

# **Die Mineralien im Rhyolithsteinbruch**

**von**

**Sailauf**

mit Beobachtungen zur Geologie

von

JOACHIM LORENZ

Inhalt:

- 1.0 Einleitung
  - 1.1 Zusammenfassung
  - 1.2 Abstract
  - 1.3 Betriebsverhältnisse
  - 1.4 Geologie
  
- 2.0 Minerale
  - 2.1 Sulfide
  - 2.2 Halogenide
  - 2.3 Oxide, Hydroxide
  - 2.4 Carbonate
  - 2.5 Sulfate
  - 2.6 Phosphate, Arsenate
  - 2.7 Silikate
  - 2.8 vermutete Minerale
  
- 3.0 Überlegungen zur Genese
  - 3.1 Achate
  - 3.2 Hydrothermale Mn-Erzgänge
  
- 4.0 Dank
  
- 5.0 Aktuelle Situation
  
- 6.0 Literatur
  
- 7.0 Abbildungen

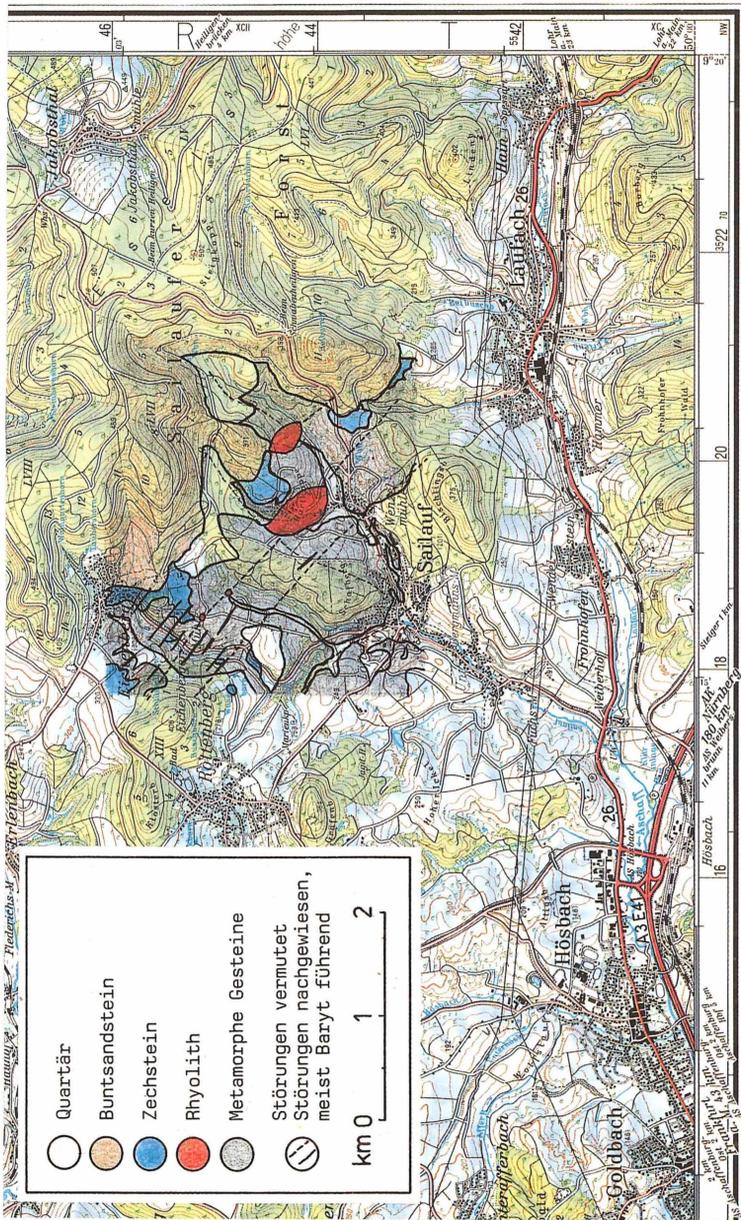


Abb. 1: Lage und geologische Umgebung des Rhyolithbruches von Sailauf, eingezeichnet in einen Ausschnitt der TK L 5920, 1:50.000 Blatt Alzenau i. Ufr. Die vereinfachte Verbreitung der Gesteine wurde der GK 5920 entnommen. Kartengrundlage: Topographische Karte 1:50000, Blatt L 5920; Wiedergabe mit Genehmigung des Bayerischen Landesvermessungsamts München Nr. 11804/89.



Der Bericht ist eine aktualisierte und erweiterte Zusammenfassung aus LORENZ 1987 und 1991.

## 1.0 Einleitung

### 1.1 Zusammenfassung

Nördlich von Ober-Sailauf bei Aschaffenburg in Nordwestbayern befindet sich an der Hartkoppe (Abb. 1) ein Rhyolithvorkommen (Quarzporphyr (Pq) der GK 25 Blatt Nr. 5921 Schöllkrippen R 35.19.600 H 55.44.250). Das ovale Vorkommen hat etwa die Ausdehnung von 500 X 200 m.

Das durch einen großen, zur Zeit dreisohligen Steinbruch aufgeschlossene Gestein wird von mehreren SO-NW streichenden Manganerzgängen durchbrochen. Die Gänge führen als Hauptbestandteile Calcit, Braunit, Todorokit und Baryt, als Nebenbestandteile Manganit, Hausmannit, Hämatit, Dolomit, Kutnahorit, Limonit, Quarz, und Fluorit. Hier tritt auch Powellit auf. Hochinteressant ist das Vorkommen von Brandtit, einem wasserhaltigen Calcium-Mangan-Arsenat, das erst von wenigen Fundorten beschrieben wurde. Es wird von Calcit und Aragonit, dem ebenfalls seltenen Mineral Kutnahorit begleitet und bildet bis 2 mm große, farblose bis weiße Kristalle, oder bis 5 mm große Sphärolithe.

In einer anderen Paragenese konnte ein bisher nicht beschriebenes Ca-Mn-Arsenat der Mitridatit-Gruppe in Mn-Calcit, Hausmannit und Arseniosiderit führenden Partien gefunden werden.

Zur Altersstellung des Rhyolithes konnte eindeutig festgestellt werden, daß der Rhyolith älter als das Zechstein sein muß, da er von Ablagerungen desselben diskordant überlagert wird.

Im Schluß folgen einige Gedanken zur Genese der Mineralien.

## 1.2 Abstract

At the Hartkoppe hill, north of the village of Ober-Sailauf (close to the city of Aschaffenburg, North-West-Bavaria), a rhyolithe body is exposed by a big, active quarry. The rhyolithe is presumably of lower Permian (Rotliegend) age and is covered by upper Permian (Zechstein) sediments. It contains several, SE-NW striking veins of manganese ore, containing calcite, braunite, todorokite and baryte as main constituents. Addition minerals are, among others, dolomite, kutnahorite, manganite, hausmannite and fluorite. Powellite was also found in the paragenesis. Of special interest is the occurrence of the rare Ca-Mn arsenatehydrate brandtite so far only described from a few localities in the world. Brandtite forms colourless to white crystals, up to 8 mm long, which may be arranged in spherulitic aggregates. The mineral is associated with calcite, aragonite and kutnahorite.

A so far undescribed Ca-Mn arsenate, a member of the mitridatite group was detected as coating of small caverns in Mn-calcite, hausmannite and arseniosiderite-bearing veins.

## 1.3 Betriebsverhältnisse:

Der regelmäßige Abbau wurde 1957 durch die Fa. FUCHS begonnen. Seit 1983, fördert der immer noch rasche Abbau durch die Fa. Hartsteinwerk Sailauf GmbH, Werk "In der Hart", weitere Mineralien in z. T. sehr schönen, aber wenig farbenfrohen Stufen zu Tage (Abb. 2).

*An der Hartkoppe (ehemals 296,7 m) am Hartberg bestanden schon vor dem Abbau durch die Fa. Fuchs 1957 Schürfe, angelegt von den Bürgern Sailaufs. Sie gewannen das an der Oberfläche zutage tretende Gestein manuell mit einfachen Werkzeugen. Das so gewonnene Material wurde zum örtlich Straßen- und Wegebau ver-*



**Abb. 3:** Der zur Zeit dreisohlige Steinbruch an der Hartkoppe bei Sallauf von Nordwesten gesehen. Die Fahrzeughalle oberhalb der Siloanlage wurde inzwischen auf die Fläche am linken, unteren Bildrand verlagert. Mit durchgezogenen Linien wurden sichtbare, mit punktierten Linien wurden nachgewiesene Störungen bzw. Grenzen überzeichnet. Aufgenommen am 29.04.1990 aus ca. 200 m Höhe, Freigegeben Reg. v. MFR -Luftamt Nordbayern - Nummer P4186/4.



wendet. Das Vorkommen zog schon früh Geologen an. So schrieb BACKHAUS (1967):

"Im Jahre 1889, als der Oberrheinische Geologische Verein bei seiner 22. Versammlung zuletzt in Aschaffenburg tagte, hatte BÜCKING gerade die ersten Notizen über die geologische Aufnahme im preußischen Spessartanteil veröffentlicht. Man besuchte auch mit 24 Personen auf 3 Pferdefuhrwerken u. a. den Quarzporphyr an der Hartkoppe bei Obersailauf."

Die Hartkoppe war damals vollkommen bewaldet und nur über einen sehr ausgefahrenen Waldweg erreichbar. Vor 1957 erfolgten bescheidene Abbauersuche durch die Baufirmen Becker, Wasserlos und Kleinschmidt, Haibach. Während eines Straßenbaues in Sailauf, ausgeführt von der in Laufach ansässigen und 1953 gegründeten Baufirma Ing. Hermann Fuchs Bau-Unternehmung, berichtete der Inhaber Hermann FUCHS dem damaligen Bürgermeister Richard MÜLLER über die kostenintensive Beschaffung des Materials für die Setzpacklage. Der Bürgermeister entsann sich des harten Gesteins an der Hartkoppe und machte H. FUCHS darauf aufmerksam. Bei einer daraufhin durchgeführten Ortsbesichtigung entschloss man sich zu einem Abbauersuch, der auch erfolgversprechend verlief.

Bis 1962 gewann die Fa. Fuchs manuell Gestein für den örtlichen Straßenbau. Der Abbau wurde mittels Preßluftschlämmern vorangetrieben. Das losgebrochene Gestein konnte nur mit Vorschlagshämmern zerkleinert werden. Danach erfolgte auch die Beladung der LKW von Hand. Im September 1962 konnte ein erster Pachtvertrag mit der Gemeinde Sailauf abgeschlossen werden. Nachdem auch eine Sprenggenehmigung vorlag, stellte man einen Sprengmeister ein. Mit weiteren 4 Mitarbeitern wurden ca. 50 t/d Gestein abgebaut. Der Stundenlohn lag damals bei 1,56 DM/h. Später kaufte H. FUCHS eine Raupe (amerikanisches Fabrikat) und mit einem einfachen Sieb

ließen sich Schrotten gewinnen. Erst 1966 konnte ein Brecher, Förderbänder, ein hölzernes Silo mit 4 Kammern je 25 m<sup>3</sup> Inhalt, eine Siebanlage und ein Stromerzeuger (250 KVA, mit Deutz-Motor) gekauft und in Betrieb genommen werden. In diese Zeit fallen auch Prospektionen der Gewerkschaft Brunhilde, Uetze/Han., auf Uran. Sie wurden jedoch nie wirtschaftlich bedeutsam. In Jahre 1968 beschaffte der Steinbruchbetreiber eine Waage. 1978 erfolgte eine wesentliche Erweiterung der Produktion durch die Montage der jetzigen Anlagen und die Abspaltung des Steinbruches von der Baufirma durch Umwandlung in eine GmbH. Im Jahre 1982 konnte eine neue Siloanlage gebaut werden, die inzwischen mehrfach umgebaut worden ist.

Der Abbau erfolgt zur Zeit in 3 Sohlen mit je ca. 15 m Höhe (Abb. 3 und 60). Die Abbruchkanten der einzelnen Sohlen werden durch Freisteine gesichert. Die zur Sprengung notwendigen Bohrlöcher werden vorwiegend vertikal angebracht, mit max. 60 kg Sprengstoff pro Bohrloch besetzt und elektrisch gezündet. Nach der Sprengung wird das Material mit einem Bagger (RH 30 der Fa. Orenstein & Koppel) auf Muldenkipper (Tragfähigkeit 25 - 35 t) geladen und zum Aufgabebunker (Kippbunker) der Brecheranlage gefahren. Der Vorbrecher kann Felsblöcke bis zu einer Kantenlänge von 0,8 - 1 m zerkleinern. Der Durchsatz des Brechers (Doppelkniehebelbrecher) liegt je nach der Feinheit des Brechgutes und der eingestellten Spaltbreite zwischen 120 - 200 t/h. Ein Teil des Materials wird vor dem Brecher zwischengelagert. Sehr große Brocken werden ausgesondert und mit einem Bagger, der mit einem hydraulischen Meißel ("Picker") ausgerüstet ist, so weit zerkleinert, daß sie vom Brecher aufgenommen werden können.

Das im Aufgabebunker lagernde Gestein wird mittels Schubwagen auf ein Stufensieb transportiert; dort werden die Feianteile 0 - 60 mm im Maschendurchgang auf einer Rutsche zum Haupttransportband vorausgeschieden, restliches Gesteinsmaterial gelangt

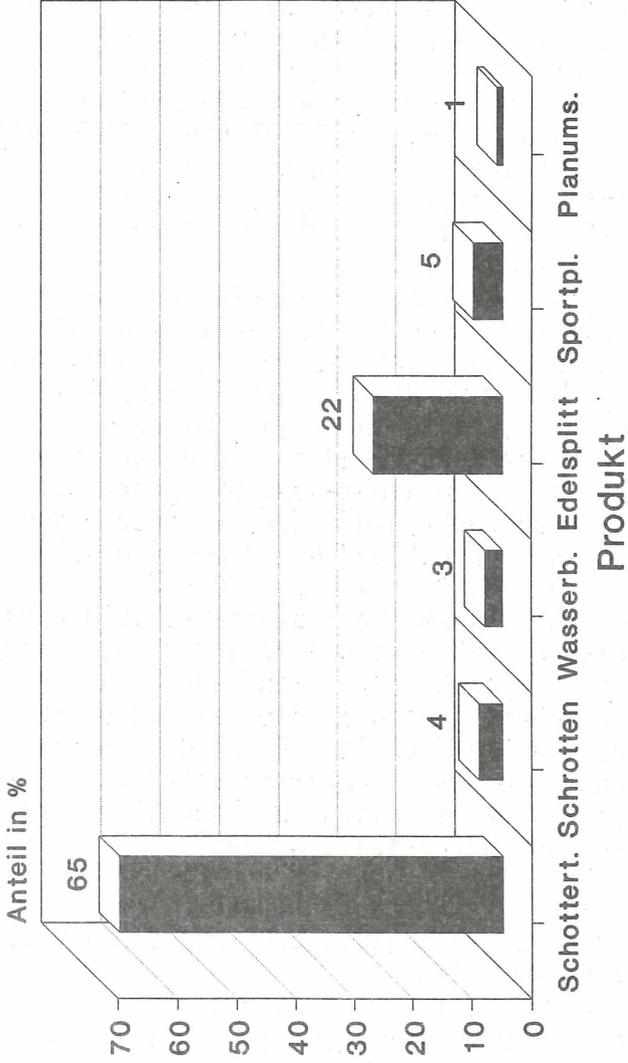
in den Brecher (1000 x 800) und wird auf eine Körnung 0 - 150 mm vorgebrochen. Beide Körnungen, Vorabsiebung 0 - 60 mm und 0 - 250 mm gelangen auf einem Transportband zu einer Vibrations-Siebmaschine (2000 x 5000). Hier wird das gebrochene Material 0 - 150 mm nochmals sortiert. Die Körnung 0 - 45 mm wird mit dem Förderband auf ein Haldenschwenkband transportiert und auf einer Freideponie gelagert. Das nun verbleibende, reine Gesteinsmaterial wird auf einem Transportband in ein Puffersilo mit 300 m<sup>3</sup> Inhalt befördert und zwischengelagert.

An das Puffersilo ist eine Prallmühle (Nachzerkleinerungsbrecher) angeschlossen, die durch eine elektromagnetische Abzugsrinne beschickt wird. Von hier aus wird das aus dem Puffersilo lagernde Material, Körnung 45 - 150 mm nachzerkleinert und mit einem Förderband auf die über den Stahlsilos installierten Siebmaschinen gebracht. Hier wird das Endprodukt auf die nachstehenden Körnungen getrennt: Brechsand 0 - 2 mm, Edelsplitt 1 - 3, 2 - 5, 5 - 8, 8 - 11, 11 - 16 und 16 - 32 mm, Schotter 32 - 56 mm. Über einen Kreisbrecher ist eine weitere Zerkleinerung bis zur gewünschten Korngröße möglich (Kreislauf durch die Anlage). Anschließend geht das Material erneut ins Silo oder auf die Freideponie. Durch die moderne Dosieranlage (Abb. 59, Lochkartengesteuerte Schaltzentrale) können sämtliche Werksgemische nach Kundenwünschen hergestellt werden.

Die LKW für den Abtransport werden entweder über eine Ladestation aus den Silos oder mit einem Schaufellader von der Halde beladen.

Es werden zur Zeit von 9 Mitarbeitern ca. 1500 t pro Tag abgebaut und vorwiegend zu Schotter und Edelsplitt in unterschiedlichen Körnungen und Sand gebrochen. Tonenschwere "Findlinge" werden aus dem Haufwerk ausgesondert; sie eignen sich zur Gartengestaltung. Die

# Hergestellte Produkte 1990



Grafik 1

feinsten Fraktionen werden als Tennenbeläge für Sportplätze, Parkwege usw. und zum Einkehren von Verbundpflaster verwendet. Der Splitt mit einer rötlichen Färbung eignet sich besonders als Betonvorsatz (zur Herstellung von Fassadenelementen, Verbundpflaster, Platten usw.) - wozu der Splitt in die gesamte, ehemalige BRD, die Niederlande, nach Belgien, Frankreich, Österreich und in die Schweiz gefahren wird! Die Produkte werden ausschließlich mit LKW abgefahren.

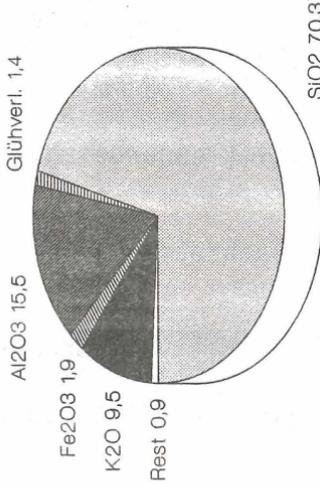
Im Jahr 1990 wurden folgende Produkte hergestellt (nach Anteilen in % geordnet, siehe auch Graphik 1):

- 65 % Schottertragschichten für den Straßenbau.  
Dies sind Gemische aus folgenden Körnungen: 0 - 32, 0 - 45 und 0 - 56 mm).
- 22 % Edelsplitte und Edelbrechsande für die Betonindustrie.  
Sie werden als Vorsatz in der Körnung 0 - 32 mm hergestellt. Als Zuschlagsstoff werden folgende Körnungen angeboten: 0 - 2, 1 - 3, 2 - 5, 5 - 8, 8 - 11, 11 - 16 und 16 - 32 mm.
- 5 % Sportplatzmaterial (Tennenbelag, Deckenrot) (0 - 3 mm)
- 4 % Schotter und Grobschrotten (> 32 - 250 mm).
- 3 % Wasserbausteine, Findlinge, Bruchsteine, Rohfels
- 1 % Planumsschutzschicht für die Deutsche Bundesbahn (0 - 32 mm)

Je nach Verwendungszweck werden verschiedene Festigkeitsqualitäten angeboten. Der zonenweise sehr harte Rhyolith erreicht eine Druckfestigkeit von 2500 - 3100 dN/cm<sup>2</sup>. Die Rohdichte liegt bei 2,48 t/m<sup>3</sup>. Die

# Vergleich der Chemischen Zusammensetzung verschiedener Rhyolithe:

## Rhyolith von Sailauf

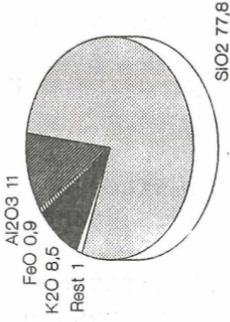


Landesgewerbestalt Bayern, 1983

alle Angaben in %

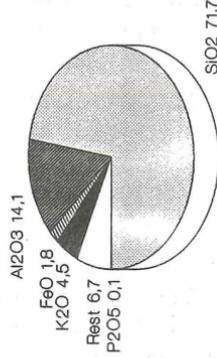
## Grafik 2

## Rhyolith von Rechtenbach



WEINELT, OKRUSCH & RICHTER (1986)

## Durchschnitt von 35 Rhyolithen



RITTMANN (1981)

Farbe ist rotbraun. Das Schüttgewicht beträgt 1,53 t/m, die Trockendichte liegt bei 1,81 t/m<sup>3</sup> (Technische Daten gemäß Preisliste, gültig ab März 1991). Die stark verwitterten Zonen und Deckschichten eignen sich als Auffüllmaterial. Es erfolgt eine ständige Güteüberwachung durch das Materialprüfungsamt der Landesgewerbeanstalt Bayern in Nürnberg.

Die Gemeinde Sailauf hat das Steinbruchsgelände in Erbpachtrecht vergeben.

Bei einer chemischen Analyse fällt das sehr hohe Kalium-Natriumverhältnis auf (Tab. 1 und Grafik 2). Auffällig ist, daß der Rhyolith, der bei einer Forschungsbohrung bei Rechtenbach erbohrt wurde, ein ähnlich hohes K-Na-Verhältnis besitzt.

#### 1.4 Geologie

Der in vermutlich proterozoischen Muskovit-Biotit-Schiefern gelegene Rhyolith hat unterrotliegendes Alter und befindet sich an einer herzynisch (SO-NW) streichenden Störung (OKRUSCH & WEINELT 1965). Seine Schlotnatur und Meilerstellung konnte durch Kluftrmessungen (welche nicht mehr greifbar sind) an der 1. Sohle nachgewiesen werden (Wi. WEINELT, mündl. Mitteilung). Mit fortschreitendem Abbau der 2. und 3. Sohle, wurde die Meilerstellung der Säulen sehr gut sichtbar.

Das Gestein zeigt weit verbreitet eine säulige bis plattige Absonderung und ausgeprägte Klüftung in südostnordwestlicher Richtung. Der Rhyolith ist im allgemeinen nur von einer dünnen Verwitterungsschicht bedeckt, zeigt aber besonders im östlichen Teil des Bruches tiefgründige Verwitterung. Das nur an wenigen Stellen frische Gestein zeigt auch im makroskopischen Bereich auffällige Flecken und Schlieren von weißer bis dunkelgrauer Farbe innerhalb des grauweißen bis röt-

Tab. 1: Vergleich der Chemischen Zusammensetzung des Rhyoliths von Ober-Sailauf mit anderen Rhyolith-Vorkommen (in Gew.-%):

Analyse:	1	2	3	4
SiO <sub>2</sub>	70,3	77,8	71,7	72,77
TiO <sub>2</sub>	0,09	0,25	0,3	0,29
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,5	11,0	14,1	13,33
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,9	0,76	n. b.	1,40
FeO	n. b.	0,10	1,8	1,02
MnO	0,15	0,01	0,6	0,07
MgO	0,4	0,15	0,6	0,38
CaO	0,3	0,12	1,6	1,22
Na <sub>2</sub> O	0,6	0,40	3,6	3,34
K <sub>2</sub> O	9,5	8,50	4,5	4,58
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	n. n.	0,03	0,1	1,50
H <sub>2</sub> O	n. b.	0,50	n. b.	4,58
CO <sub>2</sub>	n. b.	0,07	n. b.	0,10
Glühverl.	1,4	n. b.	n. b.	n.b.
Σ	100,14	99,69	98,9	(104,58)

Analyse 1: Rhyolith von der Hartkoppe bei Sailauf, ermittelt von der Landesgewerbeanstalt Bayern - Materialprüfungsamt - , vom 08.02.1983.

Analyse 2: Rhyolith aus der Forschungsbohrung 1a bei Rechtenbach (WEINELT, OKRUSCH & RICHTER, 1985).

Analyse 3: Durchschnitt aus 35 Rhyolithen aus RITTMANN (1981).

Analyse 4: Durchschnitt aus 102 Rhyolithen aus BARTH, CORRENS, ESKOLA (1939)

---

lichen Gesteins. Als Ursache hierfür ist wohl eine hydrothermale Überprägung anzunehmen.

Bei genauerem Hinsehen entdeckt man in der feinkörnigen Grundmasse kleine Quarze, in der typischen Hochquarztracht des Dihexaeders mit schmal ausgeprägten Prismenflächen sowie leistenförmige Einsprenglinge von Kalifeldspat und Plagioklas. Die Feldspäte sind in der Regel zu Glimmern und Tonmineralien zersetzt.

Selten sind bis dm große Bereiche zu beobachten, in denen weder Quarz noch Feldspäte in der Grundmasse eingestreut sind.

Ab und zu finden sich bis faustgroße, (auch m<sup>3</sup>-große wurden schon beobachtet) Einschlüsse des Nebengesteins - meist Muskovit-Biotit-Schiefer, seltener Muskovit-Gneis, aber auch walnußgroße Quarze - die bei geringer Größe starke Umwandlungserscheinungen erkennen lassen. In der Umgebung solcher Einschlüsse und im Kontaktbereich lassen sich viele, regellos eingestreute Biotitschüppchen beobachten.

Der Abbau wird durch die kleinprismatische Absonderung des Gesteins, hervorgerufen durch zwei, etwa senkrecht aufeinanderstehende Scharen relativ enggestellter Klüfte begünstigt. Beim Auffahren der 3. Sohle wurde die erzführende Zone 1988 bis 90 erneut abgebaut. Es traten aber im Gegensatz zur 2. Sohle, wo nur ein Gang beobachtet werden konnte, mehrere, parallel laufende Erzgänge (135° streichend und mit 85-90° einfallend) auf. Sie unterschieden sich sowohl in der Mächtigkeit als auch in der Mineralführung. Diese schwankte in der Abfolge und Zusammensetzung erheblich, so daß eine generalisierte Abfolge, auch wegen der schnell wechselnden Aufschlußverhältnisse (meist sind die Gänge nur im

gesprengten Haufwerk und nicht im Anstehenden beobachtbar und einzumessen), nur ansatzweise erstellt werden konnte (Tab. 5). Die Gänge, die bis zu 30 cm Stärke erreichen, keilen manchmal ganz aus oder erreichen als grobe Gangbrekzie, mit wenig Erzgehalt, Mächtigkeiten bis zu 1 m. Die Vererzungen fallen senkrecht ein und streichen in Richtung SO-NW. Die Störung ist wohl identisch mit der als vermutet in der GK 25 Blatt 5920 Schöllkrippen eingezeichneten Störung. Gut ausgeprägte Harnischbildungen im Grenzbereich zwischen Erzgang und Rhyolith belegen die Bewegung der Störungen nach Abscheidung der Minerale. Der Gehalt an Braunit und Manganit nimmt von NW nach SO zu, die Gangmächtigkeit ab. Reine Calcitgänge, deren Mächtigkeiten normalerweise 5 cm nicht überschreiten, führen bei größerer Mächtigkeit und in unregelmäßigen Abständen Zonen aus Mn-Calcit, Hausmannit und As-Mineralien.

