

Geologie der Stolzalpe bei Murau.

Von Dr. And. Thurner.

Mit einer Karte und einer Profiltafel.

Vorwort.

Ich hatte anfangs nur die Absicht, einige Profile durch das Murauer Paläozoikum zu ziehen. Doch schon die ersten Begehungen zeigten, daß die Profile allein nicht viel weiter führen und daß eine Lösung des geologischen Baues so unmöglich ist. Ich entschloß mich daher zu einer Aufnahme, die in den Sommermonaten der Jahre 1926 und 1927 ausgeführt wurde. An 25 Aufnahmestagen konnte ich gegen 100 Profile und zahlreiche Begehungen im Streichen ausführen.

In der geologischen Literatur findet das Gebiet von Murau ziemlich oft Erwähnung. Die erste genauere Darstellung wurde von Geyer veröffentlicht, der in der kurzen ihm zur Verfügung stehenden Zeit die wichtigsten Gesteine und den Grundbauplan erkannte (1). Im Jahre 1917 veröffentlichte Tornquist einen längeren Bericht über dieses Gebiet (2). Von der Stolzalpe zeichnet er ein Profil, erwähnt einige Gesteine und berichtet über die tektonische Lagerung. Tornquists Arbeit muß als großtektonische Darstellung im Sinne der Deckentheorie gewertet werden. Staub gliedert in seiner großen Alpenarbeit auf Grund der Auslegung Tornquists das Gebiet von Murau als steirische Decke in die Alpen ein (13).

Von einer ausführlichen Literaturangabe sehe ich ab. In Tornquists Arbeit sind die wichtigsten älteren Berichte enthalten.

An dieser Stelle ist es meine Pflicht, dem Vorstand des Geologischen Institutes Herrn Prof. Dr. Fr. Heritsch und dem Vorstand des Mineralogischen Institutes Herrn Hofrat Dr. Scharizer meinen Dank zu sagen. In der liebenswürdigsten Weise gestatteten sie mir die Benützung der Hilfsmittel in den Instituten und unterstützten mich in entgegenkommener Weise mit ihrem Rate. Ich danke ferner Herrn Prof. Schwiner und Prof. Angel, der mir bei der petrographischen Arbeit wertvolle Anregungen gab.

Ich danke dem Naturwissenschaftlichen Verein, der die Drucklegung übernahm, und der Sparkasse in Murau, welche durch eine geldliche Unterstützung die Ausführung der Arbeit ermöglichte.

Zur Petrographie.

Eine kurze gesteinkundliche Besprechung ist notwendig, weil die Aufnahme das Auftreten von Gesteinen gezeigt hat, die bis heute von dieser Gegend nicht bekannt waren. Geyer faßte zwar die großen Serien zusammen, Tornquist hob einige Besonderheiten hervor, Sander erwähnt einige Gesteine von Murau anschließend an seine Durchbewegungsstudien und Ippen beschrieb Diabasabkömmlinge als Norizite. Nirgends finden wir eine erschöpfende Darstellung, wo alle Typen Erwähnung finden. Hier also eine Zusammenfassung der Gesteine, welche die Stolzalpe aufbauen.

An dem Aufbau beteiligen sich drei tektonische Einheiten, die auch petrographisch gekennzeichnet sind. Zu unterst liegt das Kristallin, den mittleren Teil bildet das Murauer „Paläozoikum“, das ich als die Kalk-Kalkphyllitserie zusammenfasse, darüber liegt Tornquists Frauenalpedecke, die aus Noriziten, Diabasen, Phylliten usw. zusammengesetzt ist. Ich bezeichne diese Serie als Serie der Metadiabase mit Phylliten. Das Liegendste dieser tektonischen Einheit wird aus verschiedenen kalkigen, dolomitischen Breccien und Rauhacken gebildet, welche in Verbindung mit Quarzkeratophyren einen bunten Reibungsteppich bilden. Diese Gesteine, welche zwar noch zur Metadiabasserie gehören, werden unter dem Abschnitt „Gesteine des Reibungsteppichs“ besprochen.

Die Gliederung, die Geyer aufgestellt hat, bleibt dadurch aufrecht. Nur die Untergliederung, die Zahl der zu jeder Serie gehörigen Typen, erfährt eine wesentliche Vermehrung.

Es wurden im ganzen gegen 500 Handstücke im Geologischen Institut untersucht, von 60 Handstücken wurden Dünnschliffe hergestellt und einer genauen mikroskopischen Durchsicht unterzogen.

1. Die Gesteine des Kristallins.

Das Kristallin wird von zwei Gesteinsgruppen gebildet. Den größten Teil des Kristallins setzen almandinführende Gesteine zusammen, an einigen Stellen treten in beträchtlicher Mächtigkeit epidotführende Typen auf.

a) Almandinführende Gesteine.

Unter diesen Gesteinen wiegen vor allem die kohlenstoffführenden Almandinschiefer vor. Es sind dies schwarze bis grauschwarzglänzende, oft phyllitisch aussehende Gesteine,

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark: download unter www.biologiezentrum.at

die im Querbruch ein dichtes, verfilztes, grauschwarzes, quarzitisches-glimmeriges Körnerhaufwerk zeigen, in dem bis 6 mm große Granaten stecken. Je nach dem Vorwiegen der Glimmer oder des Quarzes erscheinen mehr blättrige oder mehr quarzische Typen, so daß vom kohlenstoffführenden Granatglimmerquarzit bis zum kohlenstoffführenden Glimmerschiefer alle Übergänge zu finden sind. U. d. M.: Mineralbestand: Vorwiegend Muskowit, wenig Meroxen und Chlorit, der meist vom Meroxen abzuleiten ist. Glimmer, mit sehr viel Kohlenstoff dicht belegt, so daß oft vom Glimmer nichts zu sehen ist. Quarzkörner in Lagen oder Linsen. Almandine mit viel Kohlenstoff, oft verfaltet und gedreht und mit chloritischem Rand. Vereinzelt finden sich in einigen Schriffen kleine Chloritoide. Ferritische Verschmierungen häufig. Struktur: Glimmer zerfetzt in s, Quarze und Granaten begleitend. In der Nähe der Quarze weniger Kohlenstoff. Die Kohlenstoffzüge zeigen Anordnung der Stäubchen nach den Scherflächen (Clar 3). Durchbewegung postkristallin. Leicht diaphthoritisch. Einzelne Typen zeigen größeren Chloritgehalt, einzelne chloritische Knötchen stammen wahrscheinlich vom Granat. Wenn im Handstück oder unter der Lupe Granaten nicht sichtbar waren, bezeichnete ich diese Gesteine als kohlenstoffführende Glimmerschiefer. Sie kommen stets in inniger Verbindung mit den almandinführenden vor und sind von diesen schwer zu trennen. Sie wurden auf der Karte und in den Profilen mit den almandinführenden zusammengezogen.

Diese kohlenstoffführenden Almandinschiefer gleichen den Granatglimmerschiefern der Niederen Tauern, mit denen sie auch tektonisch zu verbinden sind (Schwinner 4).

Zwischen Schöder und dem Gehöfte Setznagel treten glimmerreiche, almandinführende Gesteine auf, die am besten als kohlenstoffführende Granatphyllite zu bezeichnen sind.

In Verbindung mit diesen kohlenstoffreichen Typen treten Gesteine ohne Kohlenstoff auf. Sie sind licht gefärbt und wittern rötlich an. Sie bestehen aus Muskowit, Quarz, Almandin, wenig Biotit, Chlorit. Staurolith konnte nicht beobachtet werden. Diaphthoritische Erscheinungen wie chloritisierte Biotite und Almandine häufig. Ich bezeichne sie als Hellglimmerschiefer. Durch Abänderung der Mengenverhältnisse ließen sich verschiedene Typen abtrennen, die jedoch auf der Karte nicht dargestellt werden können. Die Größe der Granaten ist großen Schwankungen unterworfen.

In den Hellglimmerschiefern liegen rötliche, lichte Quarzite und Glimmerquarzite, die oft in so großer Mäch-

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at
 tigkeit vorhanden sind, daß sie auf der Karte zur Darstellung gebracht werden konnten. Auffallend ist nur, daß von diesen quarzitischen Typen Übergänge zu den Hellglimmerschiefern fehlen.

Mit den bisher genannten Gesteinen sind dann noch Mar- more, Glimmerkalke und Dolomite verbunden. Ich bespreche sie unter dem Abschnitt „Karbonatgesteine“.

b) Epidotführendes Kristallin.

Diese in ihren Mengenverhältnissen schwankenden Gesteine trifft man in größerer Verbreitung am S-Abfall zwischen Triebendorf und Katsch und am NO-Abfall zwischen dem Glanzgraben und dem Graben östlich vom Gehöft Schattner.

An tektonisch besonders beanspruchten Stellen treten Epidot-, Albit-Chloritschiefer¹ auf. Im Handstück zeigen sie grünlich-glimmerige Schichtflächen, im Querbruch sieht man verknüttete und verfaltete Chloritballen, die kleine Knödel bis Linsen von Quarz-Feldspat und Kalzit einschließen. Manche Typen brausen mit Salzsäure.

U. d. M.: Breite und zerfetzte Blätter von Chlorit in dickbauchigen Linsen oder in s-Zügen oder in wirbeligen, verknütteten Partien. Sehr oft gesellt sich Biotit dazu. Übergänge von Biotit zum Chlorit sind nicht zu beobachten. Es scheint vielmehr, daß der Chlorit primär ist, die Kristallisation ist bis zum Biotit vorgeschritten. Mit diesen Glimmermineralien, die übrigens stark pleochroitisch sind, ist stets sehr viel Epidot vergesellschaftet. Zwischen den Gleitmineralien liegen unglaublich feinkörnige Partien von Quarz und Feldspat, die einzelt größere Trümmer enthalten. Der Feldspat, der bestimmbar war, erwies sich stets als Albit. Quarz und Feldspat sind meist in getrennten Partien vorhanden, zeigen unregelmäßige Linsenform oder halblinsige bis kugelige Umgrenzung. Manche Partien sehen wie eine Breccie aus, deren Trümmer durch Kalzit verbunden sind. Chlorite, Quarze und Feldspäte zeigen starke Kataklyse, so daß für einige Typen die Bezeichnung Phyllonit angezeigt ist. Untergeordnet kommen dann noch Pyrite in Körnern und teilweise in kristallographischen Umgrenzungen vor.

Diese besonders heftig durchbewegten Epidot-, Chlorit-Albitschiefer, beziehungsweise Phyllonite finden sich nur in dem Graben westlich Triebendorf und in dem Graben östlich vom Schattner. Sie gehen im Streichen in weniger heftig durchbewegte und quarzreichere Typen über.

¹ Sie stimmen im Mineralbestand mit den von Mohr aufgestellten Wechselgesteinen überein (5) und gleichen vielen Chloritschiefern der Grauwackenzone. (Siehe Heritsch, Lit. Nr. 6.)

Ich bezeichne diese weniger durchbewegten Gesteine als Epidot-, Chlorit-Quarzschiefer, beziehungsweise Phyllit. Der Querbruch zeigt deutliche Lagen von grünlichen Glimmern und Quarz. Unter der Lupe sind die lichtgrünlichen Körnerpartien als Epidot erkennbar. Rostige Flecken fast bei allen im Querbruch. U. d. M.: Zerfetzte wellige s-Züge von Chlorit; wechselnde Mengen von Muskowit, oft in Form kleiner Querblättchen; in s gerichtete Epidotsäulchen und wenig Biotit. Die feinkörnigen Quarzpartien treten in Linsen, Lagen oder abgequetschten Lagen mit Kalzit auf. Kleine Albite in vielen Schlifften vorhanden, doch meist weniger als Quarz. Zahlreiche Pyritkörner, teilweise verwittert, durchsetzen in s den Schliff. In manchen Typen ist der Epidotgehalt größer als der Chloritgehalt. In einigen Schlifften ist eine Zunahme des Muskowites zu verzeichnen, es entwickeln sich chloritisierte Serizitquarzphyllite, in denen kleine Chloritpatzen wie chloritisierte Granaten aussehen. Das fein gefältelte Gestein, welches oberhalb vom Riepl bei Katsch ansteht, könnte dann auch als diaphthoritisierten Granatphyllit bezeichnet werden.

Wenn der Epidot fehlt, die übrigen Gemengteile und die Strukturmerkmale der Epidot-Chlorit-Quarz-Albitschiefer vorhanden sind, entwickeln sich im Verlaufe des Streichens Chlorit-Quarzschiefer, beziehungsweise Phyllite, die im Handstück meist nicht von den epidotführenden zu unterscheiden sind. U. d. M. bilden die chloritisch-serizitischen Fetzen wellige Strähne, welche limonitisch verschmiert sind. Die feinkörnigen Quarze, vielleicht auch Feldspäte liegen in Linsen und Scherflächenlinsen zwischen den Glimmern oder füllen die kleinen Nétzlücken zwischen den Strähnen aus. In den Quarzlinsen Fetzen von Chlorit; Erz und kohlige Substanz in geringen Mengen.

