

Vererzungen im Alpenen Muschelkalk der nördlichen Gailtaler Alpen

Von Adolf WARCH

Mit 2 Abbildungen

Zusammenfassung: Der vorliegende Beitrag ist eine Ergänzung und Erweiterung zur schon im 35. Sonderheft der Carinthia II, 1979, erfolgten Behandlung der Blei-Zink-Vererzung der Basis des Alpenen Muschelkalks (Anis) in den nördlichen Gailtaler Alpen. Sie beschränkte sich damals noch fast zur Gänze auf die Beschreibung der Örtlichkeiten des einstigen Bergbaues und auf Beobachtungen mit freiem Auge. Diesmal können zahlreiche geochemische Untersuchungsergebnisse nachgeliefert werden. Dabei findet vor allem auch die Kupfervererzung im gleichen Horizont mit dem Zentrum am Nordhang des Altenbergs (1287) Beachtung, da sie – wenigstens teilweise – im Gegensatz zur Paragenese des nahen Hauptvererzungsgebietes in Bleiberg-Kreuth steht.

Auch wurde die Untersuchungsstrecke, die früher vom Kreuzenbach bis zum Fellbach/Stockenboi im Streichen nur ungefähr 10 km betrug, auf den gesamten Alpenen Muschelkalk der nördlichen Gailtaler Alpen, also vom Kellerberg bis zur sogenannten Bleiwand am Nordfuß des Nockbergs (1515) im Bereich des Westendes vom Weißensee mit der Länge von ungefähr 40 km ausgedehnt. Dabei stellte sich heraus, daß auch auf der bisher noch nicht untersuchten Strecke vom Fellbach/Stockenboi bis zur Bleiwand neben anderen Metallbeimengungen Blei- und Zinkgehalte auftreten, doch nie in einem, nach derzeit gültigen Schwellenwerten, abbauwürdigen Ausmaß und außerdem mit ziemlich stark schwankenden Konzentrationen. Nur die schon genannte Bleiwand stellt eine Ausnahme dar, deren erste urkundlich belegte Nennung als Bergbau auf Blei bis in das 15. Jahrhundert zurückreicht.

Im übrigen weist die Vererzung im Liegenden des Alpenen Muschelkalks in den nördlichen Gailtaler Alpen alle Merkmale einer typischen schichtgebundenen Lagerstättenbildung auf, wodurch sie wenigstens teilweise eine Diskrepanz zur Vererzung in Bleiberg-Kreuth mit den dort vorherrschenden diskordanten Erzgängen darstellt.

Abstract: The present contribution is a supplementation to and an enlargement of the treatise on the lead-zinc mineralization in the base of the Alpine shell-limestone (Anis) in the Northern Gailtal Alps, a treatise already published in the 35th special number of Carinthia II, 1979. Then it was almost completely confined to the description of the former mining places and to the observation with the naked eye. Now numerous geochemical analysis results can be supplied in addition. As a result the copper mineralization in the same horizon as the centre at the northern foot of the Altenberg (1287) is taken notice of as well, as, at least partly, it stands in contrast to the paragenesis of the near main district of mineralization at Bleiberg-Kreuth.

The investigation distance, too, which formerly, in strikes, amounted to about 10 km from Kreuzenbach to Fellbach/Stockenboi, was extended to the total Alpine shell-limestone of the Northern Gailtal Alps, i.e. from Kellerberg to the so-called Bleiwand (Lead Wall) at the northern foot of the Nockberg (1515) in the district of the western end of the Weissensee

(White Lake), a distance of about 40 km. In this way it was found that also on the stretch from Fellbach/Stockenboi to the Bleiwand, not yet investigated before, there appear lead-zinc contents beside other metal additions, never however, according to present liminal values, to a workable extent, and, moreover, in rather greatly changing concentrations. The only exception is formed by the above-mentioned Bleiwand, whose first documentation as a mining centre of lead goes back to the 15th century.

As for the rest, the mineralization in the understratum of the Alpine shell-limestone in the Northern Gailtal Alps shows all the characteristics of a typical stratum-bound mineral deposit, whereby, at least partly, it represents a difference to the mineralization at Bleiberg-Kreuth with its predominantly discordant veins of ore.

EINLEITUNG

Schon im 35. Sonderheft, S. 92, der Carinthia II wies ich auf die bis dorthin kaum noch bekannten Spuren ehemaliger Bergbau- und Schurf-tätigkeit im Alpinen Muschelkalk (Anis) der nördlichen Gailtaler Alpen hin. Sie wurden auch zur besseren Orientierung auf der dem 35. Sh. angeschlossenen geologischen Karte mit entsprechenden Bergbauzeichen kenntlich gemacht. Sie fehlen also nicht, wie es in der Rezension des 35. Sh. im „Der Karinthin“, Folge 83, S. 218, 1980, bedauert wird.

Die neuerliche Behandlung der Vererzung des Alpinen Muschelkalks in den nördlichen Gailtaler Alpen hat seinen Grund einerseits in der Zu-nahme meiner Kenntnisse infolge dauernder Beschäftigung mit den Gail-taler Alpen, andererseits in der Verfeinerung und Erweiterung der Unter-suchungsmethoden im Labor der Bleiberg Bergwerksunion (BBU), wo – dank der freundlichen Vermittlung des ehemaligen Leiters der geolo-gischen Abteilung der BBU, Dr. G. HÜBEL – rund 30 Proben geochemisch bearbeitet wurden.

Früher konnten nur Blei (Pb) und Zink (Zn) erfaßt werden, oder man begnügte sich aus arbeitstechnischen Gründen überhaupt nur mit der Feststellung des Zn, und auf das Pb, das wegen der chemischen Affinität zu Zn ein ständiger Begleiter des letzteren ist, wurde nur geschlossen. Derzeit werden aber in die chemische Analyse u. a. auch noch Kupfer (Cu), Strontium (Sr), Eisen (Fe), Mangan (Mn), Kalzium (Ca) und Magnesium (Mg) miteinbezogen. Dies bedeutet aber nicht nur einen rein quantitativen Vorteil, sondern damit wird auch mehr als früher die Möglichkeit geboten, daraus Schlüsse auf die Entstehungsart der Lagerstätte (Paragenese), in unserem Fall vor allem im Vergleich zum nahen Hauptvererzungsgebiet in Bleiberg-Kreuth, zu ziehen.

DIE VERERZUNGEN MIT GEOCHEMISCHEN ANALYSEN

Im 35. Sh. beschränkte sich mein Augenmerk bei der Behandlung der anisischen Vererzung im wesentlichen auf eine Strecke von rund 10 km, und zwar mit der Ostbegrenzung durch die noch derzeit teilweise offenen

Stollen am Nordhang der Pöllaner Höhe (994) und auf der Gegenseite durch die sogenannte Bleiriese am Nordwesthang des Golsernocks (1556).