Die Mn-Erzgänge fallen nahezu senkrecht ein. Im NW-Teil kreuzten sich an der Grenze zw. 2. und 3. Sohle eine auffällige Hämatit-Vererzung mit den Manganerz führenden Calcitgängen. Der Hämatitgang erreicht als Ruschelzone eine Mächtigkeit bis zu 0,5 m und hält, im Gegensatz zu den Mn-Mineralien, bis fast unter die ehemalige, jetzt abgebaute Oberfläche, durch. Am Fuß der 3. Sohle konnte grobtafeliger Hämatit in bis zu 5 cm starken Partien beobachtet werden.

Wie eine vergleichende Messung an repräsentativen Proben zeigte, ist in der Mn-Erzzone keine erhöhte Radioaktivität festzustellen.

Der Rhyolith ist gut geklüftet (dies wird auch daran ersichtlich, daß eine Wasserhaltung auf der 3. Sohle nicht notwendig ist) und zeigt besonders in den nordwestlichen Teilen des Bruches eine meist säulige Absonderung. Die drei- bis sechseckigen Säulen sind gewöhnlich zwischen 25 und 40 cm dick. Im März 1990 wurde auf der 3. Sohle eine nur ca. 5 m breite Partie angefahren, bei der die Säulen übergangslos, plötzlich nur

noch ca. 10 cm dick waren.

Die Partien, die intensiv hydrothermal umgewandelt sind, lassen keine ausgeprägte Klüftung oder säulige Absonderung erkennen. Der jetzige Mineralbestand der Grundmasse ist wahrscheinlich teilweise als Entglasungsprodukt aus einer ehemaligen Glasmatrix kristallisiert (WEINELT 1967).

Überraschend ist ein Fund von Pechstein (erdgeschichtlich alter Obsidian), bestehend aus einer dunkelgrünen, mit Einsprenglingen und dem typischen Fettglanz versehenen Masse (Vitrophyr), der von Hans JAKOB, Litzendorf, im Sommer 1973 gefunden und an Wi. WEINELT übergeben wurde (freundl. schriftl. Mitteilung 14.10.89). Er fand ihn auf der 1. Sohle, an der damaligen Ostwand. Der Pechstein sonderte plattig ab und war auf einer Seite mit Fe-Mn-Dendriten belegt. Leider sind heute keine Stücke mehr greifbar. Die Bestimmung wurde seinerzeit durch Wi. WEINELT bestätigt.

Interessant sind mehrere m<sup>2</sup> große, rundlich gewölbte Flächen, meist senkrecht einfallend, die sonst aber auch regellos die säulige Absonderung bzw. Klüftung durchschneiden (Abb. 4). Wegen des lokalen Auftretens der sehr glatten und runden Formen ohne Harnischbildung ist eine Entstehung nach dem Erkalten des Rhyolithes auszuschließen. Vielmehr ist eine Bildung ähnlich der von RITTMANN (1981) beschriebenen Gleitbretter wahrscheinlich, d. h. an Schwächezonen bildete sich eine Gasschicht innerhalb des noch plastischen Gesteins, welches die Gesteinspakete trennte, die dann verrutschten und ohne zu verschweißen erkaliteten. Die Flächen sind heute meist mit einem Gemenge aus feinstschuppigem Hämatit und Ton belegt.

Bis heute liegt kein radiometrisches Alter für den Rhyolith vor. Der Grund hierfür ist die hydrothermale Überprägung des Gesteins. Aufgrund von Geröllen wurden die Förderung und das Erkalten der Rhyolithschmelze ins

jüngere Unterrotliegende gestellt.

1989 wurde im Nordteil des Bruches die Grenze zwischen Rhyolith und den Sedimenten des Zechstein aufgeschlossen. Der gut geklüftete, helle Rhyolith wird von kaum verfestigten, Fe- und Mn-reichen Zechsteintonen diskordant überlagert (Abb. 5). Die sehr weichen und porösen Gesteine zerfallen nach dem Trocknen zu einem feinen Sand. Lagenweise ist der Fe- und Mn-Gehalt so groß, daß von Erzen mit teilweise glaskopffartiger Ausbildung (Abb. 19), gesprochen werden kann. Die Hauptbestandteile sind ein röntgenamorphes Mn-Mineral und Goethit. Die Stücke erinnern an andere Fe-Mn-Vorkommen im Zechstein des Vorspessarts und enthalten in Hohlräumen teilweise winzige Quarzkriställchen. Eine thermische Veränderung der Sedimente ist auch am unmittelbaren Kontakt nicht festzustellen. Sie enthalten zum Liegenden hin reichlich bis 5 cm große, wenig gerundete, weiße, leicht zerbrechliche Rhyolithgerölle, die lagenweise, grusartig bis 10 cm mächtig werden können und sich dann als helle Bänder von den dunkelbraunen bis fast schwarzen Tönen abheben (Abb. 6). Dies bestätigt das Aufragen des Rhyoliths über das Niveau des transgredierenden Zechsteinmeeres. Da die Gerölle sehr weich sind und das Sediment nicht gebleicht ist, hatte die hydrothermale Umwandlung damals schon stattgefunden. Da auch keine thermischen Beeinflussungen des Nebengesteins zu beobachten sind, muß der Rhyolith somit älter als die Sedimente des Zechsteins sein.

Der fast senkrecht einfallende Kontakt zum Muskovit-Biotit-Gneis wurde auf der 2. Sohle neben den Brecheranlagen erstmals im Herbst 1989 aufgeschlossen. Die Gesteine sind hier weniger verwittert als auf der 1. Sohle. Der direkte Kontakt ist jedoch auch hier noch in ca. 40 cm mächtige Tone umgewandelt. Knollen können auch Nebengesteinsfragmente enthalten. Der relativ wenig zersetzte Gneis zeigt makroskopisch keine thermische Beeinflussung. Der Rhyolith ist im unmittelbaren Kontakt in Tone umgewandelt, der die ursprüngliche

Klüftung bewahrt hat. Einzelne, verkieselte Lagen sind nicht zersetzt. Diese Lagen und das nicht zersetzte Gestein, beinhalten deutliche Fließstrukturen. In diesen Partien können Schlieren mit mikrofelsitischem Gefüge ausgebildet sein. Dabei ließ sich nicht klären, ob die Fließstrukturen primärer Natur sind. Es ist auch denkbar, daß sie während der hydrothermalen Zersetzung entstanden und anschließend verkieselte wurden.

In der Fortsetzung auf der 1. Sohle ist eine ca. 60 cm mächtige Zone, die an die verwitterte Kontaktzone grenzt, bestehend aus "mylonitisiertem" Muskovit-Biotit-Schiefer, mit Rhyolithstücken durchsetzt. Die grauen Rhyolithe sind gut gerundet, bis 10 cm groß und in Tonminerale umgesetzt. Die parallelen Schlieren blieben erhalten. Das Gestein erinnert an eine Schlotbrekzie - nur daß die Komponenten vertauscht wurden - der Rhyolith ist im Schiefer enthalten!

## 2.0 Die Mineralien

Die erste umfassende Beschreibung der Mineralien aus dem Rhyolith von Sailauf bei Aschaffenburg erfolgte von LORENZ (1987 und eine umfangreiche Ergänzung 1991).

Die Besprechung der einzelnen Mineralien erfolgt in der Reihenfolge nach RAMDOHR & STRUNZ (1978). Es werden alle bisher bekannt gewordenen Mineralien des Rhyolithbruches von Sailauf, ohne Berücksichtigung der gesteinsbildenden Mineralien, beschrieben.

### 2.1 Sulfide

#### Chalkosin $Cu_2S$

Kupferglanz (wohl Chalkosin) wurde aus erzmikroskopischen Untersuchungen von BÜLTEMANN erwähnt. Er wurde gemeinsam mit anderen Sulfiden und Uranmineralien auf der 1. Sohle gefunden (GUDDEN & SCHMID 1974).

### **Chalkopyrit** $\text{CuFeS}_2$

Eigentümlich ist das Vorkommen messinggelber, idiomorpher Chalkopyritkörnchen von max. 0,8 mm Größe im roten Chalcedon der "Knollen" (Abb. 54). Sie sind im Chalcedon regellos eingestreut. Bis heute wurden nur 3 Exemplare (Sammlung WEIS, SAUER und LORENZ) bekannt.

Das Mineral wurde ebenfalls erzmikroskopisch, in der gleichen Paragenese wie der Chalkosin, von BÜLTEMANN nachgewiesen (GUDDEN & SCHMID 1974).

### **Covellin** $\text{CuS}$

Covellin konnte bei der erzmikroskopischen Untersuchung von Uran-führenden Partien von BÜLTEMANN beobachtet werden. Die Funde der Cu- und Fe-Sulfide konnten an den Wänden der 1. Sohle gemacht werden (GUDDEN & SCHMID 1974).

### **Pyrit** $\text{FeS}_2$

Der Pyrit wurde gemeinsam mit den anderen Cu-Sulfiden und den Uranerzen von BÜLTEMANN erzmikroskopisch bestimmt. Die untersuchten Stücke stammten von der 1. Sohle (GUDDEN & SCHMID 1974).

### **Realgars** $\text{As}_4\text{S}_4$

In einer Calcitdruse von der 3. Sohle, die teilweise mit kleinen Quarzkristallen besetzt ist, wurden kleine, leuchtend rot-orange Kristalle beobachtet (Abb. 7). Der größte Kristall ist 2 mm lang, 0,5 mm dick. Die Oberfläche ist matt angeätzt und zeigt deutliche, kavernöse

Lösungserscheinungen. Auch derbe, ca. 2 mm große Körnchen, randlich zum Rhyolith eingewachsen in weißen, grobspätigen Calcit wurden gefunden. Das Mineral fällt durch seine Farbe, die geringe Härte, die Sprödigkeit und die gute Spaltbarkeit auf.

Die Bestimmung wurde durch eine Mikrosondenanalyse bestätigt, bei der nur die Elemente As und S gefunden wurden.

## 2.2 Halogenide

### Fluorit $\text{CaF}_2$

Nach Wi. WEINELT (mündl. Mitteilung 15.07.89) wurde schon 1967 bei einer Exkursion Fluorit aufgefunden (SCHMID & WEINELT 1978).

Das Mineral konnte auf der 3. Sohle erneut beobachtet werden. Es ist farblos, weiß bis violett, manchmal fast schwarz, häufig zonar gebaut und Randbereiche sind oft dunkler verfärbt als der Kern. Seltener kommt auch der umgekehrte Fall vor. Die idiomorphen, meist würflichen, selten auch oktaedrischen, farblosen bis blauen Kristalle erreichen 5 mm Größe, sind auf den Flächen gestreift oder seltener parkettiert. Hochglänzende Kristallflächen sind selten, fast alle Kristalle sind angeätzt und nur noch in Relikten vorhanden (Abb. 8). Dies läßt sich nur so erklären, daß die Fluorite in mit Baryt gefüllten Hohlräumen auf dem Calcit wuchsen - ein Stück mit Barytresten wurde aufgefunden. Anschließend haben Lösungen den Baryt und etwas Fluorit weggeführt.

Die meisten Fluorite sind zerbrochen (wohl eine Auswirkung des Sprengens beim Abbau) oder sehr rissig. Bei Erwärmung ist Thermolumineszenz zu beobachten. Da-

nach sind die blauen Farben einem schmutzigen Graugrün gewichen; somit ist eine Bestrahlungsverfärbung durch radioaktive Strahlung anzunehmen, verursacht durch die im Gestein weit verbreiteten Uranminerale. Fast schwarze Stücke zeigen nicht mehr die typische Spaltbarkeit nach dem Oktaeder sondern muscheligen Bruch. Die max. 3,5 cm großen Butzen kommen im Calcit und Kutnahorit vor und werden von Dolomit, Manganomelan, Todorokit, Hämatit und selten von Autunit begleitet. Zwei max. 5 cm mächtige selbständige Gänge dieser Mineralisation konnten 60 - 80° einfallend, SW-NO streichend, ca. 15 m nördlich und parallel der MnErzgänge beobachtet werden.

### 2.3 Oxide, Hydroxie



Abweichend von den Mn-Erzen Braunit und Manganit, die meist in körnigen bzw. strahligen Aggregaten vorkommen, fand sich in den nordwestlichen Teilen der Vererzung derber, dichter Hausmannit. In der Masse sind einzelne, oft gestreifte Kristalle nur andeutungsweise auszumachen. Das Material ist sehr fest und erreicht innerhalb von reinen Calcitgängen eine Gangmächtigkeit bis zu 5 cm (Abb. 9). Er wird von Baryt, Calcit, Mn-Calcit, Dolomit, Quarz und Arseniosiderit begleitet. Bemerkenswert ist das Auftreten eines unbeschriebenen Ca-Mn-Arsenates, das in seinen schmalen Klüften, besonders gegen das Salband hin und in den sich anschließenden Mn-Calcit-Partien auftritt. Bis 1 mm große, verzerrte Kristalle konnten bis jetzt nur einmal beobachtet werden.

Der Nachweis wurde durch eine Röntgen-Pulveraufnahme bestätigt.

**B r a u n i t**  $\text{Mn}^{2+}\text{Mn}^{3+}_6\text{SiO}_{12}$

Im Frühjahr 1984 wurde auf der 2. Sohle eine mit  $135^\circ$  streichende und mit  $85-90^\circ$  einfallende Störung angefahren. Sie wurde dann ab 1988 auf ihrer ganzen Ausdehnung auf der 3. Sohle aufgefahren. Im SE-Teil trat Braunit als Hauptbestandteil mit Calcit, Mn-Calcit, Manganit, Baryt und Illit auf. In den Randzonen ist er vollkommen derb und bis zu 10 cm mächtig (Abb. 19) und tritt ohne Begleitminerale auf.

Im NW-Teil kreuzte die Störung den Hämatitgang und führte derben und grobkristallinen Braunit. Die drusenreichen Stücke führten häufig bis 10 mm lange und 5 mm dicke Pseudomorphosen von Braunit nach Manganit, ferner samtigen Todorokit und selten Arseniosiderit. Verbreitet sind gitterartige Verwachsungen, deren Hohlräume dünn mit Todorokit überzogen und mit rotem Ton gefüllt wurden. Rechteckig-prismatische Hohlräume deuten auf das ehemalige Vorhandensein von Baryt hin. Auch glaskopffartige Massen wurden beobachtet, welche teilweise von innen heraus in Todorokit umgewandelt wurden.

Fein- grobkristalliner Braunit tritt gemeinsam mit den oben aufgeführten Mineralien auf. Er ist gewöhnlich im Calcit oder Mn-Calcit eingewachsen. In Drusen können hochglänzende Kristalle bis zu 3 mm (Abb. 10) beobachtet werden. Gleiches läßt sich durch Weglösen des Calcits mittels HCl erreichen. Der Braunit ist in kleinen Kristallen magnetisch.

Die Bestimmung wurde durch röntgendiffraktometrische Untersuchungen bestätigt.

Eine Stufe aus dem Gang besteht aus cm-großen, skalenoedrischen Braunitkristallen, die von leistenförmigen Kristallen überzogen sind (Abb. 11). Wahrscheinlich handelte es sich ursprünglich um ehemalige Calcitkristalle mit darauf sitzenden Manganitkristallen, die beide vom Braunit pseudomorph verdrängt wurden. Inzwischen konnten auch solche Übergangsstadien gefunden werden, bei denen ein Calcitrest zu beobachten ist.

Bei der chemischen Untersuchung (Röntgenfluoreszenz-Analyse) einer derben Braunitprobe konnte ein As-Gehalt von ca. 1% nachgewiesen werden.

## H ä m a t i t $\text{Fe}_2\text{O}_3$

Auf vielen Klüften tritt Hämatit bis einige mm dick als sogn. "Eisenrahm" auf. Dies verursacht, gemeinsam mit dem im Gestein selbst feinst verteilten Hämatit, die oft starke, rötliche Färbung, besonders der stark geklüfteten Partien. Oft wird er zusammen mit dem in den Klüften ebenfalls vorhandenen Tonen vom Regenwasser ausgewaschen.

In den intensiv zerrütteten Partien einer fast reinen Hämatitvererzung tritt der Hämatit als "Kittmasse" auf, der zusammen mit von Hämatit durchsetztem Rhyolith eine kompakte Kluftbrekzie bildet. Im Handstück ist es dann oft schwer, die einzelnen Komponenten visuell zu trennen. Häufig findet sich der Hämatit als Auskleidung aus tafeligen Kristallen in schmalen Spalten und Hohlräumen. Die Farbe variiert mit dem Grad der Verwitterung von metallisch-blau (bei unveränderten) über gelb (als "Anlauffarbe") bis hin zu braunen Verwitterungsrinden als Überzug auf den Tafeln. Meist gesellt sich noch - nicht entfernbare - Ton hinzu. Dünne und kleine Kristalle sind rötlich durchscheinend und zeigen einen lebhaften Glanz.

Selbständige, bis zu 8 cm mächtige, grobspätige Spaltenfüllungen aus hochglänzendem Hämatit - einzelne Hämatittafeln erreichen cm-Größe - mit sehr wenig Calcit konnten auf der 3. Sohle innerhalb eines mächtigen, brekziösen Hämatitganges beobachtet werden.

Hier wurden als Besonderheit Umhüllungspseudomorphosen von Hämatit nach Calcit gefunden. Sie werden bis über 10 cm lang, 5 cm dick und zeigen skalenoedrischen Habitus (Abb. 12). Die Flächen sind machmal nach innen gewölbt und außen immer mit Hämatittafeln überwachsen.

Die Wandstärke liegt in der Regel bei ca. 5 mm, das Innere ist ebenfalls mit tafeligen Hämatitkristallen ausgekleidet und/oder mit undeutlichen Aggregaten, gitterartig ausgefüllt. Selten sitzen bis 2 mm große, farblose Quarz- oder angewitterte Sideritkristalle auf und zwischen den Hämatitafeln. Teilweise ist der Hämatit angewittert und mit feinem, sedimentiertem Hämatitgrus überschüttet. Alle Hohlräume sind mit einem roten, nur schwer entfernbaren Ton (Gemenge aus Illit und Kaolinit) gefüllt. Im Innern der mit Ton ausgekleideten oder gefüllten Hohlräume liegen lose, eiförmig-runde Tonkügelchen, als hätte fließendes Wasser sie geformt. Wie die Bruchflächen am Hämatit zeigen - man kann die neuen Bruchflächen deutlich von den alten unterscheiden -, ist die Druse schon vor langer Zeit in einzelne Stücke zerfallen. Auch kommen Negativformen von Calcitkristallen in derbem Hämatit vor.

Faseriger, sphärolithischer Hämatit bildet roten Glaskopf mit rauher Oberfläche. Die runden Gebilde erreichen cm-Größe und sitzen auf derbem Hämatit.

Innerhalb des Calcits treten neben den Mn-Mineralien auch cm-große, unregelmäßige, derbe Hämatiteinschlüsse auf. Die Einschlüsse sind meist mit einem Saum aus Limonit mit Calcitrelikten umgeben.

Auf der 3. Sohle wurden innerhalb der Calcitgänge Rasen rosettenartiger, hochglänzender Blättchen beobachtet. Sie erreichen ca. 0,02 mm und sind mit dem Binokular wegen des Glanzes kaum zu erkennen. Teilweise sind die Kristalle auch gänzlich im Calcit eingewachsen und geben ihm ein bräunliches Aussehen. Vom Todorokit und vom Mn-Analogon zu Arseniosiderit ist der Hämatit nur schwer zu unterscheiden.

Bei der Untersuchung mit der Mikrosonde konnten Spuren von Mn und As nachgewiesen werden. Die Bestimmung wurde durch eine Diffraktometeraufnahme abgesichert.

Im Kontaktbereich zum Muskovit-Biotit-Schiefer bildet mit Ton vermischter, feinschuppiger Hämatit bis zu cm dicke Bänder und Lagen, die sich über mehrere Meter verfolgen lassen. Sie verlaufen parallel zur Schieferung.

In Hohlräumen der Quarzgeoden (Lithophysen) bildet der Hämatit, wenn auch selten, dicktafelige, kantengebundene und stark glänzende Kristalle, die auf Quarzkristallen oder seltener in diese eingewachsen sind. Häufig sind die Hohlräume mit lockerem, blättrig-schuppigem Hämatit ausgefüllt.

Selten wurden Pseudomorphosen von Hämatit nach Baryt gefunden (Abb. 57).

## Q u a r z $\text{SiO}_2$

In den Hohlräumen und Rissen der Knollen treten, besonders wenn sie wenig Chalcedon enthalten, bis zu 10 mm große Quarzkristalle auf. Sie sind farblos bis weiß, auch gelblich, durchscheinend bis durchsichtig. Sie fluoreszieren bei der Bestrahlung mit UV-Licht, besonders bei kurzwelligem UV-Licht (254 nm) sehr intensiv gelblich-grün. Die Fluoreszenz wird wohl durch den Einbau von Uranyl-Ionen hervorgerufen (LIEBER, ohne Jahreszahl).

In den verkieselten Partien des Rhyoliths der 1. Sohle treten quarzgefüllte Risse auf. Sie werden bis zu 3 cm mächtig und sind drusenreich. In ihnen erreichen schmutzigweiße bis bräunliche Kristalle Größen bis zu 1,5 cm. Teilweise sind sie mit kleinen, parallel zur c-Achse orientierten Kristallen, die auf den Prismenflächen aufgewachsen sind, versehen (Sprossenquarze).

Selten sind auf Hämatitrosetten aus den Erzgängen kleine (1 mm) farblose Quarzkristalle aufgewachsen, die ihrerseits mit Calcit überzogen sind.

Auf der 3. Sohle wurden als Seltenheit bis zu 1 mm große, doppelendige Quarzkriställchen gefunden (Abb.

7). Sie sind in Hohlräumen weißen Calcits auf dessen Kristallen aufgewachsen. Die klaren, farblosen Kristalle sind durch "wolkige" (?) Todorokiteinschlüsse dunkel gefärbt.

Bis 3 mm große Quarzkristalle, die einseitig mit Hämatitschüppchen bestäubtes Phantom erkennen lassen, wurden im Quarz aus der Kontaktzone des Muskovit-Biotit-Gneises geborgen.

Selten lassen sich in gelben, limonitisierten Partien der Fe-Mn-Konkretionen aus den Zechsteinsedimenten, bis 0,5 mm lange, gelbe Quarze beobachten.

### Chalcedon $\text{SiO}_2$

In der Kontaktzone zum Muskovit-Biotit-Schiefer, die zu einem zähen, grauen Ton verwittert ist, treten an Konkretionen erinnernde Knollen (Lithophysen auf (Abb. 13), welche eine Größe von 1-25 cm erreichen (das größte Stück liegt in der Sammlung BEISLER, Glattbach). Sie sind länglich-oval bis kugelrund mit "blumenkohl-ähnlichen" Ausbuchtungen. Die Hälfte von ihnen enthält eine Quarz- oder Chalcedonfüllung.

Die Füllung ist bei Knollen von der gleichen Fundstelle (Bereich von etwa 1 m) ähnlich; d. h. es konnten Bereiche beobachtet werden, die sehr viele, gut ausgebildete Knollen führten, die aber alle keinen Chalcedon enthielten! Andere Bereiche führten Knollen mit Hämatit, Limonit und Ton. Nur wenige Stellen - meist ein grauer, zäher und "fetter" Ton führte die Chalcedon-haltigen Knollen. Die Bereiche lagen recht nahe an der Grenze zu den Zechsteinsedimenten.

Weniger als 10 % der Chalcedon führenden Knollen enthalten Risse und verbliebene Hohlräume (Abb. 53). Der Chalcedon ist meist mehr oder weniger deutlich gebändert (Achat, Abb. 14 bis 16) und zeigt als Besonderheit waagrechte Schichtung ("Uruguay-Achat", Abb. 15). Die Farbe wechselt von farblos, weiß, grau, braun bis zu

einem intensiven Rot. An Stücken mit weißen Lagen ist beim Bewegen ein wogender Schimmer festzustellen. Er beruht auf dem gerichteten, faserigen Aufbau des Chalcedons, ähnlich dem des sogenannten "Tigerauges". In wenigen Fällen können ganz mit grobkristallinem Quarz gefüllte Hohlräume beobachtet werden. Auch die umgekehrte oder wiederholte Abfolge (Chalcedon-Quarz-Chalcedon-Quarz) kommt vor. Selten sind die Stücke, in denen mit Quarzen ausgekleidete Drusen vorhanden sind. Die einzelnen Kristalle sind farblos bis braun, es wurden auch schöne Rauchquarze (bis 5 mm, Sammlung VORBECK, Goldbach) und selten schwach violett gefärbter Amethyst in den Chalcedongeoden gefunden (Sammlung STOLZENBERGER, Alzenau-Hörstein). Die Kristalle können hochglänzend sein, sind jedoch oft angeätzt oder von einem sehr dünnen Rasen einer 2. Generation kleinster Quarze überkrustet. Bedeutende Belegstücke befinden sich auch in den Sammlungen BEISLER, GRÄSSEL, STOLZENBERGER, VORBECK und WEIS.

Rechteckig-prismatische Hohlräume innerhalb des Chalcedons oder an dessen Rand zum Rhyolith deuten auf weggelöste Baryte hin.

Erstaunlicherweise verändern sich die Farben der Achate trotz dunkler Lagerung im Keller. Die beim Aufschneiden kräftigen Farben verblassen zu grauen und braunen Tönungen. Nur die kräftigsten Rottöne bleiben gut erhalten. Bekannt ist dieses Phänomen auch von sächsischen Achaten.

Selten konnte in den verbreiteten Hohlräumen des derben Braunit spröder, brauner, Chalcedon beobachtet werden. Die bis zu 3 cm großen, blumenkohlartigen Aggregate sind von einer weißen Verwitterungsrinde überzogen. Bei der Bestrahlung mit kurzwelligem UV-Licht tritt eine dunkelgrüne Fluoreszenz auf. Die Bestimmung wurde durch eine röntgendiffraktometrische Untersuchung bestätigt.

## Opal $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

In dünnen, jüngeren Klüften der Mn-Erzgänge treten in Braunit-armen Partien mm-dicke Beläge aus farblosem bis gelblich-braunem, wachsglänzendem Opal auf. Die im Bruch bis cm großen Flächen unterscheiden sich vom Chalcedon durch den charakteristischen Glanz. Begleitminerale sind Calcit, Kutnahorit und sehr untergeordnet Braunit. Wie beim Chalcedon aus den hydrothermalen Mn-Vererzungen läßt sich bei der Beleuchtung mit kurzwelligem UV-Licht (254 nm) eine grüne Fluoreszenz beobachten.

## Pyrolusit $\beta\text{-MnO}_2$

An einem, ca. 10 cm langen, brekziösem Erzstück mit eingeschlossenem Rhyolith - erworben auf einer Mineralienbörse - konnte von R. SCHMITT eindeutig Pyrolusit nachgewiesen werden.

Der Pyrolusit besteht aus bis zu 8 mm langen und längsgerieften, ca. 1 mm dicken, wirrstrahlig angeordneten Stengeln von stahlgrauer Farbe und lebhaftem Glanz. Aufgrund der Form ist es wahrscheinlich, daß es sich um eine Pseudomorphose nach Manganit handelt. Begleitminerale sind Braunit, Kryptomelan und Todorokit. Auffällig ist das völlige Fehlen Calcit. Das Stück stammt wahrscheinlich aus der auffälligen, manganreichen Störung an der Grenze zw. 2. und 3. Sohle.

