M-GD/298

NIET
UITLEENEN

bibliotheek

7 7496 00073938 1

.naturalis
nationaal natuurhistorisch
museum
postbus 9517
2300 RA leiden
nederland

M-GD/298

Populäre Vorlesungen

über

G e o l o g i e.

Collectie Schürmann

30-06-1983

RIJCKSTREEK
RIJCKMUSEUM VAN
GEOLOGIE EN MINERALOGIE
HOOGLANDSE KERKGRACHT 17
2312 HS LEIDEN

Geologie

oder

Naturgeschichte der Erde

auf allgemein faßliche Weise abgehandelt

von

R. C. v. Leonhard,

Geheimrath und Professor an der Universität zu Heidelberg.

Keszelmann.

Mit Stahlstichen.

Erster Band.

Stuttgart.

E. Schweizerbart's Verlagsbuchhandlung.

1836.

Collegio

Universitäts- und Landesbibliothek Bonn

Verzeichnis der Bücher

Verzeichnis der Bücher
des
Collegio

Vorwort.

Meine Absicht ist: das geologische Wissen zu einem Gemeingute aller Gebildeten zu machen, und diese, indem man ihnen neue Quellen von Belehrung und von Unterhaltung aufschließt, eines der schönsten Genüsse theilhaftig werden zu lassen. In die Förderung der Wissenschaft dürfte mein Streben viel wesentlicher eingreifen, als vielleicht für den ersten Augenblick scheinen möchte; denn allen Gebildeten bekannt und befreundet, wird das Wissen den eigentlichen Forschern um so viel mehr Reiz gewähren und Genuß bringen. — Die wohlwollende

Aufnahme, deren sich meine populären Vorträge über Geologie, vor dem geselligen und befreundeten Kreise der Bewohner Heidelbergs, erfreuten, gaben den Beweis, daß die Sache nicht unausführbar sey, daß es nur einiger Anregung bedarf, um lebhaftes Interesse zu wecken. Die Aufgabe, deren Lösung ich versuchte, war schwierig; dieß werden Männer vom Fache nicht verkennen. Einmal sollte der Wissenschaft, ohne ihrer Würdigkeit Eintrag zu thun, eine Seite abgewonnen werden, wodurch man hoffen durfte, die Aufmerksamkeit Derjenigen zu erregen, denen die Geologie bis dahin fremd geblieben, von welchen vielleicht Manche selbst in ungünstigen Vorurtheilen befangen gewesen; sodann hatte ich einen Zuhörer-Kreis, von dem nur zum Theil die große Masse mannigfaltiger Vorkenntnisse erwartet werden konnte; und für Alle sollte der Vortrag sachgemäß belehrend und verständlich seyn. Indem ich meine Ueberzeugungen und Erfahrungen, geologische Gegenstände betreffend, mit bescheidener Zuversicht darlegte, so gedrängt als es geschehen konnte, ohne unvollständig zu bleiben, hatte ich stets Sorge, Belehrendes und Unterhaltendes wechseln zu lassen. Alle Thatfachen, die zur Sprache kamen, wurden durch mannigfaltige und ergreifende Beispiele erläutert, durch Bei-

spiele entnommen von Natur-Erscheinungen, oder in Beziehung stehend mit Dingen des täglichen Lebens, mit Gewerben und Künsten. Zudem auf solche Weise vielartige, aber dennoch im nächsten gegenseitigen Verbande befindliche, Beobachtungen an einander gereiht und mit einander verflochten wurden, litt allerdings die strengere wissenschaftliche, die rein systematische Anordnung; ich schmeichle mir indessen, meinen Zweck keineswegs verfehlt zu haben.jene Beispiele blieben nie ohne unmittelbare Wirkung, ja es zeigten sich dieselben in mehr als einer Hinsicht Gewinn bringend. Durch sie erhielten die theoretischen Entwicklungen mehr Wahrheit und Leben, und zugleich gab ihre Aufzählung Gelegenheit, manche Vorurtheile zu beseitigen, irrige Meinungen zu berichtigen, den, auf unvollständigen Beobachtungen beruhenden, Volksglauben aufzuklären, um so meine Hör-Versammlung auf faßliche Weise mit Begriffen und Erfahrungen zu bereichern und ihr immer freiere Ansichten zu erwerben.

Der Gedanke einer populären Darstellung der Geologie ist keineswegs erst jetzt in mir entstanden, seit Jahren war ich mit Vorarbeiten für ein solches Unternehmen, mit Sammeln des vielartigen Stoffes

beschäftigt. Allein ich mißkannte die großen Schwierigkeiten nicht; manche schienen mir unüberwindlich. Durch die erwähnten Vorträge gewann ich Muth zur Ansführung; ja ich will mit aller Freimüthigkeit bekennen, daß mich dieselben zu nicht wenigen Ansichten leiteten, welche mir außerdem vielleicht fremd geblieben wären. England und Frankreich haben seit mehreren Jahren ihre populären Geologien, und die Bücher entsprechen in der That theilweise ihren Zwecken. In Deutschland — wo man längst von bewährter Hand verfaßte populäre Naturlehren und Astronomien aufzuweisen hat — wird ein Werk solcher Art vermißt. Und darin liegt wohl mit der Grund, daß, während die Geologie in Frankreich, und mehr noch in England, seit neuester Zeit ein Lieblings-Studium geworden, sich die Wissenschaft in unserem Vaterlande noch nicht solcher Gunst erfreut.

Um nicht zu entnuthigen durch den Mangel an Hülfskenntnissen, um die Leser mühseliger und schwieriger Vorarbeiten zu entheben, soll in der Naturgeschichte der Erde aus dem Gebiete der Physik und der Chemie, wie aus jenem der Mineralogie, das Fruchtbare und Nothwendigste, bestimmt, faßlich und so abgehandelt werden, daß die unmit-

telbare Anwendung auf geologische Beziehungen nie aus dem Auge verloren wird.

Die Quellen, aus denen ich schöpfte, habe ich nur hin und wieder genannt. Destere literarische Nachweisungen würden gegen den Zweck des Werkes, und für Viele lästige und nutzlose Zugaben gewesen seyn. Meine mineralogischen und geologischen Hand- und Lehrbücher können für solche Absichten verglichen werden; aus ihnen ergibt sich, daß es nicht mein Branch ist, ungerecht gegen fremdes Verdienst zu seyn.

Was bei den müßlichen Erörterungen mir so wesentlich zu Statten kam, was diesen einen mächtigen Vorzug verlieh, die reichhaltige und vielartige Demonstration, werde ich bei dem Buche, in so weit es möglich ist, durch Abbildungen zu ersetzen streben. Bilder sind für Schriften wie die, welche ich beabsichtige, eine unentbehrliche Zugabe, sie erklären gar oft mehr, als durch Worte geschehen kann. Mein, seit einigen Jahrzehnden zusammengestellter, geologischer Atlas verspricht für solche Zwecke reiche Ausbeute, und bei sorgfältigster Wahl der Gegenstände, soll stets darauf gesehen werden, daß die Bilder in mehrfacher Hinsicht belehrend und anziehend erscheinen.

Nur eine Bemerkung noch; sie gilt der Vorlesung über Bergbau, der ersten in der Reihe. Ich entwickelte diesen Gegenstand mit besonderer Ausführlichkeit; die Gründe leuchten ein, darum fürchte ich keinen Tadel. Bei andern, mehr allgemein gekannten, Materien, werde ich mich dagegen oft auf bloße Andeutungen beschränken.

Heidelberg, im December 1835.

Erste Vorlesung.

Hülfs-Quellen der Geologie. — Aufschlüsse, durch den Bergbau gewährt. — Näheres über Bergmanns-Arbeiten.

Bei der Frage: wie die Erde, deren Oberfläche vom Menschen bewohnt wird, in ihrem Innern beschaffen sey? sehen wir uns allerdings auf einen, im Verhältniß zum großen Ganzen, sehr beschränkten Kreis von Erfahrungen verwiesen. Wo durch tiefe Thal-Einschnitte, durch Hinwegführungen von Felsmassen, Folgen mehr oder weniger gewaltsamer Katastrophen, Erdbeben, Bergstürze, Gluthen u. s. w., die Erdrinde aufgedeckt worden; wo der geschäftige Bergmann eindrang in die Tiefe, oder überhaupt wo Menschen-Hände thätig gewesen in solcher Beziehung: nur da ist Gelegenheit geboten, sich einige nähere Kenntniß zu verschaffen. — Es gibt Landstriche, in welchen Strom-Ufer die einzigen Stellen sind, wo das Auge des Beobachters bis zu gewisser Tiefe ins Innere hinabreicht. An andern Orten gewähren Mauerartige Abhänge der Meeres-Küste, deren Gestein-Wände auf weite Strecken entblößt sind, die größte Leichtigkeit, um Lage der Massen und Natur der Gebirgsarten zu untersuchen. Wo tobende Wogen und Brandungen stets an steilen Felsen-Randen nagen, da untergraben sie solche nicht selten, und das Mannigfaltige

der Schichten tritt sodann deutlicher hervor. Nicht weniger belehrend sind Steinbrüche, zumal jene, die man weit in Felsmassen hineinarbeitete. Die werthvollsten Stützpunkte geologischer Forschungen aber lieferte ohne Widerrede der Bergbau. Zwischen Geologie und Bergbau haben so viele nahe und mannigfaltige Beziehungen statt, daß letzterer, in der Reihe der Hülfskennutnisse für unsere Wissenschaft, eine der wichtigsten Stellen behauptet. Zudem ist das Gewerbe ganz eigenthümlicher Art; es erfordert, neben unermüdlicher Geduld, neben hartnäckigem Fleiße und beständiger Wachsamkeit, viel Muth und Kühnen Entschluß; sicher wünschen deshalb nicht wenige unter Ihnen einige nähere Aufklärung darüber zu erlangen, und ihre Vorstellungen zu berichtigen. Sie sollen hören, welche Hindernisse zu überwinden, was für Entbehrungen und Beschwerden zu ertragen, was für Wagnisse zu bestehen sind; denn es läßt sich, in solcher Hinsicht, des Bergmanns Handthieren wohl den Fahrten auf dem Meere vergleichen. Man kennt Gegenden, wo von 10,000 Arbeitern, die der Bergbau beschäftigt, jährlich ungefähr sieben ihr Leben in den Gruben einbüßen, und nahe an zweihundert mehr und weniger verstümmelt, oder auf andere Weise beschädigt werden. In gewissen Landstrichen sollen sogar von 250 Bergleuten zwölf bis sechszehn im Jahre ihren Tod in den Gruben finden. — Einige bergmännische Einsicht ist nothwendig, um bei Wanderungen im Gebirge alle Vortheile zu benützen, welche die, durch Gruben aufgeschlossenen, Stellen gewähren. Sie müssen darum den Schauplatz kennen lernen, auf dem man zu einem nicht geringen Theil der werthvollsten und wichtigsten geologischen Ueberzeugungen gelangte. Und wenn Sie demnächst sich in Verwunderung verlieren, über die Metall-Schätze, von der Natur an so vielen Stellen in den Erdtiefen mit verschwenderischer Hand niedergelegt, so werden Sie zugleich staunen, über

Macht, Furchtlosigkeit und erfinderischen Sinn der Menschen, womit sie jene Schätze zu heben und an den Tag zu fördern wissen.

Allerdings wird es schwierig seyn, bei denjenigen unter Ihnen, für welche der Gegenstand gänzlich neu ist, ein getreues Bild zu erwecken, und ich weiß nicht, ob ich mich deutlich genug werde ausdrücken vermögen; denn die Phantasie macht sich nicht leicht eine Vorstellung vom Leben und Treiben in den Tiefen, von allen merkwürdigen Erscheinungen, die mitunter von seltener Größe und Furchtbarkeit sind. — Ein eigenes Gefühl, ein geheimer Widerwille ergreift den nicht Eingeweihten beim Durchwandern der unterirdischen Welt. Der bloße Anblick steiler Leitern, auf denen Menschen sich kühn hinabwagen, um, entfernt von der bewohnten Oberfläche, den Schätzen der Erde nachzugraben, hat für das ungewohnte Auge etwas Entsetzendes; man fühlt sich von Schauer durchbebt, von Schwindel ergriffen. Die neben und über und unter einander vorhandenen, nach mehreren Seiten hin ausgedehnten, Gänge, von denen manche in geheimnißvoller Ferne endigen; die Gewölbe und die hohen Hallen, wie solche in großen, seit undenklicher Zeit betriebenen Bergwerken vorhanden sind; dieses Labyrinth, in dem man ohne Führer sich nicht zurecht finden würde; der matte Schein kleiner dampfender Lampen in den finstern Räumen, und hin und wieder stärkere Lichtmassen, aus denen sonderbare Gestalten, gleich schwarzen Schatten, hervorkommen, um bald wieder zu verschwinden; die Stille, nur unterbrochen von den klirrenden und schrillenden Hammer-Schlägen der Bergleute, die hier ihre Tage in mühsamer Thätigkeit hinbringen, vom Rauschen der Wasser, vom Knarren und Dröhnen der Räder, vom eintönigen Geräusche und Rasseln der Maschinen, bestimmt Erze aus dem Grunde herauszuziehen; dann wieder Erschütterungen, durch unterirdische Explosionen veranlaßt,

einzelne Schüsse, die, gleich starken Kanonen-Schlägen, durch den Wiederhall vervielfältigt werden, bis sie endlich in fernem Beben sich verlieren, oder der Donner einer Mine, welcher langsam in den Rännen fortrollt; die ängstliche Lage, das Widerwärtige und Beklemmende in Gängen, so niedrig, daß man nur sehr gebückt sich fortbewegen kann, und stellenweise zwischen herabgestürzten Trümmern wandeln, und darüber hinaus schreiten muß; das bange Gefühl, ganz nahe über dem Haupte das „hängende Gestein“ zu haben, Felsmassen, die mit ihrem gewaltigen Gewichte drohen; der Schrecken, das unwillkürliche Entsetzen beim Hinabschauen in Weitungen von erstaunlichem Umfang und von furchtbarer Tiefe. Alles trägt dazu bei, einen Anblick zu gewähren, und Eindrücke zu erwecken, die wenige ihres Gleichen finden.

Mit Wanderungen in Bergwerken sind sonach der Anstrengungen, Beschwerlichkeiten und Gefahren gar mancherlei verbunden. Aber diese sollen keineswegs abschrecken, und nicht leicht wird es Jemand bereuen, eine solche „Fahrt“ unternommen zu haben; „Fahren“ ist der allgemeine Ausdruck für Wanderungen in Gruben; der Bergmann „fährt“, wenn er, selbst mit gebücktem Körper, in Gruben hin- und hergeht, wenn er auf steilen Leitern hinab oder aufwärts steigt, er „fährt“, wenn er an Seilen hinunter gelassen, oder herauf gewunden wird. — Der Aufenthalt in der Tiefe ist reichlich belohnend, durch vielseitige Belehrung; und verweilen wir einige Zeit in Gruben, so empfinden wir ein angenehmes, mit Furcht und Sicherheit gemischtes Gefühl.

Auch in psychologischer Hinsicht kann der Besuch von Bergwerken nur lebhaft interessieren. Man lernt eine Volksklasse näher kennen, die ganz abgesondert dasteht; eine Volksklasse, die, obwohl sie in Rännen, welche nie vom Strahle des Tages beleuchtet werden, mühseliger Arbeit Preis erndtet, dennoch ein

freies, fröhliches, harmloses Leben führt, und, bei Ehrlichkeit, Fleiß und Mäßigkeit, ihren besonderen Gebräuchen, und den Trachten, aus alter Zeit abstammend, treu geblieben ist. Sitten-Maler, welche die Spanische Nation ihrer Trägheit wegen angeklagt, hätten den Charakter derselben nicht bloß innerhalb des Reichthums gewisser Städte erforschen sollen, wo die Menschen durch Glend und Bettelerei stumpf und dumm geworden. In den Gebirgen von Estremadura würden sie ein arbeitsames, thätiges Volk gefunden haben, ein Volk, dem die Eroberer von Peru und Mexiko ihre ganze Volkskraft als Erbe hinterließen. — Allerdings stehen dieser Regel auch Ausnahmen entgegen. So hat der rohe, trunkene, von keinem geselligen Bande gefesselte Gruben-Arbeiter Indiens kaum eine Aehnlichkeit mit dem schlichten und dürftigen Europäischen, und namentlich mit dem Deutschen Bergmann, den Jeder mit einer, nicht immer von Bedauern freien, Achtung ansieht. In Süd-Amerika macht die Bergbau-treibende Bevölkerung den unangenehmsten Eindruck, und dieser erreicht im *Cerro de Pasco* (Peru) seine höchste Stufe. Das ganze Treiben und Wesen der Bergleute, so berichtet Pöppig, ihr Unzuverlässiges und Wortbrüchiges, ihre selbstverschuldete Armut bei großer Verschwendung und Liederlichkeit, bewirken, daß man dem Umgange mit Menschen ausweicht, die nur von der Möglichkeit zu reden wissen, einst noch in Silberbarren wühlen zu können, die den Gegenstand ihres Berufes nicht mit der Ruhe von Männern abhandeln, welche nur ihr Geschäft lieben, sondern mit der fieberischen Leidenschaft unglücklicher, für alles Andere abgestorbener Spieler. Ueberfluß an Silber und allgemeine Weichlichkeit des Volkes, hinderte bessere Bildung von Jugend an. Im ganzen Systeme des Bergbaues liegt der Keim moralischer Verderbniß für Gruben-Besitzer, wie für ihre Arbeiter. Die Verstorung des Wohlstandes durch eine Revolution hat allerdings

das Uebel vergrößert; aber schon in alter Zeit galten die „*Mine-ros*“ unter ihren eigenen Landsleuten nicht für die ehrenwertheste Klasse der Bevölkerung. — In Mexiko traut man, nach Burkart's Zeugniß, der Ehrlichkeit des Bergvolkes so wenig, daß Gruben, welche reiche Erze liefern, mit hohen Mauern umgeben, daß eigene Wächter aufgestellt werden. Bei aller Vorsicht ist jedoch die Entwendung von Erzen nicht zu verhüten; die Arbeiter gehen fast entkleidet in die Gruben, sie lassen aber kein Mittel, keine List unversucht, um zu stehlen und das Gestohlene zu verbergen.

Indem ich mich anschicke, die nothwendigsten Betrachtungen über Bergbau einzuschalten, bemerke ich im voraus, daß ich Sie mit mannigfaltigen Kunst-Ausdrücken vertraut zu machen habe; allein diese sollen Ihnen, aus Gründen, welche später einleuchten werden, im Verfolg unserer Unterhaltung wohl zu stat-ten kommen. Bei allen Kenntnissen, die man zu erwerben sucht, ist es nothwendig, daß eine mehr oder weniger neue Sprache erlernt werde. Jede Wissenschaft, jede Kunst, jedes Gewerbe, haben ihre besonderen Ausdrücke, die ihnen entweder eigenthümlich angehören, oder, wenn sie sonst bräuchlich sind, hier nur im gewissen beschränkten Sinne angewendet werden. Man nennt solche Ausdrücke *technische*, nach dem Griechischen, worin das Wort *Techne* so viel sagen will, als Kunst. Das Erlernen dieser Worte ist eine der zu überwindenden Schwierigkeiten; aber diese dürfen nicht einschüchtern, und um so weniger, da jene Worte große Vortheile gewähren. Sie drücken das, was man sagen will, genau und auf kürzeste Weise aus. Wie viele Worte bedürften Maler und Musiker, diese, um die künstlichen Stimmen-Wendungen, die mannigfaltigen Gesang-Verzierungen, jene um die endlosen Abstufungen von Licht und Schatten, und von Farben-Gemischen anzugeben, welche die Wirkungen hervorbringen, die

mit den einzigen Worten Coloratur und Haltung bezeichnet werden. — Der Bergmann redet eine ganz eigene, Andern fremde Sprache; man muß sie inne haben, um sich in sein Wesen zu finden, um sich mit ihm zu verständigen. Darnum kann ich diese Kunst-Ausdrücke nicht vermeiden, selbst auf die Gefahr hin, daß manche unter Ihnen mich der Pedanterei beschuldigten.

Was den Ursprung des Bergbaues betrifft, so will ich bemerken, daß er ins früheste Weltalter hinabreicht; wann die Menschen zuerst Metalle „gruben“, wissen wir nicht. Schon Moses nennt den Thubal Kain einen Meister in Erz und Eisen. Zu den ältesten Bergwerken gehören ohne Zweifel die Asiatischen. Sehr wahrscheinlich entdeckte man gewisse Metalle, namentlich die eblern, in Körnern, in größeren Stücken und in ganzen Massen am Tage liegend, oder nahe unter der Erd-Oberfläche, so daß es bloß des Zusammenrassens bedurfte, oder daß sie mit geringer Mühe gefördert werden konnten. Der Nutzen, den dieselben gewährten, veranlaßte die Aufsuchung der Schätze in der Tiefe. Vieles von dem, was Hiob im XXVIII. Kap. sagt, dürfte auf Bergbau zu beziehen seyn. Aegypten hat Spuren sehr alter Gruben aufzuweisen. Nach Spanien brachten die Phöniciere den Bergbau. Die Geschichte Portugiesischer Gruben verliert sich in den Zeiten der Karthager, Römer und Mauren. In Deutschland hatte man, wie Tacitus berichtet, in der Rhein- und Main-Gegend, bereits im ersten Jahrhundert Silber-Bergwerke. Manche Grubenbane auf dem Harze stammen aus dem zehnten Jahrhundert. Freiberg, die vorzüglichste Bergstadt Sachsens, dürfte zwischen 1168 und 1180 gegründet worden seyn.

Bergbau und Geologie unterstützen sich gegenseitig, und klären einander wechselseitig auf. So wie der Geolog einen großen Theil der gewichtigsten Thatsachen über den Bau unserer Erdrinde den Arbeiten und Wahrnehmungen des Bergmanns verdankt, so

kann dieser gewisse geologische Erfahrungen nicht entbehren, wenn es sich darum handelt, im Gebirge ruhbare Mineralien aufzusuchen, Erze, Edelsteine, Kohlen oder Steinsalz. Wer den einfachen und sichern, von der Geologie vorgezeichneten Weg verläßt, läuft Gefahr, im Lande der Träumereien zu verirren, und das ist besonders bedenklich bei Unternehmungen, die, wie Bergwerke, zu den glänzenden und vielversprechenden, zugleich aber auch zu den kostspieligen, und nicht selten zu den täuschenden gehören.

Seelenleute und Jäger ausgenommen, dürfte es kaum einen Stand geben, bei dem mehr Aberglauben zu treffen wäre, als bei Bergleuten. Die Ursachen sind in der abgeschiedenen Lebensweise zu suchen, in physischen Veranlassungen zu Täuschungen mannigfacher Art, selbst in Gefahren, die zu bestehen sind, im ewigen Kampfe mit den unterirdischen Mächten, mit den Elementen; Vieles muß dem gemeinen Bergmanne räthselhaft bleiben, und selbst die Aufklärung unserer Zeit hat, in manchen Gegenden, die dunkle Furcht vor geheimnißvoll waltenden höhern Naturkräften nicht ganz vernichten können; daher die Sagen von neckenden und verfolgenden Berg-Geistern, von Berg-Kobolden.

Ueber das Auffinden von Metall-Gängen und Erzadern bestehen Erzählungen, die mitunter an das Seltsame und Märchenhafte grenzen. In Spanien sollen Schäfer Silber-Ablagerungen entdeckt haben, indem sie an Stellen, wo Wälder durch Abbrennen gelichtet worden, das geschmolzene Metall auf dem Boden fanden. Die Entdeckung der berühmten Silber-Erze von Potosi in Peru (1545) schreibt man einem Indischen Jäger zu. Er riß einen Stranch aus der Erde, dessen Wurzeln mit Faden und Drähten des reinsten Silbers umschlungen waren, die sich als Ausläufer einer gewaltigen Metall-Masse erwiesen. Ein nach Holz suchender Armer stieß zuerst auf die so reichen Hanswerke von Silber, welche der dürre Boden von Copiapo in Chile umschließt (1852). Inner-

halb der ersten vier Tage waren schon sechszehn Silber-Adern aufgefunden, nach kaum drei Wochen wuchs die Zahl derselben auf vierzig an. Von der Entdeckung der Bergwerke zu Kremnitz und Schemnitz in Ungarn wird erzählt, „daß sie durch erschossene Hasel- und Rebhühner geschehen sey, in deren Eingeweiden man viele Goldkörner, wie bei anderen Thieren Sand, gefunden habe.“ Unfern Brunszwick, in den Nord-Amerikanischen Freistaaten, soll eine sehr reichhaltige Kupferader dadurch aufgefunden worden seyn, daß Vorübergehende in später Nachtzeit an der Stelle blaue Flammen bemerkten, die sechs Fuß hoch vom Boden emporloberten, aber bald wieder erloschen. Beim Nachgraben zeigten sich, wie erzählt wird, mehrere Klumpen von Gediegen-Kupfer. Unter den Siebenbürgischen Bergleuten herrschte der Glaube, daß Flammen, welche man an der Erdoberfläche wahrnähme, das Vorhandenseyn metallischer Adern in der Tiefe anzeigten. — Selbst Born — der sich um das Oesterreichische Bergwesen so wohl verdient gemacht, und als achtbarer Gewährsmann zu nennen ist — erzählt, daß „Flammen-Ausbrüche einer brennbaren Luft“ im Nagy-Alger Walde zur Entdeckung der dortigen reichen Erz-Lagerstätte geführt hätten. In Falun in Schweden, so berühmt durch seine reichen Berge, lebt noch jezt die Volks-Sage, es sey ein Hirsch gefangen worden, dessen Geweih mit einer ockerigen Rinde ganz bedeckt gewesen wäre u. s. w. Wie viel Wahrheit in diesen und andern Geschichten seyn mag, läßt sich leicht ausscheiden; manche überschreiten die Grenze des Glaublichen. — Columbus — der übrigens selbst das Gold als einen der heiligen und geheimnißvollen Schätze der Erde betrachtet zu haben scheint — erzählt, zu seiner Zeit habe bei den Eingebornen auf Hispaniola die aberglaubische Meinung geherrscht, daß, wolle man Gold suchen in den entfernten Gebirgen, man sich an strenge Fasten und andere Entbehrungen halten müsse.

Ein recht auffallendes Beispiel bergmännischen Aberglaubens, und zugleich einen Beweis, wie schwer es überhaupt wird, im Volkswahne festgewurzelte Meinungen auszurotten, gewährt das Orakel älterer Zeit, die Wünschelruthe. In Deutschland, wo dieselbe, so viel man weiß, im eilften Jahrhundert in Bruch gekommen, hat sie nun ihr Ansehen fast gänzlich verloren. Während Einige die Eigenthümlichkeiten der Ruthe für Wirkungen des Zufalls, oder für Selbst-Täuschung ansahen, galten sie Andern schon als phantastische Speculationen, als Betrügereien, bis endlich die Meisten zur Ueberzeugung gelangten, daß der Gebrauch solcher Mittel, um Erze oder Wasser aufzusuchen, dem gesunden Menschen-Verstande und den Natur-Gesetzen widerstreite, daß das Spiel der Ruthe durch niedrige Kunstgriffe, durch Druck und unmerkliche Drehung der Hand-Gelenke, bewirkt werde, daß man derselben jede beliebige Neigung geben könne, ohne daß eine Bewegung der Hand des Ruthenschlägers sichtbar sey. In Frankreich erschien, vor nicht sechsßig Jahren, ein Buch, in dem die Wirksamkeit der Zauberruthe auf das Hartnäckigste vertheidigt, ja mit den Gesetzen des Magnetismus und der Electricität verglichen wurde. Nach dem Glauben gemeiner Bergleute in Cornwall — wo die Wünschelruthe durch einen Spanischen Renegaten eingeführt worden — wirkt sie nicht, sobald man nur den mindesten Zweifel gegen ihre Unfehlbarkeit aufkommen läßt. In gewissen Gegenden des nördlichen Amerika soll die Wünschelruthe noch Anhänger haben; wenigstens war dieß vor nicht langen Jahren der Fall, und man bediente sich ihrer besonders zum Auffuchen von Quellen.

Mit wenigen Worten will ich Ihnen sagen, was es mit jenem Talisman, und seinen geheimnißvollen übernatürlichen Zeichen, für ein Bewenden hatte.

Die Wünschelruthe, *Virgula divinatoria*, ist ein gabel-

förmiger Zweig irgend eines Baumes mit glatter Rinde; in gewissen Gegenden wählte man vorzugsweise Hasel-Ruthen. Bei gehörigem Stande des Mondes geschnitten, sollte der Zweig dienen, um vergrabene Schätze anzuzeigen, um Adern edler Metalle und Lager von Steinsalz zu entdecken, so wie das Vorhandenseyn unterirdischer Quellen. Nicht in Jedermanns Hand äußerte die Ruthe ihre sonderbare Thätigkeit; wie bei Wundermännern, Wälscher-Propheten und Erz-Fühlern war es nothwendig, in gewissen Monaten geboren zu seyn; eine warme weiche Hand kam besonders zu statten. Der Ruthenschläger faßte beide Enden des Zweiges, so daß der Stiel, in dem sie zusammenliefen, aufwärts gekehrt war. An Stellen, wo Erze u. s. w. verborgen lagen in der Tiefe, drehte sich das prophetische Auge der Zauberruthe langsam, und endlich so weit, daß der Stiel seine Stellung völlig geändert hatte, und senkrecht nach unten wies, unverändert auf eine Stelle zeigend, wie die Magnet-Nadel nach Norden. Dabei nahmen Manche, die sich der Ruthe bedienten, gewisse Feierlichkeiten vor; sie zogen einen magischen Kreis, der nicht überschritten werden durfte, sie verbrannten Kräuter und Specereien, sprachen geheimnißvolle Worte, oder lasen selbst Beschwörungs-Formeln ab.

Zu den einfachsten bergmännischen Arbeiten, die gar oft auch bei bloß geologischen Untersuchungen nicht zu entbehren, gehören das Schürfen und das Ueberröschcn. Beim Schürfen wird die Erde, in senkrechter Richtung, geöffnet; so kann man über die Beschaffenheit tiefer liegender Felsarten sich belehren, auch von etwa vorhandenen Erzen oder Kohlen u. s. w. Kenntniß erhalten. Mit dem Ueberröschcn verbindet man die nämlichen Absichten, nur wird die Oeffnung mehr grabenartig und auf größere Länge geführt.

Ins Innere der Gebirge dringt der Bergmann in söhliger oder in mehr und weniger steigender Richtung ein, mit Stöl-

len oder mit Schächten, er teuft Gesenke ab, oder er treibt Strecken. Wir wollen diese verschiedenartigen Baue — zu deren Versinalichung die Figuren 1 auf Tafel I und III bestimmt sind — sogleich näher kennen lernen; zuvor die Bemerkung, daß in der Bergmanns-Sprache unter sößlig so viel verstanden wird, als wagerecht oder horizontal, d. h. wie die Oberfläche ruhigen Wassers, und daß seiger mit senkrecht oder vertikal gleich bedeutend ist, d. h. die Richtung von der Erdoberfläche gegen ihren Mittelpunkt angibt, jene, welche ein aufgehängter gewichtiger Körper, zum Beispiel eine Bleifugel an einem Faden schwebend, annimmt.

Die, als Stollen bezeichneten, Zugänge ins Gebirge — deren Oeffnung am Tage man das Mundloch nennt — haben in der Regel genug Höhe und Weite, um ohne Unbequemlichkeit darin aufrecht zu gehen. Im Rathhaus-Berge im Salzburgerischen mißt ein Stollen, der sogenannte hohe Ausbruch, 12 Fuß Höhe und 7 Fuß Weite. Er wurde ganz mit Schlägel und Eisen betrieben, was, wie wir gleich hören werden, so viel sagen will, als ausgehauen; eine schöne, aber zwecklose Steinmetz-Arbeit. — Die Längen-Erstreckung der Stollen ist mitunter sehr beträchtlich; der tiefe Georg-Stollen auf dem Harze, zieht, die seitlichen Verzweigungen nicht gerechnet, in einer Richtung drei Stunden weit. — Sehr selten sieht man Berge ganz durchbrochen mit Stollen. Am oben erwähnten Rathhaus-Berge geht der berühmte, 10,500 Fuß lange Christoph-Stollen durch den ganzen Berg hindurch, so daß man an seiner Nordost-Seite „aufahren“, an der Südwest-Seite aber „ausfahren“ kann.

Schächte sind senkrechte, oder doch mehr und weniger geneigte Zugänge ins Gebirge, die sich geräumigen Schornsteinen vergleichen lassen. Die Oeffnung eines Schachtes am Tage, heißt

Mundloch, wie beim Stollen; das Uuterste, das Ende im Gebirge, wird als „Eunpf“ bezeichnet.

Zum Hinab- und Hinauffahren in Schächten sind die Vorrichtungen und Anstalten sehr verschieden. In den häufigsten Fällen dienen einfache, seltener Doppel-Leitern (Fig. 5, Taf. II), Fahrten, wie man sie nennt. Die Doppel-Leitern werden unter andern im Salzwerke bei Hallein getroffen, dessen denkwürdige Verhältnisse wir demnächst ausführlicher kennen zu lernen haben. — Andere Schächte sind durch Treppen zugänglich gemacht, durch Stufen, die in den Fels gehauen, auch gemauert oder gezimmert werden. Im letztern Falle dienen starke Balken als Tritte.

Es gibt nicht viele Gruben, wo Stiegen bis hinab ins Tieffle reichen. Zu Falun in Schweden führen bequeme, mit Geländern eingefasste, Holz-Treppen, in eine Tiefe von 1200 Fuß. Hier findet man das Versammlungs-Zimmer der Berg-Beamten, in welchem sich dieselben berathen, wenn sie das Werk untersuchen. Die runde Weitung ist mit Holz-Getäfel versehen; um den Tisch sind Bänke angebracht, ein Eisen-Leuchter hängt von der Decke herab. Nach alt herkömmlicher Sitte, mußte jeder Schweden-König, einmal wenigstens während seiner Regierung, jenen unterirdischen „Saal“ besucht haben. Viele Namen gekrönter Häupter sind hier zu lesen. — Pferde, die bei den unterirdischen Arbeiten gebraucht werden, können auf jenen Treppen, ohne auszugleiten, sicher hinab und in die Höhe kommen. — Im Lezko-Schachte zu Wieliczka ließ August der Dritte, König von Polen, als er das Werk besuchen wollte, um des Gefahrvollen und Mühseligen enthoben zu seyn, eine Wendeltreppe von 470 Stufen anlegen. Auch in mehreren Ural'schen Gruben „fährt“ man auf Treppen in die Tiefe.

Das Hinunterlassen in Schächte, wie das Heraufziehen aus

denselben, mittelst starker Seile, oder Eisen-Ketten, welche durch Haspel (Fig. 6, Taf. II), auch durch Dampf-Maschinen bewegt werden, gehören zu den weniger allgemein bräuchlichen Weisen. Bei der Fahrt auf dem Knebel, wie solche unter andern in den Steinkohlen-Gruben unsern Zwickau im Brauche ist, sitzt der Bergmann auf einem runden, am Seile befestigten, Holzstück. (Fig. 6, Taf. II). In Ungarn, Böhmen und Galicien bedient man sich, zum Ein- und Ausfahren in seigeren (senkrechten) Schächten, der Gruben-seile, woran sogenannte Knechte befestigt sind. Ein Knecht besteht aus zwei starken Leder-Gurten, einer derselben gibt den Sitz ab, der andere bildet eine Art Lehne, an welcher der Rücken ruht. In Ungarn hängen drei, zu Wieliczka sogar zehn solcher Knechte übereinander am Treibseile, in gegenseitigen Entfernungen von sieben bis vierzehn Fuß. Die im obersten und im untersten Knechte Sitzenden leiten die Fahrt, und müssen alles Anstreifen an der Schacht-Zimmerung zu hindern suchen; denn blieb man an einem Nagel, an einem Brette hängen, so wäre die Rettung vom Sturze in Tiefen von 1400 bis 2100 Fuß, als der seltenste Glückszufall zu betrachten. — In den Kohlen-Gruben bei Lüttich, und an andern Orten, fährt man in Tonnen hinab und hinauf, oder in kleinen Rollwagen (Fig. 4, Taf. II)*. — Die letztern Arten des Einfahrens haben nicht selten Unglücksfälle zu Folge. In einer der Lütticher Gruben kamen im Jahre 1835 acht Arbeiter um. Sieben waren bereits in der Tonne, ein achter Bergmann eilt hinzu, und springt, der Einreden ungeachtet, um die Fahrt gleichfalls mitzumachen, noch hinein, durch übermäßige Last zerreißt das Seil, Alle stürzten rettungslos dem Abgrunde zu. — Auch in den Schwedischen Bergwerken fahren die Arbeiter, um das mühsame Hinabsteigen auf Leitern zu ver-

* Die Rollwagen, Hunde wie man sie nennt, dienen auch, um Erze durch Stößen an den Tag zu schaffen.

meiden, sehr gewöhnlich in starken, mit Eisen-Keisen beschlagenen, Tonnen in die Tiefe (Fig. 3, Taf. III). Von vorspringenden Felsmassen wissen sie ihr kleines Fahrzeug mit eigener Geschicklichkeit abzuwenden, um zu verhindern, daß dasselbe an Gestein-Wände geschleudert werde. Oft sieht man Frauen oder Kinder, die in den Gruben Beschäftigung finden, auf dem schmalen Rande schwankender, sich drehender und schwingender Tonnen, stehen, einen Arm um das Seil geschlungen. So groß ist die Macht der Gewohnheit, daß Frauen sorglos stricken beim Hinabsenken in den furchtbaren Schlund, oder bei der Auffahrt, ohne im mindesten die widrigen Zufälle zu scheuen, und die Gefahr in der sie zwischen Luft und rauhen Felswänden schweben. Man erzählt von einer Jungfrau, die, 1785, allein aus der Grube hinauffuhr. Das Mädchen, unfähig die Tonne zu regieren, konnte nicht hindern, daß diese gegen eine Felsenspitze stieß und umstürzte. Die Unglückliche wurde herausgeschleudert, und fiel auf einen andern Felsen-Vorsprung, wo sie, 100 Fuß über dem Boden, der äußersten Gefahr Preis gegeben, hängen blieb. Man denke sich das Qualvolle der hilflosen Lage. Und in dieser schwebte die Unererschrockene, an den Felsen sich anklammernd, eine halbe Stunde. Bei der geringsten Bewegung würde sie in die schroffe Tiefe niederschmettert worden seyn. Endlich gelang es einigen entschlossenen Arbeitern, indem sie ihr Leben bei der halsbrechenden Unternehmung auf's Spiel setzten, das Mädchen aus seiner Todespein zu befreien. — Pferde, deren man zum Treiben der Maschinen in den Gruben bedarf, werden zu Falun auf ähnliche Weise, wie die Menschen hinab und wieder heraufgewunden. In einigen Schwedischen Bergwerken finden sich, in Tiefen von 960 Fuß und mehr, in festen Fels gehauene Pferdeställe, und selbst unterirdische Schmieden; denn die Thiere kommen nur einige Mal im Jahre an das Tageslicht, aber sie sind wohlgenährt und von ihrem

muntern Wiehern ertönen Hallen und Gewölbe. Auch in den Lütticher Steinkohlen-Bergwerken, und in jenen des Ländchens der Heiden bei Aachen, leben viele Pferde in den Gruben, welche den Tag nie wieder zu sehen bekommen.

Es wäre hier der Ort, von der eigenthümlichen Art des Einfahrens auf sogenannten Rutschern zu reden, wie man sich deren in gewissen Salz-Bergwerken bedient; da ich aber die Absicht habe, später von den verschiedenen Gewinnungs-Weisen des Steinsalzes so ausführlich zu handeln, als unsere Zwecke es zulassen, so spare ich bis dahin die Erklärung der Rutschen.

Stollen und Schachte erfordern, wie begreiflich, bei weitem mehr Kunst der Bearbeitung, als offene Baue, Tagebaue, das heißt solche, die gewöhnlichen Steinbrüchen gleich betrieben werden; darum bleibt es sehr merkwürdig, daß, schon in früher Zeit, selbst bei Nationen, die auf niederen Ausbildungsstufen standen, Bergbau in verdeckten Gruben geführt wurde. Wir wissen, daß die Könige Aegyptens, an der Grenze von Aethiopien, Gruben in Felsen aushöhlen ließen. Der durch seine, das gesamte Gebiet der Schöpfung und des Wissens umfassende, Schriften so berühmte Römer, Plinius der ältere, welcher im Anfang der christlichen Zeitrechnung lebte, redet sehr bestimmt von Stollen und Schachten. In Portugal wurden, in Zeiten, wo noch kein Pulver die Arbeiten des Bergmannes erleichterte, nicht nur ganze Gebirgs-Berge mit Stollen und Schachten „durchlöchert“, sondern man findet dieselben oft, nach W. von Eschwege, durch reinen Abbau mächtiger Erz-Abern, von oben bis unten gespalten. Ja, was noch auffallender, die Ur-Bewohner Sibiriens, die Tschuden — deren Gruben-Baue, schon zur Zeit der Russischen Einwanderung, als Gegenstände von durchaus unbekanntem Ursprunge galten — hatten wohlverzimmerne Schachte; sie dürften, in alten Tagen,

den Bergbau ziemlich in derselben Art geführt haben, wie solches noch zu heutiger Zeit geschieht.

Um Schachte herum, und vor den Ausgängen von Stollen, entstehen, durch die aus den Gruben gebrachten, und zur Seite gestürzten, Gestein-Massen und Bruchstücke, die unter dem Namen *Halden* bekannten Haufwerke. Im Verlauf der Jahre wachsen sie zu Hügelu an; manche, aus älteren Zeiten abstammende, Halden sind bewachsen, einige tragen selbst große Bäume. Für Mineralien-Sammler zeigen sich viele Halden als sehr ergiebige Fundstätten; ich will nur der ungeheueren Halden von Urendal in Norwegen gedenken, deren Schutt nach und nach von oben bis unten durchwühlt, und in dem wahre Schätze aufgefunden wurden.

Nachdem wir uns über Schachte und Stollen verständigt, wird die Erklärung von Gesenken und Strecken leicht seyn. Ein *Gesenke* ist ein abwärts geführter bergmännischer Bau, in Form und Richtung den Schachten gleich, nur daß er nicht vom Tage an, sondern von einem Stollen, oder von einer Strecke aus getrieben wird. Unter *Strecken* versteht man Baue von Stollen-Gestalt, die nicht zu Tag gehen, sondern in einem Stollen, oder in einem Schachte ihren Anfang nehmen, „*im Innern*“. (Fig. 1 auf Taf. I hat mehrere Gesenke und Strecken aufzuweisen). Hin und wieder hat man Strecken für unterirdische Schifffahrt eingerichtet. Dieß ist unter andern der Fall im Glaukthaler Reviere auf dem Harze. Um die Förderung, d. h. den Transport der Erze von einer Grube zur andern zu bewirken, wurde, in ungefährl 270 Fuß Tiefe, im festen Gestein, auf mehr als 16,000 Fuß Länge und in möglichst gerader Richtung, die „tiefe Wasser-Strecke“ getrieben. An Ketten, welche in der Decke befestigt sind, werden die Kähne hin- und hergezogen (Fig. 3 auf Taf. V).

Ehe wir weiter gehen, kann ich mich nicht enthalten, einige Augenblicke bei dem Gegenstande zu verweilen, welchen die erste Figur auf Tafel I darstellt. Es ist ein Profil, ein Riß im Durchschnitt, von mehreren Gruben unsern St. Andreasberg, durch die so wichtige Thatsachen aufgedeckt worden*. Mit gutem Grunde gab ich, unter mehreren Profilen, die zur Erläuterung der verschiedenartigen bergmännischen Baue geeignet gewesen wären, diesem den Vorzug. — In 1852 Pariser Fuß Höhe über dem Meeres-Spiegel, und 1781 Fuß niedriger, als der erhabenste Punkt des Brockens, liegt die Oberharzer Bergstadt St. Andreasberg. Die Gegend ist gebirgig, hat tiefe Thäler, und den Thonschiefer, welcher die nächsten Berge zusammensetzt, findet man mit Erze-führenden Gängen nehartig durchweht. Seit länger als drei Jahrhunderten ist Andreasberg berühmt, durch ergiebigen Silber-Bergbau, der hier getrieben wird. Aber nicht die „Edelkeit“, nicht der Erzeichthum allein, verleiht jenen Gängen so seltene Auszeichnung; es ist vielmehr die überraschende Mannigfaltigkeit von Mineralien, welche sie führen, und die unter den interessantesten und wichtigsten gegenseitigen Verhältnissen mit einander verbunden, in einander gedrängt erscheinen. In Spalten, deren größte Breite selten mehr als einige Fuß beträgt, die häufig weit schmaler sind, aber, so viel man bis jetzt schon weiß, über 2485 Fuß in die Tiefe hinabreichen, auf solchen engen Räumen werden die vielartigsten Mineralien vereinigt getroffen. In manchen Fällen nahmen die Ganglagen mehr und mehr an Breite ab, je weiter sie gegen die Tiefe verfolgt wurden, bis dieselben endlich im Gestein, im Thonschiefer, sich gänzlich zu verlieren schienen. Seit neuerer Zeit, seit der Bergbau

* Die Zeichnung verdanke ich Herrn Marzscheider Strauch in St. Andreasberg.

des belebenden Einflusses geologischer Folgerungen sich zu erfreuen hat, schrecken Erscheinungen der Art nicht mehr ab; man geht jenen feinen Schnüren in die Tiefe nach, und findet, daß sie, allmählig sich wieder vereinigend, den vorigen Gang auf's Neue bilden und auch wieder reiche Erze führen. Die, unter den Namen Katharina Neufang, Samson und Gnade Gottes bekannten, Gruben — in unserem Profile sind es die drei ersten von der Linken zur Rechten, die mit den Buchstaben a, b und c bezeichneten * — bauen zumal auf dem „Samsoner Gangzug“; er ist der hauptsächlichste, und zugleich der, welcher der Stadt Andreasberg am nächsten liegt. Rothgültigerz, stets von Gediegen-Arsenik begleitet, das in Lagen damit wechselt, auch das edle Erz einer Schale gleich umschließt, ferner Gediegen-Silber, Antimon-Silber, und mehrere andere Silbererze, sodann verschiedene Kupfer, Eisen-, Blei-, Zink-, Antimon-, Kobalt-, Nickel- und Arsenik-Erze werden auf den Andreasberger Gängen getroffen. Die Gangarten sind Kalkspath und Quarz. Wer kennt nicht die Andreasberger Kalkspathe, die Zierden aller Sammlungen? Die Kalkspath-Drusen, aus diesen Gängen entnommen, waren in früheren Zeiten oft von so auffallender Größe, daß sie wiederholt geschildert und abgebildet wurden, ein Beweis, wie hoch man dieselben schätzte. Die Rothgültigerze, welche recht eigent-lich bei Andreasberg zu Hause sind, zeichnen sich aus durch Deutlichkeit und Größe der Krystalle, wie durch Schönheit der Farbe. „Der Stoß blutet“, sagt der Bergmann, wenn er eine Stelle anhaut, wo Rothgültigerz vorkommt. In der ersten Hälfte des achtzehnten Jahrhunderts zumal gewann man hier Rothgültigerz-

* Die Gruben, bei welchen die Buchstaben d und e zu lesen, sind jene, welche die Namen Bergmannstrost und St. Andreaskreuz führen.

Stufen von hohem Werthe und von seltener Größe. Eine derselben, in etwa 1400 Fuß Tiefe gefunden, wurde auf mehr als 1600 Thaler geschätzt. Ihr Inneres bestand aus dem schönsten Rothgültigerz, der innere Raum war ganz von Gediegen-Silber erfüllt. Das Gewicht der Stufe betrug bei 100 Pfund. — Als seltenere Erscheinungen haben die Gänge, welche uns beschäftigen, Flußspath und Barytspath (Schwerspath) aufzuweisen; was jedoch vor Allem interessant und noch ungewöhnlicher, das ist die Anwesenheit mehrerer sogenannter zeolithischer Substanzen, wie Sarmotom (Kreuzstein), Stilbit, Analcim, Mesotyp; und mitten zwischen diesen Mineralien, durch sie festgehalten, von ihnen getragen, erscheinen kleine Brocken des Gebirgs-Gesteines, des Thonschiefers. So sieht man namentlich Thonschiefer-Brockenstücke verkittet durch die zierlichsten Stilbit-Krystalle. In allen jenen Substanzen gefellte sich endlich, was besondere Beachtung verdient, im Tiefsten der Grube Samson, wo man gegenwärtig bant, Apophyllit in großen, wohl ausgebildeten Krystallen, theils wasserhell, theils von schönster rother Farbe. Manche Kalkspath-Krystalle erscheinen bedeckt mit krystallinischer Apophyllit-Rinde, und auf dieser sitzen wieder deutliche Flußspath-Oктаeder. — Bei einiger Kenntniß der chemischen Natur, der innern Zusammensetzung, jener so verschiedenartigen Mineralkörper, welche in den Andraasberger Gangräumen sich verbunden finden, kann das höchst Verwickelte chemischer Thätigkeit nicht entgehen, die hier so wunderbar und geheimnißvoll gewirkt. Sie Alle, das darf ich erwarten, sollen diese Erscheinungen nicht theilnahmslos lassen. Es werden dieselben an Interesse und an Deutlichkeit gewinnen, wenn ich später das Vorkommen der Erze und anderer Gang-Erzengnisse abhandle. In jedem Falle wurden wir abermals daran erinnert, wie wichtig der gegenseitige Einfluß von

Bergbau und Geologie ist. Ohne Bergbau wäre das, was hier in den Tiefen verborgen liegt, unaufgedeckt geblieben; von der Geologie haben wir mehr genügende Auskunft über die angegebenen Phänomene zu hoffen. Noch ist, ich darf Ihnen dieß nicht verschweigen, gar manches Problem in jenen dunkeln Werkstätten der Natur, das man keineswegs so schnell entziffern kann. Je mehr man über das seltsame Beisammenseyn so vielartiger Mineralien nachsinnt, um desto mehr häufen sich Zweifel und Räthsel. Die Andreasberger Gegend bleibt ganz besonders wichtig. Mehrere Thatsachen vereinigen sich, um gewisse Vermuthungen über die Frage: woher die Wirkungen entsprangen? zu begründen. Aller Wahrscheinlichkeit nach stehen die denkwürdigen Phänomene der Erz-Lagerstätten im Zusammenhange mit der Natur dieser oder jener unter den dortigen Gesteinmassen, die wir demnächst genauer zu betrachten haben. — Wegen des, auf dem Profil vorkommenden, und gewiß den meisten unter Ihnen nicht verständlichen Ausdruckes: „Ruschel“, hier die vorläufige Bemerkung, daß man auf dem Harze, und besonders zu St. Andreasberg, Klüfte, die mit mildem Thonschiefer erfüllt sind, Ruscheln nennt. — Nach dieser kleinen Abschweifung wende ich mich wieder zu unserer, die allgemeinen Bergbau-Verhältnisse betreffenden, Betrachtung.

Die auf den Bergbau angewandte Geometrie, die unterirdische Meßkunst, das Marktscheiden, lehrt den Bergmann seine Arbeiten, mit so bewunderungswürdiger Sicherheit, auf gewisse Punkte richten, daß — ein kühnes, in früheren Zeiten vielleicht kaum denkbares, Vornehmen — der Betrieb eines Stollens von zwei einander entgegengesetzten Seiten zugleich statt haben kann. Von beiden Seiten dringt man gegen das Innere vor, und weiß die Sache so wohl zu berechnen, daß man im voraus des Punktes gewiß ist, wo die gegen einander getriebenen Baue zusammen

treffen müssen. In der Bergmanns-Sprache nennt man eine solche Arbeit — die begreiflich sehr geeignet ist, weitgreifende Unternehmungen zu beschleunigen — Gegenörter treiben.

Erzmassen, die sehr in die Länge erstreckt sind, welche eine große Ausdehnung, und dabei bedeutende Mächtigkeit, d. h. Dicke, haben, wie solches namentlich der Fall bei den Eisen-Ablagerungen in Schweden und Sibirien, werden unter ganz offenem Himmel abgebaut (Tagebane). Die riesenmäßigen Gruben zu *Danne mora*, eines der ältesten und berühmtesten Schwedischen Eisen-Bergwerke, dessen Ruf, durch Berichte vieler Reisenden, im fernem Auslande verbreitet worden, so wie die, durch ihren Eisen-Reichthum gleichfalls sehr bekannten, Gruben von *Perksberg*, gewähren besonders sprechende Beispiele. Am Rande der Gruben von *Danne mora* stehend (Fig. 2, Taf. III)*, von schwindelnder Höhe herab, übersieht man deren ganze Weite, und blickt, mehrere hundert Fuß tief, auf den Boden. Eine Viertelstunde reicht kaum hin, die furchtbare Gruft zu umgehen. Schwarze senkrechte Felswände begrenzen den Abgrund; an nicht wenigen Stellen ragen gewaltige überhängende Massen drohend hervor, und aus den Höhlungen des Bodens lodern zu Zeiten Flammen auf, die vom *Genersehen* herrühren. (Was unter *Genersehen* zu verstehen sey, soll sogleich erläutert werden). Das Ansehen des Ganzen muß, wie leicht zu denken, und nicht bloß bei Neulingen, Schrecken und Grausen erregen. Und diese Tiefe ist belebt von arbeitenden Menschen; denn man muß hinuntersteigen, oder sich hinabsenken lassen, um zu den Eingängen der unterirdischen Gruben zu gelangen. Bühnen, auf Rüstbäume gestützt, überragen den Abgrund; an diesen sind die Vorrichtungen zum Hinablassen und Herauswinden der Tonnen angebracht. —

* Nach C. Gillbergs Zeichnung.

Das Großartige des Eindruckes, von dem das Gemüth beim Besuche der Persberger-Gruben sich ergriffen fühlt, steigert die Bewunderung bis zur Ehrfurcht. Uehuliche Scenen dürften sich an nicht vielen Orten darbieten. Am Rande des Abgrundes, aus welchem die Erze der Hauptgrube hervorgezogen werden, betritt man eine Art Plateform, ein wundersam vorgerichtetes Banwerk; es enthält die Maschinerie und ragt über den furchtbaren Schlund hinaus. So weit das Tageslicht reicht, ungefähr 525 Fuß kann man hinabsehen; das Tiefste ist in Dunkelheit gehüllt. Gewaltige Eimer, an klirrenden Ketten hängend, gehen auf und ab. In der Tiefe sind Arbeiter zu erkennen, wie sie die Fahrten auf und niedersteigen; bei der großen Entfernung stellen sie sich als Zwerge dar (Fig 1, Taf. IV)*. Die in den Abgrund führenden Leitern sind nicht von Felsen-Vorsprung zu Felsen-Vorsprung angebracht; sie reichen, ohne Unterbrechung, bis in die Tiefe, indem die Neigungen der Gestein-Wände, und ihren bald ein- bald auspringenden Winkeln, folgen. Gleiten die Füße aus, so schwebt der Hinabsteigende, mit den Händen sich auklammernd, über dem schwarzen Schlund. Was die Gefahr vermehrt, ist der Umstand, daß die Leiter-Sprossen mit feuchtem Lehm, auch mit Eis bedeckt, und dadurch so schlüpferig und kalt sind, daß, wenn die Füße den Dienst versagen, man den erstarrten Händen allein nicht wohl vertrauen darf. Je weiter abwärts, desto mehr nimmt das Eis zu, so daß es, um die Gruben davon zu befreien, in Eimern hinaus geschafft werden muß. Stellenweise liegt das Eis 90 Fuß hoch; es bildet wahre Gletscher, die durch keinen Wechsel äußerer Temperatur vermindert werden. — Sehen Sie diese Thatsache nicht als im Widerspruche an, mit der, später ausführlich zu schildern den, Zunahme der Wärme in Gruben je tiefer diese sind. Die

* Zeichnung von E. D. Clarke.

Leonhard, popul. Geologie, Bd. 1.

Erscheinung zu Persberg erklärt sich, wie wir hören werden, ganz naturgemäß *. — Auf dem Boden der Gruben angelangt, wird der Besuchende von seinem Führer, durch mächtige Eis-Regionen hindurch, in gewölbte Räume geleitet. Manche dieser Weitungen, dieser ungeheuern Felsen-Gewölbe, sind so bedeutend, daß fünfzig Bergknappen darin gleichzeitig arbeiten können (Fig. 2, Taf. IV) **.

Zur Gruben-Beleuchtung, zum Erhellten der dunklen Räume, wendete man zuerst Fackeln an, Kien-Spähue, Bündel dünner, leicht brennender Stäbe; später wurden diese ziemlich allgemein durch Talglichter, oder durch Lampen ersetzt. In den Gruben, welche, wie aus dem Vorhergehenden erinnerlich, die Könige Aegyptens an der Aethiopischen Grenze in Felsen ansöhöhlen ließen, hatten die Arbeiter „Lichter an der Stirn“, und noch heutigen Tages trägt man im Mansfeldischen die Beleuchtung am Schachthute (Kopf-Bedeckung der Bergleute), und eben so in Mons beim Befahren der Schachte.

Die Gruben werden theils in so harten Fels gehauen, daß dieselben dem Drucke des, sie nach allen Seiten umgebenden Gebirges nicht weichen; man sagt sodann: „sie stehen im Festen“, oder „im Ganzen.“ Andere Gruben aber sind von milder harten Gesteinen umschlossen, ihre Wände, ihre Decke vermögen dem Drucke des Gebirges nicht zu widerstehen, sie bedürfen künstlicher Unterstüßung, und müssen ausgezimmert, oder ausgemauert werden; nur so vermag man dieselben zu erhalten, und zugleich das Leben der Arbeiter zu sichern. Eine der einfachsten

* Auch steht die Thatfache keineswegs vereinzelt da. In den Eisenstein-Gruben von Dannenwora ist die Eis-Bildung so groß, daß man Massen von 90 bis 120 Ellen Dicke trifft. Hiervon, so wie vom „verrennenden Eise“ in den Gruben zu Ehrenfriedersdorf im Sächsischen Erz-Gebirge, das Weitere, wenn wir die Lehre von der innern Erd-Wärme abhandeln.

** Nach einer Zeichnung von Martin in Stockholm. — Ich beziehe mich, was die Einzelheiten betrifft, auf Hausmanns und Clarke's Mittheilungen.

und haltbarsten Zimmerungs-Weisen für Schachte, ist jene, die aus starken, dicht auf einander gelegten, und an den Enden ineinandergesugten Stämmen, nach Art des gewöhnlichen Blockhaufer-Baues, aufgeführt wird. — Damit größere, in der Tiefe ausgeweitete, Räume nicht zusammenbrechen, bleiben einzelne starke Gestein-Massen stehen, und dienen als Stützen, so wie in Gothischen Hallen gewaltige, vom Boden emporsteigende, Pfeiler die Decke tragen. — Wo Gruben-Gebäude regellos geführt werden, wo man unvorsichtig sehr große Räume ausweitet, und die nöthigen Pfeiler wegsprengt, auch für Unterstützung des Ausgebaunenen nicht auf andere Weise Sorge trägt, da entstehen nicht selten Einstürze; es bilden sich an der Gebirgs-Oberfläche mehr und weniger tiefe und große Höhlungen, Kesseln ähnliche Schlünde, *Pingen*, wie sie der Bergmann nennt. Eine furchtbare Katastrophe der Art hatte zu *Falun* in Schweden statt. Die dasigen Kupfergruben gehören zu den ältesten dieses Landes; die frühesten Urkunden reichen bis zur Hälfte des vierzehnten Jahrhunderts, und Sagen gemäß, wie solche beim Volke in Schweden noch fortleben, soll schon zu Salomo's Zeit Kupfer von Falun nach Jerusalem geliefert worden seyn. — Ehedem wurde hier der Bergbau höchst unordentlich und in verschwenderischer Art betrieben. Gegen Ende des siebenzehnten Jahrhunderts stürzten plötzlich die Felswände am Eingange des Bergwerkes zusammen; das furchtbare Krachen war im Umkreise mehrerer Stunden hörbar. Es entstand eine Tages-Öffnung, eine *Pinge* von solcher Größe, wie man sie bis dahin nicht kannte (Fig. 2, Taf. I und Fig. 3, Taf. III). Sie hat 1200 Fuß Länge, eine Breite von 600 Fuß, und stellenweise reicht der Bruch nahe an 700 Fuß abwärts. Der Anblick ist schauerlich. Man steht, durch Geländer geschützt, am Rande der ungeheuren Gruft, und sieht mit Erstaunen in die weite finstere Tiefe hinab. Dunkel gefärbte, schroff abgebrochene, Seiten-Wände gehen

aufangs senkrecht nieder, sodann fallen sie allmählig gegen die Mitte. Hin und wieder zeigen sich Spuren vormaliger Gruben-Gebäude. — Daß bei dem schrecklichen Ereignisse Niemand ungekommen, daß die Grube gerade von Menschen leer gewesen, muß als seltenes Glück betrachtet werden. Der Vorsteher des Werkes soll das Ereigniß geahnt haben. Er befahl die Arbeiten einzustellen. Allein da mehrere Tage verstrichen, ohne daß etwas Ungewöhnliches eintrat, so versammelten sich die, für den Augenblick brodlosen, Bergleute, entschieden ihr gewohntes Geschäft fortzusetzen, mit ihren Geräthschaften versehen, an Ort und Stelle, um einzufahren; da wankte plötzlich der Boden unter ihren Füßen. — Diese große, 1687 entstandene, Pinge wird von Zeit zu Zeit durch Einstürzungen erweitert. — Auch in Peru — wo Bergwerks-Gesetze wenig beachtet wurden, wenn die Gewinnsucht der Gruben-Eigenthümer ins Spiel kam, — stürzten nicht weniger Gruben theilweise ein, während andere ganz zusammenbrachen. Solche versunkene Stellen sind weiten Kratern zu vergleichen. Sehr viele Menschen fanden in denselben ihr Grab; man kennt einzelne Beispiele, wo hundert Arbeiter zugleich verschüttet wurden.

Wie kühn übrigens das Gewerbe macht, welches Vertrauen der Bergmann in Festigkeit und Tragkraft von ihm durchbrochener Gesteine setzt, wie sicher er sich, bei gehörig angebrachter Zimmerung und Mauerung, in seinen Tiefen glaubt, davon zeugt nicht nur der Umstand, daß manche Bergstädte, wie unter andern Freiberg im Erzgebirge Sachsens, Klausthal und Andreasberg auf dem Oberharze, von Grubenbanen „unterfahren“ werden — d. h. es ziehen diese unter ihnen hin — und daß innerhalb der Ringmauern solcher Orte Schachte niedergehen, sondern daß man Städte kennt, wie Schemniz und Wieliczka, deren Boden ganz untergraben, ausgehöhlt ist. Einen der denkwürdigsten Beweise finden wir ferner in jenem Grubenbau, der unter dem Meeres-Boden geführt wird,

im submarinischen Bergbau; denn nicht bloß auf Bergen, in Thälern und in ebenen Landstrichen versucht der Bergmann sein Glück, manche Cumberland'sche Steinkohlen-Werke, mehrere Zinn- und Kupfer-Gruben in Cornwall werden, auf beträchtliche Weite, unter dem See-Boden betrieben *. In der Grube *Huel Cock* im Cornwall'schen Kirchspiele St. Just — in neuester Zeit mußte man sie drohender Gefahr halber verlassen — hatten die Arbeiter stellenweise nur achtzehn Fuß dicke Felsmassen zwischen sich und dem Wasser. Bei heiterem Wetter hörten dieselben, auch in den tiefsten Räumen das Spiel der Wellen; zur Sturmzeit war das Tosen und Brüllen des Oceans, das Aneinanderschlagen hin- und hergeworfener Felsblöcke, furchtbar. An einer Stelle, wo die Erze sehr reich befunden worden, ließen sich die Bergleute Unvorsichtigkeit zu Schulden kommen, so daß, zwischen Gruben und Meeres-Boden, bloß eine vier Fuß starke Felsendecke blieb. Hier vernahm man das Brausen und Heulen der Wogen in solcher Weise, daß die Arbeiter, den Einbruch der Wasser fürchtend, zu mehreren Mälen die Flucht ergriffen. Eine andere Cornwall'sche Grube, die *Levant-Mine* am Vorgebirge Land'send, welche fortdauernd reiche Ausbeute an Zinn und Kupfererzen gibt, befindet sich der Küste ganz nahe. Ihre Schachte hatten im Jahr 1834 bereits 960 Englische Fuß Tiefe erreicht, und die, von denselben aus getriebenen, Strecken drangen über 900 Fuß unter dem Meeres-Boden vor. Das seltsamste Unternehmen der Art, was Manche für erdichtet halten dürften, wurde 1778, unfern des Hafens von *Penzance*, mitten im Meere ausgeführt. Bei sehr niederem Wasser trat ein Vor-

* In wiefern der Bergbau auf *Siphnos*, von dem *Pausanias* redet, und jener auf dem kleinen Eilande *Kalki*, dessen *Aristoteles* gedenkt, im strengen Wortsinne unterhalb des Meeres-Bodens geführt worden, möge unentschieden bleiben. Es wären dies Beispiele von submarinischen Gruben aus einer sehr frühen Zeit.

phyr-Fels, welchen reiche Zinnerz-Adern durchzogen, aus den Fluthen hervor. Die Stelle lag 120 Klafter vom Ufer. Winde verursachten, selbst im Sommer, heftige Brandungen; in den Winter-Monaten schlug das Meer mit solcher Gewalt über den Felsen hinweg, daß jeder Versuch, hier Erze zu gewinnen, fruchtlos schien. Gegen alle diese Hindernisse unternahm ein Einzelner den Kampf, Thomas Curtis, ein armer Bergmann, dessen Muth und Unternehmungsgeist hohe Achtung verdient. Drei Sommer wendete er an, um einen Schacht niederzuschlagen. Nur zwei Stunden waren täglich zur Arbeit geeignet, und jedes Mal, wenn das Werk von Neuem begonnen wurde, fand sich die Grube voll Wasser, welches ausgeschöpft werden mußte. Curtis umgab seinen Schacht mit einem 20 Fuß hohen Bretter-Aufsatz, der durch starke Eisen-Stäbe gestützt, und für Wasser undurchdringlich gemacht wurde; nun konnten weder Brandungen, noch die, mitunter zu 18 Fuß Höhe ansteigenden, Fluthen, ihm etwas anhaben. Eine Holzbrücke wurde errichtet, zur Verbindung des Felsen mit dem Ufer (Fig. 1, auf Taf. V, nach einer Zeichnung von J. Hawkins). Längere Zeit gab dieses Werk, wie man früher kein ähnliches in Cornwall gekannt, beträchtliche Ausbente. Die Zinnerz-Lagerstätte war nicht erschöpft, als ein Amerikanisches Schiff, das sich von seinen Ankertauen losriß, gegen Gebäude und Maschinerie geschleudert wurde. Alles versank in den Abgrund. — Nicht undenkbar ist, daß submarinische Gruben, in sehr ferner Zukunft, wenn einst die Erzlagerstätten des festen Landes mehr oder weniger erschöpft seyn sollten, eine neue Epoche in der Geschichte des Bergwesens bilden können, daß man sich den Tiefen unterhalb des Oceans zuwenden werde, um Metall-Schätzen nachzugraben.

Aber es gibt noch andere Schwierigkeiten, die der Bergmann zu überwinden, und Gefahren, welche er zu bekämpfen hat, so daß

man wohl sagen kann: er liege mit sämmtlichen Elementen im Streite*. Daher auch das in Wahrheit Bedeutungsvolle des bergmännischen Grusses, des frommen Wunsches: Glück auf! der so weit reichen dürfte, als man deutsch redet.

Vor Allem müssen wir der bösen Wetter gedenken. Der Bergmann bezeichnet nämlich die unterirdische, die Grubenluft, im Allgemeinen mit dem Ausdrücke Wetter. Er spricht von guten und bösen Wetter, und versteht unter letztern solche, die das Athmen erschweren, bei denen kein Licht brennen kann, die in nicht seltenen Fällen Gesundheit und Leben rauben. Meist wird die Grubenluft dichter, wärmer als die Tag-Atmosphäre gefunden; sie bewirkt in der Regel stärkeren Blutandrang nach Herz und Kopf. Durch Mangel nöthiger Luft-Circulation, entstehen jene Wetter, welche der Bergmann matte nennt. Sie sind theils warme, theils kalte. Erstere werden häufig und wohl auf allen tiefen Gruben getroffen; diese, die kalten, gehören nur sehr hoch liegenden Orten an, besonders solchen Bergwerken, wo das Gebirgs-Gehänge durch Gletscher überdeckt ist. Kommt man beim Befahren von Gruben in die Nähe des anfliegenden Eises, so brennen die Lichter schlecht, wie in warmen matten Wetter, aber man empfindet keine besondere Beängstigungen, es bricht nicht sogleich heftiger Schweiß hervor; in kalten matten Wetter glaubt der Arbeiter in den ersten Augenblicken gute reine Luft zu athmen, bald fühlt er jedoch Abnehmen der Kräfte, Magendrücken, Frost, auch stellt sich in der Regel Erbrechen ein. Längeres Verweilen kann sehr gefährlich werden. Manche Wetter, die sogenannten schlagernden, entzündeten sich an der Flamme des Geleuchtes, und rufen die furcht-

* Den Ausdruck Elemente im Sinne der Alten genommen: Erde (Zusammensturz) Wasser, Luft (erstickende Wetter) und Feuer (Explosionen von Gasarten).

barsten Explosionen hervor. Dieß ist ganz besonders in Steinkohlen-Bergwerken der Fall. Sie werden später das Schaudervolle solcher Ausbrüche, und die Mittel kennen lernen, welche erfunden wurden, um Unfällen vorzubugen. Ueberhaupt bieten die unterirdischen Lustarten zu vielen interessanten und lehrreichen Bemerkungen Stoff, der am schicklichen Orte keineswegs unbeachtet bleiben soll.

Auch gewisse Erze bedrohen, durch ihre Ausdünstungen, die Gesundheit der Bergleute. Quecksilber-Minen unter anderen üben den nachtheiligsten Einfluß. So weiß man, daß die Arbeiter in den Gruben von Almaden in Spanien mit furchtbaren Krankheiten zu kämpfen haben; nicht wenige sterben frühzeitig. Die Bergleute in den berühmten Quecksilber-Werken von Guanca-Velica in Peru leiden meist an Convulsionen; aber demungeachtet werden diese Opfer unersättlicher Habacht entkleidet in den Abgrund getrieben, damit Keiner der rastlosen Wachsamkeit ihrer Tyrannen entschlüpfe.

Nicht minder groß sind Gefahren, welche die, aus dem Gestein hervordringenden, und durch mannigfaltige Ursachen im Innern der Gruben sich anhäufenden, Wasser bringen. Keineswegs vermag man sie immer herauszuheben, zu „gewältigen“, d. h. die Gruben davon zu befreien, indem man die Wasser in geräumige Behältnisse leitet, und sodann durch Maschinen aus den Tiefen hervorhebt, oder durch Stollen abführt. Wie stark der Wasser-Zubrang in manchen Fällen ist, davon liefert eine sehr wichtige Kohlen-Grube, die zu Eschweiler-Pumpen, den Beweis. Nach Haupt's Angabe betrugen, zufolge 1825 angestellter Messungen, die in 24 Stunden zubringenden Grundwasser 383,623 Kubikfuß. Da nun aus jener Grube im nämlichen Zeitraum ungefähr 2300 Scheffel Kohlen geschafft werden, so verhält sich die Kohlen-Förderung zur Wasser-Haltung wie 1 : 94, d. h. um einen

Echffel Kohlen aus dem erwähnten Gruben-Gebäude an den Tag zu bringen, müssen 94 Kubikfuß Wasser gehoben werden. — Einer der größten Bergbau-Pläne, die man in Sachsen je erfaßte, ist der sogenannte Elb-Stollen; er würde sämtliche Gruben des Freiburger Reviers „lösen“, was so viel sagen will, als den Abzug ihrer Wasser befördern. — Bei Versuchen in alte, mit Wasser erfüllte, Baue einzudringen, und einen Abfluß zu bewirken, zersprengten die Wasser oft unvermuthet die Gekwände, welche man zum Schutze der Arbeiter stehen ließ; sie strömen in gewaltiger Menge herzu, und erreichen die Fliehenden, so daß diese dem Tode nicht entinnen können. Ohne daß von irgend einer Verwahrlosung die Rede wäre, ist es leider nicht selten unmöglich, jedem Unfall zu begegnen. Ich erinnere Sie an ein grauenvolles Ereigniß aus neuester Zeit (Januar 1834). In der Mitternachts-Stunde wurden die Bewohner eines, in der Nähe der Kohlen-Grube Guley bei Aachen gelegenen, Hauses durch ein Donner-ähnliches Geföse aufgeschreckt. Es hatten sich, wie die Untersuchung ergab, in den höhern Gruben, die man seit langen Jahren nicht mehr benutzte, in dem, durch „Abbau“, d. h. Wegnahme, der Kohlen entstandenen, leeren Räume ungeheure Wasser-Mengen angesammelt. Sie brachen gewaltsam durch, und stürzten mit solcher Schnelligkeit den tiefern Gruben zu, daß von den darin befindlichen 74 Bergleuten nur 11 durch Flucht sich retten konnten; die übrigen fanden lebendig begraben, eingeschlossen in die Erde, den jammervollsten Tod. Keine Maßregel konnte zu ihrer Sicherung getroffen werden; alle Rettungs-Versuche blieben ohne Erfolg. — Zuweilen müssen Gruben, die auf sehr ergiebigen Erz-Lagerstätten bauen, verlassen werden, weil man die Grundwasser nicht gewältigen kann. Dieß war unter anderem der Fall bei mehreren Gruben von ehemaliger großer Wichtigkeit im Erzgebirge Sachsens, und namentlich im Freiburger Reviere. Vor nicht langen Jahren drangen die Wasser in eine besonders reiche Sil-

berggrube, unfern der kleinen Stadt *Themas caltepec* in Mexiko, so mächtig aus der Tiefe empor, und stiegen nach und nach so hoch, daß sie zuletzt über den Rand der Grube hinausschoßen. — Zu den auffallenden Erscheinungen in den submarinischen Gruben Cornwalls, von denen im Vorhergehenden die Rede gewesen, gehört, daß die salzigen Grundwasser, bei Tiefen von 300 Fuß und darüber unter dem Meeres-Niveau, oft nur in sehr geringer Menge eindringen, so daß sie leicht hinausgeschafft werden können. Ueberraschend ist die klare Süßwasser-Quelle in der Botallack-Grube, in einer 280 Fuß tiefen Strecke, mitten zwischen salzigen Wassern. Einbrüchen der See wird durch zweckgemäß angebrachte Zimmerung begegnet, die man mit Theer bestreicht, oder mit schlammigem Torf überdeckt.

Erschütterungen der Erde bringen zuweilen dem Leben der Bergleute Gefahr, und richten mehr und minder beträchtliche Zerstörungen in ihren unterirdischen Bauen an. Besonders heftig waren die Wirkungen des gewaltigen Erdbebens, wobei *Valparaiso* fast unterging, in den Gold-Bergwerken *El Bronce de Petorca* in Chile. Mehrere Arbeiter befanden sich, als die Katastrophe eintrat, in den Gruben, deren Tiefe viele hundert Fuß beträgt. Ihre Lage war furchtbar. Der Berg bebte so heftig, daß die Leitern in Gesenken und Schächten nur mit größter Anstrengung zu ersteigen waren. Von allen Seiten brachen beträchtliche Felsmassen los; jeden Augenblick war das Zusammenstürzen der ganzen Schachtwände zu erwarten; mehrere Bergleute wurden erschlagen, oder in Kerker eingeschlossen, aus denen keine Rettung durch menschliche Hülfe möglich war. Einem Arbeiter gelang es, die Mündung des Schachtes zu erreichen; hier war ein solcher Staub, daß er nicht die Hand vor den Augen sehen konnte. Große Felsen-Stücke stürzten von der Bergseite herab, auf welcher der Knappe stand; er hörte sie kommen, ohne daß er

sich hätte umsehen können, wie die Gefahr zu vermeiden seyn möchte. — In fast allen Gruben Chile's sah man die schrecklichen Wirkungen jenes Erdbebens.

Außer den Gefahren, mit welchen der Bergmann in Gruben, die in Vor-Gebirgen, im bergigen und hügeligen Lande betrieben werden, unter der Erde kämpfen muß, hat er, sein Gewerbe in Hoch-Gebirgen ausübend, am Tage der Beschwerclichkeiten gar manche, und sehr eigenthümlicher Art, zu ertragen. Höhe, Witterung, örtliche Verhältnisse, und andere Umstände, setzen dem Bergbau in Hoch-Gebirgen Hindernisse entgegen, und geben die Arbeiter Gefahren Preis, von denen man sich kaum eine Vorstellung machen kann. Zu dem, an den erhabensten Stellen in Europa betriebenen Bergbau, gehörte der im Salzburger Alpenlande, namentlich in der Schlapper-Ebene. Gegenwärtig sind die Merkmale zum großen Theile verschwunden, und da, wo einst muntere Knappen ihr Wesen trieben, wo „Berghäuser“ von grünen Wäldern umgeben standen, sieht man mächtige Gletscher. Die Gruben in Rauris liegen ganz in der Gletscher-Region; die meisten Stollen münden im krystallreinen, ewigen Eise; das „Zechenhans“* ist von Gletschern umgeben; auf dem hohen Goldberg geht einer der Stollen über 100 Fuß weit durch reines Gletschereis. — Die Goldzeche — ein Gold-Bergwerk im tiefsten Hintergrunde der kleinen Fleiß, eines Alpenthales an der Grenze zwischen Salzburg und Kärnthén — dürfte jetzt in Europa, unter allen noch im Betrieb stehenden Grubenbanen, der höchste seyn. In sehr geringer Entfernung findet sich die Halbe eines Stollens, welche in der Runde von Gletschern um-

* Unter Zechen, oder Berghäusern, Knappenstuben, versteht man Hütten und kleine Gebäude am Ausgange von Schächten oder Stollen. Hier versammeln sich die Arbeiter, vor dem Einfahren in die Gruben, zum Gebete. Manche Bergleute wohnen auch in den Zechenhäusern, welche zugleich die Magazine enthalten.

geben ist. Der Ort hat, nach Ruffsegger's * Beobachtungen, 8791 Pariser Fuß Höhe über dem Meere. Ein anderer Stollen, der gegenwärtig noch gebraucht wird, liegt, ebenfalls von Gletschern umschlossen, am Fuß einer überhängenden Felswand, in 8151 P. F. Meereshöhe. Unter dem Schutze der Felswand, steht das „Berg-haus“, eine ärmliche Hütte, die zur Winterzeit von Lawinen verschüttet wird, so daß die Arbeiter genöthigt sind, jeden Frühling ihre Wohnung unter dem Schnee hervorzusuchen. Die Requisiten zum Bergbau werden auf Saum-Pferden herbeigeschafft, zu welchem Zwecke ein eigener Saum-Weg besteht. Die Entfernung vom Markte Dellsch — wo die Arbeiter wohnen, wenn sie nicht in den Gruben beschäftigt sind — bis zum Berghaus der Goldzeche, beträgt sechs Stunden, und auf einer vierstündigen Strecke des Weges sind nur zwei Stellen, deren Gesammt-Länge etwa eine halbe Stunde beträgt, wo man sicher vor Lawinen ist. An mehreren Orten weht der Wind so gewaltig, daß die Gehenden sich nicht aufrecht erhalten können, sondern auf Händen und Füßen kriechen müssen. — Vom Sechenhause auf dem hohen Goldberge in Rauris kann man, wenn das Wetter nicht besonders ungünstig ist, in vier bis fünf Stunden nach dem Marktflecken Rauris gelangen. An einem Tage im Jannar 1827, in der Frühe um 8 Uhr, gingen, nach heftigem Schneewetter, 51 Bergknappen mit ihrem Hutmann, alle kräftige Leute, keiner über vierzig Jahr alt, vom Berghause ab. Sie brachten den ganzen Tag und die folgende Nacht hin, und kamen erst am nächsten Morgen gegen 8 Uhr im Marktflecken an. Zu einem Wege von vier bis fünf Stunden hatten dieselben, indem sie ohne Unterbrechung gingen, und beinahe fortwährend von Lawinen bedroht waren, vier und zwanzig Stunden gebraucht. — Werden Bergleute durch starke

* Ich verdanke dem werthen Freunde eine ungemein lehrreiche Durchschnitts-Bezeichnung dieses Gletschers, wovon ich später Gebrauch machen werde.

Schneefälle in einem Bechenhause überrascht, so können sie sich zuweilen durch die Schneemasse nicht mehr hindurcharbeiten, und gehen die Lebensmittel aus, so bleibt ihnen nur die schreckliche Wahl, zu verhungern, oder rettungslos ihrem Tode unter Lawinen entgegen zu gehen. Ruffeger erzählt, nach Sagen, denen bestimmt eine schauerliche Wahrheit zum Grunde liegt, daß in einer Knappen-Stube zwölf Bergleute, die wegen Schnee zurückgeblieben, verhungert seyen. Man fand ihre Leichen, als Gletscher schon die Stelle bedecken, um den Tisch sitzend. — In Gastein und Raaris bestehen Aufzug-Maschinen zur Förderung der Erze über Tag. Vermittelt derselben kann man, in der Sommerzeit, vom Thale aus zum Berg-Gebäude hinauffahren. Ein gewaltiges Rad von 50 Fuß Durchmesser bewegt die Maschine. Die Länge des Treibseiles beträgt 4800 Fuß, und die senkrechte Höhe, zu welcher man, über schroffe Felswände und tiefe Abgründe, hinaufgezogen wird, 2161 Pariser Fuß. Die Aufahrt dauert 20 bis 25 Minuten, während beinahe zwei Stunden erforderlich sind, um zu Fuß die Höhe zu ersteigen; herab fährt man in 8 bis 10 Minuten. Der Wagen zu diesen Fahrten ist sehr einfach. Er besteht aus einem starken Brett auf vier Walzen; die übrige Einrichtung ist die nämliche, wie bei Eisenbahnen. Der Geübtheit und Sicherheit der Bergwerks-Beamten vertrauend, entschließen sich zuweilen selbst Frauen aus höheren Ständen zu einer solchen „Fahrt durch die Lüfte.“

Vermittelt ihres Zusammenhalts widerstehen die Felsmassen den auf Verkleinerung oder Trennung derselben wirkenden Kräften mit geringerer oder größerer Stärke. — Sie werden gern erfahren, durch welche Mittel es gelang, diese Festigkeit der Gesteine zu überwinden. Ohne auf eine Schilderung des sämmtlichen Gezeßes, d. h. aller Geräthschaften und Werkzeuge mich einlassen zu können, die dem Bergmanne zur Bearbeitung der Fels-

massen und der Erze, zum Zerbrechen, zum Losreißen und Sprengen derselben nöthig sind, will ich nur der wesentlicheren gedenken, um das Bild nicht unvollkommen zu lassen.

Milde Gesteine, die leicht zu zermalmen sind, bearbeitet man mit der Keilhaue (Fig 4, Taf. II). Allein nicht oft hat es der Bergbau mit solchen lockern, weichen Massen zu thun, und am seltensten treten Fälle ein, wo Gesteine, die mit bloßen Hauen bearbeitet werden können, dennoch Zusammenhalt genug haben, um viele Jahrhunderte hindurch sich als festes Gewölbe zu erhalten. Ein besonders denkwürdiges Beispiel der Art gewährt der *Pausilip=Zuff* unsern Neapel, und die durch ihn hindurch gebrochene Grotte. Eine gedrängte Schilderung dürfte hier nicht am unrechten Orte seyn. Jener *Zuff*, eine leichte erdige Masse, ist das zerkleinte Material vulkanischer Erzeugnisse; zerriebene und zerbröckelte Laven- und Schlacken=Theile, durch Wasser herbeigeführt und schichtenweise niedergelegt. Die Felsart trägt den Namen von den Bergen, welche dieselbe bildet; denn sie setzt die lange, nicht unterbrochene Reihe zusammen, welche vom steilen *Pausilip=Borgebirge* bis zum *Capo di Chino*, am äußersten Ende der Stadt Neapel, zieht; Felsen viele hundert Fuß hoch, nackt und bloß ins Meer sich hinabsenkend, schroffe Mauern, die ohne Treppen nicht zu ersteigen wären. Die leichte Bearbeitung des Gesteines durch Keilhauen oder ähnliche Geräthschaften, beweisen die vielen Grotten=Häuser, welche sich die *Lazzaroni* am Meeresufer ausgehört haben. Um der Verbindung zwischen Neapel und *Pozzuoli* willen, und zur Vermeidung des Weges über den steilen *Pausilip*, hat man, in gerader Richtung, eine 2125 Fuß lange Grotte durch den Berg hindurch gebrochen; denn beim Eintreten auf einer Seite ist schon die entgegen liegende Oeffnung zu sehen. Dieser „Durchfahrt=Stollen“ mißt an seinem Eingange, wie am Ausgange, 50 Fuß Höhe, und hat eine Breite von 20

Fuß, so daß zwei Wagen bequem neben einander Platz finden. Wer das großartige Werk ausgeführt, in welche Zeit es fällt, ist nicht bekannt. Der Neapolitanische Volksglaube schreibt dasselbe einer Zauberei des Virgilins Maro zu, dessen Grabmal über dem Eingange in die Grotte von der Stadtseite her befindlich ist. Ebensovienig Vertrauen verdient die Sage, daß der unterirdische Weg von M. Coccejus, Kaiser Nerva's Großvater, in Verlauf von vierzehn Tagen geöffnet worden, indem er 100,000 Menschen dabei beschäftigte; denn wie konnten so viele Arbeiter in einem Raume thätig seyn, der kaum einigen Hunderten, zu solchem Behufe, Platz gewährte. Am allgemeinsten angenommen, am wahrscheinlichsten ist, daß die erste Ausweitung der Grotte in sehr frühe Jahre fällt und vor die Zeit der Römer-Herrschaft. Seneca erzählt, daß er sich, auf seinem Wege von Bajä nach Neapel durch die Grotte habe tragen lassen; er klagt über Dunkelheit, Luft-Verderbniß und Staub. Anfangs war der unterirdische Weg weniger hoch; denn man sieht, über 20 Fuß vom Boden anwärts, deutliche Spuren der Wagenachsen im lockern Tuff der Seitenwände. Durch die Decke, von der Höhe des Berges aus, wurden, in der Mitte der Grotte, zwei kleine Schacht-ähnliche Oeffnungen in schräger Richtung gebrochen, um etwas Licht und Luft in die unterirdische Weitung zu bringen; aber selbst zur Tageszeit ist Belenchtung durch Laternen nothwendig. — Auch die weitläufigen und geräumigen Catacomben bei Neapel scheinen eine Art bergmännischer Arbeit. Der Verfolg wird mir Gelegenheit geben, derselben ausführlicher zu gedenken.

Lernen wir nun die Werkzeuge kennen, vermittelt deren der Bergmann festere Gesteine überwindet. Es gehören dahin vor allen Schlägel und Eisen (Fig. 2, Taf. II), das sind zwei Hämmer, von denen einer, der spitzige, „das Eisen“, mit dem andern „dem Schlägel“ eingetrieben wird; oder es hält ein Arbeiter

einen gewaltigen Meißel, eine Brechstange, der andere führt den Hammer (Fig. 1, Taf. III).

Eines der ältesten Mittel, das angewendet wurde, um ins feste Gebirge eindringen zu können, ist unstreitig das Feuersehen (Fig. 2, auf Tafel V). Man setzt Holzstücke, in mehrfachen Reihen, senkrecht gegen die Gesteins-Wände, oder errichtet Stöße von kreuzweise gelegten Baumstämmen, bald in Form eines Krostes, bald in Pyramiden ähnlichen Haufen. Durch die Flammen, welche an die Felsmassen schlagen, werden diese sehr erhitzt, und mehr oder weniger ausgedehnt; es entstehen Risse und Spalten in den verschiedensten Richtungen, Schalen und ganze Wände vom Gebirge ziehen sich los, und nun dienen Brechstangen und Keilhauen, oder Schlägel und Eisen, um Erze und Gesteine wegzunehmen. Heutigen Tages ist das Feuersehen, eine Arbeit, welche sehr viel Holz erfordert, nur an wenigen Orten noch im Brauche, so u. a. zu Dannemora in Schweden und in andern dortländischen Eisen-Gruben, ferner im Rammelsberge bei Goslar auf dem Harze, und in einigen Zinn-Works des Sächsischen Erz-Gebirges. — Die, in den unterirdischen Räumen empor wirbelnden, Flammen gewähren einen prachtvollen Anblick, der indessen selten zu genießen ist; Rauch und Schwefel-Dämpfe sind in den Gruben so lästig, daß diese während des Feuersehens nicht besucht werden können, auch steigt die Hitze bis zu dem Grade, daß die Bergleute genöthigt sind, halb nackt, oder ganz entkleidet zu arbeiten. Bei Felsöbanya in Siebenbürgen, wo man, wenigstens vor nicht langer Zeit noch, das Feuersehen anwendete, kriechen die „Schürknechte“ auf dem Bauche zum Brandorte, um das Feuer zu unterhalten, während die glühend heißen Wetter (erhitzte Luft) über sie wegziehen. — Wie Livius, der Römische Geschichtschreiber erzählt, so benutzten die Karthager, beim Zuge Hannibals über die Alpen, das Feuersehen, um Fels-

wände zu sprengen, und dem Meere eine Straße zu bahnen. Ein anderer berühmter Historiker, Diodor, berichtet, daß jenes Verfahren, um Erze zu gewinnen, schon in den Bergwerken der ersten Aegyptischen Könige eingeführt gewesen sey. Auch eine Stelle im Buche Hiob (Kap. 28, V. 5) läßt sich wohl auf das Feuersehen beziehen. — Daß die Alten die mürbe zu brennenden, die „zu erweichenden“ Gesteine mit Essig besprengt haben sollen, beruht ohne Zweifel auf einem Mißverständnisse, oder es lag dabei irgend ein Vorurtheil zum Grunde.

Von hoher Wichtigkeit für den Bergbau war die Erfindung des Pulvers. Bis dahin gingen die Arbeiten um Vieles langsamer von statten und waren auch bei weitem beschwerlicher. Man kennt noch alte Gruben, wo aus den, von Jahr zu Jahr eingehauenen, Bahnen zu sehen, daß solche Bane oft in Jahresfrist kaum 30 Fuß vorrückten. Durch Anwendung des Pulvers erhielt das Bergmanns-Gewerbe in vielfacher Hinsicht eine veränderte Gestalt; denn was Feuersehen und Menschenhände zu leisten vermochten, stand außer Verhältniß mit der Kraft, die man nun hervorbringen konnte. Auffallend bleibt, daß Jahrhunderte verflossen, nachdem der Deutsche Mönch die Entdeckung gemacht, welche so bedeutend auf die Schicksale ganzer Nationen einwirkte, ehe man das Pulver zum Sprengen von Felsmassen benutzte. Anfänglich dürfte das Schießen* nur in Steinbrüchen im Brauche gewesen, und nicht lange vor der Hälfte des siebenzehnten Jahrhunderts zuerst in Ungarischen, sodann in Harzer und Sächsischen Bergwerken zum Sprengen der Gesteine eingeführt worden seyn; zu Dannemora war die Spreng-Arbeit 1729 noch nicht bekannt. Verletzungen und Unglücksfälle beim Sprengen des Gesteins durch

* Fig 3, Taf. II zeigt, wie das Bohrloch vermittelt eines, durch den Hammer einzutreibenden, Meißels ausgeweitet wird; in das Bohrloch kommt sodann die, mit Pulver gefüllte, Patrone.

Pulver, wie solche die Arbeiter in den Bergwerken Sachsens, und vorzüglich in jenen von Sibirien, nicht selten erfahren sollen, sind meist Folgen der Verwegenheit oder Unvorsichtigkeit. — Um Ihnen den Beweis zu geben, wie stark der Pulver-Verbrauch in manchen Bergwerks-Ländern ist, bemerke ich, daß im Freiburger Reviere jährlich 1200 bis 1400 Centner Pulver verschossen werden, und in einer einzigen Mexikanischen Grube, in der von *Gallega*, im Jahr 1835 nicht weniger als 384 Centner. — In den Schwedischen Eisengruben brennt man, zu gewissen Tages-Zeiten, ganze Batterien auf einmal los. Besondere Glocken geben Warnungs-Beichen; nach kurzer Stille bricht sodann plötzlich aus den Tiefen ein furchtbarer Donner hervor, der lange nachhallt in den Felsklüften. Schnelle Blitze erleuchten auf Augenblicke das unterirdische Gebiet; es folgt Schlag auf Schlag, und während der Dauer einer Viertelstunde zittert der Boden, die nächste Umgegend bebt, wie bei Erd-Erschütterungen; Gestein- und Erzstücke fliegen aus schwarzen Rauch-Wolken empor, und werden zum Theil weit hinaus über den Rand der Gruben geschleudert; krachendes Geräusch verkündet das Einstürzen der Felsmassen in den Tiefen. In Dannemora pflegt man die Schüsse in der Mittagzeit, wenn die Arbeiter sich zur Ruhestunde herausbegeben, loszubrennen. Dieß hat eines der auffallendsten Mißverständnisse veranlaßt: in einem, vor nicht sehr langer Zeit zu Paris erschienenen, Buche heißt es nämlich, in den Gruben von Dannemora werde jeden Tag, genau um die zwölfte Stunde, eine heftige Detonation gehört, und es sey sehr schwierig, ein solches Phänomen zu erklären.

Das Letzte, was ich zur Sprache bringen muß, ehe ich Ihre Aufmerksamkeit andern Gegenständen zuwenden kann, ist die Tiefe, in welche man eingedrungen. Dieses Verhältniß muß uns vorzugsweise wichtig seyn; es ist dasjenige, worauf es hier be-

sonders ankommt; aber ohne die vorangeschickten Erklärungen hätte ich fürchten müssen, nicht allgemein verständlich zu werden.

Bei Beurtheilung der, durch Bergmanns-Arbeiten erreichten, Tiefe, hat man vor Allem die Lage der Gruben zu beachten. Nicht selten wird Bergbau in sehr bedeutenden Höhen getrieben. Sie erinnern sich, was von den Gruben im Salzburger Alpenlande gesagt worden. Ferner weiß man, daß auf dem Illimani, in den Cordilleren der Andes-Kette, die alten Peruaner an Stellen, erhabener als der Mont-Blanc, Erze gewannen. In Norwegen wurde, wie Leopold von Buch erzählt, ehemals jenseit der Grenze ewigen Schnees Bergbau getrieben. Um die Gruben gegen Einsturz zu bewahren, mußte man, da kein Holz zum Auszimmern auf die gewaltige Höhe gebracht werden konnte, ein Mittel eigener Art wählen. Es wurde Wasser in die Gruben gelassen, und als dieses gefroren war, schlug man das Eis bis auf einzelne Pfeiler, die zur Unterstützung stehen blieben, wieder herans. — Leicht ist einzusehen, daß Gruben, deren Eingänge so hoch liegen — auch wenn dieselben an und für sich eine, keineswegs unbedeutende Tiefe haben — dennoch vom Mittelpunkte der Erde sehr fern bleiben müssen. Schachte von einigen tausend Fuß* Tiefe — Teufe in der Bergmanns-Sprache — erreichen, wenn sie in erhabenen Gebirgen niedergetrieben werden, selten die Meeres-Oberfläche, und noch weniger senken sie sich unter den Meeres-Boden hinab. So ist der Schacht, alte Hoffnung zu Freiberg, im Erzgebirge Sachsens, nur etwas über 100 Fuß unter den Spiegel der Ostsee gekommen; die uns bekannte Grube Samson zu St. Andreasberg auf dem Harze (Fig. 1, Taf I) hat eine Tiefe von 2485 Fuß, über sie reicht, wie aus dem Profil zu ersehen, nicht viel über 280 Fuß unter das Mi-

* Bergleute pflegen übrigens nicht nach Fußten zu rechnen, sondern nach Lachtern; ein Lachter beträgt ungefähr 7 Fuß.

von der Ostsee. — Andern verhält es sich mit Gruben, die in niedrigen Gegenden ausgeweitet wurden. In solchen gelangt man der Erdmitte näher; obwohl auch diese Näherung nicht viel sagen will, denn die größte Tiefe, welche erreicht wurde, jene in den Steinkohlen-Gruben von Valenciennes und Lüttich beträgt nur 1300 bis 1600 Fuß unter der Meeres-Oberfläche, folglich etwa den 14,800ten Theil des halben Erd-Durchmessers. — Der Bergbau wird demnach ein sehr beschränktes Mittel bleiben, um ins Innere der Erde zu gelangen; denn je tiefer man eindringt, desto mehr nimmt in der Regel die Luft-Verderbniß zu, desto stärker wird der Luftdruck, so daß die Arbeiter nicht mehr athmen können; auch hätte man stellenweise ein solches Andringen der Wasser zu fürchten, daß die kostspieligsten Maschinen sie keineswegs zu entfernen vermöchten. In den Gruben des Freiburger Reviers hat man zwar im Allgemeinen die Erfahrung gemacht, daß der unterirdische Wasser-Andrang mit der Tiefe abnimmt; allein in vielen andern Gegenden mußten Werke, mit denen man früher in bedeutende Tiefe eingedrungen war, der Wasser wegen, wieder verlassen werden. — In solchen unüberwindlichen Hindernissen liegt die Antwort auf die Frage: weshalb nicht längst der Gedanke ausgeführt worden, mit tiefen Schächten niederzugehen, um über die Beschaffenheit des Erd-Innern sich näher zu unterrichten. — — Allein selbst bei dieser Beschränktheit ist der Schatz von Erfahrungen, welchen Bergmanns-Arbeiten geliefert, sehr groß, und ihr Einfluß auf das Vorschreiten der Geologie entschieden. Ich will an das früher Gesagte noch einen Beweis von hoher Wichtigkeit reihen. Ohne Bergbau würde es nie gelungen seyn, über einen sehr verwickelten Gegenstand, ich meine das Gesetzmäßige der Wärme-Verhältnisse unserer Erde, nähere Aufklärung zu erhalten; und dieser Gegenstand, den ich später zur Sprache zu bringen habe, ist, wie Sie sehen sollen, von

größtem Interesse, indem er den Geist des Menschen der Betrachtung von Dingen zuwendet, welche mit unserer Glückseligkeit in sehr enger Beziehung stehen.

Endlich wird es wohl hier am rechten Orte seyn, von den bedeutenden Vortheilen zu reden, welche mehr und mehr ausgedehnte bergmännische Erfahrungen, namentlich die verbesserten Sprengungs-Methoden, in anderer Hinsicht gewährten. Wir wollen bei einigen Beispielen verweilen. Außer dem Bergbau bedient man sich Stollen-ähnlicher Weitungen, nur in viel größerem Maßstabe, um lange und beschwerliche Wege über Berge zu vermeiden, oder um unter Flüssen durchzugehen. Es werden unterirdische Straßen künstlich in Fels gehauen und gesprengt. Das Urner- oder Urseler-Loch, einen Durchgang durch den Fuß des Rithberges, sprengte man, 1707, in eilf Monaten durch Granit. Die Länge des Durchgangs betrug 200 Fuß, die Höhe 8 bis 9, die Breite 7 bis 8 Fuß. In neuester Zeit als die Gotthard-Straße fahrbar gemacht wurde, erweiterte man jenen Durchgang bedeutend, er ist nun 16 Fuß hoch und 18 Fuß breit, mithin selbst für Lastwagen vollkommen geräumig. Die prachtvolle Straße über den Simplon — so breit, daß zwei Wagen überall neben einander fahren, und selbst entgegenkommenden Wagen bequem ausweichen können, im Anfange dieses Jahrhunderts gebaut, eines der merkwürdigsten Werke der Art — hat viele kolossale unterirdische Durchgänge (*Galeries*) aufzuweisen. Dasselbe gilt von den übrigen Straßen, welche im kurzen Zeitraume der letzten Jahrzehnde über die höchsten Pässe der Schweizer, der Savoyischen und der Süddeutschen Alpen hinaus geführt worden. Das kunstvolle prächtige Aussehen solcher Straßen wird erhöht durch wilde Bergthäler, an denen sie, allmählig aufsteigend, zu den erhabensten Gebirgs-Stellen sich hinziehen, durch die, mit unbegreiflicher Kühnheit, über weit gähnende Schlünde führende Brücken und Bo-

gen-Gewölbe. Mitten durch die festesten Felsen, durch ganze Berge hindurch, welche den Weg versperrten, wurden Gewölbe-artige Gänge gesprengt. Auf der Nordseite des Simplon führt die Straße, am Fuße eines Gletschers vorbei, durch zwei, auf der Südseite durch drei Gallerien, von denen jene von Gondo, *la grande Galérie*, bei einer Breite und Höhe von $24\frac{1}{2}$ Fuß, 685 Fuß lang ist. Ueber tausend Arbeiter hatten hier, achtzehn Monate lang, mit Durchbrechung des Granits zu thun, obwohl sie ohne Unterlaß beschäftigt waren. Die Alpenstraße über das Stilfser- (Stelvio-) Joch ist in Höhen geführt, welche keine andere bis dahin erreicht hatte, nämlich 800 Pariser Fuß über der Schneegrenze. Mancherlei Schwierigkeiten lagen in der natürlichen Beschaffenheit der Gegend, durch welche die Straße gehen sollte; nicht selten waren breite und tiefe Spalten an einer Seite, an der andern senkrecht emporsteigende, sehr hohe Felsen; stellenweise mußte die Straße durch mächtige Mauern gestützt werden, und gemauerte Gallerien dienen als Lavinen-Ableiter. Im Rhein-Preussischen Urththal hat man (1854), zur Verbindung der neuen Straße, einen Fels von 432 Fuß Breite durchbrochen; die Stollen-ähnliche Durchfahrt mißt 16 Fuß Höhe auf 20 Fuß Weite. — Auch der bekannte Trolhättä-Kanal in Schweden, den man stellenweise mitten durch Felsen hindurch geführt, die mit Pulver gesprengt wurden, und der vielbesprochene Tunnel in London, die Fahrstraße, welche man unter der Themse her zu leiten begonnen hat, sind Unternehmungen, in den Bereich des Bergbaues gehörend. Das prächtige „neue Thor“ zu Salzburg, ein erhabenes Gewölbe, ist durch die senkrecht, einer Mauer gleich, groß und kühn emporsteigende Nagelsäue des Mönchsberges — ein merkwürdiges Trümmer-Gestein, von dem wir später Genaueres hören werden — hindurchgebrochen. Diese Halle, durch welche die Hauptstraße führt, mißt 415 Fuß Länge, 59 F. Höhe und 22 F. Br. In zwei Jahren war die Arbeit vollendet.

Wo Ströme plötzlich zwischen hohe jäh Ufer sich drängen, da werden hervorragende Felsen-Riffe oft sehr verderblich für Schifffende. So erwähnt die älteste Rheinische Geschichte des „Binger-Loches“, wo der mächtige Fluß mit reißender Geschwindigkeit zwischen Klippen brausend fortstürzt, und der „Donau-Strudel“ war, lange Zeit hindurch, der Schrecken Aller, welche diesen Strom befuhren. Bei Bingen begann schon unter den Römern die Arbeit zur Erleichterung der Schifffahrt. Franzosen und Schweden versuchten im siebenzehnten Jahrhundert die Gewalt des Pulvers an den Felsen. Aber die Natur schien dem Unternehmen Grenzen gesetzt zu haben, und erst 1833 gelang es, nach dreijähriger Arbeit, die Schwierigkeiten zu überwinden, und durch glücklich geleitete Sprengungen die Bahnbahn hinreichend zu erweitern. Jene Gefahr-volle Stelle in der Donau kann längst mit aller Sicherheit durchschifft werden. Gegen Ende des achtzehnten Jahrhunderts wurden die granitischen Felsen-Klippen gesprengt.

Ich würde zu weit aus meinem Wege gegangen seyn, hätte ich jetzt schon von den verschiedenartigen Gewinnungs-Weisen der Erze, des Steinsalzes und der Steinkohlen reden wollen. Der Verfolg wird mir Gelegenheit geben, das Lehrreichste und Interessanteste an schicklichen Orten nachzutragen. — Unerwähnt will ich nicht lassen, daß zu den, für geologische Absichten besonders wichtigen, kunstgerechten bergmännischen Nachsuchungen auch die Bohr-Arbeiten gehören. Ich werde demnächst, bei den „erbohrten“ salzigen und Süßwasser-Quellen, jener Arbeiten ausführlicher zu gedenken veranlaßt werden. In nicht wenigen Fällen lieferten sie die schönsten Beweise für Schlußfolgen, die man aus geologischen Thatsachen abgeleitet hatte.

Zweite Vorlesung.

Hilfs-Wissenschaften der Geologie: Physik, Chemie, Mineralogie. — Allgemeine Eigenschaften der Körper. — Abhandlungen über Licht, Wärme, Electricität, Galvanismus, Magnetismus und Thermo-Magnetismus.

Die größten, die wichtigsten Momente der Bildung und Umbildung unserer Erdrinde fallen in Zeiten, welche weit über Geschichte und Sagen hinausreichen. Nur die Ereignisse der, verhältnißmäßig sehr kurzen, historischen Periode wurden Gegenstände unmittelbarer Beobachtung und Erfahrung. Aus dem Bau der Erde aber, aus Felslagen und Massen, die ihre Rinde bilden, aus Gesezen der Natur, nach welchen physikalische und chemische Kräfte wirken, läßt sich ein Theil der Erd-Geschichte erforschen. Nun hat zwar der Inhalt der ersten Vorlesung ergeben, daß unser Erfahrungs-Kreis, im Vergleich zum großen Erdganzen, klein sey; allein das ist eben so erfreulich, als wichtig, daß alle wesentlichen Thatsachen, die man bis jetzt nachgewiesen, selbst solche, die an den entferntesten Stellen wahrgenommen worden, sich in schönster Uebereinstimmung befinden; man hat im Bau der Erdrinde durchgreifende Geseze erkannt. Sind wir auch über viele Umwälzungen, welche den gegenwärtigen Zustand der Erde herbeigeführt, ohne genaue Kunde, so herrscht dennoch so viel Harmonie und Einfachheit in der Gesamt-Anordnung, daß, beachten wir

die Hergänge heutiger Zeit, uns gar manche Schlüsse auf Ereignisse längst vergangener Jahrhunderte und Jahrtausende gestattet sind.

Wir sehen die feste Rinde der Erde — denn über das Innere, über den Erdkern, müssen unsere Meinungen immer mehr oder weniger schwankend bleiben — und Mineral-Massen, aus Gesteinen, Fels- oder Gebirgsarten zusammengesetzt, die, was ihre Beschaffenheit und ihre Anordnung betrifft, nicht geringe Verschiedenheit zeigen. Wie dieses Mannigfaltige gebildet, wie die Gesteine geordnet worden, beim Bau der Erdrinde, dieß sind die wichtigsten Aufgaben, welche die Geologie zu lösen sucht. — Die verschiedenen Zweige allgemeiner Natur-Wissenschaft haben jedoch der gegenseitigen Berührungspunkte sehr viele; ja es ist nicht wohl möglich, über einen derselben ins Klare zu kommen, ohne daß man sich auf Erfahrungen berufe und stütze, welche in andern Zweigen gemacht worden. Besonders von der Geologie gilt das Gesagte. Es wird darnach für unsere Absicht unerläßlich seyn, von einigen jener Zweige, von Physik, Chemie und Mineralogie das Nothwendigste und Interessanteste in möglichster Kürze und Klarheit einzuschalten.

Die Physik beachtet die Veränderungen in der leblosen Körperwelt und erforscht die Gesetze, nach denen sie erfolgen. Aufgaben der Physik sind: Betrachtung der allgemeinsten Eigenschaften fester, tropfbar-flüssiger und luftförmiger Materien; Untersuchung der mechanischen Wirkungen, welche jene Körper, in ihren verschiedenartigen Zuständen, auf einander ausüben, so wie der mannigfaltigen Erscheinungen, die sie bei ihren Bewegungen wahrnehmen lassen.

Die Chemie zerfällt, ihrem Wesen nach, in Arbeiten, deren Zwecke Zerlegungen sind (Scheidekunst), und in solche, durch

welche man Verbindungen beabsichtigt. Die Chemie beschäftigt sich folglich mit Untersuchung der Bestandtheile, aus denen Körper zusammengesetzt sind; sie trennt dieselben in ihre Grundstoffe, in ihre Elemente; sie prüft die Eigenschaften eines jeden dieser Elemente; sie lehrt uns die Verbindungen kennen, welche Elemente mit einander bilden, die Umstände, unter denen Verbindungen der Art erfolgen, und die gegenseitigen Wirkungen derselben.

