

	125 Jahre Knappenwand – 125 years Knappenwand Proceedings of a Symposium held in Neukirchen am Großvenediger (Salzburg/Austria) September 1990			Editors: Volker Höck Friedrich Koller	
	Abh. Geol. B.-A.	ISSN 0378-0864 ISBN 3-900312-85-0	Band 49	S. 33–37	Wien, Juni 1993

Die Mineralfundstelle Knappenwand – Erweiterte Zusammenfassung

Von ROBERT SEEMANN, FRIEDRICH KOLLER & VOLKER HÖCK*)

Mit 1 Abbildung

Österreichische Karte 1 : 50.000
Blatt 151

*Knappenwand
Epidot
Habach-Formation
Tauernfenster*

Inhalt

1. Einleitung	33
2. Geologischer Überblick und Gesteinsabfolge	34
3. Geochemische Charakteristik und Interpretation	35
4. Mineralparagenesen in den alpinen Zerrklüften	35
4.1. Die wichtigsten Minerale und Erze in den Gesteinen und Klufthohlräumen der Knappenwand	35
4.1.1. Gesteinsbildende Minerale	35
4.1.2. Erzminerale im Nebengestein	35
4.1.3. Kluffminerale	35
4.1.4. Verwitterungsminerale	37
Literatur	37

1. Einleitung

Die „Knappenwand“ im Untersulzbachtal in Salzburg zählt zu den bedeutendsten Mineralfundstellen Österreichs.

Diesen Ruf erlangte sie bereits vor 125 Jahren aufgrund von Funden außergewöhnlich schöner und großer Epidote. Die Knappenwand wurde dadurch weit über die lokale Bedeutung hinaus weltbekannt und weltberühmt.

Der Entdecker war Alois WURNITSCH, der 1865 die Kristalle durch Zufall am Fuß der Knappenwand fand.

Victor Ritter von ZEPHAROVICH, Mineraloge an der Universität Prag, verfaßte bereits 1869 eine erste wissenschaftliche Abhandlung über die sensationellen Funde (ZEPHAROVICH, 1869). Im gleichen Jahr besuchte auch Aristides BŘEZINA, Kustos am k.k. Mineralogischen Hof-Cabinet in Wien, die bereits überregional bekannte Fundstelle (BŘEZINA, 1871).

Andreas BERGMANN aus Mühlau bei Innsbruck war der erste Pächter, der die Epidotfundstelle ab 1867 als „Mine-

ralbergbau“ betrieb (LAHNSTEINER, 1980). Parallel zu den unmittelbar einsetzenden intensiven und sehr erfolgreichen Abbautätigkeiten begann auch eine umfassende wissenschaftliche Bearbeitung des Epidots und seiner Begleitminerale. Durch die Geschäftstüchtigkeit BERGMANNs und den damit verbundenen Raubbau war 1880 die erste Abbauphase abgeschlossen.

Mit nur wenigen Unterbrechungen folgte eine Vielzahl von Pächtern, wobei aber keiner mehr die Erfolge an Menge und Qualität erzielen konnte wie BERGMANN. Selbst großangelegte professionelle Vortriebe im Zeitraum zwischen 1905 und 1920 haben mehr zerstört als erbracht.

1956 wurde die Verpachtung der Knappenwand zum Zwecke der Mineralgewinnung von den Grundbesitzern, den Österreichischen Bundesforsten, eingestellt.

Ab 1977 pachtete das Naturhistorische Museum Wien diese Fundstelle und nahm neben der musealen Zielsetzung für Ausstellung, Dokumentation und Sammlung die detaillierte geowissenschaftliche Bearbeitung dieser weltberühmten Lokalität in Angriff (SEEMANN, 1987).

*) Anschriften der Verfasser: Dr. ROBERT SEEMANN, Mineralogisch-Petrographische Abteilung, Naturhistorisches Museum Wien, Burgring 7, A-1014 Wien; Univ.-Doz. Dr. FRIEDRICH KOLLER, Institut für Petrologie, Universität Wien, Dr. Karl Luegerring 1, A-1010 Wien; Univ.-Prof. Dr. VOLKER HÖCK, Institut für Geologie und Paläontologie, Universität Salzburg, Hellbrunnerstraße 34, A-5020 Salzburg.

