

Beobachtungen in den Schwefeldistrikten von Sicilien.

Von

Herrn **A. v. Lasaulx** in Breslau.

(Hiezu Tafel VIII.)

Bei meinem Aufenthalte in Sicilien im October 1878 hatte ich Gelegenheit in der Umgegend von Girgenti, Comitini und Lercara einige Schwefelgruben zu besuchen und das Vorkommen und die geognostischen Verhältnisse dieser Schwefelablagerungen aus eigener Anschauung kennen zu lernen. Einige bei diesem Besuche gemachte Beobachtungen mögen wohl eine Ergänzung unserer bisherigen Kenntniss von diesen Lagerstätten und den Bildungsvorgängen bieten, die sie geschaffen, und seien deshalb hier mitgetheilt.

Die Schwefelvorkommen, über welche wir zuletzt durch eine treffliche Schilderung vom RATH's einige Kunde erhalten haben¹, sind über den grössten Theil der südwestlichen Hälfte der trina-krischen Insel verbreitet. Ein Dreieck, gebildet aus den Linien Trapani-Licata-Paternò-Trapani, umschliesst so ziemlich genau das Gebiet, auf welches die Schwefelablagerungen beschränkt sind. Am dichtesten gedrängt liegen die Schwefelgruben zwischen zwei Linien, Lercara-Cattolica und Calascibetta-Licata; am weitesten nach Osten zu liegen die Gruben nördlich von Caltagirone, bei Rimacca, Catena nuova und Adernó, die letzteren fast dicht am Fusse des Aetna, am weitesten nordwestlich die vollkommen isolirt

¹ N. Jahrb. f. Mineralogie 1873. S. 584.

auftretenden Gruben des Districtes von Alcamo und Calatafimi. Aber auch in den Theilen von Sicilien, z. B. den Provinzen Trapani und Palermo, in denen die Verbreitung des Schwefels nur an vereinzeltten Punkten nachgewiesen ist, lässt die grössere Ausdehnung der Gypsgesteine noch die Entdeckung bedeutenderer Lagerstätten erwarten, wenn auch die augenblickliche ungünstige Conjectur für diese Industrie momentan weiteren Nachforschungen hinderlich ist. In den Provinzen Syracus, Noto und Messina hat man bisher keine Spur einer Schwefelablagerung gefunden.

Schon die ganz ungleiche Vertheilung der schwefelführenden Schichten lässt erkennen, dass dieselben nicht eine einzige gleichmässig verbreitete Schwefelformation darstellen, sondern dass es isolirte oder gruppenweise zusammenliegende Schwefelbecken sind, umgeben von Schichtensystemen älterer und jüngerer Entstehung. Die grossartigen Schichtenstörungen, welche die Oberfläche Siciliens in die vielfachsten und unregelmässigsten Faltensysteme geworfen, in den einzelnen Theilen auseinander gerissen und verschoben haben, erschweren es ungemein, den Zusammenhang oft sehr nahe gelegener Ablagerungen zu erkennen oder eine regelmässige Folge der Schichten festzustellen. Zudem sind auch in der That nicht überall die gleichen Schichten zur Ausbildung gelangt und wenn auch im Grossen und Ganzen eine Übereinstimmung in der Bildungsfolge der einzelnen Ablagerungen sich nicht verkennen lässt, so sprechen doch die überall hervortretenden Verschiedenheiten im Einzelnen ebenfalls sehr bestimmt für die Annahme, die auch vom RATH ausgesprochen, dass ursprünglich eine Reihe getrennter Becken der Schwefelbildung anzunehmen ist.

MOTTURA war wohl der erste, der die geologische Stellung der als eigentlich schwefelführend zu bezeichnenden Schichten-complexe dahin präcisirte, dass er sie alle als zum mittleren Miocän gehörig ansah².

Welche und ob überall in dem südlichen Sicilien dieselben Schichten an der Basis der weitverbreiteten tertiären Formation erscheinen, ist noch nicht überall erkannt und festgestellt. Es sind grösstentheils Kalksteine, die schon von HOFFMANN u. A.

² MOTTURA, Sulla formazione terziaria nella Zona zolfifera della Sicilia. Mem. R. comitato geol. d'Italia. I. 1871.

nach den vorgefundenen Versteinerungen z. Th. als dem Jura, z. Th. auch als der Kreide angehörig angesehen wurden. Seit Prof. GEMELLARO in Palermo in seiner hochwichtigen Arbeit über die Schichten mit *Terebratula Janitor*³ den Nachweis liefert, dass die Tithonische Stufe in Sicilien in grösserer Horizontalerstreckung sich finde, ihr z. B. die unteren Kalkschichten vom Monte Pelegriano und am Cap Zaffarana angehören, dürfen wir vermuthen, gerade dieser Grenzbildung zwischen Jura und Kreide auch weiterhin im Süden Siciliens an der Basis der tertiären Schichten noch mehrfach zu begegnen. Mit den bisherigen Ergebnissen der Altersbestimmung der Kalksteine in jenem Theile der Insel, die z. Th. als jurassisch, z. Th. als cretaceisch beschrieben wurden, scheint es ganz besonders im Einklange zu stehen, dass dieselben vielleicht zum grössten Theile den Tithonischen Schichten angehören, über deren Zugehörigkeit zu der einen oder andern der beiden Formationen die Akten noch nicht geschlossen sind. Sowohl nach ihrer äusseren Erscheinung als auch nach dem Vorherrschen der fossilen Korallen in vielen der südsicilianischen Kalksteine, z. B. von Caltagirone, Caltanissetta und Cattolica, sind dieselben wesentlich als Korallenriffbildungen charakterisirt und dürften den Bildungen der Tithonischen Stufe in den Nordalpen und Karpathen, z. B. den sehr charakteristischen Stramberger Kalken oder den Klippenkalken von Rogoznik⁴ äquivalent sein. Gerade der Charakter der so eigenthümlichen Klippenkalke, das Emporragen einzelner, meist nicht sehr grosser, aber steiler und äusserst unregelmässig gestalteter Kalkfelsen, das selbstständige Verhalten dieser Klippen, die oft dicht zu mehreren bei einander liegend, doch auffallende Verschiedenheiten in ihrem Schichtenbaue zeigen, das alles sind Erscheinungen für die im mittleren und südlichen Sicilien die Kalke vielfache Beispiele liefern. Diese thurm- und ruinenartigen Gestalten haben für den landschaftlichen Character dieses Theiles der schönen Insel eine besondere Bedeutung⁵. Solche Kalke aber erscheinen fast überall als die eigentliche Unterlage des Tertiärs. Dieses beginnt nach den bisheri-

³ Studii paleontologici sulla fauna del Calcarea a *Terebratula Janitor* del Nord di Sicilia. Palermo, 1868—76.

⁴ HAUER, Geologie 1875. S. 416.

⁵ VOM RATH, l. c. S. 586.

gen Annahmen mit gleichfalls sehr verbreiteten Schichten, ebenfalls Kalksteinen, reich an fossilen Resten, unter denen besonders Nummuliten, Rotalien, (Cattolica, Caltanissetta) Orbitoliten, Globigerinen, Hippuriten gefunden worden sind, deren Vorkommen z. Th. schon HOFFMANN und PREVOST an einer grösseren Zahl von Punkten anführen, so besonders auch die Nummuliten von Sciacca und Pesaro. Diese Kalksteine in allen Fällen scharf von den mit ihnen z. Th. in enger Verbindung erscheinenden Kalken der tithonischen Stufe zu trennen, dürfte eine der vielen Aufgaben sein, welche die Geologie und Paläontologie in Sicilien noch zu lösen haben. Noch ist eine sichere Trennung nicht überall möglich, und die Kalke, die man in den tiefsten Stellen der Thäler, so z. B. im Thale des Platani, dem die Eisenbahn von Girgenti nach Palermo eine Strecke folgt, oder in der Nähe von Çaldare und in der Umgebung der Maccaluba in Klippen aufragen sieht, mögen vielleicht nicht alle dem Eocän mehr zuzurechnen, sondern z. Th. eben auch jene älteren Bildungen sein. Auch die wirklich tertiären Kalke mit irgend welchen Schichten des nördlichen Europa's zu parallelisiren erscheint noch nicht thunlich. Hier dürfte zudem das treffliche Wort von HAUER's passen, „dass die einzelnen Ablagerungen des Tertiärs, wie sie in der Natur sich ergeben, sich nur schwer dem Fachwerke irgend einer Formations-tabelle anzupassen vermögen“⁶. Jedenfalls aber sind alle eventuell dem Eocän angehörige Schichten in Sicilien ganz wie die eigentlichen Nummulitenkalke der Alpen, als marine Bildungen charakterisirt.

Auf diese folgt dann das System der Schichten und Ablagerungen, die durch das Auftreten von Steinsalzlagern durchaus als littorale, in Lagunen oder dem Meere anliegenden, noch theilweise mit ihm verbundenen, salzhaltigen Binnenseen vollzogene Bildungen gelten müssen. Diese Schichtencomplexe, als die steinsalzführende Gypsformation am passendsten zu bezeichnen, gehören nach MOTTURA dem unteren und mittleren Miocän, vielleicht z. Th. auch noch dem oberen Eocän an.

