

**ZUR PETROLOGIE DER PARAGNEISE UND MIGMATITE DES  
ULTENTALKRISTALLINS**  
**Projekt S4708**

von

**Christof Hauzenberger, Wolfram Höller und Georg Hoinkes<sup>+</sup>**

Das Ultentalkristallin unterscheidet sich vom übrigen ostalpinen Kristallin durch das Auftreten von granulitähnlichen und migmatitischen Gefügen (HAMMER, 1902; ANDREATTA, 1935).

**1) Granulitähnliche Paragneise**

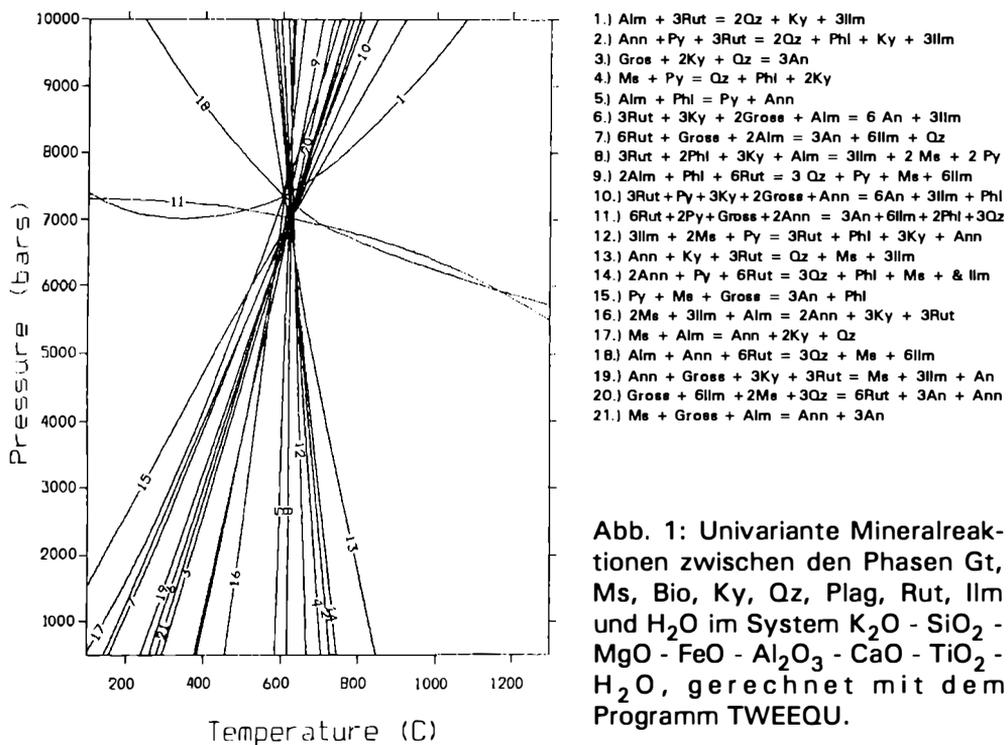
In diesen Gesteinen können texturell zwei verschieden alte Mineralgenerationen unterschieden werden. Die ältere Paragenese ist durch grobkörnigen Kyanit, Granat und Alkalifeldspat gekennzeichnet. Vor allem Granat dieser Paragenese wird durch Reaktionssäume von feinkörnigem Kyanit, Biotit und Muskovit ersetzt (siehe Bericht 1991). Die Anwendung der TWEEQU-Methode (BERMAN 1991) zeigt, daß nur dann, wenn Alkalifeldspat nicht der Gleichgewichtsparagenese zugerechnet wird, ein guter Verschnitt aller möglicher Reaktionen im P-T-Feld zustande kommt (Abb. 1). Diese P-T-Bedingungen von  $601 \pm 22$  °C und  $6,7 \pm 0,5$  kbar zeigen, daß die Paragenesen bei amphibolitfaziellen Bedingungen eine durchgreifende Gleichgewichtseinstellung erfahren haben. Dieser jüngeren Metamorphose M2 ist eine höhergradige Metamorphose (M1) vorausgegangen, die nur noch reliktilsch erhalten ist. Die Ableitung von Drucken mit Hilfe der Paragenese Plg + Gt + Ky + Qu zeigt, daß in manchen Proben mit hohem Anteil der Primär-Paragenese deutlich höhere Druckbedingungen von 12 bis 14 kbar nachweisbar sind (Tab. 1). Der interessante Fund eines Fallstückes von Eklogit bei der Einertalalm spricht ebenfalls für reliktilsch erhaltene eklogitfazielle Bedingungen, unter der Annahme, das Anstehende dieses Eklogites innerhalb des Ultentalkristallins zu finden ist. Die Jadeitgehalte von 36 bis 47 Mol % in Omphazit der Eklogites spricht für mindestens 14 kbar bei ~ 700 °C.

