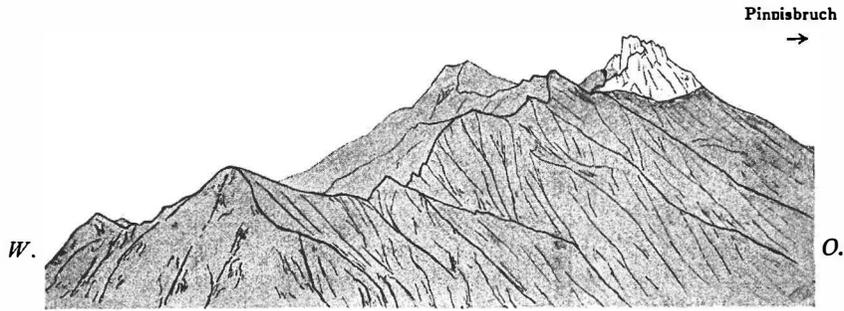


Abb. 37. Die Dolomitekuppe der Elferspitze vom Habicht aus.  
Ein kleiner Denudationsrest der Trias (hell) zwischen Stubai (W) und Gschnitz (O).

Nieder fortzusetzen und auf dem Hange über dem Obernberger (Alpeiner) Tal mit einem vom Glimmerschiefer abweichenden Streichen auszuweichen (Glimmerschiefer Streichen W.  $10^{\circ}$  S.—O.  $10^{\circ}$  N., fast saiger; Gneis Streichen W.  $55^{\circ}$  N.—O.  $55^{\circ}$  S.; Einfallen ca.  $60^{\circ}$  nach ONO.).

Das Streichen der Glimmerschiefer bleibt beim Abstieg vom Schrimmen-Nieder zum Alpeiner Tal fast unverändert, das Einfallen ist unter  $35^{\circ}$  nach Osten gerichtet (W. Volz).

Das Streichen des Glimmerschiefers auf dem Boden des Obernberger Tales (Stubai) ist Westnordwest—Ostsüdost, das Fallen ist nach Nordnordost gerichtet; auf der Höhe der Alpeiner Alp (2050 m) wird Gneis angetroffen; dicht vor dem Alpeiner Gletscher steht wieder Glimmerschiefer an (Fallen N.  $30^{\circ}$  O. unter  $55^{\circ}$ ).

Der durch den Pinnisbruch abgetrennte Denudationsrest der Trias der Elferspitze ruht auf einer durch mannigfache Hornblende- und Gneiseinlagerungen gekennzeichneten Basis: Ein dem Glimmerschiefer ähnlicher, kartographisch daher nicht ausgeschiedener Gneis steht südlich an der Autenalp in ca. 1600 m Höhe auf dem Stubaier Gehänge an. Auf beiden Seiten der Scharte im Süden des Dolomites der Elferspitz (2334 m) beobachtete W. Volz wenig gefalteten Augengneis, dessen anstehende Felsen nur durch Schuttbedeckung getrennt sind (Streichen O.  $22^{\circ}$  S.—W.  $22^{\circ}$  N.; Fallen  $50^{\circ}$  nach N.).

Züge von Hornblendeschiefer sind dem Glimmerschiefer in der Nähe der Nürnbergerhütte eingelagert; ca. 50 m (vertikal) unter der Hütte bemerkte W. Volz einen 1 m mächtigen Zug von Hornblendeschiefer, eine zweite 1—2 m mächtige Lage (Einfallen ca.  $20^{\circ}$  nach Westnordwest) wurde am Wege zur Maierspitz ( $\Delta$  2781 m) beobachtet.

Auch im Firnggebiet des Grübler Ferners steht Hornblendeschiefer an; in der Moräne wurden große Blöcke eines graugrünen, durch große Biotiteinsprenglinge gekennzeichneten Amphibolgesteins von W. Volz und A. v. Krafft gefunden. Weitere schmale Hornblendezüge kennzeichnen den Nordhang des Elferspitz zwischen Pinnis- und Stubaier Haupttal. Die an den erwähnten Einlagerungen gut sichtbare Streichrichtung ist vom Roten Grat und Wilden Freiger an bis zur Dresdnerhütte im obersten Stubai Nordwest—Südost. Saigere Aufrichtung (z. B. an der Dresdnerhütte) ist am häufigsten zu beobachten.

### 3. Scharung des Urgebirges im oberen Ötztal.

An diese ausgedehnte Region des Nordwest-Streichens, die bis Mieders und Matrei am Brenner und weiter bis zu den Tarntaler Köpfen fortsetzt, grenzt

weiter südlich zwischen Granatkogel, Timbeljoch (oberes Ötztal), oberem Pflerschtal und Brennersattel ein Gebiet, in dem das Urgebirge wie die eingefalteten Trias-Synklinen östliches bis nordöstliches<sup>1)</sup> Streichen aufweisen. Die Achse der Scharung ist nach Fr. Tellers Karte im oberen Gurglertal zwischen Gurgler Ferner und Obergurgl zu suchen, und verläuft von hier in sehr unregelmäßiger Form bis zur Brennerhöhe; zwischen dem Wilden Freiger, Neustift und dem oberen Gschnitz ist eine Interferenz beider Richtungen zu beobachten. Diese rechtwinkelige »Scharung« zweier verschiedener Streichrichtungen des archaischen Urgebirges, die beide mit der wesentlich ostwestlichen Längsrichtung in Disharmonie stehen, deutet auf ältere Faltungsphasen hin, wie sie auch im Südosten (Karnische Hauptkette) von mir nachgewiesen worden sind. Die Nordost-Richtung des Streichens weist auf den bezeichnendsten Zug im Gebirgsbau der südöstlichen Kalkalpen hin.<sup>2)</sup> Im Querschnitt entspricht die Hochregion der Ötztaler Masse einem riesigen, nach Osten verbreiterten Fächer, welchem südlich im Bereiche des Gurgler Kammes die Kalkphyllite in Form einer parallelschenkeligen, nach Nordwest geneigten Synkline vorlagern. Diese Kalkphyllite, welche in verkehrter Lagerung unter die Glimmerschiefer (Gneisphyllite auct.) des Hoch-Ötztals einfallen, streichen am Nordgehänge des Pfelderertales bis zur Kalkklippe von Unterprisch und dann nach abermaliger Unterbrechung am Nordgehänge des Ratschingestales bis zum Mareither Stein (Ridnaun). Diese Kalkphyllite und Marmore liegen im Südsüdost scheinbar normal auf dem kleinen Zentralmassiv von St. Leonhard im Passeier; diese St. Leonharder Augen- und Knotengneise vergleicht Grubenmann mit der Antholser Intrusivmasse, während Teller an die obere Abteilung der Glimmerschiefer beim Gneisphyllite des Ötztals denkt.

Daß ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen dem Bau des Gebirges und der Umbiegung der Judicarienlinie besteht, ergibt sich aus der allmählichen Drehung des Streichens aus Nordnordost nach Nordost, Ostnordost und Ost.<sup>3)</sup> In unmittelbarer nördlicher Fortsetzung der Judicarienlinie (d. h. Nordnordwest von Meran) streichen die Marmorlager und Hornblendeschieferzüge von der Hochwilden (3477 m) bis zum Liebener Spitz (3402 m) genau nach Nordnordost, und der Verlauf des Kammes entspricht vollkommen der Richtung der Schichten.

In nordöstlicher Richtung bleibt dieses Gebirgstreichen bis zum Timbeljoch vorherrschend, und biegt dann nach Nordost um. Weiter südlich im Passeiertal oberhalb von St. Leonhard ist das Nordost-Streichen von dem Seeberspitz (3305 m) an nachweisbar, um dann in den praecambrischen Marmorzügen des Ratschingestales nach Osten umzubiegen.

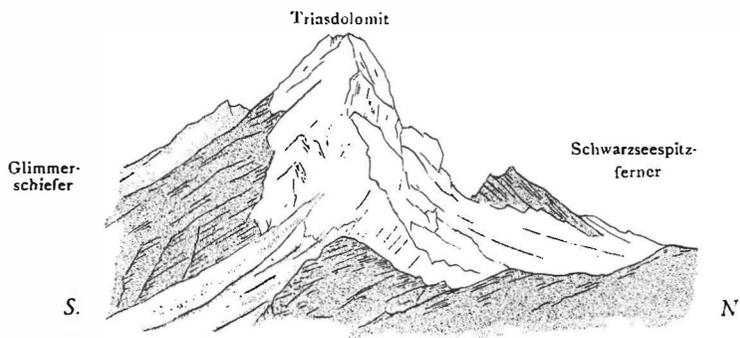
Genau zwischen den beiden eben besprochenen Regionen liegt in einer Höhe von 2300 m das in lebhaftem Betriebe befindliche Zinkblende-Bergwerk St. Martin am Schneeberg. Hier erlaubten die durch den Bergbau geschaffenen Aufschlüsse und die Untersuchung der eingefalteten Triasmarmore<sup>4)</sup> die Fest-

<sup>1)</sup> Auch an der Magdeburgerhütte (Pflersch) ist der Glimmerschiefer steil, meist bis zur saigeren Stellung aufgerichtet und durch schöne Fältelungserscheinungen sowie durch Gangquarz gekennzeichnet. Das Streichen ist hier Nordost—Südwest.

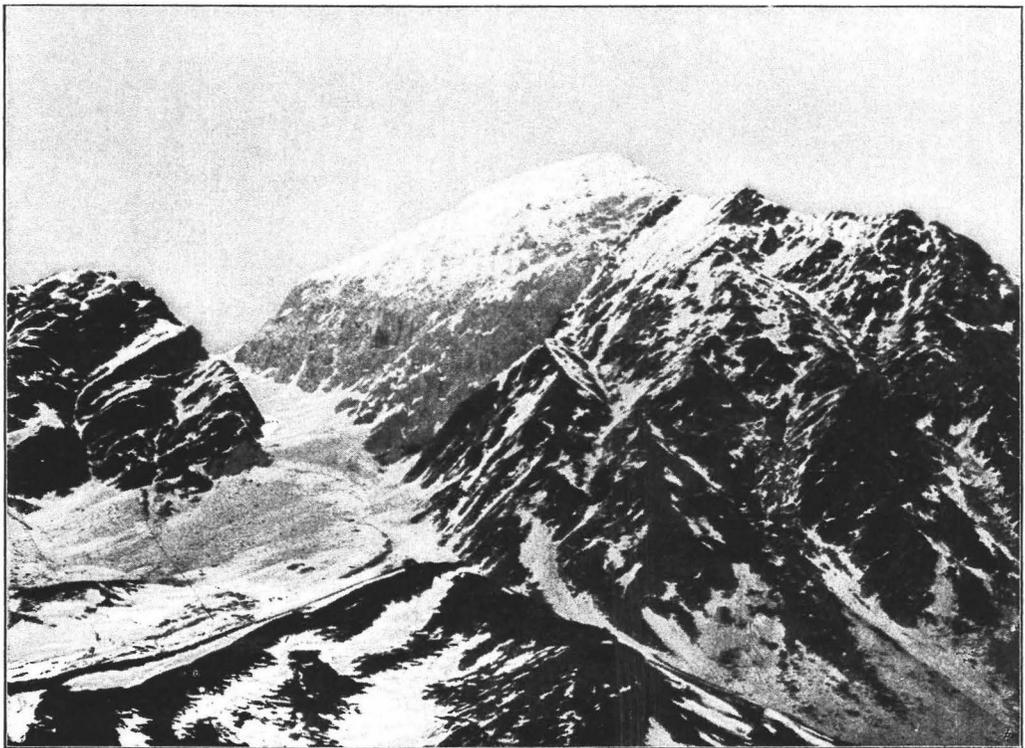
<sup>2)</sup> Daß die rechtwinkelige Scharung die Idee einer Überfaltung und »Ausplättung« der Ötztaler Masse ausschließt, sei nur beiläufig erwähnt.

<sup>3)</sup> Die nachfolgenden Angaben beruhen für den Nordwest-Teil des in Frage kommenden Blattes Sölden—St. Leonhard auf eigenen Einzeluntersuchungen, im übrigen auf dem von F. Teller aufgenommenen, von der k. k. geol. Reichsanstalt (mit Handkolorit) herausgegebenen Blatte der G. St. K. (1/70000).

<sup>4)</sup> Auffindung deutlicher Crinoidenreste läßt das jüngere Alter der teilweise vollkommen metamorphosierten Dolomite zweifellos erscheinen.



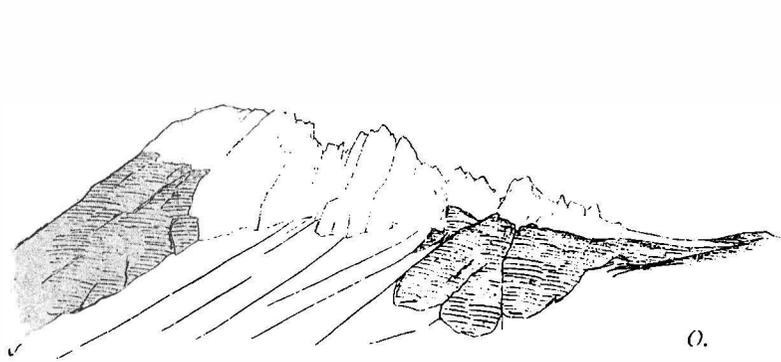
*Der Kalkkamm der Karlweissen von der Schwarzseespitze aus  
(scharf im Profil von Osten gesehen).*



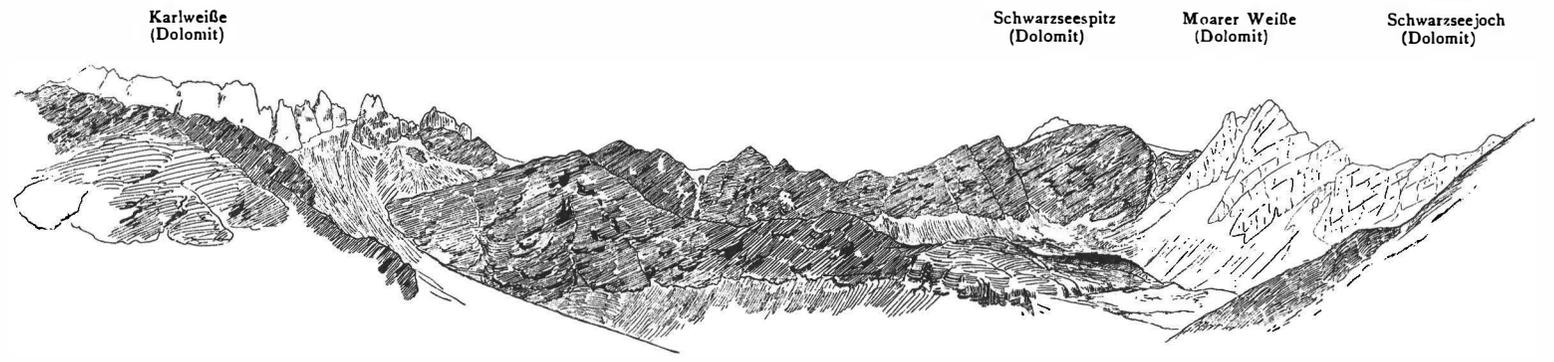
*W.*

*Die Karlweisse bei St. Martin am Schneeberg von Süden.  
Triasmarmor im Glimmerschiefer eingefaltet.*

*O.*



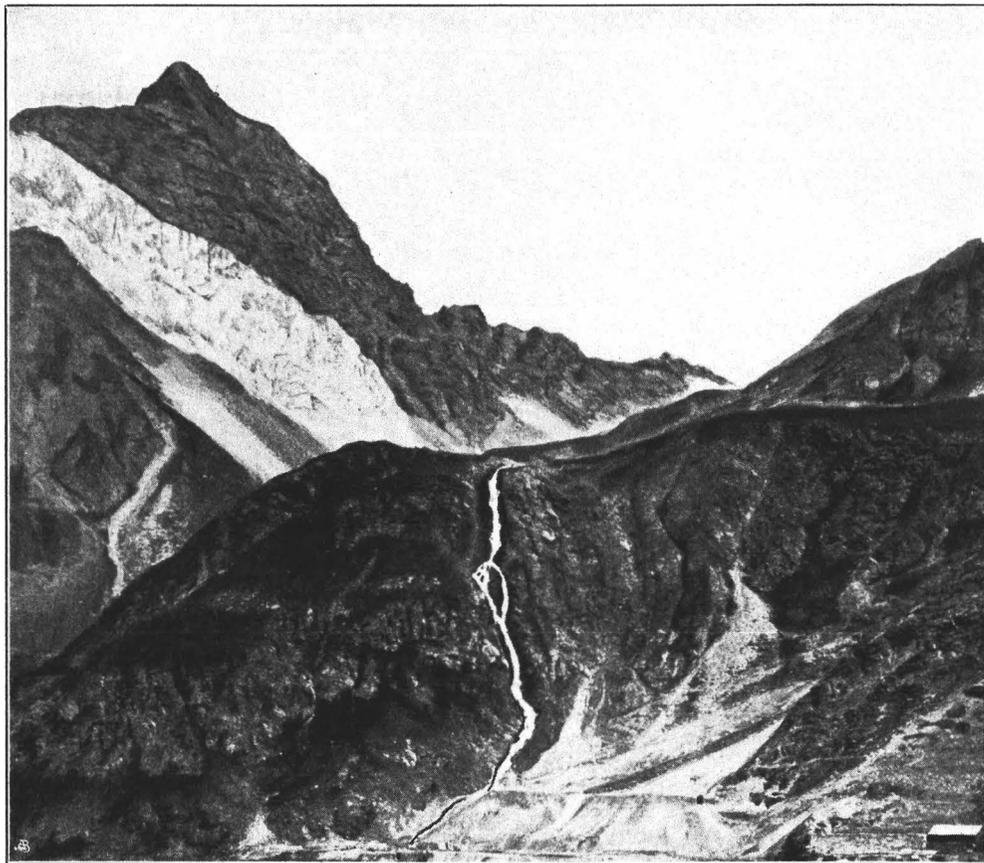
Die Karlweisse von der Schwarzseescharle.



Die eingefalteten Trias-Marmorzüge bei St. Martin am Schneeberg.

Gürtelwand

St. Martin am Schneeberg

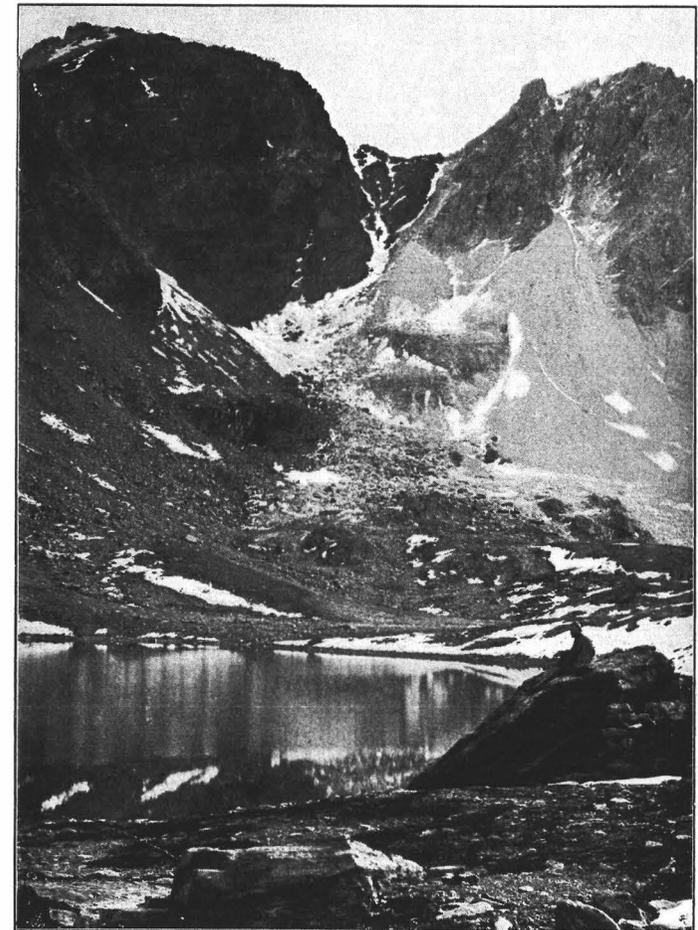


Gürtelwand bei St. Martin am Schneeberg.

Der helle, eingefaltete Triasdolomit, der ursprünglich deckenartig aufgelagert war, bildet inmitten des dunklen Glimmerschiefers eine Steilwand.

Schwarzseespitz

Moarer Weiße



Schwarzseespitz und Schwarzsee bei St. Martin am Schneeberg.

Glazialer Korrasionssee. Im Hintergrunde Schwarzseespitz und Moarer Weiße, zwei Einfaltungen von Triasdolomit im Glimmerschiefer.

stellung zahlreicher Einzelheiten. Als Hauptergebnis ist hervorzuheben, daß in diesem, 34 km nordöstlich von Meran liegenden Gebiet die Interferenz der Nordnordost- und der Ostnordost-Richtung, d. h. die Umbiegung der Judicarielinie zum schärfsten Ausdruck gelangt.

Über die interessante, dreimal von mir untersuchte Umgebung des Schneeberges enthält mein Tagebuch die folgenden Notizen<sup>1)</sup>:

Das Generalstreichen des archaischen Glimmerschiefers und Granatenglimmerschiefers, in dem die wesentlich aus Zinkblende und Bleiglanz bestehenden Gänge aufsetzen, ist genau Ost—West, das Einfallen unter 30—40° nach Norden gerichtet.

Die Grenze von Granatschiefer und normalem Glimmerschiefer liegt südlich vom Kaindl. Hornblende kommt nur vereinzelt vor. Das Fallen des Glimmerschiefers an dem »Liegenden Gang« des Schneeberges ist nach Nordwest gerichtet.

Die Gänge schneiden das Streichen der Schiefer unter mehr oder weniger spitzem Winkel; der »hangende« (nördliche) Gang streicht Ostnordost—West-südwest und verläuft genau parallel zu einem Teile der eingefalteten Triasmarmore, dem Zug Schwarzseespitz—Karlweiße und dem nördlichen Flügel des — im Streichen — hakenförmig gebogenen Dolomites der Moarer Weißen. Der liegende (südliche) Gang streicht Nordnordost—Südsüdwest, scharft sich infolgedessen im Norden mit dem hangenden Gang und verläuft parallel zur Falte der Gürtelwand und zu dem nördlichen Schenkel der Moarer Weißen.

Die saigere Mächtigkeit der Gänge beträgt 1,5—5 m und steigert sich an der erzreichen (»edlen«) Scharung beider Gänge bis auf 15 m: im weiteren Fortstreichen verquarzen die Gänge und enthalten nur noch etwas Bleiglanz. Jüngere Brüche (wie sie zahlreich in anderen Teilen unseres Gebietes an der Schiefer-Triasgrenze wahrnehmbar sind) fehlen auch hier nicht, bleiben aber ohne Einfluß auf die Erzführung.

Die Spalten, auf denen die Erze sich absetzten, sind vielmehr gleichzeitig und parallel mit der Einfaltung des Marmordolomites aufgerissen und bald darauf ausgefüllt worden.

Die größten Dislokationen dieser jüngeren Periode steigen bis 40 m Saiger ausmaß. Das ältere System der jüngeren Brüche, welche nur die ursprünglichen Falten verwerfen, streicht Westnordwest—Ostsüdost; die jüngsten Dislokationen, welche ihrerseits die Westnordwest-Brüche durchsetzen und ablenken, streichen fast genau Nord-Süd, ähnlich wie die kleinen Verwerfungen an der unteren Dolomitgrenze im Pinnis- und Sandestal.

Das abweichende Streichen der archaischen Schiefer deutet auf das Vorhandensein einer früheren Faltung hin, deren Altersbestimmung allerdings äußerst schwierig sein dürfte. Auch das rechtwinkelige Aufeinanderstoßen zweier Streichrichtungen im Gurglertal (s. o.) ließ eine ähnliche Erklärung nahe liegend erscheinen.

Sowohl die Erzgänge, wie die hakenförmig umgebogenen Dolomiteinfaltungen triadischen Alters zeigen die Umbiegung aus Nordnordost nach Ostnordost, welche weiter südlich bei Meran in der Judicarielinie wiederkehrt.

Auch im einzelnen läßt die Grenze von Trias und Archaicum mannigfache Zeichen tektonischen Druckes erkennen, der jedoch auf diese Zone beschränkt zu sein scheint.

<sup>1)</sup> Eine sehr eingehende Darstellung der petrographischen und mineralogischen Vorkommen hat v. Elterlein veröffentlicht (Jahrbuch d. k. k. geol. Reichsanstalt 1891). Auf die tektonischen Verhältnisse ist in dieser Arbeit weniger Rücksicht genommen.

An der Schwarzseescharte ist der Triasmarmor und der von Hornblendelagen durchzogene Granatenglimmerschiefer stark verquetscht; Schieferlager treten im Marmor, Marmorfetzen im Schiefer auf und Gangquarz ist sehr verbreitet. Der Marmor greift an der Scharte keilartig in den Schiefer ein, so daß der Kamm östlich des Passes aus Glimmerschiefer, der Abhang jederseits aus Marmor besteht; weiter unten erscheint dann wieder der Schiefer.

Am Schwarzsee, also zwischen Moarer- und Karlweißen, zeigt der hier auftretende typische Glimmerschiefer zerquetschte und zerbrochene Quarzfasern und geht lokal in eine typische Reibungsbreccie (Mylonit) über.

Die kleine, häufig Crinoiden führende Dolomitmarmoruppe der Schwarzseespitz<sup>1)</sup> ist die Fortsetzung der Karlweißen; der Zusammenhang der Triasmarmor ist durch Denudation unterbrochen. Auch die Gürtelwand ist die orographisch etwas tiefer liegende Fortsetzung der Karlweißen; hier hat die tief eingerissene Gürtelscharte den Zusammenhang aufgehoben.

In dem Tobel am Südabhang der Karlweißen ist der mechanische Kontakt zwischen Glimmerschiefer und Dolomitmarmor vorzüglich aufgeschlossen. Zahlreiche Keile von gelblichem Marmor sind in den Schiefer eingefaltet und in der abenteuerlichsten Weise zerquetscht und verbogen.