Von den tiefsten Niveau's dieses Schichtensystems anfangend, bis zu den unteren Grenzen der pliocänen Glieder der Tertiär-

⁶ Geologie 1875. S. 505.

formation, in gleicher Weise sowohl die Steinsalzablagerungen als auch die schwefelführenden Schichten begleitend, treten mächtig entwickelte Gypsgesteine auf. Fast wie ein einziger mächtiger Zug ziehen die Gypse in einer von NW. nach SO. gerichteten Linie durch den südlichen Theil der Insel vom Fusse des Monte Eryx bis zum Cap Passero. Nach Herrn DE PINTVILLE⁷ kann man dieselben auf einer Erstreckung von 250 Kilometer verfolgen, nur unterbrochen von den älteren und jüngeren Schichten, die sie begleiten. Nur selten haben die Gypsgesteine eine feinkörnige Struktur, meist sind sie ausserordentlich grosskrystallinisch, in einer mergelig-kalkigen Grundmasse liegen Gypskrystalle und Tafeln oft von fast 1 Fuss Länge. Man sieht diese Gypsgesteine in ausgezeichneter Entwicklung im oberen Platanithale auf dem Wege von Girgenti nach Palermo, in der Umgegend von Comitini und weiter nördlich. Wie Fensterscheiben leuchten, von der Sonne beschienen, manchmal die grossen Gypsplatten aus den Felswänden hervor, und gewähren so einen höchst eigenartigen Anblick.

Dieser Gypsformation erscheint das Steinsalz in der Form isolirter Ablagerungen eingeschaltet; denn meistens finden sich Gypse sowohl als das Liegende als auch das Hangende der Steinsalzstöcke. Da die Gypse in ganz gleicher Weise auch die Schwefel führenden Schichtencomplexe zu begleiten pflegen, so ist es nicht ganz leicht zu entscheiden, ob die Steinsalzablagerungen in der That überall als unter der eigentlichen Schwefelformation liegend und sonach als älter anzusehen sind, wie es MOTTURA annimmt, oder ob nicht wenigstens für manche dieser Salzablagerungen die Ansicht E. STÖHR's zutreffend ist, dass sie mit den Schwefelagerstätten gleichzeitig aber mariner Entstehung, während diese Süsswasserbildungen sind⁸.

Die ausgezeichnetesten und reinsten Steinsalzvorkommen finden sich in dem Gebiete Roccalmuto und Grotte und dann weiter nordwestlich zwischen Casteltermini und Camerata. Im Allgemeinen finden sich die Steinsalzlager auf einer Linie, die etwa

⁷ JULES BRUNFAUT, L'exploitation des Soufres. II Edition. Paris, 1874. S. 282 und Bull. Soc. geol. XIV. p. 546.

⁸ VOM RATH, l. c. S. 588.

senkrecht steht auf der Richtung der grössten Erstreckung der Gypse, in der Gegend von Nicosia beginnend und bei Cattolica endigend. Jedoch sind diese Lagerstätten nur sehr wenig erschlossen und in Bezug auf ihre Mächtigkeit und unterirdische Verbreitung noch kaum bekannt. Der Mangel leichterer Verkehrsmittel lässt eine Gewinnung des Steinsalzes immer noch schwierig erscheinen, da es gegen die billig und überall leicht herzustellenden Seesalze, die an der Westküste in den flachen Uferbänken von Marsala und Trapani und im Osten in der Umgebung von Augusta im grossen Massstabe gewonnen werden, noch keineswegs in Concurrenz treten kann. Nur die Steinsalzlager, die an der Bahn zwischen Casteltermini und Camerata liegen, haben einige Bedeutung gewonnen.

Das Steinsalz findet sich sowohl in derben, aus vollkommen reinem krystallinischem Salze bestehenden Massen, als auch in Thonen und Mergeln vertheilt. Sowohl die Unterlage als auch die Decke der Salzbänke werden von solchen salzführenden Mergeln und Thonen gebildet. Das Profil auf Tafel VIII Fig. 1 gibt eine Vorstellung von der Schichtenfolge in dem Steinsalzbecken zwischen Casteltermini und Camerata, und nicht viel anders dürfte die Zusammensetzung der Steinsalzlager bei Roccalmuto beschaffen sein. Es tritt die auffallende Übereinstimmung in der Folge der Schichten mit unsern norddeutschen Steinsalzablagerungen sogleich hervor, wenn auch die Kalisalze fast ganz zu fehlen scheinen. Sylvin kommt allerdings nach MOTTURA auch in einzelnen Sicilianischen Steinsalzen vor, faserige, nierenförmige oder auch körnige Aggregate, z. B. bei Alimena, und VOM RATH beschreibt die schönen, aragonitähnlichen Zwillinge von Arcanit, Kalinatronsulfat, die sich zu Roccalmuto in Sicilien, freilich als Seltenheit, gefunden haben. Auch das in der Stassfurter Mulde selbstständig auftretende Chlormagnesium ist in Sicilien noch nicht nachgewiesen, wenngleich das Vorhandensein von Chlormagnesium haltigen Quellen, eine solche findet sich z. B. bei Calascibetta, aus Gyps über Steinsalz hervortretend, auf die Gegenwart dieser Verbindung hinweist.

Aber wie die Steinsalzablagerungen zu Stassfurt mit Niederschlägen von Gyps oder Anhydrit in Begleitung von Thonschlamm, der von Salz und Calciumsulfat mehr oder weniger durchzogen

ist, beginnen, dann der Absatz der mächtigen Salzstöcke selbst erfolgte, von lokalen Thon- und Anhydritlagen durchzogen und endlich die Salzformation mit einer mächtigen Bildung von Gyps abschliesst, welche mit variabler Mächtigkeit von Hadmersleben bis nach Aschersleben sich erstreckt, so zeigen auch die Steinsalzablagerungen in Sicilien, wenn auch von jüngerem Alter wie jene, eine ganz ähnliche Schichtenfolge. Nicht so übereinstimmend ist die Zusammensetzung der berühmten Steinsalzlagerstätte von Wieliczka, welcher die Gypse in der Ausdehnung fehlen, aber dem Alter nach dürfte diese, der Neogenformation angehörige Ablagerung mit den Sicilianischen Steinsalzen am meisten übereinstimmen. Kommen doch auch hier in der unmittelbaren Nähe von Wieliczka zu Swoszowice Schwefelflötze vor, welche jenen in Sicilien in Bezug auf ihre Mineralbildungen vollkommen identisch sind, wie wir dieses später noch nachzuweisen gedenken.

Das Steinsalz von Roccalmuto und Camerata ist von ausgezeichneter Beschaffenheit. In der Sammlung der technischen Schule zu Girgenti sah ich prächtige Krystalle von Steinsalz, die Combination von Würfel und Octaëder⁹. Auch tiefblau und roth gefärbte Steinsalzvarietäten kommen vor. Pseudomorphosen von Steinsalz im Kalkstein, verzerrte Würfel, z. Th. mit treppenförmig vertieften Flächen, aus den Kalken von Comitini stammend, sah ich zu Aragona.

Die eigentlich schwefelführenden Schichten beginnen nach unten mit Ablagerungen, die noch nicht als Süsswasserbildungen charakterisirt sind, wie man früher angenommen hat. Es erscheint zu unterst in der Regel ein weisser, foraminiferenreicher Tripel, über dem graue, bituminöse Thone liegen, welche MORTURA mit dem Namen *il tufo*, E. STÖHR¹⁰ und nach ihm auch VOM RATH als die *trubi inferiori* aufführen. Ausser einem grossen Reichthum an Foraminiferen, in der Nähe von Girgenti nach STÖHR fast nur *Globigerina bulloides*, an andern Orten, z. B. Caltanisetta aber nach den Bestimmungen EHRENBERG's eine grössere Zahl verschiedener Diatomeen und Radiolarien, enthalten diese Tripelschichten Fisch- und Pflanzenreste und zwar sowohl

⁹ Vergl. auch v. RATH, l. c. S. 592.

¹⁰ E. STÖHR, Il terreno pliocenico di Girgenti. Bolletino del R. Comitato Geologico. 1876. No. 11—12.

marinen Ursprungs, als auch Süßwasserorganismen. GEYLER¹¹ erkannte darin u. A. eine marine Pflanze, eine *Furcillaria*, und STÖHR gibt ausser marinen Foraminiferen auch an, marine Conchylien darin gefunden zu haben¹².

Hiernach glaubt STÖHR diese Tripelschichten und unteren Trubi oder den Tufo noch für marine oder wenigstens Bildungen aus Salzwasser halten zu müssen. Erst über diesen folgen dann die als wirkliche Süßwasserbildungen anzusehenden, schwefelführenden Kalk- und Mergelschichten, die ihrerseits dann wieder von jüngeren marinen Bildungen bedeckt werden.

Auf dem unteren Tufo MOTTURA's liegen in der Regel unmittelbar die schwefelführenden mergeligen Kalkbänke: die eigentliche Formazione zolfifera. In diesen Schichten sind die Versteinerungen sehr selten, die bekannten Fischreste (*Lebias crassicaudus*) und die Insektenlarven (*Libellula Doris*) sowie vielfache Pflanzenreste gehören ihnen an. GEYLER hat die in der schönen Sammlung des Herrn Dr. NOCITO in Girgenti, die auch die verschiedenen Mineralvorkommen in grosser Schönheit enthält, befindlichen fossilen Pflanzen bestimmt¹³ und 17 verschiedene Landpflanzen, die fast alle mit denen von Oeningen übereinstimmen, nachgewiesen. Sonach ist im Gegensatze zu dem unteren Tripel und Tufo, die eigentlich schwefelführende Schichtenreihe ganz zweifellos als Süßwasserbildung charakterisirt.