Die nachfolgenden Untersuchungen wurden über die beiden oben angegebenen Grenzpunkte hinaus, und zwar innerhalb der Basis des Alpenen Muschelkalks, ausgedehnt, denn die hier zweifelsfrei schichtgebundene, syngenetisch-sedimentäre Vererzung läßt auch über den einst bergbaulich genutzten Bereich hinaus mehr oder weniger Metallgehalte erwarten, die zunächst wenigstens von theoretischer Bedeutung sein könnten.

Den Anfang mit den Untersuchungen machte ich am Ostende der Nordfazies (WARCH, 1979:7) in den Gailtaler Alpen, unmittelbar nördlich von der Ortschaft Stadelbach, wo der Alpine Muschelkalk in das Drautal tektonisch absinkt bzw. ausstreicht. Hier gibt es auf dem Niveau der Talsohle des Drautales zwei Stollen (siehe Abb. 1), allerdings nur mit geringer Tiefe und ohne Halden, so daß es eher nach einer begrenzten Schürfung als einem ehemaligen Bergbau aussieht. Sie wurden daher selbst von den Einheimischen bisher kaum beachtet. Es konnte daher niemand, auch nicht die zuständige Gemeinde Weißenstein, irgendeine brauchbare Auskunft über diese Stollen geben. Auch in der „Geschichte des Kärntner Bergbaues“ von H. WIESSNER (1951) ist kein Hinweis auf diese Stollen enthalten.

Erst im Zuge der Vorbereitungsarbeiten der Österreichischen Draukraftwerke für die Kraftwerksstufe Kellerberg und dank der Aufmerksamkeit des einstigen geologischen Betreuers dieser Arbeiten, Herrn OR. Dr. F. UCİK vom Landesmuseum in Klagenfurt, haben sie an Interesse gewonnen.

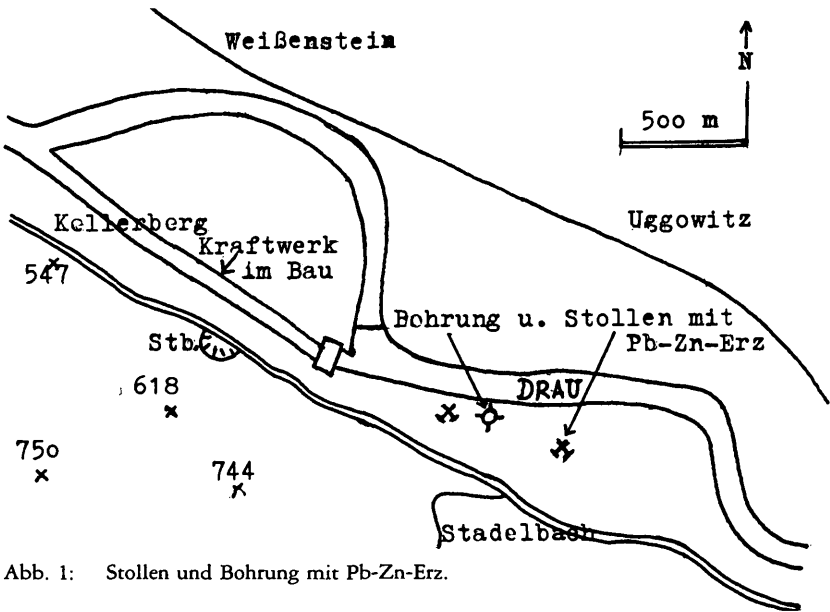


Abb. 1: Stollen und Bohrung mit Pb-Zn-Erz.

Er leitete auch Erzproben von Stollen wie auch von Bohrungen an die BBU zur Untersuchung weiter, deren geochemische Ergebnisse dankenswerterweise Herr Dr. Th. CERNY von der geologischen Abteilung in Bleiberg-Kreuth auch mir zukommen ließ.

Die monomikte Dolomitrekie enthält:

| Pb ppm | Zn ppm | Cu ppm | Sr ppm | Fe % | Mn % | Ca % | Mg % |
|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| 24.000 | 460 | <10 | 20 | 1,48 | 0,38 | 20,8 | 10,7 |

Eine von mir aus dem östlichen Stollen übergebene Probe ergab:

| Pb ppm | Zn ppm | Cu ppm | Sr ppm | Fe % | Mn % | Ca % | Mg % |
|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| 580 | 100 | 10 | 90 | 1,45 | 0,36 | 24,2 | 8,5 |

Zur besseren Beurteilung der praktischen Bedeutung der Untersuchungswerte mögen die nachfolgenden gebräuchlichen Konzentrationsstufen für Pb und Zn nach L. KOSTELKA (1962) dienen:

Stufe 1 (taub): 0–150 g/t bzw. internat. ppm = part per million.

Stufe 2 (erhöhte Konzentration): 150–500 ppm.

Stufe 3 (hohe Konzentration): 500–1500 ppm.

Stufe 4 (meist schon sichtbare Spuren von Erz): über 1500 ppm.

Die Bedeutung der obigen Analysenwerte liegt aber nicht nur im Nachweis des Metallgehaltes, sondern sie bestätigen außerdem, daß auch hier ein Dolomit vererzt ist, wie ich ihn schon bisher an der Basis des Anis auf ungefähr 40 km, nämlich bis zum Westende des Weißensees, als mehr oder weniger erzhaltig verfolgen konnte. Ebenso entspricht die Metallzusammensetzung (Paragenese), hier vor allem gekennzeichnet durch den hohen Fe- und Mn-Gehalt, weitgehend meinen Erfahrungen in weiterer Erstreckung nach Westen.

Die nächsten drei Proben wurden ebenfalls dem Alpenen Muschelkalk am Kellerberg entnommen, und zwar der Basis dieser Stufe. Sie sind daher nur 4 bis 4,5 km von den Stollen der Ortschaft Stadelbach entfernt. Zwei Proben davon stammen vom alten Forstweg südwestlich der Schottergrube Feffernitz (derzeit vom „IL- und Asphaltbau“ betrieben) bei 620 m, und zwar unmittelbar über dem einzigen, mir bekannten guten Aufschluß von Werfener Schichten am Kellerberg (siehe Abb. 2).