Obwohl diese Gesteine keinen Epidot führen, sind sie mit dieser Serie innig verbunden, zeigen dieselbe Struktur und mit Ausnahme des Epidots denselben Mineralbestand. Ich stelle sie daher ebenfalls zur Gruppe der Epidot-Chlorit-Albitschiefer.

Nur an ganz wenigen Stellen (zum Beispiel gleich westlich vom Gehöft Schattner) liegt ein einige Meter mächtiger Epidot-Chloritschiefer. U. d. M. sieht man ein dichtes, in s gerichtetes Haufwerk von Epidot und Chlorit. Nur sehr vereinzelt einige Körner von Quarz.

Zu dieser Serie gehören dann noch grünlich-glänzende phyllitisch aussehende Gesteine, welche im Querbruch rostige Flecken zeigen, die mit Salzsäure brausen. Sie sind oft schwer von den Kalkphylliten zu trennen. Auf Grund des Mineralbestandes wurden sie als karbonatführende Epidot-

Chlorit-Albitphyllite² erkannt. U. d. M.: Chloritfetzen, die vereinzelt von Biotit begleitet werden und meist zahlreiche Epidote führen, umschließen Linsen von Quarz, Feldspat und Ankerit, die von Limonit durchgittert sind. Erz ist meist in verwittertem Zustand vorhanden. Der Feldspat wurde als Albit bestimmt. Ein hiehergehöriges Gestein, welches am Wege gleich über dem Gehöft Burger ansteht, besitzt mehr Biotit als Chlorit, nirgends jedoch ist ein Übergang vom Biotit in den Chlorit nachweisbar. Es scheinen beide Mineralien primäre Bildungen zu sein. Die Kristallisation ist eben bis zum Biotit gediehen.

In den epidotführenden Gesteinen finden sich dann noch Amphibolite, die auf Grund ihres Mineralbestandes (Hornblende, Chlorit, Biotit, Epidot, Feldspat und etwas Quarz, vereinzelt auch Kalzit) als diaphorisierte Amphibolite anzusprechen sind. Diese Gesteine gleichen vollständig den Prasiniten der Hohen Tauern.

Nur als kleine Linse am Wege von dem untersten Wirtshaus in Katsch bis zur Straße bei dem Bauer Moser treten Plagioklas-Biotit-Amphibolite auf. Sie enthalten Biotit, Chlorit, Hornblende, Feldspat mit Einschlüssen, Granat und viel kohlige Substanz. Die starke Durchbewegung ist an den zerfetzten Glimmermineralien erkennbar.

Mit dieser Serie sind Marmore und Glimmerquarzitschiefer und Quarzitschiefer verbunden. Die quarzitischen Gesteine finden sich am Wege von Triebendorf zu den Bauern Murberger und Murlechner.

2. Die Karbonatgesteine.

In allen tektonischen Serien kommen Kalke und Dolomite vor. Für einige Typen ist das Aussehen so charakteristisch, daß eine Zuteilung zu einer tektonischen Einheit einwandfrei möglich ist. Der größte Teil der Kalke ist jedoch derart beschaffen, daß petrographisch eine Unterscheidung von Kalken, die im Kristallin stecken, von denen der Kalk-Kalkphyllitserie nicht sicher möglich ist.

a) Marmore.

Die Marmore finden sich in erster Linie im Kristallin. Es handelt sich vor allem um lichtgraublau Glimmermarmore, die auf den Schichtflächen starke Glimmerbestege

² Diese Gesteine sind auch mit den Kalkepidotalbitschiefer zu vergleichen, die Sander im Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt 1914 auf Seite 570—571 beschreibt.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at
 besetzen. Wenn Pigmentstreifen oder blaue Bänder auftreten, kann man von Bänderglimmermarmoren sprechen. Sehr schöne Aufschlüsse bei St. Peter beim Eingang des Pfaffengrabens.

Vereinzelt als selbständige Lagen oder aus den bläulichen Glimmermarmoren allmählich hervorgehend, finden sich rein weiße Marmore, die auf den Schichtflächen Muskowitschüppchen besitzen. Oft enthalten diese Gesteine blaue Pigmentschnüre. Es handelt sich hier wahrscheinlich um eine besondere Durchbewegungsform. Durch Rekristallisation wurden so wie im Schöckelkalk das Bitumen verdrängt und nur der reine Kalk ausgeschieden. Schöne Aufschlüsse westlich vom Gehöft Burger und oberhalb der Anderlhütte.

b) Glimmerkalke, Bänderkalke und Glimmerbänderkalke.

Eine scharfe Abtrennung dieser drei Kalktypen ist weder im Profil, noch auf der Karte möglich. Sie wechsellagern, gehen ineinander über und treten sowohl im Kristallin als auch in der Kalk-Kalkphyllitserie auf.

Die Glimmerkalke sind schmutziggrau und zeigen rostbraune, graphitisch verschmierte Schichtflächen, die im Querbruch als rostbraune Lagen erscheinen. Die Kalklagen sind grau bis bläulichgrau mit grobem Korn, stellenweise marmorisiert. Sie sind ausgezeichnet geschichtet, zerfallen oft in dünne Blätter oder zeigen Linsenbau, die durch Scherflächen bedingt sind. Durch Beimengung von Kohlenstoff entstehen dunklere Kalke, die manchmal so reich an C sind, daß man von Kohlenstoffkalcken sprechen kann. In der Kalk-Kalkphyllitserie trifft man die besten Aufschlüsse am Wege von Murau zur Heilstätte. Im Kristallin sind im Pfaffengraben und in der Nähe des Gehöftes Burger vereinzelt Glimmerkalke zu finden.

Die Bänderkalke sind stets deutlich dunkelblaue, gebänderte, körnige bis dichte Gesteine, die von den Schöckelkalcken nicht zu unterscheiden sind. Verfaltungen, Aufblätterungen nach den Glimmerschichtflächen sind häufig. Weiße, rekristallisierte Lagen, marmorisierte Partien wie im Schöckelkalk.

Eine Zwischenstellung nehmen die Glimmerbänderkalke ein, deren Kalklagen dem Bänderkalk gleichen, die aber durch die stark glimmerigen Schichtflächen zu den Glimmerkalcken überleiten.

Auf der Karte ist, wenn nichts Besonderes angegeben, stets Glimmerkalk, Bänderkalk und Glimmerbänderkalk zusammengefaßt, nur an einigen Stellen wurden die Kalke besonders ausgeschieden.

c) Dolomite.

Sehr vereinzelt treten in Verbindung mit den vorher genannten Kalken und Marmoren lichtbläuliche Dolomite auf, die teilweise licht gebändert sind. Schöne, ausscheidbare Aufschlüsse beim Gehöft Wiesenbauer bei St. Peter. Der Kalkzug, der unterhalb der Pogerhube zum Gartler zieht, ist im Bache westlich der Pogerhube sehr dolomitisch. Er ist ungeheuer reich an Phyrīt und Kupferkies. Verfallene Stollen und historische Angaben besagen, daß hier einst das Erz abgebaut wurde. Dieser Zug, der bei der Pogerhube als Glimmerbänderkalk entwickelt ist, wird mit dem Auftreten des Erzes dolomitisch. Es scheint also die Dolomitisierung hier mit der Erzanreicherung Hand in Hand gegangen zu sein.

Knapp oberhalb vom Wiesenbauer und am Wege vom Wiesenbauer zur Mühle treten quarzhaltige Glimmerkalke auf. Auf den Schichtflächen zeigen sie breite, weiße Glimmerblättchen. Der Querbruch weist ein grobkörniges, weißes Gemenge von Kalk, Quarz und Phyrīt auf.

Wieder nur sehr vereinzelt treten dolomitische Sandsteine auf, die gelblich anwittern und gut gebankt sind. Vorkommen: am Wege östlich des Pfaffenbaches in 1250 m, am Fußweg vom Hasler zum Gartler in 1125 m Höhe.

An wenigen Stellen finden sich dann noch quarzführende Dolomite. Das sind rein weiße, gut gebankte, auf den Schichtflächen etwas glimmerige Gesteine, die unter den dolomitischen Körnern kleine Quarze besitzen. Es finden sich davon stets nur einige Meter mächtige Lagen. Zum Beispiel Mittelberg-Kote 1528, unmittelbar unter dem Wiesenbauer, unter der Stroblhütte und beim Bergwerk östlich der Pogerhube.

3. Die Kalk-Kalkphyllitserie.

Zu dieser Serie gehören, wie bereits erwähnt, die Mehrzahl der Glimmerkalke, Bänderkalke und Glimmerbänderkalke. Sie sind mit Phylliten verbunden, die durch den Gehalt von mehr oder weniger Kalk und Kohlenstoff als kohlenstoffführende Kalkphyllite zu bezeichnen sind. Es konnten auf Grund des Mengenverhältnisses von Kalk und Serizit und auf Grund des Durchbewegungsgrades mehrere Typen aufgestellt werden, die teilweise im Profil zur Ausscheidung gebracht werden konnten.

Hauptsächlich am S-Abfall (Murau—Heilstätte) treten richtige kohlenstoffführende Kalkphyllite auf. Die Schichtflächen sind schmutziggrau, graphitisch abfärbend und uneben. Der Querbruch zeigt Linsengefüge. Wellige Glimmer-

pakete umschließen schmutzige Körnerpartien von Kalk. U. d. M. sieht man unregelmäßige, meist wellig verlaufende Linsen und Lagen von Kalzit und kleinere Quarzlinsen, welche von auskeilenden serizitischen Strähnen, die von Kohlenstoff dicht belegt sind, begleitet werden. Die Beanspruchung ist im Verhältnis zu anderen Typen als gering zu bezeichnen. Sie sind innig mit den Glimmerkalken verbunden. Oft kann man Handstücke schlagen, wo Glimmerkalk und der kohlenstoffführende Kalkphyllit noch fest miteinander verbunden sind.

Gegen den Rantenbach zu und gegen O entwickeln sich Phyllite, die entweder eine deutliche Abnahme des Kalkes zeigen, es bleiben nur die mit Kohlenstoff belegten Serizite und die kleinen Quarzlinsen übrig, oder es bilden sich Phyllite, die zwischen den phyllitischen Lagen 2 bis 5 mm breite, lichte Kalklinsen zeigen. Ich nenne die ersteren kohlenstoffführende Phyllite, die anderen kohlenstoffführende Phyllite mit Kalklagen.

Die kohlenstoffführenden Phyllite besitzen silberglänzende, graue, phyllitische Schichtflächen, deren Glimmer verrunzelt und geglättet sind. Im Querbruch sieht man dicht beisammenliegende Glimmerpakete, die kleine Quarzlinsen einschließen. U. d. M. sieht man dichte Strähne von Serizit, die mit Kohlenstoff bestäubt sind und kleine Quarzlinsen umschließen. Vereinzelt Chloritfetzchen und kleine Muskowitblättchen. In der Nähe der Quarze wenig Kohlenstoff. Die meisten kohlenstoffführenden Phyllite besitzen keinen Kalzit, es konnten jedoch an vielen Stellen Übergänge zu den kalkreichen beobachtet werden. Diese Gesteine sind oft sehr schwer von den kohlenstoffführenden Glimmerschiefern (siehe Kristallin), die oft Phyllitcharakter zeigen, zu trennen.

Bei den kohlenstoffführenden Phylliten mit Kalklagen, die besonders am W-Abfall südlich des Gehöftes Stözl entwickelt sind, zeigen die stark verfalteten Serizitsträhne besonders an den Schenkeln der Falten, die die Richtung der Scherfläche einhalten, starke Pigmentanreicherung. Die Kalklagen und kleinen Quarzlinsen sind stets frei von Kohlenstoff. Vereinzelt kleine Chloritoide.

In der unglaublich verschuppten Kalk-Kalkphyllitserie finden sich dann noch vereinzelt Serizitquarzphyllite, die wahrscheinlich von kohlenstoffführenden Phylliten abzuleiten sind. Sie sind oft schwer von den Phylliten zu trennen, die in den Diabasen-Noriziten liegen. U. d. M.: Netzartig in s gestreckte Serizitsträhne enthalten kleine Quarzkörner. Kohlenstoff tritt sehr zurück, Erz und limonitische Partien spärlich. Ich fand diese Gesteine häufiger am O-Abfall (Laaserbach usw.) als am W-Abfall. Durch Zurücktreten des Serizites erscheinen

mehr quarzitische Typen, die dann als Quarzphyllit anzusprechen sind.