Auf die Art der Schwefelführung und die diese begleitenden Mineralbildungen komme ich später noch eingehender zurück, hier sollen zunächst die sie bedeckenden Schichten weiter verfolgt werden.

Über den schwefelführenden Kalksteinen folgt oft, zuweilen fast unmittelbar, wieder Gyps, wie es z. B. in dem in Fig. 2 dargestellten Profile der Fall ist. An andern Stellen aber scheint der Gyps auch ganz zu fehlen, wie z. B. in dem Becken von Lercara, von welchem Fig. 3 ein Profil gibt. Hier ist der Gyps immer nur als das liegende Glied der Schwefelformation unter dem unteren Tufo gefunden worden. Dann folgen über den

¹¹ Über fossile Pflanzen aus den obertertiären Ablagerungen Siciliens. Cassel, 1876.

¹² l. c. S. 15.

¹³ l. c.

schwefelführenden Kalken unmittelbar dunkle, bituminöse, schiefrige Mergel, mit eingeschalteten Kalksteinbänken, oder auch thonige Mergel mit grösseren Nestern von Bitumen. Im Allgemeinen entsprechen diese Schichten in ihrer Beschaffenheit einigermassen den unteren Trubi und werden daher auch als obere Trubi oder Tufo bezeichnet. Ihre Zusammensetzung aus Mergeln, Thonen und Kalksteinen ist nicht überall die gleiche. Am charakteristischsten sind auch in diesen Schichten die weissen, foraminiferenführenden Mergel, die z. B. zwischen Porto Empedocle und Girgenti in grosser Mächtigkeit entwickelt sind. Auch diese sind ganz ausserordentlich reich an Foraminiferen, STÖHR führt ihrer 60 Species auf, dagegen sind andere fossile Reste selten. Jedoch hat STÖHR einige noch heute im Mittelmeer lebende Mollusken darin nachgewiesen¹⁴. Es werden darnach die oberen Trubi wieder als eine Meeresbildung charakterisirt. Ob aber diese Schichten noch dem Miocän oder vielleicht schon dem Pliocän angehören, darüber ist eine sichere Entscheidung wohl noch nicht möglich. Die Concordanz mit den aufliegenden Schichten der blauen Thone und der innige Zusammenhang und mannigfache Übergänge, welche die Trubi mit diesen aufweisen, machen es STÖHR wahrscheinlicher, dass sie zum Pliocän gehören und nach ihm würden diese Schichten der Messinianischen Stufe von CARL MEYER entsprechen.

Die nunmehr folgenden Schichten gehören unzweifelhaft zum Pliocän, Fig 2. Sie beginnen mit den mächtigen Thonen von oft vortrefflicher plastischer Beschaffenheit, der sog. Creta. Diese etwas Chlornatrium- und Chlormagnesium-haltigen, gewässerten Thonerdesilicate dienen den Sicilianern zuweilen geradezu als Seife zum Waschen der Leinwand: Creta saponaria. Auf der Creta liegen blaue, kalkige Sandsteine und wiederum z. Th. sehr mächtige graublau Thone mit grobkörnigen, sogar conglomeratartigen Sanden in durchaus concordanter Stellung. Endlich als oberstes Glied des Pliocän erscheinen die gelbbraunen, oft geradezu rostfarbigen groben Sandsteine und Muschelbreccien. Diese krönen die Gipfel der Höhen, z. B. in der Umgegend von Girgenti, so die berühmte Rupe Atenea, und von hier niedersteigend

¹⁴ l. c. S. 10.

bilden sie die ganze scharf sich abhebende Terrasse, welche das alte Akragas trug und an deren Rändern noch heute die herrlichen Tempelruinen liegen, die aus demselben Material erbaut sind. Auch heute noch sind sie als Baustein vielfach verwendet und geschätzt. Man sieht die Schichten dieser Muschelbreccie trefflich erschlossen in der tiefen Schlucht, welche dicht am Fusse des Dioskurentempels mit steilen, mauerähnlichen Abstürzen in die Terrasse einschneidet; es ist die künstlich angelegte berühmte Piscina, von der schon Diodor berichtet. Hier liegen die mächtigen Bänke fast horizontal, nur ganz schwach nach Norden aushebend in einer Höhe von ca. 50 m übereinander. Die zahllosen Versteinerungen dieser Muschelconglomerate sind schon von HOFFMANN und PHILIPPI beschrieben worden, STÖHR führt eine Liste derselben auf, welche 79 Arten von Mollusken enthält, von denen 69 heute noch lebenden Arten, 64 solchen noch im Mittelmeer lebenden Arten, 5 in anderen Meeren bekannten angehören. Es scheinen diese Schichten der oberen Astischen Stufe MEYER's als äquivalent gelten zu dürfen ¹⁵.

Postpliocäne Ablagerungen und jüngste Alluvionen liegen noch über dem Pliocän.

Einer eigenthümlichen, an der Oberfläche auftretenden Bildung mag hier noch gedacht sein, die überall dort sich findet, wo die schwefelführenden Schichten zu Tage ausgehen oder auch nur nahe der Oberfläche liegen. Es ist das die sog. Briscale, madre del zolfo, weil sie überall als das beste Leitzeichen für die Gegenwart des Schwefels in der Tiefe dienen kann. Es sind sowohl thonige als auch kalkige Schichten, welche die Briscale bilden, und ihre immer eigenthümlich zerfressene, lockere, zerbröckelnde Beschaffenheit lässt schon erkennen, dass es Zersetzungserscheinungen sind, bewirkt wohl vorzüglich durch gebildete Schwefelsäure, welche die Gesteine in Briscale umwandeln. Wesentlich enthalten sie denn auch feinvertheilten schwefelsauren Kalk (Gyps), aber die Gegenwart freier Säure wird, wenn man solche Briscale mit den Fingern zerreibt, sowohl durch Geruch als auch durch Geschmack nachgewiesen. In den Schichten der Briscale liegen dann auch Concretionen von Schwefel oft geradezu an der Oberfläche.

¹⁵ STÖHR, l. c.

Was die Tektonik dieser ganzen tertiären Schichtenreihe angeht, wie wir sie nun im Einzelnen verfolgt haben, so ist dieselbe natürlich nicht für alle Glieder die gleiche. Die jüngeren pliocänen Schichten erscheinen fast überall in einer wenig steilen, fast horizontalen Lage. Es zeigen dieses besonders überall die charakteristischen Bänke der oberen Muschelbreccien. Auch dort, wo sie auf bedeutende Höhen gehoben worden sind, haben sie nur wenig von der horizontalen Lage verloren. Nur die mächtige Erosion hat die grossen Ablagerungen in viele kleinere, nicht mehr zusammenhängende Platten zerschnitten. Das zeigt sich an den Rücken von Leonforte und Centuripe und besonders an dem fast 1000 m hohen Plateau von Castrogiovanni¹⁶. Hohe, terrassenförmig aufsteigende, ringsum mit Steilabstürzen niedergehende Plateau's sind von tief eingeschnittenen Wasserläufen in breiten Thälern umgeben. Recht schön treten diese Verhältnisse an den östlich von der Station Passofonduto im oberen Thale des Platani gelegenen zuckerhutähnlichen Pyramiden von Sutura entgegen: 3 isolirte Kegel, der eine ganz besonders mächtig und steil, erheben sich mit deutlich sichtbarer Schichtenlage auf dem flacher gewölbten Unterbau, Fig. 4. Es war ursprünglich eine einzige, jetzt durch tiefe Erosionseinschnitte in 3 Theile gegliederte und isolirte, ganz schwach nach Osten einsinkende Platte pliocäner Bildungen.

Im Gegensatze zu den pliocänen Schichten zeigen diejenigen der eigentlichen *Formazione zolfifera*, wenn auch in manchen Fällen die *Discordanz* gegen die aufliegende pliocäne Formation nicht sehr auffallend, doch meistens sehr viel stärkere Aufrichtung und vielfach durch Gebirgsstörungen in den einzelnen Theilen verschobene Stellungen. Die Neigung der schwefelführenden Schichten schwankt in den verschiedenen Distrikten von 20° bis 90° d. h. bis zur vollkommenen Saigerstellung. Damit ist dann die Möglichkeit überkippter Lagerung auch gegeben und dahin gerichtete Untersuchungen dürften ganz besondere Bedeutung gewinnen für die Erklärung mancher Unterschiede in der Schichtenfolge der *Formazione zolfifera*. Die Unregelmässigkeit und die z. Th. vollkommen primitive Art des Bergbaues, die sehr mangelhafte,

¹⁶ VOM RATH, l. c. S. 587.

