

Mineralisationen in den Gutensteiner Schichten (Anis) in Ostösterreich Ein Überblick*)

Von MICHAEL A. GÖTZINGER**)

Mit 6 Abbildungen und 3 Tabellen

Ostösterreich
Nördliche Kalkalpen
Drauzug
Anis
Gutensteiner Schichten
Anchizonale Überprägung
Vererzungen (Pb, Zn, Cu, As)
Mineralisationen (F, Sr)

Österreichische Karte 1 : 50.000

Blätter 58, 61, 71–75, 77, 78, 94–100, 197–200, 211–213

Zusammenfassung

Von Gutensteiner Schichten (Anis–Mitteltrias) wurden Lösungsrückstände untersucht, und die Illitkristallinitäten bestimmt. Proben von Bad Deutsch-Altenburg sowie Gutenstein und Puchberg/Schneeberg (alle N.Ö.) zeigen aufgrund der mittleren IK-Werte (0,27; 0,36) und durch das Auftreten von Pyrophyllit ± Paragonit anchizonale Überprägung. Weitere Proben aus den Nördlichen Kalkalpen sind aufgrund der mittleren IK-Werte (0,36; 0,45), Pyrophyllit und Paragonit fehlen, als unmetamorph zu bezeichnen, einzelne (z. B. Laussa, Stmk.) liegen im Grenzbereich.

Spurengeochemische Untersuchungen der Kalke und Dolomite wurden durchgeführt.

Aus den Nördlichen Kalkalpen, den Gailtaler Alpen und Karawanken (beide Ktn.) werden Pb-Zn-Vererzungen (lokal mit Cu-Mineralen), Mg-Fe-Karbonate und Limonite, Fluorit- und Cölestinmineralisationen sowie eine Auripigment-Vererzung beschrieben.

Für einige der an Klüfte in den Gutensteiner Schichten gebundene Mineralisationen wird begründet angenommen, daß Mobilisate sedimentär angelegter, disperser Vererzungen anisischer Gesteine vorliegen.

Summary

Solution-residues of Gutenstein Strata (Anis–Mid-Triassic) are investigated and also the crystallinity of illites. Specimens from Bad Deutsch-Altenburg as well as from Gutenstein and Puchberg/Schneeberg (all Lower Austria) show mean IK-values of 0.27 and 0.36, they contain also pyrophyllite ± paragonite. This indicates anchizonal metamorphism. Other specimens from the Northern Limestone Alps show mean IK-values of 0.36 and 0.45, pyrophyllite and paragonite are missing, there is no metamorphism indicated, but some (e. g. Laussa, Styria) are in the border-area.

Trace-elements investigations of limestones and dolomites are carried out.

Descriptions about Pb-Zn-ore-mineralizations (locally with Cu-minerals), Mg-Fe-carbonates and limonites, fluorite- and celestite-mineralizations and one orpiment-mineralization from the Northern Limestone Alps, from Gailtaler Alpen and Karawanken (both Carinthia) are given. The investigations suggest mobilisation of sedimentary-disperser ores from Anisian strata into fissures of Gutenstein Strata in several cases.

*) durchgeführt mit Unterstützung der Kommission für Grundlagen der Mineralrohstoff-Forschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.

**) Anschrift des Verfassers: Dr. MICHAEL A. GÖTZINGER, Institut für Mineralogie und Kristallographie der Universität Wien, Dr. Karl Lueger-Ring 1, A-1010 Wien.

1. Einleitung

Unter dem Begriff „Gutensteiner Schichten“ werden folgende Schichtglieder (TOLLMANN, 1966) zusammengefaßt:

- Mergelige Gutensteiner Basisschichten
- Gutensteiner Dolomit und Annaberger Dolomit
- dünnbankiger Gutensteiner Kalk (HAUER, 1853)
- dickbankiger Annaberger Kalk und Further Kalk (Sonderfacies).

Im Liegenden der Gutensteiner Basisschichten gehören (gut aufgeschlossen im Profil bei Trübenbach, N.Ö.) dolomitisch-sandige Rauhwaacke und anisische Evaporite zur Schichtfolge (Einstufung durch S-Isotope [GÖTZINGER & PAK, 1983]).

Den Lithostratotypus des Gutensteiner Kalkes sowie den Stratotypus des Anis (Profil von Großreifling, Stmk.) beschreiben SUMMESBERGER & WAGNER (1971, 1972), mehrere Profilbeschreibungen geben WAGNER (1970) und BUCHHOLZ (1979).

2. Gutensteiner Schichten und ihre Mineralisationen

Die Abb. 1 zeigt die Lage der Mineralisationen in den Nördlichen Kalkalpen, Gailtaler Alpen und Karawanken.

Detailbeschreibungen von Kalcken und Dolomiten aus dem Bereich Laussa (Stmk.) geben GÖTZINGER et al. (1980).

Von mehreren Proben bekannter Anis-Aufschlüsse (Alland, Türnitz, Annaberg, Trübenbach, Furth, Gutenstein, Puchberg, Bad Deutsch-Altenburg, Hundsheim, Mannersdorf, Wimpassing/L., alle N.Ö. und Laussa, Stmk.) wurden mittels 4 %-iger Monochloressigsäure Lösungsrückstände gewonnen. Diese bestehen hauptsächlich aus Quarz und Tonmineralen (größtenteils Illit, sehr untergeordnet Chlorit u./o. Kaolinit); Albit, Kalifeldspat, (detritärer, oft Zehntelmillimeter großer) Muskovit und Pyrit sind oft vorhanden. Fluorit wurde in einzelnen (bituminösen) Proben festgestellt.

In den Proben aus dem Raum Bad Deutsch-Altenburg sowie Gutenstein und Puchberg/Schneeberg wurden (in

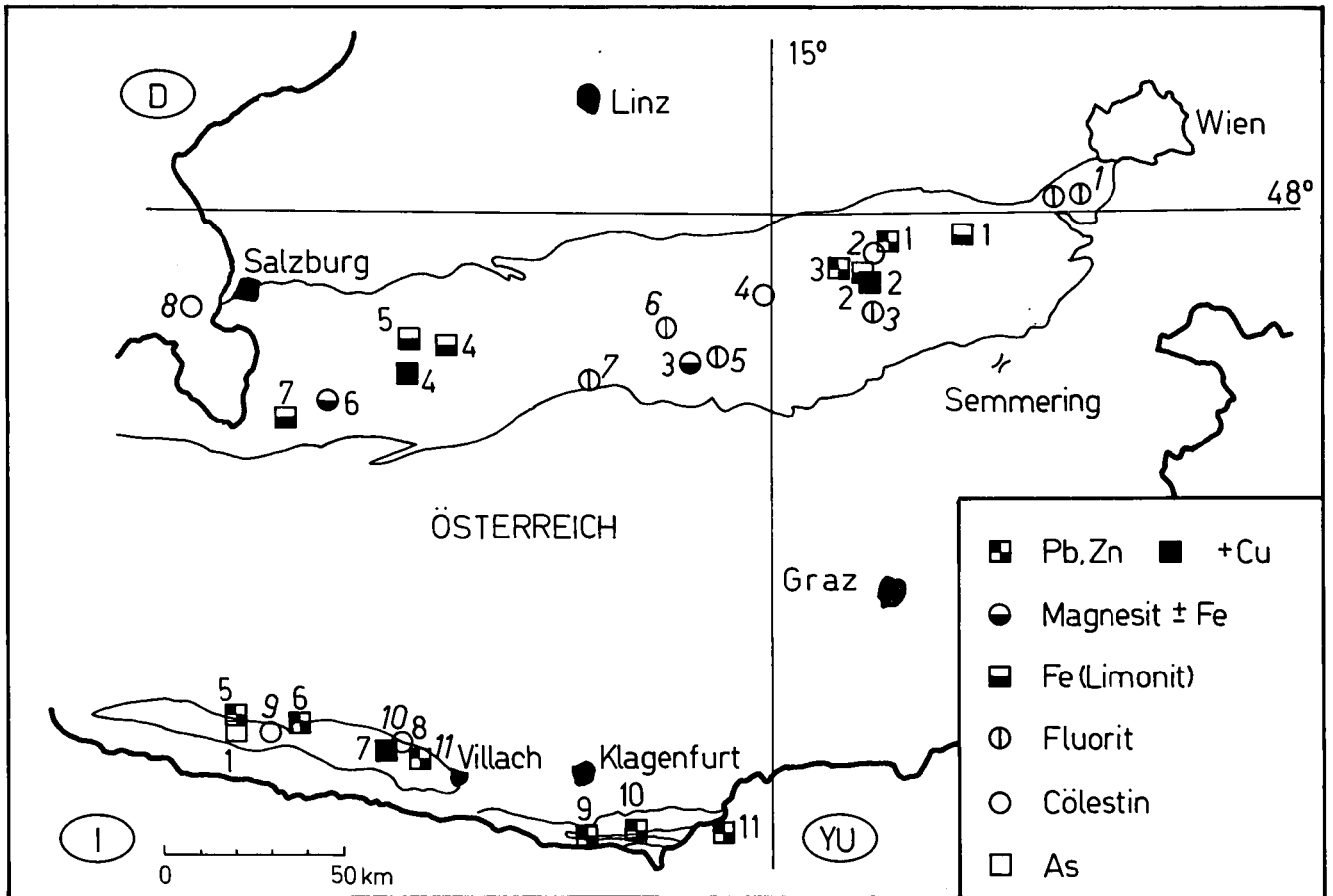


Abb. 1: Mineralisationen in Gutensteiner Schichten bzw. Alpinem Muschelkalk (Anis-Mitteltrias) der Nördlichen Kalkalpen, der Gailtaler Alpen und der Nordkarawanken.