Die Flüssigkeitseinschlüsse (FI) des Ultentalkristallins sind texturell in sekundäre und primäre zu untergliedern. Die zahlreichen sekundären FI treten als Einschlußzüge entlang von verheilten Rissen in Quarz auf und sind wässriger Zusammen-

---

<sup>+</sup> Christof Hauzenberger, Mag. Wolfram Höller und Prof.Dr Georg Hoinkes  
Institut für Mineralogie-Kristallographie und Petrologie, Universität Graz  
Universitätsplatz 2, A-8010 Graz

setzung mit teils erheblichen Salzgehalten, wie aus den Gefrierpunktserniedrigungen bis  $-34\text{ }^{\circ}\text{C}$  geschlossen werden kann. Homogenisierungstemperaturen von  $300$  bis  $400\text{ }^{\circ}\text{C}$  liefern relativ flache Isochoren (Abb. 2), die auch auf Grund von  $\text{H}_2\text{O}$ -Verlust bei retrograden Bedingungen zustande gekommen sein können. Primäre FI sind in grobkörnigem Kyanit der älteren Mineralparagenese zu finden und können häufig als hochdichte  $\text{CO}_2$ -Einschlüsse identifiziert werden, die Isochoren liefern, die auf höhere Druckbildungen, als sie für das M2-Ereignis abgeleitet werden, schließen lassen (Abb. 2). Auch aus den Flüssigkeitseinschlüssen kann daher auf eine Metamorphoseentwicklung von höheren zu tieferen Druckbedingungen geschlossen werden.



## 2) Migmatite

Migmatitische Gefüge treten sowohl innerhalb der Paragneise als auch der Orthogneise auf und unterscheiden sich in den Strukturen deutlich: Die Paragneis-Migmatite zeigen häufig konkordante cm-mächtige Leukosomlagen, die als "Adergneise" bezeichnet werden. Selten treten auch diskordante Leukosombereiche im

Ausmaß von einigen dm auf. Melanosom-Anreicherungen an den Grenzbereichen Leukosom-Paläosom sind selten. Leukosome in den Orthogneis-Migmatiten sind stets auffälliger und großräumiger. Die Leukosome treten als konkordante und diskordante dm-mächtige, scharf begrenzte Lagen und Gänge auf, die selten kontinuierliche Übergänge zum Paläosom zeigen.