ungenau, grösstentheils ganz fehlende Kartirung der ausgeführten Baue erschwert es natürlich ungemein, einen sicheren Blick über die z. Th. schwierigen Lagerungsverhältnisse zu gewinnen. Das Vorhandensein grösserer und kleinerer Verwerfungen ist jedoch mit Sicherheit erkannt. So sind in dem Gebiete von Lercara, von dem ich in Fig. 3 ein nach den mir dort gemachten Angaben und unter Zugrundelegung einiger Mittheilungen der Herrn DE LA BRÉTOIGNE und REICHTER, die lange als Ingenieure in Lercara waren¹⁷, construirtes Profil gebe, jedenfalls mehrere Verwerfungen Schuld an dem ganz ungleichen Verhalten der schwefelführenden Schichten in den verschiedenen Theilen dieses vollkommen isolirten Beckens. Während im westlichen und centralen Theile desselben zwischen den 4 aufragenden Höhen: della Croce, della Madonna, dei freddi und di Col di Sevio die Schichten nur wenig geneigt sind, stehen sie nach Osten zu steiler. Im westlichen Theil haben die Baue eine ziemlich regelmässige Folge von Schichten constatirt. An der Oberfläche ist die Briscale sehr verbreitet; zu oberst erscheinen dann ziemlich regelmässig unter der sehr mächtigen Humusdecke blaue Thone z. Th. mit eingeschalteten Kalksteinen, thonige Mergel mit Nestern von Bitumen, bituminöse Mergelkalke und Kalksteinbänke, oft bis zu 15 Meter mächtige dunkle, schiefrige Mergel und Thone. Es sind die Schichten, welche den oberen Trubi entsprechen. Unter den Schwefelflötzen erscheinen hier überall mächtige Gypsmassen. Nur am Hügel dei freddi erscheint der Gyps über den Schwefel geschoben, was wohl nur in einer durchgehenden Verwerfung erklärt werden kann. Weiter nach Osten nach dem Thale der Eisenbahn zu werden endlich die Schwefelschichten durch eine noch grössere Verwerfung um ein Bedeutendes in die Tiefe geschoben. Am Col di Sevio ist das Gypsterrain plötzlich in einer Tiefe von ca. 100 m. von dem Gipfel des Berges von einer nicht sehr steilen Kluft durchschnitten, die aus einer Bank schwarzer bituminöser Schiefermasse besteht. Die schwefelführenden Schichten finden sich nach den an den Abhängen des Thales hervortretenden Schichten der mergeligen Kalke zu

¹⁷ BRUNFAUT, l. c. S. 341.

schliessen (4 des Profils Fig. 3) abwärts unter die Thalsohle verworfen.

Ausser diesen Hauptverwerfungen, die übrigens auch in ihrem Verlaufe nur ungenau bekannt sind, kommen dann zahlreiche kleinere lokale Verschiebungen in den verschiedenen Gruben des Gebietes von Lercara vor, die jedoch alle nur wenig beachtet werden¹⁸.

Durch das Vorhandensein bedeutender Verwerfungen mag es sich wohl auch erklären, dass in einigen Distrikten, so z. B. in dem Gebiete zwischen Caltagirone und Caltanissetta, die schwefelführenden Bänke in ganz verschiedenen Niveau's erscheinen, anscheinend mehrere, schwefelführende Ablagerungen übereinander¹⁹.

Der Schwefel erscheint, von den Schichten der unteren Trubi anfangend, durch alle Schichten bis zu dem Pliocän. Aber seine Vertheilung und die Art des Auftretens in den verschiedenen Schichten ist durchaus nicht gleich. Als regelmässig ausgebildete, flötzähnliche Straten tritt er nur in Verbindung mit den Kalken und Mergeln der eigentlichen zona zolfifera auf; als unregelmässige, mehr oder weniger ausgedehnte ellipsoidische Massen in den Gypsen und Thonen, in einer mehr gleichmässigen, feinen Vertheilung in den oberen Thonen.

Auch das Vorkommen des Schwefels in den noch am meisten flötzartigen Bänken, mit dem Gesteine alternirend, welches von MOTTURA als die struttura foriata bezeichnet wird²⁰, ist nie so regelmässig, dass die Bezeichnung Flötz wirklich passend wäre. Die Lagen von Schwefel variiren ausserordentlich schnell in der Mächtigkeit (von 1 mm bis 2—3 m) keilen sich in der Regel nach beiden Seiten bald aus und greifen fingerförmig mit den

¹⁸ Das Schwefelbecken von Lercara ist übrigens dasjenige, in welchem der Bergbau am vollkommensten entwickelt ist. Förder- und Wasserhaltungsmaschinen stehen hier auf verschiedenen Schächten, und auch zum Ausschmelzen des Schwefels bedient man sich der neuesten Methoden mit schwebenden Eisencylindern. Hier liegt auch die interessante brennende Schwefelgrube Piraino, deren Zugänge allseitig vermauert sind, um den unterirdischen Brand zu ersticken. Vergl. über die Art und Schwierigkeiten des Bergbaues in den Schwefeldistrikten auch: v. LASAULX, Sicilien, ein Vortrag. Bonn, E. STRAUSS, 1879. p. 28—32.

¹⁹ BRUNFAUT l. c. 295.

²⁰ MOTTURA l. c. 79. v. RATH l. c. 595.

zwischenliegenden Kalklagen in einander. Aber auf kurze Strecken kann die Wechsellagerung mit den Kalken doch recht regelmässig erscheinen, manchmal so vielfach und feinlagig, dass man Handstücke gewinnen kann, an denen mehrere solche Schwefellagen mit Kalksteinlagen wechseln. Dabei sind die Lagen von Schwefel nie ganz rein, sondern immer noch mit Kalkstein und Mergelpartien untermischt. Nie erscheinen solche regelmässige Schwefellagen im Gyps.

Dieser Schwefel ist meist derb, ohne entwickelte Krystalle. Bald hat er eine braune, oder braungraue Farbe (zolfo grezzo), bald eine lichtgelbe Farbe (zolfo saponacco). Der erstere verdankt seine Färbung der innigen Beimengung bituminöser Substanz.

Wesentlich anders erscheint der Schwefel dort, wo er als Ausfüllung quer durch die Schichten in allen möglichen Richtungen hindurchsetzender Spalten oder in unregelmässigen rundlichen Massen als Erfüllungen von Höhlungen auftritt. Hier bildet er vorzüglich die durch schöne Krystalle der verschiedenen Formen ausgezeichneten Drusen. Es erscheint nicht nöthig, auf die Formen des Schwefels hier näher einzugehen, diese dürfen als allgemein bekannt gelten; am seltensten erscheint der durch vollkommenes Vorherrschen der Basis tafelförmige Typus der Krystalle, sowie die Zwillingsbildungen. Dass die gangähnlich quer durch die Kalk- und Schwefelbänke hindurchsetzenden Schwefelschnüre jüngerer Entstehung sind, als die Kalke selbst, unterliegt keinem Zweifel. Es sind mit Schwefel erfüllte Spalten, die in den Kalksteinen nach ihrer Verfestigung aufrissen. Wenn wir schon durch diese Beobachtung darauf geführt werden, dass mit der Bildung der Schwefellagen im Kalksteine die Periode der Schwefelbildung keineswegs abgeschlossen war, sondern nur begann, so zeigen uns nun die paragenetischen Verhältnisse des Schwefels und der ihn begleitenden Mineralien in den Drusenräumen dieses noch viel bestimmter. Schon der Schwefel selbst erscheint in Höhlungen derben Schwefels oft als jüngere Bildung und auf z. Th. wieder aufgelösten Partien älterer Bildung mit zellig zerfressener Oberfläche, sitzen jüngere Krystalle auf. Aus der Besprechung der einzelnen Mineralien, die in Begleitung des Schwefels vorkommen, werden sich eine Menge Beweise für die durch lange Zeiträume fortdauernde und immer wieder sich wiederholende Schwefelbildung ergeben.

Die bisher in den sicilianischen Schwefellagerstätten gefundenen Mineralien sind: Calcit, Aragonit, Gyps, Cölestin, Baryt, Quarz, Opal, Melanophlogit.

Calcit. Die Calcitkrystalle, meist von einer gelblichen oder bräunlichen Farbe, erscheinen in der Regel schichtenweise auf den Fugen, welche die einzelnen Kalk- und Schwefellagen trennen. Die weitaus herrschende Form ist dann das Skalenoöder R^3 , die Krystalle ragen nur mit dem einen Pole hervor, sind also gewissermassen mit der horizontalen Axenebene aufgewachsen. Seltener kommen jedoch auch die Formen der Rhomboöder R und $-\frac{1}{2}R$ sowie das Prisma mit jenen in Combination vor. An beiderseitig ausgebildeten Krystallen von freier Stellung zeigt sich auch die Zwillingungsverwachsung nach der Basis: eine feine Linie markirt über den Prismenflächen die Zwillingsgrenze. Endlich kommen auch Zwillinge (von der Form R^3) nach dem Gesetze vor: Zwillingsebene ist $-2R$, oft auch als Vierlinge ausgebildet. Um ein Kernskalenoöder sind 3 andere Skalenoöder jedesmal mit einer andern der 3 Flächen von $-2R$ als Zwillingsebene gruppirt. Das scheint oft der Ausgang zur Bildung strahlenförmiger, büschelförmiger Gruppen gewesen zu sein, die aus vielfach sich durchkreuzenden Individuen bestehen.

Mit diesem Kalkspath ist in der Regel gleichzeitig Schwefel gebildet; denn er umhüllt theilweise die Kalkspath-Skalenoöder, aber auch der aufsitzende Schwefel wird seinerseits wieder von Calcit umschlossen.