2. Geologischer Überblick und Gesteinsabfolge

Im Abschnitt der Knappenwand sind zumindest drei tektonische Abfolgen zu beobachten, die auch lithologisch markante Unterschiede aufweisen. Die drei Schichtpakete, die „Pochergraben-“, die „Blauwandl-“ und die „Langwinkelabfolge“ sind schuppenartig von S nach N aufeinander geschoben. Die tektonischen Überschiebungsflächen entsprechen dabei nicht immer den mehr oder minder parallel orientierten Schichtflächen der Abfolgen.

Die Pochergrabenabfolge, als südliches und hangendes Paket, ist charakterisiert durch zahlreiche geringmächtige Amphibolschiefer, Albitgneise und Granat-Epidotamphibolite. Auffallend sind mächtige und massive „Knappenwandgneis“-Pakete, die meist begleitet sind von feingeschichteten Hellglimmergneisbänken („Weißschiefer“).

Die Gesamtbreite (senkrecht zur Schichtung) beläuft sich auf ca. 280 m. Bedingt durch den hohen Anteil an

Knappenwandgneis sind die sauren und intermediären Gesteine mit ca. 80 % vertreten. Auf die basischen Anteile entfallen nur ca. 20 %.

Die Blauwandlabfolge, als mittleres und kleinstes Paket, ist charakterisiert durch mächtigere, lagige und linsige Epidotamphibolite (mit der berühmten Kluft-Epidotmineralisation) und schmalen Chlorit-Albit-Amphibolschiefern in mächtigen, meist feinkörnigen Albitgneisen bis Quarziten. Die ebenfalls charakteristische sulfidische Kupfervererzung befindet sich in sehr geringmächtigen Biotit-Chloritschiefern. Die Gesamtmächtigkeit der Abfolge beläuft sich auf nur 100 m. Der Anteil der sauren und intermediären Gesteine auf dieser Profilstrecke liegt bei ca. 65 %. Die basischen sind mit ca. 35 % vertreten.

Die Langwinkelabfolge, als nördliches und liegendes Paket, weist ein markantes, breiteres Amphibolschieferpaket im Süden und eine mächtige, geschlossene Abfolge von Biotitgneisen bis Biotitschiefern im Nordabschnitt auf. Dazwischen treten meist mächtige Gneisbankungen diverser Zusammensetzung auf. Wiederholt, teils rhyth-

