BERGKNAPPE 2015

GRAUBÜNDEN
GRISCHUN
GRIGIONI

Freunde des Bergbaus in Graubünden, FBG
Amis da las minieras en il Grischun, AMG
Amici delle miniere nel Grigioni, AMG

Doppelnummer 126/127
September
39. Jahrgang

TAGUNGSBAND

18. Internationaler Bergbau- und Montanhistorik-Workshop in Andeer (Schweiz) vom 29. September bis 3. Oktober 2015

GRAUBÜNDEN
GRISCHUN
GRIGIONI

Freunde des Bergbaus in Graubünden, FBG
Amis da las minieras en il Grischun, AMG
Amici delle miniere nel Grigioni, AMG
und die Partnervereine

Die Blei-Zink-Lagerstätten im Wettersteinkalk der Nördlichen Kalkalpen im Raum Bad Reichenhall – Inzell (Bayern)

Michael K. Läntzsch, Gröbenzell

Motto: «Die Zeiten sind vorüber, wo man mit einem Schein von Berechtigung für jede Zinkblende und Bleiglanz Vorkommnis eine direkte Stoffzufuhr aus der Tiefe durch Thermaltätigkeit annehmen konnte. Die fortschreitende Erkenntnis der Bildungsbedingungen der Sedimentgesteine und der Gesetze, welche ihre Umbildung ihre Diagenese (Umbildung lockerer Sedimente zu festem Gestein) beherrschen, gibt uns die Fingerzeige, welche uns dem Verständnis auch dieser Kreisläufe näher zu bringen vermögen.»

K. Andree, 1912

Eine mutige und avantgardistische Aussage zu einer Zeit, als die «allein gültige» Lehrmeinung der Plutonisten (J. Huston 1726-1779) noch lange nachwirkte. Vor 1914 vertrat das Preussische Geologische Landesamt die inzwischen nicht mehr haltbare Theorie der epigenetischen Lagerstätten, d.h. die Erze sind jünger als das Muttergestein. Schneiderhöhn vertrat ab 1905 die Theorie der hydrothermalen Lagerstätten, die später nur noch von wenigen Forschern angezweifelt wurde. Der erste bayerische Geologe Mathias Flurl schrieb bereits 1792 in seiner «Beschreibung der Gebirge von Baiern und der oberen Pfalz» über den Rauschberg bei Inzell: «*Höhlungen ... erst in etwas späteren Zeiten, wo erzschwangeres Wasser über den selben gestanden sein mag, zog sich selbes in diese Höhlungen, setzte die in ihm aufgelösten Erzteile ab...*». 1861 schrieb der königliche Bergmeister C.W. Gümbel in seiner «Geognostischen Beschreibung des bayerischen Alpengebirges»: «Die Erze sind auch hier putzen- und nesterweise ja selbst in feinen Körnchen *ursprünglich* in dem in den festen Kalksteinen lagerweise eingesprengt erhalten. Aus diesen zerstreuten Erzpunkten haben sich durch *nachfolgende Umbildung* ... die metallischen Substanzen unter der Vermittlung des *Wassers und der Luft* auf grössere Spalten und Klüfte *angesammelt* und *regeneriert*. Dieses *sekundäre Erzvorkommen* hält sich daher an die Richtungen und Klüfte.»

Moderne Lagerstättenforscher können Flurls richtige Theorie als «hydratisch deszendente Lagerstättentheorie», d.h. Theorie der absteigenden wässrigen Erzlösungen, bezeichnen. Gümbel muss als der eigentliche Vater der syngentischen Entstehung der

Abb. 1: Die Maximilian Zeche im Rauschberg Revier 1 ist auch historisch belegt eine Höhle mit 35 m Höhe und 110 m Länge.

Abb. 2: Diese Abbildung zeigt Sinterbildungen in der Maximilian Zeche.

primären Erze und der Diagenese – diesen Begriff hat Gümbel geprägt – und der späteren Anreicherung in tieferen Lagen, d.h. sekundären Lagerstätten, bezeichnet werden. Es dauerte bis 1953, als H.J. Schneider (München) unter Prof. Maucher und 1954 K.C. Taupitz (Clausthal) bei Prof. Borchert mit ihren Arbeiten den endgültigen Durchbruch einläuteten. Nach heftigen Diskussionen wurde die Theorie der syngentischen Erzentstehung allgemein anerkannt. Man versteht darunter, dass die Erzanreicherung gleichzeitig mit der Sedimentation des späteren Muttergesteins unter dem Meeresspiegel erfolgt ist. Damit ist für eine grosse Anzahl der Blei-Zink-(Pb-Zn)-Vorkommen die Theorie der hydrothermalen Lagerstättenbildung hinfällig geworden. Letztere geht davon aus, dass sich aus dem, tief in der Erdkruste liegenden Pluton unter hohem Druck und Temperaturen bis zu 450°C wässrige, metallhaltige Lösungen ausbilden, beim Aufsteigen abkühlen und dabei hoch-mittel-niedrig temperierte Mineralgruppen abscheiden.

Die niedrigen Metallkonzentrationen von Blei (Pb) und Zink (Zn) in der Erdkruste bzw. im Ozeanwasser (Pb: 14-20 mg/kg bzw. 3,0 μg/L; Zn: 50-75 mg/kg bzw. 10 μg/L) verlangen sehr hohe Anreicherungen für abbauwürdige Lagerstätten; darauf wird später eingegangen.

Allgemeine Gliederung der Pb-Zn-Lagerstätten nach I. Cerny (1989)

1. Submarin-exhalative Lagerstätten: Erzzufuhr ausschliesslich durch ausströmende vulkanische Dämpfe und Gase; schichtgebunden (strata-bound) auf vulkanisch gebildetem Untergrund.
2. SEDimentär-EXhalative Lagerstätten (SEDEX): Erzzufuhr ausschliesslich durch ausströmende vulkanische Dämpfe und Gase; schichtgebunden (strata-bound) auf sedimentärem Untergrund.
3. Karbonatgebundene sulfidische Lagerstätten: Einteilung nach Sawkins (1984) weltweit in 3 Lagerstättentypen:
   - 3.1 Mississippi-Valley-Typ (Metallgehalt > 200 Mio. T)
   - 3.2 Alpiner Lagerstättentyp (Metallgehalt > 10 Mio. T)
   - 3.3 Irischer Typ (Metallgehalt > 50 Mio. T)

Abb. 3: zeigt syngenetisch gebildete Zinkblende in Calcit mit Greenockit-Beschlag (Aufsammlung H.J. Schneider).

Der Nordalpine Lagerstättentyp kann durch folgende Beschreibungen charakterisiert werden:

1. Die Erzablagerung und Anreicherung erfolgte im Riffgürtel der Tethys.
2. Die im Ladinium bis Cordevolium gebildeten synsedimentären Erze sind stets mit anoxischer (bituminöser) Fazies verknüpft.
3. Die Erzzusammensetzungen sind durch Fazies und Tektonik kontrolliert.
4. In der Oberen Trias kam es mehrfach zu Regressionen (Rückzügen) und folgender Transgressionen (Überflutungen) durch Änderungen des Meeresspiegels.
5. Beim wiederholten Trockenfallen der Erzablagerungsgebiete sind die Vorkommen terrestrischen Einflüssen ausgesetzt. Beispielsweise fördert der Süsswassereintrag die Verkarstung. Bei nachfolgender Transgression können sich in den Hohlräumen neue Erzablagerungen bilden.

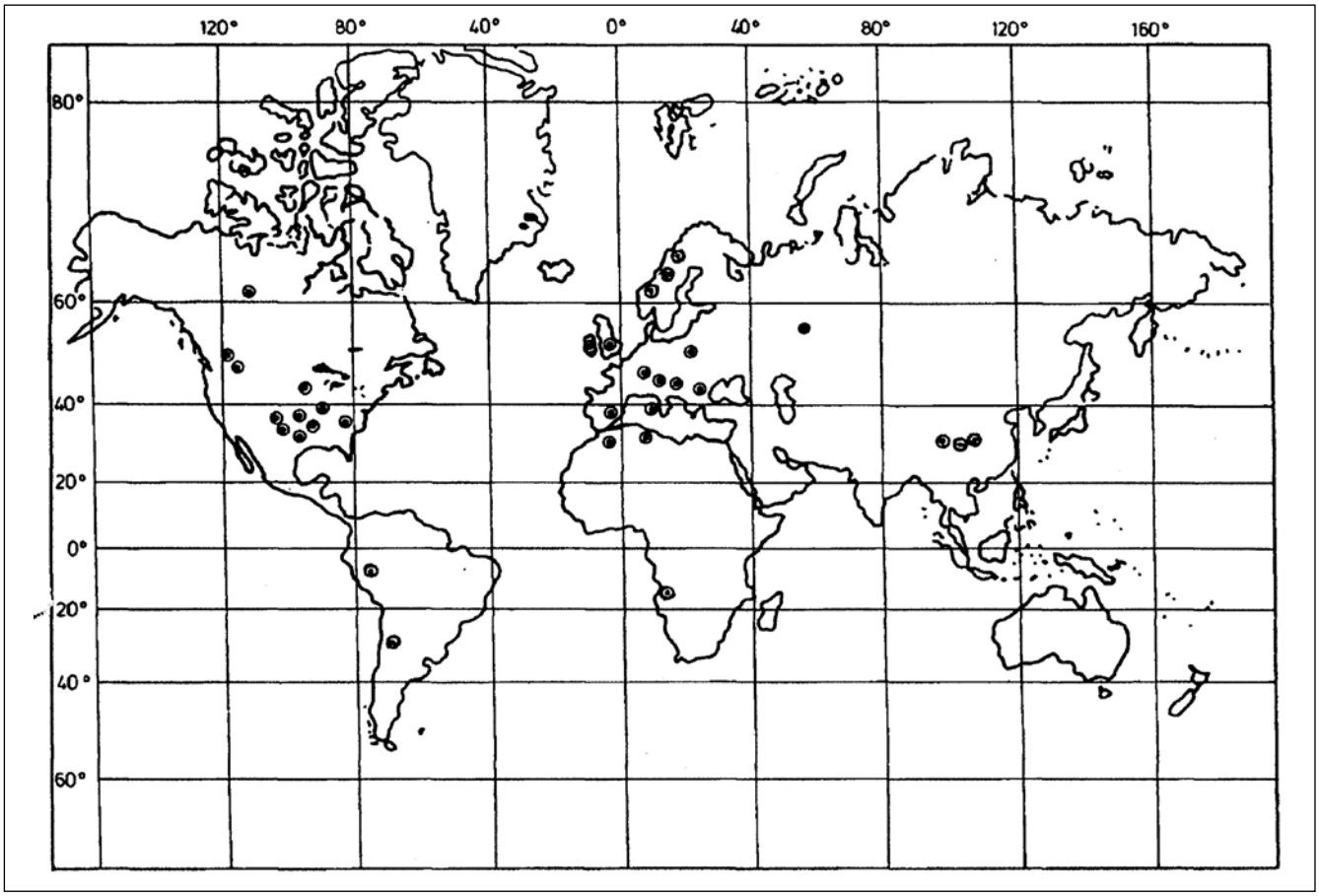
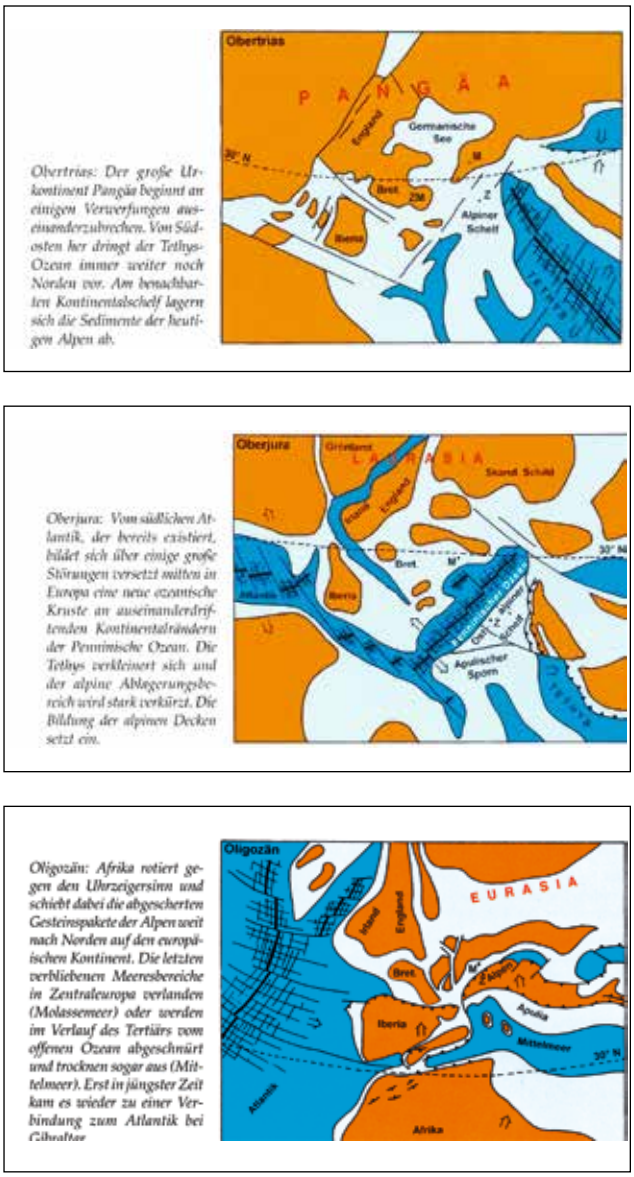


