

2. Ein Besuch der Kupfergrube Monte Catini in Toscana und einiger Punkte ihrer Umgebung.

Von Herrn G. vom RATH in Bonn.

Hierzu Tafel VIII. und IX.

Geognostische Uebersicht.

Um die Erforschung der geognostischen Verhältnisse Toscana's hat sich durch vieljährige Bemühungen PAOLO SAVI, Professor zu Pisa, ein grosses Verdienst erworben. In dem zusammenhängenden, bis auf wenige beschränkte Ebenen das ganze Land einnehmenden Gebirgsnetze Toscana's erkannte SAVI *) drei verschiedene Gebirgszüge, welche von sehr verschiedenen geognostischen Verhältnissen beherrscht werden; sie sind: das Appenninengebirge (*Catena Appenninica*), das Erzgebirge (*Catena metallifera*) und das Serpentinegebirge (*Catena serpentinososa*).

Der Appennin, die Wirbelsäule Italiens, tritt mit dem Monte Molinatico nördlich von Pontremoli in Toscana ein, streicht gegen Südosten und Südsüdosten, und bildet nicht nur gegen Norden, Nordosten und Osten die Grenze des früheren Grossherzogthums, sondern erfüllt auch mit seinen Parallelketten und zahlreichen Verzweigungen einen grossen Theil des

*) SAVI, *Tagli geologici delle Alpi Apuane, Monte Pisano e Cenno sull' Isola dell' Elba, Nuovo Giorn. dei Lett di Pisa* (1833). *Sulle miniere delle vicinanze di Massa marittima, ib.* 1847. *Sulla costituzione geologica delle Alpi Apuane, Nuovo Cimento*, 1863.

SAVI e MENEGHINI, *Considerazioni stratigrafiche, paleontologiche concernenti la geologia Toscana, Firenze* 1851.

COQUAND, *Sur les terrains stratifiés de la Toscane, Bull. soc. géol. d. France, II. Sér. T. 2* (1845).

IGINO COCCHI, *Description des roches ignées et sédimentaires de la Toscane dans leurs succession géologique, Bull. soc. géol. d. France, II. Sér. T. 13* (1856).

SAVI, *Saggio sulla costituzione geologica della provincia di Pisa in „Statistica della Provincia di Pisa, 1863.“*

Landes. Die Höhen dieses Theils des grossen Gebirges sind gerundet, bis zu den Gipfeln mit Wald und Alpen bedeckt. In geognostischer Hinsicht zeichnet sich der toskanische Apennin dadurch aus, dass er vorzugsweise aus Eocänbildungen besteht, nämlich aus glimmerig-thonigem Sandstein wechselnd mit Schieferthon und Kalkstein. An einzelnen Punkten tritt unter diesen Schichten noch die obere Kreide hervor als ein sandiger Kalkstein, die sogenannte *Pietra forte*. Das Streichen der Schichten ist in dem centralen Theile der Kette von Nordwesten nach Südosten gerichtet, das Fallen vorzugsweise gegen Nordosten. Demgemäss ist der gegen Modena und Bologna gewendete Gebirgsabhang sanft und gleichmässig, während das toskanische Gehänge steil und gebrochen ist.

Das Erzgebirge, so von SAVI benannt wegen der wichtigen in demselben auftretenden Erzlagerstätten, bildet keine zusammenhängende Kette, keinen Gebirgszug, sondern isolirte Erhebungen mit elliptischer Basis (daher von SAVI *Ellissoidi* genannt), welche sich vorzugsweise in einer nordsüdlichen Linie aneinander reihen. Zu den Erhebungsgruppen des Erzgebirges gehören die Apuanischen Alpen bei Carrara nebst den benachbarten Bergen des Golfs von Spezzia, das Gebirge von Pisa, dasjenige von Campiglia, von Montieri und Gerfalco und weiter gegen Südsüdosten das Vorgebirge Argentaro. Andere Gruppen reihen sich gegen Westen und Osten an diese Hauptlinie an. Als solche betrachtet SAVI die Montagnola Senese, die Insel Gorgona, einen Theil von Elba, dann den Berg von Cetona bei Chiusi. Diese Gruppen des Erzgebirges, welche sich mehr oder weniger selbstständig, sei es aus dem Meere, sei es aus umliegender Ebene oder flachhügeligem Lande erheben, ziehen in höherem Grade als der Apennin das Interesse des Geognosten auf sich. In ihrer idealen Gestalt zeigen jene Gruppen mantelförmig gelagerte Schichten, so dass das Bergcentrum von den ältesten Bildungen eingenommen wird. Im Gegensatze zu den wenig mannigfaltigen jungen Schichten des Apennins ist in den Gruppen des Erzgebirges eine vollständige Schichtenreihe vom Mitteltertiär bis zu den paläozoischen Bildungen vorhanden. Doch haben, bemerkt SAVI, in den einzelnen Gruppen die hebenden Kräfte nicht gleich energisch gewirkt. In dem Gebirge von Massa marittima verursachten sie lediglich die Zerreiſung der verschiedenen Tertiärbildungen,

der Kreide- und der Jura-Schichten, so dass die Lias-Schichten zu einer geschlossenen Kuppel gehoben wurden. Diese nehmen als Cornate von Gerfalcone und als Poggio von Montieri die Mitte der Gruppe ein. In anderen Gruppen wurden auch die paläozoischen Gesteine zu Tage gehoben, so im Pisanischen Gebirge und in den Apuanischen Alpen. Doch in keinem der Systeme des Erzgebirges erscheint eine plutonische Felsart unter solchen Verhältnissen, dass man dieselbe als Ursache der Schichtenhebung betrachten könnte.

Als paläozoische Schichten, wahrscheinlich der Steinkohlenformation angehörig, sind zu deuten die Talkschiefer mit vielen Quarzausscheidungen, welche dünne Lagen von graphitischer und anthracitischer Kohle einschliessen. Diese Schiefer treten auf in den Apuanischen Alpen, sie bilden die Gipfel und den grössten Theil des Pisanischen Gebirges, das Felsgestade von Rio auf Elba, in welchem die Eisenglanz-Gänge aufsetzen, und erscheinen am Cap Argentaro, sowie bei Jano, 2 d. Meilen nördlich von Volterra. Diese quarzreichen Talkschiefer (welchen Savi früher nach ihrem Vorkommen am Pisaner Berge den Namen Verrucano gab) gleichen vollkommen den in den Alpen, namentlich in den Bündnerischen weit verbreiteten Schiefen. Während diese Schichten bei ihrer halbkrySTALLINISCHEN Beschaffenheit keine Versteinerungen einschliessen, lieferten die ihnen parallel zu stehenden Thonschiefer- und Sandsteinschichten von Jano die ausgezeichnetsten carbonischen Reste, sowohl Brachiopoden (*Productus*, *Leptaena*, *Spirifer*) als auch die schönsten Pflanzenreste, welche man in der Sammlung zu Pisa bewundert. *)

Die Trias wird in den Apuanischen Alpen, zu Campiglia, und auf Elba vorzugsweise durch den hochgeschätzten bläulichen Bardiglio-Marmor vertreten, während in gleichem Niveau im Pisanischen Gebirge ein halbkrySTALLINISCHER, wachsglänzender Marmor auftritt, in welchem J. Cocchi *Myophoria curvirostris* und *Avicula socialis* beobachtete. — Die grösste Bedeutung für die Gruppen des Erzgebirges hat der

Lias, indem demselben die Hauptmasse des Marmors angehört. In den Apuanischen Alpen bildet der Lias den

*) Jano ist bisher der einzige Punkt im festländischen Italien mit deutlichen Resten der Steinkohlenformation.

Monte Altissimo und die anderen höchsten Berge der Gruppe, er findet sich bei Pisa, Campiglia, auf Elba und im Gebirge Cetona. Es ist der bekannte feinkörnige weisse Statuen-Marmor von Carrara und Serravezza.*) Grosskörniger, dem Parischen gleich, ist der Marmor vom Monte Rombolo und von Aqua viva bei Campiglia, dessen schon von den Römern bearbeitete Brüche jetzt wieder aufgenommen wurden.

In den Apuanischen Alpen findet sich der reinste statuarische Marmor in grossen linsenförmigen Massen, welche von einer Glimmer- oder Talk-reichen Hülle umschlossen, und in dem gewöhnlichen körnigen Kalksteine eingebettet sind. Jene vorzugsweise aus Glimmer und Kalkspath bestehende Hülle, welche „Madremacchia“ — Muttermal — heisst, führt ausserdem Hornblende, Dolomit, Spatheisen, Gyps, Quarz, Eisenglanz, Schwefelkies, zuweilen Schwefel. Je mehr die Madremacchia ausgebildet ist, um so reiner ist der umhüllte Marmor. Einer verworrenen Madremacchia entspricht ein nicht tadelreicher Marmor (nach einer Mittheilung COCCHI'S). Die Vermuthung erscheint nicht unbegründet, dass bei der Metamorphose des Kalksteins die demselben beigemengten fremdartigen Elemente sich als Madremacchia ausgeschieden haben. Je vollständiger dies geschah, desto vollkommener ist der Marmor.

Die Hauptmasse des Marmors wird überlagert durch den rothen Ammonitenkalk. Diese an Ammoniten, Belemniten und Encriniten-Gliedern reichen Schichten sind entwickelt am Monte Calvi bei Campiglia, bei Gerfalco und Montieri, bei Cetona, in den Bergen von Pisa, Spezzia u. a. O. Hierhin scheint auch zu gehören der schöne gelbe Marmor von Siena (Giallo di Siena), welcher zu Montarenti, etwa eine d. M. südwestlich von Siena, gebrochen wird. Hiermit enden den Untersuchungen der toskanischen Geognosten zufolge die Lias-schichten.

Zur Oolithformation werden gewisse bunte Schiefer gestellt (*Schisti varicolori* SAVI'S), welche meist sehr arm an Versteinerungen, in ihrem petrographischen Charakter schwanken zwischen einem grauen, braunen oder röthlichen Thonschiefer und einem Glimmer- oder Talkschiefer. Diese Schichten finden sich in der Gegend von Spezzia, wo sie Versteine-

*) P. SAVI, *Sul mischio di Serravezza*, *Nuovo Giorn. lett. Pisa*, 1830.

rungen einschliessen, in den Apuanischen Alpen, woselbst zu Ripa *) bei Serravezza eine Zinnoberlagerstätte in diesen Schiefern sich befindet, im Pisanischen Gebirge, sowie in der Gegend von Campiglia, zu Gerfalco und Montieri.

Ueber den bunten Schiefern liegt eine zweite mächtige Kalkbildung (gebildet durch dichten, selten halbkristallinischen Kalkstein, häufig mit Feuersteinen), in welcher SAVI und COCCHI die untere Kreide zu erkennen glauben. Diese Bildung ist von ausserordentlicher Mächtigkeit und in mehreren der Gruppen des Erzgebirges sehr verbreitet, namentlich im Pisanischen Gebirge, in den Apuanischen Alpen, in der Montagnola Senese während sie in den Bergen von Campiglia und Massa maritima nicht bekannt ist. Die in Rede stehenden Kalkschichten sind meist versteinungsleer, nur an zwei Stellen sind Reste in ansehnlicher Menge gefunden worden: alla Tecchia im westlichen Theile und in Val Pedogna im östlichen Theile der Apuanischen Alpen. Die Zugehörigkeit dieser Bildung zur untern Kreide scheint indess nicht völlig erwiesen; indem COLLEGNO und namentlich PARETO dieselbe als jurassisch betrachten und diese Ansicht durch die neueren Arbeiten CAPPELLINI's über die Gebirge des Golfs von Spezzia in Bezug auf die Kalksteine von Grotta Arpaja bewiesen worden ist. **)

Die ganze Reihe der bisher aufgeführten Bildungen ist im toskanischen Appennin nicht vertreten, sondern auf die Erhebungsgruppen des Erzgebirges beschränkt. Die jüngeren Bildungen sind den beiden so verschiedenen Gebirgen gemeinsam. Die obere Kreide ist zunächst vertreten durch einen sandi-

*) Professor MENECHINI zeigte mir in der Universitäts-Sammlung zu Pisa einen Zinnober-Krystall von dieser Fundstätte von ausserordentlicher Schönheit. Der Krystall stellt ein niederes hexagonales Prisma dar von der herrschenden Endfläche begrenzt; die Combinationskanten zwischen Prisma und Endfläche durch mehrere schmale Flächen abgestumpft. Die Grösse des Krystalls beträgt etwa 7 Linien.