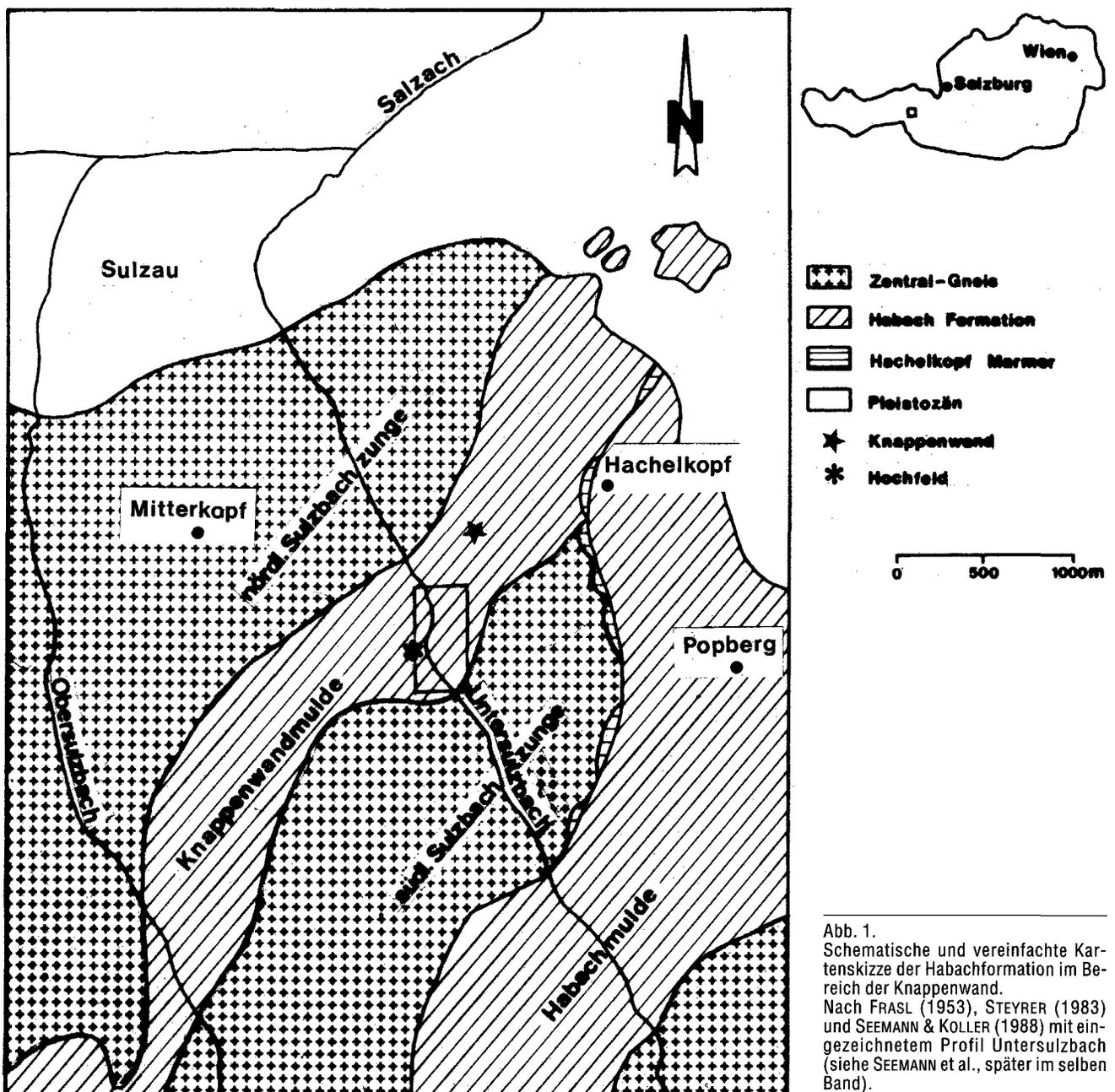


Abb. 1. Schematische und vereinfachte Kartenskizze der Habachformation im Bereich der Knappenwand. Nach FRASL (1953), STEYRER (1983) und SEEMANN & KOLLER (1988) mit eingezeichnetem Profil Untersulzbach (siehe SEEMANN et al., später im selben Band).

misch sind, als geringmächtige Einschaltungen, feinkörnige Chlorit-Amphibolschiefer festzustellen; vereinzelt treten dabei auch Lagen grobkörniger Amphibolite auf. Epidotamphibolit konnte hier keiner registriert werden. Die Gesamtschichtbreite beträgt ca. 260 m. Im Profilineau entfallen davon auf saure Gesteine ca. 65 %, auf basische 25 % und auf intermediäre 10 %.

3. Geochemische Charakteristik und Interpretation

Die Metabasite, vor allen die Amphibolschiefer, weisen SiO_2 -Gehalte in einem Bereich von 45–51 Gew.-% SiO_2 auf, bei gleichzeitig relativ hohen CaO- und MgO-Werten. Ihre Ti-Gehalte variieren zwischen 0,8–1,7 Gew.-% TiO_2 . Davon abweichend tendieren die Epidotamphibolite eher zu andesitischen Zusammensetzungen. Eine generelle Na-Vormacht ist festzustellen, jedoch für einzelne Bereiche (z.B. Profil Pochergraben-Abfolge) sind höhere K_2O -Gehalte in Epidotamphiboliten und Amphibolschiefern durchaus möglich. Die massigen Amphibolite sind durch geringe Gehalte an Ti, Zr, Y und Nb charakterisiert. Dies läßt eine Interpretation als Metagabbro zu.