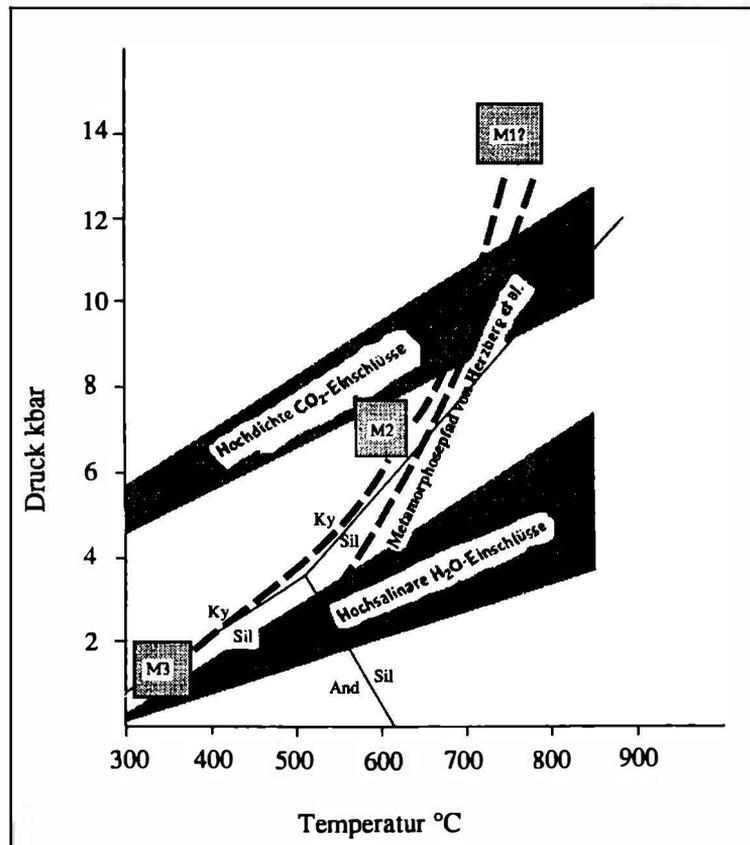


Abb. 2: P/T-Diagramm mit Darstellung des variszischen Metamorphosepfades von M1 nach M2 und der alpidischen Metamorphosedingungen M3, zusätzlich sind noch der  $\text{Al}_2\text{SiO}_5$ -Tripelpunkt nach BERMAN (1988) sowie Isochorenbereiche für die hochdichten  $\text{CO}_2$ -Einschlüsse und die hochsalinaren  $\text{H}_2\text{O}$ -Einschlüsse der variszischen Mineralbestandes eingetragen.

Der Mineralbestand der Paragneise ist immer Alkalifeldspat-frei und besteht aus Qu + Plg + Biotit + Granat  $\pm$  Muskovit. Die Neosome der Paragneis-Migmatite