Die Mineralogie betrachtet die einzelnen Mineralkörper nach ihren Eigenschaften, um sie kennen und von einander unterscheiden zu lernen.

Durch Physik und Chemie sind so viele Zweifel im Bereiche der Geologie gelöst worden, die man auf andere Weise nicht zu enträthseln wußte, daß eine gewisse Einsicht in physikalisch-chemische Dinge, um das Ganze verstehen zu lernen, unentbehrlich ist. Indem ich mich daher anschicke, Ihnen das Erfahrungsgemäße vorzutragen, werde ich stets die unmittelbare Anwendung physikalisch-chemischer Lehrsätze, auf geologische Beziehungen und Phänomene im Auge behalten. Manches Verwickelte ist abzuhandeln. Sie müssen von der Materie und ihren Eigenschaften hören, von unwägbaren Stoffen, von Elementen und von chemischen Verbindungen; wir haben uns über Luft und Wasser, über Gasarten, Säuren, Alkalien, Erden und Oxyde zu verständigen. Eben so sind gewisse Kräfte, Gesetze, Wirkungen und Wechsel-Wirkungen für uns von höchster Wichtigkeit, wegen ihres Einflusses auf die Außenfläche der Erdrinde, wegen der Aenderungen, die sie ohne Unterlaß herbeiführen, um der Zerfetzungen, um der neuen Mineral-Bildungen willen, die ihr Werk sind. Wie sich diese vielerartigen Phänomene an einander reihen, wie eines derselben Folge des andern ist, soll die Beobachtung lehren. Unser Verstand, der

bei allen Erscheinungen nach den Ursachen forscht, soll, aus einer Verbindung der ersteren, die letzteren zu ergründen bemüht seyn. — Die Anwendung allgemeiner Geseze und Wirkungen auf besondere Fälle, auf Ereignisse, wie solche noch täglich, unter unsern Augen, auf dem Schauplaze der Erde statt haben, werden zur Ueberzeugung führen, daß es in der Natur eigentlich keinen Zufall gibt; daß das, was man so zu nennen gewohnt ist, als Folge allgemeiner Geseze in einem besondern Falle geschehen müsse. Zwar lassen sich, bei manchen Erscheinungen, jene Geseze aus den Wirkungen nicht genügend ableiten, und in Ermangelung vollständiger Lösung dieser und jener Probleme, sehen wir uns auf bloße Muthmaßungen beschränkt; allein der gerechte Stolz der Wissenschaft erfährt keine Demüthigung, wenn der menschliche Geist der ihm gesetzten Schranken bewußt wird.

Nach dem größern oder geringern Widerstande, welchen Körper leisten, wenn man sie zu zertheilen sucht, unterscheiden wir feste, tropfbar-flüssige und luftförmige Materien. Bei bekannten Begriffen, wie diese, wollen wir nicht verweilen. Mineralien, und die aus ihnen zusammengesetzten Felsmassen, sind, mit sehr wenigen Ausnahmen, feste Körper; von tropfbar-flüssigen und luftförmigen Stoffen ist das Aeußere unserer Erde umgeben und theilweise damit bedeckt, auch durchziehen sie das Innere derselben. Nicht selten finden allmälige Uebergänge aus einem jener Zustände in den andern statt. Manche feste Körper werden, wenn man sie erhitzt, zu flüssigen, und diese wandeln sich wieder zu luftförmigen um. Beim Erkalten nehmen flüssige Materien feste Formen an; Wasser gefriert zu Eis. Selbst luftförmige Körper können, unter gewissen Bedingungen, sich wieder tropfbar-flüssige, oder feste Gestalt aneignen. — Zur Erläuterung verweise ich auf Destillationen und Sublimationen der Chemiker. Werden tropfbar-flüssige

oder feste Körper durch Hitze zu dampfförmigen, und verdichtet dieser Dampf beim Erkalten, indem nach und nach große Tropfen entstehen, und sich dermaßen vermehren, daß sie zusammenfließen, und wieder zu einem Flüssigen sich vereinigen, so heißt dieß Destillation; Sublimation ist dagegen der Ausdruck, wenn man einen festen Körper durch den Proceß erhält. Von Sublimationen, wie solche die Natur, und mitunter in großartiger Weise, vornimmt, liefern unsere noch thätigen Vulkane denkwürdige Beispiele.

Ehe von manchen, mehr besondern Eigenschaften fester, flüssiger und luftförmiger Körper die Rede seyn kann, haben wir einige allgemeine Eigenthümlichkeiten derselben zur Sprache zu bringen. Es gehören hierher: Ausdehnung, Schwerkraft, Undurchdringlichkeit, Theilbarkeit, Trägheit, Beweglichkeit und Porosität.

Vermöge ihrer Ausdehnung nehmen Körper einen gewissen Raum ein. Das gewöhnliche Kunstwort, womit man den Raum-Gehalt bezeichnet, ist Volumen. Bei gleichem Volumen kann die Menge der Materie eines Körpers — das, was dessen Masse ausmacht, — sehr verschieden seyn. Wir werden im Verfolg Gelegenheit haben, uns davon zu überzeugen.

Für die Schwerkraft der Körper liefert das Fallen derselben die unzweideutigsten Beweise. Der Stein, den wir aufgenommen, fällt, so bald wir ihn sich selbst überlassen, zur Erdoberfläche hinab. An diese ganz einfache Natur-Erscheinung knüpfen sich interessante Betrachtungen; denn, wenn der nämliche Stein von der Höhe eines Thurmes niederfällt, so entsteht die Frage: ob die Luft, — dieselbe Luft, welche die Segel unserer Schiffe schwellt und treibt, und die Flügel der Windmühlen bewegt — ob diese Luft, vom niederstürzenden Steine aus ihrer Stelle getrieben, seinem Fallen sich widersetzen, ob sie dasselbe

hindern oder beschleunigen werde? — Die genaue Erforschung solcher Phänomene begründete Geseze für den Fall schwerer Körper. Man fand: daß mit zunehmender Höhe die Geschwindigkeit des Falles beschleunigt wird; daß die Luft um desto merkbarer auf jenes Verhältniß einwirkt, je größer das Volumen der Körper ist im Vergleich zu ihrem Gewichte; daß im luftleeren Raume alle Körper, Gold und Baumwolle, mit gleicher Geschwindigkeit fallen. — Die Schwerkraft ist eine Eigenschaft der Materie, welche sich in geologischer Hinsicht, wegen ihres Antheils an den, ohne Unterlaß statt habenden, Aenderungen der Erdoberfläche, sehr bedeutend macht.

Indem ich von der Schwerkraft rede, dürfte es nicht ungeeignet seyn, über die Begriffe von Schwere und von specifischem Gewicht einige Worte beizufügen, um so mehr, da ich schon im nächsten Verfolg mich des lehtern Ausdruckes nicht selten zu bedienen habe. Wiegt man zwei Würfel von derselben Größe, aber von verschiedenen Substanzen, so ergibt sich meist ein ungleiches Gewicht. Gar häufig tritt der Fall ein, daß man die Schwere gewisser Körper bei einem gegebenen Volumen kennen, daß man wissen muß, wie viel ein Kubikfuß dieses oder jenen Metalls, der einen oder der andern Steinart wiege. Das Verhältniß, welches in solcher Hinsicht zwischen den einzelnen Körpern statt findet, läßt sich in Zahlen genau ausdrücken. Feste und tropfbar-flüssige Substanzen werden zu dem Ende mit reinem Wasser verglichen, d. h. dieses gilt als Maß, als Einheit, und man bezeichnet das specifische Gewicht jener festen oder flüssigen Körper, indem man angibt, um wie viel dieselben schwerer sind, als Wasser, vorausgesetzt, daß sie den nämlichen Raum wie dieses einnehmen. Wenn z. B. ein Würfel von Wasser ein Pfund wiegt, so würde ein eben so großer Würfel reinen Gediegen-Silbers zehn Pfund und fünf Zehnthelle wiegen; dieß

drückt man in Decimalen so aus: specifisches Gewicht des Gediengen-Silbers = 10,5. — Zur Bestimmung des specifischen Gewichtes dient eine, für diesen Zweck besonders eingerichtete, die „hydrostatische“ Wage, deren Beschreibung in allen Lehrbüchern der Physik zu finden ist. Das specifische Gewicht gibt für Mineralien eines der wesentlichsten Merkmale ab; es ist jedoch hier nicht der Ort, dieß weiter auszuführen.

Gehen wir zur Betrachtung anderer Eigenschaften der Körper über.

Unter Trägheit der Materie versteht man ihre Unfähigkeit, sich selbst in Bewegung zu setzen, oder auf irgend eine Weise die Bewegung zu ändern, welche sie durch äußerliche Ursachen dieser oder jener Art erlangte. Mit andern Worten: Trägheit ist gänzlicher Mangel des Vermögens, Ruhe und Bewegung freiwillig wechseln zu können. Mineralien, Gestein-Massen, beharren in steter Ruhe, bis sie durch äußerliche Ursachen bewegt werden, und bleiben in Bewegung, bis andere äußere Ursachen diese aufheben.

Poröse, löcherige, Schwamm-artige Körper erscheinen durchbohrt von zahllosen kleinen Höhlungen (Poren).

Ich erwähnte vorher noch einiger besondern Eigenschaften gewisser Körper. Unter diesen nehmen vor allen Härte und Elasticität unsere Aufmerksamkeit in Anspruch.

Harte Körper widerstehen jedem Eindrucke von Außen mit mehr oder weniger Kraft, und diese Kraft nimmt in dem Verhältnisse zu, in welchem die Theilchen einer Materie einander genähert erscheinen. Die härteste Substanz, welche das Mineralreich aufzuweisen hat, der Diamant, kann als Beispiel dienen; Diamant ist verdichteter Kohlenstoff. Weiche Körper, im Gegensatz der harten, sind solche, deren Oberfläche

leicht Eindrücke annimmt, denen man zum Theil auch durch Druck andere Gestalten geben kann. Einige Beispiele dürften nicht überflüssig seyn, da Härte zu den wesentlicheren Merkmalen gar mancher Mineralien gehört, mit denen wir uns genauer bekannt zu machen haben. Die scharfe Ecke eines Feuersteines ritzt eine Glasscheibe, über welche man damit hinfährt; bei Kreide ist dieß nicht der Fall, oder es kann die Spur, der zurückgebliebene weiße Streifen, leicht weggewischt werden. Sie sehen, daß Feuerstein härter, Kreide aber weicher ist, als Glas; und zwischen dem härtesten aller Mineral-Körper, dem Diamanten, und der weichen Kreide, gibt es der Mittelgrade viele, so daß man, durch ihr gegenseitiges Verhalten, die Härte jener Substanzen bestimmen kann: Quarz wird von Topas geritzt und ritzt den Feldspath, er steht folglich, was seine Härte betrifft, in der Mitte zwischen beiden; Kalkspath wird von Flußspath geritzt und ritzt Gyps u. s. w. Spröde Körper brechen bei geringer Biegung; beim Versuche von spröden Mineralien kleine Theile loszutrennen, springen diese unter Geräusch umher, oder sie trennen sich als Pulver vom Ganzen der Massen. Elastische Substanzen lassen sich durch Druck in engeren Raum einschränken, und dehnen sich, so wie der Druck aufgehoben wird, wieder zum vorigen Raume aus. Auf der Elasticität, auf der Federkraft der atmosphärischen Luft, auf der Erfahrung, daß, je stärker der Druck, um desto mehr die elastische Gewalt gesteigert wird, beruht die Einrichtung der Windbüchsen. Um aus dem Mineralreiche eines Beispiels zu gedenken, verweise ich Sie auf den Glimmer; er ist elastisch, er läßt sich biegen, nimmt jedoch seine vorige Gestalt wieder an, wenn der Druck aufgehoben wird. Dünne Blättchen bloß biegsamer Mineralien, so unter anderen jene von Talk, können gebogen werden, allein sie nehmen ihre frühere Lage nicht wieder an.

Ich unterlasse, von Geschmeidigkeit, oder Streckbarkeit, und von einigen andern, den Metallen mehr ausschließlich zustehenden Eigenthümlichkeiten zu reden. Später soll das Nöthige darüber angeführt werden.

Feste, tropfbar-flüssige und luftförmige Körper machen auf unsere Sinnes- Werkzeuge, auf unsere Organe, sehr verschiedene Eindrücke. Ohne Unterlaß empfinden wir zahllose äußerliche Einwirkungen der uns umgebenden Gegenstände. Wir sehen, daß manche Erscheinungen nach Willkühr herbeigeführt, oder abgehalten werden können. Ferner lehrt die tägliche Erfahrung, daß Körper unter gewissen Umständen, in die wir sie versetzen, erkalten und sich zusammenziehen, oder daß sich dieselben erhitzen und ausdehnen. Wir vermögen Körper zu stoßen, zu bewegen, oder es erfahren dieselben solche Einwirkungen durch äußere, von uns unabhängige, Ursachen. Auch der Einfluß mehr zarter, gleichsam geheimnißvoller, Kräfte und Stoffe bewirkt gegenseitige Näherung der Körper, oder Entfernung derselben von einander; sie werden angezogen oder abgestoßen. Bei gewissen Materien reichen unsere Mittel nicht hin, ihre Schwere darzu- thun, ihr Gewicht zu bestimmen, und eben so wenig lassen sich dieselben in Gefäße einschließen. Sie haben daher, als Materien, ein etwas räthselhaftes Daseyn; allein ihre Wirkungen, wie wir solche angedeutet, oder später kennen lernen werden, setzen die Existenz derselben außer Zweifel. Man bezeichnet Materien dieser Art mit dem Ausdrucke unwägbare Stoffe oder Imponderabilien. Es gehören dahin: Licht, Wärme, Electricität, Galvanismus und Magnetismus.

Ursprüngliche, unversiegbare Quelle des Lichtes, des die ganze Natur belebenden Princip's, ist die Sonne. Jeder kennt das eigenthümliche Gefühl, welches Licht in uns auregt; aber das Wesen der ausnehmend zarten Flüssigkeit läßt sich keineswegs als

genügend ergründet betrachten. Mit erstaunungswürdiger, aus Wundersame grenzender, Schnelle strömt das Licht ohne Unterlaß von der Sonne auf die Erde. Astronomen und Physiker haben berechnet, daß Kanonen-Kugeln, die von der Sonne abgeschossen würden, dreißig Jahre nöthig hätten, um zur Erde zu gelangen; und dennoch gilt es als erwiesen, daß das Licht nur etwa acht Minuten braucht, um zur Beleuchtung einer Erd-Hälfte anzukommen; es macht folglich in einer Sekunde einen Weg von ungefähr 41,000 geographischen Meilen oder von 941 Millionen Fuß. — Sämmtliche Materien, alle irdischen Körper, werden leuchtend, wenn man sie genugsam erwärmt; mit dem Erkalten büßen sie jedoch die erlangte Eigenschaft wieder ein. Eisen-Stangen, im dunkeln Raume bis zum Rothglühen erhitzt, werden, was sie früher nicht waren, sichtbar; ja sie entwickeln Licht, sie erhellen die umgebenden Gegenstände und machen dieselben sichtbar, indem sie Licht von sich geben. — Das Licht dringt durch den Luftkreis, welcher die Erde umgibt. Es besitzt der denkwürdigen und auffallenden Eigenthümlichkeiten gar viele, deren nähere Untersuchung jedoch mehr ausschließlich in den Bereich der Physik gehört. Wir wollen nur bei einigen verweilen. Das Licht fällt auf die Wolken, es wird von ihnen zurückgeworfen, dadurch werden dieselben sichtbar. — Das auf irdische Gegenstände verschiedenster Art fallende Licht erleidet sonderbare und mannigfaltige Abänderungen. Wenn es zurückgeworfen wird, was bei polirten, und bei gewissen undurchsichtigen Körpern der Fall, ist, so erzeugt dasselbe vielartige Farben-Erscheinungen. Durchsichtige, reine Materien hindern den Durchgang des Lichtes nicht; es setzt seinen Lauf in gerader Richtung fort. Häufiger aber weicht das Licht, in seiner Verbreitung von der geraden Linie ab, es wird gebrochen. Einige Beispiele sollen diese Phänomene näher erläutern; es sind die „optischen Eigenschaften“ der Mineralien,

Leonhard, popul. Geologie, Bd. 1.

deren ich gedenken will; nämlich ihre Durchsichtigkeit, Farbe und Glanz. Obwohl die darauf beruhenden Merkmale mineralischer Körper, in geologischer Hinsicht, nur von untergeordnetem Interesse sind, so dürfen sie uns dennoch keineswegs fremd bleiben. Uebrigens werde ich nicht unterlassen, insofern das eine, oder das andere der, aus Durchsichtigkeit, Farbe und Glanz entnommenen, Kennzeichen besondere Wichtigkeit erlangt, Sie darauf aufmerksam zu machen; gegenwärtig lasse ich es bei einigen allgemeinen Andeutungen bewenden.

Gewisse Mineralien werfen das, auf sie fallende, Licht theils zurück, theils wird es von ihnen eingesogen, aber sie lassen kein Licht durch sich hindurch; man nennt dieselben undurchsichtig, im Gegensatz durchsichtiger Mineralien, welche so viel Licht durchlassen, daß hinter ihnen befindliche Gegenstände deutlich erkennbar sind. Ein sehr bekanntes Beispiel gewährt der Glimmer. Da er nicht selten in großen Blättern vorkommt, so bediente man sich seiner, zumal in Sibirien und in Peru, ehe das Glas allgemeiner verbreitet wurde, zu Fensterscheiben. — Bei halbdurchsichtigen Mineralien sind die Bilder unklar; durchscheinende lassen keine Unterscheidung der Gegenstände zu. — Nicht sämmtliche durchsichtige Mineralien wirken in gleicher Weise auf das durch sie fallende Licht; bei allen aber weicht der Lichtstrahl von seinem geraden Wege ab, er wird gebrochen, und die Strahlen-Brechung ist eine doppelte, wenn der Gegenstand, welchen man durch ein Mineral hindurch betrachtet, sich zweifach darstellt. Beim Isländischen Kalkspath ist das Phänomen am leichtesten zu beobachten; er trägt davon den Namen Doppelspath.

Wie die Farben anderer Körper, so entstehen auch jene der Mineralien dadurch, daß von gefärbten Lichtstrahlen einige eingesogen, andere zurückgeworfen werden. Wir überlassen es den

Physikern, diese Erscheinung zu erklären, und stellen nur einige allgemeine Betrachtungen über das Gefärbtseyn von Mineralien an. — Im höchsten Reinheits-Zustande, dem Wesentlichen ihrer chemischen Zusammensetzung nach, sollten viele Mineralien farblos, wasserhell seyn, und dennoch werden sie, je nachdem diese oder jene zufälligen Bestandtheile darin enthalten sind, nicht selten mannigfaltig gefärbt befunden. So zeigen sich Bergkrystalle, welche, nach den Analysen der Chemiker aus reiner Kiesel Erde bestehen, gelb, roth, braun, schwarz, durch sehr geringe Beimischungen von Eisen oder andern Metallen. — Gewisse Mineralien bleiben, was ihre Färbung betrifft, auf einen engen Kreis, auf eine oder einige Nuancen beschränkt; bei andern ist die Mannigfaltigkeit sehr groß. So nimmt unter den Farben-Suiten jene des Flußspaths eine der ausgezeichnetsten Stellen ein, ja man darf behaupten, daß sie zu den umfassendsten im Mineralreiche gehört. Vom Rosenrothen bis ins Smaragdgrüne läuft die Reihe, in reizender Mannigfaltigkeit, durchs Blau, Braune, Gelbe und Weiße. — Bald sind die Mineralien einfarbig, bald sieht man mehrere Farben zu den vielartigsten Zeichnungen geordnet. — Noch habe ich des Farbenspiels zu gedenken. Sie Alle kennen das Phänomen, wie solches an edlen Opalen wahrzunehmen ist. Man sieht, je nachdem solche Mineralien in verschiedenen Richtungen betrachtet werden, bald grüne und blaue, bald rothe und gelbe Farben, in kleinern und größern Flecken mit einander wechselnd.

Der Glanz, welcher Mineralien eigen, ist eine Folge von Zurückwerfung der, auf ihre Oberfläche fallenden, Lichtstrahlen. Nach den Graden hat man Abstufungen; wie bei andern glänzenden Körpern überhaupt, so auch bei Mineralien (starkglänzend, wenigglänzend), und was die Arten des Glanzes betrifft, so werden, außer dem — metallischen Substanzen eigenen, und nach ihnen den Namen tragenden — Metallganz, Verlmutter-

Glanz, Wachsglantz und Fettglantz unterschieden. Glanzlose Mineralien bezeichnet man als matte. Alle diese Worte sind, für unsere Absichten, so verständlich, daß ich jede nähere Erklärung für überflüssig erachte.

Zu den, mit dem Lichte in Beziehung stehenden, Eigenschaften der Mineralien gehört endlich noch die Phosphorescenz. Au und für sich höchst merkwürdig ist die Erscheinung, als Unterscheidungs-Merkmal mineralischer Substanzen von geringem Belang. — Ein Schuster zu Bologna entdeckte sehr zufällig am sogenannten Bologneserstein — einem strahligen Baryte oder Schwerspath — die auffallende Eigenthümlichkeit, daß derselbe von eingestragenen Lichtstrahlen noch eine Weile im Dunkeln leuchte. Nach und nach lernte man viele Mineralien kennen, die, gerieben, durch Feuer erwärmt, dem Sonnenlichte ausgesetzt oder elektrisirt, einen phosphorischen Schein von sich geben. So leuchten Diamanten, welche man einige Zeit vorher ins Sonnenlicht brachte; gewisse Kalk- und Sandsteine phosphoresciren, wenn sie gerieben werden; zwei Quarz-Stücke leuchten, selbst unter Wasser, während man sie an einander reibt; gestoßener Flußspath gibt, auf glühenden Kohlen, auf Eisenblech, auch in siedendem Wasser, einen grünen oder blauen Lichtschein von sich, ja nicht selten erscheinen alle Farben in blendendem Wechsel, welche jenes Mineral in seinen einzelnen Abänderungen auszeichnen.

Eine andere unwägbare Materie, für unsere Absichten noch wichtiger und einflußreicher, als das Licht, ist die Wärme. Ehe ich jedoch von Wärme rede, oder vielmehr von Wärmestoff, habe ich mich mit Ihnen über einige Ausdrücke zu verstehen, deren nicht richtige Anwendung Mißverständnisse herbeiführen könnte.

Dem gewohnten Wortsinne gemäß, ist Wärme die Wirkung heißer Körper auf Gefühls-Organen. Sehen wir die Hand dem

Einflüsse der Sonne aus, bringen wir sie in die Nähe von Feuer, so empfinden wir Wärme, und eine, bis zu gewissen Graden des Schmerzes gesteigerte, Wärme-Empfindung wird als Hitze, oder als Brennen bezeichnet. — Ferner sehen wir durch Feuer diese und jene auffallende Aenderungen in Körpern hervorgernfen; einige werden davon aufgezehrt, andere nur rothglühend, oder sie schmelzen, sie erscheinen in tropfbar-flüssigem Zustande, noch andere wandeln sich in Dämpfe um. Diese mannigfaltigen Wirkungen müssen durch eine, heißen Körpern innewohnende, Kraft erzeugt werden, durch eine Kraft, welche von der Empfindung unabhängig ist, und um Wirkung und bedingende Ursache zu unterscheiden, wurde für letztere, für die Ursache, der Ausdruck Wärmestoff, oder Wärme-Materie gewählt. — Die fühlbare Wärme eines Körpers, oder die Stärke, womit sich seine Wärme äußert, nennt man dessen Temperatur.

Allerdings pflegt mit dem Worte Wärme sehr gewöhnlich der Begriff von Flamme und von Licht verbunden zu werden; allein leicht ist es, die Ueberzeugung zu erlangen, daß beide letztere Erscheinungen keineswegs unbedingt nothwendig sind beim Wirken der Wärme. Eine, vermittelst Feuers, in flüssigen Zustand versetzte, Bleimasse wird, obwohl sie weder Licht noch Flamme wahrnehmen läßt, andere Körper zu erwärmen, zu erhitzen vermögen; Eis, Schwefel, Zinn, schmelzen, wenn man sie mit jener Masse in Berührung bringt. Geschmolzenes Blei entzündet Wachs, es bringt Wasser zum Kochen, oder wandelt dasselbe in Dampf um.

Wärme und Hitze sind vom eigentlichen Brenn-Material oft ganz unabhängige Begriffe. Wir werden uns davon zu überzeugen Gelegenheit haben, wenn später von der Erdwärme die Rede ist, und vom „ewigen Feuer“, das in der Erdmitte seinen Sitz hat.

Die Fragen: wo die Wärme ursprünglich herstamme? wie sie entstehe? lassen sich damit beantworten, daß man sagt: jener Stoff sey überall vorhanden, er sey in den verschiedenartigsten Körpern enthalten. Feste, flüssige und luftförmige Substanzen besitzen ohne Ausnahme Wärme, auch wenn sie unserem Gefühl unbedingt kalt erscheinen; denn es läßt sich unter gewissen Umständen, durch mechanische Mittel, oder durch chemische Versuche, nicht nur der Beweis führen, daß sie Wärme enthalten, indem man diese aus ihnen entwickelt, sondern es können auch Körper, wenn man ihnen Wärme entzieht, kälter gemacht werden. — Einige Beispiele werden dies näher darthun.

Die Kunst, durch Nueinander-Reiben zweier, in Härte verschiedener Holzstücke, Feuer hervorzubringen, ist sehr alt. Man findet sie bei den Völkern beider Erdhälften, und schrieb ihre Erfindung, in Homer'scher Zeit, dem Merkur zu. Es bedarf übrigens einer äußerst schnellen Bewegung, um die Temperatur der Holzstücke bis zum Entzündungs-Grade zu steigern. — Uebergießt man ein Gemenge aus Eisenfeil-Spähnen und Schwefel mit Wasser, so treten gewisse Zersetzungen ein, und in Folge derselben fängt jenes Gemenge Feuer. Das letztere Experiment hat eine Art geologischer Berühmtheit erlangt, indem Französische Physiker früherer Zeit im irrigen Wahne standen, dadurch die so schwierige und verwickelte, Lehre von Vulkanen und Erdbeben auf einfache und genügende Weise erklären zu können. — Auch von flüssigen Substanzen lassen sich Beispiele anführen, daß ihre Wärme beträchtlich vermehrt wird, wenn man sie zusammenbringt, und daß in einer oder der andern von ihnen Wärmestoff in Menge enthalten gewesen seyn müsse, ohne bemerkbar zu werden, so lange die Flüssigkeiten geschieden blieben: gießt man Bitriolöl in Wasser, so hat beträchtliche Erhitzung statt.

Ferner kann man, vermittelst zweier Kräfte, die wir kennen

zu lernen haben, durch Reibungs-Elektricität und Galvanismus, Wärme erzeugen, und zwar in sehr hohen Graden. Hauptquelle der Wärme aber ist die Sonne. Sie liefert der Erde regelrecht die, für Thierleben und Pflanzen-Existenz nothwendige, Wärme-Menge. Von der Sonne kommt die Wärme, zugleich mit dem Licht, und eben so geschwind zu uns; wie denn überhaupt Licht und Wärme einander so häufig begleiten, daß man darüber gestritten hat, ob beiden nicht die nämliche Ursache zum Grunde liege. Daß die Sonne selbst ein feueriger Körper sey, ist eine längst aufgegebenene Meinung. Seit Herschel's Entdeckung gilt sie als bewohnbare Welt, und Licht und Wärme, welche die Sonne aussendet, sollen von Zersehungen gewisser elastischer Flüssigkeiten herrühren, über die ich im Verfolg reden werde.

Sämmtliche bekannte Körper enthalten Wärmestoff, jedoch, nach dem Mannigfaltigen ihrer Natur, in sehr ungleichen Verhältnissen, und der Wärmestoff strebt in allen Substanzen, mit denen er in Berührung kommt, sich gleichmäßig zu verbreiten. Mit anderen Worten: Körper von verschiedenen Wärmegraden werden, wenn solche lange genug mit einander in Berührung gewesen sind, oder in anderer Weise auf einander eingewirkt haben, genau die nämliche Temperatur zeigen; wärmere Substanzen geben ihre Wärme an kältere ab. Erfassen wir einen heißen Körper, so verläßt ihn ein Theil seines Wärmestoffes, er geht in unsere Hand über, das Gefühl der Wärme wird rege. Berühren wir im Gegentheil kalte Körper, so gibt unsere Hand ihren Wärmestoff theilweise an dieselben ab; wir empfinden Kälte. — Verkühlt sich ein Körper in freier Luft, so verbreitet er seinen Wärmestoff nach allen Seiten. Man nennt dieß *Ausstrahlen der Wärme*, eine Eigenschaft, welche keineswegs bei allen Stoffen gleich ist; diejenigen, denen sie im höchsten Grade zusteht, erkälten am schnellsten.

Nicht immer, nicht unter allen Umständen, wird Wärme-Materie fühlbar. Darauf gründet sich die Unterscheidung in gebundene Wärme und in freie. — Kalte Eisenstangen enthalten gebundenen Wärmestoff in Menge. Auf dem Amboss werden sie unter dem Hammer nach wenigen Minuten heiß, und setzt man das Hämmern eine Zeitlang fort, so läßt sich das Eisen bis zur Rothglüh-Hitze bringen. Nicht selten verschaffen sich Schmiede auf solche Weise Feuer. Weit früher, als Eisen geschmolzen und gegossen wurde, ist die Kunst, es zu hämmern. — Mischt man — ein Versuch, der nähere Kenntniß und große Vorsicht verlangt — kaltes Vitriolöl mit kaltem Scheidewasser, und gießt das Gemische in Terpentinöl, so bricht das Ganze in Flammen aus. — Durch andere chemische Versuche, deren wir später zu erwähnen haben, läßt sich endlich der Beweis führen, daß auch in Luftarten Wärme in hinreichender Menge vorhanden ist, um Entzündung und Flamme hervorzubringen, wenn man dieselben mit einander mischt.

Gewisse Körper sind, im Vergleiche zu andern, empfänglicher für Wärme-Aufnahme, und um verschiedene Substanzen zum nämlichen Hitzegrade zu bringen, werden nicht selten sehr ungleiche Mengen Wärmestoffes erfordert. Ein Pfund Wasser bedarf mehr als zwanzig Mal so viel Wärme, wie eine Quecksilber-Menge von gleichem Gewichte, wenn beide zu derselben Temperatur erhoben werden sollen. In der Kunstsprache bezeichnet man die Empfänglichkeit der Körper für Wärme-Aufnahme mit dem Ausdrucke Wärme-Fähigkeit oder Wärme-Capacität.

Erhitzte Körper geben an andere, in geringeren Graden erwärmte, bald mehr bald minder schnell, einen Theil ihres Wärmestoffes ab; sie haben die Fähigkeit Wärme zu leiten. In flüssigen Körpern ist solche Mittheilung oder Leitung der Wärme wenig bemerkbar; bei festen besteht sie darin, daß

die Wärme, welche einige Theile eines Körpers erlangen, immer auf die zunächst folgenden übergeht, bis das Verhältniß ein gewisses Gleichgewicht erlangt hat.

Tägliche Erfahrungen lehren durch zahlreiche Beispiele, daß die Leichtigkeit, womit Wärme in Körper eindringt, oder solche verläßt, am häufigsten von der Beschaffenheit dieser Körper abhängt. Einige gestatten dem Wärmestoff leichten Durchgang; bei andern geschieht dieß nur mit vieler Schwierigkeit. Feste Körper besitzen sehr ungleiches Leitungs-Vermögen für Wärme, und im Allgemeinen ist die Leitung durch Substanzen von großer Dichtigkeit, namentlich durch Metalle, schneller, als durch weniger dichte Stoffe; Metalle sind gute Wärmeleiter; Holz, Tuch, Papier u. dgl. sind schlechte Wärmeleiter; Glas und Porzellan leiten weniger gut, als irgend ein Metall.

Sollen erhitzte Metall-Geräthschaften von der Hand erfaßt werden, so müssen sie mit Holzstielen, mit hölzerner Handhabe versehen seyn, oder man umwickelt die metallenen Handgriffe mit Tuch oder Papier; denn aus dem Metall geht der Wärmestoff so schnell in die Hand über, daß jede Berührung schmerzhaft wäre, während Holz jenen Uebergang nur allmählig gestattet. — Bringt man gleichgroße Stücke von Korkholz und von Blei in siedendes Wasser, und läßt beide eine Zeitlang darin, so wird der Kork für die Hand eine kaum fühlbare Wärme erregen, das Metall aber unerträglich heiß seyn; beide Körper wurden in gleichem Grade erhitzt, aber sie zeigen sich verschieden, hinsichtlich ihrer Wärme-Leitung. — Ein anderes, ungemein interessantes, Beispiel gewährt uns die auf dem Aetna im Jahr 1828 unter gewaltiger Lava-Decke gefundene Eismasse. Ein Gletscher unter Lava; dieß ist eine Thatsache, welche Vielen als höchst befremdend erscheinen dürfte. Durch ungewöhnliche Sommer-Hitze waren sämtliche Eis-Vorräthe in Catania geschmolzen. Von den Be-

hörben aufgefordert, suchte Gemmellaro nach Schnee-Haufwerken in Spalten und Grotten der alten Lavenströme. Bei dieser Gelegenheit erhielt der Sicilianische Geolog Bestätigung einer Ansicht, die er längst gehegt hatte, eine Masse ewigen Eises am Fuße des erhabenen Kegels wurde, durch vorgenommene Arbeiten, als Theil eines größern, von Lavenströmen überlagerten, Gletschers erkannt. Nun weiß man, daß Schäfer in höhern Aetna-Regionen, zur Erfrischung ihrer Heerden, in Sommer-Monaten, auf eigene Weise Schnee-Vorräthe sammeln. Sie bedecken nämlich den gefallenen Schnee im Frühling, einige Zoll hoch, mit Lagen vulkanischen Sandes. Diese Erfahrung läßt sich auf jenen Gletscher unter Lava anwenden. Wurden beim Anfang einer Eruption, ehe Lava hervorbrach, große Schnee-Haufwerke von niederfallendem vulkanischem Sand, oder von Lapilli — kleine zertrümmerte Schlacken-Theile — überdeckt, so mußte durch eine Schichte solchen Materials, das einen trefflichen Nichtleiter der Wärme abgibt, das Schmelzen des Schnees gehindert werden, wenn später die Lavensuth darüber strömte. Und wenn die Lava einmal erkaltet und fest geworden, so konnte sich der Schnee hier, in Höhen von 10,000 Fuß über dem Meere, so lange erhalten, wie auf dem Mont-Blanc. — Durch das Ungleiche der Wärme-Leitung machen Steine sehr verschiedene Eindrücke auf das Gefühl beim Berühren. Geschiebe, Rollstücke von Topas, von Bergkrystall und von irgend einem Kalkstein, alle von derselben Größe, lassen sich durch bloßes Anfühlen wohl unterscheiden; Topase sind auffallend kälter. Ebenso zeigen die meisten „feineren“ Edelsteine, bei gleicher Temperatur, größere Kälte-Grade, wie künstlich nachgeahmte, wie falsche Edelsteine; an letztern wird, da sie schlechte Wärmeleiter sind, der Hauch länger sichtbar bleiben, als an ächten Edelsteinen. — Auf Erfahrungen über Wärme-Leitung beruht Art und Weise, wie

man in heißen Himmelsstrichen sich Eis verschafft und Wasser abkühlt. In den Europäischen Niederlassungen in Bengalen, am Ufer des Ganges, ist die Kälte so gering, daß, selbst zur sogenannten Winterzeit, welche ungefähr sechs Wochen dauert, in keinem Hause, außer der Küche, eingefeuert wird. Von benachbarten Bergen schafft man Eis herbei, und die Einwohner wissen dessen Menge auf eigene Weise zu vermehren. Sie machen im freien Felde Gruben, legen Stroh hinein und stellen runde Gefäße aus gebrannter Erde darauf, die oben offen sind, und ohne Deckel. Die Gefäße füllt man mit Wasser und wirft, nach Sonnen-Untergang, kleine Eis-Stücke hinein. Am nächsten Morgen, vor dem Aufgang der Sonne, werden die Gefäße, worin alsdann das Wasser gefroren ist, wieder weggenommen. Hierbei muß noch bemerkt werden, daß die dortländischen Töpfer-Arbeiten äußerst porös sind, und das Wasser nach und nach heraus rinnen lassen; gerade dadurch wird die Kälte sehr vermehrt. Auf der Küste von Coromandel, wo die Hitze fast unerträglich ist, und kein Eis zu haben, bekommt man demungeachtet kühles Wasser zu trinken. Die Eingebornen pflegen es nämlich in leicht gebrannte irdene Gefäße, welche außen mit nasser Leinwand umwickelt sind, der freien Luft auszusetzen; da nun diese außerordentlich heiß ist, so verdunstet die, in der Leinwand enthaltene, Feuchtigkeit bald und dadurch wird das Gefäß nebst dem Wasser, welches es umschließt, abgekühlt. Ebenso erklärt sich die Abkühlung des Trinkwassers in Spanien; man setzt es in sogenannten Alcarazas, in porösen Thon-Gefäßen, dem Luftzuge aus.

Die schwersten Körper sind, wie Sie aus dem Vorhergehenden gesehen, jedoch nicht ohne Ausnahme, die besten Wärmeleiter. Flüssige Substanzen leiten die Wärme schlecht; allein mit zunehmender Dichtigkeit ändert sich diese Eigenschaft; Quecksilber, die

gewichtigste aller Flüssigkeiten, erkaltet die Hand beim Hineinbringen, es ist ein trefflicher Wärmeleiter.

Vorhin, als ich von der größern oder geringern Fähigkeit zur Wärme-Aufnahme sprach, habe ich bereits bemerkt, daß das Wesen eines Stoffes als eine der vorzüglich bedingenden Ursachen gelten müsse; allein auch die Oberfläche von Körpern, welche Wärme empfangen, oder durchlassen sollen, bewährt ihren Einfluß. Zwei Stücke eines und des nämlichen Metalles, und von derselben Größe, beide mit polirter Oberfläche, die man bis zu demselben Grade erhitzt, und sodann in freier Luft abkühlt, werden gleich viel Zeit bedürfen, um zu erkalten. Ist jedoch die Außenfläche eines der beiden, zum angegebenen Versuche verwendeten Metallstücke unpolirt, so wird dieses früher erkalten. Flüssigkeiten, in geschwärzten Gefäßen, in nicht polirten Kesseln über Feuer gebracht, erhitzen sich schneller, als wenn die Außenfläche der Gefäße polirt und blank ist.

Es bedarf wohl nicht der weitem Entwicklung, wie höchst wohlthätig, ja wie nothwendig, diese Abstufungen, diese Gradationen im Wärme-Leitungs-Vermögen der Körper für das Bestehen und Gedeihen des Natur-Haushaltes sind. Nur ein Beispiel will ich erwähnen. Ich verweise Sie auf die wesentlichen und wichtigen Dienste, welche der Schnee durch das Eigenthümliche seiner Beschaffenheit leistet. Die Atmosphäre nimmt, bei niedrigem Stande der Sonne, bei der Höhe, zu welcher Eisberge unter den Polen emporsteigen, — zuweilen über große Theile der Planeten-Außenfläche eine so geringe Temperatur an, daß, ohne die weiseste Natur-Einrichtung, alles Pflanzenleben würde vernichtet werden. Das Streben des Wärmestoffes, sich ins Gleichgewicht zu setzen, ist Ihnen bekannt; bei verminderter Luft-Temperatur, muß auch die Erde verhältnismäßig erkalten. Hat die Abkühlung der Atmosphäre gewisse Grade erreicht, so gefriert

das in derselben dampfförmig enthaltene Wasser und wird als Schnee niedergeschlagen; dadurch erhält die Erde eine Decke, welche das weitere Entweichen der, zum Pflanzen-Leben nothwendigen, Wärme-Materie hindert.

Hitze dehnt aus, Kälte zieht zusammen. Eine der allgemeinsten Wirkungen des Stoffes, von dem ich rede, ist, daß er das Volumen der Körper vermehrt, denen sich derselbe verbindet, und dabei werden solche Körper zugleich leichter, als sie vorher waren.

Um diese Erscheinungen durch einige Beispiele zu erläutern, will ich Folgendes bemerken. Erhitzt man eine Eisenkugel, so läßt sie sich nicht mehr durch den Eisenring zwingen, durch den sie im kalten Zustande fiel. Wird eine, zur Hälfte mit Wasser gefüllte, Flasche über Feuer gebracht, so steigt das Wasser darin bedeutend empor. Auf diese Weise erklärt sich auch der scheinbare Widerspruch, daß Flüssigkeiten, welche, wie wir gehört, schlechte Wärmeleiter sind, sich schnell erhitzen, wenn Feuer auf sie einwirkt. Beim zuletzt erwähnten Versuche wird das, dem Feuer am nächsten befindliche, Wasser zuerst erhitzt, folglich leichter; es dringt, einem Kork, oder andern wenig schweren Körpern gleich, durch die übrige Wassermasse empor; und ist dieser Theil entfernt, so wird ein anderer, nun dem Feuer zunächst befindlicher, erhitzt, bis endlich das ganze Wasser „kocht“. Auf gleiche Weise würden Ofen unsere Zimmer kaum, oder nur nach sehr langer Zeit, in allen Theilen zu erwärmen vermögen, wenn nicht die, sie zunächst umgebende und leichter gewordene, Luft emporstiege, kältere an ihre Stelle träte, und sich so die Wärme nach und nach allgemein verbreitete. Es sind dieß die Gesetze, auf welchen die Luft-Heizung beruht.

Wasser, durch Verlust seines Wärmestoffes in Eis umgewandelt, wird in solchem veränderten Zustande leichter; daher schwimmt Eis, obwohl es ein fester Körper ist, auf der Oberfläche des Wassers.

Die Menge der, beim Frieren frei werdenden, Wärme beschränkt das weitere Fortschreiten solcher Erstarrungs-Prozesse sehr. Aus frierenden Substanzen strömt stets Wärme, und dieses wirkt günstig ein; die Strenge der Kälte wird gemildert, ihr Zunehmen gehindert. Daher kommt es auch, daß man sich nach starkem Schneefallen nicht selten wärmer fühlt. Hätte die Rückkehr der Wärme-Materie in gefrorenes Wasser nicht ebenfalls allmählig statt, so entstünden die furchtbarsten Ueberschwemmungen in Gegenden, wo gewaltige Eismassen sich anhäufeten. — Noch einer bekannten Erscheinung will ich gedenken, die für gänzlich Uneingeweihte befremdend, überraschend seyn kann. Ich rede vom Dampfen der Flüsse bei Eisgängen; Strömen, mit Treibeis beladen, entsteigt Dampf, weil Wärme frei wird, indem das tropfbar-flüssige Wasser zum festen Körper, zu Eis, erstarrt.

Der letzte Gegenstand, welchen ich zur Sprache bringen muß, ehe ich von der Wärme einem andern unwägbarren Stoffe mich zuwende, ist das Wärme = Messen. Man beobachtete Ausdehnungen und Zusammenziehungen, als unmittelbare Folgen von Wärme = Zunahme oder Abnahme; man fühlte das Interessante, Wichtige, und in häufigen Fällen unbedingt Nothwendige, genaue Kenntniß der Grade von Hitze oder Kälte sich zu verschaffen; dieß führte, im Anfange des siebenzehnten Jahrhunderts, zur Erfindung einer Geräthschaft, die eben so einfach, als nützlich ist. Im Thermometer oder Wärme = Messer dehnt sich das, in enger Glasröhre eingeschlossene, Quecksilber* aus, oder zieht sich zusammen, je nachdem es erwärmt wird, oder erkaltet. Bringt man die Geräthschaft in kochendes Wasser, so steigt das

* Statt des Quecksilbers dienen auch andere Substanzen, so namentlich Weingeist, um sehr hohe Kälte-Grade, bei welchen Quecksilber gefrieren würde, zu messen.

Quecksilber, dem gleichförmigen Naturgange gemäß, bis zu einem gewissen beständigen Punkte; setzt man das Thermometer dagegen in ein Gefäß, worin Schnee befindlich, so fällt das Quecksilber bis zu einem, gleichfalls beständigen, Punkte. Ausdehnungen und Zusammenziehungen, wie diese, haben statt, wenn das Instrument mit Körpern irgend einer Art in Berührung kommt. Bezeichnet man an der Glasröhre des Thermometers die Stellen des Siedens und des Eis-Schmelzens, so ist ein Maßstab für zwei denkwürdige Standpunkte unveränderlicher Temperaturen erlangt; die Unter-Abtheilung in Grade ergibt sich mehr als Sache der Willkühr; je höher der Stand des Quecksilbers über dem Gefrier-Punkte, um desto größer die Wärme, je tiefer darunter, um desto strenger die Kälte. Am Celsius'schen Thermometer ist der Raum vom Gefrier- bis zum Siede-Punkte des Wassers in 100 Grade getheilt, beim Reaumur'schen, in 80 Grade, und an Fahrenheit's Thermometer in 180 Grade. Bei der letzteren Eintheilung ist jedoch zu berücksichtigen, daß auf ihr der Punkt des schmelzenden Schnee's nicht mit 0, sondern mit 32 bezeichnet ist. Fahrenheit glaubte nämlich den höchstmöglichen Kälte-Grad durch eine Mischung von Salmiak und Schnee hervorbringen zu können; diesen bezeichnete er durch 0, und theilte sodann seine Scale von hieran bis zum Punkte des siedenden Wassers in 212 Grade, wovon 32 bis zum Schmelzpunkte des Schnee's und die übrigen 180 bis zum Siedepunkte des Wassers reichen.

Die nachfolgende Tabelle enthält eine Zusammenstellung der üblichen Thermometer-Scalen — dieß ist der Kunst-Ausdruck für die Abtheilung in Grade — nach den drei erwähnten Physikern, nach Celsius, Reaumur und Fahrenheit. Mit dem Zeichen — wird stets der Stand des Quecksilbers unter dem Nullpunkte angedeutet.

Celsius.	Reaumur.	Fahrenheit.	Celsius.	Reaumur.	Fahrenheit.
-50	-40	-58,0	-9	-7,2	15,8
-49	-39,2	-56,2	-8	-6,4	17,6
-48	-38,4	-54,4	-7	-5,6	19,4
-47	-37,6	-52,6	-6	-4,8	21,2
-46	-36,8	-50,8	-5	-4,0	23,0
-45	-36,0	-49,0	-4	-3,2	24,8
-44	-35,2	-47,2	-3	-2,4	26,6
-43	-34,4	-45,4	-2	-1,6	28,4
-42	-33,6	-43,6	-1	-0,8	30,2
-41	-32,8	-41,8	0	0,0	32,0
-40	-32,0	-40,0	1	0,8	33,8
-39	-31,2	-38,2	2	1,6	35,6
-38	-30,4	-36,4	3	2,4	37,4
-37	-29,6	-34,6	4	3,2	39,2
-36	-28,8	-32,8	5	4,0	41,0
-35	-28,0	-31,0	6	4,8	42,8
-34	-27,2	-29,2	7	5,6	44,6
-33	-26,4	-27,4	8	6,4	46,4
-32	-25,6	-25,6	9	7,2	48,2
-31	-24,8	-23,8	10	8,0	50,0
-30	-24,0	-22,0	11	8,8	51,8
-29	-23,2	-20,2	12	9,6	53,6
-28	-22,4	-18,4	13	10,4	55,4
-27	-21,6	-16,6	14	11,2	57,2
-26	-20,8	-14,8	15	12,0	59,0
-25	-20,0	-13,0	16	12,8	60,8
-24	-19,2	-11,2	17	13,6	62,6
-23	-18,4	-9,4	18	14,4	64,4
-22	-17,6	-7,6	19	15,2	66,2
-21	-16,8	-5,8	20	16,0	68,0
-20	-16,0	-4,0	21	16,8	69,8
-19	-15,2	-2,2	22	17,6	71,6
-18	-14,4	-0,4	23	18,4	73,4
-17	-13,6	1,4	24	19,2	75,2
-16	-12,8	3,2	25	20,0	77,0
-15	-12,0	5,0	26	20,8	78,8
-14	-11,2	6,8	27	21,6	80,6
-13	-10,4	8,6	28	22,4	82,4
-12	-9,6	10,4	29	23,2	84,2
-11	-8,8	12,2	30	24,0	86,0
-10	-8,0	14,0	31	24,8	87,8

Celsius.	Reaumur.	Fahrenheit.	Celsius.	Reaumur.	Fahrenheit.
32	25,6	89,6	73	58,4	163,4
33	26,4	91,4	74	59,2	165,2
34	27,2	93,2	75	60,0	167,0
35	28,0	95,0	76	60,8	168,8
36	28,8	96,8	77	61,6	170,6
37	29,6	98,6	78	62,4	172,4
38	30,4	100,4	79	63,2	174,2
39	31,2	102,2	80	64,0	176,0
40	32,0	104,0	81	64,8	177,8
41	32,8	105,8	82	65,6	179,6
42	33,6	107,6	83	66,4	181,4
43	34,4	109,4	84	67,2	183,2
44	35,2	111,2	85	68,0	185,0
45	36,0	113,0	86	68,8	186,8
46	36,8	114,8	87	69,6	188,6
47	37,6	116,6	88	70,4	190,4
48	38,4	118,4	89	71,2	192,2
49	39,2	120,2	90	72,0	194,0
50	40,0	122,0	91	72,8	195,8
51	40,8	123,8	92	73,6	197,6
52	41,6	125,6	93	74,4	199,4
53	42,4	127,4	94	75,2	201,2
54	43,2	129,2	95	76,0	203,0
55	44,0	131,0	96	76,8	204,8
56	44,8	132,8	97	77,6	206,6
57	45,6	134,6	98	78,4	208,4
58	46,4	136,4	99	79,2	210,2
59	47,2	138,2	100	80,0	212,0
60	48,0	140,0	101	80,8	213,8
61	48,8	141,8	102	81,6	215,6
62	49,6	143,6	103	82,4	217,4
63	50,4	145,4	104	83,2	219,2
64	51,2	147,2	105	84,0	221,0
65	52,0	149,0	106	84,8	222,8
66	52,8	150,8	107	85,6	224,6
67	53,6	152,6	108	86,4	226,4
68	54,4	154,4	109	87,2	228,2
69	55,2	156,2	110	88,0	230,0
70	56,0	158,0	111	88,8	231,8
71	56,8	159,8	112	89,6	233,6
72	57,6	161,6	113	90,4	235,4

Celsius.	Reaumur.	Fahrenheit.	Celsius.	Reaumur.	Fahrenheit.
114	91,2	257,2	120	96,0	248,0
115	92,0	259,0	121	96,8	249,8
116	92,8	240,8	122	97,6	251,6
117	93,6	242,6	123	98,4	252,4
118	94,4	244,4	124	99,2	255,2
119	95,2	246,2	125	100,0	257,0

In geologischer Hinsicht ist dieser Wärme-Messer, das Thermometer, wie Sie hören werden, in nicht seltenen Fällen, von größter Wichtigkeit.

Bei vielen Untersuchungen von Mineralien ist es nothwendig, kleine Bruchstücke derselben schnell bis zu hoher Temperatur erhitzen zu können, um ihr Verhalten gegen Feuer zu beobachten. Man bringt sie zu dem Ende vor das Löthrohr, mit welchem man einen Luftstrom in die Flamme eines Lichtes hineinbläst. Die Temperatur läßt sich bis zur stärksten Weißglüh-Hitze steigern, und die Erscheinungen, welche die Mineralien-Bruchstücke zeigen, dienen zum Unterscheiden derselben von einander, zum Erkennen ihrer chemischen Natur. Einige Bruchstücke ertragen das Glühen, ohne sich zu verändern; andere wechseln Farbe und Gestalt, sie schäumen auf, sie werfen Blasen, wandeln sich zu Email, auch zu Glas um, oder sie fließen zum metallischen Korne; noch andere verflüchtigen sich u. s. w. — Was mit der Löthrohr-Flamme im Kleinen bewirkt wird, dazu dienen den Chemikern im Großen ihre Flammen- und Gebläse-Ofen.

So weit unsere Betrachtungen über Wärme.

Während die Eigenschaften der Körper, von denen bis jetzt die Rede gewesen, denselben meist beharrlich anhängen, und scheinbar der Materie innig verbunden sind, habe ich nun Ihre Aufmerksamkeit andern Eigenschaften zuzuwenden, die man Kör-

vern gleichsam vorübergehend verleihen kann. Es sind Thatfachen, welche um desto mehr auffallen müssen, da wir durch sie Kräfte von hoher Macht kennen lernen.

Einfache, in ältester Zeit bekannte Versuche — auf welche der Zufall leitete, und die bald zu einer, durch unsere Sinne verbürgten, Erfahrung wurden — liegen der wichtigen Lehre von der Elektricität zum Grunde. Ein Stück Bernstein, das gerieben worden, zieht kleine leichte Körper an, die man in seine Nähe bringt. Dieß ist das erste elektrische Phänomen, welches man in der Geschichte der Wissenschaft verzeichnet findet. Jene Erscheinung leitete die Aufmerksamkeit der Physiker auf eine merkwürdige, durch die ganze Körperwelt verbreitete, Naturkraft, die sich jedoch nicht äußert, sondern gewissermaßen in neutralem Zustande verbleibt, so lange dieselbe nicht in Thätigkeit gesetzt wird. — Später nahm man wahr, daß, außer dem Bernstein, gar manche Körper elektrisierbar sind. Mehrere Edelsteine, Glasstäbe, Siegellack-Stangen, im Allgemeinen glasige oder harzige Substanzen, werden, mit Wollentuch, mit einem Rahenfell, oder mit der trocknen Hand gerieben, mehr oder weniger leicht und stark elektrisch; sie ziehen Papier-Stückchen, Flaum-Federn, Gold-Blättchen, Strohhalme an, sie reißen dieselben gleichsam zu sich hin. Einige jener leichtesten Körper bleiben an Glasröhren und Siegellack-Stangen hängen, andere werden plötzlich wieder abgestoßen. Ist die Glasröhre von gehöriger Größe, reibt man dieselbe nicht zu kurze Zeit, und bringt solche alsdann dem Gesichte nahe, so erregt sie auf der Haut Empfindungen, als würde diese mit Spinnen-Geweben überzogen.

Obwohl nun in solcher Weise, ohne besondere Vorkehrungen, schon recht auffallende elektrische Phänomene erhalten werden konnten, so sah man sich dennoch, als die einzelnen Beobachtungen häufiger wurden, und man in der Kenntniß vorwärts ging, nach kräftigern

Hilfsmitteln um. Es ist hier weder der Ort, noch mein Beruf, in Schilderung der verschiedenartigen elektrischen Apparate einzugehen, vermittelst deren die überraschendsten Erscheinungen hervorgebracht werden; nur das will ich bemerken, daß Glasscheiben, oder Glas-Cylindern, die, nach Art eines Rades, oder einer Walze, schnell herumgetrieben werden, und deren äußere Flächen sich dabei an Wollenzug, an Taffent oder an Leder reiben, unter Knistern Feuer-Funken entströmen, wenn man denselben die Fingerspitzen nahe bringt. Diese Funken, welche man zuerst, bei minder vollkommenen Apparaten, in kaum sichtbarer Größe hervorgelockt, sind es vor Allem, wodurch die Elektricität als eine der wundervollsten Kräfte berühmt geworden. Auf leicht entzündbare Substanzen, wie Schießpulver und Weingeist, wirkten sie gleich Feuer ein; starke Funken schmelzen Metall.

So ergab sich der Beweis, daß in gewissen Körpern, durch bloße Reibung eine Eigenschaft entwickelt werden kann, welche sie zuvor nicht besaßen; denn Bernstein-Stücke, Siegellack-Stangen, Glasröhren, ziehen Papier-Theilchen, oder Flaum-Federn und Gold-Blättchen keineswegs an, wenn sie nicht zuvor gerieben worden.

Jedessen hatten fruchtlose Versuche mit andern Körpern angestellt, dargethan, daß alle keineswegs auf gleiche Weise für Elektricität empfänglich seyen. Eisen- oder Kupferstangen z. B. konnten durch Reibung nicht in den Zustand versetzt werden, daß sie Phänomene, wie die geschilderten, zeigten. Mit Wollenzug, mit Rahefellen gerieben, gaben dieselben weder elektrische Funken, noch erweckten sie irgend eine Empfindung in menschlichen Organen, und eben so wenig wurden Papier-Theilchen dadurch angezogen. Man bezeichnete Körper der Art als unelektrische; aber dieser Ausdruck ist nicht der richtige, denn vermittelst der Berührung anderer, bereits elektrisirter, Substanzen, sind jene Körper gleichfalls fähig, Elektricität anzunehmen und durch ihre

Masse hindurch fortzupflanzen; sie werden zu Leitern der Elektricität. So erhalten, um das Gesagte mit einem Beispiele zu belegen, Metalle, Wasser und andere Substanzen, durch Mittheilung Elektricität.

Von den Leitern unterscheidet man die Nichtleiter, d. h. Körper, welche durch Reibung zwar elektrisch werden, aber der aufgenommenen Elektricität den Durchgang nicht gestatten, das heißt, sie weder über ihre Oberfläche hinaus, noch durch ihr Inneres hindurch fortzupflanzen.

Unter gewissen Umständen können Nichtleiter zu Leitern werden. So ist die Luft, welche wir einathmen, im trockenen Zustande ein Nichtleiter; feuchte Luft aber wird bei abnehmender Dichtigkeit, zum Leiter.

Die sogenannten unelektrischen Körper lassen sich durch Reibung elektrisiren, sobald man verhindert, daß die Elektricität ihnen wieder entzogen werde. Zu dem Ende umgibt man dieselben mit lauter Nichtleitern, mit Materien, welche dem Ausströmen der Elektricität widerstreben; die Körper werden isolirt, ist der Kunstausdruck. Die Isolirung läßt sich durch Aufhängen an Seidensaden bewerkstelligen, oder durch Untersätze von Glas, Wachs, Schwefel, Siegellack u. s. w. Metallstangen, auf eine oder die andere Weise isolirt, erlangen, reibt man dieselben in solchem Zustande, alle elektrischen Eigenthümlichkeiten; aber es verbleiben ihnen letztere nur so lange sie sich außer jeder Berührung mit Leitern der Elektricität befinden; augenblicklich büßen sie ihr elektrisches Wesen wieder ein, so wie man die Stangen mit der Hand ergreift, oder ein anderes Metallstück damit in Berührung bringt. — Diese Erfahrungen beweisen, daß die nämlichen Metallstangen, welche, beim früher erwähnten Versuche, durch Reiben nicht elektrisch wurden; dennoch keineswegs für

Elektricität unempfindlich sind, nur mußten sie, um die erlangte Eigenschaft bewahren zu können, isolirt seyn.

Aus dem Mitgetheilten sehen Sie, daß der Begriff von unelektrischen Substanzen kein richtiger ist; die natürlichen Körper müssen in Leiter und Nichtleiter unterschieden werden.

Luft und Quecksilber können als interessante und belehrende Beispiele dienen.

Die atmosphärische Luft ist ein Nichtleiter; verstattete sie der Elektricität ungehinderten Durchgang, so würde kein, mit Luft umgebener, Körper elektrische Wirkungen von einiger Dauer zeigen können. Wir wissen aber, daß geriebenen Glasstäben, oder Harzstangen, die erlangte elektrische Eigenthümlichkeit beträchtliche Zeit hindurch verbleibt, obwohl sie ganz mit Luft umgeben sind. Quecksilber ist ein Leiter. Glasröhren, Harzstangen, welche durch Reiben elektrisirt werden, büßen ihre Kraft ein, so wie man dieselben in Quecksilber eintaucht.

Anziehen und Abstoßen sind merkwürdige elektrische Eigenschaften, und lassen mit gutem Grunde auf zwei verschiedenartige Kräfte schließen. Man betrachtet diese als einander entgegengesetzte Elektricitäten, wovon eine, die positive, die andere, die negative genannt wird, jene heißt auch Glas-, diese Harz-Elektricität. — Aus den bis jetzt über die Phänomene des Anziehens und Abstoßens beobachteten Thatfachen, ergibt sich das allgemeine und sehr einfache Gesetz: daß Körper, die mit Elektricität von derselben Natur ausgestattet sind, einander gegenseitig zurückschießen, während solche, in denen verschiedenartige Elektricität rege geworden, einander anziehen.

Der Raum, innerhalb dessen die Elektricität ihre Kraft-Auswirkungen wahrnehmen läßt, heißt elektrischer Wirkungskreis oder elektrische Atmosphäre.

Reibung ist übrigens keineswegs das ausschließliche Mittel, wodurch Elektricität angeregt werden kann. Gewisse Substanzen sind elektrisirbar, wenn man sie mäßig erhitzt, andere durch Druck, endlich entsteht Elektricität beim Festwerden mancher flüssiger Körper, so wie bei Verdampfungs- und Verbrennungs-Processen. Die durch solche Mittel erregte Elektricität zeigt sich übrigens auf schwächere Grade beschränkt, im Vergleich der durch Reibung erweckten. — Nur einige Beispiele, in soweit die Sache von besonderem Interesse für unsere Absichten ist. Krystalle von Turmalin, von Topas, und von einigen andern Mineralien, zeigen, im erwärmten Zustande, nicht nur elektrische Wirkungen, sondern selbst entgegengesetzte Elektricitäten, indem eines ihrer Enden anzieht, das andere zurückstößt. Kalkspath, besonders der sogenannte Isländische Doppelspath, wird, ohne Reiben, durch bloßen Druck, durch Pressung mit der trocknen Hand, positiv elektrisch, er zieht leichte Körper an und behält diese Eigenschaft während langer Zeit. Und ein Mineral kennt man, das meist im elektrischen Zustande sich befindet, so daß es bei ihm weder Reibens oder Drückens, noch der Erhitzung bedarf; es ist dieß der Galmei, ein ziemlich allgemeyn verbreitetes Zinkerz.

Neue elektrische Erscheinungen entdeckte Galvani sehr zufällig. Im Hörsaale des Bologneser Professors befand sich ein Apparat, dem man Funken entlockte, während zu gleicher Zeit Frösche präparirt wurden. Jeder Funken rief Zuckungen in den Frosch-Schenkeln hervor. Diese Beobachtungen, und andere daran geknüpfte Wahrnehmungen, führten zur Kenntniß des unerwarteten Phänomens: daß Zuckungen statt haben, wenn Muskeln oder Nerven eines Thieres von Metallen berührt werden. Galvanismus nannte man den Metallreich, zum ehrenden Andenken des Erfinders, und war geneigt, ihn einer eigenthümlichen

thierischen Elektricität zuzuschreiben. Volta, der berühmte Physiker in Pavia, bewies, indessen, mit siegenden Gründen, daß das ganze Phänomen elektrische Wirkung sey. Er zeigte, wie Thierkörper nur als Elektricitäts-Messer dienen, wie sie nur die Gegenwart der elektrischen Kraft anzeigen, die Quelle der übrigen Erscheinungen aber — an welchen Reiben, oder Druck keinen Antheil haben — in der Berührung, im gegenseitigen Verhalten verschiedener Metalle, zu suchen wäre, indem dabei das Gleichgewicht in ihnen gebundener elektrischer Materie gestört werde. Volta's Versuche ergaben: daß so oft man zwei verschiedenartige Metalle mit einander in Berührung bringt, eines derselben positiv, das andere negativ elektrisch werde. Die stärkste galvanische Elektricität erregen Säulen aus Platten von Zink und Silber, oder von Zink und Kupfer aufgebaut, indem jedes Platten-Paar durch feuchte Zuck- oder Pappe-Scheiben getrennt wird. Solche Säulen zeigen, je nach der Plattenzahl, und nach ihrer Größe, mehr und minder starke Wirkungen, eine Menge höchst überraschender und wichtiger Phänomene, deren Betrachtung uns später beschäftigen soll, da sie, in verschiedener Beziehung, für die Geologie bedeutend werden.

Ich gehe zu einem anderen, nicht weniger merkwürdigen, unwägbarren Stoffe über.

Die Entdeckung der leitenden Kraft des Magneten ist eine der glücklichsten. Seit alter Zeit wußte man, daß dem Magneteisen die Eigenthümlichkeit zukommt, kleine Eisentheile, selbst aus einiger Ferne, anzuziehen; gerade so, wie die, durch Reiben elektrisirte, Siegellack-Stange leichte Körper zu sich hinreißt. Man wußte, daß jenes Erz kleinere und größere Eisenstücke beim Berühren mit gewisser Gewalt festzuhalten vermöge. — Diese inneren Kräfte, diese gleichsam magischen Wirkungen

sind es, welche dem Magnet schon sehr frühe hohes Ansehen verschafften; er erhielt den Rang vor allen Steinen.

Das einfachste Mittel, die Macht des Magnetismus kennen zu lernen, und die Art seiner Vertheilung im Magneteisen zu untersuchen, ist, daß man ein Stück solchen Erzes, ohne weitere Vorbereitung, so wie es aus der Grube gebracht wird, in Eisenfeile legt. Beim Herausnehmen wird sich die Oberfläche des Magneteisens mit mehr oder weniger Feilspähnen belegt zeigen; aber nicht gleichförmig, nicht überall im nämlichen Maße. Besonders auffallend ist die Bedeckung, der Ueberzug, an zwei entgegengesetzten Stellen. Hier sieht man, wenn aufmerksam beobachtet wird, die Theilchen der Eisenfeile gleich Borsten emporgerichtet. Sie legen sich nicht einzeln an, sondern sind in Reihen geordnet, alle unter einander parallel; es bilden dieselben einen „Bart“, wie man zu sagen pflegt. — Jene entgegengesetzten Stellen oder Punkte, wo die meisten Eisentheilchen versammelt sind, erkennen wir als die Pole des Magnetes. — Ferner findet man, daß wenn ein Stück Magneteisen in freischwebende Lage gebracht, wenn es aufgehängt wird, so daß die Stellen, welche wir als magnetische Pole bezeichneten, einander horizontal gegenüber befindlich sind, dasselbe eine bestimmte Richtung annimmt; eine der Seiten wendet sich ungefähr nach Norden, während die andere gegen Süden gekehrt ist; daraus folgt, daß der Magnet einen Nordpol und einen Südpol habe, und die gerade Linie von einem Pole zum anderen, wird magnetische Ase genannt.

Die Stärke magnetischer Kraft ist äußerst verschieden. Kleine Magnete tragen nicht selten Gewichte, welche, im Vergleich zu ihrer eigenen Schwere, sehr groß sind. Je wirksamer ein Magnet, in desto größerer Entfernung zeigt sich derselbe thätig, um desto mehr Kraft gehört dazu, ihn wieder vom Eisen zu trennen.

Magnetische Wirkungen auf Eisen werden durch dazwischen befindliche Körper im Allgemeinen nicht gehindert; sie haben durch die mannigfaltigsten Substanzen hindurch statt, es mögen diese Leiter oder Nichtleiter der Elektricität seyn; sie gehen durch die Luft, sie werden von Wasser, Glas, Papier, selbst von Flammen keineswegs aufgehalten. Aus Berichten neuerer Seefahrer wissen wir, daß ein kleines felsiges Eiland im nördlichen Amerika, welches fast ganz aus Magneteisen besteht, schon in 500 Ellen Entfernung das Eigenthümliche seiner Zusammensetzung durch auffallende Erscheinungen verräth. — Die Isolirung, wie wir solche bei der Elektricität kennen gelernt, thut dem Magnetismus keinen Eintrag. Nur wenn Eisenplatten zwischen Magnet und Feilspähne gebracht werden, zeigen sich die Wirkungen unserer Kraft verändert, etwas geschwächt.

Die Kunst weiß Magnete zu fertigen; es lassen sich magnetische Kräfte in Eisen und in Stahl erwecken, man kann sie auf diese Substanzen übertragen. Schon die Erscheinungen, welche sich darbieten, wenn wir ein Stück Magneteisen in Feilspähne legen, sprechen dafür, daß Eisen, mit dem Magnete in Berührung gebracht, selbst magnetisch wird; denn es haften in den kleinen Büscheln und Strahlen, zu welchen wir die Eisenfeile gruppirt sehen, die Theilchen keineswegs bloß unmittelbar am Magneteisen-Stücke, sie hängen auch unter sich mit ihren Enden an einander. — Aus jeder dünnen Stahlnadel kann man einen Magnet machen; Stahl-Stückchen, welche eine Zeit lang am Magnete hingen, zeigen sich magnetisch und ziehen anderes Eisen an. Nähnadeln, die, von einem starken Magnete gezogen, daran hafteten, werden zu kleinen Magneten, sie ziehen Feilspähne an, und an Seiden-Fäden aufgehangen, so daß dieselben sich vollkommen frei bewegen können, weisen sie mit einer ihrer Spitzen nach Norden.

Diese Erfahrungen über Verfertigung künstlicher Magnete — so nennt man sie im Gegensatz der natürlichen — sind von hoher Wichtigkeit um des großen Nutzens willen, den die Magnetnadel leistet; auf ihr beruht die Erfindung des Kompasses. Durch die leitende Kraft des Magneten wurde Seefahrern das Mittel verschafft, die Richtung ihres Weges über unermessliche Meere hinaus zu finden; jene Kraft leitet sie in den dunkelsten Nächten, und während undurchdringliche Nebel, oder Unwetter, ihnen den Anblick der Himmels-Gestirne gänzlich entziehen. Ein Stück Stahl, vom Magnete berührt, zeigt dem Schiffer seinen unfehlbaren Weg von der alten zur neuen Welt; es sichert dem Menschen die Herrschaft in den endlosen Räumen des Oceans; mit ihm darf er sich kühn in unbekannte Meere wagen. Ebenso wissen Bergleute und Geologen den Kompaß als verlässigen Führer zu würdigen, wie ich Ihnen dieß bereits angedeutet und demnächst ausführlicher zu entwickeln habe.

Von beiden magnetischen Kräften oder Materien, welche wir kennen gelernt, stößt jede sich selbst ab und zieht die andere an; Nord- und Südpol ziehen einander an, wie die mit entgegengesetzten Elektricitäten begabten Körper; und wie Substanzen, die mit gleichartiger Elektricität versehen worden, einander abstoßen, so verhalten sich auch am Magneten Südpol gegen Südpol, und Nordpol gegen Nordpol, sie stoßen sich zurück. — Die einander anziehenden Pole hat man freundschaftliche, die sich abstoßenden feindliche benannt; so heißen auch Nord- und Südpol ungleichnamige, Nordpol und Nordpol aber, so wie Südpol und Südpol gleichnamige Pole.

Wir werden nicht nur einzelne Berge, und ganze Gebirgszüge, als mit magnetischer Gewalt begabt kennen lernen, die Erde selbst ist ein Magnet; sie wirkt auf Eisen und magnetisirte Körper. In der nördlichen Halbkugel wird der nach Norden zeigende Pol der

Magnetnadel angezogen, in der südlichen Erdhälfte aber der nach Süden weisende Pol. — Als vorläufige Bemerkung will ich hier beifügen, daß, neueren physikalischen Untersuchungen zu Folge, die magnetische Kraft unserer Erde an deren Oberfläche ihren Sitz zu haben scheint; wir hätten es demnach nicht sowohl, wie früher angenommen wurde, mit einem magnetischen Kerne, als vielmehr mit einer magnetischen Hülle zu thun.

In ihrer natürlichen Stellung ist die Magnetnadel nicht überall genau nach Norden gekehrt; den Winkel, um welchen sich dieselbe an verschiedenen Orten von Norden entfernt, nennt man ihre *Abweichung*. Bringt man die schwebende Magnetnadel nach und nach an verschiedene, im Vergleich zu den GröÙe-Verhältnissen unseres Weltkörpers nicht weit von einander entlegene Stellen, so zeigen sich die Richtungen, welche die Nadel nimmt, auffallend unter einander parallel. In bedeutenderen Entfernungen aber ist schon Abweichung beobachtbar. Diese Erscheinungen bleiben überall dieselben; sie sind die nämlichen bei den kleinsten Nadeln, wie beim größten magnetischen Apparate; sie zeigen sich unverändert auf Gebirgs-Höhen, wie in den tiefsten Gruben des Bergmanns. Auf seiner ersten Entdeckungs-Reise nahm Columbus das Phänomen wahr. Er beobachtete zur Abendzeit, als sein Schiff sich ungefähr 200 Seemeilen von der Insel Ferro befand, daß die Nadel, statt nach dem Nordpol hinzuweisen, ungefähr 5 bis 6 Grade nordwestlich zeigte. Am folgenden Morgen wich sie noch mehr ab, und dieß nahm zu, je weiter man kam, so daß der Steuermann besorgte, der Kompaß stehe auf dem Punkte, seine „verborgene Kraft“ zu verlieren.

Lange Zeit hindurch war man der Meinung, Eisen sey das einzige Metall, auf welches der Magnet anziehend wirke; spätere Erfahrungen haben dargethan, daß zwei andere Metalle, Nickel und Kobalt, solchem Einflusse auf ganz ähnliche Weise unter-

worfen sind. Aus beiden Metallen lassen sich, nachdem sie durch Mittel, welche die Chemie gewährt, vollkommen rein dargestellt worden, Nadeln fertigen und magnetisiren, gleich den Stahlnadeln, nur sind sie etwas weniger wirksam, als diese.

So manche Thatsachen, die ich über Magnetismus mittheilte, erinnern an, Ihnen bereits bekannte, elektrische Erscheinungen, und durch die elektro-magnetischen Phänomene findet man Veranlassung, die Theorien beider Kräfte, jene des Magnetismus mit der der Elektricität, in Verbindung zu setzen. Die Ausführung gehört nicht hierher; nur so viel will ich bemerken, daß, alten Erfahrungen gemäß, Blitze und elektrische Schläge Stahlnadeln magnetisch machen, daß sie die Pole einer Magnethadel umkehren, den Südpol zum Nordpol, den Nordpol zum Südpol umwandeln können. Durch Verstedt's, des berühmten Dänischen Physikers schöne Entdeckung wurde dargethan, daß jeder die Elektricität leitende Körper, während ihn jene Kraft durchströmt, selbst zum Magnete wird.

Um nicht unvollständig zu bleiben, habe ich einige Andeutungen über Thermo-Magnetismus, oder Thermo-Elektricität, und Magneto-Elektrismus beizufügen.

Die neuesten Untersuchungen der Physiker zeigten, daß gewisse Metalle, zumal Wismuth, bei theilweiser Erwärmung auf die Magnethadel wirken. Noch auffallender ist die Erscheinung, wenn zwei Metalle mit einander verbunden, und an der Verbindungsstelle erwärmt oder erkaltet werden. Wismuth und Antimon (Spiesglanz) bewährten sich am kräftigsten. Man bezeichnet das Phänomen als Thermo-Magnetismus, oder als Thermo-Elektricität, in sofern gleichzeitig eine elektrische Strömung zwischen beiden Metallen statt findet und den Magnetismus hervorruft. Ueberhaupt stehen beide Kräfte, Elektricität und Magnetismus, mit einander im innigsten Zusammen-

hange, da sie sich gegenseitig erregen. Ein Magnet, über eine Kupferscheibe gebracht, ruft Magnetismus in der Letzten hervor, welcher auf ihn wieder zurückwirkt und, bei Bewegung der Kupferscheibe, ihn selbst in Bewegung setzt. Kupferdraht, durch eine Umgebung von Seide elektrisch isolirt, und spiralförmig, einer Schraube gleich, gewunden, wird elektrisch, wenn man das eine Ende eines Magnetes schnell hineinschiebt, oder wieder herauszieht. Der Englische Physiker Faraday, der Entdecker dieser Phänomene, nannte jene bloß momentane Erregung Elektricität durch Induction. Die sowohl hierdurch, als auch durch die Volta'sche Kette hervorgerufene Elektricität durchläuft Metalldrähte, am besten kupferne, mit einer Geschwindigkeit, welche größer ist, als die schnellste bisher bekannte des Lichtes, und bewegt die Spitze einer, über oder unter einem solchen leitenden Drahte (*Rheophore*) aufgehängenen, Declinations-Nadel durch ihre Wirkung auf den Magnetismus derselben, je nach der Richtung des elektrischen Stromes nach Osten oder nach Westen. Für größere Längen der Leitungsdrähte wird zwar eine größere Dicke derselben und ein stärkerer Magnet, oder eine kräftigere Säule erfordert; da aber diese Stücke für 50 oder 100 und selbst noch mehr geographische Meilen nicht übermäßig wachsen, so hat man beide elektrische Erregungen für die elektro-magnetische Telegraphie in Vorschlag gebracht.

Ueber das Wesen der Elektricität, des Galvanismus und Magnetismus sind unsere Ansichten aus Wissen und Geheimniß seltsam gemischt. Die Erscheinungen haben nichts Fremdartiges mehr; allein mit den Grund-Ursachen sind wir keineswegs vertraut geworden. Wir begnügen uns, den elektrischen, galvanischen und magnetischen Kräften Eigenschaften zuzuschreiben, welche sich aus den Phänomenen ergeben, die durch sie bedingt werden.

Beim ursprünglichen Entstehen unserer Erde, und eines Theiles der, ihre feste Rinde zusammensetzenden, Felsmassen, hat, unter den Stoffen, wovon ich bis jetzt geredet, die Wärme den entschiedensten Antheil genommen: aber alle dürften dabei mehr oder weniger gewirkt haben, auch sind sie ohne Unterlaß thätig bei den dauernden Aenderungen der Planeten-Rinde, indem sie bald durch stilles, gleichsam magisches Wirken kund werden, bald in ihrer furchtbaren Stärke sich zeigen. Der belebende Einfluß von Licht und Wärme auf die Thierwelt, wie auf das Gedeihen der Pflanzen ist bekannt. Bei zahllosen natürlichen und künstlichen Processen wirken beide Materien nicht minder bedeutend. Von der Macht des Lichtes bei gewissen geologischen Phänomenen werden Sie später die Ueberzeugung erlangen. Wärme ist bedingende Ursache des Tropfbar-flüssigen oder Dampf-förmigen aller Substanzen, die fähig sind, in solchen Zustand versetzt zu werden. Wärme begünstigt die Auflösung der Körper, und während dieselbe fördernd einwirkt bei Verbindungen, welche die mannigfaltigen Stoffe mit einander eingehen, die wir sogleich kennen zu lernen haben, hilft Wärme in andern Fällen Trennungen verbundener Stoffe hervorrufen, indem sie eines der thätigsten Zeretzungs-Mittel ist. Ueberhaupt gibt es keine mächtigere Kraft, als Feuer, keine, die von mehr wundervoller Wirkung wäre. Bei Erdbeben und Vulkanen, bei Allem, was die Natur gewaltsam aufregen mag, erscheint uns Feuer als Ursache. Ebenso sind an Elektricität, Galvanismus und Magnetismus die interessantesten Phänomene geknüpft. Bei so vielen erhabenen Erscheinungen weisen uns wohlbeglaubigte Thatsachen, Gründe, die späterhin einleuchten werden, auf eine oder die andere dieser Kräfte sehr entschieden hin, als auf das bedingende Princip; bei andern Phänomenen, die man nicht entziffern, nicht berechnen kann, wohin Experimente der Physiker

und Chemiker nicht reichen, ahnen wir elektrische, galvanische oder magnetische Kräfte als mitwirkend. Absichtlich verspare ich die weitere Ausführung. Nur der so wichtigen und folgereichen Erfahrung sey hier gedacht, daß vermittelt der Entladung elektrischer Batterien und galvanischer Apparate stärkere Hitze-Grade hervorgerufen werden können, als auf irgend einem andern Wege, ohne daß man genau weiß, wie hierbei Wärme entsteht. Wasser läßt sich sogleich in die beiden Lustarten zerlegen, aus denen es zusammengesetzt ist; Gold- und Silber-Blättchen, Eisen- und selbst Platin-Drähte verbrennen mit hellstem Glanze; Kohlenstücke entzünden sich, und das Licht, welches sie ausströmen, ist so blendend, daß das Auge den Anblick nicht zu ertragen vermag. — Wichtige Anfschlüsse haben wir ohne Zweifel von künftigen elektro-magnetischen Forschungen zu erwarten.

Dritte Vorlesung.

Chemische Thatsachen. — Geologisch wichtige Urstoffe. — Sauerstoff. Wasserstoff. Stickstoff. Kohlenstoff. Schwefel. Chlor. Fluor. Phosphor.

Es ist im Vorhergehenden gesagt worden: Chemie sey die Lehre von der Trennung der Körper in ihre Elemente, und ohne Zweifel erlangt man die klarste Uebersicht der Bestandtheile unserer Erde, des mannigfaltigen Materials, das zum Ban ihrer Rinde gedient, indem man, bei solchen Untersuchungen, von den Elementen, von den einfachsten Stoffen, zu den zusammengesetzten übergeht, zu jenen, welche durch Verbindungen der Elemente gebildet werden.

Seit Aristoteles nahmen die Alten vier Elemente an: Feuer, Wasser, Luft und Erde. Alle Naturkörper galten als zusammengesetzt aus jenen vier Urstoffen. Durch die mächtigen Fortschritte der chemischen Kunst haben sich diese Ansichten sehr umgestaltet; man kennt gegenwärtig über fünfzig Elemente, von denen die meisten Metalle sind. Aber so weit unsere Erfahrungen reichen, nehmen nur sechszehn Elemente mehr wesentlichen Antheil an der Zusammensetzung unserer festen Erdrinde, so wie an der Bildung der, diese Rinde umgebenden und bedeckenden, oder in ihr im Kreislaufe

sich bewegenden, tropfbaren und luftförmigen Flüssigkeiten.

Elemente, einfache Substanzen — man nennt sie auch Ur- oder Grund-Stoffe — sind solche, welche der Chemiker, da sie nur aus einer Art von Materie bestehen, nicht weiter zu zerlegen im Stande ist; Zusammensetzungen, Verbindungen dagegen sind Substanzen, die zwei oder mehrere Elemente enthalten.

Eisen, als Metall, ist eine einfache Substanz, ein Element; es zeigt sich von durchaus gleichartiger Natur; keine Materie anderer Art kann daraus gezogen werden. Setzt man jedoch mit Wasser befeuchtetes Eisen dem Einflusse der Luft aus, so bedeckt es sich nach einiger Zeit mit braungelber, erdiger, zerreiblicher Rinde, es belegt sich mit „Eisenrost,“ und dieser ist eine Zusammensetzung aus mehreren Elementen; denn um zu Rost zu werden, nahm das Eisen, außer dem Wasser, auch einen gewissen Bestandtheil der Luft in sich auf.

Allerdings ist seit nicht langen Jahren in der chemischen Lehre unglaublich viel geschehen; aber dennoch dürften gar manche Körper, die gegenwärtig unter der Reihe der Elemente ihre Stelle haben, im Verfolg der Zeit als zusammengesetzte dargethan werden, wenn es der Chemie gelingt, Mittel zu entdecken, sie in ihre Bestandtheile zu scheiden. So weit übrigens die chemische Wissenschaft auch vorgeschritten: Elemente kann der Chemiker durch Kunst nicht darstellen. — Die sechszehn Elemente, von denen ich sagte, daß sie in geologischer Hinsicht besonders bedeutend erscheinen, sind: Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Kohlenstoff, Schwefel, Chlor, Fluor, Phosphor, Silicium, Aluminium, Kalium, Natrium, Magnium, Calcium, Eisen und Mangan. Diese Elemente, mehr aber die verschiedenartigen

chemischen Verbindungen, welche sie unter einander eingehen, sind es, welche den größten Theil des Materials bilden, woraus die feste Rinde unserer Erde besteht, so wie die luftförmige und tropfbar-flüssige Hülle, womit dieselbe umgeben und bedeckt ist.

Ich habe den Ausdruck chemische Verbindungen noch zu erläutern. Die, aus zwei oder mehreren Urstoffen zusammengesetzten, Körper bezeichnet man mit jener Benennung, für welche auch das Wort Mischung bräuchlich ist. Sehr verschieden von chemischen Verbindungen sind die Mengungen, die mechanischen Zusammenhäufungen. Wenn Mischungen eintreten, so erleiden die verbundenen Theile eine mehr oder weniger auffallende Aenderung ihrer Eigenschaften: bei Gemengen ist die ursprüngliche Eigenthümlichkeit der einzelnen zusammengehäuften Theile stets noch zu erkennen. Wird ein Stück Eisen mit einem Stücke Schwefel in Berührung gebracht, so hat dieß keine Folgen für die Natur beider Substanzen. Eben so wenig hat eine Aenderung statt, wenn das Eisen gefeilt, der Schwefel gepulvert, und sodann beide gemengt werden. Erhitzt man aber dieses Gemenge, so schmelzen beide Substanzen und bilden alsdann einen andern, von den Gemengtheilen wesentlich verschiedenen, Körper; sie sind zu einer chemischen Verbindung geworden, zu Schwefel-Eisen.

Wir werden diese Verhältnisse, die Umstände, unter welchen chemische Verbindungen eintreten, begünstigende und störende Einflüsse, welche dabei statt haben, im Verfolg genauer kennen lernen. Hier nur die Bemerkung, daß die Mengen, in denen sich Elemente zu Mineralkörpern verbunden finden, keineswegs zufällig sind, sondern daß solchen Vereinigungen bestimmte, und meist sehr einfache Gesetze zum Grunde liegen.

Wir hätten uns nun mit Eigenschaften und Verhältnissen jener Grundstoffe vertraut zu machen, welche von besonderer Bedeutung in der Erd-Geschichte sind. Vorher aber erachte ich für nothwendig, von einigen, bis jetzt nicht erwähnten, natürlichen Kräften zu reden, die in geologischer Hinsicht sehr wichtige Rollen spielen. Ich meine Cohäsion, Adhäsion und Affinität, die Kräfte des Zusammenhanges, der Anziehung und der chemischen Verwandtschaft.

Einige Beispiele, einige Versuche, die Jeder leicht vornehmen kann, werden zur Erläuterung am geeignetsten seyn. Sie dienen, manches Schwierige und Verwickelte aufzuhellen; in ihnen lernen wir vorläufig einzelne Glieder einer Kette von Ursachen und Wirkungen kennen.

Bergkristalle, Kalkstein-Stücke widerstehen in gewissem Grade der auf sie einwirkenden Gewalt. Steigert man letztere, so brechen jene Mineral-Substanzen und lassen sich endlich zu Staub umwandeln. Nun sind Bergkristalle und Kalkstein-Stücke, in die einzelnen Theilchen geschieden, welche durch ihren Zusammenhang der Verkleinerung Widerstand leisteten. Es mußten jene Theilchen durch irgend eine Kraft zusammengehalten worden seyn; nur so erklärt sich die Festigkeit der, zum Versuche angewendeten, Mineralkörper. Man bezeichnet die, den Zusammenhalt bedingende, Ursache als Cohäsion, als Kraft des Zusammenhanges; von der Cohäsion hängt die Festigkeit der Körper ab.

Die Cohäsion läßt sich in vielen Fällen aufheben und wieder herstellen. Geschmolzener Schwefel, geschmolzenes Blei dienen als Beispiele; beim Erstarren der Substanzen wird die Cohäsion wieder hergestellt. In Wasser aufgelöstes Kochsalz wandelt sich, wenn das Wasser verdunstet, von Neuem zum festen Körper um.

Nun von Erscheinungen anderer Art.

Starke Eisendrahte, in Wasser oder in Quecksilber getaucht, werden ganz verschiedenes Verhalten zeigen. Vom Wasser bleibt etwas am Drahte hängen, vom Quecksilber nicht. Zwischen den Wasser-Theilen hatte allerdings ein gewisser Zusammenhalt statt; allein die Adhäsion, die Anziehungskraft, welche das Eisen ausübte, war stärker, sie führte einige Wasser-Theile dem Drahte zu. Beim Quecksilber hingegen überwand der Zusammenhalt seiner Theile unter sich die Anziehungskraft des Drahtes. — Gießt man Quecksilber in eine Glasflasche, so erscheint dessen Oberfläche convex, gewölbt; denn das Metall wird nur sehr schwach vom Glase angezogen. Bringt man das Quecksilber aber in ein Metall-Gefäß, z. B. in einen zinnernen Napf, so erscheint seine Oberfläche concav, flach vertieft, weil es strebt, sich mit den Wandungen des Gefäßes zu verbinden.

Es geht aus den angeführten Thatsachen hervor, daß Cohäsion auf gleichartige Stofftheile wirkt; Adhäsion aber auf Theile verschiedener Substanzen.

Diesen Beispielen muß ich noch Folgendes hinzufügen.

Eine Gold-Münze, in Quecksilber getaucht, wird beim Herausnehmen damit überzogen befunden werden; und der Ueberzug ist nicht wegzuwischen, wie dieß der Fall war bei den Wasser-Tropfen, die am Eisendrahte hafteten. Das Gold wird weiß und weich werden, in so fern es lange genug im Quecksilber verblieb.

Sie könnten die Frage stellen: war das Quecksilber, welches an der Münze haftet, in Folge bloßer Adhäsion zwischen beiden Metallen dem Golde verbunden worden? Einer solchen Annahme widerspricht der Umstand, daß sich das Quecksilber weder wegzuwischen, noch durch irgend ein mechanisches Mittel von der Münze entfernen läßt. Gebraucht man eine Feile, so werden die Spähne

aus Gold und Quecksilber zusammengesetzt befunden werden. — Eine Anziehung dieser Art bezeichnet man als eine chemische; sie ist die Kraft der Verwandtschaft zwischen zwei Körpern, ihre Affinität.

In der chemischen Anziehung lernen wir eine Gewalt kennen, die, was ihr Wirken betrifft, von allen bekannten übrigen Kräften wesentlich abweicht. Sie ist es, welche Trennungen und Verbindungen der Körper bewirkt, womit sich die Chemie beschäftigt. Viele geologische Phänomene würden, ohne Kenntniß der Affinität, unverständlich bleiben.

Folgender Versuch wird uns einiges Licht geben.

Bringt man, mit gehöriger Vorsicht, auf die Oberfläche geschmolzenen Bleies kleine platte Zinnstücke, so schwimmen dieselben, wie Kork auf Wasser; denn Zinn ist leichter als Blei. Bald wird das Zinn schmelzen, beim Erkalten jedoch keine besondere Lage über dem Blei bilden, beide Metalle zeigen sich vielmehr gemischt, d. h. innig mit einander verbunden; auch das kleinste Bruchstück der Masse — man nehme solches von der Oberfläche, oder vom Boden — besteht aus Zinn und Blei. Wie ist es nun zu erklären, daß das größere Gewicht des Bleies überwältigt wurde, so daß dieses Metall, durch das flüssige Zinn hindurch, emporrang, und selbst an der Oberfläche sich damit mischte? Wie kam es, daß das leichtere Zinn, durch das schwere Blei hindurch, bis zum Boden sank? — Hier wirkte die nämliche Gewalt, welche in dem früher erwähnten Versuche, bei Vereinigung des Goldes mit dem Quecksilber, thätig war.

Eine weitere Erfahrung, welche aus dem letzten, zur Sprache gebrachten, Beispiele hervorgeht, ist, daß die chemische Anziehung keineswegs immer zwischen verschiedenen Körpern

besteht, daß sie wenigstens nicht immer thätig sich zeigt; Blei und Zinn, im kalten Zustande, wirken nicht auf einander.

Zu mehrerer Verdeutlichung erinnere ich an eine ganz bekannte Thatsache. Sie alle wissen, daß Kochsalz schwerer ist, als Wasser; es sinkt, in ein mit Wasser gefülltes Gefäß gebracht, augenblicklich zu Boden. Nach einiger Zeit verschwindet jedoch das Salz, und der Geschmack des Wassers ergibt, daß dasselbe gleichmäßig darin vertheilt worden, daß es sich bis zur Oberfläche des Wassers erhoben habe; es mußte folglich nach oben und in jeder Richtung allmählig angezogen worden seyn. Das Nämliche hat beim Zucker statt und bei anderen Körpern, zwischen denen und dem Wasser chemische Affinität obwaltet.

Ähnliche Erscheinungen treten zwischen zwei Flüssigkeiten ein, die gegenseitige Affinität haben. Weingeist ist leichter als Wasser; gießt man denselben über Wasser, so schwimmt er darauf. Allein nach einiger Zeit vertheilt sich der Weingeist im Wasser, zu Folge der wirkenden Affinität. Gießt man hingegen Oehl auf Wasser, so bleibt dasselbe davon geschieden, seiner größern Leichtigkeit wegen, im Vergleich zur Schwere des Wassers, und weil es nicht durch eine starke Verwandtschaft von dieser Flüssigkeit angezogen wird.

Die Anziehung, von welcher die Rede, wirkt in einiger Entfernung keineswegs immer auf merkbare Weise; allein ihre Folgen sind auffallend, und die Aenderungen, welche sie hervorbringt, von solcher Art, daß dieselben nicht von Ihnen übersehen werden dürfen. — Ich füge noch ein Beispiel, der bessern Erläuterung wegen hinzu. Kleine polirte Massen von Zinn und von Kupfer hängen einander mit gewissen Stärtegraden an. Beide Metalle bleiben jedoch, auch als Zeilspähne gemengt, was ihre Natur betrifft, in jeder Hinsicht unverändert. Läßt man aber die chemische Anziehung von Zinn und Kupfer thätig werden,

wie z. B. beim Schmelzen, so treten andere Erscheinungen ein: beide Metalle durchdringen sich gegenseitig, mischen sich dergestalt mit einander, daß kein Theil der daraus gebildeten Masse die frühern Eigenschaften des einen, oder des andern besitzt. Kupfer hat eine rothe Farbe, Zinn eine weiße; das Gemische beider Metalle ist grangelb. Kupfer ist weich, Zinn übertrifft dasselbe noch in dieser Beziehung; das Gemische zeigt sich ausnehmend hart. Kupfer gehört keineswegs zu den schweren Metallen, Zinn ist noch leichter; das Gemische beträgt mehr, als die Gewichte beider. Eine Glocke aus Zinn gegossen, hat fast keinen Klang, eine kupferne tönt dumpf; Glocken aus dem Gemische ist ein angenehmer Lant eigen; darum schmilzt man Kupfer und Zinn zusammen, um das Glockengut, die Glockenspeise zu bereiten. — Sie sehen, daß bei solchen Processen die kleinsten Theilchen der Masse — im gewählten Beispiele Kupfer und Zinn — sich mit einander auf das Innigste verbinden. Kein mechanisches Mittel reicht hin, um Theilchen, wie jene der erwähnten beiden Metalle, in so nahe und enge Berührung zu bringen, daß sie ihre Eigenschaften gänzlich umwandeln; nur durch Schmelzung kann dieß leicht bewirkt werden.

Solche Aenderungen der Eigenschaften, wie sie in Folge der Affinität, der chemischen Verwandtschaft, eintreten, sind keineswegs auf Metalle beschränkt; sie haben in jedem Falle statt, wo verschiedene Körper in den Zustand chemischer Verbindungen gebracht werden. Kaum dürfte, unter jenen Aenderungen, eine überraschender und merkwürdiger seyn, als die, wovon Kochsalz ein Beispiel gewährt. Das den Menschen so zuträgliche Kochsalz, die Würke vieler Speisen, besteht, wie wir später hören werden, aus zweien Substanzen; jede derselben wirkt nachtheilig auf die Gesundheit ein; jede einzeln, in gewisser Menge genossen, kann lebensgefährlich werden; aber in

chemische Verbindung gebracht, büßen sie ihre schädlichen Eigenschaften gänzlich ein.

Die Kraft der Affinität, der Verwandtschaft ist sehr angedehnt im Reiche der Natur. Bekannte Thatsachen verbürgen, daß es keinen Körper gibt, welchem nicht gewisse Verwandtschaftsgrade zu irgend einer andern Substanz zuständen. Allein manche Ursachen setzen sich der, zwischen verschiedenen Körpern einzugehenden, Verbindung entgegen, und oft in dem Grade, daß der erfolgreiche Einfluß der Affinität gehemmt wird; es treten Umstände ein, welche hindern, daß bestehende Verwandtschaften sich kräftig genug zeigen, um neue Verbindungen hervorzubringen.

Legt man ein Stück Kalkstein in kochendes Wasser, so löst es sich nicht auf, weil die Affinität zwischen Kalktheilchen und Wasser nur unbedeutend ist, der gegenseitige Zusammenhalt zwischen den Kalktheilchen hingegen sehr stark. Wird jedoch Weinessig dazu gegossen, so äußert dieser größere Affinität zum Kalk; es fängt derselbe an sich aufzulösen, obwohl nur langsam. Der Proceß kann beschleunigt werden, wenn man den Kalk pulvert, indem dadurch der Zusammenhalt seiner Theile geschwächt wird. Und nimmt man, statt des Essigs, Scheidewasser oder Vitriolöhl, so wird die Auflösung in weit kürzerer Zeit vor sich gehen, denn beide Säuren haben noch größere Affinität zum Kalk. — Der flüssige, die Auflösung bewirkende Stoff — im angeführten Versuche Essig, Scheidewasser oder Vitriolöhl — heißt Auflösungs-Mittel.

Wir haben aus diesem Beispiele gesehen, daß die Cohäsion, die Kraft des Zusammenhanges, bis zu gewissem Grade der Affinität, der Verwandtschaftskraft, zu widerstehen weiß; nachdem der Zusammenhalt der Kalktheile durch Pulvern geschwächt worden, vermochte der Weinessig schneller darauf einzuwirken. — Wärme vermehrt bald die Affinität, bald schwächt sie dieselbe. Als

Belege gedenke ich folgender Thatfachen. Kaltes Wasser über Mann gegossen, löst nur eine gewisse Menge davon; weit größer ist die Salz-Quantität, welche heißes Wasser in sich aufnimmt. Wirft man gebrannten Kalk in siedendes Wasser, so wird er zum Theil aufgelöst, und das Wasser erlangt einigen Geschmack; je mehr das Wasser sich abkühlt, um desto mehr Kalk löst es auf und der Geschmack desselben wird stärker.

Ueberhaupt sind, je nach dem Eigenthümlichen der Körper-Natur, die Erscheinungen sehr mannigfaltig, wenn Substanzen chemisch auf einander einwirken. Werden Verbindungen solchen Processen unterworfen, so zeigt sich oft die Anziehungskraft des einen, oder des andern der zusammengebrachten Stoffe mächtiger; die frühere Verbindung wird getrennt, und es entsteht eine neue. Auf diese Thatfachen ist der Begriff von gegenseitiger Verwandtschaft gewisser Körper, von ihrer Wahl-Verwandtschaft gegründet; denn gleichsam aus Wahl geben sie die alte Verbindung auf und gehen eine neue ein.

Ich benutze ein sehr interessantes Beispiel, um ihnen das so wichtige Verhältniß der Wahl-Verwandtschaft vollkommen verständlich zu machen. — Die „vermeinte“ Umwandelung des Eisens in Kupfer, und die Entdeckung der „Kupfer-Quellen“ in der Irländischen Grafschaft Wicklow sind die Phänomene, wovon ich reden will; sie setzten zu einer gewissen Zeit gar viele in Staunen, und die alten Chemiker in nicht geringe Verlegenheit.

In den Wicklow'schen Kupfer-Bergwerken ließen Arbeiter, in verlassenem Gruben, ihre Eisen-Schanfeln an Stellen zurück, wo ein, viele aufgelöste Kupfer-Theile enthaltendes, Wasser hervorquoll. Als die Bergleute nach einiger Zeit, ihre Schanfeln wieder aufsuchten, fanden sich dieselben in dem Grade mit

Kupfer überrindet, daß man wohl glauben konnte, es sey das Eisen zu Kupfer umgewandelt worden. — Die Erfahrung blieb keineswegs unbenußt. Sie regte den Gedanken an: Eisenstangen in Kupfer-haltige Wasser zu legen; das Kupfer setzte sich an das Eisen, letzteres wurde durch den Proceß zernagt und sank als rother Schlamm zu Boden. Nun brachte man ungefähr fünfhundert Tonnen Eisen auf einmal in jene Gruben in Wicklow. Nach Verlauf eines Jahres hatte sich das Eisen aufgelöst; jede Tonne Eisen lieferte eine, mitunter auch anderthalb und selbst zwei Tonnen metallischen Niederschlags, und aus jeder Tonne des letztern wurden sechszehn Centner reinen Kupfers gewonnen. — Die Erscheinung erklärt sich sehr einfach als Folge chemischer Wahl-Verwandtschaft. Kupfer ist in Vitriol- oder Schwefelsäure auflösbar; bringt man aber Eisen in eine solche Auflösung, so verläßt die Säure das Kupfer vermöge ihrer größern Verwandtschaft zum Eisen, sie verbindet sich mit diesem, und das Kupfer wird in metallischem Zustande abgesetzt. Außer der Grafschaft Wicklow, enthalten auch die Gruben-Wasser vieler andern Gegenden, in Vitriolsäure aufgelöstes Kupfer; es sind dieß die sogenannten Cäment-Wasser, und das, durch hineingebrachtes Eisen geschiedene, Kupfer führt den Namen Cäment-Kupfer. Zu Neu-sohl in Ungarn zeigte man, im Jahre 1675, einen sonderbaren Becher aus dem angeblich umgewandelten Eisen. Er war vergoldet, mit Silber-Sierrathen reich belegt, und trug die Inschrift:

Eisen war ich, Kupfer bin ich,
Silber halt ich, Gold bedeckt mich.

Eine Wahl-Verwandtschaft, wie die, welche Sie so eben kennen gelernt, wo ein zusammengesetzter Körper (das in Vitriolsäure aufgelöste Kupfer) durch einen einfachen (Eisen) zerlegt, wo einer der Bestandtheile des erstern von

letztem aufgenommen und der andere frei gegeben wird, ist eine einfache. Mischt man jedoch zusammengesetzte Körper mit zusammengesetzten, und hat ein gegenseitiger Austausch ihrer Bestandtheile statt, so tritt eine doppelte Wahl-Verwandtschaft ein. Der Verlauf unserer Unterhaltung wird mir Gelegenheit geben, Sie auf nicht wenige, von geologischen Erscheinungen entnommene, Beispiele einfacher und doppelter Wahl-Verwandtschaften aufmerksam zu machen.

Ich endige hiemit die Andeutungen über Cohäsion, Adhäsion, Affinität und Wahl-Verwandtschaft. Allerdings wäre noch Stoff zu mannigfaltigen Betrachtungen vorhanden, hätte ich die Absicht, den Gegenstand erschöpfend zu behandeln. Einige Ausführlichkeit mußte ich mir bei diesem wichtigen Theile der chemischen Lehre erlauben, wodurch so vieles Licht verbreitet wird; die Verbindungen, welche Elemente mit einander eingehen, setzen Kenntniß jener Beziehungen und Verhältnisse voraus, und die Phänomene, durch solche Verbindungen bedingt, gewinnen größeres Interesse, die Erscheinungen werden verständlicher, hat man sich einige Einsicht erworben. Auch bei den Zersetzungen, welchen gewisse Theile unserer Erdrinde stets unterworfen sind, bei den Aenderungen, welche ihr Zustand erleidet, bei den neuen Gebilden, die aus solchen Umwandlungen hervorgehen, spielen Cohäsion, Adhäsion, Affinität, einfache und doppelte Wahl-Verwandtschaft, sehr bedeutende Rollen; durch letztere namentlich werden Verbindungen aufgehoben, welche zwischen den Theilen der Mineralkörper bestanden, es büßen dieselben gewisse Stoffe ein, die ihnen eigen gewesen, während sie dagegen in andern Fällen neue Stoffe in sich aufnehmen.

Ich hätte Sie nun mit den einzelnen Elementen und ihren wesentlichen Eigenschaften bekannt zu machen; allein vorher muß ich eines besondern, bis jetzt nicht berührten, Zustandes gedenken,

in welchem manche Urstoffe gefunden werden. Es ist dieß die Gasform, eine Folge des Verbundenseyns gewisser Elemente mit Wärme. Einige Urstoffe, auf welche ich Sie vorzugsweise aufmerksam zu machen habe, finden sich, in ihrer Reinheit, sogar ausschließlich in jenem Zustande.

Was ist Gas? Was versteht man unter Gasform? Wodurch unterscheidet sich der gasförmige Zustand vom dampfartigen?

Allerdings ist es schwer, von Wesen, die man nicht sieht, die man nicht äußerlich wahrnehmen kann, einen Begriff sich zu gestalten; besonders möchte das bei denjenigen unter Ihnen der Fall seyn, für welche der Gegenstand ganz neu ist.

Der Ausdruck Gas wurde indessen allgemein bekannter durch die Gas-Belichtung, welche, wie Sie Alle wissen, ein wahres Lichtmeer verbreitet, und die Nacht zum hellen Tage umschafft; eine Belichtungs-Art, wozu ein gewisses Gas so häufig verwendet wird. Uebrigens darf man das Gas selbst mit dem glänzenden Lichte, welches von ihm ausstrahlt, eben so wenig verwechseln, als das Oehl einer Lampe mit dem Lichte, das sie gibt.

Unter Gasen versteht man Substanzen, die durch Wärme in dauerndem, in beharrlichem, luftförmigem Zustande erhalten werden. Gase unterscheiden sich von dampfförmigen Materien dadurch, daß diese, so wie ihnen die Wärme entzogen wird, wieder in flüssigen oder festen Zustand übergehen können. Wasser, Quecksilber, Schwefel lassen sich durch Hitze in Dampf umwandeln; allein beim Abkühlen nehmen Wasser und Quecksilber ihre flüssige Form wieder an, und der erkaltende Schwefel wird fest, wie er früher gewesen. Bei Gasen hingegen ist die Verwandtschaft der, mit Wärmestoff verbundenen, Elemente so groß, daß sie jeder Temperatur-Verminderung Widerstand leistet; ein Gas kann nicht durch Kälte, und eben so

wenig durch Druck, verdichtet werden. — Schießpulver ist, wie Sie wissen, ein Gemenge aus Kohle, Salpeter und Schwefel. Seine bekannte Wirkung beruht darauf, daß, durch einen Zersetzungs-Proceß jenes festen Gemenges, Gasarten erzeugt werden, die einen mehr als tausendfach größern Raum einnehmen. Mit andern Worten, beim Abbrennen des Schießpulvers wird diese Substanz in eine Menge Gas von ungeheurer Elasticität verwandelt, welche, vorher in engen Raum eingeschlossen, nun mit gewaltiger Kraft ausbricht und die Luft heftig erschüttert. Da hier Feuer wirksam ist, so könnte es scheinen, daß dieses die bedingende Ursache des Phänomens sey; allein ein einfacher Versuch beweist das Gegentheil. Zerschlägt man eine mit Luft gefüllte Blase, so erfolgt gleichfalls eine starke Explosion; die eingeschlossene Luft bricht mit großer Heftigkeit aus.

Alle einfachen Gasarten, d. h. solche, in denen nur ein Element mit Wärmestoff verbunden ist, sind durchsichtig und meist ungefärbt, so daß sie, dem äußern Ansehen nach, von der atmosphärischen Luft nicht unterschieden werden können. Ich erwähne dieser Eigenschaften, um Wiederholungen zu vermeiden. Die besondern Merkmale für uns wichtiger Gas-Gemische sollen Sie später kennen lernen. Nur eines Umstandes möge hier noch gedacht werden. Indem ich mich auf Dasjenige beziehe, was im Vorhergehenden (S. 61) über den Begriff von specifischem Gewichte gesagt worden, bemerke ich, daß man für Gasarten die atmosphärische Luft als die Substanz gewählt hat, womit die übrigen verglichen werden. Die atmosphärische Luft dient als Einheit, als Maß, bei Gewichts-Bestimmungen der Gase, und mit der Zahl, welche bei gasförmigen Körpern angeführt wird, gibt man folglich an, um wie viel dieselben schwerer sind, als die atmosphärische Luft, wenn sie den nämlichen Raum einnehmen.

Im großen Natur-Haushalte sind die Gase in vielseitiger Hinsicht sehr bedeutend. Ich begnüge mich für jetzt damit, Sie auf einige Thatsachen hinzuweisen.

