

Die Deckentektonik
der Murauer und der Metnitzer Alpen.

Von

A. Tornquist in Graz.

Mit 2 Tafeln, einer Kartenskizze und 5 Profilen.



STUTT GART 1916.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
Nägele & Dr. Sproesser.



Die Deckentektonik der Murauer und der Metnitzer Alpen.

Von

A. Tornquist in Graz.

Mit Taf. IV, V, einer Kartenskizze und 5 Profilen.

Inhalt.

	Seite
A. Einleitung	93
Die Begrenzung des Gebietes	96
Die älteren Arbeiten	96
B. Die Einzelbetrachtung	101
C. Die Deutung der Einzelergebnisse	126
1. Die Gesteine	126
2. Der Gebirgsbau	133
3. Die Auffassung der vorliegenden Tektonik im Rahmen der alpinen Tektonik	142

A. Einleitung.

Die nachstehende Untersuchung beschäftigt sich mit einem Teil des Schiefer- und Kalkgebirges, welches südlich der hohen Zone der Niederen Tauern im engeren Sinne inmitten der Zentralalpen gelegen ist. Es sind das die Murauer und Metnitzer Alpen, welche von West nach Ost von der oberen Mur und dem Metnitzbach durchflossen werden. Sie bilden nach der Gliederung des Alpengebirges von A. BÖHM einen Teil der Niederen Tauern und der Norischen Alpen¹.

¹ A. BÖHM (Einteilung der Ostalpen. Geogr. Abh. von A. PENCK. 1. 3. 1887) läßt die Niederen Tauern vom oberen Ennstal im Norden bis zum oberen Murtal im Süden reichen und benennt die Gebirge südlich des Murtals bis zum Klagenfurter Becken einschließlich der Seetaler Alpen,

Dieser Teil der Alpen ist in den letzten zwanzig Jahren, in welchen unsere Anschauungen von der Tektonik des Hochgebirges revolutioniert worden sind, um sich heute noch im Zustande der Klärung zu befinden, nicht mehr untersucht worden. Gerade die neuesten theoretisierenden Arbeiten haben aber trotzdem in wachsendem Maße auf seine Tektonik Bezug genommen, so daß mir das Einsetzen einer Neuuntersuchung hinreichend wichtige Ergebnisse versprach.

Die gründlichen Untersuchungen von G. GEYER in den Jahren 1889—1891 haben uns die Art der Gesteine, welche hier auftreten, genauer kennen gelehrt. Glimmerschiefer, Kalke, Quarzphyllite, Tonschiefer und Grünschiefer teilen sich in den Aufbau der Berge. Die Lagerung dieser Gesteine ist nach GEYER eine recht einfache. Eine weite, einfache Mulde soll vorhanden sein, die eine leichte Auffaltung besitzt. Auf diese Angaben hin erschienen die Murauer und Metnitzer Alpen als ein Gebirgsstück, dessen Tektonik schlecht in den Rahmen der Alpentektonik paßt. E. SUSS hat sie im dritten Band seines „Anlitz der Erde“ zu der Schieferhülle der Tauern gerechnet und „verbindet die alten Felsarten der Mur-alpen im Osten der Tauern mit jenen von Stubai im Westen“, er unterscheidet aber an anderer Stelle die Hohen Tauern „bestehend aus einem Stock von Central-Gneiss und einer Schieferhülle, und im Gegensatz dazu ein weites, namentlich in Steiermark sehr ausgedehntes Gebiet, das keinen Central-Gneiss und keinen so übersichtlichen, bis zu einem gewissen Grade concentrischen

der Sau-Alp, der Koralpe und des Bacher als Norische Alpen. Demnach würde das nachstehend behandelte Gebiet zu den südlichsten Höhenzügen der Niederen Tauern und den nordwestlichen der Norischen Alpen gehören. Die südlichen Höhenzüge der Niederen Tauern und der Rottenmanner Tauern im Osten sind von A. BÖHM als Tamsweg—Sekkauer Höhenzug bezeichnet worden. Diese Benennung ist selbst ungebräuchlich und faßt geologisch heterogene Gebirge zusammen. Ich ziehe es daher vor, von den Murauer Alpen zu sprechen, welche den Hochzonen der Niederen Tauern südlich vorgelagert sind, am Saalbach bei St. Ruprecht in die westlichen Tamsweger Alpen, am tief eingeschnittenen Wölzer Tal aber im Osten in die Wölzer Alpen übergehen. Die Metnitzer Alpen sind schon von A. BÖHM so benannt worden. Die östliche Begrenzung der Murauer und Metnitzer Alpen im Wölzer Tal und im Urtel- und Olsatal auf der Linie Teufenbach—Neumarkt—Friesach stellt zugleich eine wichtige tektonische Begrenzung dar. Die Murauer Alpen gehören ausschließlich zu Steiermark, die Metnitzer Alpen teilweise zu Kärnten.

Bau besitzt“. Der Meister tektonischer Auffassung hat mit dieser Bezeichnung ein überaus zutreffendes Bild von der bisherigen Kenntnis des Gebietes gegeben. Neuerdings hat HERITSCH¹ wiederholt in seinen bemerkenswerten Ausführungen über die Tektonik der Ostalpen auf das Gebiet der Murauer und Metnitzer Alpen auf Grund der GEYER'schen Darstellungen zurückgegriffen. Nach seiner Ansicht hätte das Gebirge keine lebhaft postvaristische Störung mitgemacht, was durch die Transgression des Stangalp-Carbons bewiesen werde. Er schreibt ihm die Rolle einer starren Masse, eines varistischen Horstes inmitten des Alpenzuges zu, welches von mesozoischen und tertiären Deckenschüben im Gegensatz zu den Hohen Tauern nicht betroffen sei. Diese mit der nachstehend durchgeführten Untersuchung in Widerspruch stehende Auffassung unseres Gebietes benützt der gleiche Autor entschieden zur Ablehnung eines vor allem von KOBER angenommenen Deckenschemas der Ostalpen. Über das im Süden der Niederen Tauern gelegene, nach ihm tektonisch nicht bewegte Gebirgsland könnten die mesozoischen Decken der nördlichen Kalkalpen nicht hinweggeschoben sein. Die Decken der Kalkalpen müßten also nördlich der Tauernachse gewurzelt haben. Er hält den nördlichen Teil der Tauernkette für die ursprüngliche Auflagerungsfläche. Da diese Fläche aber, vor ihrer Faltung ausgeglättet gedacht, zu klein für eine Auflagerung erscheint, nimmt er zwischen den Tauern und den Kalkalpen eine Verschluckungszone im Sinne von AMPFERER-HAMMER an. Es wird am Schluß dieser Abhandlung auf das teilweise Richtige und Natürliche der Auffassung von HERITSCH zurückzukommen sein. Vorerst muß aber gezeigt werden, daß unser Gebiet durchaus keinen Horstcharakter besitzt, sondern durch den intensivsten alpinen Zusammenschub ausgezeichnet ist.

Die Bedeutung, welche die Murauer und Metnitzer Alpen für die Auffassung der Gesamttektonik der Ostalpen besitzen, ist also eine recht bedeutende. Da sich nun aus der Spezialuntersuchung ein vollständig neues Bild ihrer Tektonik gegenüber dem bisherigen ergeben hat, so waren auch die eben mitgeteilten Schlußfolgerungen zu revidieren. Die Begehung hat vor allem ergeben, daß die einfache Lagerung der Kalk- und Schiefergesteine hier

¹ FR. HERITSCH, Die Bauformel der Ostalpen. Dies. Jahrb. I, 2. 1915.

keineswegs besteht, daß das Gebirge keineswegs als eine alte Masse eine dem alpinen Bau fremde Struktur besitzt, sondern daß in den Murauer und Metnitzer Alpen ein alpines Deckenland von seltener Klarheit und Reinheit vorliegt. Sie können geradezu als leicht überzeugendes Musterbild alpinen Deckenbaus bezeichnet werden. Die scheinbare Einfachheit der Tektonik nach der Ansicht der älteren Autoren und ebenso die Klarheit der Deckentektonik wird dabei durch den Umstand bedingt, daß das Gebirge während der Deckenschübe und nach ihnen von einer Faltung und von Intrusionen verschont geblieben ist. Die ursprünglich nahezu söhliche Lagerung der Decken übereinander und der vielfach söhliche Verlauf der Überschiebungsebenen ist in großer Erstreckung heute noch fast unverändert erhalten.

Die Begrenzung des Gebietes.

Die untersuchten Gebirgsstücke sind nach Ost, Nord und West durch geologische Grenzen verhältnismäßig scharf begrenzt. Im Norden und Nordwesten tritt, wie schon ROLLE und nach ihm STUR hervorgehoben haben, die Unterlage, d. h. die mächtige Serie von Glimmerschiefern, Graniten und Gneisen im engeren Gebiet der Niederen Tauern weithin an die Tagesoberfläche. Im Westen greift dagegen als Überlagerung das bekannte Carbon der Stangalpe an der steiermärkisch-kärntner-salzburger Grenze in den Gebirgsbau ein, während im Osten die zuerst von G. GEYER in ihrer großen Bedeutung erkannte NNW—SSO streichende, abweichende Struktur der östlichen Norischen Alpen, speziell der Wölzer und Neumarkter Alpen, in dem oben bezeichneten Verlauf der Tallinie des Wölzer-, Urtel- und Olsatals auf der Neumarkt—Teufenbacher Linie eine scharfe Begrenzung bildet. Allein nach Süden erscheint die geologische Begrenzung offen.

Die älteren Arbeiten.

Die ältesten geologischen Aufnahmen in den Murauer Alpen stammen von ROLLE, ihnen ist auch STUR in seiner Geologie von Steiermark (1871) im wesentlichen gefolgt. ROLLE¹ hat ein sehr anschauliches Bild von den Murauer, Neumarkter und Zeiringer

¹ FR. ROLLE, Ergebnisse der geognostischen Untersuchung des südwestlichen Teiles von Obersteiermark. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 5. 1854. p. 322.

Bergen entworfen und eine große Anzahl von Einzelbeobachtungen über Lagerung und Art der sie zusammensetzenden Gesteine mitgeteilt. Von besonderem Wert sind seine Angaben über den Bergbau, welcher hier umgegangen ist und z. T. heute noch betrieben wird. Eine große Anzahl später bestätigter Angaben finden sich bereits in dieser Schrift. Ihm ist schon die starke Fältelung ganz bestimmter Gesteinsschichten, auf welche in der folgenden Darstellung besonderer Nachdruck gelegt werden wird, aufgefallen. Er tut ihrer in den folgenden Sätzen Erwähnung: „In manchen Felspartien zeigen sich die Schichten in hohem Grad gebogen und gewunden, . . . oder sogar spitzwinkelig geknickt, so daß das Querprofil eine schöne zickzackförmige Zeichnung ergibt. Gewöhnlich beträgt die Wellenhöhe solcher Schichtbiegungen einige Zoll, steigt aber auch in einzelnen Ausgehenden bis zu einem Fuß Höhe und mehr. Es läßt sich erkennen, daß besonders die kalkigen und quarzigen Einlagerungen des Schiefers es sind, welche solche welligen Biegungen und Knickungen in demselben erzeugen . . .“ Seine Beobachtungen sind auch im übrigen vollständig zutreffend. Er erkannte den Granatglimmerschiefer als das tiefste Gesteinsglied, beschreibt darüber einen Übergangsschiefer und dann den Murauer Kalk. Er spricht auch von mehreren Kalkgliedern und trennt den Grebenzen-Kalk damit von dem Murauer Kalk. ROLLE und STUR haben sodann eine zutreffende Begrenzung des Gebietes gegeben, in welchem die „semikristallinen“ Gesteine der Murauer—Neumarkter Mulde auftreten. Im Norden sind sie vom Katschtal, im Westen von der Linie Seebach—Tratten—St. Georgen, im Osten von dem Glimmerschiefer der Seetaler Alpen und dem Glimmerschiefergebiet östlich des Wölzertals begrenzt.

In den Jahren 1889—1891 ist G. GEYER im Auftrage der k. k. geologischen Reichsanstalt in Wien zu einer geologischen Einzelaufnahme der Murauer und Metnitzer Alpen geschritten, deren Resultate in den Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt¹

¹ G. GEYER, Bericht über die geologischen Aufnahmen im Gebiet des Spezialkartenblattes Murau. Verh. d. k. k. geol. R.-A. 1891. p. 108; — Bericht über die geologischen Aufnahmen im oberen Murtale. Ebenda. p. 352; — Über die Stellung der altpaläozoischen Kalke der Grebenze in Steiermark und den Grünschiefern und Phylliten von Neumarkt und St. Lambrecht. Verh. d. k. k. geol. R.-A. 1893. p. 406.

niedergelegt worden sind. GEYER war bestrebt, eine stratigraphische Gliederung der vorkommenden Gesteine auf Grund ihrer Lagerung vorzunehmen. Er unterscheidet im Aufbau des Gebirges die kristallinen Schiefergesteine der Tauernkette von den halbkristallinen Schiefen der Murauer Mulde. Zu den ersteren rechnet er der Gneisserie zugehörig: Hornblendegneise und schieferige Gneise und Augengneise, ferner die Glimmerschieferserie, zu den letzteren der Kalkphyllitgruppe zugehörig: gut geschichtete, kristallinische Kalke, hellbraune, kalkreiche Schiefer und graphitische Schiefer; der Kalktonphyllitgruppe zugehörig: grüne Schiefer und glänzende Phyllite. Die Kalktonphyllitgruppe hat er später als Quarzphyllitgruppe zusammengefaßt; Quarzphyllite selbst sind in ihr aber nur zum geringen Teil enthalten, die Grünschiefer überwiegen. GEYER hat eine wertvolle eingehende Beschreibung dieser Gesteine gegeben und faßt das Verhältnis ihrer tatsächlichen Lagerung vom Hangenden zum Liegenden in der folgenden Tabelle zusammen:

IV. Kalktonphyllite.	9. Grünschiefer mit Einlagerung violetter Tonschiefer.
	8. Metallisch glänzende Phyllite.
	7. Schwerer, schwarzer, kohligter Schiefer.
III. Kalkphyllitgruppe.	6. Kalkglimmerschiefer mit Lagen von körnigem Kalk und graphitischen Schiefen.
	5. Grüner Hornblendeschiefer.
II. Glimmerschieferserie.	4. Hellgrauer, feinschuppiger Granatglimmerschiefer.
	3. Grobschuppiger, quarz- und erzreicher Glimmerschiefer mit Pegmatit-, Kalk- und Amphibolitlagern.
I. Gneisserie.	2. Schieferige oder porphyrische Gneise mit Glimmerschieferlagen.
	1. Hornblendegneise.

GEYER betont vor allem, daß die Kalke mit Kalkglimmerschiefer (6) überall zwischen dem unterlagernden Granatglimmerschiefer und den hangenden Phylliten und Grünschiefern gelegen sind. Dabei nehmen die Kalke von West gen Ost an Mächtigkeit zu, so daß sie am Pleschaitz und Puxerberg im Westen des Wölzertals, ferner südlich davon jenseits des Murtals am Blasenkogel und an der Grebenze gegen die Phyllite und Grünschiefer weit überwiegen. Diese Zunahme der Mächtigkeit ist nach ihm auf

einen rein lithogenetischen, primären Vorgang bei der Bildung der Gesteine zurückzuführen. Er nennt diese Mächtigkeitszunahme ein „lithologisches Moment“. Die oberen Kalkhorizonte des östlichen Gebietsteils sollen gewissermaßen die heteropische Vertretung der im Westen in großer Mächtigkeit vorhandenen Tonglimmerschiefer und Grünschiefer sein. Mit dieser Auffassung hat sich auch GEYER dort auseinandersetzen gewußt, wo unzweifelhaft Kalke über Quarzphylliten und Tonglimmerschiefern gelegen sind. So faßt er die Kalkkuppe des Adelsberges bei Schauerfeld als eine aus dem Quarzphyllit emporragende Klippe auf, während sie in der Tat diesem aufgelagert ist. In seiner letzten Publikation ändert GEYER schließlich dahin seine Ansicht, daß er im Neumarkter Gebiet nunmehr auch im Liegenden der Kalke Phyllite zugibt, welche aber niemals mit Grünschiefern in Verbindung treten und sich dadurch von den unter den Kalken liegenden quarzführenden Phylliten unterscheiden sollen. Ein gewisser Widerspruch ist in der GEYER'schen Darstellung ferner insofern vorhanden, als er der Quarzphyllitgruppe eine „selbständige Lagerung“ zuspricht. Während sie bei Murau die Kalke und Kalkphyllite überlagert, bilden auf der Pranker Höhe und am Goldach-Nock im Südwesten Grünschiefer und Phyllite das unmittelbar Hangende eines verhältnismäßig tiefen Niveaus, der Granatglimmerschieferserie. Hier ist nach GEYER das Verschwinden des Kalkniveaus zwischen Glimmerschiefer und der Quarzphyllitserie nicht auf eine heteropische Vertretung der Kalke durch die Quarzphyllite zurückzuführen. Zwischen zwei Gesteinsfolgen, welche sich im Osten heteropisch vertreten können, dürfte aber eine gegenseitig ungleichförmige Lagerung im Westen schwer verständlich sein.

Diese Beispiele und eine Anzahl anderer, neu untersuchter Aufschlüsse werden im folgenden zeigen, daß die Überlagerung der Kalke durch die Tonschieferserie keineswegs eine normale ist, sondern daß zwischen beiden eine Dislokationsebene großen Stils gelegen ist, ebenso daß die Überhandnahme der Kalkdecken von West gegen Ost eine Folge der tektonischen Vorgänge ist, so daß mit andern Worten die Lagerung der Gesteinsserien und ihr gegenseitiger Schichtverband kein primärer ist und eine vollständig andere Bedeutung besitzt, als sie ihm GEYER zuschreiben konnte.

Eine Diskordanz hat GEYER allein zwischen dem liegenden

Granatglimmerschiefer und den hangenden Kalkphylliten und Kalken bezw. Tonschiefern hervorgehoben. Diese Diskordanz war schon STUR und ROLLE aufgefallen. Die Deutung, welche GEYER der Lagerung der von ihm unterschiedenen Gesteinsfolge gibt, ist in seinen in einer letzten Publikation (1893) veröffentlichten Profilen durch die Phyllitmulde von St. Lambrecht und durch Grebenze und die Phyllitmulde von Neumarkt deutlich zum Ausdruck gekommen. Er sieht in dem Murauer—Metnitzer Gebirge eine große, einfache Mulde mit flach einfallenden Schenkeln, in der sich eine kleine Anzahl leichter sekundärer Wellen angelegt haben. Die große Mulde wird von ihm als die Murauer Mulde bezeichnet.