**) Die im Vorstehenden gegebene geognostische Uebersicht des Toscanischen Erzgebirges stützt sich vorzugsweise auf die (S. 277) angeführten Arbeiten SAVI's und COCCHI's. In neuerer Zeit hat COCCHI seine Ansichten über das Alter der in den Apuanischen Alpen auftretenden Bildungen wesentlich geändert, s. COCCHI, *Sulla Geologia dell' Italia centrale, Firenze* 1864. Um hier nur Eines anzuführen, wird von ihm die Hauptmasse des Marmors von Carrara jetzt nicht dem Lias sondern der Steinkohlenformation zugerechnet.

gen, sehr harten und dichten, röthlichen oder grünlichen Kalkstein die Pietra forte; darüber liegen thonige Schiefer (*Schisti galestrini*) mit zwischengeschalteten wenig mächtigen Schichten eines dichten Thonkalks (Alberese).

Die drei Abtheilungen des Tertiärs, das Eocän *), Miocän und Pliocän bedecken weitaus den grössten Theil des Landes. Hier möge nur erinnert werden an das Auftreten des Nummuliten-Kalks in den Appenninen, bei Campiglia, den Pisanischen und Apuanischen Bergen; an die Miocänbecken, welche den grösseren Theil der Flussgebiete der Cecina und Cornia einnehmen, die miocäne Kohle von Monte Bamboli; an die pliocänen graublauen Thone, gelben Sande und gelben Kalktuffe, welche im Volterranischen und Sienesischen so allgemein verbreitet sind.

Das Serpentinegebirge bildet eine Reihe von Erhebungen, welche mit dem Monte Nero bei Livorno beginnen, mit südöstlicher Richtung über die Cecina fortsetzen und erst an der römisch-toskanischen Grenze am Südfusse des trachytischen Monte Amiata ihr Ende erreichen. Doch beschränkt sich das Erscheinen des Serpentin bekanntlich nicht auf diesen Zug, vielmehr durchbrechen zahlreiche Serpentin kuppen beide Abhänge des Appenninengebirges, in der Gegend von Genua anfangend und bis zu dem Quellgebiete der Tiber und des Metauro reichend. Die eruptiven Gesteine des Serpentinegebirges stehen in Verbindung mit den Schichten der oberen Kreide und des Eocäns. Diese beiden Bildungen sind in Toscana schwer zu scheiden, indem gewöhnlich weder eine abweichende Lagerung noch eine verschiedene petrographische Beschaffenheit beobachtet wird. Erst MURCHISON gelang es (1850), indem er die Nummuliten-Etage als leitenden Horizont erkannte, eine Trennung jener Gebilde durchzuführen. Immerhin ist es bemerkenswerth, dass die obere Kreide und die älteste Abtheilung der Tertiärs in Toscana sich ohne Störung und Unterbrechung auf dem Boden desselben Oceans ablagerten und eine völlig scharfe Grenze zwischen den betreffenden Schichten unmöglich ist. Sehr mannigfach sind die eruptiven Gesteine

*) Es ist das Verdienst MURCHISON's, die Eocänbildungen von der oberen Kreide in Toscana geschieden zu haben. S. „Ueber den Gebirgsbau in den Alpen, Appenninen und Karpathen“, deutsch von G. LEONHARD, 1850.

der Serpentin, indem ausser dem Serpentin noch mehrere andere Gesteine der Grünsteinfamilie erscheinen: Gabbro (ein Gemenge von Diallag theils mit Labrador; theils mit Saussurit oder vielleicht mit Anorthit), Euphotid oder Granitone (ein Oligoklas- oder Labradorporphyr), feinkörniger Diorit, endlich ein Melaphyr-ähnliches Gestein, welches zuweilen als Mandelstein ausgebildet ist und in Blasenräumen verschiedene Zeolithe einschliesst. Diese Gesteine, welche sich in mannigfachen Gängen durchsetzen, haben auf die durchbrochenen Schichten der Kreide- und Eocänformation einen umändernden Einfluss geübt. Es ist eine bekannte Thatsache, dass gewisse Grünsteine indem sie thonige Schieferschichten durchbrechen und dieselben metamorphosiren, mit denselben sich so innig verbinden, dass man eine scharfe Grenze zwischen dem Eruptivgesteine und den veränderten Schichten kaum zu ziehen vermag. So ist es gekommen, dass ein meist sphäroidisch abge sondertes, durch ausgeschiedenes Eisenoxyd roth verwittertes, Melaphyr-ähnliches Gestein — der Gabbro rosso — für eine umgewandelte Sedimentärbildung ist angesehen worden, welcher Meinung ich indess, nachdem ich das Auftreten des Gabbro rosso „des rothen Gebirges“ zu Monte Catini kennen gelernt habe, nicht beipflichten kann. Ausser den älteren Grünsteinen und dem zugehörigen Serpentin, welche durch die Beimengung des Diallags charakterisirt sind, unterscheidet J. COCCHI einen Serpentin von jüngerer Bildung, welcher jene Gesteine in Gängen durchsetzen und keinen Diallag einschliessen soll. Dieser jüngere Serpentin, welchem sich verschiedene andere Gesteine der Grünsteinfamilie zugesellen, birgt häufig Lagerstätten verschiedener Schwefelmetalle, namentlich des Kupfers, doch auch des Bleies, Eisens und Zinks. Diese Vorkommnisse sind meist sehr arm und regellos, nur ausnahmsweise reich.

Eine weite Umsicht über die Umgebungen Monte Catini's gewinnen wir, wenn wir unseren Standpunkt am Südthore des hochliegenden Volterra's 1704 P. Fuss üb. M. *) nehmen. Diese altetruskische Stadt (Felathri) umringt mit ihren eine d. Meile im Umfange messenden Mauern den ebenen Scheitel einer

*) Die Höhenangaben sind entnommen der topographischen Karte von Mittelitalien (Maassstab 1:86400), ausgeführt durch den k. k. Ge-

mächtigen, allmählig ansteigenden, schildförmigen Höhe. Der Grundriss der Stadt besitzt eine Halbmondform, deren convexer Bogen nach Südwesten gerichtet ist. Gegen Nordosten senkt sich das Planum der Stadt um etwa 200 Fuss. Auch steigen von dieser Seite vom Era-Thale herauf mehrere tief einschneidende Thäler bis zu den Stadtmauern empor. Die obere Decke der Volterranischen Höhe, sowie die nach Norden und Nordosten gerichteten Abhänge bestehen aus einem gelben, sandigen, tuffähnlichen, überaus versteinungsreichen Kalksteine, der sogenannten Panchina, welche mit losem gelbem Sande wechsellagert. Dieser Stein hat die kolossalen, ohne Mörtel aufeinander gelegten Werkstücke zu den alten Mauern geliefert und in denselben finden sich auch die berühmten Todtenkammern von Volterra ausgehöhlt. Unter der Panchina lagert, und tritt auf der Süd- und Westseite der Stadt nahe unter den Mauern derselben hervor und bildet nach diesen Seiten die Abhänge der schildförmigen Höhe — ein graublauer Thon, der Mattajone. Die mächtige Thonbildung, in welcher das Flussgebiet der Era liegt, hat gegen Norden und gegen Osten (in der Umgebung von Siena) eine ausserordentliche Verbreitung. Der gelbe Sand (und die Panchina) nebst dem weit mächtigeren Thone schliessen eine grosse Menge von organischen Resten ein und gehören dem Pliocän oder der Subappenninenbildung an. Begreiflicher Weise ist der lockere gelbe Sand der Zerstörung durch die Gewässer in hohem Grade unterworfen gewesen, so dass in den meisten Gegenden des volterranischen und sienesischen Gebiets der sterile Thon unbedeckt zu Tage tritt. Mehr Widerstand leistet die obere gelbe Etage, wenn die Panchina darin vorherrscht. Die Höhen, deren Scheitel durch diese weit sichtbare gelbe Kalktuff-Schicht gebildet werden, bilden einen landschaftlichen Horizont, und sind vorzugsweise für die Gründung der Städte (Volterra, Siena, Montalcino u. s. w.) gewählt worden. Zugleich bilden die durch die Panchina zusammengesetzten Strecken durch ihren Pflanzenwuchs einen wohlthuenden Gegensatz im Ver-

neral-Quartiermeister-Stab. Die Sectionen sind in Wien einzeln zu erhalten. Das Blatt D 11 umfasst Livorno, Volterra und den grössten Theil des Cecina-Thals; das Blatt D 12 grenzt südlich an und reicht bis Piombino, Follonica, Massa marittima.

gleich mit den fast gänzlich vegetationslosen Thonflächen, es sind Oasen in und über einer Wüste. Schon im Jahre 1843 hat PARETO und später CAPELLINI nachgewiesen, dass das toskanische Pliocän der Gegend von Siena (Panchina und Thón) einen mehrfachen Wechsel von im Meere und im süßen Wasser gebildeten Schichten erkennen lässt. In neuester Zeit zeigte DE MORTILLET, dass in einem 78 Meter hohen Profile des Pliocäns der Hügel von Siena eine neunmalige Abwechselung mariner und lakustrer Bildungen stattfindet.*)

Die mehr als 800 Fuss mächtige pliocäne Schichtenmasse des volterratischen Berges streicht von Nordwesten gegen Südosten und fällt etwa 10 Grad gegen Nordosten ein. Aus diesem Grunde ist der nordöstliche Bergabhang sanfter als der südwestliche, welcher ein Profil der ganzen Schichtenfolge entblösst.

Die Sterilität der pliocänen Thongehänge wird noch besonders erhöht durch die eigenthümlichen Erosionsformen, welche das Thonterrain unter der Einwirkung der atmosphärischen Gewässer annimmt. Die Oberfläche gestaltet sich zu lauter kleinen (20 bis etwa 60 Fuss hohen) steilen Kegeln und Hügeln mit gerundeten Gipfeln zwischen denen tief einschneidende Erdrisse verlaufen. Der Anblick dieser jede Cultur verweigernden pliocänen und miocänen graublauen Thonflächen des volterratischen und sienesischen Gebiets gehört zu den unerfreulichsten, welche die Erde nur darbieten kann. Grossartigere Erosions-Erscheinungen finden sich an der nordwestlichen Spitze der alten Stadtfläche. Das sanft gegen Norden geneigte Planum wird hier plötzlich durch furchtbare mehrere hundert Fuss tiefe halbkreisförmige Abgründe unterbrochen, welche gegen Nordwesten mit gurgelähnlichen Schluchten communicirend sich gegen das Erathal hin öffnen. Jene senkrechten Abgründe, deren Profil die mächtige Thonbildung und darüber die wenig mächtige Bildung des sandigen gelben Kalktuffs zeigen (Thon und Tuff wechsellagern mehrfach an ihrer Grenze), schreiten beständig gegen Süden d. h. gegen die Stadt vor, es sind die „Grotte di S. Giusto“. Der verheerende Einfluss dieses Erdsturzes machte sich schon seit 1590 geltend. Im Jahre 1627 wurde die 1030 erbaute Kirche S.

*) S. Neues Jahrb. v. LEONHARD und GEINITZ 1864, S. 767.

Giusto in die Tiefe gezogen. Unaufhaltsam schreitet dieser gähnende Abgrund vor und hat jetzt bereits die altetruskische Mauer an mehreren Stellen hinabgerissen. Kurze Zeit vor meiner Anwesenheit war eine grosse Abtei, in welcher man sich, obgleich der Erdsturz noch nicht unmittelbar ihre Mauern berührte, nicht mehr sicher fühlte, von den Bewohnern gänzlich verlassen worden. Die Ursache des Erdfalls scheint nach der mir durch den 80jährigen Arzt und Naturforscher Dr. GASP. AMIDEI zu Volterra gegebenen Erklärung vorzugsweise folgende zu sein. Durch die gegen Norden gerichtete Neigung der wasser-durchlassenden oberen Kalktuffschicht und der unteren Thonmasse geschieht es, dass auf der Grenze beider Bildungen am nördlichen Berggehänge eine Reihe von Quellen hervorbrechen, welche den sandigen Thon wegführen und dadurch das Nachstürzen des auflagernden lockeren Kalktuffs bewirken.