○ Pb-Zn±Cu-Vererzungen

1 = Schwarzenberg bei Türrnitz, N.Ö.; 2 = Hocheck-Galmeikogel S Annaberg, N.Ö.; 3 = Arzriedel bei Trübenbach, N.Ö.; 4 = Arikogel N Hallstatt, O.Ö.; 5 = Kolm-Scheinitzen N Dellach/Drau, Bärnboden SW Dellach/Drau, Ktn.; 6 = Steinfeld/Drau, Ktn.; 7 = Pöllan SW Paternion (und Ried-Aichach), Bleiriese-Golsernock SW Zlan, Ktn.; 8 = Kellerberg bei Stadelbach, Ktn.; 9 = Waidisch und Male Alm SE Ferlach, Ktn.; 10 = Maleschniksattel S Hochobir, Ktn.; 11 = Topla, YU.

○ Magnesit(±Fe)- und Limonitvererzungen

1 = Kleinzell S Hainfeld, N.Ö.; 2 = Schmelz S Annaberg, N.Ö.; 3 = Kaswassergraben S Großreifling, Stmk.; 4 = Teltchen Alm bei Bad Aussee, Stmk.; 5 = Reinfalz Alm bei Bad Ischl, O.Ö.; 6 = Diegrub bei Abtenau, Sbg.; 7 = Schäferötz bei Werfen, Sbg.

○ Fluorit- und Cölestinmineralisationen

1 = Alland-Höcherberg bei Baden, Preinsfeld, N.Ö.; 2 = Hoher Stein/Schwarzenberg bei Türrnitz, N.Ö.; 3 = Halltal E Mariazell, Stmk.; 4 = Göstling/Ybbs, N.Ö.; 5 = Gams bei Hiefrau, Stmk.; 6 = Laussa-Platzl bei Altenmarkt/St. Gallen, Stmk.; 7 = Fuchsalp/Pyhrnpaß und Bosruck-Straßentunnel, O.Ö./Stmk.; 8 = Kampenwand/Chiemgauer Alpen, BRD; 9 = Reißgraben S Ebenberg/Drau, Ktn.; 10 = Kreuzenbachtal SW Paternion, Ktn.; 11 = Kellerberg bei Stadelbach, Ktn.

○ Auripigmentmineralisation

1 = Stein bei Dellach/Drau, Ktn.

der Fraktion $\leq 6 \mu\text{m}$) auch Paragonit und Pyrophyllit festgestellt, Feldspäte fehlen (vgl. FREY, 1978). Aufgrund der breiten Basisreflexe wird Neubildung von Paragonit und Pyrophyllit angenommen. Die mittlere Illitkristallinität (KUBLER, 1967; Angaben in Grad 2θ [Alle Angaben für Cu K_{α} -Strahlung]) beträgt $0,27 \pm 0,03$ für Proben aus Deutsch-Altenburg und $0,36 \pm 0,02$ für Proben aus Gutenstein, Puchberg und Türrnitz. Proben von Alland und Laussa geben IK-Werte (in Grad 2θ) von durchschnittlich $0,36 \pm 0,03$, enthalten jedoch weder Paragonit noch Pyrophyllit; einige Reflexe könnten sogar Kalifeldspat zugeordnet werden. Proben aus Furth, Schwarzenberg, Trübenbach und Annaberg geben einen mittleren IK-Wert (in Grad 2θ) von $0,45 \pm 0,11$ und enthalten oft Kalifeldspat, Albit und Chlorit. In diesen Proben übt der teils hohe Bitumengehalt eine konservierende Wirkung auf die (schlecht kristallisierten) Il-

lite aus (WEBER, 1972). Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Diese Befunde spiegeln die Einwirkung einer schwachen Metamorphose (Anchizone) wider, die von Süden (bzw. SE) nach Norden (bzw. NW) hin abklingt. Vergleichbare Ergebnisse beschreibt auch KRUMM (1984) aus Profilen der Nördlichen Kalkalpen Westösterreichs (vgl. dazu auch SCHRAMM, 1982a, 1982b; SCHRAMM & ZEIDLER, 1982, KRALIK, 1983; NIEDERMAYR et al., 1984 – Daten aus dem westlichen Drauzug, Ktn.).

Die Farbe stark bituminöser Karbonatgesteine (besonders der Kalke) ist in den nördlichen Vorkommen meist als „dunkel-schokoladebraun“ zu bezeichnen, die Gesteine der anchizonal überprägten Vorkommen sind eher grau bis schwarz. Dies kann mit einer Dehydrierung der Bitumina im Zuge schwacher Metamorphoseeinflüsse erklärt werden.

Tabelle 1: Illitkristallinität (Halbhöhenbreite nach KUBLER, 1967) und Lösungsrückstände anisicher Karbonatgesteine; Mittelwerte (\bar{x}) mit Standardabweichungen (s) aus n Messungen (Angaben in Grad 2 Θ , Cu-K α -Strahlung, 40 kV, 20 mA, Goniometervortrieb: 1°/min, 1° = 20 mm).

	Hhb in Grad 2 Θ	\bar{x}	s	n	Silikatmineralrückstand
Bad Deutsch-Altenburg ¹⁾	0,25 - 0,325	0,273	0,026	12	Quarz und Illit mit wechselnden Gehalten von Chlorit, Paragonit und Pyrophyllit (anchizonale Überprägung ⁴⁾)
Hundsheim	0,26 - 0,28				
Mannersdorf	0,24 - 0,26				
Wimpassing/Leitha	0,265 - 0,27				
Türnitz („Marmor“)	0,33 - 0,35	0,358	0,018	9	
Gutenstein (loc. typ.)	0,35 - 0,38				
Puchberg/Schneeberg	0,335 - 0,38	0,357	0,034	9	
Alland/Höcherberg ²⁾	0,31 - 0,42				
Laussa-Platzl/Altenmarkt ²⁾	0,325 - 0,36				
Furth (loc. typ.)	0,38 - 0,40				
Annaberg (loc. typ.)	0,35 - 0,45	0,451	0,110 ³⁾	10	Quarz und Illit mit stark wechselnden Gehalten von Kalifeldspat, Albit und Chlorit
Schwarzenberg (nahe \forall)	0,64 - 0,66				
Trübenbach/Ötscher	0,39 - 0,43				

1) Stratigraphische Einstufung: KRISTAN-TOLLMANN & SPENDLINGWIMMER (1978).

2) Trägergestein der kluftgebundenen Fluorit-Mineralisationen, stark inhomogene Hhb-Werte, offenbar durch unterschiedliche Lösungsbeeinflussung.

3) Stark inhomogene Hhb-Werte aufgrund unterschiedlicher Gehalte an organischen Substanzen.

4) Die Grenzziehung wird in der Literatur uneinheitlich gehandhabt, ebenso die Korrelation der Angaben in Grad 2 Θ mit den IK-Werten in mm. Anchizonaler Bereich (in Grad 2 Θ , CuK α) nach "Bristol-Übereinkunft" (M. KRÁLIK, pers. Mitt., 1984): 0,25 bis 0,42 (Goniometervortrieb: 2 Grad/min.); nach KRUMM (1984): 0,20 bis 0,375 (Goniometervortrieb: 1/2 Grad/min.).

Unterschiedliche Winkelgeschwindigkeiten bei den Aufnahmen bedingten offenbar unterschiedliche Halbhöhenbreiten bei gleichen Präparaten; diesbezügliche Untersuchungen zur Datenkorrelation sind im Gange.

Vorläufige Ergebnisse geochemischer Untersuchungen (ICP, AAS) sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Daraus ist zu ersehen, daß mit Ausnahme des Sr und Cu alle angegebenen Spurenelemente in den Dolomiten gegenüber den Kalken angereichert sind. Mn ist mit Fe gut korrelierbar und scheint demnach in die Dolomite eingebaut zu sein. Die relativ hohen Pb-Zn-Gehalte bei gleichzeitiger Cu-Armut der Dolomite gewinnen im Hinblick auf die zur Diskussion gestellte Genese einiger Mineralisationen besondere Bedeutung. Die anchizonal überprägten Gesteine sind von den anderen geochemisch nicht unterscheidbar.

Über weitere geochemische Untersuchungen anisicher Sedimentgesteine der Nordkarawanken berichtet CERNY (1977, 1978).

Die hohen Fluorgehalte einiger Karbonatgesteinsproben (Einzelwerte bis über 2000 ppm) sind mit dem Bitumen- und Lösungsrückstandsgehalt positiv korrelierbar. In diesen fluorreichen Gesteinen wurde in Auflichtuntersuchungen fein verteilter Fluorit (Würfel mit Kantenlängen bis 0,02 mm) aufgrund seiner niedrigen Reflexion

(3,14±0,02 %, 99 Messungen) festgestellt. Die Mehrzahl der Fluorite weist Einschlüsse organischer Substanzen auf (vgl. dazu auch Beobachtungen aus dem Hochstufenmassiv: HENRICH & ZANKL, 1981). Die Abbildung 2 (Zeichnung nach einem Foto) zeigt Fluoritkristalle und organische Substanzen in Dolomit.

Aus Gutensteiner Schichten sind folgende Mineralisationen bekannt:

- Bleiglanz (und Akanthit), Zinkblende, lokal Fahlerz und Kupferkies;
- Mg-Fe-Karbonate, Pyrit und Limonit;
- Fluorit, Gips und Cölestin;
- Auripigment, Realgar, Arsenkies.