Einen wichtigen Beitrag zur Auffassung der Kalke hat sodann F. TOULA¹ erbracht. Er fand gelegentlich eines Besuches der Grebenzealpe am Abfall nach St. Lambrecht in den dunkel gefärbten tiefen Kalken des Grebenzegipfels Crinoidenstielglieder mit sicher erkennbaren fünf Nahrungskanälen und andere mit doppelten Nahrungskanälen, wie solche bei den Hilfsarmen von *Cupressocrinus* auftreten. Aus diesen Funden schließt TOULA auf devonisches Alter der Kalke. TOULA bezweifelt zugleich, daß die Kalke hier das Liegende der GEYER'schen Quarzphyllite seien. GEYER hat sodann mit Recht hervorgehoben, daß die von TOULA beobachteten Quarzphyllite von dem Grebenzekalk durch eine Querstörung getrennt sind und somit hier nicht ihr Liegendes bilden. Seiner Ansicht nach sind auch die sehr bemerkenswerten Crinoidenfunde von TOULA nicht hinreichend zur einwandfreien devonischen Altersbestimmung.

Von allen Autoren wird ferner die Übereinstimmung der im Murauer Gebiet auftretenden Gesteine mit denen des Grazer Paläozoicums hervorgehoben. Auch in den das Grazer Becken umrandenden Gesteinen bilden Granatglimmerschiefer das Liegende, mit ihm treten sowohl marmorisierte helle und zwar dem Silur zuzurechnende Kalke, der Schöckelkalk, als dunkle Crinoidenkalke und Grünschiefer, die Semriacher Schiefer, in Lagerungsbeziehungen auf. In der vorliegenden Untersuchung wird aber auf einen neuerlichen Vergleich mit dem Grazer Paläozoicum, dessen Tektonik zurzeit noch immer strittig ist, vorerst nicht eingegangen.

¹ FR. TOULA, Die Kalke der Grebenze im Westen des Neumarkter Sattels in Steiermark. Dies. Jahrb. 1893. II. — Näheres später p. 131 ff.

B. Die Einzelbetrachtung.

Von der meist empfehlenswerten Methode, der Besprechung des Aufbaus der einzelnen Landschaftselemente die Beschreibung der auftretenden Gesteine vorangehen zu lassen, soll im folgenden aus dem Grunde abgesehen werden, weil die Beschaffenheit der kristallinen und halbkristallinen Gesteine der Murauer- und Metnitzer Alpen wiederum nur aus der Tektonik heraus verständlich ist.

Das Gebiet wird von einer Anzahl von Decken zusammengesetzt, welche jeweils primär gleiche Gesteine enthalten. In je tieferer Decke die Gesteine auftreten, in um so intensiverer Metamorphose treten sie uns entgegen. Auch ist eine ursprünglich gleichartige Gesteinsdecke in dem nördlichen Gebirgstheil intensiver verändert worden als im Bereich des südlichen. Es geht hieraus schon die besondere Schwierigkeit hervor, welche der gesamten Aufklärung entsteht. Es ist nirgends angängig, aus der petrographischen Beschaffenheit der Gesteine auf die Zugehörigkeit zu den einzelnen Decken zu schließen. Nur die genaue Beobachtung der Lagerung der Gesteine, der tektonischen Diskordanzen, der Diskontinuitäten, läßt Schlüsse auf die Tektonik zu, und nur das genaue Verfolgen dieser Diskontinuität über Berg und Tal kann die Tektonik des Gebietes aufklären und läßt in letzter Linie eine Erklärung für die Beschaffenheit der Gesteine zu.

In der folgenden Einzelbetrachtung soll mit der Besprechung der obersten Decke des untersuchten Gebietes begonnen werden, einesteils weil diese Decke am klarsten in ihrer heutigen Ausdehnung und Gesteinsbeschaffenheit erkannt werden kann, andererseits weil ihre Gesteine die geringste Veränderung erfahren haben. Diese oberste Decke ist vor allem in dem Gebirgsstock der Grebenze entwickelt.

1. Die Grebenze und ihre Umgebung.

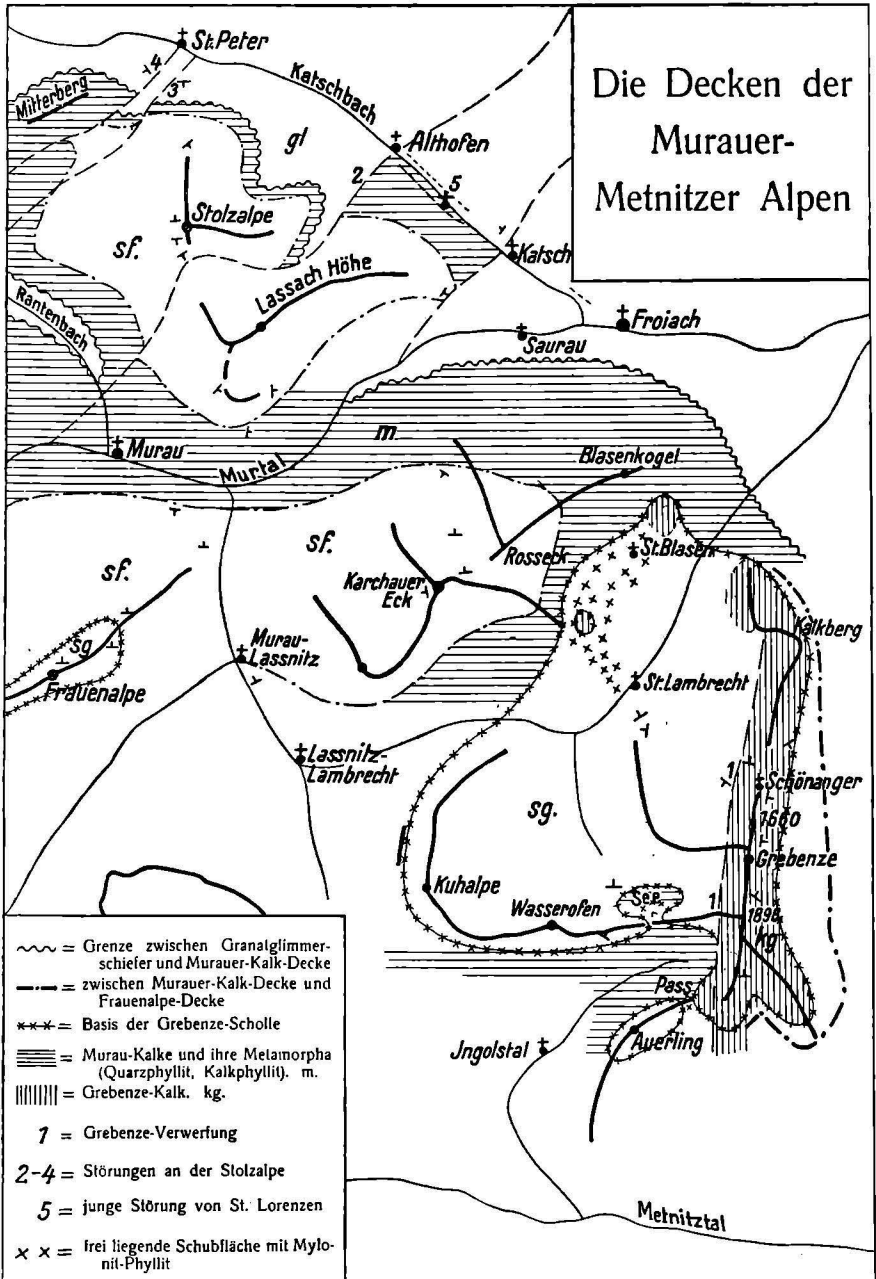
Die Grebenze ist ein steil aus dem Olsatal aufsteigender Gebirgsstock, welcher eine ausgesprochen nordsüdliche Erstreckung besitzt und in mehreren runden Gipfelpartien bei 1850 m, 1896 m und bei 1821 m kulminiert. Im Süden fällt die Grebenze in felsigen Gesteinsabbrüchen (Kaiserreich) zu den dem Metnitztal bei St. Stefan vorgelagerten Höhen ab. Im Norden setzt die Grebenze

über den Paß der Schönanger Wallfahrtskirche in den Kalkberg (1520 m) über, dessen Fortsetzung nördlich des Murtals der Puxberg (1499 m) und der Pleschaitz (1797 m) darstellt. Nach Westen entsendet die Grebenze drei hohe Riegel senkrecht zu ihrer Längserstreckung, im Norden, westlich des Gipfels 1870 m, den Riegel zum Lechner am Bach. weiter südlich den Riegel, der zum Auerlingsee hinabreicht, und noch weiter südlich den Riegel, welcher über den Auerlingpaß zum Auerlingberg (1446 m) hinüberführt. Der mittlere Riegel des Auerlingsees findet in einer zusammenhängenden Bergkette über den Wasserofen (1556 m) bis zur Kuhalpe (1784 m) seine Fortsetzung. Südlich dieses Riegels fällt das Gebirge nach Ingolsthal und Roßbach ab, nördlich zum Lambrechtthal (s. nachstehende Kartenskizze).

Der Aufbau der Grebenze ist von GEYER und TOULA besprochen worden. Aus der Erkenntnis des Deckenbaus ergibt sich natürlich ein wesentlich neues Bild. Die Gipfelpartie besteht aus lichten, zuckerkörnigen, marmorisierten Kalken, die in ihren höheren Horizonten schichtungslos sind und als Riffkalke erscheinen. Unter diesen Riffkalken treten lichte, geschichtete Kalke auf, welche besonders am Abfall des Gipfels zur Grebenzehütte (1660 m) im Norden und am Scharfen Eck am Südabfall der Grebenze zu beobachten sind. Noch tiefer folgen graue und schwarze, bituminöse Kalke, welche stellenweise mit Crinoidenstielgliedern erfüllt sind und die eingangs erwähnten, besonders auffallenden Funde von TOULA geliefert haben. Die schichtungslosen Riffkalke lassen das Einfallen nicht erkennen, die geschichteten lichten Kalke zeigen um den nördlichen Gipfel ein östliches, südlich des Gipfels 1870 m ein nordöstliches Einfallen, das bis vor dem Scharfen Eck im Süden anhält, um hier in ein nördliches überzugehen.

Das meist östliche Einfallen der Kalke beweist, daß der Grebenzegipfel hart an der östlichen Grenze unseres Gebietes gelegen ist, d. h. dort, wo die normale Lagerung der Murauer und Metnitzer Alpen von der abweichenden Struktur des Neumarkter Sattels durch aus NNW gegen SSO streichende Störungen abgeschnitten wird.

Auch im Westen ist die Grebenze von einer Störung begleitet, welche GEYER allerdings als ein Absinken der westlich vorgelagerten Riegel gegen die Grebenze aufgefaßt hat. An den Ansatzstellen



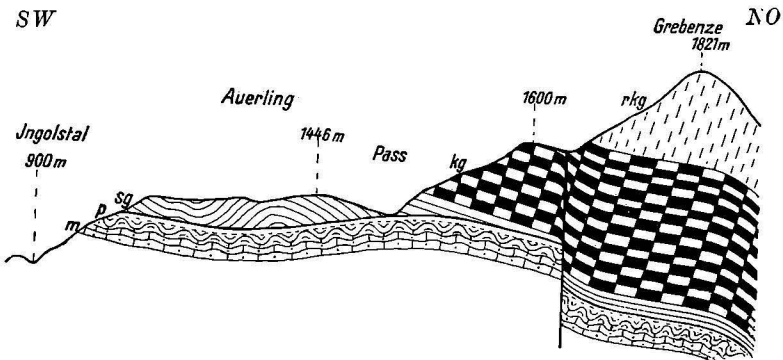
gl = Granatglimmerschiefer, m = Muraukalk, sf = Grünschiefer der Frauenalpescholle, sg = Grünschiefer der Grebenzescholle, kg = Grebenzekalk.

der Riegel stoßen jedenfalls fremdartige Gesteine an den Grebenzekalk.

Der Riegel zum Lechner am Bach. An dem von St. Lambrecht über diesen Riegel aufsteigenden Pfad zur Grebenzehütte beobachtet man oberhalb St. Lambrecht (1020 m) 45° NW fallende sericitische Grünschiefer und gelangt dann bei 1090 m in eine Felsrippe von westlich fallenden, grünlichgrauen, sandigen, milden, sericitarmen bis sericitfreien, körnigen Grauwacken. In 1180 m Höhe fällt die Felsrippe 40° nördlich und bei 1220 m Höhe wieder westnordwestlich. Bei 1330 m Höhe sind die gleichen Gesteine noch anstehend zu beobachten. Dort, wo der Pfad bei 1430 m nach Osten der Grebenze zu umbiegt, treten als Liegendes der Grauwacken stark verfaltete, sehr quarzreiche Quarzphyllite auf, in welche gelegentlich blaugrüne Sericitkieselschiefer eingefaltet sind. In einer Meereshöhe von 1560 m beginnt an einem Bruch der Grebenzekalk, dessen mit 45° östlich einfallende schwarze Kalkbänke hier die bereits erwähnten TOULASCHEN Crinoiden geliefert haben.

Der Riegel am Auerlingsee. Ähnliche Gesteine setzen den Riegel zum Auerlingsee zusammen. Beim Abstieg von der Grebenzegipfelpartie 1870 m sind bei 1770 m ostnordöstlich mit 45° fallende, weiße, körnige, schieferige, marmorisierte Kalke sichtbar, welche bei 1730 m von dunklen Kalken unterteuft werden, welche auch hier Crinoidenreste erkennen lassen. Beim Betreten des Riegels stoßen dann aber mit 45° gegen ONO fallende, dunkelgrüne, phyllitische und graugrüne Sericitschiefer gegen den Kalk ab. Bei 1640 m Höhe zeigen die gleichen Gesteine eine auffallende Verkieselung, welche auch in der Führung von Quarzknollen zum Ausdruck kommt. Das gleiche Gestein bildet die ganze Höhe des Riegels bis knapp vor dem Auerlingsee (ca. 1300 m) abwärts. Nur sind die tieferen Partien, und zwar unterhalb 1540 m, durch Zunahme des Quarzgehalts (eines schönen Milchquarzes) und durch zunehmende Verquetschung ausgezeichnet, welche stellenweise in eine starke Kleinfältelung übergeht. Diese Fältelung besteht aus vertikal übereinandergelegten kleinen Gesteinsfalten und zeigt überzeugend, daß wir uns einer Dislokationsebene nähern. Diese Dislokationsebene selbst ist am Paß (1346 m) oberhalb des Auerlingsees ausgezeichnet aufgeschlossen, und zwar in Form einer ca. 20 m mächtigen Folge ebengeschich-

teter, tiefschwarzer, glänzender Quarzphyllite. Diese stellen ein teilweise graphitisches, mit flachen Quarzknollen und schnell auskeilenden Quarzlagen versehenes, fast sölilig gelagertes, hochmetamorphes Schiefergestein dar, welches den Charakter eines Mylonits besitzt, welcher sich als solcher vor allem von dem direkt in seinem Liegenden befindlichen, mächtigen Kalkniveau scharf abhebt. Da das Vorkommen dieses schwarzen, glänzenden Quarzphyllits für den Aufbau unseres Gebietes von besonderer Bedeutung ist, so soll er in Zukunft als Mylonit-Phyllit bezeichnet werden. Daß der Phyllit in der Tat genau in der Fläche der hier



Profil durch die Grebenze und den Riegel des Auerlingberges.

rkg = Grebenze-Riffkalk, *kg* = gebankte Kalke der Grebenze, *sg* = Grünschiefer, *p* = gefältelte Kalke unter dem Mylonit-Phyllit der Überschiebungsfäche, *m* = nicht gefältelte Kalke der Frauentalpescholle.

annähernd sölilig verlaufenden Dislokationsebene gelegen ist, ergibt sich mit größter Bestimmtheit aus der Beschaffenheit der in seinem Liegenden auftretenden Kalke, welche bis zu einer Tiefe von 60 m eine außerordentlich starke Fältelung aufweisen. Diese Fältelung ist unterhalb des Wasserofens und am ganzen Gehänge des oberen Ingoltals in den trotz dieser Fältelung außerordentlich festen und harten, bankigen Kalken wunderbar deutlich zu beobachten. An großen Handstücken dieser Kalke, welche ich in den Schutthalden der gefältelten Kalkbänke aufgesammelt hatte, trat die äußerst intensive Kleinfältelung besonders nach dem Anschliff und nach der Politur sehr schön hervor (s. Taf. V). Diese Kalke verlieren ihre Fältelung dabei mit der Tiefe und nehmen hier ungefähr 60 m unter ihrer Oberkante eine ungestörte Schich-

tung an. Als Anzeichen von Druckmetamorphose ist unterhalb des stark gefältelten, oberen Horizontes des Kalkes dann nur eine geringe, söhlig verlaufende Druckschieferung erkennbar. Mit dem Antreffen des Mylonit-Phyllits ist zugleich die Grenze zweier übereinandergelegener und übereinandergeschobener Schollen erreicht. Die obere Scholle soll als die *G r e b e n z e - S c h o l l e* bezeichnet werden, die tiefere, später noch zu besprechende als die *F r a u e n a l p e - S c h o l l e*.

Der Riegel des Auerlingberges. Dieser Riegel unterscheidet sich von den beiden nördlichen dadurch, daß auf ihn der Grebenzalk übergreift, der den beiden nördlichen Riegeln vollständig fehlt. Die Störung am Westende des Grebenzerückens nimmt hier im Süden stark in ihrer Sprunghöhe ab. Sie verläuft hier in beiläufig 1600 m Meereshöhe unterhalb des Scharfen Ecks und ist an einer paßartigen Einsenkung des Gebirgsabfalls deutlich markiert. Unterhalb dieser Einsenkung, also westlich der Störung, beobachtet man 30° gegen O fallende, geschichtete und teilweise geschieferte lichte Kalkbänke, welche gegen die nördlich einfallenden Kalke des Scharfen Ecks jenseits der Störung abstoßen. Unter ihnen folgen 30° NNO fallende, dunkle Kalke mit seltenen Crinoidenresten, offenbar die Basis der Grebenzkalke. Hier ist sodann das Liegende des Grebenzkalces, ein Sericitkieselschiefer mit Quarzknollen, direkt oberhalb des Passes über dem Auerlingberg sichtbar, welcher vollständig mit Gesteinen am Riegel am Auerlingsee übereinstimmt. Auch westlich des Passes sind die gleichen Gesteine auf der Höhe des Auerlingberges sichtbar. Bei 1430 m Höhe steht ein mit Quarzknollen durchsetzter Sericitquarzschiefer an. An der Paßhöhe selbst wird aber bereits der vorher beschriebene *M y l o n i t - P h y l l i t* sichtbar. Eine Begehung der Gehänge der beiden nördlichen Riegel läßt erkennen, daß sich der Mylonit-Phyllit auf der ganzen Erstreckung sowohl auf der Südseite als auch auf der Nordseite des Riegels zum Auerlingberg verfolgen läßt und daß er sich ungefähr mit dem Pfad, welcher die Übergänge der beiden Riegel als Verkehrsweg zwischen St. Lambrecht und St. Stefan bzw. Friesach überschreitet, in den Grund des Talkessels zum Steilabfall der Grebenze mit ungefähr nordöstlichem Einfallen hinab erstreckt.

Jenseits des Auerlingberges gegen die südliche Fortsetzung zur Kote 1360 tritt ebenfalls wieder als Liegendes des Mylonit-

Phyllits der ungemein stark dynamisch gefälte, tiefere Kalk auf.