Es ist unmöglich, alle Phyllittypen auf der Karte auszuscheiden, denn es herrscht ein derartiger Wechsel, daß nur der Schuppenkomplex als Ganzes erfaßt werden konnte. An einzelnen Stellen, wo die Zusammensetzung auf größere Erstreckung hin gleich blieb, wurde der Phyllit besonders gekennzeichnet.

In den kohlenstoffführenden Phylliten liegen Linsen, seltener mächtigere Lagen von Lydit, die u. d. M. ein Quarzgefüge, welches dicht mit Kohlenstoff belegt ist, erkennen lassen. Sie gleichen vollständig den Lyditen vom Hochlantsch-N-Abfall.

4. Die Metadiabas-Norizit-Quarzporphyserie mit den Phylliten.

Über der Kalk-Kalkphyllitserie breiten sich in sehr großer Mächtigkeit grüne Gesteine aus, die bisher allgemein als Grünschiefer bezeichnet wurden. Das äußere Anzeichen spricht sehr oft für ein phyllitisches, sedimentäres Gestein, doch eine Reihe von Dünnschliffen hat gezeigt, daß zum großen Teil stark durchgeschieferte Eruptivgesteine von der Gruppe der Diabase vorliegen.

Zu unterst meist mit Rauchwacken und Dolomiten wechselagernd, treten lichtgrünliche, serizitquarzitisch aussehende Gesteine auf, die auf den Schichtflächen glimmerig sind. Sie zeigen in ihrer Lagerung, in ihrer Textur und Struktur die Merkmale starker Beanspruchung. Ich war von der serizitquarzitischen Natur dieser Gesteine lange Zeit vollständig überzeugt, erst als mich Prof. Heritsch aufmerksam machte, daß in der Grauwackenzone ähnlich aussehende Gesteine als Quarzporphyre bekanntgeworden sind, ließ ich mir Schliche anfertigen, die vollständige Übereinstimmung mit den von Heritsch beschriebenen Typen von der Kaiserau, von der Flitzenalpe, vom Hinkareck usw. zeigen. (Siehe Heritsch, Beiträge zur Geologie der Grauwackenzone des Paltentales. Naturwissenschaftlicher Verein, 1912. Seite 100 bis 115.) In einer nicht weiter auflösbaren serizitischen Grundmasse liegen kleine, undeutlich begrenzte Quarze. Nach Angel, der diese Gesteine einer genauen petrographisch-chemischen Untersuchung unterzog (siehe Angel, Die Quarzkeratophyre der Blasseneckserie, Jahrbuch 1918), sind die Gesteine als Metaquarzkeratophyre zu bezeichnen. Nur an einer Stelle — westlich von der Heilstätte, über den „Felsenweibeln“, liegen in diesen feinkörnigen Gesteinen besondere Typen, die mit freiem Auge 10 bis

15 mm große Quarzäugen, beziehungsweise Knauern zeigen. Sie sehen den Silberberger Grauwacken sehr ähnlich. U. d. M. sieht man jedoch wieder das nicht weiter auflösbare serizitische Grundgewebe, in dem größere Trümmer von Quarz liegen. Die Sprünge, jetzt mit der Grundmasse ausgefüllt, stimmen gut überein, so daß die Ableitung von einem Kristall keiner Schwierigkeit begegnet. Wenige kleine Turmaline und kleine Erzkörper sind vorhanden.

In den untersten Partien der grünen Gesteinsreihe kommen auffallend dunkelgrüne Gesteine vor. Sie zeigen stets gute Schieferung, teilweise auch Fältelungen. Sie sind zum Unterschied von den übrigen deutlich körnig, während bei den anderen der dichtere, massige Querbruch bezeichnend ist. U. d. M.: Linsige Fetzen von Chlorit in s, chloritisierte Hornblenden, Epidot, Plagioklas (Albit), Quarz und Erz. Vereinzelt Kalzit. Bei der Struktur fällt die starke Durchbewegung auf. Zwischen den chloritischen Wellenzügen liegen in Linsen die zerbrochenen Feldspäte, deren Spalten von Chlorit erfüllt sind. Ich bezeichne diese Gesteine als *Norizite*, obwohl ich ausdrücklich betone, daß *Ippen* (9) bei der Beschreibung dieser Gesteine keine Feldspäte erwähnt und von einer porphyrischen Grundmasse spricht, die ich nirgends gefunden habe. Nach *Angel* (8) sind die *Norizite* Vertreter tieferer Zonen im Rahmen der Grünschiefer, was sicher für diese Gesteine stimmen würde. Ich vermute, daß es sich in meinem Fall nur um weniger durchbewegte Typen handelt, bei denen die Feldspäte noch nicht vollständig verglimmert sind. Bei einem Schliff, der zwar die vorher angeführten Gemengteile noch erkennen läßt, sind sämtliche Mineralien unscharf begrenzt, sie fließen gleichsam ineinander über, nur die chloritisierten Hornblenden fallen durch ihren Pleochroismus besser heraus. Bei noch stärkerer Durchbewegung stellen sich dann die von *Ippen* beschriebenen Typen ein. Gute Aufschlüsse im hintersten Winkel des Lassergrabens bei der Marmühle und am Abfall nach Althofen.

Der größte Teil der hieher gehörigen Gesteine gehört zu den *Metadiabasen*. Das sind sehr stark durchgeschieferte Gesteine, die oft phyllitisch aussehen und dann leicht für sedimentäre Chloritphyllite gehalten werden können. U. d. M. sieht man dichte dunkelgrüne chloritische Strähne, zwischen denen Linsen und abgequetschte Lagen von Feldspat und Epidot liegen. Die Feldspäte sind zertrümmert und die Spalten sind von Chlorit erfüllt. Ist kein Feldspat mehr zu erkennen, so breiten sich chloritische Linsen aus. Erz ist reichlich vorhanden. Die chloritischen Strähne liegen manchmal derart dicht, daß sie einer in s ausgezogenen Grundmasse ähneln. Auf Grund des Vergleichsmaterials aus der Grauwackenzone (Aufsammlung

Heritsch) und auf Grund der Literaturangaben (6, 7, 8, 9) sind diese Gesteine den Metadiabasen zuzuordnen. Eine sichere Entscheidung wird freilich erst bei einer chemischen Untersuchung möglich sein.

Anschließend an die Besprechung dieser Serie soll die Frage erläutert werden, ob man es bei diesen Eruptivgesteinsabkömmlingen mit einer Differentiationsfolge zu tun hat. Auf Grund der Lagerung sind die Quarzkeratophyre als das älteste Differentiationsprodukt aufzufassen, dann folgen die Norizite und zum Schlusse die Metadiabase. Die Verwandtschaft der Norizite mit den Metadiabasen ist ohne Zweifel. Zu den Quarzkeratophyren fehlen sowohl die chemisch-petrographischen als auch die geologischen Verbindungen. Für eine gemeinsame Abstammung sprechen höchstens, daß sämtliche Eruptivgesteinsabkömmlinge in dieser Serie einer atlantischen Magmaprovinz (8) angehören. Die verbindenden Glieder sind entweder, wenn gemeinsame Abstammung vorliegt, nicht aufgeschlossen oder stecken irgendwie verborgen unter den wild verschuppten und verfallenen Metadiabasen.

In dieser Eruptivgesteinsserie kommen phyllitisch aussehende Sedimente vor, die als Serizitquarzphyllite, Serizitchloritphyllite anzusprechen sind. Vereinzelt treten violett aussehende Gesteine auf, die oft noch wie unveränderte Tonschiefer aussehen. Sie zeigen u. d. M. Serizit, Quarz, Kalzit, tonige Substanz und starke Bestreuung mit kohligem Staub. Eine scharfe Trennung der Eruptivgesteinsabkömmlinge von den Sedimenten ist nicht immer durchführbar, das phyllitische Aussehen verwischte die äußeren Kennzeichen.

Gesteine des Reibungsteppichs.

Im liegenden Teil dieser Serie sind mit den Quarzkeratophyren verschiedene Karbonatgesteine tektonisch verschuppt, die als vom Untergrund aufgeschürfte Gesteinssplitter zu betrachten sind. Zum größten Teil handelt es sich um dolomitische ockerige Breccien. Kleine dolomitische Splitter, die ockerig verwittern, sind durch ein kalkiges Bindemittel verbunden. In diesem Reibungsteppich finden sich ferner grobbrecciös aussehende lichtbläuliche Dolomite, die ich als brecciöse Dolomite bezeichne. Vereinzelt kommen schmutzigweiße Kalke vor, die kleine Fetzen von rostigen Glimmer besitzen. Ich halte sie für zerriebene Glimmerkalke und bezeichne sie als fleckige Kalke. Am W-Abfall zwischen den Gehöften Leitner und Huber liegen in Form einer dickbauchigen Linse massig aussehende graue Dolomite, die auf den Schichtflächen und im Querbruch unregelmäßig verzogene tonige Häute besitzen. Sie ähneln manchen

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

erzführenden Dolomiten bei Vordernberg und Eisenerz. In Verbindung mit diesen, aber ganz untergeordnet, stehen dünnblättrige violette Kalksteine. In dem Raume Zach—Stolz, wo diese Gesteine zu bedeutender Mächtigkeit aufgestapelt sind, finden sich dann noch Brocken von Bänderkalk, Glimmerkalk und wirr verknütterten Gesteinen, die Kalk-, Quarz- und Phyllitfetzen enthalten.

Übersicht über die Gesteine der Stolzalpe.

I. Im Kristallin.

Kohlenstoffführende Almandinschiefer,
 Kohlenstoffführende Glimmerquarzschiefer,
 Kohlenstoffführende Glimmerschiefer,
 Hellglimmerschiefer,
 Quarzite und Glimmerquarzite,
 Weiße Marmore, bläuliche Glimmermarmore, Dolomite und
 quarzführende Dolomite,
 Epidot-Chlorit-Albitphyllonite,
 Epidot-Chlorit-Quarz-Albitschiefer,
 Chlorit-Quarzphyllite und Chlorit-Quarz-Albitphyllite,
 Karbonatführende Epidot-Chlorit-Albitphyllite,
 Epidot-Chloritschiefer,
 Chloritisierte Epidot-Amphibolite (= Prasinite),
 Chloritisierter Plagioklas-Hornblendeschiefer,
 Plagioklas-Biotitamphibolit,
 Pegmatit.

II. Kalk-Kalkphyllitserie.

Glimmerkalk,
 Glimmerbänderkalk,
 Bänderkalk mit marmorisierten Lagen und kohlenstofffüh-
 rendem Kalk,
 Kohlenstoffführender Kalkphyllit,
 Kohlenstoffführender Phyllit,
 Kohlenstoffführender Phyllit mit Kalklagen,
 Kohlenstoffquarzit (= Lydite),
 Serizitquarzitphyllit.

III. Die Quarzkeratophyr-Diabasserie.

Metaquarzkeratophyre,
 Norizite,
 Metadiabase.

Dazu gehören phyllitische Sedimente:
 Serizitphyllite, Serizitchloritphyllite.

An der Basis, im Reibungsteppich:

Ockerige Rauhdecken,
Brecciöse Dolomite,
Fleckige Kalke,
Grauviolette, massige Dolomite,
Violette, blättrige Kalke.

Zur Altersfrage der Schichten.

Die almandinführenden Schichten als typisches Altkristallin gehören nach Schwinner (4), weil sie Teile der Niederen Tauern sind, ins Algonkium.

Die epidotführenden Gesteine zeigen zwar sichere kristalline Ausbildung, doch die Kristallisation der Chlorite und der Biotite zeigt an, daß es sich um jüngere Bildungen handelt. Zwischen dem Altkristallin und den Epidotgesteinen ist eine Unterbrechung vorhanden, die größer zu sein scheint wie zwischen der Kalkphyllitserie.

Für die Kalk-Kalkphyllitserie und für die Metadiabasserie nehmen die meisten ostalpinen Geologen paläozoisches Alter an. Nur Staub glaubt in den Kalken Trias zu erkennen (13). Wenn auch von keiner Stelle der Stolzalpe Fossilien oder auch nur Andeutungen gefunden wurden, so sprechen mancherlei Gründe für paläozoisches Alter. Die Bänderkalke sehen den Schöckelkalken und manchen Kalken in der Grauwackenzone zum Verwechseln ähnlich. Die Kombination kohlenstoffführender Phyllit, Kalk und Metadiabas findet sich wieder in der Grauwackenzone und auch im Grazer Paläozoikum sind Andeutungen vorhanden (Grenzphyllit — Schöckelkalk — Kalkschiefer).