2.1. Blei-, Silber- und Zinkmineralisationen

Über die ersten drei der folgenden Vorkommen wurde von HAGENGUTH et al. (1982) berichtet, wobei auch der historische Abbau berücksichtigt wurde. Demnach wurden Blei- und Zinkerze bei Annaberg, Trübenbach und am Schwarzenberg bei Türnitz abgebaut. Weitere Vorkommen sind Arikogel bei Hallstatt, im Drauzug ehemalige Bergbaue bei Dellach/Drau, Zlan und Paternion, sowie als Beispiel einer typischen kluftgebundenen Anis-Vererzung der Gailtaler Alpen Kellerberg bei Villach.

a) Annaberg - Hocheck - Galmeikogel, Niederösterreich

Dieses Vorkommen wurde besonders auf Silber abgebaut (Prägung zweier Ausbeutetaler!). Als Silbererze wurden beschrieben (vgl. dazu auch HUBER & HUBER, 1980): Gediegen Silber, Chlorargyrit, Silberglanz, Pyrrargyrit und Stephanit. Als gesichert können derzeit (Sammlung Naturhistorisches Museum Wien) Ged. Silber und Akanthit in Dolomit eingesprengt (Nachweis

Tabelle 2: Durchschnittliche Spurenelementgehalte (mit Standardabweichung, von n Analysen) von 7 Gutensteiner Kalken und 10 Dolomiten (Auswahl) der Nördlichen Kalkalpen; ICP- und AAS-Analysen [ppm].

	Kalke	(n)	Dolomite	(n)
Ca/Mg-Quotient	135 ± 25	(7)	15 ± 14	(10)
Sr	864 ± 600	(6)	204 ± 112	(11)
V	75 ± 7	(7)	85 ± 7	(10)
Mn	30 ± 10	(7)	70 ± 20	(10)
Fe	722 ± 602	(10)	1203 ± 481	(14)
Cu	3,5 ± 1,8	(12)	2,7 ± 0,8	(14)
Zn	9,1 ± 9,0	(15)	120 ± 85	(14)
Pb	75 ± 40	(3)	150 ± 100	(3)
Ce	56 ± 6	(7)	46 ± 12	(10)
F	260 ± 180	(7)	470 ± 320	(10)
P	250 ± 20	(7)	270 ± 30	(10)

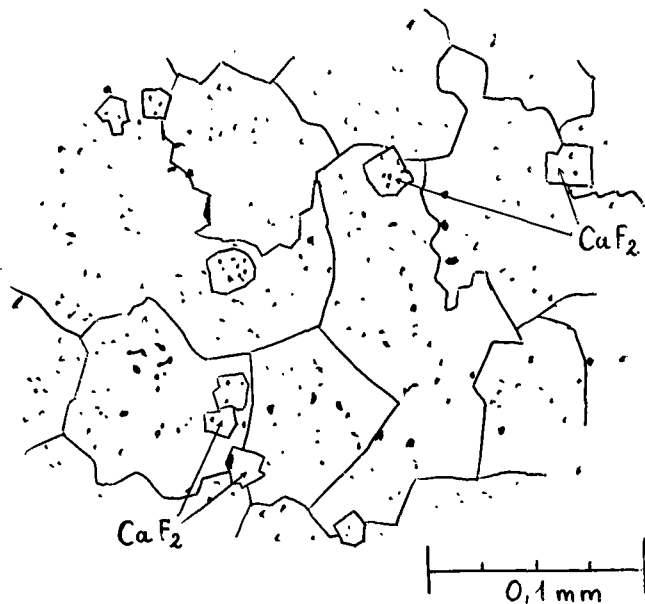


Abb. 2: Fluoritkristalle (Kantenlängen bis 0,02 mm) und organische Substanzen in Dolomit; Mitteltriasprofil von Trübenbach/Ötscher, N.Ö.; Zeichnung nach einem Foto.

durch Röntgendiffraktometrie) angenommen werden. Durch EDAX-Untersuchungen wurden neben Ag und S auch Cu und As gefunden; im Auflicht ist eine zweite mit Akanthit verwachsene Phase (rote Innenreflexe) nachweisbar; Tennantit. Weiters wurden Proustit und Cuprit identifiziert. Häufige Sekundärminerale sind Cerussit (kein Silber nachweisbar), Smithonit und Hydrozinkit. Da die meisten Stollen verbrochen und die Halden nahezu taub sind, können Untersuchungen nur an wenigen Belegstücken durchgeführt werden. Über die Entstehung der Silbermineralisation ist daher wenig bekannt. Eine Deutung als Zementationserz ist naheliegend, da der Bleiglanz dieses Vorkommens bis 110 ppm Silber (vgl. SCHROLL, 1954; HAGENGUTH et al., 1982) und das Ged. Silber ca. 1000 ppm Pb enthält (EDAX-Analyse). Als weitere wichtige Erze wurden Zinkspat und derber, grauer Cerussit („Schwarzbleierz“) abgebaut. Diese Minerale deuten auf eine ausgedehnte Oxidationszone hin, der im ehemaligen Bergbau nachgegangen worden ist. Primäre Sulfide (Bleiglanz und Zinkblende) sind selten erhalten geblieben (PbS meist im Cerussit).

b) Arzriedel bei Trübenbach/Ötscher, Niederösterreich

Über diese Vererzung ist wenig bekannt, kurze Beschreibungen geben BAUER & HOLZER (1964) sowie HAGENGUTH et al. (1982). Es liegt eine zum Teil massive Bleiglanz-Zinkblende-Vererzung in grobkörnigen Dolomitisierungszonen des Gutensteiner Dolomites vor. Bleiglanz ist häufig in Cerussit umgewandelt. Die $\delta^{34}\text{S}$ -Isotopenwerte sind mit +30 ‰ (CDT) für ostalpine Pb-Zn-Vererzungen ungewöhnlich hoch (vgl. GÖTZINGER & PAK, 1983), die Genese der Mineralisation wird durch Formationswässer erklärt (SCHROLL & PAK, 1983).

c) Schwarzenberg bei Türritz, Niederösterreich

Nur als spärliche Haldenfunde (Kaiser Josephi Fundgrube, Nordhang des Schwarzenberges) ist eine sedimentäre Bleiglanz-Vererzung in bituminösem Dolomit (mit Pyrit) bekannt. Anhand der Grubenkarte (1779) und der Stratigraphie können die Stücke als vererzte

Reiflinger oder Gutensteiner Schichten eingestuft werden. Ein Versuch, das Anstehende im Südstollen (vgl. HAGENGUTH et al., 1982, Abb. 7, S. 179) zu erreichen, mußte wegen Verbruchs im Grubengebäude ohne Erfolg aufgegeben werden.

Dieser Vererzungstyp und die generell erhöhten Pb- und Zn-Gehalte der Reiflinger und Gutensteiner Schichten werden als Ausgangssubstanzen der an W-E streichende Klüfte des Liegendanteils im Wettersteinkalk gebundenen Vererzung des Schwarzenberges angenommen (Mobilisate einer sedimentär angelegten Vererzung).

d) Arikogel N Hallstatt, Oberösterreich

An der Grenze Werfener Schiefer zu Gutensteiner Schichten sind Dolomite mit brauner Zinkblende, Bleiglanz und Pyrit (\pm Markasit) vererzt. HASLINGER (1962) gibt weiters Fahlerz, Kupferkies, Bornit, Covellin und Kupferglanz an.

Nach eigenen Untersuchungen können vorerst 5 Erztypen unterschieden werden:

- feinkörnige Zinkblende-Bleiglanz-Vererzung mit Cerussit in Dolomit
- grobspätige, dunkelbraune Zinkblende-Vererzung in Dolomit
- mittel- bis grobkörnige Bleiglanz-Vererzung mit Zinkblende, Pyrit und Cerussit in Klüften des Dolomites
- grobkörnige Pyrit-Vererzung in Calcit-erfüllten Klüften des Dolomites
- Breccienvererzung mit wechselnden Gehalten an Zinkblende, Bleiglanz und Pyrit mit erheblichen Mengen Cerussit und Anglesit.

Weiters konnten im Anstehenden der unmittelbaren Umgebung des verstürzten Mundloches Azurit und Malachit auf Klüften beobachtet werden. Dies sowie die massive Cerussit- und Anglesitbildung deuten auf eine ausgeprägte Oxidationszone hin. Die unmittelbare Nähe des Hallstätter Sees läßt (bei ehemals höherem Wasserstand) eine Beeinflussung der Mineralisation vermuten.