Abb. 4: zeigt eine nicht zufällig signifikante Häufung der, an Karbonate gebundenen Pb-Zn-Lagerstätten zwischen dem 30. und 50. Breitengrad. Dazu gehören auch die synsedimentären Lagerstätten in den triassischen Kalkgesteinen der nördlichen und südlichen Alpen.

6. Durch die Auflast der im Jura und in der Kreidezeit abgelagerten Gesteinspakete auf die erzführenden ladinischen und cordevolischen Schichten entstehen Druck-Temperatur-(p-T)-Bedingungen, bei denen Erze in einer Weise verändert wurden, die der Bildungen hydrothermaler Lagerstätten ähnlich sehen.
7. Fazies-bedingte, stellenweise hohe Gehalte an Fluorit und Baryt.



Obertrias: Der große Urkontinent Pangäa beginnt an einigen Verwerfungen auseinanderzubrechen. Von Südosten her dringt der Tethys-Ozean immer weiter nach Norden vor. Am benachbarten Kontinentalschelf lagern sich die Sedimente der heutigen Alpen ab.

Oberjura: Vom südlichen Atlantik, der bereits existiert, bildet sich über einige große Störungen versetzt mitten in Europa eine neue ozeanische Kruste an auseinanderdriftenden Kontinentalrändern der Penninische Ozean. Die Tethys verkleinert sich und der alpine Ablagerungsbereich wird stark verkürzt. Die Bildung der alpinen Decken setzt ein.

Oligozän: Afrika rotiert gegen den Uhrzeigersinn und schiebt dabei die abgescherten Gesteinspakete der Alpen weit nach Norden auf den europäischen Kontinent. Die letzten verbliebenen Meeresbereiche in Zentraleuropa verlanden (Molassemeer) oder werden im Verlauf des Tertiärs vom offenen Ozean abgeschnürt und trocknen sogar aus (Mittelmeer). Erst in jüngster Zeit kam es wieder zu einer Verbindung zum Atlantik bei Gibraltar.

Abb. 5a, b, c: Die Häufung der Pb-Zn-Lagerstätten zwischen dem 30. und 50. Breitengrad wird durch die Plattentheorie von A. Wegener verständlich. Im Zeitraum zwischen Oberer Trias, Oberen Jura und Oligozän führen Pattenbewegungen im Bereich der Tethys zur Alpinen Orogenese.

8. Die Erzvorkommen sind synsedimentär und meist auch syndiagenetisch.
9. Die Vererzung steht im Zusammenhang mit grosstektonischen Ereignissen, wie z.B. das Periadriadtische Lineament, eine sogenannte syntektonische Diagenese.
10. Nordalpine Lagerstätten sind:
    - konkordant – ungestörte Ablagerung von jungen auf älteren Schichten oder
    - diskordant – mit Schichtlücke auf noch älteren Schichten abgelagert, daher auch als sekundäre Lagerstätten bezeichnet.

Fakten zur Entstehung der synsedimentären alpinen Pb-Zn-Lagerstätten

- Zeitstellung: Mittlere Trias / Ladinium-Cordevolium; Dauer: 13Ma
- Druck durch auflastende jüngere Schichten: 8.83bar → 90T/m²
- Temperatur für die Umformung der Erze im Wettersteinkalk: Ø 100°C; max. < 200°C
- Erzbildner: Silber (Ag), Blei (Pb), Zink (Zn)
- Begleitelemente: Barium (Ba) in Baryt, Fluor (F) in Fluorit, Silicium (Si), Eisen (Fe), Antimon (Sb), Arsen (As), Kupfer (Cu), Wolfram (W), Molybdän (Mo), Vanadium (V), Strontium (Sr), Gallium (Ga), Germanium (Ge). Baryt und Fluorit kommen nicht in diskordanten Lagerstätten vor!
- Gangart: Calciumkarbonat/Calcit ($CaCO_3$); Magnesiumkarbonat/Dolomit ($MgCO_3$)
- Zu Reaktionen fähige Gase und Elemente: Schwefelwasserstoff (H_2S), Sauerstoff (O_2), Kohlendioxid (CO_2). Grösstenteils durch Vulkanausbrüche örtlich stark angereichert: Fluor (F), Schwefeltrioxid (SO_3), Chlor (Cl), Ammoniak (NH_3 bzw. $[NH_4]^+$), Schwefel (S) und die daraus entstehenden Säuren: Kohlensäure (H_2CO), Schweflige Säure (H_2SO_3), Salzsäure (HCl), Fluorwasserstoffsäure (HF); beim Ausbruch des Popocatepetl 1986-88 wurden täglich 10 000 Tonnen SO_3 ausgestossen.

Herkunft der Metalle:

1. Aus primären synsedimentären Lagerstätten durch H_2S-Ausfällung
2. Exhalativ (vulkanische Gase und Dämpfe)
3. Aus Vulkanausbrüchen
4. Durch terrestrischen Eintrag aus Pb-Zn-reichen alten Gesteinen

Die Mineralisationsphasen nach Taupitz (1954)

Phase 1 ist gefügemässig als sedimentär gekennzeichnet.

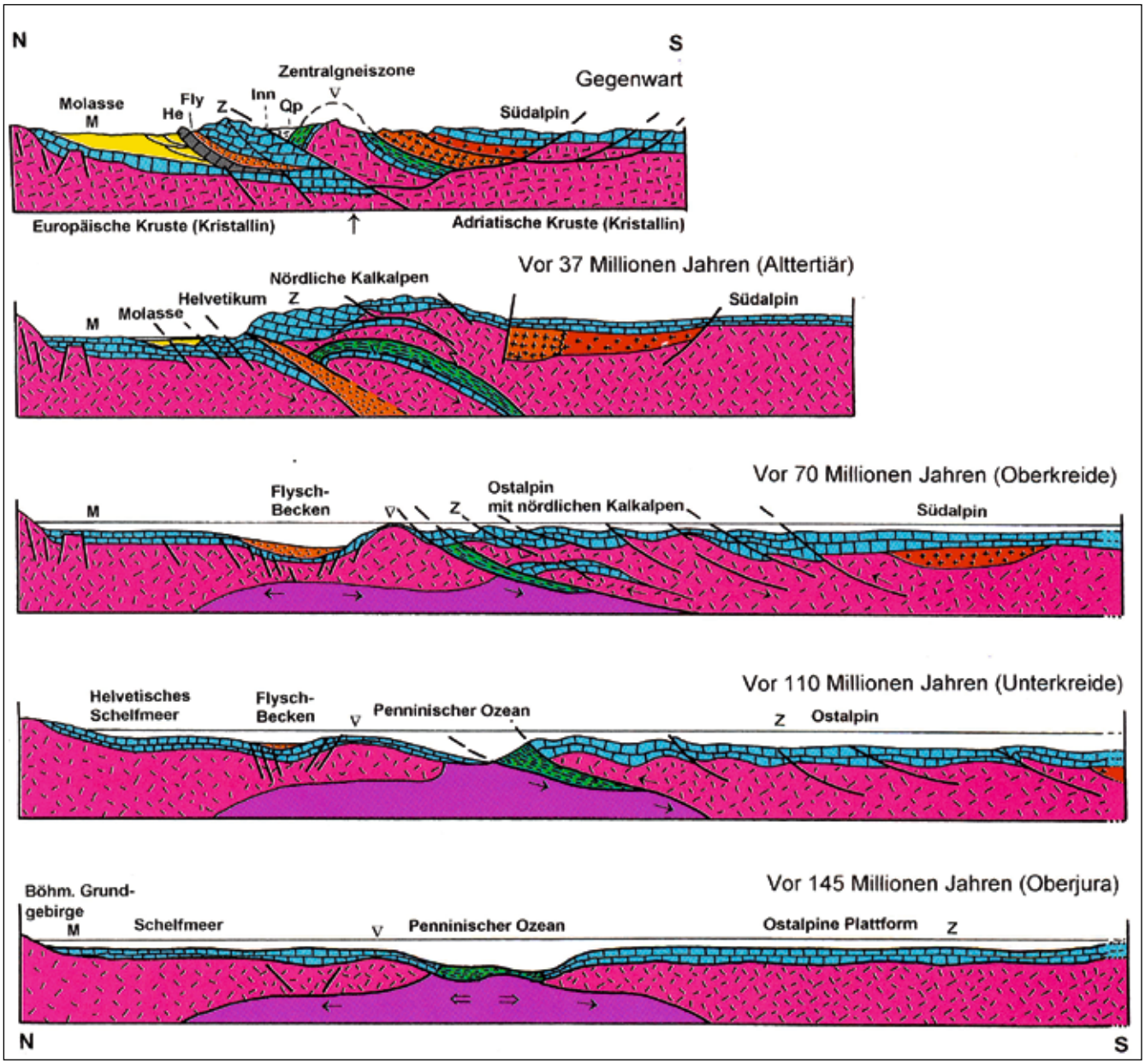


Abb. 6: zeigt den durch die Plattenbewegung verursachten Deckenbau der Alpen.