Kehren wir wieder zu unserem Aussichtspunkte am Südthore Volterras zurück: gegen Süden und Südwesten erblicken wir tief unten die Cecina, meist nur ein schmaler Wasserstreifen in breitem Kiesbette. Auf eine weite Strecke ist das tief zwischen sanften Abhängen eingesenkte Cecina-Thal sichtbar, bis sich dasselbe durch eine Biegung gegen Norden unseren Blicken entzieht. Doch über den dasselbe einschliessenden Bergen wird das Meer sichtbar nebst den Inseln Capraja, Elba, Corsica. In dem grossen Reisewerke TARGIONI's *) heisst es: „Ich bin von bewährten Männern hiesiger Stadt [Volterra] versichert worden, vor nicht sehr langer Zeit habe man nur einen sehr kleinen Theil des Meeres erblicken können, und allmählig erweitere sich diese Aussicht mehr und mehr, weil die dazwischen gelegenen Berge des Marchesats Cecina sich immer mehr erniedrigen. Eine gleiche Veränderung hat man in anderen Gegenden Toscanas, besonders wo die Berge aus Mergel und Tuff bestehen, seit Menschengedenken beobachtet.“

Gegen Südsüdosten wird der Horizont beherrscht durch die $2\frac{1}{4}$ d. Meile entfernte 3233 Fuss hohe Bergkuppe (Poggio) von Montieri, sowie durch die benachbarten Höhen (le Cornate) von Gerfalco. Der Berg von Montieri besteht vorzugsweise aus rothem Ammoniten-reichem Marmor, welchen man

*) Dr. GIOV. TARGIONI TOZZETTI: *Relazioni d'alcuni viaggi fatti in diverse parti della Toscana*, Firenze 1770 (12 Bde.).

in Siena als Architektur-Stein angewendet findet. In diesen dem Lias angehörigen Schichten treten die Silbererz-führenden Gänge auf, welche zwar jetzt verlassen, doch im Mittelalter schwunghaft betrieben worden sind. Zuverlässige Nachrichten über die Silbergruben reichen zurück bis zum Jahre 1180. Gegen die Mitte des 14. Jahrhunderts scheinen sie zum Erliegen gekommen zu sein. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass bereits die Etrusker die Silbergruben von Montieri bearbeitet haben. In der Sammlung des Herrn AMDEI sah ich schöne, mehrere Linien grosse Krystalle (Würfel mit Oktaeder) von Silberglanz von Montieri. An dem südlichen Abhange (le Carbonaje) des Berges von Montieri finden sich viele verfallene Stollen, in denen in längstvergangener Zeit Kupfer gewonnen wurde, welches in dem benachbarten Dorfe Boccheggiano verschmolzen wurde.

Gegen Südosten in einer Entfernung von fast 12 d. Meilen ist das grosse Gebirge di Santa Fiora oder Monte Amiata sichtbar (5333 Fuss hoch), welches zwei getrennte Gipfel, einen mehr spitzen westlichen und einen gewölbten, höheren, östlich liegenden zeigt. Der Monte Amiata, der mächtigste Trachytberg Italiens besteht aus interessanten Gesteinsvarietäten, einem Trachyt mit Sanidin-Krystallen von der Grösse der Drachenfelsen, und einem eigenthümlichen Rhyolith.

In grösserer Nähe (nur $2\frac{1}{2}$ d. Meile fern) gegen Süden erblickt man aus einem kleinen, von waldiger Bergkuppe überragten Thalkessel weisse Dampfvolken sich erheben: das sind die Lagoni von Monte Cerboli, welche die nördlichst gelegene unter den fünf Gruppen der toskanischen Borsäure-Lagonen bilden.

Noch näher an unseren Standpunkt gegen Südwesten liegen die ausgedehnten Gebäude der Saline „le Moje di S. Lorenzo.“ Fast in derselben Richtung, den Horizont begrenzend, erhebt sich der Monte Rufoli an dessen südlichem gegen den Bach Ritasso sich neigenden Abhang die „Chalcedon“-Gruben liegen, welche vorzugsweise den Jaspis für die florentinischen Mosaik-Arbeiten — in Pietra dura — liefern. In westlicher Richtung, kaum mehr als eine d. Meile in gerader Linie entfernt, erhebt sich eine dunkle waldbedeckte Kuppe mit zwei Gipfeln, einem höheren dem Monte Massi (1791 Fuss) und einem wenig niedrigeren, dem Poggio alle croci. Am Waldessaume

liegt in 1372 Fuss Höhe der Flecken Monte Catini, dessen dichtgebaute Häuser sich auf einen kleinen Bergvorsprung um ein altes Thurmgebäude zusammendrängen. Darüber unmittelbar am Fusse des höchsten Gipfels werden die schlossähnlichen Gebäulichkeiten der berühmten Kupfergrube Caporciano oder Monte Catini sichtbar. Die weite Thalmulde, welche Volterra von Monte Catini trennt, ist erfüllt mit jener mächtigen Bildung von graublauem Thone, welcher theils der pliocänen, theils der miocänen Abtheilung angehört. Die Grenze zwischen beiden in petrographischer Hinsicht nicht unterscheidbaren Bildungen geht von Nordwesten gegen Südosten durch das Thal, so dass der dem Monte Massi zunächst liegende Theil der Thonablagerung, in welchem sich auch die Soolbrunnen le Moje befinden, dem Miocän angehört.

Ueber diesen Thonhügeln erhebt sich der Doppelgipfel von Monte Catini „wie die Insel Gorgona über den Wellen des Meeres.“

Die Volterranische Maremma, welche gegen das Meer hin vor uns liegt, ist ein in breiten gewaltigen Höhenrücken erhobenes, von einzelnen dunklen Serpentin- und Gabbro-Kuppen überragtes Land, öde und wild, oder richtiger — verödet und verwildert. Nicht nur im Alterthume, sondern noch im Mittelalter war das Volterranische Gebiet stark bevölkert und erfüllt von zahlreichen ummauerten Flecken. Von so vielen blühenden Orten stehen nur noch sehr wenige, alle anderen sind verfallen oder zerstört der Art, dass man kaum ihre Stelle wiederfindet. Die Gemeinden sind aufgelöst, und ihr Gebiet, zuweilen von vier oder fünf, den übriggebliebenen zugelegt. Doch auch diese sind entvölkert und verarmt, ohne Mittel ihre weiten Gebiete zu bebauen. Das Land der Natur überlassen ist wieder Wald und Busch geworden, zwischen denen sich Ruinen von Kirchen, Kastellen, Häusern finden und verwilderte Reben und Oliven zuweilen die Stellen der ehemals kultivirten Fluren bezeichnen. Kurz, auf einem Gebiete, wo ehemals 5000 bis 6000 Menschen ihren Unterhalt erwarben, vermögen jetzt mit grosser Mühe nur 300 oder 400, oder gar nur eine einzige Familie zu leben. Die Ursachen dieser fürchterlichen Verödung scheinen vorzugsweise in staatlichen Vorgängen zu liegen. Das von Menschen verlassene Land nimmt dann die Fieberluft in Besitz (vergl. TARGIONI III. 173).

Monte Catini.

Ob der Bergbau der Grube Caporciano zu Monte Catini di Val di Cecina bis zu den Zeiten der Etrusker hinaufreiche, ist nicht mit Sicherheit zu ermitteln, doch ist es sehr wahrscheinlich, da im hohen Alterthume auch schon die Gruben von Campiglia betrieben und gerade im alten Volterra viele Kupferarbeiten gefertigt wurden. Die erste sichere Nachricht über die Grube Caporciano geht bis zum Jahre 1513 zurück. In einem Berichte des Kommissars von Volterra GIOV. RONDINELLI an den Grossherzog FRANZ I. (vom Jahre 1580) heisst es: „das Kupfererz findet sich in den Gängen in Form von Kernen (Noccioli) von verschiedener Grösse, nicht selten bis zum Gewicht von 3000 Pfund“. Dem Berichte wurde auch ein Plan der Grube beigefügt. Im Jahre 1607 wurde die Grube durch den Grossherzog FERDINAND MEDICI an VINC. GIUGNI verliehen unter der Bedingung, dass der zehnte Theil des Reingewinns an den Staat gezahlt würde. Der Betrieb wurde fortgesetzt bis 1630 d. h. bis zur Zeit der grossen Pest, welche in dreijährigem Wüthen Volterra und sein Gebiet fast-gänzlich verwüstete. Der Versuch eines Deutschen (LEONHARD) sie wieder aufzunehmen (1636) misslang, indem ein Einbruch erfolgte, durch den viele Arbeiter begraben wurden. Die Grube ward nun gänzlich verlassen; Stollen und Schächte verfielen.

In den 40er Jahren des 18. Jahrhunderts wurde von mehreren Volterratischen Herren ein neuer Versuch gemacht die Grube zu öffnen. In einem der alten sehr ausgedehnten Stollen, welcher in einer Art von Conglomerat weichen talkähnlichen Gesteins stand, fand man Erz, „nicht gangförmig, sondern in mehr oder weniger grossen Kugeln.“ Aus einer 7 Pfund schweren Erzmasse wurden 22 Unzen des besten Kupfers ausgeschmolzen, aus einer 180 Pfund schweren Masse 65 Pfund Metall. Dieser Versuch hatte indess keinen weiteren Erfolg. Das Erz von Caporciano wurde in alter Zeit zu Miemmo verschmolzen, welches früher ein bedeutender Flecken war.

Als FRIEDR. HOFMANN im März 1830 Monte Catini besuchte, war man mit Versuchen zur Wiederaufnahme des Grubenbaus beschäftigt. Aus dem Jahre 1839 besitzen wir einen kurzen Bericht über die Grube durch RUSSEGER. Damals erreichten die Baue eine Tiefe von 75 Meter. Die Erze, in

Fässer verpackt, wurden zur Verschmelzung nach England transportirt. Das Werk beschäftigte etwa 100 Menschen und soll einen jährlichen Ertrag von 10000 Thalern abgeworfen haben. Der neue Aufschwung der Grube ist besonders einem Deutschen, dem Director Herrn AUG. SCHNEIDER zu danken, welcher seit 1828 an derselben thätig ist, zuerst in Diensten der Gesellschaft Klaiber, le Blanc und Luigi Porte, dann nach Auflösung derselben, unter der Gesellschaft Hall, Sloane und Coppi.

