

# **Das Vorkommen silberhaltiger Bleierze am Calesberg (Monte Calisio) bei Trient.**

Von

**Dr. Richard Canaval.**

**Sonderabdruck aus der „Zeitschrift für praktische Geologie“, Heft 1, 2 und 4, 1916.**

## Das Vorkommen silberhaltiger Bleierze am Calesberg (Monte Calisio) bei Trient.

Von

Dr. Richard Canaval.

### I. Örtlichkeit und Geschichte.

Die Umschrift des Stadtsiegels von Trient „Montes argentum mihi dant, nomenque Tridentum“ bezieht sich auf den Silberbergbau, der, wie J. von Sperges<sup>1)</sup> darlegte, am Calesberg<sup>2)</sup> umging, „welcher die Stadt von

Nordosten her ansieht, und von Majan bis Civezzan sich erstreckt.“ Der nordwestliche Teil dieses Berges über Majan wird von den Einwohnern il Monte della vacca, zu deutsch: der Küheberg, genannt. Daß auch hier schon in den ältesten Zeiten Bergbau umging, ergibt sich aus einem im Jahre 1213 zu Trient ausgesprochenen Bergabschiede, worin die Laboreria montis Vaccae besonders angeführt werden. „Man sieht noch auf

<sup>1)</sup> Sperges, J. von: Tirolische Bergwerksgeschichte, Wien 1765, S. 39.

<sup>2)</sup> M. Calis der Spezialkarte, Zone 21. Kol. IV. Trient.

dem Mittelgebirge des Calesberg da und dort die Mundlöcher der zu Sumpfe gegangenen Stollen, und wo von diesen sich nichts mehr dem Auge darstellt, habe ich gleichwohl selbst noch einige Pinggen und von der Dammerde bedeckte Halden wahrgenommen."

Erst J. Trinker<sup>3)</sup> und F. Posepny<sup>4)</sup>, dann in neuester Zeit: G. B. Trener<sup>5)</sup>, P. Duschnitz<sup>6)</sup> und die Gesellschaft „Mons Argentarius"<sup>7)</sup> haben die Großartigkeit dieser Bergbaureste hervorgehoben.

J. Trinker bemerkt, daß zwischen Monte Galina und Monte delle greve der „uralte Bergbau von Trient" sein Feld gehabt habe und in einem Umkreise von wohl mehr als drei Stunden fast keine Stelle vorhanden sei, ohne Spuren früherer bergmännischer Regsamkeit.

F. Posepny verweist zunächst auf die bereits oben erwähnten Bemerkungen J. v. Sperges, aus welchen man nur auf bescheidene Überbleibsel schließen könne, und fährt dann fort: „Um so größer war meine Überraschung, als ich auf dem Gebirgszuge weiter nördlich vom Calesberge an der Wasserscheide der zum Avisio und zur Fersina fließenden Gewässer Bergbaureste fand, welche, was ihre Zahl und Großartigkeit betrifft, alles übertreffen, was ich auf meinen vielfachen Besuchen verschiedener Bergreviere zu sehen Gelegenheit hatte."

Posepny versichert, daß die Anzahl der Pinggen, welche er vom Doso della Moncina aus überblickte, in die Tausende gehe, und daß er noch nirgends großarti-

gere Reste eines Duckelbaues zu Gesicht bekommen habe.

G. B. Trener führt aus, daß sich die alten Gruben über eine Oberfläche von fast 10 km<sup>2</sup> erstrecken und dieses ganze Gebiet von Tausenden von Pinggen bedeckt sei. Jede Pingge entspricht erfahrungsgemäß einem Schacht und jeder Schacht mündet in ein verzweigtes Streckenwerk. „Die Zahl der Schächte schätze ich auf mindestens 20—30 000 und die Gesamtlänge der Stollen (Strecken) auf 2—3000 km."

Die Schächte sind zum Teil verbrochen, zum Teil verstimmt worden, die Strecken befinden sich dagegen in einem ausgezeichneten Erhaltungszustande. Eine Befahrung des heute noch zugänglichen Teils dieses labyrinthischen Streckenwerks nimmt jedoch ein paar Wochen in Anspruch.

Die Gesellschaft „Mons Argentarius" schätzt die Zahl der Pinggen des ganzen Bergbauebietes, von der nicht unwahrscheinlichen Annahme ausgehend, daß auf je 100 m<sup>2</sup> eine Pingge komme, auf 100 000, und hat ihrer Schrift auch zwei lehrreiche und künstlerisch vollendete Ansichten der eigentümlichen Pinggenlandschaft beigegeben.

Die Reste des Betriebes der Alten liegen auf der weiten, dem Calesberg nach N vorgelagerten Hochebene, dem sog. Calisio-Plateau, ferner bei Giovo und Faedo, Roncogno und Villazano.

Am Calisio-Plateau, das im Süden vom Calesberg, im Westen vom Etschtale, im Norden vom Avisio (Cembratal) und im Osten von der Silla umgrenzt wird, nehmen diese Reste eine Fläche von ungefähr 8 km<sup>2</sup>, bei Giovo und Faedo am Ostabhange des Monte Corona nördlich vom Cembratale sowie bei Roncogno im Valsugana und bei Villazano südlich von Trient eine solche von beiläufig 4 km<sup>2</sup> ein.

Graf Kaspar Sternberg<sup>8)</sup> glaubt, daß die Silberbergwerke des Bistums Trient „vielleicht die ältesten in Deutschland", schon von den Römern gebaut wurden, und die offene Lage der Landschaft gegen das alte Kulturland Italien sowie der Umstand, daß Trient selbst eine alte römische Siedlung ist, haben später F. Posepny bestimmt, die Vermutung auszusprechen, daß der Bergbau von den Römern betrieben und im 12. und 13. Jahrhundert wieder aufgenommen worden sei.

<sup>8)</sup> Sternberg, Kaspar Graf: Umriss der Geschichte des Bergbaues und der Berggesetzgebung des Königreichs Böhmen. 2. Bd. Prag 1838, S. 4.

<sup>3)</sup> Trinker, J.: Bericht über die im Sommer 1844 vorgenommene geognostisch-montanistische Begehung, S. 42, Anhang zu dem Bericht über die am 16. Mai 1845 abgehaltene siebente Generalversammlung des Vereins zur geognostisch-montanistischen Durchforschung des Landes Tirol und Vorarlberg Innsbruck 1845.

<sup>4)</sup> Posepny, F.: Über den alten Bergbau von Trient in Tirol. Arch. f. pr. Geol. 1. Bd., 1850, S. 520.

<sup>5)</sup> Trener G. Battista: Le antiche miniere di Trento. Annuario della Società degli alpinisti tridentini V. XX, 1896—1898, S. 27. Notizie sulle antiche miniere di Trento, Tridentum Rivista di studi scientifici. Heft X, 1901. Die Baritvorkommnisse von Mte. Calisio bei Trient und Darzo in Judikarien und die Genesis des Schwerspats. Jb. d. k. k. Geol. R.-A., 1908, 58. Bd., S. 387. Progetto di struttamento delle miniere argentifere die Trento (als Manuskript gedruckt).

<sup>6)</sup> Duschnitz, P.: Geologisches und Bergmännisches in: Liramberger, O.: Levico-Führer. 1. Teil, Wien 1912, S. 18.

<sup>7)</sup> „Mons Argentarius", Le Miniere Argentifere di Trento. Rovereto 1914.

Für diese auch von M. v. Isser<sup>9)</sup> vertretene Anschauung lassen sich mehrere Umstände geltend machen, welche weiter unten berührt werden sollen.

Da die Alten ein **lagerartiges** Vorkommen verfolgten, das von tauben Schichten überdeckt wird, waren sie genötigt, dasselbe von Schächten aus aufzuschließen.

Sehr bemerkenswert ist nun die enorme Menge dieser Schächte, eine Tatsache, welche um so mehr ins Gewicht fällt, weil die Schächte zum Teil in einem recht harten Gestein abgeteuft wurden.

F. Posepny gibt die Tiefe der Schächte mit 50 bis 120 m an.

Nach W. Dewar<sup>10)</sup> beträgt die mittlere Entfernung eines Schachtes von dem anderen ungefähr 10 m, der Durchmesser der Schächte 1—2 m und deren Tiefe 20 bis 150 m.

Von den Schächten aus gingen die Alten der Lagerstätte mit Strecken nach, welche sie, wie es scheint, in der älteren Zeit als reine Abbaustrecken betrieben.

Die Grube S. Colomba und die Grotta delle Greve zeigen diese Ausbildungsweise recht deutlich.

Die Grube S. Colomba, welche auch von v. Isser erwähnt wird, liegt am Westrand eines flachen Grabens, östlich von der Ruine S. Colomba der Spezialkarte, in 852 m Seehöhe. Dieselbe stellt ein wahres Labyrinth von Abbaustrecken vor, das dem ausgedehnten Streckenwerk gleicht, welches die Alten in den Schottermassen der Goldseifen von Tragin bei Paternion in Kärnten<sup>11)</sup> auffuhren. Da in den stehengebliebenen Pfeilern von S. Colomba zum Teil noch ziemlich reiche Imprägnationen zu sehen sind, scheint denn auch dieses Streckenwerk ähnlich jenem in Tragin entstanden zu sein. Man verfolgte die reichsten Partien und ließ das Minderhältige zurück.

Durch den Graben bergauf, an dessen Westrand S. Colomba liegt, erreicht man in 839 m die gleichnamige, infolge des reichen Auftretens von Gasblasen bemerkenswerte Quelle und dann durch Föhrenwald mit vielen erratischen Blöcken nach O. ansteigend, die westlich von Fornace in 917 m Seehöhe beginnende Hochebene. Auf

derselben liegen zahllose Pingen, die sich nach S. bis zum Gipfel des Doss del Cuz (942 m) fortziehen.

Fast alle diese Pingen sind von ringförmigen Halden umgeben, die hauptsächlich bei den weiter nördlich gelegenen deutlich hervortreten.

Zu Tage reichende Zechenverbrüche scheinen hier nur bei der Kote 942 vorhanden zu sein und mit einem Bau in Verbindung zu stehen, der am SO.-Abhang des Doss del Cuz nahe der Kote 942 m in einer Seehöhe von 918 m ausmündet.

Wahrscheinlich sind diese Gruben mit dem Bau in Valcalde und die Stollenmundlöcher am W.-Abhange des Doss del Cuz mit den Bergbauresten bei Sta. Agnese identisch, die M. v. Isser erwähnt.

Die ringförmigen Halden auf der Hochebene weisen darauf hin, daß die Pingen von Schächten herrühren, welche vom Tage aus abgeteuft wurden.

Eine solche Halde ist in jüngster Zeit durchgeschnitten worden und besteht aus einem Material, das seiner Größe nach ziemlich gleichförmig ist und dadurch eine Gewinnung mit Meißel und Spitzhau wahrscheinlich macht.

F. Posepny glaubt, daß die Schächte mit Schlegel und Eisen getrieben worden seien, und bildet auch nach einer Aufnahme v. Sternbachs zwei alte Schächte des Barytbergbaus Pralongo bei Lavis ab.

Soweit sich dies mit einiger Sicherheit beurteilen läßt, scheinen die Gezähespuren in den Schächten jedoch etwas verschieden zu sein von den charakteristischen Furchen der Schlegel- und Eisenarbeit, dagegen entspricht die von Posepny dargestellte Form der Pingen und Halden ganz meinen Wahrnehmungen.

Da die trichterförmigen Pingen oft recht tief sind, — Posepny gibt bei 20—30 m Durchmesser Tiefen von 10—15 m an, und auf der Hochebene des Doss del Cuz liegen Pingen mit 20 m Durchmesser und 6 m Tiefe, deren tiefste Stelle ein kleiner sumpfiger Tümpel erfüllt, — wird man zu der Annahme gedrängt, daß alle diese Schächte ursprünglich aufgesattelt waren.

Die Aufsattlung, welche vielleicht ähnlich den sogenannten Bügelschächten gebaut war, vermorschte allmählich, so daß dann durch Nachbrechen des losen Materials eine konische Pinge entstehen konnte.

Haben nun aber die Alten alle Schächte knapp nebeneinander niedergebracht, so kann diesem Verfahren nur die Absicht zu-

<sup>9)</sup> Isser, Max von: Die Montanwerke und Schurfbaue Tirols der Vergangenheit und Gegenwart. Jb. d. Bergakademien. 36. Bd., 1888, S. 316.

<sup>10)</sup> Dewar, W.: Report on Mons Argentarius. M. S.

<sup>11)</sup> Vgl. Canaval, R.: Die Goldseifen von Tragin bei Paternion in Kärnten. Jb. d. k. k. geol. R.-A. 1885, 35. Bd., S. 107.

grunde gelegen haben, eine sehr große Mannschaft anzustellen. Da das ganze Streckennetz sich in standhaftem Gestein befindet, hätte man mit entsprechenden Fördereinrichtungen das Haufwerk an wenige Schächte heranbringen und durch diese ausfördern können. Eine solche Einrichtung wäre jedoch in einer Grube wie S. Colomba schon infolge der Beschaffenheit der Strecken, welche jede Möglichkeit einer Karrenförderung ausschließt, unendlich gewesen.

Am Hüttenberger Erzberge, dessen Betrieb zweifellos in die Römerzeit<sup>12)</sup> zurückreicht, sind nach F. Münnichsdorfer<sup>13)</sup> bis 1567 nur Körbe zur Förderung verwendet worden, und noch Hacquet<sup>14)</sup> fand hier „verflochtene Butten“, mit welchen man die Erze aus den Sohlbauen zu den Förderstrecken brachte.

Andererseits nimmt für das Massetaner Bergwerksrevier Th. Haupt<sup>15)</sup> an, daß noch im Mittelalter die Schachtförderung „höchstens mit eintrümigen Haspeln geschah.“ Bestanden ähnliche Verhältnisse auch am Calesberg, so war die Anzahl der Arbeitsorte, welche von einem Haspelschacht aus versehen werden konnten, so beschränkt, daß eine große Erzeugung auch sehr viele Haspelschächte erforderte.

Waren sehr viel solche Schächte da, so konnten allenfalls vorhandene Stollen nur zur Wasserlösung dienen.

In S. Colomba hat man denn auch tatsächlich im Lauf der letzten Jahre einen Stollen aufgefunden, dessen Mundloch fast unkenntlich ist und der die Grubenwässer in einer Seehöhe von ungefähr 796 m zutage bringt.

Zu einer Wagenförderung war dieser Stollen aber, infolge von Gesprengen, Absätze, die man vielleicht besonderer Gesteinsfestigkeit wegen machte, nicht verwendbar.

Da hier fast alle Anzeichen einer Halde fehlen, verdankt vielleicht auch die oben erwähnte Quelle S. Colomba einem solchen Stollen ihr Dasein. Wie A. Petz-

holdt<sup>16)</sup> bemerkt, sollen die aufsteigenden Gasblasen aus Kohlensäure, nach einer Mitteilung des Herrn Bergingenieur A. Brodmann aber aus atmosphärischer Luft bestehen. Ein Mitreißen von Luft wäre jedoch bei einem unterirdischen Wasserabfluß nicht unverständlich. Eine nähere Verfolgung dieser Frage könnte deshalb von einigem Wert werden, weil Abbaubetriebe der Alten unter jener Tiefe, bis zu welcher die Wässer durch einfache Mittel gehalten werden konnten, nicht wahrscheinlich sind.

Reste oberflächlicher Grabungen befinden sich am Doss delle Greve (989 m), an dessen westlichem Abhang auch unterirdische Arbeiten zu sehen sind.

Die hier gelegene Grotta delle Greve (947 m) ist im Vorjahre durch eine Pinge zugänglich gemacht worden und bildet ein ähnliches Labyrinth wie die Grube S. Colomba. Recht auffällig sind hier die kuppelförmig gekrümmten Firsten der alten Verhaue, welche in Verbindung mit einschlägigen Beobachtungen F. Posepnys<sup>17)</sup> unwillkürlich zur Vorstellung drängen, daß diese Formen durch Feuer setzen und Nacharbeit mit einer Keilhaue entstanden seien.

Für die Anwendung der Feuer setzarbeit sprechen denn auch ein Fund von Bleioxid, den ich hier machte, sowie der Umstand, daß stellenweise an dem erzführenden Gestein fast dieselbe ziegelrote Farbe zu sehen ist, welche auch Stücke gleichen Materials auszeichnet, die in einem alten Kalkofen östlich von Fornace gebrannt wurden.

Zweifellose Reste von Setzholz sind allerdings, wie mir Herr Bergingenieur P. Duschnitz mitteilte, bisher nicht entdeckt, und Ruß ist von mir nur als schwacher, von Kalksinter überdeckter Beschlag beobachtet worden. Während des langen Zeitraums, der seit dem Grubenbetrieb der Alten verflossen ist, können aber die kohligen Reste der Feuer setzarbeit durch langsame Umwandlung in Kohlensäure wohl verschwunden sein.

Einer Sage nach soll der Lago Santo am Ostfuße des Doss delle Greve durch den Verbruch alter Zechen entstanden sein. Das flache, aus rotem Bozener Porphyrt bestehende nördliche Ufer des Sees läßt sich nicht gut mit dieser Sage in Einklang bringen, wohl aber der Umstand, daß

<sup>12)</sup> Vgl. Seeland, F.: Österr. Zeitsch. f. B. u. H., 33. Jg. 1885, S. 294.

<sup>13)</sup> Münnichsdorfer, Friedrich: Geschichte des Hüttenberger Erzberges, Klagenfurt, 1870, S. 58.

<sup>14)</sup> Hacquets mineralogisch-botanische Lustreise von dem Berg Terglou in Krain zu dem Berg Glockner in Tirol in den Jahren 1779 und 1781. Wien, 1784, S. 106.

<sup>15)</sup> Haupt, Theodor: Bausteine zur Philosophie der Geschichte des Bergbaues. 2. Lief. Leipzig 1866, S. 24.

<sup>16)</sup> Petzholdt, Alexander: Beiträge zur Geognosie von Tirol. Leipzig 1843, S. 215.

<sup>17)</sup> Posepnys, F.: Die Erzlagerstätten von Kitzbühel in Tirol und dem angrenzenden Teile Salzburgs. Arch. f. pr. Geol. 1. Bd. Wien 1880, S. 386.

am südlichen Ufer einzelne Pingen bis zum Wasserspiegel niederreichen, die alten Verhau daher noch tiefer gelegen waren.

Es ist nicht anzunehmen, daß alle Schächte gleichzeitig im Betrieb standen. Man gab einen Schacht auf, nachdem er seinen Zweck erfüllt hatte und die Förderwege zu lang wurden, führte den Abbau daher in gewissen Fronten vor, die mit einem Heer von Bergarbeitern belegt waren, und wählte zugleich die hauptsächlichsten Zufahrtswege, Schmelzstätten u. dgl. dergleichen, daß sie außerhalb der vorrückenden Abbaufrenten lagen.

Von Fornace aus führt eine alte sehr gleichmäßig ansteigende Straße, deren Pflasterung stellenweise noch recht gut zu erkennen ist, auf die Hochebene des Doss del Cuz, und eine gleiche Straße, deren Pflasterung — wo sie noch erhalten ist — an den Weg von Klausen nach Seben erinnert, kann von S. Colomba aus bei der Casa dei Ladri vorbei, gegen den Doss delle Greve verfolgt werden.

Nach v. Isser<sup>18)</sup> sollen die Gefälle des Calesberges zu Fornas (Fornace) verhüttet, und die letzten Ruinenreste der dortigen Hütte erst durch das Hochwasser des Jahres 1882 zerstört worden sein.

Fornas ist unschwer auf das lateinische fornax zurückzuführen, — eine Bezeichnung, die vermuten läßt, daß hier Öfen standen, — und entspricht auch seiner Lage nach der von M. F. Gaetzschmann<sup>19)</sup> mitgeteilten Beobachtung Gobets, daß die Römer in den Pyrenäen ihre Öfen auf den Gipfel oder in die halbe Höhe der Berge setzten.

Nach der Spezialkarte beträgt die Seehöhe des Doss del Cuz 942 m, des Ortes Fornace 714 und einer Mühle an der Silla knapp unter Fornace 593 m, so daß der Ort Fornace tatsächlich ziemlich genau auf halber Höhe gelegen ist.

Dagegen kann sich die Angabe über die Zerstörung der Hütte von Fornace wohl nur auf die von P. Duschnitz angegebene Örtlichkeit Alle Slacche<sup>20)</sup> beziehen; abgesehen davon, daß Fornace zu hoch über der Talsohle liegt, als daß eine solche Zerstörung wahrscheinlich wäre, sind die Öfen der Alten kaum mit Gebläsen versehen gewesen, die eine Wasserkraft nötig gehabt hätten.

<sup>18)</sup> a. a. O. S. 315.

<sup>19)</sup> Gaetzschmann, M. F.: Die Auf- und Untersuchung von Lagerstätten nutzbarer Mineralien. Freiberg 1856, S. 361.

<sup>20)</sup> In der Spezialkarte: „Slacche“ südlich von Civezano.

Die beiden oben erwähnten Straßen sowie Fornace liegen außerhalb des eigentlichen Abbaufeldes.

Alle diese Umstände entsprechen der Betriebsweise der Alten, insbesondere der Römer.

Da nun aber auf der Hochebene des Doss del Cuz auch römische Münzen aus der späteren Kaiserzeit gefunden wurden, welche Herr Clemente Girardi in Fornace besitzt, kann an dem Betrieb des Calesberges in der Römerzeit nicht wohl gezweifelt werden.