Tektonik der Grebenze. GEYER hat die Grebenze als einen Horst betrachtet, welcher sich gegen das westliche Vorgebirge, also gegen die besprochenen Riegel in höherer Lage befindet. Nur so war es ihm möglich, die über dem Mylonit-Phyllit gelegenen Grebenzekalke mit den erheblich tiefer gelegenen Kalken von Ingolsthal unterhalb des Mylonit-Phyllits in Verbindung zu bringen, und sein Schema von der regelmäßigen Überlagerung der Kalke der Murauer Mulde durch die Quarzphyllite bzw. die Kalktonphyllite mit den Grünschiefern aufrecht zu erhalten. In der Tat befindet sich die Grebenze aber in tieferer Lage als die Riegel, sie ist eine mit vorwiegend östlichem Einfallen gegen das Neumarkter Faltengebiet eingesunkene Scholle. Das ergibt sich klar aus der mitgeteilten Beobachtung am Riegel vom Auerlingberg. Hier sehen wir die quarzreichen Sericitschiefer, welche ihrerseits das Hangende der Ingolstaler Kalke bilden, direkt unter den Grebenzekalk einschießen. Es sind das die gleichen Gesteine, welche die beiden nördlichen Riegel zusammensetzen. An diesen beiden Riegeln stoßen daher Gesteine, welche in das Liegende des Grebenzekalkes gehören, an den Grebenzekalk. Hieraus stellt sich die Grebenze selbst als abgesunkene Scholle dar. Da sich die Kalke und die Quarzphyllite, Grauwacken und Sericittonschiefer der westlichen Ausläufer der Grebenze in dem östlich von ihr gelegenen Neumarkter Talgebiet in weit tieferer Lage befinden, so ist am Ostfuß der Grebenze ein Absinken der Schichten zu erkennen, wie es das vorwiegend östliche Einfallen der Grebenzekalke auch schon anzeigt. Die Grebenze ist demnach kein Horst, sondern eine gegen die Neumarkter Faltenzone abgesunkene Randscholle der Metnitzer Alpen.

Der Grebenzekalk mit den im Liegenden befindlichen Quarzphylliten, Grünschiefern und Sericitschiefern lagert überall dem Mylonit-Phyllit auf. Am Paß zum Auerlingberg stehen diese Phyllite in einer Höhe von 1450 m an, weiter nördlich am Auerlingsee, der selbst in diese hier den Boden des Talbeckens ausfüllenden Phyllite angelegt ist, bei 1350 m, und weiter nördlich nach St. Lambrecht zu fallen die Phyllite bis zur Talsohle des St. Lambrechter Baches, d. h. bis 1020 m in die Tiefe, um sich allerdings an der jenseitigen, nördlichen Talflanke wieder, wie wir sehen werden,

aus der Tiefe zu erheben. Nach Westen zu über den Riegel zum Auerlingsee sind die Mylonit-Phyllite bis zur Kuhalpe zu verfolgen. GEYER hat ihr Vorkommen hier schon hervorgehoben und ist auf ihre Lage zwischen den Liegendkalken — welche er allerdings irrtümlich mit den Kalken der Grebenze zu einem zusammenhängenden Zuge verbindet — und den Grünschiefern in folgender Angabe zu sprechen gekommen: „Die Kalke bilden den letzten Steilabsturz in das Tal; Grünschiefer und Phyllite aber die Kuppen der Kuhalpe, des Wasserofens, Auerlingsattels, während auf einer schmalen Terrasse dazwischen, an der Grenze beider, schwarze, graphitische Schiefer zutage treten.“ Die noch weiter im Westen gelegenen Berge, Kuchalpe (1770 m) und Preining (1738 m), sind von mir nicht besucht worden, jedoch dürfte die Grebenze-Scholle auf ihnen vermutlich nicht mehr vorhanden sein. Ebenso bleibt ihre Fortsetzung südlich des Metnitztales vorläufig noch unbekannt, auch ist noch festzustellen, in welcher Weise sie sich in dem Neumarkter Faltengebiet vorfindet. Sicher festgestellt ist es aber, daß die von hier aus durch die gesamten östlichen Norischen Alpen einsetzenden, von NW gegen SO streichenden alpinen Falten und Bruchrichtungen jünger sind als die Überschiebung der Grebenze-Scholle auf die hier unter ihr liegende Scholle mit dem Niveau der Murauer Kalke. In diese jüngere Bewegung gehört auch das Absinken der Grebenze selbst gegen das westliche Vorland.

Die Unterlage der Grebenze tritt aber ferner noch am Süd- und Südostfuß der Grebenze selbst zutage. Hier nimmt die unter dem Mylonit-Phyllit anstehende Frauenalpe-Scholle und ihre tiefere Unterlage noch einen bedeutenden Anteil an dem Aufbau der Grebenze selbst, da das Olsatal hier bis 670 m tief eingesenkt ist.

2. Der Kalkberg.

Die nördliche Fortsetzung der Grebenze stellt der Schönanger Sattel und der Kalkberg (1540 m) im Osten und Nordosten von St. Lambrecht dar. Auf beiden tritt noch Grebenzekalk auf, welcher vom Kalkberg wiederum steil mit 70° nach Osten fällt. Im Osten des Kalkberges setzt ferner die bereits am Ostabfall der Grebenze besprochene Störung hindurch, welche auch hier wiederum die in das Liegende der Grebenzekalke gehörigen Quarz-

phyllite und Grünschiefer im Westen an den Grebenzekalk herantreten lassen. Wiederum stehen beim Anstieg von St. Lambrecht nach Schönanger graugrüne Grauwackengesteine an, die hier Sericithäutchen enthalten. Bei 1155 m tritt darüber ein 45° östlich fallender, blauer Kieselschiefer auf, der von groben Quarzadern durchzogen ist, dann gelangt der Pfad in blaue Kalkphyllite und in weiße, marmorisierte Kalke des Grebenzehorizontes. Auch der Kalkberg gehört demnach bis zum Lambrecht-Tal zu der Grebenze-Scholle. Der Grebenzekalk seiner Gipfelpartie wird am Nordabhang bei Kote 1300 von graugrünem Kieselschiefer und bei 1250 m von dunkelgrünem phyllitischem Grünschiefer unterteuft. Im Bachbett des Lambrecht-Baches werden aber mehrfach dunkle, gefaltete Phyllite und südlich fallende Quarzphyllite sichtbar, welche z. T. schon in den Bereich des unter dem Talboden durchstreichenden Mylonit-Phyllits, zum anderen Teil in sein unmittelbar Hangendes gehören.

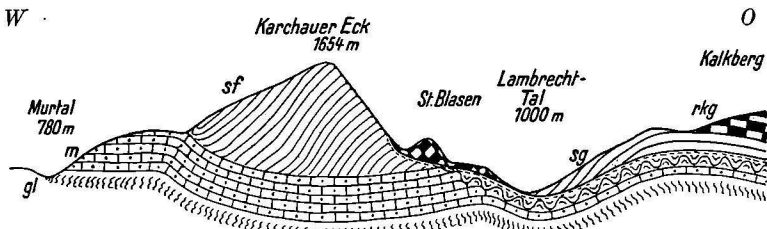
3. Das Karchauer Eck und der Blasenkogel.

In dem direkten Aufstiege von St. Lambrecht auf das Karchauer Eck durchquert man auf dem engen Fußpfad, welcher sich von der oberen Stiftskirche über Vogelbauer (1424 m) emporwindet, eine sehr eigentümliche Schichtenfolge. Am Pfad selbst, vor allem aber in der Schlucht, welche zur Rechten in das Gehänge eingesenkt ist, steht eine ganz außerordentlich intensiv gefaltete und kleingefaltete Gesteinsfolge an, welche teilweise aus blauen Kalken und verkieselten Kalken, teilweise aus graphitischen Schiefen mit Graphitlagen und schwarzen Quarzphylliten mit eingefalteten Kalkbänken besteht. Wir wandern hier innerhalb einer mylonitisierten Gesteinsfolge, welche in das Niveau der Mylonit-Phyllite an der Basis der Grebenze-Scholle gehört. Der Beweis hierfür ist im Bereich der sich nördlich an diesen Abhang anschließenden hochgelegenen Talmulde von St. Blasen zu erbringen.

Der ganze Abhang des Südostsporns des Karchauer Ecks, welcher sich nördlich von St. Blasen hinzieht, ist von ähnlichen Gesteinen gebildet, unter denen allerdings hier die mylonitisierten, schwarzen, glänzenden Quarzphyllite genau vom Typus des Auerlinger Mylonit-Phyllits überwiegen. Diesen Mylonit-Phylliten sind an zwei Stellen noch Reste von schwarzen, geschichteten

und lichten, zuckerkörnigen Grebenzekalken als Erosionsrelikte aufgelagert. Der eine Rest befindet sich auf der Höhe östlich Vogelbauer und der andere größere Rest bildet den orographisch sehr auffallenden isolierten Bergkegel südlich Ober-Lessach, inmitten des nördlichen Teils des St. Blasener Hochtals (vgl. nachstehendes Profil).

Das Karchauer Eck. Betrachten wir zunächst die verfalteten Schichten beim Aufstieg von St. Lambrecht auf das Karchauer Eck näher. Während das Einfallen dieser verfalteten Kieselkalke, Kieselschiefer und graphitischen Phyllite ständig und in geringem Abstand wechselt, bleibt das Streichen im ganzen von Osten gegen Westen gerichtet. Bei 1150 m Höhe überwiegen



Profil aus dem Murtal über das Karchauer Eck bis zum Kalkberg.

rkg = Grebenzekalk, *sg* = Grünschiefer der Grebenzescholle, *sf* = Grünschiefer der Frauenalpescholle, *m* = Muraukalk, *gl* = Granatglimmerschiefer.

einmal dunkle, verkieselte Kalke, die allmählich in mit Salzsäure brausende, weiche, körnige Kalke übergehen. Dieses Kalkniveau geht erst oberhalb der Kote 1450 m in ungefaltete Lagerung über und zeigt bis 1580 m Höhe ein konstant nördliches Einfallen. Die Grenze zum Hangenden ist von Vegetation bedeckt. Der Gipfel des Karchauer Ecks (1654 m) wird aber von ebenflächigen, graugrünen Sericitschiefern, denen stellenweise Kalkknollen eingelagert sind, gebildet. Auch diese Schiefer fallen östlich des Gipfels flach nördlich, aber auf dem Gipfel selbst mit 25° bis 30° gegen West. Es kann nach dieser Lagerung keinem Zweifel unterliegen, daß die Grünschiefer in das Hangende der südlich von ihnen anstehenden Kalke gehören. Vom Gipfel des Karchauer Ecks reichen die gleichen Sericitschiefer nach Osten mit nördlichem Fallen zum Seebauer hinab und mit dem gleichen Fallen sind sie

auch bis 400 m unter den Gipfel zum nördlichen Abfall des Karchauer Ecks zu verfolgen. Bei 1220 m, kurz vor der Höhe von St. Martin südöstlich Triebendorf, werden sie von einer mächtigen Folge von graublauen und lichten Kalken abgelöst, auf deren nahezu söhlig gelagerten Bänken die Kirche gelegen ist. Kurz bevor die Sericitschiefer auf diese Kalke stoßen, bei Kote 1220 m ändern sie ihr Einfallen. Sie sind hier mit 20° südsüdwestlichem Einfallen gelagert. Die genauere Untersuchung dieses Kontaktes im westlich anschließenden Keßlergraben ergab, daß die Schiefer den Kalken aufgelagert, d. h. aufgeschoben sind. Hier am Kontakt sind sie durch die Führung reichlicher Quarzlinzen ausgezeichnet, ohne daß ein Mylonit-Phyllit zu beobachten wäre. Die blauen Kalke von St. Martin werden in dem nach Triebendorf ins Murtal hinabziehenden Graben bei 1120 m Höhe von lichtem kristallinem Marmor unterteuft, dem schwarze, kalkige Phyllite und 25° gegen Ost fallende, teilweise verkieselte Kalkschiefer an ihrer Basis folgen. Die ganze Kalkserie ruht bei 920 m Höhe stark gefalteten, vorwiegend südwärts fallenden Granatglimmerschiefern auf, welche am Fuße des Berges im Murtal von 850 m Höhe ab söhlig gelagert sind. Diese Kalke von St. Martin entsprechen den Murau-Kalken auf der Nordseite des Murtals.

Der Blasenkogel. Beim Aufstieg aus dem Lambrechtal über Lessach auf den Blasenkogel übersteigt man zunächst an der nördlichen Flanke des Blasener Hochtals Abhänge, welche mit Blöcken und Schutt von Mylonit-Phylliten überdeckt sind. Auch diese Abhänge liegen in der Dislokationsfläche unterhalb der Grebenze-Scholle. Stellenweise nehmen an der Zusammensetzung des Schuttes auch blaue, dynamisch intensiv gefaltete Kalke und stark mylonitische Grünschiefer teil. In 1100 m Höhe gelangt man an den diesen Myloniten aufgelagerten Rest von Grebenzekalk, welcher nach Süden und Osten als mächtige, steilwandige, isolierte Felspartie emporragt. In 1310 m Höhe zeigt der Kalk ein steiles Einfallen gegen Nordost. Der Kalk zeigt in seiner hangenden Partie die für den Grebenzekalk bezeichnende lichte, zuckerkörnige Marmortextur und hat teilweise eine rötliche Färbung angenommen. Die Gebrenzekalkklippe sitzt dem Südfall des Blasenkogels schief auf und ist von diesem im Gegensatz zu seinem steilen südlichen Abfall durch eine wenig tiefe Einsenkung abgetrennt. In dieser Einsenkung stehen die Mylonit-

Phyllite an und unmittelbar am Aufstieg zum Blasenkogel tritt eine anscheinend nicht sehr mächtige, aber außerordentlich metamorphosierte, gefältelte Folge von schwarzen und grünen sericitischen Tonschiefern auf. Größere Handstücke dieser Schiefer (s. Taf. IV) zeigen in geschliffenen und polierten Anschnitten eine Knetttextur, welche mit der des Schweizerischen Lochseitenkalkes übereinstimmt. Unmittelbar hinter diesem Mylonite beginnt ein blauer, gut gebankter Kalk mit graphitischen Einlagerungen, dessen starke Kleinfaltung vollständig mit der oben beim Aufstieg von St. Lambrecht zum Vogelbauer übereinstimmt. Diese Kalke reichen bis zum Gipfel in 1610 m Höhe. Die hier anstehenden, in sich gefältelten Bänke fallen flach südlich ein und enthalten Kalkschiefer eingelagert.

Auf der Höhe des Blasenkogelgipfels bis zur westlichen Kuppe, welche die St. Blasius-Wallfahrtskapelle trägt, behaupten die Kalkschiefer überall die Höhe. Südlich unterhalb der Kapelle treten aber sofort wieder die Mylonit-Phyllite auf, die zurzeit besonders schön in enormer Fältelung an einem kleinen Aufschluß 10 m unterhalb der Kapelle aufgeschlossen sind. Abwärts nach St. Blasen tritt der Mylonit-Phyllit in zahlreichen Aufschlüssen, in 1225 m Höhe bei dem Gehöft Moser in gefältelter Textur mit besonders zahlreichen, herausgewitterten Quarzknollen auf. Der schon von GEYER beschriebene und im Profil dargestellte, nördliche Abfall des Blasenkogels nach Saurau im Murtal wiederholt vollständig das oben beschriebene Profil unterhalb St. Martin ins Murtal.

Diese am Karchauer Eck und Blasenkogel zu beobachtenden Verhältnisse lassen nur die folgende Auffassung zu: In dem gesamten Gebirgsmassiv tritt in großer Ausdehnung die Unterlage der Grebenze-Scholle zutage. Während sich die durch die Mylonit-Phyllite angezeigte Überschiebungsfläche an der Unterkante der Grebenze-Scholle südlich St. Lambrecht vom Auerling aus nach Norden neigt, um bei St. Lambrecht selbst bis unter der in beiläufig 1000 m Meereshöhe gelegene Talsohle zu verschwinden, erhebt sich diese Überschiebungsfläche nördlich des Lambrechter Tales von neuem. Sie folgt dem natürlichen Berggehänge in einem südlichen Einfallen von annähernd 14°. Von der ihr auflagernden Grebenze-Scholle sind nördlich des Lambrecht-Tales nur zwei Erosionsrelikte als tektonische Klippen noch vorhanden, eine

Felspartie östlich von Vogelbauer und eine größere, sich orographisch besonders ausgesprochen als isolierte Felsklippe heraushebende im nördlichen Teil des Blasener Hochtals (Profil p. 110). In der Umrandung dieses Hochtals hat die Erosion aber die Mylonit-Phyllite oder die dicht unter ihnen liegenden, stark dynamisch verfäلتelten Grünschiefer und blauen Kalke bloßgelegt. Die unter der Dislokationsfläche gelegene tiefere Gesteinsscholle zeigt aber im Westen am Karchauer Eck eine andere Gesteinsfolge als im Osten am Blasenkogel. Dort treffen wir unter der Dislokationsebene mächtige, grüne Sericitschiefer, hier nur eine geringmächtige, grüne und dunkelgefärbte Tonschieferfolge und dann sofort dunkelblaue Kalke an. Beide sind durch intensive Fäلتelung ihrer Hangendpartie von dem Mylonitisierungsprozeß mit betroffen worden. Die Überlagerung der Grebenzekalke stellt ferner auch hier eine deutlich erkennbare Diskontinuität dar. Das südliche Einfallen der Dislokationsebene an der Basis der Grebenzescholle steht diskordant zu der Lagerung der Liegendschichten. Die südlich einfallende Überschiebungsfäche lagert den nördlich geneigten Schichtköpfen der Liegendscholle auf. Die Diskontinuität kommt aber auch in der verschiedenen Mächtigkei der Grünschiefer unterhalb der Überschiebungsfäche zum Ausdruck. Zur Erklärung dieser Verschiedenheit können mehrere Annahmen gemacht werden. Es könnte die unter der Überschiebung gelegene Scholle vor der Überdeckung durch die höhere Decke eine teilweise Abtragung der Grünschiefer erfahren haben, oder die Grünschiefer könnten im Osten von der Oberfläche der tieferen Scholle während des Vorganges des Überschubes abgeschürft, im Westen aber erhalten geblieben sein, oder schließlich könnte die Lagerung der Grünschiefer selbst keine normale sein, sie sind vielmehr selbst auf den Kalk überschoben worden, stellenweise in größerer, stellenweise in geringerer Mächtigkei. Für die Entscheidung dieser Frage ist die Betrachtung der östlich des Karchauer Ecks gelegenen Frauenalpe und vor allem des großen, nördlich der Mur gelegenen Bergmassivs der Stolzalpe unerläßlich.