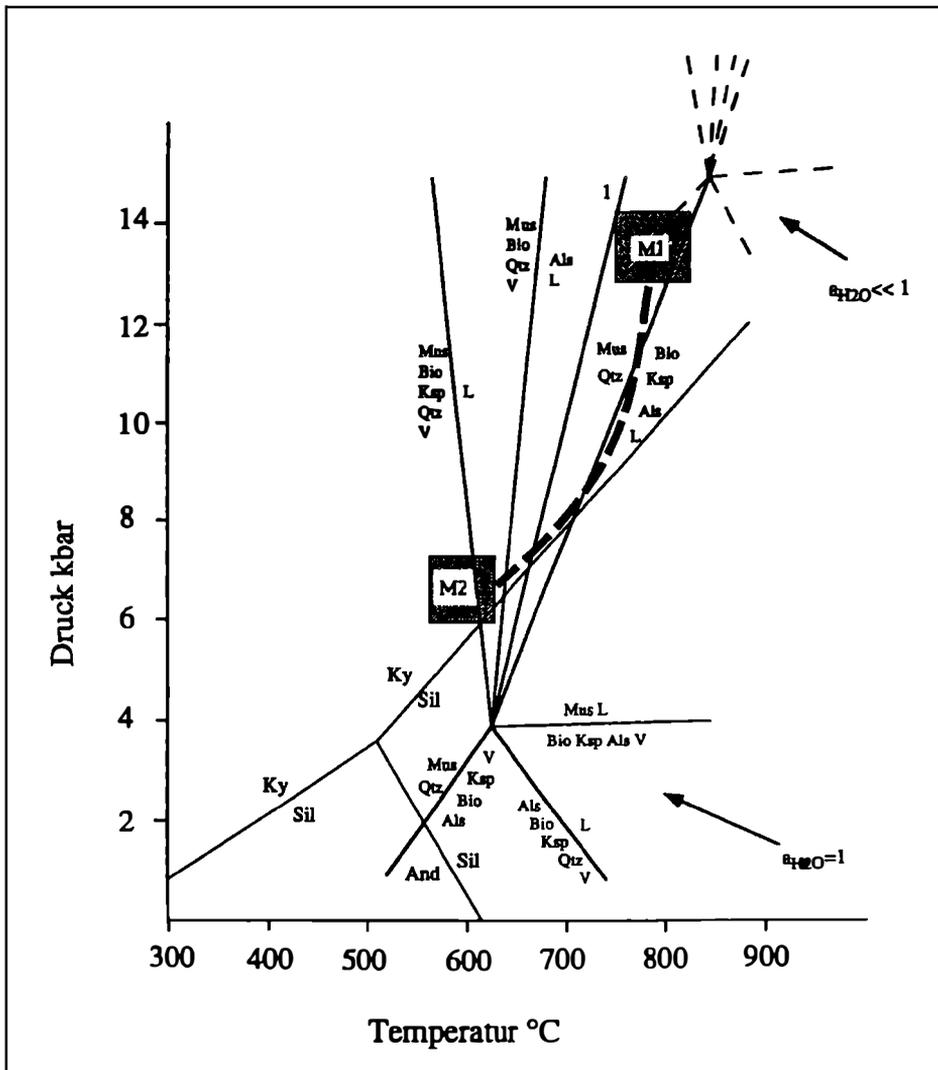


Abb. 3: Schematische Zeichnung der Schmelzreaktionen im KFMASH-System (THOMPSON, 1982) mit unterschiedlicher H<sub>2</sub>O-Aktivität. Reaktion 1: Mus + Qtz + V = Ksp + Als + L.

bestehen vor allen aus Quarz + Plagioklas und untergeordnet Muskovit. Diese tonalitische Paragenese ist auch in zahlreichen, meist diskordanten, leukokraten Gängen von dm- bis m-Mächtigkeit zu finden, die die Paragenese durchschlagen. Ein markantes textuelles Merkmal sind Umwandlungen von Muskovit in Biotit. Die Paragenesen der Orthogneise enthalten stets Alkalifeldspat neben Qu, Plg, Granat, Muskovit und Biotit. Die Neosome der Orthogneismigmatite sind "granitisch" zusammengesetzt mit der Paragenese Qu + Plg + Akf + Mus. Auch hier sind

Reaktionstexturen von Muskovit zu Biotit charakteristisch. Alkalifeldspat der Orthogneisneosome ist deutlich grobkörniger als die übrigen Mineralphasen und entspricht dem Alkalifeldspat der Paläosome. Es wird angenommen, daß die Anatexis der Orthogneise durch eine Schmelzreaktion von Muskovit bei Anwesenheit eines CO<sub>2</sub>-reichen Fluids bei hohen Drucken erfolgte. Bei Verringerung der H<sub>2</sub>O-Aktivität wird die Schmelzbildung zu höheren Druck- und Temperaturbedingungen verschoben (Abb. 3). Die hohen CO<sub>2</sub>-Gehalte des Fluids, wie in den Primärphasen der Paragneise nachgewiesen, verhindern zunächst die Schmelzbildung. Es wird angenommen, daß eine lokale Erhöhung der H<sub>2</sub>O-Aktivität durch Entwässerungsreaktionen den Ablauf der Schmelzreaktionen wieder ermöglicht und somit zu Migmatiten führt (Abb. 3). Für die gleichzeitige Anatexis in den Paragneisen kommt eine Aufschmelzen von Plagioklas und Quarz bei Fluid-Überschuß (bei einem sedimentären Ausgangsgestein eher möglich als bei Magmatiten) in Frage. Hierzu sind Temperaturen von ~700 °C (5 kbar) notwendig (JOHANNES, 1983). Diese tonalitischen Schmelzen sind in größeren Krustentiefen offensichtlich vermehrt gebildet worden und haben die darüberliegenden - nur noch schwach migmatitischen - Paragneise durchschlagen.