Eine etwas andere Ausbildungsweise der Strecken, als sie die Grube S. Colomba und die Grotta delle Greve zeigen, ist in einer Grube zu erkennen, welche knapp am Wege von Civezano nach Montevaccino in 534 m Seehöhe liegt.

Es sind hier zwei erzführende Zonen vorhanden, welche flach nach Süden einfallen.

Die Arbeiten der Alten bewegten sich hauptsächlich in der oberen Erzzone, dehnten sich aber auch auf die von der oberen 5 m entfernte tiefere Erzzone aus.

So wie in den Goldseifen von Tragin können auch hier zwei Zeitperioden unterschieden werden: eine ältere, in der man die Hauptmasse des riesigen Streckenwerks getrieben hat, und eine jüngere, in der stehengebliebene Reste gewonnen wurden.

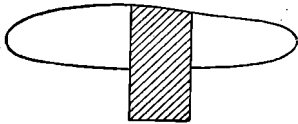
In der älteren Zeit bediente man sich, wie in S. Colomba und in der Grotta delle Greve, einer Keilhaue, welche bogenförmig gekrümmte, zum Teil recht tiefe Rillen hinterließ, in der jüngeren arbeitete man mit Schlegel und Eisen. Die deutlichen Spuren dieser letzteren Arbeitsweise passen denn auch, wie mir Herr Dr. G. B. Trenner mitteilte, zu den in der Grube gefundenen Eisen.

In die ältere Betriebsperiode scheint auch ein Versuch zu fallen, den sogenannten Calisio-Sprung auszurichten. Bei dieser Ausrichtung, deren Grundgedanke zwar richtig war, welche jedoch infolge der beträchtlichen Sprunghöhe nicht hätte durchgeführt werden können, wurde zunächst der NNO streichende und nach NNO verflächende Sprung überbrochen und dann im Dolomit mit einem runden Gesenk von 0,8 m im Durchmesser niedergegangen, der Fortbetrieb dieses Gesenkes aber schon nach Erreichung einer Tiefe von 16 m aufgegeben.

Zur Fahrung in dem Gesenk dienten Tritte, die man nach Art von Bühnlöchern

eingehauen hat. Ähnliche Fußtritte erwähnt M. F. Gaetzschmann<sup>21)</sup> von den engen runden Schächten am Monte Cattini in Toscana.

In der jüngeren Betriebsperiode scheinen Einrichtungen zur besseren Streckenförderung getroffen worden zu sein, welche aus folgender, dem Rapport W. Dewars entnommenen Skizze ersichtlich sind.



Der schraffierte Teil stellt die Förderstrecke und der unschraffierte den Raum vor, der durch den Abbau der Minerallagerstätte entstand.

Ich vermute, daß der Sohnachriß in die Zeit fällt, in der man mit Schlegel und Eisen eine Nachlese vornahm. Da man nicht mehr aus dem Vollen schöpfen konnte und auch nicht mehr über so billige Arbeitskräfte verfügte wie in der Römerzeit, lag es nahe, die Förderwege zu verbessern, um von einem Zugang aus weiter ausgreifen zu können.

Ein in 500 m Seehöhe angesteckter und fast senkrecht zum Schichtenstreichen eingetriebener, noch gut fahrbarer Stollen, der an Arbeiten des 14. oder 15. Jahrhunderts erinnert, ist vielleicht aus demselben Grunde aufgeschlagen worden.

Besonders deutlich tritt nach einer Skizze, die ich Herrn Dr. G. B. Trener verdanke, der Unterschied zwischen Förderstrecke und Verhau beziehungsweise Abbauraum in einer jetzt kaum mehr zugänglichen Grube am Monte Gallina zu Tage, wo die Alten mit einem 0,8 m hohen Verhau einem ungefähr 50 m breiten und über 100 m langen flach einfallenden Erzmitteln folgten, das sie in regelmäßigen Abständen mit 1,6 m hohen Strecken vorrichteten.

Dieser Verhau, der seiner Anordnung und Gestalt nach, auf eine reine Schlegel- und Eisenarbeit verweist, gehört wahrscheinlich ganz der späteren Bauperiode an.

F. Posepny lernte am Monte D'Allasso eine Tropfsteinhöhle kennen, welche sich als „ein vielfach mit Schlägel und Eisen geführter und sodann mehrfach durchgekutteter Verhau“ erwies, und vermutet, daß der Betrieb dieses Verhau,

sowie ähnlicher „Höhlen“ in Val Calda in eine andere Periode als der Betrieb der Schächte falle.

Die Vermutung, daß die Bergbaugeschichte des Calesberges mindestens zwei voneinander gut getrennte Zeiträume zu unterscheiden habe, trifft gewiß vollkommen zu.

Die Verhaue der Alten konnten schon aus Rücksicht auf die Standhaftigkeit der ausgebrannten Gewölbe über eine gewisse Größe nicht ausgedehnt werden, und bei den später angelegten Förderstrecken beschränkte man sich, dem damaligen Stande der Technik entsprechend, auf kleine Abmessungen. Die Querschnitte der jetzt offenen Räume liegen daher zwischen recht weiten Grenzen, ungefähr zwischen  $1 \times 0,5 = 0,5 \text{ m}^2$  und  $4 \times 40 = 160 \text{ m}^2$ .

Die Schrift der Gesellschaft „Mons Argentarius“ enthält Abbildungen alter Eisen und Schlegel, der von F. Posepny erwähnten Lampen und alter Mühlsteine.

Eisen und Schlegel der hier abgebildeten Form standen in den Ostalpen noch im 18. Jahrhundert in Verwendung.

Die Grubenlampen sind „schüsselförmige, plumpe Gefäße von 2—3 kg Gewicht, aus einem schneidbaren Gesteine, u. zw. aus dem unmittelbaren Nebengestein der Erzlagerstätte, wie ihre Untransportabilität andeutet, höchst wahrscheinlich in der Grube selbst angefertigt.“ Da solche schüsselförmige Vertiefungen als „stationäre Lampen“ auch an einzelnen hervorragenden Gesteinspartien in der Grube sich finden, stammen sie wahrscheinlich aus der älteren (römischen) Betriebsperiode. Durch die Einwirkung des Feuerstzens ist das an und für sich sehr feste, Braunspat führende Nebengestein mürbe gebrannt worden, so daß dann aus demselben solche rohen Lampen, die eine Besonderheit der hiesigen Gruben zu sein scheinen, ausgearbeitet werden konnten.

Die Mühlsteine gleichen denen der Hohen Tauern und lassen eine Altersbestimmung deshalb kaum zu, weil derartige Mühlen während sehr langer Zeit in Verwendung waren. C. C. de Florencour<sup>22)</sup> erwähnt sie bei den Ägyptern und Römern, J. J. Binder<sup>23)</sup> vom Laurion, und in den Ostalpen erhielten sie sich bis in die neueste Zeit.

<sup>22)</sup> Florencourt, C. C. de: Über die Bergwerke der Alten. Göttingen 1785, S. 24.

<sup>23)</sup> Binder, Joh. Jul.: Laurion. Die attischen Bergwerke im Altertum. Jahresber. der k. k. Staats-Oberrealschule in Laibach für 1894/95, Laibach 1895, S. 22.

<sup>21)</sup> M. F. Gaetzschmann: a. a. O. 376.

Aus dem Umstande, daß Mühlsteine besonders häufig am Montevaccino, dem Küheberg J. von Sperges' vorkommen, läßt sich daher wohl nur schließen, daß sie wahrscheinlich im Mittelalter noch benutzt worden sind.

Ein aus Granitporphyr bestehender Läufer, welcher nächst der Grube S. Colomba aufgefunden wurde, und bei 40 cm Durchmesser eine Stärke von 7 m besitzt, könnte denn auch aus einer Erzmühle stammen, wie sie J. Niederist<sup>24)</sup> beschrieben hat. Derartige Mühlen waren aber nach C. J. B. Karsten<sup>25)</sup> in Bleiberg-Kreuth noch in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts im Gebrauch.

Wenn die Steine in Bleiberg-Kreuth einen größeren Durchmesser: 71 cm besaßen, so ist dies dem Umstand zuzuschreiben, daß sie von einem Wasserrad angetrieben wurden, wogegen hier an Stelle der fehlenden Wasserkraft Menschenkraft Verwendung fand.

W. Dewar teilt folgende Analyse einer Schlackenprobe mit, die nach Herrn Dr. G. B. Trenner von Alle Zlache stammt.

Si O <sub>2</sub> . . . . .	41.30 %
Ba O . . . . .	29.40
Ca O . . . . .	6.00
Mg O . . . . .	6.40
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	11.10
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	4.10
Mn O . . . . .	0.20
Pb . . . . .	1.08
S . . . . .	0.30
	99.88 %

Trotz des hohen Gehalts an Ba ist der Bleigehalt sehr gering und der Silbergehalt beträgt nur 27 g pro t; W. Dewar sagt daher gewiß mit Recht: „That the ancients were capable metallurgists, this slag gives abundant evidence.“

Die Schlacke gehört aber auch nicht der älteren Zeit an, sondern fiel, wie schon der Ortsname vermuten läßt, in einem von deutschen Bergleuten betriebenen Hüttenwerk.

Da man hierbei Wasserkraft verwendete, wurde die Hütte an einem Bache erbaut, und da der Betrieb dieser Hütte noch in das 14. Jahrhundert hinaufreichen dürfte, wäre es auch nicht unmöglich, daß die Reste derselben erst im 19. Jahrhundert zerstört wurden.

Über die Geschichte des Bergbaus am Calesberg im Mittelalter sind von J.

von Sperges und insbesondere von M. von Wolfstrigl-Wolfskron<sup>26)</sup> Mitteilungen gemacht worden.

Beide Forscher haben auch die wichtigen, diesen Bergbau betreffenden Ordnungen veröffentlicht, von welchen der Bergwerksvertrag vom 24. März 1185 zwischen Bischof Albrecht von Trient und den Gewerken daselbst, nach G. Wenzel<sup>27)</sup> die älteste uns bekannte Bergordnung nicht nur in Tirol, sondern in Deutschland überhaupt ist.

Die Gewerken waren nach von Wolfskron größtenteils Deutsche. Da die Ordnungen von einem aus ihrer Mitte gewählten Rat entworfen und vom Bischof nur bestätigt wurden, enthalten sie auch manche der deutschen Sprache entnommene und in den lateinischen Text hineingerenkte, nahezu unverständliche Worte, wie: Caraitare (raiten) carovegus (Karrenweg), dorslagum (Durchschlag), Xurfus (Schurf) und dergleichen.

Eine eingehende Erörterung dieser bergrechtlichen Bestimmungen, als deren Ausläufer nach Voelkel<sup>28)</sup> die v. Massa in Oberitalien angesehen werden, dürfte vielleicht zu dem Schluß führen, daß es sich hier nur um eine Anpassung an schon bestehende, durch die Reste älterer Arbeiten bedingte Verhältnisse handelt.

W. Dewar glaubt, daß die mittlere Entfernung der Schächte voneinander der Größe damaliger Grubenmaße entsprochen habe. Bei Wiederaufnahme des Betriebes war diese Entfernung gewiß auch rechtlich von Bedeutung, kaum aber zu der Zeit, als die Schächte abgeteuft wurden.

Bei dem sächsischen Regalbergbau ist nach M. F. Gaetzschnann<sup>29)</sup> das streichende Grubenfeld ursprünglich nach Lehen zu je 7 Lachter Länge vermessen worden, mit der Bedingung, jedes Lehen mit einem besonderen Schachte bauhaft zu halten. Die Entfernung der Schächte voneinander war daher, da eine alte sächsische Lachter wahrscheinlich 1983 mm maß, allerdings nur ungefähr 14 m, indes diese Bestimmung bezog sich auf das Ausgehende reicher Gänge, mit dem die tiefliegende Impräg-

<sup>26)</sup> Wolfstrigl-Wolfskron, Max von: Die Tiroler Erzbergbaue 1301—1665. Innsbruck 1903, S. 1.

<sup>27)</sup> Wenzel, Gustav: Handb. des allgemeinen österreichischen Bergrechtes. Wien 1855, S. 66.

<sup>28)</sup> Voelkel: Die beiden Erztafeln von Vipasca und das deutsche Bergrecht. Zschr. f. Bergrecht, 25. Jg. 1914, S. 182.

<sup>29)</sup> Gaetzschnann, M. F.: a. a. O. S. 343.

<sup>24)</sup> Niederist, J.: Grundzüge der Bergbaukunde. Prag 1863, S. 224.

<sup>25)</sup> Karsten, C. J. B.: Metallurgische Reise. Halle 1821, S. 221.



nationszone des Calisio-Plateaus nicht verglichen werden kann.

Nach deutschem Bergrecht hätte man hier auch keine gestreckten, sondern wie auf Flözen und Stockwerken gevierte Felder vermessen und infolgedessen größere Abstände der Schächte voneinander zugelassen.<sup>30)</sup>

Der Bergabschied des Bischofs Friedrich vom 19. April 1214 trifft Bestimmungen über den Betrieb von Schmelzwerken, welche cum duobus furnis (zwei Öfen) et unam rotam (einem Wasserrad) versehen sind. Derartige Bestimmungen setzen aber voraus, daß dem Schmelzwesen besondere Wichtigkeit zukam, daß also eine erhebliche Menge an schmelzwürdigen Gefällen erzeugt wurde. Wird damit der Umfang verglichen, den die Reste ausgesprochener Schlegel- und Eisenarbeit besitzen, so drängt sich unwillkürlich der Gedanke auf, daß vielleicht die Hauptaufgabe das Verschmelzen alter Aufbereitungsabfälle und alter Schlacken war.

Nach Th. Haupt<sup>31)</sup> berichtet vom Laurischen Bergbau schon Strabo, daß die von den Vorfahren als unschmelzwürdig weggestürzten Erze mit Vorteil auf Silber benutzt worden sind, und die alten Schlacken des Laurion mit 8—14,5 % Pb sowie die Waschrückstände mit 6—15 % Pb sind erst in neuester Zeit zugute gebracht

worden.<sup>32)</sup> Wären ungefähr gleich reiche Gefälle auch am Calesberg vorhanden gewesen, so würden sie von den deutschen Bergleuten des Mittelalters sicher verschmolzen worden sein.

Die Metallmengen, welche die Alten in dem Bergbaugebiet von Trient gewonnen haben, sind zweifellos recht bedeutende gewesen.

Nach den weiter unten folgenden Durchschnittsgehalten dürfte der Mittelgehalt der ganzen Erzzone an Blei ungefähr 5 % sein.

Die von den Alten abgebauten reicheren Lagerteile können daher 10—15 % Blei enthalten haben, so daß infolge der großen Aufbereitungs- und Schmelzverluste das damalige Metallausbringen wohl nur 4—5 % betragen haben wird.

Wäre ferner die mittlere Höhe der Verhau 1 m, eine Annahme, die kaum zu hoch ist, so würde 1 m<sup>2</sup> verhauener Fläche = 1 m<sup>3</sup> ausgebaute Lagerstätte im Gewicht von rund 2,5 t mit  $2,5 \times 0,04 = 0,1$  t Blei geschüttet haben, das bei einem Ausbringen von nur 1 kg Silber aus 1 t Blei 0,1 kg Silber lieferte.

Wäre ferner nur  $\frac{1}{4}$  der von Pingen bedeckten Fläche wirklich verhauen worden, so hätten die Alten doch 3 000 000 m<sup>2</sup> ausgebaut und hieraus 300 000 t Blei mit 300 000 kg Silber gewonnen.

Im 19. Jahrhundert lieferten die alten Gruben des Calesberges ausschließlich Baryt

<sup>30)</sup> Vgl. Schmid, F. A.: Deutsche Bergwerkszustände. Dresden 1848, S. 105.

<sup>31)</sup> Haupt, Theodor: Bausteine zur Philosophie der Geschichte des Bergbaues. 2. Lief. Leipzig 1866, S. 11.

<sup>32)</sup> Vgl. Ernst, C. v.: Über den Bergbau im Laurion. Jahrb. der k. k. Bergakademien 1902, S. 483.

(Fortsetzung folgt.)

# Das Vorkommen silberhaltiger Bleierze am Calesberg (Monte Calisio) bei Trient.

Von

Dr. Richard Canaval.

(Fortsetzung.)

Der Schwerspat ist anfänglich für die 1843 von A. Fedrigonni zu Lavis errichtete Bleiweißfabrik und nach Ankauf dieser Fabrik im Jahre 1854 durch die Firma F. P. Herbert in Klagenfurt auch für die Kärntischen Bleiweißfabriken verwendet worden.<sup>33)</sup> Die Barytgewinnung erfolgte hauptsächlich in Pralongo, wo sie auch F. Posepny kennen lernte, und scheint zum Teil durch den Ausbau der leichter zugänglichen Mittel zum Erliegen gekommen zu sein.

Nach G. B. Trenner stieg die Förderung von Baryt im Jahre 1870 auf 13 000 q und sank dann 1880 auf 3000 und 1890 auf 1000 q.

Schürfungen auf Bleierze begannen erst in den letzten Jahren und werden jetzt von der Valsugana Bergbaugesellschaft in Pergine und der Gesellschaft Mons Argentarius in Trient betrieben.

G. B. Trenner ist der Anschauung, daß von den Alten die erzführenden Schichten des Calisio-Plateaus „vollständig erschöpft“ worden seien.

C. Minnich<sup>34)</sup> macht dagegen in Übereinstimmung mit dem oben Gesagten geltend, daß die Alten nur den reicheren Erzpartien nachgingen, daß sie hier wie in Siebenbürgen und in anderen Ländern minderreiche Erze als „Verhauerze“ zurückließen.

Bei den im Laufe des Sommers 1913 durchgeführten Gewaltigungsarbeiten der Valsugana Bergbaugesellschaft sind

denn auch Verhauerze mit einem Bleigehalt bis zu 7 % gefunden worden.

Daß in den Pfeilern, welche die Alten stehen ließen, zum Teil noch recht gute Erze stecken, lehren diesbezügliche Versuche, daß aber auch manche reiche Imprägnationen den Alten ganz entgingen, wird durch Schläge bewiesen, welche im Felde der Valsugana Bergbaugesellschaft ins Liegende der alten Arbeiten getrieben wurden.

C. Minnich sagt daher wohl mit Recht, daß man nach den bisherigen Resultaten auf eine große Menge von Verhauerzen und wahrscheinlich auch auf gute Neuaufschlüsse rechnen könne.

In den Grubenteilen, welche im Mittelalter wieder in Betrieb kamen, mag allerdings die Ausbeute an Verhauerzen weniger günstig ausfallen, und hier sind gewiß auch manche von den Alten stehen gelassene Mittel später mit Schlägel und Eisen verhauen worden, dagegen können aber jene Teile der Erzablagerung, die unter dem Spiegel des Grundwassers liegen, noch fast ganz unverritz sein.

## II. Lagerungsverhältnisse und Gesteine.

Die Erze des Calesberges treten, wie G. B. Trenner dargetan hat, in den obersten Bänken dolomitisch-oolithischer Kalke auf, welche von Grödener Sandstein unterteuft und von gut charakterisierten Werfner Schichten überdeckt werden.

Der graue, glimmerarme Grödener Sandstein, welcher im Mittel eine Mächtigkeit von ungefähr 50 m besitzt, liegt auf der Bozener Porphyrrplatte und zwar auf einem der jüngsten Eruptionsglieder, dem Lagorai-Quarzporphyr.

<sup>33)</sup> Vgl. Herbert-Kerchnawe: Die Bleiweißfabrikation in Österreich. Monographien des Museums für Geschichte der österreichischen Arbeit. Heft VIII. Wien 1898.

<sup>34)</sup> Minnich, C.: Gutachten M. S.

Über die Erzführung des Quarzporphyrs hat Trinker<sup>35)</sup> berichtet.

Die alten, jetzt zum Teil wieder aufgenommenen Gruben von Nogaré, Faedo, Virago, St. Orsola und Fierozzo bauten auf Gängen, welche manche Ähnlichkeit mit den Gängen von Cinque valli<sup>36)</sup> erkennen lassen und einem in Süd-Tirol recht verbreiteten Typus von Lagerstätten angehören, zu dem u. a. auch die jetzt wieder in Betrieb gekommenen Gänge von Terlan zählen.

Dieselben führen hauptsächlich Bleiglanz, Zinkblende, Eisen- und Kupferkies, ab und zu auch Arsenkies, seltener Fahlerz und Berthierit mit Quarz, Baryt, Flußspat und Karbonspäten, die zum Teil einen nicht unbeträchtlichen Gehalt an Eisen und Mangan besitzen.<sup>37)</sup>

J. Fournet<sup>38)</sup> hat die Gänge der barytischen Blei- und Zinkformation des Département von Aveyron mit Porphyren in Verbindung gebracht und F. Klockmann<sup>39)</sup> führt bei Erörterung der Frage nach dem Alter der Oberharzer Erzgänge Nachstehendes aus: „Der Schwerspat muß als das charakteristische Merkmal der Porphyruption gelten; wo er am Harz vorkommt, haben wir Ursache, an einen ursächlichen Zusammenhang mit den postgranitischen Gesteinen zu denken.“

Ein solcher Zusammenhang besteht gewiß auch hier.

Die oolithischen, bald mergeligen Dolomite und Kalke, welche über dem Grödener Sandstein folgen, wurden von älteren Autoren dem Bellerophonkalk zugerechnet, ihre Stellung ist jedoch noch fraglich.