4. Die Frauenalpe.

Am nördlichen Fuß der Frauenalpe (2002 m), südlich Murau, steht dunkelblauer, gebankter Murau-Kalk an, welcher sich mit schwach südlichem Fallen von hier gegen Osten an den

Fuß des Karchauer Ecks bis zu der söhligem Kalkplatte von St. Martin verfolgen läßt, welche im vorhergehenden Kapitel besprochen worden ist. Am Fuß der Frauenalpe sind diese Kalke an der nach Laßnitz—Lambrecht führenden Fahrstraße sehr gut aufgeschlossen. Ihr Liegendes bilden Kalkphyllite und Kiesel-schiefer, d. h. verkieselte Kalkphyllite, welche im Murbett bei Murau mit südwestlichem Einfällen zu beobachten sind. Auf dem nördlichen Murufer am Eingang des Rantentals sind diese Schiefer dem Granatschiefer aufgelagert.

An der Fahrstraße von Murau nach Laßnitz—Lambrecht und südlich des Sees hinter dem Murauer Kalvarienberg stoßen diese Kalke etwa in 940 m Meereshöhe scharf an steil südlich fallende, Glimmerschiefer-ähnliche Quarzphyllite an, welche in ihrer stark verdrückten Lagerung mylonitischen Charakter besitzen. Die Grenze zwischen den Kalken und diesen Quarzphylliten streicht ostwestlich und liegt genau im Streichen der oberhalb von St. Martin festgestellten Grenze zwischen den gleichen Kalken und ähnlichen Quarzphylliten. An beiden Stellen ist der Quarzphyllit von Süden her an die Kalkplatte und teilweise auf sie aufgeschoben. Diese auffallende, südlich einfallende Dislokation läßt sich aber von St. Martin noch weiter gegen Osten verfolgen: Sie durchquert die Höhe des Rückens zwischen dem Blasenkogel und dem Karchauer Eck südwestlich der St. Blasius-Kapelle, aber östlich des Rosseck und bildet hier zugleich die Grenze, bis zu welcher unter der Grebenze-Scholle mächtigere Grünschiefer und Sericitschiefer liegen. Östlich am Blasenkogel lagern die besprochenen Mylonit-Phyllite, wie beschrieben, nahezu direkt dem dunkelblauen Kalk des Blasenkogels auf, während sie westlich den Schiefem des Rosseck und des Karchauer Ecks aufgelagert sind. Innerhalb der Mylonit-Phyllite des nördlichen Blasen-Hochtals kommt diese W—O-Dislokation nicht zum Ausdruck. Sie muß daher eine sehr alte sein und schon angelegt gewesen sein, als der Aufschub der Grebenze-Scholle eingetreten ist. Auf ihr hohes Alter deutet auch die mylonitische Beschaffenheit der Glimmerschiefer-ähnlichen Quarzphyllite hin, welche an der Straße Murau—Laßnitz—Lambrecht auf den Murauer Kalk aufgeschoben sind. Die Bewegung der Schiefer auf den Kalk kommt beim Aufstieg zur Frauenalpe auch noch in den Hangendschichten der nicht

mylonitisierten Quarzphyllite deutlich zum Ausdruck. Ihr Hangendes ist in 960 m Höhe an der Abzweigung des Fußpfades zur Frauenalpe von der erwähnten Fahrstraße als auffallende Felspartie sichtbar. Gegen Nordosten und Osten einfallende, intensiv gefältelte, verdrückte, graublau sericitische Tonschiefer stehen dort an. In größerer Höhe ändert sich dann das Einfallen der Schiefer und geht überall bis zur Gipfelpartie der Frauenalpe in ein im allgemeinen gegen Norden gerichtetes über. Auf dem vom Gipfelzug der Frauenalpe gegen Nordosten ausgehenden Bergrücken treten die den Ostabfall des Frauenalpenzuges zusammensetzenden Gesteine in zahlreichen Felspartien hervor. Bis 1040 m Höhe stehen wieder gefältelte, weiche Tonschiefer an, bis 1160 m Höhe meist gefältelter Sericittonschiefer. In einer Höhe von 1200 m erscheint dann ein sehr hartes, beim Anschlag klingendes, homogenes, grüngefärbtes, plattig abgesondertes Gestein, welches sich im Dünnschliff als ein dynamometamorpher Diabas erwies.

Herr Prof. R. SCHARIZER hatte die große Freundlichkeit, das Gestein einer genauen mikroskopischen Untersuchung zu unterziehen. Das Resultat, für dessen Mitteilung ich ihm zu großem Dank verpflichtet bin, lautet folgendermaßen: Das Gestein enthält Erze, Apatit, Katzit und zwillingsgestreifte Feldspäte, daneben Häufchen und Schnüre von gelbgrünem Epidot und einem faserigen Mineral, welches hellgelbbraunen und blaugrünen Pleochroismus zeigt, schief zur Längsdimension auslöscht und bei dem diese Dimension die kleinere optische Elastizitätsachse ist. Es handelt sich wahrscheinlich um Hornblende in der für dynamometamorphe Gesteine bezeichnenden Ausbildung (schiefrige Hornblende). Sie hat aber örtlich auch schon eine Umwandlung in Chlorit erlitten.

Mit nördlichem Einfallen folgen höher am Abhang graugrüne Sericittschiefer und bei 1480 m Höhe N 70° W streichender, schwach gefältelter und ebenschieferiger, weicherer Tonschiefer, dann aber bei 1540 m Höhe wiederum nördlich fallender, gefältelter, phyllitischer Tonschiefer und lichter Sericittschiefer. Die dynamische Fältelung der Schiefer verschwindet erst in einer Höhe von beiläufig 1700 m. Hier stellt sich ein ebenflächiger, schwarzer Phyllit vom Typus der Mylonit-Phyllite ein. Der Gipfel der Frauenalpe wird aus mit 23° gegen NNW fallenden, dunklen und violett-schwarzen, ebenflächigen, weichen Sericittonschiefern gebildet, welche mit grünen, festen Bänken wechsellagern. Diese er-

weisen sich im Dünnschliff als mechanisch stark veränderte Diabase. Herr Prof. SCHARIZER gelangte zu folgendem Resultat.

Dieses Gestein ist stärker umgewandelt als der metamorphe Diabas am Fuße der Frauenalpe. Es enthält Chlorit, der stellenweise isotrop ist und manchmal die tiefdunkelblaue Polarisationsfarbe zeigt, zwillingsgestreifte, stark veränderte Feldspäte, Apatit und Katzit. Die Anwesenheit des letztgenannten Minerals wurde auch durch Behandlung mit Salzsäure nachgewiesen. Auch dunkle Erze sind vorhanden, die stellenweise infolge der Hydratisierung den Schliff braungelb färben.

Der Aufbau der Frauenalpe aus gefälten Sericitschiefern, Tonschiefern und festen Diabasbänken, alle in der geschilderten Art und Weise dynamisch verändert und teilweise metamorphosiert, ist ebenso an den östlichen, im Grunde des Laßnitztales anstehenden Felspartien und allerdings weniger günstig aufgeschlossen beim Abstieg von der Frauenalpe nach Nordwesten gegen St. Lorenzen zu erkennen.

Die Aufschlüsse an der Fahrstraße nach Laßnitz—Lambrecht sind besonders wichtig, da jenseits der Brücke gegen Laßnitz zu rechtsseitig des Baches noch einmal der Murauer Kalk in massigen, ungefalteten, teilweise verkieselten Bänken erscheint. Es wird hierdurch bewiesen, daß die mächtige Schiefermasse des Karchauer Ecks und der Frauenalpe tatsächlich dem Kalke aufgelagert ist. Der im Grunde dieses Tals hindurchstreichende Kalk ist überall von stark gefälten, größtenteils mylonitischen Schiefern überlagert. Südlich des oben beschriebenen, mylonitischen Glimmerschiefers sind vor dem Gehöft Refler von Ost gegen West streichende, steil aufgerichtete, schwarze Mylonit-Phyllite aufgeschlossen, südlich folgen grüne, im frischen Bruch dunkelgefärbte Kieselschiefer, dann zwischen dem Gehöft Steiner und der Brücke eine Zone intensiv gefälter und zerquetschter Tonschiefer, welche schwach südlich einfallen. Zwischen diesem Aufschluß und dem dann folgenden Kalk mag allerdings eine unbedeutende, jüngere, in der Richtung des Laßnitztales verlaufende Vertikalverschiebung liegen, wie sie wenigstens durch hier zu beobachtenden, steil stehenden Harnische angezeigt wird.

Das Gebirgsstück der Frauenalpe stellt sich demnach als eine Scholle dar, welche aus Grünschiefern, Diabasen und Tonschiefern besteht, welche auf eine Kalkplatte vom Typus des blauschwarzen

Murau-Kalkes aufgeschoben ist. Dieser Aufschub geht einerseits aus der Diskontinuität hervor, welche zwischen der Lagerung der Schiefer und der liegenden Kalke besteht, andererseits aus der Mylonitisierung der Basis der Schieferdecke. Die intensivste Mylonitisierung ist an dem nördlichen Rand der Schieferbasis erfolgt, wo ein Gestein von Glimmerschiefer-Charakter dem Kalk aufliegt. An anderen Stellen ist ein Mylonit-Quarzphyllit entstanden, wie er ähnlich am Auerlingsee ansteht. Bis zum Beginn der obersten Gipfelpartie der Frauenalpe erscheinen die Schiefer ferner in gefältelten und zerdrückten Bänken, und geben Zeugnis von einem enormen Druck ab, dem sie bei ihrem Aufschub auf den Kalk ausgesetzt waren. Der Murauer Kalk selbst unterhalb der Basis der überschobenen Scholle läßt dagegen keine Fältelung erkennen. Er ist durch die Schubbewegung auch nur in geringerem Maße aus seiner söhlichen Lagerung gebracht worden. Es herrscht hier also eine ausgesprochene Diskontinuität zwischen dem Murau-Kalk im Liegenden und den Schiefen im Hangenden.

Diese Diskontinuität beweist, daß die hangende Schieferdecke eine eigene Bewegung erfahren hat, von der die Kalkplatte im Liegenden verschont blieb. Die Grenze, an der die beiden Schollen sich berühren, ist durch hochmetamorphe Quarzphyllite gebildet, welche z. T. den Charakter von Glimmerschiefern angenommen haben. Wir erkennen in diesen Anzeichen den Beweis dafür, daß die Überdeckung der Murau-Kalke durch die Schieferdecke keine normale ist, sondern daß die letztere auf die ersteren aufgeschoben ist. Die stark verfalteten Schiefer der Frauenalpe sind aber von hochmetamorphen Quarzphylliten auf der Kote 1700 überlagert, und es folgt in der Gipfelpartie eine ungefältelte, schwach gegen NNW fallende Schichtfolge von weichen Sericitonschiefern und festen Grünschiefern. Auch diese Überlagerung dürfte keine normale sein. In ihr liegt sehr wahrscheinlich der Rest einer noch höheren Decke, und zwar die Basis der Grebenze-Scholle vor, wenn auch ihr Vorhandensein hier nicht durch den Grebenzekalk selbst bestätigt wird.

Die Lagerung der Frauenalpe beweist demnach die Überschiebung der Frauenalpe-Schieferscholle auf die Murauer Kalkscholle und sehr wahrscheinlich die Überschiebung der Frauenalpe-Scholle wiederum durch die Grebenze-Scholle.

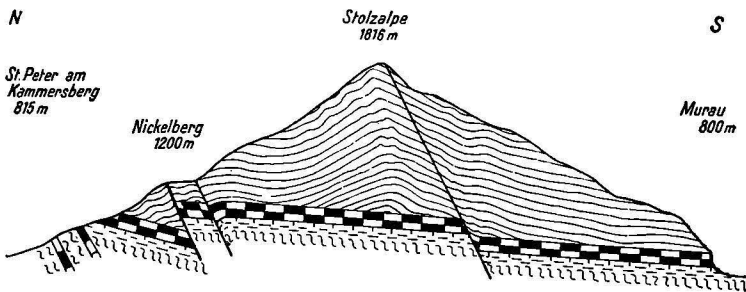
5. Die Stolzalpe.

Ähnliche Lagerungsverhältnisse wie an der Frauenalpe zeigt das nördlich Murau und südlich St. Peter am Kammersberg gelegene Bergmassiv der Stolzalpe (1816 m). Für die Stolzalpe gilt in erster Linie die von GEYER als normal angenommene Überlagerung dreier Gesteinsserien, von denen die tiefste als Granatglimmerschiefer, die mittlere als Kalke und Kalkphyllite und die oberste als Quarzphyllitserie oder Kalktonphyllite von GEYER bezeichnet worden sind. Der Nord-, Nordost- und Westfuß des zwischen Mur-, Ranten- und Katsch-Tal gelegenen Stolzalpenmassivs entblößt eine zusammenhängende Basis von Granatglimmerschiefern, darüber tritt entweder als direkte Überlagerung oder durch Quarzphyllite getrennt ein Niveau der Murau-Kalke auf. Allerdings reicht der Murau-Kalk sowohl am Südostfuß als auch an dem Ostfuß südlich Althofen bis zur Talsohle, und unter ihm wird dort der Granatglimmerschiefer nicht mehr als Liegendes sichtbar. Die höheren Partien und die einzelnen Gipfel des Stolzalpenmassivs, sowohl der Stolzalpegipfel selbst als auch die Lassachhöhe (von 1509 m bis 1450 m) werden dann aus mehr oder weniger metamorphen Schiefen aufgebaut.

Die Tektonik der Stolzalpe ist eine recht verwickelte, sie wird durch das Auftreten einer Anzahl von SW gegen NO streichender, südlich einfallender Störungen, an denen es zu Abbrüchen gegen Süden oder zu Aufschüben gegen Norden gekommen ist, noch komplizierter.

Die Stolzalpe bildet das nördlichste Bergmassiv der Murauer Alpen. Nördlich des Katschtals bei St. Peter und des Schöderbaches steigen die auf kurzer Entfernung schon über 2000 m emporragenden südlichen Höhen der Niederen Tauernkette an, denen sich die bei 2400 m bis 2700 m kulminierenden, gigantischen Bergmassive im Hintergrunde der nach Süden geöffneten, auf fallend übereinstimmend von NW gegen SO verlaufenden Paralleltäler anschließen. Diese Niederen Tauern bestehen aus hochkristallinen Gesteinen, unter denen Granatglimmerschiefer, der vollständig dem an den unteren Talflanken der Murauer Alpen anstehenden gleicht, eine große Verbreitung besitzt. Schon im Bereich der südlichen Höhen der Niederen Tauern treten im Schichtverband mit dem Granatglimmerschiefer sodann Gneise auf.

Die Aussicht von der Stolzalpe auf die hohe Kette der Niederen Tauern mit den tief eingeschnittenen Paralleltälern ist geologisch und landschaftlich von hohem Reiz. Nach Südwesten reicht der Blick bis zu den Turrachbergen mit der Decke des Stangalpe-Carbons und in der Ferne bis zur Ankogel-Gruppe der Hohen Tauern, nach Süden über die Frauenalpe, das Kärntner Gebirge, über das Klagenfurter Becken bis zu den Karawanken und über diese bis zu den Julischen und Karnischen Alpen. Der Gartnerkofel tritt inmitten der italienisch-kärntner Grenzkette neben dem Triglav und dem Mangardt in den Julischen Alpen besonders imposant hervor.



Der südliche Teil des Stolzalpemassivs. Der Granatglimmerschiefer am Fuß der Stolzalpe reicht aus dem Rantener Tal bis gegen Murau. Beiderseits des Gehöftes Wasenmeister treten in ihm granatführende Lagen auf, und ist er hier stark gefältelt. Unmittelbar bei Murau an dem direkt von der nordöstlichen Häusergruppe auf den Berg führenden Pfad stehen bei Kote 920 ebenfalls dunkle Glimmerschiefer an und in gleicher Beschaffenheit auch an dem Bergfuß bis zum ersten vom Stolzalpegipfel hinansteigenden Talriß, aber granatführende Lager scheinen hier zu fehlen. Die Überlagerung der Murau-Kalke über den Glimmerschiefer ist hier überhaupt keineswegs eine scharfe. Die unteren glimmerführenden Murau-Kalke gehen im Liegenden durch Verquarzung in Quarzphyllit und Glimmerschiefer über, welche sich im allgemeinen von den tieferen Granatglimmerschiefern nur durch das Fehlen der Granaten unterscheiden. An dem derzeit neu angelegten Fahrweg zur Sonnenheilstätte bei Stallbaum, welcher von der St. Egidi-Kapelle

östlich Murau ansteigt, sind gute Aufschlüsse freigelegt worden. Das tiefste, hier anstehende Gestein ist ein nahezu söhlig gelagerter Quarzphyllit mit Biotitlagen, welcher im Hangenden allmählich in ganz ähnlich aussehende Kalkphyllite übergeht und daher als metamorpher Kalkphyllit anzusehen ist. Dieser Quarzphyllit ist durch alle Übergänge mit dem vorher erwähnten Glimmerschiefer verbunden. Im Hangenden geht der Kalkphyllit sodann in dunkelblaue Kalke mit weißen Calcitadern über, welche in einer Höhe von 1020 m von lichten, kristallinen Kalken mit Sericit-häutchen und dann von körnigen, lichten Marmorkalken überlagert sind, die unterhalb Stallbaum mit 30° östlich einfallen. Die gleiche Schichtenfolge ist an dem ganzen Südwestfuß des Berges bis Merbauer zu beobachten, wo bei 1140 m Höhe söhlig gelagerter Kalk ansteht. Das Hangende dieses Kalkniveaus bilden stets gefaltete und gepreßte Kieseltonschiefer und grüne, tonige Sericitschiefer, in denen Milchquarzkauern eine flaserige Textur hervorrufen. Oberhalb Stallbaum überlagern diese Gesteine in besonders intensiver Verdrückung bei 1420 m Höhe die vorher erwähnten Kalke, weiter östlich reichen sie mit steil östlichem Einfallen bis 1040 m herab. Am steilen Gehänge zwischen Stallbaum und Merbauer tritt an der Basis der Kieselgesteine eine Lage schwarzer Quarzphyllite vom Aussehen der Mylonit-Phyllite auf. Es unterliegt keinem Zweifel, daß wir hier in beträchtlicher Höhe die gleichen Gesteine und das gleiche Niveau vor uns haben, welches im vorstehenden Abschnitt vom Nord- und Ostfuß der Frauenalpe beschrieben wurde. Die gepreßte Textur der Schiefer verliert sich nach dem Hangenden zu. Der Felsgipfel 1415 m oberhalb Murau besteht aus feingeschichteten, schwach nördlich fallenden, graugrünen, milden Tonschiefern. Weiter nördlich zeigt das gleiche Gestein bei 1440 m ein gegen SO gerichtetes Einfallen von 40°. In der Richtung zum Stolzalpegipfel steht bei 1580 m eine Felspartie an, welche aus sericitarmen, an Quarzausscheidungen reichen, grauen bis graugrünen Kieselschiefern besteht, welche von jungen Ruscheln und Verdrückungszonen durchsetzt sind. Ähnliches, aber unverdrücktes Gestein scheint bis zu 1750 m anzustehen, die Aufschlüsse sind aber sehr ungünstig.