Da tritt übrigens liegend auch noch der Permoskythsandstein in der Mächtigkeit von wenigen zehn Metern auf, der dann östlich davon in Entfernung von 1,7 km noch einmal und wohl das letzte Mal im Bereich des Kellerbergs bzw. der nördlichen Gailtaler Alpen unmittelbar nördlich der Kote 540 über dem Draufuß in einem kleinen Aufschluß von ungefähr zehn Metern zu finden ist (siehe Abb. 2). Letzterer streicht in die kräftige Drau-Mölltal-Störung aus, was wohl die Ursache für die geradezu sprunghafte Abnahme der Mächtigkeit und auch für den tektonisch aufgelockerten Zustand ist. Aufgefallen sind auch noch die in ihm einge-

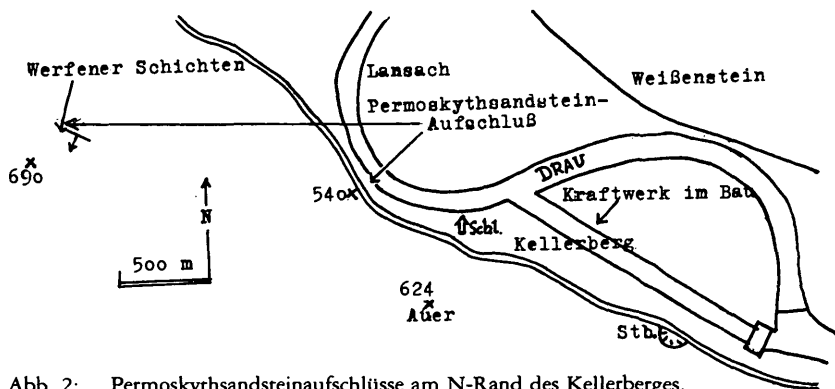


Abb. 2: Permoskythsandsteinaufschlüsse am N-Rand des Kellerberges.

lagerten, verhältnismäßig großen, stark abgerollten und häufigen Quarzporphyrgerölle bei sonst kleinen, scharfkantigen Quarzkomponenten.

Der betonte Hinweis auf dieses Permoskythsandstein-Vorkommen erfolgt aber vor allem deshalb, weil es in den letzten geologischen Karten von H. KÖNIG (1975) und N. ANDERLE (1977) nicht aufscheint (siehe Abb. 2).

Die Analysenergebnisse der beiden Proben über der Schottergrube Feffernitz, die nur wenige Meter auseinander liegen und wegen des verschiedenen Aussehens im Handstück ausgewählt wurden, lauten:

| Pb ppm | Zn ppm | Cu ppm | Sr ppm | Fe % | Mn % | Ca % | Mg % |
|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| 370 | 1000 | <10 | 310 | 3,30 | 0,17 | 21,2 | 5,6 |
| <50 | 70 | <10 | 280 | 0,28 | 0,14 | 31,4 | 4,6 |

Die nächste Probe entnahm ich knapp 1,5 km weiter im Westen, in der sogenannten Mögre am Ausgang des Kofflergrabens (vom Kreuzenbach durchflossen) gegenüber dem E-Werk der Österreichischen Chemischen Werke in Weißenstein, wieder aus dem unmittelbar Hangenden der Werfener Schichten.

Ihre Analysenwerte lauten:

| Pb ppm | Zn ppm | Cu ppm | Sr ppm | Fe % | Mn % | Ca % | Mg % |
|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| 100 | 510 | <50 | 190 | 1,7 | 870 | 28,0 | 3,0 |

Noch einmal, ungefähr 1,5 km weiter im Westen, und zwar am Nordhang der Pöllaner Höhe (994), sind auch derzeit noch Spuren einstigen Bergbaues deutlich zu erkennen, worüber schon im 35. Sh., S. 93, eingehend berichtet wurde. Die Probe stammt diesmal nicht vom unmittelbar Hangenden der Werfener Schichten, sondern von der Liegenden Kalk-Dolomitserie meiner Dreiteilung des Alpenen Muschelkalks bei der Nordfazies der Gailtaler Alpen. Diese Probe wählte ich nicht nur wegen des sichtbaren Erzes (Derberz) aus, sondern auch wegen des Erzträgers. Er ist nämlich ein

ganz bestimmt aussehender Dolomit, wie ich ihn auch sonst häufig zwischen der Pöllaner Höhe und dem Fellbach/Stockenboi an der Basis des Alpenen Muschelkalks angetroffen habe. Er hat ein auffällig grobkristallines, erzgraues und stellenweise deutlich gebändertes Aussehen. Die Analyse dieser Probe ergab:

| Pb ppm | Zn ppm | Cu ppm | Sr ppm | Fe % | Mn % | Ca % | Mg % |
|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| 17.000 | 230 | 2.700 | 60 | 2,85 | 0,57 | 23,4 | 10,0 |

Der nächste Stollen liegt knapp 2 km am Nordostausläufer des Altenbergs (1287) bei 750 m und in gleicher stratigraphischer Position wie auf der Pöllaner Höhe. Die Analysenwerte einer Probe mit sichtbaren Malachit und Azurit als letzte Verwitterungsprodukte jedes Cu-Erzes lauten:

| Pb ppm | Zn ppm | Cu ppm | Sr ppm | Fe % | Mn % | Ca % | Mg % |
|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| 620 | 320 | 5.000 | 60 | 2,55 | 0,45 | 21,6 | 12,0 |

Für Mineralsammler sei noch ergänzt, daß die Herrn OStR. Prof. F. STEFAN und OR. Dr. G. LEUTE an derselben Stelle interessante Vererzungsstufen finden konnten, die wieder Herrn Dr. G. NIEDERMAYR (1982) vom Naturhistorischen Museum in Wien veranlaßten, eine generelle Behandlung der Cu-Vererzungen in der Permotrias der Gailtaler Alpen durchzuführen. Neben den schon genannten Malachit und Azurit konnte er vorerst auch noch, und zwar geradezu als Bestätigung für die schon im 35. Sh. geäußerte Beurteilung der Vererzungsart des Alpenen Muschelkalks, eine schichtparallele Anlagerung von Fahlerz (Tetraedrit) feststellen. Erfreulicherweise hat er auch eine Fortsetzung dieser Untersuchungen angekündigt.

Nach weiteren 2 km wurde schon vor mehr als zwanzig Jahren von der Riedkehre im Riedgraben auf dem Weg von Nikolsdorf im Drautal über Aichach nach Ried bei 780 m eine Probe einer erzverdächtigen Dolomitlage unmittelbar über den Werfener Schichten mit folgendem Ergebnis untersucht:

Pb 1900 ppm, Zn 50 ppm. Eine neuerliche Probe auch von der Riedkehre ergab:

| Pb ppm | Zn ppm | Cu ppm | Sr ppm | Fe % | Mn % | Ca % | Mg % |
|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| 50 | 60 | <10 | 100 | 0,55 | 0,07 | 21,4 | 11,8 |

Der Vergleich dieser beiden Analysen zeigt deutlich, wie stark die Werte schon bei kürzesten Abständen, hier allerdings nur auf den Pb-Gehalt bezogen, schwanken. Dies gilt aber nicht nur für das letzte Beispiel und auch nicht nur für Pb, wie man es bei den übrigen vergleichbaren Fällen beobachten kann.

