

RADNIG,  
EINE SEDIMENTÄRE BLEI-ZINKLAGERSTÄTTE IN DEN  
SÜDLICHEN KALKALPEN.

von  
O.M. FRIEDRICH

Inhaltsverzeichnis:

Vorbemerkung .....	122
Lage und Geschichte des Bergbaues Radnig .....	123
Geologie des Gebietes .....	124
Die Lagerstätte .....	127
Die Erze .....	132
Mikrogefüge .....	138
Deutung und Genesis der Lagerstätte Radnig .....	151
Vergleiche mit anderen Lagerstätten .....	156
Nachschrift Juni 1964 .....	158
Schrifttum .....	159
Text zu den Abbildungen .....	161

### Vorbemerkung

Im Herbst des Vorjahres war ich gebeten worden, einen Beitrag für einen Festband beizusteuern und legte hierfür zu Beginn dieses Jahres die nachstehende Arbeit vor. Ende Juni stellte es sich heraus, daß dieser Sonderband nur in wesentlich geringerem Umfange herauskommen konnte, vor allem hätten viele Abbildungen weggelassen werden müssen. Deshalb entschloß ich mich, diesen Aufsatz doch ins "Archiv" zu übernehmen.

Bekanntlich herrschte seit 10 Jahren ein lebhafter Meinungsstreit über die Bildung von Blei- und Zinklagerstätten in den Kalkalpen. In meinem Vortrag zur Jahreshauptversammlung 1963 der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft konnte ich die Genesis dieser Lagerstätten neu - und wie mir scheint auch befriedigend - deuten. Die Erörterungen dazu sind inzwischen in den Monatsheften des "Neuen Jahrbuches für Mineralogie" niedergelegt (4). Dort konnten aber Belege hierfür nicht gebracht werden, weil es nicht möglich ist, im Rahmen dieser Kurzaufsätze die nötigen Abbildungen beizufügen. Andererseits sind gerade die Gefüge solcher syngenetisch gebildeter Blei- und Zinkerzlagerstätten in kalkalpinen Gesteinen bisher nur vereinzelt hinreichend genau beschrieben (SCHNEIDER, SCHULZ, TAUPITZ). Das Zink-Flußspatvorkommen von Radnig bietet aber eine solche Fülle von typischen Gefügen, daß es wünschenswert erscheint, sie festzuhalten und zu veröffentlichen.

Um eine befriedigende Deutung der umstrittenen Lagerstätte finden zu können, war es nötig, zunächst erst einmal ein überzeugendes Beispiel für die rein exhalativ-sedimentäre Bildung aus dem Rahmen der ostalpinen Lagerstätten zu kennen, möglichst frei von epigenetischen Nebenerscheinungen, die auf den meisten Lagerstätten des kalkalpinen Types bekanntlich vorherrschen. Ich erinnerte mich einer Beschreibung von R. CANAVAL (2), suchte diese Lagerstätte auf und konnte mich dort schon bei meinem ersten Besuch von der sedimentären Bildungsweise überzeugen und dann die befriedigende Deutung erarbeiten.

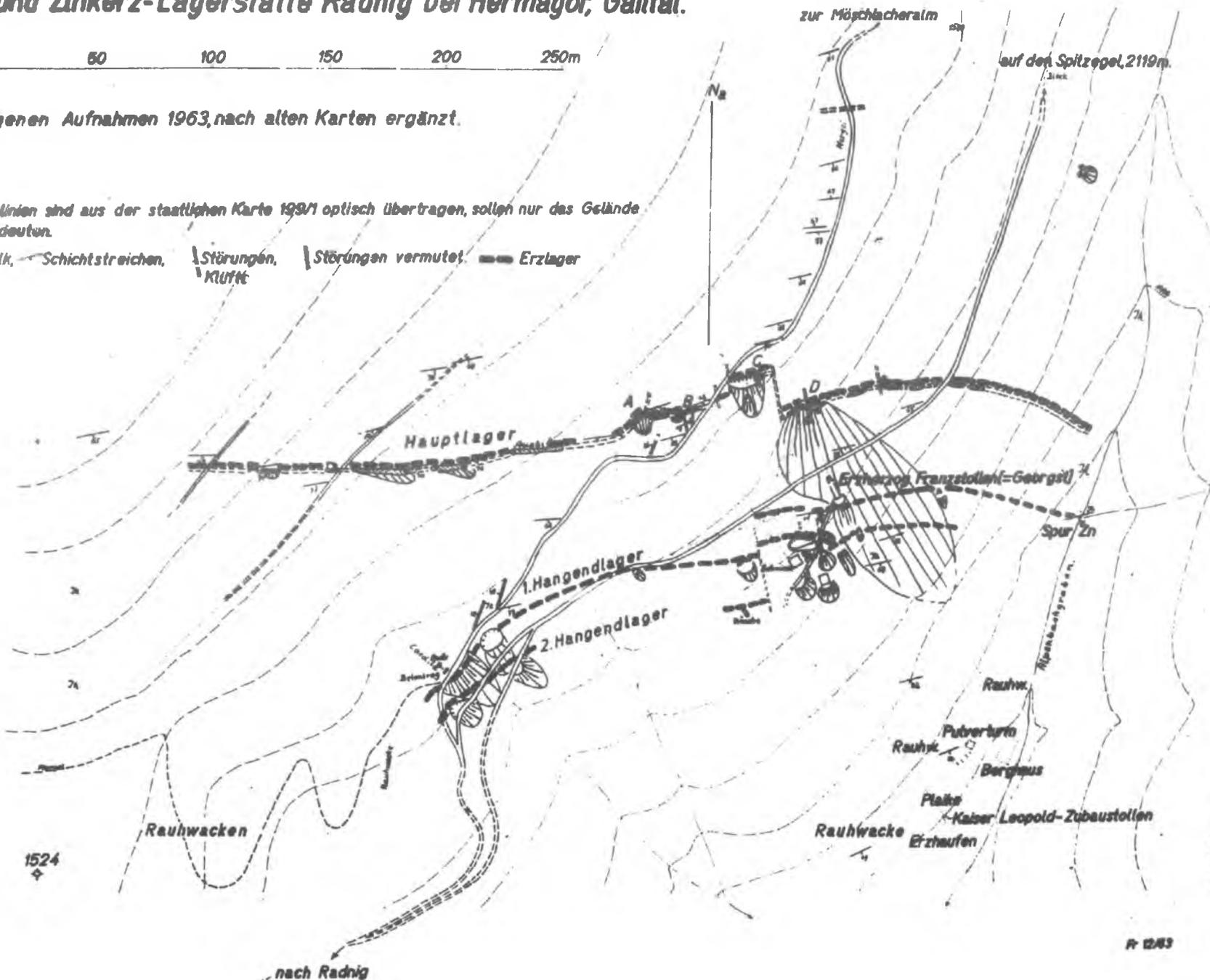
# Blei- und Zinkerz-Lagerstätte Radnig bei Hermagor, Gailtal.



Nach eigenen Aufnahmen 1963, nach alten Karten ergänzt.

Die Schichtlinien sind aus der staatlichen Karte 199/1 optisch übertragen, sollen nur das Gelände ungefähr andeuten.

Jä: Jauknalk, — Schichtstreichen, | Störungen, Kluft | Störungen vermutet, — Erzlager



## Lage und Geschichte des Bergbaues Radnig

Radnig liegt wenig oberhalb von Hermagor in Kärnten, im gleichen "Drauzug" zwischen Drau- und Gailtal, dem unter vielen anderen im Osten die Lagerstätten von Bleiberg und Rubland, im Westen jene der Jauken usw. angehören. Das Gelände ist in den neuen Blättern 199 bzw. 199/1 (Hermagor) der staatlichen Karten dargestellt und leicht aufzufinden: Von Hermagor führt eine auch für Autos aller Art gut befahrbare Straße zum Ort Radnig hinauf und weiter zum Freibad gleichen Namens. Bald hinter diesem ist in den Karten ein Gehöft "Jos" verzeichnet; unmittelbar vor diesem liegt das Anwesen "Pucher", hergeleitet von "Pocher", der alten Aufbereitung. Beim nächsten Gehöft endet die für Kraftfahrzeuge fahrbare Straße und ein als Almweg ausgebautes ehemaliges Erzsträßlein führt in 2 Stunden, an 2 Quellen vorbei, unmittelbar ins Gebiet des alten Bergbaues und weiter zur Möschlacher Alm, auf den Möschlacher Wipfel (1911 m) bzw. auf den Spitzegel (2119 m). Bei der zweiten Quelle mit ihrem nun zerfallenen betonierten Trog (siehe Beilage) tritt man ins engere Bergbaugesbiet, denn diese Quelle ist das Wasser eines alten Stollens mit noch deutlich kenntlicher Halde. Knapp zuvor teilt sich der Weg, aber beide Äste führen zu den Halden und Einbauen unserer Lagerstätte. Der obere dieser Wege, weiterhin als der "mittlere" bezeichnete (siehe Karte!) leitet in wenigen Minuten zu einem alten Tagverhau links ober (B) und zu einem zweiten rechts unter dem Weg (C); der untere quert die Halde des großen Tagverhaues (D) und wenig unter ihm liegt die Tagrösche des Erzherzog Franz-Stollens. Der Bergbau wurde einst vom Staate betrieben; aus dieser Zeit stammen die Namen "Erzherzog Franzstollen" und "Kaiser Leopold-Zubaustollen". Nach 1819 betrieben ihn aber Private, und der erste Stollen erhielt den Namen "Georgstollen", der letztere hieß einfach "Zubaustollen".

Das Bergbaugesbiet ist in der von mir und meinen Assistenten tachymetrisch aufgenommenen Geländekarte dargestellt. In diese sind nachträglich auch die Einzelheiten und Stollennamen aus den alten Karten übertragen, in die mich die Berg-

hauptmannschaft Klagenfurt Einsicht nehmen ließ (6a - d). Da diese Eintragungen teilweise nur schlecht in die heutige Karte passen, sind sie nur fein gepunktet gezeichnet. Sie sind aber zum Verständnis der Lagerstätte und ihrer Form ebenso erforderlich wie die aus der staatlichen Karte 199/1 übertragenen Schichtenlinien.

Die Geschichte des Bergbaues ist von R. CANAVAL (2) eingehend dargestellt, sodaß wir hier nicht näher auf sie eingehen brauchen. Der Bergbau ruht seit Ende des vorigen Jahrhunderts; vor einem Jahr starb der letzte Bergmann, welcher noch in dieser Grube arbeitete. Eine nahe Verwandte (Nichte) der letzten Schurfbesitzerin, Frau Josefine Eder, beaufsichtigt das Bad Radnig; von ihr erhielt ich wichtige Hinweise, sodaß ich das Vorkommen leicht auffinden konnte; hierfür sei gedankt.

### Geologie des Gebietes

Das Blatt Tarvis (5351) der geologischen Spezialkarte ist noch nicht erschienen, wohl aber das westlich anschließende Blatt Oberdrauburg (5350), das von G. GEYER (5) schon Ende des vorigen Jahrhunderts aufgenommen wurde und daher wohl schon als veraltet anzusehen ist und auch wegen seines Maßstabes (1:75 000) für heutige Anforderungen nicht ausreicht. Da die österreichische Geologische Bundes-Anstalt nicht in der Lage oder willens ist, die fehlenden, aber dringend erforderlichen Kartenblätter herauszugeben, müssen wir dankbar sein, daß auch für diese Gegend ausländische Institute in einer Art "Entwicklungshilfe für (geistig) unterentwickelte Gebiete" (um in der heute üblichen Sprache zu reden) eingesprungen sind und daß jüngst van BEMMELEN und Mitarbeiter dieses Gebiet modern aufgenommen haben (1). Wir brauchen daher hier nur das anzuführen, was für die Lagerstätte unmittelbar wichtig erscheint: Das Gailtaler Kristallin ist am Fuß des Berges beim letzten Gehöft als gequälter Schiefer gut aufgeschlossen. Weiter hinauf folgt nach der Karte Trias. Am steilen Anstieg quert

man im Hochwald ein Raibler Band; ein solches bringt auch die 1. Quelle. Ebenso stehen hinter dem Betontrog des 2. Bründls die Raibler Schiefer wieder an und gehört der ganze vererzte Bereich dazu. Von van BEMMELEN sind 3 Raibler Schiefer, mit a, b, c bezeichnet, ausgeschieden. Wie aus der Karte (Beilage) ersichtlich ist, stehen die Schichten steil; sie sind vor allem im Haupttal wandbildend gut aufgeschlossen.

Bis zur Lagerstätte hinauf (1520 m) und darüber hinaus reichte eiszeitlich die Vergletscherung; ihre Spuren erkennt man vor allem an fremdartigen Geschieben und Blöcken, darunter viel Kristallin aus dem Tauernbereich und dessen Vorlagerungen.

Da Herr Dr. KOSTELKA vorhat, den Bau des Gebietes eingehend zu untersuchen, will ich dem nicht vorgreifen und habe ich in die Karte (Fig. 1) nur wenige, für die nachfolgenden Erörterungen unerlässliche geologische Einzelheiten eingetragen: Bald nach der Weggabel, bei der sich der Steig auf den Spitzegel (2119 m) vom Almweg zur Möschlacheralm trennt, stehen am Felsriegel vor dem Betontrog Rauchwacken an; diese ziehen sich gegen den Punkt 1524 m hinan. Auch unten beim Kaiser Leopold-Zubaustollen sind Rauchwacken verbreitet, sowohl jenseits (W) des steilen Bachrisses, wie auch über der Plake, die das ehemalige Mundloch dieses Stollens verschüttet, bei der kleinen Einebnung vor der Ruine des Pulverturms und im Bett des Alpenbaches oberhalb der Mauerreste des einstigen Berghauses. Nach CANAVAL (2) liegen diese Rauchwacken zwischen einer ersten und einer zweiten Schieferbank. Die Lagerstätte liegt 79 m liegend der zweiten Schieferbank.

Die Quelle des "Betontroges" ist, abgesehen vom ganz alten Einbau, durch hier anstehende Carditaschiefer bedingt. Am ganzen "mittleren Weg", also jenem zur Möschlacheralm, stehen Jaukenkalke an, die etwa OW streichen und steil (60° bis 80°) nach Süden einfallen. Sie sind leicht gefaltet und durch einige Verwerfer etwas verstellt. Ihre Lage ist aus den eingetragenen Fallzeichen zu entnehmen. Nördlich folgen Mergel und sind die Schichten in diesen gestört, bilden eine Mulde mit durchgeschertem Scheitel.

Ähnlich führt auch der untere Weg fast nur durch "Jaukenkalk". Im Norden wurde unter diesem jener interessante Block gefunden, der in Abb. 1 dargestellt ist; die ungefähre Lage ist in der Karte eingetragen. Der "Jaukenkalk" ist außerhalb der Lagerstätte meist licht gefärbt, weitgehend dolomitisch und zuckerkörnig; Fossilreste sind nicht gerade selten, aber meist zu grobkörnig rekristallisiert, um bestimmt werden zu können. Wir haben aber auch nicht entsprechend nach Fossilien suchen können.

Gegen den "Alpenbachgraben", wie das Haupttal in der Karte 199/1 genannt ist, während es sonst als Möschlacherbach-Graben bezeichnet wird, bildet der "Jaukenkalk" Wände. Insbesondere dort, wo die das Erzlager führenden Bänke vom Bach geschnitten werden, sind sie wand- und schrofenbildend gut aufgeschlossen und streichen sie nach Osten in den steilen Hang des Möschlacher Wipfels (1911 m) weiter.

Die Ausbildung des "Jaukenkalkes" entspricht jener des wenig westlich gelegenen namengebenden Berges und ist genügend von van BEMMELEN (1) beschrieben. Doch wird in Abb. 2 der innere Bau gezeigt, wie er nahe der Erzlager immer wieder festgestellt werden kann: Lagig-wellig wechseln feinkörnige, durch Bitumen verschieden dunkel gefärbte Dolomit-Pelitlagen mit Fossilresten und Kleinhöhlen, sowie diagenetischen Setzungsrissen, die mit Dolomit gefüllt sind, mit wesentlich gröberkörnigen Lagen, die fast nur aus Dolomit bestehen, wobei entweder unmittelbar an der Grenzfläche selbst oder wenig darüber - wie in der Abb. 2 - bitumenreiche Lagen auftreten. Häufig sind - auch außerhalb der Erzlager - die bitumenreichen Lagen stark tonig oder grünlichgrau gefärbt und dürften wenigstens teilweise auf eingestreutes Tuffmaterial zurückgehen. Solches ist innerhalb der Erzlager verbreitet und wird dort darauf zurückgekommen.