Phase 2 und 3 zeigen Mineralisationen, die aus Lösungen gebildet worden sind. Solche Bildungen aus wässrigen Lösungen sollen nach A. Maucher als hydratische Bildungen bezeichnet werden.

Phase 2 Die Lagerstättenbildung ist deutlich vor der Faltungstektonik einzuordnen. Während der «diagenetisch-hydratischen Phase» (Maucher) werden die Erzschlämme und Gele durch Druck und Temperatur unter Wasser verfestigt (p-T-Bedingungen).

Phase 3 nach der ersten grösseren Faltung – präcenomane bzw. prägosauische Faltung. Sie ist als «syntektonisch-hydratische Phase» zu bezeichnen. Es herrschen hier Ausfüllungen tektonisch und/oder durch Auslaugung gebildeter Hohlräume vor. Es findet ein mehrfacher Wechsel von Auflösung und Mineralabsatz statt.

Phase 4 wird als deszendent (absteigend) oxidische Phase bezeichnet. Es herrschen stark oxidierende Bedingungen. Die sulfidischen Erze werden oxidiert und umgelagert. Deszendent wird im Cordevolium Eisenhydroxid, Vanadium und Molybdän aus arider Verwitterung zugeführt.

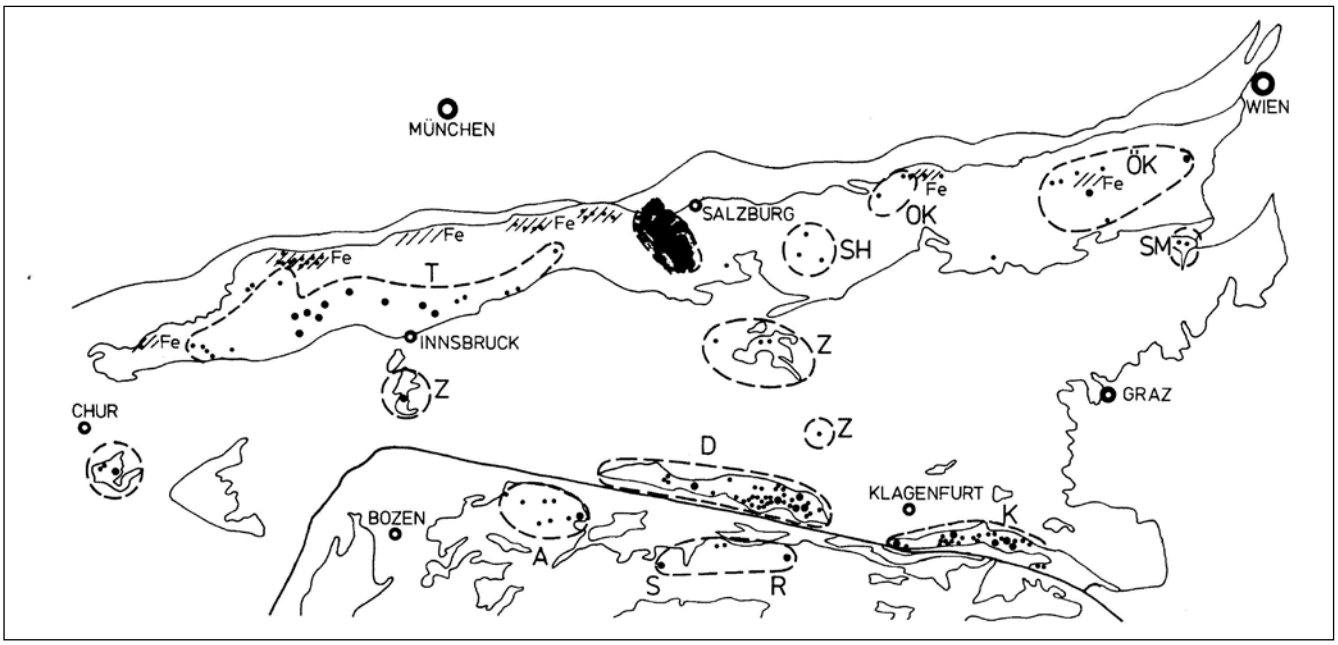


Abb. 7: Die Verteilung der triassischen Pb-Zn-Mineralisation in den östlichen und südlichen Alpen. Gebiete der Erzvorkommen: S,R Salifossa-Raibl, A Auronnzo, D, K Drauzug, Karawanken, Z Zentralalpen, G Graubünden, T,B Nordtirol und Bayern, SH Salzkammergut, OK Oberösterreich, Ök Niederösterreich, SM Semmering, Fe triassische Eisenvorkommen. (Schroll (1983), (übersetzt vom Verf.).

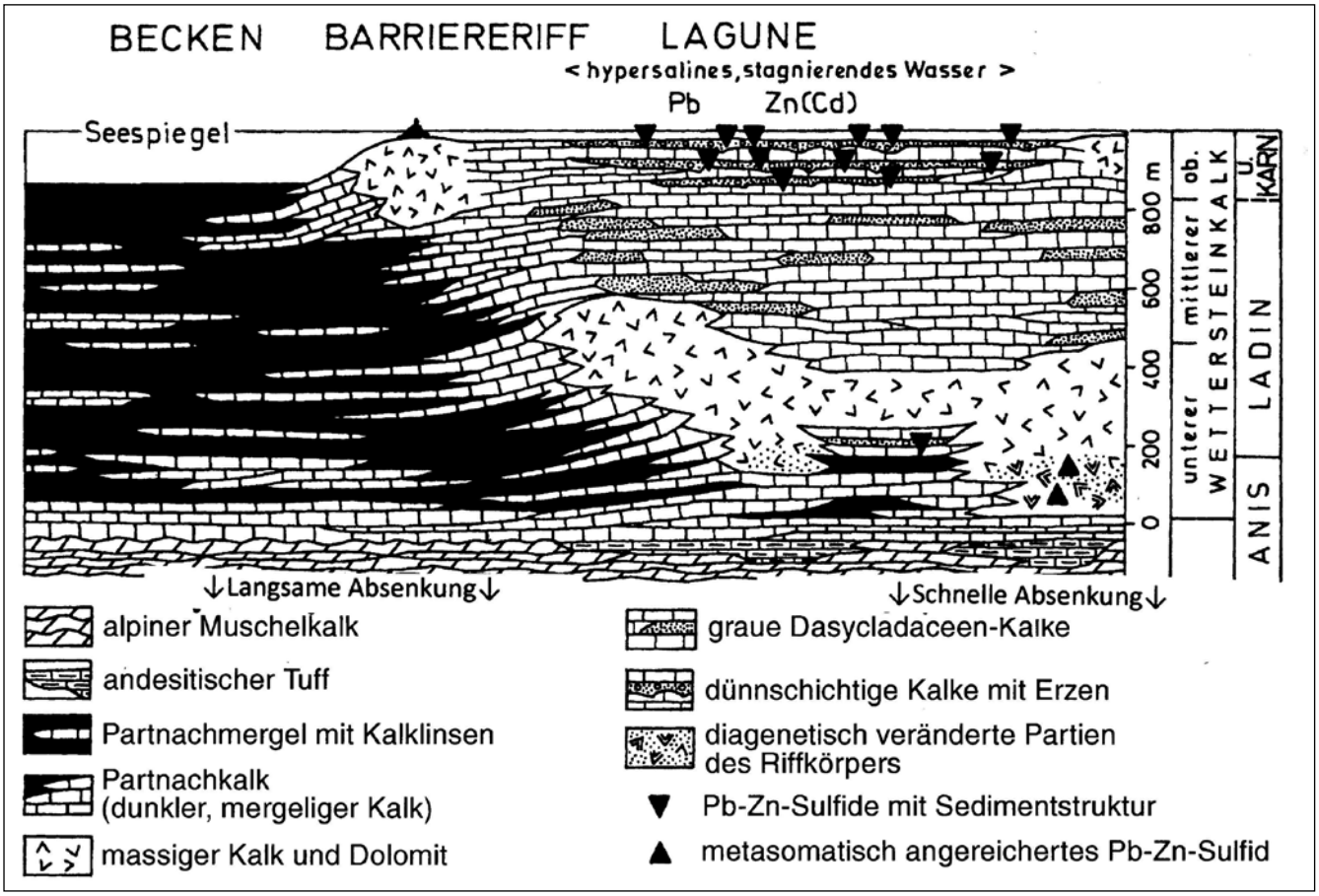


Abb. 8: Entwicklung eines Plateauriffs im Ladinium.

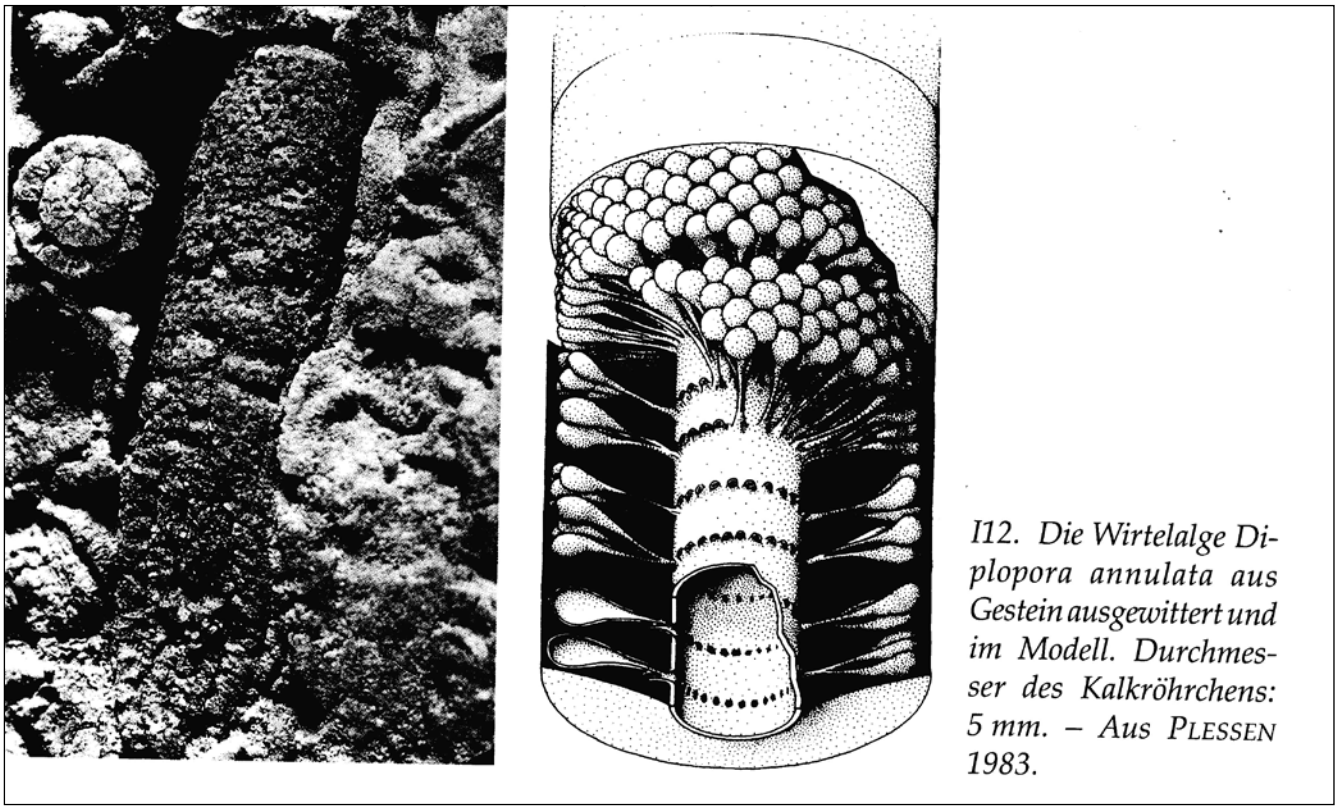


Abb. 9: Riffbildner die Wirtelalge.