Schon gleich die beiden nächsten Proben vom ungefähr 1 km entfernten Nordfuß des Riednocks, diesmal nicht unmittelbar über den Werfener

Schichten, sondern von einer stratigraphisch etwas höheren Dolomitlage entnommen, beweisen diese Tatsachen überzeugend:

| Pb ppm | Zn ppm | Cu ppm | Sr ppm | Fe % | Mn % | Ca % | Mg % |
|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| 6800 | 720 | 380 | 440 | 0,56 | 0,07 | 22,4 | 9,6 |
| 50 | 40 | 10 | 30 | 0,20 | 0,03 | 22,6 | 12,5 |

Proben aus der gleichen stratigraphischen Position, aber 3 km weiter am Nord- und Nordwesthang des Golserocks von Stollenbereichen, die schon näher im 35. Sh., S. 94, beschrieben wurden, können im gleichen Sinne als aufschlußreiche Ergänzungen dienen:

| Pb ppm | Zn ppm | Cu ppm | Sr ppm | Fe % | Mn % | Ca % | Mg % |
|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| 16.500 | 110.000 | <10 | 60 | 0,72 | 0,19 | 17,0 | 9,5 |
| 60.000 | 9.000 | <10 | 80 | 1,54 | 0,41 | 19,4 | 10,3 |
| 410 | 4.000 | <10 | 80 | 0,71 | 0,20 | 21,6 | 11,9 |
| 8.000 | 40.500 | <10 | 10 | 43,50 | 0,01 | 0,6 | 0,1 |
| 50 | 120 | <10 | 60 | 0,47 | 0,06 | 23,8 | 10,5 |
| 60 | 380 | <10 | 110 | 1,08 | 0,32 | 21,8 | 12,3 |
| 100 | 160 | <10 | 40 | 0,43 | 0,10 | 23,0 | 11,6 |

Ein grob kristalliner Bänderdolomit der unteranisichen Kalk-Dolomitserie, der im nahen Fellgraben/Stockenboi unmittelbar am Weg bei 890 m besonders typisch ausgebildet ist, ergab bei einer schon länger zurückliegenden Untersuchung: Pb 200 ppm und Zn 1000 ppm. Zwei neuere Proben von der gleichen Stelle waren allerdings bezüglich Pb und Zn bei weitem nicht so ergiebig:

| Pb ppm | Zn ppm | Cu ppm | Sr ppm | Fe % | Mn % | Ca % | Mg % |
|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| <50 | 80 | <10 | 40 | 0,31 | 0,06 | 22,4 | 12,4 |
| <50 | 30 | <10 | 40 | 0,12 | 0,02 | 22,0 | 12,9 |

Fast alle nachfolgenden Proben stammen von mehr oder weniger ausgeprägt gebändertem oder wenigstens grob kristallinem und dunkelgrauem Dolomit, der durchwegs bis zum Westende des Weißensees zu finden war, sofern er nicht tektonisch verlorengegangen ist. Nun ihre Ortsangaben und Analysenwerte:

Kargraben (im Staffgebiet) bei 1120 m:

| Pb ppm | Zn ppm | Cu ppm | Sr ppm | Fe % | Mn % | Ca % | Mg % |
|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| 170 | 740 | <10 | 50 | 0,51 | 0,10 | 22,2 | 12,6 |

Grundgraben (Südwest vom Latschur) bei 1050 m:

| Pb ppm | Zn ppm | Cu ppm | Sr ppm | Fe % | Mn % | Ca % | Mg % |
|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| 50 | 40 | <10 | 50 | 0,45 | 0,07 | 21,0 | 12,3 |

Fellgraben/Lind bei 930 m am Weg:

| Pb ppm | Zn ppm | Cu ppm | Sr ppm | Fe % | Mn % | Ca % | Mg % |
|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| 90 | 100 | <10 | 40 | 0,92 | 0,25 | 21,4 | 12,7 |

Fellgraben/Lind bei 980 m am Weg:

| Pb ppm | Zn ppm | Cu ppm | Sr ppm | Fe % | Mn % | Ca % | Mg % |
|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| 70 | 20 | <10 | 60 | 0,48 | 11,0 | 21,8 | 12,9 |

Neuer Forstweg am Westhang des Fellgrabens/Lind bei 940 m:

| Pb ppm | Zn ppm | Cu ppm | Sr ppm | Fe % | Mn % | Ca % | Mg % |
|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| 50 | 40 | <10 | 110 | 6,10 | 0,69 | 21,0 | 8,2 |

Rund 3,5 km vom Webergraben nach West stößt man in einer ausgeprägten Rinne am Nordwesthang des Nockbergs (1515) unter einem mächtigen Fels, der sogenannten Bleiwand, bei 820 m auf einen Stollen, der auch jetzt noch offen ist und wegen seiner besonderen Lage wohl auch für absehbare Zeit offen bleiben wird. Ein zweiter Stollen liegt etwa 30 m höher mitten im steil abfallenden Fels, so daß er derzeit ohne Kletterhilfe nicht zu erreichen ist. Der untere, reich verzweigte Stollen ist noch auf weiter Strecke begehbar, sofern man dabei durch Grubenwasser nicht zu sehr behindert wird, was wiederum von den jeweiligen Witterungsverhältnissen weitgehend abhängig ist.

Diese Stollen der „Bleiwand“ südlich des Bahnhofs von Steinfeld im Drautal, wie die nähere Ortsangabe in der „Geschichte des Kärntner Bergbaues“ (WIESSNER, 1951:184) für sie noch lautet, sind derzeit am besten zu erreichen, wenn man von der neuen Draubrücke beim Bahnhof von Steinfeld auf der Landesstraße in Richtung Gajach 350 m zurücklegt und dann rechts auf einen alten Forstweg abzweigt. Dieser hört allerdings bald auf, und die Fortsetzung ist ein stellenweise schon schlecht erkennbarer Steig in Südsüdwest bis zu den Stollen.