Über die Zusammensetzung der Werfener Schichten geben Bohrungen Aufschluß, die in jüngster Zeit von der Gesellschaft Mons Argentarius vorgenommen worden sind, und über welche mir die Herren Dr. G. B. Trener und F. Oss

<sup>35)</sup> J. Trinker: Petrographische Erläuterungen zur geognostischen Karte von Tirol, in: v. Widmann, H.: Erläuterungen zur geognostischen Karte Tirols, Innsbruck 1853, S. 67.

<sup>36)</sup> Vgl. Stelzner, A. W., und Berggat, A.: Die Erzlagerstätten. Leipzig 1904/1906, S. 791.

<sup>37)</sup> Vgl. Redlich, K. A.: Mineralogische Mitt. Tschermaks: Mineral. und petrog. Mitt. 1898, S. 523. Koechlin, R.: Über Berthierit aus der Umgebung von Cinque valli. Mitt. d. Wiener Mineralog. Ges. 1914, Nr. 71.

<sup>38)</sup> Fournet, J.: Die Erzgänge und ihre Beziehungen zu den Eruptivgesteinen, nachgewiesen im Dep. Aveyron, deutsch bearbeitet von B. Cotta, Dresden 1846.

<sup>39)</sup> Klockmann, F.: Zur Erzlagerstättenkunde des Harzes. Z. f. pr. Geol. 1893, S. 470.

Mazzurana nachstehende Mitteilungen machten:

Bohrloch Nr. 4 nächst km 13,1 der Valsugana-Bahn steht anfänglich im Schlern-Dolomit, verquert dann vom 87. bis 93. m gelben Kalk, vom 93. bis 136. m Pflanzenreste und Rhizokorallien führende Mergel, vom 136. bis 144. m roten mergeligen Sandstein und vom 144. bis 167. m Kalk- und Dolomit-Konglomerate.

Die unter dem Schlern-Dolomit folgende Schichtengruppe repräsentiert Muschelkalk, unter welchem Werfener Schichten liegen.

Das Bohrloch durchfuhr die letzteren zwischen 167 und 270 m Tiefe, durchbrach dann eine Verwerfungskluft, trat in Grödener Sandstein und erreichte im 304. m Quarzporphyrgries.

Die Werfener Schichten umfassen: vom 167. bis 193. m roten und grauen mergeligen Sandstein, vom 193. bis 206. m roten Mergel, vom 206. bis 215. m roten Gastropoden-Oolith, vom 215. bis 241. m Gips mit Kalk und vom 241. bis 270 m roten Mergel mit Gips.

Die durchbohrten Schichten verflachen im Mittel unter 38° nach 15°.

In den Bohrkernen zweier anderer Bohrlöcher nächst km 13,2 tritt untergeordnet gleichfalls Gips auf, es fehlt hier jedoch die 2 m mächtige Gipslage in den roten Mergeln, welche Bohrloch 4 überfuhr.

Die letzte, gleichfalls nächst km 13,2 niedergebrachte Bohrung erreichte in 128 m Teufe eine erzführende Imprägnationszone, durchfuhr dieselbe in einer Mächtigkeit von 1,5 m und stellte einen Gehalt fest von 10 % an Bleiglanz mit 3,6 kg Silber in 1 t Blei.

Der Gastropoden-Oolith liegt nach G. v. Arthaber<sup>40)</sup> in den Venetianer Alpen an der Basis der Campiler Schichten, deren Abschluß nach oben in der Regel zellige Dolomite und Rauchwacken bilden, die in Gemeinschaft mit Mergeln die alpinen Salze und Gipse begleiten.

Im vorliegenden Falle führen zwar auch die Bohrkern aus dem Gastropoden-Oolith Gips, die Hauptmasse des Gipses scheint aber doch den unter dem Gastropoden-Oolith gelegenen Seiser Schichten anzugehören.

Bemerkenswert ist, daß vom Bohrloch Nr. 4 auch noch im Grödener Sandstein sowie in dem darunter liegenden Porphy-

<sup>40)</sup> Arthaber, G. v.: Die alpine Trias des Mediterran-Gebietes in Frech, F.: Lethaea geognostica, II. Teil 1. Bd. Stuttgart 1903/1908, S. 258.

grus Gipstrümmer bis zu 3 cm Stärke überfahren wurden.

Da nach einer Mitteilung des Herrn Dr. G. B. Trenner bei Strigno im Valsugana gleichfalls Gips im Grödener Sandstein auftritt, scheinen, wie dies G. v. Arthaber allgemein ausgesprochen hat, die Absatzbedingungen des dyadischen Grödener Sandsteines annähernd die gleichen auch zur unteren Triaszeit geblieben zu sein.

Hinsichtlich des Bellerophonkalkes ist G. B. Trenner der Ansicht, daß er in nicht besonders großer Tiefe entstanden sein dürfte, „denn er überlagert marine Sandsteine mit Pflanzenresten, welche das Hangende von ausgedehnten Konglomeratmassen bilden, während die Bellerophonkalk selbst das Liegende der zum Teil aus tonigen und mergeligen, gipsführenden Schichten bestehenden Werfener Schichten sind. Die Konkordanz dieses Schichtenkomplexes deutet ferner, — bei der relativ geringen Mächtigkeit des Bellerophonkalkes —, auf keine großen Schwankungen in den bathometrischen Verhältnissen hin. Offenbar haben wir es also mit Küsten- oder Flachseebildungen zu tun.“

Nach S. Arrhenius und R. Lachmann<sup>41)</sup> zeigt die Fauna der Bellerophonkalk durch ihre reiche Entwicklung ein wärmeres Klima an, wogegen die Tierwelt des deutschen Zechsteins als arktische oder subarktische bezeichnet werden kann.

Die ganze erzführende Schichtenserie ist recht gut am NO-Abhang der Selva, etwas unter der Station Roncogno, zwischen km 13,9 und 14,1 der Valsugana-Bahn aufgeschlossen.

Nach Herrn Dr. G. B. Trenner, welcher die Güte hatte, mir diesen Aufschluß an Ort und Stelle zu erläutern, folgen hier aufeinander: Grödener Sandstein, Bellerophonkalk ungefähr 3 m, gelber Oolith 3—4 m, brauner erzführender Oolith 1,5—2 m, gelber toniger Oolith ungefähr 20 m, rotgelbe Werfener Schiefer ungefähr 15 m, gelbe Werfener Schiefer 10—15 m, und dann der Gastropoden-Oolith.

Zwischen Grödener Sandstein und Bellerophonkalk tritt lokal ein lichter, kalkiger Sandstein auf, der Bleiglanz und Kupferkies mit Azurit und Malachit beherbergt. In dem Grödener Sandstein kommen nächst dem (Bellerophon-) Kalk

Kohlenschmitze vor, die sich SW von der Schmiede Alle Zlacche zu einer 20 cm mächtigen Bank schieferiger Kohle vereinigen.

Die Schichten verflachen steil nach SO. (Beobachtet wurde: 45° nach 17<sup>h</sup> bis 60° nach 14<sup>h</sup>).

Ein alter Steinbruch ober Roncogno (531 m) hat im Liegenden der Werfener Schiefer die bleiglanz- und kupferkiesführenden Imprägnationen, welche steil westlich einzufallen scheinen, gleichfalls aufgeschlossen.

Die Lagerungsverhältnisse sind hier jedoch infolge paralleler Klüfte, die unter 60° nach SO verflachen, weniger deutlich.

Anscheinend in demselben Horizont wie SW von der Schmiede Alle Zlacche tritt am S-Abhange des Doss del Cuz in 873 m Seehöhe ebenfalls Kohle zu Tage. Da nun die Kuppe des Doss (942 m) aus mergeligem Oolith besteht, der nach Angabe des Herrn Dr. G. B. Trenner dem Übergang in die Werfener Schiefer angehört, kann hier auf eine Mächtigkeit der ganzen oolithführenden Ablagerung von ungefähr 70 m geschlossen werden.

Ungefähr in der Mitte dieser Mächtigkeit liegt dann die Erzzone von Valcalda (902 m) am Ostabhange des Doss del Cuz, welche nach den bisherigen Aufschlüssen eine Mächtigkeit von mindestens 10 m besitzt.

Am Doss delle Greve (989 m) fehlt der mergelige Oolith des Doss del Cuz, so daß die höchsten Teile des flach nach NW einfallenden Schichtenkomplexes aus braunem, erzführendem Oolith bestehen, in dem alte Arbeiten am Süd- und insbesondere am Westabhange umgingen.

Die Bezeichnung Oolith für die erzführenden Gesteine trifft, wie weiter unten gezeigt werden wird, zwar nur annähernd zu, sie soll jedoch deshalb beibehalten werden, weil alle diese Gesteine aus Oolith hervorgingen und zum Teil auch makroskopisch ihm gleichen.

Am Ostabhange des Doss delle Greve scheinen die oolithischen Gesteine bis zum Lago santo (925 m) herabzureichen und daher im ganzen eine Mächtigkeit von ungefähr 60 m zu besitzen.

Die Mächtigkeit der wahrscheinlich tagbaumäßig zu gewinnenden Erzzone wird hier von C. Minnich auf 17 m veranschlagt.

Zwei Erzzenen sind, wie bereits oben erwähnt worden ist, in der in 534 m Seehöhe gelegenen Grube zwischen Civezano und Montevaccino zu erkennen.

<sup>41)</sup> Arrhenius, Svante und Lachmann, Richard: Die physikalisch-chemischen Bedingungen bei der Bildung der Salzlagerstätten und ihre Anwendung auf geologische Probleme. Geol. Rdsch. III. 1912, S. 141.

Etwas tiefer als diese Grube geht an der Straße Oolith zu Tage, und zwar zwei braune, von einer lichterem getrennte Bänke.

Unter der Straße folgt lichter Oolith, dann brauner, und hierauf Mergel; noch tiefer steht Grödener Sandstein an, in dem in 500 m Seehöhe der gleichfalls schon erwähnte Stollen angesetzt wurde.

Ähnlichen Verhältnissen begegnet man auch auf der Hochebene des Doss del Cuz.

An der alten Erzstraße, welche von Fornace heraufführt, liegt in 869 m Seehöhe ein verlassener Steinbruch, in dem dolomitischer Kalk gewonnen wurde, der zur Speisung eines jetzt verfallenen Kalkofens diente.

Am N-Rande dieses Bruches steht eine braune oolithische Masse an, deren Hangendbegrenzung mit den Schichtungsfugen des Kalkes nicht ganz zusammenfällt, und etwas höher ein gelblicher Oolith, dessen Liegendbegrenzung gleichfalls die Schichtungsfugen des Kalkes unter spitzem Winkel verquert.

Leider ist der Aufschluß so unvollständig, daß man die dem Kalk eingelagerten, ziemlich geringmächtigen oolithischen Massen nur auf ein kurzes Stück verfolgen kann.

Von dem Steinbruch führt eine kurze Wanderung nach W zu einem zweiten Kalkofen, der in 847 m Seehöhe am Fuße eines NS-streichenden Höhenzuges steht.

Knapp neben dem Kalkofen geht brauner Oolith zu Tage aus, über dem Gehängschutt und dann in 890 m Seehöhe eine 2 m mächtige Kalkbank folgen. Über dem dolomitischen Kalk, der jenem in 869 m Seehöhe nahesteht, kommen ca. 2 m Mergel, 2 m Kalk und dann neuerdings brauner Oolith mit Bleiglanz und Baryt, der bis auf 914 m Seehöhe anhält und in dem zum Teil Pingen, zum Teil Reste oberflächlicher Grabungen zu sehen sind.

Am Doss delle Greve erhält man schon bei der Begehung den Eindruck, daß hier Übergänge von einer Gesteinsart zur anderen vorliegen, wogegen in den Aufschlüssen auf der Hochebene des Doss del Cuz die braunen Oolithe ziemlich unvermittelt aufzutreten scheinen. Ebenso unvermittelt ist in der Grube S. Colomba auch das Vorkommen einer ungefähr 1 m mächtigen weißen Dolomitbank im Hangenden der Erzzone. Die Ergebnisse einer mikroskopischen Untersuchung lehren indes, daß doch alle Gesteine des Oolith-

Horizontes einander wenigstens genetisch recht nahe stehen.

Die erzführende Zone, welche sich südlich von Trient bis Villazano und nördlich von Trient bis Giovo und Faedo erstreckt, bildet ein Ellipsoid von 15 km Länge und 7 km Breite, dessen Zentrum das Calisio-Plateau darstellt.

Der tektonische Bau dieses Plateaus ist nach G. B. Trenner sehr einfach. Es bildet eine Platte, die unter 10–15° nach NW einfällt und von 2 Verwerfungen in 3 Schollen zerlegt wird.

Den Höhenzug des Calesberges trennt von dieser Platte ein steil nach NO einfallender Sprung, nach dem die Schichten aufgestellt, bzw. geschleppt wurden, so daß die höchsten Erhebungen aus aufgerichtetem Schlern-Dolomit bestehen.

Dieser Sprung zieht von der Eisenbahnstation Roncogno ziemlich geradlinig gegen den Höhepunkt 896 m der Spezialkarte nordöstlich vom Calesberg (1096 Meter) fort und tritt zwischen Gardolo und Meano ins Etschtal.

Südlich von diesem NW-Sprung setzt ein ungefähr O-W-streichender Bruch auf, der über den Sattel von Roncogno am S-Abhang der Selva gegen Trient streicht und das Gebiet der alten Gruben von Villazano nach N begrenzt.

In der von O nach W an Breite zunehmenden, ungefähr 17 km großen Fläche zwischen diesen beiden Störungen liegen die erzführenden Schichten unter der Talsohle. Eine Ausnahme macht nur eine kleine Scholle, in welcher sich der oben beschriebene Aufschluß zwischen km 13,9 und 14,1 der Valsuganna-Bahn und die alten Gruben von Roncogno befinden.

G. B. Trenner hat durch Klärlegung dieser Verhältnisse zu den Arbeiten der Gesellschaft „Mons Argentarius“ Anlaß gegeben. Die Gesellschaft beabsichtigt, durch Bohrungen und später mit Hilfe eines Tiefbaues die gesunkenen erzführenden Schichten aufzuschließen und stützt sich hierbei u. a. auf das Gutachten W. Dewars, welcher zugunsten des Planes Nachstehendes geltend macht:

Der NW-Sprung durchschneidet ungefähr den Mittelpunkt der Vererzung; in dem gesunkenen Teil dürfte daher die Vererzung jener gleich sein, welche in dem stehengebliebenen Teil nordöstlich von dem Sprunge vorhanden war und die, nach den alten Bauen zu schließen, eine sehr beträchtliche gewesen sein muß.

Die Fortsetzung des Aufschlusses von Roncogno nach SW bildet das Vorkom-

men bei Villazano und die Fortsetzung des Calisio-Plateaus nach N das Vorkommen bei Giovo und Faedo am Süd-Abhange des Monte Corona.

Da hier die erzführenden Schichten nach NW einfallen und die Tagdecke in dieser Richtung rasch zunimmt, haben die Alten nur einen schmalen Gürtel am S-Fuße des Monte Corona ausgebaut, so daß eine sehr beträchtliche Fläche, welche die Schrift der Gesellschaft Mons Argentarius auf 12 km<sup>2</sup> schätzt, noch unverritz ist.

Über die Natur der erzführenden Schichten sind verschiedene Meinungen geäußert worden.

J. Trinker bezeichnete dieselben als ein „oolithisch-körniges, braunes, sandsteinähnliches Kalkgebirge“, in dem silberhaltiger Bleiglanz mit Schwerspat „in ab-sätzigen Schnüren“ oft in einer Mächtigkeit von 4 Zoll und darüber derb vorkommt.

Nach F. Posepny besteht dagegen das Nebengestein der Erzlagerstätte aus einem „rotgelben“ Tuff“, eine Bezeichnung, welche sich wohl nur aus dem Umstande erklärt, daß dem verdienstvollen Beobachter keine Zeit zu eingehenderen Studien zur Verfügung stand.

Gleiche Umstände sowie mehrere nicht ganz zutreffende Bemerkungen M. von Issers sind dann auch Ursache gewesen, daß J. Blaas<sup>42)</sup> vom Ostabhange des Calesberges „berühmte alte, nun aufgelassene Bergbaue auf silberhaltigen Bleiglanz und Fahlerz mit Baryt im Porphyry“ erwähnt.

G. B. Trenner hebt hervor, daß der Bleiglanz gewöhnlich in dolomitisch-oolithischem Kalk direkt eingebettet ist, und teilt folgende Bauschanalyse eines solchen Erzes, das von km 13,8 der Valsuganabahn stammt, mit:

Schwefelblei . . . . .	3.42
Bleioxyd . . . . .	2.13
Kupferoxyd . . . . .	1.47
Antimonige Säure . . . . .	0.28
Arsenige Säure . . . . .	0.30
Silber . . . . .	0.011
Gold . . . . .	geringe Spuren
Eisenoxydul . . . . .	5.31
Manganoxxydul . . . . .	0.93
Tonerde . . . . .	0.35
Kalkerde . . . . .	27.37
Magnesia . . . . .	12.42
Quarz u gebundene Kieselsäure	8.02
Kohlensäure . . . . .	37.77
	<hr/>
	99.791

C. Minnich betont dagegen, daß die erzführenden Schichten nicht überall einen oolithischen Charakter besitzen und daß folgende Analyse eine bedeutende Zunahme an Kieselsäure und ein Zurücktreten des Gehalts an Mg zeigt.

Pb S . . . .	3.82
Pb CO <sub>3</sub> . . . .	1.73
Zn S . . . .	5.07
Zn CO <sub>3</sub> . . . .	1.08
Fe S . . . .	0.40
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . .	3.00
Si O <sub>2</sub> . . . .	40.00
Ca CO <sub>3</sub> . . . .	38.23
Mg CO <sub>3</sub> . . . .	6.83
Ag . . . .	0.011
	<hr/>
	100.171

Die in den beiden Analysen zum Ausdruck kommende Verschiedenheit wird auch durch das Mikroskop bestätigt.

Recht charakteristisch ist ein ziegelroter Oolith, welcher am Ost-Abhange des Doss del Cuz in der Gegend Valsalda aufgelassen wurde.

Derselbe gehört zwar nicht der Erzzone, sondern dem Gastropoden-Oolith an, mag hier jedoch deswegen etwas eingehender besprochen werden, weil er gewisse Einzelheiten zur Schau trägt, die bei Deutung der erzführenden Oolithe Beachtung verdienen.

Das Gestein besitzt muschelige und splitterige Bruchflächen, auf welchen eingebettet in einer weißen kalkigen Grundmasse, die Durchschnitte kleiner, dunkelziegelroter Kügelchen und linsenförmiger Körper, stellenweise aber auch Molluskenschalen, die zum Teil in Roteisenstein verwandelt wurden, zu erkennen sind.

Die Grundmasse tritt gegenüber den Einsprenglingen so sehr zurück, daß die Farbe der letzteren vorherrscht.

Das Gestein gibt, im Kölbchen erwärmt, Wasser ab und liefert mit Salzsäure unter lebhaftem Aufbrauchen eine Lösung, in der neben vorwaltendem Kalk und Eisenoxyd noch Kieselsäure, Tonerde und Magnesia aufzufinden waren.

Der sehr geringe Rückstand besteht fast ganz aus mikroskopischen Glimmerschüppchen.

Spuren von Mangan waren durch Schmelzen mit Soda und Salpeter, geringe Mengen von Phosphorsäure durch Glühen mit Magnesium nachweisbar.

Unter dem Mikroskop löst sich die Grundmasse in ein Aggregat von Kalkspatkörnern auf, in dem die kleineren Körner hauptsächlich am Außenrand der Einsprenglinge und die größeren in den Räumen zwischen den Einsprenglingen oder

<sup>42)</sup> Blaas, J.: Geologischer Führer durch die Tiroler und Vorarlberger Alpen. Innsbruck 1902. S. 763.

auch im Innern der Einsprenglinge zur Ausscheidung kamen.

Die Einsprenglinge sind vorwiegend Kügelchen und eiförmige, seltener spindel- oder lanzetförmige, an den Enden fast stets zugerundete Gebilde, welche von opalen Pünktchen und Bröckchen erfüllt werden.

Nebenstehende Skizze stellt einige besonders charakteristische Formen dar.

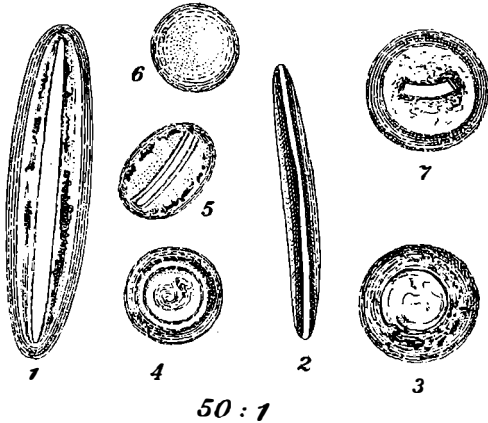


Fig. 1. Besonders charakteristische Formen von Einsprenglingen usw.

1. und 2 sind wohl sicher organogener Natur, 2 ist vielleicht ein verändertes Schalenbruchstück, 3—7 sind kugelförmige Ooide.

3, 5 und 7 lassen vermuten, daß Reste von Organismen das Zentrum einer konkretionären Bildung gewesen sind, 4 und 6 sind reine Kügelchen u. zw. 4 mit konzentrischen Schalen und 6 ohne solche.

W. Heberle<sup>43)</sup> hat Ooide mit konzentrischer Struktur neben Crinoiden- und Schalenbruchstücken in Phosphoriten der subhercynen Kreidemulde beobachtet; das Vorkommen von Ooiden und Resten von Organismen nebeneinander wäre demnach nichts Auffälliges.