Solange also nicht Beweise für ein anderes Alter bekannt werden, halte ich an dem paläozoischen Alter fest.

Der geologische Bau.

Ich sehe von einer ausführlichen Besprechung der Profile ab, sondern erwähne nur die Besonderheiten und die Verbindung der einzelnen Querschnitte. Die Profilzeichnungen und die Karte geben über den Schichtwechsel genügend Aufschluß. Trotzdem sei aber schon jetzt erwähnt, daß eine genaue Darstellung der Profile wegen des starken Wechsels und wegen der zahlreichen gering-mächtigen Linsen unmöglich ist. Solch innige Verschuppungszonen mußten einheitlich ausgeschieden werden und finden im Texte Erwähnung.

Einige Profile, die in der Literatur bereits besprochen wurden und von meinen Aufnahmen abweichen, werden eingehender behandelt.

Die Aufschlüsse sind auf den gangbaren Wegen meistens als schlecht zu bezeichnen, gute Aufschlüsse finden sich in den Gräben, die freilich oft schlecht zu begehen sind. Sehr unangenehm war das Arbeiten im waldigen Terrain. Auskeilende Schichten mußten daher oft durch eng nebeneinandergelegte Profile erschlossen werden.

Die Genauigkeit der Karte läßt sehr zu wünschen übrig, besonders am N-Abfall ist die Geländedarstellung ungenau. Meine Höhenangaben wurden mittels eines kompensierten Höhenmessers von der Firma Lufft in München ausgeführt. Die Unstimmigkeiten bewegen sich zwischen 10 bis 20 m.

Ich beginne mit den Profilen zwischen Gstütthof, Murau, Rantenbach bis Schöder. Diese Gruppe von Profilen gehört einem tektonischen Komplex an. Daran schließe ich die Begehungen zwischen Gstütthof, Triebendorf bis Katsch. Es folgen dann die Profile bis zum Glanzgraben bei Peterdorf und den Abschluß bilden die N-Abfälle bis Schöder. Durch diese Anordnung ist es leicht möglich, sich auf der Karte zurechtzufinden und den tektonischen Bau der einzelnen Einheiten deutlich vor Augen zu führen.

1. Gstütthof—Murau—W-Abfall bis zum Löwenwirt.

Von der Bahn aus sieht man zwischen der Station Frojach-Katschtal bis Murau immer die S-Abfälle der Stolzalpe. Die Kalkfelsen, die ungefähr in der Mitte der Abfälle durchziehen, stehen jedoch nicht alle in Verbindung. Besonders sei schon jetzt darauf aufmerksam gemacht, daß die Kalke zwischen Triebendorf und Katsch mit den Kalken westlich von Gstütthof nicht in Zusammenhang stehen. Zwischen den beiden Zügen liegt eine tektonische Komplikation, die später eingehend besprochen wird.

Ich beginne mit dem westlich davon gelegenen Gebiet. Etwas östlich von Gstütthof steigen aus der Tiefe 5° bis 10° N—NW fallende Bänderkalke heraus, deren Fortsetzung man schon vom Tale aus in den schräg aufwärtsziehenden Kalkfelsen unter der Heilstätte erkennen kann. Das Übersichtsbild sieht aber bedeutend einfacher aus als die Profile. Einen guten Einblick bekommt man bei der Begehung der neuen Straße zur Heilstätte (Prof. Nr. 1). Bis zum Wirtschaftsgebäude der Heilstätte beteiligen sich an dem Aufbau nur Gesteine der Kalk-Kalkphyllitserie, die im bunten Wechsel übereinanderliegen.

Zu unterst bis knapp vor der ersten östlichsten Straßenbiegung überwiegen die Kalkphyllite. Abgesehen von den vielen Glimmerkalklinsen ist nur ein Kalkzug, der nach der Ab-

zweigung des Fußsteiges beginnt, von größerer Bedeutung. Die liegendsten Phyllite fallen mit 30° gegen N, die mächtigeren Kalke fallen mit 45° gegen NWN, die allmählich in flaches S-Fallen übergehen. Die schön gebankten Glimmerkalke bei der Straßenbiegung fallen mit 20° gegen SW und zeigen bereits starke Verbiegungen der Streichungsrichtungen. Über der Straßenbiegung folgen dann bis zum Gasthaus „Rahmhube“ Kalkphyllite und Glimmerkalke im bunten Wechsel. Es liegen hauptsächlich 25° bis 35° S—SW fallende Schichten vor, auffallend ist nur, daß die Neigung gegen W häufiger wird. Es folgen dann die mächtigen Kalke, die als Felsen vom Tale aus sichtbar sind. Es handelt sich um verfaltete Glimmerkalke, die mit 5° bis 10° gegen S—SOS fallen. Knapp unter der Heilstätte schuppen sich wieder phyllitische Lagen ein, die schöne Scherflächenlinsen (10) zeigen. Es herrscht noch flaches S-Fallen.

Die Heilstätte steht auf Bänderkalk, der mit 20° bis 30° gegen NO fällt und gleich hinter dem Wirtschaftsgebäude unter die folgenden Quarzkeratophyre einfällt. Die Straße, die im Jahre 1926 weiter aufwärts zu einer neuen Heilstätte ausgebaut wurde, liegt ganz in diesem porphyrischen Gestein, die untersten Lagen fallen mit 25° gegen NON, weiter aufwärts stellt sich ONO-Fallen ein. Die Quarzkeratophyre, die unglaublich verdrückt und verwalzt aussehen, besitzen eine Mächtigkeit von 60 m. Es folgen grüne phyllitische Typen, deren Eruptivabkunft fraglich ist, die aber schon nach 5 bis 10 m Mächtigkeit von Metadiabasen abgelöst werden. Hinter dem Neubau der Heilstätte wurde ein interessanter Aufschluß bloßgelegt: Eine einige Meter lange graue Dolomitlinse wird von Norizit umgeben, der ohne scharfe Grenze in die Metadiabase übergeht.

Weiter aufwärts bis zum Stolzalp pengipfel stehen immer die grünen Metadiabase an. Die meisten Typen sehen sehr phyllitisch aus, besonders gegen aufwärts überwiegen diese besonders heftig durchgeschieferten Gesteine. Die Abgrenzung von den sedimentären Typen ist daher schwierig. In diesem Profil scheidet sich nur zwischen 1345 bis 1370 m und zwischen 1530 bis 1590 m Höhe sedimentäre Phyllite aus.

Interessant ist der Verlauf der Fallrichtungen. Bis zur Verbnung unter dem Gipfel überwiegen die nach O und NO fallenden Lagen. In 1380 m Höhe liegen steil gegen O fallende, fein gefaltete Partien. Der letzte Steilaufstieg zeigt nun ein Durcheinander der verschiedensten Richtungen. Es kommen südwest-, südost-, nordwest-, süd- und westfallende Lagen vor. Tornquist zeichnete daher hier einen W—O verlaufenden Bruch ein. Genaue Begehungen in diesem Gebiet und in den

Abfällen haben gezeigt, daß von einem Bruche nicht gesprochen werden kann, sondern, daß diese Abweichungen auf eine große Verbiegung der Streichungsrichtung von der NW—SO-Richtung in die N—S-Richtung zurückzuführen sind.

Weil dieses Profil für die folgenden wichtig ist, ist eine kurze Zusammenfassung notwendig. Eine stark verschuppte Kalk-Kalkphyllitserie, in der besonders vier Kalkzüge auffallen, reicht bis 1180 *m* (Wirtschaftsgebäude). In den Kalken, die zu unterst als Glimmerkalk entwickelt sind und gegen aufwärts als Bänderkalke auftreten, liegen phyllitische Lagen; in den Kalkphylliten zahlreiche Kalklagen, die unmöglich in einem Profil zur Ausscheidung gebracht werden können. Gegen aufwärts nimmt auf jeden Fall der Kalk zu, die phyllitischen Einschaltungen werden seltener. Ferner kann man gegen aufwärts deutlich eine Abänderung der Fallrichtung beobachten, es neigen sich die Schichten gegen O. Im großen und ganzen muß aber gesagt werden, daß in den Streichungs- und Fallrichtungen keine Beständigkeit herrscht. Über dieser Serie folgt die Eruptivgesteinsserie: Wenn auch im allgemeinen die Neigung gegen NO beobachtet werden kann, so herrscht doch in den Fall- und Streichungsrichtungen ein großer Spielraum, der durch die wüsten Verfaltungen noch erhöht wird.

Vergleicht man nun mit diesem Profil die östliche Begehung St. Egydi bis NO, so beobachtet man, daß nur die untersten 100 *m* reichere phyllitische Zwischenschaltungen besitzen. Von 910 *m* an treten nur mehr Kalke auf, die zum großen Teil den Bänderkalken angehören. In 980 *m* Höhe beginnen bereits die Quarzkeratophyre, die zwei bis drei schmale Lagen von ockeriger Breccie (Rauchwacke) eingekeilt besitzen. Sie haben eine Mächtigkeit von 110 *m* und fallen in den tieferen Partien mit 10° bis 20° gegen N, die hangenden Schichten mit 50° bis 60° gegen N und schließlich gegen O. In 1170 *m* Höhe beginnen die sehr phyllitisch aussehenden Metadiabase.

Gegen den Rantenbach zu steigen immer tiefere Lagen heraus. Die kalkphyllitischen Lagen werden mächtiger und zeigen immer größere Spuren von Durchbewegung, die Kalke nehmen an Mächtigkeit ab und werden aber dabei ärmer an phyllitischen Einlagen. Von besonderem Interesse dürfte das Profil des Perschbaches sein (Prof. Nr. 3). Die untersten 5 *m* werden von Glimmerkalk eingenommen, der mit 40° gegen W fällt. Es ist dies eine Linse, die mit den Kalken des N-Abfalles nicht in Zusammenhang steht. Es folgen dann bis zur ersten Verebnung (1100 *m*) eng zusammengepreßte, verkeilte Schuppen von kohlenstoffführendem Phyllit, Kalkphyllit, Kohlenstoffquarzit, der sogar einmal bis zu 30 *m* Mächtigkeit anschwillt, und kleine Linsen von Kalk. In diesem bunten Durch-

einander ist es ungeheuer schwierig, ein vollständig genaues Profil zu entwerfen. Die Fallrichtungen bewegen sich bis ungefähr 1110 *m* um die WSW-Richtung mit 30° bis 40°. Weiter aufwärts herrscht dann die NON-Fallen. Über diesem Schuppenpaket folgt der Bänderkalk, der von den hangendsten Teilen des N-Abfalles (Rahmhube—Wirtschaftsgebäude) herüberstreicht. In 1125 *m* Höhe schalten sich phyllitische Lagen ein, die wahrscheinlich denen knapp unter der Heilstätte entsprechen. Diese Bänderkalke fallen bei 1130 *m* mit 25° bis 40° gegen NON und NO, dann mit 30° gegen O und schließlich mit 40° bis 50° gegen OSO. In der Höhe des Merbacher (Vererbung 1166 *m*) tauchen sie unter die Quarzkeratophyre, die fast bis zum Gehöft Naumann reichen. Verfolgt man diesen Gesteinszug vom N-Abfall bis zum Perschlbach, so kann man beobachten, wie sich immer mehr dolomitische Rauchwackenzüge einkeilen. In der Nähe des Baches liegen drei unglaublich verknütterte, 10 bis 15 *m* mächtige Linsen. Es herrscht 60° gegen ONO- bis OSO-Fallen. Über den Quarzkeratophyren liegen die Metadiabase, die stellenweise Kalkbrocken enthalten, in denen chloritische Fetzen schwimmen.

Die Begehung des Weges zum Perschl (Prof. Nr. 4) zeigt im allgemeinen die Fortsetzung des zuletzt genannten Profils. Die Kohlenstoffquarzite sind im Abnehmen begriffen und verschuppen sich noch mehr zwischen den kohlenstoffführenden Phylliten. Auch die Kalkphyllite treten zurück. Die Phyllite werden kleinschuppiger und zeigen die verrunzelten Glimmerhäute. Die nach WSW fallenden Schuppen sind nur bis 910 *m* Höhe zu verfolgen, dann herrscht N—NON-Fallen. Der hangende Kalkzug, der eine Mächtigkeit von 230 *m* inklusive der 30 *m* mächtigen zwischengelagerten Phyllite besitzt, fällt meist mit 30° bis 40° gegen NON, knapp unter dem Perschl mit 80° gegen N und in der Höhe des Perschl mit 10° NON unter die Quarzkeratophyre. Die Rauchwackenzwischenschaltungen sind bis auf eine 10 *m* mächtige (südlich von dem kleinen Sattel bei Naumann) Lage verschwunden. Bei der Wegbiegung unter dem Naumann beginnen die Metadiabase mit 30° N-Fallen.