Der verhältnismäßig gute Erhaltungszustand, vor allem des unteren Stollens, geht vermutlich auf seine Gewaltigung und Beprobung im Jahre 1942 im Auftrag des Reichsamtes für Bodenforschung, Zweigstelle Wien, zurück. Durchgeführt wurde dieser Auftrag von J. WIEBOLS, und zwar nicht so sehr um den Pb- und Zn-Gehalt festzustellen, das Hauptziel war die Suche nach Wulfenit bzw. nach Molybdän, das damals als sehr geschätzter, zur Herstellung bestimmten Kriegsgerätes, wie Geschützrohre und Panzerplatten, als unbedingt notwendiger Stahlveredler gegolten hat. Zu diesem Zweck wurden 25 Proben chemisch untersucht, die aber kaum Molybdän ergaben, dafür verhältnismäßig viel Pb (meist mehrere Prozen-te!), doch entschieden weniger Zn (meist unter 1 Prozent). Der ausführliche Bericht darüber liegt bei der Berghauptmannschaft in Klagenfurt auf, und Herr HR. Dipl.-Ing. Dr. H. EBENBICHLER bot mir freundlicherweise die Möglichkeit zur Einsichtnahme.

Zwei Proben von der „Bleiwand“ wurden auch vom Labor der BBU mit folgendem Ergebnis untersucht:

| Pb ppm | Zn ppm | Cu ppm | Sr ppm | Fe % | Mn % | Ca % | Mg % |
|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| 150 | 350 | <10 | 20 | 0,44 | 0,05 | 22,0 | 8,30 |
| 2300 | 90 | <10 | 40 | 0,70 | 0,41 | 20,5 | 8,60 |

Der Pb- und Zn-Gehalt bleibt hier also gegenüber den Analysenwerten von J. WIEBOLS ziemlich deutlich zurück. Dies dürfte seinen Grund wohl in der geringen Zahl meiner Proben haben. Das Verhältnis der beiden Metalle Pb und Zn zueinander in der ersten der beiden Proben widerspricht allerdings der im Bericht von J. WIEBOLS enthaltenen Aussage, daß im Erz der „Bleiwand“ das Pb immer eindeutig mehr vertreten sein sollte als Zn.

Die bisherige Zuordnung dieses vererzten Bereiches dem oberanisischen „Zwischendolomit“ (WARCH, 1979:92,98) kam dadurch zustande, daß der Dolomit hier – wenigstens obertags – entschieden mehr vertreten ist als sonst in der unteranisischen Kalk-Dolomitserie. Auch die lagenweise typische Dunkelfärbung dieses Horizontes war erst innerhalb des Stollens überzeugend zu sehen. An der Oberfläche scheint derselbe Dolomit mehr oder weniger ausgebleicht zu sein, so daß er weitgehend das Aussehen des oberanisischen „Zwischendolomits“ annimmt. Auch die für die Kalk-Dolomitserie kennzeichnenden Kalklagen waren erst im Stollen sicher auszumachen. Vor allem aber einige kleine Aufschlüsse von Wurstl- bis Knollenkalk*) in der Entfernung von 200 bis 300 m im Ost Südosten der Stollen, die bisher wegen der starken Bedeckung durch die Vegetation (Hochwald!) übersehen worden waren, veranlaßten mich, auch diesen Erzbereich, wie die anderen am Nordrand der Gailtaler Alpen, neuerdings in die unteranisische Kalk-Dolomitserie einzustufen. Damit ist nun die mehr oder weniger starke Vererzung im Liegenden des Alpenin Muschelkalks der Nordfazies innerhalb der nördlichen Gailtaler Alpen auf rund 40 km erwiesen.

Der Nachweis einer noch darüber hinaus nach West anhaltenden Vererzung im selben Horizont scheiterte zunächst daran, daß infolge der zunehmenden Intensität der Tektonik von Ost nach West ab dem Weißensee der normale Schichtverband der Trias weitgehend verloren ging und dabei naturgemäß auch die einzelnen Schichtglieder in sehr verschiedenem Ausmaß abgeschert wurden. Für den Alpenin Muschelkalk wirkte sich, wie die erst in den letzten Jahren durchgeführten geologischen Aufnahmen ergaben, dies so aus, daß er bis zum Westende des Drauzuges nirgends mehr am Nordrand auf längerer Strecke aufscheint. Er ist nur noch mitten im Gebirgszug in Form von Schuppen und Schürflingen anzutreffen. Tritt er örtlich begrenzt doch hin und wieder etwas mehr auf, wie beispielsweise

*) Der Wurstl- bis Knollenkalk bildet nach der Stratigraphie des Alpenin Muschelkalks in der Nordfazies der Gailtaler Alpen (WARCH, 1979:29) das Hangende der Kalk-Dolomitserie.

am Nordhang des Reißkofels bis zum Westende der Jauken, dann liegt eine Verschuppung der härteren Anteile der Stufe vor, so daß unter solchen Umständen von vornherein kaum eine Aussicht auf erhalten gebliebene Erzhorizonte besteht.

VERERZUNGEN IN DER KREUZEN

Der Alpine Muschelkalk der Nordfazies mit der liegenden Vererzung tritt nicht nur in den bisher geschilderten Bereichen, nämlich am Nordrand der Gailtaler Alpen auf, sondern aufgrund meiner geologischen Aufnahmen in den letzten Jahren noch einmal südöstlich von der Ortschaft Kreuzen (11 km südwestlich vom Markt Paternion im Drautal), also mitten in den Gailtaler Alpen. In der geologischen Karte von H. HOLLER im 33. Sh. der Carinthia II, Abb. 5 und 10, wie auch in der von der geologischen Bundesanstalt veröffentlichten Karte Blatt 200 mit dem Bearbeiter N. ANDERLE, ist an derselben Stelle nur allgemein der Alpine Muschelkalk angeführt, denn die Unterscheidung dieser Stufe nach Nord- und Südfazies war den beiden Autoren noch nicht bekannt. In der geologischen Karte von van BEMMELEN aus dem Jahre 1961 wird aber dieses Muschelkalkvorkommen, zusammen mit dem dort auch auftretenden Partnach-Plattenkalk, stratigraphisch sogar stark abweichend als Rhät gedeutet.

Im Zuge meiner Neuaufnahmen in diesem Gebiet stellte sich heraus, daß es sich beim Muschelkalk von H. HOLLER und N. ANDERLE nicht um den liegenden Anteil der sogenannten Kakdecke (nach HOLLER, 1977), also nicht um den Muschelkalk der Südfazies handelt, denn die Kakdecke gehört insgesamt zur Südfazies, sondern hier liegt eine Einschuppung von Muschelkalk der Nordfazies mit zum Teil charakteristischem Würstlkalk und stellenweise auch von reichlichem Partnach-Plattenkalk zwischen der sogenannten Mitterbergdecke (nach HOLLER, 1977) und Kakdecke vor. Letzterer Kalk wurde übrigens offensichtlich von den beiden vorgenannten Autoren für anisischen Gutensteiner Kalk gehalten. Auf diese Weise kommen hier Teile der Nordfazies direkt neben die Südfazies zu liegen.