SiO_2 -reiche Magmatite zeigen eine Gruppenbildung um 60 Gew.-% SiO_2 , die Albitgneise selbst besitzen SiO_2 -Gehalte von 65–78 Gew.-%. Eine Na-Vormacht gegenüber K ist typisch. Auffallend ist eine Zunahme von K_2O , Rb, Ba und Nb mit steigendem SiO_2 . Alle magmatischen Gesteinsgruppen zusammen repräsentieren im AFM-Dreieck einen mehr oder weniger typischen Kalkalkalientrend.

Im Basaltdiskriminationsdiagramm nach PEARCE & CANN (1973) konnten SEEMANN & KOLLER (1988) für die Amphibolite der Pochergrabenabfolge eine unsignifikante Streuung der Datenpunkte feststellen und führten dies auf die Herkunft der Metabasite sowohl aus vulkanoklastischen Sedimentserien als auch aus Gabbros zurück. Die Blauwandabfolge läßt sich gut mit einer Kalkalkalientwicklung vereinbaren, dies entspricht auch der Tendenz zu andesitischen Zusammensetzungen für die hier relativ häufigen Epidotamphibolite und der Trendentwicklung im AFM-Dreieck (SEEMANN & KOLLER, 1988). Für die Langwinkelabfolge ist eine Tendenz zu „Low K-Tholeiite“-Chemismen zu beobachten, die mit einer leichten Fe-Anreicherung im AFM-Dreieck übereinstimmt.

Betrachtet man die gut entwickelte Metavulkanitsequenz in der Blauwandabfolge, so läßt sich nach PEARCE & NORRY (1979) eine typische Inselbogenentwicklung in den Zr vs Y- und Zr vs TiO_2 -Diagrammen darstellen. Dabei zeigen die Metabasite eine kontinuierliche Zunahme für alle drei Elemente, dies läßt sich am besten mit Ol-Kpx-Plag-dominierter Fraktionierung erklären. Die TiO_2 -Abnahme bei steigendem Zr- und Y-Gehalten der intermediären Chemismen entspricht eher einer Magnetit-beeinflußten Fraktionierung. In den sauren Metavulkaniten nimmt nur mehr der Y-Gehalt zu, Zr und TiO_2 verarmen, was am besten mit einer Biotit- und Amphibol-dominierten Fraktionierung erklärbar ist.

Abschließend kann festgehalten werden, daß die Gesteine der Knappenwandmulde mit einer klassischen Inselbogenentwicklung gut übereinstimmen und die beschriebenen Unterschiede der einzelnen Abfolgen sich auf einen unterschiedlichen Entwicklungsgrad des Inselbogens zurückführen lassen (BROWN, 1982; PEARCE, 1982; SEEMANN & KOLLER, 1988).

4. Mineralparagenesen in den alpinen Zerrklüften

Kluftbildung und Mineralisierung dieser Hohlräume erfolgte erst im Anschluß an den thermischen Höhepunkt der letzten, jungalpidischen Metamorphose. Die Kluftlösungen wurden im Ablauf des Abkühlungs- und Hebungsprozesses dem gleichen Temperatur- und Druckgefälle unterworfen wie die umgebenden Gesteine. Die Zusammensetzung der die Kluft begrenzenden Nebengesteine bestimmt den Chemismus der sich neubildenden Mineralphasen. Die P-T-Bedingungen der retrograden Metamorphose bestimmen die Mineralausscheidungsfolge.

Für die im Rahmen des Knappenwandprojektes im Epidotstollen aufgeschlossenen 70 Klüfte ist folgende, etwas vereinfachte Sequenz in Richtung fallender P-T-Bedingungen zu nennen: (Diopsid) – Aktinolith – Epidot – (Granat) – (Chalkopyrit – Galenit – Scheelit – Molybdänit) – Apatit – Quarz – Albit – Calcit – Adular – Titanit – Chlorit. Die in Klammer gesetzten Minerale sind im Bereich der Knappenwand selten und nicht in jeder Kluft vertreten. Die Mengenverhältnisse zwischen den neugebildeten Mineralen schwanken von Kluft zu Kluft oft extrem stark. Selbst in der Abscheidungsfolge können sich Änderungen ergeben.

