

Die Metamorphose in den meso- bis epizonalen kristallinen Schiefen des Murauer Gebietes

VON ANDREAS THURNER (Graz)*

I. Die Auffassung der Hüttenberger Arbeitsgemeinschaft

Die Hüttenberger Arbeitsgemeinschaft (CLAR, PILGER, SCHÖNENBERG, FRITSCH u. a.) machten auf Grund genauer Geländeaufnahmen und Schliffuntersuchungen die Feststellung, daß es Übergänge von der Kata- in die Meso- und in die Epi- bis Anchizone gibt. Die nach aufwärts abnehmenden Temperatur- und Druckwirkungen erzeugten die Übergänge in den einzelnen Zonen.

Damit steht auch in Zusammenhang, daß die variszische Gebirgsbildung die gemeinsame Metamorphose von der Kata- bis in die Anchizone prägte.

Es besteht demnach ein deutlicher Gegensatz zur bisher herrschenden Ansicht, die einen Hiatus zwischen den meso- und epizonalen Schichten annahm. Besonders betonte HERITSCH diesen Hiatus zwischen dem Stubalpen Kristallin und dem Grazer Paläozoikum.

Die Auffassung der Hüttenberger Arbeitsgemeinschaft hat sicher etwas Be-
stechendes; denn es leuchtet ein, daß nach aufwärts Druck und Temperatur all-
mählich abnahmen und daher weniger metamorphe Gesteine entstanden. Außer-
dem fehlen zwischen mesozonalen Schiefen und epizonalen Phylliten deutliche
Diskordanzen, Konglomerate und andere Aufarbeitungsprodukte.

Trotz dieser überzeugenden Argumente bringe ich einige Beispiele, die auch
eine andere Auslegung zulassen.

II. Beispiele über Gesteine mit zwei Metamorphosen

1. Im Murauer Gebiet (THURNER, geologische Karte Murau-Stadl 1956 samt Erläuterungen) kommen im Paläozoikum vielfach Kohlenstoffphyllite vor (z. B. Kramerkogel, Stolzalpe, Staberkogel), die an einigen Stellen, wo sie besonders stark durchbewegt, abgeschert oder angeschoppt sind (Kramerkogel, Stolzalpe, Staberkogel), streifenweise $\frac{1}{2}$ —2 mm große Granaten, Muskowit-
blättchen und vereinzelt kleine Biotite zeigen. Es treten deutliche Merkmale einer
etwas höheren Metamorphose auf. Wenn darunter Kohlenstoffgranatglimmer-
schiefer liegen, so ist bei Feldbegehungen die Grenze zwischen Kohlenstoffgranat-
phylliten und Kohlenstoffgranatglimmerschiefern nicht immer sicher zu erken-
nen. Nur durch die Größe der Granaten, die bei den Kohlenstoffgranatglimmer-
schiefern 4—8 mm groß sind, kann bei guten Aufschlüssen eine Grenzziehung
vorgenommen werden.

*) Adresse des Autors: Univ.-Prof. Dr. Andreas Thurner, Sporgasse 32, A-8010 Graz.

Die Kohlenstoff-Granatphyllite könnten demnach als Übergangstypen von der Meso- in die Epizone aufgefaßt werden.

Im Dünnschliff ergeben sich jedoch deutliche Unterschiede. Die Kohlenstoffgranatglimmerschiefer enthalten mit schwarzem Staub belegt Muskowite, größere Biotitblättchen, feinkörnige Quarzlinsen und 4—8 mm große Granaten, meist mit si.

Die Kohlenstoff-Granatphyllite zeigen Serizit bis Muskowit mit schwarzem Staub, kleine Biotitblättchen, kleinkörnige Quarzlinsen und kleine, 1—2 mm große, helle Granaten ohne si.

Allmähliche Übergänge von den Granatglimmerschiefern in Granatphyllite konnten nirgends beobachtet werden. Es treten keine Typen auf, die eine allmähliche Verkleinerung der Granatkörner und Biotitblättchen zeigen; auch in der Größe der Quarzkörner bestehen deutliche Unterschiede; die Granatglimmerschiefer haben meist große, eckig bis buchtig verzahnte Quarzkörner, die Kohlenstoff-Granatphyllite sind durch kleine Körner gekennzeichnet.