Bisher wurde schon die meridionale Nähe von etwa 3 km zwischen der Nordfazies am Kellerberg und der Südfazies am Erzberg Bleibergs als ein besonderes Beispiel von tektonischer Einengung angesehen. Um wieviel mehr gilt dies nun für die geschilderte Verschuppung der beiden Fazien an der Grenze von der Mitterberg- und Kakdecke.

Zum Ostende dieser linsenartigen, rund 4 km langen und maximal etwa 300 m breiten Einschuppung gelangt man derzeit am bequemsten auf einem Forstweg vom Schloß Kreuzen aus in östlicher Richtung, zunächst nach 1,8 km und bei 1050 m Höhe zu einer Wegverzweigung. Die linke Abzweigung führt in den Beilgraben und weiter nach Rubland. Die ersten 750 m nach dieser Abzweigung liegen ebenso wie schon der ganze übrige Weg zum Schloß im Hauptdolomit der Mitterbergdecke. Dann schließt

der eingeschuppte Wurstkalk der Nordfazies an, der nun zwischen der Mitterbergdecke mit der Nordfazies und der Kakdecke mit der Südfazies liegt, wodurch deutlich die Deckengrenze bzw. Kreuzenstörung (nach HOLLER, 1977) angezeigt wird.

Der Wurstkalk wurde hier bis auf wenige Meter tektonisch vermindert. Auf ihn folgt der ebenso eingeschuppte Partnach-Plattenkalk als ein weiterer und besonders kennzeichnender Horizont der Nordfazies mit der beachtlichen Mächtigkeit von über 200 m. Er hält mit West-Oststreichen über die Grabenquerung des Beilgrabens bei 1090 m an. Nach rund 80 m auf der östlichen Grabenseite trifft man auch noch auf eine 20-cm-Lage von überwiegend ocker gefärbtem Tuff-Tuffit, wodurch jeder Zweifel über die Richtigkeit der stratigraphischen Zuordnung dieses Horizontes ausgeräumt ist. Diese Klarstellung ist deshalb von besonderer Bedeutung, weil van BEMMELEN, anscheinend wegen der Ähnlichkeit der mehr oder wenig plattig ausgebildeten Basis der Kössener Schichten mit dem Partnach-Plattenkalk, hier Rhät vermutet hat, das aber keine Vulkanite enthält.

Vom Beilgraben zieht die Einschuppung nach West über den sogenannten Zäsargraben*) und Servitutswald*) zum Schwarzbachl*), dem nördlichsten Zufluß des Gailwandbaches. Dabei nimmt der Partnachkalk nach West hin rasch an Mächtigkeit ab, dafür aber der Muschelkalk zu. Letzterer verliert allerdings so sehr das typische Aussehen, daß seine eindeutige Identifizierung nach wie vor Schwierigkeiten bereitet. So war beispielsweise bisher nirgends mehr der Wurstkalk vom Beilgraben, aber auch kein biostratigraphisch brauchbares Fossil zu finden. Der teilweise bestehende Hochwald und die sonstige starke Vegetationsbedeckung gibt nämlich kaum einmal einen Aufschluß frei. Die tektonischen Gegebenheiten lassen aber mit großer Wahrscheinlichkeit einen Schluß auf nordfaziellen Muschelkalk zu.

Auf dem Osthang des Zäsargrabens bei 1030 m stößt man auf die ersten Anzeichen der einstigen Bergbautätigkeit, die derzeit nur mehr als Einebnungen im sonst steilen Gelände und dichten Jungwald zu erkennen sind. HOLLER konnte sie bei seinen Aufnahmen in den Jahren von 1947 bis 1955 noch folgend beschreiben: „Eine Reihe von Pingen und Schurfstellen, welche als Zäsarschürfe bezeichnet werden.“

Nach ungefähr 450 m auf einem Jägersteig gelangt man zu den ersten Schurfstellen des Servitutswaldes oder -kogels. Diese liegen rund 10 m unter dem Steig in der Rinne bei 1020 m, die knapp Nord von der St.-Johannes-Kapelle (Kote 897) nach oben zieht. Die weiteren Baue (Schurfstellen, Pingen), nach HOLLER „Die Bräuerschürfe am Servitutskogel“, verteilen sich nach West auf einer Strecke von 300 m ungefähr in

*) Die drei Lokalnamen sind nur im Katasterblatt der Forstverwaltung FOSCARI-WIDMANN in Paternion enthalten.

gleicher Höhe bis in die Nähe des Ursprungs vom Schwarzbachl und sind trotz des Hochwaldes derzeit noch gut erkennbar. Sie werden auch in der „Geschichte des Kärntner Bergbaues“ (WIESSNER, 1951:165) als ehemalige „Galmei- und Bleiabbaustellen“ aus den Jahren 1667 und 1765 genannt.

Die Untersuchungsergebnisse von hier entnommenen Proben sind aber, vor allem was den Pb- und Zn-Gehalt betrifft, eher enttäuschend. Sie lauten:

| Pb ppm | Zn ppm | Cu ppm | Sr ppm | Fe % | Mn % | Ca % | Mg % |
|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| <50 | 320 | <10 | 90 | 0,23 | 0,03 | 22,2 | 10,9 |
| <50 | 120 | <10 | 110 | 0,16 | 0,01 | 23,8 | 10,7 |
| 90 | 180 | <10 | 460 | 0,21 | 0,01 | 37,4 | 0,6 |

RÜCKBLICK

Wenn man zusammenfassend alle angeführten Analysenwerte aus dem Alpinen Muschelkalk der Nordfazies der Gailtaler Alpen vergleicht, so stellt sich heraus, daß – in der Reihenfolge der angeführten Metalle in den Tabellen betrachtet – die höheren Pb- und Zn-Werte fast ausschließlich da auftreten, wo schon bisher Bergbau betrieben wurde oder wenigstens eine Beschürfung stattgefunden hat. Vor allem das letzte Beispiel von der Kreuzen zeigt aber, daß unsere Vorfahren selbst weniger ergiebige Vorkommen und ohne die wissenschaftlichen sowie technischen Möglichkeiten der Gegenwart aufzuspüren vermochten.

Es fällt auch auf, daß die Mengenverhältnisse dieser beiden Metalle sehr verschieden sein können. Man darf also wegen der chalkophilen Eigenschaften beider Metalle bestenfalls auf ein gemeinsames Vorkommen, aber nicht zugleich auf eine quantitative Beziehung schließen.