4.1. Die wichtigsten Minerale und Erze in den Gesteinen und Kluft Hohlräumen der Knappenwand

4.1.1. Gesteinsbildende Minerale

Amphibole (Aktinolith, Hastingsit, Hornblende), Apatit, Biotit, Calcit, Chlorit, Epidot, Feldspat (Albit, Kalifeldspat), Granat (Almandin, Andradit, Spessartin), Hämatit, Ilmenit, Klinopyroxen (Diopsid), Magnetit, Muskovit (Phengit), Quarz, Titanit, Turmalin, Zirkon und Zoisit.

4.1.2. Erzminerale im Nebengestein

Bornit, Chalkopyrit, Galenit, Hämatit, Ilmenit, Magnetit, Markasit, Molybdänit, Pyrit, Pyrrhotin, Scheelit und Sphalerit.

4.1.3. Kluftminerale

* Amphibol

In den Varietäten Aktinolith bis aktinolithische Hornblende; spröde, graugrüne, sehr dünne haarförmige Nadeln, die 0,001 bis 0,3 mm Dicke und maximal 5 cm Länge erreichen. Sie konnten bisher in zwei Generationen, einer dunkelgrünen älteren und einer hellgrünen jüngeren Generation nachgewiesen werden. Aktinolith, auch Byssolith oder Amiant genannt, ist eine der ersten Ausscheidungen in der Paragenese und daher von vielen späteren Kristallbildungen umschlossen.

* Apatit

Zum Teil wasserklare, glänzende, meist flächenarme Kristalle, die als eine der jüngeren Komponenten der Paragenese anzusehen sind. Die meist tafeligen Kristalle erreichen Durchmesser im mm-Bereich, in extremen Einzelfällen bis 8 cm. Sie sind vielfach mit Aktinolithnadeln durchwachsen. Auch hier treten zwei Generationen auf: Die primäre, milchiggetriebte, einschluBreiche

und die sekundäre, wasserklare, idiomorph ausgebildete Form. Sie weisen F-Gehalte bis ca. 2 Gew.-% auf.

* Calcit

Weiß bis graue und gelbliche, zum Teil auch klare Kristalle und Kristallaggregate. Die Oberfläche ist fast durchwegs matt und stark korrodiert und vielfach von einem weichen, schwarzbraunen, feinkörnigen Überzug aus Eisen- und Manganoxiden und -hydroxiden überzogen. Als Kristalltrachten sind überwiegend diverse Rhomboeder, selten auch Skalenoeder zu beobachten. Die Rhomboederkristalle können Kantenlängen bis zu 35 cm erreichen. Calcit stellt eine der jüngeren Generationen der Kluffparagenese dar.

* Cerussit

Mikroskopisch kleine Kriställchen und Krusten als Oxidationsprodukt des Kluffgalenits.

* Chalkopyrit

Im Bereich des Epidotstollens eher selten. Die mm-großen Kristallaggregate sind meist schon stark oxidiert und weisen kaum idiomorphe Formen auf. Oft vergesellschaftet mit Pyrit.

* Chlorit

Feiner dunkelgraugrüner Belag oder Hohraumausfüllung. Die Korngröße liegt unter 0,2 mm. Dem Chemismus nach ist er der eisenreichen Varietät Ripidolith zuzuordnen. Als eines der jüngsten Kluffmineralien tritt Chlorit meist in großen Mengen auf.