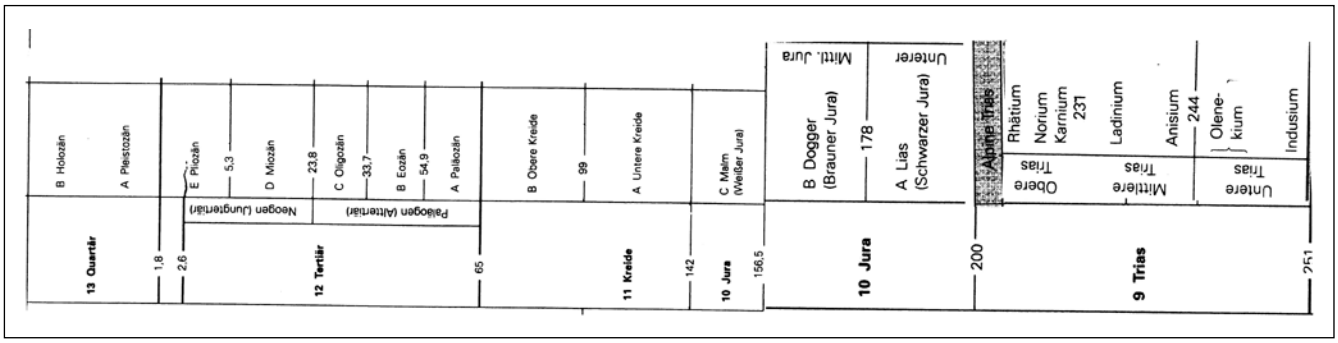


Abb. 10: Stratigraphische Tabelle der Trias bis Holozän.

Entstehung der synsedimentären Lagerstätten in den Riffen des Ladiniums

Auf dem nördlichen Schelfrand der Tethys bildeten sich Strandriffe, oft mehrere hundert km lange Barriereriffe und Atolle. Der für die Metallogenese wichtige Bereich liegt in dem supratidalen Bereich. Das ist die sporadisch kurz überflutete Spritzwasserzone oberhalb der Gezeitenzone. Bei den, im Ladin herrschenden ariden, d.h. trockenen und heissen Bedingungen bilden sich in Vertiefungen anoxische Sedimente, unter Sauerstoffabschluss gebildeter Faulschlamm. Dabei entsteht Schwefelwasserstoff (H_2S), der in den, durch Verdunstung angereicherten Metalllösungen sulfidische Erze abscheidet. Bei Gegenwart von Chlor-Ionen werden bei hypersalinen Verhältnissen, d.h. bei einem Salzgehalt < 5%, vor allem Blei und Zink abgeschieden.

Eine ausreichend mächtige und bauwürdige Lagerstätte hängt von folgenden Parametern ab:

- Ausreichend lang andauernde Ausfällungsbedingungen
- Subsidenz, d.h. räumlich begrenztes Absinken. Die Lagunen lagen im Ladin in Bereichen schneller, langfristiger Subsidenz. Deshalb wurden im Anis und Ladin Wettersteinkalke mit einer heutigen Mächtigkeit von bis zu 2000 m abgelagert.
- Häufiger Wechsel von Regression und Transgres-

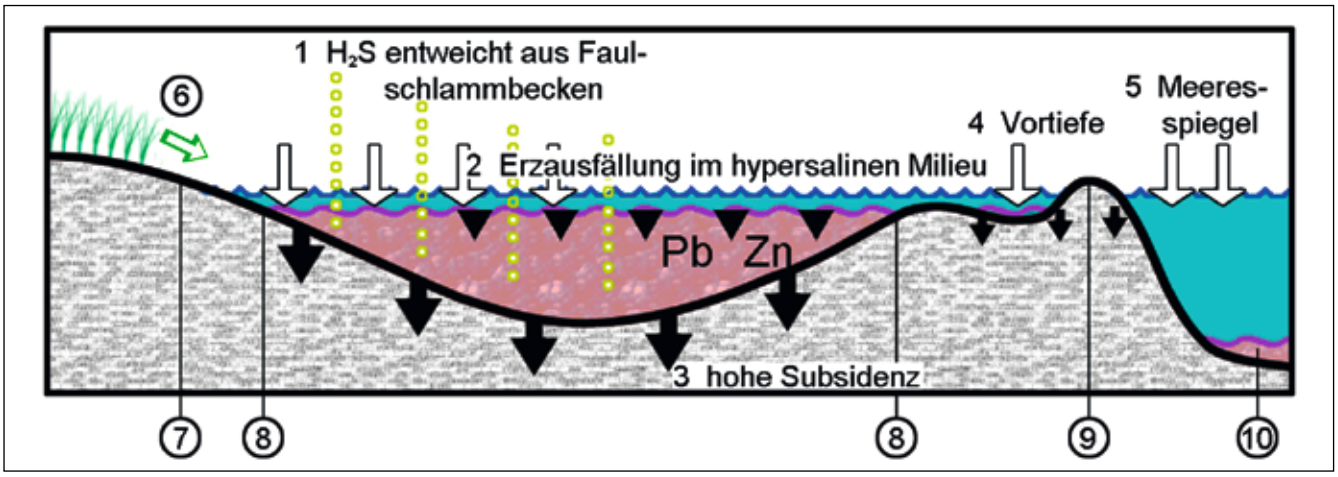


Abb. 11: Vereinfachte schematische Darstellung der Erzablagerung in der oberen Trias im Ladinium und unteres Karn vor 238 Ma; Dauer: 10 Ma.
⑥ Windabtragung und Eintrag von Staub
⑦ Terrestrische Abtragung und Eintrag
⑧ Anoxisches Sedimentbecken (Faulschlamm)
⑨ Riffkamm trennt offenen Ozean von der Lagune
⑩ Primäre sulfidische Ablagerung auf dem Schelf

sion und dadurch zeitweises Trockenfallen und terrestrische Verwitterung bei aridem Klima. Oberflächliche Verkarstung und damit Schaffung von Wegsamkeiten sowohl für deszendente meteorische Wasser, als auch für aszendente Brines, d.h. aufsteigende Salzlösungen.

- Erhöhte Metallgehalte durch regionale, unter dem Meeresspiegel auftretende vukanische Exhaltionen.
- Bei Nähe zum Festland, Erhöhung des Mineralgehaltes durch Einträge von Verwitterungsprodukten aus dem erzreichen Bergland.

Entstehung der Lagerstätten Rauschberg und Staufen

Vereinfachte schematische Darstellung der Erzablagerung in der Oberen Trias im Ladinium-Cordevolium vor 238 Ma; Dauer: 11 Ma

Im Cordevolium hatte sich der Meeresspiegel gesenkt und es herrschte an Land arides Klima. Es beginnt durch Eintrocknung die Verfestigung der Ablagerung, die Diagenese. Durch sporadischen Vulkanismus lagern sich auch vulkanische Tuffschichten ab. In den vulkanisch aktiven Zeiten führten erhöhte Gehalte an klimaschädlichen Gasen zu Epochen mit starken Regenfällen, die zur Verkarstung der abgelagerten Kalke führten. Die durch H_2O und CO_2 entstandene Kohlensäure sickerte zusammen mit O_2-haltigen Oberflächenwässern in die Erzschichten. Der Sauerstoff wird zur Oxidation der anoxischen Sedimente verbraucht und dabei entsteht vor Ort weiteres $CO_2 \rightarrow H_2CO_3$. Dieses führt mit der von oben zugeführten Säure zur Umsetzung der Metallsulfide zu Metallcarbonaten und zur Auflösung von Kalkschichten in der Nähe der Erze. Carbonatische Pb-Zn-Verbindungen (10-15mg/l) sind wesenlich löslicher als Sulfide von Pb und Zn (10^{-6}mg/l). Bei günstigem Stand des Grundwassers können die Pb-Zn-Carbonate geringfügig nach unten absinken. $FeCO_3$ ist schlecht wasserlöslich und bleibt zurück.

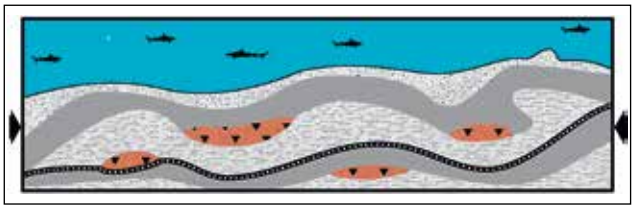


Abb. 12: Im Obereren Karnium (Obere Trias) ist der Meeresspiegel wieder gestiegen und so bleibt es bis zum Ende des Juras. Alle Ablagerungen – bis zu 3000 m – lasten unter dem Meeresspiegel auf unserer Lagerstätte! Durch den hohen Druck (p) und erhöhter Temperatur (T) herrschen p-T-Bedinungen: p < 300 atü; T: Ø 100°C. So entsteht die frühdiagenetische Umlagerung. In der folgenden Kreidezeit findet die Hauptumlagerung statt. Der Mineralbestand wird nicht verändert; die Lagerstätte verschiebt sich nur wenig nach unten. In der Unteren Kreide / Unteres Cenoman oder alpine Untere Gosau beginnt in der Tethys die Deckenüberschiebung, verursacht durch die, auf die Euroasiatische Platte sich zubewegende Afrikanische Platte. Beginn vor 99 Ma; Dauer bis zum Auftauchen der Alpen: 53 Ma.