Auch weisen häufig Proben aus nächster Nachbarschaft sehr verschiedene Metallkonzentrationen auf, die wieder Mobilationen mit gleichzeitiger Anhäufung der Erze voraussetzen, sofern man im Sinne der syndimentären Vererzung von einer ursprünglich, wenigstens einigermaßen gleichmäßigen Erzverteilung ausgeht. So zeigten alle bisher gesammelten Handstücke mit Derberz mehr oder weniger deutliche Hohlräumfüllungen und nicht etwa schichtig angeordnetes Erz. Besonders augenfällig war diese Tatsache bei den Erzproben von Stadelbach festzustellen, wo bezeichnenderweise die Brekzien die stärksten Erzanreicherungen aufweisen. Daraus geht hervor, daß selbst bei einer syngenetisch-sedimentären Lagerstättenbildung, wie sie für den Alpinen Muschelkalk außer Frage steht, für die Beurteilung der Möglichkeit einer wirtschaftlichen Nutzung eine möglichst flächenhaft dichte Probenentnahme erforderlich ist.

Beim Kupfer (Cu), dem nächsten Metall in den Tabellen, fällt auf Grund der letzten Untersuchungen auf, daß es nicht nur am Nordfuß des Alten-

bergs vorkommt, worauf ich schon im 35. Sh., S. 93, hinwies, sondern auch noch in beachtlicher Menge auf der 2–3 km im Osten benachbarten Pöllaner Höhe und in geringerem Ausmaß auch im Westen vom Altenberg beim etwas weiter entfernten Stollen am Nordfuß des Riednocks. Davon kann man ableiten, daß sich das Zentrum der Cu-Vererzung am Altenberg befindet und die Erzverteilung nach beiden Seiten allmählich und ziemlich gleichmäßig abnimmt. Die gesamte Strecke mit überdurchschnittlichem Cu-Gehalt beträgt also hier knapp 8 km.

Strontium (Sr) ist im Vergleich zu Cu durchschnittlich mehr vertreten, doch nirgends in so ausgeprägt positiver Konzentrationsanomalie, wie beispielsweise eben bei Cu. – Bei Sr konnte ich mich günstigerweise der Vergleichswerte aus den nächsthöheren stratigraphischen Stufen des Keller- sowie Erzbergs und der Villacher Alpe bedienen. Diese lieferte G. NIEDERMAYR (1975) mit seinen umfangreichen geochemischen Untersuchungen, die im allgemeinen zwischen 200 und 800 ppm schwankten. Die Ursache für die ungleich verteilten Konzentrationen vermutete er in der Abhängigkeit dieser von verschiedenen Bedingungen, u. a. auch vom Vulkanismus. Dafür wäre tatsächlich der Partnach-Plattenkalk, wo G. NIEDERMAYR die höchsten Werte (340–2100 ppm) am Kellerberg feststellte, mit seinem nachgewiesenen regen Vulkanismus ein überzeugender Beleg. Weiters würde diese Vorstellung auch die durchwegs niedrigen Sr-Werte an der Basis des Alpenen Muschelkalks erklären, denn der dem vererzten Alpenen Muschelkalk nächste Vulkanismus tritt an der Grenze vom Anis zum Ladin, also – bei ungestörtem Schichtverband – erst im Abstand von 300 bis 400 m auf.

Nun bleiben in unserer Reihe der erzbildenden Analysenmetalle noch Eisen (Fe) und Mangan (Mn) zu behandeln, die in der Natur immer mehr oder weniger gemeinsam vorkommen, was wiederum seinen Grund im ähnlichen Atombau (chemische Affinität!) hat. Bezüglich ihres Vorkommens im Alpenen Muschelkalk der Nordfazies fiel auf, daß sie im Vergleich zu den sonstigen, mir bekannten Pb-Zn-Lagerstätten verhältnismäßig viel vertreten sind. Das Mengenverhältnis dieser beiden Metalle zueinander ist aber begrifflicherweise wegen der verschiedenen Entstehungsbedingungen der Lagerstätten auch hier, wie überall, kein mathematisch lineares. Immerhin kann aber beobachtet werden, daß mehr Fe auch immer mehr Mn zur Folge hat. Das Fe besitzt dabei fast immer ein starkes Übergewicht, was nicht überrascht, denn es ist auch insgesamt in der Erdkruste unvergleichlich mehr enthalten als Mn.

Die letzten zwei Elemente unserer Analysen, die Leichtmetalle Kalzium (Ca) und Mangelium (Mg), sind in chemischer Hinsicht gleich zu bewerten wie vorhin Fe und Mn, daher auch ihre Vergesellschaftung in der Natur. In unserem Fall zeigt das Mengenverhältnis dieser beiden Leichtmetalle deutlich auf, daß die Vererzung im Alpenen Muschelkalk der Nordfazies in den Gailtaler Alpen fast ausschließlich an Dolomit gebun-

den ist, wodurch meine diesbezügliche Aussage schon zu Anfang meines Beitrages auch geochemisch bestätigt wurde. Daraus ergibt sich wiederum der Schluß, daß die Bedingungen für die Dolomitisierung auch auf die Vererzung einen entscheidenden Einfluß ausgeübt haben mußten.

Im direkten und umfassenden Vergleich zum Hauptvererzungsgebiet Bleiberg-Kreuth ergibt sich also, daß die Vererzung im Alpenen Muschelkalk der Nordfazies in den Gailtaler Alpen bezüglich ihres Pb-Zn-Gehaltes stark zurückbleibt. Sie weist zwar im Streichen eine beträchtliche Ausdehnung auf, doch ihre vertikale Verteilung scheint sehr beschränkt zu sein. Hier fehlen offensichtlich die schichtdiskordanten Erzkörper von Bleiberg und Mežica am Ostende der Karawanken, wo I. ŠTRUCL (1981:314), trotz Annahme einer syngenetisch-sedimentären Vererzung, sogar eine Teufenerstreckung von über 600 m feststellen konnte.

Diese schichtkonkordante Vererzung im Muschelkalk erkannte man allem Anschein nach schon gleich zu Beginn des ehemaligen Bergbaues in diesem Bereich, denn seine Spuren sind nämlich nicht nur auf den behandelten schmalen Horizont beschränkt, sondern die Stollen sind auch nach dem Fallen und Streichen dieses Horizontes ausgerichtet.

Die lithofazielle Abhängigkeit der Vererzung würde aber gut mit den mikrofaziellen und geochemischen Untersuchungsergebnissen von I. CERNY (1977) im Alpenen Muschelkalk der Karawanken übereinstimmen, welche E. SCHERIAU-NIEDERMAYR (1973) sogar für den gesamten Drauzug (Lienzer Dolomiten, Gailtaler Alpen, Nordkarawanken) und für alle Stufen der Trias nachweisen konnte.