Im reflektierten Lichte besitzen die Einsprenglinge eine dunkelziegel- bis feuerrote, seltener eine dunkel- bis lichtisabellengelbe und nur ganz lokal auch eine bräunlich-schwarze Farbe.

Im durchfallenden Lichte sind die ziegel- bis feuerroten Partien schmutzrot, die isabellengelben unrein stroh- bis schwefelgelb und die bräunlich-schwarzen vollkommen dunkel. Manche kreisförmigen Durchschnitte sind ganz von roten Pünktchen erfüllt, bei anderen sind die punk-

förmigen, in konzentrischen Kreisen angeordneten Interpunktionen am Rande rot und die Bröckchen im Innern gelb.

Bräunlich-schwarze Fleckchen sind regellos in den roten Partien verstreut und treten auch zugleich mit gelben Bröckchen im Innern einzelner spindelförmiger Gebilde auf.

Die Kalzitkörnchen, welche die Einsprenglinge erfüllen, erreichen nur in den zentralen farblosen Partien eine solche Größe, daß sie gut erkannt werden können. In den gefärbten Partien tritt in der Regel auch dort, wo die Pelluzidität recht erheblich ist, unter +N bei einer vollen Horizontaldrehung keine erkennbare Veränderung der Belichtung auf.

Die Frage, ob andere Modifikationen des kohlensauren Kalkes z. B., der als Bestandteil einzelner Pisolithen nachgewiesenen Ktipeit oder zum Teil Kieselsäure vorliegen, ließ sich nicht beantworten.

A. Bergeat<sup>44)</sup> vermutet, daß die Schalen der Organismenreste, welche er in dem Kies-Schwerspatlager von Meggen a. d. Lenne auffand, wahrscheinlich aus Kieselsäure bestehen; in unserem Falle würde zwar die nicht unerhebliche Menge von Kieselsäure, welche in der salzsauren Lösung enthalten ist, für eine derartige Annahme sprechen, ein Beweis ließ sich aber deshalb nicht erbringen, weil alle Ätz- und Färbungsversuche erfolglos blieben.

Deutlich radiale Strukturen, Interferenzkreuze und Impressionserscheinungen, wie solche E. Kalkowsky beschrieben hat, sind nicht beobachtet worden, wohl aber wurde öfters wahrgenommen, daß benachbarte Ooide, zwischen welchen noch ein schmaler von der Grundmasse erfüllter Raum lag, sich in ähnlicher Weise deformiert haben, wie dies elastische Bälle tun würden, die in einer Reihe nebeneinander liegen und einer seitlichen Pressung ausgesetzt sind.

Nach dem chemischen Verhalten läßt sich das rote Pigment der Einsprenglinge als Roteisenstein, das gelbliche bis bräunlich-schwarze aber als Brauneisenstein ansprechen. Aus der roten Farbe allein kann zwar nach G. Bischof<sup>45)</sup> nicht unbedingt auf Roteisenstein geschlossen werden, im vorliegenden Falle wird dieser Schluß je-

<sup>43)</sup> Heberle, W.: Vorkommen und Entstehen von Phosphoriten der subhercynen Kreidemulde. Z. f. pr. Geol. 1914, S. 331.

<sup>44)</sup> Bergeat, Alfred: Das Meggener Kies- und Schwefelspatlager als Ausscheidung auf dem Grunde des mitteldevonischen Meeres. Z. f. pr. Geol. 1914, S. 241.

<sup>45)</sup> Bischof, G.: Lehrbuch f. chem. und phis. Geol. 3. Bd. Bonn 1866, S. 885.

doch durch den Umstand unterstützt, daß sich auf einzelnen größeren Steinkernen Hämatit abgelagert hat.

R. Brauns<sup>46)</sup> vermutet, daß die Umwandlung von Brauneisenstein in Roteisenstein zum Teil durch Salzlösungen verursacht worden sei, und F. Hornung<sup>47)</sup> bezeichnet als auffälligstes Merkmal der „Halurgometamorphose“ eine starke Oxydationswirkung und „die sehr oft zu beobachtende Abscheidung roten (also wasserfreien) Eisenoxyds.“

Dagegen hat H. Stremme<sup>48)</sup> gezeigt, daß verschiedene Faktoren im Laboratorium wie in der Natur bei Eisengelen eine Wasserentziehung und dadurch eine Rotfärbung zu bewirken vermögen, und E. Philippi<sup>49)</sup> hat bei Erörterung der Herkunft und Bildungsweise der rotgefärbten klastischen Gesteine der kontinentalen Trias den Schluß gezogen, daß sowohl die roten Sedimente des Buntsandsteins, wie die des Keupers als Verwitterungsprodukte paläozoischer Gebirge aufzufassen sind, welche durch fließendes Wasser aus den regenreicheren, höher gelegenen Teilen der Kontinente in die tiefer gelegenen, trockeneren geführt und dort subärisch abgelagert wurden. Ein Analogon bildet das mittelspanische Miozän, in dem, wie in der kontinentalen Trias, zu unterst Konglomerate und Sandsteine, höher hinauf gips- und steinsalzführende Tone liegen.

In unserem Falle kann indes das Auftreten von Roteisenstein, beziehungsweise eines roten Eisenoxyds an der Außenseite und eines gelben im Innern der Einsprenglinge wohl nur für die Annahme einer Umwandlung geltend gemacht werden.

Ein mergeliger Oolith aus dem Hangenden der erzführenden Schichten steht nächst dem Höhenpunkt 942 m am Dossdelcu z. an. Es ist ein gelblichgraues, leicht zerreibliches Gestein, das auf seiner unebenen und erdigen Bruchfläche zahlreiche Kügelchen in einer spärlichen Grundmasse erkennen läßt.

Das Spuren von Phosphorsäure und Mangan enthaltende Gestein braust mit Salzsäure auf und ist hierin bis auf einen

geringen Rückstand, der aus Quarz- und indigblauen Anatas körnern besteht, löslich. Die Lösung enthält neben Kalk wenig Magnesia, sowie etwas Kieselsäure und ist reicher an Tonerde und Eisenoxydul sowie ärmer an Eisenoxyd als jene des roten Ooliths von Valcalda.

Das mikroskopische Bild erinnert noch mehr an einen Rogenstein, ist jedoch minder deutlich, da eine graue Trübung fast den ganzen Schliff, mit Ausnahme größerer klarer Kalzitflecke, überdeckt.

Die Einsprenglinge bestehen aus Kügelchen, beziehungsweise Ooiden oder Resten von solchen und befinden sich in einem sehr verschiedenen Erhaltungszustand. Die am besten erhaltenen Ooide besitzen einen Durchmesser von ungefähr 0,8 mm und sind, der Dispulsionsstruktur E. Kalkowskys entsprechend, von einem Kranz kleiner, aus Kalkspat bestehender und radial gestellter Kristallspitzen umgeben. Gegen das Innere der Ooide kann vom Rande an bis ungefähr auf die Hälfte des Durchmessers eine gut entwickelte konzentrisch-schalige Struktur verfolgt werden, und der zentrale Teil wird von farblosem Kalzit oder einer trüben körnigen Masse erfüllt.

Minder gut erhaltene Ooide lassen nur mehr den Spitzenkranz und die äußeren Schalen erkennen, und die am schlechtesten erhaltenen sind ganz in ein Haufwerk trüber Körner umgewandelt und nur mehr schattenhaft angedeutet.

Im durchfallenden Licht sind die konzentrisch-schaligen, sowie die trüben körnigen Partien dunkelgrau, im auffallenden Licht schwach isabellengelb. Einzelne Schalen besitzen eine etwas dunklere Farbe als die benachbarten, und den trüben, körnigen Partien sind sparsame, noch dunklere Fleckchen eingemengt.

Die frischeren Ooide sind zum Teil recht kräftig deformiert, so daß z. B. dreieckige Gestalten mit stark abgerundeten Kantern entstanden.

In einem Präparat fand sich auch ein Gebilde, das als Ooidbeutel im Sinne E. Kalkowskys bezeichnet werden kann. Neun kleine, zum Teil verquetschte Ooide werden von einer Hülle umgeben, die einem flachgedrückten Beutel ähnlich sieht.

Die Wand dieser Hülle besitzt, wie die Ooide selbst, konzentrisch-schalige Struktur, jedoch verschiedene, dem Krümmungsradius proportionale Dicke. Wo dieser am kleinsten ist, die Hülle daher am stärksten gedehnt wurde, ist auch die Dicke am geringsten. Die Hülle verhielt sich

<sup>46)</sup> Brauns, R.: Chemische Mineralogie, Leipzig, 1896, S. 409.

<sup>47)</sup> Hornung, Friedr.: Formen, Alter und Ursprung des Kupferschieferrevieres. Z. d. D. Geol. Ges., 56. Bd. 1904, S. 209.

<sup>48)</sup> Stremme, H.: Zur Kenntnis der wasserhaltigen und wasserfreien Eisenoxydbildungen in den Sedimentgesteinen. Z. f. pr. Geol. 1910, S. 18.

<sup>49)</sup> Philippi, E.: Die kontinentale Trias in: Frech, F.: Lethaea geognostica, II. Teil I. Bd. Stuttgart 1903/1908, S. 31.



daher zur Zeit ihrer Deformation wie eine gallertige Masse, deren Teilchen von Punkten stärkeren zu solchen schwächeren Drucks abfließen.

Bemerkenswert ist das Vorkommen zerfallener Ooide. Bruchstücke mit deutlich konzentrisch-schaliger Struktur liegen wirt durcheinandergemengt in der Grundmasse; aber auch der Spitzenkranz, welcher die Ooide umsäumt, hat sich bei manchen Individuen etwas abgelöst und verschoben, bei anderen aber ganz von dem Ooid getrennt.

Im erstären Falle sieht man einen runden Kern, der von einem eckigen Kranz umgeben wird, im letzteren durch die Grundmasse verstreute Kranzstücke.

In der Grundmasse sind neben vorwaltenden Kalzit- auch vereinzelt Quarzkörner zu erkennen.

Ein blaßbrauchgraues Gestein von dem *Doss di Brusade*, das mikrochemisch nur schwach auf Magnesia reagiert, erscheint makroskopisch und insbesondere bei Betrachtung des Dünnschliffs mit der Lupe als typischer Oolith. Unter dem Mikroskop sind indes nur mehr Reste von kugeligen Ooiden zu sehen. Die besterhaltenen besitzen einen äußeren Durchmesser von ungefähr 1,3 mm und bauen sich aus winzigen Karbonatkörnchen auf, die in konzentrischen Kreisen angeordnet sind und einen aus Quarz bestehenden Kern umschließen. Oft sind diese Kreise vielfach unterbrochen oder nur angedeutet, und recht häufig liegen kleine, meist schon zersetzte Braunspat-Rhomboeder in den Kernen.

Der Raum zwischen den Ooiden wird von größeren Karbonat- und kleinen, stark undulös auslöschenden Quarzkörnern erfüllt.

In einem lichtgrauen Gestein vom *Doss delle Greve*, das reicher an Magnesia zu sein scheint, ist die Veränderung weiter vorgeschritten. Die 0,4 bis 0,8 mm messenden Ooide sind zum Teil recht scharf begrenzt, und zeigen dann auch Andeutungen konzentrisch-schaliger Struktur, zum Teil aber in rundliche Anhäufungen kleiner Körper umgewandelt.

Ziemlich regellos über den Schliff zerstreut, kommen zersetzte Braunspat-Rhomboeder vor, die sich hauptsächlich im Zentrum der Ooide und der diese vertretenden Körneranhäufungen einnisteten.

Ein Teil des Gesteines baut sich fast nur aus mäßig großen, nahezu farblosen Karbonatkörnern, zersetzten Braunspat-Rhomboedern und vereinzelt rundlichen Quarzflecken auf.

Ein Gestein vom *Doss delle Greve*, das makroskopisch wie ein Oolith aussieht und unter der Lupe zahlreiche braune Einschlüsse in einer weißen, feinkörnigen Grundmasse erkennen läßt, besteht, wie das Mikroskop lehrt, aus Dolomit und sehr viel Braunspat.

Der recht stark zersetzte Braunspat tritt in Rhomboedern, deren Kantenlänge bis zu 0,2 mm beträgt, sowie in Verwachsungen von solchen auf und ist ziemlich gleichmäßig über den Schliff verteilt. Sehr häufig befindet er sich im Zentrum rundlicher Körnerhaufen, die als ganz veränderte Ooide angesprochen werden können.

Das braunspatreiche Gestein vom *Doss delle Greve* verbindet die Oolithe einerseits mit gewissen, vorwiegend aus Braunspat bestehenden Abarten, andererseits mit fast reinen Dolomiten.

Zu den vorwiegend aus Braunspat bestehenden Gesteinen zählt auch das Erz von km 13,8 der *Valsugana*-Bahn, dessen Zusammensetzung oben angeführt wurde.

Werden Fe, Mn, Ca und Mg als Karbonate einem Mineral zugerechnet, so ergeben sich hierfür nachstehende Zahlen:

Nach F. Zirkel<sup>50)</sup> wären dieselben

Fe CO <sub>3</sub>	. . . . .	10,09
Mn CO <sub>3</sub>	. . . . .	1,77
Ca CC <sub>3</sub>	. . . . .	57,56
Mg CO <sub>3</sub>	. . . . .	50,58

auf Braunspat zu beziehen, sie stehen aber auch jenen sehr nahe, welche K. A. Redlich und O. Großpietsch<sup>51)</sup> für die Zusammensetzung eines Ankerits aus den kupferkiesführenden Gängen von Mitterberg bei Bischofshofen berechnet haben.

Infolge der ziemlich weit gediehenen Zersetzung ist zwar eine mikroskopische Bestätigung der Annahme, daß hier nur Braunspat vorliege, nicht möglich, es kann hierfür jedoch geltend gemacht werden, daß eine nahe von km 13,8 aufgeschlossene und noch recht frische Gesteinsbank nur aus Braunspat besteht.

Diese dem (Bellerophon-) Kalk angehörige Einlagerung wird von einem ziemlich grobkörnigen Material gebildet, daß sich vor dem Lötrohr wie Ankerit verhält, und welches mikrochemisch recht kräftig auf Kalk und Magnesia reagiert. Unter dem Mikroskop sieht man das Bild eines

<sup>50)</sup> Zirkel, F.: Elemente der Mineralogie, Leipzig 1907, S. 538.

<sup>51)</sup> Redlich, K. A., und Großpietsch, O.: Die Genesis der kristallinen Magnesite und Siderite. Z. f. pr. Geol. 1913, S. 100.

körnigen Dolomits mit lauter gleichartigen trüben, unverzwilligten und häufig geradlinig begrenzten Körnern, die den frischen als Braunspat gedeuteten Körnern der oben besprochenen Oolithe gleichgestellt werden können.

Einen Übergang zum Dolomit vermittelt ein Gestein, welches in dem verlassenen Steinbruch aufgeschlossen wurde, der in 869 m Seehöhe an der alten Erzstraße liegt, die von Fornace auf die Hochebene des Doss del Cuz führt.

Es ist dies ein rauchgrauer, dolomitischer Kalkstein, welcher zwar auf seinen splittérigen und unebenen Bruchflächen gewissen sandigen Dolomiten gleicht, und dessen Lösung auch ziemlich kräftig auf Magnesia reagiert, der mit Salzsäure jedoch recht lebhaft aufbraust.

Unter dem Mikroskope ist ein aus farblosen Dolomitkörnern bestehendes Mosaik zu erkennen, auf dem lichtweingelbe Braunspat-Rhomboeder und rundlich umschriebene, aus kleinen Körnchen bestehende, graue, trübe Flecke liegen. Die letzteren sind ab und zu etwas größer, sowie schärfer begrenzt und können als die Reste ganz veränderter Ooide gedeutet werden.

Ein ziemlich reiner Dolomit steht in dem großen Pozzo von S. Colomba im Hangenden der erzführenden Zone an, welche die Alten verfolgten.

Es ist ein weißes, zuckerkörniges, mit kalter Salzsäure nicht aufbrausendes, an Magnesia reiches Gestein, welches von schmalen Drusen durchzogen wird, deren Wände kleine, weiße Dolomitkriställchen bedecken.

Unter dem Mikroskope erweisen sich zwar die Dolomitkörner zum Teil als ganz erfüllt von unbestimmbaren Stäubchen, von Ooiden fehlen jedoch alle Andeutungen.

Verschieden von den oolithischen Gesteinen sind jene, welche die reichen Imprägnationszonen der Gruben in der Umgebung des Lago s'anto zusammensetzen.

Die Hauptmasse der sogenannten erzführenden Oolithe scheint dieser Gesteinsgruppe anzugehören oder derselben doch recht nahe zu stehen.

Das Gestein von S. Colomba enthält reichlich kleine Bleiglanzkörner in auffallend regelmäßiger Verteilung.

Unzersetzte Stücke besitzen einen flachmuscheligen bis splittérigen Bruch und gleichen gewissen Quarziten, ritzen Glas und lassen, geglüht, bräunlichschwarze Kriställchen in einer weißen Grundmasse erkennen. Das Gesteinspulver gibt v. d. L. eine kräftige Manganreaktion, braust mit

Salzsäure auf und liefert eine Kalk, Magnesia und Eisenoxydul enthaltende Lösung, sowie einen aus Kieselsäure bestehenden Rückstand. Unter dem Mikroskope sieht man ein Quarzmosaik mit reichlichen Einsprenglingen von Braunspat und Bleiglanz.

Das Quarzmosaik besteht der Hauptsache nach aus Quarzkörnern, welche hier und da kristallographische Umgrenzungen erkennen lassen. Zwischen den größeren Körnern liegen oft Anhäufungen kleinerer, die zum Teil so stark undulös auslöschten, daß sie unter +N an dem einen Ende dunkel und am andern hell erscheinen.

Außer winzigen Fluidaleinschlüssen treten im undulös auslöschenden Quarz noch kleine Einschlüsse auf, welche den Gasporen im Gangquarz der Siglitz-Gänge<sup>52)</sup> ähnlich sehen. Der Braunspat bildet zum Teil gut entwickelte Rhomboeder mit einer Kantenlänge bis zu 0,5 mm, zum Teil Verwachsungen rhomboedrischer Kristalle. Seine Durchschnitte charakterisieren sich durch eine schwach bräunliche Farbe, das Fehlen von Zwillingsstreifungen und durch reichliche, hauptsächlich den zentralen Teil füllende nach den schwach ausgeprägten Spaltrissen eingelagerte opale Stäubchen.

Ab und zu kommen in frischen Braunspat-Durchschnitten kleine, rundliche bis ellipsoide, schwach honiggelb gefärbte Körnchen vor, die keine Einwirkung auf seitliches Licht erkennen lassen und aus Zinkblende bestehen dürfen. Versuche, Zink nach F. Emich<sup>53)</sup> mikrochemisch durch Überführung in Rinmannsches Grün nachzuweisen, hatten allerdings keinen Erfolg.

Nach eingetretener Verwitterung ist das Gestein dunkel-schokoladenbraun und sieht dann, infolge der regelmäßigen Verteilung von Bleiglanz und zersetztem Braunspat, ähnlich einem Oolith aus.

Bemerkenswert ist eine, gleichfalls aus S. Colomba stammende Gesteinsvarietät, die kleine Drusen mit winzigen Quarzkriställchen enthält und ziemlich viel Baryt führt. Die kleinen Barytflecke werden von Quarzkörnern umgeben, die gegen den Baryt hin ziemlich gut kristallographisch begrenzt sind.

Für den Baryt des Meggener Schwefelspatlagers ist nach A. Bergeat<sup>54)</sup>

<sup>52)</sup> Vgl. Canaval, R.: Die Erzgänge der Siglitz bei Bockstein in Salzburg. Z. f. pr. Geol. 1911, S. 270.

<sup>53)</sup> Emich, F.: Lehrbuch der Mikrochemie, Wiesbaden 1911, S. 102.

<sup>54)</sup> Bergeat, Alfred: Das Meggener Kies-Schwefelspatlager usw. Z. f. pr. Geol. 1914, S. 242.

eine strahlige Kristallisation charakteristisch, ohne daß man in der Regel einen Kristallisationsmittelpunkt nachweisen könnte.“ Dies gilt auch hier.

Mit dem Gestein von S. Colomba stimmt fast ganz jenes überein, welches die Imprägnationszone Anna bildet. Das letztere ist jedoch, wie Häutchen von Eisenoxydrat und Anhäufungen von Bleikarbonat lehren, schon etwas zersetzt.

Die kompakteren Erzstreifen dieses Vorkommens sehen einem sogenannten Schwarzbleierz ähnlich und lassen unter der Lupe zum Teil den fettartigen Glasglanz des Weißbleies erkennen. Unter dem Mikroskope sieht man Quarzkörner, durchscheinende, stark licht- und doppelbrechende, im auffallenden Lichte weiße Aggregationen von Weißbleierz und daneben undurchsichtige, im auffallenden Lichte dunkelbraunrote bis bräunlich-schwarze Partien, aus welchen noch erhaltene Galenitreste hervorleuchten.

Manche Weißbleierzpartien sind kristallographisch umschrieben und löschen dann auch einheitlich aus.

Die in dem Steinbruche westlich von Fornace (869 m) auftretenden oolithischen Massen zählen gleichfalls hierher.

Die gelbliche Masse, welche spärliche Barytputzen und Malachitbeschläge führt,

ist zum Teil bröselig, zum Teil fest. Die bröseligen Partien lassen unter der Lupe ziemlich deutlich einen Aufbau aus kleinen Quarzkügelchen erkennen, zwischen welchen ockerige Häutchen liegen; die festen Partien gleichen einem Quarzit mit vielen kleinen, ockerigen Fleckchen.