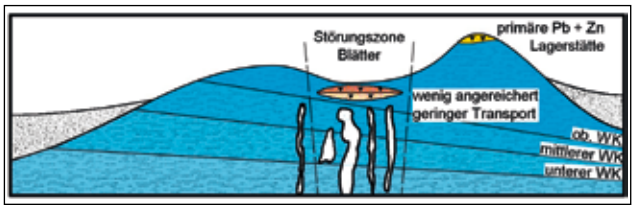


Abb 13: Die Lagerstätte Rauschberg ist vor 45 Ma aus den Fluten der Tethys als Mittelgebirge aufgetaucht. Während des Auftauchens setzte bei extrem ariden Klima aber auch schon Erosion ein. Der Rauschberg-Staufen-Gebirgszug liegt im engen Grenzbereich der, auf der Lechtaldecke aufliegenden Staufen-Höllengebirgs-Decke (siehe Abb. 18). Die Nordseite des Staufen-Kienberg-Rauschberg-Zuges stellt die Stirn der Aufschiebung dar. In der Störungszone liegen die «Blätter», als solche in der Bergmannssprache bezeichnet für, durch Bewegung im Gestein erzeugte Verwerfungsflächen – teilweise mit Rutschstreifen. Die beiden Blätter, das Josephsblatt und das Barbarablatt, verlaufen paralell zur Ost-West Streichrichtung des Gebirgszuges. Die Lagerstätte liegt über stark verkarstetem Untergrund zwischen den Blättern. Die folgenden 42,5 Ma sind für uns ohne besondere Vorkommnisse, danach wird es eisig – Eiszeiten wechseln mit Warmzeiten.

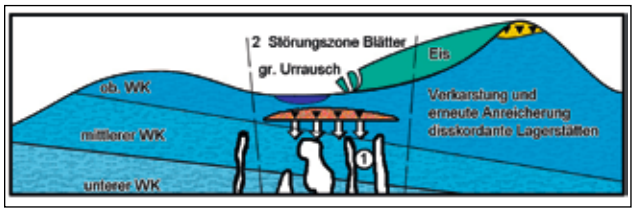


Abb 14: Vor 126 000 Jahren im Oberpliozän begann das Riss-Würm-Intererglazial (Warmzeit). Die Gletscher schmolzen ab, der Rauschberg lag in einer blühenden Landschaft bei, im Jahresmittel höheren Temperaturen als heute. Im Bereich der Lagerstätte lässt sich ein grosser Fluss, die «Urrausch» vermuten. In der Oxidationszone, sie reicht von der Oberfläche bis zum Grundwasserspiegel, werden die Pb- und Zn-Erze durch das sauerstoffhaltige Wasser zu Pb-Zn-Sulfaten oxidiert und reagieren mit Kalk und Dolmit zu leichtlöslichem $CaSO_4$ und $MgSO_4$. Dadurch werden Hohlräume erweitert. Metallcarbonate sind schwerer löslich und können nur mit viel Wasser transportiert werden – deshalb die Urrausch. In der Zementationszone, sie liegt im reduzierenden Milieu des tiefen Grundwassers, wird $[SO_4]$ – zu H_4S reduziert. H_2S fällt Pb und Zn als Sulfide wieder aus. Die Gesamtheit der Mobilisierung und Ablagerung führt in einer Lagerstätte zur Zonierung der verschiedenen Erzlagen, in der Bergmannssprache als Teufenunterschied bezeichnet.

	Streichen	Fallen	Vererzte Länge	Teufe	Mächtigkeit	Bis m unter Raibler Grl.
Rauschberg	70-90°	70°	1200m	200m	5-20m	300-400m
Hochstaufen	90°	80°	380m	130m	2-5m	300m theoret.

Abb. 15 zeigt die Zusammenhänge für Rauschberg und Hochstaufen (nach Vaché 1959). Die beiden Bergbaue Rauschberg und Staufen sind sich in den meisten Eigenschaften sehr ähnlich, der Staufen hat jedoch auf Grund seiner Höhe und mehrerer Grossbrände auf der Südseite hochalpinen Charakter. Die Stollen liegen zwischen 1700 m ü. M. und 1610 m ü. M.. Staufen und Rauschberg, eigentlich geographisch der Inzeller Kienberg (Höhe: 1420 m ü. M.), liegen in der letzten kalkalpinen Bergkette vor dem Molassebecken. Sie werden hauptsächlich vom triassischen Wettersteinkalk und Jurakalken aufgebaut.

Kurzer geschichtlicher Überblick
1584 ein überlieferter Befahrungsbericht vom Rauschberg – also muss das Bergwerk älter sein;

1584 Verleihung des Bleibergwerks am Staufen durch den Salzburger Erzbischof Georg an einen Salzburger Bürger;

1585 Bayerische Verleihungsurkunde Staufen (in Lori, Bayrisches Bergrecht);

1636 Verleihungsurkunde für Rauschberg;

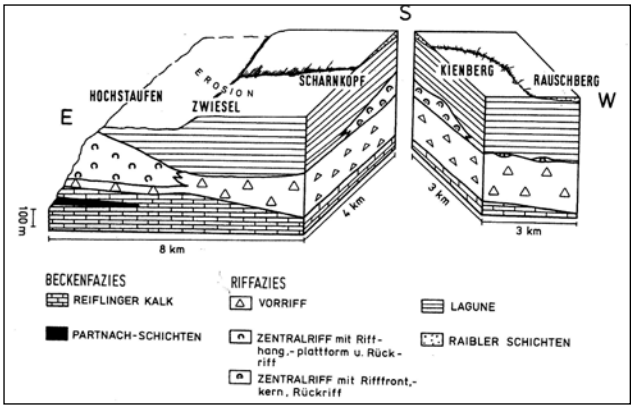


Abb. 16 zeigt die Entstehung der Wettersteinkalke als Riffgesteine. Die höhereren, also jüngeren Schichten, fielen der Erosion zum Opfer. In den Bayerischen und Nordtiroler Alpen liegen die Pb-Zn-Bergbaue stets auf den Deckengrenzen.

1640 Oswaldstollen am Staufen;

1674 In den goldenen Jahren waren unter dem Schwazer Metallhändler Pezoli im Bergbau bis zu 100 Mann beschäftigt;

1689 war der Untere Josephstollen 100 Lachter(= fast 200m) lang;

1704-1714 waren die technologisch besten Jahre am Rauschberg unter Östereichischer Führung;

1715-1826 wieder in bayrischem Besitz, stetiger Niedergang und Auflassung;

1826 Verkauf der Tagesbäulichkeiten;

1922-1926 Versuche von privater Hand; Unterfahrungsprojekt Oberer Josephstollen. Der neu aufgewältigte Dreifaltigkeitsstollen folgt für 400 m dem «Gang ganz tief unten am Berg», wurde weitere 200m aufgefahren und hat dabei den Oberen Josephstollen ca. 180 m bis zum Joephsblatt unterfahren. Die Anhänger der hydrothermalen Genese mussten die Erfahrungen der alten Bergleute sowie von Flurl und Gümbl erneut bestätigen, dass die Lagerstätte nach unten vertaubt und es keine Zufuhrspalten gibt, sondern nur leere Kracken und Höhlen – siehe auch Abb. 20 unter natürliche Höhlung.

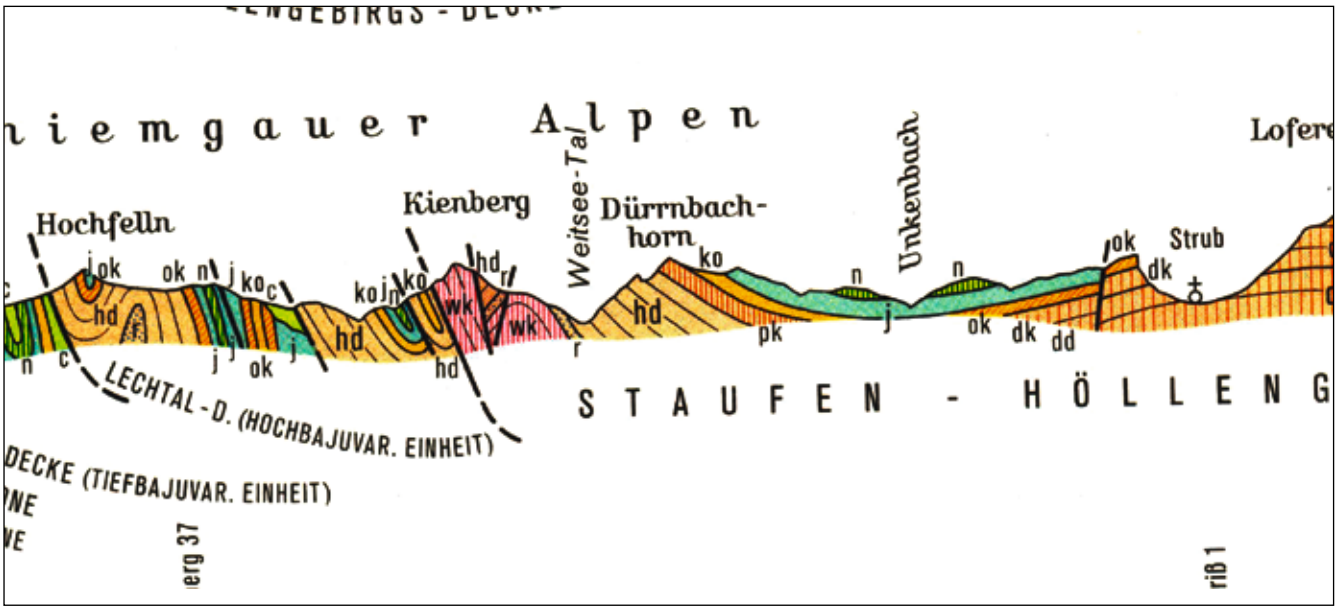


Abb. 17: Profil 2 Ausschnitt Bayrische Alpen (Bayr. Geol. Landesamt). Im Fall Rauschberg-Staufen liegt die Staufen-Höllengebirgs-Decke auf der Lechtal-Decke (Hochbajuvarische Einheit). Die Stirn der Staufen-Decke ist der Rauschberg-, Kienberg-, Zwiesel-, Staufenzug.