Der Weg von Volterra nach Monte Catini führt stets auf der Wasserscheide zwischen der Cecina- und der Era hin. Nahe dem Punkte, wo die Strasse nach Ponte d'Era und ins Arnothal sich rechts abzweigt, überschreitet man die Grenze zwischen der pliocänen und der miocänen Thonbildung. Beide sind hier dem äusseren Ansehen nach nicht zu unterscheiden, es ist dieselbe graublaue sterile Thonmasse, auch findet keine abweichende Lagerung statt. Bald indess, wo man den Fuss der eigentlichen Bergkuppe erreicht, zeigt sich eine scharfe Grenze, indem der miocäne Thon verschwindet und ein dünngeschichteter rother Kalkschiefer, zuweilen wechselnd mit grauen Schieferthonschichten auftritt. Diese nach SAVI dem Eocän angehörige Bildung bildet einen breiten Ring um die „Gabbro“-Kuppen des Berges. Sie zeigt eine vielfach gestörte und gewundene Schichtenlage, so dass das Pliocän hier mit abweichender Lagerung auf dem Eocän ruht, dessen Schichtenstörung an diesem Punkte am natürlichsten durch das Eruptivgestein zu erklären sein möchte. Nordöstlich des Poggio alle croci, zur Rechten unseres Weges ist die Stelle, wo ehemals der blühende Flecken Gabbretto lag. Das alte enggebaute Städtchen Monte Catini steht zum Theil auf einer kleinen Trachykuppe, welche östlich vom Monte Massi auf der Grenze MENEGHINI'S zwischen den eocänen und miocänen Schichten emporgestiegen ist. Auf dem Gipfel erhebt sich ein mächtiger alter Thurm, theils aus Trachyt, theils aus Kalkstein (Alberese) erbaut. Die nordöstliche der vier Kanten des Thurms ist zerbrochen und zerstört, indem gerade hierhin stets die Blitze treffen. — Das vulkanische Gestein hat (einer Mittheilung MENEGHINI'S zufolge) die unmittelbar angrenzenden miocänen Thonmergel gehärtet. Der Trachyt zeigt eine unförmliche Pfeilerzerklüftung und ebenso sondert sich der veränderte Thonmergel

ab. Es zeichnet sich aus durch den ausserordentlichen Reichthum an schwärzlichbraunem Glimmer, indem es sich als ein schuppiges Aggregat von Glimmer darstellt, ähnlich gewissen wesentlich aus schwärzlichem Glimmer bestehenden Einschlüssen des Laacher Tuffs. Ein Feldspath-ähnlicher Gemengtheil ist im Gestein von M. Catini selten deutlich zu erkennen und scheint dann Oligoklas zu sein, wie auch der ganze Habitus des Gesteins dasselbe zum Oligoklas-Trachyt stellt. Eigenthümlich sind die zahlreichen, wellenförmig gewundenen, lichten Adern, welche den dunklen Trachyt durchsetzen und aus der verwitternden Oberfläche als erhabene Linien hervortreten. Diese Streifen bestehen aus einem feinkörnigen Aggregat des Feldspath-ähnlichen Minerals. Hohlräume, welche sich in denselben finden, sind mit blätterigem Kalkspath angefüllt. Ein dem Trachyt von Monte Catini (welcher von P. SAVI mit dem Namen Selagit bezeichnet wird) ganz ähnliches Gestein tritt in einer kleinen Kuppe $\frac{1}{2}$ Stunde gegen Nordwesten auf, wo ehemals der ummauerte Flecken Agnano lag, nahe Orciatico. Dieser Punkt ist der nördlichste des mittelitalienischen Vulkangebiets bis zu den Euganäen hin. Wegen seines grossen Glimmerreichthums ist der Trachyt von Monte Catini nicht besonders zu architektonischen Zwecken geeignet. Indess benutzten ihn schon die Etrusker, wie die drei berühmten Köpfe beweisen, welche die Porta del Arco zu Volterra zieren. Nicht ohne Interesse ist es zu bemerken, wie die Verwitterung im Laufe von etwa 25 Jahrhunderten die Züge der drei Fuss hohen Häupter verwischt hat.

Von Monte Catini ist die Grube noch 10 Minuten entfernt. Die Strasse dorthin entblösst die oben erwähnten, vorzugsweise rothen Eocän-Schichten. Eine erfreuliche Vegetation von Kastanien, Oelbäumen, Eichen bedeckt dies Terrain. Nach SAVI's *Carta geolog. della Provincia Pisana**) lagert zwischen dem Eocän und dem Eruptivgestein noch eine Kalkbildung (sogeannter Alberese), der oberen Kreide angehörig.

Das Gestein, in welchem die berühmte Kupfererz-Lagerstätte auftritt, wird in Toscana mit dem Namen Gabbro oder Gabbro rosso bezeichnet. Es ist aber durchaus nicht dasjenige Gestein, welches v. BUCH unter dem Namen Gabbro in

*) Diese Karte ist der Statistica der Provinz Pisa beigelegt.

die Wissenschaft eingeführt hat. Wir haben es zu Caporciano mit einem wegen vorgeschrittener Zersetzung schwierig zu bestimmenden Gesteine zu thun. Es ist bräunlichroth, zuweilen ganz dicht, ohne ausgeschiedene Gemengtheile; stark zerklüftet, zuweilen kugelig abgesondert, hat es nicht selten das Ansehen eines Conglomerats. Meist scheiden sich aus der dichten rothen Grundmasse Krystalle eines triklinen Feldspaths aus (Oligoklas oder Labrador?), zum Theil bis 1 Zoll gross mit sehr deutlicher Zwillingstreifung. Dann ähnelt das Gestein einem Phorphyrit oder gewissen Abänderungen des Melaphyrs. Nicht selten herrscht eine Mandelstein-Struktur; die Poren sind theils mit einer grünen Delessit-ähnlichen Substanz, theils mit Kalkspath ausgefüllt. Schmale Kalkspath-Adern durchziehen in allen Richtungen das zersetzte Gestein. In den Mandeln, welche in seltenen Fällen Faust- bis Kopfgrösse erreichen, findet sich in Begleitung von Kalkspath Laumontit in deutlichen Krystallen und in strahligen Massen. Die Bezeichnungen Caporcianit, Schneiderit u. s. w. beziehen sich auf mehr oder weniger zersetzten Laumontit.

Die Lagerstätte der Kupfererze (s. Fig. 1 Taf. IX.)*) stellt sich in den oberen Teufen als eine gangähnliche Masse dar, an der Erdoberfläche etwa 20 Meter mächtig, von Osten nach Westen streichend und mit ungefähr 50 Grad gegen Norden einfallend. In grösserer Teufe wird das Fallen steiler (s. Fig. 2) und geht endlich in das entgegengesetzte über, indem sich zugleich ein mächtiges Trum abzweigt und als ein lagerähnlicher Gang gegen Norden fortsetzt. Das Ganggestein ist theils Serpentin und Steatit, theils ein Conglomerat von gerundeten und zersetzten Melaphyr- und Serpentin-Stücken durch ein talkiges Bindemittel verbunden. Vom Nebengesteine ist die Gangmasse durch Rutschflächen und Gesteinsablösungen geschieden. Wie Fig. 1, der Hauptdurchschnitt durch den Förderschacht in nord-südlicher Richtung, zeigt, tritt in dem Gangraume in oberer Teufe der Serpentin in zwei Gängen auf, deren südlicher Ferdinando, der nördliche (welcher sich nach oben in zwei Trümer spaltet) Leopoldo heisst; zwischen ihnen lagert eine mächtige Conglomeratmasse. Die Mächtigkeit dieser Serpentingänge

*) Herr AUG. SCHNEIDER gestattete mir, die von ihm entworfenen Grubenbilder zu kopiren.

ist an der Oberfläche nur gering, 0,4 bis 0,5, höchstens 1 Meter; zuweilen verdrücken sich dieselben auch zu einer blossen Kluft. Sie sind an der Oberfläche nur wenig verfolgt. Fig. 1 zeigt, wie beide Gänge mächtiger werden und sich zwischen der dritten und vierten Gezeugstrecke mit einander verbinden. Die Betrachtung der vier Vertikalschnitte Fig. 1 bis 4 (von denen Fig. 2 50 Meter gegen Osten, Fig. 3 100 Meter gegen Osten, Fig. 4 100 Meter gegen Westen vom Hauptdurchschnitt Fig. 1 genommen sind) lehrt die gegenseitige Vertheilung des Serpentin und des Conglomerats kennen. Zwischen der 4. und 5. Strecke (Fig. 1) löst sich vom Gang ein lagerartiges Trum ab, welches durch den grossen Stollen bis in eine Entfernung von etwa 600 Meter verfolgt wurde, übrigens sich, mit Ausnahme der Abzweigungsstelle, erzleer erwies. In hohem Grade merkwürdig sind die Ergebnisse der neueren Tiefbaue, welche unter dem Ganggestein Alberese-Kalk und nach dessen Durchbrechung wieder Melaphyr auffinden liessen. Es ist derselbe Kalkstein der oberen Kreide, welcher nach SAVI's Karte einen Halbkreis um das Eruptivgestein bildet. Diese Kalkschicht, welche demnach in grösserer Teufe das Liegende des Ganges bildet, hebt sich gegen Westen empor und sinkt gegen Osten ein, so dass sie im Hauptdurchschnitt (Fig. 1) in einer Teufe von 140 Meter, 100 Meter weiter gegen Westen, Fig. 4, bis in eine Teufe von 105 Meter gefunden worden ist. In den östlichen Querschnitten hat sich der Kalk selbst in der grössten bisher erreichten Teufe (190 Meter) noch nicht gefunden. Diese Gangverhältnisse haben gewiss noch viel Räthselhaftes. Doch habe ich selbst den Kalk im Liegenden des Ganges gesehen.

Die Gangmasse enthält nicht durchweg Erz, dies ist vielmehr auf einzelne Theile des Gangraums beschränkt vorzugsweise im Liegenden desselben s. Fig. 2; doch wo der Gang sein Fallen ändert, auch im Hangenden. Die erzführenden Massen sind zuweilen von ellipsoidischer, doch auch von ganz unregelmässiger Gestalt, mit einander durch Arme verbunden, oder isolirt. Von diesen erzführenden Massen, zeigt der Durchschnitt Fig. 1 drei, nämlich eine in der mittleren Teufe von 40 Meter, die zweite bei etwa 90 Meter, die dritte bei 145 Meter.

Der Durchschnitt Fig. 2, 50 Meter gegen Osten, hat bei einer Teufe von 175 Meter weder die Kalkschicht noch den

Punkt erreicht, wo sich gegen Norden das obenerwähnte Trum ablöst. Es stellt sich hier ein ungemein erreiches Gebiet dar, indem im Liegenden resp. im Hangenden des Ganges eine durch eine Teufe von gegen 140 Meter zusammenhängende, abbauwürdige erzhaltige Masse vorhanden ist.

In dem Durchschnitt Fig. 3 (100 Meter gegen Osten vom Förderschacht) ist gleichfalls eine zusammenhängende erzführende Masse vorhanden, welche eine erlere Serpentinmasse umschliesst. Endlich zeigt der Durchschnitt Fig. 4 (100 Meter gegen Westen) zwei grosse, getrennte Erzräume, den einen im Hangenden des Gangtheils mit südlichem Fallen, den andern nahe dem Liegenden an dem Punkte, wo das Trum sich abzweigt. Die erzführenden Theile des Ganges unterscheiden sich von der Hauptgangmasse dadurch, dass ausser den Serpentinmassen auch Erzsphäroide (Noccioli) zu einem Conglomerate mit steatitischem Bindemittel verbunden sind. Die Grösse der Erzkugeln ist sehr verschieden und schwankt zwischen äusserster Kleinheit und vielen Cubikmetern. Das häufigste Erz ist Kupferkies, dann folgt Buntkupfererz, endlich Kupferglanz. Der Kupferkies findet sich in reinen Massen von 6 bis 10 Cubikmeter Grösse, reiner Kupferglanz in Kugeln von Kopfgrösse. Die grossen Erzkugeln bestehen gewöhnlich im Innern aus Kupferkies, an der Oberfläche aus Buntkupfererz. Ich besitze ein Stück, welches einen Kern von Kupferkies, dann eine Zone von Buntkupfererz, endlich eine solche von Kupferglanz zeigt.*) Gediengen Kupfer findet sich gleichfalls, doch nur als Seltenheit, zuweilen auf der Oberfläche der Kupferglanzmassen, wie es scheint, durch Reduktion aus diesen entstanden. Vom Gange ziehen sich in das Nebengestein zuweilen Verzweigungen, welche besonders reich an Kupferglanz sind, es sind zum Theil förmliche Taschen im Melaphyr mit Buntkupfererz und Kupferglanz gefüllt. Die Erzkugeln liegen häufig gleich eigentlichen Kernen in der Serpentin- und Talkmasse und hinterlassen

*) Die Sammlung zu Pisa besitzt ausgezeichnete Stein- und Erzkugeln, mit geglätteter und zum Theil gestreifter Oberfläche, welche auf das Deutlichste eine Reibung der Gangmasse documentiren. Eine jener Erzkugeln zeigte concentrische Zonen von gediengen Kupfer (aussern), Kupferglanz, Buntkupfererz um einen Kern von Kupferkies. Im Innern einer andern Erzconcretion bemerkt man einen mit Kalkspath-Krystallen bekleideten Hohlraum.

beim Zerschlagen derselben glatte Höhlungen. Nicht gleichmässig sind sie in der erzführenden Gangmasse vertheilt, bald dicht gedrängt, bald mehr vereinzelt, so dass aus der Grösse der erzführenden Räume noch nicht unmittelbar auf den Erzreichtum geschlossen werden kann. Man zeigte mir in der Grube eine im erzführenden Mittel ausgehauene Kapelle, deren Raum durch eine fast reine Erzmasse erfüllt gewesen war. Das Hangende des eigentlichen Ganges ist im Allgemeinen erzleer oder führt nur Spuren von Erz. Die erzführenden Räume werden ganz abgebaut, da die Serpentinmasse in der Nähe der grösseren und sichtbaren Erzsphäroide mit feinsten Metalltheilchen imprägnirt ist, so dass sie nach dem Pochen und Waschen einen reichen Schlich geben. Zu diesem Zwecke richtete der Neffe des Directors, Herr WILHELM SCHNEIDER, vor etwa sechs Jahren vier Freiburger Stossheerde ein. Mit Hülfe derselben wurden aus einer alten Halde 7 Millionen Pfund Erz verwaschen. Eine Dampfmaschine bewirkt die Förderung und setzt die Stossheerde in Bewegung. Um auch in der trockenen Jahreszeit das nöthige Wasser zu besitzen, sind in der kleinen Schlucht, welche von den Grubengebäuden zum Monte Massi hinaufzieht, drei übereinander liegende grosse Reservoirs angelegt worden.