Eine sichere Abtrennung innerhalb der epizonalen Kohlenstoffphyllite ist jedoch nicht möglich. Die Granatphyllite treten stets streifenförmig in besonders durchbewegten Zonen auf; hier bestehen Übergänge in rein epizonale Phyllite.

Die Erscheinung kann nun verschieden ausgelegt werden. Nach der Auffassung der Hüttenberger Arbeitsgemeinschaft handelt es sich hier um eine gemeinsame variszische Prägung, die nach aufwärts eine Abschwächung der Metamorphose bewirkte, wobei streifenweise in epizonalen Gesteinen noch mesozonale Merkmale aufscheinen. Durch eine weitere Gebirgsbildung wurden an den Übergangstypen die Phyllite abgeschert, so daß zwischen den meso- und meso-epizonalen Gesteinen die allmählichen Übergänge nicht in Erscheinung treten.

Ich finde nun eine andere Erklärung. Die Kohlenstoffphyllite, ehemals paläozoische schwarze Tonschiefer, erhielten durch die variszische Gebirgsbildung eine epizonale Prägung. Durch die zweite, wahrscheinlich alpidische Gebirgsbildung, wurden die Phyllite erfaßt und verschoben; es entstanden an besonders stark durchbewegten Zonen streifenweise die Granatphyllite mit mesozonalen Merkmalen.

2. Ähnliche „Übergangsgesteine“ findet man im Süd- und Ostabfall des Königreiches (südlicher Ostabfall der Grebenze gegen Dürrenstein). Das Liegende bilden Muskowit-Biotit-Granatglimmerschiefer mit Muskowit, etwas Biotit, Quarz und 3—8 mm großen Granaten mit si. Darüber liegen nun grünlich glimmerige phyllitische Gesteine, die wie Diaphtorite aussehen. Sie bestehen aus Serizit-Muskowit, Chlorit, kleinen Biotitblättchen, klein- bis mittelkörnigen Quarzlinsen mit etwas Feldspat und vereinzelt aus 1—2 mm großen hellen Granaten, die kristallographisch scharf umgrenzt sind; diaphtoritische Merkmale sind nicht zu erkennen. Ich bezeichne diese Gesteine als phyllitische Glimmerschiefer, die bereits mesozoische Merkmale enthalten. Vielfach liegen in diesem Schichtstoß auch reine epizonale Serizit-Chlorit-Quarzphyllite, die denen im Neumarkter Becken entsprechen, so daß die Abtrennung nicht sicher durchzuführen ist.

Man könnte hier ebenfalls an Übergangstypen zwischen den typisch mesozonalen Granatglimmerschiefern und den epizonalen Phylliten denken, die jedoch durch eine Verschiebungsfläche voneinander getrennt sind; doch dagegen sprechen vor allem die kleinen hellen Granaten, die Neubildungen darstellen, die Übergänge in Serizit-Chloritphyllite, mit denen sie einen einheitlichen Schichtstoß bilden. Es fehlen jedoch Typen, die auf Übergänge zu den mesozonalen Granatglimmerschiefern hinweisen. Die gesamte Verteilung dieser phyllitischen Glimmerschiefer zeigt deutlich, daß sie mit den Chlorit-Serizitphylliten zu verbinden sind und an Überschiebungsflächen liegen.

Ich komme hier zum gleichen Ergebnis. Die variszische Gebirgsbildung erzeugte die epizonale Metamorphose, die alpidische, die im Murauer — Neumarkter Gebiet nachzuweisen ist, prägte streifenweise in den Phylliten mesozonale Merkmale, so daß phyllitische Glimmerschiefer entstanden.

Man könnte nun einwenden, daß das streifenweise Auftreten von meso-epizonalen Gesteinen auch durch die variszische Gebirgsbildung verursacht worden ist, also doch eine Metamorphose diese Typen prägte, doch dagegen ist einzuwenden, daß die phyllitischen Glimmerschiefer stets an Überschiebungsflächen liegen, die mit alpidischen Gebirgsbildungen zu verbinden sind, außerdem stellen kleine Granaten Neubildungen dar. Es fehlen außerdem die Übergänge von echten mesozonalen Gesteinen in die meso-epizonalen, die Streifen in den epizonalen Phylliten bilden.