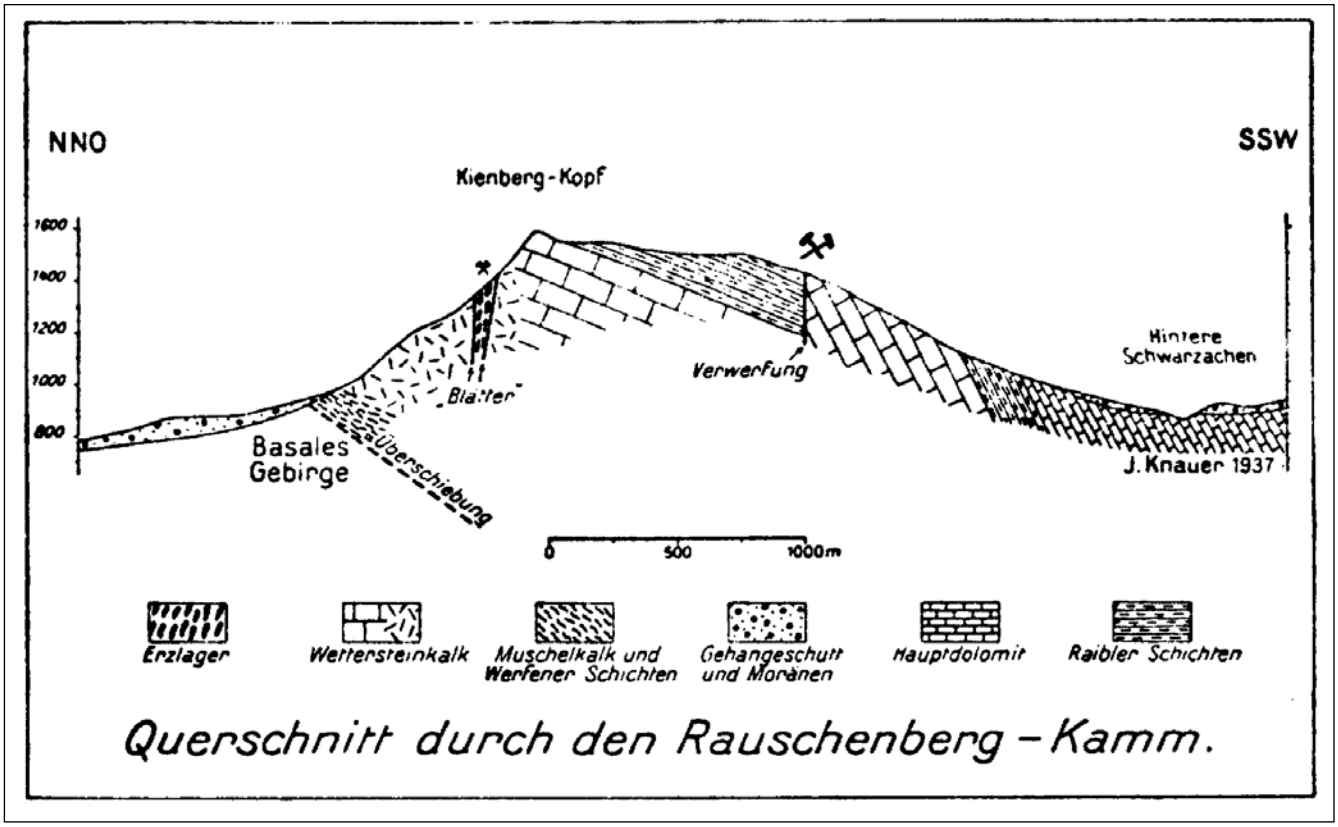


Abb. 18 zeigt die Überschiebung deutlich. Die Blätter sind Harnischflächen, die bei der Aufschiebung in der Störungszone entstanden sind. Sie streichen parallel zum Streichen der Gebirszüge. Alle erfolgreichen Bergbauversuche liegen zwischen den Blättern.

Beschreibung der wichtigsten Baue

Revier 1 Alter Josephstollen

Die Besonderheit ist die grosse Naturhöhle Maximilian Zeche (natürliche Höhlung). Die Höhle wurde stark bergbaulich überprägt und liegt in der tieferen Oxidationszone. Sie ist mit den darüberliegenden Abbauen durchschlägig. Der obere Zugang ist der Wolfgangsstollen, eine weitere Naturhöhle.

Das Revier 1 hatte fünf Ebenen, die alle durchschlägig waren. Die Gesamtlänge aller Stollen und Strecken liegt bei 1210 m.

Revier 3 Ewiggang

Der Name deutet nicht auf einen endloslangen Gang hin. Man glaubte nach dem Auffahren der Grossen Zeche: «Nun wird das Bergglück ewig währen». In Rosenheim liess die Bayerische Hofkammer deshalb ein Messingwerk errichten, um mit dem Rauschberger Galmei Messing herzustellen. Die grosse Zeche ist 110 m lang, 25 m breit und 20 m hoch. 1702 wurden 57 Knappen beschäftigt. Ab 1712 wurden mehr Galmei- als Bleierze gefördert.

	Rauschberg	Hochstaufen	Zn: Pb
Höhere Oxidationszone	0-50m	0-80 m	1:3
Tiefere Oxidationszone	-50 -150m	0-80m	2:1
Primärzone	-150 – 200m	- 80 – 130m	6- 10 :1

Abb. 19 zeigt in einer Tabelle die wesentlichen Kenngrössen der diskordanter Lagerstätten Rauschberg und Staufen.

Die Ewiggangbaue waren zum Lorenzistollen durchschlägig. Neben der Grossen Zeche beeindruckt die mehrstöckige Mailachzeche mit der »oberen Gestänge Fahrt» (Spurlatten für die Hunte).

Der eigentlich zum Revier 2 – Hasenbau zählende Maria Empfängnisstollen (Eingangshöhe: 1148 m ü. M.) ist 350m lang und unterfährt den gesamten Bereich des Ewiggangs in ca. 90 m Tiefe ohne auf Erze zu stossen (erbaut 1707-1718 und 1796-1826). Es wurden im Unterfahrungsstollen nur geringe Erzspuren gefunden, obwohl man den Blättern gefolgt war.

Etwa 75 m unterhalb des Maria Empfängnisstollen liegt ein kurzer Suchstollen, der «Alte Mann» hat an

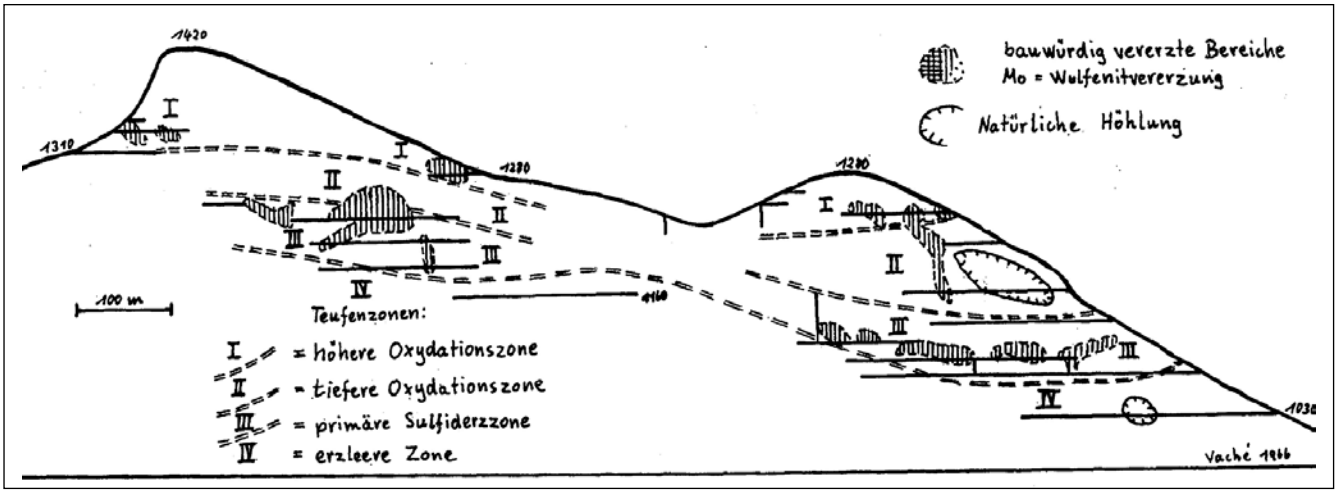


Abb. 20: Schnitt durch den Inzeller Kienberg mit den wichtigsten Revieren.

der rechten Stollenwand einen Hohlraum geortet und freundlicherweise ein Fenster ausgeschlagen – von da an ist man in einer Höhle.
Nicht weit vom Fenster geht ein Schacht in die Tiefe; 198,9 m tief; nach oben kommt man noch 14,5 m weiter, dann ist alles versintert. Eine so tiefe Schachthöhle in 1000 m Höhe hat sicher Unterstützung von den sauren Bergbauwässern erhalten. Der Eingang zum Polterschacht liegt auf 1073 m ü. M. und damit 75 m unter dem Maria Empfängnisstollen mit einem Lateralversatz von ca. 30 m.
Die Gesamtlänge aller Stollen und Strecken im Revier 3 mit Maria Empfängnisstollen beträgt 1400 m. Die alten Grubenrisse für den gesammten Bergbau Rauschberg zeigen ein Stollen-Streckennetz mit einer Länge von ca. 3500 m. Daraus ergibt sich ein Abbauvolumen aus Stollen und Strecken von 6500 m³ Festgestein oder 9100 m³ in Halden. Die Gesamtmenge an Abraum auf Halden ist schlecht zu schätzen, da das Verhältnis der Volumina von taubem Gestein zu Reicherzen nicht nachvollziehbar ist. Die Angabe bei Knauer (1938) von insgesamt 60 000 m³ scheint zu hoch gegriffen zu sein.

Die Stollen am Staufen

In einer alten Arbeit (Reiser 1885) werden 6 Stollen aufgeführt, lassen sich namentlich aber nicht zuordnen, da die Grubenrisse bis jetzt nicht auffindbar sind.
Der erste Stollen wurde 1650 von einem Dr. Oswald 54,6m unterhalb des Gipfes (1.771 m ü. M.) angefahren und trägt daher die Bezeichnung Oswaldstollen. Nonner Stollen 1666; Bennostollen 1692; Danielstollen 1693; Suchstollen am vorderen Staufen 1724; Peter und Paulstollen 1736-1739. In der Betriebszeit von 1665 bis 1674 (Auflassung) wurden 2050 kg Bleierze und 1600 kg Galmeierze gewonnen. Auf der Nordseite am Ende des Arzkastens (Schutthalde) sind noch die Grundmauern des Niederlegers, damals Kaue zur Lagerung des Erzes, zu sehen.

Abb. 21: Blick aus dem Wolfgangsstollen

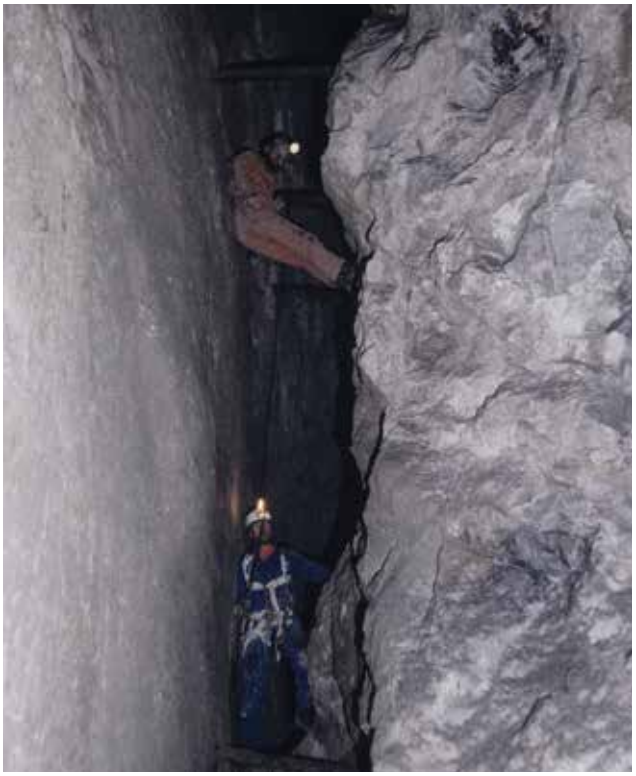


Abb. 22a/b: In der höheren Oxidationszone bis kurz in die oberen Bereiche der Zone II liegen die gewaltigen Abbaue der oberen und unteren Todtengruft.