Von etwas anderer Form erscheinen die Kalkspathe, die in Drusenräumen krystallisirt sind. Sie zeigen oft die Form von $-2R$, R mit eigenthümlich gerundeten Kanten und gewölbten Flächen, hervorgegangen aus der hypoparallelen Gruppierung der kleinen Individuen, die sich zu einem grösseren Krystalle vereinigen. So entstehen z. B. eigenthümliche, einem geöffneten Tannenzapfen einigermaßen gleichende, aus zahlreichen solcher gerundeter Krystalle bestehende Gruppen. Endlich erscheint der Kalkspath in den Hohlräumen in der Form äusserst zierlicher Stalaktiten, die wie lange weisse Stäbe von der Decke derselben hängen (Fig. 5 u. f.). Sie zeigen eine körnige Struktur, an der Oberfläche rauh durch viele winzige Krystallenden und besitzen nicht, wie das sonst an solchen Stalaktiten häufig, eine durch

denselben hindurchgehende, einheitliche krystallographische Orientirung, z. B. der Spaltungsdurchgänge. Diese Kalkstalaktiten haben vorzüglich Cölestinkrystallen als Ansatzfläche gedient. Auf die hierbei sich ergebenden weiteren paragenetischen Verhältnisse wird beim Cölestin noch näher eingegangen werden.

Aragonit. Bekannt sind die riesengrossen Krystalle von Aragonit, wie sie ganz besonders in den Schwefeldistricten von Cattolica und Girgenti, aber auch an anderen Orten vorkommen. In der Sammlung des Herrn Dr. Nocito zu Girgenti, der ich schon im Vorhergehenden gedacht habe, sah ich Aragonitkrystalle von 6 Zoll Durchmesser auf der Basis. Es sind stets nur die von Basis und Prismenflächen begrenzten Zwillingungsverwachsungen von hexagonalem Aussehen. Auf der Basis tritt an recht frischen Krystallen ein durch den verschieden orientirten Glanz der einzelnen zum Zwilling oder Drilling vereinigten Individuen bewirktes Moirée hervor, das es immer ermöglicht, die Zahl und Stellung dieser Individuen zu erkennen. Es zeigt sich dabei, dass nicht zwei solcher Prismen sich in Bezug auf diese Zusammensetzung gleichen, sondern es herrscht die grösste Verschiedenheit. Auch der Aragonit erscheint immer unmittelbar auf der Unterlage von schwefelführendem Kalkstein und ist eine der ältesten Bildungen nach diesem.

Wohl in allen Sammlungen verbreitet sind die schönen sog. Paramorphosen von Calcit nach Aragonit. Das erste Beispiel von dem Auftreten des Kalkspathes in Formen des Aragonits führte wohl MITSCHERLICH von einem Einschlusse in Lava vom Vesuv an²¹, wengleich die Deutung der Bildung dieser Umwandlung wohl kaum die zutreffende sein dürfte. HAIDINGER²² hat später zuerst die analogen Bildungen von Schlackenwerth und Herregrund und G. ROSE²³ zuerst auch solche von Girgenti beschrieben. Später sind dann diese und andere Paramorphosen der gleichen Art noch mehrfach erörtert worden.

An den zahlreichen Exemplaren, die ich in den Sammlungen zu Girgenti, Palermo, Catania u. a. O. sah und selbst von dort

²¹ POGGD. Ann. Bd. XXI pg. 158.

²² BLUM, Pseudomorphosen Bd. I. S. 317.

²³ Abh. d. Königl. Akad. d. Wiss. Berlin 1856, p. 64.

mitbrachte, zeigt sich, dass die Umwandlung in der Regel mit einer Umhüllung durch Kalkspath in der Form des Skalenoëders R^3 beginnt. Diese Kalkspathkrystalle, ganz denen auf den Fugen des Kalksteines aufgewachsenen gleich, siedeln sich in regelloser Stellung auf den Flächen des Aragonites an und zwar anscheinend zuerst und mit Vorliebe auf den Prismenflächen. Sehr wohl lässt sich hierbei erkennen, dass sie in der That nur eine Umhüllung des Aragonites bilden, nicht eigentlich an seine Stelle treten. Wird nun der Aragonit aufgelöst und fortgeführt, so entstehen hohle Skelette, die sich successive mit Calcit erfüllen und endlich ist dann der ganze Aragonitkrystall in ein Aggregat von Calcitskalenoëdern verwandelt. Aber die Zwischenstadien solcher Paramorphose gewähren ein ganz besonderes Interesse. Es kommen solche vor, an denen die Prismenflächen des Aragonites schon mit Calcit überrindet sind, aber die Basis ist frei und im Innern erscheint der vollkommen zerfressene Aragonitkern. An diesem zeigt sich, dass seine Auflösung ganz regelmässig erfolgt, der Aragonit zerfällt in lauter einzelne Längsfasern, und die leeren Zwischenräume erfüllen sich mit Calcit. Längs der Grenzen der einzelnen im Aragonitzwilling vereinigten Individuen erfolgt die Fortführung der Substanz am schnellsten. Tiefe Spalten und Furchen dringen in diesen Richtungen in den Aragonit ein. Ein solcher Aragonitkrystall zeigt dann im Innern ein Gerüst von noch erhaltenen Aragonitbalken und -Wänden, durch die den ursprünglichen Zwillingsgrenzen entsprechenden Hohlräume getrennt. Diese dienen dann offenbar zunächst dem Calcit wieder als Absatzstellen, und in einem weiteren Stadium der Pseudomorphose ist gar kein Aragonit mehr vorhanden, aber der Calcit hat die Form nur in der Art erfüllt, dass die Rinde über den Prismenflächen des Aragonites und dann die den Zwillingsgrenzen entsprechenden Balken nun von Calcit gebildet und durch Hohlräume getrennt sind (Fig. 10). So sieht man in den hohlen Raum, in dem die Balken von Calcit quer als Scheidewände hindurchziehen, hinein, da die Basis frei geblieben war. Später füllen sich dann die Hohlräume ganz. Einen besonders eigenthümlichen Anblick gewähren solche in der Umwandlung begriffene Aragonitkrystalle, wenn ihre Auflösung und gleichzeitig das Nachwachsen des Calcites von der Basis aus nach innen treppen- und trichterförmig

erfolgte (Fig. 11). Dann erscheinen die Hohlräume wie negative Pyramiden, und die in verschiedener Stellung neben einander liegenden Trichter dieser Art gewähren auf den ersten Blick kaum mehr das Ansehen der Aragonitform. Ein ganz ausgezeichnetes Aggregat solcher aus Calcitskalenöedern bestehenden Hohlpyramiden besitzt die mineralogische Sammlung zu Palermo. In den Hohlräumen der theilweise aufgelösten Aragonite finden sich mit den Calcit- auch Schwefel- und kleine Cölestinkrystalle angesiedelt.

Die Betrachtung der verschiedenen Stadien in der Bildung dieser Pseudomorphosen ergibt, dass alle Erscheinungen sehr wohl ihre Erklärung finden, wenn man hier lediglich die Vorgänge einer mechanischen Ausfüllungs- und Umhüllungspseudomorphose annimmt. An Stelle des fortgeführten Aragonits tritt Calcit, jedoch erst, wenn der freie Raum geschaffen, der ihn aufnimmt. Von einer molekularen Umwandlung oder Umlagerung ist hierbei eigentlich nicht die Rede. Es dürften damit aber diese, bisher immer als Paramorphosen bezeichneten Pseudomorphosen von Gircgenti nicht mehr in jene Gruppe gehören. Denn das wesentliche Charakteristikon einer eigentlichen Paramorphose liegt doch nicht allein in dem „Zugleichauftreten zweier Formen eines polymorphen Körpers bei einem und demselben Krystall, eine dieser Formen durch die äussere, die andere durch die innere Gestalt des Krystalles sich aussprechend“, wie SCHEERER den Paramorphismus definirte²⁴, sondern es muss doch auch durchaus die Änderung der äusseren Form in Bezug auf die innere morphologische Beschaffenheit durch eine direkte molekulare Umlagerung erfolgt sein. Wo also ein Mineral durch blosser Auflösung fortgeführt und nun in seiner Hohlform ein mit jenem polymorphes nur durch Umhüllung und Erfüllung abgelagert wird, da liegt natürlich keine Paramorphose vor. Echte Paramorphosen setzen daher eigentlich auch immer eine bestimmte krystallographische Orientirung der inneren Form zu der äusseren, ein homoaxes Verhalten voraus, wie es SCHEERER ausdrückt und es erscheint mir fast zweifelhaft, ob die von SCHEERER als hetero-

²⁴ SCHEERER, Der Paramorphismus und seine Bedeutung. Braunschweig 1854.

axe bezeichneten Paramorphosen in der That alle als solche gelten dürfen.

Bei den Pseudomorphosen von Girgenti hängt das Erscheinen des Calcites in Formen des Aragonites nicht so sehr von dem Umstande ab, dass der Calcit und Aragonit dimorphe Körper sind, als davon, dass in den sich zersetzenden Aragonit Kalkspath zugeführt wird und dass ohne Zweifel nur geringe Schwankungen in der Concentration einer kohlenensäurehaltigen und kohlen-sauren Kalk enthaltenden Lösung es möglich machen, bald Aragonit zu lösen, bald wieder Calcit abzusetzen. Denn, dass die Ausfüllung gerade so gut durch eine andere Substanz erfolgen kann, zeigt sich darin, dass auch Schwefel in den hohlen Aragoniten abgesetzt wird. Bei eigentlichen Paramorphosen muss selbstverständlich auch die Umlagerung der Moleküle stetig fortschreiten und es kann zwischen dem Erscheinen der innern Form und dem Verschwinden der der äusseren Form entsprechenden Substanz kein Intervall gedacht werden, wie es sich in den hohlen und nur zum kleinen Theile erfüllten Skeletten von Aragonit so deutlich ausspricht. Hier, und das kann wohl auch allgemein als gültig ausgesprochen werden, gewährt die vollendete Pseudomorphose keine richtige Einsicht und Entscheidung über ihre Entstehung, die verschiedenen, wahrnehmbaren Stadien der Umwandlung sind das beweisende.