In diesem Zusammenhang sei auf den schon erwähnten großen Block verwiesen, der in der Abb. 1 nach einem Farbdiagramm wiedergegeben ist. Er liegt rechts unterhalb des unteren Weges, wenig nördlich des letzten Schurfschachtes und zeigt im

unteren Teil wechselnd lichte, kalkige und braune, bitumige, mergelige und tonige Lagen, reich an nicht näher bestimmbar-  
en Fossilresten. Nachdem sich eine helle, mehrere cm dicke  
Kalklage abgesetzt hatte, wurde der Absatz plötzlich unterbro-  
chen, die helle Kalkschichte grabenartig abgesenkt (Bildmitte),  
dabei auch die unteren Schichten noch mitgestört. Darüber legt  
sich ein bitumenreiches Tonband, das auch in den "Graben"  
eindringt und diesen auffüllt. Die nächsten darüber folgenden  
Kalklagen sind jünger als das Ereignis, welches den "Graben"  
bildete. Sie sind ebenfalls durch Bitumenlagen begrenzt; diese  
zeigen also auch jeweils Änderungen der Lebensbedingungen  
an. Erst von diesem obersten Bitumenband aufwärts geht der  
Kalkabsatz stetig weiter und bildet die mächtige Oberbank die-  
ses Blockes, der nach oben hin wieder reichliche Fossilreste  
führt. Es ist zu vermuten, daß die tonigen Lagen ebenfalls Tuff-  
material eingestreut enthalten, doch konnten keine Proben da-  
von entnommen werden, weil wir keinen genug schweren Ham-  
mer mithatten, und beim nächsten Besuch der Lagerstätte an-  
fangs November lag er schon unter schuhtiefem Schnee. Wir  
sehen in diesem, nach seiner Lage vermutlich aus dem Liegen-  
den der "Erzlager" stammenden Block eine Abbildung jener  
Bodenunruhe, auf die H. HOLLER (7) sowie Hj. SCHNEIDER (10)  
und K. Ch. TAUPITZ (11) im Zusammenhang mit der Vererzung  
immer wieder aufmerksam machten und die Ursache ist für die  
als "edle Flächen", "Sonderfazies" usw. bezeichneten Gefüge-  
formen des Wettersteinkalkes.

### Die Lagerstätte

Wie die beiliegende Geländekarte zeigt, betritt man von  
Radnig kommend beim "Betontrog" den Bereich der Lagerstätte.  
Etwa 170 m darnach hat man auf dem mittleren Weg unmittelbar  
an diesem den ersten Tagverhau "B". Er ist zwar mit Bäumen  
und Geäst verworfen, damit nicht Weidevieh verunglückt, doch  
erkennt man, daß man hier eine schichtparallele, etwa 1 m  
mächtige Lagerstätte ausgebaut hat. Knapp westlich folgt ein

weiterer Tagverhieb "A", der zeigt, daß die Lagerstätte hier durch eine schwache Störung abgelenkt ist. Nach einer kurzen Strecke, die durch Hangschutt vernüllt ist, folgt ein durch Schürfen freigelegter Ausbiß. Von diesem an hat man durch Schürfe die Lagerstätte geschlossen zum oberen Weg und noch weiter, über den obersten hinauf verfolgt, wenn auch völlig unbauwürdig für die damalige Zeit, als man nur dem Blei nachging und die Zinkklende nicht verwenden konnte. Das Durchstreichen des beschürften Erzlagere ist als Graben, der schräg zum Hang hinaufzieht und streng dem Streichen der Schichten folgt, bis zum Auskellen der betreffenden Schichte ober dem obersten Weg klar zu sehen. Die westlichen Schürfe waren im Mai 1792 beendet und im Juni desselben Jahres begann man mit den östlichen.

Östlich des Tagverhaues B liegt, durch eine vermutete Störung um einige Meter nach Norden verworfen, der Tagverhau C, der wenige Meter darunter durch einen kurzen Stollen unterfahren wurde.

Östlich von C ist die Lagerstätte beim großen Hauptverhieb D wieder durch eine zu vermutende Störung um etwa 20 m, diesmal aber nach Süden verworfen. Dieser Hauptverhieb D steht zwar noch offen, doch ist er durch Nachbrechen des Schachtes, der die Verbindung zum darunter liegenden Erzherzog Franz-Stollen herstellte und auch weiter durch Schächte und Gesenke mit dem Kaiser Leopold-Zubaustollen verbunden war, nicht fahrbar. Schon 1792 heißt es: "dermalen aber ist diese Zecne fast unfahrbar". Wohl aber sieht man, daß das steil (66°) nach Süden einfallende Erzlager durch eine steile, westfallende Kluft ein wenig geknickt wurde, ohne daß aber der Zusammenhang unterbrochen erscheint.

Östlich dieses Hauptverhieb D ist das Erzlager wieder durch Schurfroschen bis zum unteren Weg und ein Stück unter diesem hinab verfolgt worden, keilt aber aus, noch bevor es den Alpenbachgraben erreicht,

Wir sehen somit das Hauptlager als eine den Schichten des "Jaukenkalkes" vollkommen gleichsinnige Bank auf etwa

400 m streichend verfolgt und recht geschlossen durchziehen. Im Einfallen hat man das Lager zunächst durch den Erzherzog Franz-(Georg-)Stollen um  $15^{\circ} 8' 11$  Lachter = 30 m unterfahren und einen steilen Erzfall hoch ausgebaut. Später trieb man den Kaiser Leopold-Zubaustollen auf die Lagerstätte. Er hatte sie nach der Karte von Josef FLORIAN schon 1791 um  $49^{\circ} 9$  Lachter =  $94^{\circ} 6$  m unter dem Erzherzog Franz-Stollen erreicht. Danach stellte man durch Schächte und Aufbrüche in bauwürdigen Erzfällen die Verbindung beider Sohlen her, ging nach der Karte von A. PICHLER (1893) in einem Gesenk noch weitere 45 m in die Teufe, wo das Erz nach R. CANAVAL auf 7 m streichend in 15 cm derbem Bleiglanz und Zinkblende anstand. Man hat das Erzlager somit 170 ( $169^{\circ} 6$ ) m unter dem Tagverhieb D erzführend verfolgt. Nach CANAVAL "zeigte die Grube einen zusammenhängenden großen Verhau von circa 20 m mittlerer Breite und 172 m flacher Länge, der vom Ausbisse der Lagerstätte an bis in das Gesenk-Tiefste unter der Unterbaustollens-Sohle herabzieht".

Zählt man noch die Höhe der durch die Schurfröschen untersuchten Lagerstättenteile bis über den obersten Weg dazu, kommt man sogar auf eine Höhe von 250 m mit überhaupt nachgewiesener Erzführung. Selbstverständlich ist die Lagerstätte nur auf einen Teil dieser Höhe bauwürdig gewesen, vor allem auch, weil man mit der vorherrschenden Zinkblende und dem vielen Flußspat nichts anfangen konnte, doch ist dieses Anhalten nach der Teufe bemerkenswert, weil die Behauptung aufgestellt worden war, daß sedimentäre Blei-Zinklagerstätten nicht in die Teufe anhalten. Es ist klar, daß diese große Teufe hier durch das steile Einfallen von  $60^{\circ}$  bis  $80^{\circ}$  der Schichten mit ihrer Lagerstätte bedingt ist und nicht etwa einer Mächtigkeit in diesem Ausmaß entspricht, auch nichts mit dem Anhalten etwa eines Ganges nach der Teufe hin zu tun hat.

Die näheren Einzelheiten über die Lagerstättenverhältnisse in den Bauen, die Gehalte, Erzfälle, Störungen u. dgl. sind den Beschreibungen von R. CANAVAL sowie den alten Grubenkarten von 1791, 1799 und 1893 zu entnehmen. Sie geben

keine wesentlichen Einblicke in die Genesis, die uns hier vor allem interessiert und brauchen deshalb nicht erörtert werden, denn wir wollen ja nicht die Grube gewältigen oder neu aufschließen.

Wohl aber sind Angaben CANAVALs über die Lagerstättenform und -genesis sowie über das Gefüge der Erze wichtig, weil uns die Gruben heute nicht mehr zugänglich sind. So schreibt er auf S. 7 (des Sonderdruckes): "Der Bergbau Radnig bewegt sich auf einem lagerartigen Erzvorkommen im Wettersteinkalk"; "... steht die Lagerstätte circa 20 cm mächtig in Quetzscherzen ... an. Zwischen zwei eisengrauen Kalksteinbänken sieht man schmale, spindelförmige Streifen eines braunschwarzen, bituminösen dolomitischen Kalksteines, die von Fluorit und Calcit umkrustet werden ... local schiebt sich noch schneeweiß, feinblättriger Schwerspat zwischen die Fluorit- und Calcitkrusten ... Die Erze sind zum Theile in den Flußspatkrusten, zum Theile in den Kalkstreifen selbst eingewachsen, ..." Und S. 8 steht: "Wenn oben der Ausdruck lagerartiges Erzvorkommen gebraucht wurde, so entspricht dies vollkommen dem Eindruck, welchen man bei einer Befahrung dieser Zechen erhält. Sie liegen zwischen zwei Schichtflächen, so daß man nach der Form dieser im Mittel circa 1 m breiten, ab und zu durch eingesetzte Riegel versicherten Räume mehr an ein ausgebautes Kohlenflötz als an eine typhonische Erzlagerstätte der Trias denken möchte."

Südlich des Erzherzog Franz-Stollens liegen weitere Pingen, Stollenmundlöcher und Halden sowie die Ruine einer einstigen Bergschmiede. Sie gehören, wie in der Karte angedeutet, vermutlich 2 Hangendlagern an, von denen das erste im Osten durch einen Schurfstollen östlich der großen Halde zu Galmeispuren in einem Ausbiß im Alpenbachgraben leitet, während das hangendste Lager durch einen Schurfstollen innerhalb der großen Halde angedeutet wird. Im Bereich der Einbaue bei der Schmiede sind die Verhältnisse nicht sehr klar, weil in diesem Bereich jenes Störungsbündel durchzieht, welches den Teil "C" des Hauptlagers nach Norden verworfen hat, West-

lich der Schmiede aber läßt sich ein Hangendlager von einem Tagschurf über einen Schurfstollen am unteren Weg zur alten Baugruppe beim "Betontrögel" durchverfolgen. In dieser Baugruppe, über die keinerlei alte Angaben mehr vorliegen, die auch in keiner der alten Karten angegeben sind, war auch das hangendste Lager vermutlich wieder vorhanden, das auch SW der Schmiede mit einer Rösche gesucht wurde. Diese beiden Hangendlager sind bis zu 300 m streichend bekannt und ebenfalls im Kaiser Leopold-Zubaustollen abgequert und ausgerichtet worden. Soweit man es nach den Haldenstücken beurteilen kann, bestehen diese Hangendlager vorwiegend aus dem Erztyp 2.

Ein kleines Schurfschachtel etwa 100 m nördlich des Haupterzlagers und etwas unter dem unterem Weg könnte auf ein Liegendlager hinweisen. Da aber am mittleren Weg in dieser Gegend Mergel auftreten, die eine Faltenmulde bilden, deren Schenkel durchgeschert ist, wäre es auch denkbar, daß hier eine Zubringerspalte angedeutet sein könnte, auf der die vererzenden Lösungen und Dämpfe aufgestiegen sind, welche sich darüber ins Meer ergossen und die sedimentäre Vererzung bewirkten. Auch der nahebei liegende große Block mit der unterbrochenen Sedimentation (Abb. 1) würde gut dazu passen.

CANAVAL führt auf S. 11 einen weiteren Schurfstollen an, der nahe der unteren Möschlacheralm gelegen war; man hat mit ihm Spuren von Zinkblendeerzen untersucht, die im Liegenden der Carditaschichten auf den Schichtfugen eines lichtgrauen, dünnbankigen Kalkes auftreten, der mit 70° nach SW einfällt. CANAVAL bemerkt dazu, daß diese Erzführung den Carditaschichten näher liegt, als jene des Hauptlagers.

Am Stubenboden ging 700 m südlicher als der Bergbau Radnig und nur 1 300 m hoch ein weiterer Bleierzschurfbau um. Man verfolgte hier eine saigere Kluft, die Brekzienerze führte und einen echten Gang ("Kreuzkluft") darstellt. Diese Lagerstätte habe ich noch nicht aufsuchen können; daher ist es nicht möglich, über ihre Beziehungen zum Hauptlager von Radnig etwas auszusagen, doch lag es nach CANAVAL (S. 15) im Hangenden und nicht im Liegenden der Carditaschiefer.

Ein Baron Franz'sches Eisengrübél lag 76 m unter dem Kaiser Leopoldstollen und ist in der Karte von 1791 verzeichnet. Nach den zugehörigen Erläuterungen ging es auf eine kiesige Schichte um, die zu Brauneisen verwittert war und den Gesteinsschichten (Jaukenkalk) gleichsinnig eingelagert ist.

### Die Erze

Die ausgedehnten Halden des einstigen Bergbaues reichen bis ins Haupttal (Alpenbachtal) hinab und führen reichlich Lagerstättenstücke, namentlich Zinkblende, die man damals nicht verwenden konnte.

Zwanglos lassen sich die Erze in mehrere Typen untergliedern, und zwar:

1. "Erzlager" mit Zinkblende und Bleiglanz in dichtem, braunem "Jaukenkalk",
2. mächtige Stufen aus etwa fingerdicken, absätzigen Bänken aus "Jaukenkalk", durch etwa ebenso dicke Flußspatlagen zu grobgemengten Schichterzen verbunden.
3. Hellbrauner, gebänderter "Jaukenkalk" enthält über Bitumenlagen Schichten und Schnüre aus Flußspat, Zinkblende und etwas Bleiglanz.

Der Erztyp 1, den man treffend als "Erzlager" bezeichnen kann, betrifft Stufen, die nach den jetzt noch reichlich auffindbaren Stücken bis 10 cm mächtig werden, nach den alten Angaben aber auch bis zu 1 m mächtig vorgekommen und ausgebaut worden sind. Sie sind ausgesprochen lagig gebaut. Als Beispiel dafür sei die in Abb. 3 wiedergegebene Stufe angeführt, die ein zwar an Erzen armes, deshalb auf die Halde gekommenes Stück darstellt, das aber als recht kennzeichnend angesprochen werden kann. Sie besteht zu unterst aus 2 cm mächtigem, hellbraunem, schwach gewelltem "Jaukenkalk". Darüber setzt 1 cm dick dunkler "Jaukenkalk" mit schüsselförmigen Dolomitspatlagen. Diese sind nach unten scharf begrenzt und richten nach oben die Kristallspitzen, Ihre gesamte

Lage weist auf schwaches, vordiaogenetisches Fließen bzw. Absinken. Darüber liegt bis 15 mm dicker, dunkler "Jaukenkalk" mit vielen, 3 - 5 mm großen Zinkblendekörnchen, in den oberen Lagen auch 6 Bleiglanzkörnchen. Der "Jaukenkalk" wird nach oben wieder heller braun, die Zinkblendekörnchen treten zurück, bis dann wieder eine daran reichere Lage einsetzt, die bis zu 6 mm große Zinkblendeneester birgt. Darüber reichert sich Dolomitspat in 2 - 3 mm großen Körnchen an. Mit recht scharfer Grenze folgt 2 cm mächtig, derbe, hellbraune Zinkblende mit 1 - 2 cm großen Bleiglanzkörnern. Ganz zu oberst liegt, nach unten wellig über die Zinkblende- und Bleiglanzkörner gebreitet, wieder sehr heller "Jaukenkalk".

In anderen Stücken tritt im oder knapp unter dem unteren dunklen "Jaukenkalk" Tuff in dünnen, stark absätzigen Lagen auf, wie dies in der Abb. 4 zu sehen ist. In manchen Stücken dieses Typus ist der "Jaukenkalk" durch reichlich Bitumen tief braunschwarz. Die hellen Dolomitkrusten und hellbraunen Zinkblendekörner heben sich dann auf dem dunklen Hintergrund besonders gut ab. Diese fast schwarzen "Kalke" geben, wenn man sie erhitzt, Bitumen ab, das sich an den Wandungen der Proberöhre in tief dunkelbraunen Tropfen niederschlägt. Nicht selten sind die Tufflagen - auf die wir noch zurückkommen - überkrustet von 1 mm dicken Dolomitspatlagen.

Stufen dieses Erztypus 1 findet man wie jene des Übergangstypus sowohl auf der großen Halde unter dem Tagverhieb wie auch auf jener vor dem Leopold-Erbstollen und dürfte sehr wahrscheinlich die Hauptmenge des aufgeschlossenen Erzes ihm angehört haben.