3. Gleiche grünliche phyllitische Glimmerschiefer wie am Königreich Abfall findet man auch am Rücken, der von westlich St. Veit i. d. Gegend über „Plachner“ zum Eibl aufsteigt. Sie bilden zwischen den typischen Granatglimmerschiefern und den paläozoischen Schichten (Kalk, Dolomit, Kohlenstoffphyllit) einen ca. 100—150 m mächtigen Schichtstoß. Stellenweise sind jedoch reine Serizit-Chloritquarzphyllite enthalten.

Da das darüberliegende Paläozoikum sicher Verschiebungen mitmachte, erlitten auch die paläozoischen epizonalen Phylliten eine Umprägung und es entstanden streifenweise mesozonale Merkmale. Die kleinen Granaten zeigen keine diaphthoritischen Merkmale und müssen als Neubildungen aufgefaßt werden.

4. Übergangstypen von mesozonalen in epizonalen Gesteinen beschreibt THIEDIG (1962, 1963) vom West- und Ostrand der Saualpe. Die phyllitischen Glimmerschiefer bestehen aus Serizit-Muskowit, Quarz, Chlorit, Biotit und Granat. Sie gleichen nach der Beschreibung jenen vom Eibl und Königreich, nur führt THIEDIG an, daß im Liegenden wie im Hangenden Übergänge zu den mesozonalen bzw. epizonalen Gesteinen bestehen. Auf der Karte (1962) sind sie jedoch von den mesozonalen Gesteinen durch eine Störung getrennt.

Richtige allmähliche Übergänge von mesozonalen in epizonale Gesteine werden nicht beschrieben. Ich nehme daher an, daß auch hier epizonale Phyllite vorliegen, die durch alpidische Gebirgsbildungen meso-epizonale Prägung erhielten.

5. Eine besondere Stellung nehmen phyllitische Glimmerschiefer am Nordrand des Paaler Konglomerates ein. Über Schiefergneisen liegen 50—100 m mächtige Quarzite, dann 400—800 m mächtige phyllitische Glimmerschiefer, die in Phyllonite übergehen und Lagen von gelber Rauchwacke enthalten.

Darüber folgt muldenförmig gelagert der Schichtstoß des Paaler Konglomerates, der gegen S in phyllitische, konglomeratische Glimmerschiefer (= Ackerlglimmerschiefer) und typische Serizit-Chlorit-Quarzphyllite übergeht.

Zwischen dem Paaler Konglomerat und den konglomeratischen Ackerlglimmerschiefern im S bestehen allmähliche Übergänge; auch mit den darunter liegenden Serizit-Chloritphylliten (THURNER 1958) sind deutliche Übergänge vorhanden und es läßt sich keine scharfe Grenze ziehen. Im S des Paaler Konglomerates fehlen Verschiebungsflächen, die hingegen am Nordrand deutlich hervortreten und durch Rauchwacken und Phyllonite gekennzeichnet sind.

Die Phyllite- bzw. phyllitischen Glimmerschiefer im N unter dem Paaler Konglomerat stellen die Fortsetzung der Phyllite im S (Prankerhöhe — Schwarmbrunn) dar. Sie wurden durch die Aufschiebung von Teilen des Paaler Konglomerats zu großer Mächtigkeit angehäuft und erhielten dabei streifenweise eine etwas höher meso-epizonale Metamorphose.

Die phyllitischen Glimmerschiefer im N ähneln im Mineralbestand den Phylliten im S. Sie sind Serizit-Chloritquarzphyllite, Chlorit-Serizitquarzphyllite, die mesozonale Merkmale, wie größere Muskowite, kleine Biotite und manchmal kleine, helle Granaten enthalten. Vielfach zeigen die Quarzlinzen größere Körner als im S.