Das folgende Profil (Prof. Nr. 5), Weg von Sackhube zum Leitner und Huber, zeigt in der Kalk-Kalkphyllitserie nichts Besonderes. Die Lydite sind nur mehr in geringmächtigen Lagen vorhanden, die hangenden Kalke besitzen nur mehr eine Mächtigkeit von 90 *m*. In der ungefähr 10 *m* mächtigen phyllitischen Zwischenlage liegen auch Lydite. N- und NO-Fallen wiegt vor. In 1080 *m* Höhe beginnen die Quarzkeratophyre, die von dolomitischer Rauchwacke unter- und überlagert werden. Sie sind nur mehr 60 *m* mächtig und fallen durchschnittlich mit 20° bis 30° gegen O bis ONO. Darüber

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark, download unter www.biologiezentrum.at
 folgen dann in Form einer auffallend dickbauchigen Linse graue, massige Dolomite, die im Hangenden dünnblättrige violette Kalke zeigen. Die Metadiabase, vielleicht auch von Noriziten begleitet, beginnen bei 1280 *m* mit 20° NO-Fallen. Obwohl diese Dolomitlinse eine Mächtigkeit von 100 *m* besitzt, ist sie nur ungefähr 1 *km* lang, sie scheint in Rauchwacken auszukeilen.

Von den übrigen Profilen (Prof. Nr. 6, 7, 8) will ich noch einige Einzelheiten erwähnen. Außer dem hangendsten Kalkzug, den wir vom N-Abfall an verfolgt haben, schuppen sich neue Kalke ein, die deutlich in Form von Linsen in den Phylliten stecken. Der Kalkzug, der unter dem Wassermann durchzieht, ist marmorisiert und fällt mit 40° bis 50° gegen NO. In der Höhe des Stözl liegt in den Phylliten, die durch die kalkigen Lagen ausgezeichnet ist, ein 20 *m* mächtiger Glimmerkalk. Gegen den Tasselbach zu werden die Kalklinsen immer kleiner und seltener. Im Tasselbach selbst finden sich nur im obersten Teil (bei den Bauernhäusern in 1240 *m* Höhe) einzelne Kalklinsen, die mit 35° gegen N fallen. Die kleinlinsig zerfallenden kohlenstoffführenden Phyllite und die Kalkphyllite, die mit 30° bis 40° gegen NWN fallen, reichen auch noch etwas nördlich vom Tasselbach, wo sie dann von den Metadiabasen überdeckt werden. Die Kalke neigen hauptsächlich zur Felsenbildung, sie sind daher vom Tale aus meistens zu sehen, doch nicht alle Felsen bestehen aus Kalk. So sind die Felsen unter dem Stözl kohlenstoffführender Phyllit mit Kalklagen wild verfaltet und fallen mit 20° gegen N.

In den Profilen nördlich der Sackhube wird die Durchbewegung immer heftiger. Verfaltungen sind häufiger, die Gesteine zerfallen in kleinere Linsen, die Schichtflächen sind stark verrunzelt, die Kalke sind stellenweise marmorisiert usw. Das sind lauter Zeichen, die für eine Zunahme der Durchbewegung gegen N sprechen. Nur bei den hangendsten Kalken war die Zerlegung in Linsen nicht möglich geworden. In noch viel größerem Ausmaße ist die Zunahme der Durchbewegung im Reibungsteppich zu beobachten.

Die Quarzkeratophyre nehmen vom N-Abfall bis zum Aufsetzen der Dolomitlinse (Leitner) allmählich ab. Gegen N schuppen sich Rauchwacklagen ein, die jedoch recht ungleichmäßig verteilt sind. Zwischen Leitner und Stolz nehmen die Quarzkeratophyre wieder zu, die Rauchwacken treten zurück. Zwischen dem Tasselbach und dem Graben nördlich vom Stolz stapeln sich die Rauchwacken zu einer auffallenden Mächtigkeit zusammen. Eine Begehung vom Tasselbach zum Zach und dann weiter gegen O aufwärts zeigt die Lagerungsverhältnisse (Prof. Nr. 2). Im Tasselbach fallen

die Phyllite mit 35° gegen N, sie verstellern sich dann bis 70° N-Fallen und gehen 20 m unter dem Zach in SWS fallende Lagen über. Vom Zach aufwärts bis zur Verebnung (1360 m) folgen die dolomitischen Rauchwacken, in der Brocken von Quarzkeratophyr, Bänderkalk und Glimmerkalk liegen. Dieses Haufwerk von Gesteinen fällt mit 20° bis 30° gegen SOS. Durch Verbindung sämtlicher Aufschlüsse in der Kalkphyllitserie entsteht eine steil aufgefaltete Antiklinale, auf deren S-Schenkel die Rauchwacken liegen; nur ein geringer Teil wurde weiter gegen N verschleppt. Die Metadiabase machen ebenfalls diese antiklinale Aufbiegung noch mit, doch im bedeutend geringeren Ausmaße. Nördlich vom Tasselbach herrscht im allgemeinen NON-Fallen. Die Quarzkeratophyre fehlen vollständig, nur kleine Rauchwacklagen sind noch vorhanden, so beim Moser und westlich unter dem Schitter, wo auch noch graue Dolomite vorhanden sind (Prof. Nr. 8). Die Verbindung der Metadiabase im N und S vom Tasselbach ist nur im oberen Teile dieses Taleinschnittes vorhanden, im unteren Teil hat die Erosion bereits den Untergrund bloßgelegt.

Durch diesen mächtigen Aufschluß der Rauchwacken wird die Tektonik des Reibungsteppichs erst verständlich. Die Glimmerkalke und Fetzen von Bänderkalcken beweisen einmal, daß es sich um losgeschürfte Teile des Untergrundes handelt. Die dolomitischen Rauchwacken halte ich für die aufgearbeiteten grauen Dolomite, die nur an wenigen Stellen mehr vorhanden sind. Die Aufschlüsse haben gezeigt, daß die abgeschürften Teile wie dickbauchige Linsen in den Quarzkeratophyren liegen und diese selbst gegen N Linsenstruktur annehmen, wodurch der Reibungsteppich einem Augengneis ähnlich wird. Ferner wurde beobachtet, daß gegen N sich das abgeschürfte Material wie die Stirnmoräne vor einem Gletscher ablagert. (Siehe Ampferer.) All das sind Beweise, daß dieser Horizont eine tektonische Bewegungsfläche ist, die von S gegen N verläuft, welche Richtung, wie noch später gezeigt wird, eine Abänderung nach NO erfährt.

Zusammenfassend ergibt sich also für diesen Abschnitt eine verschuppte Gesteinsserie von Phylliten und Kalcken, die im Hangenden von einem gegen N auskeilenden Kalkzug begrenzt wird. Wenn auch heute die Phyllite und Kalke im Schuppenverband stehen, ist jedoch eine fazielle Vertretung dieser beiden Gesteine anzunehmen. Im allgemeinen fällt diese Serie flach gegen NO. In der südwestlichsten Ecke (Murau—Perschlbachmündung) herrscht in den unteren Teilen westliche Schichtneigung, wodurch ein flachwelliger Bau zustande kommt. Darüber liegt die Metadiabasserie, die an der Basis durch einen Reibungsteppich ausgezeichnet ist. Im west-

lichen Teile dieser Serie herrscht ebenfalls NO-Fallen, gegen den S-Abfall zu erfolgt jedoch eine Verbiegung, wodurch bis nach O fallende Schichten zustande kommen.

Schon jetzt muß betont werden, daß die Kalke dieses Abschnittes mit Kalken des N-Abfalles (St. Peter—Schöder) nicht im Zusammenhang stehen. Die Marmore am N-Abfall gehören dem Kristallin an und die Bänderkalke sind ausgewalzte und verschürfte Schubspäne.

Von einer Bruchtektonik (2) ist in diesem Abschnitte nichts zu beobachten. Es zeigen höchstens die Kalke starke Zerklüftung, die zu kleinen Verstellungen führen kann.

Das hier besprochene Gebiet gehört dem SW-Flügel der Murauer Mulde an.

2. Gstütthof—Katsch.

Der größte Teil der hangendsten Bänderkalke taucht westlich von Gstütthof in die Tiefe. Die mächtiger werdenden Quarzkeratophyre verschuppen sich gegen SO mit Glimmerkalken und Bänderkalken (Prof. Nr. 9). Weiter aufwärts gesellen sich dazu noch dolomitische Rauchwacken, phyllitische Metadiabase und Epidot-Chlorit-Albitphyllonite. Erst von der Verebnung bei 1162 *m* an folgen ohne Unterbrechung die Metadiabase.

Dieses verschuppte Paket ist nur auf einen auffallend schmalen Streifen verteilt. Gegen W werden die Quarzkeratophyre bald wieder einheitlich und auch gegen O macht die Verschuppung einem einfacheren Profile Platz (Prof. Nr. 10), denn auch das unterste Schuppenpaket taucht in die Tiefe, es folgen gleich westlich von dem Bache gut aufgeschlossen die Epidot-Chlorit-Albitphyllonite, die bis 1060 *m* Höhe reichen. Darüber folgen Rauchwacken und Quarzkeratophyre im Wechsel.

Das Bachbett (Prof. Nr. 11) zeigt bereits den Bauplan für die folgenden Profile an. Zu unterm liegen wieder die Epidot-Chlorit-Albitphyllonite, von 1060 *m* an folgen weiße bis bläuliche, marmorisierte Glimmerkalke, die bis 1130 *m* reichen und von den Metadiabasen überlagert werden.

Diese drei so verschieden zusammengesetzten Profile werden erst verständlich, wenn man die Streichungs- und Fallrichtungen in Betracht zieht. Die westlich gelegenen Kalke mit den verschuppten Quarzkeratophyren fallen gegen N und NON. Bei den Epidot-Chlorit-Albitphylloniten entwickelt sich gegen aufwärts die W-Fallrichtung, die bis 50° bis 60° nach W gehen kann. Auch in den Metadiabasen ist die Änderung der Fallrichtung deutlich zu verfolgen. (Siehe Lasseramm.)

Durch Verbindung all dieser Richtungen erhält man eine Muldenabbiegung, die jedoch von ungleich zusammengesetzten verschuppten Schenkeln aufgebaut ist. Betont muß werden, daß nur in den Serien, die unter den Metadiabasen liegen, ungleiche Flügel vorhanden sind.

Nach dieser tektonischen Komplikation herrscht wieder ziemlich gleichmäßige Lagerung. Abgesehen von kleineren Einschaltungen (wie Marmore, Quarzitschiefer) werden die untersten 150 bis 200 *m* von den Epidot-Chlorit-Albitschiefern aufgebaut, den mittleren Teil des Abfalles setzen hauptsächlich Kalke und Kalkphyllite zusammen. Ungefähr von 1200 *m* angefangen beginnen die Metadiabase.

Einige Einzelheiten sollen hervorgehoben werden.

Die Kalke unmittelbar unter dem Gehöft Achner besitzen eine Mächtigkeit von 70 *m* und fallen mit 30° gegen N—NWN. In den Epidot-Chlorit-Albitschiefern liegt ein mächtiger Bänderkalk-Glimmermarmorzug, der 15° bis 30° gegen NNW—NWW fällt. Die liegendsten Partien der epidotführenden Gesteinsserien bildet westlich und östlich von Triebendorf die karbonatführende Epidot-Chlorit-Quarz-Albitphyllite (Prof. Nr. 12).

Im Triebendorfer Graben besitzen die Glimmerkalke im Hangendsten bereits eine Mächtigkeit von 100 *m* und fallen gegen NWN. Von den Kalken, die in der epidotführenden Serie liegen, sind nur gegen 20 *m* vorhanden.

Besonders abwechslungsreich ist der Aufstieg zu den Gehöften Murlechner, Murberger und Krug (Prof. Nr. 13). Die untersten 40 *m* bestehen aus karbonatführendem Chlorit-Quarz-Albitphyllit, die mit 30° bis 40° gegen NWN fallen. Noch unter dem ersten Bauernhof schalten sich Glimmerquarzite und Quarzitschiefer ein, die bis 940 *m* Höhe anhalten und nur von phyllitischem Material unterbrochen werden. Weiter aufwärts finden sich dann wieder die epidotführenden Gesteine. 10 *m* über dem Murlechner stellen sich 20 *m* mächtige Bänderkalke ein, die schon mehr gegen W fallen als gegen N (30° bis 50° NWW). Der allmähliche Übergang in die westliche Neigung ist zu beobachten. Beim Beginn der Wiese vom Murberger findet sich noch eine schmale Lage von Epidot-Chlorit-Albitphyllit, der auffallend viel Karbonat führt. Es herrscht 25° N-Fallen. Der Bänderkalk reicht bis zum Murberger. Darüber folgen die Metadiabase, die unmittelbar unter dem Gehöft Krug von Quarzkeratophyren unterbrochen werden. Während sich bei den Kalken schon mehr die NWN-Neigung eingestellt hat, zeigen die Metadiabase wieder mehr NWW-Fallen mit 40° bis 50°.