Ohne Unterlaß ziehen Gasarten in den innern Erdräumen hin und her; zum Theil dringen dieselben aus den Tiefen des Planeten empor. Bei der Bildung unterirdischer Luftarten, der Grubenwetter* steht ihnen der entschiedenste Antheil zu. Entwicklungen von Gasen haben an sehr vielen Stellen der Erdoberfläche statt; in häufigen Fällen ist keine Zerstörung irgend einer Art Folge des Phänomens, in andern aber erkennen wir jene Ausströmungen als Ursachen furchtbarer Ereignisse. Bei Erschütterungen des Bodens bekommt die Erde Risse, denen Gase mit Hestigkeit entströmen. Aus den Kratern thätiger Vulkane, aus den Spalten ihrer Lavenmassen, steigen Gase empor und geben ihr Daseyn, so wie das Verschiedenartige ihres Wesens, durch mehr und weniger auffallende Erscheinungen kund. Den von Natur dampfenden Oeffnungen in der Erde, den *Fumarolen* (von *Fummea*, Rauch, Dampf), und den *Mofeten* (von *Mofeta*, eine Stelle, wo tödtliche, obgleich unsichtbare, Ausdünstungen statt haben) liegen Gas-Entwickelungen zum Grunde. Gase sind die bedingenden Ursachen sogenannter Erdfeuer und Flammen-Ausbrüche; sie wirken mittelbar bei Bränden in Kohlen-Gebirgen; sie sind in Mineral-Quellen enthalten und verleihen vielen ihre Kraft; durch Gase haben endlich, in Folge chemischer Wahl-Verwandtschaften, ohne Unterlaß Zersehungen von Mineralkörpern und Bildungen neuer Substanzen statt; Prozesse, welche von der Eigenschaft der Gase, die äußerst feinen Oeffnungen poröser Massen zu durchdringen, nothwendig sehr begünstigt werden müssen. — Unter den mannigfaltigen Verbindungen, welche Gase mit einander eingehen,

* S. oben S. 59.

will ich hier nur zweier gedenken: unsere atmosphärische Luft und das Wasser sind Gas-Gemische.

Aus dem Allen ergibt sich, daß Sie nothwendig mit den Gasen vertraut werden müssen; und wenn ich, schon im nächsten Verfolg unserer Unterhaltung, beim Vorkommen gewisser Gasarten in der Natur verweile, so hoffe ich, in ihren Augen gerechtfertigt zu seyn.

Wenden wir uns nun zu den Elementen, ihren Eigenschaften und Verhältnissen.

Wie Sie sich entsinnen, so nannte ich sechszehn Grundstoffe als in geologischer Hinsicht besonders wichtig. Dem Sauerstoff gebührt mit allem Rechte die erste Stelle; denn in der chemischen Zusammensetzung unsers Erdbörpers tritt kein anderes Element in größerer Häufigkeit auf. Der Sauerstoff ist nicht nur im Dunstkreise verbreitet und im Wasser enthalten, er wird auch den verschiedenen Felsmassen in unmeßlicher Menge beigemischt gefunden; alle Elemente sind fähig, mit Sauerstoff Verbindungen einzugehen. — Nur eine Thatsache, um ihnen die geologische Wichtigkeit unseres Stoffes zu beweisen. Wir können annehmen, daß von hundert Theilen unserer festen Erdrinde nicht viel weniger als die Hälfte aus Kieselersde bestehen; Kieselersde aber ist kein Element, wie man früher geglaubt, sondern eine chemische Verbindung, in welcher Sauerstoff über die Hälfte ausmacht.

Man kennt das Element, von welchem die Rede, im Reinheits-Zustande nur gasförmig mit Wärme verbunden, als Sauerstoff-Gas. Pflanzen entwickeln dieses Gas während ihres Wachstums; Chemiker stellen dasselbe, zum Behuf von Versuchen, vorzüglich aus Mangan- (Brannstein-) Erzen dar, denn diese enthalten den Sauerstoff in großer Menge.

Sauerstoff-Gas, eine der mächtigsten und wirksamsten Materien, ist für Thier- und Pflanzenwelt unentbehrlich; daher der

Ausdruck Lebensluft, womit man dasselbe ehemals bezeichnete. Der Name Sauerstoff (*Oxygène*) beruht auf Gründen, die später einleuchten werden, wenn wir von den Säuren reden.

Eine besondere Eigenthümlichkeit ist dem Gas dadurch verliehen, daß es die Kraft besitzt, den Verbrennungs-Prozeß zu unterhalten. Entzündliche Materien verbrennen in von Sauerstoff erfüllten Räumen mit erstannenswürdiger Energie. Glühende Holzspähne gerathen in Glasflaschen, welche unser Gas enthalten, in heftigen Brand; angezündeter Schwamm bricht, unter solchen Umständen, in Flammen aus; selbst Eisen schmilzt, mit so lebhaftem Glanze, daß ihn das Auge kaum ertragen kann. Die letztere Thatsache wird von Chemikern durch einen sehr einfachen Versuch bewiesen. Sie bringen eine Stahlfeder, mit angezündetem Schwamm versehen, in eine von Sauerstoff-Gas erfüllte Glas-Blocke. Die Stahlfeder fängt Feuer, sprüht nach allen Seiten glühende Funken, und schmilzt endlich zu kleinen Kugeln.

Neben dem Sauerstoff ist Wasserstoff (*Hydrogène*) eines der wichtigsten Elemente. Auch dieser Stoff wird nicht abgeschieden, nicht rein getroffen, sondern stets an andere Körper gebunden, als Bestandtheil derselben, oder — durch Vermittelung der Wärme — in Gasform. Nur so, nur als Luft, wissen Chemiker den Wasserstoff darzustellen. Dieß geschieht stets durch Zersetzung des Wassers, wovon unser Element einen Bestandtheil ausmacht; denn mit Sauerstoff verbunden bildet dasselbe Wasser und trägt davon auch seinen Namen.

Es sind dem Wasserstoff-Gas sehr bezeichnende Merkmale verliehen. Außer den, sämmtlichen Gasen zustehenden, Eigenthümlichkeiten, ist unser Gas — welches weder Geruch noch Geschmack hat, und sich im Wasser nicht auflöst — dadurch kenntlich, daß es die entzündlichste aller Substanzen ist.

Mengt man Wasserstoff-Gas mit atmosphärischer Luft und entzündet dasselbe, so verbrennt es unter mehr oder minder starkem Knallen. Pilatre de Rozier — ein Französischer Physiker, dessen Namen in der Geschichte der Luft-Schiffahrt nicht unbekannt blieb — kam, beim Einathmen von Luft, die einen verhältnißmäßig geringen Antheil Wasserstoff-Gas enthielt, durch Anfall in Berührung mit Feuer; das Gas explodirte im Munde Rozier's und er wurde auf das Heftigste erschüttert. — Die Wasserstoff-Flamme leuchtet in der Regel nur wenig; aber sie ist sehr heiß; denn wenn Sauerstoff-Gas durch eine Wasserstoff-Flamme geblasen wird, so gerathen, in der Spitze der Flamme, die schwer schmelzbarsten Substanzen in Fluß. — In Beziehung auf sein entzündliches Wesen führte das Wasserstoff-Gas früher den Namen brennbare Luft.

Den Verbrennungs-Proceß selbst fördert unser Gas übrigens keineswegs; es ist im Gegentheil demselben hinderlich; entzündete Körper, in eine mit Wasserstoff-Gas gefüllte Glasflasche gebracht, verlöschen. — Endlich haben wir noch eine denkwürdige Eigenschaft nicht unbeachtet zu lassen: Wasserstoff-Gas ist sehr leicht, es wiegt vierzehn Mal weniger, als die atmosphärische Luft; daher dient dasselbe zur Füllung von Luft-Bällen, deren Emporsteigen es veranlaßt.

Was Sie zunächst interessieren dürfte, ist das verschiedenartige Vorkommen unseres Elementes in der Natur. Wasserstoff-Gas dringt — selten rein, öfter im Gemische mit andern Gasarten — an nicht wenigen Stellen der Erd-Oberfläche aus natürlichen Oeffnungen, oder aus solchen, welche man durch Kunst geschaffen. Es entströmt Rissen und Spalten gewisser Felsmassen, namentlich jenen, die dem Steinkohlen- und Steinsalz-Gebirge angehören, und in Gruben nimmt dasselbe, in Folge seiner großen Leichtigkeit, nur die obern Räume ein. — Es ist hier der Ort

noch nicht, von allen diesen Phänomenen ausführlich zu reden; nur einiger will ich gedenken.

Ueber die brennenden Brunnen in China fehlt es an genügenden Nachrichten; allein das bekannt Gewordene ist zu merkwürdig, als daß jene räthselhaften Erscheinungen mit Stillschweigen übergangen werden könnten. An manchen Berg-Gipfeln sieht man zur Nachtzeit Flammen hervordringen; auf andern Höhen wird ein, dem Morgenroth ähnliches, Licht, wahrgenommen, dessen Widerschein über die Umgegend, und selbst im Luftkreise sich verbreitet. — So viel scheint außer Zweifel, das Indische Priester aus ähnlichen Phänomenen Gewinn zu ziehen wußten, indem sie das abergläubige Volk täuschten. — Aus Kratern von Vulkanen entwickelt sich Wasserstoff-Gas mit aufsteigenden wässerigen Dämpfen untermischt, oder andern Substanzen in gasiger Form verbunden.

Was die, durch Kunst geschaffenen, Oeffnungen betrifft, denen Wasserstoff-Gas entströmt, so gehören dahin namentlich die artesischen Brunnen, die erbohrten Spring-Quellen, von denen im Verfolg umständlicher gehandelt werden soll. — Die oben erwähnten Feuerbrunnen beweisen, daß man in China schon in alter Zeit Salzquellen durch Erdborhrer zu finden wußte. In mehreren Gegenden jenes Reiches gibt es solche Salzbrunnen in Menge, und aus einigen, die besonders tief hinabreichen, steigt entzündliches Gas, Wasserstoff-Gas, empor. Die Ausströmungen haben zum Theil mit ungeheurer Gewalt statt, und wenn das Gas an der Luft entzündet wird, so verursacht es die furchtbarsten Explosionen. Die Gestalt eines dieser Chinesischen Feuerbrunnen — er soll vom zweiten bis ins dreizehnte Jahrhundert gebrannt haben, ist nun aber erloschen — weist mehr auf eine natürliche Spalte hin, als auf eine erbohrte Oeffnung. Es brachen aus diesem „Brunnen“ ohne Unterlaß, mit donnerähnlichem Getöse,

Flammen hervor, die hoch aufwärts stiegen in die Luft, und zur Nachtzeit weit umher Alles auf's Lebhafteste erleuchteten.

Besonders merkwürdig ist die Gegenwart des Wasserstoff-Gases in den Tiefen der Steinsalz-Gruben. In Wieliczka, im Oesterreichischen Polen, kennt man die Erscheinung schon seit langen Jahren. Die mit dem Gas beladenen Dämpfe entzündeten sich, so wie ein brennendes Licht in ihre Nähe gebracht wird. Nicht selten verursachten sie bedeutende Unglücksfälle, es wurden Arbeiter erstickt, andern Theile des Körpers versenkt. Eine Art Steinsalz, das sogenannte *Kuister Salz*, stößt, wenn es in Wasser gelegt wird, während sich dasselbe auflöst, unter verhältnißmäßig starken, aber gefahrlosen Verpuffungen, das in mikroskopischen Räumen darin zusammengepreßte Wasserstoff-Gas in Blasen aus.

In Landstrichen, wo Steinkohlen gefunden werden, gehört, wie ich schon sagte, Wasserstoff-Gas zu den keineswegs seltenen Erscheinungen; die Sache ist leicht erklärbar, da Wasserstoff einen der Bestandtheile von Kohlen ausmacht. Aber das Gas entströmt den Kohlen-Schichten nicht im reinen Zustande, sondern gemischt mit andern Gasen; Sie werden später Genaueres darüber hören.

Unser Element geht, wie bereits bemerkt worden, in die Zusammensetzung aller Wasser ein; und das Verhältniß, in welchem Sauerstoff und Wasserstoff zusammentreten, um Wasser zu bilden, eignet sich am besten, eine Vorstellung von der geologischen Wichtigkeit des Wasserstoffes zu geben. Wenn wir vom Wasser reden, werde ich nicht unterlassen, das Weitere zu entwickeln.

Das dritte Element, welches wir kennen zu lernen haben, der Stickstoff — *Azote*, oder *Nitrogène* Französischer Chemiker — nimmt nicht unwesentlichen Antheil an Zusammensetzung unseres Dunstkreises. Näheres werden Sie vernehmen, wenn ich von der Luft handle. Auch in vielen Felsmassen, welche

verseinerte Thierreste umschließen, dürfte jenes Element enthalten seyn; denn Stickstoff ist in thierischen Substanzen vorhanden, und nicht wenige Geschöpfe wurden in dem noch schlammigen Material, aus welchem solche Gebirgsarten entstanden, lebend begraben, oder mindestens als die Thiere ihrer fleischigen Theile keineswegs gänzlich beraubt waren. — Der mit Wärme verbundene Stickstoff, das Stickstoff-Gas, besitzt wenig ausgezeichnete Eigenschaften. Es ist unfähig, thierisches Leben oder Verbrennungs-Processe zu unterhalten; brennende Körper erlöschen, Thiere sterben darin. Entzünden läßt sich das Gas nicht. Der atmosphärischen Luft verglichen, was das Gewicht betrifft, wird es etwas leichter gefunden.

Das vierte Element, von dem ich zu reden habe, der Kohlenstoff, wird durch einen Umstand besonders merkwürdig. Der Diamant, der werthvollste aller Edelsteine, dessen seltsame Natur schon Newton ahnte, ist reiner, zur größten Härte und Dichtigkeit gelangter, Kohlenstoff. Diese chemische Uebereinstimmung von Holzkohle und Diamant verleitete zu schwärmerischen trüglichen Hoffnungen. Manche wähten die Zeit nicht fern, wo inländische Fabriken mit dem Erzeugnisse Brasiliens und Ostindiens wetteifern würden. Vielfältige Versuche hatten statt, um gereinigte Kohlen zu schmelzen, um Diamante zu „fabriciren“; aber sie mißlangen sämmtlich.

Mit anderen Substanzen verbunden, ist der Kohlenstoff sehr häufig in der Natur vorhanden; darauf beruht seine geologische Bedeutung. Die spärliche Verbreitung des reinsten Kohlenstoffes, des Diamanten, ist weniger auffallend, wenn man Thatfachen kennen lernt, die sich wohl damit vergleichen lassen. Ich begnüge mich für jetzt, das Gieß- oder Graueisen zu nennen; im Verhältnisse zu den, so allgemein vorkommenden, Eisenerzen wird dasselbe nur in sehr unbedeutender Menge gefunden.

Der Kohlenstoff — ein wichtiger Bestandtheil aller Vegetabilien von der zartesten Zierblume bis zum mächtigen Waldbaume — macht die Basis der Steinkohlen und der Braunkohlen aus; Sauerstoff und Wasserstoff finden sich allerdings in jenen brennbaren Körpern mit Kohlenstoff verbunden, aber dieses Element ist bei weitem der vorwaltende und wichtigste Bestandtheil. Manche Steinkohlen enthalten in 100 Theilen über 81 Theile Kohlenstoff.

Mit einigen der wesentlichern Merkmale des fünften, in geologischer Beziehung bedeutenden, Grundstoffes sind Sie bereits vertraut. Sie kennen den Schwefel als eine feste, sehr spröde, leicht zerbrechliche Substanz, glänzend und von schöner gelber Farbe. Sie wissen, daß Schwefel bei starker Erhitzung kocht, und verdampft, und daß er an kalte Körper, unter Gestalt eines zarten Pulvers, sogenannte Schwefelblumen, sich anlegt. Ebenso bekannt ist ihnen die entzündbare Natur des Minerals, und daß es, je nach dem die Temperatur niedriger oder höher, mit blauer auch mit weißer Flamme brennt, und dabei stehende Dämpfe ausstößt. Wie nachtheilig Dämpfe der Art für die Augen sind, dieß erfahren die Arbeiter in den Schwefelgruben am Quindiu, einem Vulkan in Amerika; sie haben meist schwaches Gesicht. Auf Sicilien besteht ein Gesetz, daß, der verderblichen Dämpfe wegen, die Schwefelöfen, — ich werde sogleich den Ausdruck erklären — wenigstens eine Italische Meile von Obst- und Weingärten entfernt seyn müssen. Um Geruch zu verbreiten, reicht übrigens beim Schwefel schon die Sonnenwärme hin; nahe bei Gruben, wo man Schwefel gewinnt, in der Gegend um Magazine, wo Schwefel-Vorräthe aufbewahrt werden, ist, namentlich zur Sommerzeit, der eigenthümliche Geruch sehr merkbar. In Sicilien entzündete sich, von einer, die Felsmassen durchziehenden, offenen Spalte aus, eine Schwefel-Lage. Das

Feuer erreichte solche Stärke-Grade, daß Ströme geschmolzenen Schwefels aus der Spalte hervordrangen. — Der im Schmelztiegel zum Fluß gebrachte Schwefel gestaltet sich regelrecht beim Erkalten, er bildet Krystalle. Gießt man geschmolzenen Schwefel in kaltes Wasser, so erlangt derselbe die Konsistenz von erweichtem Siegelwachs.

Der Antheil des Schwefels an der Zusammensetzung unserer festen Erdrinde, ist keineswegs in dem Grade unbedeutend, als für den ersten Augenblick scheinen möchte. Man darf bei Beurtheilung dieses Verhältnisses nicht, wie Viele geneigt seyn könnten, jenen Schwefel vorzugsweise in Anschlag bringen, welcher mit noch thätigen, oder mit erloschenen Vulkanen in unmittelbarem Zusammenhange steht. Was von Schwefel, unter Gestalt weißer Dämpfe, und meist mit Sauerstoff, oder mit anderen Substanzen verbunden, den Kratern, den Laven-Spalten und Rissen wirksamer Feuerberge entströmt, was aus Schlünden so mancher ausgebraunter Vulkane hervorbricht, was in Solfataren und Schwefel-Höhlen ohne Unterlaß sublimirt wird, ist allerdings für einzelne Orte sehr bedeutend. So steigen aus dem Krater des Purace bei Popayan in Columbia Schwefel-Dämpfe in solcher Häufigkeit auf, daß sie 18 Zoll starke Schwefel-Rinden bilden; Holzstücke, nur wenige Tage dem Einflusse dieser Dämpfe ausgesetzt, erscheinen überdeckt mit Schwefel-Krystallen. Die Felsen, welche den zerrissenen Krater des *Ataghez* umgeben — des Vulkanes, dem die gewaltigen Laven-Massen entströmten, von denen der Nordrand der Ebene Armeniens begrenzt wird — sind ganz mit Schwefel überdeckt; die Bewohner der Umgegend sammeln ihn ein, und zwar auf eine sehr eigenthümliche Weise, denn da der Gipfel unzugänglich ist, so bedienen sie sich, wie *Du bois* erzählt, der Flinten, um die Schwefel-Decke zu durchschießen; sie feuern von unten darauf, und nun fallen die Schwefel-Stücke herab zu

ihren Füßen. — Manche vulkanische Eilande tragen ihren Namen „Schwefel-Inseln“ von der Menge der brennbaren Substanz, welche sie liefern, wie unter andern *Tanao-Sima* und *Jero-Sima* im Süden der Japanischen Inseln. Das Griechische Eiland *Milo* ist sehr reich an Schwefel, zahllose Höhlen sind voll von Schwefel und Alaun. Werden ihre, mit Krystallen dieser Substanzen überdeckten, Wände beleuchtet, so gewährt das einen prachtvollen und zugleich höchst wunderbaren Anblick; man glaubt die ganzen Räume von Feuer erfüllt. Der mit blauer Flamme brennende Boden besteht aus Schwefel mit erdigen Theilen untermengt. Reisende, die, den Wind im Rücken, sich solchen Höhlen genähert, konnten eine Strecke vordringen, ehe sie auf den brennenden Boden zu stehen kamen; aber plötzlich sprang der Wind um und trieb ihnen die Dampfmasse ins Gesicht. Sie fielen sogleich nieder und würden erstickt seyn, hätte der Wind nur einige Augenblicke angehalten.

Bei Beurtheilung der geologischen Wichtigkeit des Schwefels kommen indessen Thatfachen, wie die erwähnten, nicht in Anschlag; denn solche Phänomene sind, im Vergleich zum großen Erdganzem, nur örtliche. Der Schwefel diene der Natur auf mannigfaltige Weise; er wird in den vielartigsten Verbindungen getroffen. Wir werden davon bei den Erzen Näheres hören. Allein auch für sich, bald mehr, bald weniger rein, erscheint Schwefel in größern und kleinern unförmlichen Massen, und setzt selbst ganze Lagen zusammen, die zwischen thonigen und mergeligen Gesteinen zu finden sind. Er wird, in solchen Fällen, sehr gewöhnlich von Gyps, von Steinsalz, nicht selten auch von Braunkohlen begleitet. *Sicilien* ist überaus reich an Schwefel-Ablagerungen der Art. Sie erscheinen zumal in der südlichen Hälfte der Insel und nehmen bedeutende Räume ein. Mit Recht kann man sagen: *Sicilien* sey der Schwefel-Markt für einen großen Theil von Europa. Bisher wurde der brennbare Körper auf der Insel dadurch gewonnen,

daß man die, denselben enthaltenden thonigen Mergel-Stücke in besonders vorgerichtete Oefen brachte, deren etwas geneigter Boden in einem Kanale endigt. Die geschmolzene Substanz floß nun in besondere, zu ihrer Aufnahme bestimmte, Formen. Ferner verschafft man sich das Mineral, wie schon erwähnt worden, durch Aufsammlen desselben im gediegenen Zustande, und durch Destillation gewisser Eisen- und Kupfererze.

Diesen Bemerkungen will ich noch einige Nachrichten über den Schwefel beifügen, welchen Quellen liefern. Manche, ihrer Heilkräfte wegen berühmte, Quellen, warme und kalte, enthalten das Mineral, mit Wasserstoff-Gas verbunden, aufgelöst; durch Trennung beider, erfolgt Niederschlag des Schwefels. Absätze der Art sind, in mehreren Gegenden, ziemlich häufige Erscheinungen. Die Schwefel-Wasser schlagen unter, oder über der Erde, wo sie längere Zeit ihren Lauf haben, sogenannten Schwefel- oder Badeschlamm nieder. Ich erinnere an Marienbad und Baden in Oesterreich, an Ems, Achen, an die warmen Quellen in den Enganeen u. s. w. In der Indischen Provinz Kemaon entstehen Schwefel-Absätze, nahe bei heißen Quellen, mitten im Bette mehrerer Flüsse. Solche Schwefel-Bildungen umschließen, wie unter andern bei Vex im Waadtlande, Holztheile, Früchte verschiedener Art und andere Gegenstände. In der Nähe der heißen Quellen Islands, die Schwefel erzeugen, findet sich derselbe als rindenähnlicher Ueberzug. — Auch im Wasser des Weltmeeres kommt Schwefel vor, jedoch nur in unbedeutender Menge und nicht rein, sondern stets gemischt mit andern Substanzen.

Eine ausgemachte Sache ist endlich, daß der Schwefel keineswegs dem Mineralreich als Allein-Eigenthum gehört; gewisse Pflanzen enthalten ihn, und an Orten, wo thierische Körper in Fäulniß übergehen, bildet sich nicht selten Schwefel. Als im

Jahre 1778 das Thor *St. Antoine* zu Paris niedergefallen wurde, fand man, beim Graben an Stellen wohin, vor alter Zeit, Kothhaufen geschüttet worden, abgefallene Kalkstücke, überdeckt mit Körnern und mit kleinen Krystallen von Schwefel.

Ich bin weit davon entfernt, diese Andeutungen für eine vollständige Geschichte des Schwefels auszugeben; bei der Lehre von den Säuren, bei den Vulkanen, bei den Steinkohlenbränden, und bei anderen Gelegenheiten werde ich zu gar manchen Nachträgen mich veranlaßt sehen.

Hat der Schwefel Ihre Aufmerksamkeit in Anspruch genommen, so verdient solche, unter den übrigen Elementen, das Chlor in keinem geringern Grade. Aus Chlor und Wasserstoff besteht, wie wir hören werden, die so wichtige Salzsäure. In der Natur kommt unser Element in beträchtlicher Menge vor; jedoch nicht rein, sondern andern Substanzen verbunden, und diese, zum Theil für die Erd-Geschichte höchst wichtige, Gemische haben wir in den nächsten Vorlesungen ausführlicher kennen zu lernen. Gegenwärtig begnüge ich mich, Ihnen zu sagen, daß Chlor ein Bestandtheil des Kochsalzes ist, welches zu den, im Ocean am häufigsten enthaltenen, salinischen Substanzen gehört, und daß im Steinsalz unser Element mit einem, der bereits genannten Metalle, mit Natrium verbunden erscheint.

Chemiker wissen Chlor in zweifacher Gestalt darzustellen: als tropfbare Flüssigkeit und in Gasform. — Von dem, mit Wasserstoff verbundenen, Chlor, vom Chlorgas, wollen wir uns merken, daß es durchsichtig, blaßgelb, nicht brennbar und in Wasser löslich ist. Alle Pflanzen-Farben werden dadurch zerstört; darauf beruht seine Anwendung zum Bleichen. Chlorgas riecht sehr stechend. In geringer Menge eingeathmet, verursacht dasselbe unangenehme Empfindungen; bei öfterm Einathmen bringt es dem Leben Gefahr, indem Erstickungen dadurch bewirkt werden. In

den denkwürdigen Eigenthümlichkeiten des Stoffes, wovon die Rede, gehört endlich die, daß gewisse, in dünne Bleche geschlagene, Metalle vom Chlorgas entzündet werden, wenn man sie damit in Berührung bringt.

Bei zwei anderen Elementen, bei Fluor und Phosphor, will ich im Augenblicke nur vorübergehend verweilen. Den bis jetzt besprochenen Urstoffen verglichen, sind sie von mehr untergeordnetem Interesse; aber dennoch rufen beide — in Verbindung mit andern Substanzen, die Sie noch kennen zu lernen haben, — manche nicht unwichtige Phänomene hervor. Einige wenige Bemerkungen über die Natur jener Elemente mögen hier genügen.

Die Existenz des Fluors wird aus den Wirkungen erkannt, welche man ihm zuschreibt; denn seine Darstellung im Reinheitszustande hat der chemischen Kunst nicht gelingen wollen. Mit Wasserstoff verbunden kennen wir das Fluor als Flußsäure, und die größte, obwohl an und für sich nicht bedeutende, Menge dieser Säure wurde im Flußspathe nachgewiesen, einem Mineral, welches in seinen Merkmalen viel Angenehmes und Unterrichtendes darbietet; von den schönen Farben-Reihen des Flußspathes war bereits die Rede; das Mineral ist ferner durch mancherlei Krystall-Gestalten ausgezeichnet, und wird als Begleiter verschiedener wichtiger Erz-Gebilde besonders beachtungswerth. In geringer Quantität kommt die Flußsäure auch als Bestandtheil mancher andern Mineralien vor, die mitunter, wie Glimmer und Hornblende, in die Zusammensetzung vieler Felsarten mehr oder minder wesentlich eingreifen.

Phosphor — ein blaßgelber, durchsichtiger, fettglänzender Körper von wachsähnlicher Beschaffenheit — ist durch sein brennbares Wesen allgemein bekannt. Er entzündet sich, bei Berührung der Luft, entzieht dieser den Sauerstoff, zu welchem derselbe

besonders große Verwandtschaft hat, und so entsteht Phosphorsäure, von der wir später Näheres hören werden.

Es liegt nicht in meiner Absicht, jetzt schon manche andere Elemente zur Sprache zu bringen, die, wie Brom, Jod und Boron nur von höchst untergeordnetem geologischem Interesse sind. Sie sollen uns demnächst bekannt werden, in so weit es nothwendig.

Von den metallischen Urstoffen werde ich in der nächsten Vorlesung handeln.

Vierte Vorlesung.

Metalle.

Bedürfniß, Ehrgeiz, Geldgier veranlaßten die Untersuchung der Metalle. Schon in früher Zeit mußten die Menschen nach der Kenntniß jener metallischen Substanzen streben, aus denen Nutzen zu ziehen war. Werkzeuge und Geräthschaften vielfacher Art, zur Befriedigung der Lebens-Bedürfnisse unentbehrlich, oder in Gewerben und Künsten die wesentlichsten Dienste leistend, wurden aus Metallen gefertigt; Metalle machten die Erforschung der Erdtiefen möglich; die Sitten-Verbesserung, das Vorschreiten zu höhern Ausbildungs-Stufen hängt, zu nicht geringem Theile, von der Anwendung jener Naturkörper ab; ohne Metalle würden die Menschen, selbst bei den günstigsten klimatischen Verhältnissen, im Wildheits-Zustande verblieben seyn.

Sehr verzeihlich war die, in alter Zeit gehegte Meinung: alle Metalle seyen wesentlich von der nämlichen Beschaffenheit, und es beruhe ihre verschiedenartige Farbe bloß auf unbedeutenden Beimischungen irgend eines Stoffes. Besonders die Alchemisten blieben in jenem Wahne befangen. Sie betrachteten die Metalle — deren einfache Natur erst in der Mitte des siebenzehnten Jahrhunderts geahnt wurde — nicht als Elemente, sondern hielten dieselben für zusammengesetzte Körper; da nun Gold und

Silber als die schätzbarsten Metalle galten, und Gold namentlich für deren reinste „Basis,“ so strebten leichtgläubige Adepten nach dem Geheimniß: „unedle“ Metalle in „edle,“ in Gold und Silber umzuwandeln. Von der Ueberzeugung ausgehend: Gold sey in sämtlichen Metallen enthalten, aber nicht rein, sondern mit andern Stoffen gemischt, suchten sie nach einem Universal-Auflösungs-Mittel; sie mühten sich, aus den Metallen das Fremdartige zu entfernen, wodurch dieselben gehindert wurden, sich als Gold darzustellen. Quecksilber, Kupfer, Eisen, Zinn und Blei — die fünf außer Gold und Silber den Alten bekannten Metalle — unterwarf man Einwirkungen verschiedenster Art, um daraus den König der Metalle, Gold, zu erhalten, oder mindestens Silber, das, gleich allen metallischen Substanzen, unter den Einfluß der Planeten gestellt und der Mondgöttin geheiligt worden. Es gab Zeiten, wo Goldmacher-Operationen die Aufmerksamkeit der Fürsten in Anspruch nahmen, und sogar bei Rechts-Gelehrten und Staatswirthen Bedenklichkeiten erregten. Friedrich III, der deutsche Kaiser, ließ eine Münze aus Gold schlagen, welches durch alchemistische Prozeduren in seiner Gegenwart angeblich erhalten worden war, und erhob den Adepten in den Adelsstand. Herzog Friedrich von Württemberg ließ, wie erzählt wird, gegen Ende des sechszehnten Jahrhunderts, dem Alchemisten Honauer nicht fern von Stuttgart einen eisernen Galgen aus dem Metall errichten, welches er in Gold umzuwandeln versprochen hatte. Eine Parlaments-Akte erklärte die Umwandlung der Metalle für Felonie (d. i. Lehnsgreuel, Verletzung der Lehnspflichten); auf Boyle's, des berühmten Englischen Philosophen, Vorstellung nahm man indessen den ungereimten Beschluß bald zurück. — Aber selbst in den Jahren, wo man nach dem Stein der Weisen und nach Lebens-Elixiren suchte, traten „zwischen Wolken des Irthes, aus dem Rauche alchemischer Ofen, unerwartete und nützliche Entdeckungen hervor.“

Wir hätten nun die metallischen Urstoffe in der Folge kennen zu lernen, wie solche durch ihre geologische Wichtigkeit vorgeschrieben wird, nämlich: Silicium*, Aluminium, Kalium, Natrium, Magnium, Calcium, Eisen und Mangan. Da indessen diese Elemente unter sich und mit den übrigen Metallen — deren Zahl mehr als vierzig beträgt — gar manche Uebereinstimmungen zeigen, so werde ich, um Wiederholungen zu vermeiden, von den physikalisch-chemischen Eigenschaften der Metalle im Allgemeinen reden.

Vordem pflegte man die Metalle nach Rang und Würden zu ordnen. Als die hämmerbarsten, geschmeidigsten, mögen die edlen am frühesten zu Gefäßen und Zierrathen verarbeitet worden seyn. Gold und Silber, die Repräsentanten irdischer Güter, hatten schon in alter Zeit großen Werth; dafür zeugen heilige Urkunden und weltliche Geschichte. Solche Würdigung hat man indessen keineswegs allein der Kenntniß der höhern Reinheit, im Vergleich mit andern Metallen, zuzuschreiben, sondern vielmehr dem Umstande, daß sie unter Verhältnissen sich fanden, welche Gewinnung und Bearbeitung bei weitem mehr erleichterten, als dieß hinsichtlich anderer besonders nützlicher Metalle, zumal des Eisens, der Fall ist. — Die kostbaren Metalle sollen am frühesten im östlichen Asien und in Aegypten bekannt geworden seyn; möglich, daß sie vom Küstenlande des Euphrats gebracht wurden. Die Mosaische Urkunde enthält, schon aus Abrahams Zeit, Nachrichten über den Gebrauch edler Metalle. Man wog sie theils als Geld aus, theils wurden dieselben zu Zierrathen verarbeitet. Im Buche der Könige ist zu lesen, daß Salomo Metallschätze auf Schiffen

* Ich übersehe nicht, daß die metallische Natur des Siliciums in neuester Zeit zweifelhaft geworden, und daß viele Chemiker jenes Element dem Boron und andern nicht metallischen Urstoffen näher verwandt glauben. Unserm Zwecke thut es keinen Eintrag, wenn wir die ältere Ansicht beibehalten und das Silicium als Metall gelten lassen.

aus Ophir bringen und in Jerusalem aufhäufen ließ. Alle heiligen Gefäße des Tempels waren aus reinstem Golde gefertigt. Silber hatte damals weniger Werth; dieß beweisen die Worte: der König schaffte so viel Silber als Steine herbei. — Alten Geschichtschreibern zu Folge, waren die Gold- und Silberschätze der Beherrscher von Assyrien und Persien keineswegs geringer, als jene, welche Salomo besessen hatte. In Lydien wurde der Reichthum des letzten Königs, Crösus, zum Sprichworte. Der Römer Siege führten der Schatzkammer in der Hauptstadt ungeheure Massen von geprägten Metallen sowohl, als von metallnen Geschirren zu. Und so wie sich das Reich mehr und mehr ausdehnte, und die Schätze der damals bekannten Welt in seinem Mittelpunkte vereinigt wurden, scheint das Vermögen Einzelner zu beinahe unglaublichen Summen angewachsen zu seyn. — Im Mittelalter befanden sich Kirchen und Klöster, durch fromme Freigebigkeit und durch Prachtliebe, im Besitze der köstlichsten Gold- und Silber-Gefäße und Zierrathen.

Lernen wir nun die Merkmale gediegener Metalle, der reinsten Erzeugnisse schaffender Naturkräfte, näher kennen. Ohne über eine Menge Einzelheiten mich zu verbreiten, sage ich Ihnen, daß den Metallen manche denkwürdige Eigenschaften gemeinsam zustehen; aber sie besitzen dieselben in so verschiedenen Graden, daß man bald zur Ueberzeugung geführt wird, es habe die Weisheit der Schöpfung, beim ungleichen Vertheilen jener Gaben, die Befriedigung menschlicher Bedürfnisse jeder Art im Auge gehabt.

Die Farben der Metalle, wie solche die Natur im Gediegenheits-Zustande liefert, sind sehr einfach, aber dennoch ungemein bezeichnend für die betreffenden Substanzen. Bei weitem die meisten Metalle erscheinen weiß oder grau gefärbt (Silber, Quecksilber, Antimon, Tellur, Arsenik, Blei, Eisen, Platin); gelb und roth kennt man nur am Gold und Kupfer.

Eine Eigenschaft, wodurch die Metalle sich, bis auf sehr wenige

Ausnahmen, leicht kenntlich machen, ist ihr lebhafter Glanz; er steht ihnen in dem Grade zu, daß diese Art des Glanzes als metallischer bezeichnet wird. Ferner haben die Metalle an und für sich weder Geruch noch Geschmack; nur einige entwickeln nach dem Reiben einen widerlichen Geruch. Sie sind undurchsichtig, unlösbar in Wasser, aber löslich in Flüssigkeiten, die wir als Säuren kennen zu lernen haben. Bei weitem die meisten gediegenen Metalle leiten Wärmestoff, so wie Elektricität. Manche gehören zu den schwersten Substanzen in der Natur; andere dagegen zeichnen sich durch ihr geringes Gewicht aus, man nennt sie deshalb leichte Metalle. In den leichten Metallen gehören namentlich die Alkali- und Erd-Metalle, worüber Sie sogleich Näheres hören sollen. Alle, in der Sprache des gewöhnlichen Lebens als Metalle bezeichneten, Substanzen werden den schweren Metallen beizugehört.

Die meisten Metalle sind schmelzbar; aber sie verlangen sehr ungleiche Hitze-Grade, um in Fluß zu kommen. Quecksilber bleibt, bei gewöhnlicher Temperatur, stets flüssig; Kalium, Natrium, Zinn und Wismuth bedürfen zum Schmelzen nicht einmal der Rothglühe-Hitze; beim Eisen sind dagegen die höchsten Wärme-Grade erforderlich, welche unsere Ofen hervorzubringen vermögen. Geschmolzene Metalle werden beim Abkühlen wieder fest; die meisten lassen sich in Formen gießen, so daß man ihnen die mannigfaltigsten Gestalten geben kann. — Gewisse Metalle sind flüchtig, d. h. sie nehmen bei höhern Wärme-Graden, als dieselben nöthig haben, um in Fluß zu kommen, Dampfgestalt an. Einige zeigen sich so brennbar, daß sie in Flammen gerathen, ehe dieselben schmelzen; dünne Zinkscheiben brennen, wenn man sie in die Lichtflamme hält; Eisen-Feilspähne, auf Kohlenseuer geworfen, entzündeten sich mit glänzendem Funkensprühen.

Was Härte betrifft, so lassen die Metalle große Verschiedenheit wahrnehmen. Durch Kunst kann jene Eigenschaft bei gewissen metallischen Substanzen erhöht werden, wie solches namentlich die Umwandlung des Eisens zu Stahl beweist. Die Alten bereiteten ihre Schneide- Werkzeuge, indem sie Kupfer und Zinn zusammenschmolzen; aus einem Erz-Gemische, aus einer Legirung der Art, dürften die Waffen der Griechen bestanden haben. — Mit der Härte der Metalle befinden sich andere Eigenthümlichkeiten derselben im Verhältniß, so namentlich Elasticität und Klang; auch lassen sich viele derselben in dem Grade poliren, daß sie das Licht gut zurückwerfen.

Ferner sind die Metalle streckbar, zähe und geschmeidig; Eigenschaften, welche ihnen jedoch in sehr ungleichen Graden zustehen. Durch Anwendung mechanischer Kunst, durch Hämmern, können Metalle zu Blechen geschlagen, sie können zwischen Walzen ausgedehnt, auch zu Drähten und Fäden gezogen werden. Blatt-Silber, aus dem reinsten Metall bereitet, ist dünner, als der hunderttausendste Theil eines Zolles. Gold kann noch dünner geschlagen werden; ein Gran des Metalles reicht hin, um einen Raum von 56 Quadrat-Zollen mit seinen Blättchen zu bedecken. Silber-Drähte, wie solche die Astronomen gebrauchen, haben nicht die Stärke eines Menschenhaares; ein Gran Silber liefert einen 400 Fuß langen Draht. Platin ist so dehnbar, daß es sich in die dünnsten Platten schlagen, und zu Drähten ziehen läßt, welche nur ein Zweitausendtheil eines Zolles messen. Um Ihnen von der Zähheit gewisser Metalle Beispiele zu geben, bemerke ich, daß Gold-Drähte, vom zehnten Theile eines Zolles im Durchmesser, Gewichte von 500 Pfund tragen, ohne zu zerreißen; Eisen-Drähte von der nämlichen Stärke, tragen 450 Pfund u. s. w. Die Zähheit des Bleies dagegen ist sehr gering; ein Bleidraht vom zwölften Theil eines Zolles Dicke, trägt nicht mehr als 18 Pfund. —

Geschmeidige Metalle nennt man solche, die zu Spähnen geschnitten werden können.

Unter den erwähnten Eigenschaften der Metalle sind nicht wenige bei Anwendungen im gewöhnlichen Leben von hoher Wichtigkeit.

Von den, in geologischer Hinsicht besonders bedeutenden, metallischen Urstoffen findet sich nur Eisen im reinen Zustande, in dem der Gediegenheit. Ehe ich von den Eigenschaften und Kennzeichen dieses Metalles rede, und Ihnen die seltsame Art seines Vorkommens schildere, habe ich einige Erläuterungen einzuschalten, welche dienen sollen, um Manches in den bisherigen Vorträgen Abgehandelte mehr aufzuklären, und Anderes für weitere Entwicklungen vorzubereiten.

Sie haben nicht übersehen, daß beim Sauerstoff bemerkt wurde: es mache derselbe einen Bestandtheil der Kiesel-erde aus (S. oben Seite 112). Eben so verhält es sich mit der Thonerde, mit der Talk- oder Bittererde, und mit einigen andern Erden, von denen wir später Kenntniß nehmen wollen; alle diese Erden sind keine Elemente, sie bestehen aus einer metallischen Grundlage und aus Sauerstoff. Man hat die Metalle, welche Erden zu erzeugen fähig sind, Erd-Metalle genannt, und zu diesen gehören, als geologisch wichtig: Silicium, Aluminium und Magnium, die metallischen Grundlagen der Kiesel-erde, Thonerde und Talkerde.

Es wird für unsere Zwecke genügen, wenn ich Ihnen sage, daß das Silicium, wie solches Chemiker darzustellen wissen, braun von Farbe und glanzlos ist; daß es die Elektricität nicht leitet, und vor dem Löthrohre unschmelzbar bleibt; Aluminium, oder Alumiun, und Magnium sind grau und metallisch glänzend. Jenes Metall erhielt seinen Namen von Alaun (*Alumen*), welchen dasselbe mit andern Stoffen bilden hilft. Das Aluminium zeichnet sich dadurch aus, daß es, in Wasser gebracht, schwach aufbraust.

Das Magnium schmilzt schon bei einer Hitze, in welcher Spiegelglas nur weich wird.

Die drei andern, uns zunächst interessirenden Metalle, Kalium, Natrium und Calcium, gehören zu den sogenannten Alkali-Metallen; aus ihrer Verbindung mit Sauerstoff entspringen nämlich die Alkalien und die alkalischen Erden, daher der Name. Wir haben im Verfolg Alkalien und Erden genauer kennen zu lernen, alsdann sollten diese Verhältnisse sämmtlich zur Klarheit gebracht werden. Im Augenblicke handelt es sich bloß um die Eigenthümlichkeiten der metallischen Grundlagen jener Stoffe, und in dieser Beziehung bemerke ich, daß die Alkali-Metalle, gleich den Erd-Metallen, glänzend und von weißer Farbe sind. Calcium — die metallische Grundlage der Kalkerde — erscheint, bei gewöhnlicher Temperatur, fest, Kalium und Natrium aber verdampfen schon bei nicht hohen Hitze-Graden. Beide letztere Metalle sind überdies durch ihre große Leichtigkeit ausgezeichnet; ihr Gewicht ist geringer, als jenes des Wassers.

Was vom Silicium gesagt worden, gilt auch von den andern Erd- und von den Alkali-Metallen: sie sind bloß auf künstlichem Wege zu erhalten. Sonach kommt unter den, geologisch wichtigen, Metallen nur Eisen im gediegenen Zustande in der Natur vor; aber in keinem der Gesteine, welche die Erdrinde zusammensetzen, in keiner von den Fels-Formationen, aus denen der Körper unseres Planeten besteht, sondern als Meteor-eisen, in merkwürdigen Massen, die, von Zeit zu Zeit, auf die Erdoberfläche niederfallen, und unter dem Namen Aerolithe oder Meteorsteine bekannt sind. Einige derselben enthalten gediegen-Eisen, nicht allein in zerstreuten Körnern, sondern auch in mehr und weniger zusammenhängenden Zacken; andere Massen bestehen ganz aus geschmeidigem Eisen. Letztere haben wir zu-

nächst genauer zu betrachten, machen wir uns jedoch vorher mit den denkwürdigsten Eigenschaften des reinen Eisens bekannt, wie solches aus seinen Erzen durch Schmelz-Processe gewonnen wird.

Reines Eisen — das härteste und zusammenhängendste unter den geschmeidigen, streckbaren Metallen, und etwas mehr als sieben Mal so schwer, wie Wasser — ist grau von Farbe und stark glänzend. Es läßt sich zwar nicht in sehr dünne Platten ausbreiten, wohl aber zu feinen Drähten ziehen. In der Rothglüh-Hitze wird Eisen weicher und zäher; der Weißglüh-Hitze ausgesetzt, kann man dasselbe zusammenschweißen, eine sonderbare Eigenthümlichkeit, welche außer dem Eisen, nur dem Platin zusteht. Zwei weißglühende, über einander gelegte Eisen-Stangen, lassen sich, ohne daß wirkliche Schmelzung von einem der beiden Theile erfolgt, durch bloßes Hämmern so zusammenschmieden und mit einander vereinigen, daß dieselben nur eine Masse ausmachen; dieß nennt man schweißen. — Wollte ich von den magnetischen Eigenthümlichkeiten des Eisens reden, so würden wir auf Gegenstände zurückkommen, die uns bereits beschäftigt haben (S. 88 ff.). Es sind jene Eigenthümlichkeiten, welche, wie Ihnen bekannt, dem Metall besondern Reiz und eine eigene Wichtigkeit verleihen, indem sie dasselbe mit den größten physikalischen Ereignissen in enge Verbindung bringen.

Betrachten wir nun das, in der Natur vorkommende, Gekieg-Eisen, oder das Meteor-eisen.

In mehreren Gegenden der alten wie der neuen Welt wurden Massen und Klumpen von geschmeidigem Eisen gefunden. Bei vollkommener Dehnbarkeit besitzen solche Massen Gestalten, welche das Metall nicht annehmen konnte, wenn es Kunst-Produkt wäre. Allerdings vermißt man bei den meisten Massen der Art glaubhafte Beobachtungen über ihre meteorische Abkunft; es ist diese nicht geschichtlich erwiesen; die vorhandenen

Nachrichten sind zum Theil unbefriedigend; aber das ganze Wesen derselben läßt über ihren Ursprung wenig Zweifel. Außerordentliches Ansehen, und mehr noch das innere krystallinische Gefüge, weisen auf einen früheren flüssigen Zustand hin. Eigenthümliche, dem Meteoreisen zustehende, Merkmale, besonders seine Hämmerbarkeit, entfernen jeden Gedanken, daß dasselbe Kunst-Produkt seyn könne; auch streitet die Größe vieler solcher Massen gegen diese Vermuthung.

So manches Räthselhafte und Wunderbare, das mit der Erklärung vom Entstehen meteorischer Eisen-Massen, und mit den Umständen verbunden ist, die ihr Erscheinen, ihren Niedersall begleiten, wird durch eine wichtige Thatsache beseitigt, durch ein Ereigniß, welches die Ansagen glaubhafter Augenzeugen verbürgt. Beim Dorfe Hraschina, zur Ugramer Gespannschaft in Kroatien gehörig, fielen am 26. Mai 1751, Abends gegen 6 Uhr, zwei Gediegen-Eisen-Massen nieder. Ihr Herabkommen war von meteorischen Erscheinungen, namentlich von stark leuchtenden Feuer-Phänomenen begleitet, wie solche beim Niederfallen von Aerolithen gewöhnlich sind. (Absichtlich übergehe ich hier noch deren genauere Schilderung.) Durch an Ort und Stelle, in aller Form gepflogene, amtliche Untersuchungen wurde das Wahre der Begebenheit vollkommen außer Zweifel gestellt. Wie die vernommenen Augenzeugen behaupteten, so kamen die Massen in Gestalt „feneriger verwickelter Ketten“ aus der Luft nieder. In wessen Besiß das kleinere von beiden Stücken, 16 Pfund schwer, befindlich, weiß man nicht; das größere, 71 Pfund an Gewicht, welches drei Klafter tief in den, kurz zuvor gepflügten, Ackerboden eingedrungen war, wird zu Wien im Kaiserlichen Naturalien-Kabinette aufbewahrt. Da diese Masse eine der wenigen ist, deren meteorische Abkunft als erwiesen zu betrachten, da sie als Vorbild der übrigen mehr oder weniger problematischen,

gelten kann, so erwarb sich von Schreibers durch ihre ausführliche Schilderung kein geringes Verdienst.

Alles Meteor-Eisen läßt gewisse übereinstimmende Merkmale wahrnehmen. Seine Gestalt gehört zu denen, welche nur gebiegenen Metallen zukommt. Keine von den bis jetzt bekannten Massen dürfte indessen, was ihre Form betrifft, ausgezeichnet seyn, als die Sibirische, von der wir sogleich Näheres hören werden. Sie ist ein wahres schwammförmiges Eisen-Gerippe. (Fig 1, Taf. VI). Andere Meteor-Eisen-Massen sind plattgedrückt und haben wellenähnliche Unebenheiten, ohne daß jedoch das Aestige, Zackige und Zellige ganz vermißt wird. Im Innern erscheinen sie stahlgrau und schwach metallisch glänzend. Die Oberfläche, wenn dieselbe nicht eine gelblichbranne Rost-Bedeckung hat, sieht schlackig aus, wie gestossen, oder wie mit glasigem Firniß überzogen, auch ist sie mit Eindrücken und kleinen Höhlungen versehen. Viele Meteor-Eisen-Massen enthalten grüne, glasglänzende Körner (Olivin). Einschlüsse, die, für gewisse vulkanische Gesteine, namentlich für Basalte, als besonders bezeichnend gelten. Auch die Anwesenheit dieser Körner, die Art, wie sie im Eisen gefunden werden, spricht dagegen, daß jene Massen Kunst-Erzengnisse seyn könnten.

Ich habe des merkwürdigen Gefüges meteorischer Eisenmassen gedacht. Am schönsten wird dasselbe sichtbar durch Poliren und nachheriges Aetzen mit Salpetersäure. Es erscheinen gerade, in verschiedenen Richtungen ziehende, Streifen und winkelige Figuren, die bei fortgesetzter Aetzung immer deutlicher werden. Die Abbildung Fig. 2, Taf. VI (nach Schreibers) ist von jener Masse entnommen, deren meteorischer Ursprung thatsächlich erwiesen ist, nämlich von der bei Hraschina gefallenen. Man nennt die Figuren Widmannstätten'sche, nach dem Entdecker des Phänomens. — Auch durch Erhitzen gelingt es, die

Erscheinung hervorzurufen, indem die verschiedenartig gelegenen Theile der Eisen-Masse mit verschiedenen Farben anlaufen.

Von der Geschmeidigkeit des Meteor-Eisens sind Waffen und andere Geräthschaften, welche man daraus geschmiedet, die Be-
weise. Als Brasilien sich für unabhängig erklärte, und, wegen der Spanischen Blokade, keine Waffen aus Europa zu erhalten waren, ließ man von dem, im *Gran Choco* liegenden, Meteor-Eisen ein Bruchstück nach *Buenos - Ayres* bringen und Pistolen daraus fertigen. Die im Jahre 1621 zu *Lahore* in Indien gefallene Masse wurde ganz verschmiedet. Kaiser Alexander von Rußland besaß einen Säbel aus Gediegen-Eisen vom Vorgebirge der guten Hoffnung gearbeitet.

Was die chemische Zusammensetzung des Meteor-Eisens betrifft, so zeigt dieselbe, auch bei dem von den entlegensten Orten herrührenden, im Ganzen wesentliche Uebereinstimmung. Die angestellten Analysen, namentlich jene von Berzelius, haben darin, außer dem Eisen, zumal Nickel und etwas Zinn, Kupfer und Kobalt, neben einigen andern Substanzen dargethan.

Es kann nicht Absicht von mir seyn, Sie mit Aufzählung sämmtlicher, bis jetzt bekannt gewordener, Meteor-Eisen-Massen zu unterhalten; ich beschränke mich auf Andeutung der interessantesten Thatsachen.

Außer den erwähnten, bei Hraschina herabgekommenen, Massen verdienen in Europa unsere Aufmerksamkeit jene, welche, 1809, nicht weit von Brachin, im Gouvernement Minsk gefunden worden, so wie der beinahe 200 Pfund schwere Block, den, 1814, ein Schaffhirt im Walde auf einem Granit-Hügel bei Lénarto im Sarosser Komitate entdeckte. Auch muß ich der, über 1000 Pfund schweren, Eisenmasse gedenken, welche im Dorfe *La Caille*, unweit *Grasse*, Departement *du Var*, seit länger als 150 Jahren am Eingange der Pfarrkirche lag. Sie diente den

Bewohnern von *La Caille* zum Sitze, wurde aber, nachdem man sich von ihrer Natur überzeugt hatte, für die Königliche Sammlung in Paris gekauft. Der meteorische Ursprung derselben wird dadurch historisch wahrscheinlich, daß unter den Einwohnern sich die Sage erhalten hat: es sey die Masse auf einem, zwei Stunden entfernten, Berge niedergefallen.

In Asien nimmt die, Ihnen bereits bekannte, Meteor-Masse aus Sibirien unsere Aufmerksamkeit in Anspruch. Durch den, seiner Reisen und gelehrten Arbeiten wegen berühmten, Russischen Akademiker Pallas wurde dieselbe nach Europa gebracht. Sie lag auf dem Kamm eines Schieferberges zwischen Krasnojarsk und Abakansk. Den Bewohnern der Umgegend galt dieselbe als vom Himmel gefallenes Heiligthum, und in Volks-sagen lebte die Erzählung der Begebenheit fort. Pallas schätzte das Gewicht der Masse auf 1600 Pfund. In Petersburg bewahrt man ein Stück, dessen Schwere 1270 Pfund Russischen Gewichtes beträgt; das Uebrige findet sich in den verschiedensten Mineralien-Sammlungen von Europa vertheilt. — An diese Thatsache reiht sich noch eine andere. In der Gegend von Dschalinder, im nördlichen Indien, erhob sich — so berichten Traditionen — eines Tages im Jahre 1621, um die Morgenzeit, von Osten her, heftiges Geräusch, und etwas Helles, wie Blitz, fiel herab. Der Statthalter verordnete Nachgrabungen, und es wurde ein Stück heißen Eisens gefunden. Man vermischte das „Blitzeisen“ mit anderm Eisen und fertigte zwei Schwerdter, einen Dolch und ein Messer daraus.

In Afrika wurde an mehreren Orten Meteor-Eisen gefunden, so n. a. auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung eine 171 Pfund wiegende Masse; sie war mit zwei Fuß mächtiger Dammerde bedeckt. Auch mitten in der Afrikanischen Wüste hat man Klumpen von Gedingen-Eisen getroffen.

Amerika ist, so scheint es, der Welttheil, welcher das Phänomen besonders häufig aufzuweisen hat. In *Charcas*, in den vereinigten Mexikanischen Staaten, ist, an der Ecke des Kirchhofes, eine Meteor-Eisen-Masse von ungefähr 900 Pfund Schwere als Rad-Abweiser aufgestellt. Sie hat viele rundliche Höhlungen, und durch Luft und Regen wurde ihre natürliche Farbe sehr verändert. Eine ähnliche Masse bewahrt man in der Kirche bei *Catorce*. Unfern *Xiquipilco*, nordwärts *Toluca*, liegt Gediegen-Eisen, in einzelnen Stücken zerstreut, auf den Feldern, und in der *Sierra blanca* (im weißen Gebirge), nicht weit von *Villa nueva de Huaxaquilla*, wurden mehrere Eisen-Klumpen von 300 Pfund Schwere getroffen. — In der *Atacama*-Wüste, die sich in Chili von der Peruanischen Grenze bis *Copiapo* erstreckt, kommen große, schlackenförmige Meteor-Eisen-Trümmer vor, über einen weit ausgedehnten Flächen-Raum zerstreut. Die Trümmer sind mit glasartigem Ueberzuge versehen, und scheinen Schmelzung erlitten zu haben. Sie enthalten, gleich dem Pallas'schen Eisen, Olivin-Körner. Die Ureinwohner glauben, es seien jene Massen bei einer Explosion aus der Erde geworfen worden. — In der Provinz *Choco* will man eine Meteor-Masse von 30,000 Pfund Gewicht gefunden haben. — In *Columbien* sind mehrere, für meteorisch gehaltene, Eisen-Massen bekannt. Eine wurde im Jahr 1810 auf dem Hügel von *Tocavita* entdeckt. Sie war meist unter der Erde; nur einzelne Spitzen ragten einige Zoll weit hervor. Man bewahrte dieselbe längere Jahre bei der Municipalität, und später diente sie einem Schmiede zum Ambos. — In *Brasilien* wurde 1784 sehr zufällig ein Meteor-Eisen-Block von 17,300 Pfund Gewicht entdeckt. Er lag auf einer, mit zersehtem Granit gemengten, Erdschichte, unter welcher unmittelbar fester Granit ansteht. Man versuchte den Block, der zuerst für Silber galt, auf einem niedrigen Karren fortzuschaffen, kam jedoch nicht weit damit, und die Masse soll heutigen Tages noch auf

dem zusammengebrochenen Fuhrwerke liegen. Viele hervorragende Zacken wurden nach und nach durch Handwerker abgeschlagen, welche das Eisen ganz vorzüglich gut befanden.

Von nicht wenigen, noch vorhandenen, Gedingen-Eisen-Massen sind die Gegenden, wo solche entdeckt worden, zweifelhaft, oder die Nachrichten über deren Gestalt und Beschaffenheit unbefriedigend. Reisende, die sie an Ort und Stelle sahen, konnten, aus Mangel an Werkzeugen, nichts abschlagen, so daß kein wissenschaftliches Urtheil zu erlangen war. Andere Massen erregten Zweifel, hinsichtlich ihres meteorischen Ursprunges. Zwar wurden sie in Gegenden getroffen, wo, so viel man weiß, niemals Eisenwerke gewesen; aber dennoch schien Alles dafür zu sprechen, daß sie Erzeugnisse künstlicher Schmelzungen, Hütten-Produkte, seyen. Dagegen erhielten wir über die Natur gewisser Massen, von deren Fall keine historische Nachricht spricht, und die selbst in anderer Beziehung Zweifel aufkommen ließen, durch chemische Untersuchungen genügende Belehrung; ihre Bestandtheile wurden mit denen entschiedener Meteor-Massen übereinstimmend befunden. Dieß ist namentlich der Fall bei dem 1829 unweit des Schlosses Bohumilitz in Böhmen auf einem Acker gefundenen Eisen-Klumpen, und bei dem so bekannten „verwünschten Burgrafen“. Was letztere Masse betrifft, so wurde dieselbe seit undenklichen Jahren auf dem Rathhanse der Stadt Elbogen bewahrt. Ihr Herabstürzen muß beobachtet worden seyn und Veranlassung gegeben haben, sie in Sicherheit zu bringen. Die Benennung, womit das Volk die Masse bezeichnet, dürfte darauf hinweisen, daß das Niederfallen während des nicht langen Zeitraums statt fand, in welchem Elbogen von Burgrafen regiert wurde, d. i. gegen Ende des vierzehnten oder zu Anfang des fünfzehnten Jahrhunderts.

Im Schluß will ich endlich des angeblich „aus der Luft

herabgestürzten Ankers“ erwähnen, welcher in der Kirche zu Kloe na auf Island gezeigt wird; vielleicht hat man den Anker aus niedergefallenem Meteor-Eisen geschmiedet.

Ich verweilte etwas lange bei diesen wunderbaren Natur-Ereignissen; aber ich hoffe entschuldigt zu werden durch das Interesse, welches der Gegenstand mit sich verbindet. Für jetzt füge ich nur die Bemerkung bei, daß man den Ursprung des meteorischen Gedingen-Eisens auf ähnliche Weise zu erklären sucht, wie die Entstehung der Aerolithen, wovon später ausführlich gehandelt werden soll.

Was den Antheil des Eisens an der Zusammensetzung unserer festen Erdrinde betrifft, so ist dieser sehr bedeutend. Sie werden demnächst die Ueberzeugung gewinnen, daß man, ohne zu übertreiben, behaupten kann: Eisen mache von jener Rinde ungefähr zwei Hunderttheile aus; denn es gibt wenige Mineralien, die nicht Eisen enthalten, wenn es auch nur als Farbestoff darin vorhanden wäre. Und bei solchem Anschlage kommt bloß der Eisen-Gehalt verschiedener Felsarten in Betrachtung, nicht die mannigfaltigen Eisenerze — Verbindungen des Metalls mit Sauerstoff, mit Schwefel, mit Thon- oder Kiesel-erde, und mit anderen Substanzen — welche nicht selten sehr weit erstreckte Lager und Gänge ausmachen. Auch das Wasser gar mancher Flüsse und Ströme ist nicht frei von Eisen, und in vielen Quellen findet sich dasselbe in größerer Quantität. Es muß diese Einrichtung der Natur als eine höchst wohlthätige erkannt werden; denn Eisen, das so allgemein verbreitete Metall, ist zugleich das einzige unschädliche, dessen Wirkungen das organische Leben nicht zu fürchten hat.

Auf nicht wenige Felsarten übt das, mit Sauerstoff in gewissem Verhältnisse verbundene, Eisen, als unmittelbare und sehr thätige Ursache, zerstörend ein. Es bedingt die Zersetzung und

die allmälige gänzliche Auflösung der Gesteine. In andern Fällen spielt das Eisen beim Festwerden, beim Erhärten mineralischer Massen, eine große und wichtige Rolle, indem ihm, bei veränderten Mischungs-Verhältnissen, eine starke bindende Kraft verliehen ist. So wandeln, um vorläufig nur eines Beispieles zu gedenken, Eisen-haltige Einseihungen manche erdige, lockere, mit Sand gemengte Kalksteine, nach Verlauf weniger Jahre zu festen Massen um. Es steht sonach dem Eisen, in geologischer Beziehung, eine lösende und eine bindende Kraft zu.

Das Eisen wird aus seinen Erzen erhalten, die meist leicht zu erkennen, nicht schwer zu finden, und nicht so tief verborgen sind im Innern der Planeten-Rinde, wie gar manche andere metallische Erzeugnisse; aber die Schmelz-Processse gehören zu den schwierigeren. Eisenerze, mit der gehörigen Kohlen-Menge in Fluß gebracht, liefern ein sprödes Metall, das noch mehrmals der Fener-Einwirkung ausgesetzt werden muß, um es dehnbarer zu machen.

Unter den Metallen ist Eisen, wie gesagt, dasjenige, welches die Weisheit der Schöpfung in reicherm Maße, als irgend ein anderes uns verliehen hat; es ist das Eisen, welches in Gewerben und Künsten, zur Sicherheit, Bequemlichkeit und zum Luxus am allgemeinsten und mannigfaltigsten angewendet wird. Wenn Gold und Silber, durch größere Seltenheit, durch den Glanz, welcher sie auszeichnet, auch durch ihre geringere Zerstörbarkeit, dem Eisen den Vorrang abgewinnen, so müssen die wesentlichen Dienste des lehtern Metalls ihm in den Augen Verständiger eine um so höhere Achtung verschaffen. Die Geschichte aller Völker lehrt zur Genüge die Unentbehrlichkeit und hohe Wichtigkeit des Eisens. Schon Moses spricht von eisernen Messern und Waffen; Eisen hilft zahlreichen Bedürfnissen ab, und verschafft den Menschen Genüsse, die ihnen anserdem unbekannt geblieben seyn würden. Ohne Eisen bestände kein Feldbau, die Erde würde der

Pflugschar nicht gehorchen, welche sie durchschneidet; ohne Eisen gäbe es keine Kunst; der Mensch wäre im Wildheits-Zustande verblieben und sich genöthigt gesehen haben, den Thieren seine Nahrung im Faust-Kampfe abzugewinnen; mit Eisen lernten wir alle übrigen Metalle bearbeiten, die für uns sonst von geringem Nutzen wären; Eisen allein vermag fast sämmtliche andere Metalle zu ersetzen. Und in neuern Jahren hat der Gebrauch des Eisens weit größere Ausdehnung erhalten. In vielen Fällen vertritt es gegenwärtig die Stelle von Holz und von Mauerwerk. In Liverpool wurde eine Kirche erbaut, deren Pfeiler, Decke, Thüren, Kanzel, so wie sämmtliche architektonische Zierrathen aus Eisen gegossen sind. In Wahrheit, die Geschichte des Eisens ist die Geschichte der Humanität. Welche Fortschritte vom Augenblicke an, wo das erste Pflugeisen die Erde öffnete, bis zu der, vielleicht nicht fernem, Zeit, in welcher Nationen, durch die größten Weiten von einander geschieden, sich durch Eisenstraßen verbunden sehen werden! Von welchem andern Metall ist zu behaupten, daß sein Werth durch Kunstfleiß um das Sechszigtausendfache des ursprünglichen Preises gesteigert werden könne? — Auch rohe Völker, die kein Eisen in ihren heimatlichen Landen finden, die es nicht zu schmelzen, nicht zu verarbeiten wissen, würdigen seinen hohen Werth. Wenn Schiffe auf Entdeckungs-Reisen unbekannte Inseln erreichen, so sind Beile, Nägel und andere Eisen-Geräthschaften die Gegenstände, welche, unter den Erzeugnissen einer fremden Hemisphäre, bei den erstaunten Eingebornen sogleich die sehnlichsten Wünsche rege machen. Mit freudiger Gier tauschen solche Nationen, bei aller Beschränktheit ihrer Kenntniße und Ansichten, Eisen gegen Gold und Diamanten ein. Le Vaillant berichtet, daß die Bewohner des innern Afrikas, trotz ihrer großen Vorliebe, Spiegel, Glas-Korallen, Zierrathen aus Kupfer gearbeitet u. dgl. weniger achteten, als

Eisen; für einen Nagel gaben sie gern ein Schwein, selbst einen Ochsen, und für das Eisen eines Wagenrades, wurden ganze Heerden geboten. Nach Vancouver's Erzählung, kannten die Neu-Seeländer Gebrauch und Werth des Eisens sehr gut; selbst mit einiger Gewalt nahmen sie Reisenden Eisenwaaren aus den Händen und brachten dafür mancherlei Gegenstände als Geschenke. — Nicht ohne hohe Bedeutung trägt der merkwürdige Sibirische Eisenberg Blagodat — was so viel sagen will, als Segen oder Wohlthat — seinen Namen. Dieß ergibt sich aus dem interessanten Vergleich, welchen M. Hermann zwischen der Eisen-Gewinnung im Ural-Gebirge, dem Verbrauche des Metalls, im Verhältniß zur Bevölkerung Rußlands, und zwischen der Abnahme jener Erz-Lagerstätte, während eines Jahrhunderts, anstellt. „Man bereitet im Ural jährlich 7,400,000 Pud, oder 26,800,000 Berliner Pfund, Eisen. Von dieser ungeheuern Menge werden vier Siebentheile den Bewohnern des Europäischen Rußlands zu Theil, während man zwei Siebentheile nach Osten hin ins Russische Asien versührt, und ein Siebentheil in die südwestlich von da liegenden Nachbar-Reiche. Die Gesamt-Bevölkerung Rußlands, mit Einschluß der südlichen Grenzlande, dürfte nicht über 70 Millionen Menschen betragen; diese verbrauchen im Jahre die erwähnte Metall-Menge; und so sieht man, nicht ohne Befremden, daß in jenem Erdtheil ein Mensch jährlich im Durchschnitte etwas über vier Pfund Eisen nöthig hat. Das Eisen, welches jährlich vom Ural-Gebirge aus durch die genannten Lande sich verbreitet, würde, zu einer Masse vereinigt gedacht, eine Kugel von nicht mehr als 17 Fuß Durchmesser bilden; und wenn man auch den Verbrauch an Erzen auf das Fünffache des erzeugten Eisens rechnet, so besteht die, während hundert Jahren durch Menschenhände erfolgte, Verkleinerung der Eisenerz-Lager des Urals nur in einem kugelförmigen Stücke von 380 Fuß Durchmesser. Von dieser

Seite betrachtet, erscheint die Summe eines hundertjährigen Bedarfs wieder mit gewohnter Kleinheit aller Menschenwerke; sie erreicht bei weitem nicht einmal den Umfang der isolirten Erzmasse des Blagodat, wie diese über die umgebende Ebene bei Kuscha sich erhebt. Jahrhunderte können vergehen, ehe man gezwungen wird, von den, jetzt eröffneten, Erz-Abbrüchen des Ural mehr als die hervorragenden Theile anzurühren.“

Obwohl zahllose historische Thatfachen beweisen, daß die Alten die Kunst nicht verstanden, Eisen in der Art zu behandeln, wie neuere Völker, so suchen dennoch chemische Geschichtsforscher die Wiege ihres Wissens in frühester Weltzeit, bei den ersten Eisenschmieden. Indien verdient in dieser Hinsicht besondere Beachtung. Zwar hat die Scheidekunst, als Wissenschaft, keine große Fortschritte bei den Indiern gemacht; aber es ist sehr wahrscheinlich, daß Erfahrung, verbunden mit örtlichen Verhältnissen, sie einige uns noch unbekannte Prozesse gelehrt habe, aus denen wir den wesentlichsten Nutzen schöpfen könnten. So ist u. a. ihr Eisen das geschmeidigste; sie schmelzen es mit großer Leichtigkeit und können in Eisen-Geräthschaften entstandene Löcher sehr vollkommen ausbessern.

Manche von Ihnen wünschen vielleicht zu hören, was Stahl sey, und hier ist die schicklichste Gelegenheit, einige Worte darüber beizufügen; umständliche Entwicklungen wären gegen unsere Absichten.

Stahl besteht aus Eisen und dem Ihnen bekannten Kohlenstoff (S. 117). Man erhält Stahl, wenn Eisen in der Weißglüh-Hitze mit Kohlen zusammengeschmolzen wird; oder auch bei bloßem längerem Rothglühen des, mit Kohlenpulver ganz umgebenen, Eisens. Gnyton-Morvean — ein Name, den die Geschichte der Scheidekunst mit hoher Achtung nennt — stellte einen, für Stahlbereitung und in anderer Hinsicht, sehr

interessanten Versuch an. Er brachte einen Diamant in die Hölzung eines Stückes zähen Eisens, und setzte dieses sehr beträchtlichen Hitze-Graden aus: der Diamant verschwand, das Eisen seiner nächsten Umgebung wurde zu Stahl umgewandelt. Daraus ergibt sich der Beweis, daß es keine gewöhnliche, fremdartige Bestandtheile enthaltende, Kohle, sondern reiner Kohlenstoff ist, der mit Eisen zur Stahl-Bildung zusammentritt. — Dem Eisen verglichen, ist Stahl weißer von Farbe. Hat man ihn gehärtet, d. h. schnell in Wasser abgekühlt, so zeigt er sich bei weitem elastischer und spröder, als Eisen, und dieß um so mehr, je größer sein Kohlenstoff-Gehalt. Unter Stahl ist dehnbarer, als Eisen. Es lassen sich daraus feinere Drähte ziehen, wie aus andern Metallen, die edlen ausgenommen. Während, wie Ihnen bekannt, ein Eisendraht vom zehnten Theile eines Zoll's im Durchmesser, ohne zu zerreißen, nur ein Gewicht von 450 Pfund zu tragen vermag, trägt ein Draht aus gehärtetem Stahle von gleicher Stärke beinahe 900 Pfund. Stahl rostet weniger leicht, als Eisen, und läßt sich mit vielen Metallen zusammenschmelzen. — Die Alten wußten, daß Eisen durch Abkühlen in Flüssigkeiten gehärtet wird; allein was die Umwandlung des Metalles zu Stahl betrifft, so fragt es sich: ob sie diese gekannt, oder im Besitze eines Metall-Gemisches waren, härter, als unser Stahl, oder ob denselben eine, nun verlorne Methode eigen gewesen, gewisse Metalle zu härten. Von manchen erstannenswürdigen alterthümlichen Denkmalen Aegyptens und Italiens ist die Masse Porphyrr oder Granit. Sie sind mit ausgehauenen Figuren aller Art verziert. Die Sculptur-Arbeiten weisen auf Geräthschaften, auf Werkzeuge hin, fähig, Gesteine von solcher Härte zu bearbeiten. Und nicht minder auffallend und merkwürdig, ist, was *Fra Paolino da San Bartolomeo*, der Missionär, in seiner Reise nach Ostindien erzählt. Zwischen Cova lam und Sadras,

am Meeresufer, sah er das Meisterwerk alt Indischer Baukunst, sieben Tempel in Felsen vom härtesten Gestein ausgehauen. Die Wände des Einganges sind verziert mit Gestalten verschiedener heiliger Thiere in natürlicher Größe, unter andern selbst Elephanten, ganze mächtige Gebirge tragend. Die schwarze Oberfläche zeigte deutlich genug, daß man kein modernes Kunstwerk vor sich habe; Jahrhunderte gehörten dazu, ehe dieser Gang, und alle Tempel und Thiere, mit Meißeln in Fels gehauen, unter einem heitern, trocknen, milden Himmel, wie der Indische, von solcher schwarzen Rinde bedeckt werden konnte. In den Tempeln selbst führen Stufen und Gänge, großen gewölbten Grotten ähnlich, und so angelegt, daß immer eine von der andern durch eine Felswand geschieden ist. Alle Tempel sind in Fels gehauen, und ruhen auf Säulen von eben dem Gestein. — Den Ursprung der Eisen-Arbeiten dürften wir demnach in Indien zu suchen haben.

Auch Mangan nannte ich Ihnen unter den geologisch wichtigen Grundstoffen. Es steht dieses Metall, in der Allgemeinheit seiner Verbreitung, dem Eisen wenig nach, aber es wird dasselbe meist in geringen Mengen getroffen. In sehr vielen Felsarten findet sich übrigens Mangan, wenn auch nur in Spuren, und gar oft macht es den färbenden Stoff von Mineralkörpern aus. — Durch künstliche Proceße in seinem metallischen Wesen dargestellt, erscheint das Mangan — der ehemals sogenannte Braunstein — graulichweiß, glänzend, sehr spröde, leicht zersprengbar und äußerst strengflüssig. Rein, als Element, kommt das Mangan in der Natur nicht vor, sondern stets andern Substanzen beigemischt, Verbindungen bildend, die wir später kennen lernen werden. Besonders zum Sauerstoff hat das Metall, gleich dem Eisen, große Verwandtschaft. Gewisse Manganerze sind den Chemikern vorzüglich wichtig, indem sie, wie wir hörten, Sauerstoff-Gas daraus bereiten. Ferner dienen jene Erze auf Glas-

hätten, zur Löpfer-Glasur, zum Malen auf Porzellan und Fa-
jence u. s. w.

Alle übrigen metallischen Grundstoffe sind, fassen wir die
Massen der Gesteine ins Auge, von geringer geologischer Bedeu-
tung; sie nehmen an Zusammensetzung der festen Erdrinde we-
nigen oder keinen Antheil. Die meisten kommen auf abgeschiede-
nen Räumen vor, sie erfüllen Spalten, welche man Gänge nennt;
oder es bilden dieselben Lagen zwischen Fels-Bänken und Schich-
ten. Betrachten wir jedoch diese Metalle und ihre Erze in
Beziehung auf ihr Erscheinen in solchen Gängen oder Lagen,
und alle damit verbundenen Phänomene, so gewähren sie ho-
hes geologisches Interesse. Für jetzt dürfte bei denjenigen Me-
tallen einige Augenblicke zu verweilen seyn, welche gediegen
vorkommen. Es gehören dahin: Gold, Silber, Kupfer,
Quecksilber, Blei, Arsenik, Antimon, Wismuth,
Zellur, Platin, Osmium, Iridium und Palladium.

Ehe ich die wesentlichsten Eigenschaften dieser Metalle schil-
dere, und die Art ihres Erscheinens, will ich Sie auf manche
besondere Auszeichnungen aufmerksam machen, welche mehreren
jener Körper, wie wir solche in der Natur finden, verliehen sind.
Als solche betrachte ich, namentlich bei Gold, Silber und
Kupfer, gewisse eigenthümliche Formen, in denen andere Mi-
neralien nicht, oder nur selten auftreten, wie u. a. das Zähnigé,
Moos- und Baum-Ähnliche, das Draht- und Haarförmige, die
Platten und Bleche, die flockigen, zackigen, oder gekräuselten
Blätter; Gestalten, für welche Werner so bezeichnende Aus-
drücke wählte, daß sie jede weitere Erklärung durch Worte über-
flüssig machen. Regelmäßige Formen, Krystalle, sind dagegen,
im Vergleich zu so vielen andern Erzeugnissen des Mineralrei-
ches, gediegenen Metallen bei weitem minder häufig eigen.

Gold, das gebietende unter den Metallen, dürfte zugleich

jenes seyn, welches am frühesten bekannt wurde. Im Suchen nach Gold unterjochten Europäische Abenteurer Indien. — Gold ist einer der dichtesten Körper, und, so viel man weiß, derjenige, welcher Zerstörungen durch äußere Ursachen am wenigsten unterliegt. Gold bleibt unverändert, wenn es auch lange Zeit hindurch dem Einwirken von Luft und Wasser ausgesetzt wird; es läuft von keinem der gewöhnlichen Dämpfe an, und ist dem Rost nicht unterworfen; Säuren greifen Gold nicht an; ein Gemische aus Salpeter- und Salzsäure aber, das sogenannte Königswasser, löst das Metall auf. In der stärksten Hitze eines Glasofens blühten Gold-Massen, während zweier Monate, keinen Gran ihres Gewichtes ein; auch ihrer übrigen Beschaffenheit nach, blieben sie sich so gleich, daß für den schärfsten Beobachter nicht die kleinste Aenderung bemerklich wurde. Setzt man jedoch das Metall den, durch ein Brennglas zusammengedrängten, Sonnenstrahlen aus, so steigt es in Dämpfen auf, und bedeckt sich mit violblauer glasiger Rinde; Silber-Platten, über Gold gehalten, während dieses durch den Brennspiegel stark erhitzt wird, bekleiden sich allmählig mit einem Gold-Ueberzuge. Zum Schmelzen bedarf das Gold etwas stärkerer Hitze, als Silber und Kupfer.

Auf der Unzerstörbarkeit des Metalles beruht seine bekannte Anwendung zum Bedecken anderer Metalle; man verguldet sie, um ihren Glanz zu erhalten, und dieselben gegen Rosten zu bewahren. Die Dehnbarkeit des Goldes ist so groß, daß eine Unze hinreicht, um einen mehr als 1300 Meilen langen Silberdraht zu übergolden. Schon in früher Zeit verschönerte man auf solche Weise gewisse Gegenstände. Homer's berühmte Gedichte enthalten, aus hohem Alterthume, die Schilderung einer Vergoldung: man belegte die Hörner einer Kuh mit Gold-Blättchen.

Sie Alle kennen den lebhaften Glanz, und die hoch goldgelbe Farbe des Metalles; letztere ist von solcher Schöne und Reinheit,

wie sie bei keinem andern Mineral sich wieder findet. Manches Gold ist indessen auch messinggelb gefärbt, oder neigt sich zum lichte Grauen. Von seinen ausgezeichneten Gestalten war bereits die Rede. Das Vorkommen des Goldes in Geschieben, in abgerundeten Stücken und in Körnern, so wie die eigenthümliche Gewinnungs-Weise desselben durch Graben, Waschen und Fischen, werden wir später kennen lernen. Im sogenannten aufgeschwemmten Lande, im Diluvial-Boden, und an Flußufern, wird die beträchtlichste Gold-Menge getroffen. Das südliche Ural-Gebirge ist besonders ausgezeichnet durch die großen Gold-Geschiebe, welche es liefert. In den Jahren 1824 bis 1826 wurden, nach und nach, auf engem Raume zehn solcher Geschiebe gefunden, die zusammen 199½ Mark wogen; eines darunter hatte allein eine Schwere von 45½ Mark. Unter Umständen, wie diese, dürfte es zuerst die Aufmerksamkeit der Menschen rege gemacht haben. Durch Farbe, Glanz und große Schwere — Gold wiegt neunzehnmal mehr als Wasser — mußte das Metall auffallen. Dazu kam, daß dasselbe sich, ohne sonderliche Mühe, ohne künstliche Geräthschaften, ohne gegossen zu werden, in vielartige Formen bringen läßt. „Gold schmiegt sich dem menschlichen Körper an, und wird dadurch dessen erster natürlicher Zierrath.“ Wilde Völker trugen schon in alter Zeit Goldschmuck in der Nase; sie hatten Armbänder, Fuß-Ringe und Spangen von lauterem Gold, und hingen Gold-Bleche an Baumwollen-Fäden um den Hals. Columbus brachte als Siegeszeichen Halsketten, Amulette und Kroenen, auch mit Gold gestickte Kleider, nach Spanien; sie waren von Fürsten der reichen Küsten Asiens, von Beherrschern der Inseln Indischer Meere, gewonnen worden. Den Bewohnern der „Costa rica“ diente das Metall bei vielen häuslichen Einrichtungen, selbst zur Verzierung und zu Beschlägen von Tischen und Stühlen.

Ein neuerer Reisender, Edw. Bowdich, erzählt, daß der Thron des Königs von Aschantee, an der Goldküste von Oberguinea, ganz in Gold gefast, unter einem glänzenden Sonnenschirm stehe, der mit Trommeln, Hörnern und andern musikalischen Instrumenten, sämmtlich aus Gold gearbeitet, verziert sey; große Gold-Ringe hängen an Streifen Scharlachroth von den Staatsfäbeln herab, deren Scheiden und Griffe in Gold gefast sind; Beile von Gold glänzen dazwischen, und die Brust der *Okras* und anderer vornehmen Begleiter des Königs sieht man mit großen Sternen, mit Thronen, halben Monden, und Filiigran-Ringen vom reinsten Golde geschmückt.

Auch mitten im festen Gestein sind hin und wieder sehr reiche Gold-Schätze verborgen. Vor ungefähr vierzig Jahren stürzte in Paraguay, aus der Höhe eines der erhabensten Berge, ein gewaltiges Felsstück herunter, und Gold-Massen von 1 bis 50 Pfund Schwere wurden herausgehauen.

Vererzt, wie die meisten andern Metalle, wird Gold nicht gefunden; wohl aber ist dasselbe manchen Silber-, Kupfer-, Eisen- und Bleierzgen in geringer Menge beigemischt.

Die wichtigste Anwendung des Goldes ist, wie bekannt, als Münze. Zu diesem Behufe wird dasselbe mit Silber oder mit Kupfer versetzt; denn im reinsten Zustande eignet sich unser Metall nicht in dem Grade für solche, und für andere Zwecke. Ein Gemische von Gold mit sehr wenigem Kupfer, hat weit mehr Härte als reines Gold; das *Electrum* der Alten bestand aus Gold und Silber. — Schon vor Erfindung der Kunst: Gold zu schlagen und zu prägen, diente der Sand des Metalles und seine Körner als Ausgleichungs-Mittel im Handel. In gewissen Gegenden von China hielt man Gold, vor nicht langen Jahren noch, durchgängig für eine Waare, und prägte dasselbe eben so wenig, wie Silber, zu Geld; beide Metalle goß man in Stücke von ge-

wisser Schwere, und wollten sich die Chinesen derselben an Zahlungstatt bedienen, so wurde das gegossene Stück Gold oder Silber ins Feuer gelegt, um die Feinheit zu probiren, und alsdann mit besonderen Scheeren in so viele Stücke geschnitten, wie die Summe der zu leistenden Zahlung betrug. In manchen Gegenden von Chile setzte man, wenn es an Gold-Münzen fehlte, ganze Klumpen Gediegen-Silbers ungewogen auf Spielkarten. Ferner gibt Gold eine der fruchtbarsten Quellen menschlichen Kunstfleißes. Aus Gold fertigt man die vielartigsten Schmuck-Waaren; Gold dient zum Fassen der Edelsteine, und erhöht zugleich das Lebhaftes ihrer Farben und das Feuer ihres Glanzes.

Ehe ich Ihre Aufmerksamkeit dem Silber zuwende, wird es nicht unpassend seyn, einige Worte über die geographische Vertheilung edler Metalle einzuschalten. Es erstreckt sich diese durch gewisse Gegenden der vier Welttheile, und Gold und Silber werden von den vielartigsten andern Mineralien begleitet. Wärmere Erdstriche lieferten, vor Entdeckung der ergiebigen Ablagerungen am Ural das meiste Gold. Die Nachrichten von unermesslichen Reichthümern, wie solche häufig in alten Schriften zu lesen sind, die Schilderungen großer Statuen, aus Gold gefertigt, scheinen keineswegs erdichtet. Vordem fand sich Gold in Menge, und in großen Massen in Süd-Amerika. Alexander von Humboldt und W. L. von Eschwege verdanken wir höchst interessante Nachrichten über die Goldmengen, welche in den Spanischen Kolonien und in Brasilien ausgebeutet worden. Jene Kolonien haben, seit ihrer Entdeckung und bis 1803, in einem Zeitraum von 311 Jahren, 3,625,000 Mark Gold geliefert, und während dieser Frist war die Gold-Production in Brasilien wenigstens zweimal so groß, als jene des Spanischen Amerika; mit einiger Wahrscheinlichkeit kann solche zu 6,500,000 Mark angeschlagen werden. Allein in neuerer Zeit hat die Gold-Gewin-

nung in Amerika mehr und mehr abgenommen. So gab z. B. Guanaxuato im Jahre 1818 nur 401 Mark, während 1805 die Ausbeute 2495 Mark betragen hatte. Dagegen gewann man im Russischen Reiche, seit die Gold-Lagerstätten aufgefunden worden, jährlich etwas über 22,000 Mark Gold, deren Werth ungefähr 4,900,000 Thaler Preussisch gleichzusetzen ist. — Die reichsten Silber-Ablagerungen finden sich in höhern Breiten, in erhabenern Gebirgs-Gegenden. Einige berühmte Silber-Bergwerke — Kongsberg in Norwegen, Sala in Schweden — liegen nicht fern von den Polar-Gegenden. Auch in wärmeren Klimaten erscheint Silber häufig in der Nähe erhabener Berg-Gipfel, die nicht selten zu jenen gehören, welche ewiger Schnee bedeckt. In bedeutender Menge kommt Silber übrigens nur in wenigen Ländern vor, obwohl es bei weitem mehr verbreitet ist, als Gold. Sachsen liefert ungefähr den vierten Theil allen Silbers, welches in Europa gewonnen wird. Im XVIII. Jahrhundert betrug die Ausbeute des Sächsischen Bergbaues 5,514,098 Mark fein Silber, und im XIX. Jahrhundert gaben die ersten zweiunddreißig Jahre allein 1,809,569 Mark. Aus dem Ertrage der Schemnitzer Gruben in Ungarn wurden von 1744 bis 1773 über drei Millionen Gold- und Silber-Münzen geprägt. Die Russische Silber-Production beträgt im Jahre gegen 77,000 Mark, im Werth von ungefähr 1,000,000 Thaler. Die Silber-Ausbeute der Spanischen Kolonien in Amerika ist, von deren Entdeckung bis 1803, auf 512,700,000 Mark anzuschlagen. Um Coquimbo in Chile, eine Gegend, deren Silber-Reichthum, wie wir früher hörten, erst seit 1832 bekannt geworden, gewann man innerhalb weniger Tage, aus den Geröllen allein, 8000 Mark Gediengen-Silbers. Ein Engländer fand Gelegenheit, einen Silber-Klumpen um den Preis von 200 Thalern zu kaufen, dessen Werth sich später um das Fünffache höher erwies. — Das Silber, welches man seit drei Jahrhunderten, im

neuen Kontinente dem Schooße der Erde entzogen, würde, von allen Beimischungen gereinigt und zusammengeschmolzen, eine Silber-Kugel von 63 Pariser Fuß im Durchmesser geben. Aber auch die Silber-Gewinnung hat in der neuen Welt sehr abgenommen. In Guanaxuato sank die Production, welche 1801 nicht weniger als 755,861 Mark betragen hatte, im Jahre 1818 bis auf 401 Mark. — Auffallend ist das Mißverhältniß, in welchem nicht selten die Menge unterirdischer Schätze zur Fruchtbarkeit des Bodens steht. Die Umgebungen der, an Silbererzen so vorzüglich reichen, Bergwerke von *Huantajaya* in Süd-Peru gehören zu den wildesten und ödesten. In der Chilenischen Provinz *Copiapo* fehlt es an allen Bergbau-Bedürfnissen. Daher der, im ganzen südlichen Amerika so feste, Volksglaube: Landstriche, in denen metallische Substanzen, besonders Silbererze, sich finden, müßten nothwendig unfruchtbar seyn. Voeppegg und Meyen erwähnen in ihren schätzbaren Reise-Berichten, mancher denkwürdigen, hieher gehörenden Thatsachen.

Nicht ohne besonderes Interesse sieht man, wie durch natürliche Ursachen, durch größere Handels-Thätigkeit der Nationen, durch gesteigerten Luxus, das Bedürfniß edler Metalle stets vermehrt worden. Diesen natürlichen Ursachen gesellte sich, seit den letzten abgelaufenen zwei Jahrhunderten, noch eine außerordentliche bei, nämlich das Bedürfniß, welches viele Regierungen ziemlich gleichzeitig hatten, von ihnen ausgegebene Staats-Papiere zurückzukaufen. Für die Mächte Europas allein war eine Summe von 464 $\frac{1}{2}$ Millionen Thaler erforderlich. Und dazu kommt die beträchtliche Zunahme des Gold- und Silber-Verbranchs zur Verfertigung von Geräthschaften jeder Art, von Uhren u. s. w. In Paris allein werden jährlich für 11,555,000 Franken Gold und Silber verarbeitet; das Bedürfniß für ganz Europa läßt sich auf mehr als 120 Millionen im Jahre anschlagen.

Zwischen Silber und Gold haben, was äußerliche Merkmale betrifft, ungemein viele Uebereinstimmungen statt. Beiden Substanzen sind, wenn sie im Zustande der Gebiegenheit auftreten, die uns bekannten Formen eigen. Einige Orte des Sächsischen Erzgebirges, zumal aber Kongsberg in Norwegen, haben die zierlichsten drahtförmigen und zahnigen Gestalten geliefert. Längen gewundenen und gebogenen, in einander gewickelten und unter einander gewirrten Drähten, sind dicke, oft mehrmals gekrümmte, Zähne verbunden, und die Drähte erscheinen nicht selten mit den schönsten Würfeln, gleichfalls von Gebiegen-Silber, besetzt. Die Figuren 3, 4 und 5 auf Taf. VI, nach Musterstücken meiner Sammlung dargestellt, sind besser geeignet, als Worte, Ihnen diese Verhältnisse anschaulich zu machen. Baumförmig (Fig. 6) wurde das Metall ehemals besonders ausgezeichnet im Fürstenbergischen gefunden. Ferner trifft man Gebiegen-Silber in beträchtlich großen, regellos gestalteten Massen, in Klumpen mit gerundeten Umrissen. Solche Massen fanden sich, da Silber-Gänge nicht selten zu Tag ausgehen, so, daß man nicht tief darnach zu graben brauchte. Im südlichen Amerika kamen sie oft, wenn die Dorf-Decke abgeräumt wurde, den Gras-Wurzeln anhängend vor. Sie hatten ganz das Aussehen, als wäre geschmolzenes Metall über weichen Thon geflossen; dieser Umstand veranlaßte vielleicht die ersten Schmelz-Versuche mit dem Metall. — Zu Schneeberg in Sachsen wurde im fünfzehnten Jahrhundert eine reiche Silber-Adler entdeckt, und ein so gewaltiger Block Gebiegen-Silbers herausgehauen, daß Herzog Albert, der in die Grube hinabgestiegen war, sich des Blockes, statt einer Tafel, bediente, um unter Tag daran zu speisen. Beim Aufschmelzen lieferte die Masse 40,000 Pfund reines Silber. Vor wenigen Jahren förderte man zu Kongsberg eine Masse Gebiegen-Silbers, die $7\frac{1}{2}$ Centner wog. — In Körnern, in abgerollten Stücken zerstreut

auf Ebenen und zwischen aufgeschwemmtem Lande, oder als Sand an Flußufern, kommt Silber nicht vor. Dagegen erscheint es auf mannigfaltige Weise andern Metallen verbunden, durch verschiedenartige Substanzen vererzt, auch im Gemische mit Erzen anderer Metalle. Namentlich enthalten viele Blei-Minern Silber in größern und geringern Mengen. Die Irländische Grafschaft Antrim besitzt so reiche Bleie, daß, wie behauptet wird, aus dreißig Pfund Erz ein Pfund Silber zu erhalten ist.

Das vollkommenste Silberweiß ist Charakter-Farbe, und von allen Metallen hat Silber, durch Kunst polirt, den höchsten Glanz; nur der Stahl übertrifft es in dieser Hinsicht. Vor Erfindung des Glases waren Spiegel von Silber sehr allgemein. Wie die Natur das Silber liefert, zeigt es im Innern stets geringe Grade des Glanzes; der äußere Glanz richtet sich nach den Gestalten, in welchen das Mineral auftritt, bei Krystallen ist er am lebhaftesten.

Unter den übrigen Merkmalen des Silbers verdienen unsere Beachtung: Schwere, Klang, mäßige Härte, aber außerordentliche Streckbarkeit und Hämmerbarkeit. Letztere Eigenthümlichkeiten sind Ihnen aus dem vorhin darüber Gesagten bereits bekannt. Hinsichtlich der Schwere will ich bemerken, daß Silber zehn und einhalbmal mehr wiegt, als Wasser, und was seinen hellen Klang betrifft, so rühmte man schon im Jahre 812 eine, aus unserm Metall gegossene, Glocke wegen ihres „Silbertones;“ Herzog Wilhelm von Aquitanien ließ solche in der Kirche, des von ihm gestifteten, Klosters Bellone aufhängen. — Durch Luft und Wasser wird Silber, bei gewöhnlicher Temperatur, nicht angegriffen. Das Metall ist, gleich dem Golde, der Verdampfung fähig; allein es erfordert ebenfalls Brennspiegel-Hitze. Sammelt man die weißen Dämpfe auf einer Gold-Platte, so setzt sich Silber in metallischem Zustande an. Eine Unze Silber, welche zwei Monate lang im Glas-Schmelzofen flüssig erhalten wurde,

küßte nur den zwölften Theil ihres Gewichtes ein. — Das eigentliche Auflösungs-Mittel des Metalls ist Salpetersäure. Versetzt man eine solche Auflösung durch einen Ueberschuß von Quecksilber, so wird, vermöge stärkerer Anziehung des letztern Metalls zur Säure, das Silber niedergeschlagen; es vereinigt sich mit einem Theile des Quecksilbers zu büschelweise gruppirten Säulen, und bildet das, was man *Dianen-Baum* nennt.

Das Silber, welches man ungefähr so lange kennt, wie Gold, dient vorzüglich zu Münzen, zu Verzierungen und Haus-Geräthschaften mannigfacher Art. Gewöhnlich ist das Metall für solche Zwecke, mit Kupfer versetzt; ohne Beimischung würde dasselbe nicht genug Härte haben, um bei häufigem Gebrauche auszuhauern. Im Museum der K. Akademie der Wissenschaften zu Petersburg wird indessen eine Stufe Chinesischen Gediengen-Silbers bewahrt, aus deren Bruchstücken man Münzen schlug, ohne das Metall vorher in Fluß gebracht zu haben. — Um zu prüfen, ob Silber rein sey, braucht man es nur am gewöhnlichen Feuer, oder in einer Licht-Flamme, zu erhitzen: ist es mit andern Metallen versetzt, so wird dasselbe unscheinbar, reinem Silber aber bleibt seine Weiße. — In manchen Gräbern der alten Einwohner Pern's findet man kleine Bild-Works aus massivem Silber. Die Figuren, ungefähr zwei bis drei Zoll lang, stellen meist sehr verzerrte menschliche Gestalten dar, und scheinen geprägt, seltener aus Gediengen-Silber geschnitten. — Von fast beispielloser Verschwendung zeugt eine Thatsache, welche, da ich von der Geschichte des Silbers rede, nicht übergangen werden darf. Radama, der letzte eingegeborne König von Madagaskar, starb in einem Gebäude, welches, wegen der unermesslichen Menge des kostbaren Metalles, womit dasselbe ausgelegt und verziert war, als „Silber-Pallast“ bezeichnet wurde. Der Sarg, in dem man die königliche Leiche beisezte, acht Fuß lang, drei und einen halben Fuß breit und

tief bestand aus Silber-Platten, durch silberne Klammern an einander gefügt; die Arbeit allein kostete 12,000 Spanische Thaler. Ueberdieß wurden 10,000 Dollars in den Silbersarg gelegt, um als Kopfstücken zu dienen. Ferner warf man andere sehr werthvolle Gegenstände in größter Menge ins Grab, namentlich den Kredenz-Tisch mit allem reichen Silber-Geschirr, welches der Verstorbene besessen hatte. Schon bei den Römern war die Prachtliebe so groß, daß, was den Vorfältern zu Trink-Gefäßen gedient, an Wagen und Geschirren verschwendet wurde; Nero's Pferde lagen unter der Silberlast.

Im Vergleich zu Gold und Silber, findet sich Kupfer häufiger. Mehrere Welt-Gegenden haben das Metall im gediegenen Zustande in Menge aufzuweisen, und seine Erze gehören zu den sehr gewöhnlichen Erscheinungen.

Die Griechen bezeichneten das Eiland Cypern mit dem Namen *Kypros*; dieses Wort leiten Einige von der Schönheit des Kupfers her, das auf der Insel gefunden wurde.

Wie alle gediegenen Metalle, so besitzt auch Kupfer ungemaine Auszeichnung. Seine Farbe ist ein schönes, frisches, vollkommnes „Kupferroth.“ Dem Einwirken von Luft, oder von Feuchtigkeit ausgesetzt, bedeckt sich gediegenes, wie verarbeitetes, reines Kupfer oberflächlich mit grünem Beschlage; ein Beweis beginnender Zersetzung. Alterthums-Forscher wissen diesen grünen Ueberzug an, aus Kupfer gearbeiteten, Gegenständen besonders zu schätzen; es ist ihr *aerugo nobilis*, was so viel sagen will, als edler Rost, der für ein Aechtheits-Zeichen solcher Antiquitäten gilt. — Weitere Haupt-Merkmale des Metalles sind: Geschmeidigkeit, Dehnbarkeit, Biegsamkeit, und eine Schwere, welche jene des Wassers beinahe um das Neunfache übertrifft. Auch darf ich nicht unterlassen, des zusammenziehenden, eigenthümlichen, Geschmacks zu gedenken. — Kupfer schmilzt erst bei einer, dem Weißglühen

nahen, Rothglühe = Hitze. Stärkere Hitze = Grade bringen das geschmolzene Metall zum Sieden und wandeln es in Dämpfe um. Die frühesten Schmelz-Versuche der Urbewohner Sibiriens waren auf Ausbringung des Kupfers gerichtet. — In den äußern Gestalten des Gedicgen-Kupfers herrscht viel Mannigfaltigkeit. Die Formen sind übrigens im Ganzen die nämlichen, in denen auch Gedicgen-Gold und Gedicgen-Silber auftreten. Besondere Erwähnung verdienen die, mitunter sehr regelvollen, ästigen und baumförmigen Gebilde, so wie die Platten und Bleche. H. Erman sah in den Turjinsker Gruben, in Klüften der ergreichen Lagerstätte, breite und 1 Linie dicke Platten von Gedicgen-Kupfer, wie künstlich bereitete Bleche eingeklemmt; es scheint außer Zweifel, daß einst das fenerig-flüssige Metall in Spalten und Risse der schon gebildeten Gebirgsart gewaltsam eindrang. — Blöcke und derbe Massen hat man von keinem Metall in solcher Größe erhalten, und in mehreren Ländern sind sie gar nichts Ungewöhnliches. Am Ufer gewisser Ströme in Ober-Canada trifft man Gedicgen-Kupfer in Ueberflus; manche Klumpen haben genau das Aussehen, als wären sie eben durchs Feuer gegangen. Zu den Merkwürdigkeiten gehört der, seit 1782 im Naturalien-Kabinette zu Lissabon aufbewahrte, angeblich in einem Thale unsern Bahia, mit andern Geschießen gefundene, Kupfer-Block. Die Masse hat über drei Pariser Fuß größte Länge; ihre Breite beträgt dritthalb Fuß, und da, wo sie am stärksten, mißt dieselbe 10 Zoll Dicke. Das Gewicht ist 2616 Pfund. Die Oberfläche zeigt sich dunkelroth, hin und wieder mit grünlichen Flecken, uneben und voll flacher Aushöhlungen. — Auch die eckigen und rundlichen Kupfer-Körner, so wie der Kupfer-Sand, sind keineswegs ohne Interesse, besonders wenn man ihre Menge in nicht wenigen Gegenden erwägt. Feiner Kupfer-Sand wird unter andern in Bächen der Brasilianischen Provinz Minas Geraes getroffen.

Kupfer gehört unstreitig mit zu den Metallen, welche am frühesten bearbeitet wurden, und bei weitem die größte Menge dürfte in alter Zeit „von der Erd-Oberfläche aufgelesen“ worden seyn. Die Hebräer erhielten ihr Kupfer aus Aegypten. Was die Bearbeitung der Kupfererze betrifft, so schreibt solche Strabo dem Phöniciër Cadmus zu. Er kam 1594 vor der christlichen Zeit-Rechnung nach Griechenland, und eröffnete Kupfer-Gruben in einem der Berge Thraciens. Daß einige Völkerschaften in Nord-Europa Kupfer zu Versfertigung von Waffen benutzten, hat sich bei Eröffnung alter Scandinavischer Gräber ergeben. Schwerdter, Dolche, Messer u. s. w. wurden darin gefunden. Auch scheinen manche Haus-Geräthschaften darzuthun, daß man einst mit Kupfer weniger sparsam gewesen, als mit Eisen. Le Vaillant sah bei allen Horden im innern Afrika Arm- und Halsbänder, auch Ohren-Ringe von Kupfer. Einige dieser Zierrathe waren so gut gearbeitet, so schön polirt, daß sie nur Werke der Europäer, Frucht des Verkehrs mit den Weißen, seyn konnten; andere hingegen verriethen durch seltsame Formen, durch das Rohe der Arbeit, daß die Wilden solche verfertigt. Aus des Seefahrers Hearne Reise-Bericht wissen wir, daß heutigen Tages noch die Kupfer-Indianer in das Metall, das Erzeugniß ihres Landes ist, großen Werth setzen, und daß sie solches, Aexte, Messer und einige wenige andere Geräthschaften abgerechnet, zu allen Werkzeugen dem Eisen vorziehen. — In einer Geschichte des Kupfers und seiner Anwendung in alter Zeit, darf übrigens die leichte Zerstörbarkeit des Eisens keineswegs unbeachtet bleiben. Kupfer und seine „Beschiedungen,“ das heißt Schmelz-Gemische aus Kupfer und andern Metallen, sind sehr dauerhaft. Wenn Noß die von Griechen und Römern versfertigten Eisen-Geräthschaften und Werkzeuge im Verlaufe langer Zeit zerstörte, während die aus Kupfer gearbeiteten verschont blieben, so zeugen zu viele Stellen Griechi-

scher und Römischer Geschichtschreiber, Dichter, Redner und Weisen, daß man Eisen zu bearbeiten, und ihm mannigfaltige Formen zu geben verstand; die häufigen Schlachten allein, wo Eisen die Arme der Krieger bewaffnete, gelten als unwiderlegbare Beweise.

Der Gebrauch, welchen man gegenwärtig vom Kupfer macht, reihet sich, was den allgemeinen Nutzen betrifft, zunächst an jenen des Eisens. Er dürfte nirgends ausgedehnter seyn, als in England; und dennoch sind nicht zwei Jahrhunderte abgelaufen, daß die Cornwall'schen Bergleute Kupfererze, welche sie in Binngruben fanden, für werthlos erachteten und auf die Halben warfen. — Ich will bei bekannten Dingen nicht verweilen. Daß Kupfer zum Schlagen geringer Münzen dient, wissen Sie. Bis zum Jahre 185, nach Erkennung der Stadt Rom, wo man anfang, Silber zu prägen, war unser Metall die einzige bräunliche Münze der Römer. — Besonders wichtig sind die Verfehrungen des Kupfers mit andern Metallen. Messing besteht aus Kupfer und Zink; Glockengut und Bronze sind Legirungen aus Kupfer und Zinn. Im Trojanischen Kriege kannte man Waffen aus Bronze; dieses Metall-Gemische ist das *Aes* der Alten: reines Kupfer wäre nicht hart genug gewesen, um zu Waffen verarbeitet zu werden. Schwerdter, öfter noch Wehr-Gehänge, wie es scheint aus einer Legirung von Kupfer und Zinn bestehend, wurden in Irland ausgegraben.

Unter den wenigen flüssigen Mineralkörpern, muß das, seit ältester Zeit bekannte, Quecksilber als ganz besonders merkwürdig betrachtet werden. Es ist durch ungemein große Beweglichkeit ausgezeichnet, und theilt sich leicht in kleine Kugelförmige Tropfen; größere Massen nehmen platte Gestalten an mit runder Oberfläche, wie dieß auch bei andern Metallen der Fall, wenn sie im geschmolzenen Zustande sind. Quecksilber zeigt sich in dem Grade flüchtig, daß man es destilliren kann, wie Wasser.

In Dampfform ist die Elasticität des Metalles so bedeutend, daß die stärksten Gefäße davon zersprengt werden können. Selbst bei gewöhnlicher Temperatur verdampft das Metall; noch leichter im luftleeren Raume. So erklären sich die kleinen, im oberen Theile von Barometer-Röhren dem Glase anhängenden, Quecksilber-Kügelchen. Setzt man Quecksilber einer, durch chemische Kunst hervorgenernen, sehr niedrigen Temperatur aus, so gefriert dasselbe; es wird fest, dem Silber ähnlich, und läßt sich mit einem Messer schneiden. In sehr kalten Klimaten geht Quecksilber zuweilen, ohne künstliche Processe, in starren Zustand über. Bis jetzt bezog man sich vorzugsweise auf den Bericht von Pallas, daß zu Krasnojarsk, im Asiatischen Rußland zu seiner Zeit Quecksilber gefroren sey. Neuere Jahre lieferten gar manche ähnliche Erfahrungen, Parry, Franklin und Ross ließen auf ihren Reisen häufig Quecksilber gefrieren. Ross fertigte selbst Kugeln aus dem erstarrten Metall und durchschloß damit ein Tannen-Brett von Zoll-Dicke. Im letzten Winter trat in der Norwegischen Bergstadt Nöraas, öffentlichen Blättern zu Folge, am Neujahrs-Tage 1836 so strenge Kälte ein, daß Quecksilber der Luft ausgesetzt, wenn die Masse nicht zu groß war, augenblicklich fror; es ließ sich unter dem Hammer formen, wie weißglühendes Eisen; man konnte dasselbe mit den Fingern zerbrechen, und in der hohlen Hand wurde es erst nach Verlauf einiger Minuten wieder flüssig. Ein Spiritus-Thermometer soll, wie gesagt wird, $51\frac{1}{2}^{\circ}$ Reaumur als höchsten Kältegrad angezeigt haben. Nöraas liegt, unter $62^{\circ} 34' 40''$ zwar nur 2092 Fuß über dem Meere, aber sehr rauh. Die Stadt ist umgeben von Gipfeln erhabener Gebirge, welche einen großen Theil des Jahres hindurch mit Schnee bedeckt sind; bloß in geschützten Thälern finden Birken und Nadelholz Fortkommen. Bringt man gefrorenes Quecksilber in ein mit Wasser gefülltes Glas, so wird das Metall sogleich flüssig, das Wasser aber erstarrt. —

Zu diesen so interessanten Eigenthümlichkeiten gesellen sich noch andere, welche dem Gediegen-Quecksilber die bestimmteste Auszeichnung verleihen. Eine vollkommene zinnweiße Farbe, die auf kleine Kugeln und Tropfen beschränkten Gestalten, und starker metallischer Glanz sind seine hervorragendsten Merkmale. Dabei fühlt sich das Metall kalt an, ohne die Finger zu nehen. Nach Gold und Silber ist ihm die größte Schwere eigen; es wiegt beinahe vierzehnmahl mehr als Wasser; Steine, Stücke von Eisen, kleine Blei- oder Silber-Platten, schwimmen auf Quecksilber, wie Kork auf Wasser. In Salpetersäure ist das Metall leicht lösbar.