HASLINGER (1962) nimmt eine submarin-exhalativ-sedimentäre Entstehung der Vererzung an (Himbeerpyrit-Einfluß von Organismen; gleiche stratigraphische Lage wie die sedimentären Fe-Vorkommen Reinfalz Alm und Teltchen Alm); die Bindung an Klüfte wird durch Mobilisation erklärt.

e) Bärnboden SW Dellach/Drautal

Nach der geologischen Karte (Ob. Drauburg und Mauthen) von GEYER (1896) befand sich im Unteren Muschelkalk des Bärnbodens (1377 m SH) ein Bergbau (auf Bleiglanz und Galmei). Die geringen Reste der Halden (kenntlich am spärlichen Bewuchs) enthalten Bleiglanz-Putzen und Schmelzreste. Einige große Leseesteine (5–10 kg) zeigen neben auffälligen (detritären) Muskovittafeln (mehrere Zehntelmillimeter im Durchmesser) auch eine feinkörnige, dispers verteilte Bleiglanz-Vererzung in dunklen, bituminösen Kalken. Nach der Anlage der Vererzung kann sedimentäre Bildung angenommen werden.

f) Kolm (-Scheinitzen) NW Dellach/Drautal

In der Trias-Schuppe des Kolm (Kolben) nördlich des Drautales bei Dellach befindet sich der ehemalige Bergbau auf Bleiglanz und Galmei (SUSSMANN, 1902). Auf der ausgedehnten Halde sind folgende Vererzungstypen nachweisbar:

- eine an Klüfte dunkel-bituminöser Dolomite gebundene Pyrit-Vererzung (meist umgewandelt in Limonit und Gips)
- Bleiglanz-Putzen und Limonit, offenbar das Haupterz des ehemaligen Abbaues
- eine feinkörnige, disperse Bleiglanz-Vererzung in dunklen Dolomiten, nach dem Erscheinungsbild sedimentärer Anlage.

g) Bleiriese am Golsernock SW Zlan

WARCH (1979) bezeichnet die urkundlich schon im ausgehenden 15. Jhdt. erwähnte Bleiriese als „die weit-aus bedeutendste Vererzung des Anis“ innerhalb der nördlichen Gailtaler Alpen. Tatsächlich zeugen drei ineinander verlaufende Halden (ein Mundloch offen) mit einer Gesamterstreckung von ca. 120 m von einer umfangreichen Bergbautätigkeit (Die Halden liegen ca. 300 m SW der höchsten Spitzkehre des Forstweges, ausgehend vom „Buchholzer“ am NW-Hang des Golser Nocks [1556 m] in ca. 1100 m SH.): In steil stehenden dunklen Kalken und braun verwitternden Dolomiten findet sich die kluftgebundene Bleiglanz-Vererzung. Bleiglanz tritt aber auch in feinkörnigen Schnüren im Dolomit auf. Limonit (ehemals auch abgebaut) füllt Klüfte und überzieht auch den kluftgebundenen Bleiglanz.

h) Gratschenitzen SW Pöllan bei Paternion

Unter der Bezeichnung „Aufgelassener Kupferbergbau Pöllan bei Paternion“ bezeichnet NIEDERMAYR (1982) den wegen seiner heterogenen Mineralisation aus der Reihe der übrigen Anis-Vererzungen fallenden ehemaligen Bergbau. Dieser befindet sich im Bereich der auf den meisten Karten (1 : 50.000) eingezeichneten Höhle (unmittelbar hinter der kleinen Halde ist ein Mundloch offen). Als Primärminerale fallen Fahlerz-Flächen im Dolomit sowie Fahlerz-Putzen in groben Dolomitisierungszonen (Mobilisation?) auf. In dunklen Dolomiten findet sich eine dispers angelegte, feinkörnige und sehr wahrscheinlich schichtparallele Bleiglanz-Vererzung. Nach bisherigen eigenen Untersuchungen sind Bleiglanz und Fahlerz nicht notwendigerweise cogenetisch.

Die von NIEDERMAYR (1982) beschriebene Cuprit-Bildung scheint für Cu-Mineralisationen des Anis charakteristisch zu sein: auch neben dem Fahlerz von Annaberg (N.Ö.) wurde mittels EDAX- und Auflichtuntersuchungen Cuprit festgestellt.

i) Kellerberg bei Stadelbach NW Villach

Als Beispiel einer typisch kluftgebundenen Bleiglanz-Vererzung im Anis des Drauzuges sei hier das Vorkommen Kellerberg bei Villach genannt, das durch einen Straßenbau aufgeschlossen war (mit gleicher Ortsbezeichnung sind auch Bleiglanz- und Zinkblende-Vererzungen des Ladin bekannt [SCHROLL & PAK, 1983]). Mittel- bis grobkörniger Bleiglanz ist an mit Calcit gefüllte Klüfte des Anis-Zwischendolomites (vgl. NACHTMANN, 1975; TOLLMANN, 1977) gebunden, Zinkblende fehlt.

Ebenfalls in derartigen Klüften ist in unmittelbarer Nähe auch violetter Fluorit gefunden worden. Bezüglich der Art des Vorkommens und der Mineralgesellschaft bestehen Ähnlichkeiten zu den Fluorit-Mineralisationen der Nördlichen Kalkalpen (z. B. Alland, Laussa).

Weitere Erzvorkommen im Anis des Drauzuges sind bekannt: „Bleiwände“ S Steinfeld / Drautal (Dr. I. CERNY, pers. Mitt. 1984), Golsernock bei Zlan, Nordhang (WARCH, 1979), im Bereich des „Schlund“ SW Ried bei

Paternion (WARCH, 1979), wo nach eigenen Begehungen ein verstürzter Schacht und einige verfallene Pingen, jedoch kaum Halden existieren; Pöllaner Höhe S Paternion, Pingen im Bereich der Kote 917 m (WARCH, 1979), Teile des Gebietes sind derzeit durch einen Jungwald unpassierbar geworden.

Damit ergeben sich innerhalb des Gutensteiner Kalkes und des anisischen Zwischendolomites (vgl. geol. Karten [GEYER, 1896; ANDERLE, 1977]) an die 10 Bleiglanz-Vererzungen auf einer W–E-Erstreckung von ca. 55 km (Bärnboden – Kellerberg) in mehr oder minder gleicher stratigraphischer Lage. Zinkblende tritt nur sehr untergeordnet auf.

Auf die vergleichbare stratigraphische Lage der Mineralisationen im Drauzug hat bereits WARCH (1979) hingewiesen. Eine Bestätigung der Schichtgebundenheit der Vererzungen kann durch die Neufunde der dispersen, feinkörnigen Bleiglanz-Vorkommen von Bärnboden und Kolm bei Dellach/Drautal sowie Gratschenitzen bei Paternion erbracht werden (vgl. dazu auch SCHROLL, 1954). Es ist vorstellbar, daß weitere derartige Vererzungen im Drauzug existieren und einen stratigraphischen Zusammenhang ergeben. Vergleichende Pb-Isotopenuntersuchungen könnten über mögliche Zusammenhänge mit den kluftgebundenen Vererzungen Aussagen erlauben. Weiterführende Untersuchungen sind im Gange.

Ergänzend soll noch die sedimentäre Pb-Zn-Lagerstätte Topla (YU) erwähnt werden (ŠTRUCL, 1974), deren mögliche Fortsetzung auf österreichischem Staatsgebiet vermutet wird (CERNY et al., 1982).

2.2. Mg-Fe-Karbonat-Mineralisationen, Pyrit und Limonit

Größere Magnesitvorkommen in Dolomiten aus dem unmittelbar Hangenden von Evaporiten sind aus Hall in Tirol (Halltal N Solbad Hall) und aus dem Kaswassergraben S Großreifling, Stmk. bekannt (vgl. FRIEDRICH, 1963). Als Begleitminerale des Vorkommens Kaswassergraben wurden Arsenkies, Kupferkies, Fahlerz und Zinkblende beschrieben und Realgar neu gefunden. Die Mineralisation wird von SCHROLL (1961) als salinare Bildung und von FRIEDRICH (1963) als hydrothermal-metasomatisch gedeutet.

In vergleichbarer stratigraphischer Position liegt das Magnesitvorkommen Diegrub bei Abtenau, Sbg. (FRIEDRICH, 1963). Geringe Mengen Kupferkies und Bornit wurden als Begleitminerale beschrieben. Über die hier vorliegenden Mischkristallbildungen Magnesit-Siderit berichtet BERAN (1985). Auch dieses Vorkommen wird von FRIEDRICH (1963) als hydrothermal-metasomatisch gedeutet.

Als limonitisierte Siderit-Vererzung an der Grenze Werfener Schichten zum Gutensteiner Dolomit beschreibt HEISSEL (1955) das Vorkommen Schäferötz bei Werfen, Sbg. Die Vererzungen treten im Dolomit und im Werfener Schiefer auf, wo Muldenstrukturen im Liegenden feststellbar sind. Die Erze sind ihrer ersten Anlage nach sedimentäre Bildungen (HEISSEL, 1955).

Zwei weitere, bedeutendere Vererzungen vergleichbarer stratigraphischer Lage und ähnlichem Mineralinhalt (Limonit, Siderit ± Pyrit und Bleiglanz) beschreibt HASLINGER (1962) von der Reinfalzalim bei Bad Ischl, O.Ö. und von der Teltschen Alm bei Bad Aussee, Stmk.; Kleinstvorkommen sind auch vom Stambach und

von der Sandling Alm E Goisern, O.Ö. bekannt. Die Siderite zeigen tektonische Beanspruchung und teilweise Remobilisation. Bleiglanz, Pyrit und Markasit sind neben bituminösen Substanzen angereichert. Übereinstimmend werden erhöhte Mangan-Gehalte dieses Vererzungstyps beschrieben (bis 1,6 Gew.-% MnO [HEISEL, 1955]; bis 14 Gew.-% MnO [HASLINGER, 1962]).

An Klüfte und Scherzonen der Gutensteiner Schichten sind (bei der Schmelz S Annaberg, N.Ö. und bei Kleinzell S Hainfeld, N.Ö.) dichte, porzellanartige Massen von Goethit gebunden. Vorläufige RFA-Ergebnisse weisen neben Eisen geringe Mengen Zink, Blei und Kupfer aus, jedoch kaum Mangan. Da Gutensteiner Schichten durchschnittlich 1000 ppm Fe (Spitzen bis 5000 ppm Fe durch Pyritanreicherungen) jedoch nur ca. 50 ppm Mn enthalten, erscheint die Deutung der Entstehung aus Lösungsresten von Gutensteiner Schichten möglich.