In einem Dünnschliff, der nur aus dem quarzitären Teil zu erhalten war, herrscht eine durch zahlreiche winzige Flüssigkeitseinschlüsse, Glasbläschen und sekundär gebildeten Eisenoxyd-Häutchen getrübe Quarzmasse vor. Dieselbe beherbergt spärliche, zersetzte Braunspat-Rhomboeder und besteht hauptsächlich aus unregelmäßig umschriebenen, zum Teil aber auch aus rundlichen und eiförmigen Quarzkörnern.

Reich an feinverteiltem Bleiglanz ist ein schiefergraues Gestein von al Lago, in dem man seiner Farbe nach Kohlenstoff vermuten möchte, er fehlt jedoch, wie eine diesbezügliche Untersuchung ergab. Unter dem Mikroskope sieht man rundliche Anhäufungen kleiner Braunspatkörner, die als umgewandelte Ooide gedeutet werden können, und welche in einer aus Kalzit- und Quarzkörnern bestehenden Grundmasse liegen. Bleiglanz ist als ziemlich feiner Staub über den Schliff verteilt und verdichtet sich zu verästelten Gebilden, die ab und zu die umgewandelten Ooide umschließen.

(Schluß folgt.)

# Das Vorkommen silberhaltiger Bleierze am Calesberg (Monte Calisio) bei Trient.

Von

Dr. Richard Canaval.

II. Teil.

(Schluß)

### III. Die Erze und ihre Begleiter.

Gegenstand des Bergbaubetriebes der Alten am Calesberg war nach J. Trinker, G. B. Trenner, W. Dewar und C. Minnich der silberhaltige Bleiglanz, neben dem nach F. Pošepny, M. v. Isser, J. Blaas, P. Duschnitz und G. Gasser<sup>55)</sup> auch noch Fahlerz gewonnen worden sein soll.

Für die Anwesenheit von Fahlerz spricht zwar der Umstand, daß in der Analyse des Erzes von km 13,8 der Valsuganabahn, welche oben mitgeteilt worden ist, neben Kupferoxyd auch antimonige und arsenige Säure aufgeführt werden, indes die Vorkommen südlich des Valsuganatales scheinen überhaupt kupferreicher und in ihrer Zusammensetzung etwas verschieden von jenen am Calesberg zu sein.

Am Calesberg selbst habe ich zwar mehrmals Azurit und Malachit, jedoch kein

Fahlerz aufgefunden. Das oben besprochene Schwarzbleierz sieht oft täuschend wie Fahlerz aus, unterscheidet sich jedoch von demselben durch sein mikroskopisches und chemisches Verhalten so sehr, daß es hiermit nicht verwechselt werden kann.

Der Silbergehalt der Erze ist, wie nachstehende, nach den Angaben von W. Dewar (1—11), J. Trinker (12) und G. B. Trenner (13, 14) zusammengestellten Stückproben lehren, zum Teil sehr beträchtlich.

	Pb	Zn	Cu	Ag
	‰	‰	‰	g pro t
1)	Spuren	Spuren	6,00	335
2)	1,5	„	—	556
3)	4,8	„	—	845
4)	5,5	„	—	361
5)	6,8	„	—	471
6)	13,6	0,88	—	1,644
7)	13,6	Spuren	—	862
8)	13,8	0,21	14,25	618
9)	14,5	Spuren	—	787
10)	17,0	„	—	2315
11)	21,2	„	—	1403
12)	22,0	„	—	1562
13)	52,5	„	0,05	5000
14)	81,7	„	—	10200

<sup>55)</sup> Gasser, G.: Die Mineralien Tirols. Innsbruck 1913, S. 229.

G. B. Trenner hebt hervor, daß reiner Bleiglanz aus dem Oolith 8—11 kg Ag pro t, solcher aus dem Baryt dagegen nur 2—4 kg pro t enthält.

In den von der Valsugana Bergbau-gesellschaft aufgewältigten und neu eröffneten Gruben sind regelmäßig angeordnete Schlitzte in 5 Gruppen ausgehauen worden.

Diese Gruppen ergaben für den Pb-Gehalt der Lagerstätte und den Ag-Gehalt des Bleies folgende Durchschnittswerte:

Pb-Gehalt %	Ag-Gehalt in 1000 kg Pb.
5,06	1,45
6,15	1,91
3,51	1,37
6,79	1,37
3,60	2,49

Haben diese Durchschnittswerte denselben Grad von Zuverlässigkeit, was mit einiger Wahrscheinlichkeit angenommen werden kann, so betragen die nach der Ausgleichsrechnung bestimmten Mittelwerte<sup>56)</sup>:

$$5,22 \pm 0,44 \% \text{ Pb und} \\ 1,72 \pm 0,15 \text{ kg Ag in 1000 kg Pb.}$$

40 Bohrmehlproben ergaben als Mittelwert: 4,38% Pb.

Für Mechernich, mit dessen Knotensandstein das Vorkommen am Calesberg verglichen worden ist, wären nach A. W. Stelzner und A. Bergeat<sup>57)</sup> die analogen Werte:

$$1,50 \% \text{ Pb und} \\ 0,18 \text{ bis } 0,25 \text{ kg Ag in 1000 kg Pb.}$$

Begleiter des Bleiglanzes sind, wie schon oben bemerkt worden ist, Braunspat, Baryt und Quarz, ferner Kupferkies und wahrscheinlich auch Zinkblende.

Quarz macht nicht nur einen Bestandteil des erzführenden Nebengesteins aus, sondern kommt in Drusen auch als Bergkristall in kleinen, zum Teil ganz farblosen Kriställchen vor.

Zinksulfid und Zinkkarbonat sind bisher nur durch die von C. Minnich angeführte Analyse nachgewiesen worden.

Durch Verwitterung bilden sich aus Bleiglanz Weißbleierz und Bleivitriol, aus Braunspat manganhaltiger Brauneisenstein und Aragonit, aus Kupferkies Malachit und Azurit.

Weiß- und Schwarzbleierz, über dessen Auftreten schon einige Beobachtungen mitgeteilt wurden, sind in recht beträchtlicher Menge vorhanden.

C. Minnich bemerkt, daß Bohrmehlproben, in welchen mit bloßem Auge kein Bleiglanz aufzufinden war, doch über 1%

Pb enthielten, und daß eine Probe mit ca. 3 1/2% Pb fast zur Hälfte aus Weißbleierz bestand.

Nach einer Mitteilung des Herrn Bergingenieur P. Duschnitz hatten die oben erwähnten 40 Bohrmehlproben im Mittel: 2,33% PbS und 3,05% Pb CO<sub>3</sub>.

Beobachtungen, welche dafür sprechen würden, daß ein Teil des Weißbleierzes ursprünglicher Bildung sei, habe ich nicht machen können.

Ein Aufbereitungsversuch, der von F. Krupp-Grusonwerk mit hängigem Hauwerk aus den Gruben der Valsugana-Bergbau-gesellschaft vorgenommen wurde, hatte folgendes Ergebnis:

1795 kg Hauwerk mit 7,55% Pb und 111,7 g Ag pro t, d. i. 1,49 kg Ag in 1000 kg Pb lieferte: 105,2 kg, d. i. 5,85% Konzentrate mit 76% Pb und 126,5 g Ag, entsprechend einem Ausbringen an Blei von 59 und an Silber von 63%.

Wird der gefallene reiche Schlamm mit 18,9, beziehungsweise 10,7 Pb den Konzentraten zugesetzt, so bekäme man 148,2 kg, d. i. 8,25% Konzentrate mit 58,1% Pb und 135,0 g Ag, entsprechend einem Ausbringen an Blei von 64 und an Silber von 76%.

Der Aragonit bildet spitz pyramidale oder spießige in der Regel büschelförmig angeordnete Kriställchen, die nur selten eine Breite von 1,5 und eine Länge von 10 mm erreichen.

Seine Ausbildungsweise entspricht daher der Bemerkung Beudants<sup>58)</sup>, daß in Eisenbergwerken stets pyramidale, in dem gipshaltigen Ton der Steinsalzablagerungen dagegen stets prismatische Kristalle vorkommen.

Das Mineral brennt sich vor dem Lötrohr weiß, gibt eine schwach purpurrote Saumflamme und mit Soda auf Kohle einen geringen Bleibeslag. Salzsäure löst dasselbe langsam unter Brausen auf; die Lösung gibt eine kräftige Blei- und eine deutliche Magnesia-Reaktion.

Zink, welches für die als Tarnowitz bezeichnete bleihaltige Abart des Aragonits bezeichnet ist, war hier nicht aufzufinden.

Die Anwesenheit von Blei in der sorgfältig getrennten Substanz entspricht der fast regelmäßigen Vergesellschaftung des Aragonits mit Weißbleierz.

Auf Grund der Untersuchungen von F. Cornu und H. Leitmeier hat J. Dre-

<sup>56)</sup> Vgl. Kohlrausch, F.: Leitfaden der prakt. Physik. Leipzig 1884, S. 2.

<sup>57)</sup> Stelzner, A. W. u. Bergeat, A.: Die Erzlagerstätten. Leipzig 1904, 1906, S. 425.

<sup>58)</sup> Beudant: Lehrbuch der Mineralogie, deutsch von Hartmann. Leipzig 1826, S. 116.

ger<sup>59)</sup> sich dahin ausgesprochen, daß die Hauptursache der Aragonitbildung bei niedrigerer Temperatur durch die Alphaquelle von Rohitsch-Sauerbrunn in dem Vorhandensein von Magnesiumsulfat als Lösungsgenossen zu liegen scheint.

Da F. Cornu eine derartige Bildung des Aragonits experimentell nachgewiesen hat und in den obersteirischen Eisenerzbergwerken rezente Aragonitsinter am das Vorkommen von Schwefelkies und Breunerit beziehungsweise Mg-haltigem Ankerit gebunden sind, könnte der Aragonit des Calesberges in gleicher Weise entstanden sein.

In Ermangelung eines anderen Sulfids müßte dann allerdings der Bleiglanz die Rolle des Pyrits übernommen oder doch zuerst Bleisulfat sich gebildet haben; das durch Lösungen von Magnesia-Karbonat nachträglich in Bleikarbonat und Magnesia-sulfat zerlegt wurde.

Zur Beurteilung der Wahrscheinlichkeit eines solchen Vorganges liegen noch zu wenig Beobachtungen vor.

Bemerkenswert ist immerhin die Erscheinung, daß nach F. Cornu in Obersteier auf taubem, d. i. eisenarmem Gestein kein Aragonit, sondern Kalzitsinter auftritt, daß am Calesberg der Aragonit sich auf die Anwesenheit von Braunspat zu beschränken scheint, und daß in den Bleiglanz- und Blendelagerstätten der ostalpinen Trias, die keine Eisen- und Mangan-Karbonate enthalten, auch Aragonit nur als Seltenheit und bei weitem nicht so häufig wie am Calesberg vorkommt.

Für die Vermutung, daß Eisensalze bei der Aragonitbildung eine Rolle spielen, könnte auch ein unbedeutendes Vorkommen von Kalzit am Doss dello Greve geltend gemacht werden.

Auf einer schmalen Druse im Baryt wurden hier kleine Kalzitkriställchen der Kombination:  $-\frac{1}{2}R, \infty R$  mit stark vorherrschendem Rhomboeder aufgefunden, die mikrochemisch ziemlich kräftig auf Magnesia reagieren.

Der Bleiglanz kommt nach G. B. Trenner in unregelmäßigen Körpern vor, welche, soweit die Abbaustrecken dies erkennen lassen, eine mehr oder minder schlauchförmige Gestalt gehabt haben müssen.

Er trat in Erzkörpern von etwa 1 m Breite und 50 cm Dicke auf, durch deren Vereinigung es zur Bildung „von einigen

zehn Meter breiten und langen und ein paar Meter mächtigen Massen“ kam.

Bei dem Aufbau dieser Anschauung, welche die Schrift der Gesellschaft Mons Argentarius schematisch erläutert, spielte jedenfalls die Vorstellung mit, daß die Alten nur Derberze (am massidigena compacta) abbauen konnten.

Bei den Betriebsverhältnissen in römischer Zeit, dem damals sehr hohen Preis des Silbers und den geringen Kosten der Sklavenarbeit, ist diese Vorstellung jedoch kaum begründet.

Die Art des Bleiglanzauftretens entspricht nach G. B. Trenner „den Lagerungsverhältnissen, welche man sonst als metasomatisch“ zu bezeichnen pflegt; G. B. Trenner glaubt daher, daß die schlauchförmigen Erzkörper „aus dem primären Lager und dem mit Erz imprägnierten Kalkstein durch spätere Auslaugung metasomatisch entstanden seien“.

In naher Übereinstimmung mit G. B. Trenner betrachtet auch W. Dewar die Ablagerung als sedimentär mit nachfolgender metasomatischer Umwandlung und in gewisser Hinsicht als ähnlich jener des Mansfelder Kupferschiefers.

C. Minnich hebt dagegen hervor, „daß wir es hier mit ganz typischen Imprägnationen zu tun haben“, welche am ehesten mit dem Vorkommen von Bleiglanz und Bleikarbonat im Bundsandstein bei Commen verglichen werden können.

Für die Anschauung C. Minnichs lassen sich die oben besprochenen mikroskopischen Beobachtungen über den Aufbau der erzführenden Gesteine sowie die von der Valsugana-Bergbau-Gesellschaft erzielten Neuaufschlüsse geltend machen.

In Valcalda (923 m) wurde mit einem tonlängigen Gesenk die von den Alten abgebaute und hier unter 20° nach 8 h einfallende Schicht verfolgt und dann vom Gesenktiefsten aus eine söhlige Strecke durch das Liegende zu Tage getrieben.

Die Strecke steht ihrer ganzen Länge nach in einem verschieden stark mit Bleiglanz imprägnierten Gestein.

Besonders schöne Imprägnationen, welche wie handbreite blaue Streifen erscheinen, schlossen die Strecken auf, welche in der Grotta allago (920 m) ungefähr 4 m unter der alten Sohle angesetzt wurden.

Erscheinungen, die für eine spätere Auslaugung und Umlagerung sprechen würden, fehlen an beiden Orten.

Bei dem Abbau der reichen Erzpärtien durch die Alten entstanden zwar ähnliche Hohlräume, wie z. B. auf den metasomati-

<sup>59)</sup> Dreger, J.: Aragonite von Rohitsch-Sauerbrunn. Mitt. der Wiener mineral. Ges. 1909, Nr. 44, S. 13.

schen Erzvorkommen des oberschlesischen Muschelkalkes, ihre Form kann jedoch zum Teil auf gewisse Regelmäßigkeiten in dem Auftreten der Erze, zum Teil auf die Feuerzersetzung zurückgeführt werden.

Die reichen Partien scheinen ab und zu recht ausgesprochene Erzfälle zu bilden und als das Ergebnis des Verhiebes eines solchen Erzfalles läßt sich auch der bereits oben erwähnte Abbauraum am Monte Gallina deuten.

Das Feuersetzen begünstigte andererseits die Ausbildung kuppelförmig gekrümmter Firsten und die Zersetzung des Braunspts im Nebengestein.

Erinnern schon die bogenförmigen Firsten an einen ausgehauenen Erzschlauch, so wird dieses Bild noch durch die porösen, einem dunkelbraunen Ocker ähnlichen Massen verstärkt, welche durch die Zersetzung des Braunspts entstanden.

Der Schluß, daß diese ockerige Masse wie bei manchen metasomatischen Bleiglanzvorkommen der Ostalpen derbe Bleiglanzknauern umhüllt, ist daher nahe liegend.

Die bergmännische Tätigkeit des 19. Jahrhunderts hat sich, wie schon oben bemerkt worden ist, ganz auf die Gewinnung von Schwerspat beschränkt.

L. Liebener und J. Vorhauser<sup>60)</sup> erwähnen denn auch aus der hiesigen Gegend nur das Vorkommen von derbem schälligem Baryt „in den verlassenen Grubenbauten alle Greve und alle Ville zwischen Trient und Cembra“.

Baryt vom Monte Gallina enthält nach einer von G. B. Trenner mitgeteilten Analyse:

Kieselsäure	0,33
Eisenoxyd und Aluminiumoxyd	0,22
Baryumsulfat	98,97
Strontiumsulfat	0,15
Kalziumsulfat	0,29
	99,96

Der Baryt bildet nach Trenner linsenförmige Körper, deren Zahl im Vergleich zur Ausdehnung der ganzen Erzablagerung nur gering ist.

Die Mächtigkeit dieser Linsen schwankt sehr, bleibt aber in der Regel zwischen 0,5 bis 2 m.

Wo eine Barytlinse auskeilt, beobachtete Trenner wiederholt eine Wechselagerung von fingerdicken, oft leichtgewellten dunklen Kalksteinlagen mit ebenso dicken, schneeweißen genau parallelen Barytlagen.

In einem Profile kommen mitunter 20 bis 40 solcher weißer und dunkler Schnüre vor, welche nach Trenner kaum auf eine andere Ursache als die der Sedimentation zurückgeführt werden können.

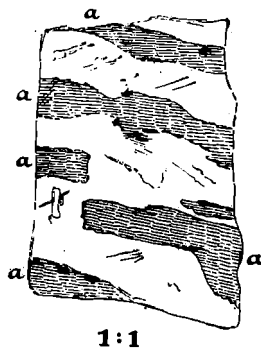
Abweichend von G. B. Trenner bemerkt F. Pošepny, daß der Schwerspat „in typhonartigen Zertrümmerungen und mächtigen, aber kurz andauernden Adern“ angetroffen werde.

Am Westabhange des Doß delle Greve ist Baryt an mehreren Stellen in Aufgrabungen von geringer Tiefe gewonnen worden. Er bildet hier blätterige Aggregate, welche Teilungsflächen bis zu  $4 \times 6$  Zentimeter erkennen lassen und rosettenförmig angeordnet, unregelmäßige Bruchstücke von Oolith umhüllen. Trotz des gangartigen Aussehens liegen jedoch, wie dies auch Aufschlüsse in der Grotta delle Greve lehren, räumlich nur recht beschränkte Vorkommen vor:

Nester, die selten eine größere Fläche als ungefähr  $10 \text{ m}^2$  einzunehmen scheinen.

Vom Doss delle Greve stammen auch Gesteinsstücke, die eine ähnliche Bänderung, wie sie Trenner erwähnt, erkennen lassen.

Der Anschliff eines solchen Stückes ist in untenstehender Skizze dargestellt (Fig. 2).



a = schmale ockerige Bänder zwischen schneeweißem Baryt.

Fig. 2. Baryt vom Doss delle Greve.

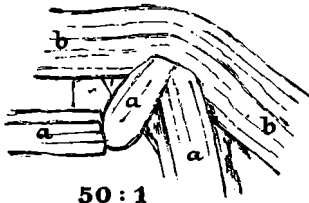
Schmale ockerige Bänder a, welche aus Quarz und schon etwas verwittertem Braunspt bestehen, werden von schneeweißem Baryt verkittet, dessen dünne Lamellen ein Bestreben verraten, sich parallel den Bändern anzuordnen.

Mit dem Mikroskop ist zu erkennen, daß die bis 1,5 mm breiten, in der Prismenzone am besten begrenzten Barytstengel häufig abgelenkt, verquetscht oder auch derart zerbrochen wurden, daß die einzelnen Bruchstücke gegeneinander eine Verdrehung erfuhren.

<sup>60)</sup> Liebener, Leonhard und Vorhauser, Johann: Die Mineralien Tirols, Innsbruck 1882, S. 42.

Bleiglanzfünkchen treten hauptsächlich am Rande der ockerigen Bänder auf.

In der untenstehenden Fig. 3 ist ein Stengel b dargestellt, der über mehrere Bruchstücke a zu liegen kam und hierbei abgebogen und eingequetscht wurde.



50 : 1

b = Barytstengel, a = Bruchstücke von Stengeln.  
Fig. 3. Baryt vom Doss delle Greve.

Nächst benachbarten Braunspatrhomboidern sind an den Barytindividuen in der Regel rundliche Korrosionen wahrzunehmen. Hexagonale Quarzdurchschnitte kommen im Innern der Barytlamellen vor und sparsam vorhandene Bleiglanzflächen grenzen zum Teil recht scharf an den Barytstengeln ab, zum Teil bilden sie rundliche Einschlüsse in denselben.

Der Baryt scheint an die kalkreicheren Gesteine gebunden zu sein und dem weißen zuckerkörnigen Dolomit von S. Colomba ganz zu fehlen.

F. Pošepny, der noch die später aufgegebenen Barytgruben von Pralongo befuhr, hebt hervor, daß die Lagerstätte in den meisten Fällen einen lagerartigen Charakter besitze, „eine scheinbar der Schichtung entsprechende Lage mit wellenförmigen Biegungen“; Stufen von den zwei Lokalitäten Monte Gallina und Colomba zeigen jedoch „ein etwas abweichendes“, echt gangförmiges Vorkommen von Bleiglanz mit Baryt und Kalzitschalen.“

Das Auftreten von Bleiglanz auf schmalen Querspalten hat auch C. Minnich beobachtet.

Am Südbhang des Doss delle Greve (989 m) liegt bei 956 m Seehöhe eine verbrochene Zeche, mit welcher die Alten nach NW streichende und saiger stehende Klüfte verfolgt zu haben scheinen.