Der Erztyp 2 ist durch die Abb. 5 dargestellt, während die Abb. 6 eine die Typen 1 und 2 verbindende Ausbildung zeigt. Die vor dem Mundloch des Erzherzog Fran-Stollens aufgefundene Großstufe, 30 x 13 x 15 cm messend (Abb. 5), zeigt zu unterst eine bis 15 mm dicke, recht lichtbraun gefärbte und sehr feinkörnig-tonige "Jaukenkalk"-Lage, darüber, 10 bis 15 mm dick, grobkörnigen Flußspat aus bis 5 mm großen Körnern. Dabei ist die Grenze zwischen "Jaukenkalk" und der

Flußspatlage scharf und ebenflächig. Zinkblendekörnchen (1 bis 3 mm) sind in der Flußspatlage besonders in den untersten Millimetern lagig gehäuft. Darüber sitzt dann, in mehrere Schollen zerteilt, eine dunkle "Jauenkalk"-Lage; sie ist links im Mittel 5 - 6 mm dick, schwillt linsig auf mehr als das Doppelte (15 mm) an dadurch, daß sie namentlich gegen rechts hin durch Flußspat- + Zinkblendeadern aufgespalten wird und ein 2,5 cm langes Stück emporgehoben wurde. Über dieser absätzigen "Jauenkalk"-Schichte folgt eine durch das ganze Stück durchziehende, sehr grobkörnige Flußspatlage. Wieder liegen in ihr knapp über dem "Jauenkalk" zahlreiche hellbraune Zinkblendekörnchen. Solche bestäuben auch die obersten Schichten dieser Flußspatlage. Die nächste darüber folgende "Jauenkalk"-Schichte wird 6 bis 10 mm mächtig, enthält mittig eine bis 2 mm dicke grünlich-graue Tufflage. In ihrer Mitte ist diese "Jauenkalk"-Schichte unterbrochen dadurch, daß ein 16 mm langes Stück von den beiderseits folgenden Teilen unterschoben und dabei um 5 bis 6 mm emporgehoben wurde. Die Dachfläche dieser Schichte ist wieder glatt und - abgesehen von der eben erwähnten Hebung - eben. Es folgen weiterhin, etwa im cm-Rhythmus wechselnd, Flußspat- + Zinkblendelagen und "Jauenkalk"-Schichten. Die 5. "Jauenkalk"-Schichte biegt am rechten Rand ab, endet stumpf in Flußspat. Darüber liegt eine keilförmige "Jauenkalk"-Scholle und ist diese wieder durch eine der 2. Jauenkalklage entsprechenden Unterschiebung angehoben, nur ist der rechte folgende Teil abgebrochen. Die 5. Flußspatlage ist sehr reich an Zinkblende, die darüber liegende 6. "Jauenkalk"-Schichte ist bis 2 cm mächtig, enthält einige mm dicke, mit weißem Dolomitspat gefüllte Setzungsrisse und Tuffnester. Seitlich (in der Richtung nach hinten im Bild) endet diese "Jauenkalk"-Schichte; der Flußspat zwischen ihr und der angehobenen Scholle bilden eine 5 cm lange und mittig bis 2 cm hohe Kleinhöhle mit wandständigen, bis 4 mm großen Flußspatkristallen und aufsitzenden Zinkblendekörnchen. Die nächsthöhere Jauenkalklage ist ebenfalls sehr unruhig gelagert, in mehrere Schollen zerlegt, die in sehr grobspätigem Flußspat schwimmen, der reichlich Zinkblendekörner enthält. Diese ist wieder unter dem

nächsten "Jaukenkalk" angereichert, der wieder bis 2 cm mächtig und durch eine nur 3 bis 5 mm dicke Flußspatlage mit mittlerer Dolomitspatfülle von der nächsten, obersten "Jaukenkalk"-Lage getrennt wird. Die vorletzte und die letzte Lage enthalten wieder mehrere dünne Tufflagen. Nach einer solchen ist das Stück oben vom Hangenden abgespalten. Auf der Rückseite enthalten die 3., 4. und besonders die 5. Flußspatlage Kleinhöhlen; unter diesen ist die oberste 13 cm lang und wird fast 2cm hoch, enthält reichlich Flußspatkristalle und (junge) Überkrustungen durch Zinkspat in kugelig-strahligen Büscheln. Diese Stufe zeigt also, daß rhythmisch "Jaukenkalk" und Flußspat + Zinkblende mindestens 9mal wechseln.

Eine in der Abb.6 wiedergegebene Stufe (Großanschliff 2138) ist aufgebaut aus bis 1 cm dicken Lagen aus dunkelbraunem "Jaukenkalk"; sie wechseln absätzig mit bis zu 15 mm dicken Lagen aus sehr grobkörnigem (5 - 10 mm) Flußspat. Seine farblosen Kristalle setzen jeweils an einer "Jaukenkalk"-Schichte an und wachsen nach oben, etwa 5 mm lang. An ihre Spitzen legen sich hellbraune Zinkblende (B) und spärlich Dolomitspat. Darauf setzt eine neue Lage Flußspat an, die ebenfalls einige mm weiterwächst und diskordant an die nächsthöhere "Jaukenkalk"-Lage stößt. Es entsteht dadurch ein grober Lagenbau, der den Eindruck erweckt, es wäre periodisch einmal mehr Flußspat, dann wieder mehr Zinkblende, dann wieder Flußspat und schließlich "Jaukenkalk" und so fort abgesetzt worden. Diese krustenförmigen "Jaukenkalk"-Lagen sind noch vordigenetisch schwach zerbrochen und ein wenig gegeneinander verflößt worden, während die Flußspatlagen einheitlicher durchziehen. Das Gestein ist nachdigenetisch, aber auch nach dem Absatz des Flußspates und der Zinkblende nicht mehr durchbewegt worden. Zwei Drittel der Masse bestehen aus Flußspat und wenig Zinkblende, etwa ein Drittel aus "Jaukenkalk".

Eine andere, von der Halde des Leopold-Zubaustollens stammende Großstufe (18 cm hoch, ebenso breit und etwa 10cm dick) dieses 2. Erztypusses zeigt zwar grundsätzlich denselben Rhythmus, nur sind die einzelnen Lagen wesentlich dicker, 25

bis 30 mm. Außerdem sind neben Zinkblende einige sehr grobe (12 x 20 mm!) Bleiglanz-Einkristalle eingewachsen. Die 6 "Jaukenkalk"-Schichten werden jeweils in den obersten 3-5 mm viel feinkörniger als sie es darunter sind, enden mit scharfer, ebener Dachfläche gegen die darüber folgenden Flußspat-Zinkblende-Lagen, die aus groben, bis 1 cm großen Einkristallen bestehen. In der 5. Jaukenkalkschichte liegt zu oberst 3 mm grüngrauer feinstkörniger Tuff, ebenso ein solcher in den unteren Lagen der obersten Schichte. Vor allem in den mittigen Flußspatlagen liegen die groben Zinkblendekristalle und etwas Bleiglanz unmittelbar über der Dachfläche der 3. und 4. "Jaukenkalk"-Schichte. Hingegen ist weißer Dolomit in allen Flußspatlagen mittig vorhanden, auch hier mit groben Zinkblendekristallen vergesellschaftet. Mehrfach hat man den Eindruck, daß der Dolomitspat und Kalkspat den noch offenen Raum von Kleinhöhlen ausfüllten.

Die sich aus diesen Stufen ergebenden Schlüsse über die Entstehung der Lagerstätte Radnig werden im Abschnitt "Genesis" erörtert.

Der in Abb. 4 wiedergegebene Übergangstypus besteht aus groben Lagen aus hellem und dunklem "Jaukenkalk", wechselnd mit farblosem Flußspat, der vielfach recht grobspätig ist (~~man~~ <sup>man</sup> ~~er~~ <sup>er</sup> ~~mm~~). Wellige Tufflagen folgen, dann wieder Flußspatschichten. In der Mitte eindeutig Tuff mit vielen Ilmenitkörnchen (Lichtbilder 31, 32). Sonst viel Quarz in Flußspat, Dolomitspat, Zinkblendekörnchen und grobe Zinkblendekörner. Die Zinkblende ist oft stark angewittert und zu Zinkspat umgesetzt. Manche Dolomitspäte sind stark zonar; weiters finden sich auch hier viele Bitumenlagen, Queräderchen mit wandständigen Dolomitspäten, Bindung von Quarzkriställchen an Bitumenlagen usw. Es wird beim Mikrogefüge noch darauf zurückgekommen.

Der letzte Typus 3 tritt vorwiegend nur in dünnen Erzschnüren in lichtbraunem "Jaukenkalk" auf und ist in der Abb. 7 in einer typischen Stufe dargestellt. Sie zeigt zu unterst eine einige mm-dicke Lage aus Flußspat, weiß, grobkörnig (2 bis

3 mm). Darüber 2 cm hellbrauner "Jaukenkalk" mit 6 dunkleren Bändern im Abstand von etwa 2 bis 3 mm, schwach gewellt und etwas absätzig. Darüber liegt eine 1 mm dicke Bitumenlage, 3 bis 4 mm darüber eine zweite und dazwischen dunkelbrauner "Jaukenkalk". Rechts über der ersten, links über der zweiten Bitumenlage liegt bis 4 mm dicker, derber Flußspat mit grober Zinkblende. Im rechten Teil liegt darüber, 3 bis 4 mm dick, dunkler "Jaukenkalk" in 15 bis 20 mm langen Brocken. Er ist durch ein Bitumenband unterteilt. Diskordant liegt darüber eine weitere Bitumenhaut, 0,9 bis 0,5 mm dick, und deckt diese die "Jaukenkalk"-Bröckelchen, den Flußspat und die groben Zinkblendekörner zu. Erst über dieser Bitumenlage setzt die ruhige Ablagerung des "Jaukenkalkes" wieder ein. Von der unteren Bitumenlage sind dünne Bitumenschnüre in den unten liegenden "Jaukenkalk" über 1 cm tief abgesunken.

Wir sehen aus diesem Typus, daß der Sedimentationsrhythmus des "Jaukenkalkes" mehrfach unterbrochen wurde, wobei an besonders auffallenden Stellen diese Unterbrechungen durch Bitumenlagen markiert sind. Sie bezeichnen einschneidende Änderungen im biologischen Ablauf des damaligen Meeresbodens, nämlich Vergiftung der Lebewesen durch eindringende magmatische Reststoffe, wie F, SiO<sub>2</sub>, Pb, Zn, Ba usw., verbunden mit einer Bodenunruhe, die durch die so auffallende Absätzigkeit der betreffenden Schichtglieder angezeigt wird.

Aber nicht nur im eigentlichen "Erzlager" machen sich diese Ereignisse bemerkbar, sondern auch in der Ausbildung des "Jaukenkalkes" der näheren Umgebung. Es sei dabei auf die Abb. 1 verwiesen, die diese Verhältnisse besonders klar zeigt. Unser Erztypus 3 bildet gewissermaßen einen nur durch die zugeführten Minerale Flußspat, Dolomitspat, Quarz, Bleiglanz, Zinkblende und in geringer Menge auch Schwespat bezeichneten Sonderfall dieser unruhigen Sedimentation.

### Mikrogefüge

Was vorstehend als "Jaukenkalk" bezeichnet wurde, ist teilweise und in einiger Entfernung von der Lagerstätte tatsächlich ein lichtgrauer, feinkörniger Kalkstein. Er gehört dem Wettersteinkalk an und hat, wie van BEMMELEN (1) darlegte, wegen seiner faziellen Sonderheiten nach dem Orte seines typischen Auftretens seinen Namen erhalten. Er ist in unserem Gebiete meist gut gebankt, sehr häufig aber auch breschig (brekziös) entwickelt oder dolomitisch, wie dies van BEMMELEN beschrieben hat.

Im Bereiche der Vererzung ist der "Jaukenkalk" vielfach durch Bitumen hell- bis dunkelbraun gefärbt und riecht nach dem Anschlagen stark darnach. Manche dunkle Abarten geben, in der Proberöhre erhitzt, dicke Nebel, aus denen sich braune Bitumentropfen niederschlagen. Wie die Abb. 8 zeigt, ist er häufig von feinen Suturlinien durchzogen, die, wie man zwischen gekreuzten Polarisatoren deutlich sehen kann (Abb. 9), Bitumen gespeichert enthalten; oder er enthält richtige Bitumenlagen. Ätzt man den "Jaukenkalk" mit dem Trojer'schen Ätzmittel (10 %  $\text{Al(NO}_3)_3$ -Lösung), so erkennt man, daß er im Lagerstättenbereich viel Dolomit führt. Dieser bildet entweder kleine Körnchen zwischen den Calciten, ist manchmal lagig angereichert oder auch wölkig verteilt. Dolomit bildet - und zwar weitaus häufiger - auch Großkörner in Form von kristalloblastisch aufgesproßten Einsprenglingen. Um diese von den kleinen, dem gewöhnlichen Gesteinsgewebe zugehörigen Dolomitmikrönrchen zu unterscheiden, bezeichne ich diese Großkörner als Dolomitspat. Diese Dolomitspat-Rhomboeder werden manchmal bis zu mehrere mm groß, sind dann meist entweder ungemein porig (Abb. 10), oder sie sind ungewöhnlich stark zonar aufgebaut. Dabei kann der Zonenbau durch wechselnd zusammengesetzte Karbonatschichten zustandekommen und wird dann meist durch das Ätzen sichtbar (Abb. 11). Oder aber, es sind die Dolomitspate grob zonar mit Flußspat verwachsen, wie in den Abb. 12 und 13 zu sehen ist. Über diese grobzonare Verwachsung hinaus sind sie, wie man nach Ätzen sieht, auch noch innerhalb ihrer Dolomitschichten stark zonar.

Manchmal sind diese Dolomitspäte einzeln (Abb. 12) im fast stets durch Bitumen dunkel gefärbten Gesteinsgewebe aufgesproßt, häufiger bilden sie darin aber Gruppen, wie in Abb. 13, oder sind zu Reihen oder Zügen geordnet.

Sehr häufig bildet der Dolomitspat aber Krusten (Abb. 14, 15), die bis zu 1 - 2 mm dick werden, aber mehrere cm lang und breit sind. Die in Abb. 13 gezeigte Gruppe von stark zonalen Dolomitspäten bilden vielfach den Anfang solcher Krusten. Oftmals sitzen sie mit scharfer Grenze auf feinkörnigem Jaukenkalk auf, oder sie sind durch eine Bitumenlage von ihm abgetrennt; ihre freien Kristallenden sind dann nach oben gerichtet, ragen in eine weitere Bitumenlage hinein (Abb. 14), oder noch häufiger werden die Kristallspitzen von Flußspat überwachsen (Abb. 15), ähnlich wie in der Abb. 13.

Der stark dolomitische "Jaukenkalk" ist oft von vielen Kleinhöhlen durchsetzt, die mit grobspätigem Kalkspat ausgefüllt sind. Die Wände solcher "Kleinhöhlen" sind mit Dolomitspat-Rhomboederchen überzogen und auch im Kalkspat selbst sitzen oft schöne Dolomitkriställchen, werden allerdings meist erst dann deutlich sichtbar, wenn man den Kalkspat mit dem Trojer'schen Ätzmittel weglöst (Abb. 16). In den Abbildungen 12 bis 16 ist auch zu sehen, daß der Spatdolomit, auch wenn er scharfe Kristalle bildet, meist von feinen Flußspat- und Quarzkörnchen durchsetzt ist, ab und zu auch kleine Körperchen von Zinkblende oder Bleiglanz umschließt. Dies weist - ebenso wie seine Bildung neben Zinkblende im Flußspatbindemittel von "Jaukenkalk"-Brekzien (Abb. 17) - darauf hin, daß der Dolomitspat ein Glied des Vererzungsvorganges ist.