Die zweifelsfreie Bestimmung erfolgte mittels Röntgendiffraktometrie.

## Manganomelane

Nicht näher bestimmbare Fe-Mn-Minerale, bilden auf Klüften häufig und sehr weit verbreitet, hübsch mit dem hellen Rhyolith kontrastierend, sehr schöne Dendriten (Abb. 18).

**K r y p t o m e l a n**  $K_{<2}(Mn^{4+}, Mn^{2+})_8 O_{16}$

In bis zu cm-großen Hohlräumen des derben Braunit finden sich braune bis tiefschwarze, samtige Überzüge (Abb. 19). Es handelt sich um ca. 1 mm starke Krusten aus strahligem Kryptomelan. Einzelne Nadelchen zeigen unter dem Mikroskop lebhaften metallischen Glanz. Sie werden bei einem Durchmesser von 0,005 mm max. 0,2 mm lang (Abb. 20). Die Kristalle besitzen quadratischen Querschnitt. Die Kristallform und die Paragenese schließt eine Verwechslung mit Todorokit aus. Eine Unterscheidung vom Manganit ist schwierig. Er wurde wohl aus Braunit gebildet und geht in Kluftnähe seinerseits in Todorokit über. In einem Fall konnte auch derber Kryptomelan nachgewiesen werden.

Die Bestimmung erfolgte mehrfach röntgendiffraktometrisch. Eine Untersuchung mit der Mikrosonde erbrachte den Nachweis der Elemente Mn und K.

**T o d o r o k i t**  $(Mn^{2+}, Ca, Mg)Mn^{4+}_3 O_7 \cdot H_2O$

Er findet sich in der Form strahliger und blättriger Aggregate als jüngste Neubildung in den Erzgängen in Form samtiger und strahlig-knolliger Überzüge von silbergrauer bis schwarzbrauner Farbe (Abb. 21). Sie erreichen in nieren- oder traubiger Form Größen bis 2 cm, ausnahmsweise auch 5 cm. Die strahligen Massen sind von winzigen Braunitkristallen durchsetzt.

Einzelne Schüppchen glänzen so, daß sie an Hämatit erinnern; diese und zu Rosetten aggregierte Blättchen finden sich besonders in den Calcitdrusen (Abb. 22). Verbreitet sind Überzüge auf anderen Mn-Mineralien.

Die Unterscheidung von Arseniosiderit ist manchmal schwer, da beide Minerale nebeneinander vorkommen können und ähnliche, undeutlich ausgebildete Kristalle bilden. Ein gutes Unterscheidungsmerkmal ist die Farbe, Todorokitaggregate sind meist silbrig-grau bis samtbraun im Gegensatz zu Arseniosiderit, der in gelben bis

goldenen Tönen vorkommt.

Bei der Untersuchung des Todorokits mit der Mikrosonde wurde noch etwas Ca und K gefunden. Das gleiche Material wurde röntgendiffraktometrisch untersucht und eindeutig als Todorokit bestimmt.

**R o m a n e c h i t**  $(\text{Ba}, \text{Mn}^{2+} \dots)_3 (\text{O}, \text{OH})_6 \text{Mn}_8 \text{O}_{16}$

Bis zu kopfgroße Anreicherungen von Psilomelan werden von BÜLTEMANN erwähnt. Sie fanden sich in brecciosen Partien der 1. Sohle und wurden von BÜLTEMANN als "offensichtlich sekundär-deszendet verkittete Partien" gedeutet.

Nach der Beschreibung handelte es sich dabei um die inzwischen abgebauten, obersten Zonen der Mn-Erzgänge. Eigene Nachweise stehen aus.

Der Name Psilomelan wurde 1982 aus Prioritätsgründen von der IMA verworfen.

### **a m o r p h e s M n - M i n e r a l**

Der größte Teil der Fe-Mn-Konkretionen aus den Zechstein-Sedimenten besteht aus einem leichten, zellig-porösen, sehr weichen bis mittelharten, fast erdigen bis glaskopffartigen Mn-Mineral (Abb. 23). Bei der Untersuchung mittels Röntgendiffraktometrie stellte es sich als röntgenamorph heraus. Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung konnten nicht durchgeführt werden.

Ein weiteres, hartes, stark glänzendes, röntgenamorphes Mn-Mineral wurde gemeinsam mit dem Rhodochrosit gefunden.

**B r o o k i t**  $\text{TiO}_2$

Im stark zerklüfteten, mit Baryt durchsetzten und

von kleinen Quarz- und Hämatitkriställchen ausgekleideten Klüften des an den Rhyolith grenzenden Muskovit-Biotit-Gneises sind kleine, flaschen- bis lauchgrüne, durchsichtige, stark blaugrün glänzende, tafelige Brookitkriställchen zu beobachten. Die bis 0,5 mm großen Kriställchen sind im Baryt eingewachsen oder sitzen auf den Klüften. Sie werden von Quarz begleitet (Abb. 24) und lassen sich leicht mit dem ebenfalls hier häufig vorkommenden Hämatit verwechseln.

Die Bestimmung erfolgte aufgrund visueller Merkmale, die durch eine Untersuchung mit der Mikrosonde, bei der Ti nachgewiesen wurde, abgesichert werden konnte.

### U r a n i n i t $UO_2$

Uraninit in Form von Pechblende wurde bei BÜLTEMANN als Uranpecherz erzmikroskopisch nachgewiesen. Begleitminerale waren Cu- und Fe-Sulfide.

Sie wurden auf der 1. Sohle gefunden (GUDDEN & SCHMID 1974).

### L i m o n i t

Limonit als erdiges Gemenge verschiedener Fe-Hydroxide, ist weit verbreitet als Überzug auf Hämatit und in dendritischer Form. Seltener sind Pseudomorphosen nach Hämatit oder Siderit.

### G o e t h i t $\alpha$ -FeO(OH)

Brauner, massiver und glaskopffartiger Goethit bildet bis zu 10 cm dicke Lagen innerhalb der Fe-Mn-Vererzungen (Abb. 23), die die Zechsteinsedimente lagenartig durchziehen. Den größten Anteil hat dabei ein röntgenamorphes Mn-Mineral von erdiger bis glaskopffartiger Ausbildung. In kleinen Hohlräumen ist er als

dunkelbraune, im Querbruch als faserig-seidenglänzende, glaskopffartige Masse ausgebildet. Eingeschlossen finden sich weiße, kantige Rhyolithstückchen.

In den hydrothermalen Gängen tritt Goethit in Form von strahligen, bis ca. 5 mm großen, unregelmäßigen Butzen auf. Er ist in Calcit gemeinsam mit etwas feinem Hämatit und Kutnahorit eingewachsen. Die Farbe ist metallisch grau, wobei einzelne Schüppchen bräunlich-gelb durchscheinend sind.

In Calcitdrusen der 3. Sohle, aus dem Bereich der Hämatiterzzone bildet glaskopffartiger Goethit braune, teilweise lackartige oder bunt schillernde Überzüge auf dem Calcit. Teilweise ist er pseudomorph nach Calcit und Siderit und geht in erdigen Limonit über (Abb 25).

In Hohlräumen und auf Klüften des derben Braunits von der 3. Sohle fanden sich hellgelbe Krusten und gelbe, erdige Füllungen. Teilweise lassen sich auch Pseudomorphosen von max. 1 mm großen, ehemaligen Braunitkristallen beobachten. Eine röntgendiffraktometrische Untersuchung erbrachte, daß es sich dabei um Goethit handelt.

In den Quarzdrusen der Lithophysen ist als Seltenheit Goethit in Form dünner Nadeln oder als glaskopffartiger Überzug aufgewachsen.

### **M a n g a n i t** $\gamma$ -MnO(OH)

Stahlgraue bis braune, seidenmatt glänzende, strahlignadelige Überzüge und Füllungen der Erzbrekzie konnten als Manganit bestimmt werden. Er bildet eine bis 10 mm dicke, alles überwachsene Schicht und wird oft von grobspießigem, stark glänzendem Manganit oder von Calcit überwachsen (Abb. 26). Manchmal sind durch den klaren Calcit die einzelnen, nadeligen Kristalle deutlich zu beobachten. Häufig sind im Calcit, Baryt und Mangano-Calcit eingestreut, größere, max. 5 mm lange und 1 mm dicke, längsgestreifte Manganitkristalle eingewachsen. In hohlen Calcitkristallen können hoch-

glänzende, bis 2 mm lange, längsgestreifte Manganitkristalle beobachtet werden. Sie treten am Salband gehäuft auf. Pseudomorphosen von Braunit nach Manganit sind weit verbreitet (Abb. 2); es konnten auch röhrenförmige, langprismatische Kristalle, mit innen aufgewachsenen Braunitkristallen gefunden werden.

Innerhalb der calcitreichen Braunitgänge finden sich als Nebengemengeteile kleine, einzelne Manganitkristalle. In einem, mit Kristallflächen ausgekleideten, kleinen Hohlraum innerhalb von grobspätigem Calcit konnten lebhaft metallisch glänzende, dünne Nadeln mit weißelförmigen Enden beobachtet werden. Im Hohlraum sitzen kleine, spaltrhomboiderförmige Calcitkristalle. Durch eine Untersuchung mit der Mikrosonde konnte in den Nadeln nur Mn aufgefunden werden; somit handelt es sich sehr wahrscheinlich um Manganit.

In klaren Calcitspaltstücken sind ab und zu orientiert eingewachsene Manganitnadelchen zu beobachten. Die kreuzförmig verwachsenen Nadeln laufen scheinbar V-förmig auseinander. Dies ist eine Auswirkung der Doppelbrechung, die sich dabei schön beobachten läßt.

Dunkelbrauner Calcit erweist sich beim Blick durchs Mikroskop an Spaltstücken oder im Anschliff als von feinfaserigen, goldbraunen, seidigen Manganit durchwachsen. Die spärolithisch aggregierten Nadeln sind nur wenige  $\mu\text{m}$  dick und bis zu 3 mm lang.

Der Nachweis des Manganits erfolgte mehrfach mittels Röntgendiffraktometrie.

## 2.4 Carbonate

### Calcit $\text{CaCO}_3$

Abb. 58 gibt einen Überblick über den Formenreichtum des hier vorkommenden Calcits. Zwillingsformen wurden bislang noch nicht beobachtet.

Er ist das häufigste, spaltenfüllende Mineral. Die Gänge erreichen bis zu 20 cm Mächtigkeit (Abb. 27). Er

variiert in der Farbe von farblos bis weiß, grün, gelb (u. a. durch Arseniosiderit), braun (u. a. durch Manganit und Todorokit) bis fast schwarz. Calcit kann von Illit und Seladonit durchsetzt sein. Die Kristalle erreichen bis zu 5 cm Länge und vorwiegend skalenoedrische Formen. Kleine Kristalle haben oft stark glänzende Flächen, so daß sie bei flüchtigem Hinsehen mit Quarz verwechselt werden können. Größere sind meist verzerrt und zeigen Korrosionserscheinungen. Auch zerbrochene und erneut zusammengewachsene Kristalle wurden gefunden. Auf vielen Kristallen lassen sich bis zu 3 Generationen (z. T. als Phantome) nachweisen (Abb. 28 und 29).

An wenigen Stücken von der Grenze 2. zur 3. Sohle konnten winzige Kristallaggregate (Abb. 30) mit scheibchenartigem Aufbau (geldstapelähnlich) geborgen werden. Jedes runde Scheibchen besteht aus einer vielzahl, parallel gewachsener, gleichlanger Kristalle; nur an den Enden sind einzelne länger und stehen über. Viele solcher Scheibchen sind mehr oder weniger orientiert übereinandergestapelt.

Der grobspätige, weiße Calcit zeigt bei der Bestrahlung mit langwelligem UV-Licht (366 nm) eine starke rote Fluoreszenz (es erinnert an "glühende Kohlen", Abb. 36). Dieses Phänomen ist wohl auf einen geringen Mn-Gehalt zurückzuführen (LIEBER, ohne Jahreszahl). Die 2. Generation aus vorwiegend farblosen bis leicht grünlichen Calcitkristallen leuchtet bei der Bestrahlung mit kurzwelligem UV-Licht (254 nm) lebhaft moosgrün auf.

Selten bildet brauner Calcit konzentrisch-schalige, achatähnliche Füllungen in Hohlräumen des Calcits. Sie erreichen bis 2 cm Größe und deren Inneres kann mit kleinen Calcitkristallen besetzt sein. Begleitminerale sind Fluorit und Hämatit.

In klaren Spaltstücken des Calcits fallen parallel verlaufende Linien auf. Sie sind sowohl auf der Spaltfläche als feine Linie als auch quer dazu zu sehen. Es handelt sich um nur wenige  $\mu\text{m}$  dünne Hohlkanälchen, die

den Calcit orientiert durchziehen.

Als Neubildung finden sich in Calcitdrusen manchmal bis max. 1 mm große, farblose Excetriques (Abb. 31).

### M a n g a n o - C a l c i t $(Ca,Mn)CO_3$

Mn-Calcit kommt in zwei genetisch unterscheidbaren Formen vor:

Mangan-haltiger, hell- bis dunkelbrauner Calcit bildet verbreitete Gemenge mit Calcit und Dolomit in Hohlräumen der Mn-Erzgänge. Er entstand, zumindest teilweise, bei der Verwitterung des Manganits. Dies läßt sich oft an Pseudomorphosen von Mn-Calcit nach Manganit (Abb. 32), teils noch im Calcit eingewachsen, beobachten. An einigen Stücken ist der Manganit nur partiell in feinkörnigen, fast erdigen Mn-Calcit umgewandelt.

Offensichtlich nicht aus dem Manganit hervorgegangene Mn-Calcitkörnchen, zwischen den Braunitkristallen sind dunkelbraun und ohne ausgeprägte Spaltbarkeit. Sie sind wohl primär aus der Lösung abgeschieden worden. Der Mn-Calcit zeigt bei Bestrahlung mit langwelligem UV-Licht keine Fluoreszenz. Nach RAMDOHR & STRUNZ (1978) sind MnO-Gehalte bis zu 17 % möglich. Der Mn-Calcit ist in 10%<sup>iger</sup> HCl unter Aufbrausen der Säure löslich.

Das Mineral wurde mehrfach röntgendiffraktometrisch nachgewiesen.

### S i d e r i t $FeCO_3$

Kleine, spaltrhomboiderförmige, metallisch glänzende Kristalle konnten als Siderit identifiziert werden. Er kommt gewöhnlich in Hohlräumen des Calcits vor. Größere Kristalle sind teilweise bis ganz in Limonit, mit einer glaskopfartigen Schicht aus Goethit, umgewandelt (Abb. 25) worden. Selten wurden limonitisierte Kristalle in den Hohlräumen der Lithophysen gefunden.

### R h o d o c h r o s i t $MnCO_3$

Bräunlichweiße, feinkörnige und spätige, rosa bis braune Aggregate in Gangfüllungen bis zu 2 cm Größe konnten als Rhodochrosit bestimmt werden. Sie finden sich mit Mn-Calcit, Calcit, Kutnahorit und Hausmannit in der Braunit-armen Gangzone. Er zeigt keine Fluoreszenz. Die Bruchflächen bestehen aus gekrümmten, seidig glänzenden Flächen. Er ist erkennbar an der Farbe und der relativ hohen Dichte von ca.  $3,5 \text{ g/cm}^3$ .

Der Nachweis wurde röntgendiffraktometrisch an einem Stück mit einem röntgenamorphen, schwarzen, stark glänzenden Mn-Mineral erbracht.

### D o l o m i t $CaMg[CO_3]_2$

Weißer bis gelblichbrauner Dolomit kommt gemeinsam mit Calcit in den Mn-Erz-Gängen vor. Kleine (bis 1 mm), farblos bis weiße, undeutlich spaltrhomboederförmige Kristalle bilden Auskleidungen in Drusenräumen des Braunit. Innerhalb von selbständigen Gängen wird er von Kutnahorit begleitet, mit dem er innig verwachsen ist (Abb. 33). Der Dolomit unterscheidet sich vom Calcit durch einen seidigeren Glanz, die gelblichbraune Farbe und leicht gekrümmte Spaltflächen.

In den darüberliegenden Sedimenten des Zechsteins können bis zu einige cm große Hohlräume gefunden werden, deren Wände mit farblosen bis weißen Dolomitkristallen besetzt sind. Sie haben eine matte Oberfläche, die Kristalle sind typisch sattelförmig gekrümmt.

Die Bestimmung wurde durch eine röntgendiffraktometrische Untersuchung gesichert.

### K u t n a h o r i t $CaMn[CO_3]_2$

Zartrosa bis rosagraue Einschlüsse in den Erzgängen und bis 2 cm breite, selbständige Gänge im Rhyolith

werden vollkommen von Kutnahorit und Dolomit ausgefüllt (Abb. 33). Er ist erkennbar an der Farbe, dem weißen Strich, dem zuckerkörnigen Gefüge (hervorgerufen durch die gute Spaltbarkeit), dem leicht seidigen Glanz und der relativ großen Härte. Eine Unterscheidung von Dolomit, mit dem er verwachsen vorkommt, ist im Handstück nicht immer eindeutig möglich. Idiomorphe Kristalle konnten bis heute nicht nachgewiesen werden. Hohlräume sind meist von Calcitkristallen ausgekleidet.

Die eindeutige Bestimmung dieses seltenen Minerals erfolgte durch eine Pulveraufnahme. Kutnahorit wurde zuerst in Kutná Hora, CSFR gefunden, später auch in Franklin und Sterling Hill, New Jersey, USA (FRONDEL & BAUER 1955), in Rosidencia, Mexico, Chavaletice, CSFR und von der Ryujima Mine, bei der Stadt Matsumoto, Nagano Präfektur, Japan. Im letzteren Vorkommen geht die Entstehung auf das Eindringen von rhyolithischer Schmelze in Sedimente zurück. Die Bildungstemperatur wird auf ca. 200°C geschätzt (TSUSUE 1967).

### A r a g o n i t $\text{CaCO}_3$

Aragonit bildet bis max. 4 mm lange und 1 mm dicke, farblose, hochglänzende, spitznadelige Kristalle oder Nadelfilze. Er sitzt in Hohlräumen im teilweise zersetzten Rhyolith der Braunit-armen Gangteile auf Braunit, Kutnahorit und Calcit gemeinsam mit Brandtit (Abb. 34). Vom Calcit läßt sich der Aragonit durch die fehlende, gute Spaltbarkeit leicht unterscheiden.

Eine Röntgen-Pulveraufnahme hat die makroskopische Bestimmung eindeutig bestätigt.

### A z u r i t $\text{Cu}_3[\text{OH}/\text{CO}_3]_2$

Azurit wird bei OKRUSCH & WEINELT (1965) angeführt und als aus dem den Rhyolith ehemals überlagernden Kupferletten des Zechsteins hervorgegangen, gedeutet. Erdige

Anflüge konnten gemeinsam mit Malachit gefunden werden (WEINELT, mündl. Mitteilung). Eigene Nachweise konnten nicht erbracht werden.

### Malachit $\text{Cu}_2[(\text{OH})_2/\text{CO}_3]$

Malachit wurde, wie Azurit, zuerst von OKRUSCH & WEINELT (1965) erwähnt. Er kam ebenfalls in erdigen Anflügen vor (WEINELT, mündl. Mitteilung).

Das Mineral wurde auch von HOCK & VÖLKER (1987) aufgeführt. Auf dem der Beschreibung zugrunde liegenden Stück bildet der Malachit bis 4 mm große, nadelige und zu Kugeln aggregierte, grüne Kristalle auf derbem, grauem Quarz. Begleitet wird er von sehr wenig Calcit und von dem noch in Relikten vorhandenen Chalkopyrit, aus dem der Malachit entstanden ist. Das Stück soll von der 2. Sohle stammen. Leider konnte nicht zweifelsfrei nachgewiesen werden, ob das einmalige Stück, an dem kein Rhyolith zu beobachten ist, tatsächlich aus dem Rhyolithbruch stammt.

## 2.5 Sulfate

### Baryt $\text{BaSO}_4$

Selbständige Gängchen bis zu einer Mächtigkeit von 15 cm (in der 1. Sohle) können ganz mit weißem, grob-spätigen Baryt gefüllt sein. Zerbrechliche Kristalle erreichen bis zu 3 cm Größe. Dieser führt nur etwas feinschuppigen Hämatit. Das unmittelbare Nebengestein ist auffällig gebleicht. Der Baryt durchbricht sowohl den Rhyolith als auch den Muskovit-Biotit-Schiefer.

1989 wurden sehr schöne und formenreiche, farblose, tafelige und stengelige Barytkristalle mit Hämatit und in Quarzgängen im Kontakt mit dem Muskovit-Biotit-Gneis gefunden. Bei den tafeligen Kristallen kann das Pina-koid (001) so zurücktreten, daß "oktaederähnliche" Kri-

stalle, max. 1 mm groß, entstehen konnten. Auch lang-säulige, wasserklare, an Quarz erinnernde Kristalle konnten beobachtet werden. Sie sind als 2. Generation über dem meist grobspätigen Baryt, der an vielen Stellen angelöst wurde, oder auf Fluorit von der 3. Sohle, aufgewachsen.

Als Letztausscheidung füllt spätiger, weißer bis brauner Baryt auch Hohlräume in den an Braunit reichen Teilen der Erzgänge. Hier ist er manchmal angelöst und mit einer 2. Generation, farbloser, stark glänzender Kristalle überwachsen.

Ebenso findet sich der Baryt als Füllung in Hohlräumen der Lithophysen (Abb. 57). Weiße, idiomorphe, blättrige Kristalle sind in den Hohlräumen selten beobachtet worden (Abb. 35).

### G i p s $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

In kleinen, mit Hämatit und Calcit ausgekleideten Hohlräumen in dem von Braunit und Mn-Calcit durchsetzten Calcit von der 3. Sohle lassen sich bis 0,5 mm große, vollkommen farblose, teilweise längsgestreifte (angelöste) Kriställchen beobachten. Sie sind meist plattig, aber auch säulig ausgebildet und lebhaft glänzend.

Bei der Untersuchung mit der Mikrosonde konnte nur Ca und S in dem für Gips typischen Mengenverhältnis aufgefunden werden. Aufgrund der geringen Härte liegt somit Gips vor.

### P o w e l l i t $\text{Ca}[\text{MoO}_4]$

Bei der Bestrahlung von Erzproben, bestehend aus Braunit, Calcit und etwas Manganit, besonders mit kurzwelligem UV-Licht (254 nm) fallen kleine, chreme- bis

goldgelb fluoreszierenden Pünktchen oder dünne Kluftbe-  
läge auf. Bei Tageslicht betrachtet erkennt man gelb-  
liche, braune oder graue Krusten und glasige Körner,  
die eine maximale Größe von 3 mm erreichen. Kleine  
Körnchen sind in geringen Mengen in den Erzgängen weit  
verbreitet. Idiomorphe Kristalle wurden bis heute nicht  
beobachtet.

In lagigen Erzstücken, aus Braunit, Seladonit, Cal-  
cit und Kutnahorit können im Anschliff zehntel mm dünne  
Lagen aus Powellit beobachtet werden (Abb. 36 und 52).  
Da mehrere Lagen nebeneinander zu finden sind, muß es  
mehrmals nacheinander abgeschieden worden sein.

Die Bestimmung des in Mo-Lagerstätten weit verbreit-  
eten Minerals (PALACHE et al. 1951) erfolgte röntgen-  
diffraktometrisch (Tab. 2). Zur Abgrenzung gegenüber

Tab. 2: Vergleich der d-Werte und der relativen Inten-  
sitäten (Auswahl) im Röntgenpulverdiagramm von  
Powellit:

Probe nach JCPDS 29-351		Probe: Hartkoppe bei Sailauf (Proben-Nr. 5660)	
d (Å)	Int.	d (Å)	Int.
4,76	25	4,77	53
3,10	100	3,10	100
-	-	3,04	49
2,86	14	2,86	43
2,61	16	2,61	41
2,29	10	2,29	31
1,929	30	1,929	73
1,845	14	1,845	29
1,692	14	1,692	45
1,587	20	1,587	43

Diffraktometer:  
RIGAKU MINIFLEX,  
Strahlung CuK $\alpha$ )

dem Scheelit wurde eine Untersuchung mit der Mikrosonde durchgeführt, bei der eindeutig Ca, Mo, W und Y gefunden wurde. Das Verhältnis von  $\text{MoO}_3$  und  $\text{WO}_3$  verhält sich etwa wie 4 : 1. Mn und As wurden<sup>3</sup> als Bestandteile des Braunitz gedeutet, mit dem der Powellit verunreinigt ist.

Die nächstgelegenen Powellitvorkommen befinden sich in der Marmorlagerstätte von Hochstätten im Odenwald (FETTEL 1980) und im Schwarzwald (SCHATZ 1990).

Gewöhnlich entsteht Powellit durch Zersetzung aus Molybdänit. Dies ist aufgrund blättriger Strukturen in Powelliten auch für Sailauf anzunehmen, weshalb mit dem Vorkommen von Molybdänit in der Teufe zu rechnen ist.

## 2.6 Phosphate, Arsenate

### X e n o t i m $\text{Y}[\text{PO}_4]$

Kleine, glasglänzende, gelblich-braune, prismatische Kriställchen in einer mit Chalcedon ausgekleideten Druse, die auf einem weißen Quarzrasen sitzen, wurden nach visueller Ansprache als Natrolith bestimmt (LORENZ 1987). Nachdem eine weitere Geode mit dem gleichen Mineral gefunden wurde, erfolgte die Bestimmung durch eine qualitative Mikrosondenanalyse. Dabei konnten hauptsächlich Phosphor und Yttrium neben etwas Fe und Ce nachgewiesen werden. Unter Berücksichtigung der Kristallform handelt es sich um Xenotim (Abb. 37). Er wird von Quarz, Hämatit und Illit begleitet.

### A p a t i t $\text{Ca}_5[\text{F}/(\text{PO}_4)_3]$

In den Quarzdrusen der Lithophysen und in Klüften des verkieselten Rhyoliths der 1. Sohle können bisweilen  $\text{cm}^2$  große Rasen weißer bis rosafarbener, sechseckiger, tafelig-gedrungener Apatitkristalle (Abb. 57) gefunden werden. Die undurchsichtigen Täfelchen sind

bis 0,15 mm dick und messen bis zu 0,5 mm im Durchmesser. Sie zeigen keine zusätzlichen Flächen an den sechseckigen Prismen (Abb. 38). Der Apatit wird meist von Hämatit, Quarz und Illit begleitet. Die Bestimmung wurde durch eine röntgendiffraktometrische Untersuchung bestätigt.

0,5 mm lange und 0,1 mm weiße, sechskantige Apatitleistchen auf Illit wurden in der Erzzone der 3. Sohle gefunden. Die Kristalle sitzen meist nur sehr lose auf und können schon bei der Reinigung der Stücke abgewaschen werden. Mit der Mikrosonde konnte Ca und P gefunden werden.

Das Vorkommen von Apatit ist erstaunlich, da sonst in diesem Bereich Arsenate vorkommen.