2.3. Fluorit-, Gips- und Cölestinmineralisationen

Die Fluoritmineralisationen in Klüften der Gutensteiner Schichten sind Gegenstand ausführlicher Untersuchungen (GÖTZINGER & WEINKE, 1984), wobei sich die Arbeit auf die Vorkommen Alland, N.Ö., Laussa und Gams, Stmk. und Mooseck, Sbg. (in Anhydrit) konzentriert. Weitere Vorkommen sind bei WENINGER (1969) angeführt, über Vorkommen im Drauzug siehe GÖTZINGER (1984b); siehe dazu auch Abb. 1 und Tab. 3.

Zusammenfassend wird festgehalten, daß die kluftgebundenen Fluoritmineralisationen (Würfel, violett bis farblos) in tektonisch beanspruchten Zonen in der Nähe permischer Evaporite auftreten (Alterseinstufung durch Schwefelisotope [GÖTZINGER & PAK, 1983]). Im Zusammenhang mit Evaporiten im Liegenden der Fluoritvorkommen wurden neuerdings auch chloritführende Quarzite entdeckt (O. WALLENTA, pers. Mitt. 1984). Diese enthalten stellenweise quaderförmige Hohlräume, sehr wahrscheinlich nach Tonwürfelsalz. In den Hohlräumen finden sich meist Quarz- und braun verwitternde Karbonatkristalle. Sowohl die geringen Gehalte an Spurenelementen (besonders SEE) als auch die Verteilungsmuster der SEE (vgl. Abb. 3) deuten auf Bildungsbedingungen der Fluorite im sedimentären Bereich (Diagramm Tb/Ca gegen Tb/La, nach MÖLLER et al., 1976, siehe Abb. 4).

In Fluoriten mit hohen Na- und Cl-Gehalten (vgl. Abb. 5) wurden mikroskopisch drei- bis vierphasige Einschlüsse festgestellt. IR-Spektren zeigen Absorptionsbande von H₂O und CO₂, C-H-Bande stammen von organischen Substanzen (Methan?); (vgl. dazu GÖTZINGER, 1984a). Die meist tropfenförmigen Einschlüsse enthalten je einen NaCl-Kristall in wäßriger Lösung und eine Gasblase (CO₂, Methan?) – Vgl. Abb. 2 in GÖTZINGER (1984b). Es wird daher mit Berechtigung angenommen, daß die Fluorite in den Klüften der Gutensteiner Schichten aus salinaren Lösungen (Nähe von Evaporiten) auskristallisiert sind, wobei die Stoffsubstanz der Fluorite aus den fluor(it)reichen Partien der Gutensteiner Schichten hergeleitet wird. Als letzte Kluftausscheidungen des Vorkommens Laussa (Stmk.) wurden sowohl Gips ($\delta^{34}\text{S} = +30,5\text{‰}$, CDT) als auch Rutilnadeln beobachtet.

In Evaporit-Fluoriten (Probe ME-Mooseck, Abb. 3) sind offenbar die SEE angereichert; die SEE-Gehalte

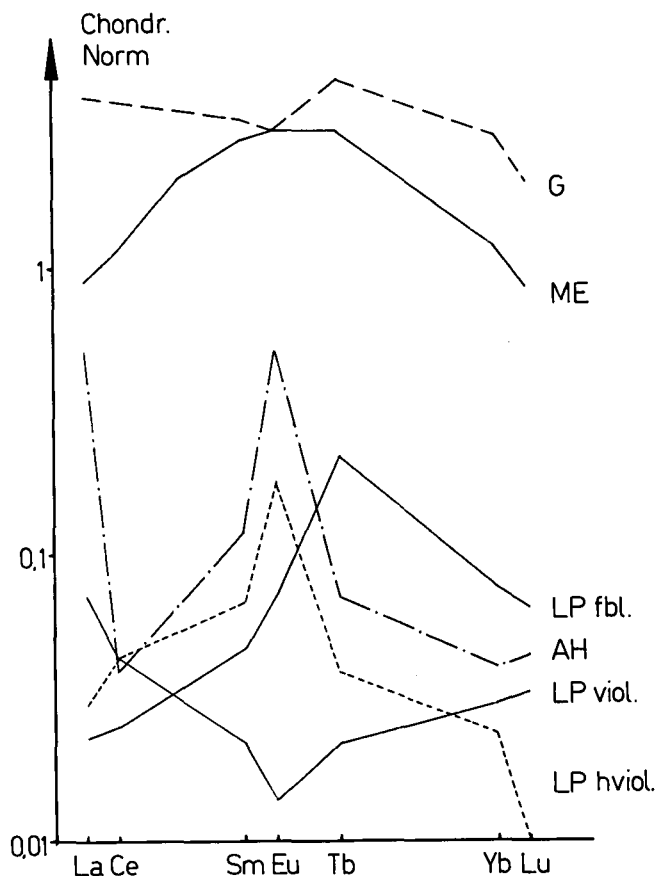


Abb. 3: SEE-Spektren von Fluoriten aus Alland, N.Ö. (AH); Laussa, Stmk. (LP); Gams, Stmk. (G) und Mooseck, Sbg. (ME). Chondritische Norm = Quotient aus ppb Probe durch ppb Standard Chondrite.

Tb/Ca (atomar)

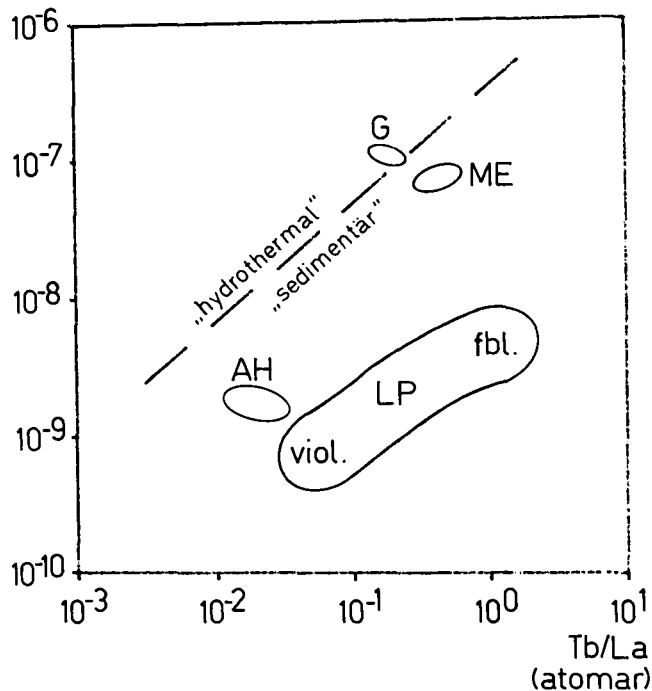


Abb. 4: Tb/Ca gegen Tb/La (atomar), Diagramm nach MÖLLER et al. (1976). Eingetragen sind die Projektionspunkte der Fluorite von Alland, N.Ö. (AH); Laussa, Stmk. (LP); Gams, Stmk. (G) und Mooseck, Sbg. (ME). Die Fluorite aus der Laussa sind im Zentrum violett und randlich farblos.

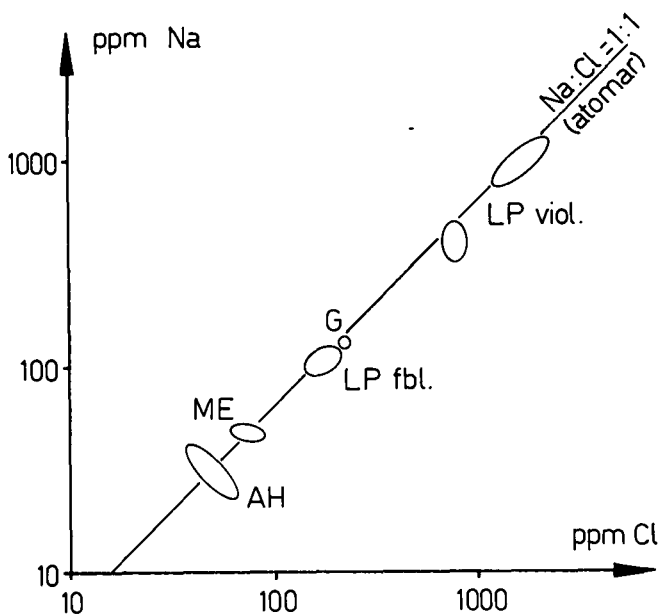


Abb. 5: Na- und Cl-Gehalte in Fluoriten von Alland, N.Ö. (AH); Laussa, Stmk. (LP); Gams, Stmk. (G) und Mooseck, Sbg. (ME).

der Evaporite sind sehr niedrig (GÖTZINGER & WEINKE, 1984).

Zusammen mit kluftgebundenem Fluorit treten stellenweise auch Bleiglanz und hell-grünlichgelbe Zinkblende auf. Die Entstehungs- und Bildungsbedingungen der Erze sind denen des Fluorites gleichzusetzen. Vorkommen befinden sich in Laussa (Stmk.), Dambachtal bei Windischgarsten (OÖ) und Kellerberg (Ktn).

Nach dem Auftreten und der Entstehungsphase gliedert sind in Anis-Gesteinen drei Typen von Cölestinmineralisationen unterscheidbar:

- ① Ca. 60 Profilmeter über einem Tuffhorizont, der als untere Grenze der Partrachschiechten zu den Gutensteiner Kalken angenommen wird, sind syngenetische bis frühdiagenetische Cölestinbildungen aus zwei Profilen der Gailtaler Alpen, Ktn., beschrieben worden (NIEDERMAYER et al., 1975; zur Stratigraphie: NACHTMANN, 1975; TOLLMANN, 1977).
- ② Cölestinsprossungen in verfestigten, sandigen Dolomiten (U.-Anis) des Mitteltriasprofils E Göstling, N.Ö. beschreibt WAGNER (1970). Wahrscheinlich hierher zu stellen sind bis 5 mm große Cölestinkristalle aus dem mittleren Alpinen Muschelkalk der Chiemgauer Alpen, BRD (HAUERSTEIN, 1965).
- ③ Hellblauer, derber Cölestin bildet mit Calcit Kluftfüllungen im Gutensteiner Kalk SW Hoher Stein/Schwarzenberg bei Türritz, N.Ö. (HAGENGUTH et al., 1982). Dieses Vorkommen ist in der Anlage der Mineralisation mit den kluftgebundenen Fluoritmineralisationen vergleichbar.