Sie unterscheiden sich von den Phylliten im S vor allem durch die Muskowite, durch kleine Biotite und durch die kleinen Granaten. Auffallend sind die Gegensätze im Gefüge. Die phyllitischen Glimmerschiefer haben zerrissene Glimmerstreifen und ausgeprägtes Linsengefüge, die Phyllite besitzen meist s-paralleles Lagengefüge.

Da die phyllitischen Glimmerschiefer im N und S eine zusammenhängende Mulde bilden, können die Unterschiede nur durch zwei Prägungen erklärt werden. Durch die Abschiebung eines Teiles des Paaler Konglomerates wurden die Phyllite (epizonal-variszisch metamorph) im N angeschopt; sie erhielten durch s-parallele Verschiebungen streifenweise mesozonale Merkmale. Da die Abschiebung des Paaler Konglomerates durch alpidische Gebirgsbildung entstand, ist auch die zweite Metamorphose damit zu verbinden.

6. Im Murauer — Neumarkter Gebiet treten demnach phyllitische Gesteine auf, die streifenweise mesozonale Merkmale enthalten. Die Entstehung wird durch zwei Prägungen erklärt. Die epizonale Metamorphose erfolgte durch die variszischen Gebirgsbildungen, die mesozonale entstand durch eine spätere, wahrscheinlich alpidische Gebirgsbildung.

Ich verbinde die zweite Metamorphose, welche streifenweise die mesozonalen Merkmale prägte, mit der alpidischen Gebirgsbildung, denn der gesamte Raum Murau, Neumarkt, Gurktal wurde durch alpidische Gebirgsbildungen erfaßt. Dies geht aus der Verschiebung der Gurktaler Phyllite auf das Stangalmmesozoikum, aus der Görtschitztaler Störung und aus den Niederen Tauern Südrandstörungen hervor, die in alpidischen Gebirgsbildungen erfolgte.

7. Ähnliche meso-epizonale Gesteine findet man vielfach in anderen phyllitischen Gesteinen der Ostalpen. In den Ultentaler-, Tarntaler-, Landecker-, Innsbrucker-, Ennstaler und Mürztaler Phylliten treten vielfach streifenweise

Lagen mit Granat und Biotit auf. Man könnte ebenfalls an Übergangsgesteine denken, da all diese Schichtstöße außer der variszischen Gebirgsbildung, welche die epizonale Metamorphose erzeugte, auch alpidische Bewegungen erfahren haben. Es besteht daher ebenfalls die Annahme, daß mesozonale Merkmale durch diese Gebirgsbildung geprägt wurden. Die s-parallelen Bewegungen verursachten streifenweise die etwas höhere Metamorphose.

Besondere Beobachtung verdienen die Ennstaler Phyllite und Wölzer Glimmerschiefer (WIESENER 1939, FRITSCH 1953). Die Granatglimmerschiefer weisen starke Diaphthorese und intensive Durchbewegung auf (Fältelungen, Zerschörungen). Die Ennstaler Phyllite mit Quarz, Muskowit, Serizit, Chlorit, Karbonat und vereinzelt Granate, zeigen stellenweise leichte mesozoische Merkmale.

Zwischen den Granatglimmerschiefern und den Ennstaler Phylliten stellt sich ein etwa 100 m mächtiger Gesteinsstreifen ein, der aus Lagen von Ennstaler Phyllit und Granatglimmerschiefern besteht. Dieser Streifen hat eine besonders starke Durchbewegung erlebt, die sich von den weiter entfernten Gesteinen unterscheidet. FRITSCH (1953) erklärt diese Erscheinung durch eine leichte Verschupfung beider Gesteine. Ich möchte jedoch auch hier zwei Metamorphosen zur Erklärung heranziehen. Die variszische prägte die epizonale Umwandlung, die alpidische, die in diesem Raum besonders wirksam war, weil die Verschluckung mächtige Schichtstöße der Grauwackenzone in die Tiefe zog, erzeugte streifenweise die mesozonale Metamorphose.