### **B r a n d t i t** $\text{Ca}_2\text{Mn}[\text{AsO}_4]_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

*Der monoklin kristallisierende Brandtit wurde 1888 von A. E. NORDENSKJÖLD als neues Arsenat von der Hartigen-Grube bei Persberg, NE Karlstadt in Schweden beschrieben (NYSTEN 1984). Es ist isotyp mit Roselit und Wendwilsonit. Das Mineral wurde zu Ehren des schwedischen Chemikers Georg BRANDT (1694-1768), der 1735 das Element Kobalt entdeckte, benannt (PALACHE 1951).*

*Eigenschaften (nach ROBERTS et al. 1989):*

*Härte: 3,5*

*Dichte: 3,67*

*Spaltbarkeit: {010} sehr gut, {001} gut*

*Farbe: farblos bis weiß, durchsichtig bis durchscheinend*

*Glanz: Glasglanz*

*Ausbildung: Kristalle schlank prismatisch, bis zu 8 mm lang,*

*1 mm breit und 0,2 mm dick. Auch dick prismatisch [001] oder als runde, strahlige Aggregate, nach {100} gerieft [001]. Zwillinge gewöhnlich nach {100}.*

*Chemische Eigenschaften (nach HINTZE 1933):*

leicht löslich in Salz- und Salpetersäure, beim Erhitzen schmilzt der Kristall zu einer braunen Kugel. Im geschlossenen Röhrchen gibt er Wasser unter Dekrepitieren ab.

*bisherige Fundorte:*

*Harstigen Grube bei Persberg, NE Karlstadt, Schweden:*

Nach NYSTEM (1984), kommt Brandtit hier gemeinsam mit Baryt, Karyopilit, Sarkinit und kristallisiertem ged. Blei auf Klüften des Erzlagers in Form von radialstrahligen, nieren- bis keulenförmigen Bündeln in offenen Spalten und Klüften eines dichten Kalksteins vor.

*Långban, NNE Filipstad, Wermland in Schweden:*

Nach WILKE (1976) wurde Brandtit auch von einem der mineralreichsten Fundorte beschrieben: Brandtit findet sich hier gemeinsam mit Sarkinit als weiße Kristallbüschel.

*Sterling Hill Mine, bei Ogdensburg, Sussex Co., New Jersey, USA:*

Nach GAINES (1959) wurde der Brandtit in einem Willemiterzkörper gefunden. Die Kristalle waren farblos und bis 8 mm lang, 1 mm breit und 0,2 mm dick. Begleitminerale sind Rhodochrosit, Chalkopyrit, zwei nicht bestimmbare Minerale auf einer Grundmasse aus Calcit, Franklinit, brauner Willemit und Sphalerit.

*Falotta am Piz d'Err bei Savognin südl. Chur, Schweiz:*

Nach PARKER (1973) und GRAMACCIOLLI (1978) wurde der Brandtit dort gemeinsam mit Tilasit, Quarz, Braunit, Mn-Axinit, Rhodonit, Mn-Calcit und Calcit gefunden.

Im Rhyolith von Sailauf findet sich Brandtit in Hohlräumen der Manganerzgänge, besonders der nordwestlichen Teile. Hier ist der Anteil der Erzminerale in der Brekzie geringer als in den südwestlichen Teilen. Er wird von Calcit, Braunit, Kutnahorit, Dolomit, Aragonit und Illit begleitet (Abb. 39). Der ehemals in den Hohlräumen vorhandene Baryt wurde vor der Ausscheidung

Tab. 3: Vergleich der d-Werte und der relativen Intensitäten im Röntgenpulverdiagramm von Brandtit:

Probe: Harstigen, Schweden (Pulverdiagr. nach JCPDS 29-348)		Probe: Hartkoppe bei Sailauf (Proben-Nr. 4710)	
d (Å)	Int.	d (Å)	Int.
6,482	25	6,48	20
5,151	20	5,12	100
4,993	10		
4,403	10	4,39	10
4,237	10	4,23	20
3,790	20	3,78	15
3,424	30	3,42	50
3,373	55	3,37	30
3,294	5	3,29	20
3,241	70	3,24	40
3,178	5	3,17	20
3,010	100	3,01	65
2,799	5	2,90 (?)	20
2,736	5	2,795	80
2,700	5	2,706	15
2,642	5	2,689	25
		2,570	10
2,345	5	2,350	15
2,271	15	2,270	15
2,192	5	2,188	10
2,154	5		
2,118	5	2,120	30
		2,099	10
2,072	5	2,067	5
1,949	5		
1,926	5		
1,899	10	1,873	10
		1,844	45
		1,821	15
		1,790	10
		1,733	10
		1,713	35

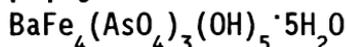
Diffraktometer:  
RIGAKU MINIFLEX,  
Strahlung CuK $\alpha$ )

des Brandtits weggelöst. Einzelne, meist tafelige, bis max. 2 mm große Kristalle, sind farblos bis weiß, durchsichtig bis durchscheinend und oft zu rosettenartigen Aggregaten verwachsen (Abb. 40). Selten werden flachnadelige, zu Aggregaten gruppierte, weiße Kristalle beobachtet, die im Bruch dann ein strahliges Aussehen aufweisen. In Hohlräumen finden sich dann ganze Rasen von kleinsten Kristallen. Sie können mit dem gleichfalls vorkommenden Illit verwechselt werden.

Weiß, kugelige Aggregate werden bis 5 mm groß und wurden auch mit bräunlich-gelber Farbe gefunden. Die Spaltstücke sind dann nur durchscheinend. Partien mit drusiger Erzbrekzie können ganz mit Brandtit durchwachsen sein und 4 cm Durchmesser erreichen. Im Handstück erinnert das Aussehen an Stilbit!

Der röntgendiffraktometrische Befund (Tab. 3) wurde durch eine Mikrosondenanalyse untermauert. Dabei konnten Calcium, Arsen, Mangan und etwas Mg nachgewiesen werden. Die Magnesiumkonzentration wurde mittels Atomabsorptions-Spektroskopie in einer Konzentration von 0,53 % MgO vorgefunden.

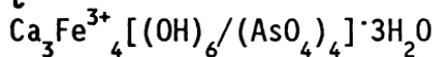
### B a - P h a r m a k o s i d e r i t



Auf den Quarzrasen in Hohlräumen des bräunlichen Baryts der 1. Sohle oder innerhalb von Chalcedon-Knollen fallen selten bräunliche bis gelbe, mm große Pusteln auf. Bei näherer Betrachtung bestehen sie aus bis max. 0,05 mm großen, schmutzig- bis schwefelgelben, oft durchsichtigen, würfelähnlichen Kristallen. Es kommen auch Pseudotetraeder und Kombinationen zwischen "würfel"- und pseudotetraederähnlichen Kristallen vor (Abb. 41). Es handelt sich hierbei um den zuerst von der Grube Clara bei Oberwolfach im Schwarzwald beschriebenen, tetragonalen Ba-Pharmakosiderit. In Sailauf wurde er als letztes Mineral ausgeschieden, ist meist auf Quarz und seltener auch teilweise auf Hämatit aufgewachsen.

Das Mineral könnte als deszendente Bildung aus dem darüberliegenden Zechstein angesehen werden, da es nur in den oberflächennahen Partien aufzufinden war. Die Bestimmung erfolgte aufgrund visueller Merkmale und wurde durch eine Mikrosondenanalyse abgesichert, bei der neben Arsen nur Eisen und Barium nachgewiesen werden konnte.

### A r s e n i o s i d e r i t



Schuppige, goldbraune bis braune, gitterartig verwachsene Blättchen mit seidigem Glanz, die auf Calcit aufgewachsen sind (Abb. 42) konnten als Arseniosiderit bestimmt werden. Er findet sich auch in Form kleiner rosettenartiger Aggregate und Krusten, die meist auf Calcit sitzen und füllt bis cm große Hohlräume und Spalten hauptsächlich in den Braunit-armen, Mn-Calcit und Hausmannit führenden Partien der 3. Sohle. Selten tritt er in Kavernen im derben Braunit auf. Verbliebene Drusen können ihrerseits mit braunem Montmorillonit gefüllt sein. Von dünnen Rasen überwachsener Calcit bekommt dadurch einen gelblichen, samtigen Schimmer.

Nach einer Analyse mit der Mikrosonde enthält er sehr wenig Mangan, sehr viel Eisen und Ca, As und etwas Si. Darüberhinaus wurde die Identifikation als Arseniosiderit röntgendiffraktometrisch bestätigt. Vom Todorokit, der sehr häufig vorkommt, ist der Arseniosiderit manchmal nur schwer zu unterscheiden. Hilfreich sind die Farbe und die Paragenese.

In einem Fall konnten 0,5 mm große Pseudomorphosen von Arseniosiderit nach Braunit gefunden werden.

Das Mineral ist unter anderem bekannt von der Grube "Clara" bei Oberwolfach, Schwarzwald sowie von Nieder-Beerbach und Reichenbach im Odenwald. Aus dem Odertal im Harz wird im Aussehen fast identischer Arseniosiderit beschrieben (KRAUSE & BISCHOFF 1982).

Arseniosiderit wurde schon 1984 aufgefunden und als "... winzige Pusteln eines braunen Minerals ...Es wird

von Schrumpfrissen durchzogen ..." beschrieben (LORENZ 1987), konnte aber damals aufgrund fehlender analytischer Möglichkeiten bzw. wegen der winzigen Menge nicht bestimmt werden.

### M n - Analogon zu A r s e n i o s i d e r i t

Bei einigen Proben aus den Hausmannit führenden Partien fielen unter dem Mikroskop kleine (>0,5 mm), schwarze, dunkelbraune bis rotbraune, stark glasglänzende, tafelige, sechseckige Kristalle auf (Abb. 43 - 44). Sie sind nach {100} vollkommen spaltbar. Dünne Spaltstückchen sind rötlich durchscheinend. Das Mineral kommt gemeinsam mit Arseniosiderit, Hausmannit, Kutnahorit, Dolomit, Quarz, auf Calcit in Klüften und Hohlräumen des Mn-Calcits oder in schmalen Klüften des deren Hausmannits vor. Braunit oder Manganit fehlen meist in der Paragenese. In größeren Mengen wurde sie erstmals im März 1989 auf der 3. Sohle angefahren. Der früheste Nachweis stammt von der 2. Sohle aus dem Jahr 1984.

Die Kriställchen haben im frischen Zustand starken Glasglanz und erinnern im ersten Moment an Hämatit, unterscheiden sich aber durch die Paragenese - meist mit Arseniosiderit - und durch die Form der sehr kleinen Kristalle. Seltener sind die Kristalle zu stumpfen, glaskopffartigen Massen verwachsen, der den Calcit oder auch Arseniosiderit überzieht. In wenigen Fällen ist eine Überwachsung radialstrahliger Massen durch Arseniosiderit zu beobachten (Abb. 45). Darüber sind in der Regel kleine, weiße Calcitkristalle oder -aggregate aufgewachsen.

Eine Analyse mit der Mikrosonde erbrachte eindeutig nur die Elemente Calcium, Mangan und Arsen. Fe konnte nicht ermittelt werden. Eine Pulveraufnahme erbrachte folgende Werte in Tabelle 4.

Nach den d-Werten und der Mikrosondenanalyse handelt

es sich um das noch nicht beschriebene, (?) monokline Mn-Analogon zu Arseniosiderit mit der wahrscheinlichen Formel  $\text{Ca}_3\text{Mn}^{3+}[(\text{OH})/(\text{AsO}_4)]\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ . Es gehört mit Arseniosiderit, Robertsit und Mitridatit zur Mitridatit-Reihe.

Die Härte liegt bei etwa 3,5, die Dichte bei ca. 3,6. Der Strich ist hellbraun. Das Mineral fluoresziert nicht bei der Bestrahlung mit lang- oder kurzwelligem UV-Licht. Die Spaltbarkeit ist sehr gut. Von verdünnter HCl wird es langsam völlig zersetzt. Vor dem Lötrohr

---

Tab. 4: d-Werte des Mn-Analogos zu Arseniosiderit, aufgenommen von G. MÜLLER, Proben-Nr. 5156 (Diffraktometer: RIGAKU MINIFLEX, Strahlung  $\text{CuK}\alpha$ )

d (Å)	Int.
8,75	95
5,64	30
5,53	23
4,97	20
4,57	20
4,39	22
3,73	20
3,29	22
3,22	22
2,93	100
2,89	42
2,81	26
2,76	42
2,63	26
2,515	26
2,41	18
2,198	62

---

ist es nicht schmelzbar und ergibt mit Borax eine Mn-Perle.

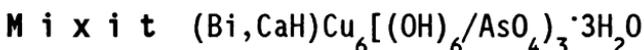
Aufgrund des Aussehens - es lassen sich Partien beobachten, bei denen das Mineral kontinuierlich in Arseniosiderit übergeht - sollten aber auch Mischkristalle mit Arseniosiderit vorkommen. Der exakte Nachweis steht aber noch aus.

In einem Vergleich der Minerale der Mitridatit-Reihe wurde das Mineral als möglicherweise stabil und in der Natur vorkommend von MOORE (1973) postuliert.

Das Mn-Analogon zu Arseniosiderit wurde bereits vor 1984 aus der berühmten Silber-Buntmetall Lagerstätte (PANCZNER 1987) der Ojuela Mine bei Mapimi, Durango, Mexiko gefunden (KAMPF, SHIGLEY & ROSSMANN 1984). Die Kristalle der Fig. 2 des Artikels sind in der Morphologie identisch mit den Kristallen aus Sailauf (Abb. 44).

Die Erstbeschreibung des Minerals wird nach weiteren Untersuchungen erfolgen, die z. Zt. am Institut für Mineralogie und Kristallstrukturlehre der Universität Würzburg durchgeführt werden.

Mineralproben finden sich in den Sammlungen GRÄSSEL, HAHN, LORENZ, MÜNZ, SAUER und VORBECK.



In Calcitdrusen von der 3. Sohle wurden selten bis 1 mm große, radial aggregierte, hexagonale Nadelchen auf Calcit aufgewachsen gefunden (Abb. 46). Sie zeigen lebhaften Glanz, sind durchsichtig und hellgrün. Nach dem Aussehen und der Mikrosondenanalyse, bei der die Elemente Cu, Ca, As, P, Bi und etwas Si aufgefunden wurden, handelt es sich um Mixit. Die Analyse paßt gut zu Mineralien der Chlorotil-Mixitgruppe (WALENTA 1970). Auffällig ist jedoch das Fehlen von Elementen aus der Gruppe der Seltenen Erden. Wegen der sehr geringen

Probenmenge konnte keine röntgendiffraktometrische Untersuchung gemacht werden.

**T i r o l i t**  $\text{Ca}_2\text{Cu}_9[(\text{OH})_{10}/(\text{AsO}_4)_4] \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

In kleinen Hohlräumen des Chrysokolls fallen knollig-nierige, grüne Überzüge auf, die sich vom Chrysokoll durch die Farbe und durch den Glanz unterscheiden. Unter dem REM lassen sich 0,1  $\mu\text{m}$  große, strahlig-blättrige Massen mit ausgefranzten Rändern beobachten. Mit der Mikrosonde ließ sich Ca, Cu und As nachweisen. Die sehr geringe Probenmenge ließ weitere Untersuchungen nicht zu. Aufgrund der bekannten Daten handelt es sich bei dem Mineral um Tirolit.

**A u t u n i t**  $\text{Ca}(\text{UO}_2/\text{PO}_4)_2 \cdot 10(12-10)\text{H}_2\text{O}$

**M e t a - A u t u n i t**  $\text{Ca}(\text{UO}_2/\text{PO}_4)_2 \cdot 6-2\text{H}_2\text{O}$

Autunit wurde von hier zuerst von WEINELT gefunden (in OKRUSCH & WEINELT 1965). Auch konnte der  $\text{H}_2\text{O}$ -ärmere Meta-Autunit nachgewiesen werden; eine Unterscheidung im Handstück ist aber nicht möglich (WEINELT, mündl. Mitteilung). BÜLTEMANN erwähnt darüberhinaus auch As-haltigen Autunit (GUDDEN & SCHMID 1974).

Der schwefelgelbe bis zeisiggrüne Autunit tritt in dünnen Belägen auf Klüften und eingesprengt im Rhyolith auf. Selten finden sich auf Spalten und in Poren stärker zerrütteter Partien bis 5 mm große, glänzende, tafelige Kristalle (Abb. 47), die zum Teil von einer 2. Generation sehr kleiner, matt aussehender Kriställchen überwachsen sind. Durch seine intensive, gelbe Fluoreszenz bei Bestrahlung mit langwelligem UV-Licht und die Abgabe von radioaktiver Strahlung läßt er sich leicht auffinden.

Beeindruckend sind nächtliche Exkursionen mit einer tragbaren UV-Lampe, besonders an den N-Wänden der 2. und 3. Sohle.

Bei den eingesprengten Körnern sind meist helle Höfe im umliegenden Gestein zu erkennen (Abb. 48). Starke Anreicherungen finden sich besonders in den dunklen und sehr kompakten Partien des Rhyoliths. Geringe Mengen des Autunits finden sich in fast allen Teilen des Bruches. Ein Schwerpunkt konnte bis heute nicht festgestellt werden.

Auffällig fluoreszierender Autunit/Meta-Autunit konnte in einem Fall auch in einer quarzgefüllten Druse einer Chalcedonknolle beobachtet werden. Der auf Quarz gewachsene, leistenförmige Kristall ist ca. 0,5 mm lang.

Auch in den Fluorit führenden Teilen der Erzgänge kommt in Calcithohlräumen etwas Autunit vor. Die tafeligen, matt glänzenden Kristalle sind bis 1 mm groß, durchsichtig und von gelbgrüner Farbe.

**Z e u n e r i t**  $\text{Cu}[\text{UO}_2/\text{AsO}_4] \cdot 10(16-10)\text{H}_2\text{O}$

**M e t a - Z e u n e r i t**  $\text{Cu}[\text{UO}_2/\text{AsO}_4] \cdot 8\text{H}_2\text{O}$

Das Vorkommen von Torbernit wurde aufgrund von chemischen Vorproben und morphologischen Merkmalen beschrieben (LORENZ 1987). Wegen der zahlreichen Arsenate wurde an den Kristallen eine Untersuchung mit der Mikrosonde durchgeführt, bei der U, As, Cu und K ermittelt werden konnten. Es handelt sich deshalb um das Arsenat Zeunerit bzw. Meta-Zeunerit. Der Fund von der 1. Sohle war bis heute einmalig. Es handelt sich um kleine (bis 2,5 mm), grüne Täfelchen (Abb. 49). Auffällig ist die fehlende Fluoreszenz bei der Bestrahlung mit langwelligem UV-Licht. An einem, mit nur wenigen Kristallen belegten Stück konnte eine Aktivität von ca. 1000 Bq ermittelt werden. Begleitet wird er von Chrysokoll und Tirolit. Die Bestimmung konnte durch eine röntgendiffraktometrische Untersuchung gesichert werden.

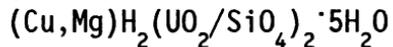
## 2.7 Silikate

### C o f f i n i t $USiO_4$

Coffinit wurde gemeinsam mit Pechblende, Pyrit, Chalcopyrit, Chalkosin und Covellin gefunden und erzmikroskopisch bestimmt. Es fand sich mit den Begleitmineralien in schon makroskopisch sichtbaren, bräunlichen bis dunkelgrauen, stark radioaktiven Proben von der 1. Sohle.

Coffinit ist wohl das Primärmineral, welches die anderen, sekundären Uranmineralien lieferte.

### C u p r o s k l o d o w s k i t



Cuprosklodowskit wurde bei BÜLTEMANN als in sehr kleinen Mengen vorkommend ohne nähere Angaben erwähnt. Er wurde ebenfalls auf der 1. Sohle gefunden (GUDDEN & SCHMID 1974).

### T u r m a l i n $NaFe^{2+}_3Al_6[(OH)_{1+3}/(BO_3)_3/Si_6O_{18}]$

In den noch weniger stark verwitterten und teilweise verkieselten Partien des Rhyoliths auf der 1. Sohle und im Innern der auch Chalcedon-freier Lithophysen, kann man dunkel gefärbte Flecken, teilweise auch in mit Quarz erfüllten Rissen beobachten. Sie sind regellos im Gestein verteilt oder an Haarrisse gebunden und dann perlschnurartig angeordnet. Unter dem Mikroskop erkennt man, daß die bis 5 mm groß werdenden Flecken aus Quarz bestehen, in die kugelstrahlig, kleine, grünliche Turmalinkristalle (Abb. 50) eingewachsen sind. Die Kriställchen sind im äußeren Bereich dicker als im Kern und oft von Endflächen begrenzt.

Idiomorphe Kristalle sind an sehr kleine Zerrungsrisse oder Lösungshohlräume gebunden; Sie werden max.

0,5 mm lang (Abb. 51).

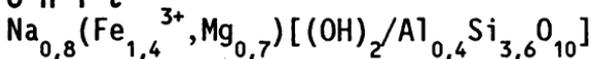
Da zur Untersuchung des Turmalins der Quarz mit Flußsäure gelöst werden mußte, wurde auf eine Diskussion der chemischen Zusammensetzung über das Röntgendiagramm verzichtet.

In Quarzkristallen der Chalcedongeoden finden sich kleine, schwarze Büschel aus nadeligem Turmalin, die meist völlig im Quarz eingewachsen sind.

### **C h r y s o k o l l** $\text{Cu}_4\text{H}_4[(\text{OH})_8/\text{Si}_4\text{O}_{10}]$

Ein, von LORENZ (1987) als unbekannt beschriebenes Mineral konnte zweifelsfrei als Chrysokoll identifiziert werden. Er bildet von Rissen durchzogene, niedrig-traubige, bläulichgrüne, maximal 1 mm dicke Krusten in dünnen Spalten des Rhyoliths und wird von Zeunerit-/Meta-Zeunerit und Tirolit begleitet (Abb. 49). Die Bestimmung wurde durch eine chem. Analyse bestätigt (Mikrosonde).

### **S e l a d o n i t**



Eine Probe von Seladonit wurde 1978 von U. EMMERT vom BGLA, München, anlässlich der Tagung des Oberrheinischen Geologischen Vereins aufgefunden. Es handelte sich um eine weißliche Probe, aus dem Rhyolith von Sailauf, die heute leider nicht mehr auffindbar ist (freundl. schriftl. Mitteilung durch Wi. WEINELT, 28.10.1987).

Stumpfe, patinagrüne, teils schalig ausgebildete, von Calcitäderchen und Mn-Erzen durchzogene Massen (nicht zu verwechseln mit Malachit oder Chrysokoll) füllen bis zu 5 cm starke Gänge, begleitet von Calcit, Dolomit und Kutnahorit, Rhodochrosit und Hämatit (Abb. 36 und 52). In der Gangmitte ist stumpfes, nierig-

schaliges Mn-Erz bis zu 3 cm mächtig abgeschieden worden. Die Salbänder bestehen aus schaligem Seladonit, das von weißem Calcit durchzogen ist.

Das Mineral konnte röntgendiffraktometrisch als Seladonit-1M nachgewiesen werden.

Die dem Namen zugeordnete Formel ist nach STRUNZ (1970) angegeben.



In den in der Kontaktzone zum Nebengestein auftretenden Lithophysen und in den verkieselten Partien des Rhyoliths treten in Hohlräumen weiße bis gelbliche, auch bräunliche, tonige Massen von Illit auf. Seltener sind blättrige, rosettenartige Aggregate - deren einzelne Kristalle 0,5 mm nicht überschreiten - in Hohlräumen mit Quarz, Hämatit, Apatit und Xenotim zu finden. Die Kristalle haben trotz ihrer idiomorphen Ausbildung eine rundliche, schlecht erkennbare Kante, sie sind perlmutterglänzend und durchscheinend. Derbe Massen aus größeren Spalten können, etwas Kaolinit führend, bis zu mehreren kg schwer werden.

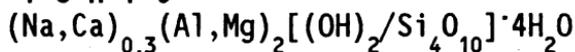
Weit verbreitet kommen weiße bis graue, leicht abschuppende, tonige Massen von Illit in Spalten und Hohlräumen der braunitreichen Partien der Erzgänge vor. Auch Calcitdrusen werden zum Teil ganz damit ausgefüllt. Mitunter sind kleine Braunitkristalle, blaue Fluoritkörnchen oder braune Todorokitblättchen in der Illit-Masse eingestreut. Das Mineral zeigt perfekte Spaltbarkeit nach {001}. Calcit kann zu einem erheblichen Teil mit Illit durchsetzt sein.

Der Nachweis erfolgte röntgendiffraktometrisch.

*Illit ist als Bezeichnung für Glimmerminerale in Tonteilchengröße eingeführt worden und ist identisch mit Hydromuskovit, Sericit und Glimmerton. Er ist ebenso dioktaedrisch wie Muskovit und enthält aber im Unterschied zu Muskovit mehr Si und weniger K. Das Mine-*

ral wurde nach dem Staat Illinois, USA gegeben (ŠRODÓN & EBERL 1984, DEER et. al 1962). Es besteht innerhalb der Literatur über die Bezeichnung und Abgrenzung der glimmerähnlichen Tonminerale keine Einigkeit.

### Montmorillonit



Mit Schrumpfrissen durchzogene, sich "fettig" anfühlende und wachsglänzende, braune Massen füllen Hohlräume der Arseniosiderit und Calcit führenden Partien der 3. Sohle. Die unregelmäßigen Butzen erreichen max. eine Größe von 3 mm.

Der Nachweis erfolgte röntgendiffraktometrisch.

### Kaolinit $\text{Al}_4[(\text{OH})_8/\text{Si}_4\text{O}_{10}]$

Illit-ähnliche, porzellanweiße Massen wurden als Hohlraumfüllungen des Erzganges mit Braunit, Mn-Calcit und Calcit auf der 3. Sohle gefunden. Die Größe der Füllung erreicht 2 cm.

Die Bestimmung wurde röntgendiffraktometrisch durchgeführt.

## 2.8 Vermutete Minerale:

Bei der Röntgen-Pulveraufnahme des Illits konnte eine Interferenzlinie des Gibbsits gefunden werden. Das Vorhandensein ist aufgrund der Paragenese möglich und wahrscheinlich, aber nicht sicher nachgewiesen.

Bei der Untersuchung von Mn-Mineralien wurden Hinweise auf das Vorhandensein von Hollandit gefunden. Aufgrund der Paragenese und dem Vorkommen von Ba ist die Bildung möglich, aber ein exakter Nachweis konnte noch nicht erbracht werden.

### 3.0 Überlegungen zur Genese:

#### 3.1 Achate

Nach dem Erstarren des Magmas und dem Erkalten des einst flüssigen Rhyoliths, wurde er intensiv hydrothermal (kaolinisiert bzw. sericitisiert, wohl besser "illitisiert") umgewandelt.

Im allgemeinen geht die Umwandlung, die typisch ist für subvulkanische Lagerstätten, der Zufuhr von Erzlösungen voraus. Die Gesteine werden gebleicht und erhalten teilweise ihr typisch grünes Aussehen. Der Vorgang kann von einer Silifizierung begleitet werden, die die Nebengesteine oft besonders betrifft. Eine Turmalinbildung ist möglich (CISSARZ 1965).

All diese Veränderungen können am Rhyolith von Sailauf beobachtet werden. Davon sind besonders die Partien zu den Nebengesteinsschollen aus Muskovit-Biotit-Gneis betroffen. Der Rhyolith ist hier zu Tonen verwittert. Ob die beobachteten Schlieren als Fluidal-texturen oder sekundärer Natur (durch die Umwandlung) sind, konnte nicht eindeutig entschieden werden. Hier finden sich die achathaltigen Knollen (auch Lithophysen, Rhyolith- oder Achat-"Kugel" genannt), die eigentlich als Konkretionen mit Chalcedon angesehen werden müssen. Eine Einregelung der Lithophysen konnte im Gegensatz zu anderen Vorkommen nicht beobachtet werden (VIERECK 1978). Jedoch sind die Knollen in einzelnen Lagen, meist in einem grauen Ton, angereichert.