Die Eigenschaft des Quecksilbers: gewisse Mengen Gold oder Silber in sich aufnehmen zu können, und so Metall-Gemische zu bilden, welche die Kunstsprache *Amalgame* nennt, war bereits den Alten bekannt und wurde von ihnen zur Scheidung edler Metalle, zur Trennung derselben von fremdartigen Stoffen benutzt. Reibt man gepochte, d. h. verkleinerte Erze, welche Gold oder Silber enthalten, mit Quecksilber, so verbinden sich jene Metalle mit letzterm zu Amalgam, und setzt man dieses der Hitze aus, so verflüchtigt sich das Quecksilber; und Gold oder Silber bleiben im reinen Zustande zurück. Den Alchemisten gewährte Amalgam erwünschte Mittel für ihre betrügerischen Absichten. Sie gebrauchten, bei dem was von ihnen Umwandlung der Metalle genannt wurde, Quecksilber, in welchem Gold oder Silber aufgelöst war, und die angebliche Umwandlung war nichts, als Verflüchtigung des Quecksilbers. Ein Amalgam kennt, obwohl sehr selten, natürlich vor; es ist dieß eine Verbindung von Silber und Quecksilber, die in Gesellschaft des Gediegen-Quecksilbers gefunden wird. Das „natürliche Amalgam“ hat eine silberweiße Farbe, erscheint kugelförmig, in derben Massen, auch in dünnen Platten und in Krystallen. — Besonders leicht verbindet sich Quecksilber dem Zinn. Dieses Metall-Gemische gibt das Material zur Spiegel-Belegung. In

Künsten wendet man Quecksilber ferner besonders zum Vergolden und Versilbern an. Auch in der Pharmacie, in der Chemie und Physik dient das Metall auf vielartige Weise; ich erinnere namentlich an Bereitung von Barometern und Thermometern.

Im Ganzen ist Quecksilber, besonders das gediegene, sparsam in der Natur verbreitet. Zu den häufigsten seiner Erze gehört das Schwefel-Quecksilber, der Zinnober; aus Zinnober wird das meiste Quecksilber erhalten. Die bedeutendsten Quecksilber-Verke in Europa sind jene von Almaden in der Spanischen Provinz La Mancha. Sie werden seit ältesten Jahren bebaut; Griechen und Römer bezogen von da ihren Zinnober. Zu neuester Zeit ist die Gewinnung des Metalls in Spanien zu einer Höhe gestiegen, wie man solche früher nie gekannt; gegenwärtig werden im Jahre mehr als 22,000 Centner Quecksilber in Almaden ausgebentet.

Daß das Blei — eines der weichsten und schmelzbarsten Metalle, vollkommen geschmeidig und biegsam — gediegen getroffen wird, unterliegt keinem Zweifel. Aber nicht Alles, was für Gediegen-Blei ausgegeben worden, ist natürlichen Ursprungs; bei der Bildung von manchen haben Menschen zufällig oder absichtlich mitgewirkt. Ich will nur einer Thatsache gedenken, um das so eben Ausgesprochene durch ein Beispiel zu belegen; es kann jene Thatsache auch als Beweis dienen, wie vorsichtig man, was natürlichen oder künstlichen Ursprung betrifft, beim Beurtheilen gewisser Substanzen seyn müsse. Auf der Landstraße unsern Kassel wurden, im Anfange dieses Jahrhunderts, Stücke basaltischen Mandelsteines, einer porösen Basalt-Lava, gefunden, deren Blasenräume, so wie die kleinen Risse und Spalten, mit metallischem Blei angefüllt waren. Man glaubte, Gediegen-Blei entdeckt zu haben, bis es sich ergab, daß früher in jener Gegend die — nichts weniger als empfehlenswerthe — Gewohnheit üblich gewesen, daß, für Siedepfannen der Allendorfer Saline erforderliche, Blei

in kesselförmigen Vertiefungen zu schmelzen, welche in große Blöcke, in „Verkstücke“, jener Mandelsteine, eingehauen wurden. Sehr natürlich füllten sich, bei diesen seltsamen Schmelz-Processen, alle Blasenräume eines solchen Gestein-Blockes mit Blei, und einige der Blöcke waren zum Chauffee-Bau benützt worden. — Als unzweifelhaftes Gediegen-Blei haben wir dasjenige zu erachten, welches in Drähten und in haarförmigen Gebilden ästig, und in gewundenen Blättchen, bei Carthage in Murcia in thonigem Gestein, und auf dem Gilande Madeira in Blasenräumen vulkanischer Felsarten vorkommt. Hin und wieder fand man auch Gediegen-Blei mit Bleiglanz (Schwefel-Blei) verwachsen. Auf seiner Außenfläche ist das Metall, in Folge der Luft-Einwirkung, stets schwärzlich angelauten, im Innern aber bleigrau und lebhaft glänzend.

Blei, wie man solches durch Schmelz-Processse rein darstellt, wiegt ungefähr eilf und ein halbmal mehr, als Wasser. In Säuren aufgelöstes Blei ertheilt allen Substanzen, denen es beigemischt wird, einen süßen, zuckerähnlichen Geschmack. Schon die Alten legten Blei-Platten in herbe Weine, um dieselben milder zu machen; aber sie kannten die gefährlichen Eigenschaften solcher Gemische nicht. In heftiger Rothglühe-Hitze verdampft das Metall; in der Weißglühe-Hitze kommt es ins Kochen. Blei-Dämpfe, zumal die mit schweflichter Säure beladenen, zerstören allen Pflanzen-Wachsthum; dieß zeigt sich recht auffallend in der Nähe von Bleihütten, auch ertragen die Arbeiter auf solchen Hütten die Einwirkungen der Dämpfe in der Regel nur einige Jahre, ohne großen Nachtheil ihrer Gesundheit. — Bei mäßiger Hitze läßt sich Blei mit Gold und Silber zusammenschmelzen; wird jedoch die Hitze verstärkt, so steigt das Blei, und mit ihm zugleich alle übrigen fremdartigen Beimengungen, zur Oberfläche empor. Diese Eigenschaft benützt man bei der Reinigung edler Metalle. Dem Zinn verbindet sich Blei in allen Verhältnissen.

Bei weitem das meiste Blei wird aus Bleierzgen, namentlich aus Bleiglanz (Schwefel-Blei) gewonnen, der sehr allgemein verbreitet ist und unter den vielartigsten Verhältnissen vorkommt. Bei Kielce in Polen traf man, in der Mitte des achtzehnten Jahrhunderts, derbe Bleiglanz = Massen von auffallender Größe. Von dem ansehnlichsten Stücke wurde ein Gebrauch gemacht, der außerdem wohl nie statt gefunden. Pusch erzählt nämlich, daß eine, ungefähr drei Fuß hohe, Statue der heiligen Barbara, der Schutzpatronin des Polnischen Bergbaues, daraus gehauen wurde, welche Statue heutigen Tages noch in der Kloster-Kirche zu *Karczowka* aufgestellt ist.

Blei gilt mit Recht als ein Metall von höchster Nützlichkeit. Man kannte es in frühester Zeit; Moses erwähnt desselben zu verschiedenen Malen. Die Römer belegten den Grund ihrer Schiffe mit Blei und befestigten es durch Bronze = Nägel. Im ersten Jahrhundert des Römischen = Reiches war Blei vier und zwanzigmal so theuer, als gegenwärtig in Europa. Heutigen Tages bedient man sich des Bleies zum Dachdecken, zu Röhren für Wasser = Leitungen — denn ohne Luft = Zutritt wirkt Wasser nicht auf das Metall — ferner zu Kugeln und zu Schrot; auch wird Blei außerdem in Gewerben mannigfaltig angewendet.

Unter den gediegen vorkommenden Metallen, welche, bei nicht sehr großer Härte, äußerst spröde sind, ist das Arsenik häufig, aber nirgends in großen Quantitäten, verbreitet. — Seit beinahe zwei Jahrtausenden kennt man das Metall und mehrere seiner natürlichen Zusammensetzungen; aber kaum liefen hundert Jahre ab, daß dessen eigentliche Natur genauer erforscht worden. Seine bezeichnenden Merkmale sind, außer den derben und krümmlichalig abgesonderten Massen, in welchen es vorkommt, besonders nierenförmige, traubige und kugelige Gestalten, die, beim Verschlagen, in gebogene scherbenähnliche Stücke zerfallen. Kein Mineral

wandelt seine Farbe so leicht, so schnell, als Gediegen-Arsenik. Das Zinnweiße, welches unser Metall an frisch entblößten Stellen zeigt, läuft nach wenigen Stunden, in Folge der Luft-Einwirkung, wieder an, und wird grau und unscheinbar, wie zuvor.

Der Hitze ausgesetzt, gibt sich Arsenik, im reinen Zustande, oder gemischt mit andern Substanzen — wie Schwefel, Säuren und gewisse Metalle — durch weiße Dämpfe, und durch den eigenthümlichen, Knoblauch-ähnlichen Geruch zu erkennen, welchen das verflüchtigte Metall besitzt. — Die ausnehmend giftigen Wirkungen des Arsensiks sind bekannt; ein Gran verursacht schnellen und schmerzhaften Tod. Auf alle Verbindungen, in denen man das Metall findet, überträgt es jene höchst gefährlichen Eigenschaften; sämtliche Arsenikerze sind mehr oder minder heftige Gifte.

Schon in alter Zeit gebrauchte man Arsenik in der Heilkunde, und auch heutigen Tages noch findet solche Anwendung statt. Ferner dient es bei gewissen Metall-Gemischen, so u. a. zum sogenannten weißen Kupfer, *Argent hatché* u. s. w. Dem Platin wird Arsenik beim Schmelzen zugesetzt, um dasselbe zu reinigen und die Bearbeitung zu erleichtern. Endlich benutzt man das Metall in verschiedenen Gewerben, so z. B. in Färbereien und bei der Leder-Vereitung.

Eines der höchst selten gediegen vorkommenden Metalle, ist Antimon oder Spießglanz. Früher beschäftigte dasselbe vorzugsweise die Alchemisten, welche in ihm den Stein der Weisen suchten. Als Heilmittel dient Antimon in sehr mannigfaltigen Präparaten. Wegen übermäßigen Gebrauches, den man in Frankreich, in der letzten Hälfte des sechzehnten und Anfangs des siebenzehnten Jahrhunderts, von dem Metall gemacht, wurde einst alle Anwendung desselben gesetzlich untersagt. Im Venetianischen fertigte man vordem die sogenannten *Pocula emetica* daraus, in welche man Wein goß, und diesen sodann, nach Verlauf einiger Stunden,

als Brechmittel trank. Vor nicht sehr langer Zeit bedienten sich noch Landlente in Auvergne der Stücke von Ziegeln, in denen Antimon geschmolzen worden, zu ähnlichen Zwecken. — Was man im Handel Spießglanz nennt, ist nicht das reine Metall, sondern eine Verbindung desselben mit Schwefel. Gediegen findet sich Antimon gegenwärtig nur zu Allemont in Dauphinée; vordem lieferten dasselbe auch die Gruben von Sala in Schweden in geringer Menge. Es stellt sich in zinnweißen, stark metallisch glänzenden, blätterigen Massen dar, ist nicht dehnbar, schmilzt leicht und verfliegt bei stärkern Hitze-Graden, als weißer Dampf. — Mit den meisten Metallen geht Antimon Verbindungen ein; so trifft man unter andern ein natürliches Gemische aus Antimon und Silber. Unter den verschiedenen Erzen, ist der Antimonglanz — ehemals sogenanntes Gran-Spießglanz, die bereits erwähnte Verbindung des Antimons mit Schwefel — das einzige, welches hin und wieder so häufig vorkommt, daß es bergmännisch gewonnen wird, und daraus bereitet man metallisches Antimon. In sehr alter Zeit diente Schwefel-Antimon als schwarze Schminke; und dieser Brauch besteht hin und wieder noch. Auf dem Markte zu Schendy in Nubien wird „Spießglanz“ in Menge verkauft; die Nubier schwärzen sich ihre Augenlider damit. Auf dem Lande dienen oft Spießglanz-Stückchen statt Geldes, da die Nubischen Banerweiber Alles dagegen vertauschen, was ihr Haus nur bieten kann. — Das aus dem Erz erhaltene Metall wendet man auch in der Landwirthschaft, so wie in Künsten und Gewerben an. Landwirthe mengen Antimon unter das Futter, als Mittel zur schnellen Mastung der Schweine und Gänse. Den wichtigsten technischen Nutzen leistet das Metall bei Bereitung der Buchdrucker-Typen, für welchen Behuf ihm Blei zugesetzt wird. Mit Zink gibt Antimon das bekannte Bengalische Feuer.

Zu den sparsam verbreiteten Metallen gehört auch Wismuth.

So wie die Natur dasselbe gediegen liefert, erscheint es meist in silberweißen, oft bunt angelansenen, stark glänzenden blätterigen Massen mit zart gestreifter Oberfläche. Am häufigsten ist Gediegen-Wismuth im Sächsischen Erzgebirge zu Hause; auch in Baden, Hessen, Frankreich u. s. w. kommt es hin und wieder vor. Griechen und Araber scheinen das Metall nicht gekannt zu haben; von Deutschen Bergleuten dürfte es jedoch schon früher unterschieden, und mit dem Namen belegt worden seyn, welchen dasselbe noch trägt; Agricola erwähnte seiner, als eines eigenthümlichen Metalles, bereits im Jahre 1529. Bei starken Hitze-Graden versflüchtigt sich Wismuth, das leichtflüssiger ist, als alle übrigen Metalle. Manche Verbindungen, die es mit mehreren eingeht, schmelzen schon in siedendem Wasser. In London verfertigt man, als neckende Spielwaaren, Theelöffel aus 8 Theilen Wismuth, 5 Theilen Blei und 3 Theilen Zinn; sie schmelzen, so wie dieselben in heißen Thee gebracht werden. Auf dieser Eigenschaft, die Metalle zu erweichen, beruht die vielartige Anwendung des Wismuths. — In Salpetersäure ist unser Metall lösbar; gießt man Wasser zur Auflösung, so erfolgt ein weißer Niederschlag.

Ein anderes höchst seltenes Metall, dessen Entdeckung in neuere Zeiten fällt, das Gediegen-Tellur, ist in seinem Vorkommen auf eine einzige Dertlichkeit beschränkt; man findet, oder fand es vielmehr vordem zu Facebay in Siebenbürgen. Die Merkmale desselben sind einfach, aber dennoch ausgezeichnet. Zinnweiße, metallglänzende, blättrige Massen, die, leicht schmelzbar, bei höherer Temperatur sieden; erhitzt man das Metall in einer Glasretorte, so setzt es sich in glänzenden Tropfen an. In Salpetersäure ist Tellur vollkommen auflösbar. — Auch andern Metallen verbunden wird Tellur getroffen, so namentlich dem Gold, Silber und Blei; dahin gehören Schrift- und Blätter-Tellur.

• Das letzte der gediegen vorkommenden Metalle, welches Ihre

besondere Aufmerksamkeit verdient, ist Platin. Es wurde 1735 durch Ulloa — einen Spanier, der sich an die bekannte, wegen Bestimmung der Erd-Gestalt unternommene, Expedition angeschlossen, in Amerika entdeckt, aber erst sechs Jahre später, im rohen Zustande, nach Europa gebracht; die Beschreibung des Metalles, als eines solchen, fällt ins Jahr 1754. Der Name ist dem Spanischen *Platinja* (*Platina*) nachgebildet, und will so viel sagen, als dem Silber ähnlich, von *Plata*, Silber. Am Ural fand man 1822 das Platin.

Dem Platin stehen gewisse Eigenschaften mit Gold und Silber gemeinschaftlich zu; dieser Umstand rechtfertigte seine Einreihung unter die edlen Metalle. Unzerstörbar, gleich dem Golde, hat Platin beinahe so viel Zusammenhalt, wie Eisen und Kupfer. Es schmilzt für sich allein, im heftigsten Essenfeuer nicht; glühend aus dem Ofen genommen, ist nicht einmal Aenderung der Farbe wahrnehmbar. Um das Metall in Fluß zu bringen, bedarf es der Macht galvanischer Batterien, oder der Gluth von Brennsiegeln. Die verschiedenen, in chemischen Laboratorien vorhandenen, Stoffe wirken nur wenig auf Platin; namentlich widersteht es den stärksten Säuren. Von der ungemein großen Streckbarkeit, wodurch das Metall sich zu den mannigfaltigsten Zwecken eignet, habe ich bereits früher geredet. Gleich dem Eisen kann Platin geschweißt werden, und die Elasticität, welche dasselbe durch Bearbeitung erlangt, ist keineswegs geringer, als jene des Stahles. Platin nimmt schöne Politur an; es rostet nicht an der Luft, und eben so wenig in Wasser, sondern bewahrt seinen Glanz für lange Zeit.

Rein, nur mit Palladium-Körnern untermengt, kommt Platin in Brasilien vor; am häufigsten wird dasselbe in Verbindung mit andern Metallen getroffen, wie mit Palladium, Rhodium, Iridium, Osmium, Eisen,

Kupfer und Blei. Es sind dieß Gemische, deren nähere Untersuchung und Bestimmung die Thätigkeit der größten Chemiker unserer Zeit mehrere Jahre in Anspruch nahm.

In der seltenen Auszeichnung, welche dem Metall durch die erwähnten Eigenthümlichkeiten verliehen ist, gesellen sich noch andere, sehr charakteristische Merkmale, und unter diesen verdient vor allen der hohe Grad von Schwere Beachtung; rohes Platin wiegt beinahe neunzehn Mal mehr als Wasser, das gereinigte und verarbeitete hat noch größeres Gewicht. Unser Metall, lichte stahlgrau von Farbe, kommt nur in rundlichen Massen vor, in eckigen und platten Körnern, außen glatt, oder rauh, zackig, mit Spitzen besetzt, und mancherlei fremdartige Eindrücke zeigend. So liefert die Natur das Platin; so wird es im aufgeschwemmten Lande, im Diluvial-Boden, auf *S. Domingo*, in *Brafilien*, *Colombien* und am *Ural* gefunden. Die Verhältnisse haben wir demnächst genauer kennen zu lernen. Die größten Platin-Massen gaben bis jetzt die *Demidoff'schen* Gruben im *Ural*; abgerundete Stücke von neun Pfund und darüber an Gewicht, gehören keineswegs zu den ganz seltenen Erscheinungen, ja man hat deren von mehr als neunzehn Pfund Schwere gefunden. In *Antioquia* wurde, wie Sie seiner Zeit hören sollen, das Platin auch im Gebirgs-Gestein eingewachsen entdeckt.

Durch seine Eigenschaften wird Platin, besonders den Chemikern, überaus schätzbar, und ungeachtet das Metall schwierig zu bearbeiten und in die Formen zu bringen ist, in welchen es sich anwenden läßt, so wird dasselbe dennoch zu gar manchen Zwecken verwendet. Die Spanische Regierung hatte, aus Besorgniß, daß Platin schwer vom Golde zu unterscheiden sey, nicht nur dessen Ausfuhr aus Süd-Amerika gleich anfangs aufs Strengste untersagt, sondern selbst befohlen, die ganze Menge des, aus den Goldwaschen jährlich erhaltenen, Metalls öffentlich zu vernichten.

Noch im Anfange gegenwärtigen Jahrhunderts, war jene Ver-
ordnung in Kraft, und machte das Platin so selten, daß dessen
Anwendung im Leben ganz unterbleiben mußte. Als Chemiker
von den Unterscheidungs-Merkmalen des Metalls nähere Kenntniß
gegeben hatten, und die Beforgniß verschwunden war, daß man
Gold mit Platin verfälschen könne, hob die Spanische Regierung
ihr Verbot auf, und um das Jahr 1808 wurden in Frankreich
die ersten Platin-Geräthschaften gefertigt. Indessen war bis zur
neuern Zeit die gewonnene Menge zu gering; sie betrug in Bra-
silien und Columbien jährlich nicht über $8\frac{1}{2}$ Centner; der Preis
stand zu hoch, um das Metall in Künsten mehr allgemein ver-
wenden zu können, deßhalb war der Gebrauch sehr beschränkt. Aber
diese Verhältnisse müssen sich, durch die so bedeutend gewordene
Platin-Ausbeute am Ural mehr und mehr günstig umgestalten.
Im Jahr 1833 betrug dieselbe bei 1600 Pfund, und die Gesamt-
Gewinnung von 1824 bis 1834 belief sich nahe an 250 Centner
Röllnischen Gewichtes. In Rußland prägt man, zur Erleichte-
rung des Handels mit diesem nützlichen Metall, Drei-Rubelstücke
daraus, und bis zum Jahre 1831 wurden, nach Sobolewsky's
Angaben, mehr als 155 Centner Platin vermünzt.

Besonders denkwürdige Eigenschaften hat der, von Chemikern
bereitete, Platin-Schwamm: läßt man einen Strahl von Wasser-
stoff-Gas aus enger Röhre darauf gehen, so wird das Metall
rothglühend und das Gas entzündet sich. Auf diese Thatsache
ist die, von Doebereiner erfundene, Anwendung des Platins zu
Feuer-Zengen begründet.

Mit den meisten Metallen, auch mit manchen andern Stoffen,
läßt sich Platin verbinden. Unter den Legirungen ist die mit
Kupfer bei weitem die interessanteste und wichtigste, wegen ihrer
Anwendung zu Teleskop-Spiegeln.

Ich habe mehrere Metalle genannt, welche dem Platin, so

wie es die Natur liefert, verbunden vorkommen. Palladium, Rhodium, Iridium und Osmium gehören zu den geologisch nicht bedeutenden Substanzen. Alle wurden erst im neunzehnten Jahrhundert entdeckt, bei Gelegenheit analytischer Untersuchungen, die man mit Platin vornahm. Indem ich die chemisch-physikalischen Eigenschaften der befragten Substanzen mit Stillschweigen übergehe, beschränke ich mich darauf, Ihnen zu sagen, daß das unter jenen Metallen zuerst genannte, Palladium, auch in mehr reinem Zustande, in kleinen, stahlgrauen, metallglänzenden Körnern, aus Brasilien zu uns gebracht wird. Rhodium erscheint stets dem rohen Platin beigemischt und nicht für sich. Osmium und Iridium werden im Platin getroffen, sie bilden aber auch ein eigenes Metall-Gemische unter sich, eine natürliche Legirung. Im letzten Falle erscheinen dieselben, einen Doppel-Namen tragend, als „Osmium-Iridium,“ in sechsseitigen Blättchen, oder in Körnern, welche eben so gefärbt sind, wie Platin.

Das sind die Metalle in der Natur als Elemente, gediegen, vorkommend. Ich hätte vielleicht kürzer seyn können; aber es lag in meiner Absicht, indem ich Ihnen die mineralogischen, physikalischen und chemischen Eigenschaften jener Substanzen schilderte, zugleich manche Thatsachen, Verhältnisse und Beziehungen zur Sprache zu bringen, deren Kenntniß uns für den Erfolg wohl zu statten kommen wird, und auf welche ich mich sodann beziehen kann.

Fünfte Vorlesung.

Luft und Wasser.

Die Elemente, welche wir kennen gelernt, werden, wie Sie wissen, bei weitem nicht immer als solche, in ihrem Reinheits-Zustande, in der Natur getroffen. Sie gehen, zu zweien oder zu mehreren, mannigfaltige Verbindungen ein, und die verschiedenen, mit einander vereinigten, Stoffe erscheinen sodann als gleichartige Substanzen, begabt mit besondern Eigenschaften. Wir haben es hier mit jenen Verbindungen von Elementen zu thun, deren Kenntniß in geologischer Hinsicht nicht entbehrt werden kann. Ich will darum über Luft und andere Gasarten reden, über Wasser, Säuren und Alkalien, über Erden und Erze. Die meisten dieser Verbindungen finden sich in der Natur, wenige sind bloß Ergebnisse chemischer Arbeiten. Was für unsere Absichten mehr außerwesentlich, soll nur angedeutet werden, um desto länger beim Geologisch-Wichtigen verweilen zu können.

Die Atmosphäre, der Luftkreis um unsere Erde, ist kein Element, keine einfache Materie; sie besteht aus mehreren Gasarten.

Wenden wir uns, ehe ich von der chemischen Natur der Luft

rede, zu einigen physikalischen Eigenschaften derselben. Es sind bekannte Dinge, welche ich Ihnen ins Gedächtniß zurückrufe.

Zahllose Erfahrungen und Thatfachen liefern den Beweis, daß die, uns umgebende und einhüllende, Luft, deren Flüssigkeits-Zustand nie Aenderungen erfährt, eine Materie sey. Im leeren Raume würde kein Segel schwellen; Schiffe würden nicht gewissen Richtungen zugetrieben werden; die Flügel der Windmühlen blieben unbewegt; an Fortpflanzung des Schalles wäre nicht zu denken; leichte Körper könnten sich nicht schwebend erhalten.

Gleich andern elastischen Flüssigkeiten, ist die Luft sehr leicht in Bewegung zu setzen; und die Luft bewegt sich überaus schnell. Man weiß, daß sie bei Stürmen Räume von 6000 Fuß in einer Minute durchschritt. — Eine, mit Luft gefüllte, Blase kann stark zusammengepreßt werden, ohne daß sie berstet. Hebt man den Druck auf, so dehnt sich die eingeschlossene Luft mit bewunderungswürdiger Schnellkraft wieder aus. Sie sehen demnach, daß eine und die nämliche Luft-Menge größere und kleinere Räume einnehmen kann. Gewaltsam zusammengepreßter Luft steht große Macht zu; sie zersprengt die stärksten Gefäße. Eine Erfahrung, welche nicht wenige, und meist sehr wichtige geologische Phänomene erklären hilft.

Die der Luft eigenthümliche Farbe ist blau. So erscheint der Himmel bei heiterem Wetter. Aber jene Farbe wechselt in ihren Stärke-Graden; je höher man aufwärts steigt in Gebirgen, um desto dunkler wird das Blau. Auf dem Gipfel des Mont-Blanc sah Saussure den Himmel dunkel Königsblau, und zur Nachtzeit, bei hellstem Mondglanze, vollkommen schwarz. Als Boussingault den Antisana bestieg — den Vulkan in Quito, welcher den Meerespiegel um 17,936 Fuß überragt — blieb, bis zur Schneegrenze, dem Himmel seine gewohnte Farbe, auf der großen Eisfläche aber erschien derselbe schwarz. Das Verlaufen

der Himmels-Bläue vom Dunkeln bis ins Lichte und bis ins Weiße, rührt von Wasser-Dämpfen her, welche in der Luft schweben, von der Sonne erleuchtet werden, und ihr Licht zurückwerfen; je mehr solcher Dämpfe in der Luft vorhanden sind, um desto lichter ihr Blau und umgekehrt.

Die Luft reicht zu den höchsten Höhen hinauf; für ihre obere Grenze ist keine genaue Bestimmung möglich, indessen schätzt man, daß ihre äußerste Entfernung über der Erdoberfläche einer Höhe von siebenundzwanzig Deutschen Meilen gleichkomme. Die untersten Schichten unserer Atmosphäre haben, da der Luft eine gewisse Schwere eigen ist, den Druck der ganzen, über ihnen schwebenden, Luftmasse zu tragen. Daher kommt es, daß die Dichtigkeit der Luft zunächst der Erdoberfläche am größten ist, daß sie von unten nach oben stets abnimmt. Je größer die Höhe, zu welcher man in Gebirgen emporsteigt, um desto dünner die Luft. Tauben, von Luftschiffern mitgenommen, und in sehr beträchtlicher Höhe in Freiheit gesetzt, fühlten das Ungewohnte ihrer Lage. Die Thiere versuchten sich am Ballon festzuklammern; bei der Luftdünnheit waren ihre Flügel nutzlos; mit größter Schnelligkeit fielen sie, Steinen gleich, zur Erde nieder.

Um das Gewicht der Luft zu bestimmen, oder, was eben so viel sagen will, den Druck, welchen sie ausübt, dient das Barometer, ein Geräthschafft, die sehr einfach und dabei von großer Wichtigkeit ist. Sie unterrichtet uns nicht allein über die Luftbeschaffenheit unseres Wohnortes, sondern hilft auch mannigfaltige physikalische Phänomene, die im Luftkreise vor sich gehen, aufklären. Da die Quecksilber-Säule im Barometer, nach unwandelbaren Gesetzen, in höhern Gegenden, des geringern Luftdruckes halber, sinkt, in niedern Landstrichen aber, bei stärkerem Druck steigt, so wird jenes Werkzeug, in der Hand des Naturforschers, zum sichersten Mittel, um Berghöhen zu messen; wenn

davon die Sprache ist, wollen wir Barometer und Art seines Gebrauches näher kennen lernen.

Die Luft, klar, durchsichtig, wie sie erscheint, ist eine Flüssigkeit von zusammengesetzter Natur. Ich rede nicht von den vielartigen fremden Stoffen, die, der Erdoberfläche entsteigend, sich mit der Luft mischen und mengen, die darin schweben, und so mehr oder weniger lange in der Atmosphäre herumgetrieben werden. Es sind keineswegs die, vom Thier- und Pflanzenleben, von Zersetzungen, Gährungen, von der Fäulniß mineralischer und vegetabilischer Wesen herrührenden, Dünste, die von der Luft aufgenommen werden, welche sie verunreinigen, die ich im Auge hatte, wenn ich unsere Atmosphäre als eine zusammengesetzte Flüssigkeit bezeichnete. Noch weniger kann die Frage seyn von örtlichen Erscheinungen, von Verbrennungs- und Schmelz-Processen, die Material liefern, das sich mit der Luft mengt; auch nicht von den, aus Vulkanen aufsteigenden flüchtigen Stoffen, nicht von Gasarten, die durch Klüfte und Spalten der festen Bodendecke hervorbrechen. Wäre die Beschaffenheit unseres Luftkreises abhängig von solchen vielartigen Substanzen, so trüge seine chemische Natur nicht das Gepräge unveränderlicher Gesetzmäßigkeit. Die Luft aller Welttheile würde, im Verhältnisse ihrer Zusammensetzung, nicht die auffallendste Uebereinstimmung zeigen. — Luft, aus Gebirgs-Höhen von 20,000 Fuß entnommen, lieferte bei Analysen genau die nämlichen Bestandtheile, wie jene, die an der Oberfläche niedriger Ebenen aufgefangen wurde.

Bei jedem Verbrennungs-Process offenbart sich die Gegenwart des Sauerstoffes in der Luft. Bringt man angezündete Kerzen oder Holzspähne unter eine umgekehrte Glas-Glocke — deren Verbindung mit der Atmosphäre dadurch gehindert wird, daß man dieselbe in ein, mit Wasser gefülltes, Gefäß stellt — so brennen dieselben mit lebhafter Flamme, und die Wärme, welche

dabei entwickelt wird, dehnt die Luft aus. Nach einiger Zeit vermindert sich die eingeschlossene Luft-Menge auf sehr merkbare Weise; das Wasser steigt in der Glocke an; endlich erlöscht das Licht. Zwei Erfahrungen ergeben sich aus diesen Phänomenen. Einmal, daß die Luft, welche unter der Glocke zurückblieb, nachdem das Licht einige Zeit hindurch gebrannt, diesem nicht gestattete, noch länger zu brennen; sodann daß, am Ende des Versuches, weniger Luft unter der Glocke sich befand, indem das Wasser sonst nicht hätte ansteigen können. In der Sprache gewöhnlichen Lebens pflegt man letztere Thatsache durch den Ausdruck zu bezeichnen: ein Theil der Luft sey aufgezehrt worden. Allein diese Erklärung ist keine richtige; wir haben vielmehr aus der Erscheinung zu entnehmen, daß die, unter der Glas-Glocke eingeschlossene, Atmosphäre in zwei Luftarten getrennt worden sey, in Luftarten, denen durchaus entgegengesetzte Eigenschaften verliehen sind, die beide vollkommen verschieden sich zeigen vom ursprünglichen Luft-Gemische. Und, was der einfache Versuch ergab, bestätigten Arbeiten der Chemiker vollkommen. Zwei Gasarten, Sauerstoff und Stickstoff, erkannte man, als die Atmosphäre zusammensetzend; beide Elemente werden, durch ausdehnende Kraft der Wärme, in steter Luft-Gestalt erhalten. Außer Sauerstoff und Stickstoff finden sich in der Atmosphäre noch sehr geringe und veränderliche Mengen von Wasserdunst, von kohlen-saurem Gas und wahrscheinlich auch von einer Wasserstoff-haltigen Substanz. Die beiden zuerst genannten Elemente machen das Wesen der Luft aus, sie verhalten sich, wenn die übrigen Stoffe unbeachtet bleiben, wie 21 : 79, das heißt, in hundert Theilen Luft sind 21 Theile Sauerstoffgas und 79 Theile Stickgas enthalten.

Der athembare Theil der Atmosphäre, der Sauerstoff, wie der, von seinen gefährlichen Wirkungen den Namen tragende, Stickstoff, sind Ihnen bekannt (S. 112 und 116). Was unter

Kohlensäure zu verstehen, soll bald näher erörtert werden, und in Betreff des Wasserdunstes will ich nur bemerken, daß der Luftkreis um so viel mehr davon aufgelöst enthält, als das Wetter warm ist; bei kühlem Wetter verdichtet sich der Dunst und fällt als Regen nieder.

Was befremdend seyn dürfte, ist der bedeutende Stickgas-Gehalt der Atmosphäre. Aus dem, im Vorhergehenden von den Eigenschaften jenes Gases Gesagten, sollte man glauben folgern zu müssen: ein solches Verhältniß sey dem Leben höchst nachtheilig. Es ist der Ort nicht, ausführlich zu entwickeln, wie die Natur auch hier weise zu Werke gegangen, wie wir in der Zusammensetzung der Atmosphäre eine der wohlthätigsten Einrichtungen zu erkennen, zu bewundern haben. Die Luft-Mischung ist genau eine solche, wie sie zur Erhaltung des Lebens nothwendig. Aus dem gegenseitigen Menge-Verhältniß von Sauerstoff und Stickstoff entsteht eine Luftart, welche, dieß ist durch Versuche dargethan worden, kein anderer gasförmiger Körper ersetzen könnte. Unter allen Gasen zeigt sich die atmosphärische Luft als das einzige für Menschen und Thiere zum Athmen geeignete. Die Sauerstoff-Menge allein entscheidet eben so wenig für lichterhaltende Eigenschaft einer Luft, als für ihre Athembarekeit. Sauerstoff im Reinheits-Zustande würde in kurzer Zeit Gesundheit und Leben gefährden; der Stickstoff mäßigt dessen zu heftige Wirkungen.

Ehe ich diese Betrachtungen über das physikalisch-chemische Wesen der Atmosphäre abschliesse, wäre noch Manches zu erwähnen. In unserem Luftkreise sind Licht, Wärme, Elektricität, Magnetismus stets gegenwärtig, und geben ihr Daseyn durch zahllose Phänomene mannigfaltiger Art kund; Phänomene, deren Schauplatz die Atmosphäre ist. Vermittelt jener unwägbaren Stoffe, und mehr durch ihre chemische Natur, wird unsere Luft die bedingende Ursache vieler geologischer Erscheinungen. Seiner Zeit

habe ich dieß umständlicher anzuführen, und sie werden sich überzeugen, wie nothwendig es war, von der Atmosphäre genaue Kenntniß zu erlangen. Für jetzt will ich bemerken, wie man keinen Grund habe, anzunehmen, daß Stickstoff wesentlich mitwirke bei Aenderungen, denen die Außenfläche unserer Erde unterworfen ist, dagegen zeigt sich der andere Bestandtheil unserer Luft, der Sauerstoff, ohne Unterlaß thätig bei Versetzungen von Gesteinen; nach und nach, in Zeiträumen von Jahrhunderten und länger, hebt jene große chemische Macht das Gleichgewicht auf zwischen den, die Gesteinsarten bildenden, Urstoffen; die härtesten Massen werden allmählig zu Staub verkleinert, sie werden zu Theilen des Bodens, welchen der Landmann bebaut. Meist finden solche Wirkungen der Luft in Gemeinschaft mit denen des Wassers statt.

Reihen wir an diese, der Atmosphäre geltenden, Betrachtungen zunächst Einiges über unterirdische Luft.

Vermöge ihres Druckes dringt die Atmosphäre in die tiefsten unterirdischen Räume, namentlich in jene Weitungen, welche der Bergbau schafft. Aus reiner atmosphärischer Luft bestehen „gute Wetter“; es läßt sich aber leicht denken, daß die Luft in Gruben nicht das gesetzlich Gleichmäßige behält in ihren Bestandtheilen, wie am Tage; mannigfaltige Ursachen stören ihre Mischungs-Beschaffenheit wesentlich.

Es ist wohl der Mühe werth, einige Augenblicke bei den „Wettern“, bei der Grubenluft zu verweilen. Der Gegenstand hat der interessanten und wichtigen Beziehungen gar manche, auch dürfte derselbe für nicht wenige unter Ihnen den Reiz der Neuheit mit sich verbinden.

Durch vielartige Ursachen wird der Luft unterirdischer Regionen ein Theil ihres Sauerstoff-Gehaltes entzogen; so bilden sich die „bösen oder matten Wetter“ der Bergleute; sie sind nie reiner Stickstoff, sondern nur eine, an Sauerstoff arme,

atmosphärische Luft. In tiefen Schächten, in Stollen, welche auf große Weite geführt sind, können jene Wetter dadurch entstehen, daß die Atmosphäre nicht gehörig eindringt. Bei andern Gruben ist ein gewisser mechanischer Einfluß äußerer Luft auf die der Tiefen nicht zu verkennen, ein Einfluß, den die Beschaffenheit der Atmosphäre bedingt. Nebel, Regen, schwüles warmes Wetter, Gewitter, Winde, welche gegen die Tagesöffnungen von Schächten oder Stollen wirken, bringen die Luft in Gruben zum Stocken, sie lassen den nothwendigen Wechsel nicht zu; heiterer Himmel aber, Kälte, Winde, wie solche namentlich zur Winterzeit herrschen, sind dem Luft-Wechsel besonders günstig. Oft ändern sich die Wetter in Gruben aus solchen Umständen im Verlauf weniger Stunden; ja man kann, in manchen Fällen, zu erwartende Aenderungen mit einiger Bestimmtheit voraussagen. Aber solche Ursachen der Umwandlung unterirdischer Luft zu einer nicht athembaren, sind mehr vorübergehend. In den Tiefen selbst haben wir die Haupt-Quellen der Luft-Verderbniß zu suchen; hier tragen alle Reiche der Natur dazu bei. Felsmassen und Erze wirken, indem sie bei ihrer Zersetzung schädliche Stoffe an die unterirdische Luft abgeben, und mehr noch zeigen sich gewisse Gebirgsarten dadurch thätig, daß dieselben, vermittelt ihres Eisengehaltes, der Luft einen Theil des Sauerstoffes entziehen. Ferner wirken luftverderbend: die Menge, in engen Räumen eingeschlossener, Menschen; ihr heftiges und geschwindes Athmen; ihre starke Ausdünstung bei angestrenzter Arbeit; der Dampf von Lichtern oder Lampen; die Fäulniß des Holzes, womit Gruben ausgezimmert sind; endlich stehende Wasser und unterirdische Pflanzen. In diesem Allem kommen noch, in vielen Gruben, eigenthümliche, aus den Erdtiefen aufsteigende, Gase, so daß böse Wetter allerdings nicht immer bloß eine, ihres Sauerstoffes mehr oder weniger beraubte, Atmosphäre sind, sondern oft auch Luft mit mannigfaltigen Stoffen

beladen, gemischt und gemengt. Durch diese vielartige Zusammensetzung gewisser Gruben-Wetter erklärt sich der Umstand, daß dieselben keineswegs stets unsichtbar sind, sondern zuweilen als weiße oder blane Nebel mit deutlichen Umrissen erscheinen. — Wir werden dieß näher erörtern, wenn wir uns über Gas-Verbindungen unterhalten; hier haben wir zumal jene bösen Wetter im Auge, welche entstehen, wenn unterirdischer Luft ein Theil ihres Sauerstoffes entzogen wird. So wie man aus Gruben, in denen gute gesunde Luft ist, in andere kommt, wo böse Wetter vorhanden, verrieth sich deren Gegenwart durch Brust-Beflemmung, durch unangenehmen, widerlichen Geschmack, Reiz in den Augen, durch Müdigkeit, Schwäche, Beängstigung; das Athmen wird beschleunigt und schwerer; man empfindet heftigen Durst und Schwindel. Nur beherzte Bergleute, solche, die mit der zu bestehenden Gefahr bereits vertraut geworden, wagen sich alsdann noch weiter. Ihre Lichter, ihre Lampen gelten ihnen als sicherste Zeichen; in Bergmanns-Hand werden sie zu wahren Endiometern, zu Luftgütemessern. So lange Lichter gut brennen, droht kein „Schwaden-gift.“ Je näher dem Gefahr-vollen Orte, um desto höher über dem Boden muß das „Geleucht“ gehalten werden, damit es brennend bleibe. Endlich gelingt dieß nur unmittelbar unter der Decke von Stollen. Nun ist längeres Verweilen höchst bedenklich; obwohl Menschen in einer solchen Sauerstoff-armen Luft, selbst wenn die Lichter verlöschen, noch fortleben können.

Man ist allerdings bemüht, das Entstehen böser Wetter zu verhüten. Man sucht sie zu zerstören, abzuleiten, oder ihren nachtheiligen Einfluß zu hindern. Aber dieß gelingt bei weitem nicht in allen Fällen; und so liegt die Frage sehr nahe: ob Orte der Art als unzugänglich zu erachten? Nicht selten kann es nothwendig werden, daß Bergleute an Stellen vordringen müssen, wo Mangel an athembarer Luft ist, in Gruben, von denen man weiß, daß sie,

vor längerer oder kürzerer Zeit, wegen tödtender Eigenschaft ihrer Wetter verlassen wurden; es gilt die Rettung von Arbeitern, welche durch böse Wetter plötzlich überfallen wurden, was, bei aller Vorsicht, nicht immer zu hindern ist; Scheintodten muß schnelle Hülfe gebracht werden. — Wie schützt man sich gegen nachtheilige Einwirkungen? Gibt es Mittel, welche möglich machen, daß man ohne Gefahr, sich an Orte, wie die erwähnten, begeben kann? — Sehr einfach ist die Vorrichtung, wenn Bergleute in wenig tiefe Schachte, oder in Stollen von geringer Erstreckung, einzufahren haben, wo man Verbindung mit der Tagesluft unterhalten kann. Vermittelt einer Maske wird das Ende eines dünnen biegsamen Schlauches, der bis zum Tage reicht, dem Einfahrenden über dem Munde befestigt. Das Einathmen reiner Luft hat nun begreiflich nur durch den Mund statt; die der Lunge entströmende Luft wird von der Nase angestoßen. Solche „Sicherheits-Schläuche“ sind jedoch unzureichend in sehr tiefen Gruben, in solchen, die weit ins Gebirge hineingehen, so daß eine Verbindung mit der Atmosphäre nicht wohl möglich ist, indem bei der Länge, welche der Schlauch erhalten müßte, dessen Zerreißen zu fürchten wäre; auch würde das Einfangen der Luft höchst beschwerlich werden. In solchen Fällen ist der Bergmann genöthigt, die, für gewisse Zeit erforderliche, athembare Luft mit sich in die Gruben zu nehmen; er trägt dieselbe in einem „Luftsack“ auf dem Rücken, oder schiebt das mit ihr gefüllte Behälter auf einer Karre vor sich her. Es wird nämlich ein, aus Leder, oder aus gummirtem Taffent gefertigter, Sack mit reiner atmosphärischer Luft gefüllt. Auf dem Rücken, einem Tornister gleich, trägt der Bergmann diesen Luftsack, von dem eine Einathmungs-Röhre ausgeht, welche dem Munde verbunden ist.

Ohne Gefahr kann er nun, mit einer, für solche Zweckeersonnenen, Lampe eigener Art ausgerüstet, gewisse Zeit in der tödtlichen Atmosphäre, in bösen Wettern verweilen, auch frei und ungehindert sich bewegen. Durch Erfahrung weiß man, daß ein Behälter von ungefähr drei Fuß Länge, zwei Fuß Höhe, und etwa einem Fuß Breite, so viel Luft faßt, als ein Mensch während 15 bis 16 Minuten zum Athmen nöthig hat. Ist voranzusehen, daß der Aufenthalt in der tödtlichen Atmosphäre von längerer Dauer seyn werde, so dienen Behälter, welche mehr Luft aufnehmen können, und diese schieben Bergleute auf Karren vor sich her. Die übrige Einrichtung bleibt, dem Wesentlichen nach, die nämliche, wie beim Luftsack. Der in einem Behälter von 6 Fuß Länge, und verhältnißmäßiger Höhe und Breite, eingeschlossene Luft-Vorrath reicht für einen Menschen, wenigstens auf eine Stunde hin.

Gehen wir zur Betrachtung einer andern, in geologischer Hinsicht nicht minder bedeutenden, Elementen-Verbindung über.

Wasser galt den Weisen der Vorzeit als Urstoff des Alls, und großartige Natur-Erscheinungen, wie geologische es sind, lassen bald den wesentlichen Antheil gewahren, welchen Wasser an der Bildung unserer Erdrinde und an den Aenderungen genommen

die sie erfuhr. Die Macht des Wassers ist nicht zu verkennen; seine Wirkungen, verbunden mit jenen der innern Wärme unseres Planeten führen zur Erklärung zahlreicher Thatsachen. Weltmeer, Ströme, Flüsse, Seen, Quellen, nehmen daher unsere Aufmerksamkeit nicht weniger in Anspruch, als die Atmosphäre.

Einst war, durch alle Theile des Erdkörpers, hohe Wärme verbreitet; bei nach und nach eingetretener Abkühlung, die stets von Außen gegen das Innere vorschritt, wurde die Erd-Oberfläche fest. Dieses vorausgesetzt, sind höchst auffallende Unterschiede beim Verdampfen des Wassers, wie solches heutigen Tages statt hat, im Vergleich zu Ereignissen in der Frühzeit anzunehmen. Anfangs schwebte das Wasser im Dunstkreise; es verdichtete und senkte sich, um wiederholt emporgetrieben zu werden, um von Neuem Dämpfe zu bilden. Ein solcher Wechsel dürfte so lange angehalten haben, bis zwischen Erde und Atmosphäre der Kreislauf der Wasser in dem Maße geregelt wurde, wie er noch fortbauert. Gegenwärtig wirkt die innere Gluth nicht mehr auf die Außenfläche der Erde; darum muß die, von der Sonnen-Wärme verflüchtigte, Wasser-Menge ein ziemlich beständiges Verhältniß zeigen. Mit andern Worten: die Masse der Wasser nimmt in unseren Zeiten weder allmählig ab, noch vermehrt sich dieselbe. Von der Großkraft strömender Fluthen, in den ältesten Weltjahren, geben die heftigsten Gewitter, die furchtbarsten Ueberschwemmungen, wie wir solche kennen, nur sehr schwache Vorstellungen. — Nehmen wir das, zu Eis erstarrte, und in dieser festen Beschaffenheit verharrende, Wasser aus, so können Sie die gesammte Menge desselben als in einem Doppel-Zustande vorhanden betrachten: die größere Hälfte füllt Meeres- und See-Becken, das übrige Wasser ist im Kreislaufe begriffen, dampfförmig in der Atmosphäre, oder tropfbar-flüssig, es bewegt sich strömend und führt dem Meere wieder zu, was ihm durch Verdunstung entzogen wird.

Beim ersten flüchtigen Blick stellt sich reines Wasser — farblos, klar, durchsichtig, wie es ist — als von durchaus gleichartiger Beschaffenheit dar, frei von allen Meng- und Mischtheilen; und so galt dasselbe lange als einfacher Stoff, als Element. Seit dem Ende des letzten Jahrhunderts aber weiß man, daß jenes tropfbar-flüssige Wesen eine Verbindung zweier gasförmigen Elemente ist, des Wasserstoffes und des Sauerstoffes. Wasser entsteht, wenn Wasserstoff, beim Zutritt von Sauerstoff, verbrannt wird. — Die zusammengesetzte Natur des Wassers ist eben so leicht erweisbar, wie jene der Luft; Sie sollen sich sogleich davon überzeugen. Ihnen Allen ist der eigenthümliche Geruch bekannt, welchen man wahrnimmt, wenn Wasser auf heißes Eisen gegossen wird; ist das Eisen rothglühend, so sind auch Flammen-ähnliche Erscheinungen zu bemerken. Wird eine weißglühende Eisenstange zur Hälfte in Wasser gebracht, so steigen kleine Luftblasen auf, die am glühenden Eisen fester fangen und einige Augenblicke fortbrennen. Durch besondere Vorrichtungen läßt sich die Luft auffangen und wird, untersucht man dieselbe, als Wasserstoff-Gas befunden. Mit dem ins Wasser gebrachten Theile der Eisenstange gingen unterdessen denkwürdige Veränderungen vor. Wir werden solche später kennen lernen; ich beschränke mich für jetzt darauf, Ihnen zu sagen, daß die befragten Veränderungen darthun, das Eisen sey nicht mehr reines Metall, es habe Sauerstoff in sich aufgenommen. Da nun bloß Wasser und Eisen zum Versuche gedient, so müssen nothwendig Wasserstoff und Sauerstoff vom Wasser herkommen; auch haben Chemiker auf sehr verschiedenen Wegen den Beweis geführt. Durch sie sind wir belehrt worden, daß zwei Maas Wasserstoff-Gas auf ein Maas Sauerstoff-Gas erforderlich sind, um Wasser zu liefern. — Oft werden wir im Verfolg an die Wichtigkeit dieser Entdeckung vom Bilden und Zersehen des Wassers uns erinnert sehen; zahllose Phänomene

wurden dadurch aufgeklärt, die man außerdem nicht zu enträthseln wußte.

Der gewöhnliche Sprach-Gebrauch unterscheidet harte und weiche Wasser, je nachdem mehr oder weniger fremde Substanzen beigemischt sind. Vollkommen rein findet man das Wasser — mit Ausnahme des bei lange anhaltendem Regen zuletzt niederfallenden — fast nie in der Natur; gewöhnlich enthält dasselbe gewisse Salze, Erdbarten oder Gase; denn Wasser ist, auch bei seiner gewöhnlichen Temperatur, das Auflösungs-Mittel für sehr viele Körper. Mitunter finden sich solche Substanzen in zureichender Menge, um dem Wasser gewisse besondere Eigenthümlichkeiten zu verleihen. Es sind dieß Thatfachen, welche uns demnächst bekannter werden sollen. Hier begnüge ich mich, an die Mineral-Quellen zu erinnern; durch Beimischung manigfaltiger Stoffe erlangen sie ihre Kraft.

Von den verschiedenen Zuständen des Wassers war im Vorhergehenden zu mehreren Malen andeutend die Rede; gehen wir nun zur genauen Betrachtung derselben über.

In gemäßigten Himmelsstrichen, bei gewöhnlicher Temperatur der Atmosphäre, bleibt Wasser tropfbar-flüssig. In solchem Zustande interessiert uns von dessen physikalischen Eigenschaften besonders sein Gewicht, auf dem nicht wenige bedeutende Erscheinungen und Verhältnisse beruhen. Wie Sie hörten (S. 61) gibt das Gewicht des Wassers das Maß beim Bestimmen der Eigenschwere anderer Körper. Reines Wasser besitzt, bei derselben Temperatur, stets genau das nämliche Gewicht; Meeres-, Fluß- und Brunnen-Wasser aber zeigen sich in solcher Beziehung sehr verschieden, je nach den festen Theilen, welche sie aufgelöst enthalten. — Die Oberfläche unbewegten Wassers ist vollkommen wagerecht; bei geringster Neigung des Bodens, auf dem Wasser befindlich, läuft dasselbe ab, vermöge seines flüssigen Wesens und

seiner Schwere: es senkt sich, so weit möglich, den tiefsten Stellen zu. — Auf alle Körper, welche Wasser berührt, übt es einen Druck aus; dadurch erklärt sich die Erscheinung des Schwimmens: Körper, leichter als eine Wassermasse von gleichem Umfang, sinken nicht unter, wenn man sie eintaucht; ihr Druck ist geringer, wie der Gegenruck des unter ihnen befindlichen Wassers, sie werden von diesem getragen. Je mehr fremde Substanzen in Wasser gelöst enthalten sind, um desto schwerer ist sein Gewicht, um desto größere Lasten vermag es zu tragen. Ein Ei, das im gewöhnlichen Wasser zu Boden sinkt, schwimmt, wenn Salz hinzugebracht wird.

Bei einer Wärme, welche den Siedepunkt erreicht, nimmt Wasser Luft-Gestalt an, es wird zu Dampf, der sich in der Atmosphäre verbreitet, wenn die Erhizung in unverschlossenem Raume stattgefunden. So lange der Dampf heiß bleibt, bildet er eine, der Atmosphäre ziemlich ähnliche, Flüssigkeit; durch Abkühlung, auch durch mechanischen Druck, wird der Dampf wieder zu Wasser. Dampf nimmt einen 1700 Mal größeren Raum ein, als die Wasser-Masse, durch deren Erhizen er entstand, und diese Fähigkeit sich auszudehnen, verleiht ihm seltene Grade von Druck und Tragkraft. Man hat die vielseitigsten und wichtigsten Anwendungen von jenen Eigenschaften gemacht. Ich erinnere an die, auf sehr einfachen physikalischen Gesezen beruhenden, Dampf-Maschinen. Eine der mächtigsten, in den Bergwerken von Cornwall vorhandenen, kommt der Kraft von 1010 Pferden gleich; sie dient, Wasser aus den Gruben herauszuschaffen. Und in neuester Zeit hat man bei *St. Austle* in Cornwall, eine andere Dampf-Maschine erbaut, welche, beim ersten Versuche, die ungeheure Last von 125½ Millionen Pfund, einen Fuß hoch emporhob; zur Feuerung war nur ein Scheffel Kohlen nöthig. — Es sind dieß wundervolle Kräfte, von denen man in alter Zeit nicht die dunkelste

Vorstellung gehabt. Durch die Dampf-Maschinen gelangte der Mensch in Besitz einer gewissermaßen unbegrenzten Macht; er weiß Fahrzeuge gegen Wind und Fluthen zu führen, Wagen zu bewegen, und hat die Erfindung im Gewerbwesen auf vielartige Weise angewendet. Zahllose geologische Erscheinungen — und darunter solche, die zu den großartigsten und furchtbarsten gehören — würden unlösbare Probleme bleiben, gewährten uns nicht die Dämpfe, ihre Eigenschaft Körper leicht und innig zu durchdringen, und mehr noch die Macht, welche ihnen verliehen, in vielen Fällen sehr genügenden Aufschluß. Mit gutem Grunde spielen darum heiße Dämpfe wie Sie hören werden, in unserer heutigen Geologie eine so wichtige Rolle.

Daß Wasser-Dämpfe mit verschiedenen Substanzen beladen seyn können, ist Ihnen aus dem Vorhergehenden bereits bekannt; wie wichtig ein solches Verhältniß gar oft werden muß, dieß bedarf wohl nur der Erwähnung. In nicht wenigen Fällen sind Dämpfe ohne Zweifel allein zureichend, um gewisse, stets fortwauernde, Umwandlungen mineralischer Substanzen zu bewirken; bei weitem mächtiger war ihre Thätigkeit in früheren Weltaltern.

Bei einer Temperatur unter dem Nullgrad des Reaumur'schen Thermometers, geht Wasser in festen Zustand über, es wird zu Eis. — Gefrorenes Wasser läßt der eigenthümlichen Erscheinungen gar manche wahrnehmen. Eis ist klar, durchsichtig, farblos, wie reines Glas, und dabei so fest, daß es gleich Steinen bearbeitet werden kann. Im strengen Winter des Jahres 1740 ließ Kaiserin Anna zu Petersburg, aus zwei bis drei Fuß dicken Blöcken des Neva-Eises, die wie Steine zugehauen waren, einen kleinen Bau aufzuführen. Das Innere bestand aus mehrern größern und kleinern Zimmern, mit Tischen, Stühlen und andern Mobilien, sämmtlich aus Eis verfertigt. Vor dem „Eis-Palast“ standen

Eis-Pyramiden und Statuen, auch wurden sechs, aus Eis gedrehte und gebohrte, Kanonen, mit Lavetten und Rädern von Eis, aufgepflanzt, so wie zwei Mörser aus Eis. Die Kanonen waren Sechspfünder, welche drei Pfund Pulver gebrauchen; sie wurden jedoch nur mit einem Viertelfund geladen, und Kugeln von Berg, ja selbst eiserne, daraus geschossen. Eine solche Kugel durchschlug, in 60 Schritten Entfernung, ein zwei Zoll dickes Brett. Ohne zu zerspringen, leisteten die Kanonen mehr als einmal ihren Dienst. Abends wurde der „Palast“ erleuchtet, das Eis bildete zahllose Prismen, in denen sich die Lichtstrahlen auf wundervolle Weise brachen. — Geht das Gefrieren schnell vor sich, ist Schnee mit dem Wasser gemengt, oder befinden sich Unreinigkeiten darin, so wird das Eis blasig undurchsichtig, und granlichweiß von Farbe. In andern Fällen nimmt das Eis regelrechte Formen an, es krySTALLISIRT. Das Griechische Wort *Krystallos* heißt so viel, als Eis. Die Alten gebrauchten es vorzugsweise, um den Bergkry stall zu bezeichnen, der ihnen galt, als aus Wasser gebildet, dessen Gefrieren weit vollständiger stattgefunden, wie das gewöhnlichen Eises.

Wechsel von Gefrieren und Aufthauen, ist fortdauernd eine sehr wirksame Ursache beim Zerstören von Fels-Gebilden. Wasser, welches in Spalten und Klüfte eindringt und zu Eis erstarrt, zerreißt durch seine ausdehnende Gewalt die festesten Gesteine. So lange Wasser im gefrorenen Zustande beharrt, hält es das Zertrümmerte, einem bindenden Zeige, einem Mörtel gleich, zusammen; erst nachdem Eis wieder zu Wasser wird, fallen die getrennten Theile, die Stücke, die Massen auseinander. Unter Umständen wie die erwähnten, steht dem Wasser eine Macht zu, welche man der des Schießpulvers, selbst jener der Dämpfe, vergleichen kann. Dafür zeugen viele, aus dem gewöhnlichen Leben wohlbekannte, Thatsachen: Straßen-Pflaster wird in die Höhe gehoben,

Brunnen-Röhren bersten, kräftige Bäume, starke Mauern werden zerrissen und gesprengt. Gefriert Wasser in Räumen poröser Gesteine, so erfolgt Trennung ihrer Theile; schon beim nächsten Thauwetter zerfallen sie nicht selten zu Staub. Verschiedenartiges Bau-Material verhält sich keineswegs gleich, hinsichtlich des Widerstandes, welchen dasselbe dem Froste leistet. Alle Zerstörungs-Ursachen, die durch diesen Einfluß des Wassers bedingt werden, wirken in gemäßigten Himmelsstrichen stärker, als in heißen Klimaten; am mächtigsten zeigen sie sich in Ländern, die den größten Temperatur-Veränderungen unterworfen sind. Aegyptens Denkmale gelten als die ältesten und dauerhaftesten; in jenem Lande weiß man, wie bekannt, fast Nichts von Regen. In Gebirgen, wo auffallender Wechsel von Hitze und Kälte herrscht, wirkt das zwischen Gestein-Spalten eindringende und gefrierende Wasser mit unwiderstehlicher Gewalt; ungeheure Felsmassen werden losgerissen und von den Bergen heruntergeschleudert. In Grönland begleitet ein Donner-ähnliches Getöse solche Ereignisse. Die Klippen vieler Küsten leiden mehr durch Frost, als durch Wogen-Gewalt und durch Gestein-Trümmer, welche Fluthen gegen sie treiben. In allen Hoch-Gebirgen, die von engen Tiefthälern mit nackten steilen Gehängen durchschnitten werden, war und ist die Zerstörungs-Ursache, von der wir reden, die Einfluß-reichste. Wenn in sehr heftigen Wintern das, in tiefe Spalten eingedrungene, Wasser friert, so werden selbst die festesten Felsmassen gesprengt. Im Jahr 1740, wo der Winter besonders streng gewesen, barsten hier und da in den Alpen ganze Lagen von Granit und Gneiß dergestalt aneinander, daß man nicht mehr auf gewohntem Wege von einem Theil des Gebirges zum andern gelangen konnte. Vermittelt der Eiskeile werden Gestein-Massen, welche nicht durch Pflanzenwuchs, oder durch ewigen Schnee geschützt sind, gesprengt und zerstückt. Man findet ihre Oberfläche, bis auf die höchsten

Firnen, mit losen Fragmenten, mit eckigen, scharfkantigen Bruchstücken bedeckt; es sey denn, daß diese durch Regengüsse, durch Stürme und Lawinen, den Tiefen zugeführt werden. *Chel*, so wohl vertraut mit den Erscheinungen des Schweizer-Hochlandes, bezeugt, daß die, ohne Unterlaß fortwirkende, Zerstörung an den erhabensten, am steilsten abgerissenen, Gebirgs-Partieen wahrhaft unglaublich sey. Während des Sommers geht fast keine Stunde vorüber, in der man nicht, an gewissen Seiten des Mont-Blanc und seiner nachbarlichen Felshörner losgesprengte Gesteinstücke herabstürzen sieht oder hört. Durch plötzlich eingetretenes starkes Thauwetter, durch lange anhaltenden heftigen Regen werden solche Phänomene besonders begünstigt. — Man hat die Eigenschaft gefrierenden Wassers, von welcher die Rede, in Gewerben nicht unbenutzt gelassen; sie dient unter andern zum Zertheilen von Schiefer-Platten. In Steinbrüchen gewisser Gegenden Englands werden dicke Schiefer-Blöcke aufrecht gestellt, so daß der Regen zwischen den Lagen eindringen kann; gefriert das Wasser, so sprengt es das Gestein in dünne Platten.

Was die geologische Wichtigkeit des Wassers, und des dasselbe erzeugenden Elementes, des Wasserstoffes betrifft, so darf man diese nicht bloß beurtheilen nach dem Wasser, welches Meere füllt und in Strömen sich bewegt, das dampfförmig im Dunstkreise verbreitet ist, oder in Hoch-Gebirgen und Polar-Gegenden als ewiges Eis getroffen wird; auch eingeschlossen im festen Gestein findet sich viel Wasser. Von dem, mechanisch zwischen Felsmassen vertheilten, Wasser, stammt zwar ohne Zweifel das meiste aus der Atmosphäre; die Gesteine dienen bloß als Behälter und geben dasselbe wieder an Quellen ab. Indessen ist sicher noch viel Wasser in Gebirgsmassen, auch in jenen, aus welchen Quellen hervorbrechen, eingeschlossen; sie müssen mehr oder weniger durchtränkt seyn mit dem Flüssigen, ehe sie solches wieder

entlassen. Ueberdies haben chemische Zerlegungen, denen einzelne Mineralien, und die, aus ihrem Gemenge gebildeten, Felsarten unterworfen wurden, deren Wassergehalt dargethan. Bei manchen Mineralien gehört Wasser als wesentlicher Theil zu ihrer Zusammensetzung; entzieht man ihnen dasselbe, treibt man das Wasser durch Hitze aus, so büßen sie von ihren ursprünglichen Merkmalen mehr oder weniger ein, sie verlieren namentlich Glanz und Durchsichtigkeit.

Wenn ich im Vorhergehenden bemerkte: die Macht des Wassers habe sehr abgenommen im Vergleich zu früheren Zeiten, so wünsche ich nicht mißverstanden zu werden. Vom bedeutenden Einflusse des Wassers, von seiner Wirksamkeit bei den, ohne Unterlaß statthabenden, Zersetzungen und Bildungen im Mineralreiche, sollen Sie sich überzeugen. Wir werden sehen, daß Wasser nicht immer als Grund von Zerstörungen unserer Erdoberfläche zu betrachten ist, daß ihm vielmehr auch erhaltende, erzeugende Macht zusteht.

Das, was ich über Wasser, und seine Verhältnisse und Beziehungen zur festen Rinde unserer Erde, Ihnen zu sagen habe, dürfen Sie bei weitem nicht als geschlossen betrachten. Wie dieß bei der Luft der Fall war, so muß ich auch beim Wasser Vieles für den Verlauf meiner Vorträge aufsparen. Wir werden über flüssiges, dampfförmiges und erstarrtes Wasser noch gar Manches zu besprechen haben, wenn ich vom Meere, von Strömen und Quellen handle, von der Schnee-Grenze und von Gletschern, wenn die Vulkane, und alle mit ihnen zusammenhängende Phänomene uns beschäftigen.

Sechste Vorlesung.

Verbindungen von Gasen unter sich und mit andern Elementen.

Im großen Natur-Haushalte sind, außer der atmosphärischen Luft, noch andere Gase von Wichtigkeit. Ich gedachte in einer früheren Vorlesung bereits des Nutheils, welcher jenen luftförmigen Wesen, in ihrem einfachen Zustande, bei geologischen Erscheinungen verliehen ist, bei Aenderungen, die unsere Erdrinde heutigen Tages erfährt, bei statt habenden Versetzungen, Umwandlungen, und bei neuen Bildungen von Mineralkörpern. Wir müssen nun die zusammengesetzten Gase, die Mischungen von Gasen unter sich, und ihre Verbindungen mit andern Elementen betrachten, wie solche, und zum Theil sehr häufig, vorkommen, und von nicht weniger bedeutendem Einflusse sich zeigen, als Gase in ihrem Reinheits-Zustande.

Die Kenntniß der Natur ausströmender Gase, der Verhältnisse, unter denen sie erscheinen, der Ursachen, welche ihr Entstehen bedingen, sind für uns von keineswegs geringem Interesse. Gas-Ausströmungen dürfen übrigens nicht als beschränkt auf Landstriche angesehen werden, wo sich noch jezt thätige Vulkane finden; man trifft sie auch in Gegenden, die, im strengen

Wortsinne, nicht als vulkanische zu bezeichnen, wo keine Spuren vergleichungsweise neuern vulkanischen Wirkens wahrzunehmen sind; es gelten dieselben sodann für Beweise dauernder chemischer Thätigkeit unterhalb der Erdoberfläche.

Die Gase, deren Betrachtung uns vorzüglich beschäftigen soll, sind: kohlensaures Gas, Kohlen-, Schwefel- und Phosphor-Wasserstoff-Gas, salzsaures und schwefeligsaures Gas.

Manche dieser Gase hätten, aus Gründen, welche später einleuchten werden, auf Doppel-Stellen Anspruch; ich könnte ihrer auch bei den Säuren erwähnen; allein das ist für unsere Absichten mehr außerwesentlich.

Wo Kohlen verbrannt werden, bildet sich ein Gas eigenthümlicher Art. Sie Alle hörten ohne Zweifel von den unglücklichen Zufällen, welche durch brennende Kohlen in verschlossenen Zimmern veranlaßt wurden. — Bei solchen Processen tritt frei werdender Kohlenstoff zum Sauerstoff der Atmosphäre. Die neu entstandene Verbindung bezeichnet man als kohlensaures Gas, wenn sie Luft-Gestalt hat; sie heißt Kohlensäure, so lange dieselbe in andern Substanzen enthalten ist; denn auch ein solches Verhältniß gehört zu den in der Natur ungemein häufig vorhandenen. Oft wird jedoch, der Kürze halber, von Kohlensäure gesprochen, wo man es mit kohlensanrem Gas zu thun hat, so daß uns beide Ausdrücke als gleichbedeutend gelten können.

Unter den Eigenschaften der Kohlensäure will ich vor Allem ihrer heilbringenden Kraft, und ihrer höchst gefährlichen Wirkungen gedenken. In geringer Menge, untermischt mit atmosphärischer Luft, genossen, ist sie der Gesundheit zuträglich. Ebenso wirkt kohlensanres Gas dem Wasser, dem Biere, dem Weine beigemengt, nicht nachtheilig, sondern im Gegentheile erfrischend. Wird jedoch das Gas in reiner Gestalt

ingeathmet, so zerstört es Menschen- und Thierleben. Auf letztere Eigenschaft bezieht sich der Ausdruck *mephitische Luft*, wie das Gas wohl auch genannt wird. — Ehe wir weiter gehen, nur zwei Beispiele. Unfern Dutsere im Kaukasus kennt man eine Stelle, wo, nahe bei einer alten Kirche, Entwicklungen dieses Gases statt haben. Erschöpfte, kranke Pilger wallfahrten an den Ort, um durch Einathmen der Luft sich zu laben und zu heilen. In recht auffallendem Gegensatz mit den heilbringenden Gas-Quellen von Dutsere, steht das Todtenthal unfern des Berges *Diejeng* auf Java, das vergiftete Thal, von Eingebornen *Guwo Upas* genannt. Der Anblick ist furchtbar. Auf dem flachen Grunde, der baumlos ist, wo selbst jede Spur von Vegetation vermisst wird, liegen Gerippe von Tigern, Schweinen, Hirschen, besonders häufig aber von Vögeln. Auch Menschen-Skelette sollen gefunden worden seyn. Hunde fallen nach wenigen Minuten bewegungslos nieder, wenn man dieselben zwingt, hinabzugehen; Vögel sterben, ehe sie den Boden erreichen. Die nächsten Bäume, alle Sträucher in der Umgegend sind dürr und nähren sich höchst kümmerlich.

Wie Kohlensäure beim Verbrennen entsteht, habe ich gezeigt, auch wurde angedeutet, daß sie in gewissen Landstrichen aus der Erdoberfläche hervordringe. Aber es macht diese Säure zugleich einen wesentlichen Bestandtheil nicht weniger Mineralkörper aus; sie erscheint an diese gebunden, daher der Ausdruck *fixe Luft*, womit man früher die Kohlensäure zu bezeichnen gewohnt war. Ferner ist unsere Säure in der atmosphärischen Luft enthalten; sie bildet sich bei sehr vielen chemischen Processen, beim Athmen, bei der Gährung, bei der Fäulniß. Die Luft, welche Thiere ausathmen, ist kohlensaures Gas; Pflanzen, welche im Schatten wachsen, geben dieses Gas von sich.

Wir haben diese Thatsachen, in so fern solche von geologischer Bedeutung sind, die damit verbundenen Erscheinungen, und die Eigenschaften näher kennen zu lernen, welche unser Gas unter verschiedenen Umständen wahrnehmen läßt. Sie werden sich bald überzeugen, daß die mannigfaltigen merkwürdigen Phänomene, von denen ich zu reden habe, auf einfachste Weise zusammenhängen. — Vorher die, wohl nicht überflüssige, Bemerkung, daß der Name Kohlen säure darauf sich bezieht, daß dieselbe mehrere Eigenthümlichkeiten mit Stoffen gemein hat, die wir später als Säuren betrachten werden.

Die Gegenwart der Kohlen säure im Mineralreiche, namentlich in Kalksteinen und in Kreide, läßt sich durch sehr leicht ausführbare Versuche darthun. Werden kleine zerstoßene Gesteine der Art mit Salpetersäure, mit Schwefel- oder mit Salzsäure übergossen, so findet Zersetzung derselben statt; unter lebhaftem Brausen entweicht eine Lustart, und die zum Versuche angewendete Säure verbindet sich mit der Kalkerde. Unterwirft man Gesteine, wie die erwähnten, in offenem Raume, dem Einflusse starker Hitze, so wird gleichfalls ein Gas ausgetrieben. Wir haben es, in beiden Fällen mit dem nämlichen Gas zu thun, mit luftförmiger Kohlen säure. Sie war an die Kalk-Gesteine, an die Kreide gebunden, und mußte den stärkern Säuren weichen. — Kalksteine gehören, wie bekannt, zu den sehr allgemein verbreiteten Felsarten, und dadurch, daß die Kohlen säure an deren Zusammensetzung wesentlichen Antheil nimmt, erlangt sie hohe geologische Bedeutung. Man hat berechnet, daß eine Kalkmasse von drei Fuß Länge, drei Fuß Breite und von eben so viel Höhe, 16,000 Kubikfuß kohlensauren Gases enthalte. Dieß gibt einen Begriff von der ungeheuern Menge der, in unserer Erdrinde, verbreiteten, Kohlen säure.

Farblos, unsichtbar, wie das Gas ist, vermag unser Auge

dasselbe nicht wahrzunehmen; allein besondere Merkmale verrathen das Eigenthümliche seines Wesens. Fängt man jenes Gas in Glas-Glocken auf, und bringt einen glühenden Holzspahn hinein, so verlöscht dieser augenblicklich. Gießt man das Gas, aus Gefäßen mit weiter Mündung, auf ein Licht, so hört dasselbe sofort auf zu brennen. Solche Erscheinungen ergeben, daß wir es mit einer, vom Sauerstoff-Gas (S. 113) gänzlich verschiedenen, Luftart zu thun haben.

In tausend Theilen unserer Atmosphäre ist Kohlensäure, dem Volumen nach, nur zu einem Theile enthalten. Auf den erhabesten Stellen unserer Erdoberfläche bleibt, wie Sie wissen, dieß Verhältniß unverändert, und in ihm liegt viel Begünstigendes für das Pflanzen-Wachsthum. Größere Kohlensäure-Mengen würden nachtheilig einwirken und das vegetative Leben zerstören.

In nicht wenigen Gegenden, besonders in Landstrichen, wo erloschene oder noch thätige Vulkane vorhanden, dringt kohlensaures Gas in Luft-Gestalt, aus Rissen empor, es entweicht durch Spalten und andere Oeffnungen in der Erdrinde, oder man findet dasselbe in Quellen; denn unser Gas ist in Wasser lösbar, so daß dieses, je nachdem Temperatur und Druck verschieden sind, bald mehr, bald weniger davon in sich aufnimmt.

Quell-Wasser, reich an Kohlensäure, schäumen, sie brausen in Gläsern, wie gährende Flüssigkeiten. Ihr Geschmack ist erfrischend, angenehm-säuerlich, und dabei sind ihnen gewisse Heilkräfte eigen. Im Ueberflusse ist das Gas im bekannten Selter-Wasser enthalten, das bis nach beiden Indien verführt wird.

Unter den Landstrichen, in denen, zu frühester Zeit, die Feuerberge sehr großartig gewirkt, und wo, heutigen Tages noch, heiße Quellen, und aus dem Boden aufsteigende Gasarten, sich als letzte Zeichen in den Erdtiefen fortdauernder Vulkanität zu erkennen geben, ist die Unvergne einer der denkwürdigsten. Für

unsere gegenwärtige Absicht, macht sich das Becken der Limagne besonders wichtig. Die ganze Vertiefung, welche der Allier durchfließt, dürfte ein Binnensee, vielleicht eine Reihe von Binnenseen, gewesen seyn. Granitische Höhen, vulkanische Kegelberge, umziehen, einem Kranze gleich, das Becken. Die Tiefen nehmen Kalk-Ablagerungen ein; sie sind Absätze Kalk-haltiger Quellen, die der Landstrich noch in großer Zahl anzuweisen hat, und Niederschläge aus jenen Seen. Die meisten dieser Kalken enthalten sehr viele Kohlensäure, und seit undenklicher Zeit entsteigt kohlensaures Gas allen Rissen und Spalten des Kalk-Bodens. Die Menge, welche jährlich hervorbricht, gehört zu den interessantesten geologischen Phänomenen. Wo Ausböhlungen im Boden gemacht werden, da sammelt sich das Gas an; läßt man Lichter in Brunnen hinab, so verlöschen sie sogleich; auch gibt es Stellen, wo das Gas sich besondere Auswege bahnte und in Menge hervorströmt. Die „*fontaine empoisonnée*,“ die vergiftete Quelle, unsern *Aigueperse* verdient, in letzterer Beziehung, vor Allem Ihre Aufmerksamkeit. Inmitten einer Vertiefung des Bodens steigt, aus rundlicher Oeffnung, kohlensaures Gas in größter Häufigkeit und anhaltend empor. Gewöhnlich trifft man die Weitung mit schlammigem Wasser erfüllt; aus diesem hat die Luft-Entwicklung unter Geräusch statt, so daß das Phänomen, zumal während der Regenzeit, in gewisser Weite hörbar ist. Ihren Namen trägt die Quelle davon, daß Thiere, welche dem Orte nahen, augenblicklich tobt niederfallen. — Sehr irren würde man, wollte man glauben, das Wasser nähme hier, wie dieß in andern Gegenden der Fall, bei seinem Laufe durch die Kalk-Bänke, das Gas in sich auf. Nicht im Bereiche des Kalkes entspringt die Kohlensäure; hier wird sie nicht erzeugt. Thatsachen, deren Wichtigkeit Sie später keineswegs verkennen werden, sprechen dafür, daß das Gas durch die kalkigen Lagen nur hindurch zieht, daß es aus Spalten

und Rissen im Granit-Gebilde hervordringt, auf welchem der Kalk ruht. Auch die nicht unbedeutenden Wärme-Grade so vieler, Kohlensäure haltiger, Quellen weisen darauf hin, daß die Kohlensäure-Entwickelungen in den Erdtiefen statt haben, daß das Gas von hier emporsteigt. Säuerlinge — so nennt man die, mit kohlensaurem Gas in reichem Maße beladenen, Quell-Wasser, zeigen meist höhere Temperatur als benachbarte Quellen süßer Wasser. Keine Hypothese erklärt den Ursprung dieser Wärme einfacher und genügender, als die, nun nicht mehr zu bezweifelnde, Temperatur-Zunahme gegen das Erd-Innere hin. Als interessanter und recht augenfälliger Beweis, möge folgende Thatsache dienen. In gewissen Gruben der Auvergne, welche man in granitischen Gesteinen betreibt, häuft sich mitunter das, aus den Tiefen aufsteigende, kohlensaure Gas am Boden der Stollen in dem Grade, daß die Füße der Arbeiter sehr merkbar davon erwärmt werden.

Unter vielen andern Landstrichen, in welchen alte Vulkane einst ihr Wesen getrieben, und die noch Kohlensäure-Entwickelungen aufzuweisen haben, nenne ich Ihnen die Ufer des Rheines. Um den Laacher-See herum, und im Brohl-Thale unfern Andernach, strömt das Gas, nach den Versuchen und Berechnungen Bischofs — des Chemikers zu Bonn — in ungeheurer Menge aus.

Dem Erdbeben, das Neu-Granada 1827 verwüstete, folgten, mit wundervoller Regelmäßigkeit, in Zwischenräumen von 30 zu 50 Sekunden, heftige Detonationen; sie waren im ganzen Cauca-Thale hörbar. An mehreren Orten bekam die Erde Risse, denen Gase mit Heftigkeit entströmten; Schlangen und Ratten fand man todt in ihren Schlupfwinkeln. Boussingault's Untersuchung der, den Feuer-Bergen der Aequatorial-Zone Amerika's entsteigenden, Gase ergab, daß alle von derselben

Zusammensetzung sind; sie bestehen aus einer sehr großen Menge Wasserdampf, aus Kohlen- säure, Schwefel- Wasserstoff — den wir bald kennen lernen werden — und mitunter auch aus Schwefel- dampf.

Im Neapolitanischen, im Römischen, in Toskana, sind der Orte viele, wo sich Kohlen- säure entwickelt. Höchst wahrscheinlich ist, unter ganz Süd- Italien, in verhältnißmäßig nicht bedeu- tender Tiefe, eine Quelle vulkanischen Feuers vorhanden. „Wirkt dieß Feuer,“ sagt H. Davy, „auf den Kalkstein des Apenninen- Gebirges, so muß es beständig Kohlen- säure aus ihm entwickeln; diese steigt empor bis zum Ursprunge der, durch Niederschläge atmosphärischen Wassers gebildeten, Quellen, welche die Säure in sich aufnehmen und nun die Fähigkeit erlangen, Kalkerde zu lösen; so werden denkwürdige Phänomene bedingt, über die ich, in einer spätern Vorlesung, Ihnen Rechenschaft zu geben habe.

Bei vielen thätigen Vulkanen erfolgen, am Ende großer Eruptionen, Ausströmungen von kohlensaurem Gas in Menge. Sie sind die letzten dieser großen Phänomene, die ruhigsten, aber vielleicht auch die furchtbarsten. Die Mofeten — von der Be- deutung des Wortes habe ich gesprochen (S. 111) — erscheinen oft erst nach Wochen und Monaten, wenn die Eruptionen vor- über sind. Die Ausgrabungen von Pompeji wurden nicht selten durch Mofeten unterbrochen. Am ganzen Umfange des Besuv's, sagt Leopold von Buch, steigt das Gas in Kellern, auf Fel- dern, in Gärten, zwischen den Reben hervor; aus der Mitte un- fruchtbarer Schlacken- Hauswerke, wie aus der herrlichsten Damm- erde und in den dichtesten Wäldern. Keineswegs bloß nahe bei Lavenströmen, oft sehr weit vom Mittelpunkt der Verwüstung. Durch nichts ist die Erscheinung vorher verkündet; von ihrer Gegenwart belehren erst die verderblichen Wirkungen. Ruhig tritt der Landmann, nachdem Monate seit dem Ausbruche des

Feuerberges verfrühen, sein Lastthier auf sicherem Wege zur Stadt; plötzlich fällt das Thier um, erstickt, der Führer ist zu schleuniger Flucht gezwungen. Vögel liegen todt um solche Orte her, denen Moseten entströmen; Pflanzen verdorren, und nicht allein niedere, auch weit emporragende Bäume sterben ab. — An sehr vielen Stellen brechen, unter Verhältnissen, wie die erwähnten, oft zugleich Moseten aus. Nach der Vesuvischen Eruption von 1767 hörte man allein von sieben und vierzig Orten, die, wegen ihrer Gas-Ausbrüche, als tödtend bekannt waren. Das Gas breitete sich, bald mehr bald weniger weit, auf der Gebirgs-Oberfläche aus; eine, stellenweise mehrere Fuß hohe, Schichte bildend, schwebte es auf dem Boden fort, ohne sich zu erheben, und drohte jedem lebenden Wesen, das nicht schnell aus seinem Bereiche sich zurückziehen konnte, mit unvermeidlicher Erstickung. In den Wäldern um den Vesuv fand man, nach dem großen Ausbruche von 1791, eine unglaubliche Menge von Hasen, Rebhühnern und Fasanen getödtet. Im Meere bei *Resina* liefen die Fische, durch Moseten vom Boden vertrieben, auf der Oberfläche des Wassers freiwillig in die Fischer-Neze. In der königlichen Kapelle zu Portici stürzte der Sakristan bewußtlos nieder, als er die Pforte öffnete; hier hatte sich die tödtende Luft angehäuft.

Von der langen Dauer solcher Erscheinungen zeugt namentlich die „Hundsgrotte“ bei Neapel. (Fig. 1 auf Taf. VII.) Seit vielen Jahrhunderten ist sie berüchtigt ihrer tödtlichen Ausdünstungen wegen. Am *Agnano*-See, in einer Bergwand, findet man die Grotte, die sehr wahrscheinlich Werk der Kunst ist, durch Ausgrabung entstanden. Eine kleine Thür verschließt den Eingang. Der innere Raum ist nicht bedeutend; die Länge mißt 15, die Breite 5 Fuß. An der Oeffnung beträgt die Höhe 7 F.; da jedoch die Decke sich gegen das Berg-Innere senkt, so hat die Grotte im Hintergrunde nur 3 F. Höhe. Aus dem Tiefsten steigt

stets kohlensaures Gas in Menge auf. Alte Schriftsteller ließen sich viel Uebertreibungen in Hinsicht der Natur des Gases, und seiner Wirkungen, zu Schulden kommen. Sie erzählten mitunter furchtbare Dinge, und redeten sogar von arsenikalischen Dämpfen. Ihrer größern Schwere wegen kann die verderbliche Luft nicht den ganzen Raum füllen; einem dichten, weißlichen, oben scharf abgeschnittenen Nebel gleich, schwebt sie auf dem Boden. Nur wenn die Gas-Schichte bis zur Höhe von 12 Zoll anwächst, strömt dieselbe über die Schwelle der Grotte hinaus. Schon am Eingange empfindet man übrigens den, kohlensaures Gas bezeichnenden, schwach säuerlichen Geruch. Lichter, Fackeln, verlöschen augenblicklich, so wie man sie der Gas-Schichte nahe bringt; Pistolen geben hier nicht einmal Feuer-Funken. Je nach dem Verschiedenartigen des Körperbaues und der Natur, erliegen Thiere früher oder später der gefährlichen Einwirkung. Vögel, welche das Gas einathmen, fallen sogleich todt nieder. Frösche können ohne Nachtheil stundenlang darin verweilen. Gewöhnlich bringt man Hunde in die Höhle, und läßt sie, zur „Unterhaltung“ Reisender, so lange darin, bis sie in Scheintod versinken. Daher der Name Hundsgrotte. Der Fremden-Führer „Cicerone“, welcher den Schlüssel zur Pforte bewahrt, zerrt das sich sträubende Opfer zur verhängnißvollen Grotte; denn der Hund kennt die Gefahr, welche er zu bestehen hat. Gewaltig wird das abgemagerte, vor Angst zitternde Thier mit dem Kopfe gegen den Boden niedergedrückt. Keine Minute vergeht, so verfällt der Hund in Zuckungen; er schäumt, seine anschwellenden Augen fangen an zu erstarren; die Zunge, im weit geöffneten Rachen, färbt sich blau; und nach acht bis neun Minuten sind alle Glieder erschlaft, jeder Spannkraft beraubt. Schnell bringt man nun das Thier aus Tageslicht; unter convulsivischen Bewegungen schwankt und taumelt dasselbe hin und her, bis es sich endlich

erholt. Man pflegt auch wohl den scheinodten Hund mit Wasser zu begießen, oder in den nahen *Agnano*-See zu tauchen, um ihn ins Leben zurückzurufen. Hunde, die man zu dem grausamen Kunststücke verwendet, werden nicht alt; manche sollen den Versuch nur zwölf bis fünfzehn Mal überleben. König Karl VIII von Frankreich ließ, als er Neapel erobert hatte, einen Esel in die Grotte bringen. Dem Statthalter Toledo genügte kein Thier; er wollte den Versuch an Menschen sehen und wählte zwei Türken-Sklaven, die auch wirklich umkamen. — Menschen, welche, um die Wirkung des Gases kennen zu lernen, sich in der Mitte der Grotte so weit neigten, daß sie den Boden berührten, empfanden bald Stechen in den Augen, einen eigenen Reiz in der Nase, brennendes Jucken in den Beinen, bis endlich beschwerliches Athemholen eintrat, als warnendes Zeichen, daß der Versuch nicht lange mehr ungestraft fortzusetzen war. — In Anvergne gibt es nicht wenige Grotten, welche kohlensaures Gas enthalten. Einige befinden sich umschlossen von Lava. Der Boden ist derselbe, wie jener der Ebenen; er besteht aus Kalk, über welchen Lava ergossen worden. Hier ließen sich die Phänomene der „Hundsgrotte“ wiederholen; die Anvergnaten sind nur bis jetzt nicht auf den Gedanken gerathen, aus der Neugierde Reisender Vortheil zu ziehen, gleich den Bewohnern von *Pozzuoli*. Uebrigens bleiben die Grotten in Anvergne keineswegs unbenuzt: sie dienen zu Speise-Kellern; denn man hat die Erfahrung gemacht, daß Fleisch und andere Dinge, welche in Fäulniß übergehen, hier während der heißesten Sommerzeit, trefflich erhalten werden.

In alten, wenig besuchten Kellern, in tiefen Brunnen, sammelt sich kohlensaures Gas sehr oft in außerordentlicher Menge an, so daß es die Ursache plötzlicher Erstickung derjenigen werden kann, die in solche Räume hinabsteigen. Nie sollten sich Arbeiter an Orte der Art wagen, ohne vorher ein brennendes Licht

hinunterzulassen; nur wenn das Licht nicht verloscht, kann die Tiefe ohne Gefahr besucht werden.

Die „bösen Schwaden“ in Steinkohlen-Bergwerken sind kohlenreiches Gas. — Ungewöhnlicher ist das Vorkommen in Erzgruben. Frankreich, England und Amerika haben einige Beispiele aufzuweisen. Bei *Pontgibaud* in Auvergne füllt das Gas — nach *Fournet*, einem wohlverfahrenen Französischen Geologen, — Spalten, Risse und Drusenräume, ja alle Poren des Erzganges. Unter stark zischendem Geräusche, oft mit furchtbarem Lärmen, hat sein Entweichen statt. Zuweilen beobachtet man eine Art periodischen Ausströmens, in Zwischenräumen von 15 zu 15 Minuten. Herrschende Westwinde, stürmisches Wetter, sollen das Phänomen häufiger hervorrufen. — Kohlenreiches Gas wird auch durch unterirdische Vegetation gebildet, durch, in Tiefen wachsende Schwämme und Flechten, so wie durch säulnißartige Zersetzung des Holzes, womit Gruben ausgefüllt sind. Mitunter zeigt es sich in Gestalt blauer Wölkchen oder grauer Nebel.

Ehe ich abbreche, noch die Bemerkung, daß Kohlensäure bei den Aenderungen, welche an der Oberfläche unserer Erde stets vor sich gehen, besonders thätigen Antheil nimmt. Es ist jedoch die chemische Wirkung der Kohlensäure in so innigem Zusammenhange mit der des Wassers, daß wir beide kaum besonders betrachten können. Dieselbe Thätigkeit, welche die, in Wasser aufgelöste, Kohlensäure äussert, ist ihr auch im luftförmigen Zustande eigen.

Das Ihnen bekannte Wasserstoff = Gas (S. 115) geht mancherlei Verbindungen mit andern Körpern ein. Uns interessieren besonders jene mit Kohlenstoff, Schwefel und Phosphor.

Das Kohlen = Wasserstoff = Gas, von dem ich zunächst zu reden habe, trägt seinen Namen nach beiden, in ihm verbundenen,

Urstoffen. Es ist eben so merkwürdig wegen der mannigfaltigen Art des Vorkommens, als bedeutend durch sonderbare Erscheinungen, welche dasselbe hervorruft, um seiner Anwendung für's gesellige Leben willen, endlich der Gefahr halber, die es bringen kann. Man entdeckte lange zuvor die Brennlichkeit des Gases, ja man kannte seine Anwendung zum Belichten und Heizen, und die Eigenschaft, sich in Röhren weiter leiten zu lassen, ohne die Gegenwart eines andern Elementes im Wasserstoff = Gas geahnt zu haben. Persische und Ostindische Priester wußten Gewinn daraus zu ziehen; heutigen Tages noch dient es, hin und wieder, zu ihren Phantasmagorieen, zu ihren „ewigen Feuern.“

Alle Natur-Reiche liefern Material, um Kohlen = Wasserstoff = Gas entstehen zu lassen. Sehr gewöhnlich bildet es sich auf morastigem Boden stehender Wasser. Verschungen von Thier- und von Pflanzen-Stoffen erzeugen, zumal in heißer Jahreszeit, sogenannte Sumpfluft. In nicht minder häufigen Fällen stammt das Gas aus dem Mineral-Reiche ab. Ich werde die bedingenden Ursachen sogleich näher andeuten, betrachten wir zuvor Art und Weise, wie unser Gas erscheint. Entwicklungen desselben an der Erd-Oberfläche, aus Rissen, aus Spalten der Fels-Schichten, kennt man an vielen Orten. Theils strömt das Gas in einzelnen Strahlen hervor, theils werden diese zu mehreren, gleichsam gruppenweise, auf Räumen von gewisser Länge und Breite getroffen. Der Boden mancher Orte enthält das Gas in solcher Menge, daß ein hineingestossenes Schilfrohr zureicht, um sogleich das Ausströmen eines Strahles zu bewirken, der zur Beleuchtung oder zum Kochen benützt werden kann. Siebenbürgische Hirten pflegen an den Flammen ihre Maiskörner zu rösten. Vielen, die an solchen Feuern einschliefen, verbrannten Kleider oder Hute. Mitunter zeigen sich die Phänomene am Ufer von Bächen, ja aus dem Bette derselben bricht hin und wieder Gas

aus. Dieß ist unter andern bei Bedlay, nicht weit von Glasgow, der Fall; man kennt hier die Thatsache schon länger als zwanzig Jahre. Auch im Staate New-York wurden ähnliche Erscheinungen wahrgenommen. — Die, auf solche Weise, aus dem Boden ruhig emporsteigenden, bald auch gewaltsam hervorbrechenden, Gase fangen Feuer bei Annäherung eines Lichtes, einer Fackel, eines entzündeten Strohbüschels. Die schönen, weißen oder gelblichen Flammen lodern, äußerst beweglich und zitternd, aber rein und ohne allen Dampf, empor. In der Höhe theilen sie sich nicht selten, indem dieselben in mehreren Spitzen endigen. Das Brennen hält längere oder kürzere Zeit an. Bei manchen Gas-Quellen wurde es nur durch heftige Stürme, oder durch absichtliches Auslöschen unterbrochen. Einige Flammen erheben sich fünf Fuß und darüber, andere erreichen bloß eine Höhe von wenigen Follen. Stampft man den Boden mit Füßen, oder wird das Erdreich mit einem Stocke aufgerührt, so zeigen sich die Flammen lebhafter. Selbst unter Schnee brennen Gas-Ströme fort. Die Hitze, welche die Flamme um sich verbreitet, ist beträchtlich; gewisse Gesteine des nachbarlichen Bodens wechseln die Farbe, andere erlangen das Aussehen zerbröckelter Ziegelsteine u. s. w. — In der Nähe des Dorfes Fredonia in New-York, zwei Meilen vom Erie-See gelegen, liefert die Natur eine vollständige Beleuchtungs-Anstalt, wie wir sie in Städten mit Mühe künstlich schaffen. Beim Abbrechen einer Mühle, deren Bauwerk theilweise in den kleinen Fluß *Canadaway* reichte, nahm man aus dem Wasser aufsteigende Blasen von Kohlen-Wasserstoff-Gas wahr. Nun wurde ein Bohr-Versuch gemacht, und wie man, in gewisser Tiefe, eine Lage bituminösen Kalkes getroffen hatte, so brach durch die Oeffnung das Gas hervor, welches gesammelt wird und, in Röhren nach allen Theilen des Dorfes geleitet, zur Beleuchtung dient. — Den großartigsten, hierher

gehörenden Erscheinungen, ist ohne Widerrede das „Feuerfeld“ am westlichen Ufer des Kaspiischen Meeres beizuzählen. Dem Boden des ganzen Landstriches entsteigt Kohlen-Wasserstoff-Gas. Das Phänomen zeigt sich häufig, ohne indessen konstant zu seyn. Zuweilen hat es das Ansehen, als stößen Lichtströme am Gehänge hin, als rollten Feuermassen von Bergen herab, so daß diese zur Nachtzeit sich im hellsten Glanze darstellen. — Haupt-Sammelplatz der Feuer-Anbeter war die Stadt Baku. Alte Persische Schriftsteller berichteten schon von der „heiligen Flamme des Universal-Feuers,“ und Gläubige wähnen, daß sie bis zum Weltende nicht verlöschen werde.

Den neuesten und umfassendsten Bericht gab Eichwald*. Nähert man sich Baku zur Abendzeit, so sind schon von weitem vier Flammensäulen sichtbar. Sie steigen hoch empor und erheben die ganze Gegend. Durch ein Portal gelangt der Reisende in den stark erhellten, geräumigen Hof. Ueberall brechen kleine Flammenlichter aus dem Kalkstein-Boden; jene vier Haupt-Flammen werden in Röhren aufwärts geleitet. Ringsumher, an den innern Wänden der, den heiligen Ort begrenzenden, Mauer, finden sich die Zellen hier lebender Indier und ihres Ober-Priesters. — Auch unsern des Dorfes Klein-Saros in Siebenbürgen ist ein sogenanntes „ewiges Feuer“ vorhanden. Seit Menschen-Gedenken weiß man, von einer beinahe kreisrunden Stelle, — die Eingebornen nennen sie *Zugo*, — wo mehrere Gruben sich befinden, deren größte nicht viel über 12 Fuß Breite und Tiefe mißt. Einige dieser Weitungen sind trocken, andere voll Wasser. Wird angezündetes Stroh in die Gruben gebracht, oder machen sich Hirten Feuer in deren unmittelbarer Nähe, so hat augenblickliche Entzündung des, aus der Tiefe aufsteigenden,

* Reise auf dem Kaspiischen Meere und in den Kaukasus.

Gases statt; es brennt mit kleinen und größern Flammen. — In nicht wenigen andern Gegenden trifft man Phänomene ähnlicher Art. Es würde ohne Nutzen und von keinem Interesse seyn, wollte ich alle einzelnen Beispiele aufzählen. Nur der in den Apenninen vorhandenen „Feuer“ möge noch gedacht werden. Das berühmteste ist jenes bei *Pietra mala*, wo Flammen von drei Fuß Durchmesser bis zu fünf Fuß Höhe emporsteigen.

Dies sind die Erscheinungen, welche, an der Erdoberfläche statt habende, Ausströmungen unseres Gases wahrnehmen lassen. In andern Fällen erfolgt das Hervorbrechen in den Erdtiefen. Vielen Steinkohlen-Gruben und gewissen Steinsalz-Bergwerken ist das Phänomen eigen. In Steinkohlen-Ablagerungen haben Zersetzungen statt; sie liefern den bestimmtesten Beweis für die Fortdauer chemischer Processe, für anhaltendes Entstehen dieser und jener Gasarten in den Tiefen. Es gehen Zersetzungen der Kohlen und der sie begleitenden bituminösen Gesteinsarten vor sich, wobei zumal Eisenkiese eine wichtige Rolle spielen. Die „schlagenden Wetter“, die „feuerigen Schwaden“ der Bergleute — *Blowers* in Nord-England, *Grisou* in gewissen Gegenden von Frankreich — bestehen vorzüglich aus Kohlen-Wasserstoff-Gas. Es dringt in größern oder geringern Quantitäten aus Kohlen-Lagen hervor, und kann in Gruben außerordentlich gefährlich werden. Kommt das Gas mit atmosphärischer Luft in Berührung, und mengt sich damit, so erfolgen mehr und weniger heftige Detonationen, Erscheinungen, deren Schilderung ich aufspare, bis demnächst von den Steinkohlen die Rede ist. Nur um Ihnen von der furchtbaren Heftigkeit solcher Explosionen einen Begriff zu geben, erwähne ich hier einer Thatfache, welche sich, während des Jahres 1817, unfern Lyon zutrug. In einer der Steinkohlen-Gruben hatten die schlagenden Wetter sich sehr angehäuft. Sie gingen am Lichte eines Bergmannes, den

man in der Donne hinabließ, Feuer. Alle Gegenstände, welche sich im Schachte, und unmittelbar über demselben befanden, Holzwerk, Donne, Seil, wurden, im Augenblicke zu sehr großen Höhen in die Luft geschleudert und weit umher zerstreut. Ein Arbeiter, der an der Schacht-Öffnung stand, fühlte sich gewaltsam aufgehoben, und, als würde er aus einem Mörser abgeschossen, fuhr derselbe 300 Fuß weit, fiel jedoch, ohne Schaden zu nehmen, auf morastigem Wiefengrunde nieder. Der unglückliche Bergmann, welcher sich im Mittelpunkte der Explosion befunden hatte, starb an seinen Wunden. — In der *Szlatina* er Steinsalz-Grube, im *Marmaroscher* Komitate, ungefähr 270 Fuß unter Tag, entwickelt sich Kohlen- Wasserstoff- Gas aus Spalten einer Schicht thonigen Mergels, die zwischen Steinsalz-Bänken eingeschlossen ist. Man kannte das Phänomen bereits in den siebenziger Jahren des achtzehnten Jahrhunderts. Offenbar beruht dasselbe auf den nämlichen unterirdischen Ursachen, die ich Ihnen bereits angegeben habe; der Salzstock nimmt seine Stelle über einer Steinkohlen- Ablagerung ein. Wie in *Fredonia* das Gas zur Erleuchtung des Dorfes dient, so benützt man dasselbe zu *Szlatina*, um die tiefsten Gruben- Räume zu beleuchten. Ich muß dieser Thatsache noch eine andere von nicht geringerem Interesse beifügen. Aus einem verlassenem Schachte auf der *Saline Gottesgabe* bei *Rheine*, in *Preussisch- Westphalen* — die Grube führt, aus alter Zeit her, den Namen *Geist schacht* — strömt Kohlen- Wasserstoff- Gas in solcher Menge hervor, daß es zu ökonomischen Zwecken verwendet werden kann. Man leitet dasselbe durch, mit einem Hahne verschlossene, Röhren. Wird der Hahn während vierundzwanzig Stunden nicht geöffnet, so dringt das Gas sehr gewaltsam und mit großem Geräusche hervor. Es bildet alsdann eine, zehn bis fünfzehn Fuß hohe, cylindrische Feuer säule von anderthalb Fuß Durchmesser, und von so starkem Lichte, daß

gewöhnliche Druckschrift in mehr als sechsßig Schritten Entfernung lesbar ist.

Wie Ihnen bekannt, so lassen sich Gasquellen auch durch Kunst aufschließen. Bei Bohr-Versuchen auf Steinkohlen zeigten sich mitunter Jahre lang dauernde Ausströmungen, und die entzündeten Flammen erreichten Höhen von zehn Fuß und darüber. In *Gajurne*, im *Venetianischen*, drang, beim Bohren eines *Artesischen* Brunnens, ein Strahl von *Kohlen-Wasserstoff-Gas* aus dem Bohrloche hervor, der, als Licht an die Röhren-Mündung gebracht wurde, sich sogleich entzündete. Mit Erstaunen sah man die Flamme über dreißig Fuß hoch emporsteigen, und am Grunde in einen sechs Fuß weiten Lichtkegel sich ausbreiten. — Wir werden im Verfolg noch anderer Beispiele zu erwähnen Gelegenheit haben. Ganz besonders merkwürdig ist die Verbindung von Salz-Bohrlöchern und Strömen brennbaren Gases in *China*. In der Provinz *Szu-Tchhouan* trifft man, auf einem Flächenraume von zehn Meilen Länge und etwa fünf Meilen Breite, mehrere tausend Salz-Bohrlöcher, die im Durchschnitt 1500—1800 Pariser Fuß tief sind. Viele dieser Oeffnungen zeigen Ausströmungen von *Kohlen-Wasserstoff-Gas*, zum Theil mit so heftigem Getöse, daß dieses weithin gehört werden kann. Das entzündete Gas bildet Feuer-Garben, welche mitunter dreißig Fuß Höhe erreichen. Es wird zur Beleuchtung von Straßen und großen Hallen benutzt, auch dient dasselbe zur Heizung. *Bambus-Röhren* leiten das Gas in jede beliebige Entfernung. Auch hier erklärt sich das Phänomen durch tiefer gelagerte *Steinkohlen-Bänke*; beim Bohren wurden letztere sehr häufig getroffen, und so die oben ausgesprochene Ueberzeugung abermals bestätigt.

Ehe wir weiter gehen, noch einige Worte über künstliche Darstellung von *Kohlen-Wasserstoff-Gas*. Organische Substanzen bestehen aus *Kohlenstoff*, *Wasserstoff* und aus einer,

meist geringen Menge Sauerstoff. Bei Zerstörung jener Körper durch Hitze, werden diese Stoffe ausgeschieden und verbinden sich wieder in andern Verhältnissen. So liefert namentlich die trockene Destillation gewisser organischer Substanzen das Kohlen = Wasserstoff-Gas. Längst war man zur Ueberzeugung gelangt, daß die, aus brennbaren Körpern entweichenden, entzündlichen Lustarten es sind, welche die Flamme hervorbringen. Beim Verkohlen von Holz im Freien verfliegen brennbare Lustarten in Menge; setzt man jedoch Holz in verschlossenen Räumen der Hitze aus, so können die Lustarten aufgefangen und benutzt werden. Ohne bei verschiedenen Anwendungen mich aufzuhalten, welche Folge dieser Betrachtung waren, und deren mehrere keinen geringen Gewinn brachten, will ich nur an eine besonders wohlthätige und gemeinnützige Erfindung erinnern. Es ist die Gas = Erleuchtung vermittelt des, durch Destillation, aus Steinkohlen, erhaltenen Gases, auf welche ich hinweise. Man nennt das so bereitete Gas öhlbildendes, aus Gründen, deren Entwicklung nicht hieher gehört; jenes Gas aber, das in Steinkohlen = Ablagerungen getroffen wird, oder durch Verwesung von Pflanzen = Stoffen in Sümpfen entsteht, führt den Namen Gruben-Gas. — Sie haben, durch das Beispiel vom Ausbruche schlagender Wetter bei Lyon, die Gewalt kennen gelernt, welche dem entzündeten Gase zusteht. Auch bei Erleuchtung = Anstalten ist man keineswegs immer sicher vor Unglücksfällen, obwohl diese, im Vergleiche zu jenen in Gruben nur äußerst selten eintreten. Zu Newcastle in England ereignete sich im Jahre 1819 Folgendes: Eine Röhre, welche Gas, zur Erleuchtung der Stadt, unter einem Hause wegleitete, hatte einen Riß bekommen. Die Hausbewohner führten Beschwerde über unangenehmen Geruch, der sich verbreitete; man verschob jedoch die Ausbesserung bis zum nächsten Tage. Abends, als

Mädchen mit Licht dem Orte nahen, erfolgte plötzlich eine heftige Explosion. Viel Hausgeräth wurde zerbrochen und zu den Fenstern hinausgeschleudert, das obere Stockwerk mit dem Dache weggerissen, das Hintergebäude, so wie die anstoßenden Häuser sehr beschädigt; in einem der letzteren versank eine ganze Gesellschaft mit dem Fußboden ins untere Stockwerk.

Ehe ich zu anderen Gegenständen mich wende, einige Worte über die sogenannte Luft- oder Schlamm-Vulkane. Die Phänomene hängen mit der Entwicklung gewisser Gasarten, mit ihrem Aufsteigen aus Erdtiefen zusammen; auch sind sie zu merkwürdig, um mit Stillschweigen übergangen zu werden.

Italien, Sicilien, die Ufer des Kaaspischen Meeres, die Halbinsel Taman im ehemaligen Tanrien, die Eilande Java und Trinidad, und andere Gegenden haben Erscheinungen, wie die, welche ich nun schildern werde, aufzuweisen. Einige derselben waren seit frühester Zeit gekannt und berühmt. Sehr alte Schriftsteller gaben uns Nachricht über die Luft-Vulkane bei *Maccaluba* in Sicilien, über jene von *Sassuolo* unfern *Reggio*.

Das Verschiedenartige der Stärke-Grade abgerechnet, zeigen Schlamm-Vulkane überall ungefähr die nämlichen Phänomene. Als nächste Ursache gilt die Ausdehnungskraft der Gase. Ein zischendes Geräusch verkündigt das Aufsteigen der luftförmigen Flüssigkeiten aus den Tiefen. Sie drängen sich durch unterirdische Kanäle kleinen offenen Schlünden zu, indem dieselben erweichte thonige Massen vor sich hertreiben. Mit größerer oder geringerer Gewalt stoßen die Gase den Schlamm an, ja sie schleudern denselben zuweilen hoch in die Luft empor. Durch wiederholte Ausbrüche entstehen auf solche Weise Regel-förmige Erhöhungen. Manche Regel haben nicht zwei Fuß Höhe; andere, deren Abhänge vom halbflüssigen Tone öfter überdeckt worden, wuchsen nach und nach bis zu fünfzehn Fuß und darüber an.

Mit der Höhe steht der Umfang im Verhältniß. Es gibt Kegel, die nur vier Fuß im Umkreise messen, während bei solchen, wo die Thon = Ergießungen in größerer Menge erfolgten, der Durchmesser zwanzig Fuß beträgt, oder noch ansehnlicher ist. Das Innere der Kegel stellt sich als Trichter = ähnliche Vertiefung dar, die mehr und weniger weit hinabreicht. Trübes, schlammiges Wasser, dem Blasen entsteigen, erfüllt die Weitungen. Der Geschmack des Wassers ist meist salzig; nach dem Italiänischen *salso* (salzig) haben Gas = Vulkane, in dieser Beziehung, den Namen Salzen erhalten. Außer dem Kochsalz findet sich auch Erdöhl sehr gewöhnlich bei Luft = Vulkanen. Einzelne Dehl = Tropfen schwimmen auf der Wasser = Oberfläche; oder es ist diese, mit Bitumen, einem zarten Häutchen gleich, bedeckt. Der Thon, aus welchem die aufgeworfenen Hügel bestehen — welche man bald gruppenweise beisammen, bald in Bügen vertheilt findet — zeigt sich nicht selten von Erdöhl oder von Kochsalz durchdrungen. — Die Schlamm = Ausbrüche sind mit keinem Feuer = Anzeichen verbunden. Sie lassen nicht einmal merkbare Wärme = Entwicklung wahrnehmen, denn die Temperatur ausgestoßener schlammiger Massen überschreitet in häufigen Fällen kaum die mittlere Wärme des nachbarlichen Bodens. — Dumpfer unterirdischer Donner begleitet stärkere Eruptionen, und mit dem Thon = Schlamm werden Bruchstücke verschiedener Gebirgsarten, zuweilen 200 Fuß hoch, emporgeschleudert. Steigen und Fallen des Schlammes folgen einander bald schneller, bald langsamer; was nicht ausgestoßen wird, sinkt in die Trichter = förmigen Höhlungen zurück. — Die aufsteigenden Luftarten lassen sich zum Theil nicht entzünden, sondern löschen brennende Lichter aus; einige sind Kohlen = Wasserstoff = Gas; andere Stickgas. — In der Nähe von Schlamm = Vulkanen ist, auch in den fruchtbarsten Landstrichen, alles Pflanzen = Leben verschwunden. Nach jeder Richtung zeigt sich der vertrocknete

Boden geborsten und zerrissen; er schwankt unter den Dritten des Wanderers.