Übergangsgesteine von der Meso- in die Epizone findet man auch im Gebiet nördlich des Wörthersees (HOMANN 1962). Es werden Granatglimmerschiefer, Glimmerschiefer im allgemeinen ohne Granate und phyllonitische Glimmerschiefer unterschieden, bei denen bereits eine epizonale Metamorphose aufscheint. Auch HOMANN kommt zu dem Ergebnis, daß mehraktige Metamorphosen die Gesteine prägten.

SCHWAIGHOFER (1965) beschreibt vom Gebiet südlich des Wörthersees ähnliche Gesteine. Es werden Granatglimmerschiefer, phyllitische Glimmerschiefer und Phyllite beschrieben, die ebenfalls den Eindruck machen, daß mindestens zwei Metamorphosen die Gesteine prägten. Eingehende vergleichende Untersuchungen sind jedoch bei beiden Vorkommen noch erforderlich.

III. Tektonische Einwände gegen die einheitliche variszische Metamorphose

Die Hüttenberger Arbeitsgemeinschaft nimmt nun an, daß die variszische Gebirgsbildung eine einheitliche Metamorphose von der Kata- bis zur Epi-Anchizone erzeugte. Diese Ansicht wird erhärtet durch die „Übergänge“, durch die konkordante Lagerung und durch das Fehlen von Aufarbeitungsprodukten.

1. Es bestehen, wie ich vorher ausführte, keine Übergänge von mesozonalen zu epizonalen Gesteinen. Die sogenannten Übergangstypen sind durch zwei Gebirgsbildungen, durch die variszischen und alpidischen Gebirgsbildungen, entstanden. Die s-parallelen Verschiebungen in den paläozoischen Schichten durch

die alpidischen Gebirgsbildungen erzeugten aus epizonalen Gesteinen streifenweise mesoepizonale.

2. Die sogenannten „Übergangstypen“ sind stets gering mächtig entwickelt, meist nur 100—150 m und stellen besonders stark durchbewegte Streifen innerhalb epizonaler Schichtstöße dar. In den mächtigen mesozonalen Schichtstößen z. B. der Saualpe, Seetaler Alpen, Niederen Tauern, Ötztaler Alpen fehlen nennenswerte Unterschiede in der Metamorphose; es bestanden die gleichen Druck- und Temperaturbedingungen.

3. Es bestehen zwischen den epizonalen, paläozoischen Schichten und den mesozonalen deutliche Unterschiede im Baustil. Das breitwellig gestaltete Grazer Paläozoikum hebt sich deutlich vom altkristallinen Rahmen ab. Man erhält nirgends den Eindruck, daß beide Schichtstöße eine gemeinsame Faltung mitgemacht haben.

Besonders deutlich sind die Verschiedenheiten im Baustil im Murauer — Neumarkter Paläozoikum im Verhältnis zu den Niederen Tauern und den Seetaler Alpen. Die flachen Falten im Murauer — Neumarkter Gebiet heben sich deutlich von den Formen des Altkristallins ab.

Nirgends können mit Sicherheit Einfaltungen von paläozoischen Schichten im mesozonalen Kristallin nachgewiesen werden. METZ (1957) vermutet, daß in der oberen Schieferhülle der Gleinalpe vielleicht Paläozoikum vertreten ist. Auch PLESSMANN (1954) sieht in den Marmoren der Stubalpe eingefaltetes Paläozoikum, was jedoch an Karbonatgesteinen schwer zu beweisen ist.

Dem Gegensatz im Baustil begegnet man besonders in den Ultentaler Alpen, wo die eingefalteten Phyllite über den muldenförmigen Phyllitgneisen aufliegen (HAMMER 1904).

4. Als Hauptkennzeichen der einheitlichen Metamorphose wird die konkordante Lagerung angesehen. Es zeigt sich nun vielfach, daß es sich nur um eine *Scheinkonkordanz* handelt. Am Zirbitzkamm überwiegt WNW Streichen und NON Fallen. Geht man vom Kamm gegen W, in Richtung Mühlen, so stellen sich vom Schinkenbühel gegen W Schichtpakete ein, die gegen NW bis W fallen. Ich erkläre mir diese Erscheinung durch die Aufschiebung der paläozoischen Schichten, die im Altkristallin s-parallele Verschiebungen verursachte, die zu konkordanten Anpassungen führte.