Schwefelisotopenuntersuchungen des ersten und dritten Vorkommentyps ergaben $\delta^{34}\text{S}$ -Werte, die für anisische Evaporite charakteristisch sind (GÖTZINGER & PAK, 1983).

2.4. Auripigment-, Realgar- und Arsenkiesmineralisationen

Die mengenmäßig bedeutendste As-Mineralisation liegt SW Stein bei Dellach im Drautal, Kärnten. Auripig-

ment und untergeordnet Realgar bilden mit Calcit eine Kluftmineralisation in bituminös dunklen, dolomitischen Kalken, die dem unteren Muschelkalk zuzuordnen sind (GEYER, 1901; CZERMAK & SCHADLER, 1933). Auripigment findet sich auch in feinsten Gesteinsrissen und bildet dort dünne, erdige Beläge, Kluftfüllungen von cm-Dicke sind selten. CZERMAK & SCHADLER (1933) sehen die Genese dieses Vorkommens im Zusammenhang mit den arsenidischen Gangvorkommen der Kreuzeckgruppe und der benachbarten Arsenkiesvorkommen von Weißbriach, Kärnten. Schwefelisotopenuntersuchungen ergaben interessanterweise fast gleiche Werte wie die Antimonite der Mariengrube bei Nikolsdorf, Osttirol (GÖTZINGER & PAK, 1983) sowie der Vererzungen um Rabant, Ost. (CERNY et al., 1981): $\delta^{34}\text{S}$ -Werte (CDT) von +4 ‰ bis +7 ‰.

Realgar in feinen Klüften des Magnesitvorkommens Kaswassergraben S Großreifling, Stmk., wurde erst kürzlich gefunden (Dr. G. NIEDERMAYER, pers. Mitt., 1983).

Sowohl aus dem Haselgebirge des Bosrucktunnels, O.Ö. als auch vom Haller Salzberg, Tirol, sind Spuren von Arsenkiesmineralisationen bekannt (CZERMAK & SCHADLER, 1933).

Anhang: Die Zinnober-Vererzung der Vellacher Kotschna, Ktn., wurde von FRIEDRICH (1955) beschrieben. Sowohl dunkle, bituminöse Dolomitschollen im Ida-Unterbau als auch weißer, zerriebener Dolomit, beide mit Zinnober durchtränkt, wurden als triadisch eingestuft. Nach BAUER (1981) und BAUER et al. (1983) sind die vererzten Gesteine dem Bellerophondolomit (Perm) zuzurechnen.

3. Zur Entstehung einzelner Mineralisationen

Zu typischen Kluftmineralisationen der Gutensteiner Schichten zählen die Vorkommen Kellerberg NW Villach, Kärnten, sowie Dambachtal bei Windischgarsten OÖ, (Bleiglanz, Fluorit), Alland, N.Ö., Laussa und Gams, Stmk. (Fluorit vorherrschend) und Hoher Stein/Schwarzenberg bei Türritz, NÖ, (Cölestin). Die Anlagen der Mineralisationen sind untereinander sehr ähnlich. Daher werden für die genannten Mineralisationen ähnliche Bildungswege angenommen. Da die Fluoritvorkommen bislang genauer untersucht worden sind, kann nachfolgend ein weiterer Beleg für die Deutung als Mobilisation sedimentären Ausgangsmaterials erbracht werden.

Die Blei-Zink-Kluftvererzungen (auch des Ladins) in den östlichen Kalkvoralpen werden von HAGENGUTH et al. (1982) als Mobilisate der in Gutensteiner- oder Reiflinger Schichten sedimentär angelegten, dispersen Vererzungen gedeutet; dieser Auffassung widersprechen auch nicht die Ergebnisse der Schwefelisotopenuntersuchungen (GÖTZINGER & PAK, 1983). Eine vergleichbare Entstehung wird für die Fluoritmineralisationen begründet angenommen (GÖTZINGER & WEINKE, 1984).

Fortführende Untersuchungen (SEE-Gehalte) an bituminösen Gutensteiner Schichten liefern weitere Argumente für dieses Entstehungsmodell: In der Abbildung 6 sind die SEE-Spektren (Chondr. Norm) zweier Proben bituminöser Karbonatgesteine (Tb 11: Kalk, 4201: Dolomit) des Anis zusammen mit dem Feld der SEE-Spekt-

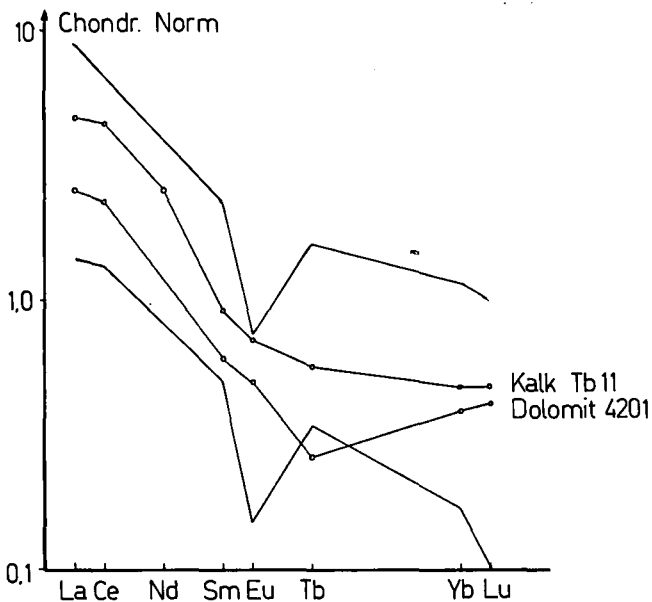


Abb. 6: SEE-Spektren eines bituminösen Kalkes (Tb 11: Trübenbach/Ötscher, N.Ö.) und eines bituminösen Dolomites (4201: Spindelhof W Annaberg, N.Ö.) im Vergleich mit SEE-Spektren der Trägergesteine fluoritführender Klüfte (graues Feld) der Vorkommen Alland, Laussa und Gams (aus GÖTZINGER & WEINKE, 1984).

ren der Trägergesteine der fluoritführenden Klüfte aufgetragen. Die bituminösen und zugleich fluorreichen Gesteine (Tb 11: 1769 ppm F; 4201: 1170 ppm F) zeigen einen kontinuierlichen Spektrenverlauf. Die Trägergesteine der fluoritführenden Klüfte hingegen weisen bei niedrigeren Fluorgehalten (300–600 ppm F) eine ausgeprägte negative Eu-Anomalie auf. Die hellvioletten bis farblosen Letztkristallite der Fluorite in den Klüften dieser Gesteine besitzen in ihren SEE-Spektren deutlich positive Eu-Anomalien (Fluorite Alland und Laussa, siehe Abb. 3). Europium und Fluor(it) wurden demnach aus den bituminösen Sedimenten durch salinare Lösungen (Nähe von Evaporiten, vgl. Einschlüsse) abtransportiert und in den Klüften als spät kristallisierte Eu-führende Fluorite ausgeschieden. Damit ist ein weiteres Argument für die Erklärung der Klüftmineralentstehung durch Mobilisation sedimentär angelegter Stoffsubstanz erbracht.

Als eine Voraussetzung für derartige Mineralisationen kann die Nähe von Evaporiten angesehen werden (vgl. Tab. 3). In den Nördlichen Kalkalpen dominieren die permischen Evaporite in Bezug auf Häufigkeit und Mächtigkeit, anisische Evaporite sind wesentlich seltener und weitaus geringer mächtig (z. B. Trübenbach und wahrscheinlich Spindelhof W Annaberg, N. Ö.). Im Drauzug hingegen sind nur Skyth-Unteranis-Evaporite bekannt (STREHL et al., 1980; NIEDERMAYR, 1983), deren Mächtigkeiten nur im Zehnermeterbereich liegen. Die Voraussetzungen zur Bildung salinar-mineralisierter Klüfte sind daher in den Nördlichen Kalkalpen eher gegeben – dies zeigt beispielsweise die Häufigkeitsverteilung der Fluoritvorkommen (siehe Abb. 1 und Tab. 3).

Unter den Buntmetallmineralisationen können zwei Gruppen unterschieden werden:

1. „Reine“ Pb- bzw. Pb-Zn-Vererzungen (z. B. Schwarzenberg und Arzriedel, N.Ö., Bärnboden, Kolm/Scheinitzen, Bleiriese und Kellerberg, Ktn.).

Tabelle 3: Aufstellung über klüftgebundene Fluoritvorkommen im Zusammenhang mit Gipsvorkommen, von welchen einige (*) als permisch einstuftbar sind ($\delta^{34}\text{S}$ -Werte von +10,7 bis +14,4 ‰ (vgl. auch GÖTZINGER & PAK, 1984).