Von allen Schilderungen einzelner Phänomene der Art, ist keine anziehender, keine mehr geeignet, deutliche Vorstellungen der Thatsachen zu gewähren, als der Bericht Humboldt's über den von ihm beobachteten, Luft-Vulkan bei *Turbaco*. Hören Sie, was der berühmte Reisende sagt.

Das kleine Indische Dorf *Turbaco* — Zufluchts-Ort der Europäer, wenn in Carthagena der Sommer unerträglich heiß wird und herrschende Krankheiten Gefahr drohen — liegt, mehr als 900 Fuß über dem Spiegel des Oceans, an einem prachtvollen Walde. Klare Quellen brechen aus Kalkfelsen hervor, die an versteinerten Korallen sehr reich sind. Sagen zu Folge, welche unter den Kreolen fortleben, soll, an einer sumpfigen Stelle, in der Mitte eines Palmen-Haines, das Feuer einst gewüthet haben. Durch oft wiederholte Besprengungen mit Weihwasser, so wird erzählt, gelang es jedoch frommen Priestern, die unterirdische Gluth zu löschen; der „Feuer-Vulkan“ wandelte sich um zu einem „Wasser-Vulkan.“ — Humboldt, der die Thatsache an Ort und Stelle untersuchte, fand zwanzig kegelförmige Erhöhungen, welche den nachbarlichen Boden um etwa vierundzwanzig Fuß überragen (Fig. 2 auf Taf. VII). Sie bestehen aus graulichschwarzem Thon, und umschließen mit Wasser erfüllte Oeffnungen. Nähert man sich den kleinen „Kratern“, so ist, in gewissen Zwischenräumen, dumpfes, ziemlich starkes Getöse zu hören, dem, nach ungefähr achtzehn Sekunden, Entwicklung großer Luft-Mengen folgt. Die Gewalt, mit welcher sich die Luft über die Wasser-Oberfläche erhebt, läßt vermuthen, daß dieselbe im Erd-Innern heftigen Druck erfahren habe. Während zwei Minuten erfolgen fünf Ausbrüche. Oft ist das Phänomen von Ergießungen schlammiger Massen begleitet. Nach Aussage der Indier bleibt die Gestalt der Kegels

sehr lange Zeit hindurch unverändert, und die Hestigkeit der Gas-Entwickelungen wechselt nach den Jahreszeiten.

Die Luft-Vulkane von *Turbaco* gehören demnach zu den wenigen Erscheinungen der Art, welche weder von Steinsalz, noch von Bergöhl begleitet werden.

In frischem Angedenken sind die Verbeerungen, welche mehrere Spanische Provinzen, besonders Murcia, in den Monaten März bis Junius 1829 durch Erdstöße erlitten. Ueber 4000 Häuser und 20 Kirchen wurden in verschiedenen Städten zerstört, und mehr als 2000 Leichen unter Trümmern hervorgegraben. Mit diesen Beben des Bodens waren Ausbrüche von Schlamm-Vulkanen verbunden. Man fand die Erde an vielen Stellen fünf Zoll weit geborsten, und hier und da eine Menge kreisrunder Löcher, dicht neben einander; aus jenen Spalten, aus den Löchern, wurde schwarzes, stinkendes Wasser, gemengt mit gelbem Meeressand, mit Muscheln, und mit versauften See-Pflanzen emporgeworfen.

Wenn sie demnächst die eigentlichen Vulkane, ihrem großartigen Wirken nach, kennen gelernt haben, werden sie die Uebersetzung erlangen, daß unsere Gas-Ausbrüche sich damit nur in sehr beschränktem Sinne vergleichen lassen. Wenn auch die Ursache der Gas-Entwickelungen in der allgemeinen vulkanischen Thätigkeit zu suchen ist, so finden sich die Phänomene dennoch mitunter in zu weiter Ferne von jetzt noch wirksamen Feuerbergen, als daß ein unmittelbarer Zusammenhang anzunehmen wäre. Selbst mit einzelnen Schlamm-Ergüssen gewisser Vulkane dürfen die Erscheinungen, von denen ich sprach, nicht verwechselt werden.

Es ist Zeit, daß ich diese Betrachtungen schließe, um von andern luftförmigen Verbindungen zu reden, welche der Wasserstoff eingeht, nämlich von jenen mit Schwefel und mit Phosphor.

Im Vergleich zum Kohlen-Wasserstoff-Gas, sind beide

Verbindungen von minder großem geologischem Interesse. Besonders gilt dieß vom Phosphor-Wasserstoff-Gas, dessen Gegenwart in den Erdtiefen überdieß noch nicht erwiesen ist. Beide Gase, Schwefel-Wasserstoff und Phosphor-Wasserstoff, haben unter sich, und mit anderen Lustarten, gewisse Eigenschaften gemein: sie sind farblos, durchsichtig, brennbar, unterhalten jedoch den Verbrennungs-Proceß nicht.

Schwefel-Wasserstoff-Gas — die Hydrothionsäure neuerer Chemiker*, ehemals Schwefelleber-Luft oder hepatisches Gas genannt — verräth sich leicht durch widrigen Geruch, jenem von faulen Eiern ähnlich. Es brennt mit blauer Flamme und unter Absehung von Schwefel. Blankes Silber wird schwarz gefärbt, wenn man solches dem Einwirken des Gases aussetzt. In gewisser Menge der atmosphärischen Luft beigemischt, und eingeathmet, verursacht dasselbe Schwindel und Ohnmachten; rein genossen, kann es den Tod herbeiführen. Zu den Eigenschaften des Schwefel-Wasserstoff-Gases gehört ferner seine Auflösbarkeit in Wasser. Manche Heilquellen verdanken ihm ihre Kraft. Aber der Zutritt von atmosphärischer Luft zersetzt, chemischer Verwandtschaft gemäß, das Gas; der Sauerstoff der Luft verbindet sich mit dem Wasserstoff zu Wasser, der Schwefel wird niedergeschlagen. Auf solche Weise entstehen die Schwefel-Absätze in der Nähe gewisser Quellen. — Von besonderem Interesse sind die, mit den heißen Quellen im Thale *das Furnas***, auf dem, zu den Azoren gehörenden, Eilande St. Michael verbundenen Erscheinungen. Sie verdienen genauerer Erwähnung. Das Becken der „*Caldeira*“, der größten unter jenen Quellen,

* Den Namen Hydrothionsäure trägt das Gas davon, daß dasselbe gewisse Eigenschaften der Säuren hat, wie wir solche demnächst kennen lernen werden.

** Was so viel sagen will, als Döhlen-Thal.

hat ungefähr 50 Fuß im Durchmesser. Ihr Wasser siedet sehr heftig, auch sind deutliche Explosionen, begleitet von Emporhebungen des mittleren Theiles der Wassermasse, innerhalb des Beckens, wahrnehmbar. Geschwefeltes Wasserstoff-Gas und schwefelsaure Dämpfe entweichen. Nicht ohne Gefahr nahet man der Quelle. Landleute stellen Körbe mit Schotenfrüchten an den Rand; schnell werden diese gekocht. Unfern der *Caldeira* erhebt sich der Boden etwa fünfzig Fuß hoch. Vor wenigen Jahren stürzte ein Theil der Wand dieses Hügels ein; dadurch wurde eine tiefe Höhle aufgeschloffen, welcher Rauch und Qualm, von furchtbarem Getöse begleitet, entstiegen. Der Hügel gleicht nun einer Kuppel, die einen weiten Abgrund überdeckt, aus welchem zuweilen heißer Schlamm und Steine ausgeworfen werden. In der Tiefe zeigt sich eine, mit großer Heftigkeit kochende, Wasser-Masse. Die Wandungen der Höhle, wie jene der zahllosen Spalten und Risse im Boden, sind mit dem reinsten Schwefel überzogen. Auf bedeutende Weite sieht man nicht eine Spur von Vegetation.

Bei Vulkanen spielt unser Gas eine keineswegs unwichtige Rolle. Es ist den wässerigen Dämpfen beigemengt, welche alle Feuerberge der Aequinoctial-Zone Amerika's ausstoßen, und das Innere des Kraters vom *Puracé*, des berühmten Vulkans in *Popayan*, umschließt einen See, dessen Wasser reich an Schwefel-Wasserstoff-Gas befunden wird. Nach dem gewaltigen Erdbeben, welches Neu-Granada am 16. November 1827 verwüstete, führten der Magdalena- und der Cauca-Fluß mehrere Stunden lang schlammige Massen mit sich, die einen unerträglichen Geruch nach Schwefel-Wasserstoff-Gas verbreiteten. Diese und andere Erscheinungen weisen darauf hin, daß Gas-Entwickelungen die Ursachen jenes furchtbaren Ereignisses gewesen seyen. Wir werden mehr davon hören, wenn wir uns über Erdbeben unterhalten.

Mit Erden, Alkalien und verschiedenen Metall-Dryden, die

wie im nächsten Verfolg kennen zu lernen haben, verbindet sich Schwefel-Wasserstoff-Gas. Hier will ich nur die Bemerkung beifügen, daß die meisten körnigen Kalke, selbst der Marmor von Carrara und von Paros, beim Zerschlagen sehr oft einen Geruch nach jenem Gas entwickeln. Seine Gegenwart erklärt sich in solchen Felsarten durch Zersetzung gewisser Eisenerze, welche darin enthalten sind.

Sin und wieder haben in Kohlen-Gruben Entwicklungen des Schwefel-Wasserstoff-Gases statt. Aus einem Gemenge von atmosphärischer Luft und von jenem Gase bestehen zum Theil die schlagenden Wetter der Bergleute.

Phosphor-Wasserstoff-Gas — auch Phosphor-Luft, oder leuchtendes Gas genannt — ist eine der brennbarsten Substanzen; es fängt Feuer, so wie dasselbe mit atmosphärischer Luft in Berührung kommt. Läßt man Blasen des Gases durch Wasser hindurch aufsteigen, so entzündeten sich dieselben, indem sie zerplätzen, wie sie die Oberfläche der Flüssigkeit erreichen, und zugleich steigt weißer Rauch auf. — Ich habe schon erwähnt, daß Phosphor-Wasserstoff-Gas dem Mineralreiche vielleicht ganz fremd sey. Allem Vermuthen nach, ist dasselbe die Ursache gewisser Phänomene, welche Aberglaube früherer Zeit und Unbekanntschaft mit der Natur, in die Klasse böser Geister setzte. Ich rede von sogenannten Irrlichtern, von den kleinen, Lichtflammen ähnlichen, leuchtenden Luft-Erscheinungen, die auf Schlachtfeldern und Begräbnißplätzen, in Sümpfen, überhaupt an Orten wahrgenommen werden, wo thierische Körper in Fäulniß übergehen. Den Bewohnern mancher hochliegenden Thäler des Schwarzwaldes sind solche „fenerige Männer“ nicht fremd. In Nebeln gehüllten Lichtern gleich, die bald lebhafter werden, bald schwächer, bewegen sie sich, um schnell wieder zu verschwinden. Landleuten gewisser Gegenden Frankreichs gelten ihre „feux

follets“ für Seelen von Verdammten, die auf der Erde herumzuirren verurtheilt sind.

Vom salzsauren Gas will ich hier nur bemerken, daß dasselbe nichts weiter ist, als Salzsäure in Gas-Gestalt. Salzsaures Gas, welches sich vorzüglich aus Feuerbergen entbindet, bildet, in Berührung mit atmosphärischer Luft, weiße, erstickende Dämpfe. Es bringt auf der Haut eigenthümliche stechende Empfindungen hervor, so wie ein Gefühl von Wärme. Lichter, in jenes Gas gebracht, verlöschen, nachdem sich die Flamme auf einen Augenblick grün gefärbt hat.

Schwefeligsaures Gas verhält sich zur schwefeligen Säure, wie salzsaures Gas zur Salzsäure: es ist schwefelige Säure in Gas-Form. Man findet das schwefeligsaure Gas bei Vulkanen, in Quellen, auch entwickelt sich dasselbe aus brennenden Steinkohlen-Lagern.

Salzsäure und schwefelige Säure haben Sie in der nächsten Vorlesung kennen zu lernen, und die Betrachtungen über manche denkwürdige geologische Phänomene, mit dem Auftreten beider zuletzt erwähnten Gasarten verbunden, sollen seiner Zeit zur Sprache gebracht werden.

Siebente Vorlesung.

Säuren. Alkalien. Salze.

Zu mehreren Malen sah ich mich veranlaßt, gewisser Substanzen zu gedenken, die mit dem Ausdrücke Säuren bezeichnet werden, ohne daß es bis jetzt am Orte gewesen wäre, den Begriff festzustellen, vom Ursprung der Säuren zu reden, die Eigenschaften zu schildern, an denen sie erkannt werden. Ehe ich darauf eingehe, die Bemerkung: daß Säuren mächtig wirkende Kräfte bei vorkommenden chemischen Veränderungen sind, und eine genaue Kenntniß ihres Wesens, so wie der Art und Weise ihres Wirkens nicht entbehrt werden kann. Mehreren Säuren ist im Naturreiche eine sehr ausgezeichnete Rolle angewiesen. Sie sind es, welche, selbst heutigen Tages noch, zahllose Zersehnungen von Mineralkörpern hervorbringen; durch sie werden neue Verbindungen in Menge gebildet; in der Thätigkeit der Säuren haben wir den Schlüssel zur Lösung nicht weniger geologischer Probleme zu suchen. Ich will im Allgemeinen bemerken, daß es vorzüglich zwei Wege gibt, durch welche Säuren bei Körpern, mit denen man sie in Berührung bringt, Aenderungen hervorrufen. In gewissen Fällen verbinden sich Säuren, als solche, ohne eine Zersetzung zu erfahren, jenen Körpern, und machen nun einen Bestandtheil davon aus; in andern Fällen hat Zersetzung der

Säuren statt, nur einer ihrer Bestandtheile geht in die neue Verbindung ein. Es wird dieß sogleich deutlicher werden, wenn wir die Natur der Säuren näher kennen lernen.

Die größere Zahl der Säuren stellt sich — eine Folge ihrer Anziehung zum Wasser — flüssig dar; einige sind feste Körper, anderen ist Gas-Gestalt eigen. In der Form allein liegt sonach keineswegs das Bezeichnende, und eben so wenig im sauern Geschmack, von dem sie den Namen tragen; denn nicht alle Säuren besitzen dieß bezeichnende Merkmal, obwohl es eine Eigenthümlichkeit ist, welche bei manchen bis zum Aetzenden und Giftigen gesteigert wird. Mehr durchgreifend ist die Eigenschaft, daß Säuren blaue Pflanzensäfte und damit gefärbte Stoffe röthen.

Was den Ursprung der Säuren betrifft, so entstehen sie meist durch Verbindung gewisser Substanzen mit Sauerstoff; unter welchen besondern Umständen, das soll bei den einzelnen Säuren dargethan werden. Von dieser säurenden Eigenschaft hat jenes Element seinen Namen (S. 41).

Selten findet man Säuren rein in der Natur; die Ursache ist in ihrer starken Verwandtschaft für so viele andere Körper zu suchen. Mit Alkalien, mit Erden und Metallen gehen Säuren vielartige Verbindungen ein.

Ohne länger bei allgemeinen Betrachtungen zu verweilen, will ich Sie mit den Säuren bekannt machen, welche für uns besonders interessant sind.

Schwefelsäure und schwefelige Säure — beide in geologischer Hinsicht von großer Wichtigkeit — werden erzeugt, wenn Schwefel in freier Luft, oder überhaupt in Berührung mit Sauerstoff verbrennt; der Sauerstoff tritt zum Schwefel, das Gemische beider bildet ein Gas, welches so starke Anziehung zum Wasser hat, daß wir es gewöhnlich damit verbunden

treffen. Die Schwefelsäure — von der schwefeligen Säure dadurch verschieden, daß sie mehr Sauerstoff enthält — eine der kräftigsten Säuren, ist sehr schwer, ähend, ohne Farbe und Geruch, und von auffallend saurem Geschmack. Man bezeichnete sie ehemals, mit Beziehung auf ihre Vereitung aus Eisen-Vitriol, als Vitriolsäure; auch trug sie den ungeeigneten Namen Vitriolöl, ein Ausdruck, der von der Zusammensetzung jener Säure sehr irrige Begriffe veranlassen könnte. — Schwefelige Säure, als Gas ist unsichtbar, wie Luft, unangenehm von Geschmack und hat den eigenthümlichen Geruch, welcher brennenden Schwefel bezeichnet. Eingeathmet reizt schwefeligsaures Gas zum Husten; in größerer Menge bewirkt es Erstickung. Mit Wasser verbunden, hat die schwefelige Säure nur geringe saure Eigenschaften.

Diese sind die Merkmale der, auf künstlichem Wege bereiteten, Schwefel- und schwefeligen Säure; beide kommen auch in der Natur vor, und keineswegs selten. Die Schwefelsäure findet sich in Menge mit Alkalien, mit Erden und Metallen verbunden. Ich will nur an den Gyps erinnern, in dessen Gemische jene Säure von 100 Theilen fast die Hälfte ausmacht. Die schwefelige Säure wird, als Gas so häufig bei gewissen Vulkanen getroffen, daß sie für deren Dämpfe ein bezeichnendes Merkmal abgibt. Auch in Quellen, nahe bei Feuerbergen, ist dieselbe enthalten. — Was die Gegenwart des schwefeligsauren Gases in vulkanischen Dämpfen betrifft, so erinnere ich an das in der dritten Vorlesung (S. 119) darüber Besprochene. Es ist jenes Gas, welches die Phänomene der Solfataren hervorbringt, von denen wir bei den Vulkanen ausführlicher hören werden. Hier vorläufig die Bemerkung, daß das Gas, unter solchen Umständen, seine bleichende Eigenschaft in auffallender Weise darthut. Schwarzgraue Lavas, dem Einwirken

desselben angesetzt, werden zu erdigen Massen, deren blendend weiße Farbe ihnen nicht selten die täuschendste Aehnlichkeit mit reiner Kreide verleiht. — Vom Vorkommen der Säure in fließenden Wassern, mögen nachfolgende beide Thatfachen als Beispiele dienen. An der Mündung des Feuerberges *Puracé*, im Amerikanischen Freistaate *Columbia*, entspringt, in gewaltiger Höhe, 12,900 Fuß über dem Meere, ein Fluß, den die Eingeborenen, des sauern und zusammenziehenden Geschmacks seiner Wasser wegen, als *Rio vinagre* bezeichnen. Auf weite Strecke hat der „Eßig-Fluß“ einen unterirdischen Lauf; erst da, wo er, mehr als 300 Fuß hoch herabstürzend, einen prachtvollen Wasserfall bildet, kann man ihm nahen. Menschen, die längere Zeit im Staubregen verweilen, empfinden heftigen Augenschmerz. Der *Rio vinagre* hat vollkommen klares Wasser; aber es röthet blaue Pflanzen-Farben, und bewährt dadurch seinen Säure-Gehalt. Ein anderes Beispiel entnehme ich von der Insel Java. An der östlichen Küste erhebt sich ein Vulkan, der *Idienne*-Berg genannt, welcher besonders schwefelreich ist; öfter wurde die Holländisch-Östindische Compagnie von hier mit Schwefel, zum Behuf der Schießpulver-Bereitung, versehen. Den Grund des erloschenen Kraters füllt Wasser, das schwefelige Säure enthält; es ist warm, hat einen sauern Geschmack, und von seiner Oberfläche steigt stets Rauch empor. Aus diesem See tritt ein Bach, der längs der Ufer kein Pflanzen-Wachsthum aufkommen läßt, und die Fische des Flusses tödtet, in welchen er sich ergießt. *Songi ponti* heißt dieser schwefeligen Säure Bach in der Landes-Sprache.

Eine der, wohl am häufigsten in der Natur vorkommenden, Säuren ist Jbnen, nach ihrer Entstehungsart, nach den Eigenschaften, welche sie auszeichnen, so wie hinsichtlich der geologischen Bedeutung, die ihr verliehen, bereits in der sechsten Vorlesung

bekannt geworden. Ich rede von der *Kohlensäure*; es wurde derselben gedacht, als die Gasarten zur Sprache kamen (S. 191). Sie erinnern sich, daß — wie unter andern der S. 196 erwähnte Versuch ergab — die Kohlensäure eine der schwächsten ist, indem dieselbe von den meisten übrigen Säuren aus ihren Verbindungen ausgetrieben wird.

Eine andere, zu den sehr starken Säuren gehörende, die *Salpetersäure*, entsteht, wenn *Stickstoff* und *Sauerstoff* sich verbinden. Ihren Namen hat diese Säure daher, daß man dieselbe aus Salpeter bereitet, wovon sie einen Bestandtheil ausmacht. Im freien Zustande ist die Salpetersäure nicht bekannt, nur im wasserhaltigen; denn sie zieht sehr leicht Wasser aus der Luft an, und zeigt sich in jedem Verhältnisse damit mischbar. Was wir im gewöhnlichen Leben *Scheidewasser* nennen, ist verdünnte, unreine Salpetersäure. — Ihrem Wesen nach stellt sich die Säure, von der wir reden, als farblose, rauchende Flüssigkeit dar, von eigenthümlich stechendem Geruch und von scharf saurem Geschmack. Sie färbt die Haut gelb und zerstört alle organischen Stoffe. Mit Alkalien, auch mit einigen Erden, finden wir Salpetersäure verbunden unter den Erzeugnissen des Mineralreiches; aber in geologischer Hinsicht steht sie der Schwefelsäure und andern Säuren so sehr nach, daß dieselbe, in solcher Beziehung, nur als höchst untergeordnet zu betrachten ist.

Auf ähnliche Weise, wie Schwefelsäure sich bildet, wenn Schwefel in Luft oder Sauerstoffgas verbrannt wird, entsteht, durch Verbrennung des Phosphors, die *Phosphorsäure*. Mit Kalkerde verbunden, macht diese Säure einen Hauptbestandtheil in der chemischen Zusammensetzung der Thierwelt aus. Als Bestandtheil von Mineralien, ist Phosphorsäure selten; indessen muß eine gewisse Menge in verschiedenen, Petrefakten führenden,

Felsmassen enthalten seyn; denn fossile Thiergebeine aus ältern und neuern Gestein-Bänken entnommen, haben einen mehr oder weniger beträchtlichen Gehalt an phosphorsaurem Kalk. Des Englischen Chemikers Turner Analysen ergaben 18 bis 24 Procent in versteinerten Fisch-Nesten aus der Kreide, und aus dem Bergkalk, und in Rippen und Zähnen des *Ichthyosaurus*, der urweltlichen Eidechse, die im Liasschiefer gefunden wird, hat man sogar 50 Procent phosphorsauren Kalk nachgewiesen. — Von den Eigenschaften der Phosphorsäure, wie man solche durch Verbrennung des Phosphors erhält — denn die übrigen Darstellungs-Arten dieser Substanz kümmern uns nicht — habe ich Ihnen nur zu sagen, daß sie eine weiße lockere Masse ist, welche in der Glühhitze zu durchsichtigem Glase fließt und in Wasser aufgelöst werden kann.

Wie ich im Vorhergehenden bereits erwähnte, so kennt man auch Säuren, an deren Bildung der Sauerstoff keinen Antheil nimmt. Aus der Verbindung von dem Ihnen bekannten Chlor (S. 122) mit Wasserstoff (S. 115) entsteht Chlor-Wasserstoff als Gas-Gemische, und wenn Wasser dieses Gemische in sich aufnimmt, so wird daraus Chlor-Wasserstoff-Säure, die wässerige Salzsäure, der Salzgeist in der Sprache gewöhnlichen Lebens. — Salzsäure ist eine farblose Flüssigkeit; bei geringem Wasser-Gehalt stößt sie an der Luft Rauch aus, schmeckt sehr sauer, hat einen stechenden Geruch und wirkt etwas ähend. Als Bestandtheil von Mineralien, findet sich diese Säure nur in wenigen Fällen, dagegen ist sie den Dämpfen vieler Vulkane beigemengt. Wenn die Feuerberge und ihre Erscheinungen zur Sprache kommen, werden wir mehr davon hören. Hier will ich nur bemerken, daß es die Salzsäure ist, welche Laven und andere vulkanische Gesteine schön hochgelb färbt, wenn sie dieselben durchdringt. Seltsame

Täuschungen wurden auf solche Weise veranlaßt; Viele glaubten, Schwefel-Beschläge da gesehen zu haben, wo nichts als gefärbte Rassen vorhanden waren. — Gleich der schwefeligen Säure, ist die Salzsäure hin und wieder in warmen Quellen vorhanden, und im Wasser gewisser Bäche und Seen fernländischer Gegenden.

Mit dem Namen Königswasser bezeichnet man ein Gemische von Salzsäure und Salpetersäure. Es hat diesen Namen von der Eigenschaft, Gold, den „König der Metalle,“ aufzulösen, was, wie ich früher bemerkte, jede der genannten Säuren, für sich allein, nicht vermag.

Es sind dieß bei weitem nicht alle Säuren, welche wir kennen zu lernen haben. Von den übrigen, die aus geologischem Gesichtspunkt betrachtet, weniger allgemein wichtig, nicht so durchgreifend wirksam sind, wie die meisten bis jetzt aufgeführten, soll später Erwähnung geschehen. So habe ich, um nur einiger Beispiele zu gedenken, das die Flußsäure und die Boraxsäure Angehende noch nachzutragen. Manchen dieser Säuren ist nur gewisse Bedeutung für einzelne Orte und Gegenden verliehen; andere werden uns, bei diesen und jenen Anlässen, Beziehungen und Verhältnissen besonders interessant. Sie dürfen also nicht besorgen, daß ich unvollständig in meiner Entwicklung bleibe; allein indem Sie nach und nach Kenntniß jenes Mannigfaltigen sich aneignen, werden Sie das Einzelne leichter und besser erfassen, mit größerer Aufmerksamkeit verfolgen, und im Gedächtnisse zu bewahren vermögen.

Als „Reagentien“, als Mittel, um diese und jene Eigenschaften an Mineralkörpern erforschen zu können, um die Erscheinungen hervorzurufen, welche sie, nach dem Mannigfaltigen ihrer Natur zeigen, eignen sich, unter den verschiedenen Säuren, vorzüglich Schwefel-, Salz- und Salpetersäure. Die wichtigsten Phänomene, was das Verhalten von Mineralien gegen Säuren

betrifft, sind Lösbarkeit, mit oder ohne Entweichen von Luftarten; Färbung und sonstige Beschaffenheit der Auflösung; Absetzen von Niederschlägen; Bildung von Gallerten u. s. w. Bringt man z. B. ein Stückchen Kreide, oder irgend eines andern kohlensauren Kaltes in Salpetersäure, so erfolgt Auflösung unter Brausen, denn die Kohlensäure entweicht in Gas-Gestalt; gewisse Metalle färben die Auflösung grün, andere blau oder roth; einige Mineralien wandeln sich, wenn man Säuren darauf einwirken läßt, zu einem flockigen, schleimigen Wesen um, sie bilden das, was man Gallerte nennt.

Lernen wir nun die Alkalien kennen. Es sind Stoffe, von denen man in Künsten und Gewerben, wie in der häuslichen Oekonomie, täglich Gebrauch macht, und die, in geologischer Hinsicht, besonders wichtig sind. Ich werde Ihnen das Merkwürdigste vortragen.

Bis zu neuerer Zeit galten gewisse Alkalien, die man — da sie sehr hohe Hitze-Grade ertragen, ohne sich zu verflüchtigen, oder in Dämpfe verwandelt zu werden — als feuerbeständige, fixe bezeichnete, für Elemente; denn vergebens hatten sich die Chemiker an deren Zerlegung versucht, und so blieb ihre wahre Natur gelehrte Streitfrage, bis durch Davy, den großen Englischen Scheidekünstler, die Zusammensetzung jener Körper als wohlbeglaubigte Thatfache dargethan, bis erwiesen wurde: Alkalien seyen Verbindungen eigenthümlicher Metalle mit Sauerstoff. (Siehe oben S. 132.)

Im Gegensatz feuerbeständiger Alkalien, kennt man ein flüchtiges Alkali. Reden wir zuvörderst von Merkmalen und Verhältnissen feuerbeständiger Alkalien. Es gehören dahin: Kali, Natron und Lithon oder Lithion. Wichtig sind uns besonders die beiden erstern.

Kali und Natron haben viele gemeinschaftliche Merkmale

und Beziehungen; allein beide weichen auch, in gewisser Hinsicht, sehr von einander ab, und thun dieß vorzüglich dar durch das Verschiedenartige der Salze, die sie mit Säuren bilden, so wie durch gewisse charakteristische Eigenschaften, welche dieselben jenen Mineralkörpern verleihen, in deren Zusammensetzung sie eingehen, von denen sie einen Bestandtheil ausmachen. Wir werden dieß Alles näher entwickeln.

Kali und Natron, von Chemikern im Reinheits-Zustande dargestellt, sind feste, spröde Massen, grau von Farbe und ohne Glanz. Sie haben keinen Geruch, aber, gleich den Säuren, einen eigenthümlichen, und zum Theil sehr stechenden Geschmack; auf die Zunge gebracht, erregen sie das Gefühl von Brennen; dabei wirken dieselben ähend, sie vermögen thierische Stoffe aufzulösen. Blaue Pflanzensäfte färben Alkalien grün, und gelbe werden durch sie braun. In Wasser zeigen sich Alkalien auflösbar; mit Oehlen, oder mit fetten Thier-Substanzen, können sie gemischt werden. Ich erinnere an die Lauge, welche zum Waschen dient, und an Bereitung der Seife. — Kali und Natron sind erst in starker Rothglüh-Hitze schmelzbar.

Einige Bemerkungen über die verschiedenen Gewinnungs-Weisen der Alkalien dürften nicht ohne Interesse für Sie seyn.

Kali erhält man hauptsächlich durch Auslaugen der Asche von verbranntem Holze, oder von Kräutern; neuere Erfahrungen lehrten, daß selbst bloßes anhaltendes Kochen in Wasser hinreiche, um Hölzern ihren Kali-Gehalt zu entziehen. Ehedem wurde die Verbrennung der Pflanzen, zum Behufe der Kali-Bereitung, in großen Eisen-Töpfen vorgenommen; daher der Name Pottasche, das heißt Topfasche. Allein dieses Kali, welches man früher als vegetabilisches Alkali zu bezeichnen gewohnt war, gehört keineswegs dem Pflanzenreiche ursprünglich; die Gewächse eignen sich ihren Kali-Gehalt aus dem Boden an, der sie nährt,

und der Boden entsteht aus zersehten Gesteinen: von diesen rührt das Kali her.

Natron — auch Soda genannt, und Trona bei den Arabern — ist ebenfalls durch Auslaugen von Pflanzen-Asche zu erhalten; aber nur die Asche solcher Gewächse liefert Natron, welche am Meeresstrande leben, oder am Ufer von Seen, deren Wasser salzig ist; von der salzigen Fluth, die ihre Wurzeln bespült, nähren sich jene Pflanzen. Durch das Vorkommen Natron-reicher Gewächse, hat die wohlthätige Hand der Natur den Bewohnern vieler unwirthbaren Küsten eine Erwerb-Quelle verliehen. Auf den *Shelland*-Inseln — bekannt wegen ihrer rauhen nackten Felsen, und den mit Heide bedeckten Bergen, zwischen welchen nur hin und wieder dürftig angebaute Bodenstücke gefunden werden — nähren sich viele Menschen fast ausschließlich davon, daß sie Seekräuter sammeln, um Kelp, das ist unreines Natron, zu bereiten.

Auch aus dem Verschiedenartigen des Alkali-Gehaltes von Strand-Pflanzen und jener des Land-Innern, geht der Beweis hervor, daß sie denselben während ihres Wachsthumes vom Boden empfangen.

In Beziehung auf die Anwendung der Alkalien habe ich Ihnen, aus sehr alter Zeit, einige Thatsachen mitzutheilen. Das erste Glas bereitete man aus dem Sande eines Flusses, welcher in Palästina seinen Lauf hat. Der Zufall veranlaßte die Entdeckung eines der vollkommensten und schönsten chemischen Fabrikate. Reisende Kaufleute kochten am Ufer des Flusses auf großen Natron-Stücken, wie solche in den Seen des Landes zu finden sind. Sie beobachteten, daß sich an jenen Stellen, wo das schmelzende Natron in den Sand rann, eine harte Substanz bildete. Aus diesem Grunde wurde der Fluß, der früher einen andern Namen hatte, als „Glas-Fluß“ bezeichnet. — Ebenso ist die Bereitung der

Seife aus Kali und Talg keine Erfindung, welche in spätere Jahre fällt; bei den Ausgrabungen von Pompeji fand man eine Seifensieder- Werkstätte.

Im reinen Zustande liefert das Mineralreich weder Kali, noch Natron; allein beide Stoffe kommen mit verschiedenen Säuren verbunden mehr oder weniger häufig vor, und spielen zugleich, indem sie mit Kiesel-erde und mit andern Erden verschmolzen erscheinen, wesentliche Rollen in der Zusammensetzung vieler Mineralkörper, von denen einige, wie gewisse Feldspathe, Glimmer n. s. w. in der festen Erdrinde sehr allgemein verbreitet erscheinen, so daß sie an deren Bildung entschieden Antheil haben. Im Vergleich zu Kiesel- und Thonerde, ist allerdings der Gesammt- Betrag des, in Felsmassen enthaltenen, Kalis geringer; man kann annehmen, daß derselbe in granitischen Gesteinen ungefähr 6 bis 7 Procente ausmacht. Natron findet sich, ungefähr in gleicher Menge, in den meisten vulkanischen Gebilden.

Wir wollen dieses Mannigfaltige etwas genauer erörtern. Zuvor die Bemerkung, daß Alkalien und Säuren in der Regel große gegenseitige Verwandtschaft zeigen, und daß sie, mit einander verbunden, wechselweise ihre Eigenthümlichkeiten aufheben, ihre charakteristischen Wirkungen schwächen. Mischt man zwei Substanzen der Art, eine Säure mit einer kleinen Menge Alkali, so mindert sich die saure Beschaffenheit der erstern; sie wirkt weniger ähend. Setzt man größere Quantitäten Alkali hinzu, so wird die Kraft der Säure noch mehr geschwächt. Die neu gebildete Verbindung ist von salzigem Geschmack; aber sie zeigt sich nicht mehr ähend. Diese Aenderungen in Eigenschaften von Säuren und Alkalien sind als Folgen gegenseitiger Verwandtschaft beider Substanzen zu betrachten. „Neutralisiren“ ist das chemische Kunstwort, womit man den herbeigeführten Zustand der Sättigung, in welchem die eigenthümlichen Kräfte

beider Körper aufgehoben werden, bezeichnet; die neutrale Mischung heißt Salz*.

Gewisse, in der Natur vorkommende, Salze müssen wir genauer kennen lernen. Sie eignen sich, als Beispiele, zum bessern Verständniß des Vorgetragenen, dabei sind es Gegenstände, von welchen Sie einige Kunde nicht entbehren dürfen, auf die ich jedoch im Verfolge nicht mehr, oder nur beziehungsweise, zurückzukommen habe, und überdieß knüpfen sich an jene Salze, von denen die Rede seyn soll, rücksichtlich ihres Entstehens, wie in anderem Betracht, manche nicht unwichtige Bemerkungen.

Mit Kohlensäure verbunden erscheint Natron in großer Menge aufgelöst im Wasser gewisser Seen. Ungarn, Aegypten, Arabien, Persien, Indien, Tibet, China, Sibirien, die Ebenen längs des Kaspischen und Schwarzen Meeres, Mexiko, haben solche denkwürdige Phänomene aufzuweisen, und überall sind die Verhältnisse im Ganzen die nämlichen. Auch enthält der Boden jener Länder hin und wieder das befragte Salz in größter Häufigkeit; er ist zur Sommerzeit hart, dunkelfarbig und bringt kein Gras hervor. — In den „Natron=Seen“ verdampft das Wasser, während der wärmern Monate, durch Einfluß der Sonne. Nun entsteht ein, nicht selten mehrere Fuß dicker, Natron=Absatz, der in der Regel nicht rein ist, sondern Kochsalz, und oft in gewisser Quantität, beigemengt enthält. Mit Schaufeln wird jener Absatz vom Boden aufgenommen.

Nur einige der „Natron=Seen“ wollen wir genauer kennen lernen. In Ungarn finden sich deren mehrere zwischen Debreßin und Nagh=Barad im Biharer Komitate. Weißer quarziger (kieseliger) Sand und grauer Thon, mehr oder weniger durchdrungen von salinischen Substanzen, bilden die Ufer.

* Von andern Salzen, die aus der Verbindung gewisser Säuren mit Erden, oder mit Metallen entstehen, kann erst später die Sprache seyn.

Seit Jahrhunderten sammelt man hier Natron zur Sommerzeit, wo die Seen, bei ihrer geringen Tiefe, meist vertrocknen, und das Salz sodann in großer Menge ausblüht. Auch heftige Winde führen nicht selten schnelle Abnahme des Wassers herbei, so daß es in wenigen Tagen verdunstet. Das eigenthümliche Aussehen, welches die Oberfläche des Bodens durch die Salzrinde erlangt, womit sie bekleidet erscheint, hat den Namen „weiße Seen“ veranlaßt; als solche sind dieselben im Lande bekannt. Die Wüste Afrika's, zumal deren östliche Hälfte, hat Natron-Seen aufzuweisen, welche zum Theil von nicht unbedeutender Länge und Breite sind. Gruppen von Dattel-Palmen umgeben die, mit hohem Grase bewachsenen, sumpfigen Ufer; dunkelblauer, schlammiger Sand setzt den Boden zusammen. Auf der Oberfläche schwimmen dünne Salz-Lagen, sogenannte „Natron-Kuchen“, gleich Eischollen, umher. Nach und nach senken sich die, an Dicke stets zunehmenden, Natron-Kuchen, und so entsteht, in der Mitte jedes Natron-See's, eine Natron-Insel. Manche dieser sonderbaren Eilande messen fünfzehn Fuß Höhe und haben hundert Fuß und darüber im Umfang. In Aegypten scheidet ein Plateau, das weit erstreckt, sehr breit ist und der Meeresküste parallel zieht, das Nil-Thal vom Thal der Natron-Seen. Sand-Ablagerungen trennen die einzelnen Seen, deren Gesamtheit einen Raum von ungefähr 6 Stunden Länge und 1800—2400 Fuß Breite einnimmt. Sonderbar ist der Contrast zwischen dem Grün des Schilfrohrs und der Rinsen am Seeufer und der Weiße der Salzrinden. In Columbien gewinnt man Natron — dort zu Lande *Urao* genannt — aus einem See, der unsern Merida, im kleinen La Lagunailla-Thale, liegt, und dessen Boden etwa 400 Fuß höher ist, als der Meeres-Spiegel. Zur Regenzeit hat der See über dreihundert Fuß Länge und Breite. Er trocknet nie aus, obwohl die Tiefe nur neun Fuß

beträgt. Sein Wasser, welches keine Fische nährt, hat eine gelblichgrane Farbe. Diejenigen, welche sich der Gefahr-vollen Arbeit unterziehen, das Salz vom Seeboden aufzusammeln, sind ohne Ausnahme durch roth gefärbte Haare zu erkennen; ihr Tod ist unvermeidlich, falls sie, beim Untertauchen, eine gewisse Menge vom salzigen Wasser verschlucken. In *Columbien* leistet das *Urao* bei der Tabaks-Fabrikation sehr wesentliche Dienste.

Manche Felsarten beschlagen sich, das heißt, sie werden nach und nach auf ihrer Oberfläche mit dünner, flockiger Rinde bedeckt; dieser Beschlag, diese Ausblühhung, ist kohlen-saures Natron. Ebenso findet man die Substanz hin und wieder an Mauern sehr tiefer Gewölbe.

Kohlen-saures Natron, wie solches die Natur erzeugt, stellt sich in Nadel-förmigen Krystallen dar und in körnigen Massen, ist granlich- oder gelblichweiß von Farbe, zuweilen schwach glänzend, wie Glas, und hat einen salzig-brennenden Geschmack. Von andern, in äußerlichen Merkmalen ähnlichen, Salzen, ist dasselbe dadurch leicht zu unterscheiden, daß es, in stärkere Säuren, z. B. in Schwefelsäure, gebracht, aufbraust, und daß es den Beilchen-saft grün färbt.

Ueber den Ursprung des kohlen-sauren Natrons bestehen verschiedene Meinungen. So viel dürfte als entschieden anzusehen seyn, daß dasselbe Produkt statt habender Zersehungen ist; ein auffallendes Phänomen bleibt jeden Falls die lange, nicht unterbrochene Dauer der Bildung des Salzes.

Mit Salpetersäure gehen Natron sowohl als Kali Verbindungen ein; man kennt einen Natron- und einen Kali-Salpeter. Letzterer wird häufig getroffen als Ausblühhung, als Beschlag an mehreren Gesteinen, besonders aber in Höhlen und auf der Oberfläche des Bodens; so zumal in Spanien, Ungarn, Aegypten, Indien, Kentucky in Nord-Amerika, Brasilien, auf der

Insel Ceylon. In Deutschland ist die Burcardus-Höhle, unfern Würzburg, wegen ihrer Salpeter-Bildung bekannt. In der Ost-indischen Provinz *Coinhatare* wittert das Salz an vielen Orten aus steinigem Boden. Man hat Nutzen davon gezogen: die Salpeter-reiche Erde wird in großer Menge gesammelt und gereinigt. In Bengalen laugt man die Salpetererde mit Wasser aus, leitet die Flüssigkeit in Gruben, und läßt sie durch Sonnenhitze verdunsten. — In und zwischen altem Mauerwerk sehen sich, ohne künstliches Dazuthun, salpetersaure Erdsalze, und oft in bedeutenden Quantitäten ab. Syrien, Palästina und Damascus gewähren Beispiele der Art. So wird unter andern Erde, welche das Salz enthält, in verfallenen Häusern der einst bedeutenden Stadt Schaara getroffen, und unter den Ruinen von Bersak gräbt man eine Erde, welche beim Verfeuern Salpeter liefert.

Kali-Salpeter, von dessen Vorkommen bis jetzt die Rede gewesen, erscheint in Nadel-förmigen Massen, und als Rinden-artiger Ueberzug. Seine Farbe ist weiß ins Graue ziehend. Am kühlenden, salzig-bittern Geschmack läßt sich das Salz — dessen wichtigster Gebrauch seine Anwendung zum Schießpulver ist — leicht erkennen; ein mehr sicheres Merkmal gewährt die Eigenschaft desselben, auf glühenden Kohlen zu verpuffen, das heißt, mit dumpfem Knallen sich zu entzünden und abzubrennen; dadurch ist Salpeter von allen übrigen salinischen Substanzen unterscheidbar.

Ueber die Bildungsweise des, in der Natur vorhandenen, Salpeters weiß man nichts Genaueres. Einiges Licht gibt die künstliche Bereitung in sogenannten Salpeter-Plantagen. Dem Wesentlichen nach bestehen diese aus faulenden thierischen Stoffen, welche mit Erde gemengt sind, um sie locker zu erhalten, und außerdem mit Kalk, gewöhnlich Mänschutt, um die Salpetersäure zu binden, sobald sich diese letztere aus dem Sauerstoff

der Atmosphäre und aus dem Stickstoff thierischer Materien gebildet hat. Der salpetersaure Kalk wird sodann durch kohlensaures Kali zerlegt. — Nun findet man allerdings nicht selten Salpeter an Stellen, wo thierische Substanzen in Fäulniß übergehen, und sein Entstehen wäre sodann wohl auf ähnliche Weise erklärbar. In andern Fällen kommt unser Salz an Orten vor, wo zwar keine thierischen Stoffe getroffen werden; berücksichtigt man aber, nach Mitscherlich's Bemerkung, daß das Wasser des Bodens auf sehr große Erstreckung Salpeter enthalten kann, und daß viele Gebirge voll von Thier-Üeberresten sind, so dürfte dennoch die Bildung der Salpetersäure in der Natur, auch unter Verhältnissen, wie die zuletzt erwähnten, der künstlichen Erzeugung des Salzes zu vergleichen seyn.

Den Natron-Salpeter, wovon die Rede gewesen, kennt man bis jetzt in Europa nicht. Er findet sich um *Huantajaya*, wo die *Pampa de Sal* ist, in der Provinz *Tarapacá* (südliches Peru). Aus J. Meyers Mittheilungen wird es höchst wahrscheinlich, daß das Salz als Ausblühung auf Sand oder auf kahlen Felsen vorkommt. Längst wäre Europa mit ungeheuern Massen dieses „Amerikanischen Salpeters“ überschwemmt worden, hätte man früher dessen Anwendung zur Schießpulver-Vereitnung kennen gelernt. Seit etwa neun Jahren wird uns derselbe als Handels-Artikel zugeführt, und die niederen Preise dürften dem bisherigen Verkehr mit Indischem Salpeter bald sehr nachtheilig werden.

Bei dieser Gelegenheit will ich erinnern, daß das, was man Kalk-Salpeter zu nennen pflegt, ein, mit Salpetersäure verbundener, Kalk ist, der sich als Beschlag an Mauern von Kellern, von Kasematten und andern Gewölben absetzt, so wie in Viehfällen.

Natron findet man ferner mit Schwefelsäure verbunden

im Wasser von Quellen und Seen; dieß ist das, durch seine Anwendung in der Heilkunde so bekannte Glauber-salz. In Farbe und Geschmack zeigt sich dasselbe dem kohlensauren Natron ähnlich; es schmeckt zuerst kühlend, sodann salzig-bitter. Hier und da wittert Glauber-salz auch aus der Erde, und erscheint als Ausblühung auf der Oberfläche mancher Laven.

Die große Niederlage des Natrons ist im Wasser des Weltmeers und im Steinsalz-Gebirge. Das Meeres-Wasser enthält salzsaures Natron aufgelöst. In wärmeren Gegenden, wo rasches Verdunsten an der Luft statt hat, gewinnt man Kochsalz, Seesalz, aus dem Meeres-Wasser durch ein sehr einfaches Verfahren. Es werden in die Gesteine, welche das Ufer bilden, Fassins, flache, breite Vertiefungen ausgehauen, um jenes Wasser aufzunehmen. Wie Jeder weiß, wird Krystallisirung der Salztheile durch Verdunstung der Flüssigkeit bewirkt, und je größer die Fläche, auf welcher ein solcher Proceß vor sich geht, um desto schneller entstehen Krystalle. Unter brennendem Himmel, bei trockener stark bewegter Luft, verdampft das Wasser bald; es bedeckt sich mit einer Salzrinde, die von Zeit zu Zeit zerbrochen und zu Boden gestossen wird. So bildet sich nach und nach eine beträchtliche Ablagerung reinen Kochsalzes, welche, ehe die Regenmonate beginnen, stückweise weggenommen und, an erhabeneren Ufer-Stellen, in Pyramiden aufgeschichtet wird. Hier erlangen die Salzmassen ihre volle Konsistenz, ja sie werden in dem Grade hart, daß dieselben, in manchen Gegenden, auch dem Winter-Regen ausgesetzt bleiben. Wo die Felsarten an Küsten nicht so beschaffen sind, daß Vertiefungen in denselben ausgehauen werden können, um Meeres-Wasser aufzunehmen, da umgibt man niedere Uferstellen mit Dämmen, die Fluth führt sodann das Wasser in jene Räume, wo es dem Einwirken der Sonnen-Wärme ausgesetzt bleibt. — So gewinnt man Kochsalz

am mittelländischen Meere, bei Marseille, in Portugal und in andern Gegenden. Auf mehreren Sandwich-Inseln finden sich, mitten in Dörfern, Behälter für salziges Wasser, mit Manern von Lehm und von Steinen umgeben. Aus dem nahen Meere dringt Wasser durch den lockern Sand des Strandes und wird sodann in niedrige irdene Pfannen gefüllt, wo es bald verdunstet. Die angeschossenen Krystalle, besonders ausgezeichnet durch ihre Größe, werden im Seewasser vom Schmutze gereinigt und wieder getrocknet. In Rußland, und in andern Gegenden des Nordens, läßt man Meeres-Wasser gefrieren, nimmt das Eis hinweg, welches nur süßes Wasser enthält, und versiedet das übrig gebliebene salzige Wasser. — An flachen Ufern heißer Landstriche, wo Meereswinde und Fluthen nicht selten beträchtliche Wasser-Massen landeinwärts treiben, schlägt sich, bei schneller Verdunstung, viel Steinsalz nieder, das allmählig zur festen Rinde wird. Längs der Küste von Nord-Chile führt Reisende ihr Weg, mit Pferden und Maulthierern, über sechszig Stunden weit erstreckte und mehrere Stunden breite Salzlager.

Vom Steinsalze, von den verschiedenen Arten seines Vorkommens, von der mannigfaltigen Gewinnungs-Weise, von Salzseen und Salzquellen habe ich später ausführlich zu handeln. Der Gegenstand ist zu interessant, von zu großer Wichtigkeit, um ihn bloß vorübergehend zu berühren. Nur einer Erscheinung eigenthümlicher Art möge hier noch gedacht werden. In gewissen Gegenden von Persien, namentlich unsern Ormus, gibt es Schluchten, welche die Betten von Salzquellen bilden und ein ganz eigenes Aussehen haben. Ufer und Oberfläche des, an manchen Orten stockenden, Wassers sind mit blendend weißer Salzrinde bekleidet; Reisende empfinden die brennende Sommerhitze Arabiens, aber sie glauben an den Ufern von Bächen zu stehen, die, wie in strengen Wintern, eine Schneedecke tragen.

Das dritte feuerbeständige Kali, Lithon, oder Lithion — ich habe Ihnen solches im Vorhergehenden bereits genannt — wenn wir es durch Arbeiten der Chemiker rein dargestellt erhalten, ist weiß, durchsichtig und schmilzt schon unter der Rothglühe = Hitze. Lithon hat dieselben Eigenschaften, wie Kali und Natron, und ruft auch die nämlichen Wirkungen hervor. — Manche Mineral-Wasser enthalten etwas wenig Lithon, auch macht dasselbe einen Bestandtheil einiger Mineralien aus; allein gewisse Glimmer-Arten abgerechnet, sind alle jene Mineralien, was ihre Verbreitung betrifft, mit Kali- oder Natron-haltigen Fossilien nicht zu vergleichen; sie kommen nur auf einzelne Orte beschränkt vor, und finden sich in wenig beträchtlichen Mengen.

Ich habe schon erwähnt, daß man, außer den feuerbeständigen Alkalien, ein flüchtiges kennt; dieß ist das Ammoniak, welches uns besonders merkwürdig wird durch einen Mineralkörper, an dessen Zusammensetzung es wesentlichen Antheil nimmt, nämlich durch den Salmiak, eine Verbindung aus Salzsäure und Ammoniak. Man findet den Salmiak, als dünne Rinde, als Beschlag auf Laven mancher Vulkane; mitunter erzeugt er sich auch da, wo Steinkohlen in Brand gerathen. Von den Merkmalen des Salmiaks werde ich später zu reden Gelegenheit haben, und bemerke für jetzt, daß er durch einen stechenden, scharf salzigen Geschmack, so wie durch den eigenthümlichen Geruch, welchen derselbe beim Reiben entwickelt, von allen andern salinischen Mineralien wesentlich abweicht. Früher wurde der Salmiak vorzugsweise aus Aegypten gebracht und ganz Europa damit versorgt. Ungewöhnlich erhielt er den Namen *Sal ammoniacum* vom Tempel des Jupiter Ammon, in dessen Nähe man das Salz zuerst bereitet haben soll. Wie erzählt wird, so waren dort ansehnliche Wirthshäuser zur Aufnahme der, meist mit Kameelen reisenden, zahlreichen Pilger. Die Eigenthümer der Ställe

sammelten den Harn jener Thiere sehr sorgfältig, und das daraus erhaltene Salz wurde sublimirt. Hentigen Tages gewinnt man in sehr vielen Ländern Salmiak, und in Aegypten namentlich aus Ruß vom Kameel-Mist, welcher als Brenn-Material dient.

Vom Ammoniak — welches sich, was seine Zusammensetzung betrifft, als eine höchst merkwürdige Substanz bewährt, denn es besteht aus Wasserstoff und Stickstoff — will ich nur so viel sagen, daß dasselbe durch Destillation aus Knochen und andern thierischen Substanzen erhalten wird. Für sich erscheint Ammoniak stets im gasartigen Zustande, ist farblos, von ähen- dem Geschmack und färbt Veilchensaft grün, wie die feuerbeständigen Alkalien dieß thun. — Manche Mineral-Wasser enthalten Ammoniak aufgelöst.

Achte Vorlesung.

Erden und Erze.

Des Weltkörpers Rinde ist, so weit wir sie kennen, meist von steinigen Massen zusammengesetzt. Diese „Gesteine“ aber bestehen theils aus einer der Erden, mit deren Natur uns der Chemiker Arbeiten vertraut gemacht; theils, und bei weitem öfter, sind sie Verbindungen, Verschmelzungen, zweier oder mehrerer solcher Erden, denen sich, in nicht seltenen Fällen, noch andere Stoffe — Kali, Natron, diese oder jene Säuren, gewisse Metalle u. s. w. — beigefügt. Aehnliche Gemische bilden auch bei weitem die meisten Mineralien, welche Substanzen in erstannenswürdiger Formen-Mannigfaltigkeit, einzeln zerstreut, in Spalten und auf andern abgeschlossenen Räumen zusammengedrängt, zwischen Fels-Gebilden gefunden werden.

Ihren Namen tragen die Erden — die trockenen, lockern, feuerbeständigen, oder höchst schwierig schmelzbaren, Körper — ohne Zweifel vom Boden, welchen die, bis zu gewissem Grade verkleinerten Felsmassen liefern, von der Erde.

Ich habe die Merkmale namhaft gemacht, welche sämmtlichen Erden gemeinsam zustehen; allein einer jeden sind auch besondere

Eigenthümlichkeiten verliehen. Dieß wird sich bei Betrachtung der einzelnen Erden ergeben.

Daß die Erden keine Elemente sind, sondern Substanzen, welche zerlegt werden können, ist Ihnen aus unsern früheren Unterhaltungen bekannt. Längst hatte man die Aehnlichkeit der Erden mit gewissen Verbindungen aus Metallen und Sauerstoff beobachtet. Es sind dieß die Metalloxyde, die sogenannten Metallsalze, welche im nächsten Verfolg, wenn ich von den Erzen rede, abgehandelt werden sollen. Den Chemikern unserer Zeit blieb es jedoch vorbehalten, den Beweis zu führen: daß Erden nichts anderes sind, als Metalloxyde. Durch Anwendung galvanischer Kraft ist dieß dargethan worden. Es gelang nämlich, den Erden ihren Sauerstoff-Gehalt zu entziehen, und sie lieferten alsdann Kügelchen von metallischer Natur. Setzt man die erhaltenen Erd-Metalle — warum sie so genannt werden, leuchtet von selbst ein, es wurde der Ausdruck überdies früher erklärt (S. 131) — bei erhöhter Temperatur dem Einwirken von Sauerstoff aus, so nehmen sie solchen in sich auf, und aus Erd-Metallen werden wieder die ursprünglichen Erden. Erden sind demnach Verbindungen eigenthümlicher metallischer Grundlagen und des Sauerstoffes.

Von den, geologisch bedeutenden, Erd-Metallen ist das Allgemeine erwähnt worden (S. 131). Ich weise darauf hin; über die, jeder Erde zustehenden, Eigenschaften und Beziehungen werden wir sogleich Ausführlicheres hören, denn Erden sind Körper, welche unsere ungetheilte Aufmerksamkeit verdienen.

Für jetzt will ich mich darauf beschränken, diejenigen Erden abzuhandeln, welchen mehr allgemeine geologische Bedeutung verliehen ist. Dahin gehören Kiesel-erde, Kalk-erde, Thon-erde und Talk-erde. Andere Erden, wie Baryt- und Strontian-erde, Zirkon-, Glycin- und Ytter-erde, greifen nicht

wesentlich ein in der Felsmassen Zusammensetzung; aber es rufen dieselben gar manche interessante Erscheinungen hervor, indem sie an der Bildung gewisser Mineralien wesentlichen Antheil nehmen, und wenn diese zur Sprache kommen, soll auch jener Erden gedacht werden:

Reden wir zuerst über Kieselerde. Von den allgemeinen Eigenschaften dieser Erde — durch Chemiker aus Quarz, Feuerstein, oder aus andern Kieselerde-reichen Mineralien im Reinheits-Zustande dargestellt — will ich Ihnen nur so viel sagen, daß sie ein feines, aber dennoch rauh anzufühlendes Pulver ist, das Glas ritzt, weder Geruch noch Geschmack hat, und sich nur in Flüssigkeitsäure auflöst. Kieselerde erträgt hohe Hitze-Grade, ohne zu schmelzen; setzt man aber Kali oder Natron hinzu, so fließt dieselbe, bei starkem Feuer, zu Glas. Diese Eigenschaft kannte man schon in sehr alter Zeit. Sie erinnern sich dessen, was von mir in solcher Hinsicht bemerkt wurde, als ich vom Natron sprach. Ferner zeugen dafür, die, in Pompeji ausgegrabenen, Glas-Geräthschaften. — Vollkommen durchsichtiges Glas, jenes, das dem Bergkrystall am ähnlichsten war, wurde ehemals in hohem Werthe gehalten. — Eine andere, nicht zu übersehende, Eigenschaft der Kieselerde, ist ihre Verwandtschaft zu den übrigen Erden, denen sie sich, mittelst feueriger Schmelzung, verbindet. Diese Eigenschaft muß, wie Sie hören werden, als für geologische Theorien keineswegs unwichtig gelten; gar manche der, am meisten verbreiteten, Mineralkörper — jene, die als Gemengtheile vieler Felsarten auftreten und deren Ursprung durch Einwirken von Feuer erklärt wird — sind natürliche Verschmelzungen solcher Art.

Von allen Substanzen, die feste Erdrinde zusammensetzend, kommt keine in der Menge vor, wie Kieselerde; besonders gilt das Gesagte für ältere, durch Feuer gebildete, Gesteine, für

plutonische Felsarten. Außer den vielartigen Verbindungen, welche jene Erde eingeht, erscheint dieselbe auch rein in der Natur. Bergkrystall, Quarz bestehen bloß aus Kiesel-erde; denn was diese Mineralien von fremden Bestandtheilen enthalten, ist sehr zufällig. — Eine sonderbare, und in der That keineswegs unwichtige, Erscheinung, gewährte die Auffindung reiner Kiesel-erde unter Verhältnissen, wie sie bis jetzt unbekannt, oder nicht beachtet gewesen. Bei *Ceyssat*, einem Dorfe in Anvergne, auf der alten Römer-Straße am Fuße des *Puy de Dôme*, entdeckte man, in neuester Zeit, unmittelbar unter Dammerde, und über einem Raun von mehr als vier Morgen verbreitet, eine Lage, locker, zerreiblich, weiß, wie künstlich dargestellte Kiesel-erde; und die chemische Zerlegung ergab, in hundert Theilen, nur dreizehn Theile Wasser, Thon, Eisen und andere zufällige Bestandstoffe, alles Uebrige ist Kiesel-erde. Fournet — der Französische Gebirgssforscher, welchem man die Entdeckung verdankt, und den ich Ihnen schon bei anderer Gelegenheit nannte — ließ aus der Kiesel-erde von *Cryssat*, indem etwas Thon zugesetzt wurde, Ziegelsteine brennen, deren ungewöhnliche Leichtigkeit an Ausfagen alter Naturforscher, Geographen und Architekten erinnert, an Massen, die in Sruenien und Spanien vorkommen, aus welchen die, einst so berühmten, „schwimmenden Ziegelsteine“ gefertigt wurden. Die Thatfache steht keineswegs vereinzelt. Im Sieneßischen grub man, vor längeren Jahren, eine weiße, Pflanzen-Abdrücke enthaltende, Erde. Es wurden Ziegelsteine daraus bereitet, die, leicht wie Korkholz, sich zugleich als so schlechte Wärmeleiter zeigten, daß Steine der Art, an einem Ende roth, glühend, am andern mit der Hand erfaßt werden konnten. Letztere Eigenschaft gab Anlaß zu einem Versuche, der Ihrer Aufmerksamkeit werth ist. Man erbaute aus solchen Ziegelsteinen, auf dem Boden eines alten Fahrzeuges, ein kleines gewölbtes

Gemach, dessen Inneres mit Kanonen-Pulver angefüllt, das Ganze sodann mit Reisern überdeckt und angezündet wurde. Alles Holzwerk des Schiffes verbrannte; der gemauerte Behälter sank unter, ohne daß das Pulver Feuer fing. Dies erinnert an das bekannte Schiff eines Syrakusaner Königs, welches unter unmittelbarer Leitung von Archimedes erbaut wurde, und dessen Säle und Hallen mit „bunten Quadersteinen“ belegt gewesen seyn sollen. Die Schilderung jenes großartigen Fahrzeuges, wie wir solche bei Athenaeus lesen, hat übrigens manches Fabelhafte. — Ich brauche Ihnen kaum zu sagen, wie höchst wichtig eine, in so feine Theile getrennte, Kiesel Erde in ihrer Anwendung bei gewissen Bauten, beim Seewesen, überhaupt bei Gewerben, werden kann. Die daraus gebrannten Steine gewähren, ihre große Leichtigkeit abgerechnet, durch den Widerstand, welchen sie dem Feuer leisten, Vortheile ganz eigener Art. Das Vorkommen jener Erde, unter Verhältnissen wie die erwähnten, dürfte keineswegs so selten seyn, als man vielleicht denken sollte. So ist unter andern im *Ardèche*-Departement eine Erde vorhanden, welche alle Merkmale und Eigenschaften der Sienesischen hat; und was die *Ardèche* „Kiesel Erde = Ablagerung“ besonders denkwürdig macht, das sind vollkommen erhaltene Abdrücke von Kastanien, Ahorn, Linden, Pappeln, Fichten, und von den Blättern anderer Bäume, welche sie umschließt. Außerdem wurden auch Ueberbleibsel von Insekten darin getroffen, und zwar von solchen, die im Wasser leben. Letztere weisen darauf hin, daß jene Erde, in früher Zeit, aus Sümpfen oder Seen niedergeschlagen wurden, welche stehende Wasser-Massen durch Quellen ernährt worden seyn dürften, die hier ihren Lauf hatten, als die Vulkane des Landstriches noch thätig waren. — Diese Betrachtungen veranlassen mich, einiger damit im Verbande stehender Thatfachen zu gedenken. An und für sich ist Kiesel Erde im Wasser vollkommen

unlöslich; und dennoch finden wir sie häufig in Quell-Wassern, und Mineral-Wässern pflegt jene Erde, als Bestandtheil, sehr oft eigen zu seyn. Dieser scheinbare Widerspruch klärt sich dadurch auf, daß Kieselserde aus den mannigfaltigen Verbindungen, welche sie mit andern Stoffen eingeht, abgeschieden, nicht als pulverige Masse sich darstellt, sondern als Gallerte, als schleimige, aufgequollene, durchscheinende Substanz, und daß sie, in diesem Zustande, von Wasser in beträchtlicher Menge gelöst werden kann. Es ist hier der Ort noch nicht, die interessanten Phänomene genauer zu schildern, welche sich jener Erfahrung anreihen; nur vorläufig will ich Sie auf die heißen Quellen Islands und anderer Gegenden verweisen, welche Kieselserde gelöst enthalten und Niederschläge liefern, die aus Kieselserde bestehen. Später werden wir bei solchen Erscheinungen verweisen.

Im Vorhergehenden wurde gesagt, daß reine Kieselserde, in der stärksten Hitze unserer Ofen, nicht schmelze; nur durch eine Flamme, in welcher reines Sauerstoffgas die Verbrennung bewirkt, fließt sie zu klarem Glase. Daran knüpft sich eine Thatsache von Interesse. Wenn Ofen ausgebrochen werden, die zum Eisenschmelzen gedient, so findet man nicht selten sehr zartfaserige zerretliche, seidenglänzende Bildungen von weißer Farbe; diese sind reine Kieselserde, und es geht daraus der Beweis hervor, daß jene Erde auch auf senerigem Wege erzeugt, oder vielmehr aus ihren Verbindungen ausgeschieden werden könne. Wir haben dieser und anderer „künstlicher Mineral-Bildungen“ demnächst ausführlicher zu gedenken.

Endlich darf ich zu bemerken nicht vergessen, daß Kieselserde im ganzen Pflanzenreiche getroffen wird, und zwar in der Art, daß die, auf höhern Ausbildungs-Stufen stehenden, Gewächse geringere Mengen enthalten, als alle übrigen. Was unter dem Namen *Tabasheer* aus Ostindien zu uns gebracht wird, ist eine

Kieselige Zusammenhäufung in Knoten von Bambus-Röhren. Das *Tahasheer* findet sich theils hart, theils von Honig-Konsistenz; einiges erscheint selbst als Milch-ähnliche Flüssigkeit. Im Orient kennt man die Substanz seit langer Zeit; Araber und Hindus schätzen sie sehr als Arznei. — Sie Alle wissen, daß man mit dem Tischler-Schafthalm, oder Kannenkraut (*Equisetum hiemale* Lin.) Möbel polirt; die rauhe Oberfläche des Gewächses, wodurch dasselbe zu jener Anwendung geeignet wird, beruht auf der Gegenwart der Kieselerde, welche in das Zellen-Gewebe der Oberhaut selbst als Bestandtheil eingegangen ist.

Was geologische Wichtigkeit betrifft, so steht Kalkerde* der Kieselerde am nächsten. Aus Kalkerde sind viele Haupt-Gebirgsmassen ganzer Länder zusammengesetzt, besonders neuere Fels-Gebilde, jene, welche an versteinerten Thier-Ueberbleibseln vorzüglich reich befunden werden. Aber nie wird Kalkerde rein in der Natur getroffen; sie ist stets mit andern Stoffen verbunden, zumal mit gewissen Säuren. Dieß läßt sich durch sehr einfache, Ihnen bereits bekannte, Versuche darthun. Wenn man Stücke von gewöhnlichem Kalkstein, Marmor oder Kreide z. B. mit Schwefel- oder Salpetersäure übergießt, so wird aus jenen kalkigen Substanzen, unter lebhaftem Brausen, eine Lustart ausgetrieben, die bis jetzt Bestandtheil derselben war; es ist Kohlen-säure, welche als Gas entweicht. Schwefel- oder Salpetersäure haben nähere Verwandtschaft zur Kalkerde und verbinden sich damit.

Bei weitem am häufigsten verbreitet ist die kohlen-säure Kalkerde.

Mit Schwefelsäure und Wasser setzt Kalkerde den Gyps zusammen, mit Flußsäure bildet sie Flußspath, mit Phosphorsäure den Apatit u. s. w. Wir werden von allen diesen Mineral-Substanzen Kenntniß nehmen. Außerdem und

* Der Ausdruck Kalk ist ohne Zweifel dem Lateinischen *Calx* nachgebildet.

was für uns besonders wichtig, erscheint Kalkerde sehr häufig verschmolzen mit Kieselerde, Thonerde, Talkerde, auch mit Natron und andern Stoffen. Sie trägt, auf solche Weise, zur Bildung vielartiger Mineralkörper wesentlich bei, und namentlich gar mancher, die im Felsenbau der Erdrinde wichtige Rollen spielen.

Um Kalkerde rein darzustellen, das heißt frei von Kohlen- säure, glüht man Kalksteine, oder Kreide. Dadurch wird eine Zersetzung bewirkt; die Kohlen- säure entweicht, und es bleibt reiner, sogenannter „lebendiger Kalk“ zurück. Das Glühen geschieht im Großen, wie bekannt, in Kalköfen. Kalkstein- Stücke, in abwechselnden Lagen mit Kohlen, oder mit anderem Brenn- Material, geschichtet, werden der Rothglühe- Hitze ausgesetzt. — In Ländern, wo Kalksteine selten sind, oder wo es gänzlich daran fehlt, dienen die festen Hüllen gewisser Thiere, Schalen von Mus- tern und andern Muscheln, zur Kalk- Bereitung. In China und Bengalen werden Korallen häufig zu Kalk gebrannt. In man- chen Gegenden Brasiliens muß selbst der, zum Mörtel nothwen- dige, Kalk aus der Ferne herbeigeführt werden, von Orten, wo man ihn aus Muschel- Schalen des Meeres- Ufers erhält. Am mühsamsten und gefährlichsten ist die Kalk- Gewinnung auf eini- gen Südsee- Inseln. Taucher wagen sich hinab auf den Mee- res- Boden, um feste Schwamm- artige Korallen loszubrechen und herauszuholen. Kühnheit und Geschicklichkeit dieser Insel- Bewoh- ner im Untertauchen finden wohl nirgend ihres gleichen; sie sind im Stande, in Tiefen von neunzig Fuß unter Wasser zu tauchen und Untertauche loszumachen, wenn sich diese in zackige Korallen- Felsen auf dem Grunde verwickelt haben. Am Ufer der erwähn- ten Südsee- Eilande sind weite tiefe Gruben mit Holz angefüllt, so daß dieses mehrere Fuß über die Oberfläche des Bodens her- vorragt. In der Runde um die angezündeten Holzstöße häuft

man Korallen-Bruchstücke an, die sich, so wie der Brand vorschreitet, nach und nach zu Kalk umwandeln, und in die Gruben hineinfallen. Das Ganze wird nun mit Palmen-Blättern bedeckt und der Kalk so zum Gebrauche aufbewahrt.

Keine Kalkerde, in chemischen Laboratorien mit aller Sorgfalt dargestellt, ist weiß, weich, so daß sie leicht gepulvert werden kann, und dabei höchst strengflüssig; denn es schmilzt dieselbe nur in heftigster Hitze. Jene Erde zeichnet sich auch dadurch aus, daß sie einen brennend-ägenden Geschmack, und in ihren Eigenschaften manches Aehnliche mit Alkalien hat.

Gebraunter Kalk, längere Zeit der atmosphärischen Luft ausgesetzt, nimmt aus derselben kohlensaures Gas in sich auf, und wird allmählig wieder zu dem, was er vor dem Brennen war, zu kohlensaurem Kalk. Ferner hat gebrannter Kalk die denkwürdige Eigenschaft, daß derselbe, auch nachdem er schon länger aus dem Ofen genommen worden und vollkommen kalt anzufühlen ist, sich erhitzt, wenn man ihn mit Wasser zusammenbringt. Er saugt die Feuchtigkeit gierig ein, schwillt auf, zerberstet und stößt heiße Dämpfe aus. Diese Erscheinungen sind so zu erklären: Wasser bildet mit Kalk eine trockene Masse; die Wärme, welche den Flüssigkeits-Zustand des Wassers bedingte, wird frei, sie ist Ursache der schnell erhöhten Temperatur. Auf diese Weise kann Kalk, obgleich selbst unentzündlich, Ursache von Entzündungen und Feuersbrünsten werden. Theophrast's Vater lebte auf dem Griechischen Eilande Lesbos als Bleicher. Der Sohn, ein Schüler des Aristoteles, des berühmten Griechischen Weltweisen, erzählt: daß ein Schiff, welches mit Leinwand und mit „lebensdigem“ Kalk beladen war, auf der Fahrt in Brand gerieth, indem Wasser zum Kalk drang, wodurch dieser so erhitzt wurde, daß er die Leinwand entzündete und das Schiff zerstörte. Dieser Unfall, der sich vor mehr als 2000 Jahren ereignete, beweiset,

daß der Branch, Kalk zu brennen, sehr alt ist. Auch in neueren Zeiten fehlt es nicht an Beispielen von Entzündungen, die durch gebrannten Kalk veranlaßt wurden. Auf einem Pacht Hofe in England brach Feuer aus. Man glaubte zuerst an Brandstiftung; später aber ergab es sich, daß Wasser durch das schadhafte Dach zu dem, im Vorhause aufgehäuften, gebrannten Kalle gedrungen war und diesen entzündet hatte. Frisch gebrannter Kalk, auf Wagen versührt, entzündete sich nicht selten bis zur Glühheize; die Wagen verbrannten, ehe der Kalk abgeladen werden konnte. — Selbst mit Eis zusammengebracht, erhitzt sich Kalk in sehr hohem Grade.

Zur Kiesel Erde hat gebrannter Kalk so starke Verwandtschaft, daß er mit Quarz sand gemengt, und mit einer bestimmten Quantität Wassers übergossen — indem derselbe aus der Atmosphäre nach und nach Kohlensäure einsaugt — zur höchst festen steinartigen Masse erhärtet. Auf dieser Eigenschaft beruht die Bereitung des Mörtels, des Kittes, welcher unser Mauerwerk zusammenhält.

Ich kann diese Verhandlungen über Kalkerde nicht als geschlossen ansehen, ohne einen Umstand zu berühren; es ist der verschiedenartige Ursprung kalkiger Felsmassen, auf den ich hinweise. Wasser und Feuer nehmen Theil an der Bildung jener Gesteine; Wasser wirkt heutigen Tages noch, und außerdem entstehen Kalk-Bänke im Zeit-Verlauf durch Korallen-Bau. Körnige Kalke aber dürften meist geschmolzen in den Erdtiefen vorhanden gewesen, und in solchem Zustande emporgetrieben worden seyn. Sie müssen diese Annahme nicht als im Widerspruche erachten mit Erfahrungen, welche wir so eben gemacht. Wir hörten, daß Kalkerde ihre Kohlensäure beim Brennen einbüße; da nun körnige Kalke Kohlensäure enthalten, so könnte man die Frage stellen: warum jene Säure nicht entwich, wie die Kalke geschmolzen waren? — Die Sache ist von unterschiedener Wichtigkeit für nicht wenige Betrachtungen und

Entwickelungen, zu denen schon der nächste Versuch meiner Vorträge Anlaß geben wird; dieß bestimmte mich, ihrer hier zu gedenken. Wir wissen nämlich, durch Versuche der Chemiker belehrt, daß das Entweichen der Kohlensäure gehindert wird, wenn man Kalk glüht, indem kein Zutritt der Atmosphäre statt hat. Werden Stücke dichten Kalksteines, oder erdiger Kreide, in einem Flintenlaufe erhitzt, der an beiden Enden verschlossen ist, so wandeln sich dieselben in körnigen Kalk um, ohne ihre Kohlensäure zu verlieren. So erklärt sich das Entstehen körniger Kalkes durch Schmelzung in den Erdtiefen; die Gesteine, von denen sie umgeben waren bei ihrem Aufsteigen in Spalten, hielten den Zutritt der Atmosphäre ab; darnach verblieb ihnen ihre Kohlensäure.

Besondere Auszeichnung unter allen, in der Natur sehr häufig verbreiteten, Erden, ist der Thonerde dadurch verliehen, daß einer der werthvollsten Edelsteine, nach dem Diamanten der härteste Körper, wesentlich aus ihr besteht. Hundert Theile blauen Saphirs enthalten zweinundneunzig Theile Thonerde; das Uebrige ist Kiesel-erde, und die schöne, hochgeschätzte Farbe rührt von äußerst geringer Eisen-Beimischung her. Diese That- sache würde jedoch, wie begreiflich, keineswegs der Thonerde irgend eine Bedeutung in geologischer Hinsicht zu geben vermögen; denn in solchem Reinheits-Zustande kommt sie nur sehr sparsam vor; aber in großer Menge erscheint Thonerde andern Stoffen verbunden, zumal gewissen Erden, und so entstanden die mannigfaltigsten Gemische, Mineralien vielfachster Art, deren nicht wenige uns näher bekannt werden sollen. Hier will ich bemerken, daß mehrere jener Mineralien, als Gemengtheile gewisser Felsarten, zu den vorzüglich häufig verbreiteten gehören. Nur einige Beispiele. Sie erinnern sich, was bei der Kiesel-erde über Feldspath und Glimmer gesagt worden; daß wir sie, dem Wesen

ihrer Zusammensetzung nach, als Verschmelzungen von Kiesel-erde, Thonerde und Kali zu betrachten haben. An der Zusammensetzung des Thonschiefers, der sehr allgemein verbreitet, und fast jedem gebirgigen Lande eigen ist, nimmt Thonerde den wesentlichsten Antheil. Selbst Kalksteine sind selten so rein, daß sie nicht etwas Thonerde enthielten, und in manchen findet sich dieselbe in beträchtlicher Menge. Am eigenthümlichen Geruche, welchen thonreiche Felsarten beim Anhauchen entwickeln, sind sie leicht zu erkennen. — Ist auch der Gesamt-Betrag der, in unserer Planeten-Rinde vorhandenen, Thonerde geringer, als jener der Kiesel-erde, so steht sie dennoch dieser, was Allgemeinheit der Verbreitung betrifft, sicher keineswegs nach.

Nicht selten schieb die Natur selbst die Thonerde wieder aus Verbindungen, in denen sie sich befand. Es dürfte keineswegs ohne Interesse für Sie seyn, wenn wir einige Augenblicke bei diesen Erscheinungen verweilen. Wir werden in den Umwandlungen, die gewisse Felsarten erleiden, von neuem an die Thätigkeit chemischer Verwandtschafts-Gesetze uns erinnern sehen; es sind die Verhältnisse, welche wir kennen zu lernen haben, für meine nächsten Vorträge in mehrfachem Betracht von Bedeutung.

Die Thone, deren manche so ungemein häufig zu finden, sind keine ursprünglichen Erzeugnisse; sie entstanden durch Verwitterungen, durch Auslaugungen anderer Felsmassen. Namentlich gewisse Granite — Gesteine aus Quarz-, Feldspath- und Glimmer-Theilen gemengt — zeigen sich zu solchen Versezungen geneigt. Man kennt alle Verhältnisse, alle Umstände, von denen jene Verwitterungs-, oder Auslaugungs-Processe abhängen, zwar nicht ganz genau; allein so viel dürfte außer Zweifel seyn, daß Wasser dabei die wesentlichste Rolle spielt. Mit der chemischen Natur des Wassers sind Sie vertraut (S. 185). Vermöge dieser seiner Zusammensetzung, unterstützt durch die hohe Temperatur,

in welcher es sich befand, wirkte das Wasser bei den Phänomenen, von denen die Rede; es veranlaßte Scheidungen der granitischen Bestandtheile. Nach dem, was in vulkanischen Landstrichen, besonders in Anvergne, wahrgenommen worden, sind wir ferner zu glauben berechtigt, daß Wasser mit desto mehr Kraft seine Thätigkeit äußerte, wenn dasselbe reich an Kohlensäure war. Felsgebilde, welche Aenderungen unterliegen, wie die uns gegenwärtig beschäftigenden, erfahren gänzliche Umwandlung ihrer Beschaffenheit; der Zusammenhang der Theile wird in dem Grade aufgehoben, daß die geringste Gewalt, oft ein bloßer Luftstoß, hinreicht, um die Massen auseinander fallen zu machen. In Graniten erleiden zumal die feldspathigen Gemengtheile Auflösungen, Zersetzen mancher Art. Einige der, jene Mineralien ausmachenden, Stoffe finden wir in den reinern Thonen meist wieder; aber was vorher frischer fleischrother blätteriger Feldspath war, erscheint nun als weiße erdige Masse, aus staubartigen, locker verbundenen Theilen bestehend. Die Porzellauerden, *Kaoline* der Chinesen — zur Porzellan-Fabrikation höchst schätzbar — sind Gemische aus Kiesel- und Thonerde, und enthalten dabei sämmtlich Wasser; das Kali, von dem wir wissen, daß es im Feldspathe vorhanden war, ist bald mehr, bald weniger verschwunden. Es verband sich ohne Zweifel mit der Kohlensäure des auflösenden Wassers, und wurde als kohlensaures Kali fortgeführt. Außer diesen reinern Thonen — deren Umwandlung an Ort und Stelle erfolgte, wo die nun zersetzten granitischen Massen gelagert waren, und ohne daß dieselben weitergeschwenmt worden durch Fluthen und Strömungen — gibt es noch andere Thone, welche man, nach ihrer verschiedenen Färbung, und nach den Feinheits-Graden, als Pfeifenthon, Töpferthon u. s. w. zu bezeichnen pflegt. Diese sind es, welche über die ganze Erde verbreitet sich finden. Auch sie bestehen aus Kiesel- und Thonerde;

aber nicht selten enthalten dieselben andere Stoffe, auch kleinere und größere Kali-Mengen beigemischt. Die zartesten, die feinsten Theile, welche am längsten im Wasser schwebten, wurden am weitesten weggeführt; gröbere Niederschläge erfolgten früher. An solchen Thonen hat auch zerriebener Glimmer viel Antheil, und daraus ergibt sich, daß chemische und mechanische Kräfte beim Entstehen der Thone aus zerstörten Graniten zugleich thätig waren.

Künstlich dargestellte reine Thonerde ist weiß, und, je nach den, bei ihrer Bereitung angewendeten, Hitze-Graden entweder ein Pulver, oder eine zusammengebackene Masse von solcher Härte, daß dieselbe am Stahle Feuer gibt. Im Ackerbau, wie in Gewerben und Künsten, macht sich Thonerde besonders wichtig. Die Güte fruchttragenden Bodens hängt davon ab, daß er die, zur Pflanzen-Nahrung nothwendige, Feuchtigkeit, und nicht mehr, zurückhält. Diese zurückhaltende Kraft der Dammerde nimmt zu im Verhältnisse ihres Thonerde-Gehaltes; sie vermindert sich, je stärker der Kiesel-erde-Gehalt wird. Auf sehr wohlthätige Weise sind Thonlagen in der Erdrinde verbreitet; sie dämmen die unterirdischen Wasser in ihrem Laufe, sie helfen den Ursprung vieler Quellen bedingen, welche unsere Thäler befruchten. Mit wenig Wasser angerührt, sind Thone bildsam, sie geben einen Teig, der auf verschiedenste Weise gemodelt werden kann; im Feuer erhärten solche geformte Thone. Auf beide Eigenthümlichkeiten gründet sich ihre vielartige Anwendung; Ziegel, alle Töpfer-Waaren bis zum feinsten Porzellan, bestehen aus mehr oder weniger reiner, mit Kiesel-erde versetzter, Thonerde. Die Verfertigung irdener Geräthschaften, geeignet, Flüssigkeiten zu enthalten, ist eine Kunst, welche in die früheste Zeit hinabreicht. Das alte Testament belehrt uns, daß die Juden schon damit bekannt waren; lange zuvor, ehe man in Europa eine Ahnung von Porzellan hatte, wurde es in China bereitet. So wie die Entdeckung

gemacht war, daß Thone bildsam, plastisch, sind, und dem Einwirken des Feuers zu widerstehen vermögen, mußten selbst rohe Völkerschaften, die aus Thierhäuten, oder aus Holz gearbeiteten Gefäße mehr und mehr aufgeben.

Zum Schlusse will ich noch beifügen, daß thierische Körper keine Thonerde enthalten, und daß sie in Pflanzen nur in sehr geringer Menge gefunden wird.

Wir hätten nun, unter den allgemeiner verbreiteten Erden, noch der Talkerde zu gedenken.

Reine Talkerde, wie man sich solche durch chemische Prozesse verschafft, ist sehr zart, weiß, ohne Geruch und Geschmack, in Wasser unlöslich und nur im heftigsten Feuer schmelzbar. So kommt indessen jene Erde in der Natur nicht vor, denn der Magnesit, welchen man mitunter wohl als reine Talkerde bezeichnet, besteht aus Talkerde und Kohlensäure. Mit andern Säuren, auch mit mehreren Erden, erscheint die Talkerde verbunden, und hat, auf solche Weise an der Zusammensetzung vieler Mineralien einen keineswegs unwesentlichen Antheil. So ist jene Erde im Talk mit Kiesel Erde verschmolzen. Schieferige Talk, obwohl keineswegs zu den gewöhnlichen Gesteinen gehörend, treten demungeachtet in gewissen Gebirgszügen, namentlich in einigen Hochthälern der Alpen, sehr häufig auf. Manche dieser Talk haben mit dem bekannten Thiersett, in Farbe, Glanz und Ansehen oft die täuschendste Aehnlichkeit, so daß das Wort Talk obwohl ursprünglich in Asien einheimisch — dennoch unstreitig mit dem Ausdrucke Talc verwandt ist. Ferner besteht einer der wesentlichen Gemengtheile mehrerer Felsarten, denen wir einen feuerigen Ursprung zuschreiben, aus Talkerde in Verbindung mit Kalk- und Kiesel Erde. Ich habe Ihnen, in solcher Beziehung, bei der Kiesel Erde bereits jenes Mineral, den Augit, genannt. Unter allen Substanzen, deren Zusammensetzung die Talkerde

bedingen hilft, ist Augit vielleicht eine der interessantesten, und in geologischer Hinsicht sicher mit die bedeutendste. Ferner kann man, was von der Thonerde gesagt wurde: daß sie in vielen Kalksteinen, und mitunter in beträchtlicher Menge, enthalten sey, auch auf die Talkerde anwenden. Was aber besondere Beachtung verdient, das ist, daß mit zunehmendem Talkerde-Gehalt der Charakter solcher Felsarten mehr und mehr verändert wird, bis sie endlich Merkmale tragen, welche auffallend verschieden von denen gewöhnlicher Kalksteine sind. Ich darf nicht vorgehen; es ist hier noch keineswegs der Ort, von diesen an Talkerde reichen Kalken zu reden, deren ganzes Wesen auf besondere Umstände und Hergänge hinweist, welche bei ihrer Bildung eintraten. Nur so viel will ich bemerken, daß das Dichte, wie man es bei Kalksteinen in der Regel zu finden pflegt, verschwunden ist, und dagegen bald mehr, bald weniger körniges, krystallinisches Gefüge erscheint; die Massen umschließen viele kleinere und größere Zwischenräume, gleichsam Blasen, andere sind wahrhaft ausgehöhlet zu nennen, sie stellen sich wie Steingerippe dar. Dolomite heißen solche Felsarten, um den Namen des Französischen Geologen Dolomieu in der Wissenschaft fortleben zu lassen, eines Mannes, der durch große Verdienste, wie durch seltene Schicksale, ausgezeichnet war.

Noch einer eigenthümlichen Verbindung muß hier gedacht werden, welche Talkerde mit Wasser eingeht; es ist diese das Talk-Hydrat (Wasser-Talk). Die weißen, perlmutterglänzenden, blätterigen Massen, wie solche namentlich in Nord-Amerika und auf einer der Shetland-Inseln gefunden werden, enthalten in hundert Theilen ungefähr 68 Talkerde und 31 Wasser.

Auch in die Zusammensetzung des Meereswassers geht Talkerde ein; sie ist, theils an Salzsäure, theils an Schwefelsäure gebunden, darin vorhanden. Endlich wird jene Erde in manchen

Quellen getroffen. Man nennt solche Quellen, wie u. a. die von Epsom in Suffex, Bitterquellen, Bitter-Wasser, und die Talkerde wird, mit Beziehung auf den bitteren Geschmack, welche sie allen Salzen ertheilt, die sie bilden hilft, auch als Bittererde (*Magnesia*) bezeichnet.

Bei der Thonerde wurde des günstigen Einflusses gedacht, den sie auf fruchttragenden Boden hat, auf das Gedeihen von Pflanzen; dieß ist bei der Talkerde in der Regel nicht der Fall, denn Berge, aus Gelsarten bestehend, welche an Talkerde reich sind, wie z. B. Serpentin, erscheinen meist nackt und kahl.

Wir hätten nun noch gewisse Verbindungen kennen zu lernen, welche metallische Elemente mit diesen und jenen Stoffen eingehen. Uebersüssig dürfte die Bemerkung seyn, daß es sich nur um sogenannte schwere Metalle handelt, um die, in der Sprache gewöhnlichen Lebens, als Metalle bezeichneten Körper (S. 129).

Die größte Menge von Metallen findet sich in der Natur nicht rein, nicht gediegen, sondern verbunden mit mannigfaltigen andern Substanzen, namentlich mit Sauerstoff, mit Schwefel und mit Säuren.

Erze nennen Bergleute in der Regel alle Mineral-Massen, aus denen man Metalle darstellen kann; so sprechen sie von Silbererzen, von Kupfer-, Blei- und andern Erzen. In demselben Sinne hat man die Ausdrücke Erzbringer, Erzmittel, Erzteufe zu nehmen. Erzbringer sind Gebirgsarten, von denen metallische Schätze gewöhnlich begleitet zu werden pflegen; unter Erzmitteln verstehen Bergleute besonders metallreiche Stellen, und unter Erzteufe, die Tiefe im Gebirge, welche vorzugsweise Ausbeute liefert.

Auch wir wollen den erwähnten Zustand des Verbundenseyns der Metalle durch den Ausdruck Erze bezeichnen, ohne daß

dabei auf die verschiedenartige Natur der Vererzungs-Stoffe Rücksicht genommen werde; Schwefel-Metalle sind für uns so gut Erze, als die mit Sauerstoff verbundenen Metalle.

Die wenigsten Erze haben solche Beschaffenheit, daß sie, wie der Bergmann dieselben den Erdtiefen entnimmt, sogleich verschmolzen und zur Befriedigung menschlicher Bedürfnisse verarbeitet werden könnten. Mechanik und Chemie gewähren die Mittel zu scheiden, was in der Natur verbunden war, und so aus Erzer Metalle zu gewinnen. Gar manche Erze sind nämlich nicht bloß Gemische, chemische Verbindungen aus Metallen und diesen oder jenen Stoffen, sie enthalten zugleich Mineral-Substanzen verschiedenster Art beigemengt, und werden dadurch bald mehr, bald weniger verunreinigt, so daß, ehe chemische Scheidung vorgenommen werden kann, gar oft mechanische Sonderung erforderlich ist. — Aus Erzen künstlich dargestellte reine Metalle stimmen mit jenen, welche in der Natur gediegen getroffen werden, den wesentlichen Merkmalen nach überein. Auch zeigen gewisse Erze an und für sich manche Eigenschaften gediegener Metalle; sie sind undurchsichtig, haben hohe Grade des Glanzes und beträchtliches Gewicht.

Von-besonderem Interesse in geologischer Hinsicht, ist das Verhalten der Metalle zum Sauerstoff, zum Oxygen. Mit Sauerstoff verbundene Metalle, Metall-Oxyde — Metall-Salze, wie man die Substanzen ehemals benannte — gehören zu den sehr gewöhnlichen Erzen, zu jenen, welche in der Erdrinde große Räume erfüllen. So kommt, um nur einiger Beispiele zu gedenken, das Magneteisen in den verschiedensten Gegenden unheim häufig vor; es bildet nicht nur sehr mächtige Lagen, sondern setzt, wie dieß schon erwähnt worden, selbst ganze Berge zusammen.

Ferner ist Eisenglanz den wichtigern Eisenerzen beizuzählen. Was ich Ihnen vom Vorkommen des Magneteisens sagte, läßt sich auf Eisenglanz anwenden. Kaum wird eine Erz-Gattung mehr verbreitet getroffen; viele Gegenden besitzen dieselbe in Ueberfluß, und in Brasilien tritt Eisenglanz als Felsart auf. Magneteisen und Eisenglanz aber sind Eisenoxyde, Verbindungen des Metalles mit Sauerstoff, und ihre verschiedenen Merkmale beruhen auf den ungleichen Sauerstoff-Mengen, welche das Eisen in einem und dem andern der genannten Erze enthält; beim Eisenglanz wurden in hundert Theilen 50,78 Sauerstoff nachgewiesen, beim Magneteisen nur 22,58. — Einige Metalle, z. B. Zinn und Mangan (Braunstein), kommen nur mit Sauerstoff verbunden in solcher Häufigkeit vor, daß sie für bergmännische Gewinnung wichtig werden. Roth-Kupfererz — eines der ausgezeichnetsten unter den metallischen Mineralien, und als Erz von besonderer Bedeutung, weil es Kupfer der vorzüglichsten Güte gibt — ist oxydirtes Kupfer. — Manche Metalle, namentlich die drei edelsten, Gold, Silber und Platin, finden sich in der Natur nie mit Sauerstoff verbunden.

Daß gewisse Metalloxyde ursprünglich als solche von der Natur erzeugt werden, ergibt sich aus dem bis dahin Vorgetragenen. Andern metallischen Substanzen trat der Sauerstoff später bei; ihr oxydirter Zustand ist Folge erlittener Umwandlungen, und was Art und Weise betrifft, wie Metalle zu Oxyden werden, wie sie Verbindungen mit Sauerstoff eingehen, so lernen wir dieß theils aus natürlichen Erscheinungen, theils durch Arbeiten der Chemiker. Zersetzungen von Wasser, oder von atmosphärischer Luft, sind unter den verschiedenen bedingenden Ursachen solcher Phänomene, für uns die wichtigern. Eisen und andere Metalle zersetzen Wasser vermöge größerer Verwandtschaft zum Sauerstoff; sie nehmen diesen in sich auf, während

der zweite Bestandtheil des Wassers, der Wasserstoff als Gas entweicht. Indem ich einige Erfahrungen Ihnen ins Gedächtniß zurückrufe, welche wir früher zu machen Gelegenheit hatten, bemerke ich, daß Eisen das Metall ist, an welchem Erscheinungen, wie die, von denen die Rede, besonders oft und leicht beobachtbar sind; dieß der Grund, weshalb die Beispiele meist vom Eisen und seinem Verhalten entnommen worden. Sie erinnern sich, daß, als die Natur des Wassers zur Sprache kam (S. 185), wir von weißglühenden Eisenstangen hörten, die, in Wasser gebracht, Verbindungen mit dessen Sauerstoff-Gehalt eingingen; sie wurden zu Eisenoxyd. — Diese Entdeckung von der Zersetzung des Wassers, indem sein Sauerstoff den Metallen Zutritt, verschaffte Aufklärung über zahlreiche Phänomene, die man früher nicht deuten konnte; sie ist eine Thatsache, welche sehr wesentlich eingreift in die gesammte Erd-Geschichte. Und nicht weniger wichtig sind Oxydationen durch Einwirken atmosphärischer Luft auf gewisse Metalle. Sie beruhen auf ähnlichen Verhältnissen wie jene, deren so eben beim Wasser gedacht worden. Als von den Elementen die Rede war, erwähnte ich (S. 98) eines Versuches, auf den wir hier zurückkommen müssen. Mit Wasser befeuchtetes Eisen, dem Luft-Einflusse ausgesetzt, bedeckt sich, nach einiger Zeit, mit braungelber, erdiger Rinde, mit sogenanntem „Eisenoxyd“. Diese Rinde ist Wasser-haltiges Eisenoxyd. Aus der Luft nahm das Metall den Sauerstoff in sich auf; durch Gegenwart des Wassers wurde der Proceß vermittelt und begünstigt, ja es ging ein Theil des Wassers in die neue Verbindung mit über. — Nicht alle Metalle sind auf solche Weise oxydirbar. Gold, Silber und Platin werden, nur wenn man starke Wärme mitwirken läßt, durch Luft-Einfluß zu Oxyden. Außer dem Eisen aber oxydiren sich, unter anderen, Kupfer und Blei selbst beim kältesten Zustande der Luft, wenn sie lange

darin verweilen. Vom Kupfer ist uns dieß schon bekannt; der grüne Ueberzug alterthümlicher, aus jenem Metall gearbeiteter, Geräthschaften (S. 157) ist oxydirtes Kupfer.

Wenn man gewisse Metalle im Sauerstoff-Gas er-
hitzt, so werden sie ebenfalls zu Oxyden. Es sind Ihnen die Erscheinungen noch im Gedächtnisse, welche sich zeigten, wenn man eine Stahlfeder in Sauerstoff-Gas verbrennt. (S. 115.)

Ein jedes der verschiedenen Metalle verbindet sich mit dem Sauerstoffe in Verhältnissen, die ihm eigenthümlich sind, ja die Sauerstoff-Mengen, welche ein und dasselbe Metall aufzunehmen vermag, zeigen sich keineswegs immer gleich. Ich habe dieses Umstandes zu erwähnen Gelegenheit gehabt, als so eben vom Magneteisen und vom Eisenglanz die Rede war.

Was endlich nicht unerörtert bleiben darf, das ist die Zurückführung von Oxyden zu ihrem vorigen metallischen Zustande, ihre „Reduction“, wie man in der Kunstsprache sagt. Gewisse Metalle verlieren den, von ihnen aufgenommenen, Sauerstoff durch bloßes Glühen; gewöhnlich aber dienen Kohlen zum Wiederherstellen der Metalle aus Oxyden, und das Verfahren ist, wie Sie voraussehen werden, auf chemische Verwandtschafts-Gesetze begründet. Man bringt Kohlen mit dem Oxyd, welches zu Metall umgewandelt werden soll, zusammen, und setzt das Gemenge in Schmelztiegeln großer Hitze aus. Nun trennt sich der Sauerstoff vom metallischen Oxyd; er geht mit der Kohle eine gasförmige Verbindung ein, welche entweicht, das ausgeschiedene, das wiederhergestellte Metall aber sinkt auf den Boden des Tiegels nieder.

Als ein anderes, sehr gewöhnliches Vererzungs-Mittel, nannte ich Ihnen den Schwefel; mit Schwefel verbunden finden sich, Gold, Platin, und einige andere ausgenommen, die meisten Metalle, und manche, wie namentlich Eisen, Blei,

Kupfer, Silber, Quecksilber, Zink, Arsenik und Antimon zum Theil sehr häufig und in Menge, so daß Verbindungen der Art wichtige Rollen unter den Erzen spielen. Eisenties (Schwefelties), eines der gewöhnlichsten Erze, besteht aus Eisen und Schwefel; er wird in sehr vielen Felsarten in Körnern getroffen, und füllt auch, gemengt mit andern Mineral-Substanzen, größere Ränne in der Planeten-Rinde. Die meisten Kupfer- und Bleierze in den verschiedensten Welt-Gegenden, sind chemische Verbindungen jener Metalle und des Schwefels.

Die Eigenschaften eines Metalles werden durch Beimischung von Schwefel meist in auffallender Weise verändert. Kaum dürfte, in solcher Hinsicht, ein Beispiel belehrender seyn, als das des Arseniks und seiner Verbindungen mit Schwefel. Man kennt zwei Arten derselben, die heutigen Tages noch von thätigen Vulkanen gebildet werden. Beide weichen in ihren Merkmalen nicht nur sehr vom Metall ab, sondern zeigen sich auch unter einander verschieden, je nach den ungleichen Schwefel-Mengen, die sie aufgenommen haben. Es ist Ihnen, nach dem, was wir über Gediegen-Arsenik besprachen (S. 165), noch die zinnweiße Farbe des Metalles erinnerlich; davon blieb, in beiden arsenikalischen Schwefelerzen, keine Spur. Für eine der Verbindungen, für Auripigment oder Operment, ist vollkommenes Citronengelb, für die andere Art ausgezeichnetes Morgenroth charakteristisch, und letztere trägt davon den Namen Realgar oder rothes Schwefel-Arsenik. Gediegen-Arsenik ist undurchsichtig, jene Erze werden durchscheinend und selbst halb durchsichtig befunden. Alle diese Unterschiede erklären sich durch den Zutritt des Schwefels zum Arsenik, so wie durch die nicht gleichen Mengen des erstern Stoffes, mit welchen das Metall verbunden wurde: im Auripigment sind in hundert Theilen 62 Theile Arsenik und 38 Theile Schwefel enthalten; im

Realgar beträgt die Schwefel-Menge nur etwas über dreißig Theile.

Mit Säuren gehen Metalle nicht als solche, nicht an und für sich, Verbindungen ein, sondern im Zustand von Dryden. Kohlensäure, Schwefel- und Salzsäure sind diejenigen, welche am häufigsten unter Verhältnissen der Art getroffen werden, und ihnen schließt sich zunächst die Phosphorsäure an. Manche Metalle zeigen gleichsam besondere Vorliebe für diese oder jene Säuren: kohlensaures Kupferoxyd ist sehr allgemein verbreitet, andere gesäuerte Kupferoxyde gehören zu den Seltenheiten, sie erscheinen nur hin und wieder an einzelnen Orten; Blei und Eisen kommen mit mehr verschiedenartigen Säuren vereinigt vor, als andere Metalle. Aus oxydirtem Eisen und aus Kohlensäure besteht der, für Stahl-Vereinigung (S. 144) so wichtige Eisenspath, der „Stahlstein“, wie man das Erz mit allem Rechte genannt hat. Von sämmtlichen gesäuerten metallischen Dryden ist Eisenspath das am häufigsten auftretende, und zugleich jenes, welches in den größten Massen gefunden wird; Eisenspath setzt hin und wieder ganze Gebirgsstücke zusammen.

Unter den, durch Sauerstoff, oder durch Säuren vererzten, Metallen enthalten manche zugleich Wasser als wesentlichen Bestandtheil. Ich gedenke hier vorläufig zweier sehr bekannten, und durch ihre Farbenpracht besonders ausgezeichneten, Kupfererze, des Malachites und der Kupferlasur; beide sind Wasser-haltige Verbindungen von Kupferoxyd und von Kohlensäure, nur in andern Verhältnissen der Bestandtheile, und dieser Umstand hat, namentlich in der Färbung beider Mineralkörper die auffallendsten Verschiedenheiten zur Folge gehabt. Bei der Kupferlasur kennt man alle Grade des Lasur- und Berlinerblauen, beim Malachit sind

smaragd- oder spangrün die Hauptfarben. Vom wesentlichen Einflusse des, zu metallischen Oxyden tretenden, Wassers gewährt Braunn-Eisenstein — eines der ganz allgemein verbreiteten Eisenerze — das denkwürdigste Beispiel. Braunn-Eisenstein ist Eisenoxyd, wie Eisenglanz, den wir im Vorhergehenden kennen lernten; aber beide weichen in ihren Merkmalen auffallend von einander ab. Beim Braunn-Eisenstein zeigt sich nebenbraun als charakteristische Farbe, und das Pulver des zerriebenen Erzes wird nicht roth befunden, wie beim Eisenglanz, sondern ockergelb. Der Zutritt von Wasser zum Eisenoxyd macht die Verbindung weicher: Eisenoxyd wird nur von Quarz gericht, Braunn-Eisenstein läßt sich durch Feldspath reihen. Diese Verschiedenheiten, welchen sich noch andere beigesellen, auf die wir jetzt nicht einzugehen haben, werden durch den Wassergehalt des Erzes bedingt: in hundert Theilen hat Braunn-Eisenstein 10 bis 15 Theile Wasser beigemischt.

Manche Gebirgsarten enthalten mit Sauerstoff verbundenen Eisen; werden sie dem Einflusse feuchter Luft ausgesetzt, so nimmt das Oxyd noch mehr Sauerstoff, und zugleich Wasser in sich auf, und dadurch entsteht die rostbraune Rinde, womit unter anderen Basalte und Kalksteine bedeckt erscheinen, welche man zum Wege- oder Hausbau verwendet.

Zweier Vererzungs-Mittel habe ich nachträglich zu gedenken, ich meine Chlor und Selen; ein Stoff ist darunter, von dem bis jetzt nicht die Rede war. Letztere Substanz, zu den chemischen Elementen gehörend, steht in vieler Hinsicht dem Schwefel sehr nahe. Für uns hat Selen nur wegen der Verbindungen Interesse, die es mit gewissen Metallen eingeht; ich will daher von seinen Eigenthümlichkeiten weiter nichts sagen, als daß entzündetes Selen einen starken, besonders bezeichnenden Rettich-Geruch verbreitet. Zumal mit Blei und Kupfer

vereinigt wird Selen in der Natur gefunden. — Das andere Vererzungsmittel, Chlor, ist Ihnen bereits bekannt (S. 51). Chlor erscheint vorzüglich in Verbindung mit Silber und mit Quecksilber. Die Erze, welche es in beiden Fällen darstellt, sind fast stets grau von Farbe und an ihrem Diamantglanze kenntlich. Was Chlor-Erze ferner besonders auszeichnet, ist die große Weichheit; Chlor-Silber, gewöhnlich Silber-Hornerz genannt, läßt sich zu den dünnsten Spähnen schneiden, so geschmeidig ist dasselbe. Im Allgemeinen gehören Chlor-Erze, wenigstens in Europa, zu den sehr spärlichen Erzeugnissen und sind mehr mineralogische Merkwürdigkeiten; in Peru und Mexiko aber kommt Chlor-Silber häufig genug vor, um zu Silber verschmolzen werden zu können.

Dieß wäre eine ungefähre Schilderung des verschiedenartigen Zustandes, in welchem Metalle gefunden werden, wenn sie nicht gediegen erscheinen. Meine Absicht konnte nicht seyn, in ausführliche Entwicklungen einzugehen, nur die Aufzählung allgemeiner Thatfachen hatte ich im Auge. Was für uns außerdem wissenswerth ist, wie schon bemerkt, bei den Erz-Lagerstätten nachzutragen; alsdann wollen wir von den wichtigsten Erzen jeden Metalls Kenntniß nehmen.

Nach dem bis daher über Luft und Wasser, über Gasarten, Säuren, Alkalien und Salze, über Erden und Erze Vorgetragenen, darf ich mich auf Wahrnehmungen und Meinungen von Physikern und Chemikern beziehen, ohne Besorgniß, von Ihnen mißverstanden zu werden; nun hoffe ich, Ihnen mehr genügende Auskunft zu geben, wenn Erscheinungen uns entgegenkommen, die man außerdem nicht so schnell entziffern könnte. Das Wichtigste und Bedeutendste mußte eingesehen und aufgefaßt werden, um geologischen Phänomenen sich näher zu bringen; davon sollen Sie bald die Ueberzeugung erlangen. Es war

nothwendig, Sie mit Kräften und Stoffen nicht unbekannt zu lassen, welche so vieles Licht verbreiten in der Geschichte unserer Erdbildung. Wir haben es bald mit Thatsachen zu thun, die augenfällig auf chemisch-physikalischen Gesetzen beruhen; bald sind die Erscheinungen, was ihre Erklärung betrifft, mehr zweifelhaft oder räthselvoll; allein bei der Ueberzeugung, daß nur bekannte Kräfte walten können, daß die Phänomene zusammenhängen müssen, ist es in vielen Fällen erlaubt, Hypothesen aufzustellen, und diese sind keineswegs bloß willkürliche, wenn sie mit chemisch-physikalischen Erfahrungen sich nicht im Widerspruche befinden; denn der Gang der Natur ist ein gesetzmäßiger.

Ich durfte unsern Gegenstand nicht aus dem Auge verlieren; jezt schon tiefer einzugehen, wäre gegen meine Absicht gewesen. Für unser nächstes Vorhaben ist die erlangte Einsicht genügend; indessen schließen sich an die Erfahrungen, welche ich Ihnen darlegte, unmittelbar viele andere an, so daß ich mir gar manche Nachträge vorbehalten muß.

Neunte Vorlesung.

„Was sen heutigen Tages noch Steine?“

Nicht leicht wird Jemand eine Gebirgs-Gegend auf gewisse Weite durchwandern, ohne das Verschiedenartige der Felsmassen wahrzunehmen, welche die sichtbar feste Oberfläche unseres Planeten ausmachen. Und eben so mannigfaltig, wie die Gesteine, zeigt sich in der Regel der Boden, die fruchttragende Erde; denn ihre Beschaffenheit hängt von der Natur der Gesteine ab, welche sie bedeckt, über denen sie ausgebreitet erscheint.

Gesteine, Fels- oder Gebirgsarten, nennen wir die mehr oder weniger ansehnliche Räume erfüllenden Mineral-Massen. Aus zersetzten Gesteinen entsteht der Boden; fortdauernd hat seine Bildung da statt, wo Gesteine aufgelöst werden, wo sie verwittern.

Das Ungleiche in der Natur der Gesteine bleibt ohne Einfluß auf den so eben festgestellten Begriff: Thon, Sand, Steinsalz, Kohlen, Magneteisen sind, in gewissem Sinne, für den Geologen nicht weniger Gesteine, als Granite, Porphyre und Laven. Ich brauche kaum hinzuzusetzen, daß alle Gesteine Mineralien sind, daß jedoch nicht sämtliche Mineralien als Gesteine betrachtet

werden können; bei weitem die wenigsten Mineralien haben eine so bedeutende räumliche Ausdehnung.