In den weiter östlich gelegenen Profilen (Prof. Nr. 14) ist bemerkenswert, daß unter den epidotführenden Gesteinen, die

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at
 mit dem vielen Karbonat zurücktreten und das N-Fallen mit 40° fast allein herrschend ist. Die darüberliegende Kalk-Kalkphyllitserie zeigt starke Durchspießung mit kalkphyllitischen und kohlenstoffphyllitischen Gesteinen, so daß der im W fast einheitliche Kalkzug in fünf größere und zahlreiche kleinere im Profil nicht darstellbare Lagen zerfällt. Auch hier wiegt wieder das N-Fallen vor, nur in den obersten Partien herrscht noch NWN-Fallen. Östlich vom Krug sind Quarzkeratophyre schon sehr selten. Vereinzelt finden sich noch schmale Lagen von Rauchwacke.

Gegen den SO-Abfall der Lasserhöhe (Auslauf Rücken mit den Gehöften Rippl, Ecklbauer) zu wird der reiche Wechsel der Gesteinsschichten besonders gut beobachtbar (Prof. Nr. 15). Die epidotführende Serie wird beim Gehöft Moser durch Lagen von Bändermarmor und durch Plagioklas-Biotitamphibolite eingeleitet, die mit 70° gegen NWN fallen. Es folgen dann bis knapp unter dem Ecklbauer Chlorit-Quarzphyllite, in denen der Epidot sehr zurücktritt. Sie enthalten mehrere Lagen von Glimmerquarzschiefer und unmittelbar über dem Brandstätter einen ungefähr 10 m mächtigen Norazit, dessen Zusammenhang mit den übrigen Eruptivgesteinen rätselhaft ist. In dieser Serie herrscht im allgemeinen ziemlich gleichbleibendes NWN-Fallen mit 30°. Die Kalke in der Höhe des Ecklbauers werden durch kohlenstoffführende Kalke eingeleitet und gehen dann in Bänderkalke über. Sie fallen in den unteren Partien mit 70° bis 50° gegen N, aufwärts erfolgt eine Verflachung bis auf 30°. Was nun darüberliegt, ist unglaublich schwer erfaßbar. Die verschiedensten Gesteine der Kalk-Kalkphyllitserie folgen im buntesten Wechsel übereinander. Hauptsächlich wechseln Glimmerkalke und kohlenstoffführende Phyllite. Es finden sich auch Serizitquarzphyllite und Chlorit-Quarzphyllite. Wo der Wechsel dieser Gesteine besonders reichhaltig ist, kann man die ineinander gekeilten Linsen photographieren. Besonders wenn in den phyllitischen Partien die Kalklinsen stecken, wird die Verschuppung deutlich.

Zusammenfassend ergibt sich, daß der Hang über dem Gehöft Riepl bis 1200 m reicher an Kalk ist als der darüberliegende Blätterstoß. Eine scharfe Abtrennung von der Metadiabasserie ist hier nicht möglich, denn es schuppen sich typische grüne Phyllite, die ich als Metadiabasphyllite anspreche, in die kohlenstoffführenden Phyllite ein. Gegen aufwärts stellt sich immer mehr die Fallrichtung gegen NW, die am Kamm, wo ich an einer Stelle noch Rauchwacke fand, in steiles NW—NWW-Fallen übergeht.

Die epidotführende Gesteinsserie und die Kalke vom Ecklbauer tauchen noch südlich Katsch beim Gehöft Huber in

die Tiefe. Die Schuppenzone gewinnt an Raum und beherrscht als solche die Abfälle bis Peterdorf, wo neuerdings wieder die epidotführende Serie zum Vorschein kommt.

Faßt man in diesem Abschnitt (Gstütthof—Katsch) besonders die Fall- und Streichungsrichtungen zusammen, so fällt vor allem auf, daß die nach W geneigten Schichten in dem Raume zwischen dem Bach westlich und östlich von Triebendorf und in den höheren Partien auftreten. Sie hängen aufs innigste mit der Muldenabiegung (westlich Triebendorf) und mit der Metadiabasserie zusammen, die am stärksten das W-Fallen zeigt. Hervorzuheben ist auch, daß in den hangenden Teilen der Kalk-Kalkphyllitserie gegen O die Verschuppung zunimmt.

3. Katsch-Peterdorf.

Die Abtrennung dieses Abschnittes von dem vorherigen ist eine künstliche, es besteht weder eine tektonische noch eine petrographische Verschiedenheit. Um jedoch nicht zuviel Tatsachen anzuhäufen, wurde hier die Trennung vorgenommen. In der Gesteinzusammensetzung herrscht Eintönigkeit. Es beteiligen sich hauptsächlich kohlenstoffführende Phyllite, die meist stark verrunzelte Schichtflächen zeigen, Kalkphyllite und dann die verschiedensten Kalke der Kalk-Kalkphyllitserie. Die Metadiabase treten mit Noriziten und Quarzkeratophyren auf.

In den Profilen bis zum Lassergraben (Prof. Nr. 16, 17, 18) sind größere Kalklinsen über dem Schulhaus in Katsch, unter dem Gehöft Staber, überm Rubein und bei der St.-Lorenzi-Kapelle beobachtet worden. Kleinere, einige Meter mächtige bis Zentimeter dicke Kalklinsen sind so zahlreich, daß auf der Karte unmöglich alle dargestellt werden können. Es besteht eine ausgezeichnete Linsenstruktur. Die Metadiabasserie will ich als eine geschlossene Einheit behandeln.

In der Kalk-Kalkphyllitserie sind die Streichungs- und Fallrichtungen wichtig. Bis ungefähr in die Gegend Rubein—Staber (eine genaue Begrenzung ist nicht möglich) wiegt die NW-Fallrichtung vor. Durchschnittlich handelt es sich um 30° bis 40° gegen NW fallende Lagen, doch kommen auch 60° bis 80° nach NW fallende Schuppenpakete vor (zum Beispiel knapp unter dem Staber und über diesem Gehöft gegen NO).

Der Raum zwischen Rubein, Staber und der St.-Lorenzi-Kapelle wird hauptsächlich von 30° bis 40° nach W, beziehungsweise nach WNW fallenden Schichten eingenommen, daran schließen sich 30° bis 50° nach SWS und SW fallende Partien. In diesem letzten Abschnitt kommen wieder auffallend steil

nach SW (bis 80°) fallende Stellen vor (zum Beispiel im Bachbett südlich der St.-Lorenzi-Kapelle). Tornquist zeichnet da einen Bruch ein. Genaue Begehungen haben gezeigt, daß von einem Bruche nichts zu beobachten ist, es handelt sich nur um lokale Versteilerungen, die besonders im Lassergraben wieder deutlich hervortreten. Die großen Aufschlüsse in diesem Graben zeigen deutlich, daß es sich um Zusammenpressungen handelt.

Faßt man diese ganzen Fallrichtungen zusammen, so erkennt man, daß in diesem Gebiete eine Umkehrung der Fallrichtungen zu beobachten ist. Die im südlichen Teile nach NO abfallenden Schichten steigen nach einer Verbiegung im Streichen wieder hervor. Daraus ergibt sich eine deutliche Muldenform, die den Grundbauplan der Stolzalpe darstellt.

Mit der Verbiegung der Muldenachse verbinde ich die steilgestellten Schuppenpakete, die gerade in der Muldentiefe am stärksten hervortreten, und, wie noch später ausgeführt wird, die Anschoppungen der epidotführenden Gesteine im Graben westlich Triebendorf und im Schattnergraben.

Einen ausgezeichneten Einblick in die Tektonik der Kalk-Kalkphyllitserie bekommt man im Lassergraben. Die Erosion hat derart tief eingeschnitten, daß auch die tieferen und mehr zentral gelegenen Teile zu beobachten sind. Das Profil Nr. 19 entspricht auf keinem Fall dem wirklichen, denn dies ist noch viel komplizierter gebaut. Es konnten nur Schuppenpakete erfaßt werden. Im untersten Teil des Baches sind steilgestellte Schichten und größere Falten häufig. Pressungen, Verbiegungen, Übergleitungen usw. sind in allen möglichen Formen aufgeschlossen.

Zu unterst fallen die Kalke mit den verschiedensten kohlenstoffführenden Phyliten mit 30° bis 40° gegen SW. Nach mehrmaligem Wechsel der Fallrichtung stellt sich ein steilgestelltes Schuppenpaket ein, das in NON fallende Schichten überleitet. Über dem mächtigen Kalkzug, der bis 1000 m Höhe reicht, wechseln die Fall- und Streichungsrichtungen fortwährend. Man kann sich erst ein Bild von der Lagerung machen, wenn man die Profile der Seitenhänge in Betracht zieht. Es wird einem dann klar, daß nicht eine einfach gebaute Mulde vorliegt, sondern daß eine Reihe von ungleichförmigen Wellen aneinanderschließen. So ergeben die Aufschlüsse im hintersten Graben eine Mulde, an die sich eine antiklinale Aufwölbung anschließt, die wieder durch Sekundärwellen untergeteilt ist. Gegen den Rand zu gliedert sich wieder eine kleine Mulde an. Diese Wellentektonik ist aber nicht nur im großen vorhanden, sondern ist bis in das mikroskopische Bild zu verfolgen.

Noch deutlicher wird die Wellentektonik in der Metadiabas-

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at
 serie, denn die Hauptformen kommen besser zum Ausdruck. Trotz der intensiven Verfältelung, die mit dieser Tektonik nicht in Verbindung zu bringen ist, kann man beobachten, daß gegen aufwärts eine Verringerung der Wellen vorhanden ist. Die kleineren Wellen in der Tiefe werden von größeren überspannt.

Die Abgrenzung der Metadiabasserie von der Kalk-Kalkphyllitserie bereitet überall dort Schwierigkeiten, wo phyllitische Gesteine der beiden Serien übereinanderliegen. Die hier aufgesammelten Gesteine im Liegenden der Metadiabasserie sind Serizitquarzphyllite und Chloritphyllite. Es wird also an den Abfällen nördlich und südlich des Lassergrabens die Eruptivgesteinsserie durch sedimentäre Phyllite eingeleitet.

Südlich vom Lassergraben folgen darüber in 980 m Höhe Norizite, die hier eine Mächtigkeit von 160 m besitzen. Kleine phyllitische Lagen unterbrechen an einigen Stellen auf wenige Meter diese Gesteine. Der größte Teil dieser Reihe gehört jedoch wieder den Metadiabasen an, unter denen sich an einigen Stellen weniger durchgeschieferte befinden, denen man im Handstück schon die diabasische Natur ansieht. Quarzkeratophyre in Verbindung mit Rauchwacken sind im obersten Teil des Lasserbaches und an den Seitenhängen abgeschlossen. Während sie an den Hängen unmittelbar unter die Metadiabase zu liegen kommen, schuppen sie sich im Lassergraben in die Kalkphyllite ein. Die begleiteten Rauchwacken sind stark verquarzt. Südlich vom Lasserbach verkeilen sich die Quarzkeratophyre in die Metadiabase.

Der Abfall gegen Peterdorf zu zeigt immer weniger Einschaltungen von Kalk. Die beim Gehöft Heller noch mit 50° gegen W fallenden Schichten drehen sich so, daß SWS fallende bis S fallende Pakete entstehen. Die steilstehende Schuppenzone von der St.-Lorenzi-Kapelle ist weiter gegen N zu verfolgen. Man trifft sie südlich von Althofen, dann im Lassergraben, sie ist dann weiter unterm Baumgartner mit 80° SW-Fallen und überm Heller mit 60° SSW-Fallen zu beobachten. Gegen den Glanzgraben zu verliert sich diese Linie, ist aber dann vom Burger gegen W wieder zu finden.

Zusammenfassung. In diesem Abschnitt sind folgende Ergebnisse besonders hervorzuheben. In der Kalk-Kalkphyllitserie herrscht reiche Durchspießung der phyllitischen Gesteine mit Kalklinsen, gegen N verringern sich die Kalklinsen. In der Gegend der St.-Lorenzi-Kapelle wird der N-Flügel der Hauptmulde sichtbar, die mit welligen Verbiegungen ausklingt. Die Metadiabasserie macht in etwas einfacherer Gestaltung diese Form mit.