In den letzten Jahren ist die jährliche Ausbeute der Grube von Monte Cantini 1500 Tonnen oder 30 Tausend Centner Erze gewesen mit einem mittleren Kupfergehalt von 30 pCt. Die Verhüttung derselben geschieht in Prato.

Nicht auf Monte Catini beschränkt ist das Vorkommen der Schwefelkupfer-Verbindungen als Sphäroide in Serpentinängen, vielmehr findet sich dieselbe Lagerung an mehreren anderen Punkten des Serpentin-Gebirges, bei M. Castelli nahe Pomarance*), Riparbella, Terricio, Castellina marittima, am

*) Herr WILH. SCHNEIDER, Direktor der Grube M. Castelli, hatte die Güte, mir einen Bericht über dieselbe zu senden, (d. d. M. Castelli 30. Juni 1865) dem ich Folgendes entnehme: Der Bach Pavone zertheilt in einer von jähren Felswänden eingeschlossenen Schlucht jenes Serpentinegebiet (östlich von Pomarance), dessen zwei Gipfel die Rocca Sillana (mit den Trümmern einer Burg) und der M. Castelli (mit dem Dorfe gleichen Namens) sind. Die in Rede stehende Serpentinpartie ist gegen Süden umgeben von pliocänen Schichten, gegen Norden von Miocän. Das Gebirge ist reich an Gängen, deren Ausfüllungsmasse theils

Monte Vaso (zwischen Livorno und Monte Catini gelegen), welche indess bei Weitem nicht die günstigen Resultate erzielt haben wie Monte Catini. Aber auch diese letztere Grube, trotz ihrer ausserordentlich reichen Anbrüche (es wurden einst an einem Punkte 300 Cubikmeter Erz gefunden), leidet unter den

ein zersetzter Serpentin, theils eine specksteinähnliche Masse oder ein Letten ist. Nicht selten fanden Bauern und Hirten lose Stücke von Kupfererzen und sogar gediegenes Kupfer. Im Besitze des H. Sloane befindet sich ein hier gefundenes Stück gediegen Kupfer von 14 Kilo Gew. — Der Bau ging bisher auf zwei Gängen um. Der eine streicht von Norden nach Süden, ist mächtiger und ausdauernder, da er sich über 3 Kilometer verfolgen liess. Er streicht am schroffen westlichen Abhange des M. Castelli, und zeigte namentlich an einer etwa 20 Meter über dem Flusse liegenden Stelle viele Nester von Kupferkies. Das Ganggestein ist durch Gesteinsablösungen oft nur undeutlich von der Nebenmasse gesondert, und ähnelt sehr dem Gange von Mte. Catini. Wie hier, so finden sich auch zu M. Castelli in der Gangmasse zahlreiche Blöcke mit gerundeter (zuweilen geglätteter und polirter) Oberfläche; es sind theils Stein-, theils Erzkugeln. Während zu M. Catini letztere überwiegen, sind sie zu M. Castelli seltener, und die Steinkugeln sind die gewöhnlichen Vorkommnisse. Während aber unter den Erzkugeln M. Catini's Kupferkies und Buntkupfererz vorherrschen, findet sich zu M. Castelli auf diesem Gange fast nur Kupferglanz. Es wurde hier eine Kugel dieses Erzes im Gewichte von etwa 1500 Kilo gefunden. — Der zweite Gang streicht von Westen nach Osten, schneidet demnach den ersteren unter rechtem Winkel, seine Mächtigkeit übersteigt nicht 2 Meter; er ist deutlich gegen das Nebengestein (ein fester schwärzlicher Serpentin) abgesetzt. Schon zu Tage führte er schönes Buntkupfererz, seltener Kupferglanz. Dieser Gang wurde mittelst eines vom Pavonethal gegen Osten getriebenen Stollens etwa 100 Meter verfolgt; hier zerschlägt er sich in mehrere Trümer, bevor er jenen ersten Gang erreicht. Der von Norden nach Süden streichende Gang wurde durch einen Schacht bis zu einer Teufe von 145 Meter unter der Thalsohle verfolgt. Die Gangmasse blieb beständig dieselbe: zersetzter Serpentin, Steatit und Letten mit vielen Steinblöcken, doch ohne Erzkugeln. In einer Teufe von 58 Meter wurde der Gang in einer Mächtigkeit von 40 Meter durchquert. Zu M. Castelli wurden in den Jahren 1842 bis 1855 27000 Kilo Kupferglanz und Buntkupfererz gefördert, doch dadurch noch nicht ein Viertel der Kosten gedeckt. Auch seitdem haben die Arbeiten den Erwartungen wenig entsprochen, und in ähnlicher Weise ist es mit andern Kupfererzlagerstätten Toscanas ergangen. Durch den Reichthum M. Catini's verlockt, haben sich viele Gesellschaften gebildet zur Ausbeutung der zahlreichen Kupfererzlagerstätten im Serpentin, Gabbro und Melaphyr. Von diesen hat keine einzige die aufgewendeten Kosten gedeckt. M. Catini ist in Bezug auf seinen Reichthum ein in Italien einzig dastehendes Phänomen.

Zufälligkeiten des Vorkommens. Auch scheint zufolge den Mittheilungen des Herrn A. SCHNEIDER, welche sich auf die neuen Tiefbaue stützen, BURAT's Ausspruch: *que le minerai allait toujours en augmentant de proportion à mesure que les travaux se sont approfondis; les rognons devenant plus fréquents et plus gros, les concentrations plus importantes, et la nature même du minerai devenant plus riche,*)* sich nicht ganz zu bewahrheiten.

Je räthselhafter die Kupfererz-Lagerstätte von Monte Catini erscheinen mag, um so mehr fühlt man sich zu einem Erklärungsversuche derselben angereizt. MENEHINI (*Rapporto sulla miniera di Rame di Bisano*; vergl. *Bull. soc. géol. France T. XIII. 2 Série*) äussert sich über die Lagerstätte von Monte Catini und ähnliche in folgenden Worten: „Die Erz- und Gesteinsmassen, welche diese Gänge erfüllen, haben eine mehr oder weniger gerundete Form, und eine glatte, polirte oder gestreifte Oberfläche, woraus man auf eine Reibung schliessen muss, welche sie auf ihrem vielleicht langen Wege, erlitten haben. In der That, jene Massen sind nichts Anderes als Bruchstücke von Gängen, welche in mehr oder weniger grosser Tiefe vorhanden waren, oder vielmehr sie sind Bruchstücke eines erzreichen Serpentin zertrümmert und emporgeführt durch schlammige Ströme von hydroplutonischer Entstehung.“

Dieser Auffassung stellen sich indess erhebliche Bedenken entgegen. Zunächst erscheint keineswegs die ganze Ausfüllungsmasse des Ganges von Monte Catini als ein Conglomerat. Auch tragen die Erzsphäroide vielmehr das Aussehen von Concretionen als von Fragmenten einer ehemals zusammenhängenden Erzgangmasse, indem sie zuweilen mehr oder weniger concentrisch die verschiedenen Kupfererze zu einem Sphäroid verbunden zeigen.

Eine Erklärung der in Rede stehenden Lagerstätte muss offenbar auch die Entstehung des Serpentinanges umfassen, welcher als solcher aus bekannten Gründen nicht wohl plutonischer Entstehung sein kann. Vielleicht war dieser Serpentinang ursprünglich ein wasserfreies Magnesiumsilikat, Olivin, und enthielt die Kupfer-Verbindungen in kleinsten Theilchen eingemengt. Bei der Umänderung in Serpentin mussten Störungen

*) AM. BURAT, *Géologie appliquée*, 4 Ed. T. I. 347.

in der Lagerung der Masse, Reibungen und Zerstörungen stattfinden; und bei diesem allmählig fortschreitenden Prozesse könnten sich die Erztheilchen zu grösseren Sphäroiden verbunden haben.

Die Salinen von Volterra.

Die am südwestlichen Fusse des volterranischen Berges, auf der rechten Seite der Cecina befindlichen Soolbrunnen liefern seit mehr als 800 Jahren den grösseren Theil des Salzbedarfes für Toscana. Die Steinsalzmassen, welche jenen Brunnen ihren Salzgehalt liefern, scheinen die einzigen bekannten, wenigstens benutzten im festländischen Italien zu sein, und es möchte deshalb eine Schilderung der Lagerung jener Massen nicht ganz ohne Interesse sein.

Zufolge TARGIONI geht die früheste Erwähnung der Salinen (*le moje*, corumpirt aus Muria) zurück bis zum Jahre 1015. Im Alterthume scheinen diese Soolbrunnen noch nicht benutzt worden zu sein, da nur der Seesalz-Gewinnung an der Cecina-Mündung (bei Vada) Erwähnung geschieht. Die Auffindung des Steinsalzes geschah 1716, als man zum Zwecke eines reichlicheren Wasserzufflusses den Brunnen S. Giovanni vertiefte. Als 1829 eine allgemeine Vertiefung der Brunnen vorgenommen wurde, fand man an mehreren Stellen in mässiger Tiefe (20 bis 30 Meter) Steinsalzbänke. Es folgte die Ausführung eines Bohrlochs 146,7 Meter tief, unmittelbar vor dem Sudhause, wodurch nicht nur ein, sondern fünf Steinsalzlager, davon eines 12,5 Meter mächtig, nachgewiesen wurden. Dadurch schien sich die Möglichkeit einer bergbaulichen Gewinnung des Salzes für Toscana darzubieten. Noch günstiger schienen sich die Verhältnisse zu gestalten, als im Jahre 1851 durch den neuen Brunnen S. Giovanni in 15 Meter Tiefe ein reines Steinsalzlager von 11,7 Meter Mächtigkeit gefunden wurde, welches sich gegen einen benachbarten Hügelzug in der Weise erhob, dass es in demselben aller Wahrscheinlichkeit zufolge über dem Spiegel der Cecina liegen, und demgemäss in leichter Weise die Gewinnung möglich sein musste.