Abb. 23: Stollenmundloch Oberer Josephstollen

Abb. 24: Verbruchsstelle

Mineralien aus den diskoranten Bergbauen Rauschberg und Staufen

Zum Leidwesen der Mineraliensammler brechen die Erze in derben auch mulmigen Massen. Kristalline Stufen findet nur der Sammler von Micromounts. (Hier sei Herrn Pöverlein für die leihweise zur Verfügung gestellte Sammlung vom Rauschberg herzlich gedankt.)
Orginal Etikett: Geognostische Untersuchung des Königreichs Bayern. Bleiglanz und Galmei aus dem Lorenzistollen im Ewigen Gang (vermutlich handschriftlich von C.W. v. Gümbel).

Adresse des Verfassers
Dr. Michael K. Läntzsch
Ludwig-Thoma-Strasse
DE-82194 Gröbenzell

Quellen und Literatur

Angermeier, H.O. 1960: Der geologische Bau des Rauschberg-Gebietes in den Chiemgauer Alpen. Diplomarbeit am Inst. F. allgem. und angew. Mineralogie der Universität München.

Angermeier, H.O. & Pöschel, A. & Schneider, H.J. 1963: Die Gliederung der Raiblerschichten und die Ausbildung ihrer Liegendgrenze in der «Tirolischen Einheit» der östlichen Chiemgauer Alpen. Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. Hist. Geol. 3.

Bechstädt, T. & Mostler, H. 1976: Riff-Becken – Entwicklung in der Mitteltrias der westlichen Nördlichen Kalkalpen; Z.dt.geol.Ges. 127.

Brandner, R. 1984: Meeresspiegelschwankungen und Tektonik in der Trias der NW-Tethys. Jb.geol.B.-A. 126 Wien.

Brigo, L. & Kostelka, L. & Omenetto, P. & Schneider, H.J. & u.a. Comperative Reflections on Fluor Alpine Pb-Zn Deposits.

Brigo, L. & Dulski, P. & Möller, P & Schneider, H.J. & Wolter, R. 1988: Strata-Bond Mineralizations in the Carnic Alps/Italy. Mineral Deposits within the European Kommunity, Springer Berlin Heidelberg.

Cerny, I. 1989: Die karbonatgebundenen Blei-Zink-Lagerstätten des alpinen und ausseralpinen Mesozoikums. Die Bedeutung ihrer Geologie, Strategraphie und Faziesgebundenheit für Prospektion und Bewertung. Arch. f. Lagerst.forsch.Geol. B. A. Bd. 11.

Erhardt, W. 1931: Der Staufen; Geologische Aufnahme der Berge zwischen Reichenhall und Inzell. Verlag des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins.

Flurl, M. 1792: Beschreibung der Gebirge von Bayern und der oberen Pfalz mit…, Reprint VFMG e.V. 1972.

Gümbel, C.W. 1861: Geognostische Beschreibung des bayerischen Alpengebirges, Reprint Verlag dr. Friedrich Pfeil 1998.

Henrich, R. 1983: Der Wettersteinkalk am Nordwestrand des tirolischen Bogens in den Nördlichen Kalkalpen: Der jüngste Vorstoss einer Flachwasserplattform am Beginn der Obertrias, Geologica et Palaeontologica 17.

Knauer, J. 1937: Die Herkunft der Blei-und Zinkerze im Rauschberg- Gebiet bei Inzell. Abh. geol. Landesamt am Bayer. Oberbergamt 30.

Kranz, J.R. 1976: Stratiforme und diskordante Zink-Blei-Anomalien im erzhöffigen Oberen Wettersteinkalk (alpine Mitteltrias) Mineral. Deposita (Berlin).

Maucher, A. 1953: Zur «Alpinen Metallogenese» in den bayrischen Kalkalpen zwischen Loisach und Salzach. Inst. F. allgem. u. angew. Geol. und Mineralogie der Universität München.

Schneider H.J. 1953: Lagerstättenkundliche Untersuchungen am Oberen Wettersteinkalk der bayrischen Kalkalpen östlich der Loisach. Inaugural Dissertation an der Ludwig-Maximilians Universität zu München.

Schneider H.J. 1953: Neue Ergebnisse zur Stoffkonzentration und Stoffwanderung in Blei-Zink-Lagerstätten der nördlichen Kalkalpen. Fortschr. Mineral. 32.

Schneider H.J. 1954: Die sedimentäre Bildung von Flussspat im Oberen Wettersteinkalk der nördlichen Kalkalpen. Abh. d. Bayr. Akad. d. Wissenschaften Mathem. – naturwiss. Klasse H. 6.

Schneider H.J. 1963: Facies Differentiation and Controlling Factors for the Depositional Lead – Zink Concentration in the ladinian Geosycline of eastern Alps. Inst. f. allgem. u. angew. Geol. u. Mineralogie der Univ. München.

Schneider H.J. 1981: Mineral Deposits oft he Alps Proceedings oft he IV. ISMIDA.

Schneider H.J. 1981: Mineral Deposits oft he Alps Proceedings of the IV. ISMIDA Field Guide 4.10.-10.10. 1981.

Schulz, O. 1975: Resedimentbreccien und ihre möglichen Zusammenhänge mit Zn-Pb-Konzentrationen in mitteltriadischen Sedimenten der Gailtaler Alpen (Kärnten) TMPM Mitt. 22.

Schulz, O. 1983: 30 Jahre Forschung in den triadischen Karbonatgesteinen der Ostalpen, vorgelegt in der Sitzung der mathem. naturw. Klasse am 14. Oktober 1983.

Schulz, O. Die Pb.-Zn-Erzlagerstätte Lafatsch-Vomperloch (Karwendelgebirge), Tirol.

Schulz, O. Karst or Thermal Mineralizaations interpreted in the light of Sedimentary Ore Fabrics. Inst. f. Mineal. u. Petrog., Abt. Geochemie und Lagerstättenlehre.

Schulz, O. Lead-Zink Deposits in the calcarreous Alps as an Example of Submarine-Hydrothermal Formation of Mineral deposits. Mineral. Petrog. Inst. Univ. Innsbruck.

Schulz, O. & Fuchs, H.W. Gefügebeispiele für Erzmobbilisationen in nicht metamorphen und metamorphen Lagerstätten. Mineral. Inst. d. Univ. Innsbruck.

Seidl, K. 1959 Das Problem der Bleizinkvererzung der Kalkalpen unter Berücksichtigung von Grosstektonik und Salzsolenwirksamkeit. Neues Jb. Mineral. Abh. 92.

Taupitz, K.Ch. 1954 Die Blei-, Zink- und Schwefelerzlagerstätten der nördlichen Kalkalpen westlich der Loisach. Dissertation genehmigt v. d. Fakult. f. Bergbau und Hüttenwesen d. Bergakademie Clausthal.

Taupitz, K. Ch. 1954: Erze sedimentärer Entstehung auf alpinen Lagerstätten des Typs «Bleiberg» Erzmetall Bd.VII (1954) H. 8.

Taupitz, K. Ch. 1954 od. 55: Über Sedimentation, Diagenese, Metamorphose, Magmatismus und die Entstehung der Erzlagerstätten.

Stier, K. 1938: Die Zink-Bleierzvorkommen am Rauschen-Berg bei Traunstein Metall und Erz Heft 22.

Tufar, W. 1981: Die Vererzung der Ostalpen und Vergleiche mit Typlokalitäten anderer Orogengebiete. Mitt. Öster. Geol. Ges 74/75 1981/82.

Vache, R. 1966: Über Lagerungsform und Erzverteilung in Blei-Zinklagerstätten der bayrischen Alpen.

Wolter, R. & Schneider, H.J. 1983: Saline Relics of Formation Water in the Wettersteinkalk and their Genetical Connection with the Pb-Zn Mineralization. In Mineral Deposits of the Alps of the alpine Epoch in Europe.

2. Diskusionsveranstaltung in Leoben zum Thema: Für und Wider der Syngenetischen Metallogenese: Sonderdruck in Berg- und Hüttenmännische Monatshefte, Heft 9 September 1957 mit Beiträgen von unter anderen: H.J. Schneider; C. Taupitz; F. Hegemann; A. Maucher; W. Petrascheck; E. Clar; O. Schulz; H. Holler.

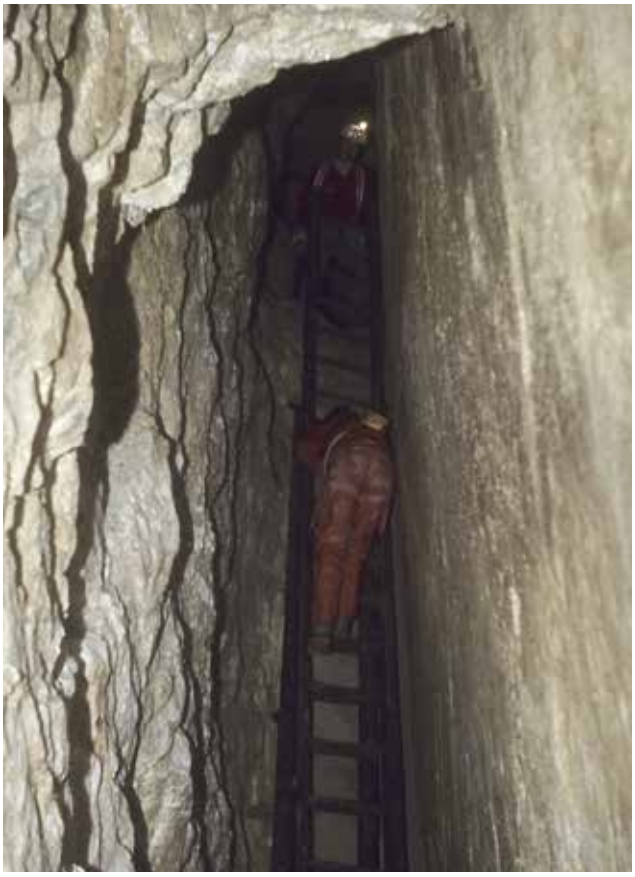


Abb. 25: Das Barbarablatt

Abb. 26: Das Josephsblatt

Abb. 27: Die Brücke

Abb. 30: «Abstützung» der Harnisch-Decke

Abb. 28: Das Zechenhaus aus der Periode 1922-1926

Abb. 29: Dreifaltigkeitsstollen (Pfadfinder 1964)