Achate, die in Form und Farbe verblüffend ähnlich aussehen wie die aus Sailauf, sind in sauren Vulkaniten, wie z. B. Rhyolithen, sehr weit verbreitet und seit langem bekannt.

Neue Beschreibungen betreffen die Vorkommen von Sulzburg, Schwarzwald (ARNOTH 1987), ganz besonders von Liezbach, Renchtal bei Oppenau, Schwarzwald (HÄFLINGER et al. 1980), aus der Umgebung von

Baden-Baden (MAYER 1972), von der Teufelskanzel, am Leistberg des Nohfelder Rhyolithmassivs, Saarland (MÜLLER 1982), "Porphyrkugeln" aus der ehemaligen DDR, z. B. St. Egidien bei Glauchau (BLANKENBURG 1987), aus Schlesien (RZYMELKA 1987), aus dem Harz (KORITNIG 1989) und die "thunder-eggs" aus Oregon, USA (KOMOTAUER 1982). Allen gemeinsam ist das oft "sternförmige" Aussehen der Achatfüllung in der Konkretion, d. h. die Grenzflächen des Achats gegen den sie umgebenden Rhyolith sind meist nach innen gewölbt und der sie umgebende Rhyolith ist zu einer Knolle verkieselt (Abb. 53). Die "Porphyrkugeln" aus dem Thüriger Wald sind auch in dem Mineralinhalt - sie führen ebenfalls Hämatit, Baryt, Calcit, Limonit und Siderit - und in der Ausbildung identisch mit den Knollen aus Sailauf (GEORGI 1953, KIND 1957, BLANKENBURG 1988)

Das Vorkommen von St. Egidien konnte im März 1990 durch den Autor aufgesucht werden. Hierbei wurden weitere Gemeinsamkeiten - im Hinblick auf die von Sammlern verschmähten Kugeln (ohne Achat) und dem tonigen Gestein in dem sie vorkommen - beobachtet.

Über die erstaunlicherweise bis vor kurzem nur unzureichend aufgeklärte Genese der Achate haben LANDMESSER (1984, 1986, 1988) und BLANKENBURG (1988) sehr ausführlich berichtet. Dabei wird die Entstehung der Hohlräume, in denen sich dann der Achat bildet, bei LANDMESSER weitgehend ausgeklammert. Folgende Erklärungen wurden der Literatur entnommen (auszugsweise):

*HOCK und VÖLKER (1987) kommen zu dem Ergebnis, daß "... die kaolinisierte Zone, in der ursprünglich vorhandene und durch die Entgasungsprozesse während der Platznahme entstandenen Blasen Hohlräume ..." später mit Quarz bzw. Chalcedon gefüllt wurden. Bei den Achaten von Schweighausen im Schwarzwald (KANKA 1985) scheint dies der Fall zu sein, denn die dortigen Achate haben die typische*

rundlich-ovale Form von Blasen.

KOMOTAUER (1982) beschreibt die Entstehung folgendermaßen: Die einstmals runden Gasblasen wurden im noch teigigen Zustand des Gesteins zusammengedrückt, so daß die nach innen gewölbten Flächen entstehen konnten.

FRONDEL (1962) stellt fest, daß die "thunder eggs" aus rhyolithischen Laven und Schweißtuffen von Oregon und anderen Lokalitäten im Schnitt häufig einen fünfstrahligen Stern zeigen oder eine zentrale Druse mit pentagondodekaedrischer Symmetrie. Andere Knollen zeigen eine ungefähr würfelige Höhle. Aus sich gegenüberliegenden Unregelmäßigkeiten nimmt er eine Entstehung (Aufweitung) durch Gasdruck an.

MÜLLER (1982) beschreibt mehrere mögliche Theorien, kommt aber zu dem Ergebnis, daß eine Entstehung im festen Gestein wahrscheinlich ist.

Nach VIERECK (1978) wird folgende Entstehung der Lithophysen angenommen: schon während des Erstarrens des Magmas kommt es durch die Entglasung und Rekrystallisation zur Herausbildung der Lithophysen. Bewegungen der noch plastischen Masse führten zu Spannungen. Bei der Rekrystallisation kommt es während der Bildung eines mikrokristallinen Gefüges zur Bildung von Rissen, die dann später mit Quarz gefüllt wurden.

ANDREAS (1988) nimmt eine Bildung durch Aufnahme von wasserreichen Sedimenten, die metasomatisch umgewandelt wurden, an.

Bei BLANKENBURG (1988) wurde eine große Anzahl und umfangreiche Daten zusammengetragen und diskutiert. Danach werden verschiedene Entstehungen, u. a. durch umgewandelte, Si-reiche Xenolithe, als wahrscheinlich angenommen. Sie werden durch Isotopen- und Spurenelementanalysen untermauert. Weitere Forschungen sollten jedoch zur Klärung des Problems durchgeführt werden.

HAAKE & HOLZHEY (1989) nehmen eine Achatbildung

*während des Magmenaufstiegs und die Bildung der Kugeln im subvulkanischen Bereich an.*

Eine Entstehung durch in der Schmelze mit nach oben geförderten, umgewandelten Xenolithen kann nicht erklären, warum die Lithophysen nur an wenigen Stellen vorkommen; sie müßten sich auch in nicht veränderten Partien des Rhyoliths finden lassen. Auch treten Erklärungsschwierigkeiten auf, wenn der Vulkanit keine wasserreichen Sedimente durchbrochen hat - wie in Sailauf - und trotzdem Lithophysen wie bei anderen Vorkommen auftreten. Weiter bleibt offen, warum nur relativ wenige Knollen nennenswerten Achat und viele Eisenoxide oder Baryt führen.

Nach der Untersuchung von einer Vielzahl von Knollen (Lithophysen) aus Sailauf, mit und ohne Achat (es gibt auch ähnliche Gebilde, die fast nur aus spätigem Baryt und etwas Quarz bestehen) können diese Thesen (mit der Ausnahme derer von VIERECK und MÜLLER) nicht auf das Vorkommen von Sailauf angewendet werden. Ihnen steht entgegen, daß der überwiegende Teil der Knollen keine Hohlräume und wenn überhaupt, dann nur sehr wenig Chalcedon und Quarz führte; es können alle Übergänge von "leeren", d. h. fast ohne Chalcedon bis hin zu "ganz gefüllten" Hohlräumen beobachtet werden, d. h. ein Großteil des Volumens der Knolle besteht aus Chalcedon, (Abb. 14, 53 - 56). Es wird ein max. Hohlraumvolumen von 50 % erreicht; diese Exemplare sind dann mit grobkristallinem Quarz gefüllt. Handelte es sich um ehemals gasbefüllte Hohlräume, so wären, wie auch von anderen Gesteinen und Fundorten bekannt, runde Formen zu erwarten. Stattdessen sind die Füllungen meist spitzauskeilend mit konkaven Wänden. Im Extremfall erinnern die geschnittenen Füllungen entfernt an Dendriten. Darüberhinaus sind im angrenzenden Rhyolith innerhalb der Knollen, zwiebelschalige, sich um ein Zentrum verjüngenden Strukturen aus Chalcedon (Abb. 54), und auch eher rundliche, linsige, wie um eine Kugel gekrümmte, am Rand der Knollen liegende, schmale Hohlräume zu

beobachten. Diese erinnern mehr an die Zerrungsrisse von Konkretionen (wie z. B. der bekannten Septarien). An manchen Stücken ist der umgebende Rhyolith so stark verwittert, daß er mechanisch entfernt werden kann und die Form der Füllung (aus Chalcedon) fast ohne Beschädigung herausnehmbar ist. Sie zeigt dann scharfe Ecken und Grate (Abb. 55), die in keinsten Weise an eine ehemalige Gasblase erinnert.

Auf der 2. Sohle, im westlichen Teil des Bruches konnten inzwischen auch "leere", d. h. nicht mit Chalcedon gefüllte, runde Hohlräume aufgefunden werden. Sie sind mit zwiebelschaligen Lagen abgefallener Teile teilweise verfüllt und erreichen einen Durchmesser bis zu 8 cm im festen, aber an Illit reichem Rhyolith. Auf den Innenflächen der Hohlräume herausragenden, rundlichen Gebilde, sind die nur schwer löslichen Quarze. Teilweise sind sie von Illit und Hämatit überzogen. In ihnen sind auch die Abdrücke von Baryt zu beobachten. Die Hohlräume sind lagenweise angereichert und auf den benachbarten Klüften finden sich die gleichen Lösungserscheinungen wie man sie von karbonatischen Sedimenten kennt (Abb. 56).

Nach eigenen Beobachtungen ist folgende Bildung anzunehmen:

während der hydrothermalen Überprägung wurden besonders die Partien zu den Nebengesteinsschollen intensiv kaolinisiert bzw. "illitisiert". Dabei ist der Kalifeldspat und (seltener) der Plagioklas in die Tonminerale Illit, Seladonit und Kaolinit umgewandelt worden. Die dabei freiwerdende Kieselsäure kristallisierte zu Quarz und Chalcedon (RITTMANN 1981). Wandernde Lösungen setzten die Kieselsäure innerhalb des Gesteins um und bildeten dabei die "Knollen" (Lithophysen), die eigentlich Konkretionen sind. Zufällig eingeschlossene Nebengesteinseinschlüsse wurden miteinbezogen; so konnte eine Knolle mit einem randlich

eingeschlossenen Muskovit-Biotit-Gneis gefunden werden. Der Materialverlust führte zur Bildung von Zerrspalten. Diese wurden dann mit Neubildungen (Baryt, Achat) gefüllt. Mitaufgelöste Metalle, wie z. B. Fe und Mn, färbten die neugebildeten Minerale oder wurden als selbständige Bildungen, wie Hämatit und Goethit, oder als Dendriten ausgeschieden. In dieser Phase bildete sich auch der Turmalin, sowohl im Rhyolith als auch in den Quarzkristallen der Knollen. Am häufigsten findet sich der Chalcedon in der Form von rotem, ungebändertem Carneol. In wenigen Fällen wurde während der Chalcedonabscheidung Chalkopyrit gebildet. Stücke mit gemeiner Bänderung sind gemessen an der Zahl der Knollen selten, "Uruguay"-Bänderung und mit Kristallen ausgekleidete Hohlräume sehr selten. An manchen Knollen sind Ver- setzungen mit Quarz bzw. Chalcedon (Achat) verheilt. Sie belegen, daß nach der Achatbildung das Gestein noch tektonisch beansprucht und anschließend erneut Achat abgeschieden wurde. In verkieselten Bereichen füllten sich bis zu 1 cm starke Risse und bis zu 5 cm breite, brekziöse Spaltenfüllungen mit rotem Chalcedon, welche sich über mehrere Meter verfolgen lassen. Andere Risse sind wahrscheinlich jünger, da sie nicht mehr mit Achat verheilt sind, sondern nur Quarzkristallflächen und darauf aufgewachsenen Hämatit zeigen.

Danach erfolgte die erneute Abscheidung von Hämatit, Goethit und Baryt. Dieser wurde jedoch an vielen Stellen weggelöst und teilweise durch Quarz ersetzt (Abb. 54). Als letztes wurden Apatit, Ba-Pharmakosiderit, Hämatit und eine 2. Quarzgeneration abgeschieden. In einem Fall konnte auch Autunit beobachtet werden. Bemerkenswert ist die Bildung von Xenotim in dieser Phase. Die leichte Ablösbarkeit der zuletzt gebildeten Minerale ist eine Auswirkung der Sprengungen. Der für die Bildung des Apatits und des Xenotims notwendige Phosphor könnte aus dem darüberliegenden Zechstein-Dolomit stammen, da der größte Teil des Apatits und der Xenotim nur in den obersten Partien des Bruches zu finden war. Da in den darüberliegenden Zechstein-Sedi-

menten kein Chalcedon aufzufinden war, muß dieser vorher gebildet worden sein. Für die Barytvorkommen, wie auch für die Mn-Erz-Vorkommen, des Spessarts wird tertiäres Alter angenommen (OKRUSCH & WEINELT 1965). Daß die Achate etwa z. Zt. des Eindringens der Ba-führenden Lösungen gebildet wurden, wird durch die Abfolge der Minerale bewiesen (Umhüllungspseudomorphosen von Chalcedon nach Baryt).

Im Anschluß an die Ausscheidung des Baryts, der auch, mit kleinen Quarzkristallen ausgekleidete Zerrspalten im benachbarten Muskovit-Biotit-Gneis ausfüllt, wurde neben kleinen Hämatitkristallen auch der Brookit gebildet.

### 3.2 Hydrothermale Mn-Erzgänge

Mn-Erze treten im Spessart meist sedimentär oder untergeordnet in Barytgängen auf. Im Spessart ist ein solches, hydrothermales Vorkommen von Manganerzen, wie hier beschrieben, bis heute nicht an zweiter Stelle aufgefunden worden. Bei SCHMID & WEINELT (1978) wird nur ein Mn-Vorkommen der Grube "Johanna" bei Sailauf aufgeführt, das allerdings im Zechsteindolomit liegt. Weitere, auch Eisen führende Vorkommen, die wohl metasomatischen Ursprungs sind, wurden an mehreren Stellen im Zechstein des Spessarts aufgefunden und teilweise auch abgebaut (TEUSCHER & WEINELT 1972).

Nach dem Mineralbestand handelt es sich bei den Gängen im Rhyolith um einen typischen Manganerzgang (SCHNEIDERHÖHN 1955). Die berühmten Mn-Erzvorkommen von Ilfeld, 10 km nördlich von Nordhausen im Harz und von Ilmenau und Elgersburg in Thüringen sind ebenfalls in Rhyolithen eingebettet bzw. werden in Zusammenhang von Rhyolithen gedeutet.

Das Vorkommen von Ilfeld führt die gleichen Mn-Erzminerale (mit Ausnahme von Pyrolusit, der hier nicht in großen Mengen nachgewiesen werden

konnte) und Gangarten. Auch Hämatit wurde dort gefunden und abgebaut (KNAPPE et al. 1983).

Diese oxidischen Mn-Erzgänge werden vom rotliegenden Porphyrvulkanismus abgeleitet. Primär ist das Mn an mittelsaure Silikatmagmen gebunden und spaltet sich in geringem Umfang auch in deren hydrothermalen Restlösungen ab (PETRASCHECK & POHL 1982). Die Mn-Minerale entstanden wahrscheinlich als niedrig-hydrothermale Bildung nach der Öffnung des herzynisch streichenden Spaltensystems. Nach den Kristallformen und der Paragenese sind etwa max. 250 °C anzunehmen. Tab. 5 gibt einen Überblick über die Abfolge und die Verteilung der Minerale.

Nach dem Eindringen der hydrothermalen Lösung wurden gleichzeitig Seladonit, Powellit und Calcit gebildet. Schalgig ausgebildeter Seladonit ist von Schrumpfrissen durchzogen, welche mit Karbonaten verheilt sind. Die braunen bis grünen Salbänder und Gangbrekzien enthalten Calcit, Fluorit, Seladonit und Illit. Die mächtigsten Seladonitpartien wurden in der Paragenese mit Hausmannit beobachtet. Illit scheint vorwiegend in der 1. und 2. Sohle, sowie in den Gangteilen mit Braunit vorzuherrschen.

Es folgte die Abscheidung von Braunit, Manganit, Hausmannit, Mangano-Calcit, Dolomit, Calcit, Baryt, Kutnahorit, Rhodochrosit und Fluorit. In den Korngrenzen tritt ebenfalls Powellit auf. Die Ausbildung der Mn-Paragenese (besonders Hausmannit) deutet auf reduzierende Bedingungen innerhalb der Lösung hin. Der Hausmannit kommt nur nesterweise im westlichen Teil der Gänge, oft mit Kutnahorit und Rhodochrosit, eingeschlossen im Calcit vor. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die zahlreich vertretenen Karbonate, deren Glieder Calcit, Dolomit, Mn-Calcit, Kutnahorit und Rhodochrosit nachgewiesen werden konnten, auch in Mischkristallen vertreten sind.

Von den Sulfiden konnten bis heute nur Chalcopyrit in den Achaten, darüberhinaus Chalkosin, Covellin, Chalkopyrit und Pyrit in Verbindung mit U-Erzen erzmik-

Tab. 5: Prinzipskizze der Abfolge der Mineralien in den hydrothermalen Gängen. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Mn-Mineralie Braunit, Manganit und Hausmannit von SE nach NW abnehmen und der Hämatit und die Karbonate nach NW zunehmen. Ebenso ist die ganze Fülle der Mineralie erst auf der 3. Sohle sichtbar. Die \* geben die Hauptphasen an. Die Angaben beruhen auf eigenen Beobachtungen.

Mineral:	Früh	Spät
Seladonit	*****_-----	
Calcit	*****_-----	
Hämatit	*****_-----	*****_-----
Braunit	*****_-----	*****_-----
Kutnahorit	-----	*****_-----
Dolomit	-----	*****_-----
Fluorit	-----	*****_-----
Powellit	-----	*****_-----
Manganit	-----	*****_-----
Mn-Calcit	-----	*****_-----
Baryt	-----	*****_-----
Hausmannit	-----	*****_-----
Rhodochrosit	-----	-----
Goethit	-----	-----
Kryptomelan		-----
Todorokit		-----
Pyrolusit		-----
Illit		-----
Quarz		-----
Opal		-----
Arseniosiderit		-----
Mn-Arsenioside.		-----
Aragonit		-----
Brandtit		-----
Autunit		-----
Montmorillonit		-----
Kaolinit		-----
Realgar		-----
Mixit		-----
Apatit		-----
Gips		-----

roskopisch und Realgar auf der 3. Sohle in winzig kleinen Stücken nachgewiesen werden.

An einigen Stellen der Gänge ist ein erneutes Aufbrechen der Spalten und eine neue Füllung nach gleichem Muster zu beobachten. Die Spalten sind meist nicht symmetrisch gefüllt, sondern sie beinhalten z. B. eine dicke Lage aus Seladonit, mit Calcit verwachsen, neben einer dünnen, am Salband gelegenen Lage aus einem Karbonat. Dies deutet ebenfalls auf eine erneute Öffnung der Spalte nach dem Abscheiden des Seladonits hin. Auch Harnische mit Hämatit und Braunit treten auf. Calcit wächst teilweise während der gleichzeitigen Abscheidung von Todorokit; dabei entsteht ein dunkelbrauner, an Mn-Erz erinnernder Calcit. Bei idiomorphen Calcitkristallen in Hohlräumen herrschen sklenoedrische Formen vor (Abb. 2 und 27). Dann folgte eine Phase der Umwandlung von Manganit durch Braunit. Auch Calcit wurde örtlich durch Braunit oder durch Hämatit ersetzt (Abb. 11 - 12). Die Pseudomorphosen entstanden wahrscheinlich durch einen Überzug von gelförmigen Eisenoxid auf Calcit, der auf schon vorhandenem Hämatit saß. Nachdem der Calcit weggelöst wurde, sanken die noch nicht festen Kristallflächen unter ihrem Gewicht ein und bildeten die jetzt vorgefundenen, nach innen gewölbten Kristallflächen. Nach der Kristallisation wurde die Umhüllungspseudomorphose innen und außen mit Hämatittäfelchen überzogen. Der Baryt ist an vielen Stellen weggelöst worden. Zurück blieben die ehemaligen Füllungen zwischen den Barytkristallen, vorwiegend Calcit, Dolomit und Braunit. In Hohlräumen des derben Braunits wurde Kryptomelan gebildet. Später ersetzte Todorokit Teile des Braunits.

Einzelne Partien innerhalb der Mn-Erze (hauptsächlich Manganit) wurden in braunen Mangano-Calcit umgesetzt. Verbliebene Hohlräume und Spalten wurden von Illit und selten von Kaolinit ausgefüllt. Es gab dann erneute Abscheidungen einer zweiten und dritten Generation von Calcitkristallen, die in einer unglaublichen Vielfalt (rhomboedrischer, prismatischer, spitzpyramidaler und

skalenoedrischer Habitus) auftreten (Abb. 27 - 30, 58), teilweise mit einer 2. Generation von hochglänzenden Braunitkristallen. Selten ist innerhalb des Calcits oder auf Baryt Quarz gebildet worden. Sehr selten sind in den fluoritführenden Partien in kleinen Hohlräumen mm-große Autunitkristalle zu finden. Das spärlich Auftreten von Gips deutet auf die Zersetzung von Sulfiden hin.

In einigen Partien, besonders in den Braunit-armen, karbonatischen, nordwestlichen Teilen, werden Aragonit, das sehr seltene Arsenat Brandtit, Arseniosiderit und ein unbeschriebenes Mn-Analogon zu Arseniosiderit gebildet. Jüngere Klüfte wurden mit Opal gefüllt. In einem Calcitgang kommt Realgar und Mixit vor. Primäre Arsenminerale konnten bis heute nicht gefunden werden. Deshalb ist anzunehmen, daß das As mit der hydrothermalen Lösung gebracht und in die Mn-Minerale (im Braunit nachgewiesen) eingebaut wurde.

Funde von Autunit in den Achatdrusen und in Hohlräumen des Calcits deuten darauf hin, daß die Mobilisation des Urans und das Einbringen des Phosphors am Ende der Abscheidung der Mineralparagenese erfolgte.

Atmosphärische Einflüsse setzten den oberflächennahen Teil in Oxidationsprodukte um, an dessen Ende Manganomelane, röntgenamorphe Mn-Minerale, Hämatit und Limonit stehen.

Im Kreuzungsbereich des Mn-Erzganges mit dem Hämatitgang sind Teile des Calcits und des Siderits in Goethit umgewandelt (Abb. 25). Auch wurden Pseudomorphosen von Goethit nach Braunitkristallen gebildet. Auf Klüften ist der Hämatit in erdigen Limonit zersetzt.

Winzige Exzentriques, >0,5 mm messend, farblos, an calcitüberwachsenen Hohlraumdecken sind sehr wahrscheinlich rezente Bildungen (Abb. 31).

Tab. 6 gibt einen Überblick über die bis heute im Bruch bekannt gewordenen Mineralien.

Ob tatsächlich ein Zusammenhang zwischen der Bildung der Achate, des Baryts und den Mn-Erzen besteht, konnte nicht geklärt werden. Er ist aber wahrscheinlich,

Tab. 6: Liste der bis heute nachgewiesenen Mineralien mit einer Schätzung zur beobachteten Menge (Stand: März 1991):

Sulfide:	Chalkosin	
	Chalkopyrit	(mg)
	Covellin	
	Pyrit	
	Realgar	(mg)
Halogenide:	Fluorit	(kg)
Oxide, Hydroxide:	Hausmannit	(kg)
	Braunit	(t)
	Hämatit	(t)
	Quarz	(t)
	Chalcedon	(t)
	*Opal	(g)
	*Pyrolusit	(g)
	Manganomelane	(kg)
	Kryptomelan	(kg)
	Todorokit	(kg)
	Romanechit	
	amorphes Mn-Mineral	(t)
	Brookit	(mg)
	Uraninit	
	Limonit	(kg)
Goethit	(t)	
Manganit	(kg)	
Carbonate:	Calcit	(t)
	Mangano-Calcit	(t)
	Siderit	(g)
	Rhodochrosit	(kg)
	Dolomit	(kg)
	Kutnahorit	(kg)
	Aragonit	(g)
	Azurit	
Malachit		

Sulfate:	<b>Baryt</b>	(t)
	Gips	(mg)
	*Powellit	(g)
Phosphate, Arsenate:	Xenotim	(mg)
	Apatit	(g)
	Brandtit	(g)
	Ba-Pharmakosiderit	(mg)
	Arseniosiderit	(kg)
	Mn-Arseniosiderit	(g)
	Mixit	(mg)
	Tirolit	(mg)
	<b>Autunit</b>	(kg)
	<b>Meta-Autunit</b>	(kg)
	Zeunerit	(g)
Meta-Zeunerit	(g)	
Silikate:	Coffinit	
	Cuprosklodowskit	
	Turmalin	(g)
	Chrysokoll	(g)
	<b>Seladonit</b>	(kg)
	<b>Illit</b>	(t)
	<b>Montmorillonit</b>	(kg)
<b>Kaolinit</b>	(t)	

(Minerale mit einem \* sind neu in dieser Veröffentlichung beschrieben)

---

da der Illit in allen Zonen vorkommt, teilweise im Calcit eingewachsen ist und nach der Achatbildung manchen Hohlraum ausfüllte. Dafür spricht weiter, daß rechteckig-prismatische Hohlräume am Rand der Achatfüllungen, als ehemaliger Baryt zu deuten sind.

Um das Alter - und damit die Abfolge - erklären zu können, versucht H. J. LIPPOLT vom Laboratorium für Geochronologie der Universität Heidelberg eine

radiometrische Altersdatierung am Illit, Seladonit und am Rhyolith selbst vorzunehmen.

#### 4.0 Danksagung

Besonderer Dank gilt den Herren Erich und Hermann FUCHS, die als Betreiber des Bruches, mir uneingeschränkten Zugang zum Bruch gewährten und wertvolle Hinweise über das Betriebsgeschehen und über die vergangenen und zukünftigen Aktivitäten innerhalb des Bruches gaben. Weiter danke ich den Mitarbeitern für das entgegengebrachte Verständnis.

Herrn Walter LANG, Nürnberg, danke ich für die verständnisvolle Anfertigung von REM-Fotos und der dazugehörigen Mikrosondenanalysen (EDAX = Energy Dispersive Analysis of X-Rays). Herrn Heinrich WEIDINGER, Kützing, und Herrn Alfred MORHARD, Aschaffenburg, danke ich für die Anfertigung weiterer REM-Fotos und Mikrosondenanalysen.

Herrn Prof. Dr. Martin OKRUSCH, Würzburg danke ich für die kritische Durchsicht eines früheren Entwurfes des Manuskripts, Herrn Dr. Eckard AMELINGMEIER, Würzburg für die freundliche Unterstützung bei der Erstellung der Veröffentlichung und für die exakte Bestimmung des Aragonits.

Herrn Gerhard MÜLLER, Scheidt, für die preiswerte Untersuchung folgender Minerale: Braunit, Turmalin, Brandtit, Kutnahorit, Illit, Dolomit, Manganit, Manganocalcit, Aragonit, Hausmannit, Mn-Analalogon von Arseniosiderit, Seladonit, Rhodochrosit, Goethit, Hämatit, Todorokit, röntgenamorphes Mn-Mineral, Kaolinit, Montmorillonit, Zeunerit, Kryptomelan, Arseniosiderit, Powellit, Chalcedon.

H. Herbert STEINBERGER, VAK Kahl, danke ich für die isotopenspezifische Aktivitätsmessung an Gesteinsproben. Herrn Dr. Winfried WEINELT, München, danke ich für die wertvollen, zahlreichen Hinweise über die Geologie des Spessarts, das Vorkommen von Pechstein und des Seladonits. Herr Dr. Helmut GUDDEN, München, danke ich für die Überlassung von Literatur.

Den Sammlerkollegen (in alphabetischer Reihenfolge) F. BEISLER, Glattbach, G. BRAND, Aschaffenburg, W. BUHLEIER, Stockstadt, W. GÖRBERT, Laufach, H. GRÄSSEL, Aschaffenburg, W. HAHN, Obernau, J. HOCK, Kleinostheim, F. MÜNZ, Goldbach, A. MOHRHARD, Aschaffenburg, R. SAUER, Laufach, H. STOLZENBERGER, Hörstein, A. VORBECK, Goldbach und T. WEIS, Schöllkrippen danke ich herzlich für die Überlassung von Probenmaterial zur Untersuchung und zum Fotografieren. Herrn Ralf SCHMITT, Würzburg, danke ich für die Bestimmung des Pyrolusit.