Fluoritvorkommen	Gipsvorkommen	Bemerkungen
Preinsfeld, N.Ö.	Preinsfeld*)	ca. 200 m entfernt
Alland-Höcherberg, N.Ö.	Groisbach*)	ca. 500 m entfernt
Nöstach, N.Ö.	Groisbach*)	ca. 2 km entfernt
Halltal E Mariazell, Stmk.	Braschkogel und Umgebung*)	ca. 700 m entfernt
Laussa-Platzl, Stmk.	Laussa-Platzl*)	direkt angrenzend
Gams N Hieflau, Stmk.	Sulzbacher	ca. 1 km entfernt
Kirchenlandl N Hieflau, Stmk.	Kirchenlandl	direkt angrenzend
E Lainbach, N Hieflau, Stmk.	N Lainbach	ca. 1 km entfernt
Fuchsalp/Pyhrn, O.Ö.	Pyhrnpaß	ca. 800 m entfernt
Bosrucktunnel, O.Ö./Stmk	Bosrucktunnel*)	direkt angrenzend
in Evaporiten:	Grundlsee, Stmk.)*	
	Admont, Stmk.)*	
	Mooseck bei Golling, Sbg.)*	

Diese Übersicht erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit; von Sammlern werden in dankenswerter Weise laufend Neufunde gemeldet.

2. Polymetallische Vererzungen: Pb-Zn-Cu-As (Anna-berg, N.Ö., Arikogel, O.Ö., Pöllan, Ktn.; z. T. Kaswassergraben, Stmk. und Diegrub, Sbg.).

Während für die erste Gruppe Mobilisation anisich-sedimentärer Mineralsubstanz angenommen werden kann, läßt der Cu-Gehalt auf eine mögliche Zufuhr aus stratigraphisch tieferen Bereichen (Perm?) schließen (vgl. KÖPPEL & SCHROLL, 1985). Fahlerzmineralisationen aus permischen Gesteinen beschreiben HADITSCH & MOSTLER (1982), MOSTLER et al. (1982) und NIEDERMAYR & NIEDERMAYR (1983). Cu-Mineralisationen allein sind aus dem Anis bisher nicht bekannt.

Bemerkenswert ist die Konzentration der Mg-Fe-Karbonate und Limonite auf die Nördlichen Kalkalpen (weitere Angaben über hier nicht erfaßte Vorkommen finden sich bei REDLICH, 1931).

Die Auripigment-Vererzung Stein bei Dellach, Ktn. (sowie kleinere As-Mineralisationen in unmittelbarer Nähe) scheint aufgrund ihrer Einzigartigkeit das Ergebnis einer späteren Zufuhr (beschränkt auf den SW-Kärntner Raum) zu sein (vgl. GÖTZINGER & PAK, 1983).

Als Zeitraum für die Klüftmineralisationsbildung kann der Ablauf der alpidischen Metamorphose(n) als sehr wahrscheinlich gelten. Mögliche Bildungstemperaturen ergeben sich aus der festgestellten anchizonalen Überprägung von ca. 250–300°C (bei 2 kbar) – vgl. dazu auch SCHRAMM (1982a) sowie NIEDERMAYR et al. (1984).

Abschließend sei auf die Tatsache hingewiesen, daß weit verbreitete Pb-Zn-Cu-As-Vererzungen des Unteren Muschelkalkes, Wellengebirge, südlicher und östlicher Schwarzwaldrand (BRD – CH) bekannt sind (HOFMANN, 1979; vgl. dazu auch HILDEBRANDT & FLICK, 1984). Möglicherweise stellt dieser Vererzungstyp ein in ursprünglicher Anlage erhaltenes Analogon zu den Anis-Vererzungen der Nördlichen Kalkalpen dar.

Dank

Der Kommission für Grundlagen der Mineralrohstoff-Forschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften danke ich für die Unterstützung. Den Herren Dr. F. BAUER (GBA, Wien), Dr. I. CERNY (BBU, Bad Bleiberg) und Dr. G. NIEDERMAYR (Naturhistor. Museum Wien) sei für Hinweise herzlich gedankt sowie für die Überlassung von Probenmaterial (G. N.).

Für zwei ergänzende Neutronenaktivierungsanalysen danke ich Herrn Dr. H. WEINKE (Inst. f. Analytische Chemie, Univ. Wien), für ICP-Analysen Herrn Dr. P. DOLEZEL (BVFA Arsenal, Wien) und für Hilfe bei EDAX-Analysen Herrn Dr. D. PHOLIADIS (BVFA Arsenal, Wien). Für die Überlassung von Probenmaterial (Fluorite Preinsfeld, N.Ö.) danke ich Herrn A. KOGLER (Eichgraben). Herrn O. WALLENTA (Steyr) danke ich für viele Hinweise auf Fluorit-Neufunde, die hier noch nicht entsprechend berücksichtigt werden können (Gebiet Bosruck, OÖ, und weitere Umgebung).

Literatur

- ANDERLE, N.: Geologische Karte der Republik Österreich, Blatt 200 Arnoldstein. – Geol. B.-A., Wien 1977.
- BAUER, F. & HOLZER, H.: Ein vergessener Blei-Zink-Schurfbau in Niederösterreich. – Montan-Rundschau, 1964, H. 2, S. 26, Wien 1964.
- BAUER, F. K.: Geologische Karte der Karawanken 1 : 25.000, Ostteil. – Geol. B.-A., Wien 1981.
- BAUER, F. K., CERNY, I., EXNER, Ch., HOLZER, H.-L., VAN HUSEN, D., LOESCHKE, J., SUETTE, G. & TESSENHORN, F.: Erläuterungen zur Geologischen Karte der Karawanken, Ostteil. – Geol. B.-A., Wien 1983.
- BERAN, A.: Magnesit-Siderit-Mischkristallbildungen als triadische Eisenvererzungen im Raum Abtenau (Salzburg). – Arch. f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A., 6, 193–194, Wien 1985.
- BUCHHOLZ, G.: Das axiale Verhalten der Reisalpendecke. – Diss. Formal- u. Naturw. Fak., Univ. Wien, 202 S., Wien 1979.
- CZERMAK, F. & SCHADLER, J.: Vorkommen des Elementes Arsen in den Ostalpen. – Tschermarks Min. Petr. Mitt., 44, 1–67, Leipzig 1933.
- CERNY, I.: Zur Fazies- und Blei/Zink-Verteilung im „Anis“ der Karawanken. – Carinthia II, 167./87., 59–78, Klagenfurt 1977.
- CERNY, I.: Geochemie „anisischer“ Sedimentgesteine in den Nordkarawanken. – Carinthia II, 168./88., 55–70, Klagenfurt 1978.
- CERNY, I., PAK, E. & SCHROLL, E.: Schwefelisotopenzusammensetzung von Antimoniten und anderen Erzen aus Lagerstätten der Kreuzeckgruppe. – Anz. Österr. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., 1981, 161–163, Wien 1981.
- CERNY, I., SCHERER, J. & SCHROLL, E.: Blei-Zink-Verteilungsmodell in stillliegenden Blei-Zink-Revieren der Karawanken. – Arch. f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A., 2, 15–22, Wien 1982.
- FREY, M.: Progressive low-grade metamorphism of black shale formation, Central Swiss Alps, with special reference to pyrophyllite and margarite bearing assemblages. – J. Petrol., 19, 95–135, Oxford 1978.
- FRIEDRICH, O. M.: Die Kärntner Erzlagerstätten, I. Teil: Quecksilberlagerstätten. – Carinthia II, 145./65., 25–38, Klagenfurt 1955.
- FRIEDRICH, O. M.: Zur Genesis des Magnesits vom Kaswassergraben und über ein ähnliches Vorkommen (Diegrub) im Lammertal. – Radex Rundschau, 1963, 421–432, Radenthein 1963.
- GEYER, G.: Geologische Spezialkarte Ob. Drauburg und Mauthen., – K. k. Geol. R.-A., Wien 1896.
- GEYER, G.: Erläuterungen zur Geologischen Karte Oberdrauburg – Mauthen. – K. k. Geol. R.-A., 85 S., Wien 1901.
- GÖTZINGER, M. A.: Zur Quantifizierung von Flüssigkeitseinschlüssen in Kristallen mittels Infrarot-Spektroskopie, am Beispiel des Fluorites. – Fortschr. Min., 62, Bh. 1, 74–76, Stuttgart 1984a.
- GÖTZINGER, M. A.: Über sedimentäre Fluoritbildungen in triadischen Karbonatgesteinen des Drauzuges, Kärnten, Österreich. – Aufschluß, 35, 351–358, Heidelberg 1984b.
- GÖTZINGER, M. A., LEIN, R. & WEINKE, H. H.: Vorläufiger Untersuchungsbericht über das Fluoritvorkommen in den Gutensteiner Schichten aus der Laussa bei Altenmarkt/St. Gallen in der Steiermark. – Anz. Österr. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., 1980, 1–6, Wien 1980.
- GÖTZINGER, M. A. & PAK, E.: Zur Schwefelisotopenverteilung in Sulfid- und Sulfatmineralen triadischer Gesteine der Kalkalpen, Österreich. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., 29, 191–198, Wien 1983.
- GÖTZINGER, M. A. & WEINKE, H. H.: Spurenelementgehalte und Entstehung von Fluoritmineralisationen in den Gutensteiner Schichten (Anis-Mitteltrias), Nördliche Kalkalpen, Österreich. – Tscherms. Min. Petr. Mitt., 33, 101–119, Wien 1984.
- HADITSCH, J. G. & MOSTLER, H.: Late Variscian and early Alpine mineralization in the Eastern Alps. – In: G. C. AMSTUTZ et al. (Ed.): Ore Genesis – The State of the Art, 582–589, Berlin – Heidelberg (Springer) 1982.
- HAGENGUTH, G., POBER, E., GÖTZINGER, M. A. & LEIN, R.: Beiträge zur Geologie, Mineralogie und Geochemie der Pb/Zn-Vererzungen Annaberg und Schwarzenberg (Niederösterreich). – Jb. Geol. B.-A., 125, 155–218, Wien 1982.
- HASLINGER, E.: Geologisch-lagerstättenkundliche Untersuchungen von 7 Erzvorkommen im weiteren Raume des südlichen Salzkammergutes. – Diss. Phil. Fak., Univ. Wien, 147 S., Wien 1962.
- HAUER, F.: Über die Gliederung der Trias, Lias- und Juragebilde in den nordöstlichen Alpen zwischen Wien und Salzburg. – Jb. Geol. R.-A., 4, 718–742, Wien 1853.
- HAUERSTEIN, G.: Coelestin aus dem mittleren Alpinen Muschelkalk südwestlich der Kampenwand (Chiemgauer Alpen). – Aufschluß, 16, 218–220, Heidelberg 1965.
- HEISSEL, W.: Die „Hochalpenüberschiebung“ und die Brauneisenerzlagerstätten von Werfen – Bischofshofen (Salzburg). – Jb. Geol. B.-A., XCVIII, 183–201, Wien 1955.
- HENRICH, R. & ZANKL, H.: Die Geologie des Hochstaufenmassivs in den Nördlichen Kalkalpen. – Verh. Geol. B.-A., 1981, 31–57, Wien 1981.
- HILDEBRANDT, L. & FLICK, H.: Eine Blei-Zink-Vererzung in Mauer bei Heidelberg. – Aufschluß, 35, 395–404, Heidelberg 1984.
- HOFMANN, B.: Blei-, Zink-, Kupfer- und Arsenvererzungen im Wellengebirge (unterer Muschelkalk, Trias) am südlichen und östlichen Schwarzwaldrand. – Mitt. Naturf. Ges. Schaffhausen, XXXI, 1–40, Schaffhausen 1979.
- HUBER, S. & HUBER, P.: Wulfenit aus Annaberg, N.Ö. – Die Eisenblüte, 1, 20–25, Graz 1980.
- KÖPPEL, V. & SCHROLL, E.: Herkunft des Pb der triadischen Pb-Zn-Vererzungen in den Ost- und Südalpen – Resultate bleiisotopengeochemischer Untersuchungen. – Arch. Lagerst.forsch. Geol. B.-A., 6, 215–222, Wien 1985.
- KRALIK, M.: Geochronologie schwach metamorpher Tonschiefer und Karbonatgesteine am S-Rand der Nördlichen Kalkalpen. – Jahresber. 1982, Hochschulschwerpkt. S 15/02, 7–16, Graz 1983.
- KRISTAN-TOLLMANN, E. & SPENDLINGWIMMER, R.: Crinoiden im Anis (Mitteltrias) der Tatriden der Hainburger Berge (Niederösterreich). – Mitt. Österr. Geol. Ges., 68, 59–77, Wien 1978.
- KRUMM, H.: Anchimetamorphose im Anis und Ladin (Trias) der Nördlichen Kalkalpen zwischen Arlberg und Kaisergebirge – ihre Verbreitung und deren baugeschichtliche Bedeutung. – Geol. Rdsch., 73, 223–257, Stuttgart 1984.
- KUBLER, B.: La cristallinité de l'illite et les zones tout à fait supérieures du métamorphisme. – Colloque sur les „Etagés tectoniques“ Neuchâtel, 105–122, Neuchâtel 1967.
- MÖLLER, P., PAREKH, P. P. & SCHNEIDER, H. J.: The Application of Tb/Ca-Tb/La Abundance Ratios to Problems of Fluorspar Genesis. – Min. Deposita, 11, 111–116, Berlin – Heidelberg 1976.
- MOSTLER, H., KRÄINER, K. & STINGL, V.: Erzlagerstätten in der postvariszischen Transgressionsserie im Arlberggebiet. – Arch. f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A., 131–136, Wien 1982.
- NACHTMANN, W.: Zur Sedimentologie des alpinen Muschelkalks in den östlichen Gailtaler Alpen (Kärnten). – Carinthia II, 165./85., 37–60, Klagenfurt 1975.
- NIEDERMAYR, E. & NIEDERMAYR, G.: Beitrag zu den Vererzungen im Quarzporphyr und in den Grödener Schichten im Raum Kaltenbrunn – Bletterbach bei Radein, Südtirol. – Mitt. österr. geol. Ges., 179–187, Wien 1983.