Bei dieser Sachlage wurde PAOLO SAVI von der Regierung (1852) mit einer genauen Erforschung des volterranischen Salinengebiets betraut, von deren Ergebniss es abhängen sollte, ob auch ferner wie bisher die Salzindustrie fortzusetzen oder

ob eine bergmännische Gewinnung an deren Stelle zu beginnen sei. Das Resultat der Untersuchung, welche sich auf zahlreiche in den Jahren 1852 bis 1857 ausgeführten Bohrungen stützte, war, dass ein Steinsalzbergbau hier nicht statthaft sei, und man sich nach wie vor auf das Versieden der Soole zu beschränken habe. Trotz dieses in Bezug auf die Hauptfrage negativen Resultats waren die Bohrungsergebnisse doch in so hohem Grade interessant, dass P. SAVI sein der Regierung überreichtes Gutachten verändert und erweitert veröffentlichte. Diese Schrift des um die Wissenschaft und um Toscana hochverdienten Mannes (*Sopra i depositi di sal gemma e sulle acque salifere del Volterrano*, Pisa 1862) liegt vorzugsweise der folgenden Darstellung zu Grunde.

Das in Rede stehende Gebiet der Soolquellen bildet einen Theil des Cecinathals und reicht von den Nebenbächen Possera und i Fosci im Osten bis zu den Bächen Trossa und Cortolla im Westen (vereinzelte Soolquellen liegen noch etwas weiter gegen Westen, namentlich nahe dem Flecken Querceto) und gehört der Miocänformation an. Die eigentlichen Soolbrunnen befinden sich auf der rechten Seite der Cecina, in der Schlucht des Salzbachs (Bottro delle Moje), von der Cecina geschieden durch den Hügellücken S. Giovanni. Die jene Schlucht umschliessenden Erhebungen, welche gleichsam den südlichen Fuss des volterratischen Berges bilden, bestehen aus Mergel und Gyps-Thon, in welchen eingeschaltet sind einzelne Schichten von Grünstein-Geschieben, von Quarzsand, sowie viele theils gerundete, theils plattenförmige Massen von Gyps. Diese Thonbildung, welche, wie es die sparsamen Versteinerungen beweisen, der miocänen Formation angehört, ähnelt dem überlagernden pliocänen Thone des Berges von Volterra nicht nur in hohem Grade, sondern geht auch an verschiedenen Orten so allmählig in denselben über, dass man eine bestimmte Grenze zwischen beiden Bildungen nicht ziehen kann. Das Streichen der Schichten ist von Südosten nach Nordwesten und das Fallen etwa 20 Grad gegen Nordosten, sodass die das Sudhaus umgebenden Höhen einen sanfteren nordöstlichen (mit der Schichtfläche übereinstimmenden) Abhang und einen steileren gegen Südwesten gerichteten zeigen. Eine noch undeutlichere Schichtung als der obere zeigt der untere Theil der mächtigen miocänen Thonbildung, in welchem Gypsmergel und Gyps beson-

ders hervortreten. Diese Gypsmassen bilden bald unregelmässige Bänke, bald gerundete Massen, welche letztere theils einzeln theils mit einander verbunden in wellenförmigen Ebenen geordnet sind. Die Unterseite derselben ist meist ziemlich eben, die Oberseite gewölbt. Der Gyps ist theils fasrig, theils grob- oder feinkörnig oder dicht, von verschiedenen Farben; es sind die berühmten „bunten Alabaster von Volterra.“ Von weisser, grauer, gelber, schwarzer Farbe mit fleckiger, wolkiger, streifiger Zeichnung liefern diese Steine noch immer das Material zu der mehr als zweitausendjährigen Alabaster-Industrie Volterras. Nur der schneeweisse statuarische Alabaster findet sich nicht in der unmittelbaren Nähe dieser Stadt, sondern $\frac{1}{2}$ Stunde westlich von Castellina marittima zwischen den Bächen Pescera und Marmolajo.*)

Zu der trostlos öden Umgebung der Saline — graue nackte Thonhügel —, gesellt sich während der Hälfte des Jahres die Fieberluft, sodass während der Monate Juli bis October nur die nothwendigsten Arbeiten vorgenommen werden können. Auch die Bohrarbeiten, welche SAVI in den Jahren 1852 bis 1857 ausführen liess, mussten stets während jener gefährlichen Monate unterbrochen werden.

Als Hauptresultat der zahlreichen Bohrungen stellte sich heraus, dass das Steinsalz keineswegs zusammenhängende Schichten bilde, sondern vielmehr mehr oder weniger ausgedehnte linsenförmige Massen, weshalb eine Aussicht auf lohnende bergmännische Gewinnung sich nicht eröffnete.

*) In den Alabaster-Brüchen von Castellina marittima beobachtet man von oben nach unten folgende Lagerung: 1) bituminöser, gypsführender Thonmergel 2 Meter mächtig, 2) eine zweite Bank von grauem Mergel, erfüllt mit Gypskrystallen, von gleicher Mächtigkeit, 3) eine Lage von Stinkmergel, nahe gleich mächtig. 4) eine 4 Meter mächtige Schicht von grauem Mergel, Gypskrystalle einschliessend. Inmitten dieser letzteren Schicht liegen gerundete $\frac{1}{2}$ bis 1 Meter grosse Massen eines Gyps von feinstem Korne, tadellosester Reinheit und grosser Durchsichtigkeit, dies ist der wahre Alabaster, der zu den bekannten kleinen Statuen (Uhren u. s. w.) verarbeitet, nicht nur über ganz Europa, sondern auch in anderen Welttheilen Verbreitung gefunden hat. Fast ganz Volterra lebt von der auf die bunten und den statuarischen Alabaster gegründeten Kunstindustrie. — Auch die Lagerstätte von Castellina gehört nach den von Professor MENECHINI gefundenen Versteinerungen dem Miocän an (s. *Statistica della provincia de Pisa*, 1863).

Das erste der neuen Bohrlöcher ward angesetzt nur etwa 60 Meter südwestlich von jenem neuen Brunnen S. Giovanni, welcher in nur 15,2 Meter Tiefe ein 11,7 Meter mächtiges Steinsalzlager aufgeschlossen hatte. Das Bohrloch lag unmittelbar am Fusse des oben erwähnten Hügelzuges (welcher den Salzbach von der Cecina scheidet), und musste, da jenes Steinsalzlager sich gegen Südwesten emporhob, in einer noch geringeren Tiefe das Salz erreichen, vorausgesetzt, dass dasselbe überhaupt ein zusammenhängendes Lager bildete. Man fand indess bis zu einer Tiefe von 27 Meter nur verhärtete gypsführende Thone und keine Spur von Steinsalz.

Ein zweites Bohrloch wurde 400 Meter vom ersten gegen Nordwesten entfernt auf der rechten Seite des Salzbachs angesetzt und bis zu einer Tiefe von 65 Meter niedergebracht. Es wurden durchsunken bis zu 37,7 Meter Tiefe Bänke von Thon und Gyps, dann Steinsalz in einer Mächtigkeit von 3,2 Meter durch dünne Thonlagen in drei Bänke getheilt. Es folgten 7,7 Meter Gyps und Mergel, dann ein mächtiges, nicht durchsunkenes Lager von bituminösem, grauschwarzem Thone.

Ohne Erfolg erwiesen sich zwei Bohrversuche, von denen der eine 1100 Meter westlich, der andere 700 Meter östlich vom Sudhause stattfand. Bis zu Tiefen von 34 resp. 45 Meter bestand der Boden lediglich aus gypsführenden Thonmergeln.

Die mächtigste Steinsalzbildung fand sich in dem 64 Meter tiefen Bohrloche S. Maria, welches 2 Kilometer gegen Osten vom Sudhause am linken Ufer des Salzbachs angelegt wurde. Es wurden damit durchsunken: 29 Meter gypsführender Thon, dann ein 0,7 Meter mächtiges Steinsalzlager, dann wieder Gypsthon 5,6 Meter; endlich eine 17,4 Meter mächtige, fast vollkommen reine Salzmasse unterteuft von Thon.

Auch an der Südseite des Hügels, nahe am Bette der Cecina wurde gebohrt, zur Seite des Soolbrunnens S. Lorenzo; bis zu einer Tiefe von 51 Meter. In 30 Meter Tiefe fand sich ein 8 Meter mächtiges Steinsalzlager.

Die hier aufgeführten, sowie andere Bohrungen ergaben sämmtlich, wenn sie bis zu gehöriger Tiefe niedergebracht wurden, das Resultat, dass der durchsunken Boden wesentlich aus folgenden zwei Etagen besteht (abgesehen von einer wenige Meter mächtigen Schutt- und Geröllschicht):

oben, thonige Mergel oder mehr oder weniger verhärtete

ter Thon, vielfach wechselnd mit Bänken von Gyps und (in der untern Hälfte) auch mit Steinsalzmassen;

unten, eine Bildung von grauschwarzem, bituminösem, gleichartigem Thone, ohne eingeschaltete Bänke von Gyps oder Steinsalz, von unbekannter Mächtigkeit.

Das Auftreten des Steinsalzes zeigte sich demnach gebunden an die thonigen Mergel und zwar an deren untere Abtheilung; niemals wurde Salz gefunden in dem grauschwarzen bituminösen Thone.

Durch ein genaues Studium der durch die verschiedenen Soolbrunnen und die zahlreichen Bohrlöcher erhaltenen Profile, unter Berücksichtigung der relativen Höhe der Ansatzpunkte zu einander, kam SAVI zu dem Ergebnisse, dass zwar im Allgemeinen die Schichten des durchbohrten Terrains (in gleicher Weise wie die die umliegenden Hügel constituirenden Straten) mit etwa 20 Grad gegen Nordosten einfallen, — dass indess die zuerst durchsunkene Bildung (thonige Mergel und verhärteter Thon mit Gyps- und Steinsalzmassen) niemals regelmässige, fortsetzende Schichten bildet, sondern vielmehr unterbrochene Massen von vorzugsweise linsenförmiger Gestalt, beschränkter Ausdehnung und sehr verschiedener Mächtigkeit.

Diese Beschaffenheit der Steinsalzmassen macht es begreiflicher Weise unthunlich, einen Bergbau darauf zu gründen. Denn weder besitzen dieselben eine genügende Ausdehnung, noch ist das erbohrte Salz im Allgemeinen von der Reinheit, dass man dasselbe zu häuslichen Zwecken unmittelbar verwenden könnte. Man wird demnach bei der seit einer langen Reihe von Jahrhunderten eingeführten Weise der Salzgewinnung stehen bleiben. Zu diesem Zwecke dienen jetzt etwa zehn Brunnen, welche sämtlich oberhalb des Sudhauses und im Thale des Salzbachs gelegen sind. Jeder Brunnen besitzt eine Schöpf-Vorrichtung, welche die Soole hebt. Eine Röhrenleitung führt dann die Salzlösungen, welche fast gesättigt sind, ins Sudhaus, in welchem vier grosse bleierne Siedepfannen das Abdampfen bewirken. Die Salz-Produktion dieses dem Staate gehörigen Werkes ist sehr bedeutend, nämlich acht Millionen Kilo im letzten Jahre. Die Feuerung geschieht durch Holz, und zwar bedarf man zur Produktion des Salzes ein gleiches Gewicht Holz.

Nicht beständig können dieselben Brunnen zur Salz-Pro-

duktion dienen; man ist von Zeit zu Zeit genöthigt, neue zu graben, indem die älteren nach mehr oder weniger langem Gebrauche nicht mehr hinreichend concentrirte Soole liefern. Gegen einen erheblichen Uebelstand hat die Saline zu kämpfen, Mangel an Wasser um die Brunnen zu speisen. Das Bedürfniss nach Wasser war die Veranlassung zur Anlage des bereits oben erwähnten tiefen Bohrlochs im Hofe des Sudhauses. Man erhielt indess durch dasselbe kein Wasser. Um dasselbe auch in der trockenen Jahreszeit in hinreichender Menge zu gewinnen, schlägt Savi vor, Wasser aus der Cecina in das Thal des Salzbachs zu leiten. Da indess die Brunnen in einem höheren Niveau liegen, als der zunächst liegende Theil der Cecina, so würde es nöthig sein, das Wasser derselben schon eine erhebliche Strecke aufwärts abzuzweigen, dann mittelst eines Stollens durch den Hügelzug S. Giovanni zu leiten, welcher das Salzthal von der Cecina scheidet, ein Unternehmen, vor dessen Kosten die Regierung bisher noch zurückschreckte.