Hier unterhalb des Gipfels der Stolzalpe selbst stellen sich plötzlich weiche, fein geschichtete, grüngefärbte Kieselschiefer-

bänke mit Sericithäutchen, veränderte Diabastuffe ein, welche steil südlich fallen und N 80° O bis N 75° O streichen. An dieser Stelle setzt eine sehr auffallende, recht erhebliche Störung über den Berg, welche in der Richtung des soeben beobachteten Streichens verläuft und deren Verlauf — wie es sogleich besprochen werden soll — bis zum West- und zum Ostfuß des Bergmassivs sehr leicht nachzuweisen ist. Der Gipfel der Stolzalpe besteht aus leicht gefalteten, aber ebenschieferigen, d. h. ungefalteten, grünlichen Sericitphylliten, deren Sericithäutchen dem Gestein auf den Schieferungsflächen einen lebhaften und silberhellen Glanz verleihen. Sie bilden am Gipfel eine von SW gegen NO streichende leichte Antiklinale. Ihr Aussehen und die bankige Absonderung fordert die allerdings unbeweisbare Vermutung heraus, daß es sich um metamorphe Kalke handeln könnte.

Von dem von Süden her zum Stolzalpegipfel hinaufziehenden Bergrücken verläuft in ostnordöstlicher Richtung die 1500 bis 1450 m hohe Lassachhöhe. Sie wird von Sericitschiefern von meist östlichem Einfallen gebildet, denen auf der östlichen Kuppe Grünschiefer und Sericitgrünschiefer aufgelagert sind. Die Gesteinsbänke zeigen eine Kleinfaltung. Am Abfall nach Osten gegen Riepel stehen westlich fallende, wenig gefaltete Grünschiefer an, welche bei 1420 m mit südwest—Nordöstlichem Streichen in Steilstellung übergehen. Unmittelbar weiter östlich steht dann stark verfalteter und verdrückter, blauer Murau-Kalk an. Er ist gegen die Schiefer durch eine scharfe, von SW gegen NO streichende Störung abgeschnitten. Gegen Riepel folgen dann verquarzte und verkieselte Kalklagen und Kalkphyllite. Diese dem Murau-Kalk angehörenden Quarzphyllite bilden auch zwischen Katsch und Althofen den Fuß des Stolzalpemassivs. Die kleine Kirche von St. Lorenzen, auf einer beiläufig 150 m über dem Katschtal sich erhebenden Bergkuppe gelegen, steht auf 35° gegen SSW fallenden Quarzphylliten mit faustgroßen Quarzknuern, welche im Hohlweg gegen Althofen mit Kalkphylliten und diese mit blauen unveränderten Murau-Kalken im Schichtverband stehen. Die Bergkuppe ist durch eine NNW—SSO verlaufende Störung, die westlichste der in der Richtung der Neumarkter Faltung gelegenen Störungen gegen das Stolzalpemassiv abgetrennt.

Der nördliche Teil des Stolzalmmassivs. Die Abgrenzung dieses nördlichen Gebirgstückes wird durch die zuvor erwähnte, unterhalb des Gipfels hindurchziehende Verwerfung gekennzeichnet. Wie die beschriebene Steilstellung der Grünschiefer südlich des Gipfels beweist, stellt diese Störung eine stark im Aufbau des Berges zum Ausdruck kommende Strukturlinie dar. Ihr Verlauf ist gegen Osten durch den sich nach Althofen im Katschtal zu öffnenden, tiefen Graben, nach Westen durch den Graben bei den Gehöften Reißner und Neumann bis zur Sohle des Rantener Baches zu verfolgen. Im Grunde und an den Flanken dieser Gräben ist der Verlauf der Störung durch schwarze Quarzphyllite gekennzeichnet, welche unabhängig von den nördlich und südlich anstehenden Gesteinen entlang der Dislokationsfläche auftreten und stellenweise vom Typus der wiederholt in dem Gebiet vorgefundenen Mylonit-Phyllite sind. Es muß diese Störung eine sehr alte und wohl zur Zeit der Gesamtstruktur angelegt sein.

Das hohe Alter dieser Störung ergibt sich ferner daraus, daß nördlich von ihr, wenigstens auf dem Ostabfall des Berges, plötzlich eine durchgehende Verkieselung und Verquarzung der Murau-Kalke erfolgt ist, welche auch das Aussehen des Gesteins vollständig verändert hat.

Wenn auch die Verkieselung ebenso wie die Verquarzung der Kalke auf die gleiche Ursache, d. h. in beiden Fällen auf eine Substitution des Kalkes durch Quarz aus von der Tiefe aufsteigenden Wässern zurückzuführen ist, so stellt sich die Umwandlung der Kalke in Kieselgesteine doch in den einzelnen Aufschlüssen in recht verschiedener Weise dar. Eine **Verquarzung** ist durch die inmitten der Kalke in Form von Milchquarzadern und Milchquarzknuern auftretenden Kieselausscheidungen hervorgebracht. Es entsteht aus ebenflächigen Kalkbänken ein grobflaseriges, mit Quarzknuern durchsetztes Gestein. Südlich des Nickelberges weiter oberhalb Wiesenbauer steht ein Quarzphyllit an, in welchem die Verquarzung erst teilweise erfolgt ist, so daß das Gestein noch von unveränderten Kalkbänken und Kalkknollen durchsetzt ist. Bei vollständiger Verquarzung entsteht demnach ein flaseriger Quarzphyllit. Bei der **Verkieselung** wird der Quarz dagegen nicht in Adern und Kieselknuern abgeschieden, sondern es tritt im Kalkgestein

überall eine gleichmäßige Verkieselung ein, welche einen Kiesel-schiefer entstehen läßt, der keine flaserige Textur besitzt, sondern die ursprünglich ebene Schichtung der Kalkbänke noch bewahrt hat. Die Verkieselung hat die Murau-Kalke ebenfalls vielerorts ergriffen, und es hat den Anschein, als ob die Verquarzung zu-meist im Kalkphyllit, die Verkieselung aber in gebankten, glimmer-freien Kalken auftritt. Es braucht nicht näher ausgeführt zu werden, daß die Verkieselung von Kalken eine sehr verbreitete Erscheinung überhaupt darstellt, während die Verquarzung mit dem Endprodukt der Quarzphyllite aus metamorphen Kalken kaum je so deutlich wie hier beobachtet worden ist.

Verquarzung hat im nördlichen Abfall der Stolzalpe nicht nur Kalke, sondern auch die metamorphen Schiefer im Hangenden ergriffen. Der Wechsel im Aussehen der nördlich des Stolzalpe-gipfels anstehenden Schiefer gegenüber den südlichen, der HAUER sogar veranlaßte, hier eine Grenze zwischen Gneis und Schiefer auf seiner Übersichtskarte der österreichisch-ungarischen Monarchie hindurchzuziehen, ist allein auf eine reichliche Quarzausscheidung in dem nördlicheren Schieferanteil zurückzuführen. Sowohl Grünschiefer als Tonschiefer sind hier von Milchquarzknuarn als auch von Quarzadern und Quarzgängen durchsetzt.

Als eine weitere Begleiterscheinung dieser Quarzzufuhr in das Gestein ist jedenfalls auch die teilweise sehr reiche Mineralaus-scheidung an bestimmten Zonen anzusehen, in erster Linie an den Quarzgängen, welche den Querstörungen folgen. Westlich St. Peter am Kammersberg, am nordwestlichen Gehänge der Stolzalpe, befindet sich der sogen. Nickelberg, an welchem zahlreiche alte Pingen und Stollnmundlöcher von dem intensiven Bergbau früherer Zeiten Zeugnis ablegen, welcher hier auf kupferhaltigen Schwefel-kies bis zum Beginn des 17. Jahrhunderts umging, um dann, wie so zahlreiche andere Erzbergbaue Obersteiermarks, durch die einsetzenden Religionswirren ein vorzeitiges Ende zu finden. Die in diesem Jahre aufs neue ausgerichteten Strecken haben ergeben, daß hier in Quarzgängen und Quarzadern inmitten verquarzter Kalke Pyrit und Kupferkies, vielleicht aber auch Mißpickel auftreten. Die Vererzung des Gebietes ist z. T. aber nicht nur an Erzgänge gebunden, sondern sowohl die Kalkphyllite als auch die verquarzten Kalke enthalten Erze ein-gesprengt.

Die Aufschlüsse am Abfall der nördlichen Stolzalpe zum Rantener Tal zeigen an übereinanderliegenden Felszonen im Grunde des Tals südlich und östlich einfallende Granatglimmerschiefer und darüber den bereits von Murau beschriebenen glimmerschieferartigen Quarzphyllit. In seinem Hangenden folgt ein mächtiger, flaseriger Quarzphyllit, verquarzter Murau-Kalk, und darüber gefalteter Grünschiefer und Sericittonschiefer. Aus der Zone der flaserigen Quarzphyllite scheidet sich nördlich und oberhalb des Gehöftes Stözl in Lantzen eine nach Norden sich verbreiternde Partie nur schwach und z. T. unverquarzter, nicht verkieselter Murau-Kalke aus. Dort, wo diese Zone weiter im Norden in die Nähe zweier Parallelstörungen gelangt, an die die vorher erwähnten Erzgänge gebunden sind, gehen die Kalke aber von neuem in Quarzphyllit über. Auf der Nordseite dieser Störungen sind die Kalke um den Mittelberg herum wieder unverändert, nur unmittelbar nördlich der letzten Störung sind sie dolomitisiert und ihr Ankeritgehalt gibt ihnen die Merkmale der steierischen mattweißen, kristallinischen Magnesite. Die oberste Kuppe des Mittelberges besteht aber wieder aus Quarzphylliten, welche 35° gegen SW einfallen. Die hangenden Grünschiefer sind hier nicht mehr erhalten, wohl aber in der zwischen den Parallelstörungen eingeklemmten Scholle bei den Gehöften Reißner und Hochfritz, hier 30° in West einfallend.

Von besonderem Interesse sind die Aufschlüsse am Nordfuß des Stolzalpemassivs gegen St. Peter, da hier der Granatglimmerschiefer in Wechsellagerung mit den Murau-Kalken ansteht. Als tiefster Horizont ist in dem südwestlich St. Peter neuerdings aufgeschlossenen Steinbruch ein schöner, südlich fallender Kalkphyllit zu beobachten. Er enthält inmitten hellblauer Kalkschnüre Züge von großblättrigem, lichtem Muscovit. Einige Bänke weisen ferner in gleichmäßiger Verteilung derb eingesprengten Schwefelkies und Magnetkies auf. In seinem Hangenden bei 920—940 m Höhe treten schwarze Mylonit-Phyllite auf und darüber 40° in SSO fallende Granatglimmerschiefer. 30 m höher nehmen diese Granatglimmerschiefer eine gefaltete und gefaltete Lagerung an. In ihrem Hangenden folgen bei 1020 m Höhe Quarzphyllite, metamorphe Kalkphyllite, über denen vollständig verkieselte Kalke in söhlicher, ungefalteter Lagerung in der Felspartie bei Wiesenbauer (1040 m) in direktem Kontakt übereinander noch

einmal über stark verdrücktem Granatglimmerschiefer gut abgeschlossen sind. In 1110 m Höhe folgen 30° gegen WSS einfallende blaue, dünngeschichtete Quarzphyllite, denen SSW fallende blaue Kalke aufgelagert sind, welche am Nickelberg in die vorerwähnten Magnesite mit Sericitschuppen übergehen. Zum Gipfel des Mittelberges folgen im Hangenden bis 1400 m Höhe 40° in Süden fallende blaue Kalke, dann verquarzte Kalkphyllite und schließlich dünngeschieferte Quarzphyllite.

Diese mehrfache Wechsellagerung der Murau-Kalke mit den aus ihnen hervorgegangenen metamorphen Gesteinen und dem Granatglimmerschiefer ist in ähnlicher Weise auch weiter südlich bis Petersdorf zu beobachten. Überall ist das Einfallen gegen Süden gerichtet. Als Hangendes der Granatglimmerschiefer mit den ihnen eingelagerten Kalkphylliten sind im Bürgerwald unmittelbar südlich St. Peter vorwiegend verquarzte Kalke, Quarzphyllite, weiter östlich oberhalb Petersdorf aber und weiter südlich bis zur Störung am Nordfuß der Lessach-Höhe unveränderte Murau-Kalke zu erkennen. An der Störung selbst stoßen an die Glimmerschiefer in gleicher Höhe südlich Murau-Kalke, welche von ihnen durch Mylonit-Phyllite getrennt sind.

Während die Stufe der Murau-Kalke und ihrer Metamorphose an der Ost- und Westflanke der Stolzalpe eine ganz vorwiegend söhliche Lagerung aufweist und nur am Nordfuß stellenweise ein südliches Fallen beobachtet werden kann, ist die Lagerung der in ihrem Hangenden auftretenden Grünschiefer, grünen Quarzphyllite und Sericitquarzschiefer eine hiervon stark abweichende. Es herrscht zwischen beiden hier ebenso wie am südlichen Teil des Stolzalpemassivs und an der Frauenalpe eine auffallende Diskontinuität. Am Nordabfall des Stolzalpegipfels über die felsigen Abfälle gegen den Bürgerwald ist eine mehrfache Faltung gegen Norden bei ostwestlichem Streichen zu beobachten, von der die unterlagernden Murau-Kalke und ihre Metamorphose am Sockel des Berges nichts erkennen lassen. Die nördlich des Stolzalpegipfels vorhandenen Schiefer sind ferner gegenüber den südlich anstehenden Schiefen durch eine intensive Verkieselung und Verquarzung ausgezeichnet. Unmittelbar nördlich des Gipfels stehen steil gestellte, aus WSW gegen ONO streichende Sericitschiefer mit reichlich eingelagerten Quarzknollen an. Diese Felsrippe bei Kote 1460 entblößt sogar einen glimmerschieferartigen

Quarzphyllit. Bei 1370 m steht ein fester, söhlig gelagerter, vollständig verkieselter Sericitschiefer an, der von schräg gegen Süd, quer durch die Bankung verlaufenden Quarzgängen durchsetzt ist.

C. Die Deutung der Einzelergebnisse.

1. Gesteine.

Die Einzelbetrachtung der Aufschlüsse im Bereich des untersuchten Gebiets ergab, daß die Murauer und Metnitzer Alpen aus mehr oder weniger metamorphen Gesteinen aufgebaut sind, welche in recht kompliziertem Lagerungsverband stehen.

Ein und derselbe Gesteinshorizont hat dabei eine sehr verschieden intensive Veränderung erfahren, und zwar nicht nur in seiner vertikalen, sondern auch in seiner horizontalen Erstreckung. Die Metamorphose aller Gesteine ist unverkennbar in der nördlichen, dem hohen, rein kristallinen Kamm der Niederen Tauern zugekehrten Flanke eine erheblich stärkere als im Süden, zugleich sind die tieferen Lagen des Murauer Kalkes stärker verändert als die höheren. Hochmetamorphe Gesteine treten als Unterlage der gesamten Gesteinsfolge auf und inmitten der weniger veränderten Gesteine an den das Gebirge vielfach noch nahezu söhlig durchziehenden Dislokationsflächen. Starke Metamorphose ist aber auch an andern vertikal gestellten Dislokationsflächen zu beobachten.

Die Metamorphose der Gesteine ist unverkennbar teilweise eine vorwiegend dynamische und zum anderen Teil eine rein hydathermische. Inmitten wenig veränderter Gesteine treten an den großen Dislokationsebenen dunkle, stets sehr stark gestreckte, meist flaserige, aber auch gefaltete Quarzphyllite auf, welche ihre Textur beim Zusammenschub des Gebirges erhalten haben. Sie sind ein Produkt des intensiven Deckenschubes und als Mylonit-Phyllite bezeichnet worden. Bei Ingolstal, am Auerlingsee und an den Abhängen der Grebenze, ebenso aber im Hohtal von St. Blasen, im Hangenden der Kalkstufe bei Murau und sogar an den vertikal gestellten Dislokationen der Stolzalpe tritt der Mylonit-Phyllit als graphitischer, ebenschieferiger, durch flache Quarzknuern flaserig struierter Phyllit auf, welcher mit den liegenden Kalken und hangenden Schieferen oder Kalken in schärfstem lithologischem

Gegensatz steht. An anderen Ausbissen der Schubflächen tritt in diesem Phyllit der Quarz mehr zurück, und es tritt ein reichlicher Gehalt an Muscovit auf, so daß das Gestein glimmerschieferartig wird. Das ist an dem Aufschub der Schieferdecke über den Murau-Kalk am Fuß der Frauenalpe der Fall. Diese mylonitischen Gesteine dürften ihr Material vorwiegend aus den hangenden Schichten bezogen haben, denn ihre Ausbildung richtet sich in erster Linie nach der Gesteinsbeschaffenheit der im Hangenden befindlichen, bewegten Scholle.

Unter der Wirkung dynamischer Vorgänge sind ferner aus den tieferen Partien der Murau-Kalke vor allem im Gebiet des Stolzalmassivs Kalkphyllite hervorgegangen, welche inmitten marmorkörniger Kalk- und Dolmitschichtchen, Muscovit- und dunkle Glimmerhäutchen aufweisen. In ihrem Hangenden treten ziemlich unveränderte blaue Kalkbänke und über diesen lichte marmorisierte Massenkalk auf. In ihrem Liegenden sind Phyllite und Granatglimmerschiefer vorhanden. Besonders auffallende, ebenfalls vorwiegend dynamometamorphe Gesteine sind die lichten, von groben Muscovitschichten durchzogenen Kalkphyllite, welche südwestlich von St. Peter am Kammersberg dem Granatglimmerschiefer eingelagert sind. Die in ihnen außerordentlich gesteigerte Bildung von Muscovit, ebenso wie die Verdrängung des in den höheren Niveaus auftretenden Sericits durch Muscovit ist durch die das Gestein durchdringenden SiO_2 -Lösungen erfolgt; dieser Vorgang stand aber mit der dynamometamorphen Umwandlung der Textur des Gesteins in Verbindung. Als teilweise dynamometamorphe Bildungen, welche ebenfalls unter dem starken Einfluß hochtemperierter SiO_2 -Lösungen standen, sind ferner die ebenschieferigen Sericitschiefer anzusehen, welche die Gipfelpartie der Stolzalpe und einen großen Teil der Frauenalpe zusammensetzen. Sie sind aus dunkelgefärbten Tonschiefern, aus Grünschiefern und vielleicht aus Psammiten abzuleiten, welche in weniger verändertem Zustand zusammen mit Diabaslagern an der Frauenalpe und an den aus Westen zur Grebenze hinaufführenden Riegeln vorkommen. Diese Art der Metamorphose ist in den oberen Decken des Gebirges, so in der Grebenze-Decke eine ungleich geringere als in der Frauenalpe- oder gar in der Murauer Kalk-Decke. Während der Ausbildung der dynamometamorphen Schieferung des Gesteins sind Glimmerminerale und vor allem

Quarz an Schicht- und z. T. an den Bewegungsflächen der Gesteine eingeführt worden. Das hat stellenweise, so am Nordabfall der Gipfelpartie der Stolzalpe, zur Ausbildung von Quarzphylliten oder auch sogar zur Ausbildung von glimmerschieferähnlichem Quarzphyllit geführt. Möglicherweise sind die Gipfelschiefer der Stolzalpe aus den Grünschiefern eingelagerten Kalkbänken abzuleiten.