Ich will hiermit keineswegs auf die andern sog. Paramorphosen von Calcit nach Aragonit einen Zweifel werfen; solche, an denen die Kalkspathkrystalle nicht nur untereinander, sondern auch gegen den früheren Aragonitkrystall eine bestimmte Lage haben, wie die von G. ROSE²⁵ von Offenbanya beschriebenen, müssen ohne Zweifel als wirkliche Paramorphosen gelten.

Gyps. Abgesehen von dem eigentlich gesteinsbildenden Gyps erscheint derselbe auch in der Form schmaler Bänder oder kleiner unregelmässig gestalteter Concretionen mit mehr oder weniger vollkommen entwickelten Krystallen in den schwefel-führenden Schichten. Auf den Klüften finden sich auch Drusen zahlreicher, wohlgebildeter Krystalle unmittelbar auf Schwefel angewachsen. Die gewöhnliche Combination zeigt nur die Flä-

²⁵ POGGD., Ann. Bd. XIC. S. 149.

chen $\infty P \cdot \infty P_{\infty} \cdot -P$ von dick tafelförmigem Habitus. Jedoch sah ich und erhielt von Herrn Prof. GEMELLARO zu Palermo auch mehrere Exemplare der von HESSENBERG²⁶ beschriebenen Form: $\infty P \cdot \infty P_{\infty} \cdot -P \cdot \frac{5}{3}P_2 \cdot \frac{5}{3}P_{\infty}$, sowie auch Zwillinge derselben Combination nach dem gewöhnlichen Gesetze. Ein ausgezeichnetes Exemplar dieser letzteren sah ich in der Sammlung zu Girgenti. Die Endflächen sind oft bis zum Verschwinden der Prismenflächen herrschend, dabei gewölbt und gerundet und die Krystalle haben dann ein vollkommen linsenförmiges Aussehen. Auf Gypskrystallen der gewöhnlichen Form, die ich in Comitini selbst sammelte, sitzen zahlreiche sehr kleine und zierliche Krystalle von Schwefel von der Form der blossen Pyramide.

Cölestin. Die schönen Drusen von Cölestin sind eine Zierde aller Sammlungen und finden sich ausserordentlich häufig. Die Krystalle sind bekanntlich sehr formenreich, aber 3 Typen sind doch die gewöhnlichsten, die auch in der ausführlichen Monographie AUERBACH'S²⁷ beschrieben und hier sowie in dem Atlas von SCHRAUF²⁸ abgebildet sind. Der erste Typus ist charakterisirt durch das stete Vorherrschen der Prismenflächen M (∞P) [nach der Stellung in NAUMANN-ZIRKEL'S Mineralogie $\check{P}_{\infty}(0)$]. Als Endigung erscheinen die Flächen $P \cdot 2P \cdot oP \cdot 2\check{P}_{\infty} \cdot \bar{P}_{\infty} \cdot \frac{1}{2}\bar{P}_{\infty}$; dazu fast immer das Brachypinakoid $\infty\check{P}_{\infty}$ und seltener auch noch die Pyramiden: $3\bar{P}_{\frac{3}{2}}$ und $4\check{P}_4$. Der zweite Typus ist von AUERBACH und SCHRAUF nicht als an Krystallen von Girgenti vorkommend aufgeführt, wohl aber ein solcher Krystall von Meudon abgebildet. Herrschend erscheint neben dem Prisma M (∞P) die Pyramide $3P$ und das Doma $2\check{P}_{\infty}$. Eine Gruppe solcher Krystalle, die ich in Girgenti durch Herrn Prof. TERRACHINI erhielt, zeigt über einem farblosen, klaren Kern immer eine etwas gelbliche trübe Hülle auf den Flächen der Endigung. Der dritte Typus ist tafelförmig ausgebildet nach der vorherrschenden Fläche des Brachypinakoides $\infty\check{P}_{\infty}(a)$, nur als schmale Randflächen dieser Tafeln erscheint das Prisma M (∞P), das Doma d ($2\check{P}_{\infty}$) und die Grundpyramide Z (P).

²⁶ Mineral. Notizen. III. Fortsetzung S. 1 ff.

²⁷ Sitzber. d. Wien. Akademie 1869. LIX. I.

²⁸ SCHRAUF Atlas, Lief. V. fig. 5, 10, 11, 17, 24.

Die Krystalle erscheinen meist vollkommen farblos, aber auch ganz oder nach den Enden zu von der schön blauen Färbung, wie sie die Krystalle von Herregrund besitzen. Seltener sind solche Krystalle, welche durch Schwefel, entweder mechanisch beigemischt oder aus der Reduction des Sulfates hervorgehend, undurchsichtig und schwefelgelb gefärbt sind.

Auch der Cölestin bildet durch radiale Durchkreuzung schöne sternförmige Gruppen, die oft ganz besonders zierlich erscheinen und durch ihren lebhaften Glanz einen prächtigen Anblick gewähren, besonders im Contrast zu dem oft dunkelbraunen Schwefel, der ihnen als Unterlage dient. Auch bei diesen Gruppen scheint eine Zwillingsbildung nach der Fläche eines Domas aus der Zone der Brachydiagonale den Ausgang zu bieten.

Gerade an den mir vorliegenden Cölestinstufen lassen sich die Verhältnisse der Paragenesis am besten verfolgen. Der Cölestin erscheint sowohl unmittelbar auf dem schwefelführenden Kalkstein als auch auf dem diesen bedeckenden Calcit. Jedoch haben sich dann auf den Cölestinkrystallen auch wieder jüngere Calcitkrystalle abgesetzt. Ausgezeichnet schön erscheinen Cölestin-
gruppen auf den schon erwähnten Calcitstalaktiten, und diese bieten eines der besten Beispiele für die lang andauernde Bildungsfolge dieser Mineralien. An den Stiel eines solchen Stalaktiten haben sich Cölestinkrystalle oft von grosser Klarheit und Schönheit nach allen Seiten angesetzt und bilden von dem Stamm ausstrahlend viele kleine Äste (Fig. 5). Diese sind dann wieder von stalaktitischem Calcit überdeckt. Wie ein äusserst zierlicher Schleier hängt die Calcitdecke über den herausstehenden Cölestinen, zunächst noch deren Ende frei lassend (Fig. 6). Endlich aber sind die Cölestine fast ganz umhüllt, und nur die Gestalt der Stalaktiten lässt erkennen, dass im Innern die Cölestinprismen vorhanden. Auf diesem Calcit hat sich dann Schwefel in der Form glänzender Krystalle abgesetzt (Fig. 7), auch diese zeigen aber schon wieder eine dünne Rinde von Calcit. An einem anderen Stalaktiten umfasst ein grösserer Schwefelkrystall den Stiel und hat ihn vollkommen umwachsen (Fig. 8). Dass hier der Schwefel jünger wie die übrigen Bildungen, ist an und für sich nicht so bemerkenswerth. Wohl aber erscheint es von Interesse, dass man an diesen Stalaktiten erkennen kann, um welche

ungeheuren Zeiträume dieser Schwefel jünger sein muss, als der Schwefel der Kalksteine, in dessen Hohlräumen die Stalaktiten hängen. In einer Schwefelgrube zu Lercara sah ich solche Stalaktiten in einem Drusenraume der ziemlich stark aufgerichteten Schichten hängen. Sie hatten alle eine vollkommen vertikale Stellung und konnten somit erst gebildet sein, nachdem die Aufrichtung der Schichten erfolgt war (Fig. 9). Sie sind sonach jünger als der in Lagen mit den Kalksteinen gehobene Schwefel um die ganze Zeit, die zur Hebung der Schichten und späteren Bildung der Stalaktiten nöthig war. Je mehr manche dieser Stalaktiten den Eindruck junger Bildungen machen, um so näher liegt auch die Bildung dieser Schwefelkrystalle an der Gegenwart. Dabei ist die Art der Bildung dieses Schwefels in seinem Auftreten vollkommen entscheidend ausgeprägt. Er sitzt, wie das in Fig. 7 dargestellt²⁹ ist, immer nur auf der Oberfläche der Stalaktitenäste, es können daher nur Lösungen gewesen sein, die ihn von oben dorthin absetzten, dieselben Lösungen, die auch die Stalaktiten selbst bildeten.

Es kommt in einigen Drusenräumen allerdings auch solcher Schwefel vor, der einer sublimatorischen Bildung seine Entstehung verdankt und von unten nach oben stalagmitenartig gewachsen ist. Diese Aggregate haben aber auch ein ganz abweichendes Aussehen. Es sind sehr verzerrte, skelettartig ausgebildete, oft zu fadenförmigen Gestalten ausgezogene Krystalle, die ein vollkommen filzähnliches Gewebe in ihrer Aggregation darstellen. Wo einmal eine erkennbare Form sich zeigt, ist es die Grundpyramide. Auf solchen sublimatorischen Bildungen sind dann von oben auch wieder Schwefelkrystalle aus der Lösung abgesetzt worden, die die gewöhnlichen Formen und den schaaligen Bau besitzen.