- NIEDERMAYR, G., SUMMESBERGER, H. & SCHERIAU-NIEDERMAYR, E.: Über zwei Cölestinvorkommen in der Mitteltrias der Gailtaler Alpen, Kärnten. – Ann. Naturhistor. Mus. Wien, **79**, 1–7, Wien 1975.
- NIEDERMAYR, G.: Kupfer-Vererzungen in der Permotrias der Gailtaler Alpen. – Der Karinthin, **86**, 332–337, Klagenfurt 1982.
- NIEDERMAYR, G.: Mineralisationen aus dem Perm und Skyth des westlichen Drauzuges, Kärnten und Osttirol. – Der Karinthin, **88**, 21–30, Klagenfurt 1983.
- NIEDERMAYR, G., MULLIS, J., NIEDERMAYR, E. & SCHRAMM, J.-M.: Zur Anchimetamorphose permo-skythischer Sedimentgesteine im westlichen Drauzug, Kärnten-Osttirol (Österreich). – Geol. Rdsch., **73**, 207–221, Stuttgart 1984.
- REDLICH, K. A.: Die Geologie der innerösterreichischen Eisenerzlagertstätten. – 165 S., Wien – Berlin – Düsseldorf 1931.
- SCHRAMM, J.-M.: Zur Metamorphose des feinklastischen Permoskyth im Ostabschnitt der Nördlichen Kalkalpen (Österreich). – Verh. Geol. B.-A., **1982**, 63–72, Wien 1982a.
- SCHRAMM, J.-M.: Überlegungen zur Metamorphose des klastischen Permoskyth der Nördlichen Kalkalpen vom Alpenostrand bis zum Rätikon (Österreich). – Verh. Geol. B.-A., **1982**, 73–83, Wien 1982b.
- SCHRAMM, J.-M. & ZEIDLER, K.: Über die Metamorphose klastischer und karbonatischer Triasgesteine des Blühnbachtales (Nördliche Kalkalpen, Salzburg). – Jahresber. **1981**, Hochschulschwerpkt. S 15/08, 71–78, Leoben 1982.
- SCHROLL, E.: Ein Beitrag zur geochemischen Analyse ostalpiner Blei-Zink-Erze, Teil I. – Mitt. Österr. Mineralog. Ges., Sh. **3**, 85 S., Wien 1954.
- SCHROLL, E.: Über das Vorkommen von Magnesit in alpinen Salzlagerstätten. – Radex-Rundschau, **1961**, 704–707, Radenthein 1961.
- SCHROLL, E. & PAK, E.: Sulfur isotope investigations of ore mineralizations of the Eastern Alps. In: SCHNEIDER, H. J. (Ed.): Mineral Deposits of the Alps (Proc. IV. ISMIDA 1981), 169–175, 402 S., Berlin – Heidelberg 1983.
- STREHL, E., NIEDERMAYR, G., SCHERIAU-NIEDERMAYR, E. & PAK, E.: Die Gipsvorkommen an der Südseite des Dobratsch (Villacher Alpe), Kärnten. – Carinthia II, **170/90.**, 77–99, Klagenfurt 1980.
- ŠTRUCL, I.: Nastanek karbonatnih kamenin in cinkovo svinsevrude v anizicnih plasteh Tople. – Die Entstehungsbedingungen der Karbonatgesteine und Blei-Zinkvererzungen in den Anis-Schichten von Topla. – Geologija-Razprave in Porocila, Geological Transactions and Reports, **1974/17**, 299–397, Ljubljana 1974.
- SUMMESBERGER, H. & WAGNER, L.: Der Lithostratotypus des Gutensteiner Kalkes (Gutenstein, Niederösterreich; Mitteltrias). – Ann. Naturhistor. Mus. Wien, **75**, 343–356, Wien 1971.
- SUMMESBERGER, H. & WAGNER, L.: Der Stratotypus des Anis (Trias), Geologische Beschreibung des Profiles von Großreifling (Steiermark). – Ann. Naturhistor. Mus. Wien, **76**, 515–538, Wien 1972.
- SUSSMANN, O.: Zur Kenntnis einiger Blei- und Zinkerzvorkommen der alpinen Trias bei Dellach im Oberdrauthal. – Jahrb. k.k. Geol. R.-A., **LI/1901**, 265–300, Wien 1902.
- TOLLMANN, A.: Geologie der Kalkvoralpen im Ötscherland als Beispiel alpiner Deckentektonik. – Mitt. Geol. Ges. Wien, **58** (1965), 103–207, Wien 1966.
- TOLLMANN, A.: Geologie von Österreich, Bd. 1. – 766 S., Wien 1977.
- WAGNER, L.: Die Entwicklung der Mitteltrias in den östlichen Kalkvoralpen im Raum zwischen Enns und Wiener Becken. – Diss. Phil. Fak., Univ. Wien, 202 S., Wien 1970.
- WARCH, A.: Perm und Trias der nördlichen Gailtaler Alpen. – Carinthia II, Sh. **35**, 111 S., Klagenfurt 1979.
- WEBER, K.: Kristallinität des Illits in Tonschiefern und andere Kriterien schwacher Metamorphose im nordöstlichen Rheinischen Schiefergebirge. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **141**, 333–363, Stuttgart 1972.
- WENINGER, H.: Die österreichischen Flußspatvorkommen – Übersicht und genetische Stellung. – Carinthia II, **159/79.**, 73–97, Klagenfurt 1969.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 15. August 1984.