Im Allgemeinen wurde das Entstehen der Gesteine auf zweifache Weise bedingt: Feuer und Wasser theilten sich in deren Bildung. Daraus ist die Unterscheidung der Gesteine in neptunische und in plutonische oder vulkanische begründet; Namen, welche, wie begreiflich, mit den Gottheiten der alten Fabelwelt in Beziehung sind. — Neptunische Gesteine wurden vom Wasser abgeseht, worin das Material, aus dem sie bestehen, im Zustande chemischer Lösung, oder uur mechanisch enthalten war, d. h. im letztern Falle vom Wasser bloß getragen wurde. Plutonische, wie vulkanische Gesteine befanden sich, in Folge des Einwirkens von Hitze, im geschmolzenen Zustande, und die deutlichsten Beweise, daß geschmolzenes, flüssiges Gestein aus Erdtiefen emporgehoben wird, daß es da ausfließt, wo dasselbe den geringsten Widerstand findet, geben unsere, heutigen Tages wirksamen, Feuerberge. So entstanden, so entstehen noch gegenwärtig, Lavenströme.

Ich erwarte die Fragen: warum unterscheidet man plutonische und vulkanische Gesteine? wären nicht sämtliche Feuer-Erzeugnisse unter einem Namen zusammenzufassen? — Die Bildung der, als plutonische zu bezeichnenden, Gesteine hat längst aufgehört; selbst die neuesten unter ihnen liegen gänzlich außerhalb des Bereiches der Geschichte; vulkanische Gesteine entstehen heutigen Tages noch, und aus ähnlichen Verhältnissen und Beziehungen beim Vorkommen plutonischer Felsarten, schließen wir, daß auch sie durch Feuer gebildet worden, obgleich nicht immer unter den nämlichen Bedingungen, die man bei gegenwärtig thätigen Vulkanen zu beobachten Gelegenheit hat.

Ein Blick auf Felsmassen, wie solche in nicht wenigen Gegenden, und mitunter selbst nahe bei einander, gefunden werden,

auf Granite, Porphyre, auf Sand- und Kalksteine, verschafft uns Beispiele jener verschiedenartigen Bildungs-Weisen. In Graniten und Porphyren erkennen wir Produkte des Feuers, in Kalk- und Sandsteinen Erzeugnisse des Wassers. Während bei Kalk- und Sandsteinen Alles darauf hindeutet, daß Lage über Lage sich ordnete, indem sie nach und nach aus Wasser abgesetzt wurden, und so sanft gerundete Hügel und Berge entstanden, stellen sich jene Feuer-Gebilde auf ganz andere Weise dar. Granite treten in hohen kühnen Berg-Gestalten hervor; Nichts zeugt für einen Niederschlag aus Wasser; jede Abtheilung in geordnete Lagen wird vermist; hier können wir nur an Emportreibungen aus der Tiefe denken, an Massen, die geschmolzen gewesen, und mehr oder weniger gewaltsam aufwärts gedrängt, oder gestoßen worden. In ähnlicher Weise verhält es sich mit Porphyren; auch sie müssen als plutonische Producte gelten. Schon aus den Regel-Formen ihrer Berge ergibt sich große Verschiedenheit im Vergleich zu den, von Sand- oder Kalksteinen zusammengesetzten, Höhen. Auffallender noch aber weichen Porphyre und Granite, was ihre Masse betrifft, von neptunischen Erzeugnissen ab. Dabei darf ich einen Umstand nicht unerwähnt lassen: neptunische Felsarten enthalten sehr häufig versteinerte Ueberbleibsel von Thieren und Pflanzen; vulkanischen Gebilden sind solche Einschlüsse durchaus fremd.

Bei weitem der größte Theil der, unsere Erdrinde ausmachenden, Gestein-Massen entstand lange vor dem Daseyn der Menschen. Was von solchen Bildungen in die geschichtliche Zeit fällt, was fortdauernd noch jetzt erzeugt wird, ist wenig bedeutend im Verhältniß zum großen Ganzen. Aber solche Thatsachen sind demungeachtet von nicht gewöhnlichem Interesse: sie verbreiten Licht über gewisse, mehr oder weniger geheimnißvolle, Phänomene.

Um durch einige Beispiele zu erläutern, wie die Natur bei Bildung von Felsmassen und von Mineralien überhaupt verfahren,

wollen wir Erzeugnisse des Wassers und des Feuers kennen lernen, wie solche heutigen Tages, und zum Theil unter den Augen des Beobachters, statt haben.

Sehr auffallende Erscheinungen lassen manche Quellen wahrnehmen. Durch größern oder geringern Kohlensäure-Gehalt ist nämlich solchen Quellen die Eigenthümlichkeit verliehen, daß ihre Wasser von kalkigen Gesteinlagen, über welche sie fließen, durch die sie sich hindurchdrängen, mehr oder weniger auflösen. So wie dieselben mit der Luft in Berührung kommen, entweicht ein Theil jener Säure als Gas in den Dunstkreis, um fällt der aufgelöste Kalk aus dem Wasser nieder und erhärtet. Auch Erfahrungen, die wir täglich im gewöhnlichen Leben zu machen Gelegenheit haben, belehren uns über Phänomene der Art. Viele Quell- oder Brunnen-Wasser bilden, beim Verdampfen in Kesseln, oder wenn man sie längere Zeit in Gefäßen stehen läßt, so daß dieselben nach und nach verdunsten, allmählig einen kalkigen Niederschlag, der endlich zur festen Rinde erhärtet; das ist, was man „Kesselstein“, „Pfannen“ oder „Wasserstein“ nennt. — Neue Kalk-Gebilde, wie die oben erwähnten, ergeben sich, in gar mancher Hinsicht, als interessant und wichtig. Die lange, nicht unterbrochene, Dauer ihres Entstehens; das Großartige der Massen, welche, aus jenen Abfällen, im Zeitverlauf hervorgehen; das Häufige ihrer Verbreitung, im Vergleich mit allen andern neuen Stein-Bildungen; das Werthvolle des Materials für gewisse Bauzwecke; dieß sind die Verhältnisse und Beziehungen, welche unsern Gebilden besondere Bedeutung verleihen. Es wird darnach nicht ungeeignet seyn, wenn wir denselben unsere Aufmerksamkeit schenken. Vorher die Bemerkung, daß lockere, poröse Massen, welche auf die angeedeutete Weise entstehen, als Kalktuffe bezeichnet zu werden pflegen; festere, dichtere führen den Namen Travertine. In der Römischen Ebene begreift man die gesammten

neuesten Kalk-Bildungen unter dem Ausdruck *Travertino*; schon die Alten kannten einen „*Lapis Tiburtinus*.“ — Ueber Kalkfinter, über Sprudel- und Erbsensteinen werden wir im Verfolg Näheres hören.

Der Stolz des alten, wie des neuen Roms, das Colosseum, die Peterskirche, sind aus Travertin erbaut; aus Travertin wurden die ältesten Meisterwerke Griechischer Baukunst, die berühmten Tempel von Paestum, aufgeführt. Was dem Travertin vorzüglichen Werth in architektonischer Hinsicht gibt, ist der Umstand, daß das Gestein durch Luft-Einwirkung große Festigkeit erlangt; es wird hart, unverwundlich, und leistet nicht selten längere Dienste, als Marmor. Bauwerke aus Travertin können viele Jahrhunderte überdauern. Im Verlaufe der Zeit färben sich die Massen röthlich, und diese Eigenschaft trug sehr dazu bei, den Trümmern Römischen Glanzes das so überraschende ernste, würdevolle Ansehen zu geben. — Manche von der Natur, aus lockern Niederschlägen, aus Kalktuffen, errichtete Bauwerke, haben große Festigkeit und Dauer. So überwölbten kalkige Quellen-Abfälle, um die Mitte des vorigen Jahrhunderts, unfern der Stadt Clermont in Auvergne, eine Diefse; sie bildeten eine Art Brücke, die 200 Fuß Länge, und in der Mitte des Bogens zwei Fuß Stärke hatte. Die Tragkraft der Brücke reichte hin, um beladene Wagen mit aller Sicherheit darüber zu führen.

Unter den Quellen sind es, wie ich bemerkte, namentlich jene, die kohlensaures Gas enthalten und aus Kalk-Gebirgen hervortreten, welche Abfälle, wie die befragten, liefern. Die gewaltigen Travertin- und Kalktuff-Massen Italiens verdanken den Quellen der Apenninen-Kette ihr Entstehen. Die Wasser schwemmen Theile der kalkigen Fels-Gebilde ab, sie lösen sie auf, und legen das Abgeschwemmte und Aufgelöste am Fuße der Berge

nieder. — Was von Quellen gesagt worden, das gilt, wie sie gleich hören sollen, auch von nicht wenigen Seen.

In Zeiten, wo die Naturgeschichte nicht ihre jetzige Aufklärung durch die Scheidekunst erhalten hatte, bezeichnete man solche in Krustirende, überrindende Wasser als „versteinerte“; vom Volke wurden sie den Wundern beigezählt. Daß der *Silurus* Baum-Blätter überrinde, welche hineinfielen, dieß war den ältesten Schriftstellern nicht unbekannt geblieben. Jener Fluß, der *Sele* heutigen Tages, hat seinen Lauf unsern *Paestum*, in einer, für Erscheinungen, wie die, von denen ich rede, höchst interessanten Gegend.

Südwärts Neapel, am Ufer der weit erstreckten Bucht, umgeben von romantischen Hügeln, inmitten eines schönen, reichen Thales, liegen die Trümmer des alten *Paestums*. Man findet ansehnliche Ueberbleibsel der, aus festen Kalk-Blöcken aufgeführten, Mauern; aber die Stadt, welche sie einst umschlossen, ist längst verschwunden; schon Römische Dichter sangen von der Pracht der Rosen, die an der Stelle erblühten, wo *Paestum* gestanden. Mit Rasen und Gebüsch erscheint der weite Raum dicht überwachsen; als einzige Denkmale frühern Glanzes, stellen sich die großartigen Ruinen dreier Tempel dar; es sind jene außerordentlichen Werke früherer Baukunst, von denen ich Ihnen sagte, daß sie aus Travertin aufgeführt worden. Ein See, in unmittelbarer Nähe von *Paestum*, lieferte das Material. Noch zeigt man eine geräumige Grotte, und andere bedeutende Vertiefungen, welche, in längst vergangener Zeit, durch Wegbrechen mächtiger Gesteins-Massen gebildet wurden. Es ist genau die nämliche Gebirgsart, wie jene, woraus die Tempel bestehen. Ein Bach, der bei den Ruinen vorbeifließt, setzt fortbauend so viel Kalktuff ab, daß an den alten Stadtmanern bedeutende Lagen erzeugt werden. Binnen wenigen Stunden überzieht sich ein, ins Wasser gebrachter,

Stab mit kalkiger Rinde; Moos, Grashalme, schon vollkommen mit einer Stein-Hülle bedeckt, zeigen im Innern das fast unverblichene Grün; so schnell hat der Niederschlag jener erdigen Theile statt. Am Ufer wachsende Pflanzen sind vom kalkigen Anfluge grau gefärbt. Andere „überrauchende See'n“ lassen das auffallende Phänomen wahrnehmen, daß Gewächse, in ihrem Wasser lebend, am untern Theile bereits inkrustirt sind. Es scheint sonach, daß das innere Wesen derselben keine Störung durch jenen Proceß erlitten habe, daß ihr zartes Ader-Geflecht nicht zusammengepreßt worden. — Vom See bei Paestum rührt die Fabel der „schwimmenden Inseln“ her. Er galt als unergründlich weit hinabreichend; die Blasen an seiner Oberfläche, Folgen vom Entweichen kohlensauren Gases, wurden für Aufwallungen siedenden Wassers genommen; und so glaubte man, der See koche in seiner tiefsten Tiefe und treibe Inseln empor. Die Erscheinung ist sehr einfach zu erklären. Rohre, Binsen, andere Wasser-Pflanzen der Ufer sind mit Kalktuff bedeckt. Zur Winterzeit werden ganze Hauswerke solcher Vegetabilien durch das bewegte Wasser losgerissen und dem Flusse zugeführt, welcher den See ableitet. Es sind dieß eben so wenig schwimmende Inseln, als die gewaltigen Trümmer der, an den Ufern des Erie-See's in Nord-Amerika noch heutigen Tags entstehenden, Kalk-Niederschläge, die, in kältern Monaten, Eisblöcken anhängend, auf der Oberfläche jenes See's schwimmen.

Auch bei schnellster Bewegung strömender Wasser, mitten im Bette gewaltsam aufgeregter Flüsse, zwischen hinabstürzenden Fluthen, wird nicht selten Kalk niedergeschlagen. Recht auffällige Beweise liefern die, nie genug bewunderten, Wasserfälle bei Terni und bei Tivoli. Unweit Terni stürzt der *Velino* zu verschiedenen Malen, und aus Höhen von dreihundert Fuß, über schroffe Felsen hinab. Die Cascaden des *Teverone* bei Tivoli,

haben mit jenen von *Terni* manches Aehnliche. Kalk-Bildungen finden an diesen Wasser-Stürzen in Menge statt, und nach sehr großartigem Maßstabe. Aus den Wellen, aus dem Schaume des donnernden Falles, fällt kalkige Substanz nieder. Die Wasser des *Teverone*, des *Anio* alter Zeit, überrindern Felsen und bilden so die schönsten Stalaktiten. — Selbst der feine Wasserstaub, von welchem die Felsen stets umhüllt sind, ist in dem Grade mit Kalk-Theilen beladen, daß Was-Reliefs, die man ihnen ausseht, vollkommen abgeformt werden. — In der Gegend um Rom sind diese Tuff- und Travertin-Ablagerungen bei *Tivoli* die mächtigsten. An der Seite der tiefen Schlucht, in welche das Wasser sich stürzt, unmittelbar unter den Tempeln der *Vesta* und *Cybele* (Fig. 2, Taf. VIII), sieht man eine solche Ablagerung bei 500 Fuß mächtig. Brüche von ungeheurer Ausdehnung wurden seit ältester Zeit darin betrieben; aus ihnen hat man das Material zu den Pracht-Gebäuden der „ewigen Stadt“ entnommen. Und wie schnell das „Steinwerden“ hier vorwärts schreitet, davon zeugt der scharfe Abdruck eines Wagenrades mitten im jungen Kalk-Gebilde. Nicht weit von der *Neptun-Grotte*, dreißig Fuß unter der jetzigen Oberfläche, ist dieser Abdruck zu sehen. Vom Rade selbst verschwand begreiflich jede Spur; aber Achse, Speichen, Felgen, sind aufs Deutlichste zu erkennen.

Stoßen mit Kalkerde beladene Wasser, in weiten flachen Thälern, in niedern sumpfigen Gegenden, so entweicht nicht allein ein Theil ihres Gehaltes an Kohlensäure, sondern es verdunstet das Wasser während der heißen Sommer-Monate, ganz oder zur größten Hälfte. Nun erfolgen nach und nach Niederschläge der aufgelöst gewesenen Kalk-Substanz, und es bilden sich, im Verlauf der Jahre, Stunden lang erstreckte, und mitunter sehr mächtige, Ablagerungen. Unsern *Vittoria*, im Süd-Amerikanischen

Freistaate *Colombia*, ragen Kalktuff-Hügel, über 800 Fuß hoch, gleich Vorgebirgen ins flache Land hinaus; ihre eigenthümlichen Gestalten scheinen das alte Meeresufer anzudeuten.

Bei Hergängen, wie die, welche wir bis jetzt kennen lernten, hat der ganze Bildungs-Proceß des Kalkes, von seinem Beginnen an, nichts Räthselhaftes. Ungewöhnlicher, sonderbarer, sind andere Thatsachen, die den Beweis liefern, daß mit kohlensaurem Kalt beladene Wasser auch aus den Erdtiefen, und vielleicht ganz unabhängig von, daselbst etwa vorhandenen, Kalk-Ablagerungen emporsteigen. Besonders auffallend in dieser Beziehung ist der berühmte *Carlsbader Sprudel*. Seit Jahrhunderten strömt die Quelle, brausend und dampfend, gleich mächtig und gleich heiß, hervor. — Woher rührt die Hitze? Was erhielt die Gluth so lange Zeit hindurch? Auf diese Fragen erlauben Sie mir später zurückzukommen; die Antworten stehen mit der Lehre von Erdwärme und von Vulkanismus in engster Verbindung. So viel will ich jetzt bemerken, daß die „unterirdischen Magazine von Steinkohlen und von Eiseukies“, durch deren vermeinte Gegenwart man das Phänomen erklären zu können wähnte, unter die längst aufgegebenen Behauptungen gehören. — In *Carlsbad* sprüht das heiße Wasser rauschend und rauchend empor, mitten zwischen Granit- und Porphyr-Umgebungen aus einem kalkigen Gewölbe, aus der „*Sprudelschale*“, einem Werke, gebildet durch Abfälle der Quelle. Man blickt hinunter in die geräumige, von Dampf und Wasser erfüllte, Weitung, wie in eine unergründliche Tiefe. Im Zeit-Verlaufe hat sich, über dem ganzen *Sprudel-Bassin*, die erwähnte Sinterdecke, mehrere Fuß stark, erzeugt. Auf dieser Decke steht ein nicht unbeträchtlicher Theil von *Carlsbad*; durchbohrt man jene Decke, so wird in der Regel ein, mit Wasser erfüllter, Raum aufgeschlossen. — Der wunderbare *Sprudel*, mit seinen „geisterartigen Erscheinungen“, lohnt eine Reise nach

Carlsbad, auch wenn man nicht dahin geht, um der Heilgöttin, der Hygiea, zu huldigen. Natur-Produkte — Blumen, Kornähren, Früchte, Laubwerk, Gehäuse von Schnecken, todte Krebse — oder Kunst-Erzeugnisse verschiedenster Art, überziehen sich während des kurzen Zeitraums von acht Tagen mit „Sinter“, das heißt mit einer dünnen, durch Eisenoxyd mehr oder weniger braun gefärbten, kalkigen Rinde. Die Stärke solcher Rinde steht im Verhältnisse mit der Zeit, während welcher die Gegenstände dem Einflusse der Quelle ausgesetzt bleiben; schon nach einigen Monaten erreicht die Hülle die Stärke eines halben Zolles und darüber. Von weit größerem Interesse aber sind für uns die Kalksinter-Ablagerungen, welche der Sprudel, während längeren Zeitverlaufs, da bildet, wo seine Wasser Raum finden, ihren Kalk-Gehalt allmählig niederzuschlagen. Es entstehen nach und nach stärkere Sinter-Abfälle, ganze kalkige Bänke, in dünne parallele Lagen getheilt, deren jede Folge besondern Abfalles ist. Der Proceß, der eine solche Lage entstehen ließ, muß unterbrochen worden seyn, ehe sich eine neue Schichte niederschlug; denn der Zusammenhang je zweier Lagen, obwohl sie sich einander dicht anschließen, ist bei weitem weniger groß, als die Verbindung der, eine und dieselbe Lage bildenden, Theile unter sich; beim Zerschlagen fallen die verschiedenen Lagen gleich Schalen auseinander. Es sind diese Erfahrungen, welche uns demnächst, bei unsern Betrachtungen über Schichten-Bildung zu statten kommen sollen. — Die Carlsbader „Sprudelsteine“ haben eine Art Welt-Berühmtheit erlangt; nicht nur, daß man sie in keinem Europäischen Mineralien-Cabinette vermißt, und daß dieselben nach Nord- und Südamerika wandern, um in Sammlungen aufbewahrt zu werden; Sprudelsteine nehmen auch gute Politur an und werden zu den zierlichsten Arbeiten mannigfaltigster Art verwendet; die gebogenen,

streifigen Farben-Bezeichnungen verleihen denselben ein vorzüglich schönes Ansehen.

Ein anderes Beispiel, daß kalkhaltige Quellen nicht als beschränkt auf solche Landstriche zu betrachten sind, in denen Kalk-Gesteine vorherrschend auftreten, gewährt Süd-Frankreich. Unter den dortländischen Quellen — deren theilweise hohe Temperatur uns unverkennbar auf vulkanische Gluth tieferer Regionen hinweist — ist keine bekannter, als die von *Saint-Alyre*. Am Fuße der Höhe, auf welcher *Clermont* erbaut ist, entspringt die Quelle aus vulkanischem Luff, der über Granit liegt. Sie gehört zu denen, welche Kalkerde in ansehnlicher Menge enthalten, und liefert, während verhältnißmäßig kurzer Zeit, bedeutende Inerustationen. Besonders zierlich nehmen sich Weintrauben aus, die man ins Wasser gebracht. Von lichtgelblichweißer Kalk-Hülle erscheinen die Beeren sehr ebenmäßig umgeben; zerschlägt man eines der überrindeten Körner, so liegt die Traubenbeere darin, einer Mumie gleich.

In natürlichen, wie in durch Kunst geschaffenen, unterirdischen Weitungen, in Grotten und Gebirgs-Spalten, in Gruben-Gebäuden und in ähnlichen Räumen, haben, zum Theil stets fort-dauernd, kalkige Absätze statt.

Die schönen Kalk-Säulen, von vielartigster Gestalt, in allen Größe-Graden, die Zapfen-förmigen und Röhren-ähnlichen Tropfsteine, diese Pierden der meisten Grotten, sind nichts als kalkige Substanz, durch eindringende Wasser abgesetzt. Die Wasser träufeln von der Decke der Grotte nieder, oder rinnen an ihren Wänden hinab. Stalaktiten nennt man von der Decke niederhängende Tropfsteine, Stalagmiten aber die vom Boden aufgerichteten Zapfen. Manche Stalaktiten, deren Bildung unterbrochen wurde, die als vollendet zu betrachten, erreichten nur die Stärke weniger Linien; andere wachsen, bei langer Dauer des

Proceßes, zu wahrer Riesengröße an. — Unter vielen Grotten, deren hier gedacht werden könnte, hat wohl keine so unermessliche, und zugleich so prachtvolle Tropfstein-Säulen aufzuweisen, als die, welche der *Montserrat* umschließt (Fig. 1 auf Tafel VIII; nach de La Borde). Nicht weit von dem, auf Steinsalz-Massen erbauten, Flecken *Cordona*, in der Spanischen Provinz *Catalonien*, erhebt sich jener Berg. Er wird besonders auffallend durch sein Emporsteigen aus einer Ebene, und durch wunderbare Fels-Gestalten, durch gezackte, spitzige Gipfel, nach welchen er den Namen trägt; denn *Montserrat* will so viel sagen, als „anz gezackter Berg“. In einiger Entfernung gleicht seine Masse den Trümmern gewaltiger Bauwerke. In hoher Felswand ruht das uralte Benedictiner-Kloster, wo Ignaz von Loyola, der Stifter des Jesuiten-Ordens, sich zum Ritter der heiligen Jungfrau erklärte. Im letzten Französischen Kriege wurde die Abtei großen Theils zerstört. Weiter aufwärts findet man die berühmten Einsiedeleien, zu denen in schroffen Fels gehauene Stufen führen.

Die Wände alter Stollen (S. 22) sieht man nicht selten überzogen mit Kalksinter-Rinde, und von der Decke hängen Zapfen in verschiedener Gestalt und Größe herab. Hier finden Kalk-Bildungen häufig Gelegenheit, sich durch metallische Oxyde — Eisen, Kupfer, Kobalt — zu färben; daher die braunen, blauen, grünen und rothen Stalaktiten.

Am Rheinufer bestand, in alter Zeit, eine große Römische Wasser-Leitung. Der gemauerte und überwölbte Kanal reichte von Köln bis zur Eifel; seine Bestimmung war: Quell-Wasser aus Kalkstein-Thälern der Römer-Colonie zuzuführen. In mehreren Stellen wird darin ein, oft acht Zoll starker, kalkiger Absatz, „Kanalstein“ getroffen, der im Verlauf weniger Jahrhunderte entstanden ist. In dünne, wellenförmig gebogene, Lagen abgetheilt, bedeckt dieser Niederschlag das Mauerwerk des Kanal-Bodens,

welches in jedem Handstücke unverkennbare Merkmale Römischen Ursprungs trägt. Aus diesem „Kanalstein“ gefertigte, sehr zierliche kleine Säulen haben fast alle Nieder-Rheinischen Kirchen aufzuweisen. — Ebenso ist das Innere der Aquaducte, der bewundernswürdigen Wasser-Leitungen, welche jeden Winkel des ungeheuern Roms versorgen, von Kalk-Abfällen überzogen; Römische Künstler verarbeiteten sie unter dem sehr ungeeigneten Namen „Mabaster“. Bei *San Vignone* in Toscana seht sich in der Röhre, welche das Wasser von den Bädern ableitet, der starken Bewegung ungeachtet, jährlich eine Kalkrinde von sechs Zoll Dicke ab. Ebenso ist bei den, aus alter Zeit berühmten, Mineral-Wässern von Ruszbaki in Ungarn, wo die Quellen zum Bade geführt werden, eine Rinnen-artige Kruste entstanden. — Solche Ueberzüge, solche Rinden, hängen meist der Röhren-Masse mit großer Festigkeit an.

Bei dieser Gelegenheit will ich auch der schönen, blendend weißen Stalaktiten gedenken, wie man sie in vielen Gewölben, unter andern in denen der Heidelberger Schloß-Ruine findet. Aus der Höhe eindringende Wasser, welche Kohlensäure in sich aufgenommen haben, lösen den Mörtel des Mauerwerkes auf, zu dessen Grundstoffen, wie Ihnen bekannt, Kalkerde gehört; so entstehen jene Tropfsteine. An der, aus Marmor aufgeführten, Jesuiten-Kirche in Venedig sind ähnliche Erscheinungen wahrzunehmen.

Die Entstehungs-Weise kalkiger Bildungen ist, wie Sie aus dem bis jetzt darüber Besprochenen entnehmen werden, im Ganzen dieselbe; aber die Umstände zeigen sich mitunter etwas verändert, und blieben keineswegs ohne Einfluß auf die Beschaffenheit, auf das äußere Wesen jener Gebilde, und auf ihr inneres Gefüge. Die Art des Abfalles: ob derselbe allmählig, oder schnell erfolgte, mit Ruhe, oder unter mannigfaltigen Störungen, läßt sich meist aus Merkmalen erkennen, welche den verschiedenen Kalk-

Bildungen eigen sind. Wenig bewegte Wasser erzeugen — auf Ebenen, auf der flachen Oberfläche niedriger Hügel, in Vertiefungen am Fuße von Bergen — Massen, welche, durch Dichte, und ein gewisses Gleichmäßiges ihrer Substanz, wie durch Reinheit, der, in der Regel lichtweißen, Farbe ausgezeichnet sind. — Nur einige Worte zur nähern Charakterisirung von Travertin, Kalktuff und Kalksinter.

Der Travertin, unter jenen kalkigen Massen die dichteste, und mitunter so hart, daß er beim Zerschlagen klingt, erscheint übrigens oft auch zellig, voller Höhlungen und Blasen-ähnlichen Räumen. Runde, Röhren-artige Weitungen, das Gestein nach allen Richtungen durchziehend, sind von Schilfstängeln abzuleiten, über denen sich die weiche Masse modelte, und welche nicht selten wieder zerstört wurden.

Eigentliche sogenannte Tuffe, wie wir solche sehr oft in der Nähe von Quellen finden, sind kenntlich am Schwammigen und Porösen ihrer mehr erdigen Substanz; die auffallenden sonderbaren Gestalten verdanken dieselben pflanzlichen Theilen, namentlich Moosen, und anderen Körpern verschiedenster Art, die sie oft noch in sich eingeschlossen enthalten. Leichte lockere Massen, wie viele Kalktuffe es sind, zeugen recht augenfällig dafür, daß die Dichtigkeit des Niedergeschlagenen mit der Schnelle ihres Absahes in umgekehrtem Verhältnisse steht. — Was die organischen Reste betrifft, die Ueberbleibsel von Pflanzen und Thieren, die Theile von Gewächsen, die Blätter von Bäumen, die verschiedenartigen Knochen und andere Gebeine, die Land- und Flußmuscheln, so zeigen sich dieselben meist den, in der nächsten Umgegend lebend vorhandenen Pflanzen und Thieren durchaus ähnlich. In gewissen Kalktuff-Ablagerungen aber trifft man, neben großen Mengen von Resten der Art, auch Ueberbleibsel solcher Thiere, die aus der Reihe lebender Wesen verschwunden, die untergegangen

And. Ueber die Perioden des Entstehens älterer Kalktuff-Ablagerungen, geben Kunst-Produkte, Arbeiten, Erzeugnisse von Menschen verfertigt, welche zuweilen darinnen getroffen werden, manchen Aufschluß. Ich werde Gelegenheit finden, dieses an geeigneter Stelle weiter auszuführen.

Formen, und mehr noch die symmetrische Anordnung der krystallinischen Theile, so wie die Umstände, unter denen, aus Kalksinter gebildete, Stalaktiten vorkommen, beweisen, daß dieselben in freien Räumen, aus Auflösungen entstanden, welche nicht in Masse vorhanden waren, sondern allmählig tropfenweise hinzutraten. Mitunter zeigen sich solche Tropfsteine auf ihrer Außenfläche, ganz, oder theilweise, mit den zierlichsten Kalkspath-Krystallen bedeckt.

Zu den seltsamsten Bildungen, deren hier zu gedenken ist, gehören endlich die sogenannten Erbsensteine, oder Pisolithen, mit einander verwachsene, und zu ganzen Massen dicht zusammengehäufte, rundliche Körner und Kugeln aus Kalk. Es sind besondere Umstände erforderlich, um Erbsensteine entstehen zu lassen; auch trifft man sie nichts weniger als häufig. Karlsbad ist deren vorzüglichste Fundstätte. Hier liegen größere und kleinere Parteen solcher Erbsensteine mitten zwischen dem uns bekannten Sinter des Sprudels. Die einzelnen kleinen Kugeln, die Erbsen-ähnlichen Gestalten, aus schaligen Hüllen gebildet, schließen meist einen Kern ein, ein kleines Granit-Bröckchen, ein Quarz-Körnchen, ein Feldspath-Stückchen. Diese Kerne müssen im Kalk-haltigen Wasser geschwebt haben, um so gleichmäßig eingehüllt zu werden, wie sie es sind. Man denkt sich die Bildung der Erbsensteine als eigenthümliche Wirkung gewisser heißer Quellen. Die aufstoßenden Wasser trieben ihr Spiel mit den einzelnen Körnern; sie erhielten dieselben schwebend, und zugleich in steter drehender Bewegung, während die Umhüllung statt

fand. Wurden die Körner zu groß, so fielen sie nieder und verbanden sich mit den schon fertigen.

Manche, an kalkigen Theilen besonders reiche, Quellen und See'n blieben, wie Sie gehört, für gewisse technische Absichten nicht unbenuzt. In den warmen Bädern zu *Filippo* im Toskanischen werden schöne Brustbilder und Medaillen dadurch gefertigt, daß man Modelle, Schwefel-Formen, dem herabtränfelnden Kalkwasser aussetzt. Auf ähnliche Weise verschafft man sich in Peru nicht nur Statuen, sondern selbst Quadersteine zum Hausbau. Dieß hat die, keineswegs haltbare Meinung veranlaßt: es wären die prachtvollen Säulen der Tempel in Paestum nicht gehauen, sondern gegossen worden. — Am Urmia-See in Persien finden sich mehrere Teiche, deren Wasser kalkige Massen absetzen. Große, aus diesem Tuff gehauene, Platten sind wahre Luxus-Artikel in jenem Lande; nur der König, seine Söhne, und die, durch einen besondern Firman privilegirten, Personen haben das Recht, sich ihrer zu bedienen. Der ausgehauene Tuff wird übrigens sehr bald wieder durch neuen ersetzt.

Daß ich so lange bei diesen Kalk-Gebilden und bei der Art ihres Entstehens verweilte, wird nicht mißdentet werden. Es gibt nur wenige Gelsarten, wo man alle Verhältnisse, von denen die Rede gewesen, so sichtbar verfolgen kann. Zu öftern Malen werde ich mich später veranlaßt finden, Sie auf das eben Abgehandelte hinzuweisen; es knüpfen sich daran manche lehrreiche und wissenswerthe Beziehungen.

Auch das Meer gewährt, in unsern Tagen, Beispiele stets fort dauernder Kalk-Bildungen. Kalkiger Schlamm, den die Wasser mit sich führen und am Ufer, an Küsten-Strecken, welche nur vorübergehend von Fluthen bedeckt werden, niederlegen, erhärtet nach und nach zu festem Kalkstein. Hin und wieder schließt solcher junge Meerestalk Gebeine von Thieren ein, deren Aehnliche

noch jetzt in der Gegend leben, ferner Muscheln, mit denen übereinstimmend, die am Gestade oder im nahen Wasser gefunden werden, und außerdem nicht selten auch Kunst-Produkte verschiedener Art. Die Amerikanische Insel Guadeloupe hat hierher gehörende Erscheinungen aufzuweisen, die für uns besonders wichtig sind. Man entdeckte vor einigen Jahrzehnden, mitten in neu gebildeten Kalkstein-Bänken, Knochen, ja ganze Gerippe, welche als menschliche erkannt wurden. Anfänglich erweckte die Sache viel Aufsehen. Irriger Weise galten jene Ueberbleibsel für Anthropolithen, das heißt für versteinerte Reste von Menschen, welche vor der Sündfluth gelebt haben sollten. Wie es sich damit verhält, werde ich später zu entwickeln mich veranlaßt sehen; hier nur die Bemerkung: daß heilige Geschichten und geologische Wahrheiten den überzeugenden Beweis liefern, der Mensch sey ein neuer Geschöpf auf der Erde.

An die Betrachtung dieser Kalk-Gebilde wollen wir einige Beispiele vom fortdauernden Entstehen mancher Sandsteine reihen. Vorher muß ich noch sagen, daß nicht bloß kohlensanre Kalke es sind, welche unter unsern Augen erzeugt werden; auch schwefelsanre Kalke, Gypse, bilden sich ohne Unterlaß, jedoch in weit geringerer Menge. Enthalten zu verdampfende Wasser, statt kohlensanren Kalkes, schwefelsanren Kalk gelöst, so entsteht Gyps. Diese Thatsache wurde in England beobachtet. Wasser, zur Füllung des Kessels einer Dampf-Maschine, kam aus der Tiefe bergmännischer Gruben, die man in Thonschiefer bearbeitet. Der Thonschiefer führt Kalkspath-Albern, die Eisentiez (Schwefel-Eisen) enthalten. Zersetzung, welche vor sich gehen, veranlassen die Bildung von Gyps; Wasser, durch die Thonschiefer-Massen hindurchziehend, nehmen den Gyps in sich auf, und beim Verdampfen der Wasser wird derselbe in Krystallen abgesetzt. Die

Lösbarkeit des Gypses in Wasser erklärt das Entstehen des Minerals in Höhlen von Gyps-Gebirgen. Decke, Boden und Wände solcher Räume erscheinen nicht selten mit den zierlichsten Gyps-spath-Krystallen bekleidet. Ferner wissen wir, durch Versuche von Chemikern belehrt, daß wenn Schwefel-Wasserstoff-Gas (S. 216) längere Zeit hindurch in Massen von kohlensaurem Kalk eindringt, in Folge chemischer Verwandtschafts-Gesetze, Gyps-Bildungen statt haben; die Kohlensäure muß der stärkern Schwefelsäure weichen, diese verbindet sich der Kalkerde. Als jüngstes Erzeugniß treffen wir Gyps-spath auf Erz-Gängen, mit mancherlei metallischen Substanzen, zumal, wie leicht begreiflich, mit Schwefel-Metallen, und begleitet von verschiedenen andern Mineralien. Ebenso kommen Gyps-spath-Krystalle in verlassenen Gruben vor, die unter Wasser stehen, und auf alten Halden (S. 27). Alle diese Phänomene haben nichts Ueberraschendes für Sie; wo die erforderlichen Stoffe vorhanden sind, wo die bedingenden und begünstigenden Umstände eintreten, da erzeugen sich Gyps-spath-Krystalle und Nadeln gleichsam in Gegenwart des Naturforschers. In gewissen körnigen Gypsen hat man, nach Aussage Glaubens verdienender Beobachter, „Fichtenholz-Spähne“ eingeschlossen getroffen, fest mit der Gestein-Masse verwachsen; dieser Umstand würde auch bei solchen körnigen Gypsen auf sehr neue Entstehung hinweisen. Nach Mac l u r e, einem achtbaren Nord-Amerikanischen Geologen, verdanken die körnigen Gypse an den Niagara-Fällen ihren Ursprung einem Hergang, der mit dem oben erwähnten, Entstehen der Gyps-spath-Krystalle im Kessel einer Dampf-Maschine wohl vergleichbar ist: die Wasser wirken nämlich, wie gesagt wird, auf Schiefer-Massen ein, in denen Eisenkiese führende Kalk-spath-Adern und Gänge in großer Häufigkeit aufsehen.

Wenden wir uns nun zu den fortdauernd entstehenden Sandsteinen. Es sind dieß Erscheinungen, welche zum Theil mit dem eben abgehandelten in naher Beziehung stehen. Der, durch Wasser an gewissen Meeresküsten abgelagerte, Sand wird im Zeit-Verlaufe fester, und endlich zu Sandstein. Es gibt Orte, wo man gleichsam Augenzeuge dieser Umwandlung sehn kann, wo dem Beobachter die bedingenden Ursachen, die eigenthümlichen Umstände, welche das Ereigniß begleiten, nicht entgehen; vom Zerreiblichen an, lassen sich alle Erhärtungs-Stufen verfolgen. So wird der lose Sand bei Marseille, an der Nordküste Siciliens, an vielen Stellen von Kleinasien, auf der westlichen Seite von Neu-Holland, nach und nach in dem Grade hart, daß er nicht allein brauchbar ist, um Räume darin zur Befestigung von Ankertanen auszuweiten, sondern auch als Bau-Material benutzt werden kann, und selbst zu Mühlsteinen. Die Härte erlangt das neue Gebilde durch Einseihungen kalkiger Wasser. Hinsichtlich der Massen-Beschaffenheit können solche Sandsteine, unter andern jene der Englischen Insel Wight, gar wohl den, aus ältern Erd-Perioden abstammenden, verglichen werden. Manche ähneln namentlich den bunten Sandsteinen vollkommen; sie zeigen, genau wie diese, das Gebänderte, den streifigen Wechsel rother und weißer Farben. Einige jener neuen Sandsteine schließen auch thierische Gebeine ein und Theile von Pflanzen. — Was noch besonders erwähnt zu werden verdient, das ist eine Beobachtung Riche's, welcher den Seefahrer d'Entrecasteaux begleitete. Riche sah, an der Westküste von Neu-Holland, daß Sand und kalkhaltiges Wasser bei heftigem Winde in die Luft erhoben und gegen Bäume und Strauchwerk geweht wurden. Diese bekommen dadurch nach und nach eine kalkig-sandige Rinde; endlich sterben die umschlossenen Pflanzen ab, sie verwesen, und

nun bleiben die Hüllen zurück: hohle Sandstein-Röhren in Baumförmigen oder Stranch-ähnlichen Gestalten.

Betrachten wir nach diesen, mehr oder weniger rein neptunischen, Bildungen — denn bei manchen dürften, wie Sie hören sollen, noch andere Kräfte mit im Spiel seyn — die, auf vulkanischem Wege heutigen Tages noch entstehenden, Gesteine, so bieten sich uns vor Allem die Laven dar, die Produkte thätiger Feuerberge. Durch Kanäle, welche mit ungemessenen Tiefen der Erde im Verbande sind, werden geschmolzene Massen, feuerigflüssig, heraufgetrieben, und aus den, dem Tage zugekehrten, Oeffnungen jener Schlünde, aus den Kratern, gewaltsam emporgeschleudert, oder als Gluthströme ergossen. Die Massen erkalten, erstarren, bald schneller, bald langsamer; sie werden zu Laven. Man darf sich keineswegs vorstellen, daß Laven immer schlackig, glässig, schwarz von Farbe seyen; bei weitem der größere Theil erscheint grau, körnig, krystallinisch. Laven sind wahre Gesteine, nicht bloß ihrem Aeußern nach andern Gelsarten vergleichbar, sondern auch, was die sie zusammensetzenden Theile betrifft, von ähnlicher Natur, und diese Gemengtheile der Laven müssen als neue Mineral-Substanzen gelten, in den Erdtiefen aus Urstoffen entstanden. Wir werden Gelegenheit haben, das Wahrhafte der ausgesprochenen Behauptung vollkommen einzusehen. Allein nur im Zusammenhange mit der Vulkanen-Lehre läßt sich über Laven, und ihre vielseitigen interessanten Verhältnisse, Aufschluß erlangen. Wollte ich gegenwärtig von ihrer Beschaffenheit reden, so würde ich nicht Weniges voraussetzen müssen, was noch zu erläutern ist; ich würde unvollständig bleiben, oder mich in lästige und zwecklose Wiederholungen verwickeln. Für jetzt genüge es, in Laven die Beweise fortdauernden Entstehens mineralischer Massen auf vulkanischem Wege erhalten zu haben.

Die Frage: wa chsen heutigen Tages noch Steine? pflegt von Uneingeweihten zu oft, mit zu lebendigem Interesse angesprochen zu werden, als daß ich nicht hier schon, wenn auch bloß andeutend, auf deren Beantwortung hätte eingehen sollen. Kalktuffe, Gypse, Kalk- und Sandsteine und Laven gewährten uns, in einzelnen Beispielen, Beweise von fortbauern- dem Entstehen mineralischer Massen durch Wasser-Einwirkung, wie durch jene des Feuers. Wir sahen, daß die Natur im Erzeugen von Gesteinen sich keineswegs erschöpfte; ewig geschäftig geht sie ihren unwandelbaren Gang.

Ich kann es mir nicht versagen, diesen Andeutungen Einiges hinzuzufügen, über neuere Mineral-Bildungen anderer Art. Bei mehreren Vulkanen, namentlich beim Vesuv, beschränkt sich die erzeugende Macht keineswegs auf Bildung von Laven; sie zeigt größere Mannigfaltigkeit in ihrem Wirken. Wenn gestoffene Laven nach und nach erkalten, so ziehen sich ihre Massen zusammen; auf solche Weise entstehen Spalten und Risse, und an deren Wandungen sehen die, aus den Tiefen emporsteigenden, Dämpfe vielartige Mineralien ab, wie zum Beispiel Eisenglanz in schwarzen, lebhaft glänzenden Blättchen, salzsaurer Kupferoxyd in grasgrünen, zarten, haarförmigen Krystallen, Steinsalz, Schwefel u. s. w. Ebenso haben, innerhalb der Erdrinde, ohne Unterlaß Erzeugungen dieser und jener Substanzen statt; bereits vorhandene Mineralien werden zerseht, und es gehen daraus nicht selten neue Körper hervor. — Es wird indessen mehr Interesse gewähren, und zugleich belehrender seyn, wenn ich die weitem Mittheilungen aufspare, bis wir mit unserer Aufgabe vertrauter geworden sind. Seiner Zeit sollen Sie von Menschen-Schädeln hören, die eine Chalcedon-ähnliche Schale umhüllt; von Feuersteinen, in denen Münzen eingeschlossen

getroffen wurden; von Nadeln und Glas-Scherben in gewissen Eisenerzen vorkommend; von Steinsalz-Blöcken, die Holzspähne und Gemshaare enthalten; von Eisen-Nägeln, mit zarten, blendend weißen Arsenik-Dryd-Krystallen überzogen; von Rinden aus Blei-, Zink- und anderen Erzen, wie man solche in bergmännischen Gruben, auf dem Zimmerholze findet, und auf Sprossen der Leitern, zum Hinabsteigen in die unterirdischen Baue bestimmt. Diese und ähnliche Erscheinungen gelten um so mehr als sprechende Beweise für eine spätere und fortdauernde Bildung gewisser Mineralien, wenn wir die Erzeugnisse auf eigenthümliche Weise mit Producten menschlichen Kunstseißes verbunden treffen.

Im Vorhergehenden wurde gesagt, daß bei gewissen Bildungen, welche für den ersten Blick sich als rein neptunische darstellen, noch andere Kräfte thätig seyn könnten. Zur Erläuterung füge ich bei, daß manche Absätze, welche Wasser liefert, Folgen mittelbarer Einwirkung vulkanischen Feuers sind, daß bei solchen Bildungen der Einfluß innerer Erdwärme nicht verkannt werden kann. Hitze erhöht die auflösende Kraft des Wassers oder begünstigt, in anderer Weise, den Proceß. Beim Carlsbader Sprudel hat ein Verhältniß der Art statt, und noch auffallender zeigen sich für uns die Geysir, die berühmten heißen Spring-Quellen auf Island, der denkwürdigen Insel, wo die Spuren vulkanischer Thätigkeit neu sind, wo stark erhitzte Lavenmassen sich der Oberfläche nahe befinden. Sie erinnern sich des bei der Kiesel-erde (S. 242) Besprochenen; Sie wissen, daß viele Quell-Wasser Kiesel-erde gelöst enthalten, aber daß nur sehr wenigen die Macht zusteht, jene Erde in gewisser Menge in sich aufzunehmen und wieder abzusetzen, wie solches unter andern bei den Isländischen Quellen und bei manchen Auvergnern der Fall ist.

Zum Schlusse will ich beifügen, daß einige Mineralien sowohl durch Feuer, als durch Wasser gebildet werden können; sie sind theils Erzeugnisse feneriger Schmelzung, theils gehen sie aus wässeriger Auflösung hervor, und tragen in solchen Fällen meist besondere Merkmale. Ich erinnere Sie an das, in der achten Vorlesung (§ 249) über den verschiedenartigen Ursprung kohlensaurer Kalke, Besprochene; wie sehr weichen körnige Kalke von sämmtlichen dichten und erdigen Kalksteinen ab!

Behnte Vorlesung.

Einfache und gemengte Gesteine. — Geologisch wichtige Mineralien. — Gesteinen der Mineralien. — Quarz. Feldspath. Albit. Labrador. Stimmer. Augit, Hornblende. Magnetisen. Kalk. Gyps.

Wer die Absicht hat, aus gegenwärtigem Zustande der Erdrinde Schlüsse ziehen zu wollen für das Entstehen, für die Bildung derselben, dem ist genauere Kenntniß von der Beschaffenheit jener Rinde, von ihren Bestandtheilen unentbehrlich. Die größeren Massen, die Gesteine, oder Gebirgsarten, welche die Erdrinde zusammensetzen, sind, was ihre mineralische Natur angeht, entweder einfache, oder gemengte. Einfache Gesteine bestehen nur aus einem Mineralkörper, bei gemengten finden wir Theile verschiedener Mineralien zu einem Ganzen verbunden, und im Verbundenseyn liegt das Bezeichnende für solche Gebirgsarten. Einige Beispiele werden dieß vollkommen erläutern. Körniger Kalk, der bekannte Marmor von Paros und von Carrara, die Kreide, der Quarzfels, sind einfache Gesteine: zer schlagen wir dieselben, so trägt jedes Bruchstück noch die Merkmale des Ganzen; jedes Trümmchen ist körniger Kalk, Kreide oder Quarz. Auf ganz andere Weise verhält

es sich bei gemengten Gebirgsarten, wo, in häufigen Fällen die verschiedenen Theile, aus welchen sie zusammengesetzt sind, schon durch bloßen Anblick unterschieden werden können. Granite bestehen aus Körnern, Blättchen oder Krystallen dreier, von einander wesentlich abweichender, Mineral-Substanzen, aus Quarz, Feldspath und Glimmer. Zerschlägt man einen Granit, so zerfällt er in Quarz-, Feldspath- und Glimmer-Theile, deren jedes sich durch besondere Eigenschaften auszeichnet, Eigenschaften, die nur ihm zustehen, und wodurch scharfe Unterscheidung möglich wird. Indem wir aber einen Granit zertrümmern, indem wir denselben in Quarz-, Feldspath- und Glimmer-Theile zerlegen, hört er auf Granit zu seyn; denn im Gemenge des Verschiedenartigen lag das Charakteristische. — Die Körner, sowohl eines und desselben Gemengtheiles, wie die Körner verschiedener Gemengtheile, haften bei Gebirgsarten, wie die erwähnten, gewöhnlich sehr fest aneinander, und die, auf solche Weise zusammengesetzten, Gesteine müssen nothwendig von sehr ungleicher mineralischer Beschaffenheit seyn, je nachdem dieser oder jener, ihrer Gemengtheile vorherrscht.

Anderer gemengte, oder ungleichartige Gesteine — wie man sie auch zu nennen pflegt — sind nicht so beschaffen, wie Granite; die Theile, aus welchen dieselben bestehen, zeigen sich nicht auf solche Weise mit einander verbunden. Bei Porphyren z. B. unterscheidet man eine Hauptmasse, in der Körnchen, Krystalle, dieser oder jener Mineralien, wie eingeknetet, liegen; bei Conglomeraten (von conglomeriren, zusammenhängen), oder bei Breccien, wird die Verbindung der Theile durch einen Teig, durch ein Bindemittel, bewirkt, welches das Verschiedenartige zusammenhält. So finden wir bei vielen Sandsteinen, die nichts als Conglomerate von feinerem oder gröberem Korne sind, einen thonigen, oder einen kalkigen, häufig mehr oder

weniger Eisen-reichen, erhärteten Schlamm, und in solchem fest gewordenen Schlamme liegen Körner, Kollstücke, Trümmer von Quarz, oder von andern Mineralien, versenkt; der Teig hält sie zusammen, er ist ein ähnliches Bindemittel, wie Mörtel bei unserm Mauerwerk. — Diese Verhältnisse sind um so wichtiger und belehrender, da wir bei denselben überall eine gewisse Einerleiheit und Gleichmäßigkeit wieder erkennen, von den Felsblöcken an, die unsere Fluren bedecken, bis zu den Hügeln und Bergen, welche durch Formen-Mannigfaltigkeit das Auge ergötzen, und bis zu den gewaltigen Höhen, deren Gipfel mit ewigen Schnee- und Eishüllen bedeckt sind.

Im Vergleich zur großen Zahl mineralischer Gattungen, welche das System aufstellt, die alle an gewissen Merkmalen erkannt und von einander unterschieden werden — es gibt deren gegenwärtig über dreihundert — hat die Natur, beim Bau der Gebirge, verhältnißmäßig nur wenige angewendet. Sie wählte im Allgemeinen meist die nämlichen Substanzen, nur mit dem Unterschiede, daß in verschiedenen Zeiträumen des Entstehens größerer, die Erbrinde ausmachenden Massen, das heißt, bei gemengten oder ungleichartigen Gesteinen, die Stoffe bald auf diese, bald auf jene Weise einander beigefellt, geordnet und vertheilt wurden. — Daher kommt es, daß, während Pflanzen und Thiere in verschiedenen Himmelsstrichen mehr oder weniger auffallend von einander abweichen, Gesteine auch in den entferntesten Welt-Geenden, sich häufig bis zur Verwechselung ähnlich sehen. So zeigen sich gewisse Granite der Ural'schen Steppen mit denen der Amerikanischen Tropenwelt durchaus einerlei; der Kupferschiefer in Connecticut, mit seinen versteinerten Fisch-Ueberresten, ist jenem aus dem Mansfeld'schen so ähnlich, daß man Handstücke in Sammlungen, ohne Bezeichnungs-Zettel, verwechseln würde; die Grauwacke des Harzes und anderer Gebirge Europa's ist von der Nord-

Amerikanischen oft nicht zu unterscheiden; der Muschelkalk, mit seinen eigenthümlichen, auf dichte Haufen versammelten, versteinerten Ueberresten vormaliger Meeres-Bewohner, bleibt sich überall gleich; die gewöhnliche reine weiße Kreide trägt die nämlichen Merkmale an den Ufern von England und Frankreich, wie am Gestade des Azor'schen Meeres. — Unabhängig von allen Verhältnissen der Höhen und Breiten, erscheinen, fast unter allen Zonen, dieselben Gesteine. Felsarten, welche in diesen Gegenden an der Küste auftreten, oder den Meeresboden bilden, sehen in andern die erhabensten Höhen zusammen.

Ehe wir die wenigen Mineralkörper genauer kennen lernen, welche, größere Massen bildend, als einfache Gesteine auftreten, oder deren Theile zu gemengten Gebirgsarten auf irgend eine Weise verbunden sind, gestatten Sie mir einige allgemeine Bemerkungen über die Formen in der unorganischen Natur, über die verschiedenen Gestalten der Körper des Mineralreiches. Es wird uns die Kenntniß derselben in mehrfacher Hinsicht nützlich und interessant seyn. Jene Gestalten lassen nicht die unendliche Mannigfaltigkeit wahrnehmen, welche die belebte Natur aufzuweisen hat; denn wenn wir, im Gebiete der Thier- und der Pflanzenwelt, nach Kiehmeyer's Zeugniß durch die kaum glaubhafte Zahl von fünf Millionen verschiedener Formen uns überrascht sehen, so vermag das Mineralreich bei weitem nur einen unbedeutenden Gegensatz aufzustellen.

Unter der Reihe von Mineralien-Gestalten, gebührt den regelmäßigen entschiedener Vorzug; jenen Formen, die nach Außen mit glatten und ebenen Flächen begrenzt erscheinen, welche Flächen unter bestimmten Winkeln zusammentreffen. Wir nennen sie Krystalle; ein Ausdruck, dessen ursprüngliche Bedeutung Sie im Vorhergehenden erläutert finden. (S. 189.) Ich will noch hinzufügen, daß, nach

der Behauptung Anderer, Bergkrystall das Mineral ist, an welchem man die regelmäßige Gestalt zuerst wahrgenommen hat; nach dem Bergkrystall sollen Form und Natur-Proceß, welcher dieselbe hervorbringt, benannt worden seyn.

Wie ihnen bekannt, so haben nicht wenige flüssige Körper die höchst denkwürdige Eigenschaft, wenn sie in festen Zustand übergehen, sich als geometrische Figuren darzustellen; denn in Folge des Einwirkens anziehender Gewalten auf die Gehalt-Theile solcher Flüssigkeiten ordnen sich dieselben, indem sie fest werden, auf bestimmte Weise an einander. Dieß schöne Gesetz offenbart seine Macht unter den Händen des Menschen, wie in der Natur. Gewisse Substanzen krystallisiren, nachdem sie geschmolzen worden; andere muß man, zu dem Ende, in einer Flüssigkeit auflösen. — Es ist meine Absicht nicht, zu wiederholen, was Ihnen, aus früheren Vorträgen, noch im Angedenken seyn muß. Sie wissen, daß Schwefel bei langsamem Erkalten in Krystallen anschießt, und daß, auf ähnliche Weise, wenn aus tiefen Laven-Spalten mit Schwefel beladene Dämpfe aufsteigen, Krystalle jenes Minerals sich absetzen. Ein anderes augenfälliges Bild vom Entstehen der Krystalle, gewährt die Auflösung gewöhnlichen Kochsalzes in Wasser. Nach und nach verschwinden die Salztheile; sie bilden mit dem Wasser eine klare Flüssigkeit von salzigem Geschmack. Wird die Wasser-Menge, welche zur vollkommenen Lösung des Salzes erforderlich war, durch Verdunsten an trockener Luft entfernt, oder verdampft man die Auflösung über Feuer, so fügen sich die Salztheile wieder an einander, sie bilden Krystalle, Würfel mit glatter, glänzender Oberfläche. In den „Einwerken“ oder „Böhren“, das ist in den Weitungen, welche zur Gewinnung des Steinsalzes in manchen Gegenden Oesterreichs und Baierns angelegt werden, findet fortdauernde Bildung von Steinsalz-Krystallen statt. Sind die, mit Salz gesättigten, Wasser

aus einem solchen Sinkwerke abgelassen worden, hat dasselbe längere, oder kürzere Zeit trocken gestanden, so trifft man Wände, Decke und Boden mit den zierlichsten Würfeln jener Substanz bekleidet; und dieser Bildungs-Proceß wiederholt sich, so oft aus einem, mit Wasser erfüllten, Sinkwerke die Soole abgelassen worden. Eine andere Steinsalz-Bildung, nicht weniger merkwürdig, tritt noch heutigen Tages bei manchen Vulkanen ein. Die, im Jahre 1794 dem Vesuv entströmten, Laven überdeckten sich, wenige Tage nach dem Ergusse mit einer unendlichen Menge der schönsten Steinsalz-Kryskalle; auch auf den Vesuvischen Laven von 1820 erzeugten sich zierliche Steinsalz-Würfel.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß das Entstehen der Kryskalle unwandelbaren Gesezen unterworfen sey. Bei jedem erneuten Versuche, in sofern Verhältnisse und Bedingungen die nämlichen bleiben, sehen wir genau dieselben Formen wiederkehren. Kryskalle, zu denen geschmolzener Schwefel erstarrt, jene, welche aus aufgelöstem Küchensalze hervortreten, bleiben sich in ihren Formen stets gleich. Selbst wenn hie und da, durch Neben-Umstände, vollkommene Ausbildung gehindert wurde, so erscheinen, dem Wesentlichen nach, dennoch immer die nämlichen Gestalten. Bei allen Kryskallisirungs-Processen aber werden die Körper um desto regelrechter und größer, je allmäliger die Zurückführung des Flüssigen in den festen Zustand geschieht, mit je mehr Ruhe dieser Hergang erfolgt. Es gibt Kryskalle von solcher Kleinheit, daß man sie kaum mit dem stärksten Mikroskop erkennen kann, während andere eine Länge und Dicke von mehreren Bollen, ja sogar von einem Fuß und darüber haben. Bergkryskalle zumal erreichen mitunter ungewöhnliche Größe; einzelne Kryskalle wiegen zuweilen achthundert Pfund.

Genaueres über Kryskall-Gestalten gewisser, unsere besondere Aufmerksamkeit in Anspruch nehmender Mineralien, werde ich

bei diesen nachtragen; mit einigen wichtigen Verhältnissen jener Körper müssen Sie jetzt noch vertraut werden.

Lange war es Steinschleifern wohl bekannt, daß sich Krystalle nur nach gewissen Richtungen spalten lassen; daß sie, auf jede andere Weise getrennt, keine glatte, sondern eine gekrümmte, rauhe, oder sonst unregelmäßige Oberfläche zeigen: mit andern Worten: daß dieselben, im letztern Falle, keine Theilungs-, sondern nur Bruch-Flächen darbieten. Aus dem Gesagten ergibt sich der Beweis, daß bei Krystallen der regelrechte Bau keineswegs auf deren äußerlichen Umriß beschränkt blieb, sondern daß auch das innere Gefüge solcher Gestalten gesetzmäßig angeordnet sey. Manche Krystalle zerfallen schon beim bloßen Daranschlagen mit einem Hammer in kleine Stücke von glatten und ebenen Flächen begrenzt; andere lassen sich mit größter Leichtigkeit spalten, aber bloß in diesen und jenen Richtungen, welchen bald die einen, bald die andern der, einen Krystall nach Außen umgrenzenden, Flächen parallel sind. — Noch will ich beifügen, daß, je nach Zahl und gegenseitiger Neigung der Flächen, Krystalle höchst verschiedenartig in ihren Gestalten seyn können. Bei einem und dem nämlichen Mineral findet man oft sehr mannigfaltige Formen, ohne daß das Regelvolle verletzt würde. Naturforscher wissen, durch Beobachtung und Rechnung, in solchen zahlreichen Wandel-Gestalten, die einfachen Grundzüge wieder aufzufassen, und alle nach einer allgemeinen Hauptform hinzuleiten.

Im Gegensatz der Krystalle, haben andere Mineralien in ihrer Gestalt Aehnlichkeit mit gewissen Natur- oder Kunst-Erzeugnissen. Man unterscheidet Fingelichte und traubige Formen, Nieren-, Baum- und Röhren-artige Gestalten. Des Nestigen und Sackigen ist beim Gediegen-Eisen erwähnt worden, des Drahtförmigen und Zähnigen, als vom Gediegen-Silber die Rede war. — Diese Ausdrücke sind

sämmtlich so bezeichnend, daß sie keiner weitem Erklärung bedürfen. Viele Mineralkörper stellen sich indessen auch in Formen ganz eigenthümlicher Art dar, die weder mit Natur-, noch mit Kunst-Erzeugnissen verglichen werden können. Für diese wählte man besondere Benennungen. Derb sind jene Mineralien, deren äußere Gestalt regellos, nach allen Seiten ungefähr von gleicher Ausdehnung und nicht kleiner ist, als ein Viertel-Zoll. Dem Derben steht das Eingesprengte entgegen; äußerst kleine, dem unbewaffneten Auge kaum sichtbare, Theilchen dieser oder jener Mineralien kommen in andern zerstreut vor. Die Körner gingen entweder unmittelbar aus der Hand der Natur hervor, und sind sodann oft als Krystalle zu betrachten, welche das Ziel ihrer Ausbildung nicht erreichten, oder es wurde ihnen ihre Form durch Fortführung, durch Abrundung in fließenden Wassern. Ebenso sind Geschiebe, oder Kollstücke, Mineral-Massen, deren Ecken und Kanten, durch gegenseitiges Aneinanderreiben, zugerundet, mehr und weniger abgerieben worden.

Unter den Mineralien, welche, einzeln, oder zu mehreren in beständiger Verbindung, die Gesteine, die Gebirgsarten zusammensetzen, sind manchen, durch Allgemeinheit der Verbreitung, und durch Mächtigkeit der Massen, wie durch andere Bedingungen, sehr eingreifende Rollen in der Erd-Geschichte beschieden. Mit diesen muß ich Sie nun bekannt machen. Es gehören hieher zumal Quarz, Feldspath, Glimmer, Augit, Hornblende und Magnet Eisen.

Aus Quarz — ein Wort, dessen Gebrauch sich im Dunkel der Vorzeit verliert, das jedoch, aller Wahrscheinlichkeit nach, Deutscher Abstammung ist — besteht ein beträchtlicher Theil der Planeten-Rinde. Quarz stellt sich deshalb als eine Mineral-Gattung von hoher Wichtigkeit dar; dabei ist derselbe, seinem chemischen Wesen nach, unter den am allgemeinsten verbreiteten Substanzen, eine der einfachsten; denn Quarz wird bloß von Kiesel-

Erde gebildet. Aber die Umstände, unter welchen die Natur quarzige Mineralien erzeugte, müssen sehr mannigfaltig gewesen seyn und vielartige Verhältnisse dabei eingewirkt haben; darum konnte Einförmigkeit keineswegs der Charakter jener Substanzen seyn. Ungeheure Quarz-Massen, rein, ohne Beimengung anderer Mineralien, ragen in gar manchen Ländern, als kahle, schroffe, spitzige Felsen über die Oberfläche hervor, oder erscheinen lagenweise eingeschichtet zwischen verschiedenen Gesteinen. Ferner wählte die Natur den Quarz beim Erd-Bau sehr häufig, um ihn mit andern Mineralien zu mengen. So entstanden vielartige Felsmassen, in denen Quarz bald einen der Haupt-Bestandtheile abgibt, bald mehr zufällig auftritt. Quarz wurde sonach in ungeheurer Menge hervorgebracht; er diente als einer der wesentlichsten Stoffe bei Bildung der Planeten-Rinde. Außerdem finden wir das Mineral, sehr mannigfaltig, was Gestalt und Färbung betrifft, gleichsam als Verziernng, unter zahllosen Verhältnissen, deren Betrachtung uns nach und nach beschäftigen soll, in soweit dieß möglich ist, ohne daß ich die, mir vorgezeichneten, Grenzen überschreite.

Was den Quarz, im Vergleich zu den übrigen allgemein verbreiteten Mineralkörpern, kenntlich macht, das ist seine große Härte — er gibt Funken am Stahle — und mehr noch seine Unzerstörbarkeit: Quarz trägt das Gepräge, als sey er für die Ewigkeit geschaffen. Er weis äußerlichen Zersetzungs-Ursachen, dem Einwirken von Luft, Wärme, Wasser u. s. w. zu widerstehen. Durch mechanische Gewalt werden Quarzmassen allerdings im Zeitverlauf zertrümmert, abgerundet, zu Rollsteinen, zu Geschieben, zu Körnern; aber während so viele andere Substanzen in Thon, oder Erde umgewandelt erscheinen, verläugnet das kleinste Sandkorn die Eigenthümlichkeit der Quarz-Natur nicht. In den unermesslichen Bügen von Sandsteinen und von Sand, womit

ein großer Theil der Erdoberfläche bedeckt ist, erkennt man das Ursprüngliche der Beschaffenheit des Quarzes, das Unzerstörbare seines Wesens. Auf einer, zu den Molucke'n gehörenden, Insel findet sich ein Quarzsand, dessen Körnchen die des Mohnsamens an Größe nicht übertreffen, aber so klar und durchsichtig, so rein und hell sind, wie der vollkommenste Bergkrystall.

Quarz wird derb, in Körnern und krystallisirt getroffen. Die gewöhnlichste unter den regelmäßigen Gestalten ist eine sechsseitige Säule, an beiden Enden mit sechsflächiger Zuspißung (1).

Zuweilen fehlen die Säulenflächen, und sodann stellt sich das Mineral in sechsseitigen Doppel-Pyramiden dar. (2.) Letztere Erscheinung gehört jedoch zu den weniger häufigen. Ausgezeichnete Doppel-Pyramiden finden sich namentlich im Spanischen Königreiche Aragonien, bei Offenbanya in Siebenbürgen und auf dem Eilande Java. Ferner trifft man Krystalle der Art in manchen Porphyren eingeschlossen; mit ihren Scheiteln ragen sie aus der Grundmasse des Gesteins hervor. Nicht selten zeigen sich Quarz-Krystalle regellos ausgebildet; einzelne Flächen erlangten, im Vergleich zu den übrigen, ungewöhnlich große Ausdehnung; die Pyramiden endigen nicht in einer Spitze in einem Scheitel, sondern in einer Schärfe. Dadurch entstehen Gestalten, ähnlich

Fig. 3, und andere noch mehr verzogene. Charakteristisch für Seitenflächen der Quarz-Säulen, bleibt, in allen Fällen der Art, ihre Quer-Streifung; Pyramiden-Flächen sind stets glatt.

Bergkrystalle, die reinsten, wasserhellsten, durchsichtigsten Quarze, werden von besonderer Auszeichnung und Größe in gewissen Drusenräumen und Höhlen, oder vielmehr in Spalten-ähnlichen Weitungen des Alpen-Gebirges getroffen, meist in sehr großen Höhen und an den steilsten Gehängen. In früheren Zeiten war das Aufsuchen solcher „Krystall-Keller“ oder „Kammern“, *„fours a cristaux“*, so nennt man die mit Bergkrystallen ausgekleideten Räume, eine Lieblings-Beschäftigung der Bewohner des Chamouny-Thales. Der Gedanke: durch Entdeckung eines Krystall-Kellers plötzlich in Besitz von Reichthümern zu kommen, hatte mächtigen Reiz. Oft fürchteten „Krystall-Sucher“, die keine Gefahr scheuten, in die tiefsten Abgründe, oder sie wurden unter Schnee-Massen begraben. Breite Albern weisen Quarzes, an der Außenseite von Granit- oder Gneiß-Felsen, verriethen die Gegenwart der Krystall-Keller im Innern: klang es hohl beim Anschlagen, so konnte man sein Glück durch Sprengen versuchen. In der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts wurde in den Schweizer-Bergen ein Gewölbe aufgeschlossen, das bei Tausend Centnern Bergkrystall, und einen Gewinn von 30,000 Thalern brachte. Auch der Zufall öffnete mitunter Krystall-Keller. Beim Herabstürzen eines Granit-Hornes, eines spitzigen Berg-Gipfels, in den vergletscherten Hochtälern von Chamouny, wurden, vor etwa 50 Jahren, die herrlichsten Krystall-Keller entblößt. — Wir haben im Vorhergehenden (S. 189) der zerstörenden Wirkungen gefrierenden Wassers gedacht. Nach dem so kalten Winter von 1740, fanden Krystall-Sucher die reichste Ausbeute; durch häufiges Zersprengen granitischer Felslagen, waren viele verborgene Höhlen aufgedeckt worden. — Heutigen Tages sucht man in den Alpen weniger

nach Krystallen. Madagaskar liefert das Mineral in gewaltigen Blöcken von derselben Klarheit, wie die schönsten Schweizer-Krystalle; dadurch sanken diese sehr im Preise. Freffange und andere Reisende berichten, jene Insel sey stellenweise mit Bergkrystall-Blöcken wahrhaft übersät. Man findet deren, die zwanzig Fuß im Umfange haben. Sumal im *Besoure*-Gebirge werden sie getroffen; von den Sonnenstrahlen beleuchtet, erglänzen die Höhen mit blendendem Lichte. Der Sand, Madagaskar in ungeheurer Menge bedeckend, besteht fast nur aus Bergkrystall-Trümmern und Körnern.

Zuweilen erscheinen Bergkrystalle, durch geringe Beimischungen von Eisen, gelb oder braun, auch schwarz gefärbt. Dahin der sogenannte Citrin, der Rauchtopas und der Morion. Die „*Cairngoram*-Steine“ aus dem Schottischen Hochlande sind Bergkrystalle, welche, was die Farbe betrifft, gewissen Topasen am nächsten stehen.

Vom Bergkrystall ist die am häufigsten in der Natur verbreitete Quarzart, der gemeine Quarz, durch Bruch- und Glanz-Verhältnisse unterschieden. Verschlägt man einen Bergkrystall, so zeigt sich die entblößte Oberfläche dem Innern von Muscheln ähnlich: sie hat einen muschelichten Bruch; zerschlagener gemeiner Quarz dagegen hat einen unebenen oder splitterigen Bruch, im letztern Falle ist nämlich die Oberfläche mit kleinen Keil-förmigen Splittern besetzt. Bergkrystall wird meist lebhaft glaskglänzend und durchsichtig gefunden, Quarz fettglänzend und durchscheinend.

Unter den Quarz-Abänderungen und Spielarten gedenke ich des violblau gefärbten, des Amethystes, welcher uns später interessant werden wird, wenn von den blasigen Räumen und kleinen Höhlungen gewisser vulkanischer Felsarten die Rede ist, welche derselbe oft auszukleiden pflegt. Ferner nenne ich Ihnen den Feuerstein — ein unreiner, in rundlichen Stücken und in

knolligen Massen vorkommender Quarz, der besonders durch seine Beziehungen zur Kreide Wichtigkeit erlangt — den Chalcedon, Hornstein, Jaspis u. s. w. — Von sämmtlichen erwähnten quarzigen Substanzen steht keiner eine so wichtige Rolle in geologischer Hinsicht zu, wie dem gemeinen Quarze.

Nächst dem Quarze hat die Natur, beim Gebirgs-Bau, zwei andere Mineralkörper, Feldspath und Glimmer, vorzüglich häufig verwendet. Beide machen sich, als Gemengtheile vieler Gesteine, fast in gleichem Grade bedeutend, wie Quarz, und nichts ist mehr geeignet, um die auffallenden Merkmale, wodurch jene drei Substanzen leicht unterscheidbar sind, recht lebendig zu erfassen, als Handstücke gewisser Granite von grobem Korne, wo Quarz, Feldspath und Glimmer in größern Theilen und Blättern mit einander verwachsen sind.

Suchen wir zuerst mit den Eigenthümlichkeiten des Feldspaths, oder vielmehr mit jenen der verschiedenen feldspathigen Substanzen vertrauter zu werden. Bis vor nicht langer Zeit kannte man nur eine Feldspath-Gattung; jetzt werden deren mehrere angenommen, und unter ihnen sind, außer dem eigentlichen Feldspath, Albit und Labrador von besonderer geologischer Bedeutung.

Feldspath, Albit und Labrador kommen, mit andern Mineralien gemengt, sehr häufig vor, und die, auf solche Weise zusammengesetzten vielartigen Gesteine sind zum Theil sehr verbreitet. Besonders gilt das Gesagte vom Feldspath, der, wie Ihnen bekannt, mit Quarz und Glimmer gemengt, Granite und Gneise bildet, und außerdem nicht wenigen andern Felsmassen als wesentlicher oder zufälliger Bestandtheil eigen ist. Auch Albit geht in die Zusammensetzung mancher Granite ein; zumal im Alpen-Gebirge; was jedoch das Mineral besonders auszeichnet, ist der Antheil, welchen dasselbe an Bildung gewisser vulkanischer

Gesteine nimmt. Neuere Erfahrungen lehrten, daß jene Felsmassen, in denen die Feuerberge der Andes ihren Sitz haben, so weit man dieselben kennt, Albit als wesentlichen Gemengtheil enthalten. Der Labrador wird in vielen Syeniten und in manchen andern Gebirgsarten, als wesentlicher Bestandtheil getroffen; eine besondere geologische Bedeutung erlangte letzteres Mineral noch dadurch, daß dasselbe, im innigen Gemenge mit andern Substanzen, die Masse der meisten alten Laven ausmacht, namentlich der Basalte, und daß es die Laven neuer Vulkane charakterisirt, so zumal jene des Aetna. — Dieß Alles sind nur vorläufige Andeutungen.

Feldspath, Albit und Labrador haben manche gemeinschaftlichen Merkmale; daher ist es erklärbar, daß, wie Sie hörten, jene Substanzen früher als eine Gattung ausmachend betrachtet wurden. Ihre regelmäßige Formen sind einander nahe verwandt. Spaltet man solche Krystalle, oder derben Massen der genannten Mineralien, indem man die deutlichsten Blätter-Durchgänge verfolgt, so werden einfache Gestalten erhalten, welche sich im Allgemeinen sehr ähnlich sehen, in ihren Winkelmassen jedoch verschieden befunden werden. In der Härte stehen sich Feldspath, Albit und Labrador gleich; mit Quarz sind alle ritzbar, aber nicht umgekehrt: Feldspath, versucht man Quarz damit zu ritzen, zerreibt sich auf diesem, ohne einen Eindruck zu hinterlassen, und so verhalten sich auch Albit und Labrador. In der chemischen Zusammensetzung unserer Substanzen ist ebenfalls eine gewisse Gleichförmigkeit unverkennbar. Alle bestehen aus Thonerde und Kieselerde, ungefähr in denselben Menge-Verhältnissen, und aus einem Alkali, das beim Feldspathe als Kali, beim Albite und Labrador aber als Natron befunden worden, und der Labrador enthält außerdem noch Kalkerde. — In andern Kennzeichen weichen die befragten Mineralkörper jedoch von einander

ab; auch ist die Unterscheidung dieser Feldspath-gleichen Fossilien keineswegs unwichtig, wie Sie sich bald überzeugen sollen.

Was den Feldspath betrifft, so hat er sehr ausgezeichnete Charaktere; kaum ist Verwechselung mit andern Mineralien möglich. Im Vergleich zum Quarze macht ihn, dieß wissen Sie, schon die geringere Härte kenntlich. Eine andere denkwürdige Eigenschaft, im Gegensatz zu diesem Mineral, ist die Verwitterbarkeit des Feldspathes. Luft und Wasser, Wechsel von Sonnenwärme und Kälte greifen den Feldspath in der Regel leicht an. Ich verweise Sie hinsichtlich der Erscheinungen, welche bei solchen Processen statt haben, auf das bei der Thonerde Besprochene. (S. 251.) — Es sind dieß indessen keineswegs die einzigen Unterscheidungs-Merkmale beider, so allgemein verbreiteten, Mineralien. Quarz zeigt, wenn er zerschlagen wird, nie Blätter-Gefüge; dem Feldspath ist, in mehreren Richtungen, deutliches blättriges Gefüge eigen, die entblößten Flächen sind glatt und von einem, zum Perlmutterglanze sich neigenden, Glasglanz. Im Bruche erscheint Feldspath splittrig, oder uneben, und ohne Glanz.

Man findet den Feldspath in größern und kleinern blättrigen Massen und Theilen, in Körnern, derb und krystallisirt. Seine Krystalle — deren System äußerst verwickelt ist, so daß es die Naturforscher vielfach beschäftigte — weichen von jenen des Quarzes sehr wesentlich ab, auch erreichen sie nie das Kolossale in der Größe wie letztere; indessen haben der Odenwald, das Riesengebirge, die Pyrenäen, und besonders Sibirien, so wie die Ufer des Delaware in Nord-Amerika, Feldspath-Krystalle aufzuweisen, deren Größe 6 bis 10 Zoll beträgt. Zu den gewöhnlichsten Formen gehören eine sechsseitige, an ihren Enden mit zwei fünfseitigen Flächen zugespitzte Säule (4), und eine rechtwinklicht vierseitige Säule, an beiden Enden mit drei Flächen versehen (5). Viele Granite enthalten solche Feldspath-Krystalle

in Menge. Sie treten bald mehr, bald weniger deutlich, aus der granitischen Grundmasse hervor, und sind, im letztern Falle besser zu sehen, wenn man das Gestein anfeuchtet. Ungemein oft zeigen sich diese Krystalle, namentlich die zuerst erwähnten, paarweise verbunden, zu zweien durcheinander gewachsen; sie bilden Zwillinge, Doppel-Krystalle (6), bei welchen von zwei, an Gestalt und Größe gleichen, Krystallen der eine den andern zu durchdringen scheint, und wobei Kanten oder Ecken eines jeden derselben aus den Flächen des andern hervorragen. — Zerschlägt man einen, Feldspath-Krystalle-führenden, Granit, so lassen sich dieselben zuweilen aus der Grundmasse herauslösen; öfter erscheinen, auf der entblößten Gestein-Oberfläche, die gespaltenen oder zerrissenen Feldspath-Krystalle theils als Sechsecke (7), theils als Vierecke (8); und aus diesen Umrissen kann man auf die äussere

Form der Krystalle schließen. Die Sechsecke, von der ersten der beschriebenen Krystall-Gestalten abstammend, zeigen sich meist glänzend und von deutlichem Blätter-Gefüge; die Vierecke, der zweiten Form angehörig, sind in der Regel matt und uneben oder splittrig im Bruche.

In Graniten eingeschlossene Feldspath-Krystalle sind zwar fast immer mit der umgebenden granitischen Grundmasse fest verwachsen; aber sie verwittern bei weitem schwieriger, als diese; sie bleiben frisch, während die Grundmasse, der Zersetzung unterliegend, zerfiel. In dem, aus aufgelöstem Granit hervorgegangenen, Grus, selbst im Ackerboden, findet man, so unter andern bei Carlsbad, in der Umgegend von Heidelberg, in Auvergne u. s. w. sehr wohlerhaltene Feldspath-Krystalle, und meist die oben erwähnten Zwillinge.

Die gewöhnlichsten Farben des Feldspathes sind graulich-, gelblich- oder röthlichweiß. Auch schön grün kommt das Mineral in den Graniten Sibiriens vor; dieß ist der sogenannte Amazonenstein. Manche Feldspathe zeichnen sich durch einen Silberschein aus; sie heißen Adulare, Mondsteine oder opalisirende Feldspathe. Ceplan liefert die schönsten Feldspathe der Art. — In vielen Laven, und in andern vulkanischen Gesteinen, finden sich Feldspath-Krystalle, welche an ihrem, oft sehr lebhaften, Glasglanze, und an einem eigenthümlichen rissigen Wesen kenntlich sind. Man nennt solche Feldspathe gläserne.

Ehe ich Ihnen Albit und Labrador schildere, — wir werden weniger lang dabei zu verweilen haben, indem ich mich darauf beschränke, jene Merkmale hervorzuheben, wodurch sich diese Mineralien vom Feldspath unterscheiden — nur einige Worte über die Herleitung des Namens Feldspath. Man pflegt den Ausdruck vom blättrigen, oder „späthigen“ Gefüge, und vom

häufigen Vorkommen des Fossils in granitischen Blöcken auf Feldern, abstammen zu lassen; richtiger scheint die Vermuthung einer verderbten Lesart des Wortes Felsspath, Spath der Felsen, womit man das Blätter-Gefüge der Substanz, und ihr so gewöhnliches Vorkommen als Gemengttheil von Felsmassen, bezeichnen wollte. Der Ausdruck Spath ist auf alle Mineralien anwendbar, welche, wenn sie zerschlagen werden, eine glänzende, mehr oder weniger spiegelnde, Oberfläche zeigen. Da es sehr verschiedenartige späthige Substanzen gibt, so fügt man stets die genauere Bestimmung bei: Feldspath, Kalkspath, Flussspath, Eisenspath u. s. w.

Voran Albit in der Regel leicht zu erkennen, und von dem, ihm übrigens sehr nahe stehenden, Feldspathe zu unterscheiden, das ist das federartig Gestreifte, das Fächer-Ähnliche, seiner Blätter-Lagen, das Uebergehen des Blätter-Gefüges ins Strahlige.

Was man auf den ersten Blick für Theilungs-Flächen ansieht, zeigt sich, bei genauerer Untersuchung, als bestehend aus vielen, streifenweise abwechselnden, Theilen der Flächen von zwei Krystallen, die miteinander fest verwachsen sind; denn krystallinische Massen und Krystalle des Minerals werden, fast ohne Ausnahme, als Aneinander-Reihungen von Zwillingen befunden. — Von der herrschenden Farbe, nach dem Lateinischen *albus*, weiß, trägt der Albit seinen Namen; indessen gibt es auch fleischrothe und grünliche Albite.

Der Labrador war vielleicht der einzige glänzende Stein, welchen Englische Seefahrer, im sechszehnten Jahrhundert, aus Labrador, als Musterstück eines „Golberzes“ in ihr heimatliches Land brachten. Später fanden ihn Mährische Brüder, die Mitglieder einer bekannten christlichen Religions-Gesellschaft, als sie die See'n des sehr hoch liegenden *Kylgapiet*-Bezirk'es beschifften. Bei der Klarheit der Wasser, waren die Labrador-Blöcke, an ihrem lebhaften Farbenspiele, auf dem Seeboden zu erkennen. Durch die Mährischen Brüder wurde das Mineral, vor ungefähr sechzig Jahren, allgemeiner in Europa verbreitet. Seinen Namen trägt dasselbe von der am frühesten bekannt gewordenen, Fundstätte. Der Labrador ist, seiner Grundfarbe nach, graulichweiß oder grau; aber so wie man ihn gegen das Licht hält, spielt derselbe, auf den deutlichsten Spaltungs-Flächen, mit schönen grünen, blauen, gelben und rothen Farben. — Am häufigsten sieht man den Labrador in blätterigen, in krystallinischen Massen; daraus bestehen große stumpfeckige Stücke und Blöcke, mitunter mehrere Ellen lang und breit. Die Eskimoer suchen sie, hentigen Tages noch, in Seen und an der Meeresküste. Ausgebildete Krystalle, denen des Feldspathes ähnlich, aber stets Zwillings-Verwachsungen, finden sich nur selten. In den Aetna-Laven aber — es ist Ihnen erinnerlich, daß das Mineral an deren Zusammensetzung wesentlichen

Antheil nimmt — sind dieselben in gewisser Häufigkeit vorhanden, meist treten sie jedoch erst hervor, aus der Laven-Masse, wenn diese, durch Einwirkung von Luft und Wasser, gewisse Zerstörungs-Grade erlitten; mitunter werden sie alsdann lose getroffen, wie aus Graniten ausgewitterte Feldspath-Krystalle. — Der, im Vergleich zu Albit und Feldspath, etwas verschiedenen chemischen Zusammensetzung des Labradors wurde oben gedacht; in dieser Mischungs-Differenz ist der Grund zu suchen, daß das gepulverte Mineral in erhitzter Salzsäure aufgelöst werden kann, was bei Feldspath und Albit nicht gelingt.

Vorläufig will ich hier noch einer denkwürdigen, den Labrador betreffenden, Thatsache erwähnen. Er gehört nämlich keineswegs den, unsere Erbrinde bildenden, Gesteinen ausschließlich an; auch manche der vom Himmel oder aus dem Monde gefallenen Massen, die sogenannten Aerolithe, oder Meteorsteine, enthalten Labrador in ihrem Gemenge.

Feldspath und Labrador finden sich auch vollkommen dicht, so daß jedes Blätter-Gefüge vermißt wird. Als Grundlagen vieler Porphyre, als Gemengtheile mancher Gebirgsarten, und als selbstständige vulkanische Gesteine sind jene „dichten Feldspathe“ oder **Feldsteine** für uns wichtig. Wir werden sie demnächst genauer kennen lernen.

Glimmer ist das Fossil, welches, wegen einiger Ähnlichkeit mit kostbaren Metallen, um seines Erz-artigen Aussehens willen, häufig mineralogischen Aberglauben und trügerische Hoffnungen bei Unkundigen anregte. „Kahengold“ und „Kahensilber“, goldgelber, tombackbrauner oder silberweißer Glimmer, wurden von Schatzgräbern zu ihren Betrügereien benutzt; in früheren Zeiten gab man sich, selbst bei bergmännischen Unternehmungen, solchen Täuschungen hin.

Im ganzen Wesen des Glimmers liegt viel Ausgezeichnetes;

namentlich von Quarz und von Feldspath-gleichen Mineralien ist die Unterscheidung ungemein leicht. Der lebhaft metall-ähnliche, Perlmutter-Glanz — von diesem trägt das Mineral seinen Namen, denn man pflegte ehemals, statt glänzen, glimmern zu sagen — ferner die Eigenschaft bis zu den dünnsten, elastisch biegsamen, Blättchen außerordentlich leicht spaltbar zu seyn, und die sehr geringe Härte, machen den Glimmer kenntlich. In verschiedenen ältern Gebirgsarten, weniger häufig, nur zufällig in jüngern Gesteinen erscheint das Mineral in Blättchen, die weiß, grau, gelb, roth, grün, braun oder schwarz gefärbt, nicht selten auch zu vielen zusammengehäuft sind, so daß daraus mehr und weniger dicke Glimmer-Lagen entstehen. An der Bildung von Graniten, von Gneissen und Glimmerschiefern nimmt unser Fossil wesentlichen Antheil; in letzterm Falle ist dasselbe mit Quarz, in beiden erstern mit Quarz und Feldspath verwachsen. — Deutlich ausgebildete Glimmer-Krystalle, meist sehr niedrige, zuweilen langgezogene, sechsseitige Säulen (9 und 10) kommen nicht selten

vor. — Seinem chemischen Wesen nach, zeigt Glimmer einige Ähnlichkeit mit feldspathigen Substanzen. Kiesel-erde und Thon-erde, in manchen Glimmern auch Talk-erde, findet man verbunden mit Kali, oder mit Kali und Lithon zugleich. Andere, in verschiedenen Glimmer-Arten durch chemische Analysen nachgewiesene, Stoffe dürften weniger wesentlich seyn. Die Färbung rührt von Eisen, oder von Mangan (Braunstein) her.

Dem Glimmer stehen zwei Mineralkörper, Talk und Chlorit in vielfacher Beziehung sehr nahe. Beide sehen hin und wieder weit verbreitete Gebirgs-Massen zusammen; wir werden

von ihren Merkmalen und Eigenschaften später uns genaue Kenntniß verschaffen. Als Gemengtheile von Felsarten zeigen sich Talk und Chlorit nicht besonders wichtig.

Ehe ich zur Betrachtung anderer, geologisch bedeutender, Mineralien übergehe, dürften einige Bemerkungen, die Anwendung von Quarz, Feldspath und Glimmer in Gewerben und Künsten betreffend, an ihrer Stelle seyn. Unständlich die Sache auszuführen, ist meine Absicht nicht; ich muß mich begnügen, das Interessanteste, das Belehrendste hervorzuheben. Aber Sie werden dennoch finden, wie vielartig die Vortheile sind, welche man aus jenen allgemein verbreiteten Substanzen zu ziehen weiß, seit man auf ihre Natur aufmerkamer geworden.

Quarz ist, seiner Härte, seiner Unzerstörbarkeit, und anderer Eigenschaften wegen, ein unschätzbares Material bei Bauten. Zwar eignet sich derselbe nicht gut für Bausteine; denn er kann nur mit großer Schwierigkeit bearbeitet werden, und springt beim Zerschlagen in sehr unregelmäßige Formen; allein zur Bereitung des Mörtels ist Quarzsand, wie Sie wissen, nicht zu entbehren, und dieß macht seinen eigentlichen Vorzug aus. Beim Schmelzen gewisser Erze, um ihr Fließen zu befördern, gibt Quarz einen der besten „Zuschläge“ ab, und ebenso benutzt man den Feldspath; unter andern in Schweden, beim Verschmelzen von Kupferschlacken, auf vortheilhafteste Weise. Die älteste Anwendung des Quarzes, eine der wichtigsten, hat bei Verfertigung von Glas, Porzellan, Steingut, und von irdenem Geschirr statt. Der Feldspath ist, in solcher Beziehung, nicht weniger werthvoll. Er dient als Zusatz zur Porzellan-Masse, besonders zu dem, die Glasur gebenden, Theil. Vom Bergkrystall läßt sich vor allen Dingen sagen, daß man daraus, ehe das Glas erfunden und allgemeiner geworden, prächtvolle Trink-Geschirre fertigte, sogenannte Krystall-Becher. Noch gegenwärtig dienen

reinere Bergkrystalle zu Kron- und Arm-Leuchtern, zu Spiegeln, Vasen und vielfachen Pracht-Geräthschaften. — Manche Feldspath-Varietäten, so namentlich der mit opalisirendem Perlmutter-scheine, der Adular und der grün gefärbte, der Amazonenstein, werden für Luxus-Gegenstände benutzt, und der Labrador zu Tischplatten, Uhrgehäusen, Tabatieren u. s. w.

Die Anwendung des Glimmers wird allerdings, jener von Feldspath und Quarz verglichen, beschränkter befunden. Auf den Gebrauch des Minerals, wie solches in lichte gefärbten, dünnen Blättern, einen Fuß und darüber groß, besonders in Graniten des Nordens, vorkommt, habe ich bereits hingedeutet, als von der Durchsichtigkeit der Fossilien die Rede war. (S. 66.) Es ist leicht denkbar, daß die Oberfläche von Fenster-Scheiben aus „Moskauer Glas“ — wie man jenen klaren, durchsichtigen Glimmer zu nennen pflegt — der Luft-Einwirkung nicht sehr lange Zeit widerstehen könne, daß sich dieselben allmählig trüben müssen; auf Kriegsschiffen ist jedoch ihre Anwendung besonders zweckmäßig, da sie weit weniger, als Glas, beim Absenken der Kanonen leiden. — Ich habe im Vorhergehenden des gefärbten Glimmers gedacht, jenes, der mit dem Spottnamen Rahensilber und Rahengold bezeichnet wird. Hier will ich noch erwähnen, daß man denselben vordem zu manchen Kloster-Arbeiten verwendete, unter andern zum Belegen von Heiligen-Bildern; daher die Benennung Marienglas. In China und auf Ceylan werden Stubenwände und Sonnenschirme mit bunt gefärbtem Glimmer verziert, auch verfertigt man allerlei abenteuerliche Figuren daraus. Etwas Besonderes muß ich zum Schluß noch anführen. In Indien malt man Gegenstände verschiedenster Art auf die dünnsten Blätter durchsichtigen Glimmers. Solche Bilder, wie sie in neuester Zeit durch Missionäre nach Europa gebracht worden, zeichnen sich aus durch eigene Farben-Reinheit und Lebhaftigkeit.

Dies möge eine ungefähre, nichts weniger als vollkommene, Uebersicht des Nutzens seyn, den man aus Quarz, Feldspath und Glimmer zu ziehen weiß. Später vom Gebrauche mancher Quarzarten, wie Amethyst, Feuerstein, Chalcedon.

Ich gehe nun zu Bemerkungen über, verschiedene andere Mineralien betreffend, welche als Gemengtheile von Gebirgsarten sich wichtig machen. Wir müssen mit Augit, mit Hornblende und Magneteisen bekannt werden.

Augit ist eine Substanz, welche in die Zusammensetzung der Gebilde alter Vulkane nicht weniger wesentlich eingreift, wie in jene der heutigen Tages thätigen Feuerberge; Augit erscheint für Basalte eben so bezeichnend, als für viele Laven. Am Besuv, wie am Aetna, sind Augite von besonderer Bedeutung. Bei Neapel bilden sie die Grundmasse sämtlicher Lavenströme, und des größeren Theiles der Auswürflinge des Feuerberges. Selbst der Sand, welcher bei Eruptionen emporgeschleudert wird, ist meist überreich an kleinen losen Augit-Krystallen; namentlich war dieß 1822 der Fall. Alle Lavenströme des Aetna, so wie sämtliche Lavenlagen im Berg-Innern, bestehen, nach L. von Buch's neuester Beobachtung, aus Gemengen von Augit und Labrador. Einer von den Vulkanen der Liparischen Inseln, für uns von eigenem Interesse durch seine, seit Jahrtausenden anhaltende, Thätigkeit, der Stromboli, wirft häufig Augit-Krystalle aus. Das Nämliche hatte beim Aetna statt, zur Zeit der berühmten Eruption von 1669.

Hornblende tritt, neben feldspathigen Substanzen, als Gemengtheil mancher plutonischen Gesteine auf. Krystallinische Theile und Blättchen trifft man in Syeniten, Krystalle und Nadeln in gewissen Porphyren. Selten, im Ganzen mehr zufällig, kommt das Mineral in Basalten und Laven vor; dagegen bildet Hornblende,

weit öfter als Augit, selbstständig, für sich, Gebirgsmassen von nicht unbeträchtlicher Ausdehnung.

Es kann keineswegs befremden, daß zwei Substanzen, welche im Wesentlichen chemischer Zusammensetzung viel Uebereinstimmendes haben, einander in äußerlichen und sonstigen Merkmalen nahe verwandt sind. Augit und Hornblende bestehen aus Kiesel-erde, Kalk-erde, Talk-erde und Eisen-oryd, wozu sich Thonerde bald in größerer, bald in geringerer Menge gesellt. Beide Mineralien zeigen sich, auch was Einzelheiten gewisser Verhältnisse betrifft, oft so ähnlich, daß es keineswegs in allen Fällen leicht ist, sie zu unterscheiden. Wenn ich Ihnen von Hornblende und Augit sage, daß sie selten anders als sehr dunkelgrün, oder grünlichschwarz gefärbt erscheinen, und Hornblende namentlich auch sammet-schwarz zu finden ist, daß beide Fossilien gewöhnlich undurchsichtig sind und gleiche Härte haben, daß sie in ihrer Eigenschwere nicht auffallend von einander abweichen, daß ihr Verhalten vor dem Löthrohr ungefähr das nämliche ist; so beschränke ich mich für jetzt darauf, von den Arten beider Mineral-Gattungen zu reden, welchen die größte geologische Bedeutung verliehen, von der sogenannten „gemeinen“ oder „basaltischen“ Hornblende, und von jenem Augit, welchen man als „gemeinen“ zu bezeichnen pflegt. Ich füge die Bemerkung bei, daß das Wort Hornblende Schwedischer Abstammung seyn soll; der Name Augit ist aus dem Griechischen entlehnt.

Neben dem Uebereinstimmenden, wovon die Rede gewesen, besitzen indessen Hornblende und Augit auch manches Eigenthümliche und Merkwürdige. Die Krystalle beider Mineralkörper sind oft äußerst deutlich; jene des Augits sehr gewöhnlich ringsum ausgebildet. Man findet sie eingewachsen in Gesteinen, oder lose im Thon und in der Erde, aus der Verwitterung gewisser Gebirgsarten entstanden. Wenn Augit-Krystalle mit der

Grundmasse von Gesteinen, in denen man sie findet, weniger fest zusammenhängen, so fallen sie nicht selten beim Zerbrechen heraus, und hinterlassen Eindrücke, an denen man die Form aufs Genaueste erkennen kann. In diesen ihren regelmäßigen Gestalten weichen beide Fossilien von einander ab. Sie werden sich durch Vergleichung nachstehender Figuren davon überzeugen.

Die Krystalle des Augits (11) sind achtseitige Prismen, oder richtiger geschobene vierseitige Prismen mit abgestumpften Seitenkanten, und an den Enden mit zwei Flächen zugeschärft. Die Hornblende-Krystalle (14) erscheinen gleichfalls als geschobene Prismen, es finden sich jedoch meist nur deren schärfere

Seitenkanten abgestumpft, und an den Enden nimmt man drei Flächen wahr. Dieß sind die regelrechten Formen beider Mineralien, wie solche, unter für uns wichtigen Beziehungen, beinahe immer vorzukommen pflegen. Augite namentlich werden, in basaltischen Gebilden und in neuern Laven, fast in keiner andern Gestalt getroffen. Nicht selten sieht man jedoch die Abstumpfungsflächen der mittlern Seitenkanten besonders breit (Fig. 12), wodurch solche Augit-Krystalle, für den ersten Anblick, etwas Fremdartiges erlangen; allein es sind die nämlichen Formen, wie Fig. 11. Hornblende-Krystalle haben oft das Eigene, daß sie langgezogen, Schiffs-artig, oder Nadeln-ähnlich erscheinen. Beide Mineralkörper stellen sich auch nicht selten so dar, daß ihre Krystalle auf die Art zusammengewachsen sind, daß einer gerade die umgekehrte Lage des andern hat; die Verbindung beider (Augit, Fig. 13; Hornblende, Fig. 15) erhält sodann das Aussehen, als bestände sie aus zwei Hälften eines und des nämlichen Krystalles, welche in umgekehrter Stellung an einander gefügt wären. Einer besondern Eigenthümlichkeit der Hornblende habe ich noch zu gedenken. Sie ist leicht und deutlich spaltbar nach zweien, schiefwinklich sich schneidenden, Richtungen; diese sehr vollkommenen Spaltungsflächen haben lebhaften Glasglanz. Und was vom Augit erwähnt zu werden verdient, ist, daß er, unter gewöhnlichen Verhältnissen, zur Verwitterung nicht sehr geneigt sich zeigt; hin und wieder trifft man jedoch Krystalle des Minerals, mit vollkommener Beibehaltung ihrer Form, zu thoniger Masse, oder auch in Grünsande umgewandelt.

Zum Schlusse dieser Betrachtungen füge ich bei, daß Hornblende, wo sie im Großen, mehr frei von diesen oder jenen Einmengungen, vorkommt, um ihrer Leichtflüßigkeit willen, beim Schmelzen des Eisens mit Vortheil angewendet wird. So unter andern die strahlig-förnigen Hornblende-Massen, „Hornblende-

Gesteine“, „Hornblende-Schiefer“, welche wir als Einlagerungen plutonischer Formationen im Felsarten-Systeme kennen zu lernen haben. Auch dient Hornblende auf Glashütten. Man fügt sie der Fritte bei, d. i. der Glasmasse, welche zu grünen Bouteillen verblasen wird, oder schmilzt, aus Hornblende allein, dunkles sogenanntes „Steinglas“, das sich zu Glas-Knopfen, zu Korallen und dergleichen Gegenständen eignet.

Unter den so höchst mannigfaltigen Eisenerzen ist Magneteeisen das einzige, welches, als wesentlicher Gemengtheil gewisser Gebirgsarten, namentlich der vulkanischen sich bedeutend macht, und, in solcher Hinsicht, wohl zunächst dem Angit anzureihen seyn dürfte. Magneteeisen gehört wesentlich zum Bestande der Basalte, wie zu jenem der meisten Laven. Aus der Zersetzung, aus der Verwitterung beider Gesteine geht der „Magneteeisen-Sand“ hervor, welcher in vielen Gegenden weite Landstrecken überdeckt. Man findet ihn in Lagen, mitunter einen Fuß mächtig, am Meeres-Gestade, am Ufer von Seen, im Bette von Strömen, Flüssen und Bächen. Hin und wieder, besonders an der westlichen Meeresküste Italiens, wird jener Sand zu Eisen verschmolzen. Ich erwähne der Thatsache, als eines Beweises vom häufigen Vorkommen des Erzes in gewissen Landstrichen. — Mitunter zeigt sich Magneteeisen in dichten Basalten in Körnern von gewisser Größe, und in Krystallen; basaltische Schlacken enthalten zuweilen Stücke von einem Zoll Durchmesser. Meist aber ist unser Erz dem Zeige solcher Gesteine, und der Laven, in Körnchen, in Blättchen, in Staub-artigen Theilchen, beigemengt, so daß wir es mit freiem Auge kaum sehen; unter dem Vergrößerungs-Glase kann jedoch die Substanz am eigenthümlichen metallischen Glanze leicht erkannt werden.

Daß Magneteeisen an und für sich, rein ausgeschieden, in ungeheuern Massen vorkommt, daß es kolossale Lagen in der

Erdrinde bildet, mächtige Felsen und ganze Berge zusammensetzt, ist Ihnen, dem Allgemeinen nach, bereits bekannt geworden. Ohne gegenwärtig auf Einzelheiten, mit solchen Erscheinungen verbunden, einzugehen, will ich nur bemerken, daß die Magneteisen-Lagerstätten Laplands, was Erstreckung und Mächtigkeit betrifft, zu den wunderbarsten gehören. Einige haben über 8000 Fuß Länge und bei 800 Fuß Dicke. Der Magneteisen-Berg bei Gellivara reicht bis zur Alpenhöhe empor. Man schätzt seine Länge auf 28,000 Fuß; die Breite wechselt zwischen 10,000 und 17,000 Fuß. Magneteisen ist eines der vorzüglich reichen Erze und darum Gegenstand sehr bedeutenden Bergbaues. Das berühmte Werk von Dannemora — ein Ihnen nicht mehr fremder Name — liefert jährlich ungefähr zweihundert und siebenzig Millionen Pfund des besten Eisensteins.

Fassen wir endlich die Merkmale ins Auge, woran der, in jeder Hinsicht wichtige, Mineralkörper, welcher uns beschäftigt, erkannt und von andern, mehr oder weniger ähnlichen Substanzen unterschieden werden kann, so zeigen sich jene Merkmale einfach, aber ungemein bestimmt. Ich habe wohl nicht nöthig, Sie an die denkwürdigen physikalischen Eigenthümlichkeiten des Erzes zu erinnern. Sie wissen, daß es dem *Magnet* folgsam, oft selbst *Magnet* ist. Von Körnern und Blättchen, in welchen die Substanz sich darstellt, war die Rede; aus dem Verbundenseyn derselben entstehen die körnigen, die krystallinischen Massen, in denen unser Mineral gefunden wird. Unter den Magneteisen-Krystallen ist das regelmäßige Oktaeder (16)

bei weitem die gewöhnlichste Form; ein von acht, unter einander gleichen, gleichseitigen Dreiecken umschlossener Körper. Oft erscheinen zwei solcher Krystalle auf ähnliche Art zusammengewachsen, wie wir sie beim Aagit kennen gelernt: eines der Oktaeder hat gerade die umgekehrte Lage des andern, und die Verbindung beider erhält das Ansehen, als bestände sie aus zwei Hälften eines Oktaeders, welche in umgekehrter Stellung an einander gefügt wären (17). — Im Bruche wird Magnet Eisen muschelicht befunden oder uneben. Es ist vier- bis fünfmal schwerer, als Wasser, und so hart, daß dasselbe nur durch Quarz, oder durch noch härtere Mineralien geritzt werden kann. Eisenschwarz gilt als bezeichnende Farbe.

Es wird Sie interessieren zu hören, daß das, was wir als Magnet Eisen betrachten, keineswegs immer eine bloße Verbindung des Metalles mit Sauerstoff ist, sondern daß oft in hundert Theilen vierzehn Theile Titan oxyd enthalten sind. Mineralogen und Chemiker trennen darum das „Titan Eisen“ vom gewöhnlichen Magnet Eisen. Aber Sie brauchen nicht Sorge zu haben, daß wir auf diese Unterscheidung hier einzugehen uns veranlaßt sehen werden; uns kann es keinen Eintrag thun, ob jene Beimischung statt habe, oder nicht; denn es bedingt dieselbe, in den wesentlichen Kennzeichen des Minerals, keine auffallende Veränderungen irgend einer Art. Des Titans, eines eigenthümlichen Metalles, so wie seiner Erze, habe ich hier noch nicht zu gedenken.

So weit unsere Betrachtungen über Quarz, Feldspath, Glimmer, Aagit, Hornblende und Magnet Eisen. Andere Mineralien treten hin und wieder zwar als selbstständige Gesteine auf, sie bilden mehr und weniger weit erstreckte und mächtige Theile von Gebirgen, oder es erscheinen dieselben im Gemenge mit diesen und jenen Substanzen, so daß ihre Gegenwart in der Masse von

Gesteinen wesentlich wird und letztere dadurch gewisse Eigenthümlichkeiten erlangen. Ich nenne Ihnen, in solcher Beziehung, Eisenglanz, Eisenspath, Granat, Turmalin, Nephelin und Leuzit. Allein der Antheil, welchen diese Substanzen, unter Verhältnissen, wie die erwähnten, an Bildung der Erdrinde nehmen, ist, den Mineralkörpern verglichen, deren Betrachtung uns bis jetzt beschäftigte, im Ganzen nur sehr unbedeutend. So hat — um das Ausgesprochene durch einige Beispiele zu belegen — die Insel Elba mächtige Eisenglanz-Ablagerungen aufzuweisen, ein Theil des denkwürdigen Eilandes läßt sich als Eisenglanz-Fels betrachten, des schönen Minerals, dessen Krystalle alle Farben des Prismas zurückwerfen; eine blätterige Abänderung des nämlichen Erzes, der Eisenglimmer, bildet, nicht auf altem Europäischem Festlande, wohl aber in neuen Welttheilen, gewaltige Lager von Meilen-weiter Ausdehnung; der Eisenspath (Stahlstein) tritt in mehreren Gegenden so mächtig auf, daß er mit gutem Grunde als Gebirgs-Gestein bezeichnet werden kann. Im Verhältnisse zum großen Ganzen der Erdrinde, lassen sich jedoch solche Erscheinungen nur als örtliche betrachten. Granat — wir haben hier vorzugsweise den rothgefärbten im Auge — ist recht eigentlich in verschiedenen plutonischen Felsarten zu Hause, und obwohl nur sogenannte zufällige Beimengung, wird er besonders für Glimmerschiefer und einige andere Gesteine wichtig und bezeichnend. Aehnliches gilt vom Turmalin, den wir zumal in gewissen Graniten treffen. Gesteine endlich, ohne Ausnahme Feuer-Erzengnisse früherer oder späterer Zeiten, welche aus Gemengen von Granat, Nephelin, Leuzit, mit quarzigen, feldspathigen und einigen andern Mineralien bestehen — obwohl an und für sich sehr merkwürdig — sind von wenig bedeutender Verbreitung, und, lassen wir das Allgemeine ins Auge, nicht von besonderer Wichtigkeit; ihre Gegenwart dürfte meist von örtlichen Ursachen

und Umständen abhängig gewesen seyn. Meine Absicht ist darum nicht, Sie gegenwärtig schon über jene Substanzen ausführlicher zu unterhalten; der Verfolg gewährt dazu schicklicheren Anlaß.

Es kann und wird nun von Manchen unter Ihnen die Frage aufgeworfen werden, warum nicht dichte und körnige Kalksteine, Kalkspath, Dolomite und Bitterspath, Gypse, Steinsalz, so wie Stein- und Braunkohlen zur Sprache gekommen, da der, und mitunter sehr beträchtliche, Antheil, welchen jene Mineralien an der Erdrinde-Bildung nehmen, keineswegs zu verkennen ist? — Ich wollte die erwähnten Substanzen nicht übergehen; weshalb derselben aber erst hier, und für jetzt, wenigstens theilweise, mehr vorübergehend zu gedenken sey, dieß wird sich sogleich ergeben.

Reden wir zunächst von dichten Kalksteinen. Man findet sie nur in ganzen Gebirgsmassen; nicht als eigentliche Gemengtheile dieser oder jener Gesteine; denn Kalkstein-Bruchstücke und Trümmer, wie solche in Conglomeraten, in Breccien getroffen werden, verdienen hier keiner Erwähnung. Das Erscheinen der Kalksteine in der großen Reihe der Formationen, ihr periodisches Verschwinden und Wiederhervortreten, bezeichnen äußerst merkwürdige geologische Zeiträume. Nach dem Verschiedenartigen der Umstände, welche während des Niederschlages kalkiger Massen eintraten, erlangten diese eine gewisse mineralische Mannigfaltigkeit, viel Wandelbares im Aeußern; durch geringere oder stärkere Beimischungen und Beimengungen fremdartiger Substanzen zeigt sich ein und derselbe Hauptstoff in sehr wechselndem Gewande. Die am frühesten gebildeten Kalksteine sind meist dunkel oder buntfarbig; mit abnehmendem Alter neigen sie sich zum Grauen, die jüngsten findet man lichtweiß. Von der lockern Kreide bis zum dichtesten Kalkstein herrschen die ungleichsten Härtegrade. Es sind Felsmassen, welche, durch alle Perioden ihres Entstehens, Petrefakten führen,

bei weitem am häufigsten versteinerte Thier-Reste. . . . Und dieses Vielartige ist von besonderer Wichtigkeit, da nicht wenige geologische Erscheinungen dadurch erklärbar werden; denn die speciellern, die bestimmtern Charaktere sind den kalkigen Ablagerungen verschiedener Perioden deutlich aufgedrückt, so daß Kalksteine, diesen und jenen Zeiträumen angehörend, zuweilen selbst aus bloßen Handstücken, mit ziemlicher Sicherheit erkannt werden können. — Wohl ließe sich eine Schilderung von Kalksteinen im Allgemeinen geben; genauer aber, interessanter und belehrender, werden Beschreibungen nach Kalkstein-Arten der verschiedenen Formationen entworfen. Aus dem oben Gesagten müssen Sie ersehen haben, daß Muschelkalk und Jurakalk, Grauwackekalk und Grobkalk, Bockstein und Kreide, und wie die mannigfaltigen Kalk-Gebilde heißen, sehr ungleiche Charaktere zeigen. Hier ist demnach nicht der Ort, jenes Vielartige abzuhandeln; im System der Gesteine soll Alles nachgetragen werden.