Meiner Frau Helga LORENZ danke ich für das entgegengebrachte Verständnis und das Korrekturlesen.

## 5.0 Aktuelle Situation:

Es kann nur nochmals betont werden, daß die für Mineraliensammler hoffigen Partien nur einen verschwindend geringen Anteil am Fördergut ausmachen. Weiter wird daraufhingewiesen, daß das Betreten des Bruches nur mit der Erlaubnis des Besitzers gestattet ist. Zum Zeitpunkt der Drucklegung (Februar 1991) war die erzführende Zone nicht mehr aufgeschlossen, so daß die Mehrzahl der angeführten Minerale, insbesondere die sehr seltenen Arsenate, nicht mehr zu finden sind, da die Zone dem Abbau zum Opfer fiel (Abb. 60). Es ist aber zu erwarten, daß der weitere Abbau, der z. Zt. sehr rasch fortschreitet, weitere Mineralien zu Tage fördern wird. Es muß nochmals angemerkt werden, daß die hoffigen Partien einen nur sehr kleinen Anteil am Fördergut ausmachen - Funde sind deshalb nur mit sehr viel Ausdauer und Aufmerksamkeit zu machen.

### Hinweis zur Sicherheit:

**Es ist unbedingt notwendig festes Schuhwerk und einen Schutzhelm zu tragen! Nach Regenfällen und bei auftauendem Frost ist es lebensgefährlich, sich unmittelbar an die senkrechten Steinbruchwände zu begeben!**

## 6.0 Literatur

- ANDERS, D. (1988): Diskussionsbeitrag zu einer hydrothermal-postmagmatischen Genese der Vulkanitachate.- Z. angew. Geol. 34, H. 3, S. 65-71. Jena 1988.
- ARNOTH, J. (1987): Nicht nur Mandeln. Einige Spezialfälle aus der Lagerstättenkunde des Achats. Offizieller Katalog der 24. Mineralientage München. - S. 89 - 93. München 1987.

- BACKHAUS, E. (1967): Exkursionsführer zur 88. Jahrestagung des Oberrheinischen Geologischen Vereins 28. März - 1. April 1967 in Aschaffenburg, Vorwort, Aschaffenburg.
- BARTH, T. F. W., CORRENS, C. W. & ESKOLA, P. (1939): Die Entstehung der Gesteine. Ein Lehrbuch der Petrogenese. - 422 S., unveränderter Neudruck. Berlin 1970.
- BLANKENBURG, H.-J., (1988): Achat. Eigenschaften, Genese, Verwendung. - 203 S., 1. Aufl., Leipzig 1988.
- BÜLTEMANN, H. W. (1969): unpubl., S. 17-21; in GUDDEN, H. & SCHMID, H. (1974): Uran in Bayern.- Bericht über natürliche Uran-Vorkommen in Bayern, insbesondere über die mit Bundesmitteln geförderte Uran-Prospektion in Bayern 1956-1974. - 605 S., Bayer. Geolog. Landesamt, im Auftrag des BMFT, München, Nov. 1974.
- CISSARZ, A. (1965): Einführung in die allgemeine und systematische Lagerstättenlehre. - 2. Aufl., 228 S. Stuttgart 1965.
- DEER, W. A., HOWIE, R. A. & ZUSSMANN, J. (1962): Rock-Forming Minerals. - Vol. 3, Sheet Silicates, 270 p. Longmans London.
- FETTEL, M. (1980): DER ODENWALD. Die Mineralien des kristallinen Odenwalds.- Lapis 5, Heft Juli/August 1980, S. 13-40, München
- FRONDEL, C. & BAUER, L. H. (1955): Kutnahorite: A Manganese Dolomite,  $\text{CaMn}(\text{CO}_3)_2$ . - The American Mineralogist 40, p. 748-760, <sup>3</sup>Menasha, Wisconsin 1955.
- FRONDEL, C.: DANA, J. D. & DANA E. S. (1962): The System of Mineralogy. - 7<sup>th</sup> ed., Vol. III, Silica Minerals, 334 p. Wiley, New York 1962.
- GAINES, R. V. (1959): Brandtite at the Sterling Hill mine, New Jersey.- The American Mineralogist 44, P. 199 - 200. Menasha, Wisconsin 1959.
- GEORGI, P. (1953): Porphyrkugeln im Thüringer Wald. - Der Aufschluß 4, S. 68-72. Heidelberg 1953.

- GRAMACCIOLO, C. M. (1978): Die Mineralien der Alpen. Eine Übersicht über die aus dem Alpenraum bekannten Mineralien.- 2 Bde, 507 S. Stuttgart 1978.
- HAAKE, R. & HOLZHEY, G. (1989): Achate in kugelförmigen Rhyolithen des Rotliegenden im sächsisch-thüringischen Raum.- Chem. Erde 49, S 173-183. Jena 1989.
- HÄFLINGER, I., SIBER, H. & WEIDERT, W. K. (1980): Sprödigkeit, Porosität, Schleifwiderstand - Mineraleigenschaften für den Hobbyschleifer.- Mineralien-Magazin 4, S. 440 - 441. Stuttgart 1980.
- HINTZE, C. (1933): Handbuch der Mineralogie.- Erster Band, vierte Abt., zweite Hälfte, S. 721 - 1454, 204 Figuren, Berlin und Leipzig 1933.
- HOCK, J. & VÖLKER, P. (1987): "Hartkoppe", Quarzporphyr von Sailauf. Erstfund von Achat im kristallinen Vorspessart.- Aufschluß 38, S. 275 - 278. Heidelberg 1987.
- KAMPF, A. R., SHIGLEY, J. E. & ROSSMANN, G. R. (1984): new data on Lotharmeyerite.- The Mineralogical Record, July-August 1984, p. 223-226, Tucson, Arizona
- KANKA, A. (1985): Achate von Schweighausen im Schwarzwald.- Lapis 10, Heft Nr. 5, S. 17-21. München 1985.
- KIND, H.-D. (1957): Achate im Quarzporphyr. - Der Aufschluß 8, S. 128-134. Heidelberg 1957.
- KNAPPE, H., GAEVERT, H. & SCHEFFLER, H. (1983): Schaubergwerke im Harz.- Der Harz stellt sich vor. Heft 7/8, 71 S. Wernigerode 1983.
- KOMOTAUER, S. K. (1982): Chalcedon SiO<sub>2</sub>. - Mineralien Magazin 6, Heft 7, S. 315-322. Stuttgart 1982.
- KORITNIG, S. (1989): Achate aus dem Harz.- Aufschluß 40, S. 349-359. Heidelberg 1989.
- KRAUSE, W. & BISCHOFF, W. (1982): Parasymplesit und Arseniosiderit aus dem Odertal im Harz. Aufschluß 33, S. 361 - 366. Heidelberg 1982.

- LANDMESSER, M. (1984): Das Problem der Achatgenese. Mitteil. d. Pollichia 72, S. 5 - 137. Bad Dürkheim/Pfalz 1984.
- LANDMESSER, M. (1986): Zur Eingrenzung der P-T-Bedingungen der Achatgenese. - Chemie der Erde 45, S. 273-293 Jena.
- LANDMESSER, M. (1988): Bau und Bildung der Achate. - Lapis 13, Heft 9/1988, S. 11 - 28. München 1988.
- LIEBER, W. (ohne Jahreszahl): Leuchtende Kristalle - Wissenswertes über Fluoreszenz. - 48 S., Vetter KG, Wiesloch.
- LORENZ, J. (1987): Die Mineralien im Rhyolith von Sailauf.- Aufschluß 38, S. 317-329. Heidelberg 1987.
- LORENZ, J. (1991): Die Mineralien im Rhyolith von Sailauf - eine Ergänzung. - Aufschluß 42, S. 1-38, Heidelberg 1991.
- MAYER, G. (1972): Carl Christian GMELIN's geologisch - mineralogische Reisen und Excursionen. II Baden-Baden und Bühlertal.- Der Aufschluß 23, S. 35-37 Heidelberg 1972.
- MOORE, P. B. (1974): III. Isotypy of Robertsite, Mitridatite, and Arseniosiderite.- American Mineralogist 59, p. 48-59. Menasha, Wisconsin 1974.
- MÜLLER, G. (1982): Der saure permische Vulkanismus im N-Saarland.- Saarland Tagungsheft zur VFMG Sommertagung 1982 in Obertal (N-Saarland), S. 67-95. Heidelberg 1982.
- NYSTEN, P. (1984): Kleinod des Nordens - Harstigen in Schweden.- magma 2/84 März/April, S. 12-30, Bochum 1984.
- OKRUSCH, M. & WEINELT, W. (1965): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 25 000, Blatt Nr. 5921 Schöllkrippen.- 327 S. München (Bayer. Geol. Landesamt 1965).
- PETRASCHECK, W. & POHL, W. (1982): Lagerstättenlehre. Eine Einführung in die Wissenschaft von mineralischen Bodenschätzen. 3. Aufl., 341 S. Stuttgart 1982.

- PALACHE et. al: DANA, J. D. & DANA E. S. (1951): The System of Mineralogie. - 7<sup>th</sup> ed., Vol. II, 1124 p. Wiley, New York 1951.
- PANCZNER, W. D. (1987): Minerals of Mexico.- p. 19-29, New York
- RAMDOHR, P. & STRUNZ, H. (1978): Klockmanns Lehrbuch der Mineralogie/16. Aufl., überarb. und erweit. von P. RAHMDOHR und H. STRUNZ.- 876 S. Stuttgart 1978.
- PARKER, R. L. (1973): Die Mineralfunde der Schweiz. Neubearbeitung durch STALDER, DE QUERVAIN, NIGGLI, GRAESER.- 433 S. Basel 1973.
- RITTMANN, A. (1981): Vulkane und ihre Tätigkeit.- 3. Aufl., 399 S. Stuttgart 1981.
- ROBERTS, W. L., CAMBELL, T. J. & RAPP, G. R. (1989): Encyclopedia of minerals.- 2nd. ed., 979 p. New York 1989.
- RZYMELKA, J. (1987): Wie der Blick ins Meer. Achate aus Schlesien.- Offizieller Katalog der 24. Mineralientage in München, S. 89-93. München 1987.
- SCHATZ, R. H. (1990): Neue Erkenntnisse zur Powellitfundstelle im Zweiglimmergranit von Schlächtenhaus im südwestlichen Schwarzwald.- Aufschluß 41, S. 357-360, Heidelberg.
- SCHMID, H. & WEINELT, Wi. (1978): Lagerstätten in Bayern -Erze, technische Minerale, Salze und Brennstoffe.- Geologica Bavarica 77, 160 S. München 1978.
- SCHNEIDERHÖHN, H. (1955): Erzlagerstätten - Kurzvorträge zur Einführung und Wiederholung.- 3. Aufl., 374 S. Stuttgart 1955.
- SRODON, H. & EBERL, D. D. in BAILEY, S. W. (1984): Reviews in Mineralogy. Illite. - Vol. 13, Micas, 584 p.
- STRUNZ, H. (1970): Mineralogische Tabellen. Eine Klassifizierung der Mineralien auf kristallchemischer Grundlage. - 8. Aufl., 621 S. Leipzig 1982.

- TEUSCHER, E. O. & WEINELT, Wi. (1972): Die Metallogene-  
nese im Raume Spessart - Fichtelgebirge - Ober-  
pfälzer Wald - Bayerischer Wald.- *Geologica Ba-  
varica* 65, S. 5 - 73. München 1972.
- TSUSUE, A. (1967): Magnesian Kutnahorite from Ryuijma  
Mine, Japan. - *The American Mineralogist* 52, p.  
1751-1761. Menasha, Wisconsin 1967.
- VIERECK, L. (1978): Geologische Untersuchungen im Ge-  
biet des Großen Knollen mit besonderer Berücksich-  
tigung der Rotliegend-Vulkanite.- S. 101-174. Dip-  
lomarbeit Universität Göttingen, Unveröffentlicht.
- WALENTA, K.: (1970): Mineralien der Chlorotil-Mixit-  
gruppe mit seltenen Erden von Fundorten im  
Schwarzwald. - *Chemie der Erde* 29, S. 36-47.
- WEINELT, Wi. (1967): C2 Rotliegendporphyr bei Ober-  
sailauf. - Exkursionsführer zur 88. Jahrestagung  
des Oberrheinischen Geologischen Vereins 28. März  
- 1. April 1967 in Aschaffenburg, S. 66 - 69.  
Aschaffenburg 1967.
- WEINELT, Wi., OKRUSCH, M. & RICHTER, P. (1985): Das  
kristalline Grundgebirge im nördlichen Hochspes-  
sart auf Grund der Ergebnisse neuer Tiefbohrungen.  
-*Geologica Bavarica* 87, S. 39-60. München 1985.
- WILKE, H.-J. (1976): Mineralfundstellen. Band 4:  
Skandinavien.- 370 S., 16 Farbtafeln. München  
1976.

Adresse des Autors:  
Joachim LORENZ  
Graslitzer Str. 5

D 8757 Karlstein a. Main

# Liste der Mineralien

## aus dem Rhyolithbruch von Sailauf

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Chalkosin                    | <input type="checkbox"/> Azurit                 |
| <input type="checkbox"/> Chalkopyrit                  | <input type="checkbox"/> Malachit               |
| <input type="checkbox"/> Covellin                     | <input type="checkbox"/> Baryt                  |
| <input type="checkbox"/> Pyrit                        | <input type="checkbox"/> Gips                   |
| <input type="checkbox"/> Realgar                      | <input type="checkbox"/> Powellit               |
| <input type="checkbox"/> Fluorit                      | <input type="checkbox"/> Xenotim                |
| <input type="checkbox"/> Hausmannit                   | <input type="checkbox"/> Apatit                 |
| <input type="checkbox"/> Braunit                      | <input type="checkbox"/> Brandtit               |
| <input type="checkbox"/> Hämatit                      | <input type="checkbox"/> Ba - Pharmakosiderit   |
| <input type="checkbox"/> Quarz                        | <input type="checkbox"/> Arseniosiderit         |
| <input type="checkbox"/> <i>Chalcedon</i>             | <input type="checkbox"/> Mn - Arseniosiderit    |
| <input type="checkbox"/> Opal                         | <input type="checkbox"/> Mixit                  |
| <input type="checkbox"/> Pyrolusit                    | <input type="checkbox"/> Tirolit                |
| <input type="checkbox"/> <i>Manganomelane</i>         | <input type="checkbox"/> Autunit                |
| <input type="checkbox"/> Kryptomelan                  | <input type="checkbox"/> <i>Meta - Autunit</i>  |
| <input type="checkbox"/> Todorokit                    | <input type="checkbox"/> Zeunerit               |
| <input type="checkbox"/> Romanechit                   | <input type="checkbox"/> <i>Meta - Zeunerit</i> |
| <input type="checkbox"/> <i>amorphes Mn - Mineral</i> | <input type="checkbox"/> Coffinit               |
| <input type="checkbox"/> Brookit                      | <input type="checkbox"/> Cuprosklodovskit       |
| <input type="checkbox"/> Uraninit                     | <input type="checkbox"/> Turmalin               |
| <input type="checkbox"/> <i>Limonit</i>               | <input type="checkbox"/> Chrysokoll             |
| <input type="checkbox"/> Goethit                      | <input type="checkbox"/> Seladonit              |
| <input type="checkbox"/> Manganit                     | <input type="checkbox"/> Illit                  |
| <input type="checkbox"/> Calcit                       | <input type="checkbox"/> Montmorillonit         |
| <input type="checkbox"/> <i>Mangano - Calcit</i>      | <input type="checkbox"/> Kaolinit               |
| <input type="checkbox"/> Siderit                      | <input type="checkbox"/> _____                  |
| <input type="checkbox"/> Rhodochrosit                 | <input type="checkbox"/> _____                  |
| <input type="checkbox"/> Dolomit                      | <input type="checkbox"/> _____                  |
| <input type="checkbox"/> Kutnahorit                   | <input type="checkbox"/> _____                  |
| <input type="checkbox"/> Aragonit                     | <input type="checkbox"/> _____                  |

Stand: März 1991



Abb. 2: Braune, durchscheinende, bis 2 cm lange, skalenödrische Calcitkristalle mit Braunitkristallen, pseudomorph nach Manganit und etwas weißem Baryt. Breite des Stückes ca. 15 cm (Sammlung A. MOHRHARD, gefunden 1988 auf der 3. Sohle). Alle Fotos und Stücke, wenn nicht anders genannt, vom Autor.



Abb. 4: Mehrere Quadratmeter große, leicht gewölbte Fläche, "Gleitbrett", N-S streichend und fast senkrecht einfallend, (Erläuterung siehe Text), 2. Sohle (aufgenommen am 12.12.1987, inzwischen abgebaut)



Abb. 5: Diskordante Überlagerung des weißen, zersetzten Rhyolithes durch tonige, Fe-Mn-reiche Sedimente des Zechsteins. Breite der freigelegten Fläche ca. 1,5 m, siehe auch Abb. 3. Länge des Hammerstieles 26 cm (aufgenommen am 21.07.1989).

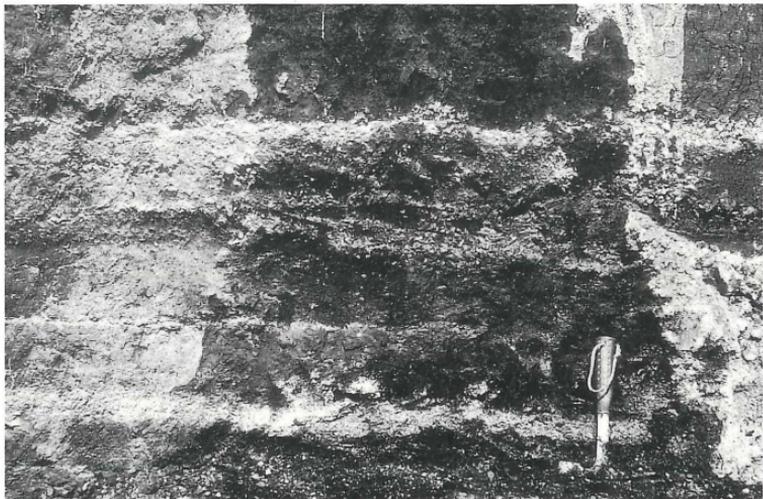


Abb. 6: Helle Einschaltungen, vorwiegend aus einem "Rhyolithgrus" im tonigen Zechsteinsediment bestehend. Die größte Mächtigkeit beträgt 5 cm, Bildbreite ca. 1,5 m, siehe auch Abb. 3. Länge des Hammerstieles 26 cm (aufgenommen am 21.07.1989).



Abb. 7: Rot-oranger, angelöster, 2 mm langer Realgarkristall mit kleinen Quarzkristallen in einer Calcitdruse. Das Stück stammt von der 3. Sohle und wurde 1990 gefunden. Sammlung-Nr. 3657.



Abb. 8: Dunkelvioletter, angeätzter Fluorit auf weißem, skalenödrischem Calcit. Bildbreite 2 cm, Sammlung W. BUHLEIER, gefunden 1989, 3. Sohle.

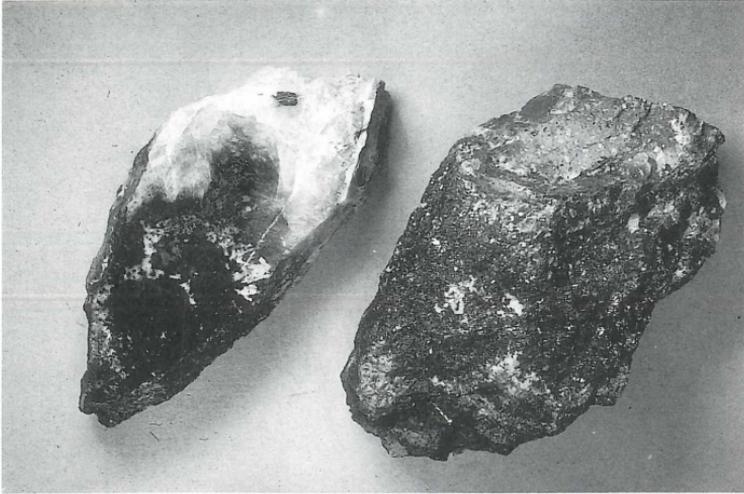


Abb. 9: Derber, stahlgrauer Hausmannit mit weißem Calcit und gelblichem Baryt. Bildbreite 10 cm, das linke Stück (Sammlung-Nr. 1498) ist angeschliffen und poliert, das rechte Stück (Sammlung-Nr. 3171) zeigt die Bruchfläche eines Gangstückes mit dem angrenzenden Rhyolith oben und unten, gefunden 1988 auf der 3. Sohle.

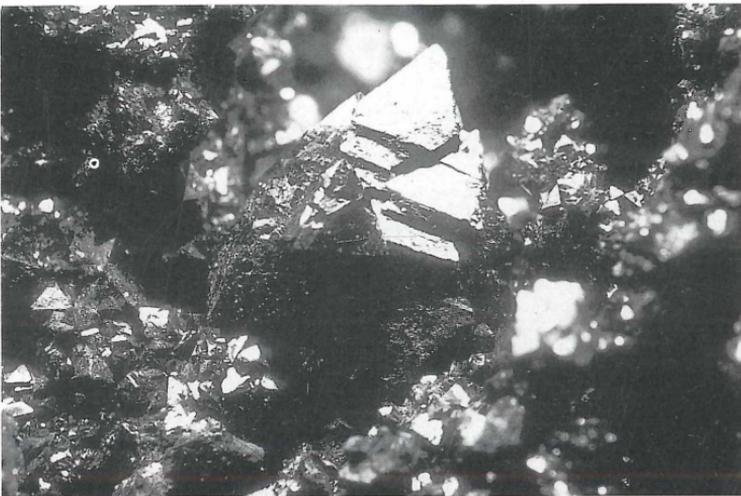


Abb. 10: Pseudooktaedrische Braunitkristalle, bei denen der in der Bildmitte Sichtbare aus mehreren Individuen besteht. Länge des größten Kristalls 3 mm, gefunden 1984 auf der 2. Sohle, Sammlung-Nr. 1249.

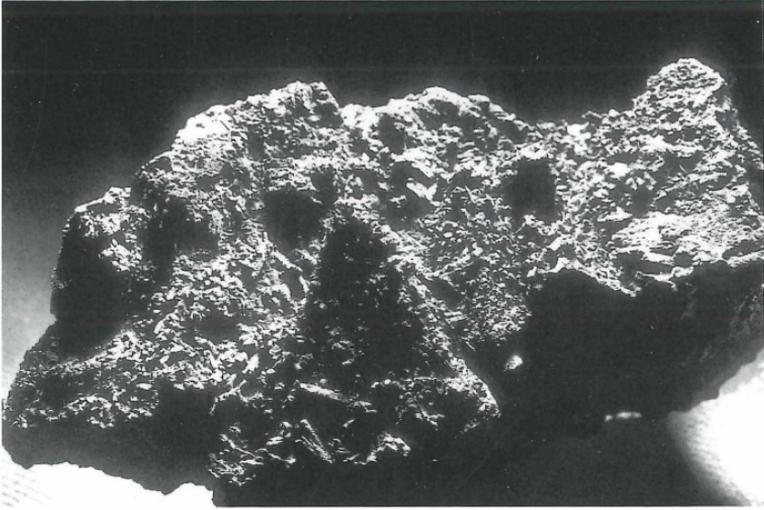


Abb. 11: Pseudomorphose von Braunit nach Calcit und Manganit; in der Bildmitte erkennt man deutlich den skalenoedrischen Habitus eines ca. 2 cm großen Kristalls (ehemals Calcit), der von leistenförmigen Kristallen (ehemals Manganit) überwachsen ist. Gefunden 1984 auf der 2. Sohle, Sammlung-Nr. 1659.

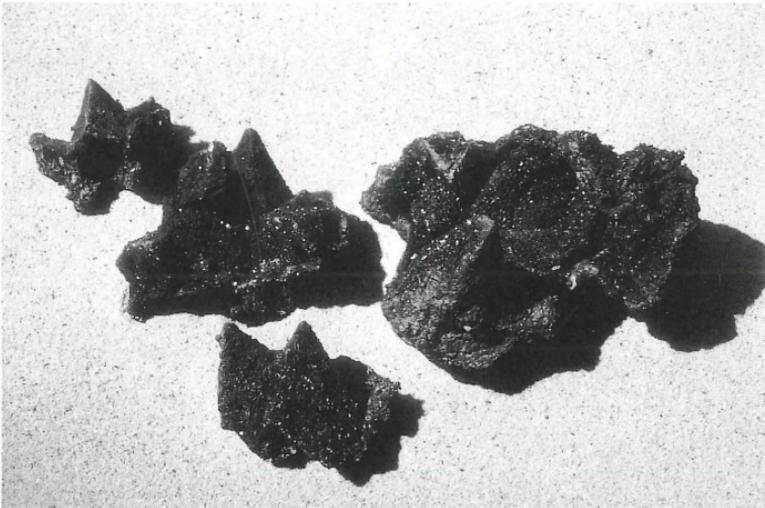


Abb. 12: Bräunlicher Hämatit, pseudomorph nach skalen-  
oedrischen Calcitkristallen (Umhüllungspseudomorphose) die mit kleinen Hämatittafeln überzogen ist, Breite der größten Stufe ca. 15 cm. Gefunden 1990 auf der 3. Sohle, von links nach rechts Sammlung Nr. 1767, 1704, 1797, 1796.

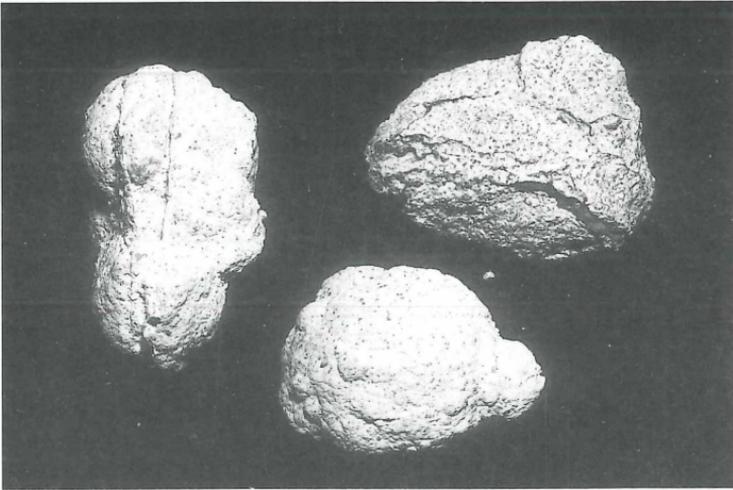


Abb. 13: An Konkretionen erinnernde Knollen (Lithophyten); an der rechten, oberen Knolle ist unten rechts ein Teil der Chalcedonfüllung zu erkennen. Die Größe der Stücke schwankt zwischen 6 und 8 cm. Gefunden 1984 auf der 1. Sohle, Sammlung-Nr. des unteren Stückes 2370, des linken St. 2366.