Als Beispiel der vielfachen Wiederholung der Mineralbildungen in den Drusenräumen mag noch die Paragenesis einer Stufe erwähnt sein, die ich in Lercara erhielt. Calcit in der Form des Skalenoëders R^3 sitzt auf einer Fuge schwefelführenden Kalksteins, auf dem Calcit ist Cölestin in grossen Krystallen gefolgt, dieser

²⁹ Die Fig. 5—8 sind nach der Natur von Herrn E. SCHOLZ, Zeichner beim hiesigen Oberbergamte, möglichst getreu gezeichnet worden.

ist mit einer ziemlich dicken Quarzrinde überzogen, auf der wieder jüngere Schwefelkrystalle wuchsen. Diese und gleichmässig die Quarzrinde sind wieder mit Calcit bedeckt und darauf sitzen wieder kleine Schwefelkryställchen, offenbar eine eben begonnene Bildung.

Baryt. Das Vorkommen des Baryt ist nicht sehr verbreitet, es erwähnt denselben auch vom RATH³⁰, und die Vorkommen, die ich gesehen, sind jenem vollkommen ähnlich. Sie finden sich auf Calcit, der die Klüfte im Kalksteine überrindet, oder auch auf Calcitstalaktiten, mit hohlem Kern. Die Krystalle sind sehr klein und dünn tafelförmig, von der Combination: $\infty\check{P}\infty.\infty\check{P}2.\check{P}\infty$. Sie bilden fächerförmige, oft kuglich gruppirte Aggregate von braungelber Farbe.

Quarz. Auch der Quarz ist im Allgemeinen selten und erscheint nur in der Form krystallinischer, äusserst feinkörniger Rinden über andern Mineralien. Nur selten sind die einzelnen Krystalle so gross, dass sie mit blossem Auge deutlich erkennbar sind. Die feinlagigen Überzüge über Schwefelkrystallen erweisen sich aber unter dem Mikroskope als Aggregate wohlgebildeter Quarzkryställchen. Oft ist in diesen, meist lebhaft glänzenden Häuten von Quarz auch amorphe Kieselsäure in der Form zart runzeliger, concentrisch-schalig oder radialfasrig struirter Halbkügelchen vorhanden. Ich verweise in Bezug hierauf auf die von mir hierüber früher gemachte Mittheilung³¹.

Auch die Fortwachsungserscheinungen an Schwefelkrystallen werden besonders durch diese Quarzrinden interessant. Über einen älteren Krystall, der mit einer solchen Quarzhaut überzogen war, setzte sich eine jüngere Schwefelrinde ab, genau in orientirter Stellung zu dem früheren und bildet fortwachsend wieder einen einzigen Schwefelkrystall. So wiederholt sich der Wechsel von Schwefellagen mit zwischengeschobenen feinen Quarzrinden, die jedesmal einen Intervall in der Schwefelbildung ausdrücken, oft mehrmal in einem Krystall.

Opal kommt ebenfalls nicht gerade selten in den Schwefelschichten vor. Er erscheint als sehr zierliche, stalaktitenförmige

³⁰ l. c. S. 595.

³¹ N. Jahrb. f. Min. 1876. S. 627.

Bildung, oft wie ein feines Gewebe über Kalkspath und Schwefel ausgebreitet. Diese Formen erinnern durchaus an die Überzüge, wie sie der Hyalith manchmal bildet, und es kommen auch dessen tropfenförmige Gestalten vor. Es darf sonach dieser Opal, trotz seiner meist tiefbraunen Farbe, wohl als Hyalith bezeichnet und die Farbe einer organischen, bituminösen Beimengung zugeschrieben werden.

Oft findet sich über Quarz oder auch andern Mineralien ein spärlicher, dünner, pulverförmiger Überzug von weisser Farbe, auf den ersten Blick an Kieselsinter erinnernd und auch ganz wie solcher sich verhaltend, grösstentheils aus Kieselsäure bestehend. Ich möchte dieses Pulver aber doch nicht für eigentlichen Sinter, sondern eher für ein Zersetzungsprodukt unter dem Einflusse der Schwefelsäure halten. Es sind ganz ähnliche Bildungen auch an den Quarzen aus dem Schwefellager von Swoszowice von ZEPHAROVICH beschrieben worden³².

Melanophlogit. Dieses merkwürdige, von mir beschriebene Mineral³³ findet sich in ganz ähnlicher Weise wie der Quarz und der Opal in der Form dünner Rinden, z. Th. mit Quarz zusammen, wie das früher eines Näheren beschrieben worden. Grössere Krystalle, wie ich solche seiner Zeit an den mir durch Prof. KENNGOTT zugesendeten Stufen von Roccalmuto und Lercara sah, gehören jedenfalls zu den grössten Seltenheiten. Ich fand trotz eifrigen Nachsuchens nur einzelne Stücke in den Sammlungen von Girgenti und Palermo, die das Mineral in sichtbaren Würfelchen führten. In den dünnen Rinden aber dürfte es ziemlich verbreitet sein, selbst in solchen, die vorzüglich aus Quarz bestehen, erscheinen hin und wieder einzelne Krystalle von der charakteristischen Form des Würfels und dem isotropen Verhalten. Mehr und mehr haben mich dann aber die Vorkommen desselben, die ich zu sehen Gelegenheit hatte, davon überzeugt, dass es in der That ein selbstständiges Mineral sein muss, dessen eigenartige Zusammensetzung nun doch bald eine vollständige Aufklärung finden dürfte.

Aus den paragenetischen Verhältnissen, wie sie die in den

³² Jahrb. d. geol. Reichsanstalt. 1869. XIX. S. 227: Zur Bildungsgeschichte der Mineralien von Swoszowice.

³³ N. Jahrb. f. Min. 1876. S. 250.

Hohlräumen der Schwefelablagerungen sich findenden Mineralbildungen aufweisen, ergibt sich keine bestimmte genetische Folge der einzelnen Mineralien. Nur Aragonit scheint wohl ausschliesslich der älteren Bildungsepoche anzugehören. Wenn es als ganz feststehend gelten könnte, dass Aragonit nur aus einer heissen Lösung entstehen kann, so würden wir den Grund dafür, dass er hier nie als jüngere Bildung erscheint, in der Abnahme der Temperatur der Lösungen zu sehen haben, aus denen später die Mineralbildungen erfolgten. Mit der anderweitig gemachten Erfahrung, dass z. Th. wenigstens der spätere Zutritt der Minerallösungen in den Hohlräumen von oben nach unten erfolgte, dürfte das wohl in einer gewissen Übereinstimmung stehen.

Auch Calcit erscheint zwar häufig als eine der ersten Bildungen auf den Fugen des Kalksteines, jedoch kommt er dann auch in wiederholter Folge noch über den jüngeren Mineralien vor. Dasselbe gilt vom Cölestin und Baryt. Zu den jüngsten Bildungen gehören ohne Zweifel ausser dem in allen Epochen erscheinenden Schwefel, der Quarz, Opal und Melanophlogit.

Ich will hier nicht unterlassen, darauf hinzuweisen, dass auch für die Schwefelablagerung von Swoszowice in Galizien, die mit denen Siciliens auch geognostisch als ziemlich gleichaltrig angesehen werden muss, die Verhältnisse der Paragenesis der verschiedenen, mit den hier aufgeführten Mineralien sehr übereinstimmenden Mineralbildungen, eine gleiche Wiederholung durch lange Zeiträume fortgesetzter und z. Th. bis in die jüngste geologische Vergangenheit andauernder Processe der Abscheidung, Fortführung und Wiederezuführung von Mineralstoffen durch AMBROZ und ZEPHAROVICH nachgewiesen wurde³⁴.

Für die Schwefellagerstätten Siciliens ergibt sich aus den im Vorhergehenden mitgetheilten Beobachtungen, dass jedenfalls zwei Perioden der Schwefelbildung scharf zu trennen sind. Die erste und der Beginn der Schwefelbildung überhaupt fällt zusammen mit dem Absatze der Kalksteine und Mergel, in denen der Schwefel in mehr oder weniger regelmässigen Schichten alternirend auftritt. Sowohl die paläontologischen Characterere der er-

³⁴ AMBROZ, Über einige Mineralvorkommen in Swoszowice. Jahrb. der geol. Reichsanstalt. 1868. XVIII. S. 291 u. ZEPHAROVICH l. c. S. 225 u. 229.