Kalkspath, das reinste Erzeugniß kalkiger Bildungen, setzt nie Gebirgsmassen zusammen; wir finden das Mineral Spalten erfüllend in den verschiedensten Felsarten, von den ältesten an bis zu den jüngsten. Als häufiger Begleiter fast aller Metalle und ihrer Erze macht sich der Kalkspath besonders wichtig. Ferner kommt die Substanz sehr gewöhnlich in Blasenräumen vulkanischer Gesteine vor. Endlich werden, in nicht wenigen, plutonischen wie neptunischen, Felsmassen, Kalkspath-Blättchen und Theilchen als Beimengungen getroffen. Letzteres gilt besonders von den verschiedenen Kalksteinen; an und für sich glanzlos, erhalten dieselben, durch jene Blättchen und Punkte einigen Schimmer. — Und unter allen diesen mannigfaltigen Verhältnissen bleibt die Kalkspath-Natur, dem Wesentlichen nach, immer die nämliche. Eine gedrängte Schilderung der merkwürdigsten Eigenthümlichkeiten

des Minerals kann darnum hier ihre Stelle finden. Später werde ich auf das Mitgetheilte mich sodann bloß zu beziehen haben.

Die zuerst erwähnten Verhältnisse des Vorkommens, die Spalten, die Gangartigen Weitungen, in welchen man Kalkspathe so gemein häufig trifft — Räume, wo ihr Entstehen zum Theil noch fort-dauert — mußten für Krystall-Bildungen ganz besonders günstig seyn; denn kein anderer Mineralkörper erscheint so oft regelrecht gestaltet, keiner zeigt mehr Verschiedenheit in den Formen seiner Krystalle, deren Zahl in die Hunderte lauft. — Dieses höchst Mannigfaltige interessirt jedoch den Geologen weniger, da man in der Regel zur Bestimmung der Substanz der Form nicht bedarf. Nur so viel will ich bemerken, daß gewisse Kalkspath-Krystalle als diesen oder jenen Gegenden besonders eigen erscheinen. Eine Beobachtung von nicht gewöhnlichem Interesse; denn so viel geht aus der denkwürdigen Thatsache hervor: daß gewisse Ursachen in der Natur einen weit verbreiteten Einfluß behaupten, da Kalkspath-Krystalle, welche in einer Gebirgs-Spalte entstanden, ja selbst solche, die ganzen Berg-Zügen angehören, häufig genau die nämlichen äußern Formen zeigen, und von den in andern Gegenden vorhandenen, in dieser Beziehung sehr abweichen. Auf dem Harze, zum Beispiel, sind vollkommen sechsseitige Prismen, sogenannte „Kanonen-Spathe“ wie solche Figur 18 darstellt, bei weitem die vorherrschenden Formen;

zuweilen erreichen Krystalle der Art bedeutende Größe. Im Erzgebirge Sachsens dagegen sind Krystall-Gestalten wie Figur 19 — sechsseitige Prismen, an den Enden mit drei Flächen zugespitzt, „Zwecken-Drusen“ Deutscher Bergleute — ganz besonders zu Hause. Die unter dem Trivial-Namen „Schweinszähne“ bekannten Kalkspath-Krystalle endlich, scharfe ungleichschenklige sechsseitige Doppel-Pyramiden (Fig. 20), werden zumal in Derbyshire getroffen, wo sie, mitunter von Fuß-Größe vorkommen. — Den sehr allgemein verbreiteten Formen unseres Minerals sind die mehr und weniger spitzwinkeligen dreiseitigen Doppel-Pyramiden, „Rhomboeder“ in der krystallographischen Sprache, beizuzählen, wie u. a. Fig. 21 und 22, welche jedoch keineswegs

immer vollkommen ausgebildet, sondern oft spießig, und dabei zu mehreren gruppirt, an und auf einander gewachsen vorkommen.

Sehr gewöhnlich erscheint Kalkspath auch in krystallinischen, stänglich abgesonderten Massen, und in größern und kleinern blätterigen Particeen. An seiner geringen Härte, an der Spaltbarkeit, und am Verhalten gegen Säuren ist das Mineral, auch unter solchen Verhältnissen, sehr leicht und bestimmt zu erkennen. Kalkspath gibt am Stahle keine Funken, läßt sich mit einem Messer schaben und mit Flußspath ritzen. Nach drei Richtungen

können Kalkspath-Massen gleich vollkommen getheilt werden; man erhält, als Spaltungs-Stücke, Rhomboeder, geschobene Vierecke wie Fig. 23. Auf diese einfache Form wissen Krystallographen sämtliche übrige regelrechte Kalkspath-Gestalten zurückzuführen; sie können dieselben alle davon ableiten. Man nennt jenes Rhomboeder darum Grund- oder Kernform des Kalkspathes; in der Natur kommt die befragte einfache Gestalt jedoch nicht vor. — Auch das Verhalten gegen Säuren ist, wie gesagt wurde, für unser Mineral besonders bezeichnend. Reiner Kalkspath besteht aus Kalkerde und Kohlensäure, in hundert Theilen ungefähr im Verhältniß wie 56 : 43; er löst sich in Salpetersäure leicht, und unter lebhaftem Brausen.

In der Regel sind Kalkspathe halbdurchsichtig. Ihre charakteristische Farbe ist die weiße; gelbe, grüne, rothe und andere Nuancen müssen als zufällig gelten, sie rühren von metallischen Beimischungen her. Nur dem Isländischen Kalkspath steht die höchste Klarheit, das Wasserhelle, die vollkommenste Durchsichtigkeit zu; man kann durch Zoll-dicke Stücke hindurch so gut lesen, als wären es die reinste Glasscheiben. Wenn wir uns in der Folge mit der denkwürdigen Insel beschäftigen, wird noch Mehreres vom Isländischen „Doppelspathe“ (S. 66) vorkommen. Ich will alsdann versuchen, Ihnen zu beweisen, daß die seltene Auszeichnung, welche jenem Mineral, und, so weit unsere Erfahrungen reichen, nur an dieser Stelle der bekannten Erde in solchem Grade verliehen ist, mit vulkanischen Phänomenen unmittelbar zusammenhängt; daß wir den Kalkspath Islands als Erzeugniß der Schmelzung anzusehen haben. — Eine besondere Abänderung des kohlen-sauren Kalkes, deren ich hier am besten gedenken kann, ist der Faserkalk. Er gehört zu den nicht häufigen Vorkommnissen, erscheint in Tropfstein-artiger Gestalt, und zeichnet sich, das faserige Gefüge abgerechnet, durch rein weiße Farbe und einen schönen Perlmutter-Glanz aus.

Hin und wieder, so unter andern zu Alston-Moor in Cumberland, trifft man das Mineral auf schmalen Gängen und Adern.

In manchen Beziehungen steht körniger Kalk, das Gestein, welches man, in strengem Wortsinne, als „Marmor“ bezeichnet, dem Kalkspath sehr nahe; Marmor läßt sich als ein, in Feinkörnigkeit versunkener, Kalkspath betrachten. Nicht Weniges wäre zu sagen über körnigen Kalk; allein es soll uns die, in vielfacher Hinsicht wichtige, Felsart später ausführlich beschäftigen. Hier genüge die Bemerkung, daß die Masse derselben aus körnig abgesonderten Stücken besteht, welche bald fester, bald loser mit einander, und stets so verbunden sind, daß keine leeren Räume dazwischen bleiben; jedes einzelne Korn schließt sich genau den andern an, die es berühren. Wir kennen den körnigen Kalk nicht als Gemengtheil von Gesteinen; er tritt stets selbstständig in mehr oder weniger weit erstreckten Massen auf, die meist Spalten erfüllen zwischen plutonischen Gesteinen, oder Schichten-artig in denselben eingelagert sind.

Was die Dolomite betrifft, so verweise ich Sie auf das bei der Talkerde (S. 255) hinsichtlich dieses denkwürdigen Gesteines, Besprochene. Im Felsarten-Systeme sollen Merkmale und Beziehungen der Dolomite ausführlicher zur Sprache kommen. Es sind diese ihre Verhältnisse keineswegs immer gleich, sie zeigen sich vielmehr verschieden, je nachdem Dolomite in ältern oder in neuern Perioden der Erd-Bildung entstanden. Bitterspath ist krystallinierter, auf höchster Ausbildungs-Stufe stehender, Dolomit; er verhält sich zu gewöhnlichen Dolomiten wie Kalkspath zu körnigem Kalk. Mit Kalkspath hat Bitterspath in den meisten äußern Kennzeichen viel Aehnliches; aber er ist härter, er riht Kalkspath. Die durchscheinenden, gelblich- oder graulich-weißen, Krystalle des Minerals gehören fast immer der Figur 23 (S. 325) dargestellten Form, dem Rhomboeder an, nur stimmen

die Winkel mit jenen des Kalkspathes nicht ganz überein. Nach dem Rauten-förmigen dieser Gestalten, wurde unserm Fossil auch der Namen Rauten spath beigelegt. Der Ausdruck Bitterspath, womit dasselbe ebenfalls bezeichnet wird, deutet die Talk- oder Bittererde an, welche in der chemischen Zusammensetzung des Minerals, wie bekannt, eine wesentliche Rolle spielt. — Dolomit sowohl als Bitterspath sind der Masse von Felsarten nie beige-mengt; für gewisse Gesteine aber — ich nenne Ihnen Chloritz- und Talkschiefer — gelten eingewachsene Bitterspath-Rhomboeder als sehr charakteristisch.

Was den Gyps betrifft, so ist der Antheil, welcher demselben, wenigstens in vielen Gegenden, an Bildung der Erdrinde zu steht, nicht zu verkennen. Für sich, in keiner Verbindung mit andern Mineralien — wenigstens nie in einer solchen, die mehr wesentlich für ihn wäre — setzt Gyps mächtige, aber meist wenig regelmässige Lager, und Massen von verschiedener Größe zusammen; Gyps bildet ganze Berge, die theils ältern Zeiten angehören, theils Erzeugnisse neuerer Perioden sind. Jenen, den früher entstandenem Gyps, findet man meist ganz frei von Versteinerungen, dieser, der jüngere, umschließt mitunter denkwürdige Petrefacten, unter andern Knochen-Neste einiger, nicht mehr lebend vorhandener Thiere. — Allen Gyps-Arten ist jedoch keineswegs gleichgroße geologische Bedeutung verliehen; Sie sollen sich davon sogleich durch anzuführende Thatfachen überzeugen. Vorher die Bemerkung, daß Gyps, seiner geringen Härte wegen, vom Kalk leicht unterschieden werden kann; Gyps läßt sich durch Kalkspath ritzen, selbst mit dem Fingernagel. Auch ist Gyps nicht, wie Kalk, in Säuren unter Brausen lösbar; denn eine starke Säure, die Schwefelsäure, nimmt, wie Sie wissen, an der Zusammensetzung des Minerals wesentlichen Antheil: Gyps besteht aus Kalkerde,

Schwefelsäure und Wasser, und in 100 Theilen verhalten sich diese drei Stoffe wie 55 : 46 : 21.

Schon zu Theophrast's Zeit diente „Alabaster“, d. i. körniger Gyps, für Verzierungen des Innern von Gebäuden*. Unter den ächten Antiken sieht man indessen nur wenige aus Gyps gearbeitete, und diese sollen aus Aegypten stammen. Belzoni (Reise in Aegypten und Nubien) berichtet unter anderm, bei Gelegenheit der von ihm, im Thale Biban el Moluk, veranstalteten Nachgrabungen, über einen aufgefundenen Sarkophag aus dem schönsten Orientalischen Alabaster. Der Steinsarg hatte mehr als 9 Fuß Länge und über 3 Fuß Breite, war aber nur zwei Zoll dick, so daß er, wenn man ein Licht hineinstellte, vollkommen durchscheinend wurde. Hunderte von Figuren, allem Vermuthen nach die Bestattungs-Feierlichkeiten der Todten darstellend, bedeckten die innere und äußere Oberfläche des seltenen Kunstwerkes. Der Sarkophag stand in der Mitte eines, in Felsen gehauenen, Saales über einer Treppe, welche mit weit erstreckten unterirdischen Gängen in Verbindung war, die tief abwärts führten. — Uebrigens bleibt es zweifelhaft, ob der „Alabaster“ der Alten, und das Mineral, welches hentigen Tages mit jenem Namen bezeichnet wird, als einerlei zu betrachten sind. — Körniger Gyps ist bei weitem die am häufigsten und am mächtigsten verbreitete Art. Er kommt mit Kalk- und Sandsteinen, und mit Mergeln vor, und was ihn besonders wichtig macht, ist sein Verhältniß zum Steinsalz, welches er fast überall begleitet. Ebenso gehört Schwefel zu den Substanzen, die sehr gewöhnlich mit Gyps aufzutreten pflegen.

Mit körnigen Gypsen erscheinen in der Regel Blätter-Gyps

* Bei Theophrast und Plinius wird auch zuerst des eigentlichen Gypses erwähnt. Das Wort stammt aus dem Griechischen und kommt bei Herodot in der Bedeutung von Kreide vor.

und Faser-Gyps; dieser durchzieht ihn adernweise, oder wechselt in dünnen Lagen damit; größere und kleinere Massen von Blätter-Gyps liegen nach allen Richtungen im körnigen Gypse vertheilt; Spiegelflächen gleich sieht man dieselben an entblößten Wänden des Gesteins im Sonnenlichte glänzen.

Blätter-Gyps, oder Gypsspath, nach dem eissigen Aussehen auch Frauneneis genannt, kommt in der Natur nicht selten in mannigfaltigen zierlichen Krystallen vor. Eine der gewöhnlichsten unter diesen Gestalten ist eine sechsseitige Säule mit zwei gegenüberstehenden breitem und vier schmälern Seitenflächen, an den Enden durch zwei Flächen zugeshärft (24). Oft findet man zwei solcher Krystalle in Zwillingss-artiger Verbindung (25), und mitunter, wie namentlich am Montmartre bei Paris, so zugerrundet, daß sie ein Pfeil-förmiges Aussehen bekommen (26).

In der Richtung der, mit T bezeichneten, breitem Flächen, durch starken Perlmutterglanz ausgezeichnet, ist Gypsspath, wie Glimmer, zu Blättchen von jeder Dünne theilbar; diese Blättchen sind biegsam, aber nicht elastisch. — Reiner Gypsspath erscheint vollkommen farblos und durchsichtig.

Den Faser-gyps erkennt man am Gefüge, wovon er den Namen trägt; die Fasern, bald gerade, bald gebogen, laufen untereinander parallel.

Um nicht unvollständig zu bleiben, will ich Einiges über den Gebrauch der zuletzt erwähnten Substanzen beifügen.

Was den Kalk angeht, so wissen Sie, daß wir die verschiedenen Kalksteine, nach allen ihren Eigenthümlichkeiten, genauer kennen zu lernen haben, wenn das Felsarten-System abgehandelt wird; die folgenden Bemerkungen beziehen sich mehr aufs Allgemeine.

Dichte Kalksteine leisten beim Bauwesen die wichtigsten Dienste als Mauersteine, sodann, im gebrannten Zustande, das heißt nachdem man ihnen den Kohlensäure-Gehalt entzogen, beim Mörtel-Bereiten. In der Landwirthschaft gewährt gepochter Kalk ein Verbesserungs-Mittel für nassen thonigen Boden, und beim Eisenstein-Schmelzen befördert er den Fluß. Die mannigfaltigste Anwendung unter allen Kalken, macht man vom körnigen; da wir uns später mit dem Gestein ausführlicher beschäftigen wollen, so wird es geeigneter seyn, diese Einzelheiten nachzutragen. Kalkspath dient auf Schmelzhütten zur „Beschiebung“ gewisser Erze, welche durch ihn leichtflüssiger werden; auch wird er zu Kalk gebrannt, der vorzüglich rein und schön ist, und große Bindkraft hat.

Sehr vielartig ist der Verbrauch des Gypses. Reiner, feinkörniger Gyps, Alabaster, wird zu Säulen, Statuen, Tischplatten, Vasen, Uhr-Gehäusen u. s. w. verarbeitet. Er steht dem Marmor nach, was die Dauer betrifft, und ist schwieriger zu poliren; aber man kann ihn leichter behauen, drehen und schneiden. Die Alten drehten Trinkschalen und Salben-Büchsen aus Alabaster; in Rußland werden ganze Spiegel-Rahmen daraus geschnitten. Eine besondere Eigenschaft des Gypses benutzt man zum Formen und Abgießen. Gyps verliert nämlich, schwacher Rothglühe-Hitze ausgesetzt, sein Wasser und wird zerreiblich; fein gepulvert geht er sodann mit Wasser von Neuem eine

Verbindung ein und erhärtet. Seit der Griechen und Römer Zeiten dient gebrannter Gyps — sogenannter Spargkalk — zu Stuccatur-Arbeiten, zur Verzierung von Decken und Wänden der Prunkzimmer. Aus gebranntem Gypse bereitet man den „Gyps-Marmor“; Säulen und Wände werden damit überzogen, und sodann geschliffen und polirt; auch bedeckt man Stuben-Böden damit, man „schlägt sie mit einem Nestrich aus.“ Mörtel, aus gebranntem Gypse bereitet, dient, besonders in Persien, zum manern an Stellen, die dem Wasser nicht ausgesetzt sind. Der *Stucco* der Italiener ist ein feinerer Gyps-Mörtel. Endlich werden Abgüsse, Modelle für Bildhauer-Arbeiten, für Statuen, Blüthen und dgl. aus gebranntem Gypse, besonders aus Gypsspath oder Blättergyps gefertigt, und bei gewissen Glasuren von Töpfer-Geschirren gibt derselbe einen wesentlichen Zusatz. Gebrannter, auch roher Gyps ist ein Verbesserungs-Mittel des Bodens, und leistet gute Dienste auf Wiesen, so wie beim Bau von Futter-Kräutern. Zu vergessen ist nicht, daß geringere Gypsarten hin und wieder als Mauersteine gebraucht werden; man hat jedoch keine Dauer von solchen Bauten zu hoffen, besonders wenn dem Gypse, was nicht selten der Fall, viele thonige Theile beigemengt sind. Keller-Gewölbe aus Gyps aufgeführt, erweichen nach und nach und brechen oft plötzlich zusammen. Am Mauerwerke alterthümlicher Schlösser, zumal in Thüringen, sind die Gypssteine oft ganz ausgewaschen; der Mörtel bildet stellenweise nur grob-zellige Massen. Blätter-Gyps hat sich dagegen mitunter als Bau-Material von ausgezeichnete Dauer bewährt. So sind, nach Helfers Erzählung, die heutigen Tages ganz in Ruinen liegenden, Kastele von Selebi, oder Zenobia, unsern Palmyra, aus gewaltigen Blöcken blätterigen Gypses erbaut, dem sein Glanz und seine Durchscheinheit verblieben. — Hiernach mögen Sie erkennen, wie höchst mannigfaltig die Anwendung des Gypses

ist; und noch muß ich erwähnen, daß Fasergyps zu verschiedenartigen Luxus-Artikeln verarbeitet wird, zu Perlen für Krenze, Halsbänder und anderen Damenschmuck; es sind die sogenannten Atlas-Perlen, welche indessen um Vieles dauerhafter aus dem Faserkalk gefertigt werden, dessen ich oben (S. 324) erwähnt habe.

Steinsalz, Stein- und Braunkohlen zeigen sich, wo sie auftreten, namentlich wenn dieselben größere Massen bilden, stets an die Gegenwart dieser oder jener Gesteine gebunden, von denen sie begleitet und umschlossen erscheinen. Die umständliche Erwähnung jener, in gleichen Graden interessanten und wichtigen, Substanzen kann darum hier noch unterlassen werden. Stein- und Braunkohlen bieten überdies, hinsichtlich ihrer Abstammung aus dem Organischen, zu Betrachtungen und Entwicklungen eigener Art Stoff.

Fiffte Vorlesung.

Die Gesteine nach Masse und Gefüge betrachtet. — Lagerung der Felsarten. —
Merkmale neptunischer Gebilde und Altersfolge derselben.

Wir haben im Vorhergehenden die Felsarten in einfache und gemengte getheilt, wir haben krystallinisch-körnige Gesteine, Porphyre und Conglomerate unterscheiden lernen. Aber nicht alle einfache Felsarten sind das, was sie scheinen; sie bestehen keineswegs, der ganzen Masse nach, nur aus einem Mineral; bei gar manchen derselben finden sich die verbundenen Theilchen, Körner, Blättchen, selbst Krystalle verschiedener Mineralien, so innig verschmolzen, daß sie nicht mehr sichtbar blieben. Wir wollen solche Gesteine durch den Ausdruck scheinbar gleichartige bezeichnen. Die genaue Bestimmung derselben wird in vielen Fällen schwierig, aber oft hat uns die Natur, durch eigenthümliche Zerlegungen, welche sie vorgenommen, sehr werthvolle Beweise über die Zusammensetzung gewisser scheinbar gleichartiger Gesteine geliefert. So kommen, unter andern im Kaiserstuhl-Gebirge des Breisgaues, höchst feinkörnige Dolerite vor, in denen augitische, feldspathige und Magneteisentheilchen zu einer scheinbar gleichartigen Masse verschmolzen sind. Hat nun ein solcher Dolerit gewisse Zerlegungs-Grade

erlitten, durch lang dauernde Wirkung der Atmosphäre, haben, Luft, Wasser und Sonne ihren Einfluß ausgeübt, so treten die einzelnen Gemengttheile mehr deutlich hervor. Besonders jener Dolerit, der zu gröblichem Sand zerfallen ist, eignet sich, um die wahre Natur des Gesteins zu erkennen. Vermittelt ein Magnetstabes kann man aus dem Sande die Eisen-Theilchen hinwegnehmen; nun bleiben noch schwarze und graulichweiße Partikeln, erstere erkennt das freie Auge schon für Bruchstückchen von Augit-Krystallen — es ist die Form, welche ich S. 315 schilderte — während letzteren, die graulichweißen Blättchen und Körnchen — unterwirft man sie irgend einer Untersuchung — sich als Feldspath oder Labrador darthun. Eben so erscheinen viele Vesuvische Laven, wie scheinbar gleichartige Gesteine; namentlich dem Teige derselben innig verschmolzene Augit-Krystalle vermag man nicht zu unterscheiden. Wirken jedoch die, aus den Tiefen emporsteigenden, und die Laven durchbringenden, Dämpfe auf deren Masse ein, so zerlegen sie solche in geringerem und höherem Grade und enthüllen das Zusammengesetzte, das Gemengte der Laven-Natur. An den Wänden der, Laven-Ströme durchziehenden, Spalten und Risse — die Erzeugnisse des berühmten Ausbruches von 1794 lassen solche Erscheinungen sehr schön wahrnehmen — wird das Verhältniß recht augenfällig. Säuren, welche die Dämpfe mit sich führen, lösten Magneteisen- und Feldspath-Theile nach und nach auf, und durch Wasser wurde das Aufgelöste weggespült. Allein über die Augit-Krystalle vermochten jene Dämpfe nichts; diese blieben unangegriffen. Nun sieht man die Spalten-Wände mit zierlichen Krystallen dieser Substanz besetzt, welche von der Lava, die sie früher umschlossen, frei geworden sind; in ihren bekannten Formen ragen Augit-Krystalle aus der zersetzten, Gestein-Masse hervor.

Das scheinbar Gleichartige und das Ungleichartige

der Masse gewisser vulkanischer Gesteine ist Folge ihrer mehr oder weniger beschleunigten Erstarrung, ihres schnellen oder allmählichen Ueberganges aus dem feuerig-flüssigen in festen Zustand. Dolerite sind, wie Sie hörten, krystallinisch-körnige Gemenge aus Labrador-, Augit- und Magneteisen-Theilen; nicht selten ist ihre Zusammensetzung, ihr Ungleichartiges sehr bestimmt zu erkennen. Basalte bestehen aus den nämlichen Gemengtheilen, wie Dolerite, aber sie stellen sich als scheinbar gleichartige Massen dar; es sind höchst innig gemengte, in Feinkörnigkeit versunkene, Dolerite. Denken wir uns einen aus Sandstein-Lagen (a a) bestehenden Berg.

Nehmen wir an, daß in solchem Berge eine geräumige Spalte (b c h i) vorhanden gewesen, welche durch, aus der Tiefe emporgetriebene, feuerigflüssige, basaltische Lava erfüllt worden, so wird sehr oft in der Mitte des erfüllten Raumes (d), die Masse sich mehr krystallinisch-körnig zeigen. Hier wird ihr Ungleichartiges, ihr Gemengtseyn deutlicher hervortreten, während diese Erscheinungen gegen die Wände der Spalte (b h und c i) hin weniger ausgezeichnet wahrnehmbar sind, bis endlich in deren Nähe die einzelnen Theilchen zu einem scheinbar Gleichartigen verschmelzen. Ein solcher Gang wird demnach in der Mitte aus Dolerit

bestehen, gegen die Sandstein-Wände hin aber aus Basalt. — Die Erklärung ist überaus einfach: an den bereits festgewordenen Sandstein-Wänden kahlte sich der aufgestiegene feuerig-flüssige Teig schneller ab; er erhärtete, während derselbe, vielleicht für längere Zeit, in der Mitte der Spalte noch in halbliquidem Zustande verblieb; bei solcher allmäligen Abkühlung, bei dem mehr langsamen Uebergang zur festen Beschaffenheit, mußte die deutlichere Ausbildung der einzelnen Labrador-, Augit- und Magnet-eisen-Theilchen, und selbst ihre Krystallisirung begünstigt werden. — Viele Grundmassen von Gesteinen sind, ohne Zweifel, nichts weiter als feinkörnige Gemenge, vorzüglich von den Mineral-Substanzen, welche in Krystallen darin vorkommen.

Sehr werthvolle Beweise für das Wahrhafte solcher Voraussetzungen und Annahmen lieferte der Englische Naturforscher James Hall. Er schmolz Bruchstücke von Doleriten im Tiegel und erhielt, bei raschem Abkühlen, schwarzes Glas, während, bei mehr langsamem Erkalten, eine krystallinisch-körnige Masse voller Blasenräume entstand, in welcher Masse man selbst kleine Krystalle, die sich gebildet hatten, unterscheiden konnte. Ebenso verhielten sich geschmolzene Vesuvische Laven, wenn man sie schnell oder nach und nach erstarren ließ. Ich werde später auf diese denkwürdigen Versuche zurückkommen.

Gleichartige Gesteine, wie ungleichartige und scheinbar gleichartige, sind in Hinsicht ihres Gefüges, das heißt der Anordnung ihrer einzelnen Theilchen, entweder körnig oder schieferig. Körniges Gefüge ist jenes, wo die Masse aus größeren und kleineren frischheckigen und scharfkantigen Körnern besteht, die unmittelbar mit einander verwachsen erscheinen. Beim schieferigen Gefüge hingegen zeigt sich die Masse aus dünnen Lagen zusammengesetzt, welche einander mehr oder weniger fest verbunden sind. Bei gleichartigen schieferigen

Gesteinen werden alle dünne Lagen von der nämlichen Beschaffenheit getroffen; bei ungleichartigen schieferigen Gesteinen aber wechseln Lagen verschiedenartiger Natur mit einander. So besteht z. B. der Glimmerschiefer aus Quarz- und aus Glimmer-Lagen, die mit einander wechseln. — Gleichartige und scheinbar gleichartige Gesteine werden endlich auch dicht getroffen; ihre Massen-Theilchen sind in dem Grade zusammengebrängt, daß sie ein Ganzes bilden, an welchem keine Spur vom Verwachsenseyn jener Theilchen zu beobachten ist. Dichte Kalksteine, Basalte und viele andere Felsarten gewähren uns Beispiele.

Aus dem früher Vorgetragenen wird erinnernlich seyn, daß die, unsere Erdrinde zusammensetzenden, Felsmassen theils als Gebilde des Feuers gelten, theils als Absätze, oder Niederschläge aus Wasser. Von der verschiedenen Art der Entstehung hängt die Lagerung eines Gesteins ab; d. h. es wurde ihm dadurch die Stelle angewiesen, welche es in der Reihe anderer Felsmassen, unter, über oder zwischen diesen behauptet; ausgenommen sind nur die Fälle, wo Gesteine nicht mehr am Orte ihrer ursprünglichen Bildung sich befinden, wo dieselben durch gewaltsame Katastrophen mannigfaltiger Art, in eine, von ihrer früheren mehr oder weniger abweichende, Lage gebracht wurden.

Wir wollen dies durch ein Beispiel näher zu erläutern suchen:

In Fig. 1 seyen die Ablagerungen a, b, c und d neptunische Gebilde, die, in verschiedenen Zeiten, nach und nach über einander ihre Stelle einnahmen; d wurde zuerst aus dem Wasser niedergeschlagen, darüber, nachdem die Bildung dieses Gesteins ihr Ende erreicht hatte, die Masse c u. s. w. Traten keine gewaltsamen Ereignisse ein, welche die regelrechte Folge jener Gebilde unterbrachen, so wird denselben für immer ihre ursprüngliche Lagerungs-Weise geblieben seyn. Anders verhält es sich, wenn durch eine solche Reihe neptunischer Absätze hindurch eine plutonische Masse (x in Fig. 2) emporstieg und auf das bisherige Verhältniß mehr oder weniger störend einwirkte. So wurde, im angenommenen Falle, nicht nur der Zusammenhang jener Gebilde zerrissen, ihre früher mehr wagerechte Lage geändert, sondern es drang auch ein Theil des aufgestiegenen plutonischen Materials zwischen b und a ein; a behauptet nun nicht mehr die frühere Lage, die ursprüngliche, sondern hat über der vulkanischen Masse eine Stelle gefunden.

Neptunische, wie plutonische Gebilde tragen, in Folge ihrer verschiedenartigen Entstehung besondere Merkmale; von diesen haben wir nun zunächst Kenntniß zu nehmen.

Neptunische Gebilde sind, was ihr ganzes Wesen betrifft, im Allgemeinen sehr einfach; viele erscheinen als bloße mechanische Anhäufungen; der größte Theil besteht aus kalkigen, quarzigen oder thonigen Gesteinen, welche, in vielfach wiederholtem Wechsel, mit einander auftreten, und zwischen denen, als Fremdartiges, Braunkohlen und Schwarz- oder Steinkohlen, Ueberbleibsel zusammengestürzter und vergrabener Waldungen, ihre Stellen fanden. Ursprünglich ist den neptunischen Gebirgs-Arten mit sehr wenigen Ausnahmen krystallinisches Gefüge nicht eigen. Die Kalke durchlaufen, wie bereits früher angedeutet worden, alle Mittelgrade der Textur vom vollkommenen Dichten bis

zum Erdigen. Daß hier nicht die Rede vom körnigen Kalk ist, wissen Sie; ich beziehe mich auf das S. 325 in dieser Hinsicht Bemerkte. Die quarzigen Gebilde stellen sich in der Regel als Sand, oder als Sandsteine von mehr und minder grobem Korn, zum Theil als wahre Conglomerate dar. Die thonigen Gesteine beginnen — überblickt man ihre Reihe in aufsteigender Ordnung, d. h. aus der Tiefe der Erde nach der Oberfläche hin — mit Thonschiefer, und endigen mit Thonschichten neuester Entstehung, mit Töpferthon, und mit noch jüngeren Thon-Ablagerungen. Zu Sand und Sandsteinen, wie zu den thonigen Gebilden, fand die Natur den Stoff unter den Trümmern, in höherem und geringerem Grade zerfallener, oder aufgelöster, älterer Gesteine, wie Granite, Gneise, Glimmerschiefer u. s. w.

Wenden wir uns zu den übrigen allgemein bezeichnenden Eigenschaften neptunischer Gebilde. Drei derselben ergeben sich als besonders wichtig und verdienen Ihre ungetheilte Aufmerksamkeit. Neptunische Gebilde folgen einander in bestimmter Alters-Reihe, sie zeigen Schichtung und enthalten Ueberbleibsel einer frühern Thier- und Pflanzenwelt.

Vom ersten dieser Verhältnisse soll jetzt zunächst die Rede seyn; Schichtung und Versteinerungen gedenke ich in besondern Vorlesungen abzuhandeln.

Ich sagte Ihnen, daß neptunische Gebilde, als wohl abgegrenzte Mineral-Massen in bestimmter Alters-Reihe auf einander folgen. Wir haben es keineswegs mit einem rohen Bauwerke zu thun, mit einem wirren Durcheinander; jedem einzelnen Gliede ist seine Stelle angewiesen. Und dieß Gleichförmige, dieß Unveränderliche in der Uebereinander-Lagerung ist, so weit alle Erfahrungen reichen, nicht auf einzelne

Vertikalitäten, auf gewisse Gebirge beschränkt; sämtliche Erdtheile, die neue, wie die alte Welt, haben genau die nämlichen Erscheinungen aufzuweisen; Störungen kann die Lagerung erlitten haben — wir werden dieß später durch denkwürdige Beispiele kennen lernen — aber nie wird sie in umgekehrter Ordnung gefunden.

Diese Ueberzeugungen haben hohes wissenschaftliches Interesse, und sind zugleich in praktischer Hinsicht von größter Bedeutung. Sie gewähren dem Bergmann bei seinen Arbeiten die wesentlichsten Vortheile, das sicherste Anhalten. So wurden, um nur eines Beispiels zu gedenken, unermessliche Summen im fruchtlosen Aufsuchen von Steinkohlen verschleudert, wo man die bestimmte Altersfolge neptunischer Ablagerungen mißkannte, oder unbeachtet ließ. Man grub an Stellen, wo die Arbeiten, bis zum Mittelpunkte der Erde fortgesetzt, dem Zwecke nicht entsprochen haben würden.

Zwölfte Vorlesung.

Schichtung.

Tiefe Thal-Einschnitte, jähe Ufer mächtiger Ströme, Meeresküsten, in großartiger Weise betriebene Steinbrüche, sind sehr oft besonders günstige Stellen, um mit einem Phänomen, wie das, von welchem ich reden will, vertrauter zu werden. Bis zu beträchtlichen Höhen sieht man die Gesamt-Masse gewisser Fels-Gebilde auf das Regelvollste, mit einer Art geometrischer Genauigkeit, in räumliche Verhältnisse geschieden, in Lagen abgetheilt. So weit das Auge reicht, folgen die einzelnen Lagen, die „Schichten“ auf einander mit demselben Parallelismus; sie nehmen über einander ihre Stelle ein, wie die Blätter eines Buches; die unterste läßt, der obersten verglichen, durchaus gleichere Beziehungen wahrnehmen. Häufig entstehen, durch die Stellung der Schichten, durch Verschiedenartiges und Sonderbares ihres Baues, die überraschendsten Scenen im Physiognomischen des Charakters einer Gegend; auch fehlt es in gewissen Ländern nicht an Sagen aus sehr alter Zeit abstammend, welche die seltsamen regelvollen Massen zu kunstreichen Werken der Giganten machen. Und mit dieser eigenthümlichen Struktur, mit dem auffallend Regelmäßigen der Schichten-Abtheilung, ist nicht selten das

Malerische, Wilde, Zerrissene, das gewaltsam Gestörte mächtiger Bergtheile verbunden.

Unterhalb des letzten der Fälle des Genesee-Flusses, südwärts vom Ontario-See, im nördlichen Amerika, erhebt sich, einem Kunstwerke gleich, und sehr regelvoll, eine Felswand über 450 Fuß. (Fig. 1 auf Taf. IX^{te}.) Sandstein, Kalkstein und Schiefer, alle in Schichten getheilt, wechseln mit einander, und die verschiedene Färbung der Gesteine erhöht das Großartige des Eindruckes. Schlangen-Windungen folgend, nimmt der Fluß, in schauerlicher Tiefe, seinen Lauf zwischen den Felsmassen.

Schichten, Straten^{**}, sind Niederschläge, Absätze, aus, mehr oder weniger allgemein verbreiteten, Wassern. Diese Verhältnisse werden im Kleinen genau so gefunden, wie im Großen. Selbst bloße Handstücke mancher Felsarten lassen die einzelnen Lagen deutlich erkennen; betrachtet man dieselben als Schichten, als Absätze, die allmählig aus Wassern niedersanken, so gibt dieß schon eine ziemlich klare Vorstellung von unserm Phänomen. — Wellen-förmige Bewegungen des Flüssigen, woraus die Schichten abgesetzt worden, sind, besonders bei gewissen Sandsteinen, an Streifen zu erkennen; Streifen, welche, nicht selten in kurzen Entfernungen, ihre Richtung ändern, so daß sie Bogen und Krümmungen machen, der Oberfläche eines bald hier, bald dort höher erhobenen Wassers folgend. Man bezeichnet sie als Unschwemmungs-Streifen. Andere Erscheinungen, die wir nicht unbeachtet lassen dürfen, sind die, auf der Schichten-Oberfläche gewisser Gesteine wahrnehmbaren, Furchen. Solche Wellen-ähnliche und gestreifte Figuren lassen sich, was Gestalt und Ursprung betrifft, den Formen vergleichen, welche der Meeres-sand an flachen Küsten bei der Ebbe zeigt. Man hat sie der

* Nach Wadworth's Zeichnung.

** Vom Lateinischen *Stratum*, eine einzelne Lage bezeichnend.

schwingenden Bewegung der untern Wasserschichte zuzuschreiben, wenn dieselbe von Strömungen, oder vom Winde, hin und her getrieben wird, wodurch ein Niederschlag, der sich zum Boden senkt, oder aufgestört wird, in Reihen abgesetzt erscheint, welche den Zwischenräumen der nächsten Schwingungs-Bogen entsprechen. Es ist nicht anzunehmen, daß solche Bewegungen bis zu beträchtlicher Tiefe anhalten; darum dürften streifige Furchen darauf hindeuten, daß Schichten, welche sie aufzuweisen haben, an flachen Küsten gebildet wurden.

Je nachdem Schichten allmählig entstanden, nahmen sie, von einander getrennt, über einander ihre Stellen ein. Niederschlag und Erhärten fanden nicht gleichzeitig statt; in jeder Schichte erkennen wir gewissermaßen eine, in sich abgeschlossene, Periode der Bildungs-Zeit größerer Gebirgs-Massen. Hätten die Abfälle ohne Unterbrechung statt gefunden, wären nicht hemmende Ereignisse eingetreten, so würden Erdrinden-Stücke, aus Niederschlägen, wie die erwähnten, bestehend, ein Gleichmäßiges, ein Ganzes zeigen, was keineswegs der Fall ist.

Höchst denkwürdige geologische Thatfachen, von denen ich hier am passendsten zu reden glaube, sind die Fährten, die Spuren von Thier-Füßen, von Tathen, auf den Schichtungs-Flächen gewisser Gesteine. — Wenn Thiere, zur Ebbe-Zeit, über den Schlamm der Meeresküste gehen, so hinterlassen sie Eindrücke ihrer Tritte. Nach dem, was so eben von der Entstehungs-Urt der Schichten gesagt worden, von deren periodischer Bildung, kann es für Sie keineswegs befremdend seyn, daß, in so fern die Erde zur Zeit des Schichten-Abfalles bereits von Thieren bewohnt gewesen, man ähnliche Spuren auf der Außenfläche von Schichten zu erwarten habe, die ursprünglich weich, sandig, schlammig gewesen. Und in der That wurden, vor beinahe vierundzwanzig Jahren schon, Fährten, Merkmale des Weges, den Thiere genommen, beobachtet. Die Eindrücke sind, in einzelnen Fällen, besonders

tief, scharf und deutlich, wie solche nur immerhin in frisch gefallenem Schnee sich zeigen. Man sieht die Formen auf einer und der nämlichen Schichten-Außenfläche sich gleichbleiben bei jedem „Fährten-Zuge“; sie folgen einander in gewisser Ordnung, in ebenmäßigen Abständen und ohne Unterbrechung; Fährten größerer und kleinerer Thiere sind zu unterscheiden, rechte und linke Füße wechseln; an einem Orte kreuzen sich die Spuren verschiedener Thiere in ihrem Gange, oder es erscheinen die Fährten, auf beschränktem Raume, in so außerordentlicher Menge, und unter Umständen, welche beweisen, daß die Thiere hier in großer Zahl und ungestört beisammen lebten. Ebenso sind, an den hinterlassenen Spuren, Merkmale des Aufstreifens, ehe die Füße festen Stand faßten, oft nicht zu verkennen; auch überzeugt man sich davon, daß die Bewegung im Schritte geschah, und daß die Thiere häufiger aufwärts gingen; bei Tritten, die abwärts, oder in schräger Richtung statt gefunden, erscheint die Gestein-Masse nach unten zu geschoben. — Auf Schichten, welche Eindrücke enthalten, ruhen nicht selten andere, später entstandene, mehr oder weniger mächtige, Ablagerungen, so daß jene Phänomene hier der Oberfläche des Bodens näher, dort weiter unterhalb derselben zu sehen sind. In der Süd-Schottländischen Grafschaft *Dumfries*, wo man die Thatsache, welche uns beschäftigt, bei *Cornockle-Muir* unfern *Lochmaben*, mit am Frühesten wahrgenommen, beträgt die Tiefe 60 bis 70 Fuß, in den Hefßberger Steinbrüchen, am Gehänge des Thüringer Wald-Gebirges — woselbst das Phänomen in neuester Zeit von Sicker, einem achtbaren Naturforscher zu Hildburghausen, beobachtet worden — findet man ungemein häufig, und im Allgemeinen sehr deutlich, Fuß-Spuren in 15 bis 18 Fuß Tiefe. Das Gestein ist, in beiden Fällen, bunter Sandstein. Bei Göttingen entdeckte man, im verfloffenen Jahre, auf Kalktuff-Flächen Thier-Fährten

in wenigen Fuß Tiefe unter der Oberfläche. — Theils liegen die Schichten, welche Fährten aufzuweisen haben, vollkommen waagrecht, theils neigen sich dieselben unter größern oder kleinern Winkeln. Hier und da wurden die Fuß-Spuren, durch später eingespülten Sand, wieder ganz oder theilweise ausgefüllt und unkenntlich. Hinterließen Thiere ihre Tritte in thonigen Lagen, über denen später Sand-Schichten abgesetzt wurden, so modelte sich die weiche sandige Masse nach jenen Eindrücken, und statt der Vertiefungen, wie wir sie an obern, dem Tage zugewendeten, Schichten-Flächen sehen, erscheinen, in diesem Falle, an den untern Gestein-Flächen Erhabenheiten, Reliefs, Abgüsse der Eindrücke.

Nun hätte ich die Frage zu beantworten: welche Thiere es gewesen, von denen die Fährten herrühren? — Was die Spuren im rothen Sandstein der Grafschaft *Dumfries* betrifft, so wurden sie als von Schildkröten abstammend erkannt. In einem Lusthause hat man, um eine Wand damit zu zieren, einen Sandstein-Block aufgestellt, der vierundzwanzig einfache Spuren enthält, d. h. sechs von jedem Fuße. Die Eindrücke im Kalktuffe bei Göttingen sind unbezweifelt auf Hirsche zu beziehen. Vorkommnisse, wie diese, stimmen mit dem Alter der erwähnten Gesteine, mit den Erfahrungen Petrefakten-Kundiger überein. *Buckland* — Lehrer der Geologie an der Hochschule zu Oxford, — erhielt bei Versuchen mit lebenden Schildkröten, welche er auf Sand gehen ließ, Eindrücke vollkommen ähnlich jenen, die von ihm als Fährten solcher Thiere in Sandstein bestimmt worden. Die Spuren im Kalktuff sind, wie *Hausmann* berichtet, in nichts verschieden von denen der heutigen Tages um Göttingen lebenden Hirscharten. An den Ufern des *Connecticut*, in *Massachusetts*, hat, vor kurzer Zeit, *Hitchcock* — ein Amerikanischer Geolog — deutliche Eindrücke und Reliefs von Vogel-Füßen im rothen Sandstein entdeckt. Stellenweise, zumal da, wo das Gestein

Schiefer-Gefüge zeigt, sind die Spuren, welche meist von Sumpfschwämmen herzuführen scheinen, sehr gehäuft und die Erscheinung so, als „wenn ein Gänse-Schwarm auf schlammigem Ufer von See'n oder Teichen, sich herumtreibt.“ Spuren beider Füße können wohl unterschieden werden. Ebenso sieht man, daß die Thiere, welche sie hinterließen, in bestimmten Richtungen gingen. Einzelne Fährten messen sechszehn Zoll Länge und selbst die Krallen lassen sich erkennen. (Fig. 2 auf Taf. X.) In andern Fällen aber haben die Eindrücke, oder die Reliefs, nur größere oder geringere Ähnlichkeit mit Thier-Füßen; sie sind nicht deutlich, nicht scharf genug, um genaue und sichere Bestimmung zuzulassen. Einen Beweis geben die getheilten Ansichten der Zoologen über jene Reliefs, die neuerdings bei Hilbburghausen aufgefunden worden. Man glaubte an den Fuß-Spuren nach und nach zehn Thierarten zu erkennen; nicht alle gestatteten nähere Prüfung: Die größten (Fig. 1 auf Taf. X)* galten einigen Beobachtern für Fährten urweltlicher Affen, Andere redeten von Beutethieren, von großen, ausgestorbenen Schildkröten, oder von Eidechsen-artigen Geschöpfen (Sauriern). Man unterscheidet bei diesen Spuren Vorder- und Hinterfüße; jene haben ungefähr sechs Zoll Länge, diese messen kaum die Hälfte. Nach den neuesten Verständigungen sachkundiger Gelehrten, erscheint die erste unter den oben angeführten Meinungen als die allein haltbare, d. h. die fraglichen Hilbburghäuser Fährten stimmen zunächst mit denen von Affen überein. Für diesen Ausdruck wird namentlich der Umstand geltend gemacht, daß die vier Füße in Form

* Die vier zunächst beisammen befindlichen Fährten (Fig. 1) geben den Stand des Thieres in der Ruhe an; die vier linken Spuren, jenen beim Gehen. Die stärkere Linie soll die Richtung des Thieres andeuten; die schrägen schwächeren Linien zeigen, wo die stehenden linken Füße beim Gehen hinkommen. In Fig. 2 bezeichnet die Linie dasselbe, was die stärkere in Fig. 1 andeutet.

von Händen mit entgegensehbaren Daumen gestaltet sind. Besonders wenn Thiere abwärts gingen und ausglitten, können, durch Unvollkommenheit der Fährten, Zweifel erregt und Täuschungen hervorgernsen werden. Manche auf Sandstein-Bänken, auf Thon- und Kalk-Schichten vorhandene, und für Thier-Fährten angesehene, Erscheinungen dürften nichts seyn, als Concretionen, Zusammenballungen gewisser Theile des Gesteines, Zusammenziehungen, die beim Festwerden der einst breyigen Masse statt hatten. Tropfstein- und Wulst-förmige Gebilde, Knoten- und Knäueln-ähnliche Gestalten auf den untern Flächen gewisser Sandstein-Schichten gehören hierher. Sie haben vielartige Täuschungen veranlaßt, obwohl dieselben, wie wir später hören werden, meist durch Auswitterung sogenannter „Thongallen“, der rundlichen Nieren sandigen Thones, welche Sandsteine häufig enthalten, leicht erklärbar sind. Es verhält sich damit, wie mit den Leisten-ähnlichen Hervorragungen, die gleichfalls an untern Flächen mancher Sandstein-Schichten zu finden sind, und welche man auf Vegetabilien zurückführen wollte. Beim ersten flüchtigen Blick haben solche, Nezen-gleiche, Geflechte einige Aehnlichkeit mit Pflanzen-Gewinden; allein genauere Untersuchungen ergaben, daß sie keineswegs von Gewächsen abstammen können. Mit Sandstein-Bänken wechseln, wie ich schon zu mehreren Malen bemerkte, nicht selten thonige Lagen. Trockneten diese früher aus, als der sie nun bedeckende Sandstein darüber verbreitet wurde, so sprangen die Thon-Massen, nach den verschiedensten Richtungen; in Risse und Spalten drang sandiger Schlamm ein, und so formten sich die vermeintlichen Pflanzen-Gewinde. — Indessen würde es vorschnell seyn, über solche Phänomene, ohne sorgsame Untersuchung an Ort und Stelle, entscheidend abzusprechen zu wollen. Was jedoch als höchst zweifelhaft und unwahrscheinlich zu erachten, das ist das angebliche Vorhandenseyn der Spuren von Menschen-Füßen, die man auf gewissen Schichten

Oberflächen wahrgenommen haben will. Ich rede nicht von der Fußspur, die der zögernde Adam hinterlassen haben soll, als er aus dem Paradiese vertrieben wurde. Da indessen die Sache für Manche unter Ihnen den Reiz der Neuheit haben dürfte, so will ich beifügen, daß an den „Adams-Pik“, den erhabensten Berg auf der Insel Ceylon, sich Sagen knüpfen, welche die Gegend als das alte Paradies bezeichnen. Wie erzählt wird, hat gewisse Ähnlichkeit jenes Eindruckes mit dem Fuße eines Mannes statt; nur ist die Spur eine sehr gigantische. Unmittelbar nach des Vaters Abzug, soll die Insel durchs Meer vom Continent getrennt worden seyn. Seit jener Zeit gilt die Stelle den Eingebornen als Sitz böser Geister, und hentigen Tages noch erzählen sie von Donner-ähnlichem Getöse, das zu gewissen Zeiten im Berg-Innern hörbar wäre, und beklagen den dahin geschwundenen Ruhm ihres Edens. Die vermeinte Fuß-Spur findet sich übrigens in Granit auf dem höchsten Gipfel des Berges; in der Nähe wohnt ein Priester in einer kleinen Hütte, welcher die Opfer Glaubiger empfängt, namentlich die Gaben frommer Pilger. — Wenn es sich um Menschen-Spuren handelt, so dürfen wir nicht unterlassen, das Alter der Gesteine zu bedenken, denen solche Phänomene zugeschrieben werden, und mit dem muthmaßlichen ersten Auftreten der Menschen vergleichen. (Ich muß Sie hier auf dasjenige verweisen, was in einer der nächsten Vorlesungen, welche von der Erdrinde-Bildung handelt, in dieser Beziehung entwickelt werden wird.) So erzählt man unter andern von Eindrücken menschlicher Füße, die in Nord-Amerika, am Ufer des Mississippi und im Gebiete von Missuri, in Gesteinen kalkiger Natur vorkommen. Wie erzählt wird, rühren die Eindrücke theils von einem ruhig stehenden Menschen her, der, nach Form und ausgebreiteter Stellung der Beinen zu urtheilen, sich nie ans Tragen einer Fuß-Bekleidung gewöhnt haben dürfte, theils sind an den Eindrücken Merkmale wahrzunehmen,

daß die Füße auf Indische Weise bekleidet gewesen. Allerdings erwähnen die Bericht-Erstatter ausdrücklich: es seyen jene Spuren so vollkommen, daß auch nicht der geringste Muskel-Eindruck vermißt werde; aber gerade dieser Umstand verdächtigt die Sache, und es scheint glaubhaft, daß die befragten Fuß-Spuren von Menschen-Händen gefertigt, daß sie in Stein gehauen oder eingegraben sind. Was ferner, in diesem und in andern Fällen, den größten Zweifel erregen muß, das ist, daß solche Erscheinungen bis jetzt nur ganz vereinzelt vorgekommen; die Spur der Gehenden läßt sich nicht weiter verfolgen. Auch im Bentheimer Sandstein-Gebirge in Westphalen dürfte ein solches Verhältniß statt finden; hier will man nämlich, neben Hunderten von Fährten, welche für jene von Kühen und Pferden ausgegeben werden, auch Eindrücke von Menschen-Füßen gefunden haben.

Daß die Thatsache, deren Betrachtung uns beschäftigt, bis daher nicht öfter wahrgenommen worden, kann übrigens keineswegs befremden. Abgesehen davon, daß die Aufmerksamkeit der Naturforscher erst in neuern Zeiten jenem Phänomen mehr zugewendet worden; daß man es öfter finden wird, im Verhältnisse, als die Zahl der Beobachter und ihre Thätigkeit sich vermehrt; dürfen wir nicht übersehen, daß die Außenfläche von Gestein-Schichten keineswegs immer frei und kahl zu Tag liegt, sondern sehr gewöhnlich von Dammerde überlagert, angebaut, mit Pflanzen bewachsen, und so dem Blicke entzogen ist, bis Steinbruch- oder andere Arbeiten solche entblößen und vorhandene Fährten aufdecken. Ferner sind es, wie Sie wissen, nicht stets die obersten Lagen, an denen jene Spuren wahrzunehmen, und in andern Fällen ist sehr wohl möglich, daß, durch Einfluß von Luft und Wasser, oder durch andere zerstörende Gewalten, vorhandene Fährten vernichtet, weggespült worden. So wird von dem vorhin erwähnten Sandstein am Connecticut ausdrücklich gesagt: die

Spuren der Vogel-Füße fehlten überall, wo die Felsart längere Jahre der atmosphärischen Einwirkung ausgesetzt gewesen.

Bei manchen Gesteinen, so u. a. bei vielen Rhonschiefern, ist die Schichtung deutlich und bestimmt ausgesprochen. Schon in gewisser Entfernung läßt sich das lagenweise Getheiltseyn der Felsmassen erkennen. In andern Fällen ist die Schichtung nur angedeutet, wie namentlich bei vielen Kreide-Gebilden, wo die, in parallelen Lagen von gleichweiten Abständen, vorhandenen Feuerstein-Nieren und Knollen gewissermaßen die Schichtung vertreten.

Wir haben uns mit dem Verhältnisse der Schichten und mit den sie bezeichnenden Kunst-Ausdrücken bekannt zu machen. Es sind dieß Worte und Begriffe, welche sehr bestimmt aufgefaßt werden müssen, ehe ich weiter gehen darf.

Die Schicht b ruht auf der Schicht c und wird von einer andern Schicht a bedeckt; im Vergleiche zur Schicht b nennt man a ihr Hangendes und c ihr Liegendes.

Das Liegende c muß früher entstanden seyn, als die, über demselben ihre Stelle einnehmende, Schicht b; am spätesten wurde das Hangende a abgesetzt. — Die „zu Tag ausgehenden“, das heißt die frei liegenden, unbedeckten, Enden von Schichten nennt man ihre Köpfe. Solche Schichten-Köpfe sind d, e, f, g. — Wirken Luft und Wasser auf vorstehende

Schichten = Köpfe zerstörend ein, so treten höhere Schichten nach und nach gegen die unterliegenden etwas zurück; es werden Fels-Wände mitunter zu Treppen-ähnlichen Abdachungen, selbst ganze Berg = Gehänge erscheinen Terrassen = artig durch Schichten, deren Köpfe in laugen wagerechten Strecken an der Oberfläche erscheinen, „zu Tag ausgehen“, und durch steile, mehr oder weniger begraste, Schutthalden von einander getrennt sind; Schutthalden, welche seit Jahrhunderten durch das Zerbröckeln der Gesteine, durch das Hinabschwenmen von Regenströmen entstanden.

Die Dicke der Schichten — ihre Mächtigkeit, in der Sprache von Geologen und Bergleuten — ist höchst verschieden. Gewisse Schichten haben nur sehr geringe Mächtigkeit, andere messen mehrere Fuß. Auch sehen wir Schichten eines und des nämlichen Gesteines in ihrer Dicke wechseln; sie nehmen an Mächtigkeit ab und zu. Besonders mächtige Schichten pflegt man Bänke zu nennen; in diesem Sinne wird von Kalkstein- und von Sandstein-Bänken geredet.

Anderer wichtige Beziehungen der Schichten, mit denen Sie nicht unbekannt bleiben dürfen, sind ihr Streichen und ihr Fallen. Unter Streichen versteht man die Längen = Ausdehnung derselben, ihr Erstrecktseyn nach irgend einer Himmels-Gegend; das Fallen bezeichnet die Neigung der Schichten gegen den Horizont, den Winkel, welchen sie mit einer wassergleichen Ebene machen. Die Linien des Streichens und Fallens schneiden sich immer unter rechtem Winkel; eine Schicht, welche aus Osten nach Westen streicht, wird gegen Norden oder gegen Süden fallen; sie müßte denn vollkommen wagerecht liegen.

Zur Bestimmung von Streichen und Fallen der Schichten dienen Compaß und Gradbogen, Geräthschaften, deren eigenthümliche Einrichtung ich zu erklären habe.

Der Compaß, die Boussole der Geologen (Fig. 1), ist von

allen gleichnamigen Geräthschaften, welche man gebraucht, um die Lage eines Ortes gegen die Mittags-Linie zu erforschen, darin verschieden, daß er nicht in Grade, sondern in Stunden abgetheilt wird. In der Regel theilt man den Ring des Berg-Compasses (Stunden-Ring) in zwei gleiche Hälften, und zählt zwölf Stunden von der Rechten zur Linken, oder von Norden nach Süden; eben dieß findet von Süden nach Norden statt. Jede Stunde, gleich 15 Grad, ist wieder in acht Theile geschieden. Gewöhnlich hat ein solcher Compaß die Form einer Taschenuhr.

Der Gradbogen, zur Bestimmung des Fallens von Schichten dienend (Fig. 2), besteht aus einem Halbkreise von Messing, in zweimal 90 Grade getheilt; an beiden Enden ist 90 verzeichnet, und in der Mitte Null. Ein Bleiloß, am Mittelpunkte befestigt, gibt die Winkel an. — Meist wendet man solche Compaße an, auf welchen zugleich ein kleiner Gradbogen angebracht worden (wie dieß bei Fig. 1 der Fall).

Ueber den Gebrauch dieser Instrumente will ich noch Folgendes beifügen. Zur Bestimmung des Streichens muß der Beobachter den Compaß so halten, daß die Nordlinie desselben der

angenommenen Streichungs-Linie parallel ist, der Nordpunkt am entferntesten, der Südpunkt am nächsten; nun läßt man die Nadel einspielen, und sie gibt sodann die wahre Streichungs-Linie nach Stunden und Achten an. Bei Bestimmung des Fallens der Schichten dient zur Regel, daß man den Gradbogen, damit Täuschungen durch örtliche Biegungen der Lagen vermieden werden, der Schichten-Fläche nicht zu nahe bringe; der Ueberblick aus einiger Entfernung sichert gegen mögliche Irrungen. — Bei weitem nicht alle Schichten erscheinen in regelrechter gegenseitiger Anordnung; die Mächtigkeit ist oft sehr ungleich, ihre Oberfläche uneben und rauh, ferner zeigen sich dieselben, wie wir sogleich hören werden, mannigfaltig gewunden und gekrümmt; darum sind Beobachtungen über Streichen und Fallen keineswegs immer leicht, und nur durch besondere Aufmerksamkeit kann man Irrthümer vermeiden.

Viele Schichten liegen beinahe horizontal, wassergleich. Eine solche, fast wagerechte, Schichtung zeigen die, Fig. 1 auf Taf. IX dargestellten, im Wechsel mit einander auftretenden, Kalk-, Sandstein- und Schiefer-Gebilden am Genesee-Flusse. Ihre Lage dürfte, seit sie abgesetzt worden, keine Aenderung erfahren haben. Andere Schichten sind weniger und mehr geneigt, oder es stehen dieselben senkrecht. Besonders auffallend läßt sich dieß an gewissen Kreide-Lagen der Küste von Dorsetshire wahrnehmen. (Taf. XI*.) Schichten, welche vom Wagerechten einigermaßen bedeutend abweichen, zumal die dem Senkrechten nahe kommenden, wurden nicht so gebildet, sondern später emporgehoben. Diese Meinung ist keineswegs neu; sie hat, bereits vor anderthalb Jahrhunderten, ihre Anhänger und Vertheidiger gefunden. Die Natur gewisser senkrecht geschichteter Felsmassen, das Material, woraus

* Zeichnung von Englefield und Webster.

sie bestehen, entfernt jeden Gedanken, daß dieselben, in solcher Stellung, gebildet seyn könnten. Namentlich gilt das von senkrechten Schichten losen Sandes, von Thon-Schichten und von Kreide-Bänken. Nur wenn wir eine, dem Wagerichten mehr nahe kommende, ursprüngliche Ablagerung der Schichten annehmen, ist die sich gleichbleibende Mächtigkeit derselben erklärbar; und gerade auf dieser Eigenschaft beruht mit das Bezeichnende der Schichten. Wäre der Absatz, aus welchem eine Schicht entstand, auf geneigter Oberfläche *ab* erfolgt, so müßte, allen bekannten Erfahrungen gemäß, die Schicht gegen die Tiefe hin mächtiger werden, sie würde dieses Verhältniß zeigen.

Man hat, um die mögliche Entstehung mehr oder weniger geneigter Schichten, so wie der gewundenen, zu erklären, auf Niederschläge in Röhren hingewiesen, in denen Mineral-Wasser geleitet werden; die Sinter-Absätze erfolgen hier, wie bekannt, nicht bloß auf dem Boden, das Innere der Röhren zeigt sich vielmehr nach allen Seiten überrindet. Allein leicht ist es einzusehen, daß solche Verhältnisse mit den Hergängen bei Schichten-Ablagerungen nicht wohl verglichen werden können. — Kein Beispiel dürfte augensälliger seyn, um zu beweisen, daß stark geneigte, senkrechte Schichten nicht mehr in ihrer ursprünglichen Lage sind, als die der Kreide am *Handfast-Point* in der *Swanwich-Bucht* in *Dorsetshire* (Taf. XI). Nur bei besonders günstigem Wetter gelingt die Landung an der Stelle, wo die Kreide-Felsen von den Wogen ausgehöhlt worden. Man hat fast immer mit

sehr heftigen Brandungen zu kämpfen, und muß sich meist darauf beschränken, im Bote, vom Meere aus, das Phänomen zu bewundern, d. h. Kreide=Schichten in so ungewöhnlicher Stellung. In jenem Umstände dürfte der Grund zu suchen seyn, daß die Thatsache lange unbekannt geblieben; denn ehe es dem Englischen Geologen Webster gelang, das Ufer genauer zu untersuchen, wußte man nichts von diesen vollkommen senkrechten Kreide=Schichten und von darauf ruhenden gebogenen Lagen der nämlichen Felsart. — Wie Ihnen aus dem Vorhergehenden erinnerlich, so läßt die Kreide nicht immer regelrechte und andauernde Schichtung wahrnehmen; wo indessen Schichten vorhanden sind, und seit ihrem Absetzen aus Meeres= Wasser keine Störung erfahren, da zeigen sich dieselben wagenrecht, oder dem Wagenrechten nahe. Auch bei der Kreide, welche das Vorgebirge *Handfast Point* zusammensetzt, hat letzteres Verhältniß stellenweise statt. In der Runde um den gehobenen Theil des Felsen fallen die Gestein=Lagen nur sehr wenig, und überall gleichmäßig gegen Nordwesten. Der Kreide verblieb ihr gewohntes, einem Jeden bekanntes Wesen; sie erscheint weiß, weich, und die Feuerstein=Nieren erlitten keine Aenderung. Anders verhalten sich die senkrecht emporgerichteten, die gebogenen Lagen der Gebirgsart. Die Kreidemasse ist so hart geworden, daß sie mit dem Fingernagel nicht geritzt werden kann. Die vertikalen Schichten zumal lassen mannigfaltige Erscheinungen wahrnehmen. Einzelne Theile sind dichter, auch dunkler von Farbe, wie die übrigen; das Ganze hat oft das Ansehen einer Breccie, eines Trümmer=Gebildes: mehr und weniger abgerundete Bruchstücke veränderter Kreide liegen eingebüllt in etwas weicherer Kreide, sie werden davon zusammengehalten, wie von einem Bindemittel. Die Lagen der Feuerstein=Nieren haben gleichfalls eine senkrechte Stellung angenommen, und zugleich büßten die

einzelnen Nieren und Knollen ihre Ganzheit ein, sie sind zerbrochen, zertrümmert, zersplittert, und die Zwischenräume der Fragmente mit Kreide-Substanz erfüllt. Diese Phänomene abgerechnet, so wie die eigenthümliche Stellung der Schichten, sieht man keine Merkmale erlittener Störung; die Kreide-Lagen blieben unzerrissen und so regelmäßig, wie vordem. Es erklärt sich das durch den noch weichen Zustand der Kreide zur Zeit der Hebung; die Feuerstein-Einschlüsse mußten bereits mehr Sprödigkeit erlangt haben. — In einiger Entfernung von den gebogenen Lagen treten wagrechte Kreide-Schichten von gänzlich unveränderter Beschaffenheit auf.

Webster gedenkt noch einer andern, nicht weniger merkwürdigen, Thatsache. Sie findet sich an der *Whitecliff*-Bucht auf der Insel *Wight*. Hier bilden Thonschichten längs der Meeresküste Reihen von Vorgebirgen, die durch tiefe Schluchten von einander geschieden sind. Die Thonschichten haben zum Theil nur zwei Zoll Mächtigkeit, und ähneln, da wo sie in horizontalen Lagen die Kreide begrenzen, durchaus jenen Thon-Gebilden, welche die Fluth noch täglich abseht. Aber stellenweise erscheinen sie auch, wie die Kreide-Schichten am Vorgebirge *Handfast Point*, senkrecht emporgehoben. Andere Thonlagen lassen seltsame Krümmungen und Biegungen wahrnehmen; es hat das Aussehen, als wären sie übereinander hingeschoben und gewunden worden; sie gleichen den Blättern eines Buches, die man, während das Buch aufrecht stand, gewaltsam hineinpreßte. Mit solchen gebogenen und senkrecht emporgehobenen Thonschichten, deren Masse mitunter roth gefärbt ist und sehr ungleiche Härte-Grade zeigt, wechseln Sandlagen.

An Erfahrungen dieser Art reihen sich noch andere Beweise für stattgehabte Aufrichtungen von Schichten.

Viele Steinkohlen-Ablagerungen haben, wie Sie demnächst

hören sollen, ganze mächtige Baumstämme aufzuweisen, die von Kohlen-Lagen und von den, damit wechselnden, sandigen und thonigen Schichten umschlossen, aufrecht stehen, so daß wir annehmen können, es befinden sich dieselben noch an Ort und Stelle, wo sie wuchsen. Thatsachen der Art findet man auch bei *la Palisse* im ehemaligen Bourbonnais, zwischen Paris und Lyon. In der Mitte des geräumigen Beckens liegen die Schichten ungefähr horizontal; aber da, wo das Steinkohlen-Gebilde von granitischen Massen (a) begrenzt wird, erscheinen — nach Journets Beobachtungen — jene Schichten (b, b, b) gehoben und der Stamm eines Baumes, der, höher aufwärts senkrecht steht, in drei Theile (c, c, c) zerbrochen, welche Theile ebenso fallen, wie die Schichten.

Wir können dieß nur als Folge der Schichten-Aufrichtung ansehen, die stattgefunden, wie der Granit emporstieg.

Gewisse sandige Gebilde, welche wir später als Grauwacke-Schiefer näher kennen lernen werden, neigen sich nicht selten sehr stark, so daß ihr Fall-Winkel 60 bis 70 Grade beträgt, und dabei sind sie mitunter voll von versteinerten Muscheln. Beispiele findet man unter andern in den Felsmassen, zwischen welchen der Weg auf die Höhe der Feste Ehrenbreitstein führt. Es ist

nicht wohl denkbar, daß auf geneigten Flächen, wie diese, Muscheln in solcher Menge liegen bleiben konnten; die Schichten mußten, bei ihrem Entstehen, wenn auch nicht wagerecht, dennoch um Vieles weniger geneigt gewesen seyn.

Emporhebungen, Aufrichtungen der Schichten erklärt man, wie Ihnen dieß in einer der nächsten Vorlesungen entwickelt werden soll, durch Einwirken plutonischer oder vulkanischer, den Erdtiefen entstiegener, Massen. Sie müssen die Schichten, wie deren seltsame Bindungen und Biegungen ergeben, zum Theil noch im Weichheits-Zustande getroffen haben; in andern Fällen ist es denkbar, daß heiße Dämpfe, welche mit jenen plutonischen oder vulkanischen Gebilden empordrangen, bereits erhärtete Schichten in gewissen Graden wieder erweichten. — Es sind dieß keineswegs bloß willkürliche, kühne Annahmen, sondern wohl begründete Thatfachen. Auch durch Experimente hat man solches zu erweisen sich bemüht, und namentlich ist es durch James Hall geschehen; seine Beobachtungen, seine Versuche sind für die befragten Verhältnisse geschichteter Massen vom höchsten Interesse; ihm gelang es, dem Verfahren der Natur sehr nahe zu kommen. Ehe ich Ihnen von jenen denkwürdigen Versuchen Rechenschaft gebe, muß ich Sie darauf aufmerksam machen, daß durch ganz Schottland hindurch, von einer Meeresküste zur andern, ein Gebirge zieht, welches vorherrschend aus Thonschiefer besteht. Im Innern des Landes erscheinen die Verhältnisse der Schichten, was Neigung und Erstreckung, ihr „Fallen und Streichen“, be- trifft, höchst regellos. Meist zeigen sich die Schichten senkrecht, oder doch sehr jähe; oft fallen sie nach entgegengesetzten Richtungen, so daß der wandernde Geolog keine deutliche Vorstellung von der Lagerungs-Art des Gesteins erlangen kann. Anders verhält es sich am Meeres-Ufer; hier ist Alles entblößt; großartige, Wellen-förmige Biegungen der Schichten-Massen treten

hervor. Auf einer Reise in seinen heimatlichen Gegenden, beobachtete James Hall — ein durch seltenen Scharfsinn, und durch glücklich erfundene Versuche bekannter Chemiker — an den steilen, bei 300 Englische Fuß erhabenen, Küsten-Klippen von *Fast-Castle*, ostwärts nach *Gun's - Green* unsern *Eyemoult*, auf einer Strecke von beinahe sechs Englischen Meilen, sechszehn verschiedene deutlich Wellen=artige, Biegungen des Thonschiefers (Fig. 1 und 2 auf Taf. XII). Einige derselben hängen zusammen, andere sind getrennt, durch Einbuchtungen des Meeres, oder durch plutonische Massen, welche zwischen dem Thonschiefer auftreten. Dieser Trennungen ungeachtet, ist das wechselnde Steigen und Fallen der „Schiefer=Wellen“ nicht zu verkennen; man sieht, daß sie einst zusammen gegangen haben, daß dieselben Aenderungen in ihrer Lage erlitten. Hall erkannte sogleich in den Aufrichtungen, in den Biegungen, das Einwirken mechanischer Gewalten; er ahnte, das Phänomen sey durch mechanische Kräfte bedingt worden, welche aus der Tiefe nach oben thätig gewesen wären. Bemüht, durch einen Versuch die eigenthümliche Schichten=Gestaltung nachzuahmen, wählte er Material, wie solches der Zufall ihm auf der Reise darbot. Mehrere Tuch=Stücke, einige leinene, andere wollene, ließ Hall auf einem Tisch ausbreiten. Jedes einzelne Stück stellte eine besondere Schichte dar; das Ganze wurde mit einer ausgehobenen Stubenthüre bedeckt, und diese mit beträchtlichen Gewichten belastet (Fig. 3 auf Taf. XII). Nun paßte man zwei Bretter an beiden Enden senkrecht an und trieb die Tuch=Lagen mit, in horizontaler Richtung geführten, Hammerschlägen gegen einander; so wurden deren Enden gegenseitig näher gebracht, die belastete Thüre allmählig emporgehoben, und die Tücher in auf= und abwärts gebogene Falten zusammengepreßt; sie zeigten sich den gewundenen Thonschiefer=Schichten überaus ähnlich (Fig. 4 auf Taf. XII). Später wurde das Experiment mit einer, besonders

dazu ersonnenen, Vorrichtung wiederholt; es fiel nun noch mehr befriedigend aus und war zugleich naturgemäßer. Hall schichtete verschieden gefärbte, noch kiegsame Lagen von Thon übereinander; die Seiten-Bretter ersetzen Eisen-Platten, welche gegen einander geschraubt werden konnten. Man erhielt man gebogene, zum Theil auch verdrückte, Thonlagen (Fig. 5 auf Taf. XII), das getreueste Bild ähnlicher Verhältnisse in der Natur darstellend, und zugleich die, oben angedeutete Ursache derselben. — Das Einzige, was nicht nahe liegt, was nicht so leicht erklärbar scheint, ist das Wagerichte der, durch den Versuch bedingten, Kraft-Außerungen. In einer meiner nächsten Vorlesungen werde ich nicht unterlassen, Sie mit den Gründen bekannt zu machen, welche jene Richtung der wirkenden Kraft darthun, ohne behaupten zu wollen, daß mit den Versuchen, wie wir solche kennen gelernt, das ganze Räthsel als gelöst zu betrachten sey. Das so eben Abgehandelte mag als Einleitung zu dem weiter zu Entwickelnden dienen.

Indessen sind nicht immer da, wo man Schichten sieht, welche nach allen Himmels-Gegeuden fallen, Hebungen anzunehmen; die veränderte Stellung derselben kann auch Folge stattgehabter Senkungen seyn. Höhlungen, leere Räume, welche in tiefern Erd-Regionen durch diese oder jene Ursachen entstanden, veranlaßten, daß wagerichte Schichten sich senkten, daß sie, vermöge ihrer Schwere, eine andere Lage annahmen. An jähen Ufern von Strömen, deren Wasser im Frühlinge heftig anschwellen, können Senkungen durch Unterwaschen, durch Wegspühlen, statt haben, oder wenigstens vorbereitet werden. Schichten am Meeres-Gestade, besonders die von vielen Klüften und Spalten durchzogenen, erleiden Ausspühlungen und stürzen, in Folge derselben, nach und nach zusammen. Lyton, in dem Bericht über

seine Fahrt längs der Küsten Britaniens, lehrte uns ungemein interessante Erscheinungen letzter Art kennen. Westwärts von *St. Gowans* in *Pembrokeshire* besteht das Ufer aus älterm Kalk. Wogendrang, Brandungen, die Gewalt der Schlagwellen, haben, im Verlauf langer Zeit, wahre Wunder von Fels-Gestalten, und im großartigsten Maßstabe, hervorgerufen. Das Verworrene, Zerrüttete, Zerbrochene und Zerrissene der Schichten, das wahrhaft Phantastische der Formen ist, so versichert unser Gewährsmann, kaum mit Worten zu schildern. Der isolirte Fels *Eligug-Stack* (Fig. 2, Taf. IX) gewährt namentlich den seltsamsten Anblick. Einer gewaltigen, mit Einschnitten versehenen, Säule gleich, steigt die Masse hoch empor; die Schichten neigen sich gegen das Meer, jeden Augenblick scheint Einsturz des Ganzen zu drohen. Zur Seite des *Eligug-Stack*, ein anderes Felsen-Hauswerk, merkwürdig durch vielartige Stellung seiner gebrochenen Schichten. Gewöhnliche Fluthen erheben sich 18 bis 20 Fuß über die Basis der Felsen; geht jedoch die See hoch, führen Winde dem Strande die Wogen gewaltsam zu, so erreichen diese nicht selten das Zweifache jener Höhe. Natur des Gesteins und Art der Schichtung begünstigen die zerstörenden Wirkungen des Meeres; so wurden die Lagen veranlaßt zu weichen und sich zu senken, so wurde, von zusammengebrochenen Schichten, der sonderbare Felsbogen gebildet, welchen unsere Tafel darstellt. — Wenn die Wanderzeit der Vögel herannahet, pflegen sie sich hier in großer Menge zu versammeln; sie streiten um den Besitz dieses Platzes.

Ich kann diese unsere Unterhaltung über Schichten und ihre Verhältnisse, nicht als geschlossen ansehen, ohne Ihnen von einer hoch wichtigen Beziehung Kenntniß gegeben zu haben: ich rede vom Parallelismus aufgerichteter Schichten. Aufgerichtete Schichten streichen, der erlittenen Störungen und

Verrückungen ungeachtet, in ziemlich gleicher Richtung; sie erstrecken sich, und oft auf sehr große Weiten, genau nach der nämlichen Himmels-Gegend. Erscheinungen der Art kann man, an gewissen Fels-Gebilden, aus der Mitte Deutschlands, über das Meer hin, bis ins Britische Fürstenthum Wales verfolgen. Ueberall zeigen sie sich den Blicken des Beobachters, wo jene ältern aufgerichteten Schichten nicht durch neuere Ablagerungen bedeckt werden, Ablagerungen, die an der Emporhebung keinen Antheil genommen. Es ist dieses wichtige Verhältniß, welches, wie wir später hören werden, verschiedene Gebirgsketten in der Regel am sichersten unterscheiden läßt; denn gewöhnlich wird die Richtung der Bergkämme, der Firnen, dadurch bestimmt. Seit früher Zeit sind Bergleute wohl vertraut mit der Bedeutung-vollen Beziehung. Das Beständige des Schichten-Streichens leitet sie bei ihren Untersuchungen; es sichert ihnen den glücklichen Erfolg unterirdischer Arbeiten. — Sie werden, als Beweise für das Gesagte, nicht ohne besondere Theilnahme einige Thatsachen aus der Geschichte des Steinkohlen-Bergbaues kennen lernen. Inmitten der flachen Gegenden von Französisch-Flandern, bei *Valenciennes* und *Aniche*, wurden, vor etwa einhundertundzwanzig Jahren, die reichen Steinkohlen-Lager aufgefunden, indem man dem Streichen der, bereits bekannten und bebauten, Kohlen-Schichten Belgiens folgte. Ein anderes Beispiel aus neuerer Zeit gewährt die Auffindung des *Monkwear-mouth*-Kohlen-Lagers in Durham. Erfahrungen hatten gelehrt, daß ein gewisser Kalk sehr gewöhnlich die Decke Englischer Steinkohlen-Gebilde ausmache. In einer Gegend, wo am Tage auch nicht das geringste Zeichen von in der Tiefe vorhandenen Steinkohlen zu sehen war, wurde die Untersuchungs-Arbeit begonnen, indem bloß die Streichungs-

Richtung der Schichten jenes Kalksteines leitete. Als dreihundertfünfzig Fuß Tiefe erreicht waren, zeigten sich Kohlen-Spuren. Man trieb indessen die Schachte noch viele hundert Fuß abwärts, ohne ein bauwürdiges Flöz zu erreichen. Allein das Vertrauen zum Unwandelbaren geologischer Gesetze wankte nicht, und der schönste Erfolg lohete diese Beharrlichkeit: in sechzehnhundert Fuß unter dem Boden wurde ein sehr werthvolles Kohlen-Lager aufgeschlossen.

Dreizehnte Vorlesung.

Die Versteinerungen.

Daß es Wasser war, aus dem jene Felsarten abgeseht wurden, deren Betrachtung uns gegenwärtig beschäftigt, dieß zeigen auch die Thier- und Pflanzen-Ueberbleibsel, welche sie enthalten. Unter sämtlichen neptunischen Gebilden ist nicht eines ganz frei von solchen Resten; wie im losen Sande und in lockeren Massen, werden dieselben auch im festesten Gesteine getroffen. Einzelne Schichten und Bänke umschließen sie in wahrhaft ungeheurer Menge. In gewissen Kalksteinen der Gegend von Erfurt, in andern aus der Nähe von Manchester, sieht man Muschel an Muschel gedrängt; das Kalkige gibt nur das Bindemittel ab, es ist der Mörtel, welcher die Schalen zusammenhält. — Wären die Gesteine immer fest gewesen, sie hätten Muscheln, und sonstige Reste einst belebter Wesen, nicht in sich aufnehmen, und noch weniger alle inneren Bindungen, alle zelligen Räume derselben, mit ihrer Masse erfüllen können, wie dieß nicht selten der Fall ist. Es muß ferner Wasser den Weichheits-Zustand bedingt haben, in welchem sich gewisse Gesteine einst befanden; denken wir uns Feuer als das Vermittelnde, wodurch ein Felsarten-Teig —

in den thierischen oder pflanzlichen Ueberbleibsel sanken — flüssig erhalten wurden, so konnten diese der Zerstörung nicht entgehen.

Jede Gestein = Schichte, welche Reste, wie die befragten, enthält, war einst für gewisse Zeit die obere Decke eines Theiles der Erdrinde und diente Thieren und Pflanzen zur Wohnstätte. Neuere Absätze aus Wasser überlagerten jene ältern Schichten; auf ihnen wuchsen, in eingetretenen ruhigen Zwischenräumen, andere Pflanzen, auf ihrer Oberfläche lebten andere Thiere, von denen, als neue gewaltsame Katastrophen sich ereigneten, abermals Spuren zurückblieben. Wir vermögen diese Erscheinungen durch die ganze Reihe neptunischer Ablagerungen zu verfolgen, aus den größten Tiefen, welche Bergmanns = Arbeit für uns zugänglich gemacht, bis zu sehr erhabenen Stellen auf Gebirgen. Man hat in den, die Steinkohlen an der Küste Englands begleitenden, Felslagen thierische und pflanzliche Reste 900 Fuß unterhalb des Meeresbodens nachgewiesen. Muscheln, welche wir später als für Thonschiefer und schieferige Grauwacke bezeichnend kennen zu lernen haben, liegen auf dem Harze 1000 Fuß und tiefer im Gestein, und mit ihnen finden sich Stengel Rohr = artiger Gewächse. Dagegen kommen in Europa, auf Höhen von 11,000 Fuß über dem Spiegel des Oceans, Muscheln, als Einschlüsse von Felsarten, vor, und in Asien Landthier = Gebeine auf Höhen von 16,000 Fuß.

Aber nicht allein aus diesem Gesichtspunkte, als Beweise neptunischer Herkunft gewisser Gesteine, machen sich jene Ueberbleibsel eines frühern Thierlebens einer vorzeitigen Pflanzenwelt wichtig; sie erlangen in anderer Hinsicht viel größere Bedeutung. Die Urbilder der Wesen, wovon Theile im Gestein eingeschlossen enthalten sind, oder solcher Geschöpfe und Pflanzen, welche ihnen zunächst verwandt waren, findet man nämlich entweder noch lebend in derselben Gegend, wo ihre versteinerten Ueberbleibsel vorkommen; oder es sind jene Urbilder jetzt in Landstrichen

vorhanden, deren Klima sehr verschieden ist von der Gegend, in welcher ähnliche versteinerte Reste sich finden. Letztere Thatsache wird uns demnächst dazu dienen, den Beweis abzuleiten: es seyen in den Wärmegraden der Luft, aus frühestem Weltalter bis zur neuern Zeit, bedeutende Aenderungen eingetreten; es habe in ganzen weit erstreckten Landstrichen allmälige Abnahme jener Temperatur sich ereignet. Manche Urbilder verschwanden, wie Sie hören sollen, gänzlich aus der Reihe der Lebewesen; sie gingen unter bei den, zu wiederholten Malen eingetretenen, gewaltsamen Katastrophen, welche unsere Erdrinde erlitten.

Eine weitere, sehr wesentliche Beziehung vergrabener Thier- und Pflanzen-Reste ist, daß in verschiedenen Fels-Lagen, wie solche aus der Planeten-Tiefe bis zur Oberfläche über einander geordnet sind, stets andere Versteinerungen erscheinen. Auch sind sie bei weitem nicht immer auf gleichmäßige Weise vertheilt. Gewisse Gebirgsarten zumal zeigen in ersterer Hinsicht viel Eigenthümliches und Sonderbares. Wir werden deren kennen lernen, die nichts Aehnliches von Petrefakten aufzuweisen haben mit Fels-Gebilden, welche ihnen vorangehen, d. h. auf denen sie gelagert sind, oder mit jenen, die auf sie folgen, d. h. welche auf ihnen ruhen. Dagegen enthalten andere Mnscheln, die den in weit ältern Formationen eingeschlossenen gleich sind, oder mit ihnen in naher Verwandtschaft stehen. — Man sieht recht augenfällig, wie die Wasser keineswegs immer das nämliche Material absehten, oder anspühlten, sondern daß nach und nach höchst denkwürdige Aenderungen eintraten. Es kommen thierische und pflanzliche Reste in Reihen auf einander folgender Generationen vor. Die einer Gebirgsart angehörigen Versteinerungen lassen meist unter sich gewisse Aehnlichkeiten wahrnehmen, während sie von andern, jene Felsmasse bedeckenden, oder unter ihr gelagerten, Gesteinen mehr oder weniger abweichen. Wie bekannt,

steht man Thiere und Pflanzen in unsern Tagen höchst mannigfaltig über die Ausenfläche der Erde verbreitet, so daß, auch wenn Klima und andere Verhältnisse genau übereinstimmen, an weit von einander entlegenen Orten keineswegs immer dieselben Thiere, die nämlichen Pflanzen gefunden werden. Aus dieser Vertheilung der animalischen und der vegetabilischen Welt ergibt sich, daß nicht überall gewisse bestimmte Reste in Felsmassen einer und derselben geologischen Periode zu erwarten sind; aber in gleichzeitig entstandenen Gebirgsarten werden, über große Räume hin, die nämlichen Petrefakten getroffen. Versteinerungen, welche in den am tiefsten gelagerten, in den ältesten neptunischen Gebilden enthalten sind, weichen auffallend ab von Thieren heutiger Zeit. Die in den obersten Schichten begrabenen Reste stimmen mehr überein mit gegenwärtig vorhandenen Lebewesen. Die Muscheln alter Felslagen haben ihre eigenthümlichen Formen; Formen, welche, nach und nach verschwindend, in jüngeren Gesteinen nicht wieder vorkommen. Durch die Petrefaktenkunde hat man in einigen neptunischen Gebirgsarten Absätze aus dem Meere erkannt, in andern Süßwasser-Ablagerungen; Reste von Meeres-Thieren finden sich mit Süßwasser- und mit Land-Geschöpfen in nahe über einander liegenden Schichten desselben Gebirges. Die Unterscheidung zwischen solchen Thieren und Pflanzen, welche nur auf dem Lande, oder in süßen Wassern leben, im Vergleich zu andern, deren Daseyn aus Meer gebunden ist, führte zur wichtigen und folgereichen Erkenntniß, daß z. B. Fische, denen ihr Aufenthalt von der Natur in süßem Wasser — wie solches die meisten unserer Flüsse und Seen führen — angewiesen ist, im salzigen Meeres-Wasser nicht leben können. Man hat davon neuerdings in England einen recht auffallenden Beweis gehabt. Beim Marktstecken *Lowstoft* in *Sussex* wurde das Land zwischen dem Meere und dem *Lothing*-See durchstoßen, um aus letzterem

einen Hafen zu bilden. Salzwasser drang in mächtigem Ueberstromen ein, während das süße Wasser des See's vermöge der ihm eigenen größern Leichtigkeit, von der Oberfläche abfloß. Der Wasserstand im See stieg höher, als zuvor. Eine Zeit lang konnte man deutlich die scharfe Grenze zwischen dem Meeres- und dem süßen See-Wasser wahrnehmen. Bald kamen todte Fische in Menge zum Vorschein, welche vom abfließenden Wasser ins Meer geführt wurden. — Ich erwähne dieser Thatsache absichtlich, um jeden Verdacht zu entfernen, als sey die Unterscheidung zwischen Meeres- und Süßwasser-Absätzen eine willkürliche. Gegen solche Behauptung streitet das vollkommene Erhaltenseyn der zartesten Theile, wie man es bei so vielen Petrefakten zu finden gewohnt ist. Wären todte Fische aus süßem Wasser dem Meere zugeführt worden, wären Land- oder Süßwasser-Konchylien längere Zeit ein Spiel der Wellen gewesen, sie würden sich nicht in dem Grade erhalten haben. — Von zahlreichen Meeres-Bewohnern ist übrigens sehr glaubhaft, daß sie gar nicht geeignet waren, Spuren ihres Daseyns in Fels-Lagen zu hinterlassen. Wir sind zu solcher Annahme durch Erscheinungen aus unserer Zeit berechtigt. Die an gewissen Stellen des Meeres in so großer Menge vorhandenen nackten Weichthiere (Mollusken) verwesen spurlos am Strande, ohne daß fossile Reste von ihnen in Sand- oder Schlamm-Absätzen zurückbleiben. — Bei vielen Versteinerungen kommen die Theile so zerstreut vor, daß sie nach dem Tode der Thiere durch Verwesung getrennt worden zu seyn scheinen. Andere, so namentlich Fisch-Reste, zeigen sich vollkommen erhalten; nur liegen sie zusammengekrümmt, einen schnellen Tod, das plötzliche Einschliefen in die Masse andeutend, welche später zu festem Fels erhärtete.

Ich habe im Vorhergehenden des ungleichmäßigen Vertheiltseyns fossiler Thier- und Pflanzen-Reste gedacht. Nicht selten kommen nämlich die Versteinerungen auf eine der Lagen, oder

Schichten beschränkt vor. Eines der auffallenden Beispiele ist beim Dorfe Bubenhausen unsern Zweibrücken. Inmitten mächtiger Bänke bunten Sandsteines, die, einige pflanzliche Ueberbleibsel abgerechnet, frei von Petrefakten sind, tritt eine, nur 8 bis 10 Zoll starke, sandige Lage auf, in der Muschel an Muschel gedrängt ist. Auch auf die berühmten Brüche von Solenhofen bei Eichstädt, wo der bekannte lithographische Stein gewonnen wird, und auf den *Monte Bolca* im Vicentinischen, kann ich mich beziehen. Zu Solenhofen kennen die sehr geschickten Arbeiter jede der einzelnen Schichten, ihre Dicke, Festigkeit und Zerklüftung; sie wissen genau, in welchen die geschätzten Versteinerungen enthalten sind. Am *Monte Bolca* haben die Steinbrecher nur in den tiefen Lagen fossile Fische zu erwarten. Erfahrung hat dieselben gelehrt, daß alle jene Thier-Reste mit ihren Köpfen dem stärksten Fallen der Schichten, ungefähr 40 Grade, zugekehrt sind; sie betreiben darum den Bau in dieser Richtung.

Mit gutem Grunde hat man die Petrefakten als Denkmünzen der Schöpfung bezeichnet. Denn gleichwie Schanzstücke geprägt werden, um wichtige Ereignisse auf die Nachwelt zu übertragen, so hat die Natur dem Geologen durch die versteinerten Reste ein wesentliches Merkmal dargeboten, zum richtigen Erkennen vieler Felsarten-Formationen, zur Beurtheilung ihrer gegenseitigen Alters-Verhältnisse. Ohne die Gegenwart der Versteinerungen würde die große Reihe thoniger, kalkiger und sandiger Lagen, welche das Ganze des neptunischen Gebietes zusammensetzen, gar oft in vielen ihrer einzelnen Glieder für uns als unbegrenzt erscheinen; nach der Gestein-Beschaffenheit allein würden wir sie, wenigstens theilweise, nicht zu unterscheiden vermögen. — Es gibt jener Schöpfungs-Denkmünzen sehr viele; sie mußten gesammelt, geordnet, an einander gereiht werden. Aber noch nicht lange ist man sicher über Art und Weise, wie

dieß zu bewerkstelligen sey, um eine, in regelrechter Folge vorschreitende, Erd-Geschichte daraus abzuleiten, um an jenen Münzen das Gepräge verschiedener Zeitalter zu erkennen.

Was unter Versteinerungen zu verstehen, ergibt sich, dem Allgemeinen nach, aus Vorhergehendem; aber der Begriff verlangt genauere Feststellung, und diese dürfte mit desto größerem Interesse von Ihnen aufgefaßt werden, da die Wichtigkeit der Sache dargethan ist. Ehe wir jedoch die Versteinerungen, ihren verschiedenen Zuständen nach, kennen lernen, scheint es nicht ungeeignet, ja selbst nothwendig, einige Bemerkungen einzuschalten: über das Vorkommen lebender Geschöpfe, umschlossen von festem Gestein, in mehr und minder beträchtlicher Tiefe, und über das Erhaltenseyn weicher Thiertheile im Boden hochnordischer Breiten.

Ich will nicht bei lebendigen Raupen und Würmern verweilen, die angeblich im Innern von Kollstücken, von Geschieben gefunden worden, und ebenso wenig bei den Mährchen von Fischen und Schlangen, von Eidechsen und Krebsen, ja selbst von Hundern, die man, ohne alle Verbindung mit atmosphärischer Luft, in engen Gestein = Höhlen, lebend getroffen haben will. Dieß sind ungereimte Angaben, auf der Leichtglaubigkeit Gelehrter, auf Täuschungen und Unredlichkeiten von Steinbrechern beruhend. In den verschiedensten Zeiten, und an den verschiedensten Orten — im Erz-Gebirge Sachsens, in Thüringen, im Mansfeldischen, in der Schweiz, in Frankreich, England und Schweden — will man Kröten in jenem Zustande getroffen haben; von diesen sogenannten „lebendigen Fossilien“ soll die Rede seyn. Um zu sehen: ob die „wunderhafte Erscheinung“ vielleicht als eine ganz einfache, vom gewohnten Laufe der Dinge gar nicht abweichende, sich darstelle, und ob und welche Aufschlüsse daraus zu erlangen sind, für das „ungeheueren Alter gewisser Thiere“, wie

für das Alter dieser und jener Gesteine, wollen wir einige Augenblicke bei der Sache verweilen.

Die seltsame Meinung, daß Kröten, eingeschlossen im festen Gestein, der Luft und jeder Nahrung beraubt, lebend gefunden worden, dürfte erst im Mittelalter aufgekomen seyn. Aber in neuern Zeiten legte man noch Gewicht auf Entscheidung der Frage, und kaum sind zehn Jahre abgelaufen, daß Gelehrten-Vereine solche zum Gegenstande von Preis-Bewerbungen machten. Um die mannigfaltigen Berichte und Erzählungen zu würdigen — von Fulkose an, der vor mehreren Jahrhunderten geschrieben, bis zur Kröte, welche 1835, angeblich mit Quarz-Krystallen bedeckt, in Tiefen der Lütticher Steinkohlen-Gruben getroffen worden — muß man sich die Lebensweise der Thiere, von denen die Rede, ins Gedächtniß zurückrufen. Wie bekannt schlupfen Kröten, um zu überwintern, in Baum-Risse und Spalten, in hohle Stämme, oder sie verkriechen sich in Räume des Bodens, und erwachen erst wieder aus tiefem, Todten-ähnlichem Schlafe, wenn Wärme eintritt. Diese Erfahrungen genügen, um das Erscheinen von Kröten zu erklären, welche mit der Pflugschar ausgegraben werden; sie entfernen das Räthselhafte der Gegenwart jener Thiere in Holz-Stämmen, Orte, wo Luft-Zutritt möglich ist, wo kleine Insekten zu ihrer Nahrung sich einsinden konnten. Im Russischen Polen namentlich sind Fälle nicht selten, daß Kröten, und zuweilen in beträchtlicher Zahl, unter sechs Fuß mächtiger Dammerde vorkommen. Ferner hat man Kröten in 12 bis 15 Fuß tiefen Thon-Lagen beim Brunnen-Graben getroffen. Nord-Amerikanische Naturforscher sehen es nicht als ganz unwahrscheinlich an, daß jene Geschöpfe „vielleicht“ Zeugen der Sündfluth gewesen, daß dieselben zu der Zeit vergraben, und die sie umschließenden Thon-Lagen später mit andern Gebilden überdeckt worden. Allein einfacher bleibt die Vermuthung, daß die Kröten

hinabfielen in die Tiefen, oder daß sie hinuntersprangen, um einen Schlupfwinkel für ihren Winterschlaf zu suchen. — Wie steht es aber mit Kröten, welche eingeschlossen in Kalk- und Sandsteinen vorgekommen seyn sollen, in kleinen Zellen, genau hinreichend, um die Thier-Körper zu enthalten? Ist es denkbar, daß, wie von Manchen angenommen wird, die Gestein-Masse weich genug gewesen sey, um sich nach Gestalt und Größe der Thiere zu modeln, die im Winterschlaf versenkt lagen, als sie vom kalkigen Schlamme umwickelt wurden, oder vom Sande, der später zu Sandstein erhärtete? Können Kröten, seit dem Niederschlage jener Gebirgsarten, in ihrem Todes-Schlaf verblieben seyn, da man sie nicht allein in neuern Kalk- und Sandsteinen, sondern auch in solchen getroffen haben will, welche den ältern und ältesten neptunischen Ablagerungen zugehören? Hinderte das Mächtige später gebildeter Erd-Schichten die Wiederkehr der Frühlings-Wärme, und wurde so der Schlaf auf Jahrhunderte, auf Jahrtausende unterhalten, bis in später Zeit durch Zufall das lang geschlossene Grab geöffnet und die Thiere zu neuer Lebens-Thätigkeit aufgeregt wurden?

Prüft man mit Unbefangenheit alle einzelnen Thatfachen, vergleicht man die zahllosen Berichte und Erzählungen, so ist hier Uebertriebenes und Zweideutiges, dort Ungenauigkeit oder Fabelhaftes nicht zu verkennen. Bald handelt es sich bloß um das zufällige Auffinden einer Kröte in der Nähe eines Fels-Blockes; oder es hat die Erzählung ihren Grund in der Gegenwart solcher Geschöpfe in einer Gestein-Spalte. Indessen wurden keineswegs bloß einzelne leichtglaubige Gelehrte, von verschmihten Steinbrechern hintergangen; selbst ganze Akademien der Wissenschaften ließen sich vor nicht siebenzig Jahren noch irre leiten. Das zierliche Gold-Kettchen am Halse einer Kröte brachte nicht zur Besinnung; und dennoch lag es klar am

Tage, daß das Thier von listigen Arbeitern zwischen die Gestein = Bänke gebracht worden, wo man es später absichtlich auffand. — Auch eine bekannte Thatsache, die im Pariser Gypse lebend gefundene Kröte — auf welche man, als auf einen nicht zu widerlegenden Beweis, sich berief — beruht auf Betrügereien der Steinbrecher.

Ehe wir weiter gehen, muß ich Sie mit sonderbaren Mißverständnissen bekannt machen, welche durch den Doppelsinn einiger Ausdrücke veranlaßt worden. Wie Sie wissen, heißt Kröte im Französischen *Crapaud*, im Lateinischen *Bufo*. Mit dem Worte *Crapaud* aber bezeichnen die Steinbrecher — und, wie erwiesen worden, schon seit sehr langer Zeit — die Drusen, die auf ihren innern Wänden mit Kalkspath, oder mit Quarz = Krystallen besetzten Ränne und Höhlungen in Felsmassen. Nun war im Mittelalter Latein die allgemeine Schriftsprache; *Crapaud* wurde in *Bufo* übersetzt, und das Beiwort *viv*, dem lebhaft Glänzenden der Krystalle geltend, in *vivus* (lebendig); so machte man aus einem „lebhaft glänzenden Drusenraum“ eine „lebende Kröte.“ Der *Crapaud*, von welchem Fulgose berichtete — die erste angeblich innerhalb festen Gesteines lebend getroffene Kröte — war nichts als ein Drusenraum von seltener Größe; dieß hat Ballot dargethan, ein Naturforscher, der sich in neuester Zeit besonderes Verdienst um die Sache erworben. Verwechslungen von Drusen und Kröten aber haben sich fortgepflanzt, wie mannigfaltige andere Fälle beweisen.

Uebrigens können Kröten lange Jahre hindurch, in Gestein = Klüften, in Höhlungen, lebendig begraben verblieben seyn. Sie kamen zufällig an solche Orte, vielleicht oft als Ei, oder in der ersten Verwandlungs = Stufe, und entwickelten sich sehr allmählig, da Luft und Nahrung ihnen nur in spärlichem Maße zu Theil wurden. Auch durch die kleinsten, kaum merkbaren, Oeffnungen

finden Insekten ihren Weg; davon hat man sich überzeugt. Erfahrene Beobachter sind jedoch keineswegs immer zugegen, wenn Kröten aus langjähriger Gefangenschaft befreit werden, wenn sie wieder erwachen. Im Erz-Gebirge Sachsens war ein Glauben verdienender Berg-Beamter Zeuge, daß eine lebende Kröte, etwa 360 Fuß unter Tag, in einem wenige Zoll großen Raum einer Quarzader „erbrochen“ wurde; allein es wird ausdrücklich bemerkt, daß das Gestein sehr zerklüftet gewesen und viel Wasser geführt habe. War das Thier, im jugendlichen Alter, in die Oeffnung geschlupft, hatte dasselbe nach und nach an Größe zugenommen, so mußte ihm später der Ausweg versperrt seyn; es setzte, in enger Klaufe, jedoch nicht ohne Luft, nicht ohne Wasser, ein gleichsam vegetirendes, den Körper nur unmerkbar aufzehrendes, Leben fort. — Von der Kröte, welche Arbeiter in einer Steinkohlen-Grube bei Lüttich, über 1100 Fuß tief gefunden, weiß man, daß sie in einer Sandstein-Spalte saß. Niemand, der die Sache hätte prüfen können, war zugegen, die genauern Umstände blieben folglich unerörtert.

Nach Allem diesem muß ich Ihnen noch sagen, daß mehrere berühmte Naturforscher, um den Beweis zu führen: Kröten vermöchten nicht innerhalb fester Gestein-Massen, ohne Luft und Nahrung, lange zu existiren, um zu unmittelbaren Erfahrungen zu gelangen, Versuche angestellt, von denen ich keine ausführliche Schilderung entwerfen will. Ich begnüge mich zu bemerken, daß die Thiere in größere und kleinere Löcher, welche man in Kalk- oder Sandstein-Blöcke gehauen, gesetzt, die Räume sodann aber durch Glas-Platten luftdicht verschlossen worden. Andere vergrub man, in wohlverwahrten Töpfen, mehre Fuß tief, in die Erde. Nach Jahresfrist waren die meisten Thiere todt, und über zwei Jahre verblieb keine Kröte, unter Umständen, wie die erwähnten, bei Leben. Sie sehen demnach, daß, auch durchs Experiment,

der Meinung: Kröten könnten, eingeschlossen in festem Gestein, der Luft und Nahrung beraubt, lange Jahre lebend verbleiben, alle Wahrscheinlichkeit benommen worden.

Was das Erhaltenseyn weicher Thiertheile im Boden hochnordischer Breiten betrifft, so sind die Thatfachen zu merkwürdig, als daß ich ihrer nicht hier zu erwähnen hätte. Mit Haar-, Haut- und Fleisch-Bedeckung, gleichsam im Mumien-artigen Zustande, entdeckte Pallas 1770, eingeschlossen im gefrorenen Sande am Wilui-Ufer, ein Rhinoceros. Noch denkwürdiger ist, wie Sie sogleich hören sollen, die Geschichte der Auffindung des vorweltlichen Elephanten.

Ein Tungusischer Fischer nahm, 1799, an der Eismeer-Küste, unfern der Lena-Mündung, mitten zwischen Eis-Schollen, einen gewaltigen unförmlichen Block wahr, ohne daß er sehen konnte, welcher Natur derselbe sey. Nach Jahresfrist zeigte sich die Masse zwar freier, allein ihre genauere Beschaffenheit blieb räthselhaft, wie zuvor. Erst im März-Monate des Jahres 1801, nach in ungewöhnlicher Weise schnell eingetretenem Thauwetter, strandete ein Mammuth-Cadaver auf Sand-Bänken der Küste. Ein Tungusen-Häuptling stahl die Stoßzähne; in der Nähe wohnende Jakuten schnitten das Fleisch stückweise ab, um ihre Hunde damit zu füttern; hungerige Wölfe und Bären suchten hier Nahrung. So wurde das Riesenthier nach und nach verstümmelt; indessen verblieb dem Gerippe, mit Ausnahme eines Vorderfußes, seine Ganzheit. Russische Akademiker fanden den Hals noch mit langer Mähne versehen, die Haut mit schwarzem Haar bedeckt und darunter mit dicker röthlicher Wolle. Der Kopf allein, ohne Stoßzähne, wog über 400 Pfund; was von der Haut übrig war, konnten zehn Männer nur mit großer Anstrengung wegtragen. Jetzt ist das Gerippe eine seltene Biederde des St. Petersburger Museums; die Stoßzähne, 560 Pfund schwer, wurden wieder

angekauft, auch der vermiste Vorderfuß in der Nähe, wo das Mammuth gestrandet war, aufgefunden. — Ob die bedingende Ursache des Phänomens in der stets vorschreitenden Verminderung mittlerer Jahres-Wärme zu suchen sey, so wie im zunehmenden Unterschiede zwischen Sommer- und Winter-Temperatur, je weiter man von Europa gegen Aßen vorschreitet; oder ob der Grund in einer plötzlichen Temperatur-Erniedrigung jener Gegenden liege, dieß wollen wir im Augenblicke nicht ergründen. So viel habe ich indessen beizufügen, daß A. von Humboldt in einem, in beschattetem Torfboden gegrabenen, Brunnen, von 6 Fuß Tiefe an, eine 9½ Fuß starke Schichte gefrorener Erde, mit kleinen Eis-Gängen durchsetzt, beobachtete; und zu Jakutsk ist das unterirdische Eis eine allgemeine und unausgesetzte Erscheinung, so daß man auf sehr beträchtliche Zunahme der Eis-Schichten von da bis zur Lena-Mündung schließen darf. Demungeachtet gehen heutigen Tages noch gewisse Thiere, besonders Fieber, die man als der warmen Zone eigenthümlich zu betrachten gewohnt ist, bis weit in Sibirien hinauf. Die Haar-Bedeckung des vorweltlichen Elephanten, des zwischen Eismassen begrabenen Mammuths, macht es wahrscheinlich, daß auch dieses Thier einst in Sibirien gelebt habe. Dazu die unermessliche Menge von Elephanten-Stoßzähnen, welche im Boden mancher Theile des Russischen Reiches vergraben getroffen werden. In Jeniseisk kommt jährlich ein Schiff an, dessen Fracht wesentlich aus Mammuth-Zähnen besteht, so daß Europa meist dadurch mit seinen Elfenbein-Bedürfnissen versehen wird. Auf einer, nordwärts vom Samojeden-Lande gelegenen, Insel fand man vordem jene Zähne in so ungeheurer Menge, daß, viele Jahre lang, bloß allein damit beladene Karavanen in Petersburg anlangten. Das „antediluvianische“, das „fossile“ Elfenbein verdient, der Dichte wegen, den Vorzug vor jenem von lebenden

Thieren². Mammuth-Backenzähne, die, sonderbar genug, in Potsdam waren eingepflastert worden, erhielten sich mehrere Jahrzehnte hindurch. Es gibt indessen auch Mammuth-Zähne, die so leicht, so erdig sind, daß unwissende Arbeiter dieselben für Meerschaaum hielten. — Wenden wir uns wieder zu dem, zwischen Eis-Blöcken erhaltenen, Thier. Führt irgend eine Katastrophe den Untergang von Mammuthen während des Winters herbei, so vermochten unbedeutende Erd-Erschütterungen die Versenkung der Leichname im Boden zu bewirken, der bis zu beträchtlicher Tiefe gefroren war; nun blieben die weicheren Theile gegen weitere Zersetzung geschützt. Bei den Samojedischen Nomaden hat sich die Sage erhalten: das Mammuth verkehre noch jetzt in Bergklüften nahe am Meere, nach Art eines kolossalen Grabe-Thieres, eines Riesen-Maulwurfs.

Wir hätten nun über den Begriff von Versteinerungen uns zu verständigen. Es kann derselbe im engern und in einem weitern Sinne aufgefaßt werden. Streng genommen dürfen wir nur diejenigen Reste einst belebter Wesen, thierische oder pflanzliche, deren feste Theile durch mineralische Stoffe ersetzt worden, als Versteinerungen — Petrefakten, fossile Körper — betrachten. Eigentliche Versteinerungen tragen das Gepräge organischen Baues bloß als fremdartige Gestalt bei irgend einer Mineral-Substanz, welche übrigens noch unter mannigfaltigen andern Formen vorkommt. So findet sich der Feuerstein derb, in Platten, kugelförmig, aber sehr häufig auch als Thier-Versteinerungs-Mittel. — Den Versteinerungen sind demnach eben

* Nicht alles Eisenbein stammt jedoch von Mammuth- und von Elephanten-Zähnen ab; auch das Schwerdt, die breite Schwerdt-förmige, oft mehrere Ellen lange, Wehr eines bekannten Fisches, liefert ausgefuchtes Eisenbein. Die Bewohner des Morgenlandes fertigen daraus ihre schönsten Schwach-Figuren.

so wenig alle Ueberbleibsel organischer Wesen beizuzählen, die durch irgend ein Natur-Ereigniß in der Erde vergraben worden — in so weit sie nicht die oben angedeutete Aenderung erlitten haben — wie die Inkrustationen, wie die Bas-Reliefs, von denen wir hörten, daß sie aus den, in den Bädern von *San Filippo* im Toskanischen verspritzten, und in Formen aufgefangenem, Wasser sich gestalten.