Nächst dem verbrochenen Mundloch sind im braunen, flach nach Westen einfallenden Oolith ein der Schichtung ungefähr konkordanter Zug von Barytlinsen und eine schmale, die Schichten verquerende Barytader zu sehen, welche sich bis auf 2 m ins Hangende dieses Zuges verfolgen läßt.

Derartige kürzere und mehr verästelte Trümer, die von Baryt und Bleiglanz erfüllt werden, sind in der Grube S. Colomba aufgeschlossen.

In der Grotta al lago treten Schnüre von Bleiglanz auf, welche die Schichtung verqueren und nicht scharf, wie die Trümmer von S. Colomba, sondern verwaschen begrenzt sind. Unter dem Mikroskop bestehen diese Schnüre aus Bleiglanz körnern, die sich senkrecht zur Schichtung anhäuften. Eine Spaltenfüllung ist nicht zu erkennen.

#### IV. Bemerkungen über die Entstehung der Erzlagerstätte.

Der Anschauung, daß lagerartige Vorkommen von Schwefelmetallen „Präzipitate des Seebeckens“ seien „aus welchen sich früher und später nur Sedimente abgesetzt haben“, ist F. Pošepny<sup>61)</sup> entgegengetreten, der hierbei auch die Bleierzlagerstätte von Mechernich bei Commern behandelte. Während A. v. Groddeck<sup>62)</sup> den Typus Commern zu den Ausscheidungsflözen gestellt hatte, ist nach F. Pošepny „der permeable, lockere, zwischen zwei weniger permeablen Gesteinslagen eingeschlossene und von vielen Verwerfungsklüften durchsetzte Sandstein durch aufsteigende Quellen imprägniert und als Weg bei ihrer Zirkulation benützt worden“. F. Pošepny zweifelt daher nicht, daß die Erzführung hier sekundär und von den Klüften ausgegangen ist“, läßt aber die Frage, in welcher Weise die als Knotten bezeichneten Bleiglanzkongregationen im Sandstein zustande kamen, unbeantwortet.

Ähnlicher Anschauung, wie F. Pošepny ist auch F. Beyschlag<sup>63)</sup>, wogegen A. W. Stelzner und A. Bergeat<sup>64)</sup> bei Erörterung der Entstehung erzführender Sandsteine auf die Bleiglanz-, Baryt- und Flußspat-führenden Chalcedonlager des Morvan hinweisen, welche mit Erzgängen von ganz analoger Füllung im Zusammenhang stehen, und als submarine Geyserrite gedeutet werden.

Die Spuren der alten Thermen von Teplice in Böhmen sind von F. E. Sueß<sup>65)</sup> beschrieben worden.

<sup>61)</sup> Pošepny, F.: Über die Genesis der Erzlagerstätten. Jb. der Bergak. 1895, S. 162.

<sup>62)</sup> Groddeck, Albrecht von: Die Lehre von den Lagerstätten der Erze, Leipzig 1879, S. 101.

<sup>63)</sup> Beyschlag, F., Krusch, P. und Vogt, J. H. L.: Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine, 2. Bd. Stuttgart 1913, S. 663.

<sup>64)</sup> Stelzner, Alfred Wilhelm, und Bergeat, Alfred: Die Erzlagerstätten. Leipzig 1904/1906, S. 437.

<sup>65)</sup> Sueß, F. E.: Studien über unterirdische Wasserbewegungen. Jb. der k. k. geol. R. A. 48, Bd., 1898, S. 425.



Auf dem Porphyrlager *cenomane* Konglomerate und Sandsteine, deren Körner durch ein Zement aus Hornstein verbunden sind. Sowohl im Hornstein als auch in den Hohlräumen des Konglomerats sind Barytkristalle in großer Zahl vorhanden. F. E. Sueß nimmt an, daß die *cenomane* Konglomerate und Sandsteine, sowie der *senone* Plänkalkstein durch tertiäre Schichten, die eine mächtige, wasserdichte Decke bildeten, überlagert gewesen seien und daß infolge Rückstauens dieser Decke Thermalwässer in den Konglomeraten und Sandsteinen Kieselsäure und Baryt absetzten.

A. Bergeat<sup>66)</sup> hält es nicht für ausgeschlossen, daß die Bildung des Meggener-Kiesschwerspatlagers mit schwefelwasserstoffhaltigen Minerallösungen von der Art zusammenhänge, wie sie etwa die Gänge des Oberharzes erfüllt haben mögen und welche in der Zeit des mittleren Devons bis auf den Meeresgrund gelangten.

Auf unterseeische Mineralquellen, „welche Hand-in-Hand mit der marinen Kalksteinbildung ihre Erze am Meeresboden“ ausschieden, hat denn auch G. B. Trenner die Entstehung des Erzvorkommens am Calesberg zurückgeführt.

Gegen die Annahme einer Bildung gewisser Erzablagerungen, insbesondere des Mansfelder Kupferschiefers durch derartige Quellen sind von F. Hornung<sup>67)</sup> eine Reihe von Einwänden erhoben und mit folgendem Satz abgeschlossen worden: „Also eine große Zahl von Mineralquellen, beladen mit sehr verschiedenen Metallen in verschiedenstem gegenseitigen Prozentverhältnissen, hervorquellend aus liegenden Gesteinen und jederlei Art und Alter, genau während einer bestimmten, zweifellos sehr kurzen Zeit in Funktion: nämlich — man mag wollen oder nicht — während der Ablagerungszeit des Kupferschiefers selber! — Ist das denkbar?“

Ähnliche Einwendungen, wenigstens hinsichtlich der Zeit können zwar auch bei dem Erzvorkommen am Calesberg gemacht werden, das ja W. Dewar in genetischer Hinsicht mit dem Kupferschiefer verglichen hat, dieselben sind jedoch, wie im Folgenden zu zeigen versucht werden soll, kaum stichhaltig.

Hinsichtlich des dermaligen Standes der Oolithfrage mag auf die Zusammenstellung von F. Zirkel<sup>68)</sup> und die Arbeiten von: O. Reis<sup>69)</sup>, G. Link<sup>70)</sup>, E. Kalkowsky<sup>71)</sup>, K. Krech<sup>72)</sup>, H. Fischer<sup>73)</sup>, F. Gaub<sup>74)</sup>, M. Nahnsen<sup>75)</sup>, L. Sommermeier<sup>76)</sup> und K. Andréé<sup>77)</sup>, sowie auf die einschlägigen Bemerkungen von: H. Schade<sup>78)</sup>, E. Dittler<sup>79)</sup>, R. Marc<sup>80)</sup>, R. E. Liesegang<sup>81)</sup> und A. Himmelbauer<sup>82)</sup> verwiesen werden.

Bei Beurteilung der Verhältnisse, unter welchen sich die oolithischen Gesteine des Calesberges bildeten, verdienen die Erscheinungen, welche der rote Oolith von

<sup>66)</sup> Zirkel, F.: Lehrbuch der Petrographie, 3. Bd. Leipzig 1894, S. 575.

<sup>69)</sup> Reis, O.: Über Styolithen, Dutenmangel und Landschaftskalk. Geogn. Jahresh., Bd. 15, 1902, S. 157.

<sup>70)</sup> Link, G. Über die Bildung der Oolithe und Rogensteine, Jenaische Zeitschr. für Naturw., 45. Bd. 1909.

<sup>71)</sup> Kalkowsky, Ernst: Oolith und Stromatolith im norddeutschen Buntsandstein. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges., 60. Bd. 1908, S. 68.

<sup>72)</sup> Krech, K.: Beitrag zur Kenntnis der oolithischen Gesteine des Muschelkalkes bei Jena. Jb. der kgl. preuß. geol. Landesanst. Bd. 25, 1919, S. 59.

<sup>73)</sup> Fischer, Herm.: Experimentelle Studien über die Entstehung der Sedimentgesteine. Monatsber. d. D. Geol. Ges. 1910, S. 247.

<sup>74)</sup> Gaub, Friedrich: Die jurassischen Oolithe der schwäbischen Alpen. Jena 1910.

<sup>75)</sup> Nahnsen, Martin: Über die Gesteine des norddeutschen Korallenooliths, insbesondere die Bildungsweise des Ooliths und Dolmits. N. J. Beilage Bd. 39, 1913, S. 277.

<sup>76)</sup> Sommermeier, L.: Neue Ooide. Z. d. D. Geol. Ges. 66. Bd. 1914, S. 318.

<sup>77)</sup> Andréé, K.: Moderne Sedimentpetrographie usw. Geol. Rundsch. 5, 1914, S. 470. Nachträgliche Anmerkung zu einem Vortrage: Moderne Sedimentpetrographie usw. Ber. über die Fortschr. der Geol. 6. Bd. 1915, S. 67.

<sup>78)</sup> Schade, H.: Zur Entstehung der Harnsteine und ähnlicher konzentrisch geschichteter Steine organischen und unorganischen Ursprungs. Kolloid Zeitschr. Bd. 4, 1909, S. 175.

<sup>79)</sup> Dittler, E.: Über die Kolloidnatur der Erbsensteine. Kolloid Zeitschr. Bd. 4, 1909, S. 277.

<sup>80)</sup> Marc Robert: Vorlesungen über die chemische Gleichgewichtslehre und ihre Anwendung auf die Probleme der Mineralogie, Petrographie und Geologie. Jena 1911, S. 171.

<sup>81)</sup> Liesegang, Raphael Ed.: Geologische Diffusionen Dresden und Leipzig 1913, S. 143. Wachsende Kieselsäuregele. Kolloid Zeitschr. X, 1912, S. 273. Über schalig-disperse Systeme. Kolloid Zeitschr. XII, 1913, S. 271.

<sup>82)</sup> Himmelbauer, Alfred: Die Bedeutung der Kolloidchemie für die Mineralogie. Fortschr. der Miner., Krist. und Petr., 3. Bd. 1913, S. 42.

<sup>66)</sup> Bergeat, Alfred: Das Meggener Kies-Schwerspatlager usw. Z. f. pr. Geol. 1914, S. 247.

<sup>67)</sup> Hornung, Ferd.: Formen, Alter und Ursprung des Kupferschiefererzes usw. Z. d. D. Geol. Ges., 56. Bd. 1904, S. 267.

Valcalda und der mergelige Oolith vom Doss del Cuz zeigen, sowie das Auftreten von Magnesia in diesen Gesteinen besondere Berücksichtigung.

Der rote Oolith von Valcalda ist reich an Resten von Organismen insbesondere an Moluskenschalen und läßt eine nachträgliche Umwandlung der in ihm enthaltenen Eisenverbindungen annehmen.

Der mergelige Oolith vom Doss del Cuz beherbergt keine deutlichen Organismenreste und zeigt auch nur Spuren einer nachträglichen Umwandlung seiner Eisenverbindungen.

An Körnern lothringischer Eisenooolithe beobachtete Bleicher<sup>83)</sup> mineralische Kerne umgeben von konzentrischen Hüllen; in dem Oolith von Valcalda sind zwar keine mineralischen Kerne wahrgenommen worden, die konzentrisch schaligen Ooide scheinen sich jedoch in analoger Weise um Schalenfragmente u. dgl. gebildet zu haben; welche, wie R. Marc<sup>84)</sup> bemerkt, durch ihre adsorbierenden Kräfte die Anhäufung der kolloid ausfallenden Substanz bewirkten.

Die Deformation der Ooide im roten Oolith von Valcalda und im mergeligen Oolith vom Doss del Cuz, ganz besonders aber das Verhalten des aus dem mergeligen Oolith beschriebenen Ooidbeutels lassen vermuten, daß sich diese Gebilde eine gewisse Zeit nach ihrer Bildung in einem plastischen, gallertartigen Zustand befanden.

In dem mergeligen Oolith mag dann in einem zweiten Stadium eine größere Festigkeit eingetreten sein, so daß die Spitzenkränze anwachsen konnten, worauf in einem dritten, vielleicht infolge Schrumpfung des zentralen Kerns die Spitzenkränze sich auflösten und zerbrachen.

„Organische Wesen,“ sagt E. Kalkowsky, „müssen es gewesen sein, die die Beutelhüllen in den Rogensteinen bildeten“ und dieser Schluß drängt sich auch bei der Untersuchung des mergeligen Ooliths vom Doss del Cuz auf.

Ist aber hier die Beutelhülle organischen Ursprungs, so kann das Gleiche für die Hüllen der plastisch umgeformten Ooide vermutet werden. Die Ablagerung der Eisen- und Kalksalze hat dann innerhalb dieser organischen Substanz u. zw. da die konzentrisch schalige Struktur stets randlich am besten entwickelt ist, von außen nach innen stattgefunden.

<sup>83)</sup> Zirkel, F.: Lehrb. der Petrographie, 3. Bd., Leipzig 1894, S. 576.

<sup>84)</sup> Marc, R.: a. a. O., S. 174.

Zur Stütze dieser Vermutung mag angeführt werden, daß nach W. Salomon<sup>85)</sup> die dichten Kalksteine viel häufiger von Kalkausscheidungen mikroskopischer Organismen, als von Zerreibungsprodukten makroskopischer Kalk-Hartkörper herrühren dürften und daß nach B. Doss<sup>86)</sup> Karbonatkügelchen den Melnikowit von Nowo-Uzensk begleiten, im Tiefseeschlamm des Schwarzen Meeres auftreten und in den Sedimenten der Insel Mestica nördlich Palermo festgestellt wurden. In dem Weissowo-Salzsee lagern ferner desulfurierende Bakterien: Kalk oder „wenn MgO anwesend, kugelige Dolomitgebilde an der Oberfläche des schwarzen Schlammes“ ab, und hinsichtlich der Katsch-Tamanner Brauneisenooolithe unterliegt es keinem Zweifel, daß dieselben „unter Mitwirkung bakterieller Lebenstätigkeit als ursprüngliche kolloidale Ausscheidungen entstanden sind.“

Ähnlich diesen Oolithen können aber wohl auch die oolithischen Gesteine des Calesberges gebildet worden sein.

R. E. Liesegang<sup>87)</sup> hat die von E. Kalkowsky beschriebenen Ooide in anderer Weise gedeutet und angenommen, daß dieselben „in einem weichen tonigen Milieu“ entstanden, wobei die wachsenden Kriställchen den Ton nach außen schoben.

Eine solche Bildung wäre bei den mit Kernen versehenen Ooiden des roten Ooliths von Valcalda gewiß annehmbar, die geringe Größe dieser Kerne läßt es aber hier als möglich erscheinen, daß zuerst die Kerne von organischer Substanz umwachsen wurden, und dann erst die Ablagerung der anorganischen Stoffe erfolgte. Letztere mag eine Gewichtsvermehrung und dadurch ein langsames Einsinken in lose Absätze bewirkt haben, welche den Grund eines Gewässers bedeckten.

Daß nach G. Stiasny<sup>88)</sup> viele einzellige Algen des Planktons sich zu gallertigen mehr oder minder kugelförmigen Klumpen vereinen, ferner Thaeocystis Pouchetii oft in großen Massen zu unregelmäßigen Schleimklumpen geballt, die

<sup>85)</sup> Salomon, Wilhelm: Über die Bildung dichter Kalke. Ber. über die Fortschr. d. Geol., 5. Bd. 1914, S. 153.

<sup>86)</sup> Doss, Bruno: Melnikowit, ein neues Eisensulfid und seine Bedeutung für die Genesis der Kieslagerstätten. Z. f. pr. Geol. 1912, S. 456.

<sup>87)</sup> Liesegang, Raphael Ed.: Über schalig-disperse Systeme. Kolloid Zeitschr. Bd. XII, 1913, S. 272.

<sup>88)</sup> Stiasny, Gustav: Das Plankton des Meeres. Berlin und Leipzig, 1913, S. 78.

Oberfläche der nordischen Meere bedeckt, endlich auch viele Radiolarien einen dichten Gallertmantel besitzen, ist vielleicht diese Annahme nicht ganz unbegründet.

Das Medium, in dem sich die Ooide des roten Ooliths von Valcalda und des mergeligen Ooliths vom Doss del Cuz eingelagerten, ist jedenfalls ein toniges Wesen im Sinne von R. E. Liesegang, und zwar wie dies auch O. Reis annimmt, wahrscheinlich eine schlammige Trübe von einiger Dichte gewesen.

Das Vorkommen eines verhältnismäßig großen Ooidbetetels, neben verquetschten Ooiden und neben Bruchstücken von Ooiden, sowie neben Bruchstücken des Spitzenkranzes wäre sonst schwer zu erklären. Im klaren Wasser oder in einer dünnen Trübe würden kleine Bruchstücke zwischen den größeren Körpern hindurchgegangen und zu Boden gesunken sein.

L. v. Buch<sup>89)</sup> hat auf Gran Canaria die Bildung eines oolithischen Konglomerats beobachtet, welches dadurch entsteht, daß die Wellen kalkhaltigen Meerwassers unaufhörlich mit dem Sande spielen und hierbei Gesteinskörnchen oder Muschelstückchen mit Kalksinter überkrusten.

Wenngleich die Bildung dieses Konglomerats eine ähnliche ist wie jene der v. F. Pošepny<sup>90)</sup> beschriebenen Pisolithe, so glaubt doch auch F. Gaub zur Erklärung der kugeligen Form der Ooide ein „unablässiges Rollen“ auf dem Meeresboden heranziehen zu müssen.

Als Schlußergebnis einer derartigen Bewegung könnte jedoch der mergelige Oolith vom Doss del Cuz schon infolge der verschiedenen Größe und Form seiner Einsprenglinge nicht gedeutet werden.

J. Walther<sup>91)</sup> hebt hervor, daß im Golf von Neapel das Sediment „erst in mehreren Metern Tiefe etwas konsistenter“ werde und erinnert hierbei an den „Globigerinenschneefall“ am Grund des Ozeans, die Tatsache, daß bei Dredgungen nur in seltenen Fällen ein dichtes Sediment gefunden wurde, und daß bei einem Brückenbau im Zürichersee, also in weit geringerer Wassertiefe „das petrographisch gleichartige Sediment erst in 6 m Tiefe

fest war“. Als Ursache dieser Erscheinung betrachtet J. Walther die mit zunehmendem Drucke zunehmende Dichte des Wassers.

Da jedoch das Wasser einer „idealen Flüssigkeit“ nahekommt, d. i. fast unzusammendrückbar ist, beträgt nach G. Schott<sup>92)</sup> die Dichte von 3,5 procentigem Salzwasser bei 0°

in 0 m Tiefe: 1,0281 und  
„ 1000 m „ 1,0326.

Die Zunahme der Dichte infolge des Druckes spielt daher eine kleinere Rolle als andere Umstände.

Das Schweben kann als Sinkvorgang mit sehr kleiner Fallgeschwindigkeit betrachtet werden, die Fallgeschwindigkeit kleiner Körperchen aber ist nach W. Ostwald<sup>93)</sup> dem Übergewicht direkt und dem Produkt aus Formwiderstand und innerer Reibung verkehrt proportional.

Das Übergewicht ist die Differenz in den spezifischen Gewichten des Kornes und der Lösung, beziehungsweise des Wassers, in dem das Korn fällt, und wird daher bei salzreicherem und kälterem Wasser kleiner.

Der Formwiderstand hängt von der Gestalt des Kornes ab und ist deshalb bei kugelförmigen Körperchen gleicher Größe auch gleich groß.

Die innere Reibung des Wassers endlich steigt mit zunehmendem Gehalt an gelösten Stoffen und mit abnehmender Temperatur.

Nach J. Walther<sup>94)</sup> liegt die Temperatur des Meerwassers im allgemeinen zwischen -3° und +31° C. Flache Meeresbecken nehmen, sofern sie nicht in beständigem Austausch mit dem Ozean stehen, bald die Temperatur der Oberfläche bis zum Grunde an, im tiefen Meer dagegen vollzieht sich der Austausch verschieden schweren Wassers so langsam, daß man eine ziemlich bedeutende Temperaturabnahme bis zum Meeresgrund bemerken kann.

Der nicht unbeträchtliche Einfluß der Temperatur auf die Fallgeschwindigkeit im Wasser schwebender Mineralkörner wird schon von C. M. B. Schroll<sup>95)</sup> hervor-

<sup>89)</sup> Buch, Leopold von: Physikalische Beschreibung der kanarischen Inseln. Berlin 1825, S. 258.

<sup>90)</sup> Pošepny, F.: Über die Genesis der Erzlagerstätten. Jahrb. der Bergak. 1895, S. 73.

<sup>91)</sup> Walther, Johannes: Die gesteinsbildenden Kalkalgen des Golfes von Neapel und die Entstehung strukturloser Kalke. Zeitschr. der Deutsch. Geol. Ges. 37. Bd. 1885, S. 229.

<sup>92)</sup> Schott, Gerhard: Physische Meereskunde. Leipzig 1910, S. 50.

<sup>93)</sup> Ostwald, Wolfgang: Theoretische Planktonstudien. Zool. Jb. Bd. 18, 1903.

<sup>94)</sup> Walther, Johannes: Bionomie des Meeres. Jena 1893, S. 47.

<sup>95)</sup> Schroll, C. M. B.: Beiträge zur Kunst und Wirtschaft der Aufbereitung der Erze. Salzburg 1812, S. 295.

gehoben und A. Penck<sup>96)</sup> hat gezeigt, daß diese Geschwindigkeit bis 23° C ungefähr doppelt so groß als bei Temperaturen von wenig über 0° ist.

Um Ton und Mineralstaub von 0,01 mm Korngröße schwebend zu erhalten, ist nach J. Soyka<sup>97)</sup> unter gewöhnlichen Umständen eine Stromgeschwindigkeit von 0,2 mm erforderlich, bei geringeren Temperaturen genügt daher eine kleinere Geschwindigkeit.