4. Peterdorf—Schöder.

Der Übergang der Kalk-Kalkphyllitserie in das Kristallin des N-Abfalles ist durch eine ähnliche tektonische Komplikation ausgezeichnet wie das Gebiet westlich Triebendorf. Es ist auf jeden Fall bemerkenswert, daß diese beiden Stellen in einer N—S-Linie liegen. Schon eine oberflächliche Betrachtung der Profile Nr. 22 bis 25, die den schmalen Streifen zwischen Glanzgraben und Schattnergraben einnehmen, zeigt, daß hier starke Verschuppungen und Verbiegungen der Streichungsrichtungen vorhanden sind. Um die komplizierte Lagerung richtig zu verstehen, löse ich diesen letzten Abschnitt von W her auf.

Begeht man den Weg von Schöder zum Paiger—Setznagel und weiter zum Mittelberg, so kann man in diesem Raume die Übereinanderlagerung der drei Serien (Kristallin, Kalk-Kalkphyllitserie und Metadiabasserie) beobachten. Das aus kohlenstoffführenden Almandinschiefern und Marmoren bestehende Kristallin fällt mit 60° bis 80° gegen SW und schließt mit Granatphylliten ab. Darüber legen sich mit demselben Fallen Chlorit-Quarzphyllite, kohlenstoffführende Phyllite mit Lyditen und Bänderkalk. Die folgenden Metadiabase fallen ebenfalls nach SW. Der NO-Rand der Metadiabase ist ein Erusionsrand, in Mulden springt er weiter gegen S zurück, in erhöhten Formen stößt er weiter gegen NO vor.

Den einfachsten Bauplan besitzt die Metadiabasserie. Sie besteht aus Metadiabasen, die sedimentäre phyllitische Zwischenlagen und wenige Lagen von Noriziten enthalten. Quarzkeratophyre und Rauhacken, die immer beisammen sind, treten sehr zurück (W-Abfall der Stolzalpe).

Die Metadiabasserie bildet auf Grund ihrer Auflagerungsfläche eine Mulde, von der jedoch im Innern wegen der Verfaltungen wenig zu spüren ist. Verfolgt man den N-Rand dieser Serie, so kann man gegen O eine Veränderung der Streichungs- und Fallrichtungen feststellen. Von Schöder bis zum Gehöft Setznagel herrscht steiles SW-Fallen. Gegen die Höhe des Mittelberges zu stellt sich 40° SW-Fallen ein. Im obersten Pfaffengraben geht das Fallen in 30° bis 40° SWS- und S-Fallen über. Nördlich vom Gipfel in 1610 m Höhe fallen die liegendsten Metadiabase mit 50° bis 60° gegen S bis SOS. An den O-Abfällen fallen die Schichten zuerst gegen O und gegen den Rand des Berges stellt sich W-Fallen ein. In der südöstlichsten Ecke der Stolzalpe herrscht NW-Fallen.

Verbindet man die hier genannten Streichungs- und Fallrichtungen mit den bereits in den vorherigen Abschnitten angeführten, so erhält man eine Mulde, die im westlichen Teil

von NW—SO streicht, dann auf kurze Strecken von W—O verläuft, hierauf nach N—S umbiegt und gegen den SO-Rand wieder in die NW—SO-Richtung einschwenkt. Die Achse der Mulde verläuft von Moser (südlich Schöder) in der Richtung zur St.-Lorenzi-Kapelle. Es liegt also keine von S nach N gerichtete Mulde vor, sondern eine von SW nach NO gerichtete, welche im östlichen Teil eine Verbiegung nach N—S erfährt.

Wie aus der Tektonik der übrigen Serien hervorgeht, scheint die Verbiegung der Streichungsrichtung auf eine axiale Einmündung in dem N—S verlaufenden Streifen, Graben östlich Triebendorf—Schattnergraben, zurückzuführen sein. Ich verweise da nochmal auf die Lagerungsverhältnisse westlich Triebendorf, auf die Pressungszonen im Lassergraben und auf die Anhäufungen der epidotführenden Gesteine.

Der westliche Teil der Metadiabasmulde bis zum Glanzgraben wird von einem einfachen, gegen S, beziehungsweise SW fallenden N-Flügel gebildet, nur im östlichen Abschnitt schließen sich an die große Mulde noch eine antiklinale Aufwölbung und eine kleine Mulde an.

Der Kontakt mit der darunterliegenden Kalk-Kalkphyllitserie ist ein tektonischer. Die Metadiabasserie wurde von SW her auf die Kalk-Kalkphyllitserie aufgeschoben. Dabei wurden Fetzen vom Untergrund losgerissen, verschleppt und wieder abgelagert.

Die Aufschiebung der Metadiabasserie macht sich im westlichen Teil viel stärker bemerkbar als im östlichen Teil. Es wurden im W nicht nur mehr Fetzen vom Untergrund losgerissen, sondern auch die steile, schaufelförmige Schubbahn tritt stärker hervor. Im östlichen Teil ist die Aufschiebung durch bessere Phyllitierung der Gesteine in der Kalk-Kalkphyllitserie und durch die Wellentektonik gekennzeichnet.

Schon bedeutend mannigfaltiger sind die Profile in der Kalk-Kalkphyllitserie. Von Schöder bis zum Mittelberg liegt nur ein verhältnismäßig dünner Streifen von sehr blättrigen, kohlenstoffführenden Phylliten und ein Kalkzug vor. Auf der Höhe des Mittelberges nehmen die Phyllite schon einen breiteren Raum ein und sind quarzreicher. Weiter gegen O schaltet sich eine Reihe von Kalkzügen ein.

Die Mächtigkeit der gesamten Serie nimmt gegen O zu (Prof. Nr. 26). Am NW- und N-Abfall des Stolzalpegipfels wird die Serie immer reichhaltiger. Auf der flach-hügeligen Verebnung am N-Abfall bei 1600 *m* werden die kleinen Kuppeln von Bänderkalk und die Sättel von kohlenstoffführenden Phylliten aufgebaut. Es herrscht durchschnittlich 30° bis 40° S-Fallen (Prof. Nr. 1). Bis zum NW-Abfall der Verebnung

(1600 m) ist die Trennung vom Kristallin immer eine scharfe. Gegen den Abfall zum Gehöft Wolfegger und weiter gegen Zimmermann, Hadl und Burger schuppen sich in die immer mächtiger werdende Kalk-Kalkphyllitserie kohlenstoffführende Almandinschiefer, Glimmerschiefer und Kohlenstoffquarzite ein³ (Prof. Nr. 22). Im Bachbett südlich vom Zimmermann und im Glanzgraben sind auch im Liegendsten bereits die kristallinen Gesteine verschwunden. Der Abfall östlich vom Glanzgraben besteht nur mehr aus Gesteinen der Kalk-Kalkphyllitserie.

Wenn man die Mächtigkeit der Kalk-Kalkphyllitserie von W gegen O überblickt, so ist vor allem ein gewaltiges Anwachsen gegen O zu verzeichnen. Im westlichen Abschnitt sind ausgepreßte und ausgewalzte Schuppen vorhanden, im mittleren Teil kommt es bereits zur Aufstapelung der Kalke. Im O lagern in Linsenstruktur alle von W abgeschürften Gesteine zusammen. Es besteht gerade das umgekehrte Bild wie bei den Gesteinen des Reibungsteppichs (Metadiabasserie).

Die Lagerung der Kalk-Kalkphyllitserie wurde vor allem durch die Metadiabasserie bestimmt. Die Muldenverbiegung ist nicht mehr so scharf ausgeprägt und nimmt gegen die Tiefe zu sicher ab. Das ist auch am S-Abfall bei Triebendorf zu beobachten. Ferner ist die geringe Mächtigkeit im W und die Aufstapelung im O ein Werk der aufgeschobenen Metadiabasserie; auch die Wellentektonik ist auf eine Einwirkung von oben zurückzuführen.

Die richtige Stellung der Kalk-Kalkphyllitserie wird erst durch die Tektonik des Kristallins verständlich. Es seien daher zuerst einige besonders markante Profile besprochen. Den N-Abfall des Mittelberges bauen hauptsächlich kohlenstoffführende Almandinschiefer, in denen Marmore eingeschaltet sind, auf. Durchschnittlich herrscht 40° bis 50° SW-Fallen. Nur gegen W (Schöder) finden sich bis 80° SW fallende Schichten. Die Marmore, die in der Höhe der Stroblhütte durchziehen, werden gegen NW immer mehr von Almandinschiefern durchstoßen, so daß man von einer Aufblätterung sprechen kann. Knapp unter dem Mittelberg (Kote 1528) steht ein einige Meter mächtiger Epidot-Chlorit-Albitschiefer an, der bis zur Anderlhütte zu verfolgen ist. Ein weißer Marmorzug mit dolomitischen Partien, der vom Setznagel noch von einem schmalen Band von Granatphyllit überlagert wird, schließt das Kristallin ab.

Im westlichen Teil dieses Abfalles werden die Profile ab-

³ Die Karte konnte in diesem Abschnitt unmöglich den wirklichen Verhältnissen voll Rechnung tragen, denn in dem waldigen Boden sind die Aufschlüsse sehr schlecht.

wechsungsreicher. Es schoppen sich Hellglimmerschiefer und deren Quarzite ein und die Marmorzüge werden mächtiger. Besonders lehrreich ist das Profil St. Peter—Wiesenbauer—Mittelberg (Prof. Nr. 27). Die leicht gefalteten Glimmermarmore beim Pfaffengrabeneingang fallen mit 50° gegen S—SWS. Bis zur ersten Verebnung bei 890 *m* stehen Almandinschiefer an, die kleine kohlenstoffreiche Marmore enthalten und mit 40° gegen S fallen. Dann folgen kohlenstoffreiche Glimmerschiefer und Marmore, die bei 980 *m* Höhe von Quarzit überlagert werden. Sie fallen mit 20° gegen SW und sind 50 *m* mächtig. In der Höhe des Wiesenbauer stellen sich lichtbläuliche Dolomite ein, die im Streichen in Kalke übergehen und mit quarzhältigen Glimmerkalken und quarzhältigen Dolomiten verknüpft sind (Prof. Nr. 27). Dieser Karbonatzug fällt mit 25° gegen NON. Am Wege vom Wiesenbauer zur Mühle jedoch kann man deutlich beobachten, wie dieser Zug, der im Liegenden in glimmerige Lagen aufblättert, in Form einer ungleichseitigen Antiklinale in S-Fallen übergeht. Weiter aufwärts finden sich dann nur mehr Almandinschiefer und Marmore. Hellglimmerschiefer sind zwar vorhanden, doch kommen sie erst beim Hansbauer und am Abfall zur Pogerhube zur größeren Entwicklung. Die SW-Fallrichtung hält mit kleinen Ausnahmen bis zur Höhe an⁴.

In dem Profil „Abfall zur Pogerhube“ (Prof. Nr. 26) ist die Trennung von Almandinschiefern, Hellglimmerschiefern und Quarziten sehr genau durchzuführen. Das Kristallin schließt hier mit einem 20 *m* mächtigen Prasinitzug ab. In den tieferen Teilen dieses Profiles herrscht flaches S—SOS-Fallen, in den höheren Partien stellt sich 30° SW-Fallen ein. Ich halte dies für einen Beweis, daß die NW—SO-Streichungsrichtung mit dem SW-Fallen durch eine tektonische Auswirkung von oben (Aufschiebung der Metadiabasserie) erzeugt wurde.

Die schlecht aufgeschlossenen Profile östlich vom Pfaffengraben (Prof. Nr. 1, 25) zeigen in der Zusammensetzung im allgemeinen die Fortsetzung des Wiesenbauer-Profiles. Die Kalkzüge vom Wiesenbauer und die unter der Pogerhube keilen aus, neue Züge setzen auf, so daß ähnliche Strukturen entstehen wie in der Kalk-Kalkphyllitserie. Auch die Hellglimmerschiefer und deren Quarzite verschwinden am

⁴ Der Marmorzug über den Wiesenbauer und im Bachbett westlich der Pogerhube (hier Pyrit führend) ist sehr stark zerklüftet. Eine 1—2 Meter breite Kluft spielt sogar in der Sage eine Rolle. Tornquist zeichnet hier einen Bruch ein. Die Aufschlüsse am Nordabfall sind sehr schlecht, so daß keine sicheren Anhaltspunkte (Verstellungen) zu beobachten sind. Doch wenn man die wenigen Aufschlüsse vom Nordabfall mit denen des Ostabfalles verbindet, liegt kein zwingender Grund vor, hier einen Bruch einzuzeichnen.

N-Abfall. Am W-Abfall der Verebnung (1600 m) keilen über den Hellglimmerschiefern Epidot-Chlorit-Albitphyllite, Prasinite und chloritisierte Plagioklas-Amphibolschiefer ein. Wegen der geringen Mächtigkeit wurden diese Schuppen zu einem Zuge zusammengezogen.