Außer Dolomitspat enthält mancher mit Erzen vergesellschaftete "Jaukenkalk" auch viel Flußspat. Manchmal ist in diesem, im Gelände freiäugig als bitumiger "Jaukenkalk" anzusehendes Lagergestein so viel Flußspat enthalten, daß dieser weitaus überwiegt und der Dolomitspat darin Einsprenglinge oder Krusten bildet. In den Abb. 12, 13 und 15 ist dies zu erkennen. Der Flußspat ist in diesen Fällen vielfach feinkörnig, durch Bitumen in gleicher Weise wie der eigentliche "Jaukenkalk" hell-

bis dunkelbraun angefärbt. Dadurch wird er freiäugig kaum vom "Jauenkalk" unterscheidbar. Auf den Halden finden sich reichlich faust- aber auch kopfgroße Trümmer von solchem "Jauenkalk", die sich erst dann als bis zu neun Zehntel aus Flußspat bestehend erweisen, wenn man sie mikroskopisch oder chemisch näher untersucht. Beispielsweise ist dies im mittleren Teil der Abb. 3 der Fall, ebenso in den dunklen Teilen der Abb. 4. In dieser ist auch die zweite, meist farblose, manchmal auch blaßviolette, bitumenfreie Abart des Flußspates zu sehen, die schon im Gelände leicht als solcher erkannt werden kann. In den Abb. 3 und 4 ist auch zu sehen, daß sich sowohl die weißen Dolomitspatkrusten, wie auch die Einsprenglinge dieses Minerals scharf und deutlich vom dunklen Flußspat-Untergrund abheben. Flußspat bildet die wichtigste, weitaus vorherrschende Gangart, ist weitaus häufiger als Dolomit oder Quarz.

In vielen Schliffen konnte beobachtet werden, daß über echtem, oder noch häufiger über dolomitischem "Jauenkalk" eine Bitumenschichte oder eine durch Bitumen dunkel gefärbte Suturefläche auftritt, ähnlich wie dies in Abb. 8 und 9 unten zu sehen ist. Über dieser dunklen bitumenreichen Lage tritt ebenfalls lagenhaft dunkler Flußspat auf, der nach oben hin manchmal heller oder grobkörniger wird, oder Dolomitspatkörner oder Quarzkristalle aufnimmt (Abb. 18), auch Reihen von Zinkblende- oder Bleiglanz Körnchen enthält. In solchen, freiäugig stets als dunkler "Jauenkalk" anzusprechenden Lagerstücken gibt es oft auch Lagen, in welchen grobe Flußspatkörner siebartig, auch zonar, von Dolomitspatkörnern durchsetzt sind (Abb. 19). Diese Körner schwimmen nach der Art von Porphyroblasten in feinkörniger, meist dolomitischer Grundmasse, in der auch häufig kleine Quarzkriställchen sitzen, wie dies ebenfalls in der Abb. 19 zu sehen ist.

Mitunter füllt Flußspat allein oder zusammen mit Dolomit und Quarz Kleinhöhlen, die häufig an der Grenze von feinzugröberkörnigem "Jauenkalk" auftreten (Abb. 18, 20). Dabei weisen seine Kristallspitzen oftmals schwerkraftgerichtet aufwärts, so in der Abb. 20.

Quarzkriställchen sind in fast allen diesen dunklen "Jaukenkalken" reichlich vorhanden. Wir sehen sie besonders schön durch Ätzen hervorgehoben in der Abb. 11, sie sind aber auch in den Abb. 12 und 13 ebenso zu sehen, wie in den Abb. 15 und 17. Die Abb. 12 zeigt ferner, daß der Quarz schöne Kristalle bildet, wenn er einzeln im Flußspat auftritt, daß er aber - wie in dieser Abbildung oben und unten - Kornlagen bildet, wenn er der Menge nach vorherrscht. Er kann nämlich genauso wie der Flußspat auch Lagen bilden, die fast nur aus solchen Quarzkörnchen bestehen, die - wie ebenfalls aus der Abb. 12 zu sehen ist - dazu neigen, überall dort, wo sie freien Raum finden, Kriställchen zu bilden. Dies weist darauf hin, daß dieser Quarz bei der Sedimentation des Lagergesteins sich aus Lösungen abschied, nicht als Sand ins Gestein eingeschwemmt worden ist. Auch diese Quarzkornlagen speichern Bitumen, das vor allem in den Kornzwickeln angereichert sein kann, doch sind vielfach auch die einzelnen Körner oder selbst Kristalle braun gefärbt, manchmal sogar deutlich lagig heller bzw. dunkler.

In den Dünnschliffen war zu ersehen, daß die Quarzkriställchen fast durchwegs im Lagergestein so eingeschichtet sind, daß die Stengelachse, also die c-Axe, in die Schichtebene zu liegen kommt, innerhalb dieser aber nur schwach zu einer zu vermutenden Strömungsrichtung des Meerwassers eingeregelt ist.

Die vorstehend erwähnten feinkörnigen bis dichten Quarzkornmassen, welche aber ebenfalls nur mikroskopische Ausmaße aufweisen, also mm-dick, aber mehrere cm lang und breit werden können, bilden ein stark verzahntes Kornpflaster oder häufiger Säume um grobe Dolomitspatkörner. Dabei erfüllt Bitumen meist die Zwickel zwischen den Körnern, kann diese aber auch anfärben. Diese feinen Körnchen löschen scheinbar stark undulös aus. Bei genauerem Studium merkt man aber, daß die Auslöschung vom Kern zum Rand "hinwischt"; wie man dies etwa von flauen Mikroklinen her kennt oder auch von manchen zonaren Plagioklasen. Sind mehrere oder, wie in derben Lagen, gar viele Körnchen benachbart, so erkennt man, daß

deren Auslöschung zusammen betrachtet (also mit einem ganz schwachen Objektiv) das stehende Kreuz von Sphärolithen ergeben und auch die scheinbar undulösen Körnchen lassen erkennen, daß sie nicht einheitlich gebaut sind, sondern daß gegen die Ränder hin eine radiale Auflockerung eintritt, manchmal eine deutlich zu sehende Aufspaltung in feinste Teilkriställchen subparalleler Lage. Ich deute diese Erscheinung so, daß diese feinsten Körnchen - und soweit Häufchen davon vorliegen, die ganzen Bereiche dieser - zunächst als Gel ausgeflockt sind und nachträglich - vermutlich bei der Diagenese - dieses Gel in den kristallinen bzw. kryptokristallinen Zustand umwandelt.

Eng mit diesem Aussehen verbunden ist die ebenfalls häufig zu beobachtende Erscheinung, daß die Dunkelstellung aus einem Quarzkörnchen beim langsamen Weiterdrehen des Mikroskoptisches ins benachbarte, dann weiter ins nächste usw. wandert und dadurch ein grob-radialer Bau dieser Häufchen angedeutet wird. Dabei werden in diesen Bereichen die Korngrenzen der einzelnen Quarzkörnchen vielfach nur zwischen gekreuzten Polarisatoren sichtbar; im einfach polarisierten Licht vermerkt man, einen einheitlichen Großkristall vor sich zu haben. Würde ein Sphärolithenbündel schwach rekristallisieren, so daß Kleinbereiche einheitlicher Kristalle eben auftreten, wäre das geschilderte Verhalten leicht erklärlich. Deshalb scheint mir die Deutung der Feinquarze als umgestandenes und schwach rekristallisiertes Gel als sehr wahrscheinlich.

Ich habe Dutzende von solchen "zonaren" Quarzkörnchen genau überprüft, ob nicht etwa Plagioklase darunter seien, denn solche wären nicht verwunderlich, weil ja Tufflagen vorhanden sind; es ergaben sich aber keinerlei Anhaltspunkte für Feldspäte. Alle untersuchten Körnchen, auch die scheinbar stark zonaren, sind einwandfrei optisch einachsigt positiv, enthalten keinerlei Spaltrisse oder Zwillingslamellen. Den scharfen Umrißformen nach sind alle diese Quarze aus zugeführter Kieselsäure ausgefällt worden, teils als Kriställchen, teils zunächst als Gel und nachträglich rekristallisiert, nicht aber als Sand klastisch eingeschwemmt worden.

Schwerspat begleitet die Erze nicht allzu häufig, ist aber auf den Halden doch mitunter in derben Stücken oder in Nestern zu finden. In den Anschliffen spießt er beispielsweise von einer unteren Bitumenlage durch Flußspat zu einer oberen durch, von Zinkblendekörnchen und kohligem Häcksel begleitet. Mengenmäßig tritt der Baryt gegenüber dem Flußspat völlig zurück.

In diesen dunkelbraunen bis manchmal schwarzen "Jaukenkalken", die bald aus vorherrschend Dolomitspat, bald aus Flußspat oder Quarz bestehen, zumeist aber aus einem Gemenge dieser Minerale, sitzen nun die Erze. Unter diesen überwiegt die einstens wertlose und unverwendbare Zinkblende weitaus gegenüber Bleiglanz. Da die ausgebauten Zechen oder Ortsbrüste nicht zugänglich sind, kann nicht eindeutig entschieden werden, ob dieses Verhältnis von viel Zinkblende zu wenig Bleiglanz schon in der Lagerstätte echt vorhanden ist oder ob es nur dadurch vorgetäuscht wird, daß der Bleiglanz säuberlich ausgekuttet, die unverwendbare Zinkblende aber auf die Halde geworfen wurde. Jedenfalls wird aber in der Beschreibung zu den alten Karten schon geklagt, daß viel unverwendbare Zinkblende vorhanden sei.

Die Zinkblende bildet im Lagergestein, dem vorbeschriebenen dunklen "Jaukenkalk", oft große lichtbraune Einzelkörner, die mehrere cm groß werden, häufig auch lagerartige, bis handbreite derbe Züge, meist aber lappig-rundliche "Knöllchen" oder Zeilenreihen aus kleinen, oft runden, aber trotzdem meist aus Einkristallen bestehenden Körnchen, die in Abb. 21 unten gut zu sehen sind. Die großen "Knöllchen" sind oft, wie ebenfalls die Abb. 21 zeigt, dicht durchsetzt von Quarz- oder Flußspatkleinkörnchen, die oft so fein sind, daß es schwer fällt, sie zu bestimmen. Manchmal ist ihr Kern dicht gefüllt, wie in Abb. 21, manchmal ist aber auch der Kern einschlussfrei und mittlere Bereiche sind voller kleinster Einschlüsse, oft neben deutlich größeren Dolomitspatkörnchen (Abb. 22). Meist ist aber der Rand wieder rein oder mindestens ärmer an Einschlüssen

als die mittleren Bereiche. Diese großen Knöllchen stellen ehemalige Kügelchen dar, aus gemischten  $\text{CaCO}_3$ -,  $\text{MgCO}_3$ -,  $\text{ZnS}$ -,  $\text{PbS}$ -,  $\text{SiO}_2$ - und  $\text{CaF}_2$ -Gelen, die bei der Diagenese kristallisierten und dabei die einschlußreichen rundlichen Körnchen dieser verschiedenen Minerale geben. Wir finden sie in ähnlicher Form bei allen diesen Mineralen.

Reichlich gibt es auch recht groß werdende Blendekörner, die aus einer Zinkblendeschale bestehen, welche Ton- und Kalkschlammkügelchen umhüllt. Da dieser Kern oder Teile von ihm beim Schleifen meist ausbrechen, auch dann, wenn man die Partien immer wieder mit Lack tränkt, um sie zu festigen, geben diese Blendekügelchen typische atollartige Kränze. Sie sind, ebenso wie die vollen Körner, die vorstehend als "Knöllchen" bezeichnet sind, deutliche Hinweise für eine chemische, syngenetische Sedimentation in zunächst kolloidaler Form. Soweit diese rundlichen Gebilde, sowohl die Hohlkügelchen wie auch die Knöllchen, dicht durchsetzt sind von Quarz- oder Flußspat-Kleinkörnern, handelte es sich ursprünglich um gemengte Gele.

Unter den Bedingungen der Radniger Vererzung entwickelte die Zinkblende aber zum Teil auch ein sehr starkes Kristallisationsvermögen. Besonders in den fast schwarzen, an Flußspat und Quarzkristallen reichen "Jauenkalken" tritt sie in guten und großen Kristallen auf, die von "Jauenkalk" rundum eingeschlossen sind. Diese sind dann im Kern durch Bitumen oft dunkelbraun gefärbt; dabei ist dieser dunkle Kern nach außen manchmal scharf abgegrenzt und bildet einen früheren Stand des Kristallwachstumes ab, oder er geht verwaschen in die hellbraunen Ränder über. Es fällt auf, daß diese im Kern braun gefärbten Zinkblendekristalle stets frei von sonstigen Mineraleinschlüssen sind. Manchmal sind größere Zinkblendekristalle prächtig zonar gebaut in der Form, daß 6 bis 10 licht und dunkel gefärbte Schichten nacheinander wechseln. Abgesehen von der durch die bitumenartigen Stoffe der Umgebung bedingten Anfärbung beim Wachsen der Zinkblendekörner ist sie stets hell, lichtbraun oder gelblich. Nie konnten außer den vorstehend genannten und gleichzeitig mit der Blende gebildeten

Minerale Flußspat, Quarz und Dolomit, sowie feinsten Ton- und kohligen Teilchen irgendeine Entmischungskörperchen etwa von Kupferkies oder Zinnkies gefunden werden. Bei der angenommenen und später zu besprechenden exhalativ-sedimentären Bildung in einem beschränkten Meeresbecken ist dies zwar selbstverständlich, doch sei darauf hingewiesen.

Nur in einem Schriff (Nr. 2098) enthalten große Blende-körner reichlich Büschel von Rutilnadeln in der bekannten "Sagenit"-Form (Abb. 23). Da in den Tufflagen reichlich Ilmenit vorhanden ist (Abb. 31 und 30), ist sein Auftreten wohl nicht zu verwundern. Wenn man die Schriffe von Radnig durchsieht, vermeint man oftmals kleine Titanit- oder Rutilkörnchen zu sehen. Bei der Vielheit der in diesen Schriffen vorhandenen hoch lichtbrechenden Minerale mit weißem bis gelblichem Innenglanz - Zinkblende, Weißbleierz, Zinkspat, Dolomit - war es aber weder in An- noch in Dünnschliffen möglich, diese Minerale (Titanit oder Rutil) außer im Schriff 2018 sicher zu bestimmen.

Wie die Zinkblende bildet auch der Bleiglanz manchmal derbe Lagen. Dabei legt er sich oftmals über Zinkblende-körner (Abb. 24, 25) oder ganz ähnlich auch über große Flußspatwürfelchen und läßt durch feinste eingeschlossene Tonhäute oder durch beginnende Verwitterung erkennen, daß das Bleisulfid zunächst als Gel ausgefällt wurde, das über die unterliegenden Körner "floß". Andererseits ist oft auch zu sehen, daß über einer Flußspatlage, die üblicherweise etwas Quarz und Dolomit enthält oder über einer Bitumenhaut die Ablagerung von Bleiglanzkörnchen schlagartig einsetzt und nach oben allmählich im weiter anhaltenden Flußspat deutlich abklingt (Abb. 26). Bildungen dieser Art hängen wohl mit der pulsierenden Zufuhr der magmatischen Exhalation zusammen und geben deutliche Hinweise auf diese Bildungsart.

Mehrmals ist schon von Bitumenlagen gesprochen worden und von unregelmäßigen Lagen, die im Schnitt der Schriffe suturlinienartige Formen zeigen. Unter gekreuzten Polarisatoren erkennt man, daß letztere dicht mit Bitumen durchtränkt

sind und durch ihre dadurch bedingte Schwärzung sehr auffallen, wie dies durch die Abb. 8 (mit einem Polarisator) und die Abb. 9 (zwischen gekreuzten Polarisatoren) erkenntlich ist. Manchmal liegen viele solche bitumige Lagen übereinander: In Schliff 2140 beispielsweise kann man deren 12 innerhalb einer 2 cm dicken "Jaukenkalk"-Lage zählen. Diese durch Bitumen angefärbten und durch feine Tonhäute auch schon ohne Polarisatoren kenntlichen Lagen deuten einen Wechsel der Sedimentationsbedingungen an, etwa derart, daß die darunter liegenden Schichten feinkörniger oder kalkreicher oder ärmer an Quarzkörnchen usw., also irgendwie verschieden von den darüber liegenden aufgebaut sind. In einigen Abbildungen sind diese Unterschiede gut zu sehen, beispielsweise in Abb. 14 oder 26.

Ganz besonders deutlich wird sehr oft eine Änderung der Sedimentationsbedingungen durch die Bitumenbänder sichtbar. Solche sind mittig und oben in den Abb. 8 und 9 dargestellt. Sie legen sich manchmal wie ein Tuch über Unebenheiten der Unterlage, über Bröckelchen von "Jaukenkalk", über gröbere Zinkblende- oder Flußspat-Körner (Abb. 7), sind in sich vielfach feinst gefältelt, "geflossen", wie in Abb. 27, oder sie werden durch darüber ausgeschiedene schwere Körnchen, beispielsweise aus Zinkblende oder Bleiglanz, nach unten eingedrückt (Abb. 28).