Quarzphyllite von flaseriger Textur sind auf vorwiegend hydathothermischem Wege sowohl aus Sericitschiefern, wie am Nordabfall des Stolzalpe-Gipfels, als aus Kalkphylliten, wie am Nordwestabhang des Stolzalpe-Massivs bei St. Peter, hervorgegangen. Von letzterer Lokalität sind im Vorstehenden Kalkquarzphyllitbänke des Murauer Kalkhorizontes beschrieben worden, welche stellenweise über faustgroße Quarzknuern neben marmorisiertem Kalk enthalten, welche dem Gestein einen flaserigen Charakter verleihen. In anderen Fällen sind deutlich gebankte Murau-Kalke infolge vollständiger Verkieselung auch in Kieselschiefer ohne ausgeschiedenem Glimmer umgewandelt worden. Daß diese Vorgänge unter dem Einfluß vorwiegender hydathothermischer Metamorphose standen, ergibt sich daraus, daß neben dieser Verquarzung am Nickelberg eine reichliche Erzausscheidung an einem SW--NO streichenden Gangsystem, das heißt an den dort vorhandenen Vertikalstörungen stattgefunden hat und daß in dem erwähnten Horizont der lichten Muscovitkalkphyllite eine schichtig verteilte Vererzung eingetreten ist. Die hydathothermische Metamorphose hat im Norden des Gebirges und in den tieferen Horizonten, so im Bereiche der Granatglimmerschiefer, am intensivsten Platz gegriffen. Die in diese eingeschobenen Murau-Kalkschollen sind entweder vollständig marmorisiert oder in grobflaserigen Muscovitkalkphyllit umgewandelt. Daneben hat eine geringere hydathothermische Veränderung fast alle Kalke des Gebirges ergriffen. Mit Ausnahme der tiefsten dunklen Crinoidenkalke an der Grebenzedecke sind alle Kalke mehr oder weniger marmorisiert und teilweise von lockerer, zuckerförmiger Textur. In bestimmten Zonen sind die Kalke ferner dolomitisiert und in der Nähe der Erzgänge des Nickelberges sogar in Ankerite oder in eisencarbonathaltige lichtgelbe Dolomite umgewandelt worden.

Aus diesen Feststellungen ergibt sich, daß eine stratigraphische Gliederung der Gesteine und eine Parallelisierung der Gesteine

der verschiedenen Decken selbst in dem räumlich beschränkten Untersuchungsgebiet auf Grund petrographischer Merkmale auf Schwierigkeiten stößt. Die Gliederung der Gesteine kann nur auf Grund der Lagerungsverhältnisse vorgenommen werden.

Das zur stratigraphischen Erkenntnis der Gesteine brauchbarste Niveau stellt der Murauer Kalk dar, welcher sich von St. Peter und von Ober-Wölz im Norden, also vom Südfuß der Niederen Tauern um die Basis der Stolzalpe, über das Murtal an den Fuß der Frauenalpe und des Karchauer Ecks bis auf die Höhe des Blasenkogels in Zusammenhang verfolgen läßt, obgleich er an der Nordostflanke des Rantentals in erheblicher Ausdehnung in Quarzphyllit umgewandelt ist. Bei St. Lambrecht sind diese Kalke nur auf der nördlichen Talseite sichtbar; nach Süden zu sinken sie unter den Talboden in die Tiefe und kommen erst wieder am Ostfuß der Grebenze und am Abfall zum Ingolstal und Metnitztal zutage. Die im Hangenden dieser Kalke auftretenden Grünschiefer, Tonschiefer, Kalke(?) und Diabaslager und ihre metamorphen Derivate, die lichtgrünen Sericitschiefer, die Quarzphyllite, müssen nicht unbedingt ein stratigraphisch jüngeres Niveau darstellen, denn ihre Lagerung zeigt zu der einfachen Lagerung der Murau-Kalke eine deutliche Diskontinuität. Sie sind jedenfalls durch intensiven Gebirgsschub unabhängig von den Kalken in ihrem Liegenden verschoben und zusammengeschoben worden, so daß die Art ihrer heutigen Überlagerung im Stolzalpe-massiv keine ursprüngliche sein kann. Zudem fehlt der Horizont der Grünschiefer als Überlagerung der Murau-Kalke am Blasenkogel, wo die Grebenze-Scholle direkt dem Murau-Kalk aufgeschoben ist.

Das Vorhandensein einer Dislokationsebene zwischen dem Komplex der Grünschiefer und den Murauer Kalken wird aber auf das bestimmteste dadurch angezeigt, daß sowohl an der Stolzalpe als auch an der Frauenalpe eine Serie von Mylonit-Phylliten von hochmetamorpher Beschaffenheit zwischen beiden auftritt. An der Frauenalpe nehmen diese Mylonit-Phyllite im Hangenden der Murau-Kalke das Aussehen von Glimmerschiefern an, an der Stolzalpe sind es die typischen dunklen, mit flachen ebenen Quarzlinsen versehenen mylonitischen Quarzphyllite. Auch der Grünschieferhorizont erfährt mit der Annäherung an die Niederen Tauern eine zunehmende Metamorphose. Während in ihm im

Bereich des Frauenalpemassivs noch verhältnismäßig wenig veränderte, weiche Tonschiefer, weiche Grünschiefer und normale Diabase auftreten, wird die Gipfelpartie der Stolzalpe aus lebhaft glänzenden, harten, kristallinen Sericitschiefern aufgebaut, welche nach Norden in Quarzphyllite übergehen.

In auffallend anormalem Schichtverband mit diesen Schiefergesteinen und der Kalkplatte von Murau—Blasenkogel stehen die Gesteine der Grebenze-Scholle. Der Grebenze-Kalk ist nur in seinen tiefsten Horizonten in Kalkphyllit verwandelt, in seiner Hauptmasse ist seine Umwandlung über die Marmorisierung nicht hinausgekommen. Am wenigsten verändert sind die tieferen, schwarzen, bituminösen Plattenkalke, über denen beiläufig 300 m mächtige, lichte, grobbankige Kalke folgen, welche von massivem Riffkalk unbekannter Mächtigkeit überlagert werden. Daß das Grebenze-Kalkniveau dem Murau-Kalk seinem Alter nach entspricht, ist aus der Lagerung nirgends mit Sicherheit zu entnehmen, es ist das aber sehr wahrscheinlich, da ein Kalkniveau von anderem Alter weit und breit nicht vorhanden ist, und eine große Übereinstimmung in der primären Ausbildung der einzelnen Horizonte beider Kalkfolgen trotz des verschiedenen Grades der Metamorphose unverkennbar ist. Bei beiden bilden katharische Kalke das Hangende von symmetrischen. Die bituminösen Plattenkalke der unteren Grebenze-Kalke wären dann im Murau-Kalk in glimmerschieferartige Phyllite umgewandelt worden. Im Stock der Grebenze ist der Murau-Kalk durch den Grebenze-Kalk überschoben, beide Kalke liegen hier ebenso wie am Südabhang des Blasenkogels übereinander.

Als Unterlagerung der Grebenze-Kalke treten am Auerling und am Wasserofen metamorphe Schiefer auf, und zwar sericitische Quarzphyllite, welche unmittelbar über der Überschiebungsfäche und im unmittelbaren Hangenden der gestreckten Mylonit-Phyllite stark gefältelt sind. Diese sericitischen Quarzphyllite sind von denen des Stolzalpegipfels nicht zu unterscheiden. Sie dürften, was Lagerung und Aussehen anbetrifft, diesen äquivalent sein. Da nun aber der Grebenze-Kalk sicher das normale Hangende dieser Schiefer bildet, so dürften diese Schiefer und somit überhaupt die ganze Folge der Grünschiefer das normale stratigraphische Liegende der Grebenze- und auch der Murau-Kalke bilden.

Es entsteht damit natürlich die Frage, ob diese Schiefer nicht auch in den tiefsten Schollen, welche in den Murauer—Metnitzer Alpen zutage treten, in der Decke der Granatglimmerschiefer enthalten sind und ob diese nicht etwa nur intensiver veränderte Äquivalente dieser Schiefer darstellen. Ebenso wie die Metamorphose der dem Granatglimmerschiefer eingelagerten Kalke eine intensivere ist als diejenige der einzelnen Murau-Kalkhorizonte, so wäre auch die Metamorphose der Grünschiefer in der Decke der Granatglimmerschiefer eine weit vorgeschrittene.

Für die Bestimmung des Alters und der stratigraphischen Stellung der Kalke und der Schiefer liegen heute noch keine befriedigenden Anhaltspunkte vor. Fossilien sind nur aus den Grebenze-Kalken bekannt, und zwar ausschließlich Crinoidenreste. Nachdem VACEK im Jahre 1890¹ den Fund eines Crinoidenkalkes als Geröll im Lambrechtgraben bekanntgegeben hatte, gelang es TOULA an der mehrfach erwähnten Lokalität am nördlichen Abfall der Grebenze die ersten anstehenden Crinoidenkalke in unserem Gebiet aufzufinden. Unter seinen Funden stellte TOULA Crinoidenstielglieder mit fünf Nahrungskanälen fest, welche er mit denen der vom Obersilur bis ins Carbon aufsteigenden Gattung *Tatocrinus* vergleicht. Außerdem fand er Stielglieder mit doppelten Nahrungskanälen, „wie solche bei den Hilfsarmen an den Stielen von *Cupressocrinus* auftreten“. Daraufhin hielt TOULA den Grebenze-Kalk für devonisch. Ich möchte mit GEYER übereinstimmen, daß auch diese Funde eine sichere Bestimmung der Formation nicht mit Sicherheit zulassen, und daß sie die schon von STUR angenommene Übereinstimmung mit dem neuerdings sicher als silurisch erkannten Schöcklkalk bei Graz (PENECKE) nicht ins Wanken zu bringen vermögen. GEYER konnte nämlich darauf hinweisen, daß ähnliche Trochiten auch aus dem böhmischen Untersilur bekannt seien und von BARRANDE als *Entrochus primus* benannt worden sind. Ich habe nun sowohl an dem TOULA'schen Fundpunkt an der nördlichen Grebenze als auch am Abfall der südlichen Grebenze zum Auerling und ferner bei St. Blasen wiederum

¹ Die Literaturzitate sind auf p. 97 und 100 gegeben worden. Man vergleiche vor allem GEYER, 1893. p. 412. Erwähnt sei auch, daß ROLLE schon im Jahre 1854 von Singer im benachbarten Neumarkter Talgebiet Crinoidenreste erwähnt, deren Wiederauffinden aber bisher auch GEYER nicht gelungen ist.

stets in den unteren bituminösen, geschichteten Grebenzekalken Trochiten von quadratischem Querschnitt und an dem TOULA'schen Fundpunkt einen Trochiten mit vierzählig strahligen Nahrungskanal ganz nach Art der Ausbildung der fünfzähligen Pentacriniten aufgefunden. Derartige Stielglieder sind bisher nur aus dem Devon bekannt geworden. Auf den Tafeln des unterdessen erschienenen, großen Echinodermenwerkes des Systéme silurien du centre de Bohême (Bd. VII. 1899) von W. WAAGEN und J. JAHN finden sich Trochiten mit fünf Seitenkanälen von der Ausbildung der TOULA'schen Funde besonders bei *Laubeocrinus Barrandei* aus dem E₂ dargestellt, eine ähnliche Ausbildung kehrt dort bei einigen isoliert gefundenen Trochiten wieder. Vierlappige einfache Nahrungskanäle vom Charakter meiner Funde sind dagegen wohl bei *Encrinites senior* aus dem E₁ (Taf. 71 Fig. 7) und bei *Entrochus* sp. auf Taf. 78 abgebildet, im Text des Werkes bemerken die Verfasser aber, daß diese Darstellungen irrtümlich sind, so daß in der Tat bei keinem silurischen Crinoiden bisher ein vierlappiger Nahrungskanal beobachtet worden ist. Andererseits zeigt aber *Encrinites primus* auf Taf. 63 Fig. 23—32 insofern wenigstens eine vierzählige Anlage, als bei ihm neben dem quadratischen Hauptnahrungskanal noch vier kleinere Seitenkanäle auftreten.

Aus dem Devon sind demgegenüber vierlappige Nahrungskanäle bei verschiedenen Trochiten wiederholt beschrieben worden. In der bekannten Monographie der Echinodermen des Eifeler Kalkes von LUDWIG SCHULTZE (Denkschr. d. k. Akad. d. Wiss. Wien. 26. 1866) sind Stielglieder mit vierlappigem Nahrungskanal bei den Gattungen *Cupressocrinus*, *Taxocrinus*, *Nanocrinus* und *Gastrocoma* abgebildet und beschrieben worden. Neuerdings hat ferner vor allem FRANK SPRINGER (Some new American Fossil crinoids. Mem. Mus. comp. zool. at Harvard college. 25. 1911) auf das verbreitete Vorkommen von Crinoidenstielgliedern mit vierzähligem Nahrungskanal im nordamerikanischen Mitteldevon hingewiesen. Zusammen z. T. bei den gleichen Gattungen treten hier wie bei den europäischen *Cupressocrinus*-Arten vierzählig-gelappte und mit vier Seitenkanälen versehene Stielglieder auf. SPRINGER beschreibt diese Ausbildung besonders bei *Arachnocrinus extensus* und *A. bulbosus*, ferner bei *Schultzeocrinus* und *Myrtillocrinus*. Es besteht somit kein Zweifel, daß sich derartige vierzählige

Nahrungskanäle bisher ausschließlich im Mitteldevon gefunden haben, so daß sich aus ihrem Auftreten im Grebenzekalk am wahrscheinlichsten auf ein devonisches Alter des Grebenzekalkes schließen läßt. Einen vollkommen sicheren Beweis wird man aber in dem Auffinden dieser Fossilien auch heute noch nicht erblicken können.

Bei einem devonischen Alter des Kalkes würden die Grünschiefer, Tonschiefer und Diabase am besten als silurisch anzusprechen sein, da sie am Auerlingpaß das Liegende der Grebenzekalke bilden. In der Tat kommen in den Südalpen (Karawanken, Karnische Alpen) und in den Nordalpen (Dientener Silurschiefer des Mandlingzuges bei Radstatt) ja auch ähnliche Gesteine sicher silurischen Alters vor. Insbesondere sind die sogen. Semriacher Schiefer des Grazer Paläozoicums als die äquivalenten Gesteine unserer Schiefer von allen älteren Autoren bereits angesprochen worden.

Die gleichen Schiefergesteine und Kalke treten im Gebiet der Tauern auch vielerorts in mehr oder weniger metamorpher Beschaffenheit im Komplex der sogen. Schieferhülle auf. Am Schluß dieser Arbeit wird darauf zurückgekommen werden. Besonders dort, wo die Schieferhülle mit Intrusionen in nähere Berührung gekommen ist, erreichte die metamorphe Beschaffenheit der Gesteine der Schieferhülle aber ein erheblich höheres Ausmaß als unsere Gesteine der Murauer—Metnitzer Alpen.

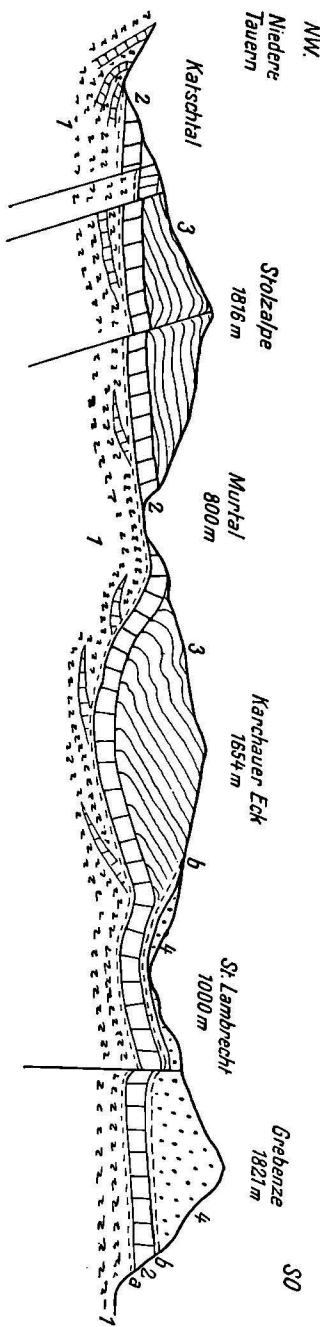
2. Der Gebirgsbau.

Die Murauer und Metnitzer Alpen zeigen einen sehr reinen Deckenbau, da die Deckenstruktur hier von keiner späteren Faltung erfaßt worden ist. Vier verschiedene Gesteinsdecken sind in überschobener Lagerung zu erkennen. Zum Verständnis der weiteren Ausführungen sei auf die Kartenskizze p. 103 und auf das folgende Profil durch das gesamte Gebirge verwiesen.

Der ältesten hier aufgeschlossenen Scholle der Granatglimmerschiefer mit eingelagerten Kalken ist die Murauer Kalkscholle aufgeschoben. Über diese ist in stärker gestörter Lagerung die Frauenalpe-Schiefer-scholle gelagert und beide sind von der Grebenze-Scholle überschoben.

1 = Glimmerschieferscholle, 2 = Scholle der Murauerkalke, 3 = Franenalpscholle, 4 = Grebenzscholle; a = Mylonite an der Basis der Grebenzscholle; a = phyllinisierte Murauerkalke.

Profil durch die Muraner—Metnitzer Alpen.



Die Überschiebung wird dadurch bewiesen, daß die Gesteine der einzelnen übereinandergelagerten Decken eine voneinander unabhängige Lagerung der Schichten zeigen, welche in Form der sogen. tektonischen Diskordanz oder von Diskontinuität in der Lagerung der übereinanderliegenden Gesteine zum Ausdruck kommt. Einen weiteren Beweis für den tektonischen Kontakt der einzelnen Decken liefert das Vorkommen hochmetamorpher Mylonitgesteine an den Überschiebungsfächen. Schließlich sind die Gesteine der einzelnen Decken auch nach den älteren Autoren stratigraphisch identisch, so daß ihre Überlagerung nach allem nur eine tektonische sein kann.

Die Lagerungsunterschiede in den einzelnen Decken, welche bei der vielfach annähernd söhligem Lagerung von eingeschalteten Kalkdecken um so mehr auffallen, habe ich als Diskontinuität bezeichnet. Der Ausdruck Diskordanz will mir für diese Lagerung wenig zutreffend erscheinen. Als Diskordanz wird herkömmlich eine Verschiedenheit der Lagerung zweier Gesteinsfolgen bezeichnet, welche auf

einen tektonischen Vorgang zurückzuführen ist, der zwischen dem Absatz beider Gesteinsfolgen eingetreten ist. Die tieferen Schichten befinden sich dann in gestörterer Lagerung als die jüngere Gesteinsfolge. Das trifft aber auf den vorliegenden Fall nicht zu. Im Gegenteil, die im Hangenden befindliche Gesteinsfolge ist vielfach die stärker gestörte, und die tektonische Bewegung ist lange nach dem Absatz aller Gesteine erfolgt. So liegen dem weithin annähernd söhlig gelagerten Murau-Kalk bei Ingolstal und an der Basis der Stolzalpe gestauchte und gefaltete, teilweise auch gefältelte, halbkristalline und kristalline Schiefer auf.