Bei Versteinerungen muß irgend eine chemisch wirkende Kraft den organischen Körper gänzlich zerstört haben; denn auch die kleinsten Theile wurden durch ein Fremdartiges, durch das „Versteinerungs-Mittel“, ersetzt. Nur auf solche Weise dürfte es erklärbar seyn, daß bei eingetretener Umbildung die organische Substanz vollkommen verschwinden und deren Gestalt und Struktur dennoch aufs Genaueste erhalten werden konnte. In quarzigen Gesteinen eingeschlossenes Holz wurde bald zu Hornstein, bald zu Opal; Kieselrde-Theilchen ersetzen die ursprüngliche Pflanzen-Substanz, aber die Anordnung der Fasern, der Jahrringe, der ganze vegetabilische Bau blieb mehr oder weniger ungestört.

Auf die Frage: welche organische Körper, oder was für einzelne Theile derselben im Versteinerungs-Zustande getroffen werden? erwiedre ich: daß dieß besonders jene sind, welche, vermöge ihrer Festigkeit, und ihrem chemischen Wesen nach, den Zerstörungs-Ursachen längern Widerstand leisten konnten. Um das Gesagte näher auszuführen, sey weiter bemerkt, daß von Thieren vorzugsweise Schalen, Krusten, Knochen, Zähne, Gräten, Schuppen, hin und wieder auch Eier, versteinert getroffen werden, von Gewächsen aber Stamm-, Ast- und Wurzelstücke, Stängel, Sapsen u. s. w. Nur wenn günstige Verhältnisse eigenthümlicher Art eintraten, gingen zartere, weichere Theile in fossilen Zustand über. — Unter den genannten animalischen Resten kommen wohl keine häufiger vor, als die Gehäuse der Mollusken. Wo zum Behuf

von Kunststraßen der Boden aufgedeckt wird, wo man Ränne für Fundamente ausgräbt, kann Jeder sich leicht davon überzeugen. Im Vergleich zu Knochen von Säugethieren, von Vögeln und Reptilien sind Muscheln, und oft schon unmittelbar unter der Pflanzendecke, meist in auffallend größerer Menge vorhanden. Gewisse Felsarten sind ganz erfüllt mit Myriaden von Muscheln, so klein, daß man sie nur durchs Mikroskop erkennen kann. Dieß ist unter andern der Fall beim Kalk der Berge von Siena und von Belterra. Soldani, ein Toskanischer Naturforscher, beschäftigte sich vorzugsweise mit deren Untersuchung. Er mußte eigene Methoden ersinnen, um die Gesteine zu zerlegen, welche jene kleinsten Schalthiere enthalten. In anderthalb Unzen des Kalkes zählte Soldani 10,454 Muscheln, wobei ihm ein, mit feinen Nadeln durchstochenes Papier als Sieb diente.

Ich habe so eben das Wort Versteinerungs-Mittel gebraucht; der Begriff liegt im Ausdruck. Kiesel Erde, quarzige oder Opal-Substanz war, im gewählten Beispiele, das Versteinerungs-Mittel. Am häufigsten diente der noch weiche Felsarten-Teig selbst zu solchem Behufe; thonige, sandige, und zumal kalkige Massen gaben das Versteinerungs-Mittel ab. Wir sehen die zarresten Pflanzen, Muscheln von mikroskopischer Kleinheit, die härtesten Knochen in das Material der Gebirgsarten umgewandelt, welche jene organischen Ueberbleibsel einschließen. Je nach dem Mannigfaltigen dieser Gesteine, zeigen auch die Petrefakten in der Regel eine sehr ungleiche Natur. Aber nicht immer erscheinen umschließende Fels-Massen und Versteinerungs-Mittel von derselben Beschaffenheit: in der Kreide, ihrem Wesen nach, wie Sie wissen, ein kohlensaurer Kalk, bestehen die meisten Thier-Neste aus Feuerstein; Muscheln, in kieseligen Gebirgsarten enthalten, sind oft durch Kalk versteinert. Ferner lieferten gewisse, mit diesen und jenen Säuren verbundene, Erden das Versteinerungs-Mittel, und endlich findet man sehr gewöhnlich Pflanzen-Theile

und thierische Ueberbleibsel in Kiese umgewandelt, oder in andere Erze; sie sind, im letztern Falle, nicht sowohl versteinert, als vielmehr vererzt, metallisirt. Gewisse Muscheln, namentlich Ammoniten, sieht man ungemein oft verkieist. Mächtige Kalk- und Schiefer-Lager werden reich an verkieisten Muscheln getroffen.

Ueber Art und Weise, wie die Metamorphose stattgefunden, wie der Versteinerungs-Proceß vor sich gegangen, sehen wir bei weitem nicht in allen Fällen klar. Einzelne Hergänge erscheinen allerdings weniger räthselhaft, und ich werde nicht unterlassen, wenn solche Thatsachen zur Sprache kommen, auch das Nöthige wegen der muthmaßlichen Erklärung einzuschalten. So soll, wenn vom Feuerstein und von seinem Auftreten zwischen Kreide-Lagen die Rede ist, der interessanten Erfahrungen gedacht werden, welche man hinsichtlich der Verkieisung gewisser Thier-Reste — ihrer Umwandlung in Feuerstein-Substanz — gemacht. Zahllose Fälle aber gestatten nur höchst unvollkommene Lösung des Problems, oder wir bleiben ohne allen Aufschluß über den Hergang. Ich will bei einer Thatsache verweilen. Daß gewisse Fels-Schichten an pflanzlichen Resten sehr reich sind, ist Ihnen bekannt. Aber bei weitem nur in seltenen Fällen lassen solche vegetabilische Reste auf unzweideutigste Weise wahrnehmen, daß sie noch an der Stelle sich befinden, wo dieselben wuchsen. Wir haben die befragte Erscheinung beim Stein- und Braunkohlen-Gebirge demnächst genauer kennen zu lernen. Für jetzt sollen Sie von einem Phänomen hören, das beim Dorfe *Pennicuick* unsern *Edinburgh*, vor einigen Jahrzehnden beobachtet wurde. Im Bette, und am Ufer des *North Esk* treten sandige und thonige Schichten auf, wie solche die Steinkohlen überall zu begleiten pflegen. Aus den Thon-Lagen herans erhebt sich das Stamm-Ende eines Baumes, dessen Wurzeln nach den verschiedensten Richtungen in den Fels-Boden eindringen. Der Stamm, von ungefähr vier Fuß Durch-

messer, ist zu Sandstein umgewandelt, und was von der Rinde noch übrig, zu Steinkohlen.

Die hin und wieder wahrnehmbaren Risse und Spalten dürften Folgen eingedrungenen und gefrorenen Wassers seyn. — Wie es zugegangen, daß, inmitten der Gestein-Lagen, die pflanzliche Substanz nach und nach spurlos verschwand, daß Sandiges an ihre Stelle trat und sich die Stamm-Form aneignete, dieß dürfte nicht so leicht genügend zu erklären seyn.

Mitunter gehörte ein langer Zeitverlauf dazu, um Holz in Stein verwandelt zu sehen; darüber haben wir manche interessante Erfahrungen. Trajan, der berühmte Römische Kaiser, ließ, im Anfange des zweiten Dacischen Krieges, unterhalb Belgrad eine Brücke über die Donau schlagen, um seine Feinde auch von der Wallachei aus angreifen zu können. Mit Bewilligung des Großherrn suchte man, unter Kaiser Franz I. — der zu wissen wünschte: ob die Zeit sich nicht

ausmitteln lasse, in welcher Holz vollständig versteinern könne? — die Pfähle jener, ungefähr siebenzehh Jahrhundert alten, Brücke auf. Einer dieser Pfähle, 21 Fuß lang und von einem Fuß im Durchmesser, wurde am obern, im Wasser befindlichen, Ende, und am untern, das im Boden vergraben gewesen, eingeschnitten. Man fand den Pfahl einen halben Zoll weit versteinert; das Innere „wurde dem Holze immer ähnlicher und zeigte zuletzt wenig Verschiedenheit.“ Hieraus ergibt sich, daß, in diesem Falle wenigstens, die Versteinernng von außen nach innen stattgefunden habe. Nehmen wir an: es wäre die Umwandlung des Brücken-Pfahles stets in gleichem Grade vorgeschritten, so würden etwa 10,000 Jahre erforderlich seyn, um, unter ähnlichen Umständen, einen Stamm durch und durch zu Stein werden zu lassen. Und man ist berechtigt zu glauben, daß Holz den letztern Versteinernngen urweltlicher Zeiten angehört. Dagegen zeigten sich Knochen, die in kalkigem Schlamm vergraben wurden, schon nach Jahresfrist, in Farbe, Härte, Sprödigkeit so verändert, daß sie den, in Kalksteinen vorkommenden versteinerten Thier-Gebeinen ganz ähnlich waren. Sie sehen demnach, wie bei verschiedenem Material, und unter nicht gleichen Umständen, der Versteinernngs-Proceß bald langsamer, bald schneller vorschreitet. — So weit unsere Betrachtungen über die eigentlichen Petrefakten.

Manche organische Körper hinterließen Abdrücke der äußern oder Abgüsse ihrer innern Gestalt. Ehe die Zerstörung ihr Ziel erreichte, eignete sich das Versteinernngs-Mittel, die umhüllende Mineral-Masse, bald in höhern, bald in geringern Graden, die Form jener Wesen an. So entstanden Abdrücke, welche man auch als Spurensteine zu bezeichnen pflegt. Drang das noch weiche Versteinernngs-Mittel in innere Höhlungen von Schalthieren ein, erfüllte es dieselben und modelte sich darnach, so blieben, wenn die äußere Decke verschwand, Abgüsse, sogenannte Steinkerne zurück. Den seltenen Steinkernen von

Heliciten, unsern gewöhnlichen Garten-Schnecken ähnlich, sind jene beizuzählen, welche unsern Balnear, in der Nähe von Madrid, vorkommen; sie bestehen aus Meerschäum. — — Eindrücke besonderer Art, wie solche erst in neuern Jahren, durch mehrere Beispiele, uns bekannt geworden, Fußtapfen oder Fährten von Thieren, lernten wir früher kennen.

Audere thierische und pflanzliche Ueberbleibsel von festem Gestein umschlossen, oder in lockerem Boden begraben, zeigen sich nur theilweise verändert. Die Muscheln haben noch ihre Farbe und ihren eigenthümlichen Glanz. Hierher gehört das, was man als „opalisirenden“ Muschel-Marmor zu bezeichnen gewohnt ist. In gewissen dichten Kalksteinen Kärnthens kommen nämlich Muscheln vor, die lebhaften Perlmutter-Glanz besitzen und dabei mit schönen bunten Farben spielen; purpurroth und smaragdgrün wechseln in Streifen und Flecken. Ebenso finden sich, an der Küste des Eilandes Ischia, Muscheln, wie solche heutigen Tages noch im dortigen Meere durch Thiere belebt zu finden sind, in einem lockeren vulkanischen Tuffe eingeschlossen, sie erscheinen, was Farbe und Glanz betrifft, sehr wenig verändert; Conchylien vom zartesten Bau fast in demselben Zustande, als wenn sie bewohnt wären, nur das Thier ist aus seiner Stelle vertrieben. Auf den Bahama-, oder Lucayischen Eilanden sintern die Conchylien des Ufers, noch jetzt häufig zusammen; aber sie versteinern nicht, sie büßen selbst ihre Farbe nicht ein. — Knochen, die unter Verhältnissen, wie die erwähnten, getroffen werden, lassen noch ihr Zell-Gewebe wahrnehmen, es ist ihnen ihr thierischer Leim verblieben; Holztheile haben ihr Faser-Gefüge noch, nur büßen sie die frühere Festigkeit ein, es wurden dieselben brüchig und färbten sich dunkelbraun. — Solche Thier- und Pflanzen-Reste sind eben so wenig wahre Versteinerungen, wie die von Bernstein umhüllten Insekten, wie die, mit Kalktuff überrindeten, noch grünen Moose und Schilfe. Bei diesen Ueber-

bleibseln finden wir die Spuren eines einstigen organischen Daseyns in Form und Materie ausgesprochen; aber unverkennbar ist der Uebergang zwischen ihnen und den wahren Versteinerungen.

Wenn im Vorhergehenden bemerkt wurde, daß die einem Gestein angehörigen fossilen Körper meist unter sich gewisse Aehnlichkeiten wahrnehmen ließen, während sie von den Versteinerungen in Gebirgsarten enthalten, welche jene Felsmasse bedecken, oder unter derselben gelagert sind, mehr und weniger abweichen; daß folglich jedes Glied der großen Reihe neptunischer Gebilde auch durch eigenthümliche Versteinerungen bezeichnet sey; so hat diese Regel, gleich vielen andern, ihre Ausnahmen. Aber es gibt solcher Ausnahmen nur wenige und diese thun der Regel keinen wesentlichen Eintrag. Die allgemeine Aehnlichkeit fossiler Ueberbleibsel, in Gebirgsarten jüngeren Alters enthalten, ist erwiesen. Nur einige Muscheln erscheinen in Nesten, derselben Art zugehörend, in Gesteinen von höchst ungleichem Alter. Auch bei einer Art von Fischen, und bei gewissen pflanzlichen Ueberresten, ist dieß der Fall. Bei ältern Gebirgsarten zeigen sich, selbst an von einander sehr entlegenen Stellen, die Petrefakten im Ganzen um Vieles gleichförmiger, als bei jüngern Gesteinen, und für gewisse ältere Fels-Gebilde müssen einzelne Versteinerungen als von größter und entschiedenster Wichtigkeit gelten. — Wenige Schalthier-Neste, wie u. a. die Terebrateln, gewähren das denkwürdige Beispiel eines Geschlechtes, dessen Arten aus sehr früher Zeit bis zur neuern fortgelebt haben, der großen Veränderungen ungeachtet, welche die Oberfläche unserer Erde erlitten. — An mehreren Stellen des Süd-Deutschen Alpen-Gebirges hat man eine Vermengung der Arten fossiler Körper aus verschiedenen Fels-Gebilden, denen sie sonst eigenthümlich zu seyn pflegen, wahrgenommen. Worauf wir durch solche Erscheinungen — welche man bis jetzt keineswegs genügend aufzuklären vermochte — so wie durch die früher erwähnten Ausnahmen hingewiesen werden

daß ist eine gewisse Vorsicht bei Anwendung der, durch die Petrefakten-Lehre der Geologie gebotenen, Beobachtungen eintreten zu lassen; zu weite Ausdehnung der bestehenden, gewiß höchst wichtigen, Erfahrungen könnte sonst zu manchen Irrthümern verleiten.

Ehe wir andern, die Versteinerungen betreffenden, Verhältnissen uns zuwenden, habe ich noch eine Bemerkung nachzutragen, um möglichen Mißverständnissen vorzubeugen. Wenn nämlich im Vorhergehenden gesagt wurde: daß man fossile Ueberbleibsel von Geschöpfen, die im Meere lebten, auf sehr bedeutenden Höhen, eingeschlossen in Gestein-Lagen, treffe, so läßt sich aus solchen Phänomenen keineswegs für alle Fälle der Schluß ziehen: das Meer, aus dem jene Schichten, nebst den, in ihnen enthaltenen, thierischen Resten abgesetzt worden, habe einst einen so gewaltig hohen Stand gehabt. Mitunter finden wir Felslagen, welche Reste, wie die erwähnten, aufzuweisen haben, in Höhen, die kein Meer unserer Zeit, durch irgend eine bekannte Ursache zu erreichen vermöchte. Wir erklären die Gegenwart solcher, Versteinerungen führender, Felsmassen in gewaltigen Höhen naturgemäßer durch Emporhebungen der Bergmassen, durch Austreibungen derselben aus den Tiefen vermittelt platonischer Gewalten. Denn die frühere Meinung: es bestehe ein gewisses Verhältniß zwischen den Höhen jener Ablagerungen und dem einstigen, weit erhabnern, Stande des Welt-Meeres, aus dem dieselben niedergeschlagen worden und die Meeres-Wasser seyen allmählig gesunken, ist nur mit sehr großen Beschränkungen anzunehmen.

Wenn wir bei den Beziehungen der Petrefakten zum Gestein länger verweilen, als dieß vielleicht für unsere Absichten auf den ersten Blick nothwendig erachtet werden dürfte; so mögen Sie es mit der Wichtigkeit der Sache entschuldigen. Gar manche Bemerkungen, zu denen wir veranlaßt wurden, sollen uns im weiteren Verfolge der Erd-Geschichte wohl zu statten kommen.

Vierzehnte Vorlesung.

Urbilder der Versteinerungen.

Die Abstammung gewisser versteinerten organischer Körper beurtheilte man, in sehr früher Zeit schon, aus dem einzig wahren Gesichtspunkte. Griechenlands älteste Philosophen, Geschichtsschreiber und Dichter, darunter jene, welche, ihrer umfassenden Gelehrsamkeit wegen, in gerechtem Ansehen standen, sahen die Schalthier-Reste in Gebirgen Aegyptens begraben, die Muschel-Hauswerke, zwei- bis dreitausend Stadien* von der Küste entfernt, als Beweise an, daß das Land vordem ein Meerbusen gewesen sey.

So einfach indessen, so naturgemäß die Ansicht ist: Formen, Thieren und Pflanzen durchaus ähnlich, für Reste vormal's lebender Wesen zu halten; so gefiel man sich dennoch später in abenteuerlichen, in ungereimten Hypothesen. Man träumte von „Natur-Spielen“, von „Schöpfungen der Natur in munterer Lanne“, von „Werken einer nachahmenden, aber nur äußerlich bildenden, Kraft“. — Solche Meinungen sind nicht weniger verkehrt, als jene, welche die Aegyptischen Pyramiden für „Erdb-

* Stadium, ein bekanntes Längenmaß der Alten. Es gab mehrere Arten von Stadien; das kürzeste hielt etwas über 306 Fuß, das längste ungefähr 685 Fuß.

Krystalle“ ausgaben, die Hieroglyphen aber, Bilder-Schriften, an den Obeliskten, für Arbeiten der Pholaden, der Bohr-Muscheln. Den Ansichten, von denen ich rede, läßt sich der Ausspruch eines Französischen Philosophen zur Seite stellen: aus Wasser, mit welchem unsere Erde einst bedeckt gewesen, stammten ursprünglich alle lebenden Geschöpfe; der Mensch habe seine Laufbahn als Fisch begonnen, und wäre später, nach und nach, zum Zweifüßer umgeschaffen worden; die Syrenen, fabelhafte Meer-Nymphen, befänden sich auf halber Verwandlungs-Stufe, sie dürften hoffen, einst noch zu vollkommenen weiblichen Wesen zu werden. — Wer kennt nicht die „Behringer'schen Possensteine“? den Scherz, welchen muthwillige Würzburger Musenköhne mit dem, nach Natur-Spielen eifrig suchenden, bischöflichen Leibbarzte sich erlaubten. Aus Thon geschnitzte Figuren, groteske Gestalten erfonnener Thiere mannigfaltigster Art, wurden in der Höhle eines nahen Berges verborgen. Jeder Tag brachte dem glücklichen Behringer neue Ausbeute, und er schilderte seinen Fund in einem, mit vielen Abbildungen gezierten, Werke*. — Indessen versuchten Manche, noch in unserm Jahrhundert, die unfruchtbare Hypothese wieder auftauchen zu lassen; ein Versuch, der ohne Theilnahme und Beifall blieb. Sollte ein weiterer Beweis von Nothen seyn, so möchte man sich erlauben, die wenigen Anhänger der „Natur-Spiele“ an die „Coprolithen“ zu erinnern. Es wurden nämlich fossile Excremente von Hyänen, von Eidechsen-artigen Geschöpfen, von Fischen u. s. w., in Höhlen nicht nur und im aufgeschwemmten Boden, sondern inmitten sandiger und thoniger Schichten, und fester Kalk-Bänke des verschiedensten Alters, gefunden, und dieß stellenweise in solcher unermesslichen Menge, daß

* *Lithographia Wirceburgensis*, 1726. — Als der Betrug entdeckt war, mühte sich der Verfasser, die Exemplare seines Buches zu unterdrücken.

dadurch, in unzweideutigster Weise, die Aufenthalts-Stätten zahlloser Thier-Generationen bezeichnet sind, welche an solchen Orten lebten und umkamen. Wo man Coprolithen am häufigsten trifft, da zeigen sich fast stets in ihrer Nähe, mit ihnen untermengt, Thier-Gerippe, und einzelne Ueberbleibsel mannigfaltiger Art, Gebeine, Zähne, Fisch-Schuppen. Excremente solcher Thiere, die, wie Hyänen, sich auch von Knochen nähren, enthalten sehr gewöhnlich unverdaute Knochen-Splitter. — Englische Naturforscher gaben sich diesen „allersonderbarsten geologischen Untersuchungen“ mit seltenem Eifer, ja mit eigener Vorliebe hin. Durch sie erhielten wir die genauesten Schilderungen der, in Form und Größe höchst vielartigen, Coprolithen, nebst getreuen und ungemein zierlichen Abbildungen. Chemiker beschäftigen sich wiederholt mit Analysen, und so wurde jeder Zweifel über den animalischen Ursprung der befragten Reste beseitigt. — Sollte sich die Natur, in ihren „Spielen“, auch an Coprolithe gewagt haben?

Aber diese irrigen Ansichten waren keineswegs die einzigen, welche dem Studium, der, zu Stein gewordenen, Wesen organischen Ursprungs Nachtheil brachten. Zahlreiche und auffallende Beispiele beweisen, daß weniger gründliche Betrachtung der Petrefakten, Vorurtheile, allzulebhaftes Einbildungskraft, Leichtgläubigkeit und Gewinnsucht sich vereinigten, um den Gang jenes Studiums bald auf vorschnelle Weise zu beschleunigen, bald zu hemmen. Dazu kam Unkenntniß in der Anatomie, wodurch höchst oberflächliche Vergleichung, Nicht-Beachtung wesentlicher Eigenthümlichkeiten des organischen Baues, und leichtfertiges Zurückführen auf Originalien veranlaßt wurde. Es gab eine Zeit, wo man sich darin gefiel, bald Martin Luthers Contersey, bald einen gekrönten Pabst, in den zusammengepreßten, widernatürlich gekrümmten, oder sonst verunstalteten, Fisch-Nesten Mansfeldischer Schiefer

zu erkennen. Sie können denken, daß auch der Aberglaube seine Macht übte, daß gewissen Versteinerungen wunderthätige Kräfte zugeschrieben wurden, daß man sie als Amulette, als Bann- oder Schuh-Gehänge trug, um sich gegen Zauberei und Krankheit zu bewahren. Vererzte, in Eisenties umgewandelte, Ammons-hörner, von denen schon Plinius erzählte, daß sie zu den heiligsten Edelsteinen in Aethiopien gehörten und wie Gold glänzten, werden bei den Hindus heutiger Zeit noch in ähnlichem Sinne hoch geachtet. Von den Brandenburgischen oder Bauern-Pfennigen (verkießten Nummuliten), vom sogenannten „Teufels-Geld“, werden die seltsamsten Märchen erzählt. In gewissen Gegenden Spaniens trugen Landleute, noch im Jahre 1835, Terebrateln in der Tasche, als Schutzmittel gegen die Cholera.

Besonders die angestaunten Ueberbleibsel mächtiger Thier-Körper, Gestalten, von denen manche Riesen heutiger Lebenswelt überragt werden, namentlich die ausgegrabenen Zähne und Knochen vom Elephanten der Vorwelt, vom Mammut, Gebeine und Hörner vom Rhinoceros, erweckten schon frühe die Aufmerksamkeit des Volkes und boten Stoff zu höchst ungleichartigen Forschungen dar. — Nicht alle Mißgriffe will ich hier aufzählen, nicht alle verwerflichen Meinungen, die ausgesprochen wurden. Aber ich muß Ihnen sagen: was es mit dem Riesen-Greifen für ein Bewenden hatte, mit den Gebeinen des Königs Teutoboch, mit den rebellischen Engeln von Lucern, mit den aus den Wolken gefallen Genien-Knochen und mit den Sicilianischen Giganten; Sie müssen einiges hören von Schenker's „Menschen, der Zeuge der Sündfluth gewesen“, von den versteinerten Ziegenklauen, welche ein Ungarischer See auswirft, und vom *Cavalier pétrifié*.

Bei gewissen Völkerschaften Sibiriens erhielt sich, bis auf unsere Tage, das Märchen vom Riesen-Greifen, von

einem geflügelten Ungeheuer, dem bald Drachen-, bald Basilisken-Gestalt zugeschrieben wird. Jenes erdichtete Unthier soll das Menschen-Geschlecht verfolgt und ganze Familien aufgezehrt haben. Die Inkagiren hängen fest am Glauben: ihre Vorfahren hätten den Vogel gesehen, mit ihm gekämpft. Vom letzten der Rase wird erzählt, daß er, im Augenblicke, wo derselbe auf einen Menschen niederstürzen wollte, sich in aufgestanzte Lanzen gespießt habe. — Das Wahre an der Sache ist, daß man ausgegrabene Ueberbleibsel des Nordischen Nashorns (*Rhinoceros tichorhinus*) mißkannte; der Oberschädel wurde zu einem Vogel-Kopf, die zusammengedrückten Hörner zu Klauen, und die Knochen anderer kolossalen Säugethiere galten für „Federkiele“.

Zu Anfang des siebenzehnten Jahrhunderts entdeckte man, beim Sand-Graben, im Dauphiné, unfern der Stelle, wo die Isère dem Rhone zufließt, kolossale Gebeine, welche die seltsamsten Dichtungen veranlaßten. Ein Barbier ersann die Fabel: es seyen Ueberbleibsel Teutobochs, des Königs der ältesten Deutschen, eines Riesen von 30 Fuß Größe. Man gab vor, sie in einem Grab-Gewölbe, mit bezeichnender Inschrift, und dabei uralte Münzen gefunden zu haben. Die Knochen wurden in Paris, und an andern Orten, Neugierigen für Geld gezeigt. Später blieben dieselben zu Bordeaux in einer Kiste verpackt, und erst nachdem mehr als zwei Jahrhunderte abgelaufen waren, erfolgte genügende Aufklärung. Beim Niederreißen des Saales Molière, welcher zu dramatischen Darstellungen gedient hatte, fand man den Schatz, die „Königlichen“ Gebeine. Sie wurden aus naturhistorische Museen in Paris abgeliefert und für Mastodon-Ueberbleibsel erkannt.

Der Lucerner Rath vertraute dem Ausspruche eines Baseler Professors und nahm die, im Jahre 1577 unfern der Stadt ausgegrabenen, Mammuth-Knochen für Ueberbleibsel jener

unglücklichen Wesen, welche die erzürnte Gottheit aus ihrem erhabenen Sitze herunterstürzte, für Gebeine der gefallenen, „aufrührischen“ Engel. Man entwarf ein phantastisches Gemälde jener Riesen-Wesen; denn den gefallenen Engeln wurde eine Größe von neunzehn Fuß angedichtet. Das Bild erhielt seinen Platz an öffentlichem Orte; man stellte es zur „erbaulichen Schau“ aus, um „fromme Gefinnungen und Mitgefühl zu erwecken“. Die Mammut-Ueberbleibsel wurden mit Sorgfalt gesammelt und anständig begraben.

Aus den Regionen ewigen Schnee's im Himalaya-Gebirge kamen, durch Kalktuff überrindete, Pferde- und Hirsch-Knochen mit Lavinen herunter; den Eingebornen galten sie für Genien-Gebeine, die aus den Wolken niedergestürzt wären.

Auf Sicilien wurden, unfern der *Grotta di Mardolce*, seit früher Zeit häufig große Knochen unbekannter Thiere gefunden, welche die alten Gelehrten des Landes für Ueberbleibsel von Giganten erklärt hatten, die einst auf der Insel gelebt. Speculirende Engländer hofften die fossilen Hippopotamus- (Nilpferd-) Knochen — dafür wurden sie durch Cuvier erkannt — zum Behuf von Zucker-Raffinieren benutzen zu können, und in den neuesten Jahren versührte man ganze Schiffsladungen, Hunderte von Centnern der „Sicilianischen Giganten-Gebeine“*. Der Eigenthümer der Grotte hatte sich zu wiederholten Nachgrabungen veranlaßt gesehen, die allgemeine Aufmerksamkeit des Publicums wurde dem Gegenstande zugewendet, und zugleich entspann sich ein lebhafter Streit zwischen Sicilianischen Naturforschern. Einer suchte die wunderbare Meinung zu vertheidigen: es stammten die, bei *Mardolce* gefundenen Knochen von den daselbst „begrabenen“ sechszig Elephanten, welche die Römer in

* Der Versuch konnte nicht gelingen, da die Knochen keine Gallerte enthielten, mithin für den beabsichtigten Zweck untauglich waren.

einer Schlacht bei Palermo den Kartthagern abgenommen, und die Nilpferde, wovon man Nester fände, seyen aus dem nahen Afrika zu Thier-Kämpfen herübergebracht und getödtet worden.

Vergebens hatte man in Grotten und Gestein-Bänken, nach fossilen Menschen-Ueberbleibseln geforscht. Mit schwärmerischer Begeisterung wurde darum die Kunde vom Auffinden der „seltesten aller Reliquien“ aufgenommen, die Nachricht von der Entdeckung eines menschlichen Skeletes im Deninger Kalkstein. Nun schien jede Zweifelsucht weichen zu müssen. Scheuchzer — Arzt und Naturforscher in Zürich — beschrieb (1726) das unvollständige Gerippe als „Zeuge der Sündfluth“ (*homo diluvii testis*)*. Er stellte den angeblichen Urwelt-Menschen in rohem Holzschnitte dar. Ich kann es mir nicht versagen, Ihnen die Abbildung, wie solche später durch Cuvier verbessert und berichtigt worden, mitzutheilen (Taf. XIII); sie beweist, wie sehr man in Unwissenheit und Täuschung besangen gewesen. Das Thier-Gerippe hatte — so weit es bloß gelegt und nicht von der Stein-Masse noch bedeckt war — drei Fuß Länge. Scheuchzer berechnete die Größe des Menschen, welcher in der Sündfluth bei Deningen seinen Tod gefunden haben sollte, auf etwas mehr als fünf Fuß. Er gab an, daß „nicht allein die Knochen-Substanz“, sondern selbst „Fleisch, und Theile, weicher als Fleisch“, im Steine „verkörpert“ seyen. Nach ihm waren aufs deutlichste zu sehen: „etwas Uebrigtes von der Nase, ein ziemlich Stück von den käuenden Mäuslein“, „Anzeichen der Leber“ u. s. w. Der Züricher Gelehrte bricht dabei in die Worte aus:

„Betrübtes Bein-Gerüst von einem alten Sünder,
Erweiche Stein und Herz der neuen Bosheits-Kinder.“

* Sein merkwürdiges Buch führt den Titel: „Kupfer-Bibel, in welcher die *Physica sacra*, oder geheiligte Natur-Wissenschaft der in der Schrift vorkommenden natürlichen Sachen deutlich erklärt und bewährt wird.“

Spätere Naturforscher erklärten das Deninger Petrefakt bald für einen Wels (*Silurus*), oder für einen andern Süßwasser-Fisch, bald sahen sie solches für eine ausgestorbene Eidechse an. Entschieden wurde durch Cuvier. Aus den Zähnen und aus den, mit Fingern versehenen, Pfoten erkannte er eine, lebend nicht mehr vorhandene, Salamander-Art, den Riesen-Salamander.

Nach einer Ungarischen Volksfage sprach der vertriebene und flüchtige König Ladislaus einen reichen Hirten um Unterstützung an. Dieser weigerte die erbetene Hülfe, und rief Gott zum Zeugen an, daß er kein Geld habe. Aber bald nachher stürzte sich der Meineidige, von Verzweiflung und Wahnsinn ergriffen, mit seiner Heerde in den Plattensee. Die „versteinerten Ziegen-Klanen“ sind es, welche der See fortdauernd ausspült; Wiener Naturforscher erkannten sie als abgerollte Spitzen einer untergegangenen Muschel-Art.

Zu den neuesten Denkwürdigkeiten gehört endlich der „*Cavalier pétrifié*“. Knaben waren einer Jagd-Partie im Fontainebleauer Walde gefolgt; sie glaubten in einer Grotte die Formen eines versteinerten Menschen, so wie Kopf und Hals eines Pferdes gefunden zu haben. Ein Stück vom Felsen wurde abgeschlagen; Chemiker wiesen darin Spuren animalischer Materie nach (?!). Dieß erregte große Aufmerksamkeit. Speculanten kauften den Fund; sie ließen die ganze Masse hinwegnehmen, und bald zeigte man der schaulustigen Pariser Welt den „*Cavalier pétrifié du long rocher*“. Wie erzählt wird, soll der Meißel im Geheimen nachgeholfen haben, wo die Natur versäumte; denn es war ein Mensch zu sehen, auf der Seite liegend, den Rücken gegen die Zuschauer gekehrt, und neben ihm ein Pferdeköpf. Die Akademie der Wissenschaften mußte einen Nachtspruch thun, um dem Unfug Grenzen zu setzen; die Erklärung folgte: es sey nicht im entferntesten von einer Versteinering die Rede, sondern nur von

Sandstein-Gestalten, in denen eine aufgeregte Einbildungskraft bald diese, bald jene Aehnlichkeiten mit versteinerten organischen Körpern finden könne. — Auf solche Weise wäre es eben so gut möglich, einen ganzen Gilwagen mit Passagieren und-Conducteur versteinert zu entdecken.

Unter den Thieren heutiger Zeit, unter den Pflanzen, welche gegenwärtig auf der Außenfläche unseres Planeten leben, findet man allerdings viele der Urbilder jener organischen Wesen wieder, deren Theile in Fels-Gebilden vergraben worden. Allein von der größten Mehrzahl versteineter Körper hat sich, auch bei sorgsamster Untersuchung, nirgends eine Spur unter den jetzt vorhandenen Thieren und Pflanzen nachweisen lassen. So ist man zum Resultate gelangt: daß jene Ueberbleibsel einer untergegangenen, einer ausgestorbenen Thier- und Pflanzen-Welt angehören. — Zwar herrschte früher der Glaube: keine Art organischer Wesen könne ganz untergehen auf der Erde. Christliche Forscher wollten sämtliche Ueberbleibsel mit der Sündfluth in Verbindung bringen, und die Originalien aller versteinerten Thiere und Pflanzen in ihren nachbarlichen Gegenden wieder finden. Parteilose Prüfungen mußten solche Behauptungen als gewagte und unwahrscheinliche erkennen lassen, und der ehrwürdige Blumenbach sprach, mit dem ihm eigenen Scharfsinn, zuerst den Satz aus: daß sehr viele versteinerte Reste von gegenwärtig untergegangenen Arten herrühren. Dieser Gedanke war vom fruchtbarsten und entschiedensten Einflusse auf das Studium der Versteinerungen, wie auf das Vorschreiten der Geologie. Manche Glieder untergegangener Schöpfungen — dieß ergaben zumal aus dem Thierreiche abstammende Versteinerungen — weichen von den jetzigen nur den Arten nach ab, aber sie gehören bekannten Gattungen an. Bei sehr vielen ist dieß nicht der Fall; sie schließen sich selbst keinem bekannten Geschlechte an, sondern

sind, im Systeme unserer Zoologen, nur in einer Ordnung der gegenwärtigen Schöpfung unterzubringen.

Um Aufschluß zu erlangen über die Fragen: starben seit Erschaffung der Menschen Landthier-Arten aus? waren Menschen Zeitgenossen solcher Landthier-Arten, die verschwanden, welche wenigstens keine Repräsentanten unter der heutigen Lebenwelt zu haben scheinen? begnügte man sich nicht mit geologischen Untersuchungen des Zusammen-Vorkommens menschlicher Ueberbleibsel mit Resten ausgestorbener Thiere; auch das Studium historischer Darstellungen von Thieren bei Römern, Griechen und Aegyptern wurde benutzt, um zu sehen, was für Gestalten von Originalien, die einst bestanden, entlehnt seyen. Mit welchem Erfolg dieß geschah, sollen Sie sogleich hören. Die, auf alten Gemälden, Denkmalen und Münzen dargestellten, Thiere sind theils Copien solcher Geschöpfe, welche einst lebten, theils Phantasie-Gebilde. Was erstere betrifft, so gelang es, ein Verzeichniß aufzustellen von Säugthieren, Vögeln, Amphibien, Fischen, Weichthieren (Mollusken) und Insekten, alle den Arten nach erkennbar und mit gegenwärtig noch lebenden übereinstimmend. Selbst die verschiedenen Ragen unserer Hausthiere lassen sich unterscheiden, obwohl dieselben zum großen Theile von den jetzigen Europäischen abweichen. Nun bleiben aber gewisse alte bildliche Darstellungen übrig, welche weder etwas Phantastisches an sich tragen, noch mit uns bekannten Arten übereinstimmen; diese müßten daher als ausgestorbene betrachtet werden. — Was die mythologischen Thiere der Alten betrifft, so ging man von der, keineswegs unzweifelhaften, Behauptung aus: es seyen die einzelnen Theile gewisser bestimmter Geschöpfe getren nachgebildet. Bei Griechen und Römern erhielten zusammengesetzte Thiere, wenn Kopf oder Rumpf den menschlichen nachgebildet waren, stets Füße anderer Art, wie

solche denselben ihrer mythologischen Natur, der ihnen angedichteten Lebensweise, zusagen mußten. Die Aegypter dagegen gaben sich ganz der Einbildungskraft hin, so daß man kaum einer Thierart Wirklichkeit zuschreiben kann.

Ist aber die Zahl der Thiere, welche man als untergegangenen betrachtet, nicht zu groß? Lebten die nun ausgestorbenen Geschöpfe nicht meist auf dem Lande, so daß man hoffen dürfte, einst deren Urbildern im Innern von Afrika und Amerika zu begegnen, oder sie in Australien zu treffen? — Um Zweifel, wie diese, zu entfernen, bemerke ich, daß wir in neuern Jahren immer vertrauter geworden mit jenen fernen Ländern, ohne Spuren vorweltlicher Thiere zu finden; aus Polynesien namentlich wurden uns wunderbare Geschöpfe zugeführt, aber nicht eines, das mit den Riesen-Gestalten früherer Zeiten vergleichbar wäre.

Es ist keine leichte Aufgabe, fossile Reste mit noch lebenden Geschöpfen zu vergleichen; eigene Studien werden dazu erfordert. Einzelwesen variiren im lebenden, wie im versteinerten Zustande, innerhalb gewisser Grenzen; Analogieen können mitunter auch bloß willkürliche seyn. Indessen geschah, seit einigen Jahrzehnden, das Unerwartete. Durch die Zoologie, verbunden mit vergleichender Anatomie, wurde neues Licht verbreitet über das Thierleben in alter Zeit, und zugleich über denkwürdige Umwälzungen der Erdrinde. Zwei Klassen zumal, Säugethiere und Reptilien, gewährten ein sehr entschiedenes Anhalten. Mit Untersuchung der fossilen Ueberbleibsel vom Elephanten, Rhinoceros, Hippopotamus begann Cuvier die Beweis-Führung, daß ganze Thier-Generationen, während jener Umwälzung, untergingen. Langjährige Uebung brachte den großen Meister dahin, unter vielen zerstreuten Gebeinen diejenigen herauszufinden, welche in einem Thiere vereinigt gewesen, ein Zahn, ein besonders bezeichnender Knochen, reichten in manchen Fällen hin, um

auf das ganze Thier schließen zu können. So gelang es, indem jeder einzelne Knochen mit dem Theile wieder zusammengebracht wurde, welchem er ursprünglich verbunden gewesen war, Gestalten herzustellen, die Stannen erregten, Formen, von denen man keine Vorstellung gehabt, die von allen lebenden Vorbildern abweichen. Cuvier untersuchte und ordnete die Reste von ungefähr hundert urweltlichen Thieren, darunter über siebenzig Arten, die den Naturforschern gänzlich unbekannt geblieben.

Nicht im entferntesten habe ich die Absicht, eine Aufzählung aller, bis jetzt in Schichten und Bänken unserer Erdrinde, so wie in Höhlen, entdeckten Ueberbleibsel von Arten und Gattungen der verschiedenen Thier-Klassen zu versuchen. Eine solche Zusammenstellung würde Viele unter Ihnen ermüden und nicht zweckmäßig seyn. Mit den, für die mannigfaltigen Fels-Bildungen besonders wichtigen, Petrefakten wollen wir uns später vertraut machen. Hier nur einige Andeutungen, einzelne Beispiele und Hinweisungen.

Reste von Thieren, die im Wasser leben, besonders nahe an Küsten, werden sehr häufig zwischen Gestein-Bänken begraben gefunden, eingeschlossen in Felslagen. Viele unter ihnen waren vorzugsweise geeignet, den Streit der Elemente zu überdauern, welcher bei Erd-Umwälzungen stattgefunden.

Von besonderer Wichtigkeit für geologische Forschungen zeigen sich Ueberbleibsel von Mollusken, von Zoophyten und Fischen.

Unendlich groß ist die Menge der Schalthier-Reste. Mächtige, weit verbreitete Felsmassen sind oft so damit erfüllt, daß versteinerte Mollusken-Gehäuse, wie Sie wissen, den wesentlichsten Theil ausmachen. Viele merkwürdige Geschöpfe der Vorwelt trifft man darunter; zahlreiche Gattungen und Arten, theils ältere, theils neuere Gebirgs-Gebilde bezeichnend, nehmen, obwohl seit früher

Zeit bekannt und beachtet, fortdauernd die Aufmerksamkeit der Naturforscher in Anspruch. — Um eine der sonderbarsten Meinungen nicht unberührt zu lassen, so hinsichtlich der fossilen Schalthier-Ueberbleibsel bestanden, will ich noch beifügen, daß *Voltaire* beharrlich beim Glauben blieb: die Austerschalen, welche man an erhabenen Stellen im Jura-Gebirge trifft, wären theils von den Römern zurückgelassen worden, die bekanntlich große Austern-Freunde gewesen, theils stammten solche von Pilger-Hütten ab.

Gleich den Mollusken-Schalen, und noch leichter, gingen Gehäuse zahlloser Zoophyten — die festen, Pflanzen-ähnlichen Gerüste, deren Bewohner ihren Aufenthalt-Ort nicht willkürlich ändern können — ins Steinreich über. Die allerzerbrechlichsten Wesen finden wir in ihrer Gestalt vollkommen erhalten. — Die harten Unterlagen aller Pflanzenthiere (Zoophyten) sind Meeres-Erzengnisse; sie kommen im süßen Wasser nicht vor. Ihre Reihe fängt mit Bildungen an, die scheinbar nichts Thierisches haben. Was bemerkenswerth ist, daß fast sämmtliche noch lebende Gattungen in frühern Weltaltern schon vorhanden waren; aber nicht wenige Gattungen, die wie ihre versteinerten Ueberreste beweisen, einst da gewesen, werden jetzt vermißt; sie sind untergegangen, ausgestorben.

Fossile Fische gehören zu den keineswegs seltenen Erscheinungen. Ihre nähere Kenntniß gewährt eigenes Interesse und ist von nicht gewöhnlicher Wichtigkeit. Zoologen und Geologen gaben sich gemeinschaftlich den gründlichsten Untersuchungen hin; und so wurde, von den ältern unter den neptunischen Fels-Gebilden, bis zu den neuern, eine Reihe versteinerter Fisch-Arten nachgewiesen, deren Zahl gegenwärtig schon achthundert übersteigt. Ihrem ganzen Wesen nach waren jene Geschöpfe auf's Innigste an das Element geknüpft, in dem sie leben, an das

Wasser; darum vermögen sie am besten die Aenderungen anzudeuten, welche dieses Flüssige, seiner Beschaffenheit nach, während der Bildungs- und Umbildungs-Zeit der Erd-Rinde, erfuhr. Bewohner der Meere, der See'n, der Flüsse lassen sich wohl unterscheiden. Ebenso die Fische, denen ihr Aufenthalt an Küsten, oder in den Tiefen des Oceans angewiesen war; jene, die wärmern Himmelsstrichen zugehörten, und andere, welche in gemäßigten Zonen lebten. Mitunter finden sich die Thier-Reste, ohne daß ihre Körper durch die Last überdeckender mächtiger Gestein-Massen sehr zusammengepreßt worden. Man sieht Fische mit ausgebreiteten Flossen, als wären dieselben im Schwimmen begriffen gewesen, wie der Tod sie überleitete. In andern Fällen haben die Geschöpfe eine gekrümmte, unnatürliche Lage; diese oder jene Theile sind zerrissen, die Köpfe zerdrückt. Bald werden Gerippe getroffen; die knorpeligen, die fleischigen-Theile verschwanden, nur die knöchernen blieben zurück; bald glaubt man, auf den ersten Blick, bloße Abdrücke zu sehen, wo genauere Untersuchung hervorstehende glänzende Schuppen erkennen läßt, so wie Köpfe und Flossen. Nicht Fisch-Skelette allein, wie wir solche versteinert treffen, auch die Fleisch-Theile waren, als der Uebergang zum fossilen Zustande erfolgte, noch so vollständig erhalten, daß sie, obwohl bei der Gestein-Bildung meist zerstört, dennoch die Formen-Umrisse der Körper mehr und weniger getreu in der Felsart wiedergaben. Broun bemerkt das ausdrücklich vom „Fisch-Schiefer des Monte Bolca“. Nach diesem gründlichen Beobachter darf man deshalb keineswegs immer annehmen: daß die Thiere sehr allmählig von der Gestein-Bildung erfaßt worden; daß Zeit gewesen zu ihrer Auflösung bis auf die Knochen. — Eines der denkwürdigen Beispiele zahlloser Fische, die auf sehr beschränktem Raume untergingen, gewährt dieser berühmte Monte Bolca am südlichen Alpen-Gehänge unsern Vicenza. Wie man denn früher

überhaupt ungemein rasch versuhr, und versteinerte Fische ganz oben hin, den heutigen Tages noch lebenden verglich, und sie darnach benannte, so war dieß auch bei jenen vom Bolca-Berge der Fall. Nicht ohne Verwunderung werden Sie hören, daß von den daselbst in Fels begrabenen einhundertsiebenundzwanzig Arten keine mit einem der jetzt noch lebenden Fische vollkommen übereinstimmt; früher ließ man die versteinerten Ueberbleibsel in den Kalk-Schichten jenes Berges aus allen Welttheilen abstammen; Fische, wie solche heutiger Zeit in den Wassern von Europa, Asien, Afrika und Amerika leben, wollten ältere Naturforscher im *Monte Bolca* gefunden haben. Die Fische liegen übrigens hier nicht zwischen schon getheilten Gebirgs-Schichten, sondern inmitten des leicht theilbaren Kalkschiefers selbst. Ohne Ausnahme sieht man sie, mit ihrer größten Fläche, Seite oder Bauch, den Schichten parallel; ihre Absetzung dürfte demnach keineswegs unter großer Unruhe geschehen seyn, auch die Bildung der Kalk-Schichten nicht sehr plötzlich stattgefunden haben; denn sonst müßten wir die Fisch-Körper in ganz verschiedenen Lagen fest gehalten sehen. — Besondere Aufmerksamkeit erweckten von jeher die versteinerten Fisch-Zähne (*Glossopetrae*). Hinsichtlich ihrer waren die sonderbarsten Fabeln in Umlauf. Nach einer alten Volks-sage in Krain waren es „Teufels-Nägel“; Nägel, die der Böse sich in Höhlen und Spalten der Berge abgesehnitten. Auf Maltha, wo sie in unsäglichlicher Menge gefunden werden, sollte Paulus alle Augen und Zungen von Schlangen in Stein verwandelt haben. Andere sahen die Fischzähne, je nach dem Vielartigen ihrer Form und Größe, für petrificirte Kastanien an, oder für ausgefallene Heren-Zähne. Man ließ sie, Schwämmen gleich, aus der Erde wachsen; und heilsame Kräfte wurde ihnen in verschiedenen Krankheiten zugeschrieben.

Daß auch Infusorien, Aufguß-Thierchen*, im fossilen Zustande vorkommen und meist ziemlich gut erhalten, ist eine schöne Entdeckung neuester Zeit**. Infusorien, Wesen von höchster Kleinheit, und gleichsam das ganze Thierreich beschließend, sind dem unbewaffneten Auge nicht sichtbar; ihre Größe beträgt nur den sechsten Theil von der Dicke eines Menschenhaares. Und gewisse Gesteine bestehen fast ganz aus den kieseligen Gerippen oder Panzern jener Thiere. Sie sind, wie sorgsame mikroskopische Untersuchungen dargethan, Haufwerke dicht gedrängter Infusorien, ohne alles Bindemittel. Dieß ist unter anderm der Fall beim Polirschiefer — einem durch basaltische Gluth umgewandelten Töpferthon — aus der Gegend von Bilin in Böhmen und bei dem vom Habichtswald unsern Kassel. In einem Kubitzoll der ersten Felsart sind, so will man durch Rechnung gefunden haben, 41.000 Millionen Infusorien enthalten. Ebenso besteht die sogenannte Kieselguhr von *Ile de France* und von Franzesebad bei Eger fast ausschließlich aus sehr rein durchsichtigen Infusorien-Panzern. Man nennt jene feinerdigen Mineralien Gahren, weil dieselben, einer gährenden Substanz gleich, aus dem Boden hervorquellen. Noch ist zu bemerken, daß die große Mehrzahl bis jetzt beobachteter fossiler Infusorien gegenwärtig lebenden Gattungen angehören.

Von Reptilien-Resten sind viele den längst verschwundenen Wesen beizuzählen. Zum Theil weichen sie von Allem ab, was unsere hentige Thierwelt aufzuweisen hat: es sind wunderbare

* Man nennt die höchst beweglichen Wasser-Geschöpfe so, weil sie sich erzeugen, wenn Wasser auf animalische oder vegetabilische Körper gegriffen wird und eine Zeit lang darüber stehen bleibt. Alle stagnirenden Wasser enthalten Infusorien.

** Man verdankt solche dem Herrn Ehr. Fischer in Birkenhammer bei Karlsbad. Weiter verfolgt, und öffentlich bekannt gemacht, wurden die interessanten Beobachtungen von Prof. Ehrenberg zu Berlin.

Formen an die phantastischen Schöpfungen alter Fabellehren erinnern. Darum darf es Sie nicht wundern, daß einige Ueberbleibsel stiegender Reptilien früher den Vögeln beigezählt wurden. Jene seltsamen Thiere — so scheint aus der genauen Betrachtung ihrer, in Felsbänken eingeschlossenen, Gebeine hervorzugehen — waren, während drei oder vier Perioden der Erdrinde-Bildung, fast im Allein-Besitze mancher sumpfigen Ebenen. An gewissen Küsten Englands und Frankreichs, so wie in mehreren Gegenden des Festlandes, hausten einst Krokodilen-ähnliche und Eidechsen-artige Geschöpfe mitunter von wahrer Riesen-Größe, und sehr raubgierig, wie der Bau ihrer fossilen Zähne beweist. — Ueberbleibsel von Schildkröten, den Arten nach keineswegs immer leicht bestimmbar, Bewohner des Meeres, der Flüsse, der Sümpfe und des Landes, werden, obwohl im Ganzen selten, dennoch stellenweise zahlreicher gefunden, als Gebeine Krokodilen-artiger Thiere, mit denen sie übrigens von gleichem geologischem Alter seyn dürften. — Frösche- und Kröten-Neste kommen äußerst sparsam vor. Die Geschöpfe waren zu zart, um gewaltsame Katastrophen zu überdauern. — Noch feltner sind Spuren von Schlangen. Vieles von dem, was man dafür ausgegeben, ist ungewiß, zweifelhaft, wie namentlich manche sonderbare, gewundene, Schnuppenlose Körper in den ältesten Sandstein-Ablagerungen.

Daß die Bewohner der Luft wenig häufig versteinert zu treffen sind, kann nicht befremden. Vögel vermochten sich, leicht und schnell, aus einer Gegend in die andere zu versetzen; so entgingen sie öfter den zerstörenden Natur-Ereignissen, bei welchen andere Thiere umkamen. Hin und wieder liegen Vögel-Gebeine in Höhlen, auch eingeschlossen in gewissen Conglomeraten und in manchen neuen Kalk- und Gyps-Bildungen. Ferner kennt man Abdrücke von Federn, und in der Auvergne Eier, in erhärtetem kalkigem Schlamm verseht. Die genauere Bestimmung solcher

Ueberbleibsel ist indessen besonders schwierig, da gerade jene Theile, welche das sicherste Anhalten gewähren, Köpfe, Schnäbel, Füße, bis jetzt nicht versteinert gefunden worden.

Zu den äußerst seltenen Versteinerungen gehören auch die eigentlichen Insekten; sie waren zu leicht der Zerstörung angesetzt. An einigen Orten kommen indessen wohl erhaltene Libellen — Wasser-Nymphen, wie solche unsere Teiche umschweben — mit ausgebreiteten Flügeln in kalkigen Schichten vor. Offenbar wurden diese schwachen Wesen am Orte ihres Unterganges geboren und müssen sehr plötzlich getödtet worden seyn. Zu den, in neuester Zeit nachgewiesenen, Thatfachen gehört die Gegenwart fossiler Spinnen inmitten einer Englischen Steinkohlen-Ablagerung, und bei Tharandt, unsern Dresden, entdeckte B. Cotta einen Tausendfuß (*Julus terrestris*) als jugendliche Versteinerung in Kalksinter, der eine Spalte im Gneiß ausfüllt. Nicht zu übersehen ist, daß die fossilen Insekten meist solche sind, deren verwandte Arten heutigen Tages leben. So findet sich namentlich jener Tausendfuß, dieselbe Art, gegenwärtig noch um Tharandt; der Kalksinter ist ein sehr neues Gebilde; fiel das Insekt, vor einigen Jahrhunderten, in eine offene Gneiß-Spalte, so ist die Sache leicht erklärbar. — Sie wissen, daß von den, durch Bernstein umflossenen und in Bernstein eingeschlossenen, Insekten erst später die Rede seyn wird.

Von Krusten-Thieren (Crustaceen) kommen Krebse in verschiedenen, meist jungen Gelslagen vor, während man in den ältesten Kalk-Gebilden die Trilobiten findet, die ehemals sogenannten Käfer-Muscheln, welche, zur Zeit, wie man noch des Glaubens war, nichts sey leichter, als Versteinerungen auf ihre Urbilder zurückzuführen, großes Stannen erregten. Es hatten nämlich diese Geschöpfe unter der Lebenwelt durchaus ihres Gleichen nicht; darum

blieb die Stelle zweifelhaft, wo sie im Systeme einzureihen seien; dieß veranlaßte die Benennung: *Entomolithus paradoxus*.

Wenden wir uns nun zu den fossilen Säugethier-Resten. — Zuvörderst die Bemerkung: daß diese Ueberbleibsel es sind, wovon nicht wenige, in mehrfacher Hinsicht, den denkwürdigsten versteinerten Organismen beigezählt werden müssen. Für jetzt nur allgemeine Betrachtungen; ich begnüge mich, einige der wichtigsten Verhältnisse hervorzuheben.

Unter den Meeres-Säugethier-Resten (Cetaceen) denke ich vor Allem der Kopf-Knochen des Wallfisches, die, vor beinahe sechsßig Jahren, mitten in Paris, in einem Keller ausgegraben wurden. Zähne und andere Gebeine dieses Riesen-Thieres gehören übrigens zu den äußerst seltenen Erscheinungen. Sie liegen mitunter zwischen Hauswerken von See-Konchylien. Im Piacentinischen, einem Lande, wo, in vergleichungsweise neueren Zeiten, Meeres-Einbrüche statt hatten, fand man einige Wallfisch-Grippe und Delfinen-Skelette.

Aus der Ordnung dickhäutiger Thiere, der Pachydermen, erregten viele gewaltige Geschöpfe von sonderbarer Gestalt seit früher Zeit die Aufmerksamkeit des Volkes, und nahmen die Beachtung der Naturforscher in Anspruch. Elephant, Rhinoceros, Nilpferd und andere, deren fossile Gebeine im aufgeschwemmten Boden vorkommen, gehören ausgestorbenen Arten an. Ihr Untergang fällt in einen und denselben geologischen Zeitraum, er wurde durch eine Katastrophe herbeigeführt; denn überall sieht man jene kolossalen Ueberbleibsel beisammen, in den nämlichen Gebirgs-Lagen.

Am längsten bekannt ist das Mammut, der urweltliche Elephant. Schon Theophrast unterschied gegrabenes Elfenbein. Zähne und Knochen finden sich, in und außer Europa, auf Continenten und Inseln, öfter in ebenen Landstrichen, seltner

auf Gebirgen. Am Krenzberge bei Berlin grub man, in 60 Fuß Tiefe, Mammut-Stoßzähne aus dem Boden; bei Kanstadt, unfern Stuttgart, und am Tieder-Hügel, nicht weit von Braunschweig, lagen Knochen von mehreren Gerippen beisammen. In der Schweiz und in Italien werden solche Ueberbleibsel getroffen, in Frankreich, England und Spanien, in Polen und Schweden, auf Island und in Amerika. Die reichste Fundstätte aber ist Rußland. In unsäglicher Menge liefert besonders Sibirien Mammut-Stoßzähne. Dagegen vermißt man sie in Ländern, wo zu heutiger Zeit Elephanten leben. — Sind in solchen Regionen nie fossile Reste der Art vorhanden gewesen? Oder wurden die aufgefundenen nicht besonders beachtet, in der Meinung: sie seyen nichts Ungewöhnliches? — Wie ich Ihnen früher sagte, so war die Haut des, zwischen Eisfchollen entdeckten, Mammut mit Haaren und mit dicker Wolle zugleich bedeckt; deutet dieser Umstand darauf hin, daß die Natur jenen Thieren ausschließlich den Norden zur Wohnstätte angewiesen? Waren sie in gewisser Nähe von den Tropen nie vorhanden? Ueber Fragen der Art müssen wir Aufschlüsse erwarten von Naturforschern, welche die heiße Zone, den Erdrich zwischen beiden Wendekreisen, zum Gegenstand ihrer Untersuchungen machen werden. — Nachdem die wahre Natur der Mammut-Gebeine, welche, wie Sie hörten, früher zu mannigfaltigen irrigen Ansichten Stoff gaben, erkannt worden, lag die Meinung sehr nahe: es seyen jene Zähne und Knochen Ueberreste der Elephanten, die auf Zügen der Römer und Karthager gedient. Noch vor zehn Jahren stellte Ranking, ein gelehrter Britte, der lange Zeit Resident in Hindostan und in Rußland gewesen, solche Behauptungen auf. Er ging in historische Forschungen ein über Kriege und Jagden, über religiöse Ceremonien und über Spiele von Mongolen und Römern, in denen Elephanten und andere wilde Thiere gebraucht,

oder getödtet worden. Er verglich Orte und Gegenden, wo jene Kämpfe, Feierlichkeiten und Belustigungen statt hatten, mit den Stellen in Europa und in Siberien, an denen man Mammut-Ueberreste gefunden. Bekanntlich errichteten die Römer überall, wo sie Besatzungen hatten, Amphitheater und gefielen sich in den Würgereien der Thier-Kämpfe. Rankin glaubt nun, daß man stets in der Nähe dieser Amphitheater Gebeine wilder Thiere finde. Allein damit stimmt die Menge von Mammut-Nesten keineswegs überein, welche in Gegenden Deutschlands entdeckt wurden, wohin die Römer nicht vordrangen; und was der geäußerten Vermuthung jede Wahrscheinlichkeit benimmt, daß sind die zahllosen, über ganz Siberien zerstreuten Nester. — — Noch habe ich Ihnen zu sagen, daß Mammut-Bähne und Knochen nicht versteinert im strengsten Wortsinne vorkommen, wohl aber mit Kalktuff überrindet, und hin und wieder sieht man auch Korallen, welche sich an Ueberbleibseln der Art festsetzten. Aus letzterm Umstande geht der Beweis hervor, daß gewisse Mammut-Gebeine eine Zeit lang vom Meeres-Wasser bedeckt gewesen.

Ueber die Unterschiede zwischen dem „urweltlichen Elephanten“, dem Mammut, und dem gegenwärtig in Indien und Afrika lebenden, sollen Sie später genügende Anskunft erhalten.

In einer Zeit mit dem Mammut war das Mastodon vorhanden; sehr häufig sieht man Gebeine beider Thiere beisammen. Dem Elephanten, was Gestalt und Größe betrifft, znnächstehend, ist das Mastodon, in mehr als einer Rücksicht, keineswegs weniger merkwürdig. Auch darf ich nicht vergessen, Ihnen zu sagen, daß Nord-Amerikanische Völkerschaften ihre aberglaubischen Meinungen in Betreff der fossilen Mastodon-Gebeine haben, wie die Bewohner Sibiriens hinsichtlich der Mammut-Knochen. Das Riesen-Thier, so erzählt die Fabel, lebte gleichzeitig mit verhältnißmäßig nicht weniger großen Menschen; aber das höchste Wesen

tödtete beide, Mastodonten und Menschen, durch Blüßschläge. — Keine der Arten, in welche Zoologen die Mastodon-Gattung, nach den fossilen Ueberbleibseln, trennen, hat unsere Zeit erreicht; alle sind ausgestorben. Am berühmtesten unter ihnen ist jene, deren Reste im Sumpf-Lande am Ohio-Ufer entdeckt worden; daher der Name Ohiothier. Alexander von Humboldt fand Mastodon-Gebeine im Andes-Gebirge nicht weit von Quito, so wie unfern *Santa Fe de Bogota* in 8000 Fuß Höhe über dem Meeres-Niveau. — Bei *Simorre* in Languedoc grub man ehemals, durch Kupferoxyd schön blaugrün gefärbte, Mastodon-Zähne aus dem Boden, die als Türkise zum Schmuck verarbeitet wurden. Früher galt nämlich der Türkis, ein eigenthümliches Mineral, ziemlich allgemein als eine Versteinerung; es muß jedoch von jenem ächten Türkis der „Zahn-Türkis“, „*Turquoise odontolithe*“, unterschieden werden. Zu letztem gehört der in Languedoc ausgegrabene; er ist im Vergleich zum ächten, zum Mineral-Türkis, daran leicht zu erkennen, daß innere Streifen, Blättchen u. s. w. den Knochen-artigen Bau verrathen.

Ueber Rhinoceros, Glasmotherium und Hippopotamus brauche ich weniger ausführlich zu seyn.

Sie erinnern sich aus der vierzehnten Vorlesung, daß man, im gefrorenen Sande am Wilni, ein Nashorn mit Haar-, Haut- und Fleisch-Bedeckung gefunden. Fast in allen Ländern, wo fossile Ueberbleibsel vorweltlicher Elephanten vorkommen, werden auch Rhinoceros-Neste getroffen, jedoch nicht so häufig. Eine der ausgestorbenen Arten war größer, als die noch lebenden. — Was das Glasmotherium betrifft, so kann ich nicht viel darüber sagen. Man hat nur eine Unter-Kinnlade aufzuweisen, die angeblich aus Siberien stammt. Wie es scheint, stand die gänzlich verschwundene Thierart dem Rhinoceros nahe.

Gebeine vom Hippopotamus, vom Nil- oder Flußpferd,

kommen in Deutschland, Frankreich und England vor, besonders häufig aber im obern Arno-Thale in Italien. Eine der Arten ist dem, gegenwärtig in Aegypten lebenden, Nilpferde ähnlich; andere erreichten, wie die fossilen Ueberbleibsel ergaben, nicht die Größe eines Schweins.

Gebeine von Schweinen, mit denen jetzt lebender Thiere nicht ganz übereinstimmend, liegen eingeschlossen im Schlamme mancher Höhlen.

Dieses sind die wichtigeren unter den, im aufgeschwemmten Lande gefundenen, Resten von dickhäutigen Thieren. Um Ihnen den Beweis zu geben, daß die Reihe keineswegs für geschlossen anzusehen, muß ich der neuesten Entdeckung gedenken. Bei Eppelsheim unfern Worms, einer höchst merkwürdigen Gegend, die Gebeine vorweltlicher Geschöpfe in überraschender Menge geliefert, hat man Reste eines der größten Thiere ausgegraben, eines seltsamen Wesens, das mit den übrigen keine Verwandtschaft hat. Es ist *Kaup's Dinothierium*, über das Sie bei den Diluvial-Ablagerungen Näheres hören sollen. N. von Klipstein fand im Frühlinge 1836, was bis dahin nicht vorgekommen war, einen beinahe vollkommen erhaltenen Oberkopf, der sechs Fuß Länge hat und an der breitesten Stelle drei und einen halben Fuß mißt. Den merkwürdigen Unterkiefer, vorn mit zwei langen abwärts gekrümmten Stoßzähnen, kannte man schon früher.

Wir haben nun zunächst andere Pachydermen zu betrachten, welche in frühern Erd-Perioden lebten, die nicht mehr vorhanden waren in der Zeit, wo der Mensch auftrat. Jahrhunderte können verstrichen seyn, seit ihre Gebeine, umschlossen von Fels-Bänken, unter Meeres-Trümmern begraben lagen, und Mammute sich an den nämlichen Stellen herumtrieben. Von solchen untergegangenen Thier-Gattungen hat man im Gypse bei Paris allein nachgewiesen: *Palaeotherium*, *Anoplotherium*, *Lophiodon*,

Chaeropotamus, Adapis. Unerwartete, merkwürdige Entdeckungen, wie diese, mußten allgemeines Interesse wecken. Ich kann nicht umhin, Ihnen hier schon einige Worte über das *Palaeotherium* zu sagen. Knochen und Zähne dieses „alten Wildes“ — so viel soll der Name bedeuten — werden am häufigsten getroffen. Bei Paris müssen sieben Arten gelebt haben; die größte derselben kam dem Pferde gleich. Es scheinen die Paläotherien zwischen Naschhorn und Tapir in der Mitte gestanden, und sich in Sümpfen aufgehalten zu haben. Auch an andern Orten, in und außerhalb Frankreich, wurden Paläotherien-Gebeine getroffen. — Noch will ich beifügen: daß man am Montmartre vom *Anoplotherium* — „unbewaffnetes Thier“, wegen der nicht hervorstehenden Eckzähne — ein fast vollständiges Gerippe ausgrub.

Unter denselben Verhältnissen, wie Elephanten- und Rhinoceros-Neste, gemengt mit ihnen, kommen Zähne und andere Gebeine von Pferden in großer Menge vor. Die Pferde der alten Welt waren den unsrigen sehr ähnlich, nur größer. Vieles, was von Ueberbleibseln dieser Thiere im neuesten aufgeschwemmten Lande zu sehen ist, stammt indessen aus weit spätern Zeiten.

Von allen fossilen Nesten wiederkauender Thiere sind jene des Hirsches mit gigantischem Geweih die berühmtesten. Sie gehören einer ausgestorbenen Art an, die jedoch spät unterging, denn hier und da findet man die Ueberbleibsel zugleich mit roh gearbeiteten Booten. In Irland muß das Riesen-Ele n häufiger als irgendwo gewesen seyn; aus dem Boden eines Obstgartens von nicht beträchtlicher Größe wurden, im Verlauf von zwanzig Jahren, die Gebeine von mehr als dreißig Thieren solcher Art ausgegraben und zwar ganz zufällig. Man hat Geweihe des Riesen-Ele n, an denen die äußersten Spitzen zwölf bis vierzehn Fuß auseinander standen.

Auch Gebeine von Ochsen sind besonders zahlreich. Heutigen

Tages gibt es acht Ochsen = Arten, die vorzeitigen waren auf drei beschränkt. Ihre fossilen Gebeine, wie solche in Deutschland, Italien, Sicilien, und im nördlichen Amerika getroffen werden, weichen, die Größe abgerechnet, wenig von den gegenwärtig noch lebenden ab. Eine der drei Arten steht dem, in den Wäldern Litthauens vorhandenen Murochsen sehr nahe; eine zweite kommt mit unsern gewöhnlichen Ochsen am meisten überein; die dritte, wovon Hörner und Knochen in Amerika ausgegraben werden, hat die größte Ähnlichkeit mit dem Wisamochsen.

Ueber eine Entdeckung aus neuester Zeit, muß ich wenige Worte einschalten. Es ist die des *Sivatheriums*, wovon man einen Schädel am Fuße des Himalaya = Gebirges gefunden. Das Thier war ausgezeichnet durch seine Größe — welche jener des Elephanten nahe kommt — und eine kurze dicke Gestalt; die Backenzähne denen der Wiederkauer ähnlich; zwischen den Augen zwei Hörner, und wahrscheinlich hinter diesen noch zwei andere. Dagegen zeigen sich die Augenhöhlen groß, wie bei Dicksäutern, und die Nasenbeine Schnabel = förmig gebogen, wie bei jenen unter ihnen, die mit beweglichem Rüssel versehen sind. Das *Sivatherium* bildet so eine Uebergangs = Form von den Wiederkauern (Antilope, Giraffe) zu den Pachydermen (Rhinoceros, Tapir).

Von den Raubthier = Ueberbleibseln werde ich reden, wenn ich Ihnen die Grotten schildere, deren viele berühmt sind wegen ihrer zahllosen Bären = und Hyänen = Gebeine.

Nagethier = Reste gehören zu den weniger zahlreichen. Sie liegen eingeschlossen in Gestein = Schichten, oder sehen, zugleich mit andern fossilen Knochen, Conglomerate eigener Art, die sogenannten Knochen = Breccien, zusammen. Gebeine eines großen Bivers kommen im aufgeschwemmten Lande vor.

Endlich habe ich aus der, in mancher Hinsicht merkwürdigen, Ordnung der Faulthiere zweier gigantischen Geschöpfe zu

gedenken, mit denen wir durch neuere Untersuchungen vertrauter wurden. Ich rede vom *Megatherium* und vom *Megalomir*. Jenes, das Riesen-Faulthier, mit einer Panzer-Rüstung versehen, hat ungesähr Rhinoceros-Größe. Seine Ueberbleibsel liegen im aufgeschwemmten Lande in Süd-Amerika, in Brasilien, in Paraguay und Buenos-Ayres begraben. Der Zufall führte schon frühe zur Entdeckung eines fast vollständigen Gerippes: ein Landmann, welcher längs des Colorado-Ufers bei Buenos-Ayres wanderte, schleuderte einen Spieß nach einem, zur Hälfte im Strome verborgenen, Gegenstande. Er zog das Becken des ungeheuern Thieres ans Ufer. Nun lenkte man, vermittelst eines eigends angelegten Dammes, den Colorado von seinem gewohnten Laufe ab; Knochen, Zähne, Klauen wurden in einer Lage blauen Thones getroffen und ans Königl. Museum zu Madrid abgeliefert. — Das *Megalomir*-Gerippe fand sich in einer Virginschen Höhle. Washington, der Held des Nord-Amerikanischen Freistaates, war es, welcher zuerst die Aufmerksamkeit der Naturforscher den interessanten Ueberbleibseln zuwendete.

Was über fossile Menschen-Neste zu sagen wäre, wollen wir für eine der nächsten Vorlesungen aufsparen, und ihr Erscheinen im Zusammenhange mit den verschiedenen Perioden der Erdrinde-Bildung betrachten.

Ich glaube Sie nun überzeugt zu haben, daß die Geschichte der Thiere, welche, von ältester Zeit bis auf unsere Tage, einander folgten, als Bewohner der Erdoberfläche, großes Interesse gewährt. Nicht weniger anziehend und reichhaltig, eben so denkwürdig, ist die Geschichte der Pflanzen, die, und stellenweise in unsäglicher Menge, in ältern und neuern Perioden, gleich den Thieren untergingen, deren Ueberbleibsel zwischen Gestein-Bänken und Fels-Schichten begraben liegen. Durch weitem Verfolg des Studiums versteinerner Pflanzen-Neste dürfen wir hoffen, mehr

und mehr Aufschluß zu erhalten über die verschiedenen Zustände der Erdrinde während einer stürmischen, viel bewegten Zeit; wir sehen die Uebergänge von Insel-Land zu Küsten-Land und Festland angedeutet; wir erkennen und ahnen vielartige Störungen durch plutenische und vulkanische Ereignisse während des Verlaufes langer Perioden. — Zwar ist, im Vergleich zum Studium thierischer Reste, jenes der fossilen Pflanzen neu; erst im vorigen Jahrhundert fing man an, sich ernstlicher damit zu beschäftigen. Aber schon sind die Resultate höchst wichtig. Einmal haben wir den Beweis erlangt, daß es mit Entwicklung der Pflanzenwelt, im Verlauf der Erdrinde-Bildung, sich ungefähr eben so verhält, wie mit jener des Thierlebens. Zuerst traten, und zwar bei weitem in überwiegender Menge, Gewächse von sehr einfachem Bau auf; sie wurden verdrängt durch neue, ihnen fremde, vollkommene Pflanzen. Und solche Ereignisse wiederholten sich zu mehreren Malen. Eine andere, in geologischer Hinsicht noch bedeutungsvollere Ueberzeugung, welche die fossile Flora gewährte, ist: daß eine und dieselbe Pflanzen-Art nur höchst selten in zwei verschiedenen Gestein-Bildungen vorkommt, daß sie in zwei Formationen gefunden wird, welche durch eine, oder durch einige andere Ablagerungen geschieden sind*.

In großer Mannigfaltigkeit rief die Natur Pflanzen hervor, und unter den nämlichen Verhältnissen stets gleiche oder ähnliche. Pflanzen sind an den Boden gefesselt, der sie trägt, und vom Klima nicht unabhängig. Ohne besonders eingeweiht zu seyn in die Botanik, wird man kaum die Unterschiede übersehen, welche z. B. die gesammte Pflanzen-Welt am Ufer des Mittelländischen Meeres, oder an den Küsten von Nord-Frankreich wahrnehmen

* Mit besonderem Danke erkenne ich die mündlichen Belehrungen, und die handschriftlichen Mittheilungen, welche mir, für den Gegenstand, über den ich jetzt rede, vom Herrn Grafen Kaspar von Sternberg geworden sind.

läßt, ist Gelegenheit geboten, sie mit jener der Hochalpen, oder gewisser Gegenden Schwedens zu vergleichen. Ursprünglich befand sich jede Pflanze in ihrem eigenthümlichen Klima, in ihrem eigenthümlichen Boden. Aus der Aehnlichkeit gewisser urweltlicher Gewächse, mit denen, die jetzt in warmen Regionen zu finden sind, müssen wir den Schluß entnehmen, daß sie ihren vegetativen Kreislauf unter solchen atmosphärischen Bedingungen begonnen und beschloffen haben. Die frühesten Pflanzen wuchsen auf Inseln, zerstreut inmitten eines weithin ausgedehnten Meeres, Inseln, die das Wasser nur wenig überragt haben dürften. Heutigen Tages noch gedeihen Baum-artige Farenkräuter am besten unter sehr warmen und feuchten Himmelsstrichen. Beispiele gewähren die Südsee-Eilande.

Jene Pflanzen, deren fossile Ueberbleibsel uns beschäftigen, wuchsen meist da; sie wurden an den Stellen verschüttet, vergraben, verkohlt, versteinert, wo wir dieselben, so beschaffen, in den Erbtiefen treffen. Das vollkommene Erhaltenseyn zartester Formen sowohl, als die Umwandlung, welche aufrecht stehende Bäume erlitten (S. 580), gestatten kaum eine andere Erklärung. Man hat zwar eingewendet, es sey bekannt, daß namentlich der Golfstrom ganze Stämme, auch Saamen und Früchte, aus der heißen Zone bis zur Küste von Grönland schwemme, und daselbst absetze; auf ähnliche Art müßten Stämme und alle Farenkräuter des Steinkohlen-Gebirges aus heißen Erdstrichen herbeigeführt worden seyn. Allein Sie werden leicht einsehen, daß besonders zarte Pflanzen-Theile nicht Tausende von Meilen im Meeres-Wasser sich so unverfehrt würden erhalten haben, um vollkommene Abdrücke hinterlassen zu können, wie wir solche keineswegs selten finden. Dazu gesellt sich noch ein anderer Grund von Bedeutung und Interesse, auf welchen ich Sie aufmerksam machen muß. Bei Vergleichung der 250 oder 260 fossilen Pflanzen-Arten des

Steinkohlen-Gebirges sieht man, in den verschiedensten, mitunter weit von einander entlegenen, Gegenden, in Böhmen und Belgien, in England und zu St. Etienne unfern Lyon, in Canada und an der Bassins-Bai, meist die nämlichen Arten. Dieß kann in so weit nicht befremden, als auch die Pflanzenwelt der Gegenwart, bei ungefähr gleichen klimatischen Verhältnissen, sich überall ähnlich zeigt; aber wie wäre es denkbar: daß die nämlichen Pflanzen-Arten an den verschiedensten Stellen zusammengeschwemmt worden, wo sie jetzt, umgewandelt zu Steinkohlen, vergraben liegen?

Was den fossilen Zustand betrifft, so zeigen sich Gewächse und ihre Theile in allen verschiedenartigen Abstufungen, die wir in der vorhergehenden Vorlesung kennen lernten. Sie erscheinen eigentlich versteinert, in Abdrücken und nur wenig verändert. Dazu kommt noch eine Art des Seyns pflanzlicher Ueberbleibsel, die wir bei den Kohlen-Ablagerungen näher betrachten werden; Gewächse finden sich auch verkohlt. — Je nach dem einen, oder dem andern dieser Zustände, gewähren fossile vegetabilische Reste bald mehr, bald weniger sicheres Anhalten, was die Zurückführung derselben auf bestimmte Urbilder betrifft, oder überhaupt die Kenntniß ihrer vormaligen organischen Beschaffenheit. Das Studium fossiler Pflanzen ist, der Erforschung thierischer Ueberbleibsel verglichen, um Vieles schwieriger. Der Grund liegt darin, daß die zur Bestimmung wichtigeren, oft unentbehrlichen Theile, die höheren Organe der Gewächse, Blüthen und Saamen, in häufigen Fällen die kleinsten und zartesten sind, und bei weitem weniger fest, als Muscheln und Knochen; nur selten blieben sie in den Fels-Schichten gut erhalten. Holz, Rinde, Blätter-Gewebe, zeigen sich als die pflanzlichen Theile, auf welche wir uns meist beschränkt sehen, wenn versteinerte Gewächse mit noch lebenden verglichen werden sollen. —

Pilze und Flechten (Lichenen) kommen nicht fossil vor, obwohl letztere ohne Zweifel schon in den frühesten Weltzeiten vorhanden waren. Ihr zu weiches Wesen dürfte den Uebergang nicht gestattet haben; sie wurden eher zerstört, als petrificirt. Aus ähnlichen Gründen vermissen wir Moose; oder sie gehören wenigstens unter Versteinerungen zu den wahren Seltenheiten. Möglich ist indessen, daß Moose, die mit Farenkräutern — deren Ueberbleibsel in größter Häufigkeit sich finden — an den nämlichen Orten wuchsen, bei ihrer Umwandlung ganz unkenntlich wurden.

Betrachten wir fossile Pflanzen-Reste in der wahrscheinlichen Folge, wie ihre Urbilder geschaffen worden, so sehen wir uns auf drei große Perioden hingewiesen. Während der Dauer eines jeden dieser Zeiträume, blieben der Vegetation, womit die Erdoberfläche bekleidet war, ihre wesentlichen Merkmale. Aber die Umwälzungen, welche zu verschiedenen Zeiten, bald mehr, bald weniger rasch und gewaltthätig, das Aeußere der Erdrinde änderten, haben die jedesmalige Vegetation ganz, oder beinahe ganz zerstört; und nach solchen Zerstörungen begann stets wieder ein neues Pflanzenleben. Nichts deutet bei diesen petrificirten Ueberbleibseln aus einer Felschicht, aus der nämlichen Gesteins-Bank entnommen, auf allmälige Uebergänge der Gewächse einer Formation in die andere; wir sehen durchaus keine Bildungs-Abstufungen. Wohl aber gehören oft Pflanzen, in Schichten zweier, einander unmittelbar folgenden, Formationen enthalten, zu denselben Familien und Geschlechtern; sie zeigen zuweilen sogar große Arten-Ähnlichkeit.

Die drei Perioden, von denen ich redete, entsprechen dem Insel-Lande, dem Küsten-Lande und dem Festlande. Jede derselben weist uns auf eng begrenzte Aenderungen in der

Pflanzen = Welt hin; nur von einer Periode zur andern ist stets ein Sprung unverkennbar.

In der Periode, welche zunächst unserer Zeit sich anschließt, in der jüngsten, in der des Festlandes, deutet wenig auf klimatische Verschiedenheiten im Vergleich zur gegenwärtigen Ordnung der Dinge. Es sind meist die nämlichen, nach Familien und Geschlechtern höchst zahlreichen, Pflanzen, welche, heutigen Tages, in denselben Gegenden wachsen, wo ihre Ueberbleibsel in fossilem Zustande getroffen werden; so unter andern Blätter, Abdrücke, denen unserer Pappeln, Weiden und Ahorn = Bäume sehr ähnlich, nur den Arten nach abweichend. Uebrigens fehlt es nicht an Beweisen, daß in der Periode, wovon ich rede, die gleichzeitigen Floren verschiedener Länder bedeutend von einander abwichen. So stimmen, in Deutschland und Frankreich, die, von Schichten des Jurakalkes umschlossenen, fossilen Pflanzen = Reste, den Arten nach, an verschiedenen Fundstätten selten unter sich überein.

Im Gegensatz dieser neuesten pflanzlichen Periode, hat die älteste — ich bezeichnete sie Ihnen als die des Insel = Landes — im Ganzen wenig Mannigfaltiges. Die früheste Flora, welche die noch jugendliche Erd = Oberfläche bedeckte, war unter sich weit gleichförmiger, übereinstimmender, als die gegenwärtige; die Gestalten groß, aber ihr Bau sehr einfach. Es ähneln die Reste aus jener Zeit nicht den Gewächsen, welche noch in unserer Nähe leben; nach Gattungen und Arten finden wir vergleichbare Urbilder fast ohne Ausnahme nur unter fernem heißen Himmelsstrichen. Auf den Eilanden St. Helena und Ascension sind ähnliche Pflanzen heimisch; sie nähern sich der uralten Vegetation, im Allgemeinen aber werden dieselben um Vieles kleiner gefunden. Manche jener vorweltlichen Gewächse gelten als durchaus fremde Formen; sie schließen sich keiner Familie noch vorhandener

Pflanzen an. Als besonders bezeichnend erscheinen Baum-artige Faren, die Stämme mit zierlich gebildeten Schuppen bedeckt. Sie hatten, in der urweltlichen Flora, ein entschiedenes Uebergewicht über alle andere Gewächse. — Es verdient bemerkt zu werden, daß Antoine Jussien zuerst — 1718 — den Unterschied wahrnahm zwischen den fossilen vegetativen Resten in Steinkohlen-Ablagerungen und der Pflanzen-Welt heutiger Zeit. Dem berühmten Pariser Professor entging selbst keineswegs die überraschende Ähnlichkeit mit den Gewächsen der Tropenländer.

Zwischen beiden Perioden, von denen Sie hörten, zwischen jener des alten Insel-Landes und der des heutigen Festlandes erkennen wir, wie ich bereits gesagt, noch eine andere, der Bildung unserer Küstenländer entsprechend. In dieser *Mittel-Periode* war, das ergeben alle, aus derselben abstammenden, fossilen Ueberbleibsel, die Vegetation vielartiger, als im ältesten Zeitraume; es hatte schon Annäherung derselben zur neuesten Periode statt. Sehr allgemein verbreitet muß unter andern eine sonderbare, jetzt äußerst beschränkte Familie, die der Cycadeen, gewesen seyn. Gewisse Gesteine umschließen vorzugsweise aus dieser Mittel-Periode abstammende Reste von Land-Pflanzen, während in andern Ueberbleibsel von Meeres-Gewächsen enthalten sind; in manchen Gebirgsarten finden wir auch beide unter einander.

Es ist hier der Ort noch nicht, dieses Alles weiter anzuführen; beim Felsmassen-System gedenke ich Ihnen Näheres zu sagen.

Fünfzehnte Vorlesung.

Feuer-Gebilde. — Merkmale derselben im Gegensatze neptunischer Ablagerungen.
— Eingeschlossene Gesteins-Trümmer. Reibungs-Flächen.

Drei Merkmale bezeichnete ich Ihnen, als die wesentlichern, woran Gesteine sich erkennen lassen, welche aus Wasser niedergeschlagen, von Wasser abgesetzt werden. Ich sagte: neptunische Formationen hätten bestimmte Alters-Verhältnisse, sie wären geschichtet, sie führten Versteinerungen. Dieses Alles wurde in den vorhergehenden Vorlesungen weiter ausgeführt. Lassen Sie uns nun, im Gegensatze jener Wasser-Gebilde, die Feuer-Erzeugnisse betrachten und von ihren Unterscheidungs-Zeichen Kenntniß nehmen. Zuerst werde ich die allgemeinsten Gegensätze berühren. Die, auf feuerigem Wege entstandenen, Gesteinsmassen umschließen keine Versteinerungen, sie sind ungeschichtet, sie folgen einander nicht in bestimmter Alters-Reihe.

Ein Theil plutonischer Gebirgsarten muß schon aus dem Grunde frei von jeder Versteinerungs-Spur seyn, weil deren Bildung in die früheste Zeit fällt, in eine Zeit, wo weder Thiere noch Pflanzen vorhanden waren. Spätere plutonische Massen,

jene, die in unsern Tagen entstanden, deren Bildung noch fort-dauert — ich rede von Laven moderner Vulkane — stammen aus Tiefen ab, die nicht belebt sind. Dazu gesellt sich noch ein anderer Grund, der für ältere, wie für neuere Feuer-Erzeugnisse gleiche Bedeutung hat. Versanken nämlich thierische Theile, oder pflanzliche, in den feuerig-flüssigen Teig, der später zu Graniten, zu Porphyren, Basalten, oder Laven erstarrte, so würden Wesen der Art durch die Gluth zerstört, vernichtet worden seyn; denn ein solcher Teig war nicht geeignet, gleich einem schlammigen oder sandigen Absatz aus Wasser, Ueberbleibsel, wie die befragten in sich aufzunehmen, sie zu umschließen und den Wechsel der Substanz, den Versteinerungs-Proceß, vor sich gehen zu lassen. — Nun hat aber bei manchen Naturforschern hinsichtlich gewisser Feuer-Gebilde — die sie als neptunische Ablagerungen betrachten zu dürfen wähnten — die irrige Meinung sich erhalten, es umschloßen dieselben Petrefakten. So könnte Ihnen namentlich von Versteinerungen in Basalten, und selbst in Porphyren und Graniten, gesagt worden seyn. Wie es sich damit verhält, müssen Sie hören; zuvor sey bemerkt, daß Granite, Porphyre und Basalte, wie ich sogleich ausführlicher zu entwickeln habe, durch mehr und weniger geräumige Spalten den Erd-Tiefen entstiegen. Durchbrachen dieselben, beim Emporquellen zur Oberfläche, Versteinerungs-reiche Formationen irgend einer Art, so konnte es leicht geschehen, daß sie größere und kleinere Stücke von den Wänden jener Spalten losrissen, umwickelten und mit sich in die Höhe nahmen. Schichten-Bruchstücke der Art erscheinen nicht selten in dem Grade umgewandelt, daß sie unkenntlich geworden; so wurden die Täuschungen veranlaßt. Ich will mich für jezt darauf beschränken, drei Thatsachen anzuführen. Am Harze ist der Granit neuern Ursprungs, als die Granwacke (ein alter Sandstein, ein Conglomerat, das Petrefakten führt). Beim

Aufsteigen des Granites durch letztere Felsart umwickelte er Trümmer derselben; die Versteinerungen enthaltenden Grauwacke-Bruchstücke, wie sich solche unsern Harzburg im Granite eingebacken finden, sind zerborsten, mürbe und röthlich gefärbt. Im Porphyr der Tepliger Gegend sieht man Hornstein-artig gewordene Fragmente unreiner Kreide, des sogenannten Plänerkalkes, eingeschlossen; die Versteinerungen in derselben sind die nämlichen, welche die, vom aufgestiegenen Porphyr durchbrochenen, Plänerkalk-Schichten wahrnehmen lassen. Der Wartenberg bei Donaueschingen besteht aus Jurakalk-Lagen; durch diese hindurch ist ein Basalt-Gang hervorgetreten, welcher, allem Vermuthen nach, dem Berge seine isolirte Gestalt gab. Der Basalt umschließt viele Kopf-große, ziemlich harte Bruchstücke mit darin sitzenden Muscheln. Offenbar ist, sagt der Beobachter, Leopold von Buch, daß jene Fragmente vom Lias-Schiefer — einem thonigen Gestein, das unter den Jurakalk-Lagen auftritt — abgerissen, vom Basalt umwickelt, gehärtet und durch die Gang-Spalten mit hinauf an den Tag geschoben worden. — Auf ähnliche Weise verhält es sich mit allen Ueberbleibseln einer frühern Thier- oder Pflanzen-Welt, welche man in vulkanischen oder plutonischen Gesteinen eingeschlossen gefunden haben wollte. Daß von solchen organischen Einschlüssen, welche Basalt-Ströme mit ihren untersten Theilen sehr zufällig umwickelten, oder von jenen, die in vulkanischen Tuffen und Conglomeraten getroffen werden, nicht die Rede ist, bedarf wohl kaum der Erwähnung. So enthalten die tiefsten Theile eines Stromes basaltische Lava in Auvergne Süßwasser-Muscheln eingehüllt, die beträchtliche Umwandlung durch Gluth erlitten haben. Manche Laven, die dem *Pico de Teyde*, dem Vulkan auf Teneriffa, entströmten und das Meer erreichten, umschließen Muscheln und selbst in beträchtlicher Zahl. Es sind dieß Vorkommnisse, welche nicht befremden können; ja

wir wären im Gegentheil berechtigt, sie in größerer Häufigkeit zu erwarten, so namentlich in unmittelbarer Nähe thätiger Feuerberge, deren Fuß vom Meeres-Wasser bespült wird, und wo Conglomerate und Tuffe sich fortdauernd bilden, ferner bei submarinen Eruptionen, bei Ausbrüchen aus der Tiefe des Meeres-Bodens, wie solche seit der geschichtlichen Zeit im Griechischen Archipel, in der Nähe der Azoren und in andern Gegenden stattgehabt. Das Gleiche gilt von den Thier-Gebeinen, die in basaltischen Schlacken, und unter Strömen von Basalten, beim Dorfe *Saint-Privat*, nicht fern von *Le Puy im Velay* entdeckt worden.

Wenn ich vorhin sagte, daß Muscheln, oder überhaupt Thier- und Pflanzen-Theile, welche in den feuerig-flüssigen Teig emporgequollener plutonischer Massen fielen, durch die Gluth hätten zerstört, vernichtet werden müssen, und wir nun z. B. die in den eingeschlossenen Gestein-Bruchstücken vorhandenen Muscheln noch so wohl erhalten sehen, daß man sie erkennen kann, so steht diese Erfahrung mit jener Behauptung keineswegs im Widerspruche. Denn Muscheln, welche bereits in Versteinerungs-Zustand übergegangen, zudem auch von der Felsart umhüllt waren, mußten begreiflich durch die Gluth bei weitem weniger leiden. Und was die, in basaltischen, oder andern Laven eingewickelten Muscheln, so wie die thierischen Gebeine in den Schlacken betrifft, wovon die Rede gewesen, so ist nicht zu übersehen, daß, unter Umständen, wie die erwähnten, jene Feuer-Gebilde bereits einen Theil ihrer Wärme verloren hatten, sie konnten deßhalb auf die organischen Reste keineswegs mehr in dem Grade zerstörend einwirken, wie dieß früher der Fall gewesen seyn würde. Die erwähnten Thier-Ueberbleibsel von *Saint Privat*, Knochen von *Rhinoceros*, von der Hyäne und von mehreren Hirscharten, sind zwar meist zerbrochen, weiß, ungewöhnlich leicht und von auffallender Weichheit; aber

sie haben, wie es scheint, durch die Glnht vulkanischer Massen, mit welchen sie überdeckt worden, anßerdem wenig gelitten.

Feuer-Gebilde sind ungeschichtet. Aus Allem, was ich Ihnen über Schichtung sagte (S. 340), müssen Sie einsehen, daß dieses Phänomen, eine Folge der Entstehungs-Weise neptunischer Ablagerungen, den durch Schmelzung erzeugten, den gewaltsam emporgetriebenen, oder hervorgestoßenen, Fels-Massen nicht zustehen kann. Schichten-ähnliche Abtheilungen in Lagen dürfen nicht für wahre Schichten gelten. Wir haben manche plutonische Gesteine kennen zu lernen, die sehr deutliches Blätter-Gefüge zeigen, aber keineswegs eigentlich geschichtet sind.

Den neptunischen Gebilden verglichen, lassen plutonische und vulkanische, auch was ihre Lagerungs-Beziehungen betrifft, sehr denkwürdige und wichtige Unterschiede wahrnehmen. Im Gegensatz der erstern, die man, weil ihnen, wie schon erwähnt, gewisse Alters-Verhältnisse zustehen, auch als normale Felsmassen bezeichnet, verdienen letztere, mit vollem Rechte, die Benennung abnorme; denn ihr Auftreten hatte nicht in gewisser Alters-Folge statt, wenigstens waltete dabei keine allgemeine Regel, keine durchgreifende Norm. Gewisse plutonische Gesteine gehen — so weit unsere Kenntniß des Tiefsten der Erdrinde ein Urtheil gestattet — sämmtlichen neptunischen Formationen, was ihr Entstehen betrifft, voraus; älter als diese, gaben sie deren Grundlage ab. Andere plutonische Massen aber, und mitunter Gebilde, die jenen ältesten sehr ähnlich sind, stiegen im Vieles später empor; auch dürfen wir uns berechtigt achten, Wiederholungen solcher Ereignisse in mehr und weniger von einander entfernten Perioden anzunehmen. Gar manche plutonische und viele vulkanische Gebilde griffen störend ein in die Verhältnisse neptunischer Formationen. Es soll Ihnen dieses vollkommen verständlich, und durch Thatfachen belegt werden, wenn ich vom Bau unserer Erd-

rinde im Besondern handle. Für jetzt nur einige Beispiele. Ich betrachte das Tiefste jener Rinde, wie gesagt, als bestehend aus Lagen der ältesten plutonischen Gebirgsarten, und darüber die neptunische Reihe ihren Alters-Verhältnissen gemäß geordnet. Aus senkrechten, oder aus geneigten Spalten zwischen dieser zusammenhängenden Gestein = Decke, aus Räumen, deren Längen-Er Streckung und Breite höchst verschieden ist, und die durch jene tiefsten, das Erd-Innerste umschließenden, plutonischen Lagen hinabreichen, stieg feurig = flüssiger Felsarten = Teig empor. Heutigen Tages noch trägt sich dieß zu; ich verweise Sie auf die Laven des Vesuv, des Aetna und anderer Vulkane, deren Thätigkeit nicht erloschen ist, und sollte die bekannte Krater = Form jener Feuerberge Bedenken erregen, so habe ich Ihnen zu sagen, daß auf den Sandwich-Inseln die Laven aus breiten Spalten geschleudert werden. — Die eingebrungene, in den Spalten erstarrte, Masse nennt man einen Gang, und bezeichnet diese Gänge nach der verschiedenartigen Natur der Gesteine, woraus sie bestehen; so gibt es Granit-Gänge, Porphyr-Gänge, Basalt-Gänge u. s. w. Fig. 1 auf Taf. XIV stellt einen Porphyr-Gang dar, welcher, aus der Tiefe aufsteigend, die Thonschiefer = Schichten bei St. Agnes in Cornwall durchbrochen, und zwischen denselben sich erhoben hat; Fig. 2 zeigt den Basalt, wie er, unter ähnlichen Verhältnissen, eine Spalte im Jura = Kalk bei Hohen-Neussen in der Schwäbischen Alp anfüllt; in Fig. 3 sehen Sie Durchgänge jüngerer Granite durch ältere, und das Gang-artige Eindringen der erstern. Die letzte Thatsache ist aus der Nähe von Carlsbad entnommen; allein solche Erscheinungen gehören beinahe in allen Granit-Gebirgen zu den nicht seltenen, und finden sich namentlich auch bei Heidelberg sehr schön und deutlich. — Durch Bergmanns = Arbeiten ist dargethan worden, daß solche Gestein = Gänge gegen die Tiefe an Mächtigkeit

1.

2.

3.

zunehmen. Ihr unteres Ende ist nicht beobachtbar; sie sehen so tief nieder, als das Innere der Erdrinde bis jetzt aufgeschlossen worden. Die einzige Ausnahme ist, wo Räume der Art von oben mit feuerig-flüssigem Material erfüllt worden. Wir wissen, daß wenn offene Spalten, Klüfte, auf dem Wege sind, den ein Lavestrom nimmt, ein Theil desselben sich in die Weitung stürzt; so erfolgte Ausfüllung von oben. — In vielen Fällen drangen die, vom Feuer gebildeten, Felsarten, nachdem sie vorhandene Gestein-Lagen und Schichten durchbrochen hatten und durch dieselben emporgestiegen waren, darüber hinaus, sie traten als Fels-Rücken an Berg-Gehängen hervor, oder thürmten sich in Gestalten auf, welche Domen oder Kuppeln zu vergleichen sind, während sie, in noch andern Fällen, wie ein Tuch sich ausbreiteten. — Ich brauche wohl kaum hinzuzusetzen, daß der Erfüllung der Spalten ein Zerreißen, ein Auseinander-Treiben der Fels-Lagen voraus ging; nun drang die feuerig-flüssige Masse aufwärts in die Räume, welche entstanden waren, oder sie brach sich, durch eigene Kraft, die Spalten bei ihrem Emporsteigen. Manche Gänge verzweigten sich beim Aufsteigen, sie theilten sich in mehrere Aeste; bei noch andern hatten seitliche Einschiebungen statt, und diese erscheinen sodann wie Bänke zwischen den Schichten. — Um Mißverständnissen zu begegnen, muß ich noch beifügen, daß jene Spalten, oder Weitungen, wovon die Rede, nicht selten so mächtig waren, daß die, aus ihnen hervorgetretenen, Massen als weit erstreckte Bergreihen von gewaltiger Breite sich darstellen.

Zweier Phänomene habe ich, ehe wir weiter gehen, hier zu erwähnen, Phänomene, die Folgen des Aufgestiegenseyns abnormer Massen sind, welche damit auf das unmittelbarste zusammenhängen.

Abnorme Massen schließen sehr häufig Bruchstücke der von ihnen durchbrochenen Gesteine ein; es war von

diesem Umstande im Vorhergehenden bereits die Sprache. Solche Bruchstücke sieht man eingeschlossen mitten in Gestein-Gängen, häufiger jedoch nach ihrer Grenze hin gegen die durchsetzten Formationen. Sie sind von verschiedenster Größe, meist scharfkantig und frischetig, oder doch kaum merkbar abgerundet. Ihre Menge nimmt unmittelbar an der Grenze oft so zu, daß sie über die Masse des Ganges vorwalten, daß diese gleichsam nur das Bindemittel eines Trümmer-Gesteines abgibt.

Anderg sehr bemerkenswerthe Erscheinungen, von denen ich zu reden habe, sind die Gestein-Wände mit sogenannten Spiegeln oder Harnischen.

Beinahe sechsßig Jahre verstrichen, seit Murrith — ein Geistlicher, der nahe beim großen St. Bernhard lebte, ein eifriger Beobachter geologischer Phänomene, dessen Name unvergessen bleiben soll — den *Rocher poli* entdeckte; eine Felsmasse mit geschliffener Wand, so glatt, so glänzend, daß man sich darin, wie im Spiegel, besehen konnte. Durch Murrith wurde Saussure an Ort und Stelle geleitet. Der berühmte Alpenforscher fand — dieß ergibt seine Schilderung — nicht ohne sich freudig überrascht zu sehen, eine Thatsache, die ihm bis dahin fremd geblieben, und deren Bedeutung er sogleich erkannte. Saussure zählte den *Rocher poli* mit zu den Gegenständen, welche, in nächster Umgebung des Bernhards, als ganz besonders denkwürdig und geeignet wären, die Beachtung wandernder Natur-Freunde zu reizen. — Daß von Kunst hier nicht die Rede seyn könne, und ebenso wenig von Wirkungen herabgerollten quarzigen Sandes, oder niedergestürzter Eis-Massen, dieß war Saussures augenblickliche Ueberzeugung. Der erste Gedanke, beim Betrachten des seltsamen Phänomens sich darbietend, ist der, daß die Politur Folge gewaltsamer Reibung sey. Solche Ansicht erfaßte auch Saussure, bis er später, irre geleitet durch Streifen,

welche die geglättete Fläche seines *Rocher poli* bei genauer Untersuchung zeigte, an die Möglichkeit einer Krystallisirung im Großen glaubte.

Des Schweizer Geologen Winke, über Felsen von der Natur polirt, wurden wenig, oder vielmehr nicht beachtet; obwohl man ähnliche Erscheinungen an Erz = Gängen längst wahrgenommen hatte; die bezeichnenden Ausdrücke „Spiegel“, „Harnisch“, welche wir eben kennen gelernt, stammen aus der Bergmanns = Sprache. Da entdeckte ich, vor mehreren Jahren, zuerst im Odenwalde, und sodann in unmittelbarer Nähe von Heidelberg, Phänomene, die sich in jeder Hinsicht dem *Rocher poli* vergleichen lassen. Der körnige Kalk, der Marmor von Auerbach, die Granite am Neckarufer haben stellenweise vollkommen ebene, rauhe oder glatte, häufiger aber mit geradlinigen, Streifen, auch mit mehr und weniger tiefen Furchen versehene Flächen. Auf sehr unzweideutige Weise sieht man, daß jene Erscheinungen nur Folgen gewaltsamen Einwirkens aufgetriebener, in die Höhe geschobener, oder abwärts gesunkener Felsmassen seyn können. Die gestreiften, oder gefurchten Spiegel haben ganz das Aussehen von Flächen, welche durch Anreiben härterer Körper, in einer und der nämlichen Richtung, an gewissen Massen entstanden sind. Man nennt sie deshalb auch Reibungs =, oder Rutsch = Flächen. Brach der körnige Kalk von Auerbach, wie ich dieß aus Gründen anzunehmen geneigt bin, durch eine mächtige Spalte im Gneisse hervor; stiegen die jüngeren Granite bei Heidelberg durch Gang = artige Weitungen im ältern Granite an den Tag; so mußten die Wände der Räume, innerhalb deren das gewaltsame Ein = und Aufbringen aus der Tiefe statt hatte, geglättet werden, und ebenso die Wände der emporgedrungenen Gestein = Massen; auch das Gestreifte, das Gefurchte, ist leicht erklärbar. Räthselhafter bleibt die, zum Theil sehr vollendete, Politur, welche Ebenen der Art

nicht selten erlangten. Jeder kennt das Verfahren, wodurch auf Marmor, auf Spiegelglas, oder auf Metall-Platten, ebene Flächen hervorgerufen werden. Man reibt jene Massen so lange gegen andere, gleich harte Körper, während eine dritte härtere Substanz, in Pulverform, zwischen beide gebracht wird, bis, nach und nach, alle Unebenheiten verschwunden sind. Die, auf solche Weise dargestellte Fläche ist jedoch keine polirte; Politur tritt erst hervor, wenn man das Gebruete mit irgend einem, höchst fein zertheilten, Polir-Mittel auf Holz, Tuch u. s. w., je nach der verschiedenartigen Beschaffenheit der Masse, reibt. — Dürfen wir ein Zusammentreffen so vielseitiger Bedingungen annehmen bei Natur-Processen, wie jene, von denen ich rede? Fortdauernde Reibung die für Politur nothwendig scheint, ist beim Emporsteigen von Felsmassen nicht denkbar; das sehr häufige Gestreiftseyn der Flächen, die Furchen, welche sie bezeichnen, streiten durchaus gegen solche Annahme. Sollte nicht da, wo wir glatte „Rutsch-Flächen“ vor uns sehen, die zugleich hohe Politur zeigen — wenigstens in vielen Fällen — außer der mechanischen Reibung, auch Gluth mitgewirkt, sollten nicht „Spiegel“, wie diese, eine Art Verglasung erlitten haben? Was für solche Vermuthung spricht, ist der Umstand, daß nicht wenige gestreifte, oder gefurchte Reibungs-Flächen selbst in Vertiefungen sehr hohe Politur zeigen, daß sie, auch an vertieften Stellen, gleichsam wie mit glänzendem Schmelz bedeckt erscheinen. Dieß dürfte außerhalb der Grenze einer bloß mechanischen Entstehungs-Art der Spiegel liegen. — Ich übersehe nicht, daß durch kräftige Reibung, begleitet von starkem Drucke, gewisse Wärme hervorgerufen wird. Die Spuren, welche der eiserne Radschuh schwer beladener Wagen auf geneigtem Straßen-Pflaster hinterläßt — wahre Reibungs-Flächen — sind oft auffallend warm; aber Schmelzung, Verglasung tritt nie dabei ein. Die Gluth, welche beim Poliren von

Fels-Wänden mitwirkt, die sie zu Spiegeln, zu Harnischen umwandelte, muß demnach eine andere seyn, wenn wir nicht, bei der trockenen Reibung sehr gewaltsam und schnell bewegter Gestein-Massen, auch Schmelzung als möglich annehmen wollen.

Ich habe keineswegs die Absicht, das Phänomen der Reibungs-Flächen jetzt weiter zu verfolgen. Das Besprochene muß Sie überzeugen, daß jene Erscheinungen für uns zu den sehr beachtungswerthen gehören. Die Thatsachen liegen klar vor Augen; nur den Hergang wissen wir, nach allen seinen Beziehungen, noch nicht zu entziffern. Ja es scheint, bei dem sehr Mannigfaltigen möglicher Umstände, beim Verschiedenartigen der Felsmassen nach ihrer Härte, nach der Temperatur, welche denselben im Aufsteigen eigen war, nach dem Schnelligkeits-Grade, womit die Bewegung statt hatte — kaum eine Erklärung für alle Fälle möglich. Aber ich bitte, weisen Sie das Phänomen nicht zurück, weil es vom Alltäglichen abweicht, oder weil vielleicht eine lang genährte Natur-Ansicht dadurch gestört werden könnte. Sie Alle vermögen leicht durch eigenes Anschauen sich zu überzeugen, wenn Sie irgend ein Gebirge mit Aufmerksamkeit besuchen, ein Gebirge, wo plutonische Massen verschiedenen Alters neben einander, oder wo plutonische Gebilde zwischen neptunischen Ablagerungen, auftreten. Ist das Berg-Innere an den Grenzen jener Gesteine, an ihren Berührungs-Stellen, durch Natur oder Kunst angeschlossen, so werden Sie selten vergebens nach Reibungs-Flächen sich umsehen. Seit ich die Erfahrungen bei Auerbach an der Bergstraße, und vor den Thoren von Heidelberg, gemacht, habe ich ähnliche Erscheinungen an sehr vielen, nahe und fern gelegenen, Orten wahrgenommen. Am Donnersberge zeigen Porphyre, welche aus buntem Sandstein hervorbrachen, unser Phänomen. Die Dolerit-Laven des Kaiser-

stuhl-Gebirges im Breisgau sieht man hin und wieder mit glänzenden Harnischen von polirtem Magneteisen bedeckt. Unfern Schandau an der Elbe, dicht beim Wege, welcher zu dem, von allen Natur-Freunden besuchten, „Ruhstalle“ führt, fand ich, da wo Granit aus Sandstein hervortritt, die granitische Oberfläche, wie jene des sie begrenzenden Sandsteines, geglättet. — Alles dieses sind Reibungsflächen abnormer Gebilde unter sich, oder an normalen. Nun gibt es aber auch, obwohl, so weit unsere Erfahrungen reichen, weniger häufig, Reibungs-Flächen normaler Massen an normalen, wenn, wie z. B. bei der Kreide von Weinböhl unfern Meissen, größere Massen, kleine Bergstücke neptunischer Gebilde an einander hin- und hergeschoben wurden.

Ich muß mich noch bei einigen Erscheinungen aufhalten; es sind die Modifikationen, welche Reibungs-Flächen zeigen, je nach Art der Gesteine, und nach begleitenden Umständen, über welche ich reden will. Durch das gewaltige des Druckes erlangten geglättete Spiegel-Flächen nicht