Typisch für ihr Auftreten ist beispielsweise der Anschliff 2099, der mehrere Bitumenlagen übereinander zeigt. Die unterste mißt 0,02 mm und liegt über feinkörnigem (0,02 - 0,03 mm) "Jaukenkalk", der darüber deutlich gröberkörnig (0,06 - 0,1 mm) ist und etwas Flußspat führt. Die darüber folgende Bitumenlage ist 0,3 bis 0,5 mm dick, ist feinst gefältelt, "geflossen", führt verhältnismäßig recht viel feinste Pyritfünkchen und "vererzte Bakterien", enthält auch etwas Zinkblende, Flußspat und Quarz in einzelnen Körnchen oder dünnen Lagen. Nach oben folgt dann wieder eine mehrere mm dicke Lage von Jaukenkalk, die durch Querrisse unterteilt ist und dann die oberste, 0,03 mm dünne Bitumenlage. Diese grenzt nach oben an grobkörnigen Flußspat. Dabei ist die mittlere, dickste Bitumenlage auf längere Strecke hin beiderseits von einer dünnen Flußspathaut begleitet, die örtlich auch durch Dolomitspatkrusten ersetzt sein kann.

Der Innenbau dieser Bitumenlagen ist aus der Abb. 29 zu ersehen: Kohlige und feinst tonige Lagen enthalten häufig hoch inkohlte, helle, also stärker reflektierende "Kohlekörnchen", Flußspat, Dolomitspat, Bleiglanz und Zinkblende in Rundlingen oder auch in kleinsten Flittern. Im allgemeinen sind die kohligen Krümel noch optisch isotrop; im Schliff 2132 aber sind mehrere rundliche kohlige Körnchen enthalten, die deutlich ein Sphärolithenkreuz zeigen, wie man es von Feingraphiten her kennt, beispielsweise auch von Koks.

Die dicken Bitumenlagen zeigen manchmal in den Anschliffen roten Innenglanz. In den Dünnschliffen sieht man in diesen bis 2 mm dick werdenden Bitumenlagen glimmerartig aussehende, lebhaft orange, tiefrot oder violett gefärbte, manchmal schwach wellig verbogene Täfelchen. Die orange gefärbten stellen vermutlich eine in Schichtgittern kristallisierte Verbindung dar. Sie ist stark anisotrop mit beim Drehen des Mikroskoptisches etwas wandernden Axenbalken, wie man das von Graphit her kennt. Der Farbton dieser, wie auch der tiefroten Körnchen ist sehr leuchtend. Es handelt sich offenbar um zwei organische Verbindungen, die - weil deutlich kristallisiert - eigene Minerale darstellen dürften, doch ist es nicht möglich, sie so herauszupräparieren, daß eine organische Elementaranalyse durchführbar wäre. Hingegen sind die tief violetten Partien einwandfrei als Flußspat zu erkennen gewesen, der durch eine der oben erwähnten aromatischen Verbindungen (ob durch die orange oder durch die tiefrote ließ sich nicht entscheiden) so tiefviolett angefärbt ist.

Oftmals (z. B. im Schliff 2140) liegt eine girlandenartig gefälte Bitumenlage zu unterst, 0'1 bis 0'4 mm. Darüber folgt feinkörniger "Jaukenkalk" in sehr absätziger, unruhiger Lage, darüber dann das Hauptbitumenband, das bis 1 mm, seltener mehrere mm dick werden kann, dann meist wieder in mehrere (beobachtet bis zu 4) Einzellagen verschiedener Mächtigkeit unterteilt ist. Dabei treten nicht selten mehrere dünnste, braun gefärbte Flußspatlagen dazwischen auf. Vielfach liegt dann oberhalb von solchen dicken Bitumenbändern grober Flußspat mit Quarzkörnchen und Zinkblende. Diese Zinkblende kann dann auch grobkörnige, derbe Lagen aufbauen, von der Bitumenlage nach oben gewach-

sen, sodaß deren Kristallspitzen in die darüber folgenden Flußspatlagen hineinragen.

Mehrfach war schon auf Tufflagen hingewiesen worden. In der Abb. 4 ist auch schon gezeigt, wie sie in dünnen, unregelmäßigen Lagen innerhalb der Erzlager auftreten. In den Anschliffen sind sie durch ihren Tongehalt meist recht schlecht poliert, fallen vor allem durch ihr unruhiges Gefüge (Abb. 30) und ihren meist reichlichen Gehalt an Ilmenit (Abb. 31) oder Magnetit auf. Der in den Anschliffen so störende Tongehalt geht auf Umsetzungen der Feldspäte oder der Glasgehalte zurück. Im allgemeinen sind die Tuffe recht selten, sind aber in den eigentlichen "Erzlagern" doch immer wieder zu finden. Sie gehen auf geringfügige vulkanische Äußerungen zurück, die entlang der großen südlichen Störungsbahnen aufdrängen, wie dies in (4) auseinandergesetzt ist. Erstarrungsgesteinsbrocken (vulkanische Bomben) oder -gänge, wie sie am Dobratsch reichlich vorkommen und von PILGER und SCHÖNENBERG abgebildet worden sind (8), konnten hier noch nicht gefunden werden, doch war es auch noch nicht möglich, darnach zu suchen. Es ist durchaus möglich, daß solche auch hier vorkommen.

Recht eigenartig ist das Auftreten des Zinkspates. Seine Hauptmenge ist zweifellos aus verwitterter Zinkblende entstanden, wie dies in der Abb. 24 zu sehen ist und wie dieses Mineral in allen derartigen Vorkommen in gleicher Weise entsteht. Daneben tritt Zinkspat hier aber noch ab und zu in grobkörnigen Formen auf; gar nicht selten setzt er sich an Spitzen von Dolomitspat an, wie dies die Abb. 32 zeigt, oder er erfüllt Gangäderchen innerhalb von Dolomitspatkrusten, umschließt dann nicht selten Dolomitspatstücke. Diese Form hebt sich daher scharf von den durch Verwitterung entstandenen Zinkspatarten ab, die reichlich vorkommen und oft zu den üblichen kugelig-traubigen Formen führen. Ich halte es nicht für ganz ausgeschlossen, daß bei dem auffallenden Mangel an Schwefel (und Eisen) ein Teil des zugeführten Zinks nicht als Sulfid, sondern schon primär als Zinkspat ausgefällt worden sein könnte. Kohlensäure ist sehr wahrscheinlich bei den vulkanischen Exhalationen, deren Auftre-

ten durch die Tuffe usw. bezeugt wird, in reichen Mengen zugegen gewesen, und es wäre nicht verwunderlich, wenn unter den hier herrschenden ungewöhnlichen Verhältnissen ein geringer Teil des zugeführten Zinks primär als Zinkspat ausgefällt worden wäre.

Im Gegensatz zu anderen Zink- und Bleilagerstätten im Wettersteinkalk fällt auf, daß in Radnig Eisenbisulfide fast fehlen. Man findet weder die üblichen Markasit- oder Pyritlagen, noch die aus diesen sonst entstandenen Brauneisenerzkrusten. Auch mikroskopisch ist nur sehr wenig Eisenkies zu finden; in den Anschliffen treten spärlich feinste Fünkchen, vor allem in den bitumigen Lagen oder seltener im gewöhnlichen "Jauenkalk", auf. In den Bitumenlagen trifft man ihn auch in der Form der "vererzten Bakterien" (Abb. 29). Ich erblicke darin einen Hinweis darauf, daß die erzbringenden Lösungen bzw. Gase und Dämpfe (hoher F-Gehalt!) sehr arm an Eisen waren, zumal auch sonstige eisenreiche Minerale fehlen, wenn man vom Ilmenit und dem spärlichen Magnetit der Tuffe absieht. Diese Tuffminerale gehören aber einer älteren und anders gearteten Mineral- und Elementengesellschaft an als die Vererzung. Zu dieser Armut an Eisen paßt es auch ausgezeichnet, daß die Zinkblende stets sehr hellbraun ist, außer sie ist durch Bitumen dunkel gefärbt. Möglicherweise gehört aber der Kiesgehalt des Baron Franz'schen Eisengrübels hierher, tritt hier aber streng getrennt von der Zn-Pb-F-Vererzung weit im Hangenden (etwa 200 m) auf, wurde also später zugeführt.

Über einen etwaigen Silbergehalt liegen keinerlei Angaben vor. Dies dürfte darauf schließen lassen, daß ein solcher - wenn überhaupt vorhanden - ähnlich wie in Bleiberg usw., sehr gering gewesen sein dürfte. Auch CANAVAL (2), der sonst stets auf etwaige Silbergehalte eingeht, erwähnt nichts über einen solchen. Irgendwelche Silberminerale wurden in den Anschliffen nicht gefunden. Hingegen ist ein Cd-Gehalt durch den Greenockit angezeigt.

Überblicken wir das Gefüge der Erze im Handstück und nach dem mikroskopischen Bild, so fallen zwei Eigenheiten auf:

1.) Immer wieder sehen wir, daß das Lagergestein vor-diagenetisch sehr unruhig abgelagert worden war. Weit verbreitet sind breschige Gefüge, ferner keilen die Schichten im cm-Bereich oft plötzlich aus, setzen ebenso unvermittelt wieder ein. Mit Kalkspat oder Dolomit gefüllte "Mikroverwerfer" verstellen Hangendschichten um mm- oder cm-Beträge, senken die Liegendschichten ebenfalls um mm und verlaufen sich schließlich darin. Sie gehen zum Teil auf Setzungsrisse bei der Diagenese zurück, sind zum anderen Teil aber wohl durch die "Bodenunruhe" bedingt. Häufig sind auch Jaukenkalke, die aus ein- oder mehrere cm-großen Bröckelchen bestehen, die diagenetisch zu einem einheitlichen Gestein verschweißt wurden. Manchmal wird dieser breschige Bau dadurch schön sichtbar, daß hellere Bröckelchen in dunklem (durch Bitumen dunkel gefärbtem) Grundzement liegen. Örtlich kann es bis zu richtiger Kreuzschichtung dieses Grundgewebes kommen. Mehrfach hingewiesen wurde auch auf die oft schalenförmig ausgebildeten Krusten aus Dolomitspat, die ebenfalls vor der Diagenese des Lagergesteins im unruhigen Boden abgesunken, verstellt oder verbogen wurden. Auch der abgebildete feinfältelige Innenbau der Bitumenlagen ist in diesem Zusammenhang zu erwähnen und zeigt, daß diese C-reichen Lagen im Gelzustand vielfach unter dem Einfluß der Schwerkraft und der Bodenunruhen bewegt wurden, "geflossen" sind. Im Verein mit den Tuffschichten weist dieses unruhige Gefüge auf eine ausgesprochene Bodenunruhe des sich in der Geosynklinale absenkenden Meeresbodens hin. Da weiters Flußspat, Quarz, Dolomitspat, auch Schwerspat ebenso wie Zinkblende und Bleiglanz diese Brekzien ausheilen, ist kenntlich, daß diese Bodenunruhe und die Vererzungen zeitlich zusammenfallen und auch genetisch zusammengehören. Dieser unruhige Innenbau entspricht durchaus der "Sonderfazies" im Sinne von HJ. SCHNEIDER (10) bzw. den "edlen Flächen" usw. von H. HOLLER (7).

2.) Fast noch auffallender als der unruhige Aufbau der Lagergesteine ist die lagige Anordnung vor allem der Bitumenschichten, der Erze, des Flußspates und Quarzes, auf den immer wieder hingewiesen wurde und von dem die Abb. 3, 4, 7, 12, 14, 21, 24 und 26 einen ersten Eindruck vermitteln. Dieser Lagenbau läßt sich in den Handstücken genauso immer wieder feststellen wie in den An- und Dünnschliffen und ist überaus bezeichnend für die hiesige Vererzung.

### Deutung und Genesis der Lagerstätte Radnig

Vorstehend wurden die Beobachtungen an der Lagerstätte von Radnig und an ihren Erzen ausführlich dargelegt. Sie stellen die Grundlagen dar für die Deutung der Genesis, wie ich sie auf meinem Vortrag in Wien gegeben habe (4). Durch die inzwischen weiter vertieften Beobachtungen können nun sogar einzelne Angaben näher präzisiert werden.

Wie in der Karte des Bergbaugebietes dargestellt ist, besteht die Lagerstätte aus einem Hauptlager, das 400 m im Streichen und 250 m im Einfallen nachgewiesen ist, schichtparallel etwa 1 m mächtig im "Jaukenkalk" auftritt und alle seine Faltungen und Verwerfungen mitmacht. Etwa 30 - 40 m hangend dazu folgt ein Hangendlager, das nicht viel kleiner ist und wenige Meter darüber ein hangendstes, das aber absätziger zu sein scheint.

Nicht nur aus der Gesamtlage im Großen, wie sie aus der Karte hervorgeht, sondern auch aus dem Bild, das uns die Tagverhau und Ausbisse zeigen, sowie aus den Beschreibungen der Lagerstätte und ihrer Erze von R. CANAVAL ist dieser schichtige, dem Jaukenkalk durchaus konkordante Bau der Erzlager zu sehen.

Die Erze selbst, und zwar alle Typen und deren Übergänge zeigen den gleichen Lagenbau und einen sehr kennzeichnenden rhythmischen Wechsel des Absatzes von "Jaukenkalk",

Flußspat, Dolomit und Erz. Dieser Lagerbau läßt sich im Handstück ebenso gut erkennen, wie unter allen gangbaren Vergrößerungen unter dem Mikroskop.

Irgendwelche Umlagerungen von Schichterzen zu epigenetischen Erzen treten auch in Spuren nicht auf, Umsetzungen der Verwitterung selbstverständlich ausgenommen.

Sowohl der "Jaukenkalk" wie auch die Erze zeigen alle Merkmale einer unruhigen Sedimentation. Da hier, ähnlich wie erstmals von PILGER und SCHÖNENBERG (8) am Südhang der Villacher-Alpe (Dobratsch) aufgefunden, einwandfreie Tuffe vorliegen, lassen sich diese Erscheinungen als zusammengehörig und von einer gemeinsamen Ursache herrührend, betrachten: Im Zuge der absinkenden alpidischen Geosynklinale senkt sich ihr Boden vor allem an den großen, alt angelegten Narben der "periadriatischen Naht" = Torale-Judicarien-Linie ungleichmäßig ab. Diese Narben schneiden den magmatischen Bereich unter der Geosynklinale an, so daß es zum Ausblasen magmatischer Dämpfe und zum Abströmen hydrothermaler Lösungen kommt. An besonders günstigen Stellen können sogar Magmen ausgestoßen werden, die Porphyrite u. dgl. Gesteine sowie deren Bomben liefern.

Dadurch gelangen große Mengen von Ba, Zn, Pb sowie Fluor, S und CO<sub>2</sub> und wahrscheinlich auch beträchtliche Mengen von Spurenelementen (Mo, V, P, sowie die üblichen Spurenelemente der Zinkblende) ins Meer. Handelt es sich dabei, wie es hier zu vermuten ist, um ein mehr oder weniger abgeschnürtes, selbständiges Meeresbecken, so wird die ganze darin vorkommende Lebewelt vergiftet, gibt mit eingeschwemmtem Ton und allenfalls ausgeblasenen Staubbuffen die Lagen, welche später zu den Bitumenlagen umgeprägt werden. Zunächst sind sie schlammartig, geben leicht jeder Beanspruchung (auch solcher der Schwerkraft!) durch Fließen nach. Bei der Diagenese entsteht aus den organischen Resten das Bitumen und jene hochmolekularen aromatischen Verbindungen, welche die gelbroten und tiefroten Verbindungen mit Schichtgitter darstellen.

Der hohe Gehalt an zugeführter Kohlensäure führt dazu, daß wesentliche Mengen des in jedem Meerwasser vorhandenen Magnesiums zusammen mit dem überschüssig vorhandenen, vielleicht teilweise auch zugeführten Calcium den reichlich vorhandenen Dolomitspat liefert. Dieser bildet einerseits Einsprenglinge im ausfallenden feinen Pelit, andererseits mehrere Millimeter dicke Krusten, die absinken, zerreißen, in den Pelit eingebettet oder von Bitumenlagen zugefüllt werden. Auf sie setzt sich vielfach Zinkblende, Bleiglanz, Flußspat oder Quarz. Mit dem Fluor wird auch Si - vielleicht als  $\text{SiF}_4$  - zugeführt, das hydrolysiert einerseits Flußspat, andererseits die Quarzkriställchen und die gelartigen  $\text{SiO}_2$ -Massen liefert. Es wird aber nur ein geringer Teil des Fluors als  $\text{SiF}_4$  aufgetreten sein, denn die Mengen an Flußspat sind um ein Vielfaches höher als jene an  $\text{SiO}_2$ .