Aus demselben Grunde klären sich auch, wie C. Barus<sup>98)</sup> darlegte, Suspensionen in der Wärme rascher als in der Kälte.

Bei Zunahme der Dichte infolge Zunahme des Gehaltes an gelösten Stoffen besteht insofern eine Verschiedenheit, als die Zunahme des Gehaltes an kolloidalen Stoffen die Geschwindigkeit des Absetzens verzögern, die Zunahme des Gehaltes an Elektrolyten sie dagegen vergrößern kann<sup>99)</sup>.

Die Technik macht von beiden Verschiedenheiten Gebrauch.

In der Photographie wird einer Ausflockung des aus wässrigen Lösungen erzeugten Bromsilbers durch Gelatine vorgebeugt und die Klärung vom Trüben wird durch Elektrolyte beschleunigt.

Nach H. Schennen und F. Jungst<sup>100)</sup> werden bei dem Aufbereitungsprozeß einzelne Mineralien so fein zerkleinert, daß sie beim Ausschlämmen in Wasser ein ähnliches Verhalten zeigen wie kolloidale Lösungen. In den Harzer Aufbereitungen, wo die Klärung der Abwässer in den letzten Jahren große Schwierigkeiten bereitete, hat man daher durch Zusatz geringer Mengen von Kalkmilch oder Chlormagnesiumlauge sehr gute Erfolge erzielt.

Wie ferner P. Rohland<sup>101)</sup> bemerkt, haben die Salze der sogenannten Kaliendlaugen als Elektrolyte die Eigenschaft; „auf verschiedene kolloidgelöste und kolloidveranlagte Stoffe in den organischen Abwässern koagulierend zu wirken; dadurch wird eine schnelle Sedimentation, da die koagu-

lierten Teilchen eine Volumvermehrung und Gewichtsvermehrung erfahren haben und auch andere sehr feine Teilchen, die nicht kolloid sind, mit zu Boden reißen, erzielt“.

Nach W. Bachmann<sup>102)</sup> genügt schon ein Gehalt von weniger als 1% Kieselsäure, um bei der Gelatinierung eine zusammenhängende Gallerte entstehen zu lassen.

Das Meerwasser ist nun im allgemeinen sehr arm an Kieselsäure, da in ihm jedoch, wie H. Winter<sup>103)</sup> hervorgehoben hat, fortwährend gewaltige Mengen von Kieselsäure im Sool- oder Hydrogelzustande entstehen, ist auch die Möglichkeit der örtlichen Bildung von Lösungen mit einem etwas größeren Gehalt an Kieselsäure vorhanden.

Führen außerdem unterseeische Quellen kolloidale Kieselsäure zu, so können auch in geringerer Tiefe und bei höherer Temperatur Suspensionen entstehen, wie sie sonst erst in größerer Tiefe bei niedriger Temperatur auftreten werden.

Da ferner die jüngsten Ablagerungen eines unterseeischen Sediments „lockerste Lagerung“, d. i. größtes Porenvolumen besitzen und erst allmählich, d. i. mit zunehmender Sedimentierung in die „dichteste Lagerung“ mit kleinstem Porenvolumen<sup>104)</sup>, übergehen, so ist es wohl zulässig, auch von einem allmählichen Übergang der Trübe in das Sediment zu sprechen.

Ein feinkörniges Sediment, welches unter Wasser zur Ablagerung kam, bildet eine Schicht mit sehr hoher Wasserkapazität.

In einer solchen übersteigt nach J. Soyka<sup>105)</sup> die Wassermenge das Porenvolumen, da, wie sich auf experimentellem Wege darlegen läßt, an den einzelnen Körnchen Wasserhüllen festgehalten werden. J. Soyka betrachtet diese Hüllen als Ergebnis der Adhäsion, nach W. Bruhns und Werner Mecklenburg<sup>106)</sup> sind sie wohl auf Adsorption und Kapillarität zurückzuführen.

Bei unvollkommener Durchfeuchtung kann daher angenommen werden, daß dünne Flüssigkeitshäutchen vorhanden sind,

<sup>96)</sup> Penck, Albrecht: Morphologie der Erdoberfläche 1. Teil, Stuttgart 1894, S. 295.

<sup>97)</sup> Soyka, J.: Der Boden. Leipzig 1887, S. 36.

<sup>98)</sup> Barus, Carl: Subsidence of fine solid particles in liquids. Bull. of the U. St. Geol. Surv. Nr. 36, 1886, S. 23.

<sup>99)</sup> Zsigmondy, Richard: Kolloidchemie Leipzig 1912, S. 20.

<sup>100)</sup> Schennen, H. und Jungst, F.: Erz- und Steinkohlenaufbereitung, Stuttgart 1913, S. 405.

<sup>101)</sup> Rohland, P.: „Reinigende Wirkung der Kaliendlaugen auf Flußwasser“, Kali IX. Jahrg., Heft 6 vom 15. März 1915, S. 90.

<sup>102)</sup> Bachmann, W.: Ultramikroskopische Studien an Seifenlösungen und Gallerten. Kolloid Zeitschr. 11. Band 1912, S. 145.

<sup>103)</sup> Winter, H.: Die mikroskopische Untersuchung der Kohlen im auffallenden Licht. Glückauf 1913, S. 1406.

<sup>104)</sup> Vgl. Soyka, J.: a. a. O. S. 27. Rammann, E.: Bodenkunde, Berlin 1905, S. 240.

<sup>105)</sup> Soyka, J.: a. a. O., S. 89.

<sup>106)</sup> Bruhns, W. und Mecklenburg, Werner: Über die sogenannte „Kristallisationskraft“, Hannover 1913,

zu deren Umformung eine gewisse Arbeit notwendig ist, bei vollkommener dagegen, daß die Wasserhüllen eine Verminderung der Reibung verursachen. Im ersten Falle muß die Stabilität zu-, im zweiten dagegen abnehmen. Tatsächlich beträgt denn auch nach W. Lange<sup>107)</sup> der natürliche Böschungswinkel bei lockerem Lehm oder lockerer Dammerde: trocken: 40°, natürlich feucht: 45° und mit Wasser gesättigt: 30°, ferner bei Sand und Kies: trocken: 35°, natürlich feucht: 40° und mit Wasser gesättigt: 30°.

Besonders auffällig sind diese Unterschiede bei Schwimmsand, der, wie F. E. Sueß<sup>108)</sup> hervorhebt, im trockenen Zustand in nahezu senkrechten Wänden abgegraben werden kann, mit Wasser durchtränkt aber, sich wie eine Flüssigkeit verhält.

Die Größe der Reibung hängt von der Größe des Druckes ab, der zwischen benachbarten Körnern auftritt. In einem Sediment, das sich unter Wasser abgelagert, entspricht jedem in einer gewissen Tiefe liegenden Korn eine darauf lastende Säule von Körnern, deren Gewicht deshalb kleiner als die Gewichte aller Körner ist, weil ein Teil dieser Gewichte durch den Auftrieb des Wassers getragen wird. Je kleiner die Reibung, desto größer ist die Beweglichkeit, nach Thoulet<sup>109)</sup> fällt deshalb die Böschung künstlicher Aufschüttungen um so weniger steil aus, je kleiner der Dichtigkeitsunterschied zwischen dem aufgeschütteten Material und der Flüssigkeit ist, in welcher die Aufschüttung erfolgt.

Bei Sedimenten in kälterem oder salzreicherem Wasser können daher auch erst in größerer Tiefe jene Stabilitätsverhältnisse eintreten, die dasselbe Sediment in salzärmeren oder minder dichtem Wasser bereits in geringerer Tiefe aufweist.

Die Oolithe des norddeutschen Buntsandsteins gehören einer Strandfacies an und E. Kalkowsky glaubt, „man könnte leicht verführt werden, an Salzseen als Bildungsräume der Rogensteine zu denken, sie mit den Salzlagerstätten in Verbindung zu bringen“.

Wie ferner oben bemerkt worden ist, bestanden im Valsugana zur unteren Triaszeit ungefähr dieselben Absatzbedin-

gungen, wie zur Zeit des Grödener Sandsteins.

Da nun nach G. B. Trenner der Bellerophonkalk eine Küsten- oder Flachseebildung sein dürfte, sind wahrscheinlich auch bei der Bildung unserer Oolithe salinare Einflüsse beteiligt gewesen.

Erfolgte die Bildung der Oolithe aber in dichterem Wasser, so kann auch der Übergang aus der lockersten in die dichteste Lagerung verhältnismäßig langsam stattgefunden, sich daher ein großes Porenvolumen längere Zeit erhalten haben, so daß gewisse Veränderungen mit größerer Intensität vor sich zu gehen vermöchten.

Zu diesen Veränderungen muß insbesondere die Dolomitisierung gezählt werden, welche, wie der mikroskopische Befund lehrt, stets mit einer Zerstörung der Ooide verbunden ist.

Der Dolomitgehalt der Gesteine des norddeutschen Korallenooliths entstammt nach M. Nahsen „sicherlich bereits dem Korallenoolithmeere“, und zu der gleichen Folgerung führte auch die mikroskopische Untersuchung der Gesteine des Calesberges.

Bei der Dolomitisierung mag dann auch die ursprünglich vorhanden gewesene organische Substanz in gleicher Weise, wie nach F. Felix<sup>110)</sup> in gewissen quartären Riffkalen zerstört worden sein.

F. Felix vermutet, „daß ein durch Bakterien veranlaßter spezifischer Fäulnisprozeß die Bittererde aus den im Seewasser enthaltenen Magnesiumsalzen zum Absatz gebracht, beziehungsweise sie gegen einen Teil des Kalkkarbonats im Korallenskelet ausgewechselt habe“. Die von H. Fischer<sup>111)</sup> bei Beurteilung der Linckschen Theorie gestellte Frage, von woher die große Menge von Ammonsalzen herkommen soll, welche zur Ausfüllung der Bittererde als Karbonat notwendig ist, wird durch diese Annahme gewiß ganz zutreffend beantwortet.

Die Dolomitisierung ist in unserem Falle zeitlich nicht weit von der Ablagerung der Oolithe entfernt gewesen, ebenso aber auch die Verquarzung, und die Bildung von Braunspar, Baryt und Bleiglanz.

Kieselsäure ist fast überall nachzuweisen; Braunspar, Baryt und Bleiglanz scheinen nur in den magnesiareichen Gesteinen ganz zu fehlen.

<sup>107)</sup> Lange, Walther: Statik, Leipzig 1897, S. 257. Vgl. auch Winkler, E.: Neue Theorie des Erddruckes. Wien, 1872.

<sup>108)</sup> Sueß, Franz E.: Studien über unterirdische Wasserbewegung. Jb. der k. k. geol. R. A. 1898. Bd. 48, S. 514.

<sup>109)</sup> Vgl. Penck, Albrecht: a. a. O., S. 220.

<sup>110)</sup> Felix, J.: Studie über tertiäre und quartäre Korallen und Riffkalke aus Ägypten und der Sinaihalbinsel. Z. d. D. Geol. Ges., Bd. 1904, S. 205.

<sup>111)</sup> Fischer, H.: a. a. O., S. 255.

Relativ am häufigsten ist von diesen Mineralien Braunspat, am seltensten Bleiglantz.

Da nun am Calesberg magnesiaarme und reichere Schichten wechselagern, und dazwischen auch mergelige oder an Eisen reichere Gesteinsbänke eingeschaltet sind, müssen die Absatzbedingungen einem wiederholten Wechsel unterworfen gewesen sein.

Man kann sich daher vorstellen, daß die erzführenden Thermalwässer zwar während recht langer Zeit tätig waren, daß jedoch zusammenhängende Erzablagerungen nur unter gewissen besonderen Umständen entstehen konnten.

Waren diese Umstände nicht vorhanden, so vermischten sich die Thermalwässer mit dem Meerwasser, ohne zur Bildung von Erzabsätzen Anlaß zu geben.

Die Verdrängung des Kalkes durch Kieselsäure könnte auf ähnliche Vorgänge zurückgeführt werden, wie sie von R. E. Liesegang<sup>112)</sup> angenommen wurden, um die Beziehungen der jüngeren Quarzite des Siebengebirges zum Litorinellenkalk des Mainzer Beckens chemisch zu deuten.

Wird eine kolloide Kieselsäurelösung, welche durch Mischung von Wasserglas und überschüssiger Salzsäure entstand, über Kalzit gegossen, so wandert die Salzsäure der nächsten Umgebung zum Kalk, wo sie eine Neutralisation erfährt. Durch die Wegnahme der Säure wird das Sol weniger stabil und gelatinirt.

In unserem Falle ist an ein primäres Auftreten von HCl wohl nicht zu denken. Da es sich hier nur um postvulkanische Erscheinungen handeln kann, die nach F. v. Wolff<sup>113)</sup> bei Temperaturen zwischen 20 und 160° C erfolgten, können lediglich SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S und CO<sub>2</sub>, bei Berücksichtigung noch tätiger Thermen aber wohl nur H<sub>2</sub>S und CO<sub>2</sub> in Betracht kommen. Da jedoch Kohlensäure, wie dies auch G. B. Trenner hervorhebt, in NaCl-haltigem Wasser leichter löslich ist, als in reinem und NaCl, insbesondere bei höherem Druck von CO<sub>2</sub>, unter Bildung von HCl zersetzt wird, wäre die Annahme sekundär gebildeter Salzsäure kaum unzulässig.

Wie übrigens Hugo Schulz und L. Liebermann<sup>114)</sup> zeigten, werden die Chloralkalien in wässriger Lösung durch

CO<sub>2</sub> auch schon bei niedriger Temperatur und geringem Atmosphärendruck zerlegt, wobei die Zerlegbarkeit von BaCl<sub>2</sub> zunehmend aufwärts zu NaCl steigt.

Ein Thermalwasser, das neben Kieselsäure noch Kohlensäure führt, und, welches in einem Becken mit einer salzhaltigen Trübe austritt, mag daher ähnliche Wirkungen wie die von R. E. Liesegang angewandte Mischung hervorbringen.

Auf die Tatsache, daß derartige Quellen im festen Kalkstein sehr beträchtliche Ausnagungen zu bewirken imstande sind, kommen wir noch weiter unten zu sprechen; es ist klar, daß solche Wirkungen in losen Agglomeraten noch viel kräftiger sein werden.

Die Neutralisation der freien Säure muß in solchen am raschesten, dort vor sich gehen, wo der oben erörterte Übergang zwischen Trübe und Sediment liegt, sie verlangt aber auch hier eine bestimmte Menge von Kalk.

In einer Zeit, in der zu wenig Kalk sedimentiert wird, kann die Neutralisation zurückgehen und daher auch keine vollständige Gelatinierung des Kieselsäure-Sols eintreten; ist diese aber hinlänglich, so kann sie, wenn der Druck des Thermalwassers nicht zu groß ist, ein seitliches Ausweichen der nachströmenden Quellwässer zur Folge haben. Neutralisation und Gelatinierung werden dann in einer gewissen Ebene immer weiter um sich greifen, und schließlich die Bildung einer lagerartigen Masse bewirken, deren Längenerstreckung ungefähr dem Streichen der Quellspalte entspricht und deren Breite durch die Grenzen der Neutralisation zu beiden Seiten dieser Spalte bedingt wird.

Schwerspat ist zwar in reinem Wasser außerordentlich schwer löslich, es wird ihm aber, wie dies auch G. B. Trenner hervorhebt, schon in sehr verdünnten Kochsalzlösungen eine Löslichkeit zuteil, welche jener des Kalziumkarbonats gleichsteht.

In kochsalzreichem Meerwasser kann daher Baryt weniger leicht zum Absatz kommen als in kochsalzarmem.

Da in ersterem aber auch Kalk in Lösung geht und deshalb nach A. G. Högbom<sup>115)</sup> dolomitischer Kalk an Magnesia angereichert wird, eine Annahme, welche H. Fischer<sup>116)</sup> für klastische Kalksedimente als zulässig betrachtet, könnte das Auftreten von Dolomitbänken und das Feh-

<sup>112)</sup> Liesegang, R. E.: Beiträge zur Geochemie. Geol. Rdsch. IV. Bd. 1913, S. 404.

<sup>113)</sup> Wolff, F. v.: Der Vulkanismus. I. Bd., Stuttgart 1914, S. 634.

<sup>114)</sup> Vgl. Fürer, F. A.: Salzbergbau und Salinenkunde. Braunschweig 1900, S. 79.

<sup>115)</sup> Vgl. Brauns, R.: Chemische Mineralogie Leipzig 1896, S. 381.

<sup>116)</sup> Fischer, Herm.: a. a. O., S. 253.

len von Baryt in solchen darauf zurückgeführt werden, daß die Bildung des Dolomits in einer kochsalzreicheren Trübe stattfand.

Vorhandenes Baryumsulfat blieb hierbei in Lösung, wogegen das kalkige Sediment eine Umwandlung erfuhr, bei der die ursprüngliche Struktur verwischt wurde.

Nach R. Zsigmondy<sup>117)</sup> wird die Kieselsäure durch die meisten Elektrolyte nicht sofort koaguliert; so geben Salzsäure, Alkali- und Erdalkalichloride und -sulfate keine Fällung, wohl aber bewirkt ihre Anwesenheit ein beschleunigtes Gelatinieren, das nach Stunden, Tagen oder Wochen eintreten kann.

Sofort gefällt wird die Kieselsäure aber durch Barytwasser, konzentrierte Lösungen von Aluminiumsulfat, durch verdünnte von Eiweiß, Leim und manchen basischen Farbstoffen.

Eine gleiche Wirkung wie Barytwasser besitzt nach L. Vanino auch Bariumsulfat, von dem G. Buchner eine kolloidale Modifikation beschrieben hat. G. B. Trenner vermutet daher, daß Bariumsulfat bei der Kieselsäureabscheidung eine Rolle gespielt habe.

Maßgebender als die fällende Wirkung des Bariumsulfats dürften jedoch andere Vorgänge gewesen sein.

Wie R. Zsigmondy<sup>118)</sup> hervorhebt, muß bei dichteren Gallerten eine beträchtliche Verlangsamung der Diffusion eintreten, „schon wegen der Verlängerung der Diffusionswege durch die vielen Wände, die der fortschreitenden Bewegung der Moleküle ein Hindernis in den Weg legt“. Eine ähnliche Verlangsamung der Diffusion wird aber auch in schlammigen, von kolloidalen Lösungen durchzogenen Sedimenten vorkommen, da sonst die von R. E. Liesegang<sup>119)</sup> auf Diffusionsvorgänge zurückgeführte Entstehung konkretionärer Bildungen kaum verständlich wäre.

In solchen Sedimenten müssen aber nach K. Andréé<sup>120)</sup> auch Adsorptionsvorgänge eine wichtige Rolle spielen.

Erfolgte daher die Bildung der Oolithe in einer Trübe von hinlänglicher Konsistenz, so wäre es auch möglich, daß vor-

übergehend eine kochsalzreichere Lösung über einer kochsalzärmeren war. In der unteren Schicht können infolge der Kohlensäure und des Schwefelwasserstoffs, den die Thermalquellen zuführten, Verhältnisse eingetreten sein, die zwar ein höheres spezifisches Gewicht, jedoch einen kleineren Kochsalzgehalt zur Folge hatten, wogegen in der oberen Schicht infolge Verdunstung und dergleichen eine Anreicherung an Kochsalz stattfand.

In der unteren Schicht mag dann die Fällung von Kieselsäure und Baryt, in der oberen aber die Lösung von Baryt, sowie teilweise auch des Kalkes und hierdurch eine Anreicherung an Magnesia vorgeherrscht haben.

In der tieferen Schicht war ferner ein Diffusionsstrom nach oben und in der oberen ein solcher nach unten tätig, so daß sich in der Niveaufläche, an welcher beide Ströme zusammentrafen, jene Grenzfläche auszubilden vermochte, die wie R. E. Liesegang<sup>121)</sup> bemerkt, außerordentlich scharf werden kann.

Da an dieser Grenzfläche wahrscheinlich auch gallertige Niederschläge entstanden und Kolloide im allgemeinen nicht durch Gallerten diffundieren, wäre eine Anhäufung von Baryt und Kieselsäure in der unteren und ein Fehlen beider in der oberen Schicht nicht unverständlich.

Wie erwähnt worden ist, fallen in dem Steinbruch in 869 m Seehöhe w. von Fornace die Schichtungsfugen nicht mit den Begrenzungen der oolithischen Massen zusammen, welche in dem dolomitischen Kalk eingelagert sind. Diese Dieskordanz ist erklärlich, wenn die Begrenzungen gewissen Niveauflächen entsprechen, welche das Schlußergebnis der Diffusion darstellen.

Andererseits stimmt aber auch das Auftreten einer barytfreien und kieselsäurearmen Dolomitbank in dem großen pozzo von Sta. Colomba recht gut mit unseren Vorstellungen überein.

K. A. Redlich und O. Großpietsch<sup>122)</sup> sind der Anschauung, daß sich auf den Sideritlagerstätten der Ostalpen zuerst Siderit und dann erst Ankerit bildete.

Am Calesberg scheint jedoch der Braunspat unmittelbar aus dem kalkigen Sediment entstanden zu sein.

Es mögen hierbei wohl ähnliche Vorgänge mitgespielt haben, wie solche nach

<sup>117)</sup> Zsigmondy, Richard: Kolloidchemie. Leipzig 1912, S. 147.

<sup>118)</sup> Zsigmondy, Richard: a. a. O., S. 257.

<sup>119)</sup> Liesegang, Raphael Ed.: Geologische Diffusionen. Dresden und Leipzig 1913, S. 42.