Die gleiche Erscheinung kann man aus den Karten vom Saualpen West- und Südabfall herauslesen (HABERFELLNER 1928, THIEDIG 1965), wo von Hüttenberg gegen S Lagen, die gegen W fallen, deutlich hervortreten. Es hat auch hier die Aufschiebung des Paläozoikums s-parallele Verschiebungen im Altkristallin verursacht.

Ähnliche Verhältnisse sehen wir am Westrand des Murauer Paläozoikums, am Kramerkogel (TURNER 1956), wo die Kohlenstoffphyllite gegen O bis SO fallen; das darunter liegende „Altkristallin“ geht von SO-Fallen in S-Fallen über.

Auch am Westrand der Paaler Konglomerate sind Verschiebungen der Gneisplatten gegen O und NO zu erkennen.

Man erhält demnach den Eindruck, daß nicht konkordante Lagerungen vorhanden sind, sondern Scheinkonkordanzen, die durch s-parallele Verschiebungen erreicht werden.

5. Es fehlen nun zwischen den meso- und epizonalen Schichtstößen die Aufarbeitungsprodukte, die bei einem Hiatus in der Metamorphose vermutet werden. Nun ergeben sich durchaus nicht nach jeder Gebirgsbildung Abtragungsprodukte, die nach einem tektonischen Relief anzunehmen sind. Die savische Gebirgsbildung hinterließ in den Kalkalpen keine solchen Schichten, auch die Überschiebung der Silvretta- und der Ötztaler Schubmasse auf die Engadiner Schiefer bzw. Landecker Phyllite weist keine solchen Abtragungsprodukte auf. Es gibt dafür noch zahlreiche Beweise.

Ich erkläre mir das Fehlen dieser „Übergangsschichten“ mit der Auswirkung der Verschluckungszone. Es wurde ein tieferes Stockwerk in die Tiefe gezogen und einer Tiefenmetamorphose ausgesetzt; es erlitt in der Tiefe eine gemeinsame „Aufheizung“ mit mehr oder minder gleichen Druck- und Temperaturbedingungen. Die Deckschichten hingegen, das Paläozoikum, wurde als Schubmasse abgeschert, so daß nur oberflächennahe Druck- und Temperaturbedingungen zur Auswirkung kamen.

Solche oberflächennahe Prägungen sehen wir in den Raibler Schichten der Kalkkögel in Tirol (KÜBLER u. MÜLLER 1960), wo eine Biotitisierung und Phyllitisierung auftritt.

Die vorpaläozoischen Schichten wurden durch das Hinabziehen in die Tiefe kata-mesozonal metamorph, die darüberliegenden paläozoischen Schichten wurden durch die Abscherung zu einer Schubmasse, sie wurden nicht in die Verschluckung einbezogen und nur epizonal metamorph, so daß ein Hiatus in der Metamorphose erklärbar ist.

Ergebnisse

Die Hüttenberger Arbeitsgemeinschaft ist der Auffassung, daß eine einheitliche Metamorphose von Kata-Epi-Anchizone besteht, die durch die variszischen Gebirgsbildungen geprägt wurde. Als Beweis gelten die Übergangstypen von der Meso- in die Epizone.

1. In der vorliegenden Arbeit wurden nun Beweise erbracht, daß die sogenannten Übergangstypen durch zwei Gebirgsbildungen entstanden sind. Die epizonale Metamorphose wurde durch variszische Gebirgsbildungen erzeugt, die mesozonalen Merkmale entstanden durch die alpidische Gebirgsbildung.

2. Gegen eine gemeinsame Metamorphose sprechen außerdem die verschiedenen Baustile im Paläozoikum und im Altkristallin; die konkordanten Lagerungen erweisen sich vielfach als Scheinkonkordanzen, die durch s-parallele Verschiebungen konkordante Anpassung erreichten.

3. Die mehr oder minder scharfe Trennung der mesozonalen Schichtstöße von den epizonalen wird durch die Verschluckung erklärt: das „Altkristallin“ wurde in die Tiefe gezogen und gleichen Druck- und Temperaturbedingungen ausgesetzt.