Das Absinken der Geosynklinale, so wie das Auftreten der magmatischen Äußerungen geht einher mit sehr starken Bodenbewegungen, deren Anzeichen wir, wie in Abb. 1 gezeigt, auf Schritt und Tritt bemerken. Die vordiaogenetischen Brekzien gehören ebenso hierher wie die Diskordanzen unter den Bitumenlagen und die mehrfach angetroffene, ebenfalls vordiaogenetische Kreuzschichtung.

Die magmatischen Aushauchungen erfolgen ausgesprochen rhythmisch und folgen oftmals nacheinander, durch Zeiten ruhiger Sedimentation getrennt. An einem einzigen Handstück (siehe Abb. 6) sind mindestens 9 solche Abfolgen erkennbar gewesen. Könnte man die Ortstöße der seinerzeitigen Grube studieren, so würden sich sehr wahrscheinlich weit mehr dieser Abfolgen feststellen lassen.

Jedes derartige Ereignis setzt mit einem Hiatus ein, der meist mit einer Bitumenlage beginnt oder zumindest mit einer durch Bitumen dunkel gefärbten Schichte. Darüber legt sich meist Flußspat, oft mit Lagen reich an Zinkblende oder Bleiglanz oder Quarz. Zunächst sind die Erze und Gangarten wohl größtenteils als Gele ausgeflockt, die bei der Diagenese kristallisierten. Ein Teil der Erzminerale, vor allem einige Zink-

blenden, sind aber schon primär als oft stark zonare Kristalle ausgefallen, die ähnlich wie die Dolomitspatkrusten in den kolloidalen Brei deutlich einsanken (S. Abb. 28). Auch ein großer Teil des Flußspates und des Dolomitspates dürfte aber schon primär grobkörnig ausgefallen sein. Dies könnte sowohl durch den Reichtum an kristallisationsfördernden Elementen (F!) wie auch durch Erwärmen des Wassers (der abgeschnürten Bucht) bedingt sein. Fossilreste gehen dabei in grobkörnige Dolomite über und werden dadurch schwer bestimmbar. Allmählich beruhigt sich das Gebiet, es beginnt sich wieder mit mehr oder minder scharfen Grenzen normaler "Jauenkalk" abzuscheiden, der nach oben hin immer feinkörniger wird und als gleichmäßige Schichte die darunter liegenden groben und unregelmäßigen Lagen bedeckt.

Diese Ruhe hält aber nur so lange an, daß sich ein oder mehrere cm-dicke Schichten dieses "Jauenkalkes" absetzen können, dann beginnen die magmatischen Äußerungen neuerdings mit Bodenunruhe, Zufuhr von F, CO<sub>2</sub>, Zn, Pb, Ba usw. Dies geht fort, bis sich etwa 1 m dieser "Erzfazies" abgesetzt hat. Dann beruhigen sich die Verhältnisse auf lange Zeit, in der sich die zwischen dem Hauptlager und dem 1. Hangendlager befindlichen 30 bis 40 m "Jauenkalk" absetzen. Dann setzten die magmatischen Äußerungen neuerdings ein, wobei sich das erste und nach einer weiteren Ruhepause das zweite Hangendlager abschied. Erst darnach beruhigte sich das Gebiet dauernd und es entstanden die normalen Ablagerungen des Wettersteinkalkes bzw. -dolomits. Es ist anzunehmen, daß die Diagenese in dem Maße durchgriff, in dem mächtigere Schichtpakete abgelagert wurden. Die zunächst kolloidal abgeschiedenen Sulfide kristallisierten vielfach zu Einkristallknoten. Soweit gemengte Gele vorlagen, entstanden vielfach die einschlußreichen Erze, wie sie in den Abb. 21 und 22 gezeigt sind.

Es konnten in der Lagerstätte Radnig keine Gefüge gefunden werden, die darauf hinweisen würden, daß bereits diagenetisch verfestigte Erzsichten aufgearbeitet und wieder abgesetzt (resedimentiert) worden seien. Wohl aber sind vielfach

resedimentierte Jaukenkalkbrocken in Form von Brekzien vorhanden, die durch Flußspat usw. verkittet sind (Abb. 17).

Wie R. CANAVAL (2) anführt, baute man einen etwa 20 m breiten Reicherzfall von Bleiglantz in einer flachen Höhe von 172 m geschlossen ab. Es scheint durchaus möglich, daß dieser Erzfall mit dem Austritt der Zubringerspalten (der geosynklinalen Absenkungsrisse) ursächlich zusammenhängt. Jedenfalls erscheint mir eine solche Deutung viel wahrscheinlicher, als diese Mulden als reine Strömungsrinnen anzusprechen, wie dies für die Nördtiroler Lagerstätten geschehen ist.

Obwohl die Zufuhr der vererzenden Elemente, wie Zink, Blei, Barium, Schwefel, Fluor und Kohlensäure noch mit den vulkanischen Ereignissen zusammenhängt, die die Tuffe lieferten, ist der Stoffinhalt der Lagerstätte Radnig seinem ganzen Charakter nach durchaus nicht vulkanisch, sondern weist auf einen in großer Tiefe liegenden Herd. Der Vulkanismus der Trias wird lediglich als "Erzbringer", nicht als "Erzspender" angesehen. Erörterungen über Beziehungen dieser Lagerstätten zur Vererzung der Ostalpen sind in (4) gebracht; es wird darauf verwiesen.

Die Erze von Radnig sind ausgesprochen prätektonisch in Bezug auf die alpidische Gebirgsbildung, die sie als Schichte mit den übrigen Schichten des "Jaukenkalkes" mitmachten. Da die Erzlager in dieser Kalkabfolge eingebettet sind, sind die Auswirkungen der alpidischen Tektonik auffallend gering, beschränken sich auf Faltung und Verstellungen an den Verwerfern. Abgesehen von diesen selbst kommen keinerlei Mylonitisierungen oder Durchbewegungen vor, sondern es herrscht das syndimentäre-diagenetisch abgebildete Erzgefüge weitaus vor.

Die Metallkomponenten sind weitgehend diffus innerhalb des Lagers verteilt, soweit man sie innerhalb der einzelnen Erz- bzw. Flußspatschichte betrachtet.

Damit ist eine kalkalpine Blei- und Zinklagerstätte in den Ostalpen beschrieben, die den exhalativ-sedimentären Typ besonders klar zeigt und leicht erreichbar ist, sodaß meine An-

gaben jederzeit überprüfbar sind. Auch sind auf den Erzhäufen und den Halden noch solche Mengen an Proben aufsammlbar, daß sie für Untersuchungen bzw. Anschliffe auf lange Zeit ausreichen dürften. Ich habe die Lage der Baue absichtlich so eingehend dargelegt, damit andere sich dort etwa für geochemische Untersuchungen selbst die Proben holen und dabei die Lagerstätte ansehen, statt sich mit "Ladenmaterial" für weitere Untersuchungen zu begnügen.

### Vergleiche mit anderen Lagerstätten

Von allen mir bisher bekannten Blei- und Zinkerzlagerstätten der südlichen Kalkalpen scheint Radnig den Typus der synsedimentären Lagerstätten am reinsten zu vertreten, während Raibl im Gegensatz dazu den epigenetischen Charakter am ausgeprägtesten zeigt. Bleiberg liegt dazwischen, in Rubland scheint nach dem, was man mir zeigen konnte, der sedimentäre Einfluß bedeutender als in Bleiberg zu sein; wenigstens machen die derzeit aufgeschlossen werdenden Bereiche einen solchen Eindruck, während die alten Grubenteile fast ausschließlich an Klüfte gebunden sind. Noch stärker ist er aber anscheinend auf der Jauken, wo auch der "Jaukenkalk" sehr unruhiges Gefüge zeigt. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß sich auch dort oder in den Bleiwänden Anzeichen von Tuffen oder zumindestens Grüngesteinslagen (pietra verde) als eingestreute Staubtuffe werden auffinden lassen.

Ein kleines, mir seit 20 Jahren bekanntes, aber völlig unbauwürdiges Blei- und Zinkvorkommen im Marchgraben bei Pirkach am NO-Fuß des Hochstadls dürfte ebenfalls den sedimentären Typus weitgehend vertreten. Im Gegensatz zu Radnig kommen dort aber große Mengen an Eisenbisulfid als Pyrit und Markasit vor, die in Radnig praktisch fehlen. Wahrscheinlich lassen sich aber weitere solche Vorkommen etwa im Raume von Mitterberg - Kreuzen - Förolach auffinden, wenn man diesen Typus nunmehr genauer kennt. Es ist geplant, in diesem Sommer (1964) darnach zu suchen.

Es wäre sehr lohnend zu untersuchen, ob alle diese Lagerstätten in etwa demselben stratigraphischen Horizont liegen, d. h. im großen und ganzen altersgleich sind oder nicht. Diesbezüglich wäre auch angezeigt, Radnig mit den Nordtiroler Lagerstätten zu vergleichen; denn es könnten sich allgemein gültige Gesetzmäßigkeiten, etwa Zusammenhänge im Sinne des Deckenbaues dabei ergeben.

J. RENTZSCH (9) hat sedimentäre Blei-Zink- und Kupfer-Lagerstätten in triassischen Karbonatgesteinen aus dem Balkan beschrieben. Die dortigen Erze sind aber viel bunter zusammengesetzt, enthalten reichlich Kupfererze, die hier fehlen. RENTZSCH geht auch auf die sedimentären Theorien der alpinen Erze ein, irrt aber, wenn er schreibt: "Nach der Beschäftigung mit den Anlageungsgefügen erkannte ein Teil der Epigenetiker (SIEGL 1956; CLAR 1957) die Gefüge der schichtigen Erzlager als Sedimentärgefüge an, deutete sie aber als Internäsedimente (Höhlensedimente), d. h. die Hydrothermen sollen ihren Erzinhalt in schichtparallelen Höhlenräumen abgeschieden haben. Die dabei entstehenden Gefüge sind schwerkraftbedingt ...", denn nicht ein Teil der Epigenetiker erkannte die Gefüge der schichtigen Erzlager als Sedimentärgefüge an, sondern W. SIEGL sowie E. CLAR erkannten einen Teil der schichtigen Erze als Internäsedimente. Die Internäsedimente von Bleiberg, die dem zu Grunde liegen und die mein ehemaliger Assistent W. POLESNIG anlässlich seiner Diplomarbeit dort auffand, sind etwas ganz anderes als die syngenetischen Erze vom Typus Radnig, welche hier beschrieben sind.

Hingegen scheint die Lagerstätte von Gorno, welche VACHE beschrieb (12), weitgehend dem Typus von Radnig zu entsprechen.

Obwohl ich allgemein als "Epigenetiker" angesehen werde, weil ich stets für eine Vererzung der Ostalpen eingetreten bin, die mit der alpidischen Orogenese eng zusammenhängt, hoffe ich vorstehend gezeigt zu haben, daß ich mich einer synsedimentären Deutung der Erzbildung durchaus nicht verschließe, wenn diese durch die Verhältnisse an einer Lagerstätte wahrscheinlich ge-

macht wird. Nur fehlten für unseren Raum bisher klare Beispiele dafür, an denen dieser Typus rein, ohne epigenetische Nebenerscheinungen studiert werden kann. Hingegen habe ich mich stets dagegen ausgesprochen, die "epigenetischen" Erze durch eine Umlagerung sedimentär abgesetzter Erze deuten zu wollen. Ich habe auch heute noch keinen Grund, meine Meinung hierüber zu ändern. In (4) habe ich ausführlich dargelegt, wie ich mir die Beziehungen zwischen den sedimentär-syngenetisch abgesetzten, den epigenetisch gebildeten und den in "Internsedimenten" enthaltenen Erze denke.

#### Nachschrift Juni 1964

E. WEGMANN machte mich brieflich auf eine Arbeit von H. GÜNZLER-SEIFERT (13) aufmerksam, wofür bestens gedankt sei. In ihr wird schon 1952 auf alte Brüche im Kreide-Tertiär-Anteil der Wildhorndecke zwischen Rhône und Rhein hingewiesen. Sie stellen lang aushaltende Längsverwerfungen im Bau der Alpen dar, schon während der Geosynklinalzeit wirksam; ihre Bewegungen dauerten so lange, bis das Gewicht der Decken an der Oberfläche nicht mehr genügte, die Tiefenregion anzuregen (persistente Brüche). Die von mir entwickelten Gedanken über die Längsrisse, denen die Vererzung folgte, stimmen ausgezeichnet mit jenen von GÜNZLER-SEIFERT überein und zeigen, daß gewisse Grundvorgänge der alpinen Gebirgsbildungen in den gesamten Alpen immer wieder gleichartig erkennbar sind, auch wenn von ganz verschiedenen Seiten, wie West- und Ostalpen und von verschiedenen Fragestellungen (alpiner Deckenbau, Vererzung) ausgegangen wird.

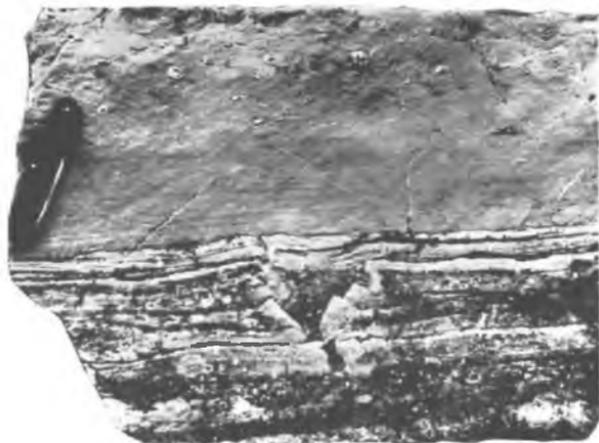
Meinen Assistenten Dr. J. G. Haditsch und E. Korschitz danke ich für die Mitwirkung an der durch ungünstige Witterungsverhältnisse erschwerten Vermessung, ihnen und allen anderen Mitarbeitern für die eifrige Mithilfe, meiner Frau überdies für die vielen Mikroaufnahmen, von denen die hier gebrachten nur einen kleinen Teil darstellen.

### Schrifttum

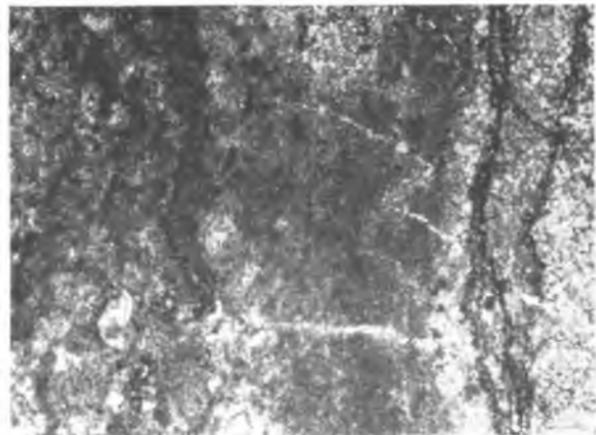
Ein ausführliches Schrifttumsverzeichnis ist in (4) enthalten und sei darauf hingewiesen.

1. BEMMELEN van R. W. Beitrag zur Geologie der westlichen Gailtaler Alpen. Jb. geol. B. A. 100, 1957, 179-212 und ebenda, 104, 1961, 213-237.
2. CANAVAL R. Die Blei- und Zinkerzlagerstätten des Bergbaues Radnig bei Hermagor in Kärnten. Car. II, 2, 1898, S. 1-15 (des Sonderdruckes).
3. EHRENBERG H., A. PILGER u. F. SCHRÖDER, Das Schwefelkies-Zinkblende—Schwerspatlager von Meggen, Beih. Geol. Jb., 12., Hannover 1954, 352 S. (H. 7 d. Monographie Deutscher Blei-Zinkerzlagerstätten).
4. FRIEDRICH O. M. Zur Genesis der Blei- und Zinklagerstätten in den Ostalpen. N. Jb. Min. Moh. 1964, 2, 33-49.
5. GEYER G. Zur Stratigraphie der Gailtaler Alpen in Kärnten. Verh. geol. R. A. 1897, 114-127 und Erläuterungen zur geolog. Karte Nr. 71, Oberdrauburg-Mauthen. Geol. R. A. 1901.
6. Grubenkarten:
  - a) Aug. PICHLER. Grubenkarte des Zinkblende-Bleibergbaues bei Hermagor, gehörig der Frau Josefine Eder. 1:500, 1893.
  - b) Mappe von den kaiserl. königlichen Bleibergbau am sogenannten Radnigberg an der südlichen Seiten des nördlichen Gebirgs ober den Marktflecken St. Hermagor in Geilthal, Landes Oberkärnten. Neu aufgenommen und mappirt in Augustmonat 1791 und in Monat Februar 1792 durch Josef Florian, Einfahrer.
  - c) Profil von Radniger Bergbau, verfäertiget 10. April 1799.
  - d) Profil zu der im Jahre 1792 verfertigten Mappe vom Bleibergbau Radnigberg an der gezeichneten Grundlinie auf Stunde 18. 30' zu stellen ist, Verfasser?
7. HOLLER H. Die Tektonik der Bleiberger Lagerstätten. Car. II, 7, Sonderheft. Klagenfurt 1936, 1-82.
8. PILGER A. und R. SCHÖNENBERG. Der erste Fund mitteltriadischer Tuffe in den Gailtaler Alpen (Kärnten). Zt. d. Geol. Ges. 110, 1958, 205-215.
9. RENTZSCH J. Zur Entstehung der Blei-Zink-Kupfer-Lagerstätten in triassischen Karbonatgesteinen des Nordwestbalkans. Freiburger Forschg. C 166, 1963, 1-100.