Abb. 31: Strecken unter taubem Gestein in der Grossen Zeche

Abb. 32: Das verfallene Stollenmundloch des Lorenzistollen 1964

Abb. 33: In der Mailachzeche

Abb 34: Mundloch des Maria Empfängnisstollen 1964

Abb. 35: Eines der nicht zuordenbaren Mundlöcher

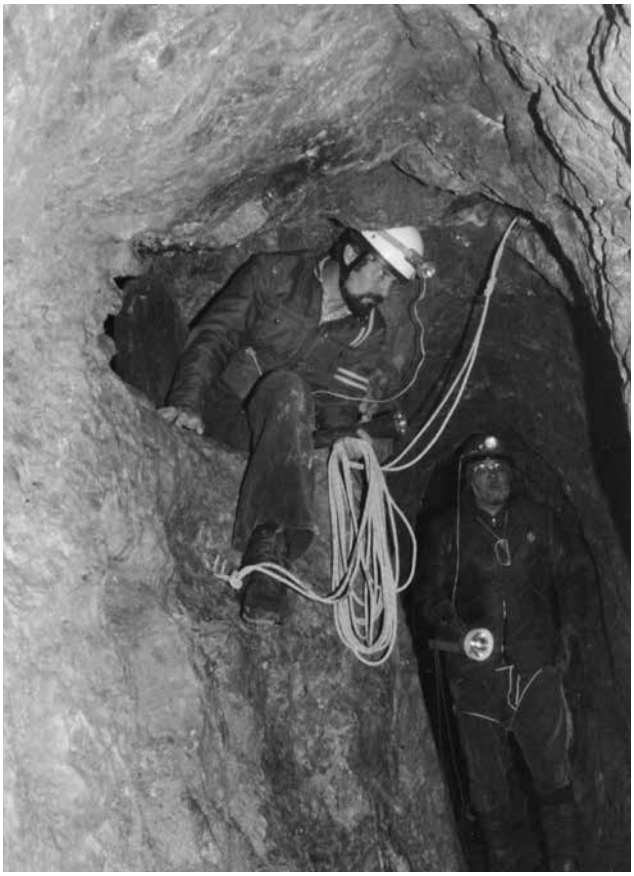


Abb. 36: Polterschacht: Der Entdecker: K. Henn

Abb. 37: Grundmauern des Niederlegers.

Abb. 38: Rauschberger Erze aus der Sammlung des Bayerischen Landesamtes (Bild um 1980). Inzwischen verschollen.

Abb. 39: Hemimorphit, ein Sekundärmineral aus der Oxidationszone. Mikrom. Kristall in Hydrocalcit mit nieriger Abscheidung

Abb. 40: Metallisch glänzender Anschliff von Galenit mit hohem Gehalt an PbS aus anstehenden mulmigen Kalken im Ewiggang

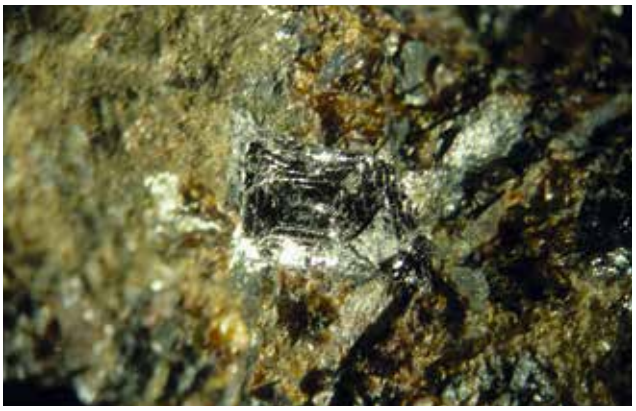


Abb. 41: Galenit Mikrom. Kristall aus dem Ewiggang

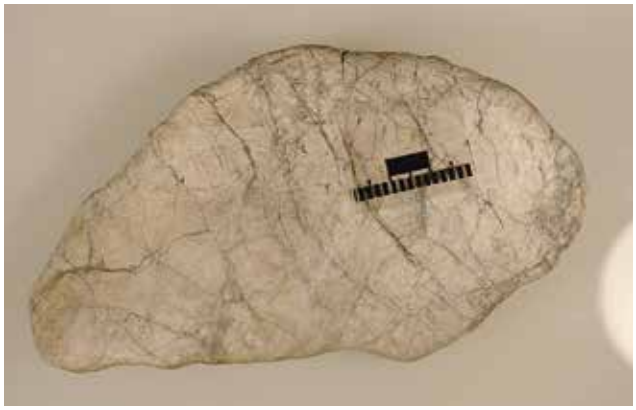


Abb. 42: Durch Fliesswasser geglätteter Wettersteinkalk mit sehr feinen Adern aus Schwarzbleierz durchzogen (Schwarzbleierz besteht aus einem Gemenge von Galenit und Cerrusit Zinkspat†). Haldenfund in der Maximilianzeche. Belegstück für Höhlenflüsse im Rauschberg.

Abb. 43: Anschliff einer Kalkbrezzie mit Schwarzbleiadern aus der Maximilianzeche

Abb. 44: Foto vor Ort von der Neubildung von Hydrozinkit Zn_5 $[(OH)_6]$, entstanden in der Oxidationszone aus einer Zinklagerstätte. Maximilianzeche (2015).

Abb. 45: Mikrom. Aurichalcit $(ZnCu)_5[(OH)_6/CO_3)_2]$ ist ein Sekundärmineral, das nur in trockener Umgebung in der Oxidationszone von Zinklagerstätten auftritt. Beleg für zeitweiliges Trockenfallen während der Metallogenese.

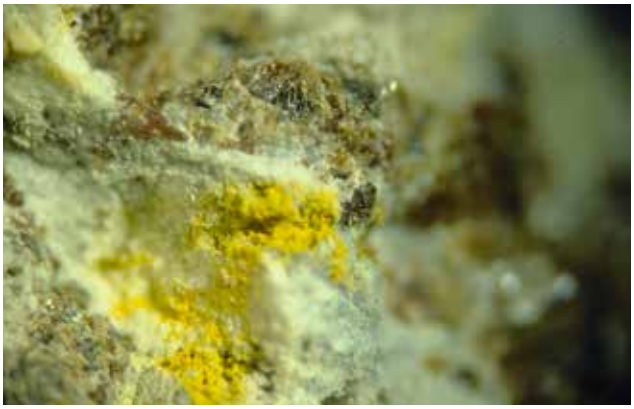


Abb.46: Mikrom. Ablagerung von Greenockit Cadmiumsulfid (CdS). Typisches Sekundärmineral; entsteht durch Verwitterung von Sphalerit Zinkspat † und bildet verkrustende Überzüge.

Abb. 47: Mikrom. Cerussit $(PbCO_3)$ kommt in der Oxidationszone vor und entsteht in sekundären Bleilagerstätten.

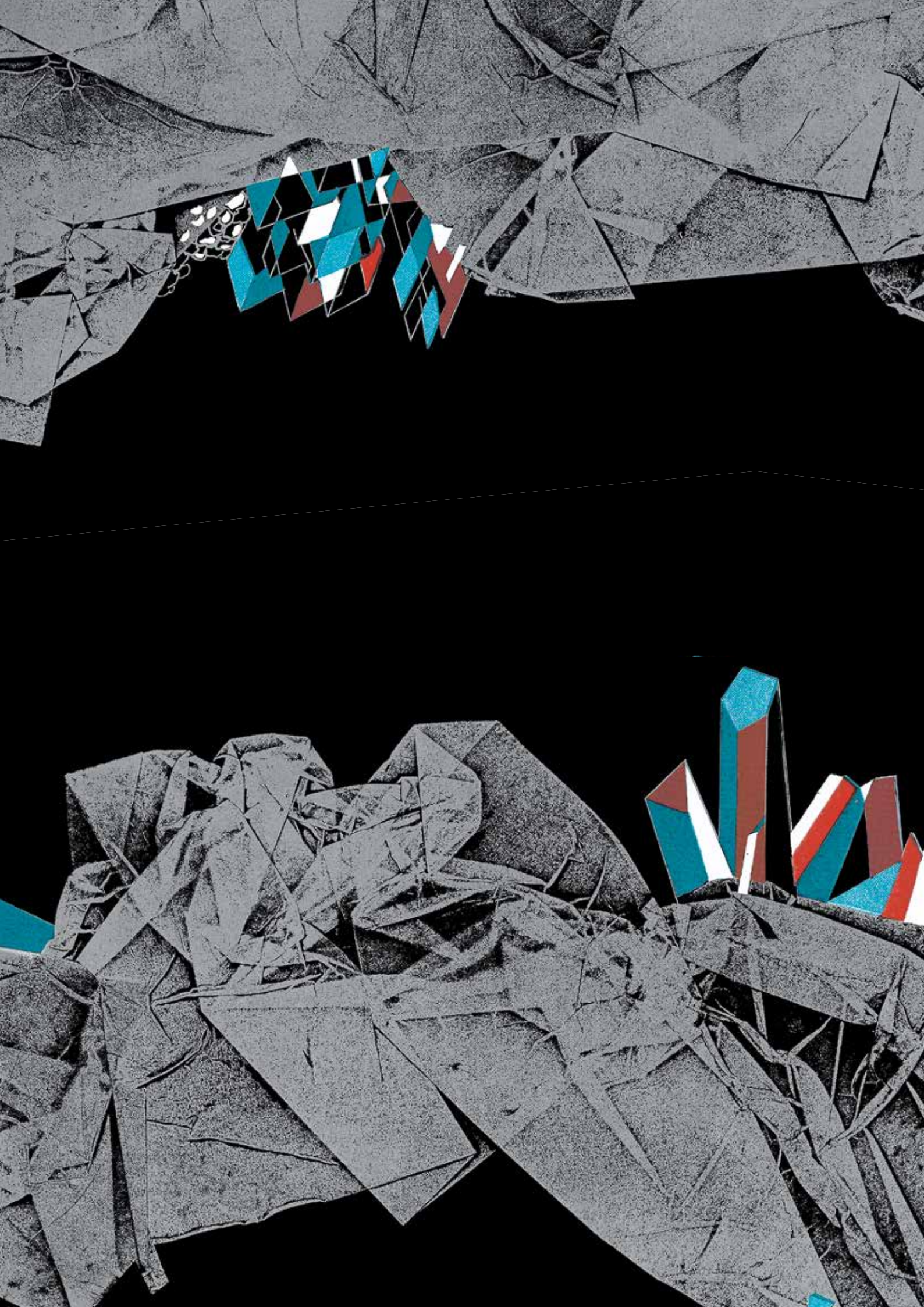



Abb.48: Kristalline Calcitstufe vom Staufen