* Diopsid

Nach WEINSCHENK (1896) sollen in den ersten Abbauphasen an der Knappenwand als Rarität auch Diopsid wie in den Vergleichsfundstellen „Seebachsee“ und „Söllnkar“ aufgetreten sein. Die dort in wesentlich größeren Mengen zu findenden Kristalle sind schwarz, nicht so hochglänzend wie Epidot, meist gedrungener und bilden zum Teil charakteristische treppenförmig angeordnete Verwachsungen. Erst in letzter Zeit sind wieder Diopside an der Knappenwand gefunden worden, aber nicht vergleichbar mit den genannten schönen idiomorphen und großen Ausbildungsformen. Als nur millimetergroße Kristallrelikte, die randlich u.a. in Epidot und Chlorit umgesetzt sind, treten sie in kleinen Klüften in granatreichen Gesteinspartien im massiven Epidotamphibolit auf.

* Epidot

Bis 35 cm lange und bis 6 cm dicke Kristallstangen mit glänzenden vielfältigen Kristallflächen. Sie sind meist in wirrstrahligen Gruppen arrangiert, bilden aber auch sehr reizvolle bogenförmig verwachsene, kammartige Formationen. Typisch sind oft mehrfach geknickte und gebogene, wieder verheilte Kristalle. In einzelnen Klüften treten auch charakteristische dünnplattige Kristalle und Kristallaggregate auf, die bisweilen dachartig gegeneinander geneigt sind. Die flächenreichen Kristalltrachten weisen bis zu 183 Flächenkombinationen auf (BÜCKING, 1878). Epidot zählt nach dem Aktinolith zu einer der frühesten Kluffmineralausscheidungen. Zumindest 3 bis 4 Bildungs-generationen können unterschieden werden.

* Feldspat, Varietät Albit

Kleine weiße, bis zu 5 mm große Kristalle, die fast durchwegs vielfach verwachsene Kristallstöcke mit max. 2 cm Größe bilden. Sie sind meist auf Aktinolith oder Epidot aufgewachsen. Albit tritt, wenn auch nicht in großen Mengen, so doch fast in jeder Kluff auf. Die von TSCHERMAK (1872) an Knappenwandmaterial festgestellten „Adularalbite“, als polysynthetische Verzwil-

lingung von Adular mit Albit gedeutet, konnten nicht bestätigt werden.

* Feldspat, Varietät Adular

Kleine, weiße bis farblose, glänzende, oft nur mm-große Kriställchen. Sie bilden meist dünne Krusten auf Albit, Epidot oder Calcit, oder sind als mikroskopisch kleine Einzelkristalle auf Aktinolithhärchen zu finden. In Abhängigkeit vom kaliumarmen Nebengestein ist Adular deutlich seltener als Albit.

* Galenit

Kommt als sehr seltenes Erzmineral in mm-großen Kristallaggregaten auf Epidot vor.

* Granat

Hellbraune, meist mikroskopisch kleine Kristalle in kleinen Hohlräumen granatreicher Gesteinspartien, zusammen mit Calcit und Epidot. Die oft zonar gebauten Granate sind vorwiegend Andradite (sehr selten).

* Ilmenit

Dünntafelige Kristalle mit Durchmesser bis 2 cm, die zum Teil auch rosettenartig verwachsen sind. Die einzelnen Tafeln können in Calcit eingewachsen sein, randlich sind sie teilweise zu Titanit umgewandelt.

* Malachit

Als feinkristalline Krusten auf Kluffchalkopyrit.

* Molybdänit

Sehr kleine dünne Kristallplättchen im Bereich unter 1 mm. Zusammen mit Scheelit in kleinen Klüften. Sehr selten.

* Pyrit

Erscheint in mm-großen Kristallaggregaten, meist zusammen mit Chalkopyrit und Galenit; selten. Fast durchwegs stark limonitisiert.

* Quarz

Farblos bis milchigtrüb, meist derbe Hohraumausfüllung mit eingewachsenem Chlorit, Epidot und Aktinolith; oft zusammen auch mit Calcit. Seltener auch idiomorphe wasserklare Bergkristalle und Kristallaggregate. Bergkristalle sind nur selten mit Epidot vergesellschaftet, meist mit Chlorit und Sphen. Die Kristalle, bisweilen auch als Doppelender ausgebildet, können Dimensionen bis 10 cm erreichen; zonar eingestreut ist oft Chlorit. Um 1900 konnten auch bis 20 cm große Skelett-Quarze gefunden werden, in denen Byssolithnadeln eingewachsen sind.