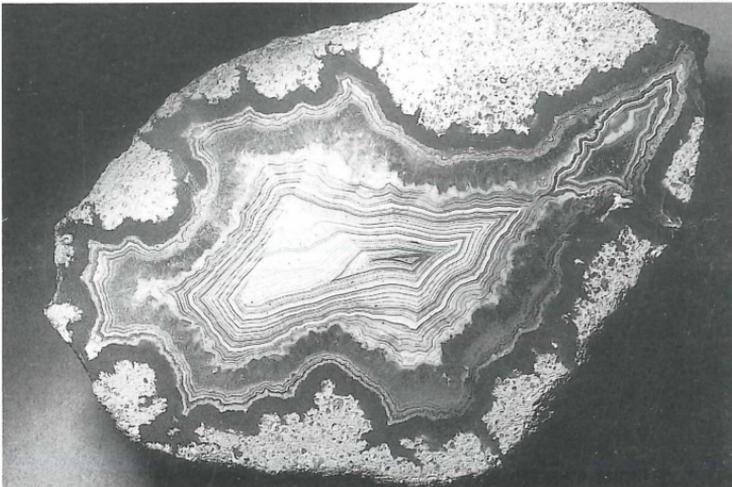
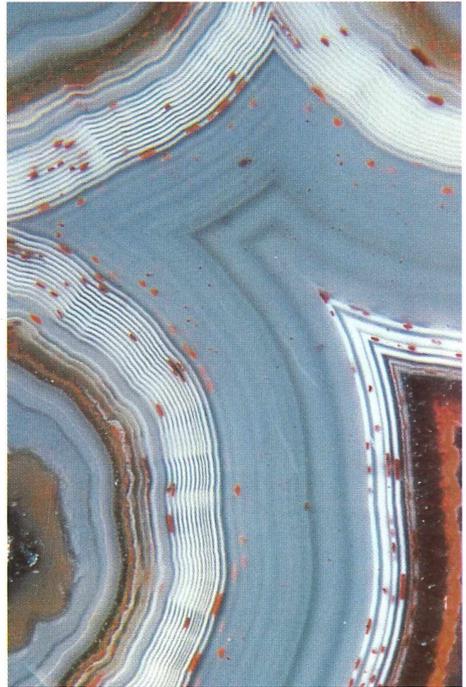
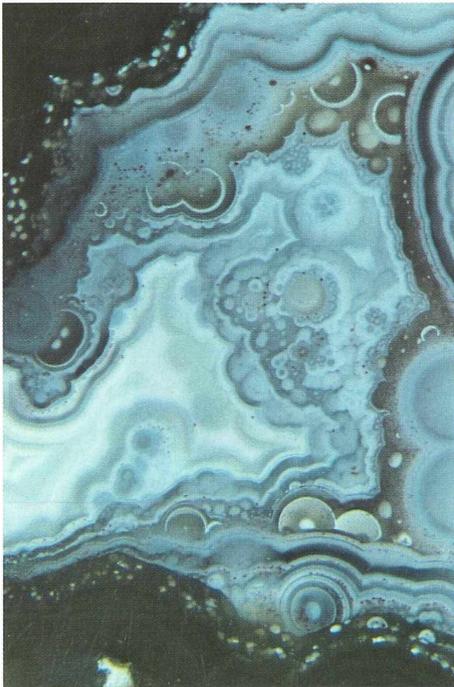


Abb. 14: Lithophyse, deren Inneres größtenteils mit Chalcedon (Achat) gefüllt ist. Das Stück ist angeschliffen, poliert und ca. 10 cm lang; Sammlung A. VORBECK, Goldbach.



**Abb. 15:** Eine mit rotbraunem Chalcedon (Achat) gefüllte Knolle, dessen Inneres größtenteils mit Quarz gefüllt wurde. In dem kleinen, noch verbliebenen Hohlraum sind Hämatitkristalle zu erkennen. Das Stück ist angeschliffen und poliert, Bildbreite 4 cm. Sammlung A. VORBECK, Goldbach.



**Abb. 16:** Zwei Beispiele für die Feinstrukturen im Achat. Gefunden auf der 1. Sohle (oben, siehe auch Abb. 53) 1985, Bildbreite 12 mm, Sammlung Nr. 1907, (unten) 1984, Bildbreite 1984, Sammlung Nr. 3738.

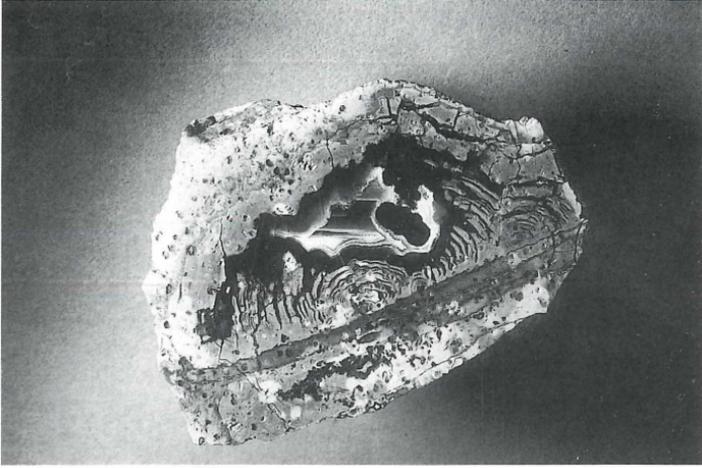


Abb. 17: Lithophyse mit Chalcedon, teilweise mit waagrechtter Schichtung (sogn. "Uruquay-Achat"); Das Stück ist angeschliffen und poliert, Länge 4,5 cm, gefunden 1984 auf der 1. Sohle, Sammlung-Nr. 3537.

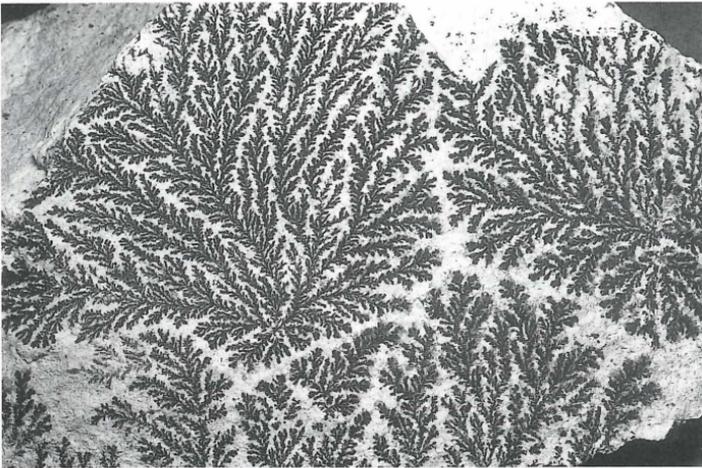


Abb. 18: Schwarzbraune Dendriten von Fe-Mn-Mineralien auf hellem Rhyolith, Bildbreite 7 cm. Gefunden 1972 auf der 1. Sohle, Sammlung-Nr. 2358.

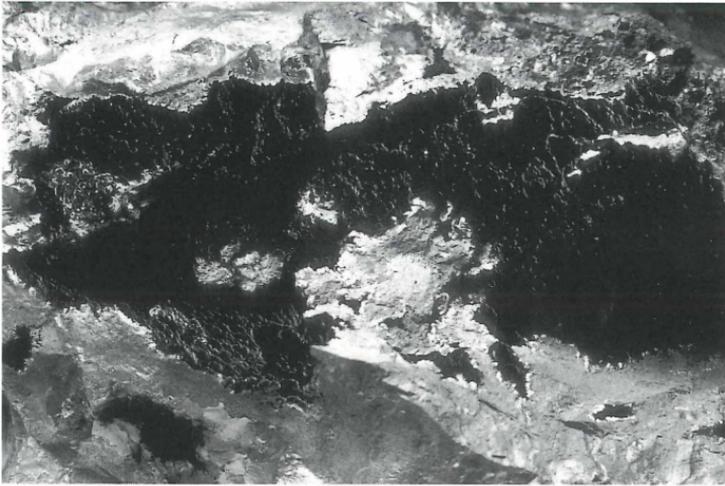


Abb. 19: Derber Braunit mit samtigen, tiefschwarzen Kryptomelan, gefunden 1990 auf der 3 Sohle. Bildbreite 3 cm, Sammlung Nr. 3697.

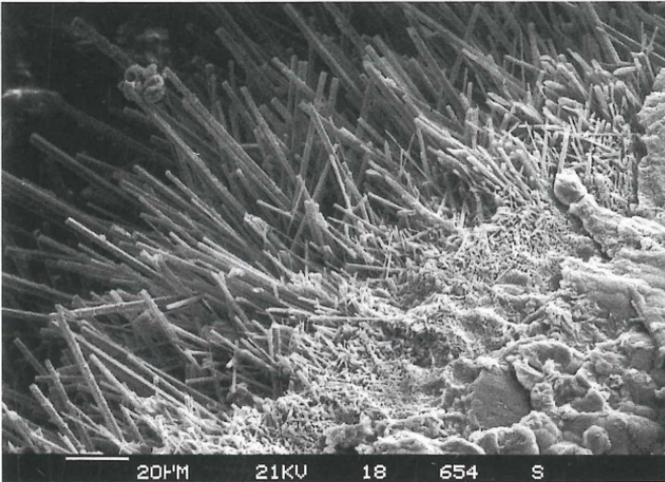


Abb. 20: Derber Kryptomelan mit strahlig-leistenförmigen, braunen Kryptomelankristallen, gefunden 1989 auf der 3 Sohle. Bildbreite 0,2 cm, Sammlung Nr. 3789. REM-Foto W. LANG.

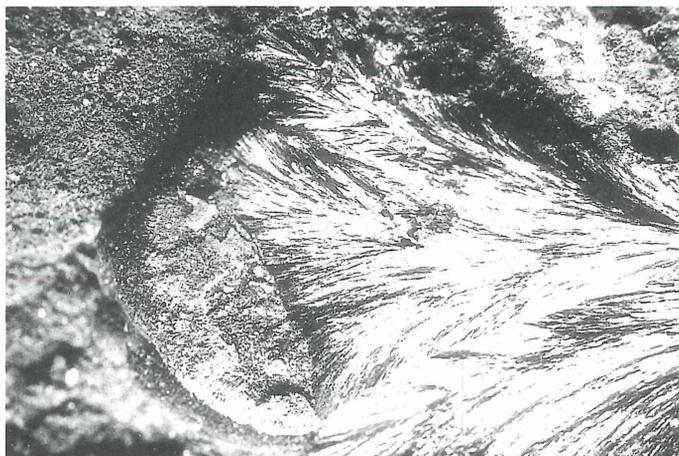


Abb. 21: Graubrauner, strahliger Todorokit, Bildbreite 10 mm. Gefunden 1984 auf der 2. Sohle, Sammlung-Nr. 0025.

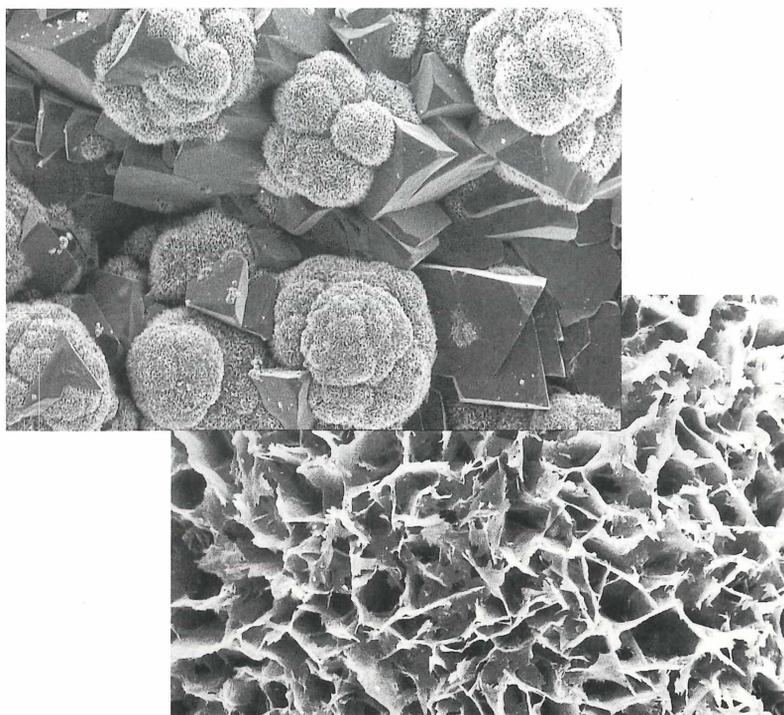


Abb. 22: Silbrig-bräunlich glänzende Todorokitaggregate auf gelbem Calcit. Bildbreite 2,1 mm, des Ausschnitts 0,1 mm, Sammlung Nr. 3521, gefunden 1989 auf der 3. Sohle. REM Foto W. LANG.

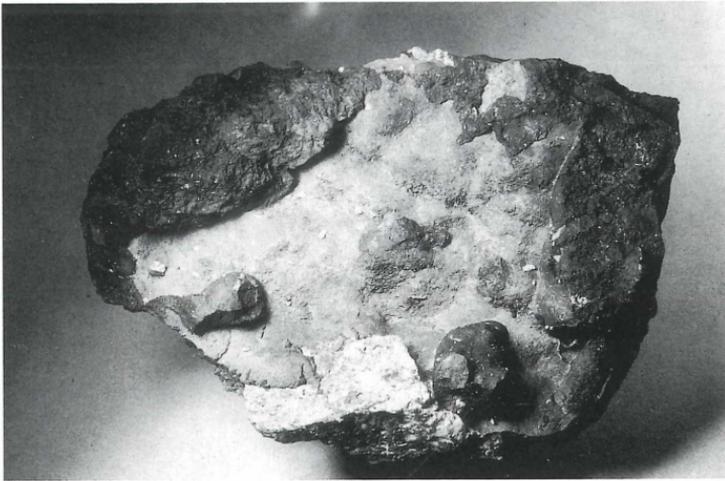


Abb. 23: Fe-Mn-Konkretion aus dem Grenzbereich zwischen den Zechsteinsedimenten und dem Rhyolith. Sie besteht in der Hauptsache aus einem röntgenamorphen Mn-Mineral und Goethit. Im Vordergrund ist ein kleines, weißes Rhyolithbröckchen teilweise eingeschlossen. Bildbreite 5 cm, gefunden 1989, N-Ecke der 1. Sohle, Sammlung-Nr. 2174.



Abb. 24: Lauchgrüner Brookitkristall mit Quarz und Illit aus einer Kluft im Muskovit-Biotit-Gneis der Kontaktzone. Bildbreite 0,5 mm, gefunden 1989 auf der 1. Sohle. Sammlung-Nr. 3174.



**Abb. 25:** Bunt schillernder Goethit als Überzug und Pseudomorphose auf und von Siderit. Bildbreite 7 mm, gefunden 1989 auf der 3. Sohle, Sammlung-Nr. 3618.



**Abb. 26:** Grobspießige Manganitkristalle, zu spießigen Aggregaten verwachsen und in einem Saum aus nadeligem Manganit eingebettet. Bildbreite 5 cm, das Stück ist angeschliffen und poliert, gefunden 1989, 3. Sohle, Sammlung-Nr. 1459.

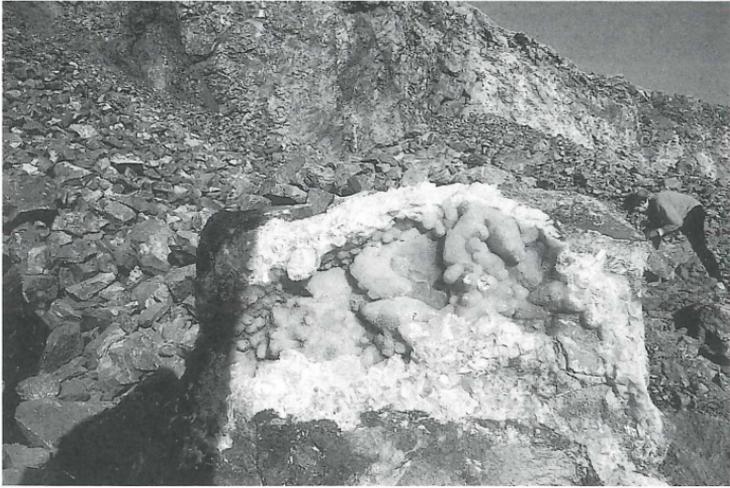


Abb. 27: Mit bis zu 5 cm großen, sklenoedrischen Calcitkristallen (1. Generation) ausgefüllter Hohlraum aus einem Calcitgang. Die großen Kristalle sind vollkommen von einem Rasen aus kleinen, gelblichen Calciten überzogen. Die Breite des Stückes beträgt ca. 30 cm (Sammlung BRAND), gefunden am 09.09. 1989 auf der 3. Sohle; im Hintergrund ist die Wand mit dem abgesprengten Haufwerk zu sehen.

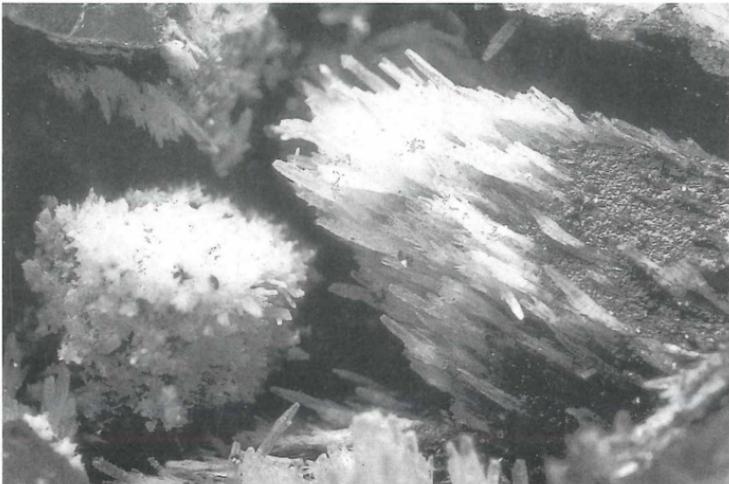


Abb. 28: Sklenoedrische Calcitkristalle, die von einer 2. Generation orientiert aufgewachsener, weißer Calcitkristalle überwachsen wurden. Darauf sitzen kleinste Todorokittäfelchen. Bildbreite 10 mm, gefunden 1984 auf der 2. Sohle, Sammlung-Nr. 1372.



Abb. 29: Farblose, hochglänzende Calcitkristalle, die nur aus einem Prisma (ohne Pyramide) bestehen und im Kern ein Phantom enthalten, auf gelbem Calcit aufgewachsen. Bildbreite 2,5 cm, gefunden 1988 auf der 3. Sohle, Sammlung-Nr. 3433.



Abb. 30: Wurmformige Calcitaggregate, bestehend aus winzigen parallel verwachsenen Calcitkristallen, die zu kleinen Scheibchen verwachsen; viele Scheibchen bilden die mehr oder weniger krummen Säulchen (siehe auch unter Calcit). Bildbreite 10 mm, gefunden 1984 auf der 2. Sohle, Sammlung-Nr. 0170.

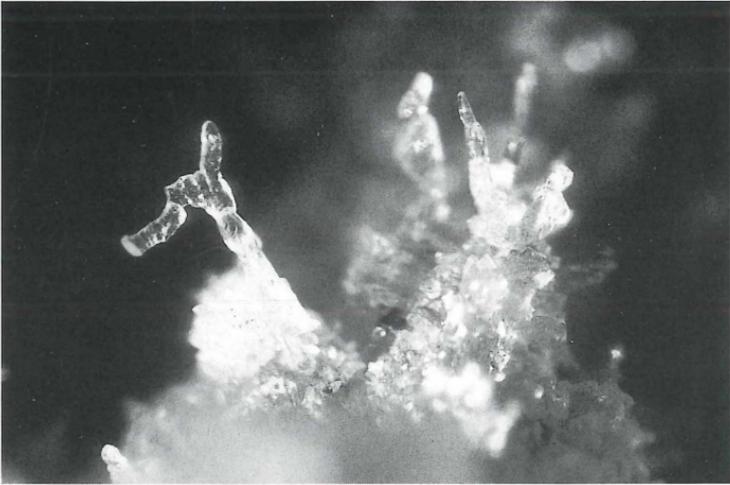


Abb. 31: Excentriques auf den Spitzen von Calcitkristallen. Bildbreite 3 mm, gefunden 1990 auf der 3. Sohle, Sammlung-Nr. 3520.

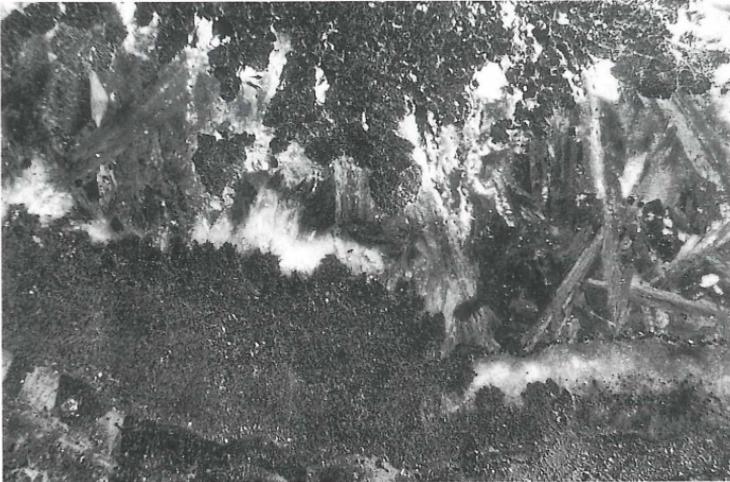


Abb. 32: Braune, leistenförmige Mangano-Calcitpseudomorphosen nach Manganit mit Calcit und Braunit. Bildbreite des angeschliffenen Stückes 10 mm, gefunden 1987 auf der 3. Sohle, Sammlung-Nr. 3396.

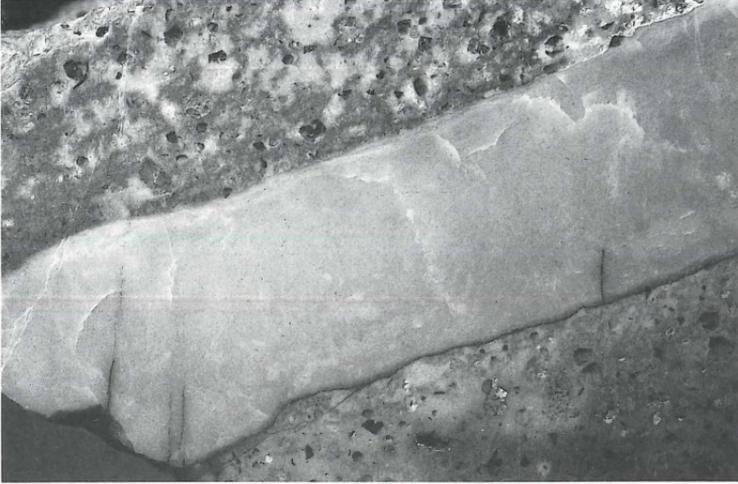


Abb. 33: Zartrosafarbener, feinkörniger Karbonatgang aus Kutnahorit und etwas Dolomit im Rhyolith. Bildbreite 3 cm, gefunden 1988, 3. Sohle, Sammlung-Nr. 1496.



Abb. 34: Farblose, hochglänzende, nadelige Aragonitkristalle mit etwas Brandtit auf Braunit. Bildbreite 6 mm, gefunden 1988, 3. Sohle, Sammlung-Nr. 2859.



Abb. 35: Blättrige, weiße Barytkristalle im Achat einer Lithophysa. Bildbreite 10 mm, gefunden 1986 auf der 1. Sohle, Sammlung-Nr. 1127.

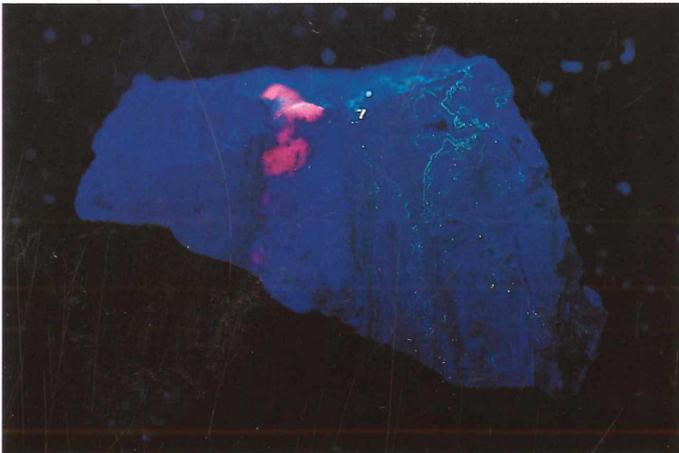


Abb. 36: Gangstück (angeschliffen, poliert und mit kurzwelligem UV-Licht beleuchtet), bestehend aus grünem Seladonit, farblosem bis weißem Calcit und etwas rosafarbenem Kutnahorit links der Mitte (vergleiche auch Abb. 51). Das Stück wird beiderseits vom Rhyolith begrenzt. Die Powellit-Körnchen und -Schlieren leuchten intensiv goldgelb (besonders in der Mitte oben und in der rechten Hälfte). Der Calcit fluoresziert rot. Bildbreite 8 cm, aufgenommen auf Kodachrome 25, Blende 3,5 bei 20 min Belichtungszeit, gefunden 1989 auf der 3. Sohle, Sammlung-Nr. 3797.



Abb. 37: Prismatische, teilweise parallel verwachsene, leicht rötliche Xenotimkristalle im Illit. Bildbreite ca. 0,3 mm. Foto W. LANG, gefunden 1985, 1.Sohle, Sammlung-Nr. 2385.

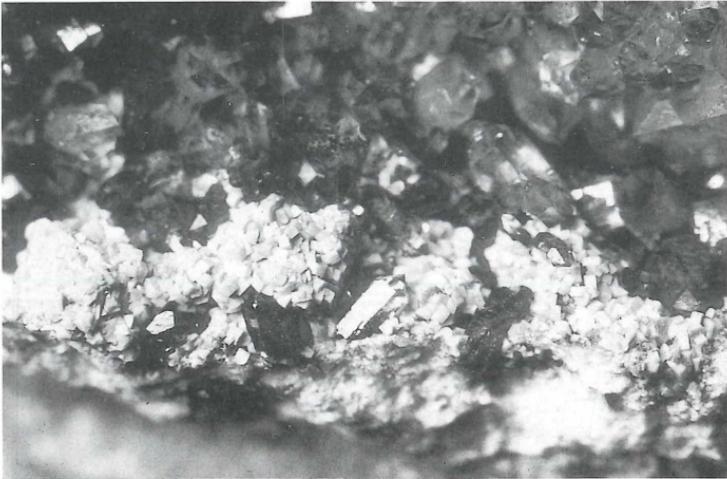


Abb. 38: Leicht rosafarbene Apatitprismen, die auf farblosen Quarz aufgewachsen sind. Bildbreite 7 mm, gefunden 1986 auf der 1. Sohle; Sammlung-Nr. 1518.

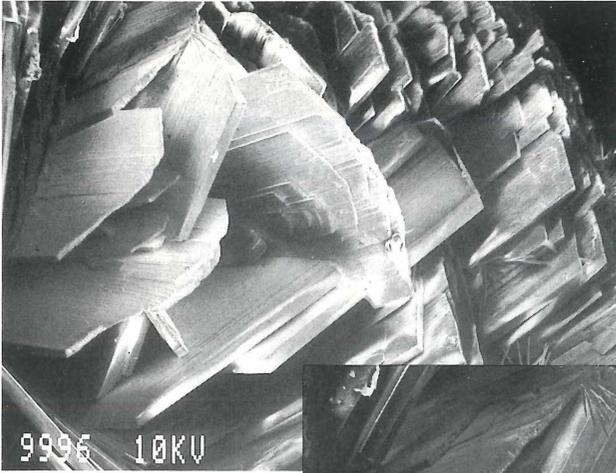


Abb. 39: Farblose, tafelige Brandtitkristalle, zu einem strahligen Aggregat verwachsen. REM-Aufnahme, Bildbreite 1 mm, des Ausschnitts 0,5 mm. Foto H. WEIDINGER, gefunden 1988, 3. Sohle, Sammlung-Nr. 2853.