10. SCHNEIDER HJ. Die sedimentäre Bildung von Flußspat im Oberen Wettersteinkalk der nördlichen Kalkalpen. Abh. bayr. Akad. 66, Mn, 1954, 1-37.
11. TAUPITZ K. Chr. Erze sedimentärer Entstehung auf alpinen Lagerstätten des Typus "Bleiberg". Erzmetall 7, 1954, 343-349.
12. VACHE R. Feinstratigraphische Untersuchungen an den erzführenden Schichten der Lagerstätte von Gorno (Bergamasker Alpen). Diss. München 1962.
13. GÜNZLER-SEIFERT H. Alte Brüche im Kreide/Tertiär-Anteil der Wildhorndecke zwischen Rhone und Rhein. Geol. Rdsch. 40, 1952, 211-239.



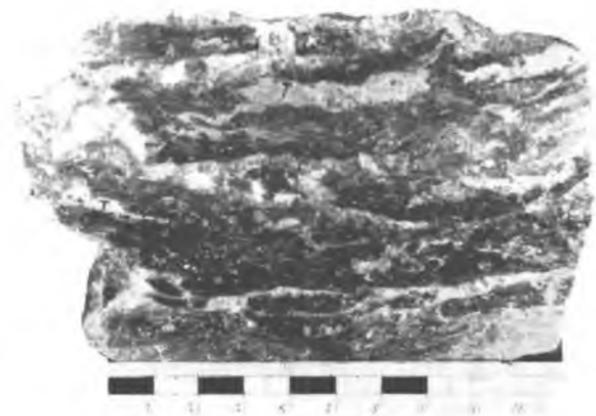
1



2



3



4



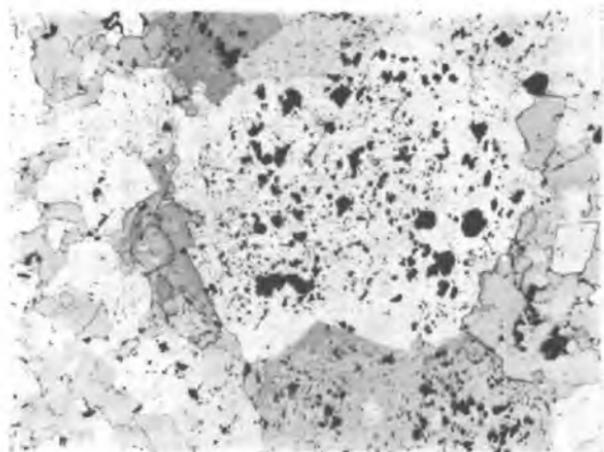
5



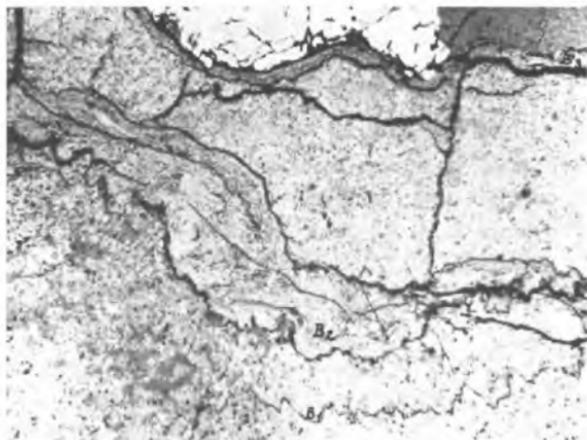
6



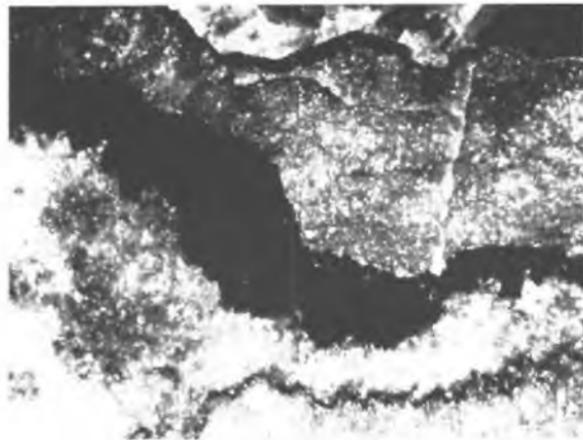
7



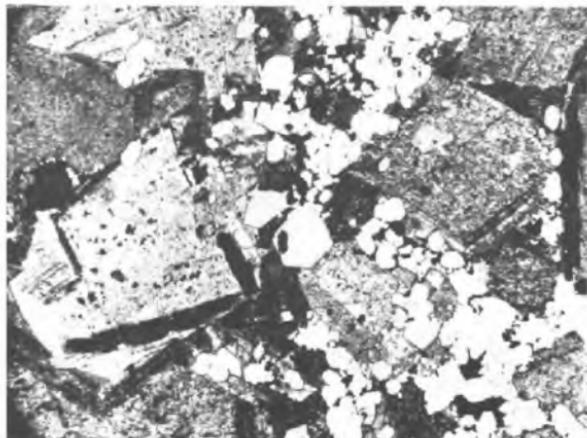
10



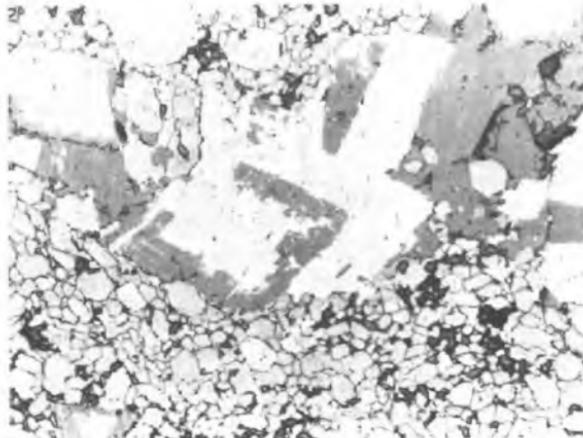
8



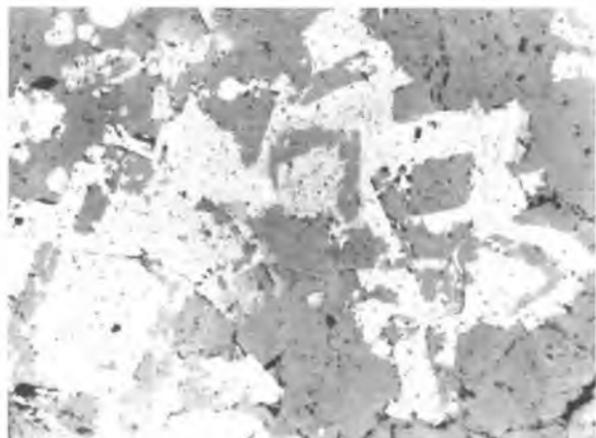
9



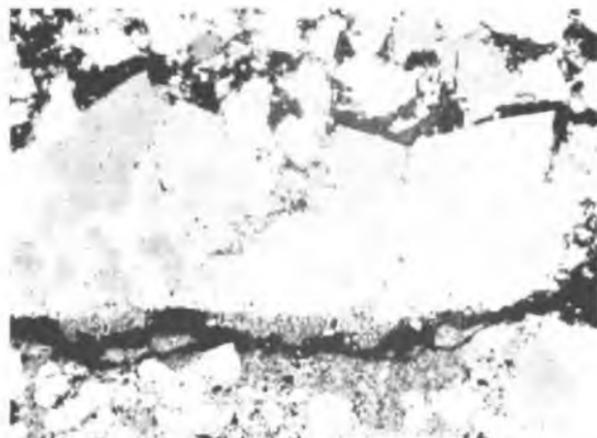
11



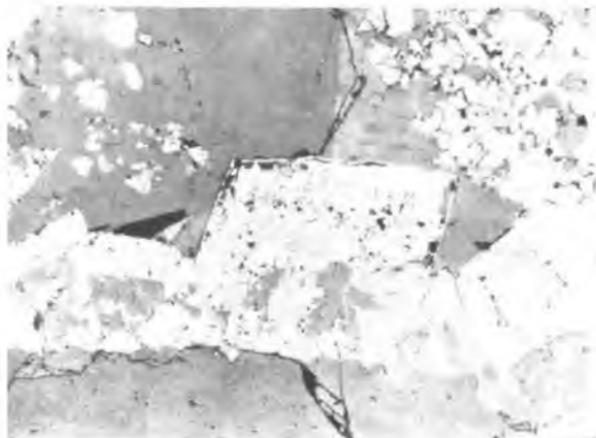
12



13



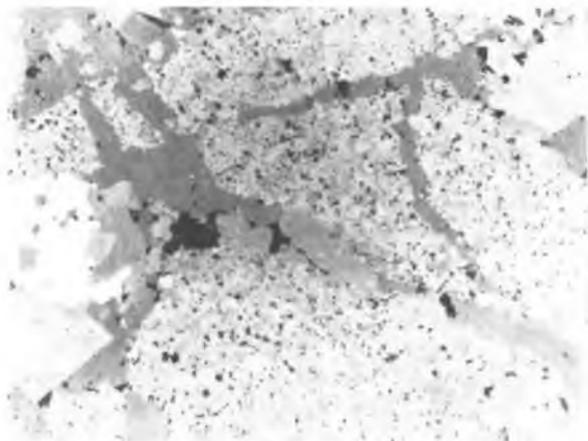
14



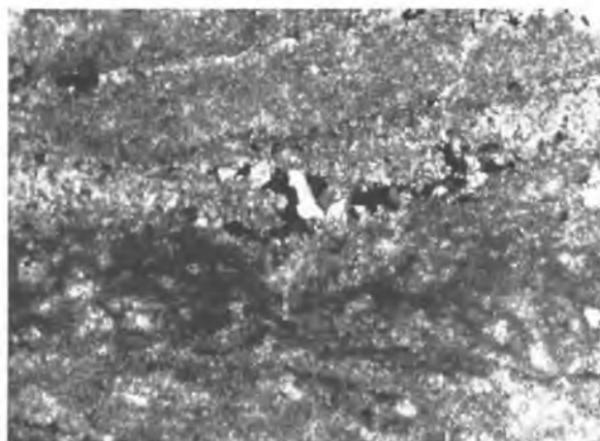
15



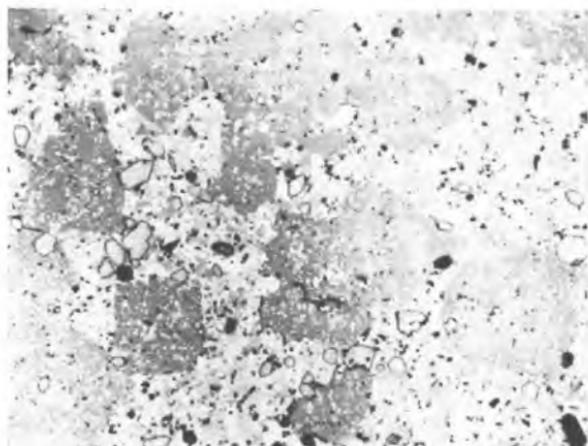
16



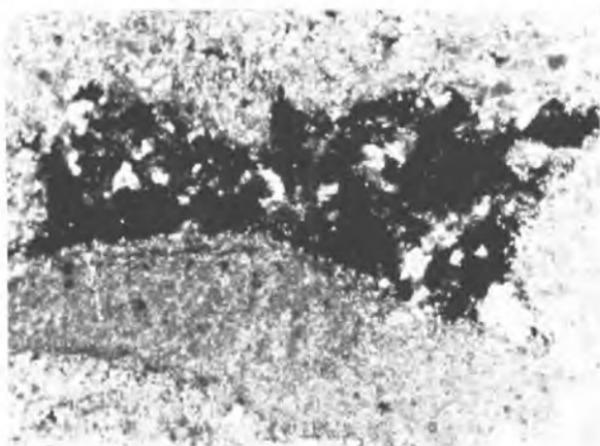
17



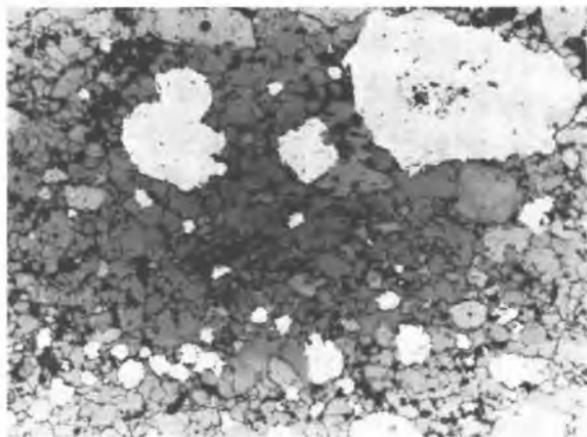
18



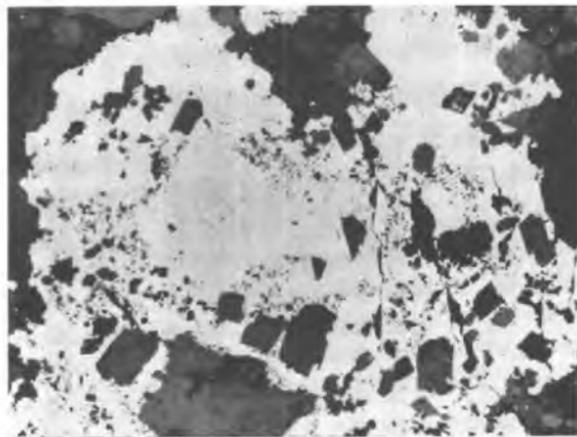
19



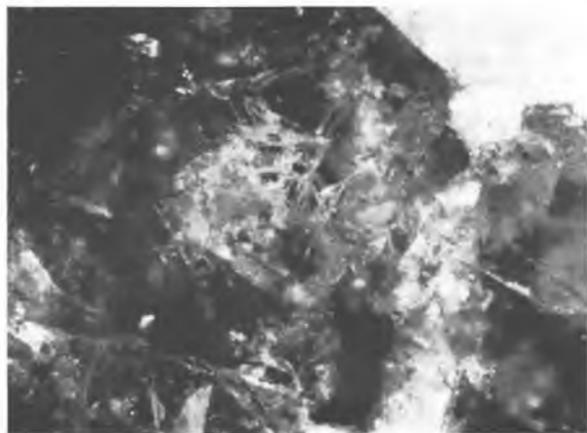
20



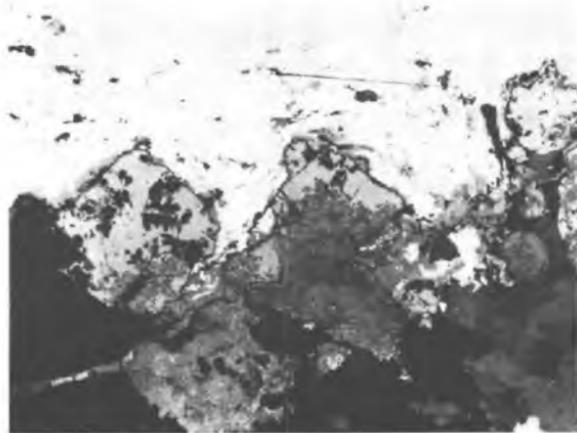
21



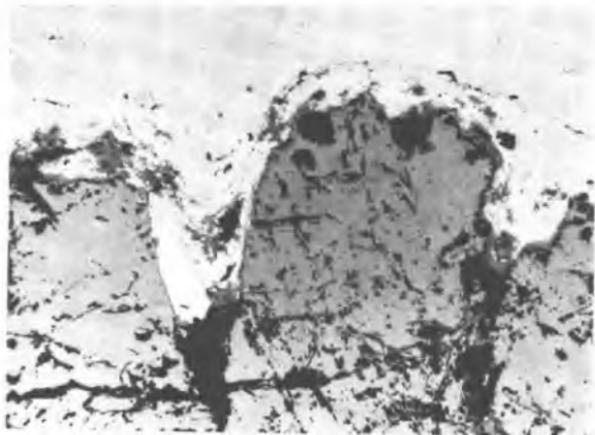
22



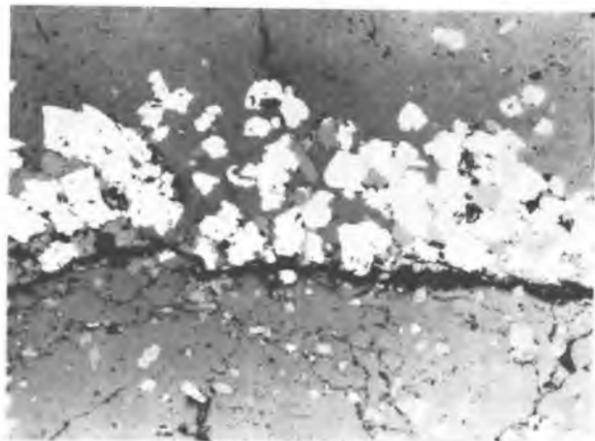
23



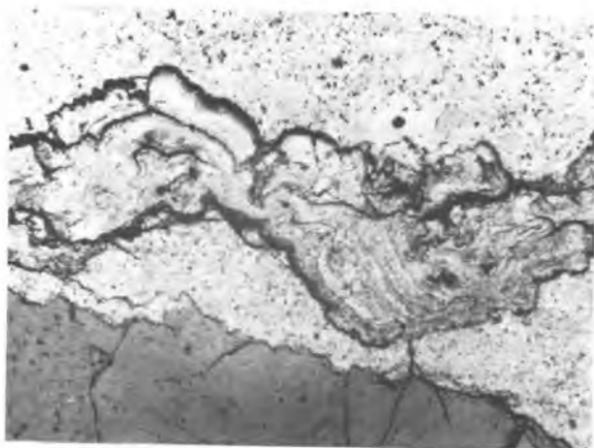
24



25



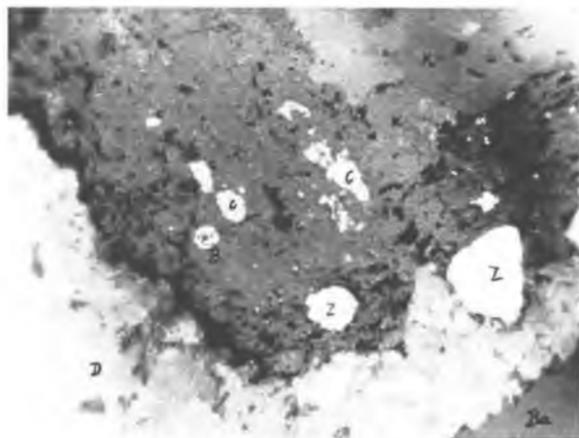
26



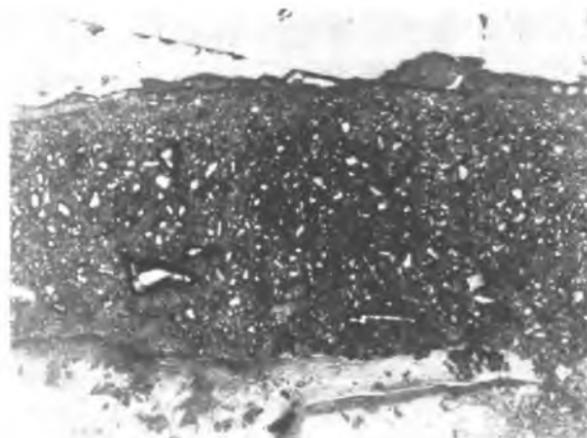
27



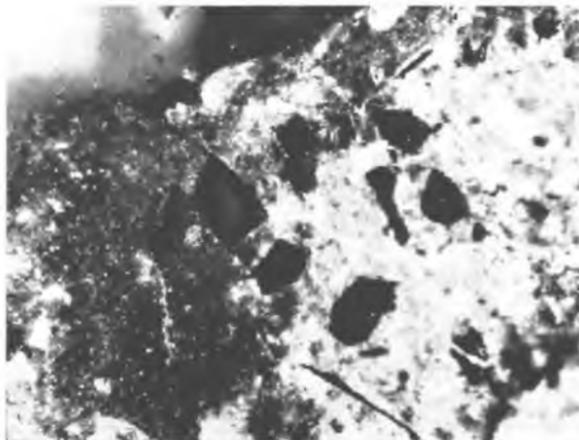
28



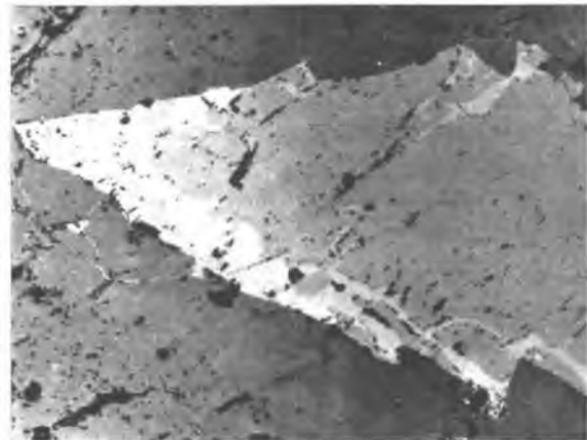
29



30



31



32

## Text zu den Abbildungen

### Abbildung 1:

Großer Block (Maßstab 1 : 3) am "unteren Weg" nördlich des letzten Schurfschachtes. Unten gut geschichteter, hell- bis dunkelbrauner "Jaukenkalk", reich an Fossilresten. Darüber ist der Absatz (Sedimentation) plötzlich unterbrochen worden. Es folgen bitumenreiche, dunkle Schichten, wechselnd mit hellen in cm-dicken Lagen. Die beiden obersten Lagen sind bereits nach dem störenden Ereignis abgelagert worden. Die oberen grauen Schichten zeigen ruhigen Absatz, nach oben hin werden sie gröberkörnig und fossilreich. Umkopiert nach einem Farbdia.

### Abbildung 2:

Feinkörniger "Jaukenkalk", wellig-lagig, wechselt über Bitumen-Lagen mit gröber körnigem. In Kleinhöhlen-etwas Flußspat. Diagenetische Risse durch Flußspat und Dolomit ausgefüllt. Fossilreste. Dünnschliff RD 6; 50 : 1.

### Abbildung 3:

"Erzlager". Unten hellbrauner, mittig dunkler "Jaukenkalk" enthält Dolomitkrusten (weiß), vielfach gebogen, oft mit deutlich kenntlichen Kristallspitzen nach oben und Zinkblende. Diese ist in der Lage über den Dolomitkrusten besonders angereichert. Dieser mittlere Teil des "Jaukenkalkes" besteht hauptsächlich aus Flußspat. Zu oberst Lage aus grobspätiger Zinkblende (grau) und etwas Bleiglanz (schwarz). Anschliff 2135.

### Abbildung 4:

"Erzlager" aus dunklem, feinkörnigem Flußspat, grobkörnigen Flußspatlagen und Zinkblende, Krusten und gefüllte Kleinhöhlen aus Dolomitspat und reichlich Tufflagen (T). Groß-Anschliff 2134.

### Abbildung 5:

Große Erzstufe, in der Lagen aus dunklem "Jaukenkalk" und solche aus Flußspat, Zinkblende und Dolomitspat vielfach aufeinander folgen. Näheres im Text. Vor dem Mundloch des Erzherzog Franzstollens.

### Abbildung 6:

Flußspatreicher "Jaukenkalk" (dunkelgrau) in Schollen und Lagen wird durch weißen, grobspätigen Flußspat (Hauptmasse) und Zinkblende (B) verkittet. Zwickel spärlich mit Kalkspat (Ca) gefüllt. Großschliff 2138.

### Abbildung 7:

Erztyp 3. Zu unterst eine Lage aus weißem Flußspat, darüber gebänderter "Jaukenkalk" mit feinen Bitumenlagen. Eine dicke Bitumenlage läßt Bitumenstreifen nach unten absinken; darüber Flußspat und Zinkblende, die von "Jaukenkalk" in kleinen Schollen überlagert werden. Eine dünne Bitumenlage deckt das alles

diskordant ab und über sie folgt gewöhnlicher Jaukenkalk, Näheres im Text. Schliff 2140.

Abbildung 8:

Unten im Bild liegt feinkörniger "Jaukenkalk"; über einer bitumenführenden Sutur (B<sub>1</sub>) folgt gröberer "Lagerdolomit" mit Flußspat und etwas Quarz (beide dunkelgrau). Darauf liegt eine dicke, "geflossene" Bitumenlage; auf sie folgt schwach zerbrochener, feinkörniger "Jaukenkalk", dann noch eine Bitumenlage. Über dieser liegt Zinkblende (weiß, oben, Mitte) und Flußspat (grau, rechts oben). Schliff 2099, 40 : 1.

Abbildung 9:

Dieselbe Stelle wie Abb. 8, aber unter gekreuzten Polarisatoren. Die Bitumenlagen (schwarz) treten gut hervor, auch die örtliche Durchtränkung des "Jaukenkalkes" mit wolkig verteiltem Bitumen.

Abbildung 10:

Grobe Dolomitspatkörner sind siebartig voller Poren; vereinzelt Quarzkörner, Spur Pyrit. Anschliff 2083, 100 : 1.

Abbildung 11:

Stark zonare Spatdolomite sind sehr porig und umschließen viele Quarzkristalle (lichtgrau, glatt) und wenig Flußspat (dunkelgrau, glatt). Anschliff 2087, 100 : 1, geätzt mit 30 % Al-Nitratlösung.