Probe	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
UK 8	12,5	13,2	13,3	12,0	12,4
UK 78	13,1	13,9	14,0	12,7	13,1
UK 127	7,0	7,7	7,7	7,3	6,9
UK 39	6,5	7,2	7,1	6,4	6,4

Tab. 1: Errechnete Drucke in kbar von ausgewählten Paragneisproben mit der Paragenese Plg + Gt + Ky + Q.  
 Berechnung der Drucke nach: (a) NEWTON & HASELTON (1981), (b) NEWTON & KOZIOL (1988), (c) POWELL & HOLLAND (1988), (d) HODGES & CROWLEY (1985), (e) GHENT (1976).

Phengitbarometrie an Muskoviten der Orthogneisneosome zeigt, daß die Anatexis bei Mindestdrucken von 8 - 10 kbar erfolgte. Eine anschließende Druckentlastung dieser Krustenbereiche hat zu Umwandlungen von phengitischem Muskovit zu Biotit geführt. Die Migmatitbildung ist somit am Pfad von der hochgradigen Metamorphose M1 zur amphibolitfaziellen Gleichgewichtseinstellung M2 erfolgt.

### 3) Literatur

ANDREATTA, C. (1935): La formazione gneissico - kinzigitica e le oliviniti di Val d'Ultimo (Alto Adige). - Mem.Mus.Storia.Natur.Ven.Trident., 3, 1 - 160.

- BERMAN, R.G. (1988): Internally-consistent thermodynamic data for minerals in the system  $\text{SiO}_2\text{-K}_2\text{O-Na}_2\text{O-Fe}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-FeO-MgO-K}_2\text{O-H}_2\text{O-CO}_2$ . - J. Petrol., 29, 445 - 522.
- BERMAN, R.G. (1991): Thermobarometry using multi equilibrium calculations: A new technique, with petrological applications. - Canadian Mineral., 29, 833 - 855.
- GHENT, E.D. (1976): Plagioclase - garnet -  $\text{Al}_2\text{SiO}_5$  - quartz: a potential geobarometer - geothermometer. - Amer. Mineral., 61, 710 - 714.
- HAMMER, W. (1902): Die krystallinen Gesteine des Ultenthetales. - Jahrbuch der k.k. Reichsanstalt, 52, Heft 1.
- HODGES, K.V., CROWLEY, P.D. (1985): Error estimation and empirical geothermobarometry for pelitic systems. - Amer. Mineral., 70, 702 - 709.
- JOHANNES, W. (1983): Metastable melting in granite and related system. Migmatites, melting and metamorphism. - Shiva Geology Series, 27 - 36.
- KOZIOL, A.M., NEWTON, R.C. (1988): Redetermination of the anorthite breakdown reaction and improvement of the plagioclase - garnet -  $\text{Al}_2\text{SiO}_5$  - quartz geobarometer. - Amer. Mineral., 73, 216 - 223.
- NEWTON, R.C., HASELTON, H.T. (1981): Thermodynamics of the garnet - plagioclase -  $\text{Al}_2\text{SiO}_5$  - quartz geobarometer. - In: NEWTON, R.C., NAVROTSKY, A., WOOD, B.J. (Eds.): Advances in physical geochemistry. - Vol. 1, 131 - 147, Springer Verlag: New York.
- POWELL, R., HOLLAND, T.J.B. (1988): An internally consistent dataset with uncertainties and correlations: 3. Applications to geobarometry, worked examples and a computer program. - J. Metam. Petrol., 6, 173 - 204.
- THOMPSON, A.B. (1982): Dehydration melting of pelitic rocks and the generation of  $\text{H}_2\text{O}$  undersaturated granitic liquids. - Amer. J. Sci., 181, 1567 - 1595.