Die Lagoni von Monte Cerboli

sind nur 3 Wegestunden gegen Südosten von den Salinen entfernt. Die Strasse läuft zunächst über den Hügel S. Giovanni, dann längs der Cecina, welche sie mittelst einer Kettenbrücke überschreitet, um dann in einem weiten Bogen emporsteigend den Flecken Pomarance (1194 Fuss hoch) zu erreichen. Die Gehänge, welche das Cecina-Thal einschliessen, bestehen aus denselben Schichten, welche wir im Salzthale kennen gelernt haben. Zahlreiche Bänke von Gyps treten hervor. Doch die Höhe des Berges, auf welcher Pomarance steht, wird durch eine Muschelbreccie von gelber Farbe gebildet, welche zwar der Panchina von Volterra sehr ähnlich ist, nichtsdestoweniger aber dem Miocän angehört. Das einem Kalktuffe ähnliche Gestein hat eine weite Verbreitung und so weit reicht auch die fruchtbare Umgebung von Pomarance, welche diesen Flecken zum wohlhabendsten des volterratischen Gebiets gemacht hat. Gegen Nordosten auf dem rechten Ufer der Cecina liegen auf waldiger Höhe die Ruinen des ummauerten Fleckens Berignone, woselbst im 12. und 13. Jahrhundert die Bischöfe von Volterra aus dem Silber ihres Bergwerks von Montieri Münzen prägen liessen. Eine halbe Stunde gegen Westen von Pomarance, am Abhange gegen die Trossa, liegen die früher wichtigen, jetzt

verlassenen Schwefelgruben von Fonte ai bagni. Zu TARGIONI's Zeit waren fünfzig in Betrieb. „In einer Tiefe von 7 bis 8 Ellen lagert zwischen mächtigen Alabaster-Schichten ein aschfarbiger harter Thon, welcher in Stücke zerschlagen, der Sublimation unterworfen wurde.“ Während diese Schwefelgewinnung zum Erliegen gekommen ist, wird aus mehreren benachbarten Salfataren (bei Libbiano und Micciano auf der linken Seite der Trossa) noch immer zeitweise Schwefel gewonnen. Nach TARGIONI's Bericht sind es kalte, Schwefelwasserstoff- und Kohlensäure-haltige, wallende Quellen, welche zwischen vielen Steingeschieben hervorbrechend, diese mit einer Schwefelkruste überziehen. Wenn die Krusten eine Dicke von $\frac{1}{2}$ bis 1 Zoll erreicht haben, wozu ein zehnjähriger Zeitraum erforderlich, werden sie abgebrochen und zusammengeschmolzen. So gewinnt man hier alle 10 Jahre eine Schwefelerndte.

Von Pomarance läuft der Weg in vielen Windungen der Wasserscheide zwischen der Trossa und Possera folgend, an den Serpentin-Kuppen von S. Michele und von Monte Cerboli vorbei und senkt sich dann ins Thal der Possera hinab, an deren rechtem östlichen Gehänge die Lagoni liegen. S. Michele besitzt eine warme Quelle, welche früher als Bad viel benutzt wurde. Die Serpentin-Kuppe von M. Cerboli nöthigt die Strasse, hoch emporzusteigen. Auf einem isolirt aus dem Posserathale aufsteigenden Felsen liegt die Kirche und das Kastell von Cerboli. Hier wurde in dem Schillerspath-führenden Serpentin in früherer Zeit Kupfer gegraben. Von hier erblickt man nun in grosser Nähe die umfangreichen Gebäulichkeiten des Fabrikorts Larderello hinter denen auf dem terrassenförmig ansteigenden Abhänge die in dichte weisse Dämpfe gehüllten Lagoni sich befinden. Diese Lagoni bilden bekanntlich die nördlichste der fünf Gruppen von Borsäure-Exhalationen, welche unserem Gebiete ein so hohes Interesse verleihen (Monte Rotondo besitzt, in unmittelbarer Nähe gegen Norden gelegen, Lagoni, und eine kleine Stunde gegen Westen den warmen Borsäurehaltigen Lago zulfureo; Lustignano, die Lagoni rossi, eine halbe Stunde gegen Südsüdwesten auf dem rechten Ufer der Cornia; Serrazzano; Sasso und Larderello oder Monte Cerboli). Ueber den früheren Zustand der Lagoni von Monte Cerboli, der bedeutendsten von allen, sei mir gestattet, aus dem Werke TARGIONI's einige Thatsachen zusammenzustellen. TARGIONI ist

der Ansicht, dass diese Lagoni neuerer Entstehung seien. Der Chronist UGOLINO da Monte Catini nämlich, welcher sehr ausführlich die Lagoni von Castelnuovo beschreibt, erwähnt derjenigen von Monte Cerboli mit keinem Worte, und doch hätte er sie, wenn sie damals vorhanden gewesen, kennen müssen, da er sich längere Zeit in dem unmittelbar anliegenden Bagno a morbo aufhielt. In einer alten, der Bibliotheca Gadiana angehörigen Handschrift findet sich folgende bemerkenswerthe Stelle: „Bei dem Orte Veliene, nahe der Stadt Volterra, stürzte im Jahre 1320 bei einem Erdbeben eine grosse Masse Erde herab: bald brach eine gewaltige Hitze hervor, endlich wurde Wasser mehr als 40 Ellen hoch hervorgestossen mit solcher Gewalt, dass während zweier Tage auch Steine fortgeschleudert wurden. Die Umwohnenden flohen. Auch warf jene unterirdische Blähung einen rothen Staub aus, welcher viele Miglien entfernt niederfallend, zu dem Glauben veranlasste, es regne Erde.“ Wenngleich der Autor in einigen hier unterdrückten Stellen sich arger Uebertreibung schuldig macht und es auch TARGIONI nicht gelang, den Ort Veliene zu ermitteln, so wird uns nichts destoweniger ein in der Nähe von Volterra eingetretenes Naturereigniss mit so bezeichnenden Zügen geschildert, dass wir dasselbe mit grosser Wahrscheinlichkeit auf das Hervorbrechen eines Lagone beziehen können. Wie bedeutende Veränderungen die in Rede stehenden Lagoni erfahren haben und wie sie sich fortwährend verändern, geht deutlich aus TARGIONI's Beschreibung hervor. „Die Lagoni beginnen fast am Ufer der Possera und erstrecken sich aufwärts über einen grossen Theil des Bergabhangs. Sie sind sehr zahlreich und verursachen einen bedeutenden Lärm gleich dem von hundert Walkmühlen. Der Lärm ist stärker vor dem Regen. Die Lagoni sind runde Löcher mit steilen Rändern und einem Durchmesser zwischen 8 und 60 Ellen. Die Tiefe ist verschieden bis zu 15 Ellen. Am Grunde fast aller dieser Löcher war an jenem Tage grauschwarzes Wasser, welches über alle Beschreibung wallte und siedete. Einer unter den Lagoni war besonders merkwürdig: kreisförmig, umfangreich, mit einer runden Insel in der Mitte. In diesem See kochte das Wasser gewaltig und warf Wellen. An sieben oder acht Punkten (denen wohl die Hauptöffnungen entsprachen) sah man das Wasser 3 Ellen hoch emporsteigen.“ Als TARGIONI 20 Jahre nach

vorstehender Beobachtung die zweite Ausgabe seiner Reisen herausgab, war dieser grösste und schönste Lagone gänzlich erloschen. „Einer der Lagoni zeigte kein Wasser an seinem Grunde, sondern nur schwärzlichgrauen Schlamm, welcher gleichfalls in kochender Bewegung war. Am Grunde eines anderen fährt ein Wind heraus wie von hundert Blasebälgen; hier soll man an sehr heissen Tagen, wie mir erzählt wurde, bei Nacht eine Feuersgluth wahrnehmen [?]. Das Wasser in den Lagoni hält sich in demselben Niveau; nur nach heftigem Regen tritt es aus und fliesst in die Possera, woselbst es auf eine weite Strecke die Fische tödtet. Die Lagoni von Monte Cerboli schreiten fort am Bergabhang hinauf, indem sich stets neue öffnen.“

Im Jahre 1778 veröffentlichte HUB. FRANZ HOEFER*) (geb. zu Köln), Direktor der grossherzoglichen Apotheke zu Florenz, die von ihm gemachte Auffindung der Borsäure in den Lagoni: *Memoria sopra il sale sedativo naturale della Toscana, e del Borace che con quello si compone, Firenze.*

Diese Untersuchung wurde fortgesetzt durch PAOLO MAS-CAGNI, Professor der Anatomie zu Siena: *Sopra il sale sedativo d'Hombergio ossia acido boracico che si trova ai lagoni del Volterrano e del Senese, e sopra diversi borati che pur ivi si trovano (Mem. Soc. It. VIII. 1799).*

Die ersten erfolgreichen Versuche, die geringen im Wasser der Lagoni enthaltenen Mengen von Borsäure zu gewinnen, geschahen 1818 durch DE LARDEREL, zunächst zu Monte Cerboli (welche Anlage später den Namen Larderello erhielt), dann noch an neun andern Punkten. Während des ersten Jahrzehnts betrug die mittlere Jahresproduktion an Borsäure nur 50000 Kilo, man arbeitete fast ohne Gewinn wegen der bedeutenden Consumption von Brennmaterial. Erst 1828 verfiel man auf den Gedanken die Wärme der Lagoni selbst zum Concentriren der Lösungen zu verwenden. Dadurch nahm die Fabrikation einen früher ungeahnten Aufschwung, sodass sie sich in dem zweiten Jahrzehnt 1829 bis 1838 fast verzehnfachte. Die in den verschiedenen LARDEREL'schen Etablissements im

*) DE LARDEREL nennt in seiner *Notice sur la production de l'acide boracique en Toscane, Comptes rendus T. XXIII. p. 351 (1846)*, den Entdecker der Borsäure in den Lagoni PETER HÖFER, was wohl irrig.

Jahre 1846 producirte Borsäure betrug bereits 1 Million Kilo und soll im Jahre 1864 auf 2 Millionen Kilo gestiegen sein.

Die erste genaue Untersuchung der durch die Exhalationen ausgehauchten und den Lagoni mitgetheilten Stoffe führte 1841, indem er sich nicht geringer persönlicher Gefahr aussetzte, PAYEN*) aus. Es wurden durch ihn die aus einem trockenen Lagone ausströmenden Gase gesammelt und der Hauptsache nach als Kohlensäure und Stickstoff nebst Sauerstoff und einer geringen Menge von Schwefelsäure bestimmt. So wichtig diese Untersuchung PAYEN's auch war, so liess sie doch über das Vorhandensein der Borsäure in den Dämpfen einen Zweifel bestehen. Es gelang PAYEN nicht, sie unter den ausströmenden Gasen nachzuweisen und er glaubte: „dass die Erzeugung oder wenigstens die Heraufführung der Borsäure an die Erdoberfläche durch das Hineindringen des Wassers in die Suffioni-Kanäle bedingt würde.“

DE LARDEREL**) breitet ein fast mystisches Dunkel über diese Frage: „das Wasser, welches durch Condensation der Dampfstrahlen der Suffioni entsteht, liefert nach der Verflüchtigung nicht eine Spur von Borsäure. Man mag die Dämpfe in jeder möglichen Weise behandeln, man erhält keine Borsäure, wenn nicht Wasser in den Kanal des Gasstroms geleitet wird u. s. w.“ Dies Dunkel wurde durch Professor C. SCHMIDT***) aus Dorpat aufgehellt. Die Untersuchung eines wenige Schritte vom Hauptgebäude der Fabrik hervorbrechenden technisch unbenutzten Dampfstrahls lieferte nämlich das Resultat, dass die unmittelbar ohne Wasserzutritt verdichteten Fumarolen-Dämpfe präformirte Borsäure neben Kohlensäure und Ammoniak in bedeutender, Schwefelwasserstoff in geringerer Menge enthalten. Auf einen merkwürdigen Umstand macht PAYEN aufmerksam, dass nämlich die Unreinheit der Säure von Jahr zu Jahr wächst, indem die ersten Produkte 90 bis 92 pCt. reiner krystallisirter Säure ($\text{B} + 3\text{H}$) enthalten, die gegenwärtigen nur 75 bis 82 pCt. „Vielleicht rührt dies von einer fortschreitenden Veränderung des durch die Dampfströmung zerrütteten Bodens her.“ Das

*) *Ann. chim. phys.* [3] I. 247—255 (1841); Daraus POGGENDORFF *Ann. Phys. u. Chem.* Bd. 57, S. 601.