wähten fossilen Reste dieser Schichten, als auch das Vorkommen selbst lassen darüber keinen Zweifel, dass diese Schichten als die Absätze Schwefelwasserstoff- und kohlen-sauren Kalk-haltiger Thermal-Quellen auf dem Boden mehr oder weniger ausgedehnter Süßwasserbecken anzusehen sind. Wir brauchen um so weniger nach einer complicirteren Art der Bildung zu suchen, als wir vollkommene Analoga noch in der Gegenwart sich vollziehen sehen. Es können hierfür u. A. besonders die Seen von Tivoli als Beispiel dienen. Von den 4 Wasserbecken, die sich in der Ebene zwischen Rom und Tivoli finden, ist das bedeutendste die sog. Solfatara di Tivoli oder die Acque albule³⁵. Es ist dieses ein sehr tiefer Teich, von etwa 20—30 Ar Oberfläche mit klarem blauem Wasser gefüllt, das durch aufsteigende Gasblasen zuweilen lebhaft aufwallt. Die Temperatur des Wassers ist 22—24° C. Es enthält viel Kohlensäure, kohlen-sauren Kalk, schwefelsauren Kalk, Schwefelwasserstoff, Strontian, Magnesia, Eisen. Das Wasser, meist sehr klar, trübt sich oft, vorzüglich in der Nähe eines künstlich geschaffenen Abflusses, durch Abscheidung von Schwefel und nimmt dann die milchige Färbung an, die ihm den Namen Acque albule verschafft. Der Schwefel fällt im Wasser nieder und der gleichzeitige Absatz von kohlen-saurem Kalk zeigt sich in Incrustationen von Kalksinter, die am Rande des Beckens und im Ausflusscanale wahrgenommen werden. In diesen Kalksintermassen liegen ebenfalls Schwefelconcretionen. Es vollzieht sich also in diesem Becken der Absatz von Schwefel, kohlen-saurem Kalk und ohne Zweifel auch der andern begleitenden Mineralien, je nachdem die Concentration des Wassers sich regelt, sei es durch Zu- und Abfluss, sei es auch durch blosse stärkere Verdunstung. Mit dem regelmässigen Wechsel in den Bedingungen der Concentration werden dann auch alternirende Lagen von Schwefel und Kalkstein geschaffen. Jedenfalls sehr richtig ist die Bemerkung vom RATH's³⁶, dass die Regelmässigkeit im Wechsel der Schwefel- und Kalksteinlagen, wie sie die struttura foriata der Schwefelstraten Siciliens zeigt, fast an den Einfluss der wechselnden Jahreszeiten denken lässt. In der That hängen ja die Verhältnisse der jedesmaligen Concentration in einem Wasserbecken von

³⁵ STOPPANI, Geologia, Bd. III. S. 507.

³⁶ l. c. S. 595.

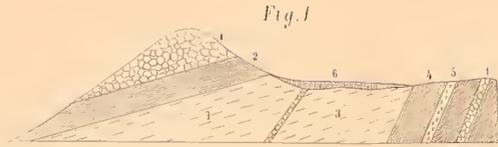
der Stärke der Verdunstung und der Abflüsse im Verhältnisse zu der Zufuhr reinen Wassers ab. Dass jene beiden aber nach den verschiedenen Jahreszeiten mit ihren durchaus verschiedenen Temperaturen und Niederschlägen sich wesentlich ändern können, braucht nicht erst hervorgehoben zu werden.

Aber für die Schwefellagerstätten Siciliens bezeichnete diese Bildung in Süßwasserbecken nur den ersten Theil. Aller in den Hohlräumen und in quer durch die Schichten hindurchsetzenden Spalten vorhandene Schwefel ist jüngerer Entstehung. Nachdem die Lagerstätten aus dem Seeboden in's Trockene gehoben waren, konnten natürlich keine regelmässigen Straten mehr gebildet werden, aber die schwefelhaltigen Exhalationen, die sonst in den Becken zu Tage traten, dauerten fort. Wo sie mit aufsteigenden Quellen zusammentrafen, wurden diese nun Träger der gelösten Substanzen. Es fand nun ein erneuerter Wechsel von Auflösung in den alten Schichten und von Abscheidung in den aufgerissenen Fugen, Spalten und Hohlräumen statt. Dass der Schwefel in der Form trockener Emanationen aus der Tiefe aufsteigt, zeigen die durch blosse Sublimation in den Höhlungen der Schwefelbänke gebildeten Aggregate. Auch die einsickernden atmosphärischen Wasser und die niedergehenden anderswo wieder aufgestiegenen Quellwasser erhielten aus diesen Emanationen ihren Schwefelgehalt und drangen nun, Schwefel absetzend, von oben nach unten in die Schichten ein, wie es die Stalaktiten von Calcit mit aufsitzenden Schwefelkrystallen beweisen. So erfolgte in der zweiten Periode die Bildung des Schwefels in vielfältiger Wiederholung und auf verschiedenen Wegen. Die Bedingungen sind bis in die Gegenwart dieselben geblieben, nur die Intensität hat abgenommen. Die eigentliche Quelle ist der vulkanische Herd. Wenn wir, wie wir gesehen haben, den Anfang der Schwefelbildung in die Tertiärzeit verlegen müssen, so dürfen wir sie mit dem Beginne der vulkanischen Thätigkeit in Sicilien, dem Aufdringen der ersten basaltischen Laven als gleichzeitig und auch gewiss als ursächlich damit zusammenhängend ansehen. Die Abnahme der Intensität der Schwefel-emanationen fällt dann gleichfalls nur mit der Abnahme der vulkanischen Äusserungen zusammen. Würden diese wiederum gesteigert und in einem erneuerten Sinken des Festlandes die Möglich-

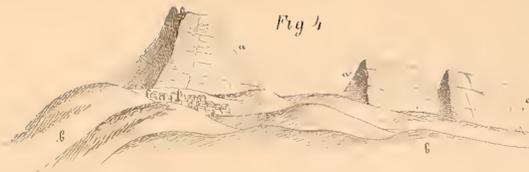
keit zur Bildung von Binnenbecken auf der Insel wieder herbeigeführt, so wäre ohne Zweifel eine neue Schwefelformation die Folge.

Erklärung der Tafel VIII.

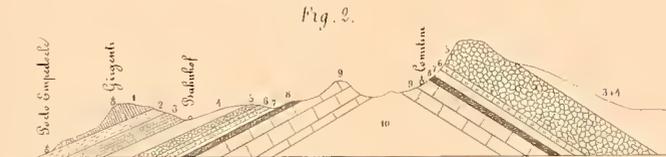
- Fig. 1. Profil durch die Steinsalzlager von Castel-Termini und Camerata.
 1. Gyps mit Schwefel. 2. Salzige Mergel. 3. Steinsalz mit Lagen von Gyps (1). 4. Die liegenden Thone mit Schichten von sandigen Conglomeraten (5) und Gyps (1). 6. Bedeckendes Alluvium.
- Fig. 2. Profil von Porto Empedocle über Girgenti nach Comitini (nach Strönr und nach eigenen Beobachtungen).
 1. Gelbe pliocäne Muschelbreccie von Girgenti. 2. Graue pliocäne Thone. 3. Blaue Thone (die sogenannte Creta). 4. Obere Trubi oder Tufo, Foraminiferenbänke. 5. Gyps. 6. Schwefelführende Schichten. 7. Tufo oder unterer Trubi oder Foraminiferenbänke. 8. Tripelschichten. 9. Unterer tertiärer Kalkstein des Eocän. 10. Unterste Klippenkalke, vielleicht zur tithonischen Stufe gehörig.
- Fig. 3. Profil durch den östlichen Theil des Schwefeldistriktes von Lercara.
 1. Ackerboden und Briscale. 2. Thon mit Kalksteinblöcken. 3. Thonige Mergel mit eingeschalteten Nestern von Bitumen. 4. Bituminöse Mergelkalke und Kalksteinbänke. 5. Dunkle schiefrige Mergel. 6. Schwefelführende Bänke bis zu 17 m. mächtig. 7. Gyps.
- Fig. 4. Die Pyramiden von Sutera, aufgenommen von der Station Passofonduto aus.
 a. Nach O. schwach geneigte Platten des Pliocän durch die Erosion in einzelne Theile zerschnitten. b. Die unterliegende Gypsformation in flach gerundeten Höhen.
- Fig 5—8. Stalaktitische Bildungen in Höhlungen der schwefelführenden Schichten. Auf einem Stalaktiten von Kalkspath siedeln sich Cölestinkrystalle an (Fig. 5). Diese werden wieder von Kalkspath umhüllt, so dass nur die Enden der Krystalle herausragen (Fig. 6), und auf diesen Kalkspathhüllen setzen sich von oben Aggregate von Schwefelkrystallen ab (Fig. 7) oder ein einzelner grösserer Krystall von Schwefel umschliesst den ganzen Stalaktiten (Fig. 8.)
- Fig. 9. Vertikale Stellung der Stalaktiten in den geneigten Schichten.
- Fig. 10 u. 11. Aragonitkrystalle, längs der Zwillingsgrenzen aufgelöst und mit neugebildetem Kalkspath erfüllt (Fig. 10) oder treppenförmig ausgehöhlt und mit Lagen von Kalkspath überzogen (Fig. 11).



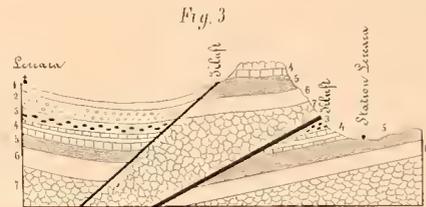
Profil durch die Steinsalzlager von Castel Termini und Camerata



Die Pyramiden von Sutea von Passafonduto aus



Profil von Bato Empedocle über Giganti nach Comitino



Profil durch den östl. Theil des Schwefelotrikles von Lecoran

Fig 5



Fig. 6



Fig 7



Fig 8.



Fig 9

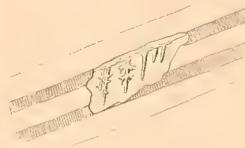


Fig 10

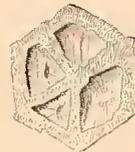


Fig 11



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1879

Band/Volume: [1879](#)

Autor(en)/Author(s): Lasaulx Arnold von

Artikel/Article: [Beobachtungen in den Schwefeldistrikten von Sicilien 490-517](#)