

Studien zur Tektonik des Tauernfensterrahmens am Brenner.

Von Otto Meier.

(Mit 1 Textfigur und 2 Tafeln [Tafel I und II])

Vorbemerkung.

Die vorliegende Abhandlung wurde auf Grund von im Sommer 1921 durchgeführten Feldstudien verfaßt und im Frühjahr 1922 als Doktordissertation an der Universität Wien eingereicht.

Der Verfasser betrachtete diese Arbeit als vorläufige Studie, welche zunächst nur versuchen sollte, im großen die Widersprüche in der bisherigen Deutung der Brennertektonik aufzuklären, insbesondere hinsichtlich der gegenseitigen Beziehungen zwischen den Bauelementen östlich und westlich der Brennerfurche. Es lag in der Absicht des Verfassers, in den folgenden Jahren eine möglichst genaue Detailaufnahme des Gebietes durchzuführen und eine Monographie der Brennergegend zu schreiben.

Aus diesem Grunde unterblieb eine Veröffentlichung der vorliegenden Abhandlung, welche ja nur als eine Zusammenfassung der Vorarbeiten gedacht war. Die Ungunst der Zeiten zwang jedoch den Verfasser, sich in den folgenden Jahren gänzlich der praktisch-geologischen Tätigkeit, zum großen Teil im Auslande, hinzugeben, und die ursprüngliche Absicht konnte nicht verwirklicht werden.

Da es vorläufig gar nicht abzusehen ist, wann der Verfasser in die Lage kommt seinen Plan zur Durchführung zu bringen, hat er sich über Aufforderung seines hochverehrten Lehrers, Herrn Professor F. E. Sueß entschlossen, diese Studie ohne jede sachliche Aenderung, so wie sie vor viereinhalb Jahren verfaßt wurde, zu veröffentlichen.

Um die in der Zwischenzeit erschienene, die Brennergegend behandelnde Literatur voll zu berücksichtigen, wären eine Durcharbeitung der ganzen Abhandlung und gleichzeitig zur Ueberprüfung neuerliche Feldstudien nötig gewesen. Hierzu mangelte

infolge anderweitiger Berufspflichten die Zeit. Es war deshalb das Beste, die ursprüngliche Fassung beizubehalten.

Von den die Brennertektonik behandelnden erwähnten neueren Arbeiten ist, abgesehen von Kobers Veröffentlichungen (41), (42), vor allem die geniale Abhandlung R. Staub's „Der Bau der Alpen“, (43), erschienen 1924 in den „Beiträgen zur geologischen Karte der Schweiz“, zu nennen. Sie fußt was die Ostalpen anlangt, auf einer Ostalpenexkursion R. Staub's mit einigen anderen Schweizer Geologen unter der Führung Kobers im Sommer 1922. In der Brennergegend, vor allem im Gebiete des Steinacher Joches und der Tribulaune wurden die Schweizer Geologen vom Verfasser an die entscheidenden Punkte geführt. Selbstverständlich erteilte dieser auch bereitwilligst alle Auskünfte und gab Erläuterungen im Sinne seiner durch mehrmonatliche Studien gewonnenen Erkenntnisse. Es ist nur natürlich, daß Staub diese Angaben soweit sie mit seinen auf Grund des dreitägigen Aufenthaltes im Brennergebiet gewonnenen Anschauungen übereinstimmen, in seine Abhandlung aufgenommen hat. Es gereicht dem Verfasser auch zur Befriedigung, daß auf diese Weise die Ergebnisse seiner bescheidenen Studien als kleiner Baustein in dem gewaltigen Gebäude, das Staub in seinem Werke errichtet hat, Verwendung gefunden haben.

Da es nun für die an der Tektonik des Brenners Interessierten vielleicht von einigem Wert sein mag, welche Beobachtungen und Ideengänge zu jenen von Staub dargestellten Folgerungen für die Brennertektonik (wobei es sich hauptsächlich um die Zuordnung der Bauelemente am Steinacher Joch und in den Tribulaunen handelt) geführt haben, mag die verspätete Veröffentlichung der Arbeit gerechtfertigt erscheinen, auch wenn die Hauptkenntnisse von anderer Seite veröffentlicht und dadurch Gemeingut geworden sind.

Was speziell die Anschauungen Staub's über die Tektonik der Tarentaler Berge anlangt, so haben hier die Schweizer auf Grund der Vergleichsmöglichkeiten mit dem ihnen so vertrauten Westen geglaubt, so neue und umwälzende Entdeckungen gemacht zu haben, wie die Auffindung des Penninischen Flysches an der Basis der ostalpinen Schubmassen, die Erklärung der Tarentaler Breccie als stratigraphisches Niveau, welches zum Flysch oder dessen unmittelbarer Unterlage gehört, sowie die Zugehörigkeit des Serpentin des Reckner zum obersten Penni-

nikum. Auf alle diese Fragen kann m. E. nur auf Grund weiterer sehr eingehender Detailuntersuchungen in den Tarntaler Bergen eingegangen werden.

Schließlich seien noch die Veröffentlichung Kerners „Der Schuppenbau der Gipfelregion des Steinacher Joches“, (44), und die Schwingers über „Das Paläozoicum am Brenner“; (45), erwähnt. Vielleicht findet sich bald Gelegenheit, eigens auf diese Arbeiten näher einzugehen. Vorläufig wäre nur hinsichtlich Schwingers zu betonen, daß es wohl nicht gut angeht, das Paläozoicum am Brenner als „Insel tektonischen Friedens“ zu bezeichnen.

Mödling bei Wien, den 29. Juni 1926.

I.

Einleitung.

Die Tektonik des Brennergebietes war seit jeher ein Gegenstand besonderen Interesses. Dies ist vor allem auf zwei Umstände zurückzuführen. Einmal tritt hier im Streichen der Zentralzone der Alpen ein sehr auffälliger Wechsel des Gesamtcharakters der Bauelemente in Erscheinung. Dann aber ist inmitten der kristallinen Gesteine das Auftreten mächtiger mesozoischer Schichtserien überraschend. Hierzu kommt noch die morphologisch deutlich ins Auge fallende, breite Einsenkung in der Zentralzone, welche nur auf tektonische Ursachen zurückgeführt werden kann.

Seit Anwendung der Deckenlehre auf die Ostalpen hat sich das Interesse für das Gebiet noch bedeutend verdichtet. Bei dem Versuche, alle Erscheinungen des Alpenbaues auf große, allgemein gültige Gesetze zurückzuführen, mußte gerade die Brennergegend mit ihren scharf ausgesprochenen Gegensätzen eine Fülle von Problemen aufzeigen, deren Lösung für das Verständnis des Gesamtbaues des Ostalpenkörpers von einschneidender Bedeutung ist.

Den ersten groß angelegten Versuch diesen Fragen näher zu treten, verdanken wir Termier, Eduard Sueß, Uhlig, Kober haben auf Termiers Synthesen weitergebaut.

Die Deckenlehre hat es zum erstenmal ermöglicht, ein wirklich einheitliches Bild vom Gesamtbau der Ostalpen zu entwerfen.

Sie hat zahllose Erscheinungen, die man bisher nur mühsam oder gar nicht in das Gesamtbild der Alpen einzufügen vermochte, auf großartige Weise als Ausfluß ein und desselben klaren Bauplans erklären können.

Da ist es nun höchst bemerkenswert, daß zwar gerade die am Brenner sehr eigentümlichen Verhältnisse am einfachsten und ungezwungensten im Rahmen der Deckenlehre zu erklären waren, daß aber gleichzeitig gerade dort auch die gewichtigsten Einwände gegen die Gültigkeit des aufgestellten Deckenschemas erhoben werden konnten. Diese Einwände wurden für so begründet gehalten, daß sie einen, der am öftesten vorgebrachten Gegenbeweise für die Existenz eines Deckenbaues in den Ostalpen überhaupt darstellten.

Und in der Tat konnte sich kein Unbefangener der Einsicht verschließen, daß zwar die Zuordnung der am Brenner in Erscheinung tretenden Bauelemente zu großen, voneinander scharf gesonderten, tektonisch selbständigen Einheiten im ganzen befriedigte, daß aber andererseits zweifellos Widersprüche bestanden, deren versuchte Lösung etwas Gekünsteltes an sich hätte und die mit den wirklichen Verhältnissen in der Natur nicht recht in Einklang zu bringen war.

Von der Erwägung ausgehend, daß nur die Natur selbst Antwort auf diese Zweifel geben könnte, versuchte ich durch eingehendes Studium der tatsächlichen Verhältnisse einer Klärung der Brennertektonik im Rahmen der Deckenlehre näher zu kommen.

Im Nachfolgenden bringe ich zur Darstellung, zu welchen Anschauungen ich für das Gebiet nördlich des Brenners durch meine bisherigen Beobachtungen gelangt bin. Ich betone hiebei ausdrücklich, daß diese Ausführungen nur die Grundlinien festlegen sollen, welche nach meiner Ueberzeugung für den Bau des nördlich vom Brenner gelegenen Gebietes maßgebend sind, daß sie lediglich als vorläufige Ergebnisse betrachtet werden mögen, denen weitere Detailuntersuchungen folgen sollen.

Immerhin glaube ich, daß einige der Hauptschwierigkeiten und Widersprüche, welcher einer befriedigenden Auslegung der Brennertektonik im Rahmen der Deckenlehre bisher entgegenstanden, schon heute als beseitigt gelten können.

II.

Uebersicht der Probleme.

Vom Brenner nordwärts bis zum Inntal treten zu beiden Seiten der Brennerfurche folgende Hauptbauelemente in Erscheinung 1. Der Zentralgneis der Tauern. 2. Die kalkarmen Gesteine der sogenannten unteren Schieferhülle. 3. Die Kalkphyllite (Brennerschiefer) als vorherrschende Gesteinskomponente der oberen Schieferhülle. 4. Quarzphyllite. 5. Sedimentäre Schichtfolgen, die sich stratigraphisch gliedern lassen und dem Mesozoikum angehören. 6. Altkristalline Gesteine (Gneise, Glimmerschiefer).

Während nun hinsichtlich einer Gruppe der angeführten Bauelemente die Brennerfurche als deutliche Scheide sofort ins Auge fällt, ist dies bei der anderen Gruppe nicht der Fall. Zentralgneis und die Gesteine der unteren Schieferhülle treten nur im Osten der Furche auf, die Kalkphyllite greifen bloß in einer schmalen Zone zwischen Brenner und Steinach nach Westen über, sind aber in ihrer Masse so wie der Zentralgneis auf den Osten beschränkt. Die altkristallinen Gesteine des Stubaiar Massives zeigen ihre Hauptausbreitung westlich der Furche. Nur im Gebiete des Patscherkofels scheinen sie in größerer Ausdehnung auch nach Osten überzugreifen.

Anders liegen die Verhältnisse bei den Quarzphylliten und den mesozoischen Sedimenten. Wir finden Quarzphyllite in großer Ausdehnung im W., die Gebirgskämme nördl. und südl. des Obernbergertales aufbauen, wir finden sie in noch viel weiterer Ausdehnung im O. verbreitet, vom Navistal und den Tarntaler Bergen nach N. bis zum Inntal. Die mesozoischen Sedimente liegen als zusammenhängende größere Einheiten im W. im Gebiete der Tribulaune, des Kirchdach-Serleszuges und der Kalkkögel-Sailegruppe, im O. in geringerer Ausdehnung, doch nicht minder auffällig, im Gebiete der Tarntalerköpfe sowie in isolierten Lappen nördl. und west. davon. (Die Kalkmarmorlagen innerhalb der Schieferhülle bleiben hier, als zu den Hüllgesteinen gehörig, außer Betracht.)

Das vollständige Verschwinden der kristallinen Gesteine der Oetzalermasse an der Brennerlinie und das Eintreten des Zentralgneises sowie der Schieferhüllengesteine als völlig neue Bauelemente wurde schon früh als auffällige Erscheinung gewertet.

Man brachte sie in Zusammenhang mit einer gewaltigen Querstörung, wobei man aber weit verwickeltere Verhältnisse annehmen zu müssen glaubte, als sie etwa einem einfachen Querbruch entsprechen.

Das auffällige Auftreten größerer Sedimentmassen inmitten der Zentralzone betrachtete man als im engsten Zusammenhang stehend mit der schon morphologisch in Erscheinung tretenden tektonischen Depression des Brennergebietes. In dem durch diese transversale Senke geschaffenen Raum hätten sich die mesozoischen Sedimente als Reste einer ehemals über die gesamten Zentralalpen zusammenhängenden Sedimentdecke erhalten. Man sprach von einer zentralalpiner Entwicklung des Mesozoikums zu beiden Seiten des Brenners, dessen Fazies sich zwar jener der Nordalpen näherte, aber doch gewisse unterscheidende Eigentümlichkeiten bewahrt habe, so vor allem in der unvollständigen, fossilarmen Triasentwicklung. Der Umstand, daß sich die mesozoische Sedimentdecke in ihrer Tektonik sehr verschieden verhält, indem einerseits eine ruhige, flache Lagerung vorherrscht, andererseits eine komplizierte Verfaltung zu beobachten ist, wurde auf verschiedene Mächtigkeit vor der Faltung zurückgeführt, wodurch das abweichende Verhalten gegenüber dem Gebirgsdruck bedingt wurde. Ansonsten war man der Meinung, daß sich die beiden Hauptverbreitungsgebiete der mesozoischen Entwicklung westlich und östlich der Brennerfurche sowohl stratigraphisch als auch tektonisch zu einer zusammengehörigen Einheit verbinden ließen.

Die petrographisch so gleichartigen Quarzphyllite versuchte man auf Grund der sie begleitenden Einlagerungen, in stratigraphisch und tektonisch selbständige Elemente aufzulösen. Die Quarzphyllite des Steinacherjoches bildeten hiezu den besten Ausgangspunkt. In ihren obersten Partien befinden sich die bekannten Einlagerungen von Quarzkonglomeraten und dunklen, sandig-kohligen Phyllitschiefern mit den oberkarbonen Pflanzenresten der Ottweiler-Stufe. Man wies daher allgemein diese Quarzphyllite dem Karbon zu. In denselben Quarzphylliten finden sich noch Einlagerungen von Eisendolomit in ziemlicher Verbreitung. Diese bildeten ein Hauptargument dafür, die Quarzphyllite östlich der Sill, zwischen Navistal und Arzthal, ebenfalls dem Karbon zuzurechnen, während ihr Fehlen im Quarzphyllit zwischen Obernberg und Gossensaß, Frech veranlaßte, diese

von den Karbon-Quarzphylliten abzutrennen und als vermutlich präkambrisch anzusprechen. Eine hypothetische, dem Oberbergertal folgende Verwerfung sollte die beiden nur scheinbar zusammenhängenden Schollen sondern.

Bei sonstigem Mangel eines wesentlichen petrographischen Unterschiedes trennte F. E. S u e ß ebenfalls auf Grund von Einlagerungen, die nördlich des Arztales verbreiteten Innsbrucker Quarzphyllite von den dem Karbon zugewiesenen Quarzphylliten des Mieskopfes. Das Fehlen des Eisendolomites in diesen nördlichen Quarzphylliten und die dafür häufiger auftretenden Einlagerungen von granatführenden Chloritschiefern sowie Hornblendengesteinen boten die Handhabe hiezu. Die östlich der Sill am Patscherkofel über den Quarzphyllit auftretenden Glimmerschiefer war F. E. S u e ß geneigt, für bloße Einlagerungen im Quarzphyllit zu halten.

Durch die Deckenlehre erschien die Tektonik des Brennergebietes in ganz neuem Lichte. Die Tauern wurden zu einem Fenster, das am Brenner im großen und ganzen sein westliches Ende findet. Der jähe Wechsel der Bauelemente im Streichen des Gebirges, die eigenartige Großtektonik des Gebietes waren erklärt.

Die Tauern konnten als direkte Fortsetzung der penninischen Decken der Westalpen gelten, die an der Rheinlinie unter das ostalpine System tauchen und dazwischen nur im Unterengadin und Gargellenfenster nochmals unter ihrer Ueberdeckung sichtbar werden, um erst am Brenner wieder unter dem Kristallin der Oetztalermasse als gewaltige Deckenfolge zu erscheinen. Die Schistes lustrés, die Bündner Schiefer, wurden in der Schieferhülle der Tauern wieder erkannt. Ein selten großartiges Bild bietend, schießen die Brennerschiefer, den Zentralkern der Tuxer Hochalpen ummantelnd nach Norden, Nordwest und West in die Tiefe.

Das Mesozoikum des Brenners aber mit seiner besonderen Fazies und seiner teilweise recht verwickelten Tektonik konnte zunächst am ungezwungensten als äquivalent den östlichen zentralalpinen Mesozoikum der Radstädter Tauern angesehen werden. Es wurde den Radstädter Deckenserien zugerechnet, die mit der Klippen- und Brecciendecke der Schweiz zu identifizieren waren und die zusammen mit den Zentralgneissmassiven

und der Schieferhülle von Eduard Sueß als leontinisch bezeichnet wurden.

So bestechend diese Zuteilung auch beim ersten Anschein aussieht, so schien sich doch die Natur selbst dieser einfachen Einordnung nicht fügen zu wollen. Die Theorie verlangte, daß die mesozoische Brennerdecke sich zwischen Schieferhülle und dem ostalpinen Kristallin der Stubaiermasse einschalte. Wohl scheinen die mesozoischen Sedimente der Tarentaler Berge in verwickelter Weise mit nordwärts gerichteten Überfaltungen über der Schieferhülle zu folgen. Doch westlich der Brennerfurche liegen die Schollen des Saile-Kalkkögelzuges, des Serles-Kirchdachkammes, der Tribulaune überall in ruhiger, flacher Lagerung auf den Glimmerschiefern und Gneisen des Stubai-Kristallins, statt unter ihm. Im Süden scheinen sich die Tribulaune in die Trias der Teller Weiße fortzusetzen und weiter über den Schneeberger Zug durch Vermittlung der Laaser Berge eine Verbindung mit dem Ortler zu besitzen. Es entsprach dies nach Auffassung von E. Sueß einer schmalen Öffnung und Verlängerung des Tauernfensters nach Südwesten.

In der Teller Weiße aber und bei St. Martin am Schneeberg liegt in der Tat Kristallin über dem Triasdolomit. Allerdings handelt es sich nicht um einfache Überschiebungen, sondern um Überfaltungen.

E. Sueß hat nun diesen Widerspruch dadurch zu beseitigen gesucht, daß er bei Leugnung eines normalen Kontaktes zwischen Stubai-Kristallin und Tribulaunmesozoikum eine Verfaltung dieser beiden Elemente annahm. Das Tribulaunmesozoikum sollte als von den Tauern her herübergeschobener Saum des Leontinikums über den Rand der Ötztalermasse geschoben worden sein. Diese Idee der Überfaltungsdecken wurde von Uhlig und seinen Schülern auch für die verwickelten Verhältnisse in den Radstätter Tauern verwertet und dort näher begründet.

Für den speziellen Fall am Brenner nahm Kober noch kürzlich (Bau der Erde) an, daß die mesozoischen Brennerdecken gleichsam unter der schweren Masse des Ötztaler Kristallins über dessen Rand herausgequollen seien. In der Teller Weiße und bei St. Martin wäre dagegen noch die normale Lage unter dem Kristallin erhalten.

Die Angleichung der ostalpinen Nomenklatur an die der Schweiz hatte die Bezeichnung von Zentralgneis und Schieferhülle

als penninisch und Abtrennung der Radstädter Decken als unterostalpin zur Folge. Demnach würde das Brennermesozoikum der unterostalpinen Deckenserie zugehören.

Die Beschreibung zweier Normalprofile der Saile durch Spitz wies überzeugend nach, daß dort eine normale transgressive Auflagerung der Trias des Saile-Kalkkögelzuges auf dem Stubaier Kristallin vorhanden sei. Kober zog daraus die Folgerungen und trennte diesen Zug vom übrigen Brennermesozoikum ab, indem er ihm von nun ab als wahrscheinlich zum oberostalpinen Grundgebirge gehörendes Mesozoikum betrachtete, zum Unterschied vom sonstigen unterostalpinen Mesozoikum des Brenners. Die Quarzphyllite nördlich des Tauernfensters wurden in ihrer Gesamtheit als paläozoische Grauwackenzone den oberostalpinen (früher unterostalpinen) Decken zugewiesen.

Meinen Studien legte ich nun folgende Fragestellung zugrunde: Zunächst geben die Verhältnisse in der Natur tatsächliche Anhaltspunkte dafür, daß man am Brenner eine Überfaltung der Radstädter Decken über die oberostalpinen der Öztaler Masse annehmen kann? Sofort im engsten Zusammenhang mit dieser Frage ergeben sich alle anderen Fragen. Läßt sich die Saile-Kalkkögelgruppe vom übrigen westlichen Mesozoikum, also dem Saile-Kirchdach und Tribulaun-Mesozoikum faziell und tektonisch trennen? In welchem Verhältnis stehen die östlich der Brennerfurche auftretenden mesozoischen Inseln zum Tribulaunmesozoikum? Gerade die Lösung dieser Frage ist für die Klärung der Brennertektonik von größter Bedeutung. Tarntaler- und Tribulaunmesozoikum galten bisher immer als tektonisch zusammengehörig und faziell einem einheitlichen Bildungsgebiet entstammend. Weiterhin ergab sich die Frage nach der Stellung der Quarzphyllite zur Schieferhülle und zum Tarntaler Mesozoikum einerseits, zum Öztaler Kristallin andererseits, die Frage nach der wahrscheinlichen Zusammengehörigkeit der verschiedenen Quarzphyllite, für welche zum Teil karbonenes Alter angenommen wurde u. a. m.

III.

Das Mesozoikum westlich der Brennerfurche.

Zur Entscheidung der Frage, ob man es im Mesozoikum westlich der Brennerfurche mit einer Überfaltung im Sinne von

E. Sueß zu tun hat, ist es vor allem nötig, die Auflagerung der Sedimentserien auf der kristallinen Unterlage zu studieren. Es wird zu untersuchen sein, inwieweit eine anormale Auflagerung für Überfaltung spricht. Diese Untersuchung wird für jedes der verschiedenen getrennten mesozoischen Gebiete besonders vorgenommen werden müssen, wobei auch auf etwaige fazielle Unterschiede zu achten sein wird. Die versuchte Abtrennung der Kalkkögel von den Tribulaunen zeigt, daß die Möglichkeit besteht, man habe es im mesozoischen Gebiet östlich des Brenners mit tektonisch und faziell von einander unabhängigen Einheiten zu tun. Es wird sich dabei herausstellen, ob hinsichtlich der Auflagerung in den verschiedenen Gebieten ähnliche Verhältnisse herrschen, welche eine einheitliche Deutung zulassen. Es wird sich ferner erweisen, inwieweit bei aller fazieller Differenzierung im einzelnen, das gesamte Gebiet einen einheitlichen Charakter erhält, der es anderen mesozoischen Schichtfolgen gegenüber als selbständig erscheinen läßt. Großes Gewicht wird aber auch dem gesamttektonischen Bilde des Gebirgskörpers zuzubilligen sein, sowie seiner morphologischen Erscheinungsform, durch welche er sich als selbständiges Glied im Großbau des Gebirges zu erkennen gibt.

Wir unterscheiden: 1. Den Saile-Kalkkögelzug, zwischen Inn- und Stubaital. 2. Den Serles-Kirchdachzug, umgrenzt vom Pinnis-, Stubai-, Sill- und Gschnitztal. 3. Die Gruppe der Tribulaune. 4. Die Telfer Weiße und Gschlayer Wand.

Andere mesozoische Inseln auf kristallinem Sockel, von geringerer Ausdehnung, wie die Elferspitze, die Garklerin, die Weißwandspitze, sind bloß durch Erosion von den größeren Gebieten abgetrennt, wie sich aus Beobachtung in der Natur sofort ergibt.

a) Der Saile-Kalkkögelzug.

Vom Saile-Kalkkögelzug wurden von Sander und Spitz verschiedene Profile beschrieben, welche über die Auflagerung des Mesozoikums auf dem Kristallin Aufschluß geben.

Am Hochtenn liegen über Stubai Glimmerschiefern Quarzkonglomerate und weiße Quarzite, darüber folgen die sogenannten Basalgesteine, Raibler Oolithe und obertriadische Dolomite. In der Gegend des Burgstall fehlen westlich der Kalkkögel die tiefsten Glieder, Triasdolomit tritt in tektonische Wechsellagerung

mit mylonitisiertem Kristallin. In der Südflanke des Ampfersteins sind zwei Profile für die Frage der normalen Auflagerung von entscheidender Bedeutung. Im Anschluß westlich der Abzweigung des Halstales vom Schlickertal prüfte ich die Angaben von Spitz in erster Linie hinsichtlich der Beschaffenheit und Lagerung der unmittelbar über dem Glimmerschiefer folgenden Schichten. Es sind dies die Quarzite und Konglomerate, welche aus dem basalen Glimmerschiefer dadurch hervorgehen, daß sich die kompakte Masse des Glimmerschiefers in ein Konglomerat mit abgerollten Bestandteilen auflöst, wobei zu unterst die Glimmerschieferstücke gegenüber bunten Quarzgerölln vorherrschen, gegen oben allmählich zurücktreten und sich das Gestein so zu schönem, typischem Verrukano entwickelt, der aber noch immer reich an Muskovit und Biotit, als deutlich klastischen Gemengteil, ist. Weiter nach oben werden die Bestandteile feinkörniger, werden bei sonst gleicher Zusammensetzung zu einem Quarzit, welcher unter Aufnahme von kalkigen Komponenten in ein Gestein übergeht, das mit seiner rötlichen Färbung den auf der Nordseite der Saile vorkommenden entspricht und ganz dem nordtiroler Bundsandstein ähnlich ist. Darüber folgen dann schwarze Tonschiefer, dunkle Dolomite, helle dünngehauene Dolomitmarmore und ein grauer dickbankiger Dolomit. Etwas weiter westlich hat Spitz eine ähnliche Schichtfolge nachgewiesen. Auch hier zeigt der Verrukano die gleichen Merkmale. Noch in den dunklen Schiefen und Dolomiten, welche über den Verrukano und „Bundsandstein“ folgen, finden sich häufig Quarzkörner. Gegen den Ampferstein hinauf liegen über den hier sehr mächtigen Dolomitmarmoren schwarze Tonschiefer und oolithische Kalkmergel, darüber ein splitteriger, wohlgeschichteter grauer Dolomit mit Gastropodendurchschnitten.

Aus diesen beiden Profilen geht wohl mit Klarheit hervor, daß wir es hier mit einer normalen, triadischen Schichtfolge zu tun haben. Die Konglomerate, Quarzite, Sandsteine der Basis zeigen zweifellos transgressive Lagerung auf der kristallinen Unterlage. Sie entsprechen einem permo-triadischen Horizont, sind Verrukano und Bundsandstein gleichzustellen und können nicht — wie Frech es getan hat — für Karbon angesehen werden. Schon lithologisch bestehen große Unterschiede zwischen diesen Konglomeraten und den Konglomeraten, wie sie am Steinerjoch vorkommen. Was darüber folgt, erweist sich bei Ver-

gleich mit anderen Profilen der Kalkkögel als untertriadischer Dolomit, Raibler Schichten und Hauptdolomit.

Ein anderes wichtiges Profil ist jenes an der Nordseite der Saile. Die unmittelbare Auflagerung der mesozoischen Schichten auf dem Kristallin ist zwar hier nirgends so deutlich aufgeschlossen wie am Schlickerbach. Doch sah ich auch dort ober dem Glimmerschiefer anstehend Quarzite, Quarzkonglomerate (Verrukano) und Bundsandstein, unterhalb von Sanders „Basalgesteinen“. Im allgemeinen scheinen hier feine, weiße Quarzite zu überwiegen, doch zeigen sie auch größere Quarzgerölle und die klastischen Einschlüsse von Glimmerschieferbestandteilen. Diese Beispiele mögen genügen. Sie sprechen wohl deutlich genug. An einer normalen transgressiven Auflagerung des Saile-Kalkkögel-Mesozoikums auf dem Stubai Kristallin kann nicht mehr gezweifelt werden. Hiezu kommt noch das Fehlen weithin verfolgbarer Störungszonen, der Mangel an tektonischen Breccien überall dort, wo sie bei Annahme einer Aufschiebung eines so gewaltigen Gesteinskörpers zu erwarten wären. Nur dort, wo die tiefsten Schichten der triadischen Schichtfolge ausbleiben, wie nördlich des Burgstalls, begegnet uns eine tektonische Verfaltung des Dolomites mit dem Kristallin. Sie kann natürlich kein Argument für eine anormale Lagerung der Kalkkögel bilden. Es ist leicht zu verstehen, daß sich an der Grenze zweier inhomogener Gesteinsmassen, wie sie durch den Glimmerschiefersockel und die starre Kalkdolomitafel dargestellt werden, im Verlaufe der gebirgsbildenden Bewegungen lokale Verspießungen und Verfaltungen ergeben werden, die aber nichts mit Erscheinungen regionaler Tektonik zu tun haben. Auch das Fehlen der tieferen Horizonte nördlich des Burgstalls hängt sicherlich mit diesen sich in der tektonischen Wechsellagerung erweisenden Störungen zusammen. Die Mylonitisierung des Glimmerschiefers ist eine Folge der Eintreibung der starren Dolomitkeile. Daß gerade nur an dieser Stelle am Glimmerschiefer Diaplitorese nachweisbar ist, beweist mit voller Deutlichkeit die nur lokale Bedeutung dieser Erscheinung. Uebrigens soll in diesem Zusammenhang schon jetzt darauf hingewiesen werden, daß derartige lokale Störungen an der Basis des westlichen Brennermesozoikums nichts Seltenes sind, daß sie sich aber überall sogleich auf nur örtlicher Entstehung zurückführen lassen.

Im ganzen ergibt sich für die Kalkkögel folgendes allgemein gültige Normalprofil von unten nach oben: Verrukano, weißer Quarzit, Bundsandstein, „Basalgesteine“ Sander, unterer Dolomit, Raibler Schichten, Hauptdolomit. Hierzu käme nach Sander vielleicht noch Lias, in Gestalt einer roten Breccie.

Ein bemerkenswertes Glied in dieser Reihe sind die Basalgesteine. Sie bestehen aus Dolomiten, dunklen Kalken und Kalkschiefern, Breccien sedimentärer Natur und Pyritschiefern. Sander glaubte in ihnen Äquivalente des Tarntaler Rhät, sowie der rhätisch jurassischen Pyritschiefergruppe der Radstädter Tauern zu sehen. Hätten wir es tatsächlich in den Basalgesteinen mit so jungen Horizonten zu tun, würde sich die Notwendigkeit ergeben, inverse Lagerung anzunehmen. Sander hat selbst diese Auslegung bezweifelt und war eher geneigt, das rhätisch jurassische Alter der entsprechenden Radstädter Gesteine in Frage zu stellen. Heute kann es wohl als erwiesen gelten, daß die Basalgesteine, zwischen Bundsandstein und unterem Dolomit als normales Schichtglied liegend, die anisische und zum Teil auch ladinische Stufe vertreten. Die Funde von Daonella und Halobien innerhalb der Basalgesteine, die Festlegung des darüber folgenden Dolomites mit der Großoolithstruktur des Wettersteindolomites der Inntalkette als diesem Dolomit äquivalent, der durch Fossilien belegte Raibler Horizont, all dies spricht für eine normale triadische Schichtfolge und so kann auch das letzte Bedenken, das etwa gegen die Annahme einer normalen Lagerung zu sprechen schien, als beseitigt gelten. Immerhin bleiben die Basalgesteine als fazielle Eigentümlichkeiten der Kalkkögelgruppe beachtenswert. Sie sind es in erster Linie, welche der Triasentwicklung der Saale-Kalkkögelgruppe eine gewisse Selbständigkeit gegenüber der nordtiroler Trias verleihen. Diese eigentümliche Vergesellschaftung von Kalken, Kalkschiefern, Breccien, Pyritschiefern, findet sich nördlich des Inns nicht. Die anderen Glieder der triadischen Schichtfolge zeigen dagegen starke Anklänge. So ist die skytische Stufe in der typischen Fazies des nordtiroler Bundsandsteins entwickelt. Gewisse dunkle Mergelkalke, aus welchen die Daonellenfunde stammen, zeigen Aehnlichkeit mit den Partnachmergeln der Inntalketten. Der Wettersteindolomit ist, wie schon erwähnt, in gleicher Ausbildung mit Großoolithstruktur da und dort vorhanden. Die Raibler Schichten sind vielfach als Sphärokodien-

oolithe entwickelt, die für die karnische Stufe nördlich des Inn-ales so charakteristisch sind. So kann bei vergleichender Betrachtung von nordtiroler Trias und jener der Kalkkögel gesagt werden, daß das Gemeinsame überwiegt; das Trennende in den Hintergrund tritt.

Die Trias des Kalkkögel-Saile-Zuges liegt in ihrer Gesamtheit diskordant in einer flachen, schüsselförmigen Mulde des Stubai-er Kristallins. Der Schichtenbau ist ruhig, im ganzen ohne Komplikation. Die Vorstellung einer Überfaltung verträgt sich mit diesem Bilde in keiner Weise. Dies, zusammengenommen mit den anderen geschilderten Umständen läßt nur die Deutung zu, daß die Kalkkögel eine normale mesozoische Schichtfolge auf dem kristallinen Sockel der Stubai-er Alpen sind. Sie gehören als Sedimentbedeckung zum oberostalpinen Grundgebirge, also zur gleichen Deckenserie wie die Kalkalpen nördlich des Inn, wofür ja auch die fazielle Übereinstimmung spricht. Es soll aber vorweg betont werden, daß doch gewisse, nicht gering zu wertende fazielle Unterschiede vorhanden sind. Damit mag vorläufig nur angedeutet sein, daß hiedurch die Möglichkeit offen gelassen wird, dieses Mesozoikum — innerhalb des Komplexes der oberostalpinen Kalkalpendecken — als einer anderen Einheit angehörig, jenem der Inntalketten gegenüberzustellen.

b) Der Serles-Kirchdachzug.

Im Süden des Stubaitales folgt das ausgedehnte Dolomitmassiv des Serles-Kirchdachzuges. Sein Zusammenhang mit den Tribulaunen, von welchen es nur durch die Erosionsfurchen des Gschnitztales getrennt ist, stand kaum jemals in Frage.

Die Forschungen von Frech und Kerner haben sich eingehend mit dem Aufbau dieses Gebietes befaßt. Es sollen zunächst wieder die Auflagerungsverhältnisse der triadischen Massen auf den kristallinen Sockel genauer betrachtet werden.

Im Westen des Serles-Kirchdachzuges ist die Grenze zwischen Kristallin und Trias an einigen wenigen Stellen, meist in Bachrönsen, aufgeschlossen; während sonst weit ausgedehnte Schutthalden eine Beobachtung ausschließen. In diesen Aufschlüssen hat Kerner überall eine Schichtfolge nachgewiesen, welche in den Haupttypen konstant bleibt. Es folgen über dem Glimmerschiefer, welcher gegen seine obere Grenze gewöhnlich in einen chloritischen Schiefer übergeht, konglomeratische

Schiefer mit Quarzknuern, grobkörnige Sandsteine mit porphyrähnlich eingeschlossenen Quarzkörnern, darüber Kalke und Dolomite, welche in ihren tieferen Partien auf der Schichtfläche Glimmerschüppchen zeigen. Auch an den Nordwestabstürzen der Serles zwischen Neder und Fulpmes sind diese Konglomerate und Sandsteine an vielen Stellen an der Basis des Dolomites aufgeschlossen. Hier sind auch Erzvorkommnisse an diese Horizonte geknüpft. Es handelt sich zweifellos um Verrukano. Die Art seines Auftretens, das Fehlen einer regionalen Störungszone, lassen die gleichen Verhältnisse erkennen, wie sie in den Kalkkögein herrschen.

Auf der Südseite des Kirchrachzuges sind die Auflagerungsverhältnisse, soweit sie noch der Beobachtung zugänglich sind, etwas abweichend.

Blickt man von einer der Höhen südlich des oberen Gschnitztales gegen den gegenüberliegenden Gebirgszug, der sich vom stolzen Gipfel des Habichts über die Ilmtürme, Kirchrachspitze, Kesselspitze, gegen Nordosten erstreckt, ist man geradezu gebannt von dem eigentümlichen Bild, das sich da bietet. Dunkel, klotzig, ungegliedert, erhebt sich der gänzlich dem Kristallin angehörige Habicht. Steil fallen seine Ostwände gegen das Pinnisjoch ab. Östlich des Joches aber ragt ganz unvermittelt ein heller Dolomitkamm über dem dunkeln Schiefersockel auf und wie mit dem Lineal gezogen senkt sich die Grenzlinie zwischen Kristallin und Dolomit von Pinnisjoch an, am jenseitigen Talhang hinab, um zwischen Gschnitz und Trins unter Schutthalden, welche den Fuß des Gebirges verhüllen, endgültig zu verschwinden. Am Pinnisjoch sitzt der Dolomitbau in ungefähr 2400 m Seehöhe auf dem kristallinen Sockel auf. Dessen Oberfläche senkt sich auf eine Horizontalerstreckung von beiläufig 8 km bis etwa 1300 m Seehöhe, wo die Schuttverhüllung einsetzt. Wie tief die Oberfläche des Grundgebirgssockels in Wirklichkeit im Gschnitztal herabsinkt, läßt sich nicht feststellen.

Geht man nun daran, die Auflagerung an Ort und Stelle zu studieren, wird man bald gewahr, daß die Verhältnisse durchaus nicht so einfach sind, als man es aus der Entfernung anzunehmen geneigt wäre. Einmal zeigt sich eine ganz bedeutende Diskordanz zwischen Sockel und Auflagerungsmasse. Die kristalline Unterlage zeigt im allgemeinen ein viel steileres Fallen,

das sich vom Pinnisjoch bis unterhalb der Ilmtürme von ausgesprochenem Nordfallen bis beinahe Ostfallen ganz allmählich dreht. Ober Gschnitz zeigt sich plötzlich Westfallen; die aufsitzenen Dolomitberge haben im Gegensatz zu ihrer Unterlage eine sehr flache Lagerung. Ihr Fallen ist im ganzen nördlich und schwankt in nicht allzu bedeutendem Ausmaß.

Vor allem aber ist die ganze Auflagerungsfläche von tektonischen Störungen begleitet, die aber keineswegs das Bild einer einheitlichen, weithin zu verfolgenden Störungszone bieten.

Am Pinnisjoch sind folgende Verhältnisse zu beobachten: Im tiefsten Punkt des Sattels steht der normale Stubai'er Glimmerschiefer an. Steigt man östlich gegen den Punkt 2476 empor, zeigt der Glimmerschiefer Zeichen einer ziemlich intensiven Beanspruchung, die gegen oben immer mehr zunimmt. Er ist gefältelt, zerknittert, diaphoritisch. Schließlich trifft man, ohne eine scharfe Grenze nachweisen zu können, einen ziemlich groben Quarzit mit reichlichen Glimmerbestandteilen (Muskowit herrscht vor). Der Quarzit wird allmählich feinkörniger und im gleichen Maße glimmerärmer. Es folgt eine wenig mächtige Lage eines grauen Dolomites mit Muskowitschüppchen und Serizithäutchen, sodann ein gänzlich muskowitfreier Dolomit, der nach oben zu immer heller wird. Der Dolomit ist in seinen tieferen Partien — also über der Auflagerungsfläche — arg zermürbt und zerfällt grusig, nach oben wird er rasch kompakter.

Verfolgt man die Auflagerungszone weiter nach Osten, trifft man Quarzite mit größeren Quarzgeröllen. Unter der Kalkwand tritt der Quarzit in Wechsellagerung mit dem Glimmerschiefer. Dann folgt eine Stelle, wo die Quarzite ganz ausbleiben und der Dolomit unmittelbar auf dem Glimmerschiefer aufruhet. Auf weite Strecken ist die Grenze durch Schutt verhüllt. Überall aber, wo sie sichtbar wird, zeigt sich Glimmerschiefer, der in seinen obersten Teilen meist diaphoritisch ist, ein Quarzit, der bald feinkörnig ist, bald gröber konglomeratisch wird und durch starke Beanspruchung ein gneisartiges Aussehen bekommt und ein grauer, an der Basis häufig zerrütteter Dolomit. Einige Male zeigt sich Wechsellagerung zwischen Glimmerschiefer und Quarzit. An der Mündung des Bockgrabentales nördlich von Gschnitz besteht die Zwischenlage zwischen Kristallin und Dolomit nur in den untersten Partien aus einem feinkörnigen Quarzit mit Glimmerbestandteilen, während sonst ein metamorphes, vergneistes Quarz-

konglomerat vorherrscht. Auch dort ist deutlich eine Störung wahrzunehmen, indem die im Großen kontinuierlich absteigende Grenzlinie plötzlich jäh abfällt und gleich darauf auf eine kurze Strecke talauswärts wieder ansteigt. Der Dolomit ist hier in seine Unterlage eingesunken. Jenseits der Störung nimmt die Grenze wieder ihren ruhigen gleichmäßigen Abstieg in der Richtung nach Osten auf. Der letzte Aufschluß des Kontaktes liegt im Lazaunwald vor Trins. Hier scheint die Quarzitlage zwischen Glimmerschiefer und Dolomit ausgeblieben zu sein. Die weitere Fortsetzung der Grenzlinie talauswärts liegt unter Schuttfalden und Glazialablagerungen begraben.

Aus den geschilderten Wahrnehmungen an der Glimmerschiefer-Dolomitgrenze am Südabsturz des Kalkwand-Kirchdachkammes glaube ich schließen zu können, daß 1. die zwischen Kristallin und Dolomit liegenden Quarzite und Quarzkonglomerate zur triadischen Sedimentfolge gehören, daß sie permotriadisch (Verrukano) sind und daß 2. die Auflagerungsfläche von Störungen begleitet ist, die aber durchaus lokalen Charakter tragen, wenn sie auch auf einheitliche Ursachen zurückzuführen sind.

Kerner hat wegen der Wechsellagerung von Quarziten mit den basalen Glimmerschiefern die Quarzite nicht zur Trias gestellt, sondern zum Kristallin. Dies scheint mir unrichtig. Einmal wäre es auffällig, warum der Verrukano, der im Pinnistale in zahlreichen Aufschlüssen nachgewiesen wurde, hier fehlen sollte. Lediglich der Wechsellagerung mit dem Kristallin wegen das Gesteinsmaterial, das sonst ohne weiteres als permotriadisch angesprochen werden kann, dem Kristallin zuzusprechen, scheint um so weniger begründet, als ja diese Wechsellagerung ohne Schwierigkeit auf tektonische Ursachen zurückgeführt werden kann. Das tatsächlich tektonische Unregelmäßigkeiten auf der Südseite des Kalkwand-Kirchdachkammes vorhanden sind, beweisen in sehr augenfälliger Weise die vielerorts eingetretene Zerrüttung des Glimmerschiefers an seinen oberen und des Dolomites an seinen basalen Partien, ferner lokale Brüche. Und gerade aus diesen Umständen heraus wird auch die etwas abweichende metamorphe Erscheinungsform des Verrukano verständlich, die stellenweise ein gneisähnliches Aussehen der Quarzkonglomerate herbeiführt. So ist auch das örtliche Ausbleiben der Quarzit-Verrukano-Zwischenlage tektonisch zu erklären. Es zeigt sich hier dieselbe Erscheinung wie in den Kalk-

kögeln. Es wäre doch wohl auch merkwürdig, daß ein derartiger dem Kristallin zugehöriger Quarzit gerade immer nur unter der Grenzfläche gegen den triadischen Oberbau auftreten sollte.

Im ganzen Gebiet des Serles-Kirchdachzuges läßt sich sonst die Auflagerung des Dolomites auf den kristallinen Sockel nirgends unmittelbar studieren. Nur an der Weißen Wand westlich von Matrei ist noch die Basis der Trias aufgeschlossen. Die Grenzlinie gegen das Kristallin ist aber verhüllt. Ober dem Matreier Bahnhof stehen Glimmerschiefer mit mächtigen Amphiboliteinklagerungen an. Was darüber folgt, ist von Schutt und Vegetation bedeckt. Erst ober dem Krummbergerhof stehen glimmerreiche Quarzite an. Sie streichen Nordwest und fallen mäßig steil Südwest. In den dünnen Schichtbänken zeigt sich eine leichte Fältelung. Der Quarzit ist ziemlich mächtig. Nach oben zu nimmt die Größe der Quarzkörner zu, der Glimmer ab. Gegen den Nordostgrat zum Höggen tauchen die Quarzite unter Schutt und Vegetation. Der Schutt enthält aber allenthalben Brocken von typischen bunten Verrukanokonglomeraten. Gegen die weiße Wand hinauf folgt dann ein heller Dolomit, welcher zufolge der am Hang gegen das Lange Tal über ihm liegenden Karditaschichten als untertriadisch anzusprechen ist.

So zeigt sich also im gesamten Gebiet des Serles-Kirchdachzuges, soweit die Basis des mesozoischen Kalk-Dolomit-aufbaues der Beobachtung zugänglich ist, im wesentlichen das gleiche Bild: Auf dem Kristallin des Sockels liegen quarzitisches und konglomeratisches Gesteine mit deutlichen Merkmalen eines Transgressionssedimentes. Darüber folgen überall triadische Schichtserien. Die Quarzite und Konglomerate der Basis sind permo-triadisch (Verrukano). Zwischen ihnen und dem Kristallin findet sich nirgends ein Bewegungshorizont erster Ordnung. Örtliche Störungen haben stellenweise eine Unterdrückung der Zwischenschichten zur Folge. Die Häufung von Störungen gerade an der Grenzfläche stempelt sie nicht zu einer tektonischen Großbewegungsfläche, sondern ist lediglich bedingt durch die Wirkungen der „tektonischen Auslese“, womit gemeint ist, daß die innerhalb einer und derselben tektonischen Einheit wirkenden gebirgsbildenden Kräfte in Grenzzonen ungleicher Starrheit der Gesteinskörper sich am intensivsten auswirken werden.

Um die stratigraphische Gliederung des Serles-Kirchdachmassives haben sich Pichler, Frech und Kerner verdient

gemacht. Es lassen sich folgende Schichtglieder an dem auf dem kristallinen Sockel aufruhenden mesozoischen Bau unterscheiden:

1. Quarzite und Quarzkonglomerate. Sie sind überall an der Basis vorhanden mit Ausnahme weniger Stellen, wo sie tektonisch unterdrückt sind. Ihre stellenweise Wechsellagerung mit dem Kristallin ist auch auf tektonische Ursachen zurückzuführen, und nicht wie Kerner annimmt, ein Beweis für die Zugehörigkeit zum Kristallin. Dieses Schichtglied ist als permotriadisch (Verrukano) anzusprechen.

2. Darüber folgt ein mächtiger Dolomitaufbau, der jedoch durch eine gering mächtige Zwischenlage dunkler, feinkörniger Schiefer in zwei Stockwerke geteilt wird. Dieses Schichtglied läßt sich auf der Westseite, noch besser aber an der gegen das Gschnitztal abfallenden Felsmauer als deutliches Band verfolgen, das vielfach durch eine Unterbrechung im Steilabsturz hervortritt und schmale Grasflächen trägt. Es sind Karditaschichten, welche den sonst gleichförmigen fossilereen Dolomit in einen untertriadischen und einen dem Hauptdolomit äquivalenten oberen Dolomit zu gliedern ermöglichen.

3. Es folgt eine überaus mannigfaltig ausgebildete Gruppe von Gesteinen mit Merkmalen einer intensiven Metamorphose. Es sind Glimmerkalke und Marmore, Bänderkalke, Bändermarmore mit den verschiedensten Farbennüancen, Pyritkalke und Schiefer u. a. m. Frech hat in dieser Gesteinsserie drei Gruppen unterschieden, und zwar eine untere Pyritschiefergruppe, eine mittlere Kalkmarmorgruppe und eine obere Glimmerkalkgruppe. Diese Einteilung wurde auch von Kerner übernommen. Eine besonders bemerkenswerte Erscheinung sind die Einschaltungen von Quarzphylliten inmitten dieser Gesteine. Ich werde später darauf zurückkommen.

Die fossilere Gruppe der Pyritschiefer, Marmore, Glimmerkalke — es sei für sie der Einfachheit halber von nun ab die zusammenfassende Bezeichnung „Glimmerkalkserie“ angewendet — wird dem Rhät zugewiesen, da sie ober dem Hauptdolomit und am Kesselspitz unter Kössener Schichten und Lias zu liegen kommt. Die Kössener Schichten sind durch Fossilien belegt, haben aber nur geringe Verbreitung. Ebenso ist der Arietiten-Lias auf den Gipfelgrat der Kesselspitze beschränkt.

Ich pflichte Spitz bei, wenn er an der Einheitlichkeit der Glimmerkalkserie zweifelte und es für möglich hält, daß noch andere Schichtglieder wie Oberjura darin enthalten sein könnten. So fand ich westlich unter der Hammerscharte im Bereich der Glimmerkalkserie ein stark gefaltetes Gestein, welches sehr den jurassischen Kieselkalken Hartmanns aus dem Tarntaler Gebiet gleicht. Es tritt wechsellagernd und verknetet mit einem der bezeichnendsten Gesteine der Glimmerkalkserie, einem Glimmermarmor auf.

Vergleichen wir die Schichtglieder des Serles-Kirchdachzuges mit jenem der Kalkkögel, so ergeben sich viele gemeinsame Züge, aber doch auch wesentliche Unterschiede. Die Art der Auflagerung auf dem Kristallin ist in beiden Gebieten transgressiv. Störungen in der Grenzzone sind da wie dort vorhanden, doch lokaler Natur. Permo-triadische Konglomerate und Quarzite sind ebenfalls beiden Gebieten gemeinsam. Nur sind sie im Serles-Kirchdachzug, besonders im Süden, mehr metamorph. Der Buntsandstein in der Saile fehlt im Serles-Kirchdachzug vollständig. Ebenso die sogenannten Basaltgesteine (Pyritschiefer*, Breccien usw.). Die Dolomite unter und ober dem Raibler Niveau sind wohl ähnlich ausgebildet. Doch fehlen im Kirchdach-Serleszug gänzlich jene Anhaltspunkte, welche in den Kalkkögeln auf das Vorhandensein der Partnachschichten der nordtiroler Trias schließen lassen. Dem Raibler Niveau des Serles-Kirchdachzuges mangeln auch vollständig die Sphärokodienuolithe, die für die karnische Stufe im Karwendel und auf der Saile so charakteristisch sind. Über den Hauptdolomit hinaus lassen sich keine faziellen Gegenüberstellungen durchführen. Späner vermutet zwar in den Kalkkögeln Lias, doch ist dies noch zu zweifelhaft. Rhät ist bis nun dort nicht gefunden worden, auch nicht ein Gesteinskomplex, wie er der Glimmerkalkserie entsprechen würde. Festzuhalten ist jedenfalls: Beide Gebiete haben normale Auflagerung des Mesozoikums auf dem Kristallin und eine Schichtfolge, welche bis zum Rhät den Hauptgliedern nach übereinstimmt (Verrukano, unterer Dolomit, Raibler Schichten, Hauptdolomit), innerhalb der einzelnen Schichtglieder aber deutliche fazielle Unterschiede.

*) Die Pyritschiefer der Kalkkögel kommen in anderer Gesteinsvergesellschaftung vor als jene der Glimmerkalkserie des Serles-Kirchdachzuges. Sie liegen auch mit den anderen Basaltgesteinen, wie schon der Name sagt, unter dem Raibler-Niveau, während die Glimmerkalkserie darüber liegt.

Die Tektonik des Serles-Kirchdachzuges kann nur mit jener der Tribulaune zusammen betrachtet werden. Es mag deshalb nur vorläufig vorweg genommen werden, daß dem Großbau der benachbarten mesozoischen Massen im wesentlichen der gleiche Gesamtcharakter anhaftet. Auch im Serles-Kirchdachzug herrscht eine ruhige, flache Lagerung im großen, woran die von Keiner beschriebene Überschiebung am Blaser, sowie die noch zu besprechenden Eintreibungen von Quarzphyllit und sicheren Karbons nichts zu ändern vermögen.

Serles-Kirchdach und Saile-Kalkkögel sind zweifellös in der gleichen tektonischen Position. Sie sind beide die normale mesozoische Bedeckung des oberostalpinen Kristallins der Ötztaler Alpen (Silvrettadecke). Eine Trennung in dem Sinne, daß man nur die Kalkkögel als normale Auflagerung ansieht, den Serles-Kirchdachzug aber schon als überfaltet und eigentlich unter das Kristallin gehörig, wäre widernatürlich.

Die Bedeutung der faziellen Gegensätze werde ich später zu würdigen versuchen.

c) Die Tribulaungruppe und das Steinacher Quarzphyllitgebirge.

Ich wende mich jetzt dem Gebirgsstocke zu, welcher den ganzen Raum zwischen Gschnitztal, der westlichen Auflagerungslinie der Trias auf dem Kristallin (Sandesjoch-Pflerschtal) und der Brennerfurche einnimmt. Der weitaus größere, östliche Teil dieses Gebietes wird von der sogenannten Steinacher Quarzphyllitdecke eingenommen, der westliche von den triadischen Kalken und Dolomiten, welche die kühnen Gipfel der Tribulaune aufbauen. Die sehr weitgehende Übereinstimmung der Tribulauntrias mit der Trias des Kirchdach-Sailezuges und die vielfachen tektonischen Beziehungen weisen sofort auf den unmittelbaren Zusammenhang dieser Dolomitzüge hin. Es wird daher naturgemäß noch vielfach von den Verhältnissen des Kirchdach-Serleszuges zu reden sein, insbesondere soll jetzt die Tektonik des ganzen Gebietes nördlich und südlich des Gschnitztales behandelt werden. Gegen Süden mußten leider die eigenen Beobachtungen vorläufig an der neuen italienischen Grenze ihre Schranken finden.

Die Tribulaungsgruppe.

Vom Westen her ist der Dolomit der Weißwandspitze das erste Triasvorkommen des Tribulaungebietes. Es liegt als isolierter Rest in einer Höhe von 2800 m auf dem Kristallin. Obwohl die kristalline Basis im ganzen kontinuierlich nach Osten sinkt, reichen die Gneise östlich der Weißwand im Gipfel des Hohen Zahn bis über 2900 m. Frech hat diese Erscheinung mit einer lokalen Störung erklärt. Auch eine mehrfache Verfaltung des Dolomites mit dem Glimmerschiefer im Westen und starke Zerrüttung im Dolomitaufbau, deuten auf Störungen. Eine quarzitische Zwischenbildung ist hier nicht bekannt.

Der Kamm von der Weißwandspitze gegen Nordosten besteht über den Pflerscher Pinkel hinaus aus Glimmerschiefern und Gneisen. Oestlich, unterhalb des Gipfelaufbaues des Pinkel (Seehöhe 2768 Meter) verlassen in ungefähr 2650 Meter Seehöhe die normalen typischen Gesteine des Stubaiier Kristallins den Grat und sinken zunächst noch mäßig steil nach Osten ein. Ueber ihnen das Gratstück des Sandesjöches bildend, stellt sich eine Serie von kristallinisch-quarzitischen Gesteinen ein, welche deutlich als Zwischenbildung an der Grenze gegen den Dolomit der Tribulaune hervortritt. Die Serie beginnt mit einem kompakten gneisartigen Gestein mit blättrigen Glimmerschieferlagen. Es ist nur wenige Meter mächtig. Sodann verschwinden die glimmerigen Lagen, und es stellen sich in einer kompakten, quarzitischen Grundmasse größere Quarzknuern ein, die an Größe und Zahl zunehmen, bis schließlich daraus ein ganz helles Gestein hervorgeht, das der Hauptsache nach nur mehr aus Quarzbestandteilen sehr wechselnder Größe und einem Gewebe von Muskovit besteht. Ich glaube an die klastische Natur dieses Gesteins. Gegen oben werden die Quarzbestandteile immer kleiner, die Korngröße gleichmäßiger, der Muskovit tritt nicht mehr in zusammenhängenden Häuten, sondern in Schüppchen auf, die auch als klastische Bestandteile angesehen werden können. Es entsteht ein grünliches quarzitisches Gestein mit abnehmendem Muskovitgehalt. Es steht im tiefsten Punkt des Sandesjöchl an. Nur wenige Schritte östlich am Grat gegen das Goldkappel beginnt ziemlich unvermittelt ein sehr heller Dolomit mit Muskovithäuten und Schüppchen, die sich gegen oben allmählich verlieren. Der erste kühn geformte Gipfel der Tribulaungsgruppe.

das Goldkappel besteht aus typischem weißen Tribulaundolomit, der gänzlich frei von Muskovitschüppchen oder Sericit ist.

Gegen Osten verbergen auf weite Strecken hin riesige Schutthalden, welche sich an die gewaltigen Nordabstürze von Goldkappel, Pflerscher und Gschnitzer Tribulaun anlegen, die Grenze zwischen Kristallin und Dolomit. An einer einzigen Stelle entdeckte ich aus den Schutthalden ragend anstehenden Fels, der glücklicherweise gerade der Auflagerungszone angehört. Diese Stelle befindet sich wenige Meter unterhalb der aus der Schutthalde aufragenden Dolomitmauer des Gschnitzer Tribulauns, etwas östlich des Eckes, von dem aus sich die Wandflucht nach Nordwest jener großen Schutthalde zukehrt, die sich vom Pflerscher Tribulaun gegen das Sandestal herabsenkt. Das feste Gestein ist hier in einer Mächtigkeit von ungefähr 5 Meter abgeschlossen. Zu unterst liegt ein dunkler Gneis mit Biotitporphyroblasten. Dieser geht mit scharfer Grenze über in ein ziemlich grobes, fest zusammengebackenes Quarzkonglomerat, dessen anfangs sehr ungleiche, größere Quarzstücke gegen oben gleichmäßiger und kleiner werden. In den tieferen Partien kommen Biotit und weniger häufig auch Muskovitblättchen vor. Das Hangende des Konglomerates ist durch das schmale Schuttband verdeckt, das sich oberhalb der Felspartie bis zum Fuß der Dolomitwände emporzieht. Diese bestehen aus typischen hellen kristallinen Tribulaundolomit mit Muskovitschüppchen in dessen basalen Partien.

Im Schutt der Tribulaunhalden finden sich allerorten dunkle, sandige Glanzschiefer, welche auf das Vorhandensein eines Raiblerniveaus hindeuten, das vielleicht in flachen, auseinandergerissenen Linsen an den Nordabstürzen der Tribulaune ausbeißt. Von unten ließ es sich auch mittels Trieder nicht erkennen. Die glatten Nordwände der Tribulaune sind aber zum größten Teil unersteiglich. Auf den üblichen Anstiegsrouten zum Pflerscher und Gschnitzer Tribulaun stehen nirgends Gesteine an, welche dem Raibler Niveau zugewiesen werden könnten.

Eine Gliederung der Dolomitmassen der Tribulaune ohne den Leithorizont der Karditaschichten ist aber wohl undurchführbar. Wohl gewann ich bei meinen zahlreichen Begehungen im engeren Gebiete der Tribulaune den Eindruck, daß sich im allgemeinen die liegenden Partien durch eine hellgraue bis weiße Färbung und etwas höhere Metamorphose vor dem mehr grauen

oberen Dolomit auszeichnen. Doch scheint es mir sehr zweifelhaft, daß sich diese lithologischen Merkmale als tauglich für eine auch nur annähernde Horizontierung der Dolomitmassen erweisen könnten. Denn gerade dort, wo ganz sichere, durch Fossilien belegte Karditaschiefer eine Gliederung des Tribulaundolomites in einen ober- und untertriadischen Dolomit ermöglichen, zeigt es sich, daß unterer und oberer Dolomit vollständig übereinstimmen. Doch soll noch ein anderer bemerkenswerter Fund aus der Tribulaunschutthalde erwähnt werden, nämlich ein Stück typischen hellen Tribulaundolomites mit jener Großoolithstruktur, die so ungemein bezeichnend für den Wettersteindolomit des Karwendels ist, und die auch in der richtigen Position unter dem karnischen Niveau der Saile auftritt.

Wenn man sich auch hüten muß, aus einem solchen vereinzeltten Fund weitgehendere Schlüsse über Faziesbeziehungen zu ziehen, so mag er doch bei der Dürftigkeit sonstiger Vergleichsmöglichkeiten vermerkt bleiben. Es ist so zumindestens wahrscheinlich, daß auch in der Gruppe der eigentlichen Tribulaunne, deren großartig einförmiger Aufbau bisher jedem Gliederungsversuch getrotzt hat, doch auch verschiedene triadische Stufen nachweisbar sind.

An den Osthängen des Sandes-Tales wird die Grenze zwischen Kristallin und Dolomit unterhalb des Gsträujöchls stellenweise wieder sichtbar. Geht man von der neuen Tribulaunhütte am „Gsträu“ ungefähr 1200 Meter in der Schichtlinie talanwärts, kommt man zu einem Wasserriß, der von den Abstürzen des Grates Hohes Tor-Gsträujöchl herabzieht. In ihm ist die Grenze gut aufgeschlossen. Aus Schutt und Vegetationsbedeckung ragt unten ein Zweiglimmergneis heraus. Über ihm folgen etwa 30 Meter mächtig Granitglimmerschiefer, dann 10 Meter mächtig ein quarz- und muskovitreiches gneisartiges Gestein. Dieses geht in ein Gestein über, das bei gleicher Grundmasse bis Walnußgröße gerundete Quarzgerölle eingeschlossen hat. Es ist nur 3 Meter mächtig. Darüber liegt ein sehr feinkörniger Quarzit mit Serizithäuten und Biotitblättchen. Dann folgt ein harter, heller, kristallinischer Dolomit, dessen Kristallinität gegen oben abnimmt. Im Schutt finden sich dunkle Schiefer, welche auf oben anstehende Karditaschiefer schließen lassen. Wohl nicht weit von dieser Stelle hat Spitz ähnliche Verhältnisse der Grenzschichten gefunden und beschrieben. Auch weiter talanwärts

zeigen sich der Hauptsache nach an der Dolomitbasis die gleichen Gesteintypen. Kerner beschreibt von hier einen Zweiglimmergneis mit rundlichen Quarzknollen, der ein konglomeratisches Aussehen gewinnt und gegen oben schiefrig wird (14). Zwischen diesem und dem Dolomit tritt vielfach ein Quarzitschiefer auf, den Kerner eventuell als Zwischenbildung gelten lassen möchte, während er draußen im Gschnitz-Tal, wo unweit der Mündung des Sandes-Tal ebenfalls Quarzite im Liegenden des Dolomites auftreten, diese dem Kristallin zuweist. Er beschreibt dort Gneis an der Basis, darüber Quarzitschiefer, sodann Glimmerschiefer mit einem eingeschlossenen Dolomitsetzen und darüber den normalen Dolomit, der mehrfach Quarzit als Unterlage hat. Noch weiter gegen Gschnitz findet sich nach Kerner an der Basis ein schuppiger Phyllitgneis mit eingelagerter Glimmerschiefer und Quarzknauern sowie ein lichtgrauer Augengneis, darüber ohne Zwischenbildung der Dolomit. Unmittelbar vor Gschnitz beschreibt Kerner feinschuppigen Zweiglimmergneis mit Quarzlinsen, darüber leichte Dolomitreccien und weißen Dolomitmarmor. Am weitesten das Gschnitz-Tal talauswärts, sind die Grenzgesteine am Ausgang des Mörtoar-Tales aufgeschlossen. Auch hier spricht Kerner wieder von lichten Augengneisen mit zahlreichen Quarzknauern, welche unmittelbar von weißem Dolomit überlagert werden. In den basalen Teilen des Dolomites sind nach Kerner vielfach Glimmerschüppchen eingestreut.

Ich habe diese Befunde Kerners hier angeführt, um sie meinen Beobachtungen am Sandesjoch, am Gschnitzer Tribulaun und im oberen Sandes-Tal gegenüber zu stellen und jene Folgerungen daraus zu ziehen, die sich nach meiner Meinung bezüglich des Vorhandenseins von Zwischenbildungen zwischen Kristallin und Dolomit ganz ungezwungen ergeben. Überall, wo die Auflagerungszone aufgeschlossen ist, beschreibt Kerner an der oberen Grenze des Kristallins „Gneise mit Quarzlinsen oder Knauern“, außerdem an zwei Stellen Quarzit. Nur für das eine Quarzitvorkommen läßt er die Möglichkeit offen, daß es sich um eine Zwischenbildung handelt. Die Gneise mit Quarzknauern und Linsen sind identisch mit jenen gneisartigen Gesteinen, die ich am Sandesjoch fand, wo sie in ganz deutliche Quarzkonglomerate übergehen, die ebenso am Fuße des Gschnitzer Tribulauns anstehen, wie im oberen Sandes-Tal. So-

wohl dort, wie auch am Sandesjoch zeigen sich im Hangenden dieser Gesteine, mit ihnen durch Übergänge verbunden, feinkörnige Quarzite. Sie sind mit Kerners Quarziten identisch. Manche der als Gneise mit Quarzknuern bezeichneten Gesteine halte ich so wie gewisse, vergneiste Quarzkonglomerate von der Nordseite des Gschnitztales für metamorphe Verrukanokonglomerate, die mit den Glimmerschiefern und Augengneisen der kristallinen Oberfläche in derart enger Verbindung stehen, daß sie sich nur schwer vom Kristallin trennen lassen. Sie bilden jedoch meiner Meinung nach mit den meist über ihnen folgenden Quarziten einen permotriadischen Horizont und gehören zum triadischen Aufbau der Tribulaune. Die enge Verbindung dieser Gesteine mit dem Kristallin erklärt sich m. E. aus zwei Umständen:

Einmal wird im Verrukano als Transgressionssediment über dem Kristallin zu unterst noch viel Material des kristallinen Untergrundes primär verarbeitet liegen, dann aber wird jedenfalls im Verlaufe der gebirgsbildenden Bewegungen eine recht intensive Vermengung des mehr lockeren Verrukanos mit dem kompakten mehr plastischen Kristallin an ihren Berührungsflächen stattgefunden haben, die gleichsam zu einer Verschweißung führte. Weiter von dieser Berührungsfläche entfernt, wird sich der normale Charakter des Verrukanos rasch wieder einstellen. Dies entspricht sehr gut den vorgefundenen Verhältnissen. Für Kerner scheint eine häufige Diskordanz zwischen den Gneisen und Quarziten einerseits und dem darüberliegenden Dolomit andererseits ein Hauptargument für die Zugehörigkeit des Quarzites zum Kristallin zu sein. Nun ist, wie ja auch Kerner zugibt, im Sandes-Tal eine derartige Diskordanz nicht vorhanden. Zwischenbildung und Dolomit zeigen im ganzen, flaches, nordöstliches Fallen. Hier möchte Kerner die Quarzite als Zwischenbildung anerkennen. Doch schon um die Ecke zwischen Sandes- und Gschnitz-Tal herum soll genau der gleiche Quarzit in der gleichen Position unter dem Dolomit dem Kristallin zugehören, weil der Dolomit scheinbar diskordant zu ihm liegt. Nun ist aber gerade dort Dolomit zwischen dem Kristallin eingeklemmt, und noch andere Anzeichen deuten auf lokale Störungen. Es läßt sich die scheinbare Diskordanz hier ohne Schwierigkeit auf örtliche tektonische Ursachen zurückführen. Die Konkordanz zwischen Quarzkonglomerat-Quarzit und Dolomit im

Sandes-Tal ist das Normale, die anderenorts vorkommende Diskordanz etwas Sekundäres, das auf lokale Störungen zurückzuführen ist. Es sind die gleichen Störungen, wie wir ihnen an der Grenze von Kristallin und Trias in den Kalkkögeln und im Kirchrach-Serleszug begegnen, und die an die Grenzfläche genetisch geknüpft sind. Das gelegentliche Fehlen der Zwischenbildungen, wie an dem Grenzaufschluß östlich der Mündung des Sandes-Tal und im Mortoar-Tal ist so wie dort auf diese Störung zurückzuführen.

Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, daß ich auch westlich des Sandes-Tales den isolierten Dolomitrest der Garklerin hinsichtlich der Zwischenbildungen untersuchte. Ich fand hier deutliche Anzeichen für Störungen, doch sind Zwischenbildungen vorhanden, und zwar fand ich auf der Nordseite einen muskovitreichen Quarzitetzen unterhalb der Dolomitgrenze in den basalen Gneisen eingezwängt. Stellenweise ruht der Dolomit hier unmittelbar auf dem Kristallin auf. Die Zwischenbildungen sind hier verquetscht.

Sonst kann die Auflagerung der Tribulauntrias auf dem Kristallin nur noch im Pflerschäl studiert werden. Da dieses nunmehr in italienischem Gebiet liegt, war es mir vorläufig versagt, dort Untersuchungen anzustellen. Auch liegen keinerlei fremde Detailberichte von dort vor.

Immerhin kann schon nach dem Bisherigen auch für das engere Tribulaungebiet das allgemeine Vorhandensein eines permotriadischen Transgressionssediments in der Ausbildung metamorpher Quarzkonglomerate und Quarzite als erwiesen gelten.

Es sei hier noch bemerkt, daß das Kristallin des Sockels im ganzen eine Metamorphose von anderem Charakter zeigt, als jene, welche die Quarzite und der Tribulaundolomit durchgemacht haben. Die Metamorphose des Kristallins ist wohl vortriadisch. Über diese Dinge werden erst die geplanten mikroskopischen Gefügestudien befriedigende Aufklärung geben können.

Die über den basalen Bildungen folgenden Tribulaundolomite lassen sich, wie erwähnt, überall dort leicht gliedern, wo ein zwischengeschaltetes Band dunkler, toniger und sandiger Schiefer nachzuweisen ist. Daß Anhaltspunkte für die Anwesenheit dieser Schiefer im engeren Gebiete der eigentlichen Tribulaune vorhanden sind, wurde schon gesagt. In den Steilwänden, welche

von der Zaisspitze gegen Gschnitz abfallen, ist dieses Schieferband deutlich sichtbar. Am Ausgang des Mortor-Tales bezeichnet ein Rasenabsatz, auf welchem das St. Magdalenenkirchlein steht, die Anwesenheit der Schiefer, in welchen Kerner *Cardita cf. Guembeli* fand. Talaufwärts sind Carditaschiefer vor dem zeitweisen Untertauchen des Tribulaundolomites unter Schuttbodeckung zum letztenmal am Ausgang des Trunagrabens aufgeschlossen. Am gegenüberliegenden Hang des Gschnitz-Tales sind die Carditaschichten zum Teil nur mehr als zerdrückte Linsen und Fetzen nachweisbar. Ähnliche Verhältnisse mögen auch in den Tribulaunen herrschen. So erklärt es sich, daß stellenweise nur spärliche Spuren davon vorhanden sind, an den Südost-Abstürzen gegen Obernberg solche überhaupt fehlen.

Jedenfalls aber lassen sich am Unterbau der Tribulaune vier Schichtglieder unterscheiden: 1. Verrukano, 2. unterer Dolomit, 3. Carditaschichten, 4. Hauptdolomit.

Der untere Dolomit wird in der Literatur des öfteren als Wettersteindolomit angesprochen. Doch scheint mir dies nicht angebracht. Offensichtlich vertritt dieser untere Dolomit Muschelkalk, Partnachschichten und Wettersteindolomit zusammengekommen. Seine oberen Partien mögen ja dem Wettersteindolomit der Nordtiroler Kalkketten entsprechen. Darauf deutet auch das Vorkommen der Großoolithstruktur am Pflerscher Tribulaun.

Über diesem Unterbau folgen nun mächtige Schichten, welche aus denselben Gesteinen bestehen, die schon im Serles-Kirchdachzug eine bedeutende Rolle spielen, und die ich unter dem Sammelnamen „Glimmerkalkserie“ vereinigte. Diese ungeheuer mannigfaltig ausgebildeten Gesteine haben im Süden des Gschnitztales eine noch viel größere Verbreitung. Auch hier zeigt sich in ihnen die auffällige Erscheinung von wiederholten, flachen, keilförmigen Einlagerungen von Quarzphyllit. Kerner hat dieses Phänomen hier und im Serles-Kirchdachzug sehr eingehend beschrieben. (10.)

Aus dem bisher Gesagten geht schon mit voller Klarheit die Einheitlichkeit der mesozoischen Massen zu beiden Seiten des Gschnitztales hervor. Beide Gebiete zeigen Übereinstimmung in der Auflagerung, ihre Trias läßt sich in gleicher Weise mit Sicherheit in permo-triadische Basisschichten, unteren Dolomit, Carditaschichten und Hauptdolomit gliedern. Beiden Gebieten sind schließlich die für Rhät gehaltenen Gesteine der Glimmer-

kalkserie mit den eingetriebenen Quarzphyllitkeilen gemeinsam. Ich will daher von nun an der Einfachheit halber, wenn ich von beiden Gebieten als Einheit spreche, die Bezeichnung „Gschnitzer-Trias“ verwenden.

Die Trias-Schuppen unter der Steinacher Quarzphyllitdecke.

Der Gschnitzer Trias ruht südöstlich des Gschnitztales die mächtige Steinacher Quarzphyllitdecke auf, welche mehr als zwei Drittel der Tribulaun Trias nach Osten bis zur Brennerfurche bedeckt. Am Steinacher Joch trägt sie das bekannte pflanzenführende Karbon. Die in den Glimmerkalkserien liegenden Quarzphyllitkeile sind gewaltige Einschübe aus der Quarzphyllitdecke. Das unterhalb des Kalbenjoches auf der Nordseite des Gschnitztales in die Trias eingefaltete Karbon gehört in den gleichen Komplex dieser tektonischen Erscheinung. Die Steinacher Quarzphyllite mit ihrem Karbon sollen später behandelt werden.

Ich will jetzt die Tribulauntrias unter der Quarzphyllitbedeckung das Gschnitz-Tal talabwärts verfolgen und sodann untersuchen, ob und wie sie am Ostflang des Steinacherjoches fortsetzt, und welche Verhältnisse überhaupt von Steinach bis zum Brennersee zwischen Talboden des Silltales und der unteren Auflagerungsgrenze der Steinacher Decke herrschen.

Die Basis der Gschnitzer Trias senkt sich rasch gegen Osten. Gleichzeitig sinkt der Gschnitzer Triasstock von der Nordwestseite des Gschnitztales gegen Südosten ein, gleichsam unter der Wucht der Steinacher Decke niedergedrückt. Während Wasenwand und Kesselspitz in ihren höchsten Teilen aus Gesteinen der Glimmerkalkserie aufgebaut sind, und südlich des Gschnitztales am Kamm Schönberg-Rötenspitz die untere Grenze der Glimmerkalken noch in der Hochgebirgsregion liegt, verschwindet östlich des Faltsämbaches im Grazanawald, 50 Meter ober dem Talboden, die Tribulauntrias mit ihrem obersten Glied, den Glimmerkalken unter den Schutt des Talhanges. Bis über Trins hinaus liegt die Trias unter einer dichten Schutt- und Vegetationsdecke begraben. Überall, wo man hier gegen das Steinacherjoch ansteigt, trifft man schon in der Höhenlinie von 1300 Meter, also nur 100 bis 150 Meter ober dem Talboden anstehend Quarzphyllit.

Beiläufig 1500 Meter östlich Trins zieht der Hofersgraben vom Walerboden am Nordhang des Steinacherjoches herab. Etwas östlich davon steht in einem seichten Wasserriß ein grauer, undeutlich gebänderter Kalk an. Beiläufig 40 Meter den Riß hinan ist in ungefähr 1200 Meter Seehöhe schon Quarzphyllit aufgeschlossen. Hier also beginnt wieder die Trias unter dem Quarzphyllit, aus der Schuttbedeckung des Talhanges aufzutauchen. Sie bleibt von hier an das Gschnitztal hinaus verfolgbar.

Der unübersichtliche, dicht bewachsene Waldhang mit der hoch hinaufreichenden Moränenbedeckung macht es jedoch unmöglich, die Kalke und Dolomite kontinuierlich zu verfolgen. Um sich einigermaßen über den Zusammenhang und die mögliche Gliederung der Trias ein Bild machen zu können, ist es notwendig, überall dort, wo das feste Gestein beim Anstieg gegen das Steinacherjoch am häufigsten zutage tritt, Profile zu legen und diese zu vergleichen. Am besten findet man die Gesteinsfolge in den unterschiedlichen Wasserrissen aufgeschlossen, welche in südnördlicher Richtung zum Gschnitztal hinabziehen.

Schon bei einer flüchtigen Begehung der unter dem Quarzphyllit liegenden Kalk-Dolomit-Zone ergab sich mir die Gewißheit, daß es sich bei ihr nicht um ein einförmiges Gebilde handle, wie man es nach Frech's Karte und Beschreibung annehmen mußte. Man begegnet Kalken, Dolomiten, Glimmerkalken, Kalkschiefer usw. von sehr verschiedenartigem Aussehen. Leider hat es bei diesen lithologischen Unterschieden sein Bewenden. Keinerlei Fossilfunde erleichtern den Versuch einer Gliederung. Es ist dies freilich bei der allgemeinen Fossilarmut der Gschnitzer Trias weiter nicht überraschend. So bleibt nichts übrig, als auf Grund der lithologischen Beschaffenheit eine Gliederung zu versuchen. Dies wird uns durch die Übereinstimmung oder Ähnlichkeit vieler Glieder mit solchen der Gschnitzer Trias, deren stratigraphische Stellung feststeht oder doch ziemlich sicher ist, gefördert. Ist es möglich, auch den tektonischen Zusammenhang lithologisch übereinstimmender Schichtglieder wahrscheinlich zu machen, wird die aufgestellte Gliederung an Wert gewinnen.

Während beim Hofersgraben die Trias nur mit einer wenig aus der Moräne hervorragenden Felspartie beginnt, welche aus dem oben erwähnten grauen Bänderkalke (Profil I) besteht,

steht schon 200 Schritte weiter östlich ober der Wiese Plänmöser ein deutlich gebänderter Kalk mit Glimmerlagen an, der ganz einer der vielen Ausbildungsarten der Glimmerkalkserie der Gschnitzer Trias entspricht. Darüber liegen an der Mündung des Stricknergrabens Bändermarmore, den Stricknergraben hinauf aber eine Folge von gebänderten und fleckigen Kalken, zum Teil ziemlich kristallinisch. In einer Höhe von 1350 Meter setzt ein dichter, rötlicher Kalk ein. Er wird 20 Meter mächtig. Darüber liegt der Walerboden bereits im Quarzphyllit (Profil II). Die Kalkschichten streichen im allgemeinen Südöstlich und fallen mäßig steil Süd-West.

Ein sehr aufschlußreiches Profil läßt sich von einer Stelle halbwegs zwischen Stricknergraben und dem Steinbruch oberhalb der Quelle Herrenwasserl den Steinacherjochhang hinauf verfolgen. Etwas ober der Schichtenlinie 1100 ragt eine Felspartie auf. An der Basis*) liegt ein grauer, bald mehr einförmiger, bald hell und rötlich gebänderter und gefleckter Dolomit. Darüber liegen graue gebänderte Kalke von gleicher Beschaffenheit, wie der von den westlich gelegen Aufschlüssen erwähnte Bänderkalk. Dieser geht über in einen Bänderkalk mit Glimmerhäuten, die stellenweise zu Glimmerlagen bis 5 Zentimeter dick werden. Dieser Glimmerkalk, der so wie jener unterhalb des Stricknergrabens mit gewissen Glimmerkalken aus der Gschnitzer Trias übereinstimmt, erreicht ziemliche Mächtigkeit, verschwindet jedoch gegen oben unter Gehängeschutt. Noch weiter oben stellt sich wieder der dichte rötliche Kalk ein. Darüber, bei ungefähr 1350 Meter beginnt der Quarzphyllit. Dolomite und Kalke streichen Ost-West und fallen sehr flach Süd. (Profil III.)

Ähnlich günstigen Einblick in den Aufbau der unter der Steinacher Decke begrabenen Trias bietet das nächste Profil (IV). Oberhalb (östlich) der Herrenwasserlquelle liegt ein Schottersteinbruch. Seine Basis liegt bei 1125 Meter. Es liegen hier in ziemlicher Mächtigkeit mit West-Süd-West Streichen und sehr flachem Süd-Süd-Ost Fallen graue, gebänderte Kalke mit rötlichen Flecken. Sie sind sehr zerrüttet und zerfallen in einen eckigen Grus. Etwa 100 Meter darüber findet sich ein weicher, zerfallender, dunkler, sandiger Schiefer, darüber ein grauer, kristalliner Kalk, sodann der schon von den früheren Profilen be-

*) Ich fand im Schutt rötliche und violette, sandig-schieferige Splitterchen, die wie Werfener Schiefer aussahen.

kannte graue Bänderkalk. Sein Hangendes ist von Schutt verhüllt. Erst weiter oben kommt man in anstehenden Quarzphyllit.

Bevor wir den Bereich des Gschnitztalhanges verlassen, wollen wir noch ein Profil (V) betrachten. Am Waldrand 300 Meter westlich Plon stehen die hellen rotgefleckten Dolomite an. Sie sind auch hier sehr zerbrochen. Unter der Eigenwiese kommen schwarze, weißgebänderte Kalke und Kalkmergelschiefer zum Vorschein, darüber eine wenig mächtige Lage grauen Dolomites und bei der Eigenwiese der rötliche Kalk mit weinroten, größeren und kleineren unregelmäßigen knolligen Einschlüssen. Ober der Eigenwiese in 1400 Meter Höhe beginnt der Quarzphyllit mit Einlagerungen des bekannten, schon von Pichler am Felperbach entdeckten Glimmerdiabases.

Bevor ich nun die Kalk-Dolomit-Zone um das Nordost-Eck des Steinacherjoches herum verfolge, will ich den Bau und die Gliederung der Kalk-Dolomit-Zone auf der Südseite des Gschnitztales, wie sie sich nach dem Bisherigen am ungezwungensten ergeben, darzulegen versuchen.

Sucht man nach lithologischen Ähnlichkeiten, wird man in erster Linie an die Bänder- und Glimmerkalke verwiesen, welche sich als auffälligstes Schichtglied in allen aufgezählten Profilen wiederholen. Sie entsprechen zweifellos der Glimmerkalkserie vom Kirchdachzug und Tribulaunen. Ein nächstes Schichtglied, das man auf Grund seiner lithologischen Beschaffenheit ohne Bedenken einem bestimmten Horizont zuweisen kann, sind die dunklen, sandig tonigen und mergeligen Schiefer der Profile IV und V. Es handelt sich offenbar um die Karditaschiefer der Gschnitzer Trias. Auf diese Weise ist die Einordnung der anderen Schichtglieder wesentlich erleichtert. Unter den Karditaschiefern liegt in Profil IV und V ein heller, rotgefleckter Dolomit, darüber folgen graue Dolomite. Man wird kaum fehlgehen, den unteren Dolomit als untertriadisch (Muschelkalk-Wettersteinniveau) anzusprechen. Möglicherweise gehören manche dunkle Kalke und Kalkmergelschiefer unter der Eigenwiese nicht zum Raiblerniveau, sondern sind Äquivalente der Partnachschieften. Gewisse lithologische Übereinstimmungen sprechen für eine solche Gleichsetzung. Die verschiedenen grauen Dolomite zwischen den Karditaschieften und den Bänder- und Glimmerkalken werden dem Hauptdolomit gleichzustellen sein. Nun gibt es noch ein Schichtglied, mit dem man

zunächst nichts anzufangen weiß. Das sind die über den Bänder- und Glimmerkalken liegenden rötlichen Kalke. Bei den Eigenwiesen zeigen diese Kalke, wie schon beschrieben, eigentümliche, dichte, knollenartige Einlagerungen von weinroter bis intensiv fleischroter Färbung. Diese Knollen sehen wie ein verhärteter, sehr feiner Kalkschlamm aus. Sie verdichten sich stellenweise und beherrschen dann ganz das Gesteinsbild. Es gibt nur einen Kalk in der ganzen Gschnitzer Trias, der sich mit diesen Kalken vergleichen läßt, und das ist der ammonitenführende Kalk der Lias auf der Kesselspitze mit seiner Admettier Fazies.

Diese Tatsache und die Lagerung über den Glimmerkalken spricht dafür, daß wir es hier in der Tat mit einem Äquivalent des Lias der Kesselspitze zu tun haben. Meine Bemühungen, diese Annahme durch Fossilfunde bestätigen zu können, blieben allerdings erfolglos.

Im Grazanawald verschwindet die Trias mit ihren höchsten Gliedern, den Gesteinen der Glimmerkalkserie unter dem Faltschutt, beim Hofersgraben taucht sie wieder mit Glimmerkalkgesteinen auf. Dem Gschnitztal ausgang zu werden immer tiefere Glieder der Trias sichtbar. Nur die Basisfläche bleibt verhüllt. Die Auflagerungslinie der Quarzphyllitdecke steigt von ungefähr 1200 m beim Hofersgraben über 1400 m bei der Eigenwiese. Die Trias-(+ Lias?) Schichten zeigen im allgemeinen flaches Südfallen. Im Nordwesten des Gschnitztales liegen Rhät und Lias hoch droben die Hochgebirgskämme aufbauend. Auch dort zeigt sich die allgemeine Tendenz des Fallens der Schichten nach Süden und Osten. Dies ermöglicht in den Kalk-Dolomit-Schichten südlich des äußeren Gschnitztales eine unmittelbare Fortsetzung des Triasstockes von Serles und Kesselspitze zu sehen. Dem fügt sich die vorhin versuchte Gleichstellung der einzelnen Schichtglieder gut an. Die Kalke der Eigenwiese lassen sich auch tektonisch mit dem Lias der Kesselspitze verbinden. Für die Agnoszierung der roten Kalke der Eigenwiese als Lias ergibt dies eine neue Stütze.

Während das Absinken des Triaskuchens sich noch südlich des Gschnitztales fortsetzt, muß in der Südwest—Nordost-Richtung des Talzuges der tiefste Punkt der Triasbasis ungefähr bei Trins liegen. Diese tiefe Niederpressung der Gschnitzer Trias ist wohl unter der Wucht der Steinacher Quarzphyllitdecke zu

Stande gekommen. Sie hat auch die starke Reduzierung des mächtigen Schichtenbaues in Kirchsbad-Serleszug zu der liegenden Kalk-Dolomit-Zone unter den Quarzphylliten im Süden des äußeren Gschnitztales bewirkt.

Verfolgen wir nun die Triaszone vom Südhang des Gschnitzausganges um das Bergeck des Steinacherjockies herum ins Silltal hinaus, so ergibt sich zunächst ein ungehindertes Fortsetzen der einzelnen unterschiedenen Glieder. So zeigt ein Profil (VI) vom Ploner Steinbruch hinauf gegen die Eigenwiese, daß unten die bekannten rotgefleckten Dolomite liegen, darüber deutliche Spuren von Karditaschiefern vorhanden sind und auch oberer Dolomit und Bänderkalk fortsetzen. Unter der Quarzphyllitbasis trifft das Profil die Lias-(?)Kalke der Eigenwiese. Doch zeigt sich ein augenfälliger Unterschied in der Lagerung. Die Schichten fallen nicht mehr flach Süd, sondern viel steiler (bei Plon 30°) nach West ein.

Ein neues Bauelement trifft man an, wenn (man von Harland, einer Häusergruppe südlich Steinach gegen die Bergeralm ansteigt. Gegenüber der Villa Reinisch an der Brennerstraße steht ein feinkörniger, grünlicher Quarzitschiefer an. Es ist der bekannte Tarntaler Quarzitschiefer, wie er im Gebiete der Tarntaler Köpfe und bei Matrei so häufig ist. Sein Hangendes ist unter der alten Seitenmoräne begraben. Ober der Ploner Terasse setzt wieder die schon bekannte Schichtfolge des Gschnitzer Südhanges ein. Die Liaskalke finden aber hier unterhalb der Bergeralm ihr südliches Ende. Ihr Auskeilen ist nicht direkt sichtbar, doch zeigt sich weiter südlich keine Spur mehr von ihnen.

Wesentlich veränderte Verhältnisse zeigt das nächste Profil (VIII) von der Brennerstraße gegenüber Siegreit über Steidlhof gegen Plon P. 1306 und die Bergeralm. Über die Brennerstraße stellen sich hier zum erstenmal auf der Westseite des Tales die Kalkphyllite der oberen Schieferhülle ein. Sie fallen ungefähr 45° Nordwest. Zwischen Harland und Lehen steckt in ihnen ein mächtiger Fetzen verdrückten und verschmierter Kalkes. Er dürfte, so wie der Dolomit, welcher im Dorf Steinach unterhalb der Post liegt, als tektonischer Einschluß im Kalkphyllit aufzufassen sein. Über dem Kalkphyllit folgt, durch Moränenschutt von diesem getrennt, westlich des Steidlhofes Tarntaler Quarzitschiefer. Er tritt morphologisch als niedriger

Rücken zwischen Steidlhöferrasse und dem Nöblacher Karrenweg hervor. Westlich des Weges liegt nun überraschender Weise Quarzphyllit. Darüber folgt ein Waldhang ohne anstehenden Fels, dann noch eine schmale Zone des unteren rotfleckigen Dolomites und dunkle Mergelschiefer, dann fehlen wieder Aufschlüsse bis zur Bergeralm mit ihrem Quarzphyllit und Eisendolomit der Steinacher Decke. Etwas südlicher, dem Lauf des Felverbaches entlang, den Hang hinauf herrschen folgende Verhältnisse (Profil IX). Über dem im allgemeinen West fallenden Kalkphyllit folgt wandbildend mit ebenfalls westlichem Fallen der Tarntaler Quarzitschiefer. Über ihm steht im Graben wenige Meter mächtig Quarzphyllit an. Dann folgt ein heller spätiger Dolomit und ein dunklerer, grauer Dolomit von ziemlicher Mächtigkeit. Oberhalb der 1400 Meter Schichtlinie beginnt der Quarzphyllit des Steinacherjoches mit den hier zuerst von Pichler entdeckten Glimmerdiabas. Das auffälligste Merkmal dieses Profils ist das Fehlen eines der für die Gschnitzer Trias so kennzeichnenden Glieder. Es fehlt der helle, rotfleckige Basisdolomit, es fehlt jede Spur von Carditaschiefern und auch der fragliche Liaskalk. Statt dessen stellen sich in ziemlicher Einförmigkeit graue Dolomite ein, die zwar dem Hauptdolomit der Gschnitzer Trias ähnlich sind, aber doch eine viel mächtigere Entwicklung zeigen als der Hauptdolomit in den eben beschriebenen Profilen und sich vor allem unmöglich als seine Fortsetzung deuten lassen. Er erscheint als Ganzes in ein tieferes Niveau gerückt, als die Gschnitzer Kalk-Dolomit-Zone, die, wie wir gesehen haben, von ihrer tiefsten Lage bei Trias sich gegen Osten wieder allmählich heraushebt und sich am Westhang des Silltales unter der Steinacher Decke geradezu aufbiegt, wie schon aus dem Westfallen ihrer Schichten von Plon an hervorgeht. Eine zweite bemerkenswerte Erscheinung ist das Auftreten eines tieferen Quarzphyllites zwischen Tarntaler Quarzitschiefer und dem in Frage stehenden Dolomit.

Bevor ich jedoch weitere Folgerungen an diese auffällige Änderung im Schichtbau der Unterlage des Steinacherjoches knüpfe, will ich weitere Profile an seinem Osthang beschreiben.

Nördlich des Hofes Zagl am Nöblacher Plateau folgt über den Kalkphylliten in zwei Hügelzügen ein Komplex sehr mannigfaltig ausgebildeter Kalke und Dolomite, stark zerklüftet und hergenommen, zum Teil auch kristallinisch. Irgend eine Gliederung

ist infolge der argen Vermengung nicht durchzuführen. Im oberen Niveau nahe dem Nöblacherweg zeigt sich besonders starke Zertrümmerung. Das Gestein ist vollständig in sich zerbrochen und zerfällt grusig. In den unteren Partien tritt an Stelle der mechanischen Zertrümmerung Marmorisierung. Die Terasse ist von altem Moränenschutt bedeckt. Wo sich der Hang unter ihm heraushebt, steht ein heller, einförmiger Dolomit an, welcher ganz jenem am Felperbach gleicht, dem er auch dem Niveau nach entspricht. Noch weiter hinauf fehlen Aufschlüsse. Dann stellt sich der Quarzphyllit des Steinacherjoches ein.

Die zerrütteten Kalke und Dolomite von Zagl treten östlich des Nöblacher Weges, etwas vor dem Hof Humler in unmittelbare Berührung mit Tarntaler Quarzitschiefer. Sie sind mit ihm verfalltet, gehören jedoch deutlich in sein Hangendes. Weiter südlich ist weder von Tarntaler Quarzitschiefer, noch von Zagler Kalken und Dolomiten etwas zu sehen. Dafür streifen oberhalb der Nöblacher Terasse in einem Niveau von durchschnittlich 1400 bis 1450 Meter die hellen Dolomite weiter nach Süden. Sie fallen mäßigsteil West. Die Moränenbedeckung des Plateaus trennt sie von den Kalkphylliten, welche stets mit westlichem Einfallen den Steilabfall zur Sill aufbauen. Bei sonstiger Einförmigkeit stellen sich bisweilen, so in einem Graben südwestlich des Humler und oberhalb des Töchterlerhofes im Hangenden sehr dunkle, fast schwarze Dolomite mit einem Netz von weißen Kalkspatadern ein. Die Dolomite sind in ihrer ganzen Erstreckung stark zertrümmert. Zwischen Humler und Töchterlerhof finden sich am Hang im Niveau zwischen der oberen Grenze des Dolomites und dem tiefsten anstehenden Quarzphyllit zahlreiche mächtige Blöcke von Glimmerschiefern und Zweiglimmergneisen mit dem Habitus des Stubaiar Kristallins. Diese Gesteine sind zum Teil sehr mitgenommen, durch und durch zermürbt. Es sind Diaphorite.

Das Gebundensein an ein bestimmtes Niveau und die ganze Art des Vorkommens lassen es als fast gewiß erscheinen, daß hier tatsächlich Stubaiar Kristallin über dem Dolomit und unter dem Quarzphyllit ansteht. Ein zweifellos anstehendes Vorkommen fand ich bisher nicht. Südwärts des Töchterler hören die kristallinen Blöcke auf.

Unterhalb (östlich) des Rieserhofes und am Höllbacht tritt der Dolomit in unmittelbare Beziehung zum Kalkphyllit, be-

ziehungsweise zu dem seine höheren Schichten bei Gries vertretenden Chloritschiefer. Der Chloritschiefer fällt 40° Nordwest. Über ihm liegt Dolomit, der hier in seinen tieferen Partien mehr kristallin, aber weniger mechanisch zermürbt ist.

Das Nöblacher Plateau liegt in seinem südlichen Teil ganz im Dolomit, der aber nur am West- und Ostrand unter der Moräne zum Vorschein kommt.

Vom Höllbachel bis zum Ausgang des Obernbergertales gibt es keine Dolomitaufschlüsse. Erst dort, knapp bevor der Seebach das Tal verläßt, findet sich am nördlichen Talhang oberhalb des Weges ein Aufschluß mit steil Nordwest fallendem Chloritschiefer, über welchem scheinbar konkordant Dolomit liegt. Gegenüber am Südhang des Tales findet sich die unmittelbare Fortsetzung. Hier liegt über dem Chloritschiefer zunächst ein dunkler, gebänderter, stark gefällter und verschmierter Kalk, dann folgt ein hellerer Dolomit. Noch weiter südlich, oberhalb des Weges zur Hohenalm (ober dem Brennersee) finden sich im aufschlußarmen Grenzgebiet zwischen den steil westlich einfallenden Kalkphylliten und dem Quarzphyllit des Sattelberges große Blöcke von Kalken und Dolomiten, welche auf ein Fortsetzen der Nöblacher Trias in Linsen und Fetzen unter dem Quarzphyllit schließen lassen. Ein bemerkenswerter Fund aus einem noch höheren Niveau sind lose Stücke und größere Blöcke von Augengneisen, wie sie im kristallinen Sockel der Gschnitzer Trias häufig vorkommen. Genauere Nachforschungen nach eventuell anstehendem Gestein mußten vorläufig wegen der Schwierigkeiten in der österreichisch-italienischen Grenzzone des Brennersattels unterbleiben.

Hier anschließend soll bemerkt werden, daß vom Ausgang des Obernbergertales bis hinein zu den Knappenlöchern im Talinnern, wo die erzführenden Dolomite von den Quarzphylliten des Steinacherjoches überlagert werden, nirgends am Nordhang unter der Steinacher Decke irgendwelche Kalke oder Dolomite auch nur spurenweise auftreten.

Nun zu den Folgerungen, die sich mir aus den dargelegten Verhältnissen für die Unterlage der Quarzphyllitdecke zu ergeben scheinen.

Folgende Tatsachen sind festzustellen: Bei Harland südlich Steinach stellt sich ein für die Gschnitzer Trias völlig fremdartiges Bauelement ein: der Tarntaler Quarzitschiefer. Dieser ist

bis zum Hof Zagl am Nöblacher Plateau zu verfolgen. Zwischen ihm und den ihm unterlagernden Quarzphylliten der Schieferhülle findet sich nirgends ein Zwischenglied.

Die Kalk-Dolomit-Zone der Südseite des äußeren Gschnitztales, welche als Teil des von der Steinacher Quarzphyllit-Decke überfahrenen Gschnitzer Triasstockes erkannt wurde, setzt sich um die Nordostecke des Steinacherjoches fort, zeigt eine Aufbiegung ihres Westrandes, ist aber nur bis in die Gegend des Felperbaches zu verfolgen, wo sie auszukeilen scheint. In einem tektonisch tieferen Niveau stellt sich für sie ein neues Dolomitpaket ein, das sich durch seine gleichbleibende Einförmigkeit im entschiedenen Gegensatz zur deutlich gegliederten Gschnitzer Trias setzt.

Diese einförmigen Dolomite, welche ich als Nöblacher Trias bezeichnen will, sind als zusammenhängende Zone sicher bis südlich des Oberbergertales zu verfolgen, wahrscheinlich aber noch weiter über den Brenner nach Süden.

Das Kristallin ober dem Nöblacher Plateau kommt über die Nöblacher Trias zu liegen. Es ist Stubaiier Kristallin, das entsprechend der Aufbiegung des Gschnitzer Triaspaketes ebenfalls seinen Westrand aufstülpt. Es bildet die Unterlage der Gschnitzer Trias, kommt aber im Osten nur mehr plattgedrückt und in Fetzen aufgelöst noch einmal unter der schweren Schubmasse der Steinacher Quarzphyllite zum Vorschein, wobei es im Ganzen zu einem Diaphorit wird. Seine Sedimentbedeckung ist über Nöblach wahrscheinlich nur mehr in spärlichen Trümmern oder auch gar nicht mehr vorhanden. Als kompakte Masse hat sie am Felperbach ihr Ende, von wo sie sich unter der Hauptlast der Steinacherdecke vollständig verquetscht, höchstens noch in armseligen Resten über ihrer ebenfalls arg hergenommenen kristallinen Unterlage nach Süden fortsetzt. Die Funde von Augengneisen an den Abhängen des Sattelberges machen es wahrscheinlich, daß hier Reste der Basis der Gschnitzer Trias vorhanden sind.

Die Nöblacher Trias liegt unter dem Kristallin, hat also mit der Gschnitzer Trias nichts zu tun. Sie gehört einer tieferen tektonischen Einheit an und ist vom Kristallin mitsamt seiner Sedimentbedeckung überschoben, welche beide, allerdings hier nur mehr ihr ausgewalztes, stark schadhaf gewordenes westliches Ende über die Nöblacher Trias legen.

Wie sieht es nun mit den Beziehungen zwischen Nöblacher Trias und Tarntaler Quarzitschiefer aus? Zunächst ist es schon auffällig, daß der Tarntaler Quarzitschiefer schon beim Zagl aufhört, die Nöblacher Trias aber nach Süden weiter fortsetzt und sich bei Gries unmittelbar über den Chloritschiefer der Schieferhülle legend, gleichsam an die Stelle des Quarzitschiefers setzt. Dies spricht schon sehr gegen engere Zusammengehörigkeit von Quarzitschiefer und Nöblacher Trias.

An einer einzigen Stelle tritt der Quarzitschiefer in engste Beziehung zur Trias. Das ist beim Zagl. Nun habe ich aber schon hervorgehoben, daß die Trias von Zagl eine Sonderstellung einnimmt. Sie läßt sich aus tektonischen und faziellen Gründen nicht recht mit der Nöblacher Trias verbinden.

Am Felperbach aber schiebt sich zwischen Quarzitschiefer und Nöblacher Trias Quarzphyllit ein. Dieser Quarzphyllit unterscheidet sich schon im Handstück einigermaßen vom Typus des Steinacherjoch-Quarzphyllits. Er legt sich auch weiter nördlich über den Tarntaler Quarzitschiefer. Welche Deutung auch sonst seinem Vorkommen zu Teil werden mag, für jeden Fall bewirkt er hier eine Trennung zwischen Quarzitschiefer und Trias.

Aus diesen Erwägungen heraus scheint es mir richtig, den Tarntaler Quarzitschiefer nicht mit der Nöblacher Trias in einen stratigraphischen Verband zu bringen. Wohl aber glaube ich die Trias von Zagl als zu ihm gehörig betrachten zu können. Auf weitere regional-tektonische Erwägungen, welche mir für diese Zuordnung zu sprechen scheinen, werde ich später eingehen, wenn ich mich mit einer der Hauptfragen dieser Studien, den Beziehungen zwischen Tribulaunen und Tarntaler Bergen befassen kann.

Zusammenfassend läßt sich sagen: Die Unterlage der Steinacher Quarzphyllit-Decke im Osten gehört nicht ein und derselben tektonischen Einheit an. Es schieben sich unter die zermalmten Reste des Stubai Kristallins mit seinem Mesozoikum neue tektonische Elemente ein, die auch triadische Kalke und Dolomite aufweisen, und die sich aller Wahrscheinlichkeit nach in zwei selbständige Einheiten scheiden lassen. Zwischen den Kalkphylliten der Tauernschieferhülle und der Quarzphyllitdecke des Steinacherjoches wären demnach deutliche Spuren dreier übereinander liegender Decken vorhanden. Die Reste der obersten

Decke bestehen aus dem hier stark reduzierten Kristallin der Öztaler Masse mitsamt dem ebenfalls auskeilenden Tribulaun-Mesozoikum. Die beiden anderen Einheiten liegen unter dem Kristallin.

Während das Tribulaunmesozoikum sowie der gesamte Gschnitzers Triasstock als über dem Kristallin der Öztaler Masse liegend der theoretischen Förderung des bisherigen Deckenschemas nicht entspricht, wäre dies für die eben erwähnten Einheiten mit der Nöblacher Trias und jener von Zagl der Fall.

Die Trias von Zagl stelle ich zum Tarntaler Quarzitschiefer. Sie bildet mit ihm die tiefste Einheit, welche unmittelbar über der unteren Schieferhülle folgt. Ihre Zugehörigkeit zur Tarntaler Deckenserie soll später erörtert werden.

Nun ergibt sich aber die Frage nach der Stellung der Nöblacher Trias, welche unter dem Kristallin und ober den Tarntaler Quarzitschiefern und der Trias von Zagl liegt. Hier scheinen mir folgende Erwägungen am Platz. Für die Richtigkeit der Anschauung, daß das Tribulaunmesozoikum eigentlich unter das Kristallin gehöre, wurde bisher immer die Telfer Weiße ins Treffen geführt, wo tatsächlich Triasdolomit unter Kristallin liegt und der Zusammenhang der Telfer Weiße mit den Tribulaunen über das Pflerschtal hinüber als erwiesen galt. Wie aus meinen Darlegungen hervorgeht, konnte ich die Nöblacher Trias bis unterhalb des Sattelberges verfolgen. Die Funde von Kristallin darüber sprechen für die gleiche Position dieser Trias in der Gegend des Brennersattels. Manche schon von Frech beschriebene Dolomitreste südlich des Brennersattels in der Gegend der Steinalpe können sehr wohl die Fortsetzung der Nöblacher Trias darstellen. Darüber können freilich nur detaillierte Untersuchungen in jenen leider jenseits der neuen Grenze gelegenen Gegenden Aufschluß geben. Doch spricht nichts dagegen, daß diese tiefere unter dem Kristallin liegende Trias sich wirklich bis zum Pflerschtal verfolgen läßt. Sie müßte dann naturgemäß als tektonisches Äquivalent der Telfer Weiße-Gschleyerwand-Trias gelten. Die mit dem Kristallin verfalteten Dolomite der Telfer Weiße wären also nicht mit den Tribulaunen, sondern mit der tieferen Nöblacher Trias zu verbinden.

Die Telfer Weiße findet aber ihre Fortsetzung im Schneeberger Gesteinszug, der nach der übereinstimmenden Ansicht

vieler Forscher in Beziehung zur Laaser Zone und damit zum Ortler tritt.

Die Angaben von Sander (24), daß in der Telfer Weiße und im Schneeberger Gesteinszug untere Schieferhülle vorhanden ist, kann diese Deutung nicht weiter beeinflussen. Sander betont ja ausdrücklich, daß diese „untere Schieferhülle“ nur nach Material und Metamorphose, nicht aber tektonisch der Schieferhülle der Täuern gleichzusetzen ist, welche nach Westen unter die Telfer Weiße hinabtaucht.

Die weiteren regional tektonischen Ausblicke, die sich auf Grund dieser Erwägungen eröffnen, werden später behandelt.

Die Steinacher Quarzphyllit-Decke.

Ich wende mich jetzt einer kurzen Besprechung der Steinacher Quarzphyllitdecke zu. Sie ruht als mächtiges Gebilde der Gschnitzer Trias auf. Das vorherrschende Gestein ist Quarzphyllit. Es ist begleitet von sehr charakteristischen Einlagerungen und zwar: Eisendolomiten, Quarzkonglomeraten mit kohligem Sandsteinschiefern und Anthrazitschiefern sowie Diabasen und Grünschiefern.

Die Anthrazitschiefer, welche mit den Sandsteinschiefern und Quarzkonglomeraten hauptsächlich an das obere Niveau der Quarzphyllite geknüpft sind, führen die bekannte Karbonflora, welche erstmals von Pichler gefunden und erschöpfend von Kerner (6) beschrieben wurde. Sie gehört der unteren Ottweiler Stufe an.

Die pflanzenführenden Lagen wurden als stratigraphische Einlagerungen des Quarzphyllites aufgefaßt und dieser ebenfalls als dem Karbon angehörig betrachtet. Doch läßt sich wie schon Spitz (26) bemerkt hat, mit Sicherheit nur sagen, daß der Quarzphyllit älter als die Ottweiler Stufe ist. Das Quarzkonglomerat enthält Quarzphyllitplitter. Da der Eisendolomit nirgends in unmittelbare Beziehung zu den pflanzenführenden Schiefern tritt, muß auch seine Zuteilung zum Karbon offen bleiben.

Die als sehr bezeichnenden Begleiter der Steinacher Quarzphyllite auftretenden Eruptivgesteine scheinen mir hauptsächlich in zwei verschiedenen Ausbildungen, welche an zwei Niveaus geknüpft sind, vorzukommen. Unmittelbar ober der Auflagerungsfläche liegen die von Pichler im Siegreitergraben entdeckten

und von Mügge als Glimmerporphyrite, später von Cornet als Glimmerdiabase beschriebenen Eruptiva (33). Sie lassen sich von Felperbach an über die Osthänge des Steinacherjoches um das Nordosteck herum auf den Südhang des Gschnitztales verfolgen. Eine zweite Zone von Eruptivgesteinen hält sich an das oberste Niveau des Quarzphyllites. Schon im Gipfelgebiet des Steinacherjoches finden sich Grünschiefer im Verwitterungsschutt, der sonst aus Quarzphyllit, Quarzkonglomerat und Sandsteinschieferbrocken besteht. Verfolgt man den Kamm nach Südwesten weiter, findet man als ersten Gipfel, der das Steinacherjoch ziemlich überhöht, den Leitner Steller aus einem grünen, noch verhältnismäßig frischem Eruptivgestein aufgebaut. Ebenso besteht die Erhebung 2261 aus diesem Gestein. Härter und widerstandsfähiger als die umgebenden Quarzphyllite und die karbonen Quarzkonglomerate, Sandsteine und Schiefer bildet es die höchsten Erhebungen des Kammes. Schon im Gebiete der Verzahnung zwischen Quarzphylliten und Glimmerkalkgesteinen am Westrande der Quarzphyllitdecke bildet das gleiche Eruptivgestein noch einmal einen Gipfel, und zwar die Rötenspitze (höchster Punkt des Schwarzjoches nach Kerners Nomenklatur). Kerner erwähnt es hier. Ohne Sorge hat es als quarzhaltigen Hornblendediabas bestimmt.

Frech hat die Quarzphyllite des Steinacherjoches von jenen, welche südlich des Obernbergertales die Höhen zwischen Portjoch und Brenner aufbauen, geschieden, indem er die ersteren als karbonisch, die letzteren als präkambrisch ansah (3). Eine dem Obernbergertal folgende Verwerfung sollte die beiden Gebiete trennen. Die karbonischen Quarzphyllite des Steinacherjoches wären durch Absinken in das Niveau der präkambrischen des Kammes Sattelberg-Portjoch gelangt. Der Unterschied zwischen den beiden Gesteinskomplexen lag nach Frech weniger in der petrographischen Beschaffenheit der Quarzphyllite, die sich kaum unterscheiden ließen, als vielmehr in den Einlagerungen, welche die Quarzphyllite nördlich des Obernberger Tales zeigen und welche südlich davon fehlen. Frech meint hier, die Quarzkonglomerate mit den pflanzenführenden Schiefnern und dem Eisendolomit.

Die Quarzphyllite zu beiden Seiten des Obernbergertales lassen sich, wie dies ja Frech auch andeutete, von einander nicht unterscheiden. Nach meinen Beobachtungen fehlen aber

dem Quarzphyllit des Sattelberg-Portjoch-Kammes auch keineswegs die für die Steinacher Quarzphyllite so bezeichnenden Einlagerungen. So finden sich im Becken der Tausend Brunnen nördlich des Kreuzjoches kohlige Sandsteinschiefer von der gleichen Beschaffenheit wie am Steinacherjoch. Quarzkonglomerate habe ich zwar an den größtenteils mit Schutt bekleideten Hängen nirgends anstehend, wohl aber zahlreich in Bröcken, besonders am Sattelberg gesehen. Lose umherliegende Grünschieferstücke beweisen, daß auch die eruptiven Begleiter hier nicht fehlen. Eine neue, sehr auffällige Erscheinung zeigt jedoch der Quarzphyllit im Süden des Obernbergertales. Der Quarzphyllitkörper ist gleichsam durchspickt von Dolomit- und Kalkfetzen in allen Größenausdehnungen. Es wäre möglich, einige dieser Vorkommen, so gewisse Dolomite mit eisenschüssiger rostbrauner Verwitterungsrinde an den Ostabhängen des Niederer-Bergs gegen das Gubenbachtal als Eisendolomit anzusprechen. Doch hat der Großteil dieser Kalkfetzen eine ganz andere Bedeutung.

Ich will zunächst nur feststellen, daß das Argument Frechs für die Trennung der beiden Quarzphyllitgebiete, nämlich das Fehlen der charakteristischen Einlagerungen im Süden wegfällt. Diese Einlagerungen sind in Wirklichkeit auch dort vorhanden.

Noch andere schwerwiegende Gründe führen dazu, die Quarzphyllite zu beiden Seiten des Obernbergertales als eine zusammenhängende Masse zu betrachten.

Die Tektonik von Gschnitzer Trias und Steinacher Quarzphyllitdecke.

Die Quarzphyllite des Steinacherjoches ruhen den Tribulaunen im Westen nicht einfach auf. Sie sind mit dem oberen Niveau der Tribulaunmasse, nämlich mit den Gesteinen der Glimmerkalkserie in ganz großartiger Weise verzahnt. Schon Frech hat die Verzahnung an der Mutte und an der Schönen Grube als interessante Verfaltungserscheinung beschrieben (3). Die regionale Bedeutung dieser Verzahnung hat Kerner erkannt. (10). Wir verdanken ihm eine sehr detaillierte Beschreibung dieses Phänomens. Es erstreckt sich nicht bloß auf die Kalkberge im Westen der Steinacher Quarzphyllite. Auch nördlich des Gschnitztales an der Wasenwand und Hammer-

spitze liegen Quarzphyllitkeile inmitten der Glimmerkalk. Kürzlich hat Kerner auch auf der Kirhdachspitze Quarzphylliteinlagerungen entdeckt. Nach meinen Beobachtungen treten dort in drei verschiedenen Niveaus Quarzphyllite innerhalb des Glimmerkalk-Gipfelaufbaues des Kirhdaches auf.

Im Norden des Gschnitztales sind auch oberhalb Trias im Zwieselgraben Quarzkonglomerate, wie sie für das Karbon des Steinacherjoches so bezeichnend sind, in die triadische Kalk-Dolomitmasse des Blasers eingepreßt, und zwar an der Basis der von Kerner beschriebenen Überschiebung von Hauptdolomit über rhätischen Glimmerkalk. Kerner hat auch an der Nordostseite des Blasers noch Quarzphyllite entdeckt (12), die sicherlich einem am weitesten östlich eingeschobenen Keil angehören.

Kerner hat angenommen, daß die Quarzphyllitkeile an ihrem Westende am Hochtorglat nur bis zum Kreuzjöchel nach Süden reichen, und daß ihr dortiges Ende dem ursprünglichen Südrand der Quarzphyllitdecke entspräche. Nach meinen Beobachtungen haben die Quarzphyllitkeile eine noch weit größere Verbreitung.

Klimmt man den steilen zackigen Felsgrat von der Schneetalscharte im Osten des Gschnitzer Tribulauns gegen die Eisenspitze hinan, gelangt man zunächst über kristallinischen oberen Tribulaundolomit in typische Glimmermarmore der Glimmerkalkserie. Sie bauen einen Felskopf auf, der nach allen Seiten mit steilen Wänden abfällt, oben aber eine abgerundete Gipfelkuppe bildet. Hier stehen Quarzphyllite an, und mit ihnen vergesellschaftet Quarzkonglomerate, kohlige Sandsteinschiefer und dunkle blätterige Schiefer von der Beschaffenheit jener des Steinacher Joches. Östlich unterhalb des Kopfes und den Felsgrat weiter hinan folgen wieder Gesteine der Glimmerkalkserie, welche den Gipfelbau der Eisenspitze bilden. Bei weiterem Verfolgen des Grates in südöstlicher Richtung gegen die Rotspitze halten die Glimmerkalkgesteine mit ihren Marmoren usw. an. Doch unterhalb (östlich) des Punktes 2841 liegen in einer Mulde eingelagert wieder kohlige Sandsteinschiefer. Aus Gesteinen der Glimmerkalkserie bestehen auch die Gipfelkämme des großen und des kleinen Obernberger Tribulauns. Steigt man aus der Mulde zwischen kleinem und großem Tribulaun südwärts zum großen hinan, begegnet man einer unglaublichen Mannigfaltigkeit in der Ausbildung der Gesteine. Es gibt alle Abarten von helleren

und dunkleren, gebänderten und ungebänderten Glimmerkalken und Marmoren. Deutlich lassen sich jedoch drei Quarzphyllitlagen unterscheiden, welche schon durch ihre gleichmäßigere Beschaffenheit und dunkle Färbung aus weiter Sicht hervortreten. Der höchste Gipfel des großen Obernberger Tribulauns besteht aus Quarzphyllit, ebenso der des kleinen. Der letztere entspricht dem tiefsten Quarzphyllitkeil am Gipfelaufbau des großen Tribulauns.

Das Auftreten der Quarzphyllitkeile auch im Gebiete der Obernberger Tribulaune beweist, daß die ursprüngliche Südgrenze des Quarzphyllites weiter südlich gelegen sein mußte. Die Keile dringen hier ebenso tief nach Westen ein, wie im nördlichen Tribulaun- und Kirchdachgebiet. Sie können nur aus der Gegend des heutigen Obernberger Tales stammen.

Die kohligten Sandsteinschiefer ober der Schneetalscharte und an der Rotspitze sind als endgültiger Beweis für die Ortsfremdheit der Quarzphyllite innerhalb der Gesteine der Glimmerkalkserie anzusehen. Die starke Veränderlichkeit und hohe Metamorphose der Glimmerkalkgesteine bewirkt manchmal eine derartige Annäherung an den Habitus der Quarzphyllite, daß immer noch die Möglichkeit nicht ganz von der Hand zu weisen war, daß es sich nur um höchmetamorphe Einschaltungen eines besonderen Typus der Glimmerkalkgesteine handelte.

In der Gegend des heutigen Obernberger Tales müssen also diese Quarzphyllite mit Karboneinschaltungen vorhanden gewesen sein, wie am Steinacher Joch. Dies zu den anderen Beobachtungen an den Quarzphylliten südlich des Obernberger Tales gestellt, erweist mit voller Klarheit, daß diese Quarzphyllite jenen des Steinacher Joches äquivalent sind und mit ihnen eine untrennbare Einheit bilden.

Die Auflagerung der südlichen Quarzphyllite auf die Trias des Obernberger Tribulauns und des Roßlauf ist nur in der Gegend des Portjoches sichtbar. Sonst ist gerade im Grenzgebiet der südliche Talast mit den Obernberger Seen eingesenkt. Tal-schutt und Berghalden verhüllen den Untergrund.

Am Portjoch liegt also erstmalig wieder Quarzphyllit auf Glimmerkalkgesteinen. Dem Kamm nach Südost folgend, stellen sich bald wieder Gesteine der Glimmerkalkserie ein. Bis zum Geierkragen wird der Kamm abwechselnd aus Quarzphyllit und Glimmerkalken aufgebaut.

Steigt man von den Obernberger Seen über die Altkasernalm gegen den Seealmkopf hinauf, trifft man zunächst aus losem Blockwerk aufragenden Fels, der aus hellen Glimmerkalken und Bändermarmoren besteht. Darüber folgt ein schmales Band Quarzphyllit, über dem wieder Glimmerkalke liegen. Dieser Wechsel vollzieht sich noch zweimal, Am Seealmkopf selbst findet sich Quarzphyllit. Ebenso besteht der Verbindungskamm zwischen Seealmkopf und Geierskragen und der Unterbau des Geierskragengipfel aus Quarzphyllit. Der Gipfel selbst ist vorherrschend aus Glimmerkalken und Marmoren aufgebaut, nur ein schmales, zerrissenes und verquetschtes Band von Quarzphyllit zieht von Westen her unter der Gipfelkuppe durch. Die Lagerung der wechselnden Gesteinsschichten ist sehr flach.

Die Ostflanke des Geierskragens ist mit Quarzphyllitschutt bedeckt. Weiter östlich besteht der Kamm überm Hohen Lorenzenberg hinaus nur mehr aus Quarzphyllit. In welcher Weise die Glimmerkalke des Geierskragens gegen Ost auskeilen, ist nicht zu sehen. Unterhalb des Kammes sind nun allenthalben mächtigere und gering mächtige Fetzen von Kalken verschiedenster Beschaffenheit innerhalb des Quarzphyllites eingestreut. Zwei Wandfluchten aus hellen Bändermarmoren und Glimmerkalken ziehen unterhalb der Allerleigrubenspitze gegen Nordwest über und unterlagert von Quarzphyllit. Am Westhang des obersten Fradertales südlich der Wandalm erscheint ebenfalls vom Quarzphyllit rings umgeben eine Wandpartie aus stark durchkneteten und gefältelten Kalken verschiedenartigster Ausbildung. Nördlich des Fraderjoches liegt unterm Kamm eine Kalkscholle von geringerer Ausdehnung. Sie besteht aus gebankten grauen Kalken mit N—S-Streichen und mäßig steilem W-Fallen.

Dies sind nur einige Beispiele bedeutenderer Kalkschollen inmitten des Quarzphyllites.

Die Glimmerkalke vom Portjoch bis Geierskragen, sowie die Kalkschollen im Osten lassen nur eine einheitliche Deutung zu.

Vom Portjoch an verzahnen sich die Glimmerkalke des Roßlaufes mit den Quarzphylliten, freilich von Anfang an so, daß bedeutend mächtigere Quarzphyllitpakete dünnere Glimmerkalkgesteinsplatten auseinander gehoben und sich zwischen sie eingeschoben haben. Nach Osten hin bezeichnet jedoch der Seitenkamm Seealmkopf—Geierskragen die Grenzlinie, bis zu welcher

die triadischen Schichten immerhin noch eine solche ursprüngliche Mächtigkeit besaßen, daß sie nicht gänzlich unter der Wucht der zwischen und über sie sich schiebenden Quarzphyllite ausgewalzt und in Fragmente zerrissen werden konnten. Es zeigt sich, daß in der Nordfortsetzung dieser Linie Geierskragen—Seealmkopf auch der Westrand des Hauptkörpers des auf die Tribulauntrias aufgeschobenen Steinacher Quarzphyllites liegt. Es ist dies eine ziemlich geradlinig Süd—Nord verlaufende Linie von Geierkragen über die Schöne Grube. Sie bezeichnet sozusagen einen Knick im Mächtigkeitsgefälle der Tribulauntriasmasse gegen Osten. Östlich dieser Linie herrscht nördlich und südlich des Obernberger Tales die Quarzphyllitdecke, westlich davon tritt eine weiteingreifende Verzahnung von Quarzphyllit bzw. Karbon und Trias ein. Während aber vom Obernberger Tribulaun nach Norden schmale Quarzphyllitkeile, weit nach Westen in den Kalkkörper eindringen, kehrt sich das Verhältnis im Gebiet Portjoch—Geierkragen um, indem hier die Quarzphyllite die Oberhand haben und zwischen ihnen die Glimmerkalke als plattgedrückte, doch immer noch ansehnliche Reste eingeschaltet sind. Östlich der genannten Linie finden sich im Gebiete des Steinacher Joches wahrscheinlich keine Triasreste innerhalb des Quarzphyllites (wenn nicht das eine oder andere bisher als Eisendolomit angesehene Vorkommen dazu zu zählen ist). Anders ist dies südlich des Obernberger Tales. Die dort im Quarzphyllit scheinbar so unmotiviert verstreuten Fetzen verschiedener Kalke sind wohl am besten als die auseinander gerissenen Teile der ehemals zusammenhängenden Trias der Tribulaune zu deuten. Die Quarzphyllitdecke hat die jenseits eines bestimmten Mächtigkeitsmaßes für einen ernstlichen Widerstand zu schwächige Kalkplatte ganz und gar zersplittert und zerrissen, so daß nur einzelne, im Quarzphyllitkörper umherschwimmende Trümmer übrig blieben. Die Beschaffenheit der Kalkfetzen, die zum größeren Teil aus Gesteinen der Glimmerkalkserie, zum anderen Teil aus arg zerquälten Kalken und Dolomiten bestehen, weisen mit Notwendigkeit auf deren Zugehörigkeit zur Tribulauntrias.

So spricht alles dafür, daß die Steinacher Quarzphyllitdecke ein einheitliches Gebilde ist, das vom Gschnitztal im Norden bis zum Pflerschtal und obersten Eisacktal im Süden, dem Mesozoikum der Tribulaune, als Schubdecke aufruft.

Ein großes einheitliches Phänomen beherrscht die Tektonik von Übersobenem und Schubdecke. Es ist die gegenseitige Durchdringung der beiden Elemente am West- und Nordrand der Überschiebungsmasse. Lediglich das gegenseitige Mächtigkeitsverhältnis ist maßgebend für die sehr verschiedenen Erscheinungsformen dieser Durchdringung. Überschiebung und Durchdringung scheinen mir zeitlich zusammen zu fallen und somit auch in ursächlichem Zusammenhang zu stehen. Die Bewegungsrichtung ist offensichtlich Nordwest.

Es mag nun versucht werden, das Gesamtbild der Gschnitzer Trias mit der ihr auflagernden Steinacher Quarzphyllitdecke kurz zu charakterisieren.

In einer Nord—Süd gestreckten flachen, gegen Osten schief gestellten Mulde des Stubaiier Kristallins liegt transgressiv eine sedimentäre Folge, welche mit permotriadischen Konglomeraten und Quarziten an der Basis, in ihrer Hauptmasse als Kalken und Dolomiten besteht, die die gesamte Trias umfassen und nachgewiesen bis in den Lias reichen.

Die kristalline Unterlage ist mit ihrer Trias, der Muldenform entsprechend, gegen Osten aufgebogen.

Während nördlich des äußeren Gschnitztales der kristalline Sockel sowohl wie die Sedimentbedeckung auch an ihrem Ost- rande, welcher mit dem Zuge des Silltales zusammenfällt, noch mächtig entwickelt ist, sind beide Gesteinskörper von Steinach nach Süden unter der Last der Überschiebungsmasse der Steinacher Quarzphyllitdecke sehr reduziert und lösen sich in der Gegend des Brennersattels in verquetschte, ausgewalzte Reste auf, um erst wieder südlich des Passes als zusammenhängende Zone sichtbar zu werden.

Die Steinacher Quarzphyllite legen sich als mächtige Decke zwischen Gschnitz und Pferschtal über die hier wahrscheinlich schon in der primären tektonischen Anlage gegen Ost auskeilende Serie vom Stubaiier Kristallin plus Sedimentbedeckung.

Zwischen beiden Serien kommt eine innige gegenseitige Durchdringung zustande, welche jedoch nicht den Charakter einer Verfaltung besitzt. Es ist vielmehr ein flaches Ineinanderschieben, vergleichbar Papierpaketen, die man gegeneinander bewegt, wobei sich Komplikationen infolge des Unterschiedes in der Biegsamkeit und im gegenseitigen Mächtigkeitsverhältnis ergeben.

Im Großen aber herrscht im ganzen Gschnitzer Triasstock ruhige Lagerung. Daran ändern selbstverständlich auch die lokalen Störungen an der Auflagerungsfläche nichts. Ebensovienig vermag die von Kerner eingehend behandelte Dolomitüberschiebung am Blaser (12) diesen Gesamteindruck zu beeinträchtigen. Zu dieser möchte ich mir — in Parantese — noch einige Bemerkungen erlauben.

Meiner Ansicht nach kann Kerners Deutung der Überschiebung nicht recht befriedigen.

Am Blaser, Kalbenjoch und östlich der Lämpermahdspitze ruht über den Gesteinen der rhätischen Glimmeralkserie Hauptdolomit, während in unmittelbarer Nachbarschaft auf der Kesselspitze und am Kesselspitz-Serleskamm über den gleichen Schichten fossilführende Kössener Schichten folgen. Die Überschiebungsfläche ist allenthalben durch Zertrümmerungszonen, Reibungsbreccien usw. gekennzeichnet. Kerner nimmt an, daß dieser überschobene Hauptdolomit aus der Gegend des heutigen äußeren Gschnitztales, an der Grenzfläche zwischen den Glimmerkalcken und den weicheren Kössener Schichten eingedrungen sei, nachdem durch eine südlich bis zum Gschnitztal reichende Senkung des Triaskörpers die Glimmerkalke in das Niveau des Hauptdolomites gelangt waren. Dies würde aber einen viel ausgedehnteren Herkunftsraum voraussetzen, als er in der Breite des äußeren Gschnitztales zur Verfügung steht. Ein Herbeziehen aus dem Gebiet südlich des Gschnitztales, also aus der unter der Steinacher Decke begrabenen Trias, schließt sich aber vollständig aus. Wie schon aus meinen früheren Darlegungen hervorgeht, ist die Lagerung des Mesozoikums auf der Kesselspitze und im Süden des äußeren Gschnitztales eine solche, daß sich ein einheitliches Schichtpaket ergibt, dessen Schichten sich gegen Süden neigen, und das wohl als Ganzes reduziert erscheint, dessen sonstiger Zusammenhang aber durch keine weiteren tektonischen Unregelmäßigkeiten gestört ist. So reicht meiner Ansicht nach eine lokale Erklärung für die Blaserüberschiebung nicht aus. Ich möchte eher annehmen, daß es sich bei dem überschobenen Hauptdolomit um den Rest einer höheren Teildecke handelt, die ehemals in größerer Ausdehnung über der Gschnitzer Trias verbreitet war, und die sich über deren abgesunkenen Teil am Ost- rand in einzelnen Fetzen noch erhalten konnte. Die lithologische Ähnlichkeit des Dolomites mit dem unteren Dolomit der

Gschnitzer Trias ist kein Beweis für die Identität. Denn kein triadisches Schichtglied eignet sich weniger für lithologische oder fazielle Unterscheidungen als der Hauptdolomit. Jedenfalls aber verhält sich auch diese Hauptdolomitscholle als starre, ungefaltete Masse und fügt sich so in das Gesamtbild des Gschnitzer Triasstockes ein.

Kein ausgreifender Faltenwurf, keine verkehrten Schichtfolgen, keine wie immer geartete Komplikation des Gesamtbauens stört den Eindruck der Einfachheit, der großzügigen Ruhe dieses Gebirges. Und doch verbirgt sich hinter dieser äußeren Gelassenheit eine ungemein vielfältige Bewegtheit im Inneren des Gesteinskörpers. Die horizontale Verzahnung der Trias mit den alten Quarzphylliten wurde bereits als hervorstechendes Merkmal erwähnt. Das Steife, Starre der Gebirgsmasse wird durch die Art dieser Verzahnung nur noch deutlicher. Um so eigentümlicher ist nun die innere Beschaffenheit gewisser Schichtglieder, und zwar gerade jener, welchen am Aufbau des Gschnitzer Triasstockes ein hervorragender Anteil zukommt. Während die tieferen Schichtglieder, wie der liegende Dolomit und die Carditaschiefer im allgemeinen eine noch ziemlich normale Beschaffenheit zeigen, wenn sie auch bisweilen schon recht kristallinisch sind, besonders im Westen, ist der obere Dolomit schon fast durchwegs marmorisiert. Ganz andere Verhältnisse herrschen dagegen in den so mannigfach ausgebildeten Gesteinen der Glimmerkalkserie. Es zeigen sich hier, wie schon erwähnt wurde, die unterschiedlichsten Gesteinstypen. Allen gemeinsam ist aber eine sehr weitgehende Marmorisierung und Anzeichen einer enormen Durchbewegung. Die Gesteine sind durcheinander geknetet, zeigen plastische Kleinfältelung, ein förmliches Durcheinanderfließen von oft staunenswerter Komplikation. Es ist wie ein plastischer Teig, der in sich ungemein intensiv bearbeitet wurde. Es bleibt nun zu erklären, auf welche Ursachen es zurückzuführen ist, daß diese enorme Durchknetung auf den Komplex der Glimmerkalkserie beschränkt ist. Der Tribulaundolomit im Liegenden der Glimmerkalken ist wohl stellenweise, so insbesondere im engeren Tribulaungebiete, kristallinisch, doch läßt sich dies nicht mit den Veränderungen vergleichen, denen die Glimmerkalken unterworfen waren. Die fossilführenden Küssener Schichten und die Liaskalke im Hangenden der Glimmerkalken sind gleichfalls frei

von einer derartig intensiven Metamorphose. Es ist nun sehr wahrscheinlich, daß schon in der ursprünglichen Ausbildung der Glimmerkalkgesteine die Anlage zu ihrer heutigen Beschaffenheit gegeben war. Darauf deutet die lithologische Vielfältigkeit hin, die ja für die Ablagerungen des Rhät auch sonst bezeichnend ist. Doch kann dies nicht alles erklären. Da ist es nun ein sehr nahe liegender Gedanke, daß die Metamorphose der Glimmerkalke mit dem Eindringen der Quarzphyllitkeile in ursächlichem Zusammenhang steht. Es ist entschieden auffällig, daß die Quarzphyllitkeile nur an den Komplex der Glimmerkalkgesteine gebunden sind. Dieser Umstand hat es ja verschuldet, daß man die Quarzphyllitkeile erst spät als fremde Einschaltungen erkannte. Bei der hohen Veränderlichkeit der Glimmerkalkgesteine war es ja naheliegend, die Quarzphyllite innerhalb der Glimmerkalke als zu diesem Gesteinskomplex dazu gehörig anzusehen. So scheint mir die nachfolgende Erklärung vorläufig am ehesten befriedigen zu können:

Der oftmalige Wechsel der Absatzbedingungen hatte eine lithologische Veränderlichkeit der Gesteine der Glimmerkalkserie in vertikaler Richtung zur Folge. Die solchermaßen primär entstandene Beschaffenheit dieser rhätischen Gesteinsschichtfolge ermöglichte ein leichteres Eindringen der vorgetriebenen Quarzphyllitkeile, welche im liegenden kompakten Tribulaundolomit eine viel weniger nachgiebige Masse vorfanden. Das wuchtige Eindringen der Quarzphyllite brachte den ohnehin durch seine Inhomogenität und seine ganze lithologische Beschaffenheit in sich beweglicheren Gesteinskörper in einen plastischen Zustand, der ein förmliches Fließen und Verkneten im Verlauf des andauernden Druckes bewirkte. Die höher liegenden Kössener Schichten sowie der Liaskalk blieben von dem Eindringen der Quarzphyllite und damit von der Metamorphose verschont.

IV.

Das Mesozoikum der Tarntaler Berge.

Wenn ich nun auf die Besprechung der Verhältnisse östlich der Brennerfurche eingehe, so tue ich dies hier nur insoweit, als es mir nötig erscheint, um die möglichen Beziehungen zwischen dem Gebirgsbau östlich und westlich der Sill von Steinach nordwärts zu beleuchten.

Um die geologische Erforschung dieser Gebiete haben sich F. E. S u e ß (28), H a r t m a n n (4) und in letzter Zeit S a n d e r (26, 21, 23) besonders verdient gemacht. Das Mesozoikum der Tarntaler Berge bildete hierbei den Hauptgegenstand sehr eingehender Studien. Ich konnte mich in der kurzen, mir bisher zur Verfügung gestandenen Zeit naturgemäß nicht mit Detailfragen befassen, sondern versuchte nur auf Grund eigener Anschauung eine Vorstellung von Bau und Fazies der Tarntaler Berge zu erhalten, um so Vergleiche mit dem Stubaier Mesozoikum anstellen zu können. Nur dort, wo sich die gegenseitigen Beziehungen zwischen Tribulaunen und Tarntaler Bergen unmittelbar verfolgen lassen, habe ich mich schon jetzt auf genauere Beobachtungen eingelassen.

Der Bau der Tarntaler Berge scheint äußerst kompliziert. Die Stratigraphie ist bis heute nicht geklärt. Jeder Forscher, der sich mit diesem Gebiete bisher befaßte, hat abweichende Ansichten geäußert. Zuletzt hat noch Spitz über das Tarntaler, wie über das Tribulaunmesozoikum geschrieben. Ich bin der Meinung, daß noch manche Irrtümer in der Tarntaler Stratigraphie zu hereinigen sind, die eine unnötige Komplikation in der Vorstellung des Baues verschuldeten. Wie dem auch sei: Das Mesozoikum der Tarntaler Berge zeigt einen ganz bestimmten faziiellen Gesamthabitus, an welchem sich jedes der isolierten Vorkommen sofort unzweifelhaft als zu ihm gehörig erkennen läßt. Ebenso gibt es eine ganz besondere Tarntaler Tektonik. Ich möchte von einer großtektonischen Fazies sprechen, die sich in einem gemeinsamen Baustil ausdrückt, der das Ergebnis eines gemeinsamen tektonischen Schicksales ist. Diese „großtektonische“ Fazies eignet sich neben der Fazies im üblichen Sinne und der „klein“tektonischen Fazies, die sich auf das Gesteinsgefüge bezieht, in hervorragendem Maße zur Beurteilung der Zusammengehörigkeit von tektonischen Serien.

Vergleich des Tarntaler mit dem Stubaier Mesozoikum.

Da es mir, wie gesagt, vor allem um eine Gegenüberstellung vom Tarntaler Mesozoikum und Tribulaunen zu tun ist, will ich im folgenden alle charakteristischen Merkmale hervorheben, welche die Tarntaler Berge gegenüber den Tribulaunen auszeichnen.

Im Tarntaler Mesozoikum sind durch Fossilfunde bloß Kössener Schichten und Jura belegt. Eine genauere Horizontierung der Juraversteinerungen ist nicht möglich. Hartmann hat mit Rücksicht auf die Funde von Jurafossilien in den Kieselkalken vermeint, eine ganze Reihe sehr verschiedenartig ausgebildeter Gesteinstypen, die mit den Kieselkalken in sehr enge Beziehungen treten, ebenfalls zum Jura stellen zu müssen. Ich bin der Ansicht, daß manche dieser Gesteine sicher nicht jurassisch sind, und daß die von Hartmann behauptete Untrennbarkeit von fossilführenden Juragesteinen auf tektonische Ursachen zurückzuführen ist.

Hartmann läßt die mesozoische Sedimentserie erst mit den Raibler Schichten beginnen, welche auf dem Kalkphyllit der Schieferhülle und Quarzphyllit transgredierend aufliegen sollen. Zu den Raibler Schichten rechnet er: Quarzite, serizitische Kalke und Bänderkalke, Quarz und Serizit führende Dolomite und Rauhdecken. Mit den Rauhdecken und den hangenden Kössener Schichten verknüpft ist ein sehr mächtiger Dolomit. Die Kössener Schichten sind als Kalke, Mergel, Dolomite und Tonschiefer ausgebildet. Als jurassisch bezeichnet Hartmann außer den erwähnten Belemniten führenden Kieselkalken die bekannten Tarntaler Breccie, Kieseltonschiefer, bunte Tonschiefer, Quarzserizitschiefer und sandige Dolomite. Längst bekannt und beschrieben sind die Serpentinegesteine des Tarntaler Gebietes.

Für die Gegenüberstellung zum Gschnitzer Mesozoikum blieben nach Hartmanns Stratigraphie nur sehr wenig unmittelbare Vergleichsmöglichkeiten. Dort haben wir eine Schichtfolge, welche mit den permotriadischen Konglomeraten und Quarziten beginnt, die Trias in ihren Hauptstufen umfaßt, vom Jura aber nur mehr einen spärlichen Rest von Lias zeigt. Im Tarntaler Gebiet hingegen begänne die Schichtfolge erst mit den Raibler Schichten und hätte dafür den Jura ganz besonders reich und vielfältig ausgebildet, wobei anzunehmen wäre, daß Lias, Dogger und Malm vertreten ist.

Ganz unbeeinflußt von jedem Literaturstudium gewann ich bei erstmaligem Betreten des Tarntaler Gebietes den Eindruck, daß trotz aller Kompliziertheit im einzelnen sich sowohl Stratigraphie als Tektonik im großen auf einfache Weise auflösen lassen.

Zunächst glaube ich, daß die tiefere Trias nicht fehlt. Die basalen Schichten sind nach meiner Meinung in zweifacher Ausbildung vorhanden. Einmal als feinkörnige, grünliche Quarzitschiefer, das sind die Tarntaler Quarzitschiefer, die auch von allen älteren Autoren wie Rothpletz und F. E. Sueß als permotriadisch angesprochen wurden, und dann als grüne und rotviolette serizitische Schiefer. Ich glaube, es ist nicht allzu kühn, wenn ich diese letzteren Gesteine für metamorphe Werfener Schiefer halte. Dort, wo Tarntaler Quarzitschiefer und bunte Schiefer zusammen vorkommen, liegen diese über jenen. Hartmann hat diese Gesteine zum Jura gestellt, weil er sie nur im Reckner- und Hippoldzug studierte, wo die Anschoppung der Serien das größte Ausmaß erreicht und hierbei die verschiedenen Gesteinsschichten öfter in einen derartig innigen Verband zueinander gelangen, daß stratigraphische Zusammenhänge vorgetäuscht werden. Dort aber, wo über den Brennerphylliten der Schieferhülle bloß einfache Fetzen der Deckenserie liegen oder als Stirnteile in die Quarzphyllite hineintauchen, wird es ganz deutlich, daß Tarntaler Quarzitschiefer und bunte Schiefer die normale Basis der über ihnen folgenden Kalke, Dolomite, Rauhacken und Breccien bilden. Dies zeigt sich bei Steinach, bei Tienzens, an den Gallenschrofen bei Navis, bei Pfons und von dort an in der ganzen Front tauchender Tarntaler Stirnen über Mieslkopf—Garfmartergrat bis zum Schober Molszug. Auch die von Hartmann zu den Raibler Schichten gestellten Quarzite gehören wohl zur Basis der Tarntaler Trias. Alles, was zwischen Quarzitschiefern und den Kössener Schichten in stratigraphischen Zusammenhang zu bringen ist, läßt sich als anisisch bis norisch ansprechen. Wie dann im Einzelnen eine Gliederung in verschiedene Stufen durchzuführen ist, kann bei dem völligen Fossilmangel und dem Fehlen von deutlichen Leithorizonten, wie sie in den Tribulaunen vorhanden sind, kaum sicher entschieden werden. Es ist dies ja auch gar nicht von ausschlaggebender Bedeutung. Jedenfalls gehören in diesen triadischen Komplex einige für das Tarntaler Gebiet bezeichnende Glieder. Geschichtete graue Dolomite und Kalke von wechselndem Habitus sind am wenigsten charakteristisch. Sie sind im allgemeinen der unteren Trias (etwa Muschelkalk) zuzusprechen. Gewisse schwarze Kalkschiefer, Tonschiefer und Sandsteine gehören sehr wahrscheinlich den Raiblerschichten an. Zu diesen

stellt Hartmann auch die sehr verbreiteten Rauhwacken, welche er zum Teil für rein sedimentär, zum Teil auch für mylonitisch hält. Es handelt sich um braune und gelbbraune löchrige Gesteine, die in einem kalkigen, mit Dolomit und Quarzsand vermischten Bindemittel unregelmäßig begrenzte Bruchstücke von Kalkphyllit, Quarzphyllit und Quarzit enthalten. Diese Rauhwacken sind, soweit ich sie studiert habe, durchwegs als Mylonite aufzufassen. Sie stellen sich auch hauptsächlich überall dort ein, wo die Tarntaler Serien tektonisch reduziert erscheinen. Sie vertreten dann im Verein mit den Quarzitschiefern und bunten Schiefen sehr oft das ganze Tarntaler System. Der überall unter den Kössenschichten als mächtige, schön gebankte Masse liegende Dolomit hat vielfach Einlagerungen einer endogenen Breccie. Er ist wohl Hauptdolomit gleichzustellen. Jura ist sicher sehr ausgiebig vertreten, wenn auch vieles, was bisher als Jura angesprochen wurde, nicht hingehört. Bellemniten und spärliche Ammonitenreste (*Arnioceras* *cf.* *Arnouldi Dumortier*) wurden nur in den Kieselkalcken gefunden. Sie deuten für diese Gesteine auf Lias. Rote Hornsteine, häufig mit Manganerzeinschlüssen, sind richtigen ostalpinen Radiolariten sehr ähnlich. Sie und bunte kieselige Schiefer sind dem oberen Jura zuzuteilen. Daß gerade diese Gesteine den roten und grünlichen Schiefen von der triadischen Basis manchmal ähnlich werden, ist nicht verwunderlich. Dort sind zum Teil quarzitisches Gesteine, hier kieselige der gleichen Metamorphose unterworfen gewesen.

Die berühmte Tarntaler Breccie kommt in zwei Ausbildungsformen vor, von denen die eine nur kalkige und dolomitische Komponenten, die andere auch Quarzite, Quarzserzitschiefer und Phyllite enthält. Hartmann hält die erstere für eine normale konglomeratische Bildung an einer Jurasteilküste, die er sogar noch zum Teil erhalten sehen will, die zweite für eine aus diesem Konglomerat und neuen tektonisch hinzugekommenen Elementen bestehende Breccie. Das jurassische Bildungsalter ergibt sich für Hartmann daraus, daß fossilführende Kössener Kalke in ihnen stecken. Während Hartmann wenigstens für die zweite Ausbildungsart der Breccie tektonische Vorgänge heranzieht, ist Spitz der Ansicht (26), daß es sich auch in diesem Fall nur um ein normales stratigraphisches Gebilde handelt, welches als Übergangsbildung von Rhät zu Jura an-

zusehen ist, und das erst durch nachträgliche Zerbrechung das Bild einer tektonischen Breccie angenommen hätte. Wie man sieht, kommt eben niemand darum herum, daß man es eben doch mit einem Mylonit zu tun hat. Hält man sich die ganze tektonische Erscheinungsform der Tarntaler Berge vor Augen, so wird man sich sagen müssen, daß die Tarntaler Breccie am besten als tektonische Breccie erklärt ist. Natürlich gibt es im Tarntaler Gebiet auch triadische Sedimentärbreccien. Wahrscheinlich enthält auch die Tarntaler Breccie Komponenten dieser Sedimentärbreccie. Diese hat aber nichts mit der mylonitischen Mischungsbreccie zu tun, die nur aus der tektonischen Vermengung verschiedener Serien zustande gekommen sein kann. Die Tarntaler Breccie mit ihrem reichen Inhalt an allen möglichen Komponenten aus den verschiedensten Gesteinen der Tarntaler Serie ist als ein Ergebnis der sehr intensiven Bewegungsvorgänge innerhalb der Tarntaler Einleit anzusehen. Sie besitzt große Übereinstimmung mit der Schwarzeckbreccie der Radstädter Tauern, welche ja auch eine Mischungsbreccie aus zwei verschiedenen Serien, nämlich der unteren und oberen Radstädter Decke darstellt.

Die Tarntalerebreccie ist somit nicht stratigraphisch einzu-reihen, sie entspricht einem tektonischen Reibungshorizont, zu welchem die verschiedensten Gesteinselemente aus den verschiedensten stratigraphischen Niveaus ihren Beitrag geleistet haben. Auf diese Weise wird die so verbreitete Tarntaler Breccie sozusagen zum Exponenten der Tarntaler Tektonik, sie ist als charakteristisches Merkmal für die Art und Intensität der Bewegungsvorgänge zu werten, welche den Tarntaler Serien ihr Gepräge gaben. So wird die Tarntalerebreccie zwar nicht als stratigraphisches Glied zum Vergleich mit den Tribulaunen herangezogen werden können, wohl aber als sehr deutliches Ausdrucksmittel der besonderen, von jenen der Tribulaune so verschiedenen, tektonischen Schicksale des Gebirges zu werten sein.

Da ich, wie aus meinen früheren Bemerkungen hervorgeht, annehmen zu können glaube, daß die untere Trias auch in den Tarntaler Bergen vertreten ist, ergeben sich somit für die einzelnen Schichtglieder zwischen Tarntaler und Gschnitzer Mesozoikum folgende charakteristische Unterschiede:

1. Ganz verschiedene Ausbildung der Basisschichten. In den Tribulaunen metamorphe Quarzkonglomerate und grobe Quarzite, in den Tarntaler Bergen der feinkörnige serizitische Tarntaler Quarzitschiefer und die bunten Schiefer.

2. Anzeichen für das Vorhandensein einer Wettersteindolomitfazies, wie sie in den Tribulaunen zu finden sind, fehlen dem Tarntaler Gebiet.

3. Die wahrscheinlich zu den Raiblerschichten gehörenden, vielfältig ausgebildeten und ziemlich mächtig werdenden dunklen Sandstein-, Kalk- und Tonschiefer der Tarntaler Serie sind etwas ganz anderes als das dünne Band Carditaschichten, welche den massigen Bau des Gschnitzer Trias-Dolomites in zwei Stockwerke teilt.

4. Der einförmige helle, oft weiße Tribulaundolomit fehlt wieder vollständig dem Tarntaler Gebiet, dessen grauer, dichter, zum Teil brecciöser Dolomit einen ganz anderen Charakter zeigt.

5. Die in den Tribulaunen eine so hervorragende Rolle spielenden mannigfach zusammengesetzten Glimmerkalksteine des Rhät gibt es in den Tarntaler Bergen in dieser Ausbildung nicht.

6. Ebenso mangelt den Tarntaler Bergen ein Lias in der Ausbildung der roten Adnetter Ammonitenkalks. Der Lias des Tarntaler Mesozoikums, dessen sichere Horizontierung innerhalb des Komplexes der Juragesteine kaum möglich ist, zeigt sich in der Ausbildung von Belemniten führenden Kieselkalken. Für den oberen Jura fehlen die Vergleichsmöglichkeiten, obwohl ich es, wie schon einmal erwähnt, nicht für ausgeschlossen halte, daß in den bisher durchwegs für rhätisch gehaltenen Gesteinen der Glimmerkalkserie von Gschnitz auch höhere Horizonte, die eventuell Oberjura vertreten könnten, verborgen sein mögen.

Ich glaube damit die faziellen Unterschiede zwischen Tarntaler und Gschnitzer Mesozoikum genügend festgelegt zu haben.

Es ist so auch der fazielle Gegensatz zwischen Tarntaler und Stubai Mesozoikum überhaupt ausgesprochen.

Inwieweit der Trias der Kalkkögel-Sailegruppe eine vermittelnde Stellung zwischen Gschnitzer und Tarntaler Trias zugewilligt werden kann, darauf soll zum Schluß noch hingewiesen werden.

Bemerkungen zur Tektonik der Tarntaler Berge.

Wenn Hartmann vom Schuppenbau der Tarntaler Berge spricht, so hat er in gewissem Sinne sicher das Richtige getroffen. Es sind tatsächlich Schuppen, freilich nicht antochthone. Und es berührt höchst sonderbar, wenn Hartmann hier sogar noch fossile Jurasteilküsten sehen will. Die Tarntaler Serie soll nach älteren Anschauungen auf Kalkphyllit und Quarzphyllit transgredieren. Rauhwacken, welche in der Nähe des Kontaktes mit Kalkphylliten, Brocken von ihm enthalten, sollen für die Transgression sprechen. Wie schon erwähnt, handelt es sich bei den Rauhwacken des Tarntaler Gebietes um Mylonite. Die in den Rauhwacken liegenden Brocken von Kalkphyllit sind eckig, und vor allem haben sie noch Gesellschaft, und zwar in Gestalt von Quarzphyllitbrocken, Quarzitsplittern, u. a. m. Wir haben es mit deutlichen Hinweisen auf tektonischen Kontakt zu tun. Die Rauhwacken der Tarntaler Berge entsprechen den mylonitischen Rauhwacken der Radstädter Tauern. Kalkphyllit (Brennerschiefer) und Quarzphyllit sollen nach Hartmann und Sander unmerklich ineinander übergehen. In der Knappenkuchel beschreibt Hartmann Wechsellagerung zwischen Quarzphyllit und Kalkphyllit. Schon Spitz hat die Ansicht vertreten, daß sich diese Wechsellagerung auch tektonisch erklären läßt. Daß auch sonst eine scharfe Grenze zwischen Kalkphyllit und Quarzphyllit nur schwer nachweisbar ist, kann auch auf tektonische Verwischung der Grenze, also auf sekundäre Ursachen zurückgeführt werden. In einiger Entfernung lassen sich Quarzphyllit und Kalkphyllit sehr wohl, schon im Handstück voneinander unterscheiden. Der Kalkphyllit fällt nach Norden unter dem Quarzphyllit ein.

Alle Forscher, welche sich bisher mit dem Tarntaler Gebiet befaßt haben, sind sich darin einig, daß die Tarntaler Serien in zwei Einheiten zu trennen seien, nämlich in eine tiefere, welcher Hippold-Torjoch angehören und eine höhere, zu welcher die Tarntaler Köpfe mit dem Reckner gehören. Nur die tiefere Hippoldserie tritt sichtbar in Berührung mit dem Quarzphyllit, die höhere Recknerserie bloß mit Kalkphyllit. Die Hippoldserie soll nach Spitz gegenüber der Recknerserie durch eine vollständigere Entwicklung der basalen Trias gekennzeichnet sein, die Recknerserie durch größere Anklänge an die ostalpine (nach

jetziger Nomenklatur oberostalpine) Fazies. Das für die Recknerserie von Hartmann aufgestellte Schuppenschema wird auch von Spitz angezweifelt.

Ich halte dafür, daß auch die Trennung in zwei selbständige Serien, die faziell und tektonisch einander gegenüber zu stellen seien, keine innere Berechtigung hat.

Spitz stellte sich vor, daß die Hippoldserie mit Quarzit und Rauhwacken transgressiv auf dem Quarzphyllit liege, daß gegen Süden die basalen Schichten nacheinander verschwinden, im gleichen Maße auch der Quarzphyllit auskeile und schließlich im Recknergebiet höhere Teile der Trias auf dem Kalkphyllit zu liegen kämen. Die Reduktion von Quarzphyllit und Trias sei tektonisch. Diese Vorstellung scheint mir nur insofern richtig zu sein, als in der Tat die Tarntaler Serien einerseits mit Quarzphyllit, andererseits mit Kalkphyllit in unmittelbare Beziehung treten. Im Gebiete der Kalkphyllite kann wirklich von einer Auflagerung gesprochen werden, freilich nicht von einer transgressiven. Es ist eine tektonische Anschöpfung der Tarntaler Serie über den in die Tiefe schießenden Kalkphyllit der oberen Schieferhülle. Die Hippoldserie dagegen mit ihrer Fortsetzung nach Westen über den Schober-Mölszug nach Matrei, liegt weder transgressiv auf dem Quarzphyllit, noch auch ist sie eine selbständige, tektonische Einheit, die über dem Quarzphyllit folgt, sondern sie ist mit dem Quarzphyllit verfalltet, sie liegt im Quarzphyllit, hat sich in ihm hineingebohrt. Das Profil, das Sander seinerzeit von der Kahlwand zum Hippold gelegt hat, scheint mir im Prinzip das Richtige zu treffen. Als verfallteter Muldenteil mit Quarzitschiefern und Dolomit, welche Tarntaler Breccie im verquetschten Kern umhüllen, wird hier die typische Tarntaler Serie vom Quarzphyllit der Torspitze und des Krovenzspitz umklammert. Ein ganz analoges Bild wiederholt sich in all den isolierten Vorkommen mesozoischer Schichtenpakete, welche durch ihren Gesteinsinhalt ihre Zugehörigkeit zur Tarntaler Serie verraten, und welche sich nach Westen über die Mölserscharte, den Schoberzug, das Mölserjoch, Hirschstein, Mieslkopf bis Pfons und Matrei erstrecken. Alle diese mesozoischen Vorkommnisse treten in engster Berührung mit dem Quarzphyllit auf. Nirgends ist das gegenseitige Verhältnis ein derartiges, daß man von einer Auflagerung oder sogar Transgression sprechen könnte. Zum Teil sind es mächtigere Serien

mit Quarzitschiefern, bunten Schiefern, Rauhwacken, Dolomiten, Tarntaler Breccie u. a., die in die Quarzphyllite eingefaltet sind, zum Teil stellen nur noch Fetzen von Rauhwacken die Verbindung zwischen den vorgetriebenen Faltenstirnen in einer ziemlich gradlinig verlaufenden Stirnenfront her. So liegt auf der Hennensteigen Rauhwacke inmitten des Quarzphyllites. Südlich der Mölserscharte, oberhalb des Weges zum Klammjoch ragt eine abenteuerliche Felsklippe von Rauhwacken aus dem Quarzphyllit heraus. Auf der Nölserscharte liegt ein grauer Dolomit, ähnlich dem Dolomit der Tarntalerköpfe mit Quarzphyllit verfaltet. Spitz, der zugeben muß, daß der primäre Verband von Hippoldserie und Quarzphyllit durch mehrfache Störungen kompliziert ist, spricht hier von einer gegen Süden gerichteten Überschiebung des Quarzphyllites auf Mesozoikum! Er glaubt noch mehrfach derartige Süd-Überschiebungen im Schöber-Möls-Zug und am Mieskopf annehmen zu müssen, um das regelmäßig abnormale Verhältnis des Mesozoikums zum Quarzphyllit zu erklären. Wenn das Abnormale zur Regel wird und das Normale sich nirgends nachweisen läßt, ist es wohl befriedigender, eine zwanglosere Erklärung für das betreffende Phänomen zu finden, umsomehr, als die Erklärung der Komplikation in diesem Falle die Annahme von Bewegungsrichtungen herbeiführte, die dem sich sonst darbietenden großartig einheitlichen Bewegungsbild gerade entgegengesetzt sind. Meiner Meinung nach gibt es in den mesozoischen Inseln der Linie Hippold-Mölserscharte-Matrei nicht nur keinen Anlaß von Südbewegungen zu sprechen, wie es Spitz tut, sondern sie sind im Gegenteil geradezu der sprechendste und deutlichste Ausdruck für die Nord- und Nordwestbewegung der Tarntaler Decken.

Von der Mölserscharte nach Westen werden die eingefalteten Schichten im Schöber-Möls-Zug besonders mächtig. Sie bestehen hier aus fast allen typischen Gliedern der Tarntaler Serie und sind mit dem Quarzphyllit verfaltet. Auch aus den sehr gewissenhaften Profilen Hartmanns vom Hippold und vom Schöber-Möls-Zug ist die im Einzelnen recht verwickelte Verfaltung von Mesozoikum und Quarzphyllit zu sehen.

Am Mölsjoch*) stellte ich eine verkehrte triadische Schichtfolge fest. In südwestlicher Richtung aus dem Mölstal gegen

*) Nicht zu verwechseln mit Mölserschartel

das Joch ansteigend, findet man aus dem Quarzphyllit zunächst einen hellen, grauen Dolomit emporragen, darüber dunkle Kalkschiefer und schließlich Quarzit. Das Ganze wird an der Naviser Sonnenspitze vom Quarzphyllit überlagert. Der Quarzit gehört zur Triasbasis, die dunkeln Kalkschiefer wahrscheinlich zu den Raibler Schichten, der Dolomit ist Hauptdolomit. Es ist hier der Liegendschenkel einer Stirnfalte im Quarzphyllit erhalten.

Etwas abweichende Verhältnisse zeigen sich beim Aufstieg von der Peeralm nordöstlich Navis auf den Grat, der bei der Grafmarterspitze in nördlicher Richtung vom Hauptkamm abzweigt. Hier reicht nämlich der Kalkphyllit noch jenseits des Tales, das zur Klammalpe hinaufführt, nach Nordwesten, und fällt unterhalb der Kammhöhe steil nördlich unter Tarntaler Quarzitschiefer. Über diesen folgt am Grafmarterücken Quarzphyllit, sodann Tarntaler Breccie, Dolomit, Tonschiefer, glimmerige Kalke und schließlich bunte Serizitschiefer und Quarzit. Der Gipfelbau des Grafmarterspitz besteht aus Quarzphyllit, wie haben es hier wiederum mit einer inversen Serie im Quarzphyllit zu tun. Der tiefere Tarntaler Quarzitschiefer, welcher unmittelbar über dem Kalkphyllit folgt, gehört jedoch nicht zu diesem tektonischen Kleingebilde, wenn er auch, wie ich später darlegen will, zu der im großen eine einzige tektonische und fazielle Einheit bildenden Tarntaler Serie gehört. Ich werde später an diesen tieferen Quarzitschiefer anzuknüpfen haben.

Nach Westen zu werden die Tarntaler Serien am Mieskopf noch einmal sehr mächtig. Es kehren hier alle Tarntaler Elemente einschließlich Quarzitschiefer, Tarntaler Breccie, Radioarite und auch Serpentin wieder. Unterm Hirschstein liegt im Quarzphyllit eingefaltet Tarntaler Quarzitschiefer.

Die Verhältnisse bei Matrei sind schon lange Zeit genau bekannt. Die von F. E. Sueß (28) beschriebene Quarz-Serizit-Grauwacke und der Tarntaler Quarzitschiefer mit dem Serpentin vom Matreier Schloßberg und von Pfons erweisen es, daß es sich um Tarntaler Gebilde handelt. Zwischen Matreier Bahnhof und Schöfens liegen außerdem über dem Tarntaler Quarzitschiefer die bunten grünlichen und rotvioletten Serizitschiefer. Darüber folgen die Quarzphyllite des Mieskopfhanges. Bemerkenswert ist die starke Zertrümmerung von Quarzitschiefer und Serpentin.

Unabhängig vom Matreier Vorkommen steckt am Schöfensberg ein Tarntaler Fetzen inmitten des Quarzphyllites. Steigt

man vom Schloß Arnholz den Hang östlich gegen das Miesloch hinan, gelangt man ganz unvermittelt aus Quarzphyllit in Tarntaler Quarzitschiefer, welcher aber hier stark gefältelt und zerknittert ist. Er fällt steil südlich ein. Etwas nördlich stehen mitten im Wald gequälte, verschmierte Kalke an, die noch weiter nach Norden dolomitisch und brecciös werden. Schließlich gehen sie in einen ganz zermürbten, bräunlichen Mylonit mit phyllitischen, quarzitischen und kalkigen Bestandteilen über. Dieser Mylonit unterscheidet sich von der Rauhwacke, die man sonst in der Tarntaler Serie anzutreffen gewohnt ist, durch größere Feinheit der zerriebenen Bestandteile. Quarzitschiefer, Dolomit und Mylonit sind rings von Quarzphyllit umgeben. Es kann wohl kaum einem Zweifel unterliegen, daß man es hier mit einer in der Stirnfront liegenden Digitation der Tarntaler Serie zu tun hat. Je schwächtiger die in den mächtigen Quarzphyllitkörper eindringenden mesozoischen Stirnfalten waren, desto mehr hatten ihre Gesteine unter der Wucht des Widerstandes zu leiden. Daher hier die besonders intensive Fältelung der biegsamen Quarzitschiefer und die vollständige Zerreibung des Dolomites sowie seine Vermischung mit phyllitischem und quarzitischem Zerreibungsmaterial.

Blicken wir zusammenfassend auf den Gesteinsgehalt der Hippold-Matreier Serie, so ergibt sich, daß sie in Wahrheit aus denselben Elementen besteht wie die des Reckners. Schon aus Spitzens Gegenüberstellung der beiden Serien kann man von den Raibler Schichten aufwärts mit bestem Willen keine wesentlichen Unterschiede herausfinden. Bei näherem Zusehen ergibt es sich, daß die Unterschiede nur auf den Mächtigkeitsverschiedenheiten einzelner Schichtglieder beruhen. Diese sind aber ganz und gar Ergebnisse der Tektonik.

Was das angebliche Fehlen der basalen Trias in der Recknerserie anbelangt, glaube ich, daß dieses Unterscheidungsmerkmal der Probe nicht standhält. Denn Quarzite, die angeblich jurassisch sein sollen, scheinen mir, wie ich bereits sagte, der basalen Trias anzugehören und nur infolge der verwickelten Verschuppung in engere Berührung mit wirklichen Raibler Schichten oder Jura gelangt zu sein, wodurch ein stratigraphischer Verband vorgetäuscht wurde.

Recknerserie und Hippold-Matreier-Zug gehören meiner Meinung nach zusammen. Sie sind ein ganz selbständiges Decken-

system, das teils unmittelbar über den Kalkphylliten der Schieferhülle liegt, teils seine Stirnfalten in die Hangend-Decke der Quarzphyllite vorgetrieben hat. Im Gebiet Reckner-Tarntaler Köpfe fand hierbei an der Grenze von Schieferhülle und Quarzphyllit eine Anschoppung der Deckenfalten statt. In den nach Norden gesandten Stirnteilen herrschen die tieferen Glieder der Serie vor. Sie sind dürftiger entwickelt, gleichsam aus dem Raume zwischen zwei mächtigen tektonischen Gebilden vorgequollene Trümmer, die sich mit Wucht in den oberen Deckenkörper eingebohrt haben.

In der Tarntaler Breccie und der mylonitischen Raubwacke haben wir das beredteste Zeugnis jener tektonischen Vorgänge vor uns. Sie sind ein Zermalmungsprodukt, das nur dort entstehen kann, wo ein Gesteinskörper in einen besonders intensiven Bewegungsstrudel hineingezogen wird.

Festzuhalten ist dabei, daß die Tarntaler Serie aus dem Raume zwischen der tiefer gelegenen Schieferhülle und dem höheren Quarzphyllitkörper stammt, daß ihre engen Beziehungen zu dem Quarzphyllit nur sekundärer Natur sind. Von einer tieferen und höheren Serie zu sprechen, scheint mir nicht am Platze. Gerade die bisher als tiefer angesprochene Hippoldserie liegt eigentlich tektonisch höher, da sie mit der höheren Deckeneinheit verfalltet ist. Man könnte höchstens die Hippold-Matreier Reihe als Stirnregion der eigentlichen Tarntaler Decke gegenüberstellen.

Nach dem Hinweis auf den großen faziellen Gegensatz zwischen Gschnitzer und Tarntaler Mesozoikum dürfte aus Vorigem auch das tektonisch so abweichende Bild beider Gebiete zur Genüge hervorgehen. In den Gschnitzer Bergen die ruhige, verhältnismäßig einfache Tektonik, in welche nur durch die Verknetung mit den Quarzphylliten der Steinacher Decke eine gewisse Abwechslung hereingebracht wird, im Tarntaler Gebiet ein ungeheuer verwickelter Bau mit Verschuppung und Vortreiben von Stirnfalten an einer tektonischen Grenzfläche ersten Ranges. Im Gschnitzer Triasstock ein einheitlicher, gliederungsfähiger Gesteinskörper ohne nennenswerte Störungen, ohne Mylonitmassen, in den Tarntaler Bergen ein Gebiet hochgradiger Zertrümmerung und Vermischung der einzelnen Elemente, bedingt durch das Zusammentreten von Bestandteilen dreier erstrangiger tektonischer Einheiten auf engstem Raum. Im Gschnitzer Meso-

zoikum eine Verbindung mit kristallinem Grundgebirge in primärem transgressivem Verband, in den Tarntalern ein Mesozoikum, das von seinem Grundgebirge losgelöst als zerrissene Sedimentdecke zwischen großen Deckeneinheiten teils zusammengepreßt und übereinander geschöpft ist, teils mit nordtauchenden Stirnen in der höheren Serie eingebettet liegt.

Die lamellierte Tarntaler Zone von Navis bis Steinach.

Von besonderem Wert wird es sein, wenn sich die Möglichkeit ergibt, das tektonische Verhältnis von Gschnitzer und Tarntaler Mesozoikum unmittelbar zu studieren, d. h. wenn die beiden Körper irgendwie in direkte Beziehung zueinandertreten. Das ist nun glücklicherweise in der Tat der Fall.

Ich komme zurück auf die Tarntaler Quarzitschiefer, welche unterhalb des Grafmartersüdkammes über den dort steil nach Nordwest fallenden Kalkphyllit liegen. Das Streichen der unter den Quarzphyllit tauchenden Kalkphyllite ist hier Südwest, schwenkt jedoch bei Navis, wo die beiden Taläste sich zum Navistal vereinigen, in die Westrichtung ein. Hier an der Umbiegungsstelle bildet sich ein tief nach Osten eingreifender Zwickel, an dem der Kalkphyllit zurücktritt. Wie eingeklemmt zwischen den steil stehenden Phylliten findet sich hier die Trias der Gallenschrofen. Sie besteht aus einer gleichfalls sehr steil stehenden Serie verschiedenartiger Gesteine. Unmittelbar an die Kalkphyllite schmiegen sich grünliche Quarzitschiefer an, welche, wie mir scheint, bloß einen durch einen etwas höheren Grad der Metamorphose modifizierten Tarntaler Quarzitschiefer darstellen. Dann folgen mannigfach verschmierte, rötliche und dunkle, weißgeäderte Kalke und Dolomite, plattige rötliche Kalkmergelschiefer und plattige Kalkmarmore. Die Kammböhe des Stöcklesgrat liegt abwechselnd in den Kalken und Dolomiten und in den Quarzitschiefern, je nachdem die Erosion von beiden Talästen den trennenden Bergrücken angenagt hat. Bei der Stöckalpe zeigt es sich aber unzweifelhaft, daß der Quarzitschiefer die Umbiegung der unter ihm einschließenden Kalkphyllite mitmacht und sich so auch im Norden der Gallenschrofen scheinbar konkordant an den Phyllit anschmiegt. Ein mächtiger Dolomittetzen wird hier von Quarzitschiefern umklammert. An einer Stelle scheint, soweit man es hier bei den spärlichen Aufschlüssen.

beobachten kann, der Quarzitschiefer vollständig ausgequetscht zu sein, wodurch Dolomit und Kalkphyllit in unmittelbare Berührung gelangen. Im ganzen scheint es sich hier bloß um eine sekundäre, tektonische Erscheinung zu handeln. In einer Nische der untertauchenden Kalkphyllitdecke hat sich ein Fetzen der Tarntaler Serie eingeklemmt und ist hier hängen geblieben. Zusammengedrückt zwischen dem Seiten- und Rückenteil der Nische sind die Gesteinsschichten steil gestellt und in scheinbare Konkordanz zu den Kalkphylliten gebracht worden. Sie sind naturgemäß etwas verändert, die Quarzitschiefer metamorpher als anderswo, die Kalke und Dolomite stark durcheinander geknetet, geschiefert, marmorisiert worden. An manchen Stellen kommen tektonische Reduktionen zustande. So ist der Quarzitschiefer im Norden zum Teil ausgequetscht. Dies scheint mir die richtige Erklärung für den etwas rätselhaft erscheinenden Triasklotz der Gallenschrofen zu sein. Der tektonischen Stellung nach, halte ich die Gallenschrofen für die Fortsetzung der unteren Tarntaler Quarzschiefer unterhalb des Grafmartersüdgrates. Da wie dort liegen Tarntaler Quarzitschiefer unmittelbar auf Kalkphyllit und passen sich dem Streichen der einsinkenden Schieferhülle an. Sie bilden eine Fortsetzung jenes Teiles der Tarntaler Serie, der im Recknergebiet über dem Kalkphyllit liegt. Der Unterschied besteht nur darin, daß sich dort mächtige Verschuppungen gebildet haben, während hier nur spärliche Reste aus den Basisteilen der Deckenserie an der Oberfläche der Schieferhülle hängen geblieben sind. Unter so günstigen Verhältnissen, wie an den Gallenschrofen, konnte noch ein beträchtlicher Triasfetzen eingeklemmt zurückbleiben.

Andere gewaltige Trümmer von Tarntaler Mesozoikum liegen höchstwahrscheinlich tief drunten an der Kontaktfläche zwischen Schieferhülle und Quarzphyllit.

An der Mündung des Navistales ins Silltal legen sich bei Tienzens scheinbar konkordant auf den N—W einfallenden Kalkphyllit-Quarzserizitschiefer. Der untere Naviser Weg am Bach schneidet sie beim Kirchlein St. Kathrein an.

F. E. S u e ß hat dieses Vorkommen schon beschrieben. Ich habe im Hangenden dieser Quarzserizitschiefer etwas weiter talwärts typische Tarntaler Quarzitschiefer gefunden. Schon F.

E. Sueß hat seinerzeit auf die Möglichkeit hingewiesen, daß die Quarzitschiefer mit der Trias der Gallenschrofen in Verbindung zu bringen seien. Lose Dolomit- und Kalkbrocken deuten an, daß auch bei Tienzens zu den Quarzitschiefern gehörige Dolomite und Kalke irgendwo anstehen dürften. Trotz allen Müheß konnte ich sie auf dem mit Niederwald und Schutt verhüllten Hang nirgends anstehend finden. Doch fand ich auch Brocken von Rauhwascken am gleichen Hang etwas taleinwärts von St. Kathrein zahlreich umherliegen. Auch ihr Anstehendes war nicht zu finden.

Wohl aber gelang es mir, tatsächlich eine Verbindung zwischen Gallenschrofen und dem Vorkommen bei Tienzens nachzuweisen. In der ganzen Länge des Navistales wird der Südhang von Kalkphylliten gebildet, welche im allgemeinen steil stehen. Ihr Verhältnis zu den nördlich den Talhang bildenden Quarzphylliten ist nirgends unmittelbar sichtbar, da der Tal-
lauf mit der Grenzfläche ungefähr gleiche Richtung hat und daher der Kontakt durch Talschutt verdeckt ist. Doch läßt die allgemeine Situation erkennen, daß die Kalkphyllite unter die Quarzphyllite untertauchen.

Steigt man nun westlich Navis den Graben des Penzenbachs den Südhang aufwärts, stößt man etwa 100 Meter ober dem Navistalboden auf anstehende stark mylonitische, braungelbe Rauhwascke vom Typus der aus dem Schöber-Möls-Zug bekannten. Sie liegt hier den steil stehenden Kalkphyllit als Fetzen angelagert. Etwas weiter westlich in tieferer Lage liegt ein dunkler Dolomit und nur wenig oberhalb des Navisbaches finden sich grünliche und rot-violette Serizitschiefer. Rings um diese Vorkommen steht nur Kalkphyllit an.

Weiter talauswärts findet sich hinterm Kohler-Brenner eine mächtige Linse verschmierter Kalkes inmitten der Kalkphyllite. Wo das Bächlein des Brenntales aus diesem heraustritt, stehen ebenfalls ganz unten bräunliche, zellige Rauhwascken an. Von hier an finden sich keinerlei Einlagerungen im Kalkphyllit bis zu einer Stelle, die ungefähr halbwegs zwischen dem Kohler-Brenner und der Weglangbrücke gelegen ist. Hier stellen sich wieder ober dem Bach eine Reihe von Vorkommnissen mylonitischer Rauhwascken ein. Sie sind zum Teil als dünne Lagen dem Kalkphyllit angelagert, zum Teil bilden sie mächtige Linsen, die jedoch in den Berg hinein rasch auszukeilen scheinen. Südwestlich von hier, höher am Hang, ungefähr 200 Meter über

dem Talboden stehen marmorisierte Kalke und Dolomit-Kalke verschiedenster Ausbildung an. Ihr Auftreten auf dem vegetationsbedecktem Hang ist innerhalb der Kalkphyllite höchst unregelmäßig. Eine bestimmte Lagerung ist nicht festzustellen. Es sind verdrückte, gequälte Fetzen, Splitter, die am Kalkphyllit hängen. Das Aussehen der verschiedenen Kalke und Dolomite erinnert ungemein an jenes der Kalke und Dolomite der Gallenschrofen. Ein letztes anstehendes Vorkommen von Rauhwacke talauswärts liegt im Graben südlich des Kopfererberges. Auch hier sind die Lagerungsverhältnisse der Rauhwacken zum Kalkphyllit, ähnlich den oben beschriebenen.

Die schon erwähnten Blöcke von Rauhwacken, Kalken und Dolomiten gegenüber St. Kathrein deuten darauf hin, daß auch hier Reste dieser Gesteine anstehen, die mit den hier ziemlich mächtig entwickelten Quarzserizitschiefern und Tarntaler Quarzitschiefern in Zusammenhang stehen müssen. Der ganze sonstige Nordhang des Gebirgsstockes zwischen Navis und Padasterial liegt vollständig in einförmigen Kalkphylliten. Die beschriebenen einzelnen Vorkommen von Serizitschiefern, Rauhwacken, Kalken und Dolomiten vermitteln aber die Verbindung zwischen Mesozoikum der Gallenschrofen und jenem von Tienzens. Es handelt sich offenbar bei dieser Reihe mesozoischer Fetzen, welche von der Peeralm bis Tienzens dem Kalkphyllit anliegen, um nichts anderes, als um die stark lamellierte, zerrissene Fortsetzung der Tarntaler Serie, welche unmittelbar über den Kalkphylliten der Schieferhülle folgt. Da sich das Streichen der Grenzfläche zwischen Schieferhülle und Quarzphyllit mit der Richtung der Erosionsrinne des Navistales öfters schneidet, wenn auch im großen zusammenfällt, haben sich die mesozoischen Reste nur stellenweise erhalten können, wo eben Teile der Grenzfläche der Schieferhülle durch die Erosion zwar freigelegt, aber nicht vollständig wegerodiert wurden. Jedenfalls dürfte der Zusammenhang der lamellierten Tarntaler Serie ursprünglich mehr kontinuierlich gewesen sein, als es heute den Anschein hat.

Bei Tienzens schwenken die steilstehenden Kalkphyllite der Schieferhülle entsprechend dem Anschmiegen an den Zentralgneiskern aus der West- in die Südrichtung um, wobei sie bei Tienzens noch steiles südwestliches Fallen am Silltalhang, schon ausgesprochenes westliches Fallen zeigen.

Das ganze Talstück des Silltales von der Navismündung bis Steinach ist von mächtigen Glazialablagerungen erfüllt, welche den Sockel des Gebirgsstockes, der in der Schafseitenspitze gipfelt, bis hoch hinauf verhüllen. Am Westhang des Silltales erheben sich ebenfalls erst hoch oben über der Terasse von Salfaan die Triaskalke und Dolomite des Hablerberges und Blaser aus dem Glazialschutt. Es lassen sich also hier keine direkten Beobachtungen über die Fortsetzung der Navistaler Tektonik anstellen. Anders gestalten sich die Verhältnisse südlich Steinach. Hier knüpfe ich an meine Beschreibung der Unterlage der Steinacherdecke in der Gegend von Harland, Steidlhof und Humler an. Westlich des Weilers Sigreit schneidet die Sill in die Kalkphyllite ein, das Tal verengt sich, und an seinem Westhang können die Beziehungen zwischen den Kalkphylliten der Schieferhülle und deren tektonischen Hangenden je nach den mehr oder weniger günstigen Aufschlüssen mit größerer oder geringerer Klarheit verfolgt werden.

Nachdem die Tarntaler Serien mit Unterbrechungen, aber doch im ganzen kontinuierlich über den in die Tiefe schießenden Kalkphyllit der Schieferhülle bei Tienzens verfolgt werden konnten, wird es kaum mehr Wunder nehmen, wenn wir bei Harland plötzlich wieder auf Tarntaler Quarzitschiefer stoßen, einem für die Tarntaler Serien so bezeichnenden Glied, das sich hier wieder in genau derselben Position einstellt, wie es sonst überall anzutreffen war. Die Quarzitschiefer liegen über den hier Westlich fallenden Kalkphyllit, wie sie im Navistal über den steil Nördlich fallenden folgen. Wenn auch nicht bei Harland, so doch unter dem Steidlhof und beim Zagl ist diese Lagerung, wie aus den Profilen hervorgeht, unmittelbar zu beobachten. Südlich von Zagl ist jedoch nirgends mehr Tarntaler Quarzitschiefer zu sehen.

Die große Verschiedenheit des Tarntaler Quarzitschiefer von den Basisbildungen der Tribulaune im Verein mit dem Umstand, daß seine Position ihm unzweifelhaft als die Fortsetzung der Quarzitschiefer von Tienzens erkennen läßt, zeigt mit erwünschter Klarheit, daß hier ein Tarntaler Element in direkte Beziehung zu einem Paket höher gelegener tektonischer Einheiten tritt.

Zunächst stellt sich die Frage ein, ob der Tarntaler Quarzitschiefer nicht noch mit anderen Schichtgliedern in Verbindung steht, die durch keine tektonische Störungsfläche von ihm zu

trennen sind, vielmehr mit ihm in stratigraphischem Verband zu stehen scheinen, und die ihrem Inhalte nach auch zur Tarntaler Serie gehören könnten. Meiner Meinung nach kommt hier nur das Kalkdolomitvorkommen vom Zagl in Betracht. Die Kalke und Dolomite sind hier mit dem Tarntaler Quarzitschiefer untrennbar verbunden, zeigen mit ihren mannigfachen Gesteinstypen und zerquälten Habitus keinerlei Anklänge an die höheren Dolomite von Nöblach und Plon, wohl aber große Übereinstimmung mit den Gallenschrofen. Ein Zusammenhang der Tarntaler Quarzitschiefer mit einer anderen Trias-Serie aus der Unterlage der Steinacher Decke ergibt sich sonst nirgends. Im Profil Villa Reinisch-Plon verhüllt der glaziale Schutt der Ploner Terasse das zwischen Quarzitschiefer und Ploner Dolomit der Tribulaunserie im Untergrund Anstehende vollständig. Im Profil Steidlhof-Bergeralm liegt zwischen Quarzitschiefer und Ploner Dolomit Quarzphyllit. Ebenso folgt am Felperbach unmittelbar über dem Quarzitschiefer Quarzphyllit, und erst darüber stellt sich der Nöblacher Dolomit ein. Es läßt sich also nirgends ein enger Verband des Tarntaler Quarzitschiefers, weder mit der Tribulaunserie, noch auch mit der Nöblacher Trias nachweisen.

So scheint mir die Tarntaler Serie bei Steinach durch Tarntaler Quarzitschiefer und die Dolomite und Kalke vom Zagl vertreten zu sein. Die mächtige Kalklinse, welche im Kalkphyllit oberhalb der Brännerstraße zwischen Harland und Lehen, nahe der Überlagerung durch Quarzitschiefer, eingepreßt ist, halte ich gleich den Vorkommnissen innerhalb des Kalkphyllites am Navistalsüdhang und im Ort Steinach für einen Splitter der Tarntaler Serie, welcher im Verlauf der Bewegungen in die tiefere Schieferhülle eingedrungen ist.

Die Tarntaler Trias, die sich hier noch als tiefste Trias-schuppe zwischen Schieferhülle und Steinacher Decke einschiebt, scheint jedoch gegen Süden sehr rasch auszudünnen. Sie reicht bloß, als zerschlitzter Lappen über der Schieferhülle liegend, bis gegen Stafflach. Doch genügt dieser sich nach Süden erstreckende Ausläufer der Tarntaler Serie gerade noch, um die Überlagerung der Tarntaler Serie durch die Tribulaune mit-samt ihrem kristallinen Grundgebirge unzweifelhaft zu machen.

V. Die tektonische Stellung des Innsbrucker Quarzphyllites und der Nöblacher Trias.

Ein Problem, das ich nach den bisherigen Untersuchungen noch nicht entscheidend zu beurteilen wage, ist die Frage nach der Stellung der Quarzphyllite ober den Quarzitschiefern des Steidlhofes. In einem gewissen Zusammenhang damit scheint mir auch das Problem der Nöblacher Trias zu stehen. Im Nachfolgenden möchte ich andeuten, zu welcher vorläufigen Vorstellung ich in diesen Fragen gelangt bin.

Daß der Quarzphyllit ober dem Steidlhof zur Steinacher Decke gehört und seine Position durch jene tektonischen Verteilungsvorgänge bedingt ist, die im Westen das Bild der Steinacher Überschiebung beherrschen, scheint mir aus mehreren Gründen unwahrscheinlich. Der gewichtigste ist der, daß die ganze Aufschubfläche der Quarzphyllitdecke viel zu hoch liegt.

Nun findet sich zur Folge Kalkphyllit—Tarntaler Serie—Quarzphyllit im Gebiete der sich noch freier entfaltenden Tarntaler Decke in der Naviser Region ein Analogon insofern, als sie selbst im großen zwar auf der Schieferhülle aufrucht, ihre Stirnfalten aber in den höheren Quarzphyllitkörper nördlich des Navistales derart versendet, daß sich vielfach Überlagerung durch Quarzphyllit ergibt. Es scheint mir daher naheliegend, anzunehmen, daß sich nicht bloß Lappen der Tarntaler Serie über die westlich untertauchenden Kalkphyllite legen, sondern daß sich auch noch der nördlich des Navistales über der Schieferhülle liegende Quarzphyllit in stark verquetschtem Zustand nach Westen unter die Steinacher Schubdecke fortsetzt. Die Tarntaler Serie würde dann hier in das gleiche tektonische Verhältnis zu den Quarzphylliten treten wie im Norden.

Die Quarzphyllite im Norden des Navistales und der Tarntaler Berge bilden einen einheitlichen Gesteinskörper bis zum Innatal hinaus. Es läßt sich keine Trennung in Innsbrucker Quarzphyllit, der für älter gehalten wurde und karbonem Quarzphyllit, der mit jenem des Steinacher Joches identisch sein sollte, durchführen. Die Quarzphyllite zeigen im ganzen Gebiete einen ziemlich vielfältigen Wechsel ihres Habitus, doch ist es unmöglich, solche Merkmale zu finden, auf Grund deren eine Gliederung und Sonderung durchführbar wäre. Die von F. E. Sueß (28) für die älteren Quarzphyllite als charakteristisch

bezeichneten Amphibolite und granatführenden Chloritschiefer finden sich auch südlich der von ihm gezogenen Grenze. Die Eisendolomite, welche die karbonen Quarzphyllite kennzeichnen sollten, sind auch im Norden vorhanden. Wohl aber fehlen im ganzen Bereich des Innsbrucker Quarzphyllites, worunter ich jetzt das Quarzphyllitgebiet von den Tarntaler Bergen bis zum Inntal verstehe, gänzlich die karbonen Quarzkonglomerate und Schiefer, wie sie am Steinacher Joch liegen. Allerdings gibt es mancherorts graphitische Varietäten. Die Eisendolomite, die zum Teil auch zu Eisenkalken werden, scheinen mir nicht ausreichend für die Identifizierung der Innsbrucker Quarzphyllite mit dem Karbon des Steinacher Joches. Auch dort sind übrigens nirgends die Eisendolomite in einem engeren Verband mit den karbonen Quarzkonglomeraten und Schiefeln. Die Vererzung aber ist ein sekundäres Merkmal und findet sich häufig auch anderwärts. Dagegen sind die Dolomit- und Kalkeinlagerungen im Innsbrucker Quarzphyllit häufig ganz frei von Vererzung. Stellenweise sind es hochkristallinische Marmore die gleich den Eisendolomiten linsenartig im Quarzphyllit verstreut liegen. Derartige Marmorlinsen traf ich zum Beispiel nordöstlich der Naviser Sonnenspitze und am Grafmartsitz von Quarzphyllit rings umgeben an. Die Marmore in den Quarzphylliten am Südrand des Inntales gehören wohl auch hierher.

Wenn sich auch nicht die Notwendigkeit ergibt, die Innsbrucker Quarzphyllite mit dem Oberkarbon des Steinacher Joches in Beziehung zu bringen, kann dennoch paläozoisches Alter für sie angenommen werden. Möglicherweise ist auch Karbon in ihnen vertreten. Die graphitischen Schiefer sprechen dafür. Doch ist dies nebensächlich. Im ganzen stellen die Quarzphyllite eine tektonische Fazies verschiedener Gesteine dar.

Bezüglich der tektonischen Stellung der Innsbrucker Quarzphyllite scheint mir aber durch die vorerwähnte Wahrscheinlichkeit ihrer Fortsetzung unter die Steinacher Decke im Verein mit anderen Erwägungen folgende Möglichkeit diskutierbar: Hammer (34) und Spitz (26) haben auf die vollständige Übereinstimmung des Innsbrucker Quarzphyllites mit dem des Ortler hingewiesen. Auch die Grünschiefer- und Marmoreinlagerungen sind beiden Gebieten gemeinsam. Andererseits weisen auch die Marmore des Ortlers vielfach Eisengehalt auf, welcher sie ganz den Eisenkalken und Dolomiten des Brenners ähnlich macht.

Ist der Quarzphyllit ober dem Steidlhof tatsächlich als Fortsetzung des Innsbrucker Quarzphyllites aufzufassen, sehen wir hier Innsbrucker Quarzphyllit mit Nöblacher Trias am Rücken. Die Nöblacher Trias liegt aber, wie schon aus meiner früheren Beschreibung hervorging, unter Öztaler Kristallin plus Tribulauntrias und findet, wie ich glaube, ihre Fortsetzung südlich des Pflerschtales, wo die Trias der Gschleierwand und Telfer Weiße mit Kristallin verfaltet ist, nicht aber, wie die Tribulaune flach transgressiv diesem aufrückt. Inwieweit im Kristallin der Telfer Weiße und deren Fortsetzung, dem Schneeberger Gesteinszug Gesteine enthalten sind, die sich lediglich durch verschiedenen Grad der Metamorphose vom Innsbrucker Quarzphyllit unterscheiden, vermag ich nicht zu beurteilen. Telfer Weiße und Schneeberger Gesteinszug stehen durch Vermittlung der Laaser Zone mit dem Ortler in Verbindung.

So ergebe sich das überraschende Resultat, daß tatsächlich eine Verbindung vom Brenner zum Ortler nachweisbar wäre, daß aber die Tribulaune selbst nichts damit zu schaffen hätten.

Die mittelostalpine Campo-Decke der Schweizer, welcher der Ortler zugehört (36), wäre demnach auch noch weiter im Osten vorhanden, allerdings hier von der ungeheuren Masse der oberostalpinen Öztaler (Silvretta) Decke überwältigt und verquetscht, zum Teil mit deren Kristallin verfaltet.

Die Innsbrucker Quarzphyllite entsprächen den Ortler-Quarzphylliten, die zur kristallinen Unterlage der Ortlertrias gehören. In der Tat hat das Kristallin der Campodecke mit seinen Casanaschiefern, welche auch für unterkarbonisch gelten, viele Züge mit den Innsbrucker Quarzphylliten gemeinsam (36). So finden wir die Biotitschiefer, Quarzite, Graphitschiefer, Chloritschiefer, und vor allem die Amphibolite der Casanaschiefer alle in den Innsbrucker Quarzphylliten wieder. Von der Verbreitung der Chloritschiefer und Amphibolite, die F. E. S u e ß besonders aus der Gegend des Patscherkofels beschrieben hat, sprach ich bereits. Graphitschiefer sind nicht allzu häufig, doch immerhin vorhanden, ebenso Quarzite. So fand ich einen groben Quarzit in der Gegend des Grafmargipfels im Quarzphyllit eingelagert. O h n e s o r g e hat solche vom Patscherkofel beschrieben (38). Dort fand er auch Amphibolite und Biotitschiefer im Liegenden der Staurolithglimmerschiefer, welche am Patscherkofel und Glunzezerkamm über dem Quarzphyllit liegen. Die Art der Auf-

lagerung spricht dafür, daß diese Glimmerschiefer als Deckscholle des Stubai-er Kristallins dem Innsbrucker Quarzphyllit aufgeschoben sind. Ihr petrographischer Habitus, der sich in gewissem Grade von dem der Matreier Glimmerschiefer unterscheidet, vor allem der Staurolithgehalt spräche für die von F. E. S u e ß seinerzeit angenommene Zugehörigkeit zum Innsbrucker Quarzphyllit. In der Tat sind auch Staurolithglimmerschiefer ein sehr bezeichnendes Glied der Casannaschiefer (36).

Wenn auch die Glimmerschiefer des Patscherkofels keine Deckscholle des Stubai-er Kristallins sein sollten, bleibt doch die unzweifelhafte Tatsache bestehen, daß die Innsbrucker Quarzphyllite im Westen an der Silltal-linie unter das Kristallin der Stubai-er Alpen tauchen, so wie sie im Inntal unter die Kalkalpen einsinken.*)

Die Scheidung des Innsbrucker Quarzphyllites von jenem des Steinacher Joches ergibt sich nunmehr klar aus zwei Umständen heraus. Einmal fehlen die für das Kristallin der Campodecke als sehr bezeichnend hervorgehobenen Gesteine im Quarzphyllit des Steinacher Joches ganz. Vor allem aber würde es auf unüberwindliche Schwierigkeiten stoßen, zu erklären, wie die Quarzphyllite östlich der Sill unter das Stubai-er Kristallin zu liegen kommen und in nächster Nähe südöstlich am Steinacher Joch über dasselbe Kristallin plus seiner Sedimentbedeckung geschoben wären.

So führt alles dazu, die Innsbrucker Quarzphyllite als tiefere Einheit der im Brennergebiet am höchsten liegenden Steinacher Decke gegenüber zu stellen. Die Quarzphyllitdecke mit ihrem Karbon liegt über dem oberostalpinen Kristallin mitsamt ihrem Mesozoikum.

Das zur Steinacher Decke gehörige Mesozoikum liegt wahrscheinlich in den Kalkalpen nördlich des Inn. Diese bilden innerhalb des Gesamtkomplexes oberostalpiner Decken gegenüber dem Stubai-er Mesozoikum eine höhere selbständige, nach Norden abgerutschte Deckenfolge, die ihr Paläozoikum im Süden zurückgelassen hat.

*) In welchem Maße der Innsbrucker Quarzphyllit weiter im Osten Anhaltspunkte für den Vergleich mit dem Kristallin der Campodecke bietet, kann ich vorderhand noch nicht beurteilen. Doch scheinen nach den bisherigen Forschungen O h n e s o r g e s (39) derartige Vergleichsmöglichkeiten nicht zu fehlen. Von ganz besonderem Interesse wäre die Beurteilung der Stellung der Schwazer Augengneise und des für paläozoisch gehaltenen Schwazer Dolomites von diesem neuen Gesichtspunkt aus.

VI.

Versuch einer tektonischen Gliederung des Tauernfensterrahmens nördlich des Brenner.

So zeigt sich bei Steinach am Osthang des Steinacher Joches eine Uebereinanderschoppung der sämtlichen am Brenner in wechselseitige Beziehung tretenden tektonischen Einheiten. Wohl sind die einzelnen, zwischen Schieferhülle und Steinacher Decke aufgehäuften Schuppen arg reduziert. Dennoch sind sie durch ihnen eigene Merkmale deutlich genug gekennzeichnet.

Über den ziemlich jäh in die Tiefe schießenden Kalkphyllit der Schieferhülle liegen Lappen der Tarntaler Serie, charakterisiert durch den Tarntaler Quarzitschiefer. Darüber folgt Quarzphyllit, den ich dem Innsbrucker Quarzphyllit — unter Vorbehalt — gleichsetze, und der möglicherweise die Tarntaler Fetzen umhüllt. Zu ihm gehört der Dolomit von Nöblach, der von zerrissenen, lamellierten Schuppen Stubaiäer Kristallias mit den auskeilenden Resten der Tribulauntrias überlagert wird. Über das Ganze ist erst die Steinacher Quarzphyllit—Karbondecke geschoben. Wir haben es also mit nicht weniger als fünf selbständigen Einheiten zu tun, die hier aufeinander gehäuft erhalten sind.

Ich fasse zusammen: Nördlich des Brenners tauchen die penninischen Decken mit ihrer höchsten Einheit der Schieferhülle nach Süden und Westen in die Tiefe. Über der Schieferhülle folgt eine stark verschuppte, zum Teil zerrissene und lamellierte Deckenserie aus mesozoischen, sehr vermischten Elementen bestehend, die Tarntaler Decke. Sie ist hier am Brenner gleichzusetzen den Radstädter Decken der östlichen Tauern. Dafür spricht sowohl ihre tektonische Stellung, wie ihr Serieninhalt und ihre Metamorphose. Die Tektonik ist da; und dort die gleich komplizierte. Die Tarntaler Decke ist im großen dasselbe, was eines ihrer bezeichnendsten Glieder im kleinen ist: eine gewaltige tektonische Breccie. Genau so die Radstädter Decken. Deren Schwarzeckbreccie entspricht auch die Tarntaler Breccie. Da und dort sind auch zweillose Sedimentbreccien vorhanden. Andere gemeinsame Glieder sind die permisch-untertriadischen Quarzitschiefer, Kalke und Dolomite der mittleren Trias, das Rhät und Jurakalkschiefer. Im ganzen dürften die Tarntaler Serien

am ehesten der tieferen Radstädter Decke und der penninisch-ostalpinen Mischungszone entsprechen.

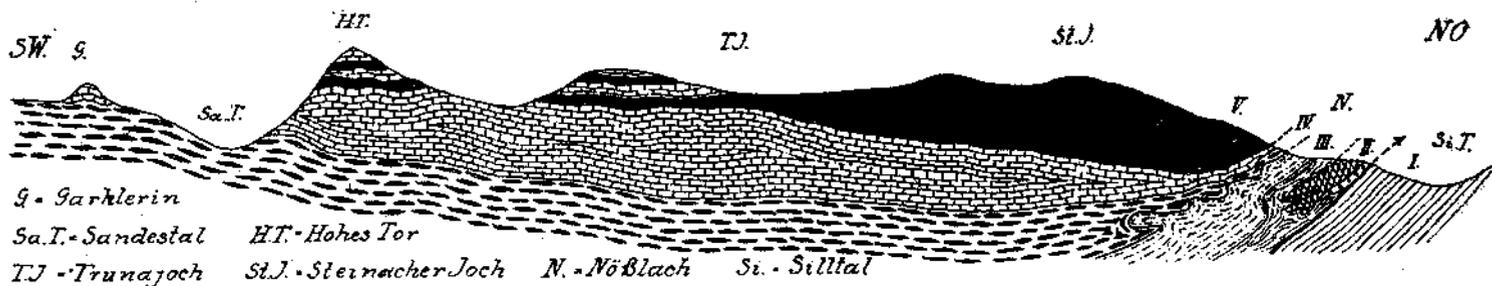
Vom Brenner war die Annahme eines Verfaltungsbaues ausgegangen und auf die Radstädter Tauern angewandt worden. Er ist heute für dort fallen gelassen, und es wurden statt dessen einfache, nach Norden getriebene Falten als die Radstädter Tektonik beherrschend erkannt. Wie aus diesen Darlegungen hervorgeht, kann auch am Brenner die Annahme einer Verfaltung fallen gelassen werden, da sich die Unabhängigkeit der Tribulaune von den Tarntaler Bergen herausstellt. Auch hier wird die Tektonik der Tarntaler Decke durch nordwärts übereinander geschobene Falten und tauchende Stirnen gekennzeichnet.

So legen sich die Tarntaler Serien von den Tarntaler Bergen um die Ausbiegung des Fensterrandes der Tauern aus der O—W. in die N—S-Richtung herum bis in die Gegend von Stafflach auf die Gesteine der Schieferhülle. Sie bezeichnen deutlich den Fensterrand, an welchem das Penninikum mit der Schieferhülle in die Tiefe taucht. Die Tarntaler Deckenserie ist also unterostalpin.

Ihre Fazies hat gewisse Anklänge an die oberostalpine, so vor allem durch die Radiolarite des Oberjura. Andererseits sind große Unterschiede vorhanden. Davon soll noch gesprochen werden.

Gehen wir nach Westen, finden wir den unterostalpinen Deckenrahmen im Unterengadiner Fenster wieder. Es ist die Ardezserie, die zwischen den basalen penninischen Schiefen und der Silvretta-Decke übereinander geschuppt ist. Es herrscht genau dasselbe Bild, wie in den Tarntaler Serien und in den Radstädter Tauern. Auch hier wieder ungeheure Vermischung und Zermalmung, die es schwierig machen, die einzelnen Schuppen bestimmten, in Graubünden unterschiedenen unterostalpinen Teildecken zuzuweisen. Auch hier kehren die bekannten Gesteinstypen wieder, so die reiche Entwicklung der Juraschiefer, Radiolarite, Breccien, u. a. m.

Im Gebirge um Arosa finden wir unsere Serien in der von Cadisch letzthin bearbeiteten Aroscher Schuppenzone (Aufbruchszzone, rhätische und Brecciendecke) wieder. Sie zeigt großen stratigraphischen Reichtum, ist vielfach verschuppt, verknetet, verschürft, laminiert, gefältelt. Von Gliedern, welche mit den



9 - Garklerin

Sa.T. - Sandestal HT. - Hohes Tor

TJ. - Trunajoch St.J. - Steiracher Joch N. - Nöblach Si. - Silltal

V. Steinacher Quarzphyllit + Karbon.

IV. Tribulaun - Mesozoikum

Stubaier Kristallin

III. Nöblacher Trias

Innsbrucker Quarzphyllit

II. Tarntaler Trias

Tarntaler Quarzitschiefer

I. Kalkphyllit d. Tauernschieferhülle

--- Störungslinien innerhalb
d. ostalpinen Decken

--- Rand d. Tauernfensters

0 1 2 3 km.

Schematisches Profil

Garklerin - Nöblach.

V. Steinacher D. (höch. Oberostalpin)

IV. Ötztaler (Silvretta) D. (Oberostalpin)

III. Nöblacher Schuppe (Telfer Weiße)
Mittelostalpin

II. Tarntaler Schuppe (Radstädler D.)
Unterostalpin

I. Penninisch

Tarntaler Gesteinen vergleichbar sind, seien genannt Breccien, Quarzite, Rauhdecken, Raiblerschichten, Rhätschiefer in verworrenere Mannigfaltigkeit, Jurakalktönschiefer mit Belomniten, Radiolarit mit Manganerzlinzen und Serpentin.

Über der unterostalpinen Tarntaler Decke folgt als nächst höhere Einheit der Komplex der Innsbrucker Quarzphyllite. Ihm und die Nöblacher Trias im Westen halte ich für das tektonische Äquivalent der „mittelostalpinen“ Campodecke der Schweizer, mit der ein direkter Zusammenhang über Telfer Weiße—Schneeberg—Ortler gegeben zu sein scheint.

Dort, wo sich die Tarntaler Schuppen gänzlich aufgelöst haben, das ist oberhalb Stafflach der Fall, tritt die mittelostalpine Trias von Nöblach an ihre Stelle, den Fensterrahmen bildend. In der Gegend des Brennersattels fehlt stellenweise auch die Nöblacher Trias, und das Stubai Kristallin plus Tribulauntrias, wodurch die höchste Einheit, die Steinacher Quarzphyllitdecke rahmenbildend einsetzt.

So ist das Tauernfenster am Brenner geschlossen.

Der Rahmen wird jedoch hier nicht von ein und derselben tektonischen Einheit gebildet. In dem Maße, als eine Deckeneinheit auskeilt, stellt sich die nächst höhere, an ihrer Stelle den Fensterrand bildend, ein.

In diesem Sinne ist ja auch Sanders neue Bezeichnung des Tauernfensters als Scherenfenster zu verstehen. Entsprechen nun die Innsbrucker Quarzphyllite und die Nöblacher Trias wirklich der mittelostalpinen Deckenserie, können wir gleichsam von einem Fenster höherer Ordnung sprechen, welches Penninikum unter- und mittelostalpin umfaßt, dessen Rand im Norden das Inntal, im Westen der Erosionsrand des Stubai Kristallins plus Gschnitzer Trias bildet und das nach Südwest tatsächlich offen ist, wie es stets vom „Lepontinischen Tauernfenster“ behauptet wurde. Sein Rahmen wird gebildet im Norden von dem oberostalpinen Deckenkomplex der Nordtiroler Kalkalpen, im Westen vom Stubai Kristallin und seinem Mesozoikum.*)

*) Natürlich kann man alle Bezeichnungen des „primitiven Deckenschemas“ bei Seite lassen und trotzdem die Tektonik richtig sehen. Gewiß spricht vieles dafür, daß man sich von der starren, oft hinderlichen Deckensystematik befreit. Andererseits begibt man sich damit eines ausgezeichneten Verständigungsmittels, das viele umständliche Worte und Wiederholungen überflüssig macht. Wenn man sich nur immer bewußt bleibt, daß die Deckensystematik nicht als

Nördlich von Steinach über den Innsbrucker Quarzphylliten, südlich über Nöblacher Trias und am Brenner unmittelbar über den Kalkphylliten ruht die hier im Westen stark verquetschte, oberostalpine (Silvretta-Ötztaler-) Decke auf. Sie besteht aus kristallinem Grundgebirge und dem Stubai-Mesozoikum. Als höchste Deckeneinheit trägt sie zwischen Pflersch und Gschnitztal in einer Depression die Steinacher Quarzphyllitdecke, deren wahrscheinliche Zugehörigkeit zu einer höheren oberostalpinen Teildecke, die ihr Mesozoikum weit im Norden liegen hat, von mir schon angedeutet wurde.

Es zeigt sich somit in der Gegend der Brennerfurche eine ganz auffällige Häufung übereinander liegender Decken, von denen die mittleren allerdings stark verschuppt und ausgewalzt sind.

Diese Anhäufung steht offensichtlich mit dem steilen Aufsteigen der Deckenachsen von Westen nach Osten im Zusammenhang. Es hat sich auf diese Weise ein randliches Aufbiegen der höheren Decken ergeben, wie dies aus dem östlichen Aufsteigen der Schichtpakete unterhalb der Steinacherdecke sehr deutlich hervorgeht. In der hierdurch in der Längsachse entstehenden großangelegten Deckenmulde haben sich die hier tief eingebetteten Deckenkörper erhalten. Die Steinacher Quarzphyllitdecke ist als der paläozoische Untergrund der nach Norden wandernden Kalkalpen in der Vertiefung hängen geblieben. Die intensive Verzahnung mit dem tieferen Kalkkörper der Gschnitzer Trias bezeugt die Heftigkeit der treibenden Schubkräfte. Die starren Kalktafeln haben sich leicht von ihrer schieferigen Unterlage losgelöst und sind, freie Bahn vorfindend, selbständig nach Norden abgerutscht. Die tieferen Quarzphyllite hingegen fanden keinen Ausweg aus der Falle, in die sie von

etwas Starres aufzufassen ist, daß es sich eigentlich nur um an sich gleichgültige Namen handelt, die je nach dem Fortschritt der Forschung ihren Begriffsinhalt verändern können, wird sie nicht als dem Fortschritt hemmend empfunden werden müssen, sondern im Gegenteil als notwendiges Hilfsmittel, dessen Nachteile durch seine Brauchbarkeit völlig wettgemacht werden. So kann man ja, wie es Schmidt (37) kürzlich tat, die Tauern mit den Radstädter Decken und der Grauwackenzone zu einem einzigen großen Komplex zusammenziehen und wird, wie es für das Tauernwestende nachzuweisen ist, auch noch von einem Tauern-Fensterrand sprechen können, der dann allerdings, wie man es ja bisher annahm, im Südwesten unterbrochen ist. Aber wie umständlich wäre es dann beispielsweise, die Beziehungen zur Tektonik der Schweizer Alpen, die doch in so weitgehendem Maße vorhanden sind, darzustellen!

Südost hineingepreßt worden waren. Sie drangen tief in die Seitenwände der flachen Kalkschüssel ein, wo sie in den inhomogenen Rhätschichten an wenigsten Widerstand fanden. Diesem Schub in der Richtung Nordwest entspricht es auch, daß die überfahrene Trias im Süden des Obernbergertales unter der hier noch ungebrochenen Schubkraft von der Quarzphyllitdecke förmlich zerstückelt und ihre Splitter in deren Körper aufgenommen wurden, während im Norden die Trias nur mehr als Ganzes überwältigt und zum Teil ausgewalzt werden konnte, da sich hier die der vorrückenden Decke entgegenstellenden Widerstände häuften. Der andauernde Seitendruck vermochte schließlich nur noch das keilförmige Eindringen von Quarzphyllit in den Kalkkörper zu bewirken, und zwar nicht bloß in der Richtung des stärksten Schubes, sondern auch nach den Seiten, denn infolge des Widerstandes im Norden mußten sich die wirkenden Kräfte in Komponenten zerlegen.*)

Zur Frage der Schubrichtungen möchte ich vorläufig nur ganz im allgemeinen sagen, daß die Nord- und Nordwest-Richtung die vorherrschende ist. Sie ist besonders deutlich in den nordtauchenden Stirnen der Tarntaler Decke ausgeprägt.

Spitz wollte auch Ost-West-Schübe sehen, ja er sprach geradezu davon, daß seine rhätischen Bögen des Engadin noch am Brenner in Erscheinung treten (26). Doch so wie es sich in der Schweiz herausgestellt hat, daß diese rhätischen Bögen in Wirklichkeit gar nicht vorhanden sind und von Ostwest-Schüben, denen eine regionale Bedeutung beizumessen wäre, keine Rede sein kann, so dürfte es sich auch am Brenner verhalten. Ostwestliche Schübe spielen hier, gegenüber der einheitlichen Nordbewegung, eine sehr untergeordnete Rolle. Eine ganze Reihe hieher gehöriger Beobachtungen, welche sich auf scheinbare Ost-West-Bewegungen beziehen, sind gewiß an sich richtig. Doch handelt es sich dabei meist um Erscheinungen, die nur das Ergebnis sekundärer Bewegungen darstellen, welche auf

*) Es mag hier darauf hingewiesen werden, daß nach den neuesten Forschungen von Holdhaus (40) im Osten auf der Stangalpe Karbon in gleicher Position liegt, wie am Steinacherjoch. Auch dort liegt es mit Quarzphylliten als Schubmasse über triadischen Gesteinen und hat, wie ich mich auf einer Exkursion selbst überzeugen konnte, ganz ähnlich wie der Quarzphyllit südlich des Obernbergertales, zahlreiche Triasfetzen in seinem Körper verstreut, die dem aufgeschürfften Untergrund entstammen dürften. Diese weitgehende Analogie am Ost- und Westrand des Tauernfensters berechtigt zu bedeutsamen regionaltektonischen Schlüssen.

das jähe Emporsteigen der Deckenachse am Brenner von West nach Ost zurückzuführen sind.

Für die Ansicht, daß die Nordtiroler Kalkalpendecken einer höheren oberostalpinen Einheit entsprechen, als das Stubai Mesozoikum, scheinen mir auch fazielle Erwägungen maßgebend zu sein. Das Stubai Mesozoikum, bestehend aus den drei schon morphologisch ins Auge fallenden, getrennten Gebirgsgruppen des Saile—Kalkkögel, Serles—Kirchdach-Zuges und der Tribulaune, bildet, wie aus dem Bisherigen hervorgeht, eine geologische Einheit. Es ruht als normale transgressive Sedimentbedeckung auf dem oberostalpinen Grundgebirge der Ötztalermasse auf. Nun ergeben sich zwar gewisse fazielle Unterschiede zwischen Saile—Kalkkögel einerseits, und dem Gschnitzer Triasstock (Kirchdach—Serles, Tribulaune) andererseits. Sie beruhen hauptsächlich auf dem Vorhandensein der vielfältigen untertriadischen „Basalbildungen“ und der besseren Entwicklung der Raibler Schichten in den Kalkkögeln, vor allem aber auf der mächtigen und mannigfachen Entwicklung des Rhät in der Gschnitzer Trias. Im ganzen genommen bewahrt aber das Stubai Mesozoikum doch einen einheitlichen Fazies-Charakter gegenüber dem der Nordtiroler Kalkalpen mit ihrer vollständigen, alle alpinen Triasstufen gleichmäßig umfassenden Schichtfolge. Die Nordtiroler Kalkdecken müssen unbedingt tieferen Teilen der Geosynklinale entstammen, in welchen stetigere Sedimentationsbedingungen herrschten. Sie müssen im Süden des Stubai Mesozoikums abgelagert worden sein und sind über die Tribulaune nach Norden gewandert.

Es kann trotz aller Übereinstimmung nicht an der Existenz einer selbständigen zentralalpiner Fazies gezweifelt werden. Doch darf für das Brennergebiet nur das Stubai Mesozoikum als deren Vertreter bezeichnet werden. Ein ganz falsches Bild entsteht, wenn man Stubai und Tarntaler Mesozoikum in einen Topf wirft und dann mit anderen mesozoischen Gebieten faziell vergleicht. Ich verweise nur auf die großen Unterschiede in der Ausbildung der triadischen Basisschichten, der Raiblerschichten, des Rhät und Jura. Auch Spitz hat ja in seinem Vergleich von Tribulaun und Tarntaler Mesozoikum Unterschiede zugegeben, ohne jedoch daraus die entsprechenden Konsequenzen zu ziehen.

In der Vergleichsreihe Karwendel-Ketten der Nordtiroler Kalkalpen — Stubaiier Mesozoikum — Tarntaler Serie, zeigt es sich deutlich, daß die Tarntaler Fazies von der des Karwendels am weitesten entfernt ist, und daß das Stubaiier Mesozoikum den Übergang zwischen beiden herstellt. Jedenfalls aber trägt das Tarntaler Mesozoikum noch ausgesprochen ostalpine Merkmale an sich (Radiolarite).

Innerhalb des Stubaiier Mesozoikums steht aber wiederum die Fazies der Kalkkögelserie der Tarntaler Fazies bedeutend näher als jene des Gschnitzer Triasstockes. Dies zeigt vor allem die Ausbildung der Basischichten der Kalkkögel- und auch bis zu einem gewissen Grade der Raibler Schichten.

Diese Verhältnisse entsprechen ganz der theoretischen Forderung für die gegenseitige Lage der ursprünglichen Ablagerungsräume in der Geosynklinale. Am weitesten innen wurden die Nordtiroler Kalkalpen sedimentiert, sie zeigen daher die vollständigste triadische Schichtfolge. Dann folgt gegen außen das Ablagerungsgebiet des Gschnitzer Mesozoikums und der Kalkkögel in gleicher gegenseitiger Lage, wie heute. Sie besitzen eine bereits lückenhafte, nur im Groben gliederbare, fossilarme Trias. Hierauf folgte die Zone der mittelostalpinen Sedimente, für deren Vergleich wir vom Brenner zu wenig Positives wissen, sodann aber schon die unterostalpinen Sedimente der Tarntaler Serie, von allen ostalpinen dem Ufer am nächsten gelegen. Ihr Mesozoikum zeigt einen oftmaligen Wechsel der Absatzbedingungen, wie dies mit der Küstennähe zusammenhängt.

VII.

Zusammenfassung der vorläufigen Ergebnisse.

Meine Studien, die sich bloß auf einen Sommer erstreckten und ein Gebiet von relativ großer Ausdehnung umfaßten, sind, wie ich schon in der Einleitung sagte, als Vorarbeiten zu betrachten, die eine erste Übersicht über das tektonische Bild des nördlichen Brennergebietes anstrebten. Im Vorigen wurde versucht, das Ergebnis dieser Vorstudien darzulegen.

Ich glaube, die zu Beginn gestellten Fragen nunmehr wie folgt beantworten zu können:

Die Annahme einer anormalen Überfaltung der Radstädter Decken über das oberostalpine Deckensystem am Brenner kann fallen gelassen werden.

Das sogenannte Tribulaun-Mesozoikum, Saile—Kalkkögel, Serles—Kirchdach und die eigentliche Tribulaungruppe umfassend, hier als Stubai Mesozoikum bezeichnet, ist die normale transgressive Sedimentbedeckung der oberostalpinen Öztaler-(Silvretta-)Decke.

Innerhalb des Stubai Mesozoikums nehmen die Kalkkögel faziell eine gewisse Sonderstellung ein, die aber lediglich ihrer Lage am Außenrand zuzuschreiben ist. Tektonisch gehören sie, so wie das Gschnitzer Mesozoikum zur oberostalpinen (Silvretta) Decke.

Das Stubai Mesozoikum zeichnet sich durch ruhige, flache Lagerung aus.

Die Radstädter Decke ist östlich der Brennerfurche in der Tarntaler Serie vorhanden. Diese hat mit dem Stubai Mesozoikum nichts gemein. Sie liegt, wie es von einer unterostalpinen Decke zu erwarten ist, über der Schieferhülle der Tauern, teilweise den Fensterrand des penninischen Tauernfensters bildend. Die Tarntaler Berge sind zum Teil eine penninisch-ostalpine Mischungszone. Ihre Tektonik ist kompliziert. Sie wird gekennzeichnet durch übereinander geschuppte Falten und tauchende Stirnen. Weitgehende Zermalmung beherrscht das Bild.

Die Möglichkeit des Vorhandenseins einer mittelostalpinen Serie wurde angedeutet. Sie schaltet sich zwischen der Tarntaler Decke und der Öztaler Masse ein. Die stark reduzierte Dolomitzone von Nöblach wird ihr zugerechnet. Die Telfer Weiße soll ihr entsprechen. Der Widerspruch der Verfallung ihrer Trias mit dem Stubai Kristallin und ihrer gleichzeitigen Zugehörigkeit zu den Tribulaunen wäre damit beseitigt.

Auch für den Innsbrucker Quarzphyllit wird die Möglichkeit einer Äquivalenz mit dem Untergrund der mittelostalpinen Campodecke erwogen.

Als höchstes Glied der Brennerdecken erscheint die Quarzphyllitdecke des Steinacherjoches mit ihrem Karbon. Ihr gehören die Quarzphyllitberge nördlich und südlich des Obernbergtales zu. Sie ruht dem Stubai Mesozoikum auf und ist mit ihm verzahnt. Sie dürfte ein festgehaltener Teil des paläozoischen Untergrundes der nordwärts abgeglittenen Nordtiroler Kalkalpendecken sein. Sie gehört also zu einer höheren oberostalpinen Deckenserie.

Das penninische Fenster der Tauern ist am Brenner tatsächlich geschlossen. Der Rahmen wird hier nicht von einer einzigen, sondern von mehreren höheren Deckenserien gebildet, die sich gegenseitig ablösen.

Die Anhäufung der Decken am Brenner ist eine Folge der tektonischen Depression, welche durch das Aufsteigen der zentralen Deckenachse entsteht.

Das morphologische Bild der Brennersenke hängt mit diesem Phänomen zusammen.

Die Fazies der einzelnen mesozoischen Einheiten bilden eine Übergangsreihe, die vollständig deren tektonischer Zugehörigkeit zu den übereinander folgenden Deckenserien entspricht, so zwar, daß die Fazies des Tarntaler Mesozoikums von der der Nordtiroler Kalkalpen am weitesten absteht, jene der Tribulaune und der Kalkkögel sich dazwischen vermittelnd einschalten.

Ich glaube, daß so eine Reihe von Widersprüchen, die sich bisher bei der Einordnung der Brenner-Tektonik in das Bild des ostalpinen Deckenbaues ergaben, aufgeklärt sind.

Abgeschlossen im Frühjahr 1922.

Literatur.

1. J. Blaas: Geologischer Führer durch die Tiroler und Vorarlberger Alpen. Innsbruck 1902.
2. C. Diener: Bau und Bild der Ostalpen und des Karstgebietes. Wien, Leipzig 1903.
3. Fritz Frech: Ueber den Gebirgsbau der Tiroler Zentralalpen mit besonderer Berücksichtigung des Brenner. Wissensch. Ergänzungshefte zur Zeitschrift d. D. u. Oe. A.-V. Innsbruck 1905.
4. Eduard Hartmann: Der Schuppenbau der Tarntaler Berge am Westende der Hohen Tauern. Jahrb. d. geol. R.-A., Bd. LXIII, 1913.
5. F. Heritsch: Die österreichischen und deutschen Alpen bis zur alpine-dinarischen Grenze. Handb. d. Region. Geol., H. 18, 1914.
6. F. v. Kerner: Die Karbonflora des Steinacherjoches. Jahrb. d. Geol. R.-A., Bd. XLVII, 1897.
7. F. v. Kerner: Die Ueberschiebung am Ostrand der Tribulaungruppe. Verh. d. Geol. R.-A. Wien 1906.
8. F. v. Kerner: Aufnahmebericht aus dem mittleren Gschnitztal. Verh. d. Geol. R.-A., Wien 1909.
9. F. v. Kerner: Die Äquivalente der Carditaschichten im Gschnitztal. Verh. d. Geol. R.-A., Wien 1910.
10. F. v. Kerner: Die Quarzphyllite in den Rhätschichten (des mittleren Gschnitztales). Jahrb. d. Geol. R.-A., Bd. LXI, 1911.
11. F. v. Kerner: Reisebericht aus Neder im Stubaital. Verh. d. Geol. R.-A., Wien 1915.
12. F. v. Kerner: Die Ueberschiebung am Blaser westlich vom mittleren Silltal. Jahrb. d. Geol. R.-A., Bd. LXVIII, 1918.
13. F. v. Kerner: Die geologischen Verhältnisse des Blei- und Zinkvorkommens am Brenner. Verh. d. Geol. R.-A., Wien 1919.

14. F. v. Kerner: Die Grenze zwischen Kristallin und Trias am Nordhang des Tribulauns. Verh. d. Geol. St.-A., Wien 1920.
15. R. v. Klebelsberg: Der Brenner, geologisch betrachtet. Zeitschrift d. D. u. Oe. A.-V., Bd. 51, 1920.
16. L. Kober: Bericht über die geotektonischen Untersuchungen im östlichen Tauernfenster und seiner weiteren Umrahmung. Sitz.-Ber. d. Wiener Akad. d. Wissensch., 121, 13. Juni 1912.
17. L. Kober: Über Bau und Entstehung der Ostalpen. Mitteilungen d. Geol. Ges., Bd. V, Wien 1912.
18. L. Kober: Das östliche Tauernfenster. I. Teil. Allg. Erg.-Anzeigen d. Akad. d. Wissensch., mathem.-naturw. Kl. Nr. 7, 1920.
19. L. Kober: Der Bau der Erde. Berlin 1921.
20. B. Sander: Ueber neue geologische Forschungen im Gebiet der Tarntaler Köpfe. Verh. d. Geol. R.-A., Wien 1910.
21. B. Sander. Geologische Studien am Westende der Hohen Tauern. Denkschr. d. Akad. d. Wissensch., mathem.-naturw. Kl., Bd. LXXXII, Wien 1915.
22. B. Sander: Ueber Mesozoikum der Tiroler Zentralalpen. Verh. d. Geol. R.-A., Wien 1915.
23. B. Sander: Geologische Studien am Westende der Hohen Tauern. Jahrb. d. Geol. St.-A., Bd. LXX, 1920.
24. B. Sander: Tektonik des Schneeberger Gesteinszuges zwischen Sterzing und Meran. Jahrb. d. Geol. St.-A., Bd. LXX, 1920.
25. B. Sander: Zur Geologie der Zentralalpen. Jahrb. d. Geol. St.-A., Bd. LXXXI, 1921.
26. A. Spitz: Studien über die fazielle und tektonische Stellung des Tarntaler und Tribulaun-Mesozoikums. Jahrb. d. Geol. R.-A., Bd. LXVIII, 1918.
27. E. Sueß: Das Antlitz der Erde. III/2, 14. Abschnitt, 1909.
28. F. E. Sueß: Das Gebiet der Triasfalten im Nordosten der Brennerlinie. Jahrb. d. Geol. R.-A., Bd. XLIV, 1894.
29. P. Termier: Les nappes des Alpes orientales et la synthese des Alpes. Bull. soc. géol. de France, III, 1903.
30. P. Termier: Les nappes des Alpes orientales et la synthese des Alpes. Bull. soc. géol. de France, IV, 1904.
31. P. Termier: Les Alpes entre le Brenner et la Valteline. Bull. soc. géol. de France, V, 1905.
32. V. Uhlig: Der Deckenbau in den Ostalpen. Mitteilung d. Geol. Ges. Wien, Bd. II, 1909.
33. L. Cornet: Die Glimmerdiabase vom Steinacherjoch. Jahrb. d. Geol. R.-A., Bd. XXXVIII, 1888.
34. W. Hammer: Vorläufige Mitteilungen über die Neuaufnahme der Ortlergruppe. Verh. d. Geol. R.-A., 1906.
34. W. Hammer: Geologische Beschreibung der Laaser Gruppe. Jahrb. d. Geol. R.-A., Bd. LVI, 1906.
35. W. Hammer: Die Ortlergruppe und der Ciavalatschkamm. Jahrb. d. Geol. R.-A., Bd. LVIII, 1908.
36. Albert Heim: Geologie der Schweiz. Leipzig 1921.
37. W. Schmidt: Grauwackenzone und Tauernfenster. Jahrb. d. Geol. St.-A., Bd. LXXI, 1921.
38. Th. Ohnesorge: Die Gesteine des Patscherkofel-Gebietes. Tschermaks Mineral.-petrogr. Mitteilung, 31. Bd., Wien 1912.
39. Th. Ohnesorge: Ueber Gneise des Kellerjoch-Gebietes und der westlichen Hälfte der Kitzbühler Alpen und über die Tektonik dieser Gebiete. Verh. d. Geol. R.-A., 1908.
40. K. Holdhaus: Ueber den geologischen Bau des Königstuhl-Gebietes in Kärnten. Mitteilung d. Geol. Ges. in Wien, XIV. Bd., H. 1, 1922.
41. L. Kober: Regionaltektonische Gliederung des mittleren Teiles der ostalpinen Zentralzone. Aus d. Sitz.-Ber. d. Akad. d. Wissensch. in Wien, math.-nat. Kl., Abt. 1, Bd. 130, H. 10, 1921.

Nach Fertigstellung des Manuskriptes erschienene Literatur:

42. L. Kober: Bau und Entstehung der Alpen. Gebr. Borntraeger, Berlin 1923.
43. R. Staub: Der Bau der Alpen. Beitr. z. geolog. Karte d. Schweiz. Neue Folge, 52. Liefg., Bern 1924.
44. F. Kerner: Der Schuppenbau der Gipfelregion des Steinacherjoches. Verh. d. R.-A., 1922.
45. R. Schwinner: Das Paläozoikum am Brenner. Zentralblatt für Mineralogie usw., Abt. B, 1925, Nr. 8 und 9.

Inhaltsübersicht.

Vorbemerkung	68
I. Einleitung	70
II. Uebersicht der Probleme	72
III. Das Mesozoikum westlich der Brennerfurche	76
a) Der Saile-Kalkkögelzug	77
b) Der Serles-Kirchdachzug	81
c) Die Tribulaungruppe und das Steinacher Quarzphyllitgebirge	88
Die Tribulaungruppe	89
Die Triasschuppen unter der Steinacher Decke	96
Die Steinacher Quarzphyllitdecke	108
Die Tektonik von Gschnitz-Trias und Steinacher Decke	110
IV. Das Mesozoikum der Tarntaler Berge	118
Vergleich des Tarntaler mit dem Stubai-Mesozoikum	119
Bemerkungen zur Tektonik der Tarntaler Berge	125
Die lamellierte Tarntaler Zone von Navis bis Steinach	131
V. Die tektonische Stellung des Innsbrucker Quarzphyllites und der Nösslacher Trias	137
VI. Versuch einer tektonischen Gliederung des Tauern-Fensterrahmens nördlich des Brenner	141
VII. Zusammenfassung der Ergebnisse	148
Literaturverzeichnis	150

Otto Meier, Studien zur Tektonik des Tauernfensterrahmens am Brenner.