**) *Comptes rendus T. XXIII.* p. 351.

***) *Ann. d. Chemie und Pharm.* Bd. 98, S. 273—286.

ganze die Lagoni zunächst umgebende Terrain „ist durch und durch zerfressen, von Sublimationen und Inkrustationen gebildet, hier schöne Schwefelkrystalle in lockeren Drusen, dort schneeweisses schwefelsaures Ammoniak als Sublimation, hier borsaurer Kalk (Larderellit), dort borsaurer Talkerde und Eisenoxyd;“ (C. SCHMIDT a. a. O.). Wo die Lagoni-Dämpfe mit den sie umgebenden Kalkschichten des Eocäns in Berührung kommen, werden diese in Gyps umgeändert. An den Gebäulichkeiten des Fabrikorts Larderello, woselbst inmitten einer Einöde sich eine so rege industrielle Thätigkeit entwickelt, erkennt man, dass sie auf einem unterwühlten, beweglichen Boden sich erheben. Allenthalben entstehen Risse; das Gewölbe der Kirche musste innerhalb kurzer Zeit zweimal hergestellt werden. Dichte Dampfwolken hüllen beständig das Gebiet der Lagoni ein und erschweren es, einen Ueberblick über dieselben zu gewinnen. Die Luft zu Larderello, reichlich mit Schwefelwasserstoff geschwängert (das dort kursirende Silbergeld ist schwarz), scheint trotzdem nicht ungesund zu sein. Dies bezeugt von dem benachbarten Castelnovo bereits TARGIONI: „Die Luft von Castelnovo ist die beste in der Maremma; ja es soll zur Zeit der schrecklichen Pest des 17. Jahrhunderts, welche die umliegenden Gegenden entvölkerte, an der Krankheit hier Niemand gestorben sein. Den Grund davon schreiben die Bewohner (*doppo la grazia speciale del Signore Iddio*) den schwefeligen Exhalationen der Lagoni zu, welche die Luft rein erhalten.“

Der gegenwärtige Zustand der Lagoni, sowie die auf dieselben gegründete Borsäure-Industrie, eine der grossartigsten und einfachsten zugleich, kann aus vielfach wiederholten Schilderungen als bekannt vorausgesetzt werden. Es geht bei dem jetzigen Verfahren noch immer eine gewiss sehr grosse Menge von Borsäure durch Verflüchtigung mit den Wasserdämpfen verloren. In dieser Weise erklärt sich die Angabe DE LARDEREL'S, „dass das Lagonen-Wasser bei einem Gehalte von 1 bis $1\frac{1}{2}$ pCt. Borsäure gesättigt sei und nur selten 2 pCt. erreiche; und die Lagoni alle 24 Stunden entleert werden, indem (wie wiederholte Versuche bewiesen haben) auch bei längerem Verbleiben des Wassers in den Bassins der Gehalt an Borsäure nicht steigt.“

Da das Wasser bei 50 Grad C. 8,5 pCt. Borsäure ($\ddot{B} + 3\dot{H}$)

75 „ 17,5 „ „

100 „ 25,2 „ „*)

lösen kann und die Dämpfe stets neue Borsäure in die Lagoni einführen, so muss offenbar durch Verdampfung ein sehr bedeutender Verlust stattfinden. Diesem vorzubeugen hat man einzelne der Lagoni mit einem schliessenden Dache bedeckt.

Auch ist man jetzt bestrebt durch Bohrungen eine grössere Menge von Wasser und vielleicht mit höherem Borsäure-Gehalt zu erlangen. Mit vielem Erfolge gekrönt waren die Bohrungen am Borsäure-haltigen, 30 Grad C. warmen Lago zulfureo unter dem Monte Rotondo. Es wurden dadurch die Ausströmungen vermehrt und ihr Borsäure-Gehalt angereichert. Der neue 70 Meter tiefe artesische Brunnen zu Monte Cerboli liefert siedendes Wasser, dessen Borsäure-Gehalt indess auch nur 1 pCt. beträgt. Leider konnte ich, da der Direktor des Etablissements abwesend war, über die Beschaffenheit der durchbohrten Schichten nichts erfahren.

„Der Ursprung der Borsäure“, sagt DE LARDEREL, „ist ein Geheimniss; mehr oder weniger sinnreiche Hypothesen lassen sich zwar in dieser Hinsicht ausdenken, aber keine kann ausser Zweifel gestellt werden.“ Nichtsdestoweniger lässt sich das Unwahrscheinliche von dem Wahrscheinlichen sondern. Schwefelbor oder Borsäure als Quelle für den Borsäure-Gehalt der Lagoni-Dämpfe anzunehmen, möchte sich wohl nicht empfehlen. Das so häufige Auftreten Borsäure-haltiger Mineralien (des Datoliths und des Axinits) im Hypersthenfels, Gabbro und Serpentin, sowie der nachgewiesene geringe Gehalt an Borsäure in den toskanischen Grünsteinen könnte wohl die Ansicht zu unterstützen scheinen, dass Wasserdämpfe durch Grünsteine streichend, von diesen ihren Borsäure-Gehalt entziehen. Zwei Bedenken erheben sich indess gegen diese Ansicht: zunächst bricht keine der zahlreichen Borsäure-Exhalationen aus Grünstein hervor oder in unmittelbarer Nähe desselben. Die Lagoni von Sasso sind etwas über eine deutsche Meile von der nächsten Grünsteinkuppe entfernt. Dann würde, wenn die obige Ansicht das Richtige träge für die Ammoniak-Verbindun-

*) s. Handwörterbuch d. reinen und angewandten Chemie von LIEBIG, POGGENDORFF und WÖHLER, II. Aufl.

gen und den Schwefelwasserstoff der Lagoni eine andere Quelle zu suchen sein, es würde das Zusammenvorkommen dieser Verbindungen mit der Borsäure nur ein zufälliges sein. Deshalb möchte es gerechtfertigt sein, die Quelle aller durch diese Exhalationen an die Oberfläche geführter Verbindungen in den sedimentären Schichten (Eocän), aus denen sie emporsteigen, zu suchen. Durch die Annahme, dass eine Ablagerung von Borazit oder von Stassfurtit in jenen Eocän-Schichten sich befinde und heisse Wasserdämpfe auf jene einwirken, würde sich die Gegenwart der Borsäure neben Schwefelwasserstoff, schwefelsaurem Ammoniak u. s. w. in den Exhalationen wohl erklären lassen.

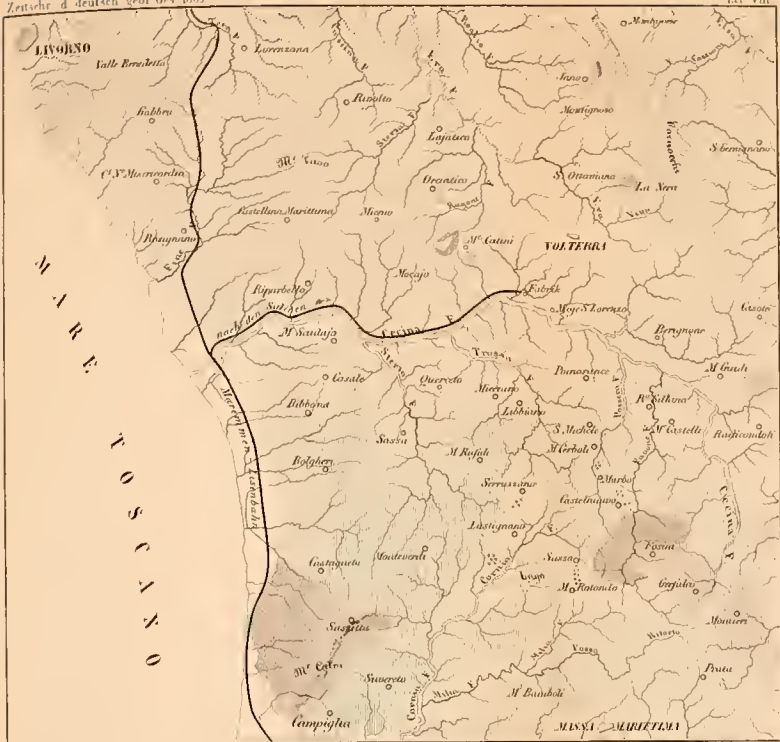
GEOGNOSTISCHE KARTE DES VOLTERRANISCHEN GEBIETS,

nach P. Savi.

Maafstab 1:400,000

Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1865

Taf. VIII



Alluvium

Eocene

Lux. rother. Kreide u. Kalk

Trachyt

Fluvium

Kreide Schiefer u. Kalk

Jur. rother. Kreide u. Kalk

Granit u. M. laphyr u. Scapolit

Miocen

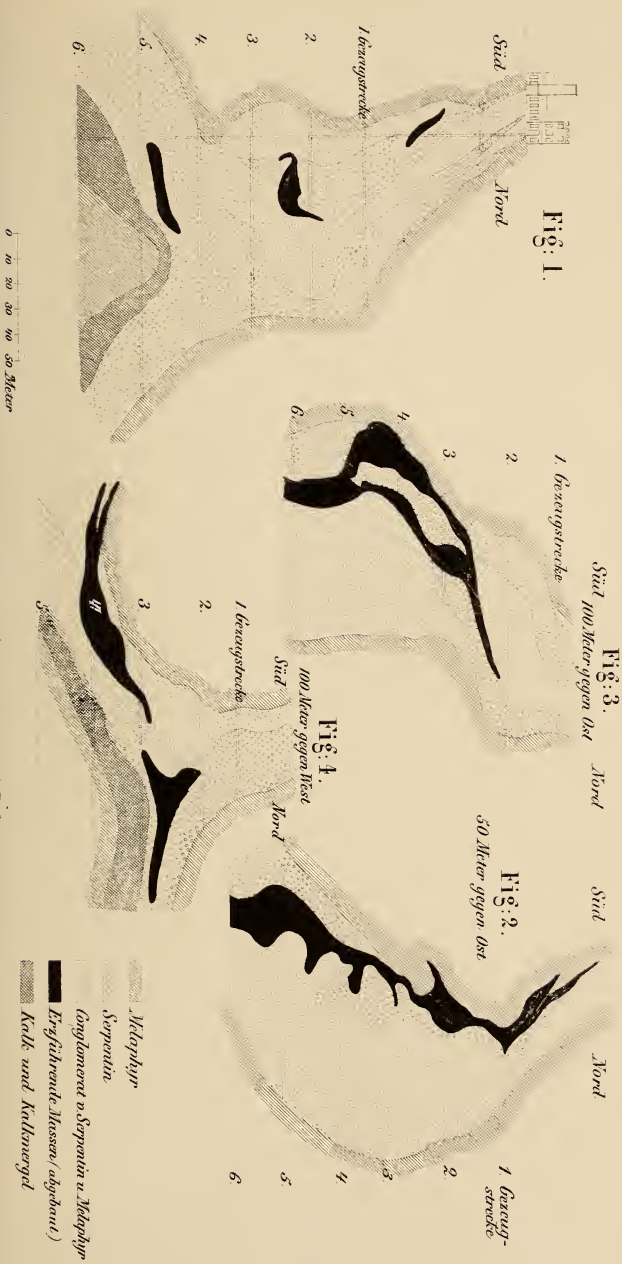
Jura bunte Schiefer

Paläozoisch (bei Jura)

Basalt u. Sulfid

KUPFERGRUBE MONTE CATINI.

Vertical-Durchschnitte.



Lith. Anst. v. Leopold Krantz in Berlin.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1864-1865

Band/Volume: [17](#)

Autor(en)/Author(s): Rath Gerhard vom

Artikel/Article: [Ein Besuch der Kupfergrube Monte Catini in Toscana und einiger Punkte ihrer Umgebung. 277-310](#)