Von besonderer Bedeutung sind die dynamischen Merkmale, welche die Gesteine unmittelbar unter den Überschiebungsflächen besitzen. Die festen, fast söhlig gelagerten Murau-Kalke unterhalb der Grebenze-Scholle an den Flanken des Auerlingberges und bei St. Lambrecht weisen eine äußerst intensive Fältelung auf, welche in den festen, aus dem Gebirge heraustretenden Bänken die Ausbildung vieler übereinander gelegener, liegender, kleiner Zickzackfalten annehmen. Die gefältelten Kalkbänke haben dabei keineswegs ihren Zusammenhang verloren, sondern stellen in ihrer Struktur sehr feste, dichte, mächtige Kalkbänke dar. Neben der Kleinfältelung, in der die Falten eine Länge von 35 cm bis zur winzigsten Schichtenbiegung erlangen, ist auch eine Kleinfaltung zu beobachten mit Falten und Mulden von dem Ausmaß einiger Meter. Die verkieselten Kalke, welche beim Anstieg von der oberen Stiftskirche bei St. Lambrecht nach dem Karchauer Eck gut aufgeschlossen sind, sind in dieser Weise schräg zum Verlauf der an dem Abhang hinaufziehenden Überschiebungsfläche gefaltet. Eine echte Knetfaltung im Sinne der von STEINMANN¹ beschriebenen, bei der es zur Einwicklung von Teilen etwas härterer Bänke in den benachbarten weichen Bänken gekommen ist, tritt oberhalb der Klippe von Grebenze-Kalk bei St. Blasen auf. Hier ist eine verhältnismäßig wenig mächtige Folge von Ton- und Grünschiefern zwischen den im Liegenden befindlichen Murau-Kalken des Blasenkogels und dem übergeschobenen Grebenze-Kalk ausgewalzt worden. Die Taf. IV zeigt die charakteristische Knetstruktur sehr schön.

¹ G. STEINMANN, Über Gesteinsverknüpfung. Dies. Jahrb. 1907. Festband.

Die großen Dislokationsflächen sind ferner durch den wiederholt beschriebenen Mylonit-Phyllit ausgezeichnet. Dieses hochmetamorphe Gestein bildet in dem Gebirge geradezu ein Leitgestein für die Basis der Schubschollen und steht in starkem lithologischem Gegensatz zu den halbkristallinen oder wenig metamorphen Gesteinen in seinem Liegenden und Hangenden.

Diese Befunde in allen Teilen des Gebirges sowohl an der Grenze der Grebenze-Scholle gegen die Frauenalpe-Scholle als gegen die Murauer Kalkscholle lassen sich nur so deuten, daß hier meist flachliegende Dislokationsebenen vorliegen, an denen die oberen Schichtteile der Liegendschollen aufgeschürft sind und es an den Bewegungsflächen selbst zur Ausbildung hochmetamorpher Mylonitschiefer gekommen ist. Wir erhalten das bezeichnende Bild einer alpinen Deckenstruktur. Da ferner alle Schubschollen aus einander sehr ähnlichen Gesteinen, Kalken vom Typus und von der Gliederung der Grebenze—Murau-Kalke und Ton- und Grünschiefer mit Diabaslagern aufgebaut sind, so dürfte hier eine und dieselbe Gesteinsdecke in mehreren Schubschollen übereinandergeschoben sein.

Die durch das Auftreten der Mylonit-Phyllite und der aufgeschürften Unterlage ausgezeichnete Schubfläche der **Grebenze-Scholle** läßt sich nach Norden bis zum Blasenkogel und der St. Blasius-Kapelle verfolgen. Die Fläche fällt vom Wasserofen bis zur Grebenze von Westen gegen Osten nur wenig in die Tiefe. Sie senkt sich aber aus diesem Gebiet gegen St. Lambrecht sehr viel stärker. Die Mylonit-Phyllite befinden sich am Auerlingpaß in 1450 m, am Auerlingsee in 1350 m Meereshöhe und neigen sich bis St. Lambrecht um weitere 350 m bis unter den Talboden. Die Schubfläche steigt aber an der Nordflanke des Lambrechter Tals wiederum mit dem 14° steilen Gehänge auf die Höhe am Südabhang des Karchauer Ecks und in das weite Hochtal von St. Blasen hinein. Am Blasenkogel erreicht sie bei 1200 m Höhe am Nordrand der dort vorhandenen Grebenze-Kalkklippe ihr Ende.

Sehr wahrscheinlich gehören die flachgeschichteten Tonschiefer und Diabaslager der Gipfelpartie der Frauenalpe auch noch der Grebenze-Scholle an, da sie zu den gepreßten, mächtigen, tieferen Schiefen der Frauenalpe eine ziemlich auffallende Diskontinuität der Lagerung zeigen und von diesen durch stark

metamorphe Quarzphyllite vom Aussehen der Mylonit-Phyllite getrennt sind. Die Überschiebungsfläche würde dann in der Frauenalpe bis zu 1700 m Höhe weiter emporsteigen. Es ist aber hervorgehoben worden, daß diese Deutung nicht sicher ist, da Grebenze-Kalke hier jedenfalls fehlen.

Es darf wohl angenommen werden, daß der heute zu verfolgende Nordrand der Grebenze-Scholle nicht den einstigen Stirnrand der Scholle darstellt, sondern daß große Teile der Scholle samt den sie unterlagernden Myloniten abgetragen sind. Es erscheint nicht ausgeschlossen, daß eine weiter nördlich gelegene Klippe von Grebenze-Kalk noch auf dem Pleschaitz wird nachgewiesen werden können.

Von Interesse ist die Entscheidung der Frage, ob der wellige Verlauf der Überschiebungsfläche von der Höhe des Auerlings bis unter das Lambrechtal und zum Blasenkogel hinan ein ursprünglicher ist oder ob in ihm eine nachträgliche leichte Faltung des Gebietes zum Ausdruck kommt. Es ist zunächst von Bedeutung, daß auf der Erstreckung von der Grebenze bis zum Blasenkogel nicht nur die Überschiebungsfläche selbst, sondern auch der unter ihr gelagerte Murau-Kalk diese muldenförmige Lagerung, wenn auch anscheinend in geringerem Maße, mitmacht (vgl. das vorstehende Profil). Am Gipfel des Blasenkogels stehen flach südlich geneigte Kalkphyllite an, ähnlich oberhalb St. Martin und am Fuß der Frauenalpe gegen Murau. Auch die aufgeschürften Kalke am Fuß des Karchauer Ecks oberhalb der St. Lambrechter Stiftskirche fallen im großen und ganzen südwärts. Die Grebenze-Scholle zeigt nun dort, wo sie diesem gegen Süden fallenden Kalkschenkel aufliegt, eine stark zerrüttete Struktur. Die Grebenze-Kalke zeigen sich an der Klippe von St. Blasen in steil gestellten und gestauchten Bänken. Auch die Mylonitzone ist hier überall besonders mächtig entwickelt und die Kalke nicht nur gefältelt, sondern in viele kleine Falten gelegt. Alles das zeugt von einem hier besonders stark zum Ausdruck gekommenen tektono-dynamischen Druck. Die Grebenze-Scholle dürfte bei ihrer Bewegung aus Süden daher hier schon eine gegen Süden geneigte Fläche vorgefunden haben, auf welcher sie unter Auslösung besonders intensiver Druckercheinungen aufwärts geschoben wurde. Eine Bestätigung findet die

Annahme, daß die Grebenze-Scholle einer schon bestandenen Unebenheit, einem begrabenen Carbonrelief, aufgeschoben wurde, darin, daß sie im Westen eine mächtige Grünschiefer-Scholle unter sich begrub, welche sich zwischen Roßberg und Blasenkogel allmählich auskeilt, so daß hier zwischen dem liegenden Murau-Kalk des Blasenkogels und der Grebenze-Kalkklippe nur ein schmales, intensiv geknetetes Schieferband eingeschaltet ist.

Eine nachträgliche Faltung des Gebietes erscheint demnach wenig wahrscheinlich.

Die nähere Betrachtung der NS-Verwerfung am Westabfall der Grebenze ergab mit voller Bestimmtheit, daß die Überschiebung der Grebenze-Scholle älter sein muß als diese Verwerfung, welche durch das ganze Deckensystem hindurchsetzt. Am Ostabfall der nördlichen Grebenze und des Kalkberges fallen außerdem die Kalke steil in die aus NW gegen SO verlaufende Störungszone des Neumarkter Gebietes hinab und den Darstellungen von GEYER über die Zusammensetzung des „Neumarkter Sattels“ ist zu entnehmen, daß dort das gesamte Deckensystem in die Störungen und Faltungen einbezogen sein dürfte. Daraus ergibt sich für die gesamte Struktur der Norischen Alpen der wichtige Schluß, daß die sich im Neumarkter Gebiet gegen Osten zuerst einstellende NW—SO gerichtete Struktur der östlichen Norischen Alpen¹ mit derjenigen der Seetaler Alpen, der Saualpe, ferner des Lavanttals und schließlich die Tektonik der das Grazer Gebirge im Westen abschließenden Korralpe eine jüngere Gebirgsbewegung darstellt als die des Murauer—Metnitzer Decklandes.

Als die am weitesten nach Westen gelegene Störung in der Richtung der Neumarkter NW—SO-Struktur ist die in dieser Richtung streichende Verwerfung anzusehen, welche die kleine Bergkuppe von St. Lorenzen bei Althofen im Katschtal vom Massiv der Stolzalpe abtrennt. Auch hier ließ sich ein jüngeres Alter deutlich erkennen.

Das Alter der aus NW gegen SO gerichteten Gebirgsstruktur

¹ Mit GEYER wird das Massiv des Hohenwarts in den Niederen Tauern als der Angelpunkt angesehen, von dem aus diese östliche, von NW gegen SO streichende Tektonik anhebt.

würde aber aus der Lagerung des Kainacher Gosaubeckens am Ostfuß der Koralpe als postgosauisch anzusehen sein. Dann müßten die Deckenschübe der Murauer—Metnitzer Alpen wohl vorgosauisch sein und vermutlich der älteren vorgosauischen Gebirgsbewegung angehören.

Auch die **Frauenalpe-Scholle** ist auf ihrer Unterlage, d. h. über die Murauer Kalke oder ihre metamorphen Äquivalente, die Kalkphyllite und Quarzphyllite, welche alle der Murauer Scholle angehören, bewegt worden. Dieser Scholle gehören die mächtigen Tonschiefer, Grünschiefer, Phyllite und Diabase des Frauenalpemassivs, des Karchauer Ecks, des Rossecks und die Sericitschiefer und stärker metamorphen Schiefer der Stolzalpe an. Die Mächtigkeit der Scholle nimmt nach Osten unter der Grebenze-Scholle schnell ab. Sie ist am Südfuß des Blasenkogels nur als dünnes zerknietetes Schieferband noch zu erkennen. Die Diskontinuität zwischen der Lagerung der Schiefer und der Kalke der Murauer Scholle und die zwischen beiden auftretenden hochmetamorphen Quarzphyllite und glimmerschieferartigen Phyllite beweisen es. Für die Schieferdecke ist es ferner charakteristisch, daß in ihr vorwiegendes nördliches Einfallen herrscht und daß sie am Nordabfall des Stolzalpegipfels und weiter nördlich, also gegen die Niederen Tauern zu stärker metamorphe Gesteine aufweist als im Süden. Die Lagerung der Schiefer ist eine recht unregelmäßige, auf den Nordhängen zeigt sich verbreitet eine Faltung, zu der an der Frauenalpe bis hoch hinauf über die Schubfläche anhaltende Fältelung der dort weichen Tonschiefer hinzutritt. Wir erblicken in diesen Erscheinungen die Äußerungen einer während des Schubes in den weicheren Gesteinen besonders intensiv zum Ausdruck gekommenen Zusammenfaltung und Aufschürfung. Dabei bleibt es zunächst unentschieden, ob dieser Zusammenschub durch die Eigenbewegung der Decke selbst erfolgte oder ob sie durch die über sie hinweggleitende Grebenze-Scholle ausgelöst wurde, welche heute zwar in weiten Gebieten von ihrem Rücken abgetragen ist. Da aber die Überschiebungen der einzelnen Schollen übereinander offenbar zu gleicher Zeit erfolgt sind, so dürfte die eine oder die andere Wirkung schwer voneinander zu unterscheiden sein.

Dafür daß die gesamte Gebirgsbewegung in den Deckenschüben zeitlich zusammengehört, gewährt die Ausbildung der im Stolzalpe-massiv auftretenden, aus SW gegen NO verlaufenden Störungen einen gewissen Anhaltspunkt. An diesen Störungen sind Murauer Scholle und Frauenalpe-Scholle im Zusammenhang bewegt worden, ohne daß die Störungen aber jüngere Bewegungen darstellen können, denn auf ihren Flächen treten in ähnlicher Weise wie auf den Schubflächen der Schollen Mylonit-Phyllite auf. Diese Gesteine beweisen, daß sich diese Störungen unter gleich starkem Druck ausgelöst haben wie die Deckenschübe. Sie müssen ebenso wie diese Tiefenstörungen — in dem sogleich zu besprechenden Sinne — und gleichzeitig mit ihnen ausgelöst sein. Das regelmäßige Einfallen dieser Störungen gegen SSO liefert ferner einen Anhaltspunkt dafür, daß die gleichzeitig erfolgten Deckenschübe, in denen das Gebirge zusammengeschoben worden ist, aus annähernd südlicher Richtung gerichtet waren.

Im Gegensatz zu der Schieferdecke der Frauenalpe ist die viel sprödere **Murauer Kalkscholle** weniger gestört. Sie folgt an der Basis der Frauenalpe, des Karchauer Ecks, im Zug des Blasenkogels, ferner in dem Gebirgszug im Abschluß des Ingolstals und am Sockel der Grebenze, sowie an der Basis der Stolzalpe einer leichten Großfaltung, welche — wie vorher gezeigt wurde — schon zur Zeit der Deckenschübe bestanden hat. Die Scholle zeigt in ihrem Verlauf insofern eine Differenzierung, als stellenweise der oberste Horizont der Murau-Kalke, der sich östlich Murau in Gestalt noch erhaltener lichter Riffkalke zeigt, abgeschürft ist. Die Scholle steigt im Stolzalpemassiv nach den Niederen Tauern zu erheblich an, und die unterlagerten Granatglimmerschiefer, welche bei Murau (730 m) noch unter der Talsohle anstehen, heben sich am Nordfuß der Stolzalpe bis 1300 m heraus. Wie es die Aufschlüsse bei St. Peter erkennen lassen, wie es aber viel deutlicher die unmittelbar nördlich Ober-Wölz im Schöttl-Bach befindlichen Steinbrüche beweisen, sind dem Granatglimmerschiefer Schollen des Murau-Kalkes eingeschoben. Alle diese Schollen zeigen hier am Rand der Niederen Tauern ein südliches oder südsüdöstliches Einfallen und sind dem Granatglimmerschiefer konkordant eingelagert. Während die tiefen Horizonte der Murau-Kalke aus

dynamometamorphen Kalkphylliten mit feinen Sericit- und Glimmerhäutchen bestehen, sind die dem Granatglimmerschiefer eingeschobenen Kalkschuppen in grobflaserige Muscovitkalkphyllite oder schichtungslose grobkörnige Marmore verwandelt. Ihre konkordante Lagerung im Glimmerschiefer weist darauf hin, daß sie ebenso wie diese letzteren ihre metamorphe Ausbildung bei oder nach dem Einschub, erhalten haben. Es sind am Nordrand unseres Gebietes mindestens drei derartige, schuppenförmig übereinandergelagerte, durch Granatglimmerschiefermassen getrennte Kalkgesteinsschollen dem Granatglimmerschiefer eingelagert. Die besten Aufschlüsse in zwei derselben sind bei Oberwölz im Schöttlbachtal vorhanden. Die oberste Scholle ist am Pleschaitz unterhalb Schuster am Moos bei Kote 1050 in steiler Stellung inmitten der Granatglimmerschiefer zu beobachten. Am Schöttlbach fallen die hier blauen, stark dolomitisierten Kalke mit 45° gegen Süden ein. In genau entsprechender Lagerung sind oben die dem Glimmerschiefer beim Aufstieg zum Wiesebauer eingeschalteten Kalke beschrieben worden. Ich möchte die Kalke als Schubspäne ansprechen, welche während des Aufschubs der Murauer Kalkscholle auf den Granatglimmerschiefer in diesen eingedrungen sind und dann mit diesem eine gleichzeitige Metamorphose erfuhren (vgl. Profil p. 169).

Daß der Murau-Kalk auf den Granatglimmerschiefer aufgeschoben ist, kommt aber in der Diskordanz zum Ausdruck, welche an vielen Stellen zwischen dem Granatglimmerschiefer und dem Murauer Kalk besteht, und welche schon GEYER festgestellt hat. Der Granatglimmerschiefer ist meist in zahlreiche, nach Norden überkippt, kleine Falten unterhalb der ungefalteten Murauer Kalkscholle aufgeschürft, und an der Grenze beider treten, durch Übergänge mit dem Kalkphyllit verbunden, mylonitische Glimmerschiefer ohne Granaten auf.

Im Gebirgsbau der Murauer und Metnitzer Alpen treten demnach mehrere flach übereinandergeschobene Gesteinsschollen auf mit allen Merkmalen flach gelagerter tektonischer Decken. Die Mächtigkeit der Decken wächst nur bis 500 m, und die Frauenalpe-Scholle verliert sich nach Osten zu fast vollständig zwischen der Murauer Scholle und der Grebenze-Scholle. Sie haben jedenfalls nur den Charakter von Decken niederer Ordnung und gehören

vielleicht einem Deckensystem höherer Ordnung an, welches aus der Betrachtung dieses kleinen Gebietes noch nicht definiert werden kann. Auffallend ist die starke Metamorphose der Gesteine und besonders der dynamisch stark beanspruchten Gesteine an den Bewegungsflächen. Diese starke Metamorphose findet wohl ihre Erklärung darin, daß die Deckenschübe unter der Bedeckung mächtiger, im Hangenden vorhanden gewesener Gesteinsdecken stattgefunden haben. Wir wollen das System dieser Kleindecken daher als Tiefendecken bezeichnen.

3. Die Auffassung der vorliegenden Tektonik im Rahmen der alpinen Tektonik.

Die Ergebnisse der vorstehenden Untersuchung bestätigen also keineswegs die Ansicht, daß die Murauer und Metnitzer Alpen inmitten des alpinen Gebirgsbaus eine starre, horstartige Masse darstellt, welche am Zusammenschub der Alpen keinen Anteil hatte. Die vier nachgewiesenen Kleindecken sind in intensivster Weise aus südsüdöstlicher Richtung übereinandergeschoben worden. Ihre Tektonik ist sowohl was die Schubrichtung als auch was ihre Rolle zu den benachbarten Gebieten betrifft, eine rein alpine, keine varistische.