<sup>120)</sup> Andréé, K.: Über Sedimentbildung am Meeresboden. Ber. über die Fortschr. der Geol., 3. Bd. 1912, S. 160.

<sup>121)</sup> Liesegang, R. E.: Geologische Diffusionen Dresden und Leipzig 1913, S. 9.

<sup>122)</sup> Redlich, K. A. und Großpietsch, O.: a. a. O., S. 100.

G. Linck<sup>123)</sup> bei der Bildung des Dolomits tätig waren.

Hinsichtlich der Zuführung des Schwefelbleies denkt G. B. Trenner an schwefelwasserstoffhaltige warme Quellen, in deren Wasser, zumal unter Druck, das Bleisulfid löslich ist.

Bei Fällung von Blei mit Schwefelwasserstoff aus einer Lösung, die ein Chlormetall enthält, ist bekanntlich dem Schwefelblei stets Chlorblei beigemischt, es wäre daher nicht ausgeschlossen, daß beim Eintritt einer Quelle, die Bleisulfid in großer Verdünnung enthält, in eine kochsalzreiche Trübe alles Blei als Chlorblei abgeführt wird.

Das Fehlen von Bleiglanz in den Dolomitbänken und auch in der eben erwähnten Dolomitbank im großen pozzo von Sta. Colomba könnte hiermit in Zusammenhang gebracht werden.

Nach Friedensburg<sup>124)</sup> tritt auf den Gängen am Nordrande des Rheinischen Schiefergebirges Bleiglanz im Kalkstein sowie in den oberen Gangteilen, Blende aber vorwiegend in den Schiefen und Sandsteinen sowie in den tieferen Gangteilen auf. Da nun nach den Untersuchungen von O. Weigel die Löslichkeit der Blende fünfmal größer als die von Bleiglanz ist, dürfte diese Erscheinung „auf den erhöhten Einfluß von verdünnenden Tageswässern in der Nähe der Oberfläche und vor allem im Bereich der Kalkgesteine zurückzuführen sein“.

Eine ähnliche Aufeinanderfolge der Sulfide wie hier, ist von Weed<sup>125)</sup> aus dem Castle Mountain-Distrikt in Montana, sowie von C. v. Ernst<sup>126)</sup> aus Laurion beschrieben worden und auch bei manchen Erzgängen der Hohen Tauern anzunehmen.

Noch kräftiger als bei Gängen muß sich aber die größere Löslichkeit des Zinksulfides bei Absätzen unterseeischer Quellen bemerklich machen.

Wird außerdem noch berücksichtigt, daß nach C. Doelter<sup>127)</sup> Bleiglanz eines

jener Mineralien ist, welche sehr leicht auf die verschiedenste Weise synthetisch erhalten werden können, wogegen Zinkblende weit schwieriger entsteht, so ist wohl auch das fast vollkommene Fehlen von Zink am Calesberg begreiflich.

A. Daubrée<sup>128)</sup> bemerkt, daß die neugebildeten Mineralien in den Quellen von Bourbonne-les-Bains an gewisse Gangbrekzien und auch an die Konglomerate im Buntsandstein des Bleiberges bei Commen erinnern.

Es genügen hier Temperaturen von ungefähr 50° C zur Entstehung von kristallisiertem Spateisenstein und Bleiglanz.

Nach R. Zsigmondy<sup>129)</sup> kann man sowohl aus dem Hydrosol wie aus dem Gel der Kieselsäure Kristalle von Kieselsäureanhydrit erhalten. Um die Kristallisation bis zur Bildung sichtbarer Kristalle zu treiben, ist allerdings Erwärmen auf höhere Temperatur erforderlich; es läßt sich jedoch kaum bezweifeln, daß derartige Prozesse auch bei gewöhnlicher Temperatur, wenn gleich äußerst langsam, verlaufen. Gewisse Änderungen, die im Hydrogel bei der Aufbewahrung unter gesättigtem Wasserdampf eintreten, könnten denn auch am einfachsten durch die Annahme einer Bildung ultramikroskopischer Kriställchen auf Kosten der Amikronen gedeutet werden.

Da andererseits F. Becke<sup>130)</sup> Schwerspatkristalle aus den Quellbildungen der Teplitzer Thermen beschrieben hat, deren Temperatur nach F. E. Sueß<sup>131)</sup> 28,0 bis 49° C beträgt und in der ehemaligen Riesenquelle, die gleichfalls Baryt ablagerte, zwischen 31,8 und 33,7° C schwankten, ist es kaum notwendig, bei Bildung der Lagerstätten des Calesberges eine wesentlichen höhere Temperatur vorauszusetzen.

Die Annahme einer Temperatur von 50° innerhalb der von heißen Wässern durchzogenen schlammigen Massen am Boden einer flachen subtropischen Meeresbucht ist aber wohl nicht allzu gewagt.

Nach R. E. Liesegang<sup>132)</sup> ist beim Altern der Kieselsäuregallerten eine Austrocknung oder Abkühlung für die Innenschrumpfung nicht notwendig, „ein Zer-

<sup>123)</sup> Linck, G.: Über die Bildung der Carbonate des Calciums, Magnesiums und Eisens. Doelter, C.: Handb. der Mineralchemie Dresden 1912, Bd. I, S. 113.

<sup>124)</sup> Friedensburg: Bleiglanz und Blende in den Gängen am Nordrande des Rheinischen Schiefergebirges. „Glück auf“, 1911, Nr. 47, S. 832.

<sup>125)</sup> Schmidt-Lüders, Richard: Die Bildungen von Erzgängen. Erz-Bergbau 1905, S. 47.

<sup>126)</sup> Ernst, C. von: a. a. O.

<sup>127)</sup> Doelter, C.: Allgemeine chemische Mineralogie Leipzig 1890, S. 150.

<sup>128)</sup> Daubrée, A.: Synthetische Studien zur Experimental-Geologie. Deutsch von A. Gurtl, Braunschweig 1880, S. 86.

<sup>129)</sup> Zsigmondy, Richard: a. a. O., S. 148.

<sup>130)</sup> Becke, F.: Barytkristalle in den Quellbildungen der Teplitzer Thermen. Tschermak. Min. Mitt. V. 1882, S. 82.

<sup>131)</sup> Sueß, F. E.: a. a. O., S. 447.

<sup>132)</sup> Liesegang, R. E.: Über einige Schrumpfungsvorgänge. Kolloid Zeitschr., Bd. 15. 1914, S. 19.



reißen der Gallerte findet auch in zuge-schmolzenen Gefäßen statt“. Die Kieselsäure altert noch weiter. „Waren zuerst Stunden, dann Wochen notwendig, so werden es jetzt geologische Zeiträume. Es ist der Übergang in Opal-Chalzedon, schließlich in Quarz.“ Eine neuere Theorie der Achatentstehung besagt: „Anfangs war eine Gallerte vorhanden. Jetzt besteht ein Teil des Gebänderten aus Chalzedon. Zwischen den einzelnen Fasern desselben sind minimale Hohlräume, welche die künstliche Färbung des Steins ermöglichen. Und im Innersten der Achate, wo kein als Schutzkolloid wirkendes Pigment vorhanden ist, wo sich deshalb große Quarze oder Amethyste ausbilden können, dort tritt ein weiterer Hohlraum auf. Es ist nicht, wie man früher glaubte, das Zeichen einer unvollkommenen Füllung, sondern das Zeichen einer Innenschumpfung.“

Liesegang hält es daher bei den Kieselschiefern für nicht ausgeschlossen, daß ihre Risse zum Teil keine tektonische Ursache haben, sondern durch eine Innenschumpfung bedingt wurden, knüpft so nach an Vorstellungen an, wie sie u. a. A. Breithaupt<sup>133)</sup> vertreten hat.

In manchen Fällen, bei welchen man bisher mit der noch unbewiesenen Kristallisationskraft rechnete, wird man nach Liesegang daher auch „auf die Möglichkeit von Schrumpfungen durch diagenetischen Zusammentritt und durch Austrocknung zu achten haben“.

Die Entwässerung von Gelen erfordert naturgemäß erhebliche Zeit und kann nach A. Rakowsky<sup>134)</sup> durch Gleichungen von der Form

$$x = ae - kt$$

$k$  ist hierin eine Konstante,  $a$  ist der Wassergehalt zurzeit  $0$  und  $x$  derjenige zurzeit  $t$ .

Der anfänglich beträchtliche Wassergehalt nimmt demnach später nur sehr langsam ab.

Die Entwässerung einer mächtigen, von gallertiger Kieselsäure durchzogenen Sedimentmasse, wie unsere erzführenden Oolithe, muß deshalb sehr lange Zeit gebraucht und ähnliche Schwundspalten wie die Entwässerung einer Tonmasse zur Folge gehabt haben. Als derartige Schwundspalten aber lassen sich die baryt- und bleiglanzführenden Trümmer deuten, die oben

vom Doss delle Greve und von S. Colomba erwähnt wurden.

Da die Verfestigung des Gesteins noch im Zuge war, konnten sich aus den daselbe durchziehenden Lösungen die Mineralien ausscheiden, welche jetzt die Füllung dieser Spalte bilden.

In ähnlicher Weise mögen sich auch die gangartigen Bleiglanzschnüre der Grotta al lago gebildet haben. War das Ältern der Gallerte noch nicht hinlänglich weit vorgeschritten, so konnte sich eine entstandene Zerklüftung unter dem Einfluß des Hangenddruckes später wieder ausheilen.

Etwas anderer Entstehung sind wahrscheinlich die in der Schichtung liegenden linsenförmigen Barytkörper Trenners und die barytführenden Zertrümmerungszonen Pošepny's.

Die ersteren könnten in ähnlicher Weise wie die lagerartigen, Braunspat und Bleiglanz führenden Quarzimpregnationen, durch Verdrängung des kalkigen Sediments gebildet worden oder in der Art entstanden sein, wie dies vor mir<sup>135)</sup> hinsichtlich der linsenförmigen Massen gewisser lagerhaften Vorkommen vermutet wurde; die Zertrümmerungszonen wie am West-Abhange des Doss delle Greve dagegen lassen sich wohl nur durch die Füllung von Lösungsräumen erklären.

Auf die wichtige Beobachtung J. Nöggerats, daß aufsteigende Thermalwässer Röhren mit fast rundem Querschnitt im Kalkstein ausnagen können, hat F. Pošepny<sup>136)</sup> hingewiesen, und als Füllung derartiger Röhren unter anderm die schlauchförmigen Erzstöcke von Valle Sacca bei Rézbania betrachtet.

F. E. Sueß<sup>137)</sup> verdanken wir die Mitteilung ähnlicher, in gewisser Hinsicht noch wichtigerer Wahrnehmungen.

Bei Verfolgung der ehemaligen Riesenquelle S. W. v. Teplitz zeigte sich, daß die Baryt ablagernden Thermalwässer im Plänerkalk einer kreisrunden Röhre, im Porphyryr aber einer Spalte gefolgt sind.

Nach Pošepny's Bezeichnung entstand demnach in Kalk durch Lösung ein Dissolutionsraum, wogegen im fast unlöslichen Porphyryr der durch Zerklüftung gebildete Dißzissionsraum keine wesentliche Änderung erfuhr.

Ähnliche Lösungsräume wie im festen Kalkstein werden aufsteigende Thermal-

<sup>133)</sup> Breithaupt, August: Die Paragenesis der Mineralien. Freiberg 1849, S. 50.

<sup>134)</sup> Rakowsky, Adam: Zur Kenntnis der Adsorption III. Kinetik der Entwässerung der Kolloide. Kolloid Zeitschr. 11. Bd. 1912, S. 19.

<sup>135)</sup> Vgl. Canaval, R.: Altersverschiedenheiten bei Mineralien der Kieslager. Z. f. pr. Geol. 1910, S. 202.

<sup>136)</sup> Pošepny, F.: Über die Genesis der Erzlagerstätten. S. 67.

<sup>137)</sup> Sueß, F. E.: a. a. O., S. 449.

wässer aber auch in unterseeischen noch nicht erhärteten kalkigen Sedimenten zu schaffen vermögen.

Da aber in solchen Sedimenten die Löslichkeit größer und die Festigkeit kleiner ist, wird auch das Schlußergebnis etwas anders aussehen.

In beiden Fällen muß zwar der Lösungsraum einer Richtung kleinsten Widerstandes entsprechen, im festen Gestein wird diese Richtung aber durch eine Spalte, in kalkigen, von kolloidalen Lösungen durchzogenen Sedimenten dagegen hauptsächlich durch ähnliche osmotische Vorgänge bestimmt werden, wie sie R. E. Liesegang<sup>138)</sup> bei Erörterung der „Silikatgewächse“ besprochen hat.

„Die in der Hauptsache nach oben gehende Wachstumsrichtung“ mag durch den Auftrieb des Thermalwassers ersetzt worden sein, wogegen auch hier „zwischen den beiden Reagenzien“ Membrane entstanden, welche bei der Füllung des Lösungsraumes mitwirkten.

Durch Verschiebungen in der noch plastischen Masse und später durch die Wirkung des Hangenddruckes d. i. des Gewichtes der Sedimente, welche sich darüber abgelagerten, mag die ursprüngliche Form verändert und die jetzige, mehr eckige Umgrenzung gebildet worden sein.

Die von G. B. Trenner beschriebenen Wechsellagerungen von fingerdicken Baryt- und Kalksteinlagen, sowie die oben vom Doss delle Greve besprochene Bänderung stehen vielleicht mit rhythmischen Fällungen im Zusammenhange.

Fand nach der Bildung der Bänder eine Entwässerung unter dem Drucke der Hangendschichten statt und war der Wassergehalt ungleichmäßig verteilt, so konnten Zerreißen und Verschiebungen entstehen, wie sie am Doss delle Greve beobachtet wurden; auf derartige Vorgänge können dann auch die deformierten Barytstengel zurückgeführt werden.

Die Knickungen und Verbiegungen, welche dieselben erlitten, erinnern lebhaft an die, insbesondere von A. Breithaupt<sup>139)</sup> vertretene Vorstellung, daß die Kristalle nicht „immer gleich ganz feste, starre Körper“ gewesen seien und die Erscheinungen der Altersfolge am Baryt und den ihn begleitenden Mineralien können für

eine Ausscheidung aus einer kolloidalen, wenig dissoziierten Lösung, geltend gemacht werden.

Ich habe in der oben erwähnten Studie über die Altersverschiedenheiten bei Mineralien der Kieslager die Vermutung ausgesprochen, daß die Reihenfolge derartiger Ausscheidungen durch eine gewisse Arbeitsmenge A. bedingt werde, u. zw. in der Art, daß Mineralien mit hohen Werten von A. früher und solche mit niederen Werten von A. später zur Ausscheidung kommen.

A wurde für Baryt mit 42,6, für Bleiglanz mit 39,6 und für Ankerit mit 33,6 bestimmt.

Diesen Zahlen entsprechend, ist nun auch in unserem Falle zuerst Baryt und später Braunspat abgeschieden worden.

Baryt war zweifellos schon vorhanden, als Braunspat zur Ausscheidung kam, da er nächst dem letzteren rundliche Korrosionen erkennen läßt, wogegen Bleiglanz derart mit Baryt verwachsen ist, daß seine Ausscheidung nur wenig später stattgefunden zu haben scheint.

Quarz, der als Gallerte vorlag, ist zuletzt erstarrt.

Wären die Kristalle des Baryts damals noch nicht verfestigt, so konnten sie von den langsam anwachsenden Quarzkristallen in gleicher Weise wie Ton von Gips durchfahren werden.

Nach unseren Annahmen sind die in der Schichtung liegenden linsenförmigen Barytkörper älterer Entstehung als die mit Baryt erfüllten Schwundspalten.

Die Beobachtung, daß in der Schichtung liegende Barytkörper von schmalen, mit Baryt erfüllten Querspalten durchsetzt werden, die man als Schwundspalten ansprechen kann, steht hiermit in Uebereinstimmung.

Hinsichtlich der Zuführung der Lösungen, welche das Erzvorkommen am Calesberge schufen, ist es naheliegend, an die schon erwähnten Gänge im Porphyry zu denken, welche alle jene Elemente enthalten, die sich auch am Calesberg finden.

Das Vorkommen der Zinkblende auf den Gängen und ihr Fehlen auf den Imprägnationszonen ist nach dem oben Gesagten verständlich; in ähnlicher Weise zu deuten dürfte das Fehlen des Flußspats sein, der ja ein typisches Gangmineral ist.

Gegen die Annahme eines ursächlichen Zusammenhanges der Imprägnationen mit den Erzgängen kann geltend gemacht werden, daß zwar im Bozener Porphyry, nicht aber im Grödener Sandstein und den darüber gelagerten jüngeren Schichten Erzgänge bekannt sind.

<sup>138)</sup> Liesegang, R. E.: Kieselsäure-Niederschläge aus Wasserglas, S. A. aus der Silikat-Zeitschr. 1, (1913), Nr. 7.

<sup>139)</sup> Breithaupt, A.: Praragenesis der Mineralien, Freiberg 1849, S. 10. Canaval, R.: Altersverschiedenheiten bei Mineralien der Kieslager. Zeitschr. für prakt. Geol. 1910, S. 195.

Es ist in dieser Hinsicht jedoch zu berücksichtigen, daß in unterseeischen losen Agglomeraten Spalten wie in festen Gesteinen nicht wohl denkbar sind. Steigen Thermalwässer während der Ablagerung solcher Agglomerate auf, so halten sie Kanäle offen, welche in der Regel als getrennte, in einer gewissen Richtung aufeinander folgende Schläuche erscheinen werden. Man kann oft solche Quellschläuche in flachen Wassertümpeln beobachten, in welchen aufsteigende Wasserfäden den Sand in Bewegung bringen, und deren Bildung sich aus dem Umstande erklärt, daß die Wässer eben nur an den offenen Stellen einer Gangspalte auszuströmen vermögen; versiegt die Quelle, so können sich die Quellschläuche wieder schließen, insoweit die losen Agglomerate eine gewisse Beweglichkeit besitzen und die Schläuche selbst nicht von den Absätzen der Quelle erfüllt wurden.

Bei Agglomeraten wie dem Grödener Sandstein, dessen ursprüngliches Bindemittel wahrscheinlich Kolloidale Kieselsäure war, ist jedoch die Beweglichkeit erst mit dem Entweichen des Dispensionsmittels ganz verschwunden; eine Füllung der Quellschläuche aber konnte nur dann stattfinden, wenn die Bedingungen zur Bildung von Niederschlägen vorhanden waren und mußte daher nicht immer erfolgen. F. Witte<sup>140)</sup> bestreitet gewiß mit Recht, daß mächtige Gangspalten im Devon zur Erklärung der Lagerstätten des Buntsandsteins am Nordrande der Eifel notwendig seien. Die Spalten brauchen in den unterdevonischen Schiefen fast keinen Bleiglanz zu enthalten und können doch Erzbringer sein. Ähnliche Erwägungen lassen sich auch hier geltend machen.

A. Himmelbauer<sup>141)</sup> hat hervorgehoben, „daß die Mineralgele Produkte der normalen Verwitterung sind.“

<sup>140)</sup> Witte, F.: Die Aufschlüsse der Grube Callerstollen und die Frage der Entstehung der Knottenerzlagerstätten in dem Buntsandstein am Nordrande der Eifel. Metall und Erz. XI, 1914, S. 411.

<sup>141)</sup> Himmelbauer, A.: a. a. O., S. 61.

Wäre eine andere Bildung von Mineralgele ausgeschlossen, so könnte auch der Quarz unserer Lagerstätte nicht auf eine Kieselgallerte zurückgeführt werden, die durch Vermittlung submariner Wässer entstand.

Sind jedoch nach R. Lorenz<sup>142)</sup> Pyrosole: „Kolloidale Lösungen von Metallen und anderen Substanzen in glühend flüssigem Medium“ und nach R. Zsigmondy geschmolzene wasserhaltige kolloide Silikate möglich, so kann wohl auch die Möglichkeit der Bildung warmer Kieselgallerten kaum bestritten werden.

P. Krusch<sup>143)</sup> glaubt denn auch, daß viele Gele bei 100° entstehen können, jedoch — namentlich die sulfidischen Gele der Schwermetalle — das Bestreben haben, in kristalline Körper überzugehen; eine höhere Temperatur als 100° C hat aber, nach dem oben Gesagten, bei Ablagerung der Erze des Calesberges kaum mitgespielt.

Wird die Bildung warmer Kieselgallerten angenommen, so muß auch zugegeben werden, daß zwischen dem Absatz der Gallerte und ihrer Umsetzung in Quarz ein sehr beträchtlicher Zeitraum verstrichen ist.

Setzen sich während dieses Zeitraumes gewisse Veränderungen fort, so ist begreiflich, daß die uns vorliegenden Schlußergebnisse die Charaktere verschiedener Bildungsweisen vereinigen müssen. Wir sehen daher auch bei dem Erzvorkommen des Calesberges syngenetische und epigenetische Charaktere vermengt.

Da nun die Natur bei der Ablagerung von Erzen in der Regel mit sehr langen Zeiträumen gearbeitet hat, ist es auch naheliegend, daß Erzlagerstätten vorkommen müssen, welche beide Charaktere in noch beträchtlicherem Maß besitzen und daher mit gleichem Rechte in die eine oder in die andere Gruppe gestellt werden können.

<sup>142)</sup> Vgl. Zsigmondy, Richard: a. a. O., S. 29.

<sup>143)</sup> Krusch, P.: Primäre und sekundäre Erze. Z. f. pr. Geol. 1913, S. 508.