* Scheelit

Wasserklare bis milchigweiß und gelbbraun getrübe Kristalle und Kristallaggregate; die Oberfläche ist meist korrodiert. Die Größe der Aggregate liegt vorwiegend unter 1 cm. Aus alten Funden sind, als extreme Seltenheit, Kristalle zwischen 3 und 5 cm bekannt geworden. Im Gegensatz zu den im Nebengestein befindlichen Scheeliten, sind in den Klüften fast ausschließlich nur blaufluoreszierende Mo-freie Typen vertreten. Entsprechend dem W-Gehalt im Nebengestein, sind auch die Kluffscheelite nur an bestimmte Zonen im Stollenprofil gebunden.

* Titanit

Hellgelbe bis gelbgrüne dünntafelige bis linsige Kristalle, die zum Teil charakteristisch verzwilligt sind. Meist nur in jenen Klüften, in denen der Epidot mehr oder minder stark zurücktritt. Kristallgrößen bis 2,5 cm. Als eine der jüngsten Kluffmineralisationen ist der Titanit vergesellschaftet mit Calcit, Quarz und Chlorit. Selten.

4.1.4. Verwitterungsminerale

Anglesit, Azurit, Cerussit, Cyanotrichit, Gips, Limonit (Goethit, Lepidokrokit), Malachit und diverse Eisen- und Mangan-Hydroxid-Hydrat-Gele.

Literatur

- BŘEZINA, A. (1871): Die Sulzbacher Epidote im Wiener Museum. – *Min. Mitt.* **1871/1**, 49–52.
- BROWN, G.C. (1982): Calc – alkaline intrusive rocks: their diversity, evolution, and relation to volcanic arcs. – In: R.S. THORPE (Editor): *Orogenetic Andesites and Related Rocks*. Chichester: Wiley & Sons, 437–461.
- BÜCKING, H. (1878): Über die Krystallformen des Epidot. – *Z. Kryst.* **2**, 321–415.
- LAHNSTEINER, J. (1980): Oberpinzgau von Krimml bis Kaprun. – Selbstverlag A. und M. LAHNSTEINER, Hollersbach, Salzburg. 3. Aufl., 723 S.
- PEARCE, J.A. (1982): Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries. – In: R.S. THORPE (Editor): *Orogenetic Andesites and Related Rocks*. Chichester: Wiley & Sons, 526–548.
- PEARCE, J.A. & CANN, J.R. (1973): Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses. – *Earth Planet. Sci. Lett.* **19**, 290–300.
- PEARCE, J.A. & NORRY, M.J. (1979): Petrogenetic Implications of Ti, Zr, Y and Nb Variations in Volcanic Rocks. – *Contrib. Miner. Petrol.* **69**, 33–47.
- SEEMANN, R. (1987): Epidotfundstelle Knappenwand; Geschichte – Geologie – Mineralien. Mit einem Beitrag über den Kupferbergbau im Untersulzbachtal. – 2. überarb. Aufl., Verlag D. Bode, Haltern, BRD, 48 S.
- SEEMANN, R. & KOLLER, F. (1988): Petrographic and geochemical investigations in the Knappenwand Area, Habach Formation (Tauern Window, Austria). – *Mitt. österr. geol. Ges.* **81**, 109–122.
- TSCHERMAK, G. (1872): Notizen: Adular-Albit von Sulzbach (Feldspat aus der Knappenwand). – *Miner. Mitt.* 1872, 196–197.
- WEINSCHENK, E. (1896): Die Minerallagerstätten des Großvenedigerstockes in den Hohen Tauern. – *Z. Krist.*, **26**, 337–508.
- ZEPHAROVICH, V.R.v. (1869): Über die Krystallformen des Epidots. – *Sitzungsb. Akad. Wiss. Wien, math.-naturwiss. Kl.* **34**, 480–499.

Received 25. 2. 1992 * Accepted 25. 5. 1992