Abbildung 12:

Unten "Jaukenkalk" bzw. "Lagerdolomit", an dieser Stelle hauptsächlich aus Quarzkörnchen bestehend, darüber grobkörnige Lage aus stark zonarem Dolomitspat (fast weiß) und Flußspat (grau), sowie wenig Quarz in Kristallformen. Oben folgt wieder quarzreicher "Lagerdolomit". Spur Zinkblende (weiß, unter der Mitte). Anschliff 2122, 100 : 1.

Abbildung 13:

Nest bzw. Ende einer Dolomitkruste aus stark zonarem Dolomitspat in Flußspat (grau, glatt), etwas Zinkblende. Anschliff 2117, 100 : 1.

Abbildung 14:

Unten "Lagerdolomit", darüber eine Bitumenlage (schwarz), darauf Kruste aus Dolomitspat mit Kristallspitzen nach oben. Darüber legt sich wieder Bitumen und ganz oben folgt wieder "Lagerdolomit". Anschliff 2094, 40 : 1.

Abbildung 15:

Über einer Lage aus grobkörnigem Flußspat liegt eine Kruste aus stark zonarem Dolomitspat mit freien Kristallspitzen nach oben. Darüber grobkörniger Flußspat mit Dolomit, etwas Zinkblende (weiß) und Quarzkristallen. Anschliff 2117, 40 : 1.

Abbildung 16:

Über "Jaukenkalk" = Lagerdolomit (unten) liegt ein Nest (eine gefüllte Kleinhöhle?) aus Kalkspat (dunkel, da mit 10 % Al-Nitratlösung geätzt). In ihm und randlich um den Lagerdolomit grobkörniger Dolomitspat in scharfen, ab und zu deutlich zonalen Kristallen. Anschliff 2118, 100:1.

Abbildung 17:

Brekzie auf "Jaukenkalk", verkittet durch Flußspat (dunkelgrau, glatt), Dolomitspat und Zinkblende (weiß). Anschliff 2133, 100:1.

Abbildung 18:

Kleine Höhlen in "Jaukenkalk" sind gefüllt mit Flußspat (schwarz), Quarz und Dolomitspat (verschieden grau). Im "Jaukenkalk" wenig verteiltes Bitumen; Fossilreste, Dünnschliff D8, 50 : 1, gekreuzte Polarisatoren.

Abbildung 19:

"Lagerdolomit" besteht aus Einsprenglingen von Flußspat (dunkelgrau) und Quarzkriställchen in mittelkörniger Dolomitgrundmasse. Anschliff 2094, 100 : 1.

Abbildung 20:

Über gewöhnlichem "Jaukenkalk" (links unten) eine feinkörnige Lage mit eingestreutem Tuffmaterial. Darüber ein Nest aus Flußspat (schwarz) und Dolomitspat (weiß bis grau). Oben wieder Jaukenkalk. Die freien Kristallecken des Flußspates zeigen (namentlich rechts) nach oben (schwerkraftgerichtetes Wachsen). Dünnschliff D8, 50 : 1.

Abbildung 21:

"Jaukenkalk", hier bestehend aus einem Pflaster aus Quarzkörnchen + Flußspat + Dolomit (alle grau) und Kalkspat (schwarz, da mit 10 % Al-Nitratlösung weggeätzt!), sowie etwas Bitumen enthält Zinkblende (weiß) in großen Knollen und in kleinen, deutlich schichtig angeordneten Rundlingen. Die Zinkblendekörner enthalten Grundmasse-Einschlüsse. Anschliff 2100, 100 : 1.

Abbildung 22:

Nest aus Zinkblende (weiß) mit reinem Kern und Schichten mit feinen und groben Einschlüssen; die groben sind vorwiegend Dolomitspat. Grundmasse: "Lagerdolomit" mit viel Flußspat, Dolomitspat und etwas Quarz. Anschliff 2122, 100 : 1.

Abbildung 23:

Sagenit (helle Nadeln) in Zinkblende (dunkel). Rechts oben Dolomitspat. Anschliff 2098, gekreuzte Polarisatoren, 100 : 1.

Abbildung 24:

Bleiglanz (weiß, oben), gelförmig über Zinkblende (graue, narbige Körner) abgelagert, enthält feinste Tonteilchen und etwas Kalkspat. Unten Flußspat (schwarz) und Dolomit (grau). Die Zinkblende ist weitgehend zu Zinkspat verwittert. Anschliff 2086, 100 : 1.

Abbildung 25:

Bleiglanz (weiß, oben) gelförmig über Zinkblende (grau) abgelagert. Im Bleiglanz, der etwas angewittert ist, feinste Tonteilchen, die zeigen, daß das PbS-Gel etwas geflossen ist und zwischen die Zinkblendekörner "einsackte". Anschliff 2089, 100:1.

Abbildung 26:

Über dunkelbraunem Flußspat mit etwas Dolomitspat und Quarzkriställchen liegt eine Bitumenlage (schwarz). Darüber grober, heller Flußspat mit viel, lagig angeordnetem Bleiglanz (weiß), etwas Dolomit und Quarz. Anschliff 2125, 100 : 1.

Abbildung 27:

Über "Jaukenkalk" eine dicke Lage aus "geflossenem" Bitumen (mit Dolomit, Flußspat, Pyritfünkchen). Darüber Lage aus Dolomit, bedeckt mit dünner Bitumenhaut, auf die grobkörniger Flußspat (dunkelgrau, oben) folgt. Anschliff 2099, 100 : 1.

Abbildung 28:

Eine Bitumenschichte (dunkelgrau, lagig) über "Jaukenkalk" ist unter einem groben Zinkblendekorn (weiß) nach unten eingedrückt. Anschliff 2106, 40 : 1.

Abbildung 29:

Feinbau einer Bitumenlage: kohlige Krümel (hellgrau, C), "vererzte Bakterien" (B, weiß), Zinkblendekorn (weiß, Z). Oben Kalkspat (K), unten Dolomit (D) + Flußspat (F) und etwas Schwerespat (Ba). Anschliff 2095, 320 : 1.

Abbildung 30:

Tufflage über "Jaukenkalk" (bzw. Flußspat + Lack, im Bild nicht zu unterscheiden). Oben grobkörniger Flußspat (fast weiß). Im Tuff viel Ilmenit (weiße Körner). Anschliff 2134, 100 : 1.

Abbildung 31:

Tufflage (fleckig, rechts herauspoliert, daher unscharf) umschließt viel Ilmenit (dunkle Körner). Oben links Lack und Flußspat (grau, glatt). Anschliff 2134, 150 : 1.

Abbildung 32:

Dolomitspat-Rhomboeder (lichtgrau, Mitte) ist gerichtet verwachsen mit Zinkspat (weiß). (Primär gebildeter Zinkspat?). Anschliff 2138, 130 : 1.