Östlich vom Pfaffengraben geht eine Änderung der Streichungsrichtungen vor sich. Es stellt sich W—S-Streichen ein, das gegen den Glanzgraben zu nach mannigfaltigem Wechsel in N—S-Streichen übergeht. Die Umbiegung nach N—S kommt nicht mit dieser Deutlichkeit zum Ausdruck wie bei den übrigen Serien, doch ist immerhin bemerkenswert, daß die Verbiegungen in den gleichen Raum fallen wie bei den höheren Serien.

Vom Wiesenbauer an tritt auch im Kristallin die antiklinale Aufwölbung hervor. Sie ist am N-Abfall bis zum Burger zu verfolgen. Von da an geht die Achse dieser Aufwölbung in die Kalk-Kalkphyllitserie über, während die kristalline Gesteinsserie in die Tiefe abbiegt.

Wenn man von den Verschuppungen mit der Kalk-Kalkphyllitserie absieht, so bilden die kristallinen Gesteine inklusive der epidotführenden im Streichen einen flachen Rücken, der ein Teil der Niedern Tauern ist. Im W steigt dieser Rücken allmählich in die Höhe. Als höchster Punkt gilt der NW-Abfall der 1600-m-Verebnung. Im O erfolgt nach starker tektonischer Störung ein rascher Abfall.

Auf diesen kristallinen Rücken wurden die Kalk-Kalkphyllitserie und die Metadiabasserie aufgeschoben. Das alte W—O-Streichen der Niedern Tauern wurde im W durch den Aufschub der höheren Serien nach NW—SO abgelenkt. Die stärkere Wirkung des Aufschubes tritt im westlichen Teil hervor: die Schubbahn ist steil aufgerichtet und die Grenze zwischen Kristallin und der Kalkphyllitserie ist eine scharf ausgeprägte Gleitbahn. Im östlichen Teil, wo nebenbei noch die Verbiegung eine bedeutende Rolle spielt, kam es zu Verschuppungen.

Mit der Vorstellung, daß das Kristallin im Streichen einen ungleichmäßig aufgewölbten Rücken bildet, werden nun auch die komplizierten Profile zwischen Schattner und Glanzgraben verständlich. (Prof. Nr. 21 bis 24.) Im Glanzgraben wechseln im untersten Teil Marmore, Kalkphyllite und karbonatführende Epidot-Chlorit-Albitphyllite. Es herrscht ein Durcheinander von Richtungen. NWW-, NOO- und O-Fallen sind häufig. In der Höhe des Burger stellt sich N- und NO-Fallen ein, das erst in der Höhe des Zimmermann in S-Fallen übergeht. Epidotführende Gesteine reichen bis knapp unter das Gehöft Hadler.

Begeht man den Weg zum Burger und dann über die Felder weiter, so ist von der Kalk-Kalkphyllitserie nichts mehr zu sehen. Zu unterst liegen epidotführende Gesteine, dann folgen Almandinschiefer und Marmore, die überm Burger wieder von epidotführenden Gesteinen überlagert werden. Über dem Hadler folgen dann kohlenstoffführende Phyllite, Lydite und Einschaltungen von Almandinschiefern. Durch Verbindung dieser Profile und einiger Begehungen zum Glanzgraben entstand Profil Nr. 22. Die tektonische Form tritt deutlich hervor. Im hintersten Teil des Glanzgrabens ist die Muldenform vorhanden, die gegen den Rand zu in eine antiklinale Aufwölbung und in eine Mulde übergeht. Im Glanzgraben besteht die Antiklinale nur aus Gesteinen der Kalkphyllitserie, im Burger-Profil legen sich an die Antiklinale kristalline Gesteine.

Gegen den Schattnergraben (Prof. Nr. 23) nehmen die Epidotgesteine an Mächtigkeit zu. Sie reichen mit geringen Unterbrechungen von 900 *m* Höhe bis knapp untern Wolfegger. Es finden sich fast durchaus Epidot-Chlorit-Albitphyllite, die zu oberst mit 30° gegen N (fast gleich mit dem Hang), dann in der Höhe vom Schattner mit 30° NW und im untersten Teil mit 30° gegen SO fallen. Den Fuß dieses Profiles bilden Marmore und Hellglimmerschiefer, die flach gegen W fallen.

Verbindet man mit diesen Profilen noch die Begehung zum Schattner—Wolfegger (Prof. Nr. 24), so werden die letzten Unklarheiten in der Lagerung geklärt. Die epidotführenden Gesteine legen sich in Form der antiklinalen Aufwölbung auf das S—SO und SW fallende almandinführende Kristallin. Der gesamte nördliche Teil dieser Aufwölbung besteht aus den Epidotgesteinen. Die Kalkphyllitserie mit verschuppten kristallinen Linsen gehört dem südlichen Teil der Antiklinale an. Ein recht buntes Schuppenpaket von Prasinit, Epidot-Chloritschiefer, Epidot-Chlorit-Albitschiefer und Marmor preßt sich an den Kern der Aufwölbung an. (Prof. Nr. 24a.)

In dem Profil Glanzgraben—Burger (Prof. Nr. 22) wird der Kern aus Gesteinen der Kalkphyllitserie, in der kristallinen Schuppen liegen, gebildet. Man hat hier den Eindruck, daß die Kalkphyllite unter das Kristallin einfallen. Doch diese Vorstellung wird sofort anders, wenn man die Achsen der Antiklinale und des untertauchenden kristallinen Rückens verfolgt. Die Achse der Aufwölbung streicht vom Lassergraben zur Hube überm Burger (1136 *m*) bis zum Schattner (1155 *m*), behält fast die gleiche Höhe und streicht von der Kalkphyllitserie ohne Unterbrechung in das Kristallin hinein. Die Achse des kristallinen Rückens (nicht der Antiklinale) hingegen taucht gegen O unter. Die

wirkliche Überlagerung des Kristallins durch die Kalkphyllite liegt auf Grund der Achsen in der Tiefe. Die scheinbare Überdeckung durch das Kristallin im Raume Glanzgraben—Burger entspricht daher ungefähr dem Schuppenprofil über dem Schattner.

Faßt man nun die epidotführenden Gesteine in dem Raume Burger—Schattner heraus, so bilden sie eine unförmige Linse, die sich gerade dort zusammenschoppt, wo das almandinführende Kristallin mit zahlreichen Verbiegungen in die Tiefe sinkt. Da an den übrigen N-Abfällen nur wenig Epidotgesteine vorkommen, schließe ich, daß sie durch die Aufschiebung der darüberliegenden Serien von SW her abgeschert und an der Muldenumbiegung abgelagert wurden; dabei wurden auch Almandinschiefer mitgeschleppt und verschuppt.

Überblickt man nun den ganzen Bau der Stolzalpe, so erkennt man vor allem eine große Mulde, die im westlichen Teil NW—SO streicht und dann gegen N—S umbiegt. Diese Mulde bildet die Grundform. Daran schließt sich im nordöstlichen Teil eine antiklinale Aufwölbung, die wieder in eine kleine Mulde übergeht. Die Achsen dieser drei Formen streichen konform dem Katschtal. Diese Wellentektonik verbindet alle drei Gesteinsserien zu einer Einheit. Die Mulden- und Sattelachsen streichen ohne Unterbrechung in die einzelnen Serien durch.

Sämtliche Gesteinsserien zeigen Linsenstruktur. Die tektonischen Unregelmäßigkeiten (Verbiegung der Muldenachsen, Phyllitisierung) kommen in den höhergelegenen Serien besser zum Ausdruck wie in den tieferen. Da ferner die Metadiabase starke Spuren einer tektonischen Durchbewegung zeigen, schließe ich, daß die Tektonik durch einen Vorgang, der alle drei Serien gemeinsam erfaßte und von oben einwirkte, zustande gekommen ist.

Die Stolzalpe zeigt also einen Bau, der durch einen Traîneau excrasseur entstanden ist. Die Aufschiebung erfolgte aus SW. Die Muldenumbiegung ist entweder durch die Einwirkung von Kräften aus anderen Richtungen entstanden oder — was wahrscheinlicher ist — durch eine Zerlegung dieser südwestlichen Kraft infolge Stauung an ein Hindernis. (Siehe den Gebirgszug Seetaler Alpen—Niedern Tauern; Verlauf der Brettsteinzüge; Palten—Liesingtal [Lit. Nr. 14, Seite 148].) Die Druckwalze macht die gesamte Tektonik verständlich. Die Lagerung der Quarzkeratophyre, die Rauchwacken als aufgeschürfte Teile des Untergrundes, die Schuppen in der Kalkphyllitserie, die Zunahme der Durchbewegung gegen NO usw. sind alles Zeichen dieser tektonischen Beanspruchung.

Das naheliegende wäre, die Metadiabasserie als den Traîneau

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

excrasseur aufzufassen. Sicher war sie ein Teil davon, doch nur ein Teil, denn diese zeigt selbst wieder die lebhaftesten Spuren einer Einwirkung von oben. (Siehe Fältelung, Phyllitisierung, Durchschieferung der Diabase zu Metadiabasen usw.) Tornquist vermutet, daß die Grebenzendecke darübergelegen war.

Zum Schlusse sei noch erwähnt, daß wenigstens zwischen St. Peter und Peterdorf das Katschtal nicht in einem Bruchgebiet liegt, denn die Gesteine sind auf beiden Seiten gleich und die Streichungs- und Fallrichtungen von der Stolzalpesseite setzen ohne Änderung auf die N-Seite. Es kann sich lediglich um eine Depression (Einsenkungszone) handeln.

Eine morphologische Behandlung der Stolzalpe, in der auch die Bedeutung der tertiären Reste zwischen Schöder und Schitter und beim Gehöft Burger besprochen werden, behalte ich mir vor.

Ergebnisse.

An dem Aufbau der Stolzalpe beteiligen sich kristalline Gesteine (almandinführende und epidotführende Gesteine), Gesteine der Kalk-Kalkphyllitserie und der Metadiabasserie. Petrographisch liegen also drei Serien vor, die durch eine gemeinsame Tektonik verbunden sind.

Die Gesteine bilden eine NW—SO streichende Mulde, die im östlichen Teil nach N—S umbiegt. An diese Hauptmulde schließen gegen NO eine antikinale Aufwölbung und noch weiter vorgeschoben eine kleine Muldenbiegung an. Die Achsen dieser drei Formen gehen ungefähr konform mit dem Katschtal.

Die Tektonik ist nur verständlich durch die Wirkung eines Traîneau excrasseurs, der von SW her die Schichten der Stolzalpe auf einen kristallinen Rücken hinaufbeförderte, auswalzte und verschuppte.

Auch die zeitliche Einordnung der Ereignisse wird erst möglich sein, wenn ein größeres Gebiet untersucht ist. Eine Bruchtektonik ist im Gebiet der Stolzalpe nicht vorhanden.

Literatur.

- (1) Geyer, Bericht über die geologische Aufnahme im Gebiet des Spezialkartenblattes Murau. Verh., 1891.
- (2) Tornquist, Die Deckentektonik der Murauer und Metnitzer Alpen. Neues Jb. f. Min. Geol. u. Pal., Beil., Bd. XLI, 1917.
- (3) Clar, Zur Frage der Entstehung der Bänderung von Kalken. Geol. Archiv, 1926.
- (4) Schwinner, Die Niedern Tauern. Geol. Rundschau, Bd. XIV.
- (5) Mohr, Zur Tektonik und Stratigraphie der Grauwackenzone zwischen Schneeberg und Wechsel. Mitt. d. Wiener geol. Ges., 1910.

(6) Heritsch, Beiträge zur Geologie der Grauwackenzone des Paläozoikales. Mitt. d. Naturw. Ver., 1912.

(7) Angel, Die Quarzkeratophyre der Blasseneckserie. Jb. d. geol. Bundesanst., 1918.

(8) Angel, Die Gesteine der Steiermark.

(9) Ippen, Amphibolgesteine der Niedern Tauern und Seetaler Alpen. Mitt. d. Naturw. Ver. f. Steiermark, 1896.

(10) Thurner, Entstehung von Linsen durch Scherflächen. Zentralbl. f. Geol. u. Min.

(11) Sander, Beiträge aus den Zentralalpen zur Deutung der Gesteinsgefüge. Jahrbuch 1914.

(12) Heritsch, Zur Geologie der Schieferserie der Neumarkt—Murauer Mulde in Steiermark. Zentralbl. f. Geol. Min. u. Pal., 1923

(13) Staub, Der Bau der Alpen.

(14) Heritsch, Geologie von Steiermark.