Die paläozoischen Deckschichten wurden abgesichert und erlitten nur eine epizonale oberflächennahe Prägung.

4. Es besteht demnach ein Hiatus in der Metamorphose.

Literatur

- CLAR, E., FRITSCH, W., PILGER, A., & SCHÖNEBERG, R.: Die geologische Neuaufnahme des Saualpen Kristallins VI. — Carinthia 73. Jg. 23. 51.
- FRITSCH, W.: Die Gumpeneck Marmore. — Geol. Mitt. d. Mus. f. Bergbau u. Geologie, Joaneum Graz, 10. Heft, 1953.
- FRITSCH, W.: Von der Anchi- zur Katazone im kristallinen Grundgebirge Ostkärntens. — Geol. Rundsch. 52. S. 202—210, Stuttgart 1962.
- FRITSCH, W., MEIXNER, H., PILGER, A., & SCHÖNEBERG, R.: Die geologische Neuaufnahme des Saualpen Kristallins. — Carinthia II, 70. Jg., S. 7—28, 1960.
- HABERFELLNER, H.: Die Eisenerzlagerstätten im Zug Lölling—Hüttenberg—Friesach, Kärnten. — Berg- u. Hüttenm., Jb. 76, S. 87—114; 1928.
- HAMMER, W.: Die kristallinen Alpen des Ultentales. — Jb. Geol. R.-A. Wien, 54. Bd., S. 105—134 u. S. 541—576, Wien 1904.
- HAMMER, W.: Die Phyllitzone von Landeck. — Jb. Geol. R.-A. Wien, 68. Bd., S. 205—258; 1918.
- HERITSCH, F., & CZERMAK, F.: Geologie der Stubalpe. — Verlag Moser Graz, 1923.
- HOMANN, O.: Die geologisch-petrographischen Verhältnisse im Raume Ossiachersee—Wörthersee. — Jb. Geol. B.-A. Wien, 105. Bd., S. 243—273; 1962.
- KÜBLER, H., & MÜLLER, W.: Die Geologie des Brenner Mesozoikums. — Jb. Geol. B.-A. Wien, 105. Bd., S. 173—242; 1962.
- METZ, K.: Gedanken zu baugeschichtlichen Fragen der steirisch-kärntnerischen Zentralalpen. — Mitt. Geol. Ges. Wien, 50. Bd., 1957.
- PLESSMANN, W.: Die geologischen Verhältnisse am Westrand des Grazer Beckens. — N. Jb. f. Geol., Paläont. Monh. Stuttgart 1954, S. 295—310.
- SCHWAIGHOFER, B.: Zur Geologie und Petrographie des Altkristallins im südwestlichen Klagenfurter Becken. — Mitt. Ges. Geol. u. Bergbaust., 16. Bd., S. 144—178, Wien 1965.
- THIEDIG, F.: Die Phyllit- und Glimmerschieferbereiche zwischen Lölling und Klein St. Paul. — Carinthia II, 72. Jg., S. 21—46, Klagenfurt 1962.
- THURNER, A.: Das Murauer Paläozoikum eine Schubmasse. — Mitt. Naturw. Verein f. Stmk., Sonderband Angel-Festschrift, Graz 1956, S. 158—168.
- THURNER, A.: Die geologische Karte Stadl—Murau samt Erläuterungen. — Geol. B.-A., Wien 1957, 1958.
- THURNER, A.: Geologie des Staberkogels bei Murau. — Verh. Geol. B.-A., Wien 1959.
- THURNER, A.: Geologie des Pleschaitz bei Murau. — Mitt. Mus. f. Bergbau, Geol. Technik am Joaneum Graz, 1959.
- WEISSENBACH, V.: Zur Seriengliederung und Mineralisationsabfolge im Gipfelgebiet der Saualpe. — Carinthia II, 73. Jg., S. 5—23.
- WIESENER, H.: Beiträge zur Geologie und Petrographie der Rottenmanner- und Sölker Tauern. — Mineral. u. Petrogr. Mitt., Leipzig 1938.