Ein nicht unwesentlicher Nachteil der Pb-Zn-Erze des Alpenen Muschelkalks, wenn man an ihre Verhüttung denkt, soll schließlich nicht verschwiegen werden, der durch die teilweise beträchtliche Beimengung anderer Metalle verursacht wird. So wird die „Bleiriese“ am Nordwesthang des Golsernocks bezeichnenderweise zweimal, vollkommen getrennt voneinander, in der „Geschichte des Kärntner Bergbaues“ behandelt, und zwar sowohl im 2. Teil (Buntmetallbergbau – WIESSNER, 1951) als auch im 3. Teil (Kärntner Eisen – WIESSNER, 1953). Obwohl die „Bleiriese“, wie schon aus dem Namen hervorgeht, vor allem als Abbaugbiet für Bleierz, und zwar sogar als das bedeutendste des Alpenen Muschelkalks der Nordfazies gilt, kann man trotzdem im 3. Teil der Bergbaugeschichte des Eisens in Kärnten auf Seite 174 lesen: „Das Eisenerz von der Bleiriese gäbe zwar pro Zentner 45 Pfund und oft noch mehr, aber das Eisen ist nicht zu schweißen und wird ganz schlufbrig wegen des allzu vielen Schwäbels, Arseniums und Bleis.“ – Das Blei wird also hier überraschend sogar als Störfaktor angeführt. – Mit „Schwäbel“ ist natürlich nur der an das Pb und Zn gebundene Schwefel und nicht etwa der freie Schwefel gemeint. – Das Arsen scheint hier neu auf, aber wohl nur, weil es bei den Untersuchungen im Labor der BBU geochemisch nicht erfaßt wurde. Gerade die Erwähnung dieses Elementes kann für Mineralsammler als Hinweis dafür

dienen, daß sich möglicherweise bei den Erzen des Alpenen Muschelkalks durchaus noch weitere, interessante Beimengungen verbergen. Diese Vermutung steht allerdings im teilweisen Gegensatz zur Bemerkung von E. SCHROLI (1976:278) über Bleiglanz und Zinkblende, „daß sich sedimentäre Bildungen im allgemeinen arm an vielen Begleitmetallen erweisen“.

Daß die Bezeichnung „Bleiriese“ nach heutigem Wissensstand nicht nur im Hinblick des häufig und reichlich beigemengten Eisens einseitig und dadurch irreführend ist, beweist auch eine der oben angeführten Analysen mit 40.500 ppm Zink bei nur 8.300 ppm Blei.

Der letzte Vergleich erinnert auch noch an die verschiedene praktische Bedeutung dieser beiden Metalle in der historischen Vergangenheit. Blei gehört nämlich zu den wenigen, seit Beginn der Menschheitsgeschichte (vor etwa 10.000 Jahren!) verwendeten Metallen, denn wegen des verhältnismäßig niedrigen Schmelzpunktes konnte es leicht aus seinen Erzen erschmolzen werden. Dazu ist das wichtigste Pb-Erz, der Bleiglanz, optisch auffällig und damit auch sehr geeignet, die Aufmerksamkeit auf sich zu lenken. Dagegen wurde Zink erst im 16. Jahrhundert n. Chr. als selbständiges Element bzw. Metall erkannt, und die Zinkblende als wichtigstes Erz ist im Vergleich zum Bleiglanz in der Farbe meist ganz unauffällig. Die „Bleiriese“ hatte aber, durch Urkunden belegt, schon spätestens im 15. Jahrhundert n. Chr. ihren Namen, also zu einer Zeit, als Zink noch gar nicht bekannt war. Daher konnte es auch schon aus diesem Grunde auf den Namen dieser Örtlichkeit keinen Einfluß nehmen.

LITERATUR

- ANDERLE, N. (1977): Gologische Karte der Republik Österreich, Blatt 200, Arnoldstein, 1:50.000, herausgegeben von der Geologischen Bundesanstalt, Wien 1977.
- BEMMELN, R. W. van (1961): Beitrag zur Geologie der Gailtaler Alpen. Jb. d. Geol. Bundesanstalt Wien, 104:213–273.
- CERNY, I. (1977): Zur Fazies- und Blei/Zink-Vererzung im „Anis“ der Karawanken. Carinthia II, 167./87.:59–78, Klagenfurt.
- HOLLER, H. (1977): Geologisch-tektonische Aufnahmen westlich der Bleiberger Lagerstätte. 33. Sonderheft der Carinthia II, Klagenfurt.
- KÖNIG, H. (1975): Geologie des Kellerberges (Gailtaler Alpen, Kärnten) und mikrofaziale Untersuchungen im Grenzbereich Zwischendolomit/Plattenkalk (Anis der Gailtaler Alpen, Kärnten). S. 1–89, 37 Abb., 3 Tab., 1 Kte., Diplomarbeit Univ. Freiburg i. B.
- KOSTELKA, L. (1962): Geochemische Untersuchungen im alpinen Buntmetallbergbau, Carinthia II, 152./72.:97–105, Klagenfurt.
- NIEDERMAYR, G., H. SUMMERSBERGER und E. SCHERIAU-NIEDERMAYR (1975): Über zwei Coelestinvorkommen in der Mitteltrias der Gailtaler Alpen, Kärnten. Ann. Naturhist. Mus., Wien, 79:1–7.
- NIEDERMAYR, G. (1982): Kupfer-Vererzungen in der Permtrias der Gailtaler Alpen. Der Karinthin. Herausgegeben vom Naturwiss. Verein für Kärnten, Fachgruppe Mineralogie und Geologie, Klagenfurt.

- SCHERIAU-NIEDERMAYR, E. (1973): Geochemische Untersuchungen über die Verteilung von Zink und Blei in den mesozoischen Gesteinen des Drauzuges und der Karawanken. Carinthia II, 83./163.:147–168, Klagenfurt.
- SCHROLL, E. (1976): Analytische Geochemie. Grundlagen und Anwendungen, Band II, F.-Enke-Verlag, Stuttgart.
- ŠTRUCL, I. (1981): Die schichtgebundenen Blei-Zink-Lagerstätten Jugoslawiens. Mitt. Österr. Geol. Ges., 74/75, 1981/82:307–322, Wien.
- WARCH, A. (1979): Perm und Trias der nördlichen Gailtaler Alpen. 35. Sonderheft der Carinthia II, Klagenfurt.
- WIESSNER, H. (1951): Geschichte des Kärntner Bergbaues. 2. Teil: Geschichte des Kärntner Buntmetallbergbaues mit besonderer Berücksichtigung des Blei- und Zinkbergbaues.
- (1953): Geschichte des Kärntner Bergbaues. 3. Teil: Kärntner Eisen. Klagenfurt.

Anschrift des Verfassers: OStR. Mag. Dr. Adolf WARCH, 9800 Spittal/Drau, Bahnhofstraße 5/35.