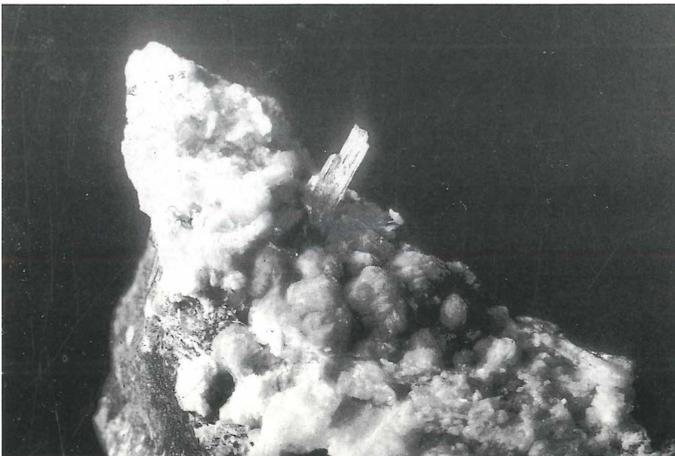


Abb. 40: Bräunlicher, rosettenartiger Brandtit, mit farblosen Aragonitkristallen. Bildbreite 15 mm, gefunden 1988, 3. Sohle, Sammlung-Nr. 2877.



Abb. 41: Farbloser Quarzkristall mit gelben Ba-Pharmacosideritkristallen. In der Ausschnittvergrößerung sind die Kombinationen von "Würfel" und Pseudotetraeder deutlich zu erkennen. Bildbreite 0,8 mm, des Ausschnitts 0,07 mm. Foto W. LANG, gefunden 1988, 1. Sohle, Sammlung-Nr. 3304.

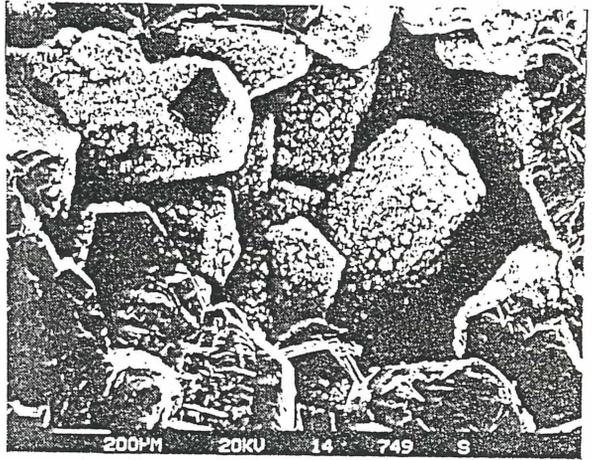
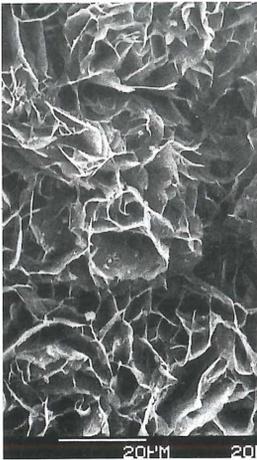


Abb. 42: Weiße Calcitkristalle, überkrustet von goldgelben, gitterartig verwachsenen Arseniosideritblättchen. Bildbreite 2,15 mm, des Ausschnitts 0,14 mm, REM-Aufnahme W. LANG, gefunden 1989, 3. Sohle, Sammlung-Nr. 3301.

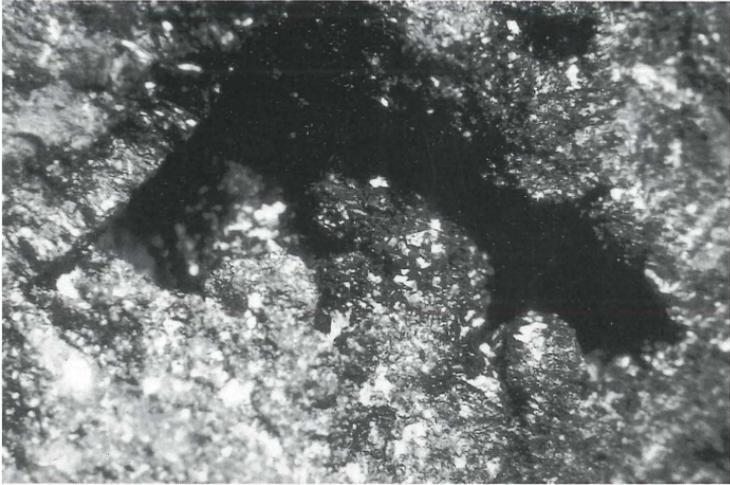


Abb. 43: Schwarze, hochglänzende, tafelige Kristalle vom Mn-Analogen zu Arseniosiderit auf Mn-Calcit. Am linken, 45° schrägen Rand der Druse ist die Kruste aus dem Mn-Analog. z. Arseniosiderit deutlich zu erkennen. Bildbreite 6 mm, gefunden 1989, Sammlung-Nr. 3455.

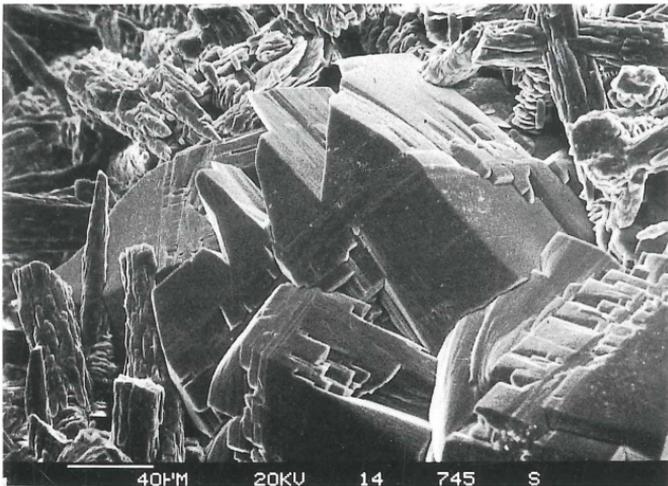


Abb. 44: Braune bis schwarze, tafelige Kristalle eines bislang nicht beschriebenen Mn-Analogons zu Arseniosiderit mit stäbchenförmigen, weißen Calcitkristallen. REM-Aufnahme, Bildbreite 0,31 mm Foto W. LANG, gefunden 1989 auf der 3. Sohle, Sammlung-Nr. 3302.

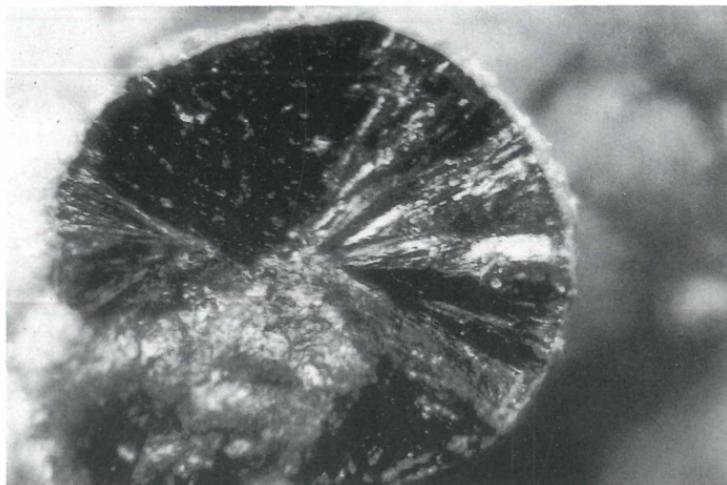


Abb. 45: Blättriges, radialstrahliges Aggregat des Mn-Analogons zu Arseniosiderit, von einer dünnen Schicht aus Arsenoisiderit überzogen. Gefunden 1989 auf der 3. Sohle, Bildbreite 3 mm, Sammlung Nr. 3788.

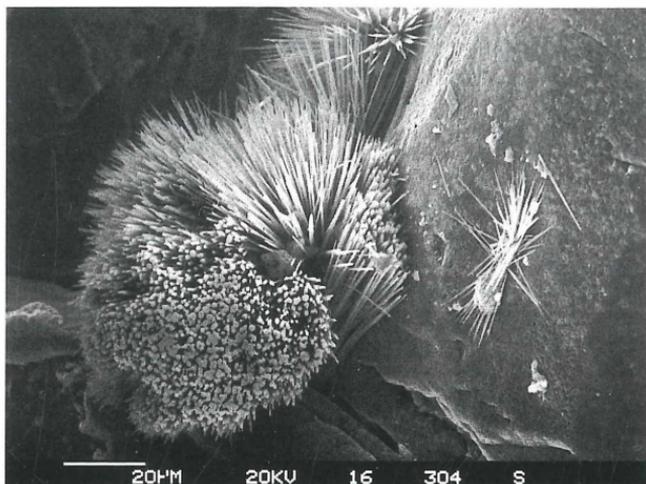


Abb. 46: Grüne, glasglänzende, nadelige Mixitkristalle auf Calcit. REM-Aufnahme, Bildbreite 0,15 mm, Foto W. LANG, gefunden 1990 auf der 3. Sohle, Sammlung-Nr. 3669.



Abb. 47: Gelbgrüner Autunitekristall auf zersetztem Rhyolith. Bildbreite 3 mm, gefunden 1985 auf der 2. Sohle, Sammlung-Nr. 2139. Das obere Bild zeigt das Stück bei natürlichem, das untere Bild den gleichen Ausschnitt bei langwelligem, ultraviolettem Licht.

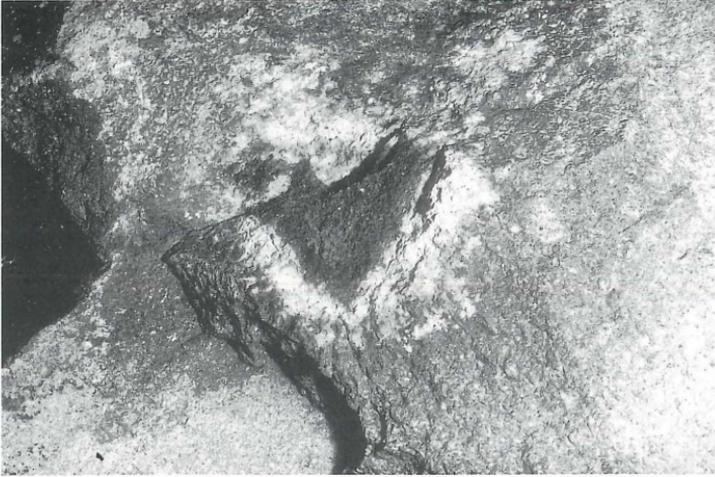


Abb. 48: Fremdgesteinseinschluß (Xenolith, Bildmitte), der von einer Ansammlung vieler Autunitkörnchen umgeben ist. Deren helle Höfe sind deutlich zu erkennen. Bildbreite 14 cm, gefunden 14.04.1984 auf der 1. Sohle; Das Stück konnte nicht vollständig geborgen werden, Sammlung Nr. 2345.

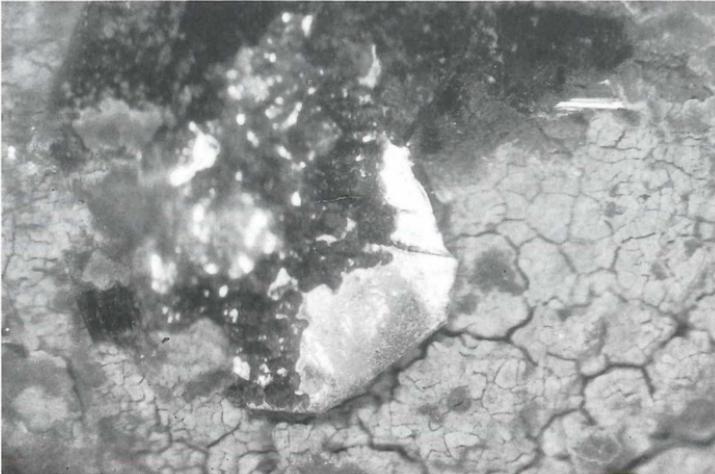


Abb. 49: 2 mm großer, grüner, tafeliger Zeuneritkristall auf von Rissen durchzogenem Chrysokoll. Gefunden 1977 auf der 1. Sohle, Sammlung-Nr. 0549.

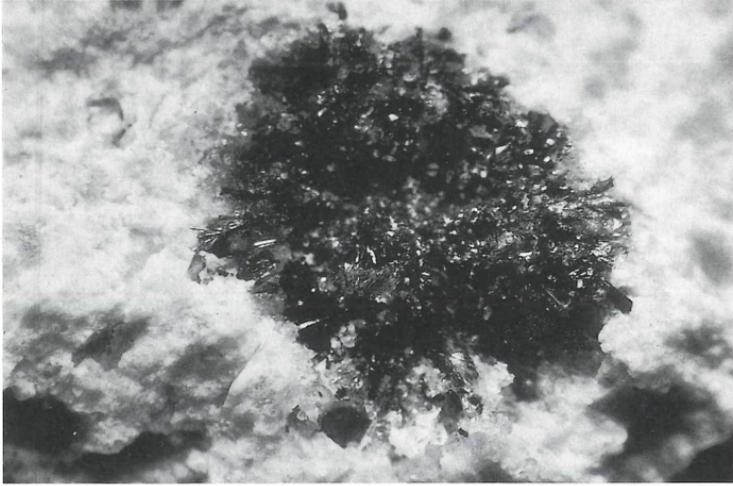


Abb. 50: Turmalin-"Sonne" im verkieselten Rhyolith, Bildbreite 5 mm, gefunden 1985 auf der 1. Sohle; Sammlung-Nr. 0310.



Abb. 51: Idiomorpher, grünlicher Turmalinkristall auf Quarz mit Illit, Bildbreite 3 mm, gefunden 1986 auf der 1. Sohle, Sammlung Nr. 1783.



Abb. 52: Grüner Seladonit in Karbonaten eingeschlossen. In der unteren Hälfte sind im auf dem Bild dunklen Braunit - auf der Abbildung nicht sichtbar - kleine Powellitkörnchen eingechsen. Bildbreite 5 cm, gefunden 1989 auf der 3. Sohle, Sammlung-Nr. 3409.

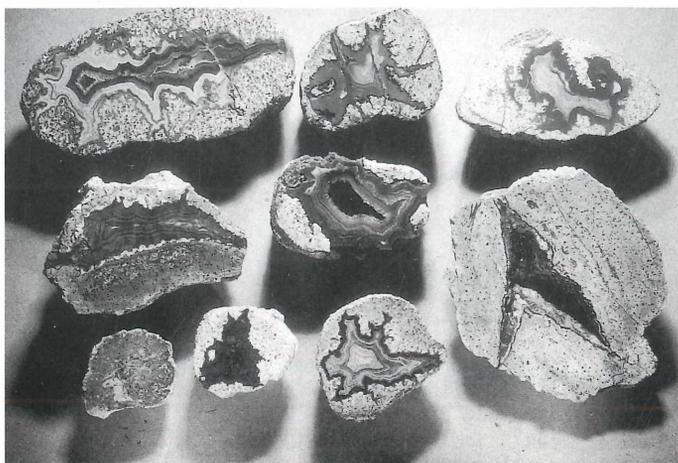


Abb. 53: Typische Knollen (Konkretionen), aufgesägt, geschliffen und poliert, von "leer" (links unten) über "mit Hohlraum" (mitte u. rechts) bis zu ganz mit Chalcidon "gefüllt" (oben). An den Stücken wurde nur der anhaftende Ton entfernt, so daß der Umriß erhalten blieb. Bildbreite 25 cm, gefunden zwischen 1984 und 1988 auf der 1. Sohle, von links nach rechts Sammlung-Nr. 1907, 3754, 1555, 1065, 3538, 3756, 1190, 3539, 0602.

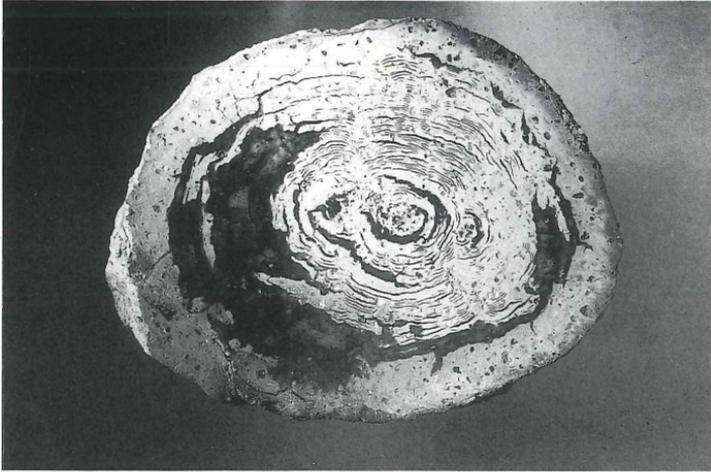


Abb. 54: "Typische Knolle" mit wenig Chalcedon, welcher die zwiebelschalig angeordneten Risse ausfüllt. In dem linken, breiten Chalcedonband sind 2, 0,4 mm messende Chalcopyritkörnchen eingewachsen. Die schwarzen Punkte im Zentrum sind kleine Turmalinkristalle. Das Stück wurde 1986 auf der 1. Sohle gefunden. Bildbreite beträgt 6,5 cm, Sammlung WEIS (Das Gegenstück befindet sich in der Sammlung LORENZ, Nr. 0023).

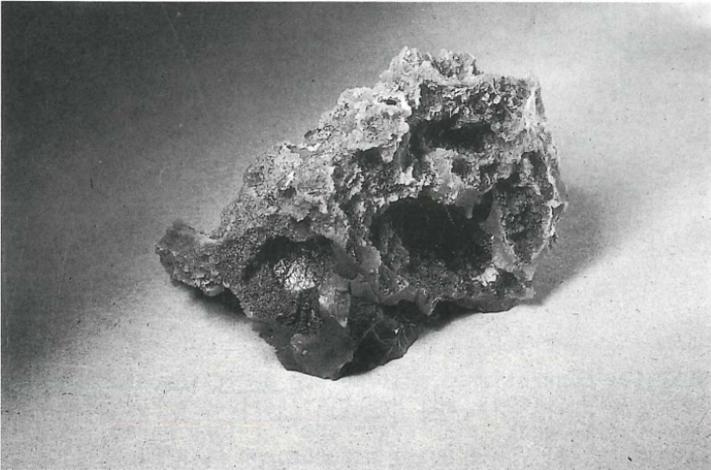


Abb. 55: Chalcedonfüllung, aus der Konkretion herausgelöst. Diese zeigt die spitzzulaufenden, auskeilenden Kanten deren Form überhaupt nicht an eine Gasblase erinnert. Bildbreite 3 cm, gefunden 1986 auf der 1. Sohle, Sammlung-Nr. 1448.

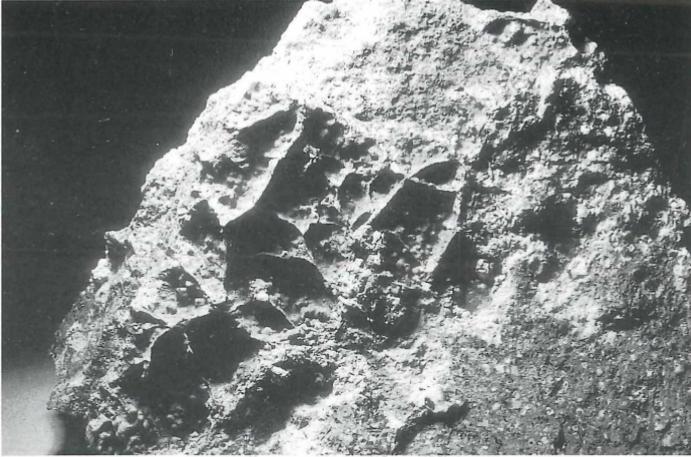


Abb. 56: Lösungskorrosionserscheinungen (links) im nicht verwitterten Rhyolith. Bildbreite 15 cm, gefunden 1989 auf der 2. Sohle, Sammlung-Nr. 3431.

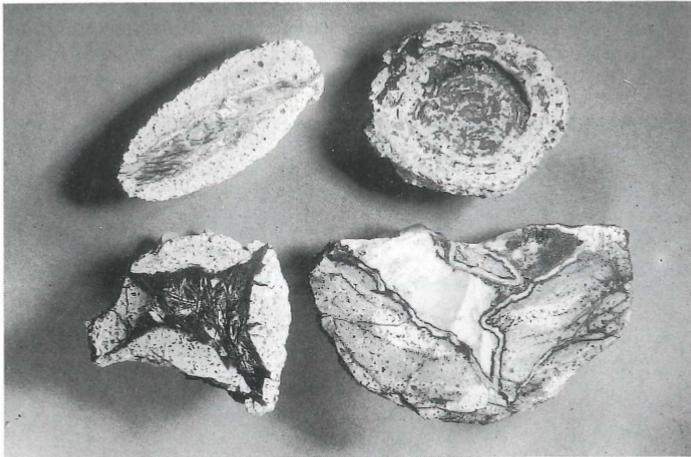


Abb. 57: Konkretionen mit weißem Baryt (rechts unten, Sammlung-Nr. 1499), mit Hämatit, teilweise pseudomorph nach Baryt, auch als "Eisenrahm" (links unten, Sammlung-Nr. 2781), mit Quarz pseudomorph nach Baryt (links oben, Sammlung-Nr. 2782) und mit Apatit (rechts oben, Sammlung Nr. 1586). Bildbreite 15 cm, alle Stücke stammen von der 1. Sohle und wurden 1986 gefunden.

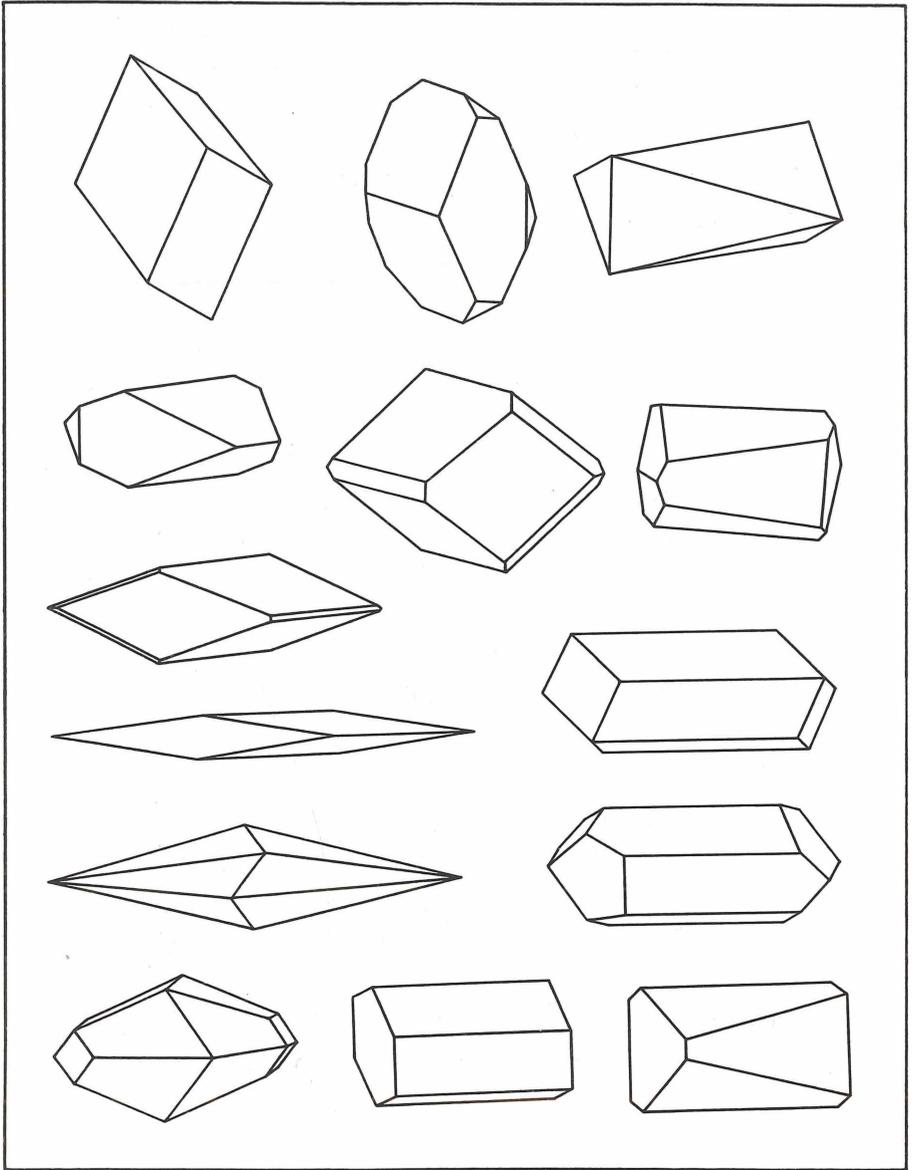
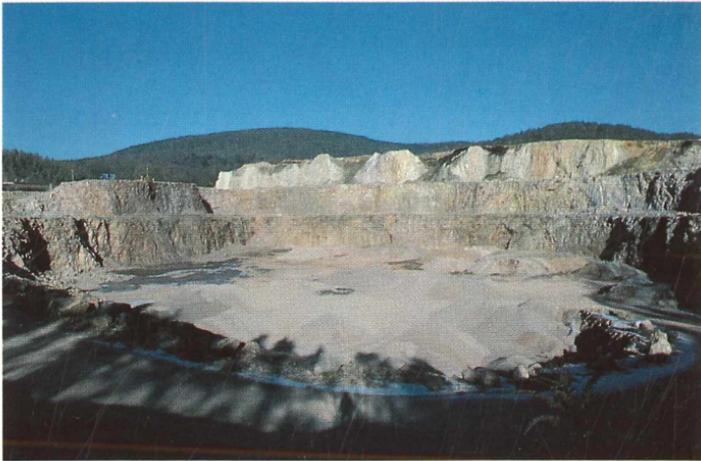


Abb. 58: Skizzen idealisierter Calcitkristalle wie sie in den Drusen der Erzgänge vorkommen. Die Ausbildung der Realkristalle weicht unter Umständen erheblich in Tracht, Habitus und Größe von den Skizzen ab.



**Abb. 59:** Blick durch das Fenster des Waage-Häuschens auf die Silo- und LKW-Verladeanlage. Im Vordergrund ist das Steuerpult für die Anlage zu sehen. Der Mitarbeiter H. KUNKEL ist gerade dabei (01.02.1991), einen LKW zu beladen.



**Abb. 60:** Blick in den z. Zt. noch 3-sohlgigen Rhyolithsteinbruch vom Rand des Bruches neben der Einfahrt mit Blick nach Norden. Im Hintergrund ist links der Gersberg und rechts der Querberg zu sehen. Die auf der Abb. 3 zu erkennende Halle aus Trapezblech wurde zwischenzeitlich versetzt; auf dem Rücken wird zum Zeitpunkt der Aufnahme (01.02.1991) gerade eine Sprengung zum weiteren Abbau vorbereitet.