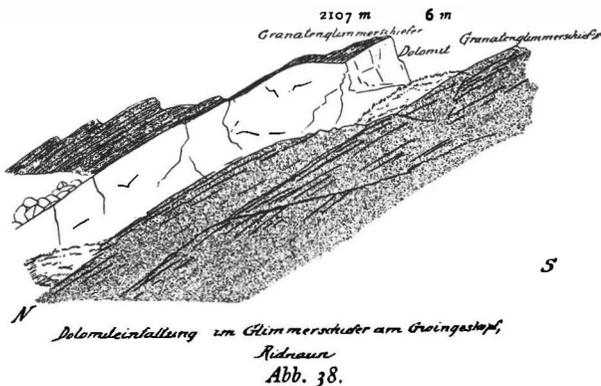
Der Glimmerschiefer steht im Tobel anfangs saiger und biegt dann um, indem er nach Nordnordwesten unter den Dolomit einfällt; letzterer besitzt lokale Klüftung und die sandige Verwitterungsoberfläche des Hauptdolomits und ist trotz der halbkristallinen Struktur deutlich geschichtet.

Auch im Hangenden und Liegenden der Dolomitfalte der Gürtelwand sind Verquetschungen und losgerissene Fetzen der beiden verfalteten Gesteine sichtbar. Am Südwestabsturz der Gürtelwand ist ein breiterer Schieferkeil in den Dolomit eingefaltet.

In tektonischer Beziehung bietet die touristisch nicht schwierige, jetzt durch zahlreiche Hüttenbauten<sup>2)</sup> zugänglich gemachte Firnhochfläche des Ebenen Talferners und Feuersteingletschers wenig. Allerdings sind nur die schmalen, über das Eis emporragenden Grate und Gipfel der Beobachtung zugänglich. Aber die

eingehende Untersuchung des Gebietes durch † Dr. A. v. Krafft und Professor Dr. W. Volz hat zwar die denkbar vollständigsten kartographischen Einzeichnungen, aber nur wenige Tatsachen von speziellem tektonischen Interesse ergeben.

Als Übergang zwischen den ausgedehnteren Triasfalten von St. Martin und dem Vorkommen der Gschleierwand liegt mitten im Ridnauner Glimmerschiefer eine wenig ausgedehnte Dolomit-



Am Höhepunkt 2107 m, nördlich des Zunderspitz, westlich der Gwingsalp. Die Mächtigkeit des Triasdolomit beträgt am Kamm 6 m und verschmälert sich weiterhin auf 3 m. Im Liegenden eine zweite Lage von 1 m Mächtigkeit.

<sup>1)</sup> Einfallen 40—45° nach Nordnordwest; an der Moarer Weiße fällt der Dolomit in gleicher Richtung unter 20°.

<sup>2)</sup> Grohmannhütte, Teplitzerhütte, Kaiserin Elisabeth-Haus, Müllerhütte, Magdeburgerhütte, Dresdnerhütte u. s. w.

falte: Am Höhepunkt 2107 m, nördlich von der Zunderspitze, westlich von der Gwingsalp beobachtete ich (siehe Ansicht) eine flach nach Norden einfallende Dolomitlage, die am Gebirgskamm 6 m Mächtigkeit aufweist und sich weiter abwärts bis auf 3 m verschmälert. Im Liegenden der mächtigen Schicht lag noch eine zweite von nur 1 m Mächtigkeit.

Wie die kleine Skizze zeigt, ist das Vorkommen vollkommen konkordant den Glimmerschiefern eingefaltet, so daß man zunächst den Gedanken an eine Einlagerung nicht abweisen würde. Doch fehlen in dem in allen Richtungen durchstreiften Glimmerschiefergebirge echte Einlagerungen gänzlich; es liegt somit nahe, am Gwingskopf das letzte Ausgehende einer isoklinen Triasmulde anzunehmen, um so mehr als die petrographische Beschaffenheit des Dolomites vollkommen mit dem der Gschleyerwand und Schwarzseespitze übereinstimmt. Flache Einfaltungen ähnlicher Art wurden bei Ambras am Nordrand der Zentralalpen beobachtet (oben S. 22).

## VII. Die Tarntalerköpfe im Nordosten der Brennerfurche.

Nach den Aufnahmen von Fr. E. Sueß sind in den Tarntalerköpfen die den Brennerphylliten auflagernden Kalke und Dolomite der Trias energisch gegen Nord gefaltet. Die Schichtenmassen wurden von den jedenfalls älteren (? dyadischen) Quarzschiefern und Serpentin horizontal überlagert. Die Achse der Falten senkt sich sehr rasch gegen Westen und bricht im Silltal an einer Verwerfung ab. Das Gehänge westlich der Sill wird von dem Stubai Glimmerschiefer (Gneisglimmerschiefer, Gneisphyllit) zusammengesetzt, der wohl sicher archaisch, jedenfalls viel älter als der Brennerphyllit ist.<sup>1)</sup>

F. E. Sueß<sup>2)</sup> hat in dem Gebiete der Triasfalten im Nordosten der Brennerlinie folgende Schichtglieder unterschieden: 1. Gneisglimmerschiefer; 2. Kalkphyllite des Brenners; 3. Alte Quarzphyllite des Brenners mit mannigfachen Zwischenlagen; 4. Quarzphyllite der Steinkohlenformation; 5. Dyas oder Untertrias: Quarzsericitgesteine und 6. Grüne Tarntaler Quarzitschiefer und Serpentine; 7. Die Gesteine der Triasformation: Hauptdolomit und Rhaet.

Das Silltal entspricht wie das obere Eisacktal einem Querbruch.

»Im Westen der Verwerfung des Silltales breiten sich die Glimmerschiefer der stehengebliebenen Scholle bis an den Fuß der Waldrastspitze aus. Das Gebiet östlich der Sill teilt sich in drei breite Streifen, welche von den Gesteinen der älteren Formationen gebildet werden und welche in zwei das Hauptstreichen des Gebirges einhaltenden Störungslinien einander grenzen. Den südlichen Streifen bildet der nördliche Teil des ausgedehnten Gebietes der Brennerkalkphyllite. Bei Tienzens im Navistale grenzen dieselben an die scheinbar konkordant aufliegenden Quarzphyllite der Steinkohlenformation, welche den zweiten Streifen bilden. Die Begrenzungsfläche fällt hier gegen Nord ein, wendet sich aber im Navistale bis zur Kirche ebenso wie die Schichtstellung der Kalkphyllite zu steilem Südfallen, im Klammtale wieder zu senkrechter Stellung und fällt in der Knappenkuchel unterhalb der Tarntalerköpfe abermals gegen Nord.

Die Quarzphyllite der Steinkohlenformation steigen zu einer im Westen flacheren und gegen Osten steiler werdenden antiklinalen Wölbung empor. An

<sup>1)</sup> Die Bezeichnung archaisch soll, ohne auf die Frage der Erstarrungskruste einzugehen, nur besagen, daß die Glimmerschiefer zweifellos viel älter als die praecambrischen Brennerphyllite sind.

<sup>2)</sup> Jahrb. d. k. k. Geolog. R.-A. 1894, S. 589 ff., bez. S. 610 ff. Die Arbeit ist als Teil der einheitlichen Aufnahme des Brennergebietes entstanden.

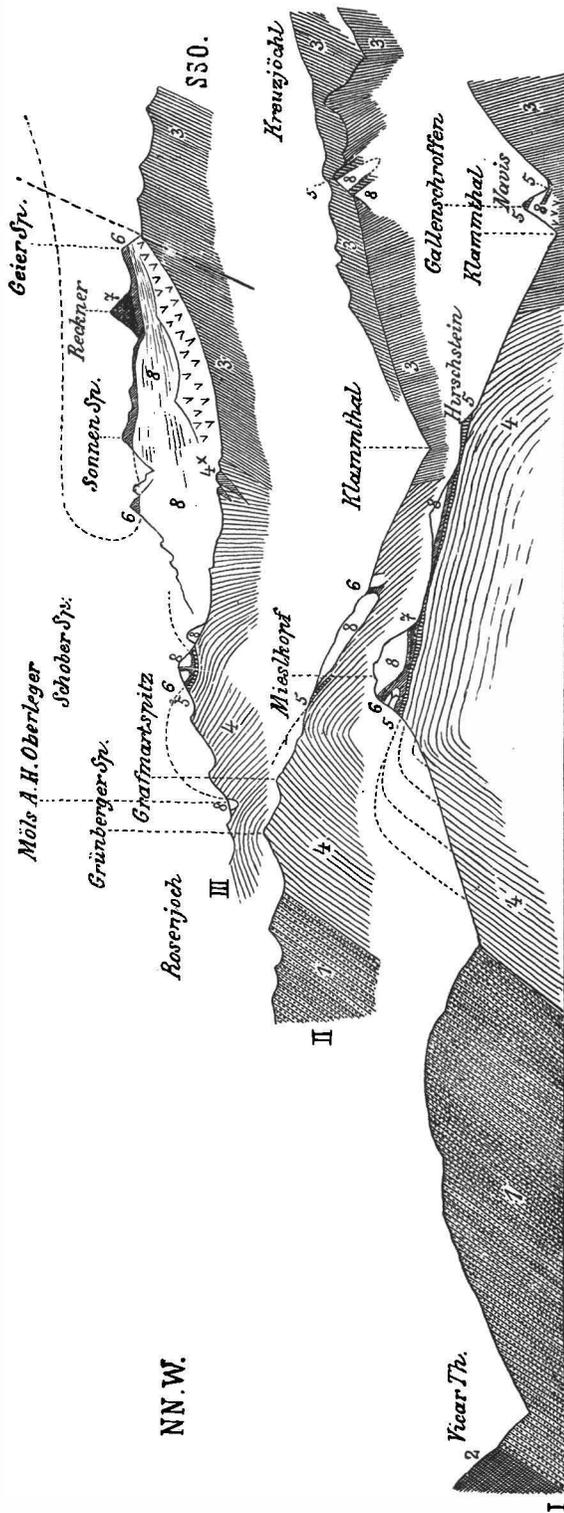


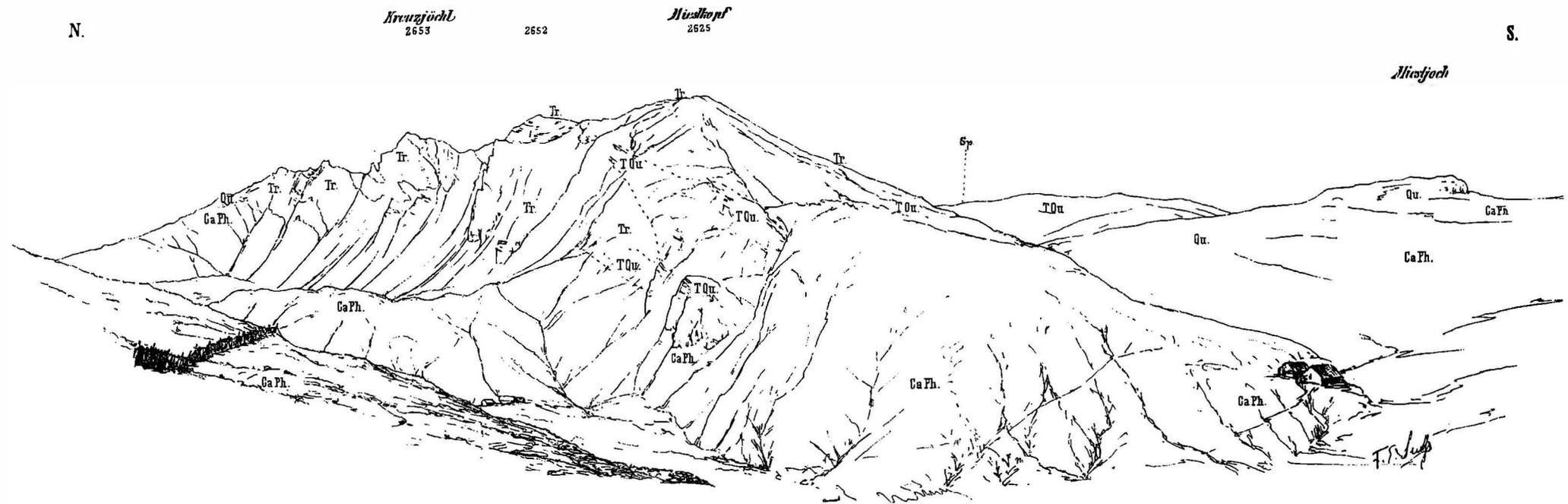
Abb. 39. Profilserie durch die Tarnaler Köpfe.

1. Quarzphyllite des Brenners. 2. Glimmerschieferlagen im Quarzphyllit. 3. Kalkphyllite des Brenners. 4. Quarzphyllite der Steinkohlenformation. 5. Quarzbreccie und Schiefer (Dyas). 6. Tarnaler Quarzschiefer. 7. Serpentin. 8. Gesteine der Triasformation. X Eisendolomit.

den nördlichen steiler abfallenden Flügel dieser Antikline schließen sich die gleichsinnig einfallenden älteren Quarzphyllite an, welche das Nordfallen bis in die Gegend von Igl bei Innsbruck beibehalten und die dritte Zone bilden. Die Beziehung dieser Phyllite zu dem Glimmerschiefer des Patscherkofels ist noch nicht vollkommen klargelegt.

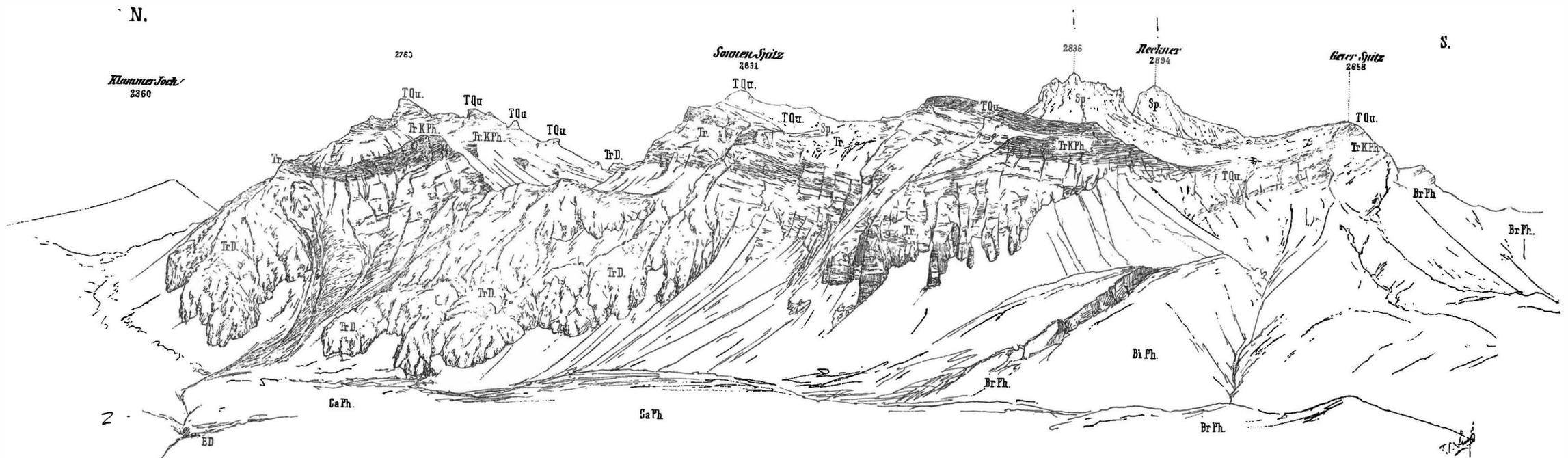
Die Dolomite und die dieselben fast stets begleitenden quarzitischen Gesteine liegen in einzelnen Partien teils am Scheitel und teils am Südflügel der Antikline der jüngeren Quarzphyllite, teils innerhalb der Kalkphyllite. Hieraus ergibt sich, daß diese Gesteine der Dyas- und Triasformation über die älteren Gesteine transgredieren. (Vergl. nebenstehende Profile.)

Die einzelnen Partien der Triasformation ergaben sich als Stücke von Faltenzügen von mannigfaltigem Bau und einheitlichem Ostnordost — Westsüdwest-Streichen. (Die Tarnaler Köpfe bilden also die nordöstliche Fortsetzung der bis zur Brennerhöhe verfolgten Nordost-Scholle (S. 58). Die Grenze gegen das Nordwest — Südost-Streichen bildet der Silltal-Bruch, der einem Sinken der Nordostscholle entspricht. Verf.) Die Faltung ist mit Ausnahme der schmalen nordfallenden »Faltenwurzel« am Sägenhorst immer gegen



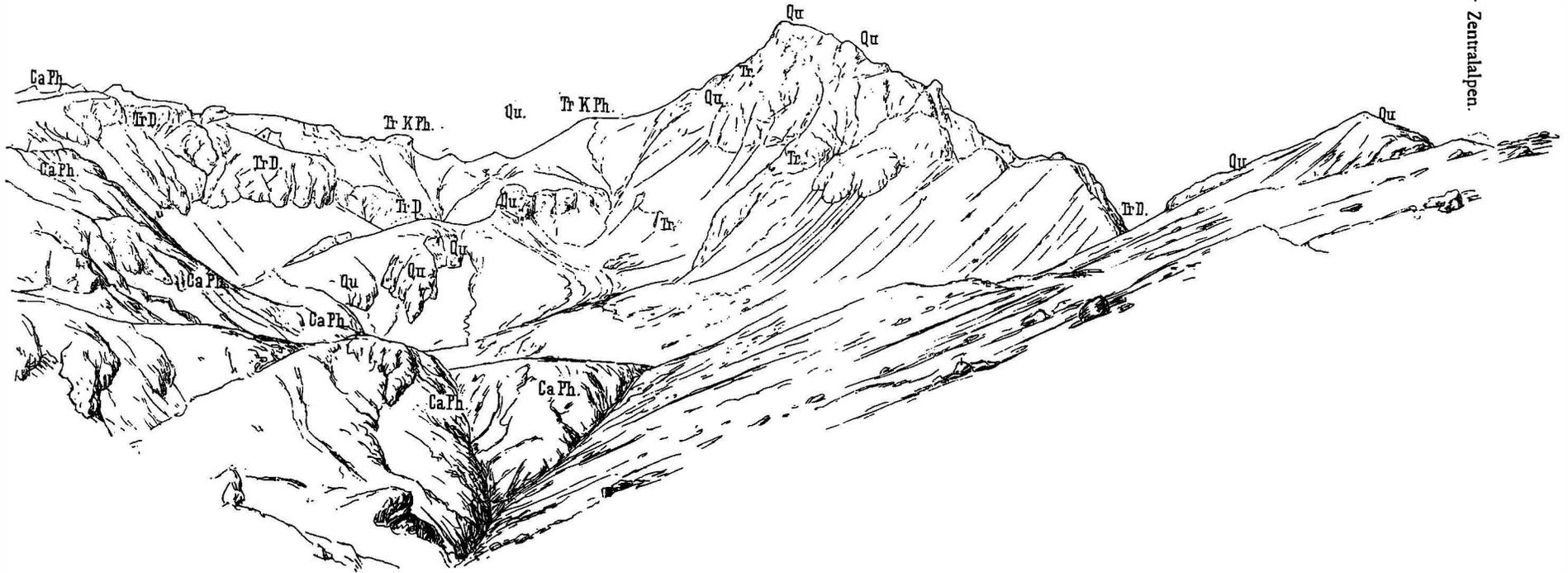
*Mieslkopf und Kreuzjöchl von Westen aus gesehen.*

Rechts im Vordergrund die Kuhalpe, hinten im Tale die Ochsenalpe. TQu = Tarntaler Quarzitschiefer. Sp = Serpentin. Tr = Gesteine der Triasformation. CaPh = Quarzphyllite der Karbonformation. Qu = Quarzsericitgrauwacken. Man sieht von Norden her die über den karbonischen Phylliten liegenden Quarzitgesteine unter die triadischen Kalkschiefer und Dolomite hineinstreichen. Am Abhänge des Mieslkopfes steigen die Tarntaler Quarzitschiefer zu einer kleiner Synklinale empor und verschwinden weiter im Süden unter dem Gehängeschutt. Am Kreuzjöchl sieht man zwei Synklinalen von Triasdolomit im triadischen Kalkschiefer. Die Stelle, wo der Serpentin ansteht, befindet sich am jenseitigen Gehänge und ist vom Standpunkte des Beschauers aus nicht sichtbar.



*Tarntaler Köpfe von einem Punkte des Nordgehänges des Kreuzjöchls aus gesehen.*

BrPh = Kalkphyllit des Brenners. ED = Eisendolomit. Sp = Serpentin. TQu = Tarntaler Quarzitschiefer. Tr = Gesteine der Triasformation. TrD = Dolomite und TrKPh = Kalkphyllite der Triasformation. Die Tarntaler Quarzitschiefer in Verbindung mit den Serpentin überlagern auf eine weite Strecke die verschiedenen Gesteine der Triasformation.



Hippoldjoch (2536 m) mit dem Hippold (2651 m) von Osten aus gesehen.

Ca Ph = Quarzphyllite der Karbonformation. Qu = Quarz-Sericit-Grauacken der Dyasformation. Tr D = Dolomite und Tr K Ph = Kalkphyllite der Triasformation. Auf der linken Seite der Zeichnung liegen normal über den karbonischen Phylliten die Quarzsericitgesteine und darüber die Dolomite und Kalkphyllite. Auf der Höhe des Joches liegen ebenfalls Quarzsericitschiefer. Gegen Norden (rechts) steigen diese Gesteine in einer unterbrochenen Wölbung zum Gipfel des Hippold empor. Die Quarzitgesteine rechts im Vordergrund gehören demselben Zuge an. Am Süd- und Ostabhänge des Hippold, wo der Quarzit zug unterbrochen ist, tauchen abermals die Dolomite hervor. Die Triasdolomite rechts stellen den synklinalen Teil einer gegen Nord überschobenen Falte dar.

Nord gerichtet. Die weitgehendste Überfaltung oder auch Überschiebung hat in den Tarntalerköpfen stattgefunden, wo die sonst an der Basis der Triasformation liegenden grünen Quarzitschiefer und Serpentine die Triasformation auf weite Strecken überlagern.

Es ist nicht leicht, den Zusammenhang dereinzeln durchwegs synklinalen Faltenstücke in sicherer Weise festzustellen. Wenn man einen ziemlich raschen Wechsel des Faltenbaues im Streichen gelten lassen will, wird man die Falten wohl am besten folgendermaßen gruppieren können: 1. Pfons-Mieslkopf; 2. Ruippler Alm, Grafmarter, Mälsalm, Hippold; 3. Schusteralm, Roßböden, Mölser Scharte, Torspitze; 4. Tienzens, Gallenschroffen bei Navis, Tarntalerköpfe, Kahlwand, Torwand; 5. Sägenhorst.

Noch weiter im Süden reiht sich an diese fünf Faltenzonen bei Hintertux und Madseit noch ein sechster breiterer Quarzit-Dolomitzug, welcher schon außerhalb des kolorierten Kartengebietes liegt.

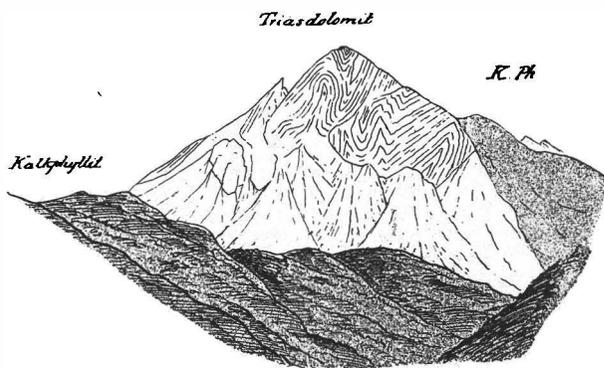
Die Längsachsen der Synklinen steigen gegen Ost sehr rasch empor. Diesem Umstande gemäß bilden in einem Teile des Gebietes die Dolomite die Gipfel der Berge; noch weiter östlich im Gebiete des Graukopfs bis an das Zillertal fehlen diese Gesteine vollständig; die Triaszüge heben sich gegen Osten vollständig aus den Phylliten heraus und sind durch Abtragung verschwunden.

Soweit Sueß, dessen Angaben ich nach eigener Kenntnis des Gebietes nur bestätigen kann.

Nach Süden zu vorschreitend, begegnen wir drei Einfaltungen — einfachen, nicht überschobenen Synklinen, — welche in dem weiten Phyllitgebiet östlich Sterzing das Vorhandensein einer Triasdecke beweisen. In der nördlichen und südlichen Synkline, an der Schoberspitze im Schmirner Tal und der Weißspitz südöstlich Gossensaß ist nur Triasdolomit vorhanden, und zwar ist der komplizierte Bau einer stark zusammengeschobenen Synkline an der Schoberspitze besonders deutlich aufgeschlossen. Der Dolomit ist durch streichende Verwerfungen von dem kalkig-tonigen Gesteine des Kalkphyllits scharf getrennt. Die Form der Lagerung läßt bei genauer Untersuchung in der Nähe ebensowenig, wie bei der, die landschaftlichen Formen berücksichtigenden Betrachtung irgend einen Zweifel über das Vorhandensein einer tief versenkten, ost — west-streichenden Einfaltung (s. d. Profil) aufkommen:

Es kann sich weder um eine Überschiebung noch um eine antiklinale Aufwölbung der Trias handeln (was notwendig wäre, wenn man die Kalkphyllite als posttriadisch deutete).

An der Kalkwandstange unweit des Schlüsseljoches ist außer dem Triasdolomit noch ein rötlicher Quarzit mit eingefaltet. Auch hier läßt die kartographisch genau festgestellte Form ebenso wie die Gesteinsbeschaffenheit nur die Annahme einer an streichende Verwerfungen versenkten, grabenähnlichen Synkline



*Schoberspitze am Eingange des Wildlahnerthales  
bei Toldern*

Abb. 40.



Phyllite umgibt östlich des Brenners den in westsüdwestlicher Richtung untertauchenden Zillertaler Gneisgranit in flacher kuppelförmiger Lagerung. Das Einfallen der Phyllite ist daher auch am Brenner nach Nordwesten gerichtet.

1. Zwischen Kalkphyllit und Gneisgranit (Wildseespitz, Kraxentrager) schiebt sich die tiefere, wenig mächtige Grenzschieferzone ein, die hier aus dem quarzitären Glimmerschiefer, Quarziten, Kieselschiefer (mit Gangquarz) und Strahlsteinschiefer<sup>1)</sup> besteht.

Die quarzitären Gesteine sind durch das Auftreten klaffender Spalten ausgezeichnet; diese Spalten sind bis 100 m lang, 20 m tief, 1/2 m breit und verlaufen von Süden nach Norden.

2. Der Kalkphyllit, die tiefere Stufe der Brennerphyllite bildet im Norden (Vennatal) die Saxalpenwand, im Süden die zur Flatschspitz emporziehenden, von der Luegeralp jäh abstürzenden Wände. Die beiden Bergzüge fallen der Schichtenneigung entsprechend nach außen sanft ab, während die nach innen ausgehenden Schichtenköpfe des Kalkphyllits Wände bilden und fast genau dem Streichen entsprechen.<sup>2)</sup>

3. Die obere Stufe der Brennerphyllite, der Quarzphyllit oder Tonglimmerschiefer setzt die einander entsprechenden Bergcoullissen im Norden und Süden der flachen, Westsüdwest und Ostnordost streichenden Aufwölbung zusammen.

Der Gneisgranit bildet den Hintergrund des Vennatales und der benachbarten Täler von der deutlich ausgeprägten Wandstufe im Talinnern an aufwärts. Der nach Westen einfallende Gneis des obersten Vennatales zeigt am Kraxentrager Fetzen von feinschuppigem Glimmerschiefer und ist vorwiegend weiß und feinkörnig. An der Saxalpenwand beobachtet man feinkörnige porphyrische Gesteine, während im untern Vennatale an der Grenze gegen den Marmor grobkörnige Augengneise entwickelt sind.

Als Einlagerungen enthält der Gneis am Kraxentrager, Kluppen und der Eiseseespitz Eisenkies, Plagioklas in großen kristallinen Massen und häufig Gangquarz. Die folgenden Schichtengruppen sind unten 30—40° nach Nordwesten geneigt.

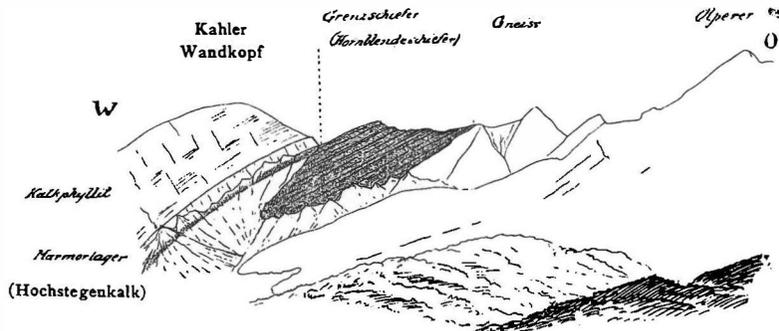
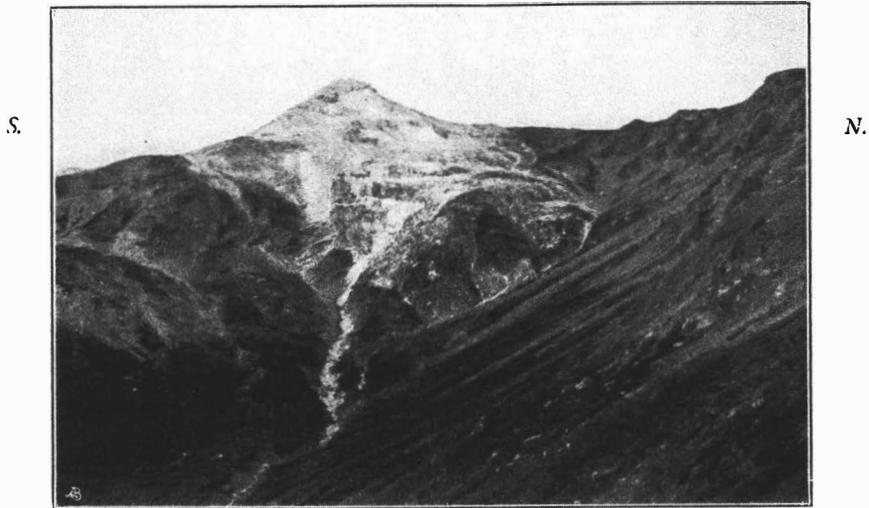


Abb. 43. Schichtenfolge des Urgebirges am Olperer von Süd.

Profil vom Olperer nach Westen. Im Vordergrund die Alpeiner Alp.

<sup>1)</sup> Die Exkursionen, welche über diese Lagerungsverhältnisse Aufschluß geben, sind von F. Becke in umsichtiger Weise zusammengestellt und eingehend beschrieben worden. Siehe Exkursion am Westende der Hohen Tauern (Zillertal, Führer VIII, Wien 1903, besonders 7. Tag, S. 34—37. Die Bezeichnung des Ortes Dux oder Tux ist auf den Karten schwankend. Ich schreibe durchweg Tux, um die Verwechslung mit der böhmischen Stadt Dux zu vermeiden. Über die Termiersche Deutung der Phyllite als mesozoische »schistes lustrés« und die Widerlegung dieser Anschauung siehe Diener, Zentralblatt für Mineralogie etc. 1904, bes. S. 168. — <sup>2)</sup> Die Flächen der Schiefer sind mit garbenförmig verteilten Stengeln von großen Disthenen (Rhaeticit) bedeckt.

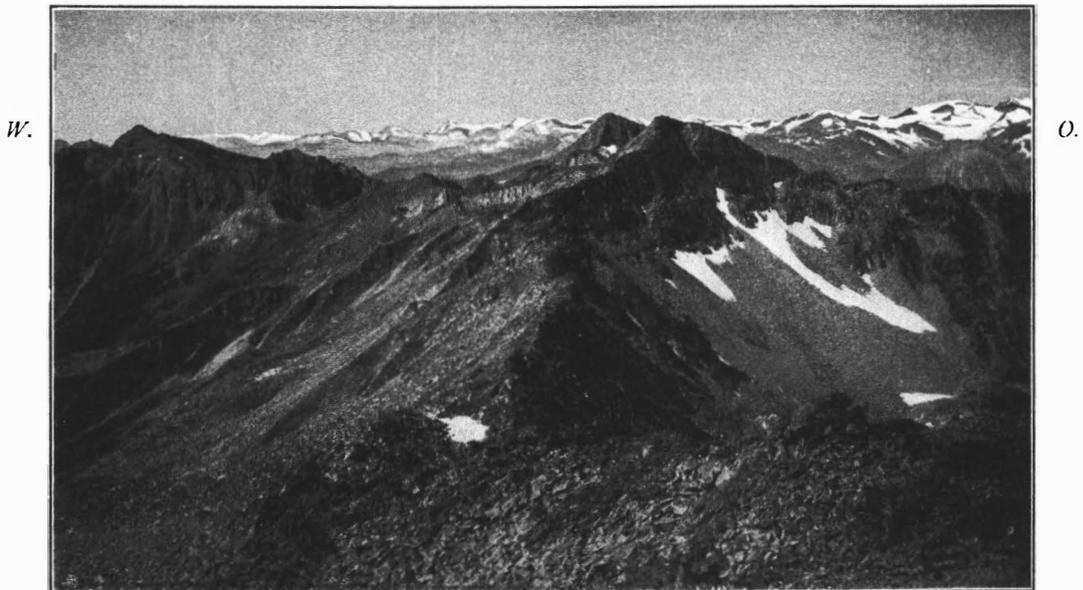
BEISPIELE TRIADISCHER DOLOMITE (OBEN)  
UND PRAECAMBRISCHE MARMORE (UNTEN).



*Weißspitz bei Gossensaß (Triasdolomit auf Quarzphyllit).*

Wolfendorn

Tuxer Gneismasse



*Der Wolfendorn von Süden.*

Die nach Westen einfallenden Bänke des praecambrischen, vom Gneisgranit abfallenden Marmors (Hochstegenkalk).

B. 1. Den Fuß des Absturzes der Saxalpenwand bildet der ca. 200 m mächtige Grenzschiefer, zusammengesetzt aus wechselnden Bändern von Hornblende-schiefer, Gneisphyllit, Glimmerschiefer und untergeordnetem Kieselschiefer. Dunkle, mannigfach zerklüftete Wände heben das Gestein scharf von dem grauweißen Gneis und dem schneeweißen Marmor ab.

2 a. Darüber lagert konkordant, den höchsten Teil der Saxalpenwand (2698 m) bis zur Scharte und dem Sillesköpfel zusammensetzend, der wohlgeschichtete weiße grobkristalline Marmor, ebenfalls ca. 200 m mächtig; glatte weniger zerklüftete Wände und wenig geneigte dem Abhänge parallele Schichtenflächen kennzeichnen das Gestein von ferne. Der Reichtum an prächtigem Edelweiß ist auch für den Nichtgeologen ein beinahe untrügliches Kennzeichen des Vorwiegens kalkiger Gesteine.

2 b. In der Scharte des Sillesköpfels überlagert Kalkphyllit in großer Mächtigkeit den Marmor.

3. Das gleiche Fallen und Streichen der ganzen Schichtenmasse läßt keinen Zweifel darüber, daß der Quarzphyllit des Padaunberges konkordant über dem Kalkphyllit lagert.

Am Nordabhang des Wolfendorns, nach dem Wildsee zu, ist im Hangenden des feinkörnigen, von Glimmerschieferfetzen durchzogenen Gneises nur die tiefere Grenzschieferzone sichtbar. Die höhere Lage besitzt am Gehänge des Wolfendornspfels nur geringe räumliche Erstreckung. Die tiefere Zone ist im Hintergrunde der Griesbergalp von weitem als schwarze Lage sichtbar und besteht im Hangenden des hellen Gneises aus: a) weißen Schichten (weißem Quarz und weißem Glimmerschiefer), b) dunklem Hornblende- und Strahlsteinschiefer. Darüber folgt Hochstegenmarmor und Kalkphyllit. (Abb. 42, vergl. auch oben S. 8ff.)

Am Kraxentrager und der Saxalpenwand ist dasselbe Profil ebenfalls in größter Deutlichkeit aufgeschlossen:

Auch am Kahlen Wandkopf und der Kaserer Scharte ist die gleiche regelmäßige Auflagerung der Grenzschiefer und Marmore auf dem Gneis des Olperers zu beobachten (siehe Abb. 43).<sup>1)</sup> Der Marmorzug der Hochstegenkalk im Hangenden des Grenzschiefers besitzt hier kaum ein Drittel der Mächtigkeit wie an der Saxalpenwand. Jedoch sind im untern Teil des Phyllits drei ziemlich regelmäßig durchstreichende Kalkbänder zu beobachten. Es handelt sich also um die Einschiebung schiefriger Bänke in den unteren Teil des Hochstegenmarmors, d. h. um einen geringfügigen Facieswechsel.

#### Die Landschafts-

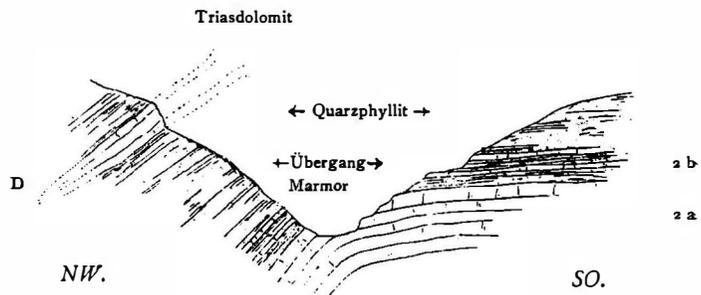
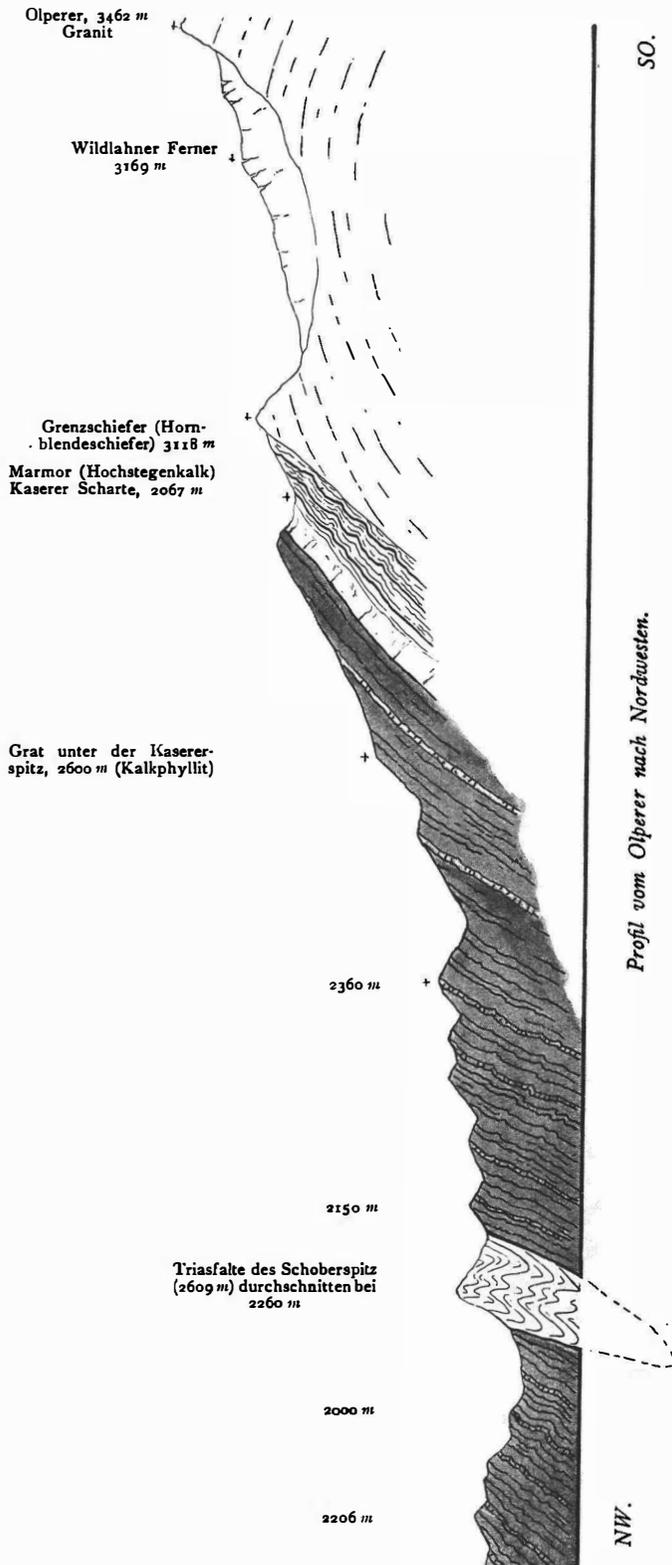


Abb. 44. Querschnitt durch den Brennerpaß.

2 a Marmor des Kalkphyllits (= Hochstegenkalk), überlagert vom Kalkphyllit (2 b) mit Triaseinfaltungen (D).

<sup>1)</sup> Mit Rücksicht auf die neuerdings erhobenen Zweifel an der vorpalaeozoischen Altersstellung der Brennerphyllite glaube ich die von mir gemachten Beobachtungen in extenso wiedergeben zu sollen. So wichtig z. B. die Fossilfunde Geyers bei Murau für das palaeozoische Alter der steierischen Kalkphyllite sind, so können sie doch für die Deutung der weit entfernten Tiroler Vorkommen kaum herangezogen werden. (Verhandl. geol. R.-A. 1890, S. 190, 1891, S. 352, 1894, S. 406.) Bei der gänzlichen Verschiedenheit, welche z. B. zwischen den Brennerphylliten und der silurischen Schichtenfolge der karnischen Hauptkette besteht, halte ich eine Gleichstellung beider für unzulässig. Vergl. C. Diener, Bau und Bild Österreichs, S. 439, 440.



formen der vorwiegenden Gesteine Gneis, Phyllit und Marmor sind deutlich unterscheidbar. Der Gneis hat die helle Färbung und die Neigung zur Wandbildung mit dem wohlgeschichteten Marmor gemein, bildet aber schon wegen seiner größeren Mächtigkeit meist kühnere und schroffere Kämme. Der Kalkphyllit verwittert in gerundeten Formen (Mugeln).

Im Eisacktal zwischen Brennerposthaus und Brennerbad bildet die flache Aufwölbung der Kalkphyllite den Fuß der die Brennersenke begrenzenden Abhänge. Die Basis des Kalkphyllites stellen hier regelmäßig gelagerte, aus grauem oder gelblichem grobkörnigem Marmor bestehende Bänke dar, die in Steinbrüchen an der Straße abgebaut werden. Die mit dem Marmor wechsellagernden Tonschiefer und Glimmerschiefer der Quarzphyllite sind im Gegensatz zu ersteren stark verquetscht und gefältelt, so daß eine Art tektonischer Diskordanz zwischen den verschieden harten Gesteinen entsteht.

Der das Hangende des Kalkphyllits darstellende typische Tonglimmerschiefer ist zuweilen als Tonschiefer, Grauwackengestein oder Quarzitschiefer ausgebildet. Den Nordflügel der flachen Ostnordost—West-südwest streichenden Aufwölbung bildet der Padaunberg, Padaunkofel und die Berge nördlich des Vallstales; ihnen entsprechen im Süden die Quarzphyllite der Daxspitz, Rollspitz, des Hühnerspiels und des nach Sterzing zu abdachenden Bergzuges.

Bei Gossensaß streichen im Osten der Brennerfurche die Phyllite von Nordosten nach Südwesten und zeigen flaches Einfallen (durchschnittlich 20°). Der Kalkphyllit steigt in regelmäßiger Wölbung bis zu 1900 *m* empor<sup>1)</sup> und wird hier von dem jüngeren Quarzphyllit normal überlagert.<sup>2)</sup>

Als Ausnahme finden sich auch noch im höheren Teile des Quarzphyllites kalkige Einlagerungen, so am Baiernock und Riedspitz (2613 *m*, 2494 *m*). Am Saungipfel, dessen Ostwände steil zum Pfitschthal abstürzen, sind graue dolomitische Phyllite (Ostnordost—West-südwest streichend) in saigerer Stellung aufgeschlossen; doch besteht der ganze, langsam nach Sterzing absenkende Westhang aus normalem Tonglimmerschiefer (der am Bahnhof wieder Kalkfasern zeigt).

Die Terrasse des Brauhofs oberhalb Sterzing besteht aus einer vollkommen verhärteten Glazialbreccie: Quarzphyllitbrocken mit kalkig-dolomitischem Bindemittel. Die Schichten der Breccie fallen dem Gehänge entsprechend flach nach Osten und entsprechen wohl wie die Höttinger Breccie dem Schuttkegel einer Oszillation der vordringenden Eismassen.

Gesteine, die auf Eistransport hindeuten (wie die erratischen Zillertaler Granitblöcke bei Schmuders) fehlen der Breccie vollkommen. Hingegen deutet das dolomitisch-kalkige Bindemittel auf eine früher weitere Verbreitung triadischen Gesteins. Das südlichste Vorkommen der Reihe Tarntalerköpfe—Schober-spitz — Kalkwandstange (am Schlüsseljoch) ist der kleine Dolomitkopf der Weißspitze (2716 *m*) unmittelbar südlich des Hühnerspiels. So wenig ausgedehnt dies südlichste Vorkommen ist, so zeigen doch seine gequetschten, gebänderten Dolomite und Dolomitbreccien sowie die grünlichen Kontaktgesteine des Tonglimmerschiefers an, daß hier nur der letzte Kern einer eingefalteten Triasmulde vorliegt.

<sup>1)</sup> Der Annahme Termiers, daß der Kalkphyllit des Hühnerspiels zwischen zwei Faltenschenkeln von Triaskalk eingeschlossen, mithin mesozoisch sei, widerspricht die einfache kuppelförmige Aufwölbung des ganzen Gebirges. Auch die oben im Profil wiedergegebenen schwarzen glimmerhaltigen Kieselschiefer und Glimmerschiefer der Flatschspitz sind zwar petrographisch verschieden von Kalk- und Quarzphyllit, aber stratigraphisch zum Grenzschiefer, d. h. zu der normalen Basis des regelmäßig gelagerten Brennerphyllits zu rechnen. Vergl. C. Diener, Zentralblatt f. Mineralogie etc., S. 168.

<sup>2)</sup> Über Wechsellagerung beider siehe den stratigraphischen Teil.

Rollspitz (2800 *m*) sind jüngere Gebilde nicht nachweisbar. Hingegen besteht wieder die niedrige Kalkwandstange (2382 *m*) aus einem Ost—West streichenden nach Süden einfallenden Dolomitzug, der oberhalb Kematen dem Talboden von Außerpfitsch nahe kommt. Hier ist die tiefe Einfaltung der Trias auch orographisch deutlich ausgeprägt.

## 2. Der Süden der Zillertaler Alpen (Pfitscher Joch, Hochfeiler,<sup>1)</sup> Mösele).

Über den Süden der Zillertaler Alpen liegen aus den siebziger Jahren mustergültige, auf der Karte dargestellte Aufnahmen von Friedr. Teller vor, deren klare Schilderung deshalb wiedergegeben sei, weil die hier beobachteten, nach Süd gewandten Überfaltungen den schon längst vorliegenden Beweis gegen die nordwärts gerichtete hypothetische Überschiebung der Zentralalpen bilden: »Der Gneiskern der Tauernmasse spaltet sich in westlicher Richtung in zwei Äste, die man orographisch als Zillertaler und Tuxer Kamm unterscheidet. Der südliche Kamm zieht über die höchsten Erhebungen der Tauernkette, die Mösele—Hochfeilergruppe, zu dem eisfreien, in Rote Beil und Hochsäge gipfelnden Grenzkamm zwischen Pfitsch und Pfunders, — der nördliche bildet als Wasserscheide zwischen Eisack und Sill die felsigen Käme im Norden des Pfitschtales, Alpeiner—Kraxentrager—Wildseespitz und erreicht im Wolfendorn seinen westlichsten Grenzfeiler. Zwischen beide greift, hoch zu den Gehängen des Pfitschtales hinaufreichend, in nach Ost sich verschmälerndem Zuge die bunte Reihe der Schichtgesteine der Kalkphyllitgruppe (»Schieferhülle«) ein.

Die Störungserscheinungen an dem Außenrande des südlichen Astes wiederholen sich nun am Südrande des Tuxer Astes in noch prägnanterer Form. Die Äquivalente der Strahlsteinschiefer, Kalke und Phyllite, welche diesen Gneiskern flach überlagernd im Norden und Nordwesten zur Brennereinsenkung abdachen, fallen in dessen südlicher Umrandung längs des Pfitschtales — zwischen Kematen und Stein — auf eine Erstreckung von 7 *km* mit ca. 40° unter die Gneise ein. Dort, wo Tuxer und Zillertaler Kamm näher aneinander rücken, im Gebiete des Pfitscher Joches und der Griesscharte, stellt sich die überkippte Schichtenfolge steiler und endlich vollkommen senkrecht auf.

»Die dem Pfitschtal entlang streichenden Schichtgesteine der Kalkphyllit-Formation bilden somit ein isoklines Faltensystem zwischen den zwei asymmetrisch gebauten, lokal nach Süd überschobenen Antiklinen des Gneisgewölbes der Wildseespitze (Tuxer) und des Mösele (d. h. des Zillertaler Kammes).«

Auch nach meinen durchaus das Vorstehende bestätigenden Begehungen folgen am Pfitscher Joch auf Gneise und Augengneise<sup>2)</sup> des Zillertaler Kernes zunächst dunkle Glimmerschiefer, die beim Abstieg nach St. Jakob in Pfitsch in Strahlsteinschiefer und Granatphyllite übergehen; lokal finden sich auch Gesteine vom Aussehen des Quarzphyllits. Die ganze nicht allzu mächtige Schichtenfolge, die ich zu den an der Untergrenze des Kalkphyllits ruhenden »Grenzschiefern« rechne, ist saiger aufgerichtet. Der normale, überaus mächtige Kalkphyllit ist weiterhin ebenfalls saiger, etwas schräg zur Längsrichtung des Tales aufgerichtet.<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Die Aussicht auf die Hochfeilergruppe bildet den Hintergrund des Bildes der Gschleyerwand (Abb. 33, S. 49).

<sup>2)</sup> Augengneise finden sich nach Futterer auch an der Griesscharte. N. Jahrb. Beil. Bd. IX., S. 509.

<sup>3)</sup> Die noch mehr ins einzelne gehende, von Becke beobachtete Schichtenfolge der Grenzschieferzone des Pfitscher Jochs sei nach dem Exkursionsführer (VIII) durch das Westende der Hohen Tauern (Zillertal) S. 34 kurz wiedergegeben: Norden. 1. Aplitische Randfacies des Tuxer Gneisgranits mit Amphibollagern; 2. Konglomeratschiefer; 3. Glimmerschiefer, phyllitisch

»In östlicher Richtung steigen die Schichtgesteine der Schieferhülle bis zu den eisbedeckten Kämmen empor. Die felsige Unterlage des Hochfeilergipfels, der höchsten Erhebung der Zillertaler Masse, besteht noch aus den Gesteinen dieser jüngeren eingefalteten Schichtgruppe. Ihre Mächtigkeitsverhältnisse und die vielfachen Schichtwiederholungen, die im Detail klarzustellen kaum möglich sein wird, lassen auf die Existenz mehrerer eng zusammengepreßter, an Längsbrüchen überschobener Falten innerhalb der Hauptmulde schließen. Eine schärfere Begründung findet diese Annahme in den von Stache studierten Durchschnitten durch den Schlegeisen-, Hörpinger- und Zemmgrund, wo sich der ganze, zu immer größerer Steilheit aufrichtende Schichtkomplex in eine Reihe einzelner, langgestreckter, durch Gneisrücken isolierter Faltenzüge auflöst, die sich weit nach Ost verfolgen lassen. Noch im Stillupgrund sind inmitten des bereits symmetrisch aufgewölbten Tauerngneiskerns Denudationsreste dieser Steilfalten nachweisbar.

Diesen eigentümlichen, nur auf die westlichsten Ausläufer der Tauernkette beschränkten Schichtaufrichtungen und südlichen Überschiebungen stehen in dem zwischen dem Tauernkamm und der Brixener Granitmasse liegenden Gebirgsabschnitte Lagerungsverhältnisse gegenüber, die auf energische, in entgegengesetzter Richtung wirkende Stauungen schließen lassen.

Erinnert man sich der Überkippungen am Südrande der Möselegruppe (Kohr-Alp, Tristerspitz), so ergeben sich für den schmalen, nur etwa 5 km breiten Streifen von Schichtengesteinen der Schieferhülle, die den Raum zwischen der Tauernmasse und dem Gneismassiv der Nordabdachung des Brixener Granits ausfüllt, im Bereich des Lappachtales höchst eigentümliche Lagerungsverhältnisse. Die weichen wohlgeschichteten [Grenzschiefer und] Kalkphyllite fallen beiderseits unter die von Nord und Süd überschobenen [Gneisgranite bzw.] Granite ein, im Norden steiler (60—70°), im Süden flacher (40°); die Schiefer bilden eine asymmetrische, im Innern außerdem durch wiederholte Steilfalten komplizierte Mulde mit von beiden Seiten nach innen überbogenen Hauptmuldenrändern.«

Ich habe die Worte Tellers wiederholt, damit die trotz aller petrographischen Verschiedenheiten unverkennbare Übereinstimmung des Gebirgsbaus im Westen und Osten des Eisackeinschnittes hervortrete. Die südwärts gerichtete Tendenz der Überschiebungen ist überall am Abhang des Mösele und im Pferschtal die gleiche.<sup>1)</sup>

Die geringen tektonischen Unterschiede beruhen lediglich auf der größeren oder geringeren Entfernung von dem Brixener Granit. Im Osten starker Zusammenschub zu steilen gedrängten Falten, im Westen, wo der Abstand zwischen Zentralzone und Brixener Granit viel größer ist: Horizontale, mehrfach wiederholte Überschiebungen der Gschleyerwand und weiterhin noch eine Zone mäßiggefalteten Kalkphyllits und Marmors. Überall aber in der Zentralzone und viel weiter außen in den Kalkalpen des Südens (z. B. am Comersee) und des Nordens (Sonnwendjoch, Miemingerkette) beobachten wir eine Tendenz zur Überschiebung nach der Peripherie des Gebirges hin. Überall zeigt die plastische Zone, welche der Verbreitung des heutigen Hochgebirges entspricht, das Bestreben, die angrenzenden starren Massen zu überwallen, die meistens Senkungsgebieten entsprechen.

mit Biotit und Dolomit (Jochhaus); 4. Schmales Intrusivlager von Gneisgranit; 5. Helle sericitische Glimmerschiefer mit Amphibolgarben und Lagen von Konglomeratschiefer; 6. Fahlbänd; 7. Brauner phyllitischer Glimmerschiefer mit Biotit und Granit. Süden.

<sup>1)</sup> Vergl. auch C. Diener, Zentralblatt f. Mineralogie etc., 1904, S. 173.

## C. Über den Gebirgsbau des Ortlers.

Die unmittelbare östliche und westliche Fortsetzung der Triasdecke des Brenners zeigt im Bereiche der eigentlichen Zentralzone nur lokale Einfaltungen oder Einbrüche. Als Einbruch (Graben) wird das Triasvorkommen des Ober-Pinzgtaus an der Gerlosplatte von C. Diener gedeutet (vergl. auch Löwl<sup>1)</sup>), während der Piz Lat eine unregelmäßige Einfaltung milchweißer Triasdolomite an der Grenze von Kalkphyllit (Norden) und Glimmerschiefer (Süden) am Reschensee darstellt.

Die steil aufgerichteten schneeweißen Hauptdolomite des Piz Lat werden am östlichen Abhang des sonst, wie es scheint, von Verwerfungen begrenzten Berges von roten Werfener Schiefeln und Sandsteinen sowie weiter von grobkörnigeren roten Konglomeraten (? Grödener Schichten) unterlagert. Hier scheinen also in den klastischen Gesteinen an der Basis der inneralpinen Trias grobkörnige, dyadische und feinkörnige untertriadische Elemente trennbar zu sein, wie das auch in den Westalpen vielfach möglich ist.

Der Tauerngraben und der Piz Lat leiten zu den Triasdecken der Radstädter Tauern und des Unter-Engadins über, welche neben gewissen Ähnlichkeiten ganz wesentliche Unterschiede von der Tribulaungruppe und den Kalkkögeln aufweisen.

Die größte Übereinstimmung mit den Kalkbergen des Brenners zeigt hingegen die Ortlergruppe, ein im Bereiche der wohlerforschten Ostalpen noch wenig bekanntes Gebiet. Von älteren Arbeiten ist besonders die geologische Beschreibung Graubündens von Theobald zu nennen.<sup>2)</sup> Aus neuerer Zeit liegt nur eine Beschreibung von Gümbel<sup>3)</sup> und ein Reisebericht von Hammer<sup>4)</sup> über Val Furva und Val Zebro bei Bormio (Veltlin) vor, die beide vorwiegend die italienische Seite des Gebirges berücksichtigen. Ich selbst habe im Sommer 1902 einige Wochen<sup>5)</sup> auf ein Studium der Kalkberge verwandt und dabei weniger eine vollständige kartographische Aufnahme, als vielmehr den Vergleich mit der Tektonik und Schichtenfolge des Brenners im Auge gehabt.<sup>6)</sup> Nach Gümbels und Theobalds Darstellung sowie nach Betrachtung der Suldener Talgehänge war eine flache muldenförmige Lagerung wie am Tribulaun und an den Kalkkögeln wahrscheinlich. Doch ergab die Besteigung der Königsspitze und die überaus interessante Tour Stilfserjoch—

<sup>1)</sup> Löwl, Jahrb. Geol. R.-A. 1895, S. 639, Diener, Ibid. 1900 S. 383.

<sup>2)</sup> Beiträge zur geolog. Karte der Schweiz, III. Lief., Chur 1866.

<sup>3)</sup> Gümbel, Über die Thermen von Bormio und des Ortlergebirges. Sitz.-Ber. d. Kgl. Bayer. Ak. 1891, XXI. Bd., I. Heft.)

<sup>4)</sup> Verhandl. d. k. k. G. R.-A. 1902, S. 320 ff. Hammer geht entsprechend seinem Ausgangspunkt vornehmlich auf kristalline Schiefer, Eruptivgesteine und die Basis der Trias ein, während die höhere Trias nur gestreift wird. Gümbels Annahme einer vollständigen Vertretung aller Triasglieder steht im Widerspruch zu meinen Beobachtungen am Brenner und im Engadin. Es war somit auch im Hinblick auf die in Vorbereitung befindliche Darstellung der Trias in meinem Handbuch der Erdgeschichte (*Leth. geognostica*) eine Untersuchung der wichtigen Ortlerkalke nicht zu umgehen.

<sup>5)</sup> Mit den Standquartieren Sulden und Trafoi; verschiedene Besteigungen wurden von der Schaubachhütte, dem Stilfser Joch, der Halleschen Hütte und Hochjochhütte aus unternommen.

<sup>6)</sup> Die im folgenden wiedergegebenen Beobachtungen sind demnach weit von Vollständigkeit entfernt.

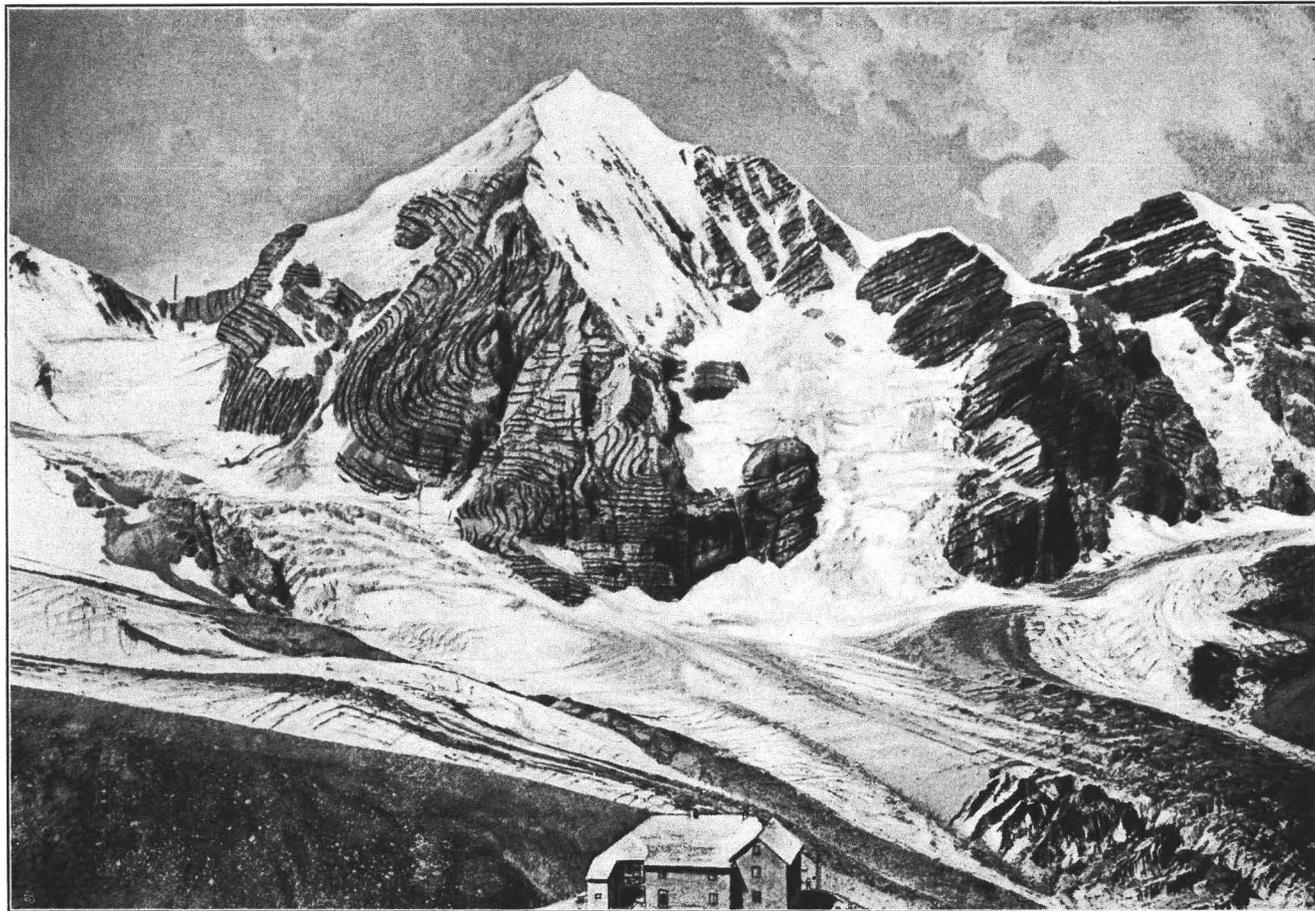
Kreilspitze    Königsjoch

Königsspitze

Suldengrat

Mitscherkopf

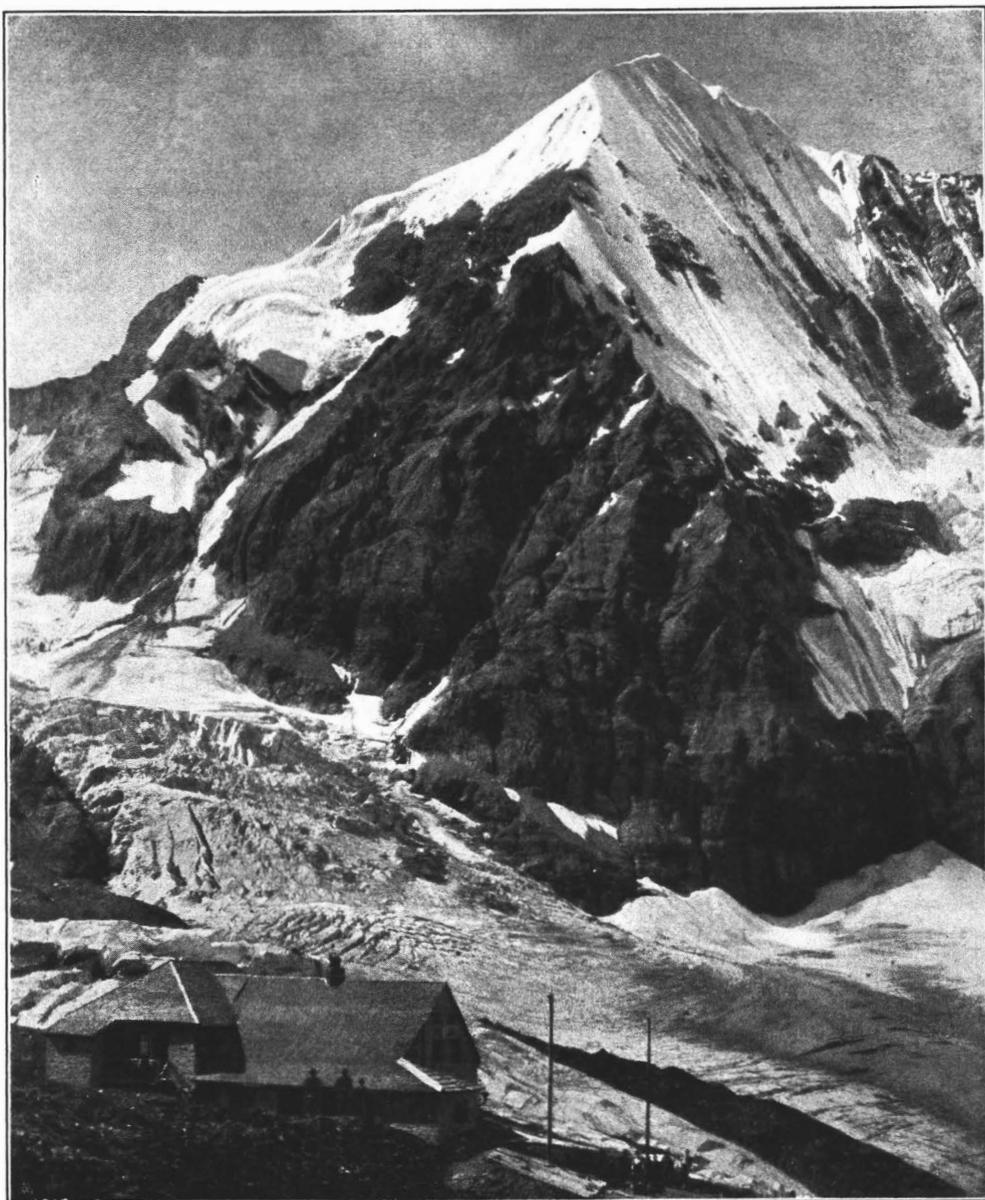
Zebru



*Die liegenden zwei Fallen der Königsspitze.*

Die Gipfel der Königsspitze, Suldengrat und Mitscherkopf bestehen aus rhaetischem Glimmerkalk. Der untere Teil der Wände der Königsspitze und des Zebru bauen sich aus Ortlerkalk auf, letzterer stößt am Königsjoch (| Bruch) an den Chloritschiefer des Kalkphyllits.

Königsjoch



Suldengrat

*Schaubachhütte und Königspitze.*

Die Landschaftsformen der gefalteten Ortlerkalke (zum Vergleich mit der Zeichnung der vorhergehenden Tafel).

Naglerspitz — Schneeglocke — Thurwieser-Südwand — Eiskögele — Ortler Hochjoch eine durchaus abweichende Zusammensetzung. Neben den die Südgrenze bildenden Brüchen (Cristallo—Königsjoch Taf. XXI.) spielt in den obertriadischen Ortlerkalken intensive Faltung und steile Aufrichtung die Hauptrolle. Die Königsspitze zeigt (vom Suldengletscher und der Schaubachhütte aus) eine fünffache, durch S-Krümmung bedingte Wiederholung derselben Schichten. Noch stärker ist die Zusammenschiebung an der Madatschspitze. Der vom Hochjoch zum Ortlergipfel emporführende Grat besteht aus fast senkrecht aufgestauchten Kalken und Glimmerkalken. (Taf. XXV.)

Im Gegensatz zu den flachen Überschiebungsfalten des Pflersch- und Gschnitztales und der wenig gestörten Sedimentdecke der Kalkkögel sehen wir hier steile Aufrichtung und häufige Wiederholung des gleichen Horizontes durch Faltung. Diese Zusammenfaltung und Aufstauchung bedingt die gewaltige vertikale Ausdehnung des Ortlerkalkes und die Gipfelhöhe des Beherrschers der Ostalpen, welche die Spitze des Tribulauns um rund 800 *m* überragt. Dabei ist die ursprüngliche Mächtigkeit und die Sockelhöhe der ganz gleichartig zusammengesetzten Obertrias am Tribulaun und am Ortler die gleiche.

Eine Schichtentafel des Ortlergebietes, wie ich sie im folgenden zusammenzustellen versuche, zeigt bei aller Ähnlichkeit mit der Obertrias des Brenners doch auch vielfache Abweichungen in tieferen Horizonten. (Die fehlenden Brennergesteine sind in eckigen Klammern eingefügt.)

### Schichtentafel des Ortlergebirges.

[Lias fehlt im eigentlichen Ortlergebirge und ist im Nordwest vorhanden.]

#### I. Obertrias.

Dunkle Pyritschiefer des Thurwiesers, des Hochjochgrates und des Königspitzgipfels = Rhaet.

Ortlerkalk meist dolomitisch (= Tribulaundolomit = Hauptdolomit) zum Teil hellgrau, zum Teil dunkler, an der Basis ein schwarzer, wohlgeschichteter Dolomit. (Gomagoi—Payerhüttenweg.)

#### II. Dyas (? Untertrias).

Sericitquarzit und Sericitschiefer mit Dolomitknollen und rostigen Flecken (vom obersten Kalkphyllit nur undeutlich geschieden) = Tarntaler Quarzitschiefer = Lantschfeldquarzit.

Gips und Rauchwacke des Val Zebro und Piz Umbrail = Werfener Gips.<sup>1)</sup>  
[Karbon fehlt.]

I b. Kalkphyllit, meist als Glimmerschiefer oder Quarzphyllit entwickelt, vielfach quarzitischer Glimmerschiefer,<sup>2)</sup> phyllitisch am Schrötterhorn,<sup>3)</sup> Eissee- paß, Vorgipfel der Vertainspitz, Bachriß unterhalb der Hochleitenspitz. Einlagerungen:

<sup>1)</sup> Nach Hammer im Val Zebro zwischen unterem Quarzitschiefer und oberem Sericitschiefer lagernd.

<sup>2)</sup> Ob der vielfach rötlich gefärbte (Rotspitz) Glimmerschiefer im Norden und Westen der Stilfser Jochstraße schon dem archaischen Öztaler Glimmerschiefer zuzurechnen ist oder noch einen Bestandteil der Kalkphyllit-Formation ausmacht, müssen weitere Untersuchungen entscheiden. Für die erstere Annahme würde das gänzliche Fehlen von Marmorlagern und kalkigen Schiefen sowie das Auftreten eines eigenartigen Gesteins, des sericitischen weißen Glimmerschiefers am Weißen Knott sprechen, Gänge (und Lager) von Diorit und Porphyrit sind gleichmäßig durch die Phyllite verteilt und fehlen der Trias. (W. Hammer.)

<sup>3)</sup> Nach Stache sollen Quarzphyllit und Kalkphyllit äquivalente Facies bilden, was jedoch am Brenner nur für den unmerklichen Übergang beider zutrifft.

- a) Häufiger: Marmor, z. Teil weiß, vielfach grün oder gelblich, stets grobkörnig, z. B. Schrötterhorn, Eisseepaß, Laas.
- b) Chloritschiefer: Kuhberg, Königsjoch.
- c) Muscovitquarzitschiefer: Cima del Forno.<sup>1)</sup>
- Seltener: d) Granatglimmerschiefer im Rosimtal.
- e) Hornblendeschiefer im Rosimtal und Cima del Forno.

#### Ia. Gneisgranit.

Von zwei räumlich getrennten Gneisvorkommen ist das eine (2) sicher, das andere (1) wahrscheinlich als geschieferter, kataklastischer Granit zu deuten und somit dem intrusiven Tuxer Gneisgranit unmittelbar gleichzustellen.

1. Ein grauer ebenflächiger, gleichartig ausgebildeter Gneis setzt mit südwestlichem Fallen das östliche Talgehänge oberhalb von Gomagoi (bis zum Furkelbach) zusammen und bildet eine deutlich begrenzte Linse im Glimmerschiefer.
2. Viel ausgedehnter ist die Gneismasse der Laaser Fernergruppe: Schöne Augengneise, d. h. die porphyrische Randfacies des ursprünglichen Granits fand ich von der Düsseldorfer Hütte an im Kamme der Vertainspitze, des Angelus, des Hinteren Schöneck und der Hochofenwand; untergeordnet treten an der Vertainspitz auch gleichmäßig striuerte Gneise auf.

Der nordwestliche Grat der Vertainspitz zeigt in sehr flacher Lagerung einen wiederholten Wechsel von Glimmerschiefer und Gneis; die Verschiedenheit des Gesteins macht sich beim Klettern sehr deutlich fühlbar. Die Grenze von Augengneis (im Liegenden) und Glimmerschiefer des Kalkphyllites im Hangenden reicht von den Rosimwänden (Gneis) in östlicher Richtung bis zum Lyfjoch. Östlich des Rosimjoches ist der Nordfuß der Schildspitze, die nördliche Basis der mittleren Pederspitz, sowie drei Felsmassen inmitten des Laaser Ferners nördlich der äußeren Pederspitz heller Gneis; hingegen bestehen Plattenspitz, Schildspitz, Mittlere und Äußere Pederspitz aus dunklem Phyllit.

#### Vergleich mit den Schichten des Brenners.

Die deutliche mantelförmige Umhüllung,<sup>2)</sup> mit der die flachgewölbten Phyllite den Laaser Gneisgranitkern umgeben, erinnert in jeder Hinsicht an das Verhalten der Tuxer Gneismasse gegenüber den Hüllschiefern. Abweichend von den Verhältnissen der Zentralzone ist das Fehlen (bezw. die zweifelhafte Vertretung) der alten Stubaier Glimmerschiefer im Süden.

Wir begegnen dafür hier — entsprechend der mehr peripherischen Lage des Ortlers — einer bedeutenden Ausdehnung der Kalkphyllit-Formation und einer mächtigen Entwicklung basischer (dioritischer) Ganggesteine (Suldenite [Porphyrite] und Ortlerite)<sup>3)</sup> in dieser. Gangdiorite und saure intrusive Zentralmassive scheinen sich nirgends zu berühren, so daß über das Altersverhältnis der beiden, die gleiche Phyllitformation durchsetzenden Bildungen nichts festzustellen ist. Das Fehlen der Dioritgänge in der Trias dürfte für praetriadisches Alter sprechen.

<sup>1)</sup> Nach W. Hammer, Verh. d. k. k. G. R. A. 1902, S. 324.

<sup>2)</sup> Eine petrographisch-geologische Studie über diese Gebilde ist von C. von John und G. Stache veröffentlicht worden. Jahrb. d. k. k. G. R.-A. 1878. Neue eingehende Mitteilungen über diese Diorite und ihre Kontakterscheinungen verdanken wir ebenfalls W. Hammer, Verhandl. d. G. R.-A. 1902, S. 328 ff.

<sup>3)</sup> Da der Name Ortlerit zu sehr an Ortlerkalk erinnert, ist nur der Ausdruck »Suldenite« möglich, falls man überhaupt eine Lokalbezeichnung wählen will.

Die einzige, mit den Suldeniten vergleichbare Bildung sind die wenig ausgedehnten basischen Ganggesteine im Karbon des Steinacher Jochs.

Während das Zurücktreten bezw. das Fehlen der eigentlichen archaischen Glimmerschiefer im Ortlergebiet von wesentlicher Bedeutung ist, wäre bei dem engen stratigraphischen Zusammenhang der beiden Brennerphyllite dem Fehlen des Quarzphyllits am Ortler keine besondere Bedeutung beizumessen. Als Quarzphyllit bezeichnet man die höheren, des Kalkgehaltes ermangelnden Teile der Schieferhülle; doch ist eine sichere Abtrennung von den liegenden kalkigen Massen nur auf Grund ausgedehnterer Begehungen möglich.

Zur Begründung der vorstehenden kurzen Notizen mögen einige etwas ausführlichere Beschreibungen einzelner geologisch wichtiger Gebiete der Ortlergruppe folgen:

### 1. Die Basis der obertriadischen Ortlerkalke.

Am Kuhberg oberhalb Sulden, zwischen dem End-der-Welt-Ferner und dem Marlt-Ferner ist die Grenze von Phyllit und Ortlerkalk<sup>1)</sup> durch einen untergeordneten Gehängebruch kompliziert, der eine Wiederholung der Grenzbildungen bedingt. Beim direkten Anstieg zum End-der-Welt-Ferner (vom Suldenhotel an) beobachtet man nur Gehängeschutt und die umgelagerten jungen Moränen des genannten Gletschers. Beim Anstieg von St. Gertraud überschreitet<sup>2)</sup> man hingegen ein Normalprofil der Gesteinsgrenze.

I. Zu unterst lagern Augengneise und quarzitisches Schiefer, höher Phyllite und grüne chloritische Schiefer.

II. Das Hangende dieser im ganzen flachgelagerten Schichten sind die dyadischen Sericitschiefer und Sericitquarzite mit gelben dolomitischen Linsen und rostigen Flecken.

III. 1. Die folgenden bituminösen Kalkschiefer besitzen nur 2—3 m Mächtigkeit und verschwinden in südlicher Richtung unter Moränen und Gletschern. Am Königsjoch ist infolge des — dort von Hammer beobachteten — saiger stehenden Bruches keine Spur der Zwischenschichten II und III wahrnehmbar.

2. Über den schwarzen Kalkschiefern lagern Dolomite mit allen Anzeichen starker Zertrümmerung und Quetschung. Reibungsbreccien sind weiter oben, am Einstieg in die Schrofen des Marltgrates aufgeschlossen, während die tiefere am Abhang sichtbare durch einen Gehängebruch abgetrennte Scholle gezerrten und gestreckten Dolomit mit deutlichen, durch Wiederverkittung geschlossenen Rißklüften zeigt. Außerdem ist ganz wie an dem gegenüberliegenden Marltkopf ein wenig mächtiger Suldenitgang im Schiefer sichtbar.

Eine etwas abweichende Schichtenfolge der Kalkbasis, in der vor allem der Sericitquarzit fehlt, ist an dem Alpenvereinsweg, der von Gomagoi zur Payerhütte führt, unterhalb des Hochleitenkopfes in den tiefen Bachrunsen gut aufgeschlossen.

Ich beobachtete hier:

- III. { 3. Wohlgeschichteten Dolomit schwarz oder grau mit weißen Adern;  
2. Schieferton, zerquetscht in regelmäßigen Lagen, mehrere Meter mächtig;  
1. Geschichteten Dolomit mit tektonischer Raüchwacke.

[II. fehlt.]

<sup>1)</sup> Aus schwarzen dickbankigen Kalken und Dolomit notiert Gumbel »Gastropoden, Crinoiden und Foraminiferen«, aus tiefschwarzen mergeligen Schiefen »Fischschuppen und Ostrakoden«. Auch ich habe am Ortlerfuß unbestimmbare Gastropoden- und Crinoiden-Reste ähnlich denen der Kalkkögel und der Serlesspitz gefunden.

<sup>2)</sup> Gumbel, Über die Thermen von Bormio etc. Sitzung der mathem. physik. Klasse der bayerischen Akad. der Wissenschaften. 1891. XXI, S. 103. Im folgenden sind die Angaben Gumbels mit meinen eigenen, an Ort und Stelle gemachten Wahrnehmungen einheitlich dargestellt.

I. Das Liegende bilden dunkle, glimmerschieferähnliche Phyllite bzw. Glimmerschiefer, die lokal quarzitisches ausgebildet sind und bei Gomagoi die Linse des dichten grauen Gneises einschließen, aus dem das Sperrfort und die Futtermauern der Stilfser Jochstraße erbaut sind.

Das Fehlen der Sericitschiefer und Sericitquarzite beweist das Fortstreichen der Dislokation des Stilfser Joches bis in die Gegend von Gomagoi.

## 2. Königsspitze—Suldenferner—Eisseejoch.

Der Ortlerkalk erreicht seine Südgrenze an dem Königsjoch, wo der erwähnte Bruch in der Richtung Nordost—Südwest ihn von dem nach Südost folgenden Phyllit und Grünschiefer abschneidet. Das Königs-Mannl, der schroffe Felszahn des Königsjoches, besteht schon aus kontaktmetamorphem Phyllit und stark gefalteten und gequetschten quarzreichen grünen Chloritschiefern mit Malachitüberzügen und andern Kupferanfügen. Ein Quarztdioritstock nimmt (n. W. Hammer)<sup>1)</sup> den Südhang vom Joch bis zum Rande des Cedehgletschers ein und zieht gegen Nordost bis zum Beginn der zur Kreilspitze emporstrebenden Firnschneide empor.

Ein nicht unerheblicher Eisengehalt<sup>2)</sup> ist auch an der braunen Färbung der aus brüchigem Phyllit bestehenden Kreilspitze unverkennbar. Das Schrötterhorn besteht aus weicherem Kalkphyllit, der einen Marmorzug einschließt; derselbe ist besonders im Kamme zwischen Schrötterhorn und Kreilspitze sowie als weißes Band in dem Felsabsturz oberhalb des Suldenfernens sichtbar.

Ein zweiter und dritter Marmorzug tritt auf dem der Suldenspitze zugekehrten Südostabhang des Schrötterhorns zutage. Diese beiden Marmorlager werden weiterhin in den Wänden westlich des Eisseepasses sichtbar, unterhalb deren man zur Halleschen Hütte emporsteigt. Schmale Gänge von Suldenit sind in dem Kamme Schrötterhorn—Eisseepaß an drei Stellen deutlich aufgeschlossen.

---

Die gewaltige Mächtigkeit des obertriadischen Kalkes an der Königsspitze und dem Ortler erklärt sich durch die Faltung und die hierdurch bedingte Verdoppelung und Vervielfachung der Schichten. Die Ostwand der Königsspitze zeigt — von Nordost gesehen — eine große hangende und eine kleinere liegende Falte, deren Scheitel nach Südost, nach dem Königsjoch zu gerichtet sind. Auch am Suldenjoch und am Zebbru fallen die Dolomite und die eingelagerten schwarzen Kalkschiefer nach Südost ein. Doch sind hier die zweifellos vorhandenen Scheitel der Falten in den Aufschlüssen der Wände nicht sichtbar.

Hingegen treten die beiden Falten der Königswand besonders in der Abendbeleuchtung vortrefflich zutage. Bei der Ersteigung des Berges beobachtet man nur die Anzeichen starker Pressung und Faltung. Den Zusammenhang der tektonischen Erscheinungen nimmt man — wie immer in derartigen Fällen — nur aus der Entfernung wahr, obwohl an dem Königsjoch und der Königsspitze auf dem gewöhnlichen Wege die alpinistischen Schwierigkeiten nirgends derart sind, um die Aufmerksamkeit des Geologen allein in Anspruch zu nehmen.

An der Königsspitze wiegen die allgemein in der Ortlergruppe verbreiteten grauen dolomitischen Kalke durchaus vor; nur am Suldengrat (dem nordwestlich

<sup>1)</sup> Verhand. d. k. k. G. R.-A., S. 328, 329.

<sup>2)</sup> Nach den Schliften von W. Hammer treten besonders Magnetit und Titaneisen in den Kontaktgesteinen auf.

Cristallosp. (3462 m)	Tuckettsp. (3458 m)	Schneegl. (3413 m)	Trafoier Eis- wand (3557 m)	Thurwiesersp. (3648 m) (Glimmerkalk)	Königssp. (3857 m)	Ortler (3902 m)	Oberer Knott (3641 m Trias)	
Vedret di Campo Geistersp. (3476 m)	Hint. Madatsch- spitz (3432 m)	Cima Pale Rosse (Phyllit saiger O. W. streichend)		Eiskögele	Königsj. (3295 m) (Grenze, Trias, Phyllit)	Kreilsp. (3389 m) (Phyllit)	Cedeh-Pass 3245 m	Schrötterhorn (3380 m, Phyllit)



Ortlergruppe von der Zufallspitze (Cevedale) gesehen.

Die Bruchgrenze von Kalkphyllit (dunkel) und Trias (hell) zieht vom Königsoch zur Cima Pale Rosse und folgt dann dem Val Zebbru. Der ganze Hintergrund vom Oberen Knott bis zur Cristallospitze besteht aus Trias



S.

N.

*Franzenshöhe gegen die Stilfserjochstraße.*

In Süden gefaltete Ortlerkalke, im Norden Phyllit. Zwischen beiden eine südwärts gerichtete Überschiebung, die bei der Franzenshöhe in einen Bruch übergeht.

zum Zebru führenden Grat) sowie an dem ersten Gesteinskopf im Südosten des firnbedeckten Hauptgipfels sind Pyritschiefer und dunkle Plattenkalke <sup>1)</sup> vorhanden.

Suldengletscher und Suldenspitz entsprechen einer lokalen Umbiegung des Streichens um ca. 90°. Das Einfallen des Kalkes ist auch an der Königsspitze nach Südost gerichtet. Doch deutet das Nordwest—Südost-Streichen des Grates zwischen Ortler-Hochjoch und Königsjoch darauf hin, daß dies Südostfallen eine lokale, durch den Bruch bedingte Störung darstellt. Weiterhin ist das Südostfallen auch noch in den Phylliten, vor allem an den drei Marmorlagern des Schrötterhorns und der Janiger Scharte wahrnehmbar.

Auf den den Suldenferner im Osten begrenzenden Bergen scheint hingegen ein Südwest-Fallen des Kalkphyllits vorzuherrschen. Einen deutlichen Aufschluß beobachtet man unterhalb (d. h. östlich) der Schaubachhütte. Hier sind im Bach-einschnitt quarzitische Sericitschiefer mit Südwestfallen aufgeschlossen. Das Gestein entspricht dem am Marltkopf und Kuhberg beobachteten und dürfte ebenfalls dyadischen bis untertriadischen Alters sein. An die Sericitschiefer grenzen unmittelbar tektonische Rauchwacken mit Glimmerschieferbruchstücken, und diese gehen ohne Grenze in eine schmale Einfaltung stark zerrütteter Trias-dolomite (= Ortlerkalk) über. Diese schmale Syncline der Schaubachhütte streicht parallel zu dem Kamme Hochjoch—Zebru—Kreilspitz; die unverhältnismäßige Mächtigkeit der auf tektonischem Wege gebildeten Rauchwacken deutet auf gewaltige Kraft des bis zur vollkommenen Gesteinszertrümmerung gesteigerten Gebirgsdruckes hin. Die Rauchwacke ist das Produkt der Wiederverkittung auf chemischem Wege; bildet doch der Phyllit, das angrenzende Gestein, stellenweise ein Viertel bis ein Drittel der regenerierten Reibungsbrecie (Mylonit). Wo die eingefaltete Triasmassen größere Ausdehnung besitzen, wie am Piz Lat (Reschen) oder in der Nordost streichenden Triassyncline des Kleinbodens oberhalb Gomagoi, da ist auch die tektonische Zertrümmerung weniger intensiv.

### 3. Der Triaskamm zwischen Stilfser Joch und Ortler-Hochjoch.

Den besten Einblick in die interessante und ziemlich verwickelte Tektonik des Kalkgebirges zwischen Cristallokamm und Zebru gewährt die Umgebung des Stilfser Jochs sowie eine Grat- und Jochwanderung von hier bis zum Hochjoch. <sup>2)</sup>

a) Das Stilfser Joch ist gekennzeichnet durch eine nicht allzu weit ausgreifende Überschiebung der glimmerschieferähnlichen Phyllite über die nordwestlich fallenden Ortlerkalke.

Im Osten der eigentlichen Jochhöhe, wo Kalk und Phyllit in dem Bachriß unmittelbar aneinander stoßen, erkennt man deutlich das etwa nordnordwestliche Einfallen beider Gesteine <sup>3)</sup> und das Einschließen des Kalkes unter den Glimmerschiefer. Allerdings verwandelt sich wenig weiter im Osten, d. h. etwas unterhalb der Franzenshöhe die Überschiebung wieder in einen fast genau senkrecht stehenden Bruch. Die am Nordufer des Baches, auf dem die Straße abkürzenden Fußwege trefflich aufgeschlossenen Kalkfelsen zeigen große, vollkommen senkrecht gestellte Rutschflächen. Das Abstoßen der Kalke am Phyllit ist hier ebenso deutlich wie

<sup>1)</sup> Für die Mitnahme von Gesteinsproben bei der Überkletterung des Suldengrates bin ich meinem Freunde Dr. Oskar Philippi (Breslau) zu besonderem Danke verpflichtet. Ich selbst habe in der Gratstrecke Stilfser Joch—Eisseejoch den Suldengrat ausgelassen.

<sup>2)</sup> Ebener Ferner — Madatsch-Ferner — Tuckettjoch — Vedretta di Campo — Passo dei Camosci — Vedretta del Zebru — Ortler-Hochjoch.

<sup>3)</sup> Das nördliche bis nordnordwestliche Einfallen des Ortlerkalkes beherrscht den ganzen Cristallokamm bis zum Dosso Reit und Passo Pedranzin.

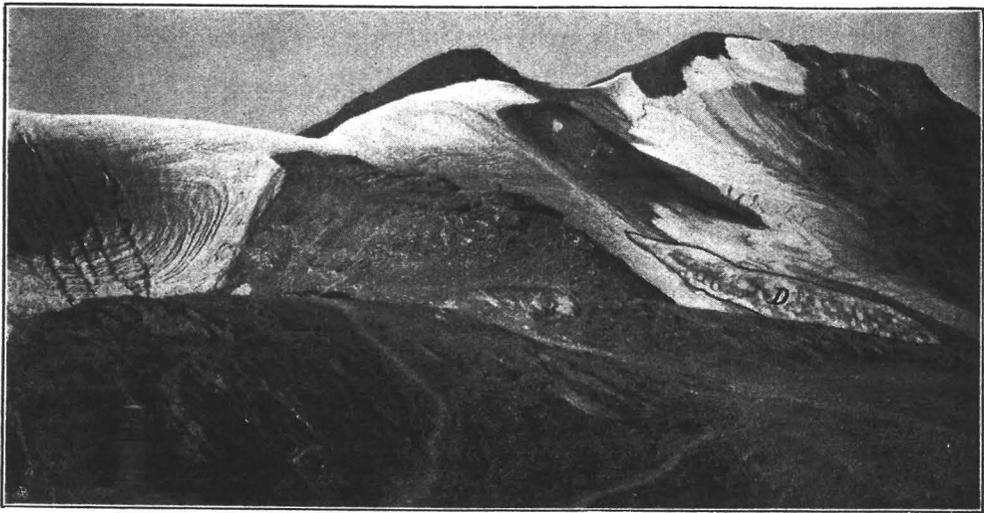


Abb. 45. Ausblick vom Stülfer Joch (Ferdinandshöhe) nach Süden.  
Das »Fenster« des vom Phyllit des Monte Sconluzzo überschobenen Triasdolomits (D).

weiter abwärts an dem Fußweg, der vom Weißen Knott zu den Heiligen Drei Brunnen führt. Andererseits ist südlich und westlich des Stülfer Joches die Überlagerung der Triaskalke durch Phyllite<sup>1)</sup> mehrfach deutlich aufgeschlossen. Am Nordabhang des Monte Sconluzzo (westlich des Joches) tritt ein »Fenster« des Triaskalkes, d. h. eine rings von Phyllit umgebene und überlagerte Kalk-Enclave zutage. Allerdings wird das Kalkfenster vornehmlich von Firn begrenzt; doch sind am Gehänge oberhalb und unterhalb Phyllite aufgeschlossen, die offenbar als das Hangende des überschobenen Kalkes in direktem Zusammenhang gestanden haben. Noch deutlicher ist in der westlichen Fortsetzung des Monte Sconluzzo, d. h. auf dem Rücken des Monte Filone das nördliche Einfallen der Trias<sup>2)</sup> unter den die Kammhöhe bildenden Glimmerschiefer zu sehen. Ebenso besteht in der Tiefe des Fiume Braulio die Sohle des Tales in einer Länge von  $1\frac{1}{2}$  km aus nordfallender Trias (am Ostabhang aufgeschlossen), die Höhe der Berge (Braulio und Filone) aus Phyllit bzw. Glimmerschiefer.

Aber schon  $1\frac{1}{2}$  km weiter westlich verläuft auf dem südlichen Vorgipfel des Monte Braulio die Gesteinsgrenze Kalk—Phyllit mit geringem nördlichem Einfallen über den Abhang, so daß schon hier zutreffender von einer geneigten Verwerfung zu sprechen wäre.

Als eine im Ausmaß zwischen 1 und 2 km schwankende Überschiebung ist demnach die Dislokation des Stülfer Jochs nur auf 6 km zu verfolgen, weiter östlich und westlich verwandelt sich die Überschiebung in einen Bruch (der am besten nach Trafoi zu benennen ist).

#### 4. Die Lagerungsverhältnisse des Ortlerkalkes.

Auf dem Nord- und Ostgehänge des eigentlichen Ortler-Kalkgebirges, dort, wo die Trias dem Phyllit auflagert, ist flache oder wenig geneigte Lagerung

<sup>1)</sup> Schon Theobald wies auf die Überlagerung der Ortlerkalke durch Phyllit hin.

<sup>2)</sup> Entsprechend der Schichtenneigung in dem ganzen Cristallokamm. Vergl. auch das Profil bei W. Hammer, l. c. S. 322.

die Regel; auch die Anzeichen stärkerer Pressung und Quetschung treten zurück: Diese wenig gestörte Lagerung, die zur Vorstellung der flachen Muldenform im ganzen Ortlergebirge Veranlassung gegeben hat und die auch auf den verbreiteten Photographien am häufigsten hervortritt, beobachten wir am Marlberg, an der Tabarettaspitz, der Hochleitenspitz, auf der vom Weißen Knott aus hervortretenden Wand über der Bergelhütte, endlich in der Nordwand des Zebrau sowie am südlichen Quergrat zwischen Vedretta dei Camosci und Vedretta del Zebrau.

Im Gegensatz hierzu ist das Innere des Kalkgebirges durch eine weitgehende Verfaltung, Zerquetschung und Zusammenschiebung der Kalke ausgezeichnet, die vor allem zu einer häufigen Wiederholung derselben Schicht führt. Diese Erscheinungen werden allerdings durch die weitgehende Firn- und Gletscherbedeckung vielfach dem Auge entzogen. Am schönsten treten sie im West- und besonders im Ostgehänge der vorderen Madatschspitz in ihrer ganzen Höhe zutage.

Die pralle Wand der Vorderen Madatschspitz kann schon von der Ferdinandshöhe aus gut übersehen und gezeichnet werden (Abb. 46): Die oberen Abstürze dieser Westwand lassen drei horizontale oder schräge Falten erkennen; der untere Teil des Gehänges enthält außerdem noch mehrere weniger steil geknickte und gebogene Falten. Eine Aufnahme der Ostwand derselben Madatschspitz vom vorderen Eiskögele (Abb. 47) läßt dieselben drei oberen Hauptfalten sowie die weniger ausgeprägte Zusammenschiebung der Basis in ganz übereinstimmender Weise hervortreten.

Etwas anders sind die südlichen Teile des Madatschkammes aufgebaut: Die Mittlere Madatschspitz enthält ausschließlich steil bis senkrecht aufgestauchte Kalkbänke; die Hintere am wenigsten zugängliche und sichtbare<sup>1)</sup> Madatschspitz zeigt im wesentlichen eine Wiederholung der Horizontalfalten der vorderen Spitze. Die östlich des Madatschkammes folgenden Berge, Nashornspitz und Kleiner Fernerkogel, stecken zu tief im Firn, um diese tektonischen Eigentümlichkeiten deutlich zu zeigen. Hingegen bieten wieder die Hinteren Wandeln und das Pleißhorn, der weniger betretene Westabsturz des Ortlers prachttvolle Beispiele großartiger komplizierter Faltung; sie stellen die streichende Fortsetzung der Kalke des Madatschkammes dar. Allerdings ist dieser Abbruch von der Ferdinandshöhe und noch besser von der Dreisprachenspitz sichtbar; aber abgesehen von der Entfernung (ca. 7 km) überblickt man die auch orographisch stark zerklüfteten Hinteren Wandeln unter einem zu spitzen Winkel, um die tektonischen Störungen gut wahrnehmen zu können.

Den besten Einblick gewährt eine Wanderung vom Thurwieser<sup>2)</sup> oder Ortlerjoch über den unteren Ortlerferner. Wenn auch der stark zerklüftete Gletscher unausgesetzte Aufmerksamkeit erfordert, so erkennt der Beobachter doch klar, daß die Faltungen der Madatschspitz durch die Großartigkeit der Dislokationen der westlichen Ortlerwände noch übertroffen werden.<sup>3)</sup> Der Hochjochgrat besteht aus Pyritschiefer (was seine Zerklüftung und Schwierigkeit erklärt), die Hinteren Wandeln zeigen Ortlerkalk oder Dolomit.

<sup>1)</sup> Den besten Einblick gewährt der Übergang vom oberen Teil des Madatschfernens zu dem kleinen Tuckettgletscher.

<sup>2)</sup> Dessen Spitze ebenfalls — nach freundlicher Mitteilung meines Freundes Dr. Oskar Philippi — aus schwarzem Glimmerkalk besteht.

<sup>3)</sup> Leider gestattete mir die Zeit keine genaue Zeichnung der Westwände des Ortlers. Den besten Standpunkt für eine derartige Aufnahme dürfte die Nashornspitze oder der Kleine Fernerkogel bieten.

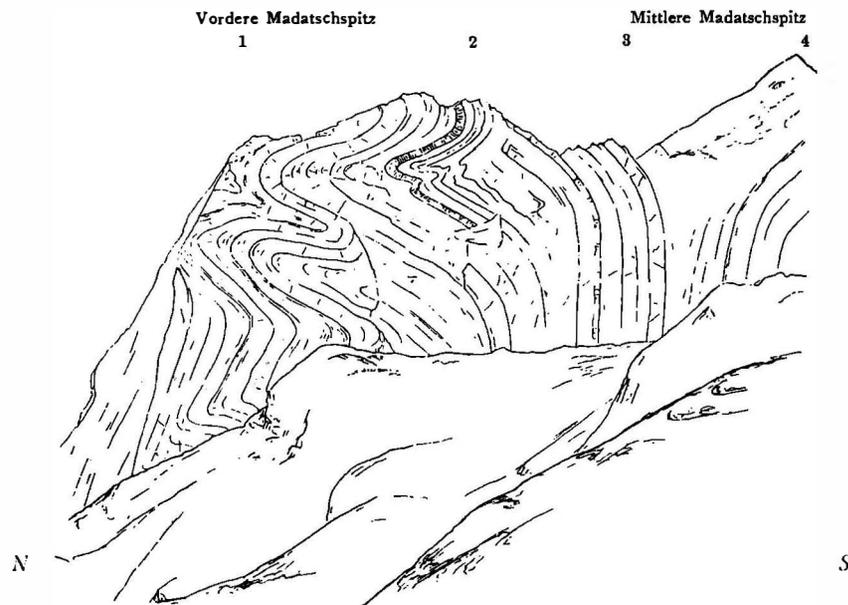


Abb. 46a. Die Vorderer Madatschspitz von zwei Seiten (1, 2, 3, 4, sind auf beiden Bildern dieselben Punkte).

a) von Westen (von der Höhe des Stülfer Jochs); b) von Osten. Auf b) ist die Spitze des Berges von dem vorderen Eiskögele, der untere Teil der Wand von einem Punkte oberhalb der Berglhütte gesehen. Die flach gelagerten Dolomitbänke rechts unten entsprechen dem oberen Teil der Wasserfallwand (oberhalb Heiligen drei Brunnen).

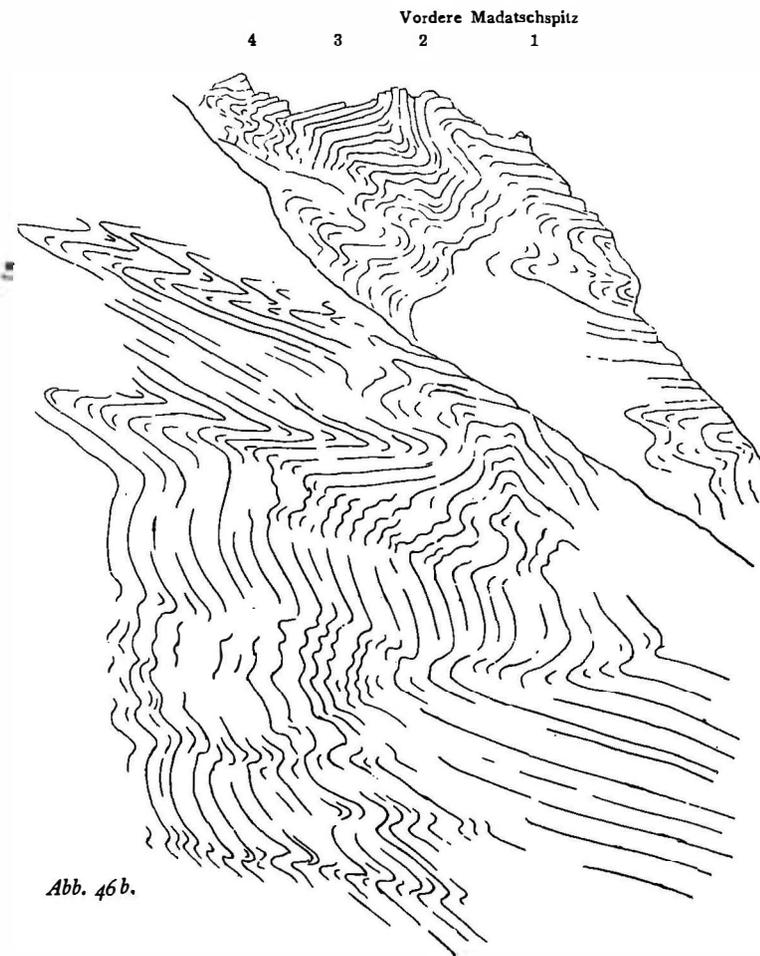


Abb. 46b.

Oberer Ortlerferner

Ortlergipfel

Hintere Wandeln Hochjochgrat

Ortlerjoch

Eiskögele

Thurwieser (Pyritschiefer)

Frech, Tiroler Zentralalpen.



Bergel-  
kalk

Unterer  
Ortlerferner

*Der Ortler von der Trafoier Seite.*

Die Ortlerkalke sind im Innern der Gruppe (besonders unterhalb des Gipfels) stark aufgerichtet, gefaltet und gestaucht, am Außenrande hingegen flach gelagert.  
(Die Aufrichtungszone ist perspektivisch stark verkürzt.)

Tafel XXV.

Gefaltete und zerquetschte Pyritschiefer setzen weiterhin den Thurwieser (besonders die West- und Südwand) und den Passo dei Camosci zusammen.

Vom Firnhang der Vedretta del Campo beobachtet man die flach nach Süden zum Passo dei Camosci geneigten Kalkbänke der Trafoier Eiswand; darauf folgt Firn und unter ihm nach Süden eine sieben bis achtmalige Wiederholung von Kalk- und Pyritschieferlagen. Weniger bemerkenswert sind die Faltungen im Süstabsturz der Schneeglocke, sehr auffallend ist die tiefgehende tektonische und orographische Zerrüttung der dunklen Pyritschiefer in der Südwand des Thurwieser; die Faltungen treten nur bei der Beobachtung aus größerer Nähe (von der Vedretta dei Camosci und dem Anstieg zum Thurwieserjoch) in die Erscheinung. Die Südwand des Zebru, die unmittelbare Fortsetzung der Thurwieserwand zeigt dieselben komplizierten und ziemlich regellos ausgebildeten Faltungen, während der dem Suldengletscher zugekehrte steile Nordhang regelmäßig nordfallende Bänke aufweist.

Das großartigste und gleichzeitig regelmäßigste Faltenbild der Ostwand der Königsspitze wurde schon erwähnt. Hier wird also durch einfache Wiederholung derselben Schichtengruppe die Mächtigkeit erhöht, während nur am Außenrand lokal eine Überfaltung die älteren über die jüngeren Schichten hinweg bewegt hat.

Aus ebenso einfachen Gründen erklärt sich die überragende Höhe des Ortlerhauptgipfels: Der Hintere Grat zeigt in seiner ganzen horizontalen und vertikalen Ausdehnung ein steiles Einfallen von 40—45°; am Hochjochgrat sind die verschiedenen Bänke von Pyritschiefer und Ortlerkalk senkrecht aufgestaucht.

Brüche im Süden und Norden, normale Auflagerung nur im Osten der Ortlertrias.

Der zentrale, aus mehrfach zusammengefalteten, zum Teil aus flach liegenden Schichten bestehende Teil der Ortlertrias richtet sich an seiner Südfront zwischen Cristallo und Königsspitze zu steiler bis senkrechter Stellung auf. Diese von Ost nach West verlaufende Südgrenze bildet eine der Längsrichtung des Val Zebru bis zum Königsjoch folgende Bruchlinie, deren Bedeutung zuerst von W. Hammer<sup>1)</sup> erkannt worden ist.

Auch vom Mte. Braulio bis zum Stilfser Joch und weiter bis Gomagoi wird die Nord- und Nordwestgrenze der Ortlertrias durch Dislokationen von mannigfachem Ausmaß und verschiedener Entwicklung gebildet.

Nur die Ostfront der Ortlertrias vom Zumpanellberg (südlich Gomagoi) bis zum End-der-Weltferner zeigt normale Auflagerung auf dem Phyllit und dementsprechend auch die flache Lagerung der Ortlerkalke in den höheren Teilen, aus der früher eine ruhige Lagerung der gesamten Kalkmasse gefolgert worden ist.

Die Begrenzung der Ortlerkalke durch zwei Bruchlinien oder Dislokationssysteme, den Brauliobruch im Norden und die Val Zebru-Verwerfung im Süden erinnert einigermaßen an die Lienzer Dolomiten. Auch hier liegt im Süden eine einheitliche Bruchlinie, der Gailbruch und im Norden eine aus unregelmäßigen Verwerfungen bestehende Dislokationsserie, der Draubuch. Auch hier sind im Nordosten normale Schichtenfolgen bekannt. Das Innere der dreieckig begrenzten Triasmasse zeigt in beiden Fällen nordwärts gerichtete Faltung. Allerdings sind die durch den Verfasser und besonders durch die sorgfältigen

<sup>1)</sup> Verhandl. d. k. k. G. R.-A. 1902, S. 324.

Untersuchungen Geyers geklärten Falten der Lienzer Dolomite mehr aufgerichtet und weniger nach dem Prinzip der liegenden Falten und der Schichtenpakete des Ortlers aufgebaut. Der Schollencharakter der südöstlichen Kalkalpen ist weder in den Lienzer- noch in den Ortlerbergen ausgeprägt und auch die Faciesentwicklung beider weist unbedingt auf den Norden, besonders auf die unmittelbar angrenzenden Zentralalpen hin. Eine nordwärts gerichtete Überfaltung der Zentralkette ist also weder am Ortler, noch in den Gailtaler Bergen erfolgt.

#### Vergleich mit dem Gebirgsbau des Brenners.

Die Mannigfaltigkeit des alpinen Gebirgsbaues erhellt am besten aus dem Vergleich von Gebirgsgruppen mit ähnlichen Grundelementen: Der intrusive Gneisgranit, die Urschiefer (Brennerphyllite, besonders Kalkphyllit und Quarzphyllit) und die triadische Kalkdecke sind am Brenner und Ortler dieselben, ebenso die Faltung als der am meisten hervortretende Charakter des Gebirgsbaues.

Am Brenner liegen unmittelbar nebeneinander die ungestört gehobenen und die gefalteten, durch starke zum Teil wiederholte Überschiebungen beeinflussten Schollen.

Die Überschiebungsschollen entsprechen der breiteren Brennersenke, sei es, weil sie der Verwitterung leichter Einlaß gewähren, sei es, weil die Entstehung der Überschiebungen schon eine ursprünglich (das heißt praetertiär) tiefere Höhenlage der Brennerlinie voraussetzt.

Die im wesentlichen ungestört aufgewölbten Schollen—Tribulaun, Kirhdach und Kalkkögel — nehmen eine die Überschiebungsschollen um 600—700 *m* überragende Höhe ein. Die Spitzen der Ortlerkette überragen wiederum die der Tribulaungruppe um 700—800 *m*, weil hier weder Überfaltung noch flache Aufwölbung, sondern ein Zusammenschub der widerstandsfähigsten Kalkdolomitgesteine und eine Herauspressung und Hebung an zwei ausgedehnten Dislokationen erfolgt ist.

Im Gegensatz zu dem Unterschiede der Maximalhöhe verschiedener Gebirgsgruppen werden innerhalb desselben Gebietes die Höhenunterschiede durch verschiedene Widerstandsfähigkeit der gipfelbildenden Gesteine und durch geographische Faktoren bedingt.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Siehe Antlitz der Tiroler Zentralalpen, Zeitschr. d. D. u. Ö. A.-V. 1903.

# NACHTRAG.

---

## Die angebliche Überschiebung der Zentralkette der Ostalpen.

In fünf nach Abschluß des Druckes der ersten fünf Bogen veröffentlichten Mitteilungen (*Comptes rendus hebdomadaires* 1904, 11 17, 24, 31 octobre, 7 novembre) sucht P. Termier die Hypothese der nordwärts gerichteten Überschiebung der ganzen östlichen Zentralalpen an mehreren Beispielen, vor allem an dem des Ortlergebirges und des Brenners zu begründen. Drei Schubmassen (»nappes«) sollen am Ortler vorhanden sein, von denen die südlichste dem eigentlichen, im vorstehenden behandelten Ortlergebirge, die zweite dem Piz Umbrail u. s. w. entspricht.

Die tektonischen Beobachtungen, zu denen P. Termier und ich — vollkommen unabhängig voneinander — gelangt sind, stimmen im ganzen gut überein: Die Überlagerung der Trias durch Phyllite am Stilfser Joch wird durch die Abb. 45, S. 76, der Nachweis, daß die Ortlertrias keine einfache Mulde, sondern »un paquet de plis« sei, durch die Profile auf S. 78 erläutert, beziehungsweise erwiesen.

Anders steht es mit der Annahme, daß die »plis empilés« des Ortlers »Schubmassen« (nappes) seien, die aus dem Süden stammen (»qui viennent du Sud«).

1. Von den für die Annahme dreier Schubmassen geltend gemachten Gründen scheint Termier besonderen Wert auf den Nachweis eines Faltenbündels zwischen Santa Caterina und dem Tonalepaß zu legen. Die Falten sind sämtlich »déversés vers le Nord«, bestehen aus Phyllit und sollen die Wurzeln der Ortlerfalten sein (welch letztere jedoch aus Trias bestehen).

Die Faltung des Phyllites zwischen Bormio und Zufallspitze unterliegt keinem Zweifel, wird jedoch durch die zuerst von Hammer nachgewiesene und von mir bestätigte Verwerfung des Val Zebbru (S. 79) abgeschnitten.

Der vertikale Verlauf dieses Trias und Phyllit trennenden Bruches ist auf unserer Tafel XXI und besonders XXIII deutlich sichtbar. Auch P. Termier betont in seiner vierten Mitteilung den im wesentlichen vertikalen Verlauf dieser Störungen, sowie die südwärts gerichtete Umkipfung, aus der sich eine Fächerstellung ergebe. Aus dieser (vom 31. Oktober 1904) datierenden Mitteilung scheint auch die Möglichkeit einer Verständigung hervorzugehen. Denn die Fächerstellung, bzw. die nach Süden gerichtete Rückfaltung ist dieselbe tektonische Tatsache, die viel weiter nördlich, nämlich bei Pfitsch und im Pflerschtal, von Teller und von mir nachgewiesen worden ist.

2. Auch der Trafoier Bruch (oben S. 76) nimmt nur am Stilfser Joch auf eine Strecke von 6 km den Charakter einer von Nord nach Süd (nicht umgekehrt) gerichteten Überschiebung an. Diese Überfaltung ist zwar an der Stilfser Straße, zwischen Joch und III. Cantonnera, besonders deutlich (Abb. 45) und gut zugänglich, stellt aber doch nur einen Ausnahmefall gegenüber dem vertikalen Verlauf dar.

An und für sich wird die Zone der »Schubmassen« also durch zwei ost-westliche, im wesentlichen vertikal stehende Brüche (p. 75) unterbrochen, durch die Verwerfung des Val Zebro im Süden<sup>1)</sup> und den Trafoier Bruch im Norden der Ortlertrias.

3. Die S. 89 folgende Auseinandersetzung über die allgemeine Facies-Entwicklung der zentralalpiner Sedimente und Eruptivmassen bezieht sich auf Kärnten und Steiermark, ebenso wie auf den Ortler. Die Ausbildung der Ortlertrias stimmt im wesentlichen mit der Zentralzone zwischen Brenner, Splügen und Oberengadin (Piz Alv) überein. (Vergl. S. 17.) Man könnte auch aus stratigraphischen Gründen eher auf den umgekehrten Gedanken kommen, daß südwärts gerichtete Überschiebungen stattgefunden hätten. Eine von Süden nach Norden gerichtete Bewegung ist dagegen nicht denkbar, da die wichtigsten Südtiroler Triasgebilde, d. h. alle Schichten von dem Campiler Niveau an, das bunte Muschelkalkkonglomerat, die Buchensteiner-, Wengener- etc. Tuffbildungen, endlich Schlerndolomit und Raibler Schichten im ganzen Ortlergebiet vollkommen fehlen. Ebenso wenig sind die bezeichnenden Mitteltrias-Bildungen der Nordalpen am Ortler nachgewiesen, so daß auch eine südwärts gerichtete Überschiebung undenkbar erscheint.

Andererseits stimme ich darin — im Gegensatz zu der alten Anschauung — mit Termier überein, daß der Ortler aus übereinander liegenden Falten besteht. Nur Schubmassen (nappes), »qui viennent du Sud«, sind nicht vorhanden, da, wie gezeigt, die stratigraphische Entwicklung der oberen Ortlertrias mit dem Norden übereinstimmt und von den Südalpen gänzlich verschieden ist.

Auch ein so unermüdlicher und scharfblickender Forscher wie P. Termier bedarf für die Lösung tektonischer Probleme der Grundlage, welche ausschließlich die Palaeontologie und Stratigraphie der Sedimentgesteine zu geben vermag. Daher die Verschiedenheit der Ergebnisse, zu denen derselbe Forscher im Osten und im Westen der Alpen gelangt ist. Im Westen bildeten die in ihrer großen Bedeutung von Termier jederzeit anerkannten Forschungen W. Kilians das solide Fundament und hier stimmen auch die Profile des Geologen, welcher »Schubmassen« (nappes) konstruiert, überein mit der entgegenstehenden Auffassung, welche liegende Falten bzw. Überfaltungen annimmt. Nur über die Zeitbestimmung, in der die eigenartigen Dislokationen eintraten, und über die Modalitäten des Vorgangs sind Meinungsverschiedenheiten möglich, der Tatbestand als solcher steht im wesentlichen fest.

Schwieriger lag die Sache im Osten. Die Probleme der fast versteinungsleeren Trias der Zentralzone sind auch für den Spezialisten schwieriger zu lösen als die Altersbestimmung der gut gekennzeichneten mesozoischen Kalke der Westalpen.<sup>2)</sup> Im Osten wird daher nicht nur die theoretische Deutung, sondern

<sup>1)</sup> Die Deutung, die W. Hammer dem Profil des Val Zebro gegeben hat, wird von P. Termier bestritten, da W. Hammer »à cet observateur très consciencieux« noch die Erfahrung der alpinen Tektonik fehle. Ich halte nach eingehender Untersuchung — bei sehr günstigen Aussichts- und Witterungsverhältnissen — die Hammersche Ansicht über die Südgrenze des Ortlergebirges für vollkommen zutreffend.

<sup>2)</sup> Konnte doch am Brenner von verdienten Forschern die gesamte Trias als paläozoisch

auch die Richtigkeit der Profile Termiers von allen bestritten, welche sich die eingehende (kartographische) Aufnahme des Gebirges zur Aufgabe gestellt haben.

Die S. 71 von mir betonte Übereinstimmung der Trias-Entwicklung am Ortler mit dem Brenner ist Termier nicht entgangen, wohl aber die ausgesprochene Verschiedenheit, welche beide Sedimentgebiete von der Entwicklung der »dinarischen« Südalpen trennt. Wenngleich die zuletzt veröffentlichte Darstellung Termiers mancherlei Fortschritte enthält, so die Zurückverweisung der Brennerphyllite zum älteren Gebirge, so steht doch die Grundauffassung der nordwärts wandernden Deckschollen in offensichtlichem Widerspruch zu den gesicherten Tatsachen der ostalpinen Stratigraphie. Über die oben ausführlich behandelte Geologie der Brennersenke enthält die neueste Mitteilung P. Termiers (C. R. 1904, 10 octobre) einige Angaben, die kurz besprochen werden mögen: Die nach P. Termier der Trias angehörenden Kalke von Thuins bei Sterzing bilden eine durch Moränen und Alluvium isolierte Fortsetzung des im Osten der Brennerfurche anstehenden präcambrischen Marmors und gehören zu den Brennerphylliten. Die Entwicklung der Brennerphyllite im Süden des Pfitschtales weicht nach F. Teller (dem die vorliegende Karte folgt) durch größere Häufigkeit der Chloritschiefer von der nördlichen ab. Doch tragen die Kalkphyllite und Kalke, deren Fortsetzung das Vorkommen des Custozzahügels bei Thuins ist, durchaus den Charakter der Kalkphyllite, d. h. es fehlt ihnen die bezeichnende dolomitische Beimengung. Der gegenüber von Unterried, nördlich von Schmuders, anstehende Quarzitschiefer (oben S. 53) gehört zu keiner Faltungs- oder Schubmasse (»lame«, »nappe«), sondern ist eine typische Spaltenverwerfung, d. h. eine durch Versenkung in dem Eisackbruch erhalten gebliebene schmale Scholle. Der Granatenglimmerschiefer von Unterried überlagert nicht die »Schistes lustrés« (Quarzphyllit in meiner Darstellung), sondern stößt an dem den Schmudershügel (1352 m) querenden Eisackbruch von diesem ab. Ich habe auf die Untersuchung der schwierigen, dicht bewaldeten und mit Moränen bedeckten näheren Umgebung von Sterzing allein mehrere Wochen verwandt und bei Schmuders jeden noch so geringfügigen Aufschluß untersucht. Es ist in keiner Weise zweifelhaft, daß nördlich Schmuders Granatenglimmerschiefer und Quarzphyllit nebeneinander, d. h. durch einen Bruch getrennt, nicht übereinander lagen. Die Fortsetzung des Eisackbruches trennt den Kalkphyllit des Custozzahügels von dem Granatenglimmerschiefer des Roßkopfes. Der Nordost—Südwest streichende Triasdolomit der Telfer Weißen steht in keinem Zusammenhang mit dem Quarzit von Schmuders. Das letztere Gestein fehlt an der Telfer Weißen ebenso vollständig, wie bei Schmuders oder Thuins ein mit dem Tribulaundolomit vergleichbares Gebilde. Weiter südlich erscheint noch einmal Quarzit, wahrscheinlich in ähnlicher Stellung wie bei Ried; man beobachtet denselben oberhalb des Gatters am Wege über dem südlichsten am Sterzinger Abhang liegenden Bauernhof.<sup>1)</sup> Im Süden von Sterzing erscheint der Kalkphyllit von neuem und umschließt im weiteren Fortstreichen bei Ratschinges<sup>2)</sup> die stark ausgebeuteten Lagen des »Sterzinger Marmors« (oben S. 58). Das Wiederauftreten der Kalkgesteine steht hier mit der steilen

gedeutet werden, während andere die uralten Kalkphyllite für mesozoisch erklärten; im Unterengadin und am Ortler liegen die Verhältnisse keineswegs einfacher.

<sup>1)</sup> Die ausführliche Wiedergabe aller Beobachtungen (deren Ergebnis oben S. 53 und 58 nur kurz mitgeteilt wurde) erscheint angesichts der entgegenstehenden Annahme nachträglich geboten.

<sup>2)</sup> Über die Entstehung der Marmore von Ratschinges im Kontakt mit Amphiboliten äußert sich Weinschenk (Zeitschr. f. prakt. Geol. 1903, S. 137). Im gleichen Bande (S. 231 f.) finden sich auch Beschreibungen der als Niederschlag aus wässerigen Lösungen gedeuteten Zink-Blei- und Titan-Erzgänge des Schneeberges sowie der 1890 von mir entdeckten Crinoidenmarmore.

Aufrichtung der Schichten im Zusammenhang. Die Kalkphyllite fallen am Sterzinger Schießhaus südlich des Custozza-Hügels mit  $70^\circ$  nach Nordnordwest und richten sich am Thumberg vollkommen saiger auf. Kalkphyllit mit Glimmerschiefer stehen also hier lokal nebeneinander. Weiter westlich ist jedoch in der Gilfenklamm ein Längsbruch zwischen Kalkphyllit und Glimmerschiefer gut zu beobachten.

Am Beginn des Gilfenklammweges (der schon südlich der Kartengrenze liegt) schießt der dunkle granatenfreie Glimmerschiefer sehr steil nach Südwest ein und umschließt ganz oben einen 12 m mächtigen Quarzgang, der mauerartig in das Tal vorspringt. Am Eingang der eigentlichen Klamm bildet ein dunkelgrüner, an Quarzfasern reicher Glimmerschiefer den unteren Teil des Gehänges, während der obere aus Marmor besteht; an dem Türle des Klammeingangs erscheint ein zweiter ebenso mächtiger Quarzgang im Schiefer, dessen Streichen Nordwest-Südost-Richtung zeigt. Die Grenze des körnigen Marmors und des Glimmerschiefers bildet ein scharfer, deutlich sichtbarer Westnordwest—Ostsüdost streichender Bruch. Die Verwerfung steht vollkommen saiger, zeigt hie und da eine unregelmäßig muschelige Grenze und schneidet das Streichen des Glimmerschiefers unter einem Winkel von ca.  $15^\circ$ .

Der saiger stehende Marmor ist regelmäßig rhomboedrisch zerklüftet und wird an dem sogenannten »Kampel« der Gilfenklamm (an dem die Bruchgrenze liegt) vom Bache quer durchbrochen. An dem Bruche biegt der Bach um und folgt auf ca. 80 m der Grenze zwischen Marmor und Schiefer, um dann, der Abflußrichtung folgend, die Schichten quer zu durchbrechen. Der zwischen Marmor und Glimmerschiefer aufgeschlossene Bruch der Gilfenklamm ist der östlichste Ausläufer der Fächerstruktur der südlichen Öztaler Berge, wo nach Teller (oben S. 58) die Kalkphyllite in verkehrter Lagerung unter die Glimmerschiefer einfallen. Nach der Saigerstellung bei Thumberg bildet der mitteltriadische Eisackbruch den nach Norden umgebogenen Ausläufer der großen Dislokation.

Die von Termier hervorgehobene (S. 2 l. c.) Annahme, daß die Brennersenke keinem »accident tectonique« entspricht, ist nur in beschränktem Maße, d. h. für die Strecke Steinach—Gossensaß und die hier anstehenden, leicht zerstörbaren Phyllite zutreffend. Nördlich und südlich sind alte — wahrscheinlich mittelcretacische und mitteltriadische — Brüche mit voller Sicherheit nachweisbar.

Auch der nördliche, posttriadische Sillbruch trennt zwei Schollen von sehr verschiedenartiger Zusammensetzung: Im Nordosten, an den Tarntaler Köpfen, sind die Überschiebungen verhältnismäßig oberflächlich: Die Reihenfolge 1. Brennerphyllit, 2. Karbon, 3. Trias ist im wesentlichen ungestört. Nur die verhältnismäßig wenig mächtige Triasdecke zeigt eine teilweise Verfaltung mit ihrer Unterlage. Im Südwesten ist hingegen das ganze Karbon auf die mächtige Trias des Tribulauns aufgeschoben; letztere überlagert teilweise den Glimmerschiefer, teilweise den Brennerphyllit. Die Auflagerung der Obertrias auf zwei scharf aneinander abstoßende kristalline Schieferformationen ist auf eine ältere (mitteltriadische) Bruchbildung zurückzuführen.

Das »klassische Land der Überschiebungen«, wie P. Termier die interessante, aber überaus schwierige und im ganzen wenig gut aufgeschlossene Gegend nennt, liegt also im Westen des Brenners. Doch bleibt ohne ältere (triadische) und jüngere, nach der Faltung eintretende Brüche der Bau dieses Überschiebungsgebietes unverständlich. P. Termier hat in den wenigen Wochen, die er auf das Studium des Brennergebietes verwenden konnte, unstreitig eine Reihe wert-

voller Beobachtungen gemacht, deren tatsächlicher Befund vielfach mit den oben niedergelegten Ergebnissen langjähriger Aufnahmen übereinstimmt. Der Versuch, die gesamten Lagerungsverhältnisse nur durch Faltung und Schubmassen — ohne Bruchbildung — zu erklären, entspricht dem Gang der Entwicklung, den meine Auffassung der Brennersenke durchlaufen hat<sup>1)</sup>. Die Brüche sind durch die spätere Faltung, welche zum Teil die Tendenz zur Überschiebung der Senken hatten, undeutlich gemacht worden oder entsprechen dem Verlauf der mit jüngeren Bildungen ausgefüllten Tälern. Für die Senken der Tiroler Zentralalpen ist die Annahme einer wechselvollen tektonischen Vorgeschichte unerlässlich. Die Häufigkeit und Bedeutung der Brüche mag einem westalpinen Geologen unwahrscheinlich dünken. Doch ist gerade die Verbreitung und Wichtigkeit dieser Dislokationsform das Hauptkennzeichen der östlichen Alpen und die Hypothese einer durch südalpine Gesteine<sup>2)</sup> nordwärts gerichteten Überschiebung der alpinen Hauptkette wird durch die vollkommen unzweideutigen Tatsachen der Stratigraphie widerlegt.

---

<sup>1)</sup> Auch ich habe vorübergehend den Versuch gemacht, alles durch Faltung zu erklären.

<sup>2)</sup> »Le traînage du pays dinarique sur le pays alpin.« Dagegen stimmt die Auffassung Termiers, der die Einfaltung einzelner Trias-Synklinen in der Schieferhülle nachweist (Bull. soc. géol. de France 4, III, S. 724), mit meiner obigen Darstellung überein. Nur ist kein Anlaß vorhanden, diese Triasmulden ca. 100 km weit aus Süden herzuleiten; es handelt sich vielmehr um die eingefalteten Reste der zentralalpinen Sedimentdecke, die in ihrer ursprünglichen Zusammensetzung von den nördlichen wie von den südlichen Kalkalpen durchaus verschieden ist.

## D. Über den Gebirgsbau der Tiroler Zentralalpen.

Der Gebirgsbau der östlichen Zentralalpen ist schwer zu entwirren, da nur wenige Profile die normale Aufeinanderfolge der alten Schiefer in einiger Vollständigkeit erkennen lassen und da ferner der Gebirgsdruck eine weitgehende Umwandlung der Gesteine bedingt hat. Die Quarzphyllite der Schieferhülle werden häufig den archaischen Glimmerschiefern überaus ähnlich und die gefalteten Glimmerkalke der Trias erhalten das kristalline Aussehen der uralten Kalkphyllite. Die granitischen Intrusivkerne sind häufig zu schiefrigen Gneisen umgewandelt und andererseits als körnige normale Tiefengesteine erhalten geblieben.

Die besten Handhaben gewähren dem Forscher die Auflagerungen, Gräben oder Einfaltungen von Triaskalk, um auch die Zusammensetzung der Unterlage und damit den Bau des Gebirges zu enträtseln.

Drei Gebiete sind vor allem in dieser Hinsicht von Bedeutung:

1. Die etwa an der Grenze von Hohen und Niederen Tauern gelegenen Kalk- und Dolomitmassen der Radstädter Tauern,
2. Die Trias der Brennerfurche.
3. Das Ortlergebirge.

Brenner und Radstädter Tauern (s. u.) sind im Hinblick auf die vorliegenden Fragen eingehend aufgenommen und beschrieben worden. Über den Ortler und seine Umgebung habe ich mehrfach Studien gemacht, deren vorläufige Ergebnisse mitgeteilt worden sind. Über die Hohen Tauern haben insbesondere F. Becke und Löwl, über die Ötztaler Massenerhebung sowie das südliche Zillertal F. Teller und Grubenmann sorgfältige Untersuchungen und Kartenaufnahmen ausgeführt.

Es erscheint somit nicht aussichtslos, die über den Bau der Tiroler Zentralalpen bekannten Tatsachen im Anschluß an die Beschreibung der Brennerfurche kurz zusammenzustellen.<sup>1)</sup>

### I. Der Gebirgsbau des Brenners.

Der bedeutsamste, auch in den Bergformen scharf hervortretende Gegensatz zwischen den Stubai—Ötztaler und den Zillertaler Alpen entspricht der Verbreitung der archaischen Glimmerschiefer und der praecambrischen, die Gneisgranite umgebenden Schieferhülle. Die Gebirge im Westen einer — nur ungefähr der Brennerfurche<sup>2)</sup> entsprechenden Linie bestehen aus Glimmerschiefer (mit Einlagerungen von Gneisgranit), der Osten setzt sich vorwiegend aus Gesteinen der Schieferhülle zusammen, welche die Massive (Intrusionsmassen) des Gneisgranits umgeben; zwischen Schieferhülle und Granit begegnet man einem dünnen Saum von Grenzschiefer, der stratigraphisch schon den Phylliten zuzuzählen ist.

---

<sup>1)</sup> Um so mehr als C. Diener in »Bau und Bild Österreichs« den unbefriedigenden Stand der Kenntnisse über die Zentralzone betont und die seitdem aufgestellte kühne Hypothese Termiers mit den beobachteten Tatsachen der Stratigraphie nicht im Einklang steht.

<sup>2)</sup> Zwischen Obernberg und Gossensaß reicht der Quarzphyllit nach Westen, am Patscher Kofel und nördlich von Sterzing der Glimmerschiefer nach Osten hinüber.

Der Gegensatz der Gesteine tritt auf der geologischen Karte nicht minder scharf zutage wie in den Landschaftsformen der beiden Gebiete. Die Massenerhebung der Stubai- und Ötztaler Glimmerschiefer (mit ihren untergeordneten Gneiszügen) entspricht bei geringer Gipfelbildung der größten Ausdehnung der Gletscher in den Alpen überhaupt. Im Osten des Brenners bilden hingegen der Tuxer Gneisgranit<sup>1)</sup> (Olperer—Fußstein) mit dem Venediger, dem Granatspitzkern, Sonnblickkern, Rathauskern u. s. w., harte Gesteine von erheblicher Ausdehnung inmitten der weichen Schieferhülle. Kamm- und Gipfelbildung ist daher vornehmlich in der Zillertaler Gruppe viel ausgesprochenener, Massenerhebung und Gletscherausdehnung viel weniger beträchtlich als im Ötztal und Stubai.

Dieser Gegensatz der Gebirge ist nur zum allergeringsten Teile durch die Brüche veranlaßt: Von Steinach nordwärts bis halbwegs Innsbruck, zwischen Gschnitz und Obernberg, sowie zwischen Gossensaß und Sterzing ist die westliche Scholle stehen geblieben und der Osten abgesunken. Wir haben es hier wahrscheinlich mit jüngeren Gebirgsbewegungen zu tun. Denn zwischen diesen Absenkungen der östlichen Scholle taucht die ovale Kuppel des Zillertaler Gneisgranits ganz regelmäßig in westlicher Richtung unter.

Ein relativ junges, zum Teil posttriadisches Alter dieser Brüche wird dadurch erwiesen, daß nördlich von Navis bzw. nördlich von Matrei Oberkarbon und Glimmerschiefer gegeneinander abstoßen. Die in ihrer Verbreitung unregelmäßige Fortsetzung des Steinacher Oberkarbon baut die Gebirge nördlich von Navis auf. Weiterhin ist die Tribulaunscholle stehen geblieben und die Überschiebungsmasse des Steinacher Joches zeigt westlich des Muttejoches einen Bruch zwischen dem Glimmerkalk und Hauptdolomit der Obertrias.

Die Erhaltung der drei großen — ziemlich ungestört lagernden — Triasmassen der Kalkkögel, der Serles—Kirchdach-Scholle und des Tribulauns beruht einerseits auf dem westlichen Untertauchen der Zillertaler Gneiskuppel, andererseits auf dem oben genau beschriebenen Pinnisbruch. Westlich der Kalkkögel fehlen flachgelagerte, aufgesetzte Triasmassen gänzlich, westlich vom Kirchdach und Tribulaun liegt die Basis der Dolomitkappen am Elfer und der Weißwandspitz 400—700 m höher als der Fuß des großen Dolomitplateaus. Dieser posttriadische Nordsüdbruch, das Inntal<sup>2)</sup> und die nach Nordost (bis Nordnordost) gerichtete Absenkung der Zillertaler Gneiskuppel bilden ein rechtwinkliges Dreieck, innerhalb dessen sämtliche größere Triasvorkommen der Tiroler Zentralalpen gelegen sind.

Im Innern dieses Brennerdreiecks ist der Triasdolomit flach gelagert oder eingefaltet, zum Teil aber auch von sehr bedeutenden Überschiebungen und Überfaltungen beeinflußt. Da die eingefaltete und die Schollentrias unvermittelt ineinander übergehen, wurde schon früher die verschiedene Mächtigkeit vor der Faltung und das hierdurch bedingte abweichende Verhalten gegenüber dem Gebirgsdruck als Ursache angenommen.

<sup>1)</sup> Die von A. Böhm von Böhmersheim an Stelle des Namens Zentralalpen vorgeschlagene Bezeichnung »Gneisalpen« empfiehlt sich nur in einer Beschränkung auf die wirklich aus Gneis bestehenden Teile der Zentralalpen, d. h. auf die ausgedehnten zentralmassivischen Gebiete. Brennerfurche und Radstädter Tauern, denen der Gneis fehlt, sind nicht wohl als Gneisalpen zu bezeichnen; bei den Ötztaler und Stubai-bergen, wo der Gneis untergeordnet auftritt, ist die Entscheidung zweifelhaft.

<sup>2)</sup> Das Inntal entspricht der nördlichen Dreiecksseite nur in seinem ostwestlichen Laufe bei Innsbruck; die Spitzen des Dreiecks sind ungefähr: Inner-Ridnaun, der Rand der Inntal-terrasse südlich der Mündung des Sellrainbachs und ein Punkt östlich der Tarntalerköpfe.

Wir gelangen also zu dem Schluß, daß die — äußerlich nicht allzudeutlich hervortretenden — Brüche, welche die Erhaltung der Trias in ausgedehntem Maße ermöglichten, älter<sup>1)</sup> sind als die mitteltertiäre<sup>2)</sup> Alpenfaltung.

Da der der Trias auflagernde Arietenlias der Kesselspitz noch der Dreieckscholle angehört, ist — abgesehen von dem triadischen Eisackbruch — das Alter der Brüche postliassisch und praetertiär.

Die einzige in den Ostalpen schon bekannte Gebirgsbildung gehört der Mittelkreide an; diese praetertiären Brüche des Brenner würden einer solchen Altersbestimmung jedenfalls nicht widersprechen.

Der Bau der Umgebung der Brennerfurche wird, abgesehen von den erwähnten Brüchen, durch zwei Elemente beherrscht:

1. Durch die nordwärts (Steinach — Tarntalerköpfe) und südwärts (Pflersch — Hochfeiler) gerichteten Überschiebungen.

2. Durch die regelmäßige kuppelartige Aufwölbung des Tuxer Gneisgranits. Indem diese Kuppel sich zwischen die beiden Überschiebungszonen eindrängt, wird die Breite der nördlichen wie der südlichen Schuppenregion stark reduziert. Im Westen der Brennerfurche konvergieren diese beiden Schuppenregionen und erreichen damit eine von 20 bis auf 28 *km* gesteigerte Breite.

Die nördliche (Steinacher) Überschiebungsmasse bildet eine einfache liegende Falte (Karbon über Trias), die südliche Pflerscher Region besteht aus drei Triasschuppen, die von Brennerphyllit und Glimmerschiefer getrennt werden (siehe das Hauptprofil Taf. IV).

Im Süden erfolgt die Stauung an dem Brixener Tonalit, daher beobachteten wir Schuppenbau im Pflersch und gedrängte Falten östlich des Brenners im Pfitschtal. Doch ist außerdem der Brixener Tonalit südwärts auf den Tonglimmerschiefer überschoben. (Teller, Verh. 1881, S. 71.) Die Intrusion der Granite ist wahrscheinlich mittelkarbonisch, die Erhaltung der Triasdecke hängt von den posttriadischen, wahrscheinlich mittelcretacischen Brüchen ab. Die Lage der mitteltertiären Überschiebungen am Außen- und Innenrand der Zentralzone hängt wiederum von der karbonischen Granitintrusion und der mesozoischen Bruchbildung ab, oder mit anderen Worten: Die Ergebnisse der Kartenaufnahme und die tektonische Theorie ergänzen sich zu einem einheitlichen Bilde.

Eine weitere Eigentümlichkeit des hohen Ötztalergebirges ist der deutliche Einfluß der Gail-Judicarienlinie und ihrer Umbiegung bei Meran.

Die eingefalteten Triasdolomite von St. Martin kennzeichnen am deutlichsten die Umbiegung dieser Dislokationslinie von Nordnordost nach Ostnordost.

Diese Nordostrichtung der südlichen und östlichen Gebirge trifft im oberen Gurglertal im rechten Winkel auf das Nordwest-Südoststreichen des Glimmerschiefers in den hohen Ötztaler Bergen. Diese Interferenzregion des Nordwest-Streichens liegt, wie jede Alpenkarte zeigt, in der direkten Fortsetzung der mittelkarbonischen Karnischen Hauptkette. Die Komplikation der Haupterhebung der Ötztaler und Stubaiar Berge reicht demnach bis in die palaeozoische Alpenfaltung zurück; man versteht also leicht, warum die späteren geotektonischen Vorgänge — Intrusion der tonalitischen posttriadischen Tiefengesteine und die Überschiebungen der Brenner-Trias — von der Richtung dieser uralten Gebirgssysteme abhängig bleiben.

<sup>1)</sup> Genauer prae-oligocaen.

<sup>2)</sup> Die ihrerseits in 1. mitteloligocaener und 2. miocaener Zeit erfolgt ist.

## II. Vergleich mit dem Ortler.

Von großer Bedeutung für die Auffassung des Gebirgsbaues der Brennerfurche ist ein Vergleich mit dem Ortler (s. o. S. 80).

Die aus der oben gegebenen Beschreibung zu entnehmenden Folgerungen mögen daher in aller Kürze zusammengestellt werden:

1. Die Schichtenfolge des Brenners und Ortlers zeigt viele übereinstimmende Züge besonders in der Gliederung der Trias und dem Verhalten der intrusiven Gneisgranitkerne (Laaser Ferner, Tux) zu der umgebenden Schieferhülle.

Am Ortler fehlt archaischer (Stubai)er Glimmerschiefer, Quarzphyllit,<sup>1)</sup> Karbon und Lias, während im Kalkphyllit dioritische Ganggesteine sehr verbreitet sind.

2. Neben den durch Faltung gebildeten Überschiebungskuchen (Steinacher Joch, innere Ortlergruppe) wird in beiden Gebieten der Gneisgranitkern umgeben von einer einfachen flachkuppelförmigen Aufwölbung der praecambrischen Schieferhülle.

3. Die an der Peripherie flachgelagerten Ortlerkalke sind in der Mitte des Gebirges steil aufgerichtet (z. B. Hochjochgrat) oder zu zahlreichen liegenden Falten übereinandergeschoben (z. B. Königsspitze, Madatschspitze). Diese Vervielfältigung der Mächtigkeit erklärt zusammen mit den auf Hebung oder Überschiebung zurückführbaren peripherischen Brüchen die überragende Höhe des Ortlers.

4. Gegenüber der eigentlichen Faltung tritt am Ortler im Gegensatz zum Brennergebiet die Bruchbildung im Innern der Triasmasse in den Hintergrund; die Brüche sind peripherisch. Vollkommene Zertrümmerung der eingefalteten Gesteine und Bildung von Reibungsbreccien ist am Ortler (Schaubachhütte) und Brenner (Portjoch—Rotspitz) wenig bedeutsam im Vergleich mit den Radstädter Tauern (s. u.), und weiter der Sonnwendgruppe, wo diese Breccien kartographisch ausgeschieden werden können (Schwarzeck-Breccie, Hochfeind).

## III. Über den Bau der ostalpinen Zentralzone.

Von Westen nach Osten folgen in den Tiroler und Salzburger Zentralalpen Gebirgssteile verschiedener Zusammensetzung:

1. Senke des Reschenscheidecks: Kalkphyllit (Schieferhülle) und Triasfalten (Piz. Lat.);<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Der untere Teil scheint vorhanden oder angedeutet zu sein.

<sup>2)</sup> (Anm. während des Druckes.) Die Auffassung, die W. Paulcke vor kurzem über den Bau der Unterengadiner bis zum Reschenscheideck reichenden Senke gewonnen hat, stimmt in erfreulicher Weise zu den oben dargelegten Anschauungen über den Bau der Brennerfurche (Geolog. Beobachtungen im Antirhaetikon: Berichte naturforsch. Gesellsch. zu Freiburg i. Br. 1904, S. 286 ff.): »Wir haben im Antirhaetikon wie in den Unterengadiner Sedimentärgebieten überhaupt Gebiete geologischer Depressionen vor uns, die wir uns zwar bei Beginn der Faltung mitgehoben denken müssen, deren Oberfläche dann aber an Linien geringeren Widerstandes barst, so daß die Gebiete von nun an in der Tiefe blieben, während die kristallinen Massen ringsum höher emporgefaltet wurden. Die tangential zweiseitig wirkende Kraft, welche die gesamte Alpenfaltung verursachte, wirkte gegen diese Gebiete relativer Senkung überschiebend (Glarner Alpen, Rhaetikon) und wurde überall da in ihrer Schubrichtung modifiziert, wo erstens Zentralmassive stauend und rückfaltend wirkten, und wo zweitens die von diesen ausgehenden Schübe die Möglichkeit auszuweichen hatten. In Ostbünden haben wir kesselartig eingesenkte Sedimentärgebiete fast rings umgeben von kristallinen Massiven. Konzentrisch mußten hier von der Bernina, von der Silvretta, vom Ferwal und von den Öztalern Schübe gegen diesen Kessel des Antirhaetikon

2. Ötztal-Stubai-Massenerhebung: Alte Glimmerschiefer, und untergeordnet Hornblendeschiefer, Gneisgranit etc.;
3. Senke des Brenners: Schieferhülle mit Trias (und Karbon);
4. Hohe Tauern: Gneisgranitkerne mit Schieferhülle im höheren Nordzug; Tonalit und Gneisgranit mit altem Glimmerschiefer im niederen Südzuge; eingefaltete<sup>1)</sup> und eingebrochene Trias nur in den peripherischen Zonen;
5. Senke der Radstädter Tauern: Schieferhülle und Trias;<sup>2)</sup>
6. Schladminger Gneisgranit u. s. w.

Es ergibt sich somit ein ziemlich klarer Zusammenhang zwischen den Massenerhebungen (2, 4, 6), die aus älteren und den Senken (1, 3, 5), die aus jüngeren Gesteinen bestehen; wir begegnen in den Depressionen der weicheren Schieferhülle<sup>3)</sup> und in überwiegender Ausdehnung den Sedimentdecken altesozoi-

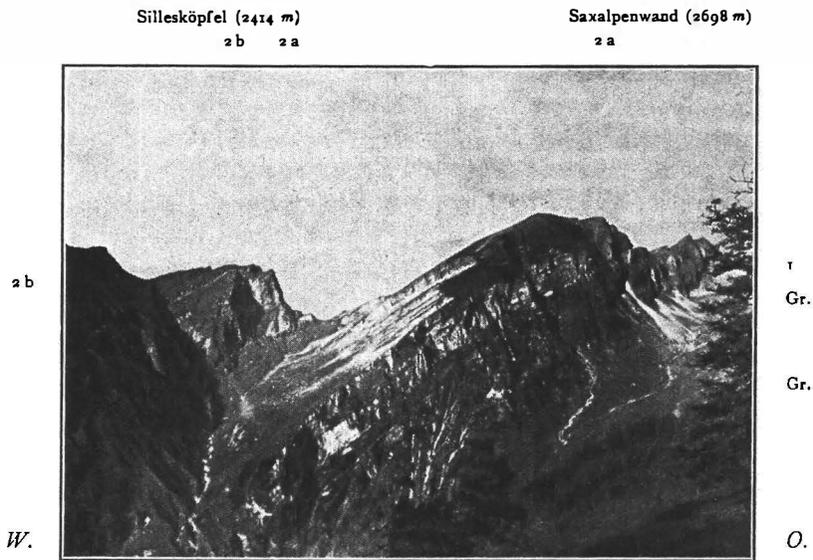


Abb. 47. Aussicht vom Griesberg (am Brenner) auf die Saxalpenwand. Regelmäßige, kuppelförmige Auflagerung der Schieferhülle (1—2 b) auf dem Gneisgranit (Gr.) des Tuxer Kammes. 1. Grenzschiefer (Hornblendeschiefer), 2a Marmor (Hochstegekalke), bilden mit gleichmäßigem westlichen Einfallen die weißen Wände, darüber 2b, Kalkphyllit von der Scharte ab.

scher Gesteine sowie Brüchen, deren Entstehung wahrscheinlich der Mitteltrias und der Mittelkreidezeit angehört.

Es ist ferner nicht schwierig zu verstehen, warum den Senken die stärkere Ausbildung der Dislokationen entspricht.

und gegen die Unterengadiner Dolomiten erfolgen. So verschieden die Umgebung der Unterengadiner und der Brenner-Senke ist, so begegnen sich doch die auf Grund eingehender Kartenaufnahmen erfolgten Anschauungen in einer übereinstimmenden Grundauffassung. Es ist somit zu hoffen, daß diese auf breiter Basis ausgeführten Untersuchungen gegenüber dem Ikarus-Fluge Kühner Hypothesen Recht behalten werden. Es darf endlich als ein glückliches Zusammentreffen bezeichnet werden, daß die Untersuchungen in der Nachbarschaft des Rhaetikon, wie die der Brenner-senke auf Veranlassung und mit Unterstützung des Z.-A. des D. u. Ö. A.-V. ausgeführt worden sind.

<sup>1)</sup> Einschließlich der untergeordneten Juravorkommen. C. Diener (Bau und Bild S. 618) bezeichnet die obigen Sedimente als Kulissen, die an der Nordwand der Zentralzone herantreten.

<sup>2)</sup> Und grabenförmig eingebrochene Schollen (Krimml).

<sup>3)</sup> Für die Ausbildung der orographischen Senken ist jedoch, wie anderenorts (Zeitschr. d. D. u. Ö. A.-V. 1903, S. 1) ausgeführt ward, das Überwiegen der weichen Gesteine viel wesentlicher als die tektonische Senkung; auch P. Termier schließt sich dieser Meinung an.

Gegenüber den steilen Falten des Piz Lat, gegenüber der Vervielfachung der Triaskalke des Ortlers und der nord- wie südwärts gerichteten Überschiebungen des Brenners, gegenüber den Grabenbrüchen von Krimml und den Radstädter Tauern ist die Lagerung in den aufgewölbten Massenerhebungen eher einfach zu nennen.

Die Faltung der Schieferhülle und der Trias-Kalke ist in alt- bis mitteltertiärer Zeit erfolgt; <sup>1)</sup> einzelne, besonders kleinere Brüche sind zweifellos jünger als die Faltung, da sie die Falten quer durchschneiden. Diese kleineren, häufig Nord-Süd streichenden Brüche sind also jungtertiär.

Sehr wahrscheinlich ist aber die fernere Annahme, daß manche Brüche bereits vor der alttertiären Alpenfaltung, das heißt in der mittleren Trias und mittleren Kreidezeit angelegt waren.

Der Gegensatz der nördlichen und südlichen Ostalpen hat von jeher den Scharfsinn der Erklärer herausgefordert: Die südlichen Tiroler Kalkalpen, die »Dolomiten« zeigen ruhig gelagerte Schichtenblöcke, die von Verwerfungen durchsetzt sind; die verschiedenen Zonen der nördlichen Kalkalpen, der nördlichen Schieferalpen (Kitzbüchel), die Zentralalpen, endlich die Gailtaler und die Karnischen Alpen besitzen alle Merkmale jüngerer starker Faltung und mehr oder weniger ausgesprochene lokale Überschiebungen.

Die Schollen des palaeozoischen Grundgebirges in den südöstlichen Alpen (Cima d'Asta, Karnische Alpen und Karawanken) sind zwischen Brüchen emporgepreßt, nicht aber als Horste zu deuten.

Die alte Faltung der Karbonzeit, deren Nachweis in der Karnischen Hauptkette und in den Karawanken erbracht wurde, liefert auch für den Schollencharakter des Südtiroler Gebirges eine verständliche Erklärung. Denn (wie ich schon früher hervorhob) wenn ein schon einmal stark gefalteter, starrer Gebirgsumpf einer neuerlichen Gebirgsbildung (Aufwölbung) unterliegt, so erfolgt nicht eine zweite Faltung, sondern eine Aufwärtsbewegung der Gebirgsmassen an großen einheitlichen, der Längsrichtung des alten Gebirges folgenden Brüchen.

Der von Löwl<sup>2)</sup> gegen diese Annahme angeführte Bau des Aarmassives spricht in Wirklichkeit für meine Erklärung: Die ältere Faltung muß so stark gewesen sein, daß der Schichtenblock seine Plastizität eingebüßt hat. Die palaeozoische Faltung des Aarmassives war jedoch, wie Baltzer und Heim übereinstimmend hervorheben, nur schwach und konnte daher von der jüngeren Faltung derart überwältigt werden, daß eine bruchlose Auftreibung erfolgte.

In den Zentralalpen und den nördlichen Kalkalpen herrscht im Westen (Ortler, Ötztal, Stubai) die Faltung ganz entschieden vor, am Ortler sind Längsbrüche, am Brenner sind einige z. T. mitteltriadische Querbrüche vorhanden, doch erst östlich des Zillertales beginnt mit dem Oberpinzgauer Tauerngraben der Einfluß der Brüche auch die Längsrichtung des Gebirges zu beherrschen.

Eine noch wesentlichere Rolle spielen in den Niederen Tauern Längs- und Querbrüche, die hier im Mandlinger Dolomitgraben und der ziemlich komplizierten Bruchregion des Radstädter und Twenger Taurachtales das Antlitz des Gebirges beherrschen.

Auch hier ist der Einfluß einer älteren (vortertiären), der mittleren Kreide angehörenden Gebirgsbildung unverkennbar. Doch ist hier eine andere

<sup>1)</sup> Die erste tertiäre Faltungsphase fällt im Osten und Westen der Alpen in das mittlere Oligocän, die zweite in das Miocän; es scheint diese zweite Phase im Osten etwas früher begonnen zu haben als im Westen, wo ihr Höhepunkt in nachhelvetischer Zeit erreicht wurde.

<sup>2)</sup> Verhandl. G. R. A. 1894, S. 460.

Entwicklung der Triasschichten und eine abweichende Altersstellung der tektonischen Phasen nachweisbar. Am Brenner sind die wichtigeren Brüche älter als die Faltung, am Radstädter Tauern liegen die Altersverhältnisse umgekehrt.

Die Brüche — die Grabenbrüche des Enns- und Taurachtales, sowie der mit einer Aufquetschung der Phyllitunterlage verbundene einseitige Lantschfeldbruch folgen hier zum Teil (Südabhang der Radstädter Tauern) der durch die ältere Faltung vorgezeichneten Richtung, meist durchqueren sie die Falten und deuten somit auf eine jüngere, nur durch Brüche gekennzeichnete tektonische Phase hin.

Die in der Fortsetzung des Lantschfeldbruches im oberen Pleißlingtal sichtbare Aufquetschung des aus Quarzphyllit bestehenden Untergrundes erinnert an die nordalpine Aufbruchslinie Buchberg—Mariazell—Windischgarsten.

Die letzte Bruchphase der Gebirgsbildung dürfte postmiocän sein; denn die miocäne, schon an die bestehenden Hohlformen angeschmiegte Braunkohlenformation ist noch aufgerichtet. Andererseits zeichnet die Längsrichtung des Mandlinger Dolomitzuges dem heutigen Längstal der Enns seinen Weg vor.

Die vorstehend wiedergegebene Gliederung der ostalpinen Zentralzonen in eine Anzahl von Segmenten, die verschiedenen Alter besitzen und verschiedenen Aufbau zeigen, stimmt nicht mit den Westalpen überein. In den Westalpen liegt zwischen der östlichen Zone der Zentralmasse, deren Hauptvertreter der Monte Rosa ist, und dem Gürtel der westlichen Granitkerne, (Gotthard, Aarmassiv,<sup>1</sup>) Montblanc—Mont Pelvoux,) die inneralpine Sedimentzone (Briançonnais): Gewissermaßen in dem Schraubstock der angrenzenden starren Zentralmasse eingezwängt, haben die inneralpinen Schichten (Karbon bis Eocän) höchst eigenartige Struktur angenommen.<sup>2</sup>) Nach Norden wie nach Süden sind von dem karbonischen Kerne aus die mesozoischen Kalke zu drei- oder viermalig wiederholten Schuppen übereinander geschoben worden. Die Analogie mit dem Bau der verschiedenartigen Überschiebungen des Brennergebietes ist unverkennbar. Aber während sich im Westen die Schuppenstruktur der Überschiebung durch den größeren Teil des gesamten Gebirges vom Pelvoux bis zum Gotthard verfolgen läßt, bleibt sie im Osten auf die Umgebungen der Brennerfurche beschränkt und ist in den sonst ähnlich gebauten Radstädter Tauern nur angedeutet, d. h. durch den Einfluß jüngerer Brüche verwischt. Den Zwischengebieten, den Zentralmassiven der Hohen Tauern und den steil aufgerichteten Glimmerschiefern der Ötztaler Alpen fehlen die charakteristischen doppelseitigen Überschiebungen.

Diese an die Glieder einer aus verschiedenartigen Metallen bestehenden Kette erinnernde Struktur widerspricht scheinbar der Vorstellung von dem zonaren Aufbau der Faltengebirge. Wenn jede Gebirgszone eine einheitliche Zusammensetzung zeigt, d. h. aus Gesteinen gleichen Alters und Aufbaues bestehen soll, so wäre gerade die ostalpine Zentralzone alles andere als eine Zone. Doch ist der Widerspruch wohl nur ein scheinbarer. Denn wir können beobachten, daß eine Zone, je älter sie ist, um so größere Verschiedenheiten

<sup>1</sup>) Der zentrale (bzw. östliche) Granit oder Protogin ist von dem nördlichen (bzw. westlichen) plagioklasreicheren Granit nach Baltzer auch petrographisch scharf zu trennen. Auch im Osten ist ein deutlicher Gegensatz vorhanden zwischen der älteren Intrusion (Tuxer und Laaser Gneisgranit = älterer primärer Kontakt bei Baltzer) und der jüngeren horizontalen Verfaltung (Gstellhorn, vergleichbar dem Muttejochprofil und Pflerschamm = sekundärer mechanischer Kontakt bei Baltzer). Vergl. N. J. Beilage Bd. XVI, 1903, S. 320 ff.) Entsprechend der vollkommenen Umbiegung der Alpenkette bildet die westliche Granitzone der französischen Alpen (Pelvoux) die direkte Fortsetzung der nördlichen Schweizer Alpen (Aarmassiv).

<sup>2</sup>) Schuppenbildung (Structure imbriquée) im größten Maßstabe.

ihres Aufbaues in ihrem weiteren Fortstreichen aufweist. Die Flyschzone beginnt im Zentrum der Schweiz und erstreckt sich als ein im wesentlichen einheitliches Gebilde bis zum Wienerwald. Ihre nach längerer Unterbrechung jenseits der March auftretende wenig veränderte Fortsetzung bildet eine Verbindung von Alpen und Karpathen. Die tektonische und stratigraphische Verschiedenheit der westlichen und östlichen Kalkalpen ist bekannt. Die westalpinen, aus Jura und Kreide bestehenden Ketten keilen im Bregenzerwald an der Außenseite des Gebirges aus. Die an der Rheinlinie beginnenden östlichen Kalkalpen sind in ihrem Aufbau und ihrer (wesentlich triadischen) Altersstellung durchaus verschieden. Man pflegt hier von zwei verschiedenen Zonen des Gebirgsbaus zu reden, würde aber in Verlegenheit kommen, wenn man die östlichen Zentralalpen in analoger Weise in sechs bis acht Glieder oder Zonen teilen wollte. Es ergibt sich somit, daß die Kunstausdrücke der Tektonik immer nur eine beschränkte Bedeutung besitzen. Leichter ist die Erklärung des obigen Verhältnisses. Über das Altersverhältnis der älteren (inneren) und der jüngeren (äußeren) Gebirgszonen läßt sich das Folgende übersichtlich zusammenfassen:

1. Die cretacisch-äoltertiäre Flyschzone ist nur von einer einzigen wesentlichen Faltung (der mitteltertiären) ereilt worden.

2. Die nordöstlichen Kalkalpen und Karpathen haben eine mittelcretacische Faltung erfahren, die in der Schweiz und Frankreich nicht beobachtet wurde und wahrscheinlich nicht vorhanden oder nur durch die vielfach klastische Beschaffenheit der Gaultsedimente angedeutet ist.

3. Die Zentralalpen mit ihrer überaus mannigfaltigen Struktur haben im Osten wie im Westen zum mindesten die heftige intrakarbonische Faltung durchgemacht; dazu kommen mitteltriadische und vielleicht mittelcretacische Dislokationen.

#### IV. Vergleich der östlichen Zentralalpen mit den Westalpen und den Karpathen.

Die weitgehende Übereinstimmung, welche nicht nur das Urgebirge, sondern auch die zentralalpine Trias im Osten und Westen aufweist, hat einen Vergleich der beiden in vieler Hinsicht abweichenden Gebirgsteile erleichtert.

Auf Grund der Vergleichung mit den Westalpen, in denen eine Deckschollenbildung von bis dahin unerhörter Ausdehnung eintreten soll, sucht P. Termier auch die Zentralzone der Ostalpen in ähnlicher Weise zu deuten.<sup>1)</sup> Den Ausgangspunkt bildete die Annahme des mesozoischen Alters der ostalpinen Brennerphyllite (Kalk- und Quarzphyllite = Schieferhülle) sowie die Hypothese, daß der Rhaetikon eine wurzellose Masse darstellt. Ebenso soll die Schieferhülle der Hohen Tauern aus einem aus liegenden Falten bestehenden Überschiebungskuchen zusammengesetzt sein, während tatsächlich saigere Schichtenstellung, z. B. am Radstädter Tauern wie im Zillertal durchaus vorherrscht. Diese jüngere Schieferhülle soll nun im Umkreise der Hohen Tauern unter die alten Gneise oder palaeozoischen Phyllite einfallen. Beide Decken (a) Schieferhülle, b) die auf eine Länge von 160 km abgetragenen alten Phyllite, sollen ihre Wurzel im Süden haben, z. B. im Gailtaler Gebirge. Sie werden bedeckt von mesozoischen Schollen, welche vom Rhaetikon bis Wien die nördliche Kalkzone bilden und durch ein »Fenster« von 100 km Breite von ihrem Wurzelansatz ge-

<sup>1)</sup> C. R. 1903. Ferner Zentralblatt f. Mineralogie 1904, S. 91 und die Widerlegung Dieners ebenda, S. 161—181. (Siehe ferner die eben erschienenen Profile von Termier, Bull. Soc. Géol. 4 série, Bd. III, Nr. 6, Mai 1904). Auf diesem Profile ist die Rückfaltung sehr schön zu sehen, obgleich Termier dieselbe in Abrede stellt.

trennt sind. Diesen Wurzelansatz soll die »Zone des Gailtal«<sup>1)</sup> darstellen, welche nach Westen zu in senkrechten Falten zwischen Adamello und Ortler durchzieht und mit der westlichen »Wurzel«, dem Amphibolitzug von Jvrea zusammenhängen soll.

Auch gegen den letzten Teil der Annahmen Termiers könnte ich auf Grund genauer Kenntnis beider Gebiete den Einwand erheben, daß der uralte Kalkphyllit und der Urgebirgs-Marmor sowie die Tonalite und Granite, die herrschenden Gesteine zwischen Adamello und Ortler, im ganzen Umkreise des Gailtales vollkommen fehlen. Die Grundidee Termiers, die Dinariden seien einstmals über die Alpen bis an den nördlichen Alpenrand gewandert, ist somit nicht zutreffend. Zeigt doch die gesammte Schichtenentwicklung der »dinarischen« Südalpen ein ganz anderes Aussehen, als die der Nordalpen und zwar von den ältesten palaeozoischen Zeiten bis in die Kreide. Es fehlt im Norden die süd-alpine Entwicklung des Untersilur, der obersilurische rote Orthocerenkalk sowie das reich gegliederte Mittel- und Oberdevon; das Ober-Karbon ist durchaus abweichend: Im Süden die limnisch-marine Facies der Auernigg-schichten, im Norden die rein kontinentale Steinkohlenformation. Auch wenn man — entsprechend einer bereits widerlegten Ansicht — die unterkarbonischen Brachiopodenschiefer der Veitsch zum Oberkarbon rechnen wollte, bliebe immer noch ein wesentlicher Unterschied zwischen Nord und Süd bestehen. Im oberen Palaeozoicum ist der Bellerophonkalk, in der Untertrias die reiche Ammoneenfanna der Campiler Schichten ausschließlich südalpin. Auch in der Mitteltrias sind die bezeichnenden Ammoneen der Buchensteiner, Wengener und Cassianer Schichten nur aus dem Süden bekannt, während die Raibler Schichten im Norden und Süden die bekannten, häufig besprochenen Verschiedenheiten aufweisen. Solange nicht rote Schlernplateauschichten oder südalpine Melaphyre, bunte Muschelkalk-Konglomerate und Bozener Porphyry oder Porphyrtuffe im Norden der Zentralkette gefunden sind, wird man eine Überschiebung derselben nicht annehmen können. Im Lias sind die »Grauen Kalke«, in der Kreide u. a. die Rudistenkalke des Cenoman und Turon nur aus dem Süden bekannt, während im Norden die Gosau-Facies vorwiegt. Bis jetzt ist aber von all diesen abweichenden südlichen Faciesbildungen und alten Eruptivgesteinen nie eine überschobene Scholle in anormaler Stellung nördlich der Hauptkette gefunden worden.

Zu diesen Einwendungen treten die Beobachtungen im Zentralgebiete Tirols, im Hochstubaier, oberen Ötztal und Zillertal.

Gegen die Annahme einheitlich gewaltiger Nord-Südüberschiebungen im Bereich der Tiroler Zentralalpen spricht — abgesehen von dem vorpalaeozoischen Alter der Brennerphyllite — die Lagerung im Bereiche der Hochstubaier Firnfläche: Im Obergurgler Tal, an der Tummelalp und der Sonklarspitz trifft die Nordost-<sup>2)</sup> und die Nordwest-Richtung des Streichens im Urgebirge fast rechtwinklig aufeinander.

Diese Tatsache spricht gegen eine einmalige Faltung und Überschiebung der Zentralalpen in einer Bildungsperiode ebenso sehr wie die Fächerstellung zu beiden Seiten des Obernberger Tales. Man wird die Fächerstellung — ebenso

<sup>1)</sup> Nur nördlich dieser Zone, sowie nördlich und westlich der kristallinen Gesteine des lombardischen Seengebietes dehnen sich nach Termier die echten Alpen aus.

<sup>2)</sup> Genau Nordnordost bis Nordost—Südsüdwest bis Südwest (schon von Teller festgestellt und durch meine Aufnahmen nur bestätigt).

wie es Kilian<sup>1)</sup> im Gegensatz zu Termier in der Zone der Briançonnais vorschlug, zutreffend durch eine zweimalige Faltung erklären:

1. Die ältere hauptsächlichliche Faltung erfolgte in den Tiroler und in den französischen Zentralalpen von innen nach außen, d. h. dort von Süden nach Norden, hier von Osten nach Westen.

2. Eine spätere, in umgekehrter Richtung eintretende, minder energische Bewegung, die Rückfaltung ging in Tirol von Norden nach Süden (wiederholte Überschiebungen des Pferschtales und Hochfeilers) und in Frankreich von Westen nach Osten; (gerade diese letztere ist aus Termiers Profilen sehr deutlich ersichtlich und wird für die Ostalpen jetzt auch von Termier angenommen.)

Als Grenze der hauptsächlichlichen Rückfaltung ist in Tirol das Vorhandensein des Brixener Tonalits anzusehen, der jedoch auch noch südwärts überschoben ist.

Das höhere Alter der süd-nördlich gerichteten Faltung ergibt sich aus den zahlreichen kleineren und den tief einschneidenden großen Brüchen, welche die nach Norden gerichteten Falten durchsetzen. Die jüngeren, südwärts orientierten Schuppen des Pferschtals zeigen derartige spätere Sprünge nicht. Andererseits beweist die Tatsache, daß im Obergurglertal bis zum Brenner zwei Urgebirgsschollen von verschiedener Vorgeschichte und abweichender Orientierung aufeinanderstoßen, die in mehreren Perioden wiederholte Faltung im Bereiche der Überschiebungszone des Brenners.

Sowohl der Gebirgsbau des Pferschtales wie die Faltungsrichtungen im Hochgebirge zwischen Ridnaun und oberstem Ötztal schließen die Annahme einer großen einheitlich orientierten Deckschollenbildung aus. Vielmehr sind in mindestens zwei verschiedenen Perioden verschiedene Gebirgsbewegungen erfolgt, die eine gegensätzliche Orientierung aufweisen.

Ebenso wenig läßt sich der gut bekannte Bau der nordöstlichen Kalkalpen mit der Annahme großer, von Süden nach Norden vordringender Überschiebungen vereinigen. Allerdings zeigt der Außenrand der triadischen Kalkmassen Schuppenbildung und lokale Überschiebungen über die vorgelagerte Flyschzone. Aber in der Mittellinie der niederösterreichischen Kalkalpen liegt die längsstreichende Aufbruchlinie älterer Trias, zu der die Kalkmassen von jeder Seite her einfallen. Zwischen der Aufbruchzone und der Zentralzone, also dort, wo die stärkste Überschiebung eingetreten sein müßte, zeigt das Gebirge vorwiegend flache, nur durch Brüche gestörte Lagerung. Genau dieselbe Lagerungsform beherrscht die Masse des Dachsteins, d. h. das genau nördlich des Gailtals liegende Kalkalpengebiet. Hier geht die flache Lagerung der Radstädter Tauerntrias mit ihren Quer- und Längsbrüchen in das Gefüge der hohen Kalkalpen über.

Die mächtige, muldenförmig gelagerte Triasdecke im Herzen der Radstädter Tauern<sup>2)</sup> wurde ebensowenig wie der Kalkklotz des Tribulauns oder die Kalkberge des Gschnitz- und Stubaitals von der Faltung bewältigt. Nur dort, wo plastische Gesteine des Pyritschiefers facieell größere Mächtigkeit erlangen, zeigen sich lokale Faltungen inmitten der zentralen Triasmasse, die allerdings dann infolge der Härtegegensätze von Kalk und Schiefer schön und deutlich ausgebildet sind (Sichelwand, Permut[Groß-]Wand). Sonst zeigen die Triasdolomite nur geringe Neigungswinkel, im allgemeinen um so geringere, je größer ihre Mächtigkeit wird (Glöcknerin, Pleißlingkeil, Großwand,

<sup>1)</sup> Les phénomènes de charriage dans les Alpes delphino-provençales. Comptes-Rendus IX. Congrès international, Wien 1904, besonders S. 473 (19 des S. A.).

<sup>2)</sup> Frech, Geologie der Radstädter Tauern in Geol.-palaeontol. Abhandlungen, herausg. von Koken. Mit Karte 1 75000. Jena 1902.

Faulkogel). Nur im Süden des Radstädter Tauern, am Hochfeind, wo die Faltungsintensität überhaupt am größten war, sind auch mächtigere Dolomitmassen steil aufgerichtet.

Die Schichtenneigung entspricht im großen und ganzen der häufig in den Zentralalpen beobachteten Fächerstellung, d. h. im Norden der Radstädter Tauern waltet südliches Fallen vor,<sup>1)</sup> im Süden beobachtet man so gut wie ausschließlich nördliche bis nordöstliche, meist steile Neigungswinkel. Das Zentrum wird von der unregelmäßigen<sup>2)</sup> Mulde des Triasdolomites eingenommen, welche von der Faltung nur teilweise bewältigten Axe des Fächers entspricht.

Die Faltungen der Sichelwand und des Zehnerkars bilden Fingerzeige auf das Vorhandensein der tektonischen Achse. Dem nordöstlichen Teile des Gebirges gehört auch die horizontale Überschiebung der Lungauer Kalkspitz an. Die hauptsächlichlichen Faltungen kennzeichnen jedoch die Hochfeindgruppe, d. h. den Süden der Radstädter Tauern.

Die Tatsache, daß in dem westlichen Teile der gleichartig nach Norden fallenden und gleichsinnig streichenden Hochfeindkette Reibungsbreccien und mächtige Schichtenpakete, im Osten hingegen tektonische Rauchwacken, lange Faltenzüge und Schuppenbildung vorwiegen, ist nicht leicht zu erklären. Man könnte daran denken, daß die Faltung unter verschiedener Belastung stattgefunden hat: eine stärkere Belastung muß die Ausbildung langer Schichtenbänder und Schuppen sowie schmaler Rauchwackenzonen bedingen, wenn außerdem die ursprüngliche Härte der aneinander grenzenden Gesteine verschieden war. Ist hingegen die Masse der auflagernden Gesteine geringer oder die Belastung ungleich, so werden die Gesteinklötze weniger intensiv ineinander gefaltet, wohl aber entstehen an der Grenze der Gesteine, welche verschiedene Härte, Plastizität und Sprödigkeit besitzen, Reibungsbreccien oder Mylonite. Die Ausdehnung dieser tektonischen Gebilde am Hochfeind dürfte durch wenig andere Vorkommen, kaum durch die des Sonnwendjoches, übertroffen werden.

Diese gefaltete Südzone der Radstädter Tauern wird im Norden von einer 20—25 km breiten Phyllitzone begrenzt, in der nur eine einzelne Grabensenkung<sup>3)</sup> (Mandling—Radstadt—Altenmarkt) eingebrochene Trias aufweist. Ferner zeigt die im Norden anschließende Hochfläche des Dachsteins ebenso wie die Umgebung von Hallstatt und Ischl Plateau- und Bruchcharakter.

P. Termier hat seine interessanten Hypothesen über die Ostalpen weniger auf Grund einiger Exkursionen<sup>4)</sup> in den Hohen Tauern als auf der Basis seiner ausgedehnten Aufnahmen in den Westalpen aufgestellt. Die Bedeutung dieser westalpinen, noch nicht überall im Zusammenhang veröffentlichten Studien wird nur demjenigen klar, der das Glück gehabt hat, unter Führung Termiers die

<sup>1)</sup> Häufig ist hier auch saigere Schichtenstellung.

<sup>2)</sup> Das nach Süden gerichtete Einfallen ist flach, das nach Norden gewandte meist steil.

<sup>3)</sup> Keiner der Geologen, seit Gümbel, E. Sueß, E. von Moysisovics, Neumayr bis zu W. Volz, G. von Arthaber und C. Diener haben eine Fjorbildung, bezw. eine Ablagerung der Trias auf altem Relief im Bereiche der Radstädter Tauern an Stelle der Falten- und Bruchbildung wahrnehmen können. C. Diener weist in Bau und Bild Österreichs (S. 457) besonders auf die Verwerfung des Mandlinger Dolomitzuges und die Brüche in der Umgrenzung der großen muldenförmig gelagerten Hauptmasse der Radstädter Trias hin. Ich glaube somit von einer erneuten Erörterung der entgegenstehenden Hypothese absehen zu sollen.

<sup>4)</sup> C. R. 16. 13. 30. Nov. 1903. I. Sur quelques analogies de faciès géologiques entre la zone centrale des Alpes orientales et la zone interne des Alpes occidentales. II. Sur la structure géologique des Hohe Tauern. III. Sur la synthèse géologique des Alpes orientales. Vergl. den Nachtrag p. 97.

hochwichtigen Aufschlüsse bei Bourg d'Oisans, am Pelvoux, an der Meije und bei Briançon (Prorel, Sablier, Mt. Genève) kennen zu lernen. Aber so sehr ich auch den Scharfblick und die Ausdauer Termiers zu bewundern Veranlassung habe, so ist mir doch in dem klassischen Gebiete seiner Studien nichts begegnet, was die Entstehung der Deckschollen als einen von der Faltung grundsätzlich verschiedenen oder durch den Einfluß einer hypothetischen, gewaltigen, und zwar nunmehr vollständig abgetragenen Schubmasse bedingten Vorgang erwiesen hätte. Viel wesentlicher ist der Umstand, daß der von Termier selbst so hochgeschätzte W. Kilian, einer der Hauptmitarbeiter<sup>1)</sup> bei der Aufnahme des Briançonnais, zu anderen theoretischen Anschauungen über den westalpinen Gebirgsbau gelangt ist. Nicht eine Deckschollenbildung von enormer Ausdehnung, sondern die doppelte, in entgegengesetzter Richtung wirkende Faltung während zweier aufeinanderfolgender Perioden sehr verschiedener Natur erklärt nach W. Kilian den Fächerbau der inneralpinen Sedimentzone des Briançonnais und ihrer Überschiebungskuchen<sup>2)</sup>.

Die Falten der Gegend von Briançon waren ursprünglich sämtlich (mit Inbegriff der »vierten Schuppe« Termiers und der Liasmasse des Mont Jovet in Savoyen) nach Westen überschoben und zwar infolge einer allmählich gesteigerten Faltung, wobei sich eine Reihe ausgewalzter liegender Falten (= »nappes«) übereinander anhäufte. Die Bildung der ostwärts (gegen Italien hin)<sup>3)</sup> überschobenen, meist viel einfacheren, nicht ausgewalzten, in ihrem Gesamthabitus von ersteren sehr verschiedenen Falten ist später unter dem Einfluß einer anderen Ursache erfolgt. Als Grund dieser Rückfaltung deutet Kilian auf eine Abtragung der Schichten oder die Senkung am Innenrande der Alpen hin.<sup>4)</sup>

Die Erklärung entspricht ungefähr der Deutung, welche A. Heim seiner Glarner »Doppelfalte« gab, so lang er an dieser Annahme festhielt: Eine Senkung inmitten von Glarus sollte die Überwallung von beiden Seiten her bewirkt haben. Wenn hier die Senkung ein hypothetischer Vorgang war, so ist am Innenrand der Westalpen das große piemontesische Senkungsfeld vorhanden, dessen allmählicher Einbruch die angrenzenden Alpentteile in Mitleidenschaft ziehen mußte.

Zutreffend ist jedenfalls die Angabe P. Termiers, daß die Schichtenfolge in den Ostalpen vollständiger sei als die der Westalpen. Große, flachgelagerte Sedimentdecken im Zentrum der Erhebung, wie die des Brenners oder der Radstädter Tauern fehlen im Westen sicher vollständig.

Ich führe allerdings die flache Lagerung der Triasplatten des Brenners und der Radstädter Tauern nicht auf flache Falten, sondern auf wenig gestörte Lagerung zurück, die nur lokal von der Faltung überwältigt wurde (Schwarze Wand, Steinacher Joch — Karbonkeil von Trias, liegende Falte der Lungauer Kalkspitz).

Infolge der im ganzen geringeren und nach Osten allmählich abnehmenden Faltungsintensität ist auch die Gebirgserhebung weniger bedeutend und die Abtragung im Osten weniger weit vorgeschritten als im Westen. Wir haben in der Zentralzone des Ostens die in toto gehobenen und nur randlich über die Senkungsschollen geschobenen Sedimentdecken, im Westen wiederholte Schuppenbildung oder Überschiebungskuchen. Ein lokaler Durchschnitt (Steinacher Joch, Muttenwand, Lungauer Kalkspitz) mag mit Profilen der Briançonnais übereinstimmen und die Annahme ähnlicher Entstehung erklären.

<sup>1)</sup> »Collaborateur principal« in der offiziellen Ausdrucksweise.

<sup>2)</sup> Der gefalteten, flach lagernden Pakete der mesozoischen Sedimente.

<sup>3)</sup> Also von der Achse des Briançonnais nach außen.

<sup>4)</sup> W. Kilian, *Compte-Rendus IX. Congrès international*, Wien 1904, S. 473.

Tatsächlich ist jedoch die Übereinstimmung der Überschiebungsstruktur in den Ostalpen nur auf vereinzelte Punkte beschränkt. Nicht jede Sedimentdecke in den östlichen Zentralalpen stellt eine lokal überfaltete oder eingefaltete Scholle dar, Brüche sind stets vorhanden und die Ausdehnung und das Ausmaß der letzteren nimmt nach Osten stetig zu. Im Westen der Alpen begegnen wir übereinandergeschobenen Schuppen in mehrfacher Wiederholung, während Brüche selbst in geringfügiger Ausdehnung gänzlich fehlen. Die Verschiedenheit des Gebirgsbaus zwischen Osten und Westen ist ausgeprägt; die Ostalpen erinnern besonders in ihrem südlichen Teile strukturell viel mehr an die Karpathen als an den Westen.

Während in den Westalpen die verschiedenen Schollen durch das Übermaß der Faltung (nicht durch die ausquetschende Wirkung einer verschwundenen »nomadisierenden« Decke) übereinander gehäuft sind, liegen in den Ostalpen wie in den Karpathen die verschiedenen alten Bestandteile des Gebirgs nebeneinander. Nur die Anordnung dieser Kernmassen ist wiederum in den Alpen und Karpathen verschieden:

»Mit seltener Klarheit verwirklicht sich in den Karpathen nicht nur wiederholte und unterbrochene Gebirgsfaltung, sondern auch ein unverkennbares zonares Wandern des Ablagerungs- und Faltungssitzes. An das praedyadische Gebirge lehnen sich die dyadisch-mesozoischen Ablagerungen, an diese der Ring der Karpathensandsteine, an diese als letzter Ansatz das karpathische Miocänband. Sowie diese Bildungen der Zeit und dem Orte nach aufeinanderfolgen, so macht auch jede ihre eigene Hauptfaltung mit, die sich im wesentlichen auf die jeweilige Geosynkline beschränkt, ohne in das Vor- oder Hinterland einzudringen.« (V Uhlig.)

Während die Karpathen einen mehr zonalen Bau zeigen, ist den südlichen Ostalpen eine rumpfförmig begrenzte alte Masse (der Rest der palaeokarnischen Ketten) eingelagert, welche dementsprechend einen abweichenden Verlauf der jüngeren Faltungszonen bedingt. Geht man von dieser verschiedenen Grundanlage der Karpathen und südöstlichen Alpen aus, so ist die Übereinstimmung der Grundanschauung über den Aufbau des Gebirges um so bemerkenswerter, als sie von verschiedenen unabhängig arbeitenden Beobachtern über Ostalpen und Karpathen gewonnen worden ist.

---

# Geologische Karte des Brenners und der angrenzenden Gebirge

aufgenommen 1882, 1891—1894

von  
Fritz Frech

unter Mitwirkung von Franz Eduard Suess (Tarnthaler Köpfe), R. Michael (Sellrain), sowie von A. von Krafft und W. Volz (Hochstuba).

Von der Originalaufnahme 1:25.000 reduziert auf 1:75.000 von Dr. E. Loeschmann.



- I. Gegenwart**
- Flussterrasse (Stuba)
- Moränen
- Schuttkegel (und Gehängeschutt)
- Bergströme
- Alluvium der Tal- und Seeböden
- Torfisänen (nur durch die Signaturen von Alluvium verschieden)
- II. Quartär (Eiszeit)**
- Glacial-Breccie (verfestigter Schuttkegel)
- Glaciale Terrassenschotter
- Moränen
- III. Trias und Lias**
- Versteinerungsvorkommen
- Lias d. Hütal
- Pyritschiefer und Glimmerkalk (Rhaet.)
- Hauptdolomit (dicht) und Tribaldolomit (kristall.)
- Schwarzer Saitekalk (Carditaschichten)
- IV. Jüngeres Paläozoicum**
- Serpentin
- Dyas (Untertrias), Quarziteigrauwacke, Tarnthaler Quarzitschiefer

- E** Oberkarbon: Eisenolomit
- Cg** Oberkarbon: Konglomerat
- C** Oberkarbon: Schiefer und Phyllit
- V. Präcambrium (Schieferhülle)**
- Chloritschiefer (nur südlich des Fittschtales nach Teller)
- Q** Quarzphyllit (Tonglimmerschiefer)
- K** Kalkphyllit
- M** Marmor des Kalkphyllites (= Hochsteigenkalk)
- PG** Grenzschiefer (Hornblendschiefer, Glimmerschiefer, Quarzit und Strahlenschiefer), Grenzabteilung zw. V u. VI
- VI. Archäicum**
- Hornblendschiefer mit Granaten
- Hornblendschiefer (als Einlagerung)
- Granatglimmerschiefer
- Glimmerschiefer
- Gneisgranit
- Fallen und Streichen
- Verwerfungen
- Erlager (im Abban) und Glänge

Mafstab 1:75.000

Druck des k. u. k. Militärgeographischen Institutes