Das Alter der Deckenschübe konnte nur als sehr wahrscheinlich vorgosauisch erkannt werden. Vermutlich wird die von mir nunmehr begonnene Untersuchung der Lagerung der von BITTNER¹ und REDLICH² stratigraphisch bereits erforschten Trias des Krappfeldes südlich Friesach in Kärnten weitere Anhaltspunkte ergeben. Hier wäre festzustellen, in welcher Beziehung die vorhandenen Triasschollen zu den Gesteinen der Metnitzer Alpen stehen und wie sich ihre Tektonik derjenigen der Unterlage mit der Struktur des Murauer—Metnitzer Deckenlandes angliedert. HERITSCH³

¹ A. BITTNER, Die Trias von Eberstein und Pölling in Kärnten. Verh. d. k. k. Reichsanst. 39. 1889.

² K. A. REDLICH, Die Geologie des Gurk- und Görtschitztales. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 55. 1905.

³ FR. HERITSCH, A. Die österreichischen und deutschen Alpen bis zur alpino-dinarischen Grenze (Ostalpen). Handb. d. reg. Geologie. II. S. a. 18. Heft. 1915. p. 114.

hat diese Triasinsel kürzlich wohl mit Recht als eine Senkungszone bezeichnet, „deren Fortsetzung wohl in der Mulde von Neumarkt—Murau liegt“. In der Tat muß hier ein in tiefer Lage befindlicher Abtragungsrest eines Schichtensystems vorliegen, das einst weithin nördlich ausgebreitet war und so auch das gesamte Murauer—Metnitzer Deckenland bedeckte. Die engen stratigraphischen Beziehungen, welche die Trias des Krappfeldes mit derjenigen der Nordalpen nach den Ergebnissen der BITTNER'schen Untersuchungen besitzt, spricht ebenfalls durchaus in diesem Sinne.

Während nun die Gesteinsentwicklung des Gebietes in enger Beziehung zu derjenigen der Schieferhülle der östlichen Zentralalpen steht und sowohl die Art als auch die Richtung der Deckenschübe von rein alpinem Charakter sind und gewisse Beziehungen zu derjenigen der Radstädter Tauern aufweist, so dürfte man in Anbetracht des altpaläozoischen Alters der Gesteine doch erwarten, auch Anzeichen varistischer Tektonik anzutreffen. Allem Anschein nach ist diese ältere Tektonik aber von der jüngeren intensiven, alpinen so stark überarbeitet, daß es schwer fällt, Spuren von ihr aufzudecken. Vielleicht können aber die folgenden Tatsachen auf varistische Gebirgsbildung zurückgeführt werden: Aus den zahlreichen Einzelangaben über das Einfallen und Streichen der Schichten ergaben sich wiederholt Abweichungen von dem aus rein südsüdöstlicher Druckrichtung geforderten Schichtstreichen. Ohne ersichtlichen Grund ist das Streichen der Schiefergesteine häufig kein südwestlich—nordöstliches, sondern ein davon abweichendes (vgl. die Karte p. 153). Auf varistische Differenzierung der geschobenen Schollen ist vielleicht auch die wechselnde Mächtigkeit der Frauenalpe-Scholle zurückzuführen. Vor allem könnte die Gesteinsverschiedenheit zwischen der Grebenze-Scholle und der Scholle des Stangalpe-Carbons auf varistische Anlage in dem Gebirge vor dem Eintritt des Deckenschubes beruhen. Eine Sicherheit, in diesen tektonischen Zügen aber die Spuren varistischer Struktur zu erblicken, besteht vorläufig nicht.

Weitere Aufschlüsse wären durch die Klärung des Verhältnisses des Carbons der Stangalpe im Westen unseres Gebirges zu den Deckenschollen der Murauer—Metnitzer Alpen zu erwarten. Die Stratigraphie des Stangalpe-Carbons ist zuletzt von

W. A. HUMPHREY¹ studiert worden, welcher sein Augenmerk aber nicht erschöpfend auf die Tektonik gerichtet hat. Es steht noch immer nicht fest, ob diese große Carbonscholle in transgredierender Lagerung das Deckenland überdeckt, oder ob sie darüber aufgeschoben ist. Der im verflossenen Sommer ausgeführte viertätige Ausflug ins Paltal und in die Umgebung der Fladnitzalpe ergab keine hinreichenden Resultate, um eine Ansicht zu äußern. Daß eine Diskordanz zwischen dem Carbon und seiner kristallinen Schieferunterlage besteht, ist wiederholt beschrieben worden und neuestens auch von F. BECKE² wieder ausgesprochen worden. Ich beobachtete am Ostrand der Carbonscholle von der Fladnitz aus folgendes. Aus Osten vom Lichtberg und Hirschstein fällt ein meist ebenflächiger, harter, in flachen Scherben zerbrechender Sericitschiefer (z. T. Glimmerschiefer) unter das Carbon und ist von diesem durch stark zerdrückte Quarzphyllite getrennt, denen bei der Fladnitz an der Fahrstraße nach Glödnitz schwarze und lichte Kalke mit ebenen Schichtflächen, im Grunde des Paltales aber metamorphe Konglomerate aufgelagert sind. Diese Aufschlüsse dürften mehr für eine tektonische als für eine stratigraphische Diskordanz sprechen. Sofern das Stangalpe-Carbon eine Schubdecke darstellen sollte, wäre ihr Verhältnis zur Grebenzedecke eine offene Frage. Von Wichtigkeit wäre zunächst, durch eine Begehung der hohen Bergketten zwischen der Frauenalpe und dem Lichtberg bei der Fladnitz festzustellen, welcher der Schollen der Metnitzer Alpen die basalen Sericitschiefer angehören, in die Stufe der Granatglimmerschiefer gehören sie jedenfalls nicht.

Ein Vergleich der Tektonik des untersuchten Gebietes mit derjenigen des Grazer Paläozoicums dürfte ebenfalls noch Resultate ergeben, welche für die Auffassung der Tektonik der gesamten östlichsten Alpen von Bedeutung sind.

Wir haben unsere Deckschollen als *Tiefendecken* bezeichnet, um damit zum Ausdruck zu bringen, daß das Vorkommen von hochmetamorphen Gesteinen in ihnen, sowie die allgemeine starke Metamorphose und die Anteilnahme ausschließlich paläozoischer Gesteine an ihrem Aufbau zu der Überzeugung führen,

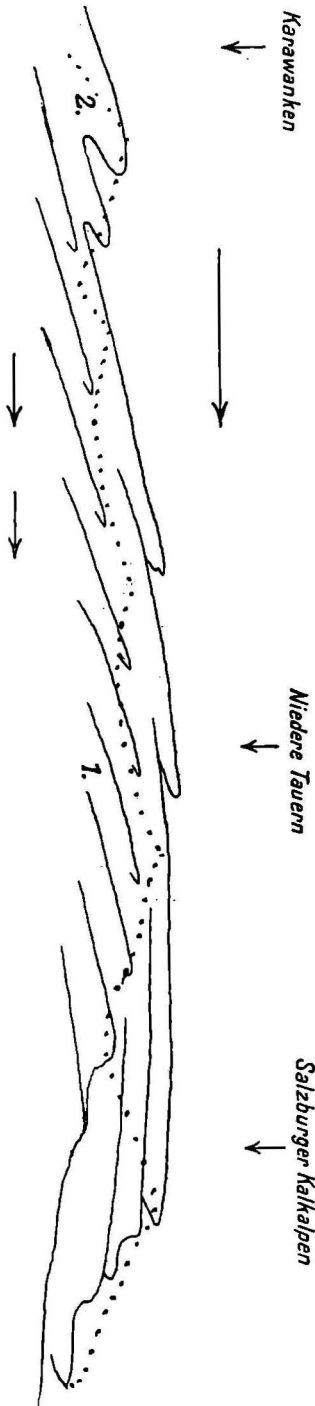
¹ W. A. HUMPHREY, Über einige Erzlagerstätten in der Umgebung der Stangalpe. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 55. 1905. p. 349.

² F. BECKE, Ostrand des „lepontinischen Tauernfensters“ und Zentralgneis. Geol. Rundsch. 3. 1912. p. 628.

daß sich der Deckenbau unterhalb einer mächtigen Bedeckung jüngerer Gesteine abspielte. Zum mindesten dürfte eine Triasdecke von der Schichtenausbildung der Trias des Krappfeldes, wohl aber auch eine weitere Folge von Juragesteinen auf ihrem Rücken während des Gebirgsschubes vorhanden gewesen sein. Unter der Wirkung des Druckes dieser Decke und unter dem des Gebirgsschubes, ferner unter der erhöhten Tiefentemperatur hat sich die Bewegung dieser Tiefendecken vollzogen. Unter diesen Verhältnissen ist es in nahezu allen Gesteinen zu einer mehr oder minder intensiven hydathemischen Gesteinsumwandlung und teilweisen Vererzung gekommen. Die stärkste Wirkung aller gesteinsverändernden Kräfte wurde natürlich auf den Dislokationsflächen ausgeübt. Die hier zu beobachtende Knetstruktur weicher Gesteine und die intensive Kleinfältelung massiger Kalkbänke, vor allem aber die Entstehung hochmetamorpher Mylonit-Schiefer in den Flächen der Bewegung selbst, sind als charakteristische Erscheinungen dieser Tiefendecken anzusehen und in so regelmäßiger Ausbildung nur in erheblichem Abstand von der Erdoberfläche erklärlich. Als eine weitere Eigentümlichkeit dieser Tiefendecke betrachte ich die Ausbildung der intensiv geschobenen *Kleindecken*. Die vorgefundene Struktur der Kleindecken weicht von derjenigen der Großdecken im Bereich der mesozoischen Kalke erheblich ab. Sie ist aber ähnlich auch in andern Teilen der östlichen Zentralalpen bereits mancherorts beschrieben worden. Da an dem Aufbau der Murauer Decken Kalke ebenfalls einen hervorragenden Anteil haben, so kann die Struktur nicht auf lithologische Momente zurückgeführt werden. Sie wird aber verständlich, wenn wir die Großdecken als *Oberflächendecken* diesen *Tiefendecken* gegenüberstellen. Die Kleintektonik der letzteren löste sich offenbar in dem durch erhöhten Druck und erhöhter Temperatur stärker plastischen Zustand der Tiefendecken aus.

Die vorliegenden Beobachtungen würden dann dafür sprechen, daß bei dem älteren alpinen Gebirgsschub eine getrennte Bewegung in der Tiefe des Gebirges und eine andere in oberen Gesteinstufen gleichzeitig erfolgte. Es entstand eine Tektonik, die vieles mit der MÜHLBERG'schen Abscherungstektonik gemeinsam hat und auch als diskordante Tektonik oder besser als *tektonische Diskontinuität* bezeichnet werden kann. In der Tiefe entstanden viele übereinandergeschobene Kleindecken, während die hangende, starre,

Alpine Faltung unter der Ausbildung von Kleindecken (1) in der Tiefe (Tiefendecken) mit stärkerer Raumverzerrung in ihnen und der Ausbildung von großen Oberflächendecken mit geringerer Raumverzerrung und daher weitem Schubb außerhalb des Gebietes ihrer Ablagerung.



mesozoische Gesteinsfolge als starres Gebilde zu gleicher Zeit in weniger zahlreiche Oberflächendecken zusammengesoben wurde. Die Raumverzerrung war damit beim Zusammenschub der Tiefendecken eine viel stärkere als im Bereich der Oberflächendecken. Es verblieben demnach die Tiefendecken in ihrer alpinen Zone, während die Oberflächendecken weit über die Zentralzone hinaus über die tiefen sogen. helvetischen Grundschollen und ins tertiäre Vorland, d. h. zu den dadurch entstandenen nördlichen Kalkalpenzone abgeschoben wurden (vgl. das nebenstehende schematische Profil).

Bei einer derartigen Auffassung gelangen wir zu einer sehr viel natürlicheren Erklärung des alpinen Deckenbaus. Es erübrigt sich die Annahme der stets so überaus problematischen Ver-

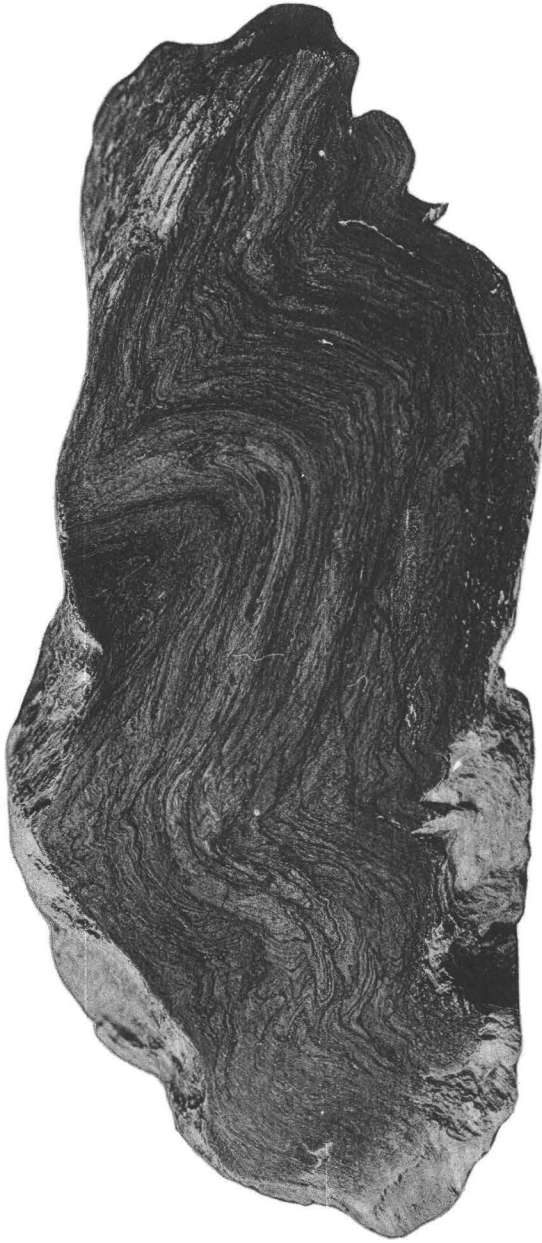
schluckungszonen und das in den Ostalpen vergebliche Suchen nach Wurzelgebieten. Wir würden davon Abstand nehmen können, einen Teil der nordalpinen Kalkdecken mit KOBER von den Karawanken abzuleiten, welche nach KOSSMAT ja keinerlei Merkmale eines Wurzelgebietes aufweisen. Es würde nicht mehr nötig sein, einen Teil der nordalpinen Kalkdecken mit KOBER aus der alpino-dinarischen Narbe abzuleiten, welche ebensowenig wie die Grenze der Zentral- und nördlichen Kalkalpen (HERITSCH¹) eine Verschluckungszone darzustellen braucht. Der Tiefenschub der Norischen Alpen und der Niederen Tauern hat in sich die Raumverzerrung erfahren, welche wir für das Zustandekommen der im Gebiet der nördlichen Kalkalpen übereinandergetürmten mesozoischen Decken fordern müssen, und die Oberflächendecken sind über die Zone der Tiefendecken hinausgeschoben worden.

Es soll an dieser Stelle noch nicht der Anwendbarkeit dieser Auffassung auf die gesamten Ostalpen nachgegangen werden. Im allgemeinen darf nur gesagt werden, daß das sogen. lepontinische Deckensystem sich in den östlichen Alpen zum großen Teil mit unseren Tiefdecken decken würde, demnach also nicht ortsfremd ist. An der Grenze von Ost- und Westalpen, wo sich immer deutlicher ein Querschub aus Ost gegen West erweist, herrschen aber Verhältnisse, welche auf die östlichen Gebiete nicht übertragen werden können, und hier spielt die lepontinische Decke offenbar eine ganz andere Rolle. Das Nächstliegende wäre aber, den Deckenbau der Murauer—Metnitzer Alpen mit der hochkomplizierten Tektonik, welche in dem westlich von Murau gelegenen Gebiet der Niederen Tauern und in den Radstädter Tauern herrscht, in sinngemäße Verbindung zu bringen. Die ausgezeichneten Arbeiten von GEYER, FRECH, UHLIG, BECKE, KOBER und STARK² haben hier Aufklärung gebracht. Dieses Gebiet hat im Gegensatz zu dem unseren durch Intrusionen und das sich dem Deckenschub

¹ FR. HERITSCH. S. frühere Zitate.

² Man vergleiche vor allem: L. KOBER, Bericht über die geotektonischen Untersuchungen im östlichen Tauernfenster und seiner weiteren Umrahmung. Sitzungsber. d. kais. Akad. Wien. Math.-naturw. Kl. 121. 1912. p. 425 ff. — M. STARK, Vorläufiger Bericht über geologische Aufnahmen im östlichen Sonnblickgebiet und über die Beziehungen der Schieferhülle des Zentralgneises. Ebenda. p. 211.

im Norden entgegenstellende Schladminger Massiv eine viel größere Komplikation der Lagerung erfahren. In der von KOBER wiedergegebenen Deckenfolge zeigen die nach ihm zur Iepontinischen Deckenordnung gehörenden Kalkphyllitdecken ähnliche Gesteine wie die im Murau—Metnitzer Gebirge vorkommenden. Im Hangenden dieser Decken folgen dort die Klammdecken und dann die Radstädter Decken mit unzweifelhaftem Mesozoicum. Darüber liegt die ostalpine Deckenordnung. Den Charakter zweifelloser Tiefendecken zeigen allein die Zentralgneisdecken und die Kalkphyllitdecken. Die Klammdecke besteht aber „nur aus Schubspänen und Schubschollen“ und macht nach KOBER den Eindruck, daß sie „überhaupt keine selbständige tektonische Zone, sondern nur der zertrümmerte Basalteil der Radstädter Decke“ sei. Nach unserer Auffassung läge in ihr das Grenzgestein zwischen den Tiefendecken und den diskordant geschobenen Oberflächendecken, zu welchen die Radstädter Decken bereits gehören, vor, also der theoretisch geforderte Grenzhorizont, über dem die unabhängige Bewegung der Oberflächendecken über die in sich zusammengeschobenen Tiefendecken erfolgte. Infolge des Vorhandenseins der Schladminger Masse, welche am Massiv der Hohen Wildstelle über Tage tritt, liegt aber in den Radstädter Tauern eine ausnahmsweise starke Verfaltung von Tiefen- und Oberflächendecken vielleicht als jüngere Gebirgsbewegung vor.



Carl Ebner, Kunstanst., Stuttgart.

Gekneteter Grünschiefer unter überschobenem Grebenzalkal oberhalb St. Blasen in den Norischen Alpen.

A. Tornquist: Decktektonik der Murauer und der Metnitzer Alpen



Carl Ebner, Kunstanst., Stuttg.

Gefälteter Muraukalk unter überschobenem Grebenzalk am Auerling in den Norischen Alpen.

A. Tornquist: Deckentektonik der Murauer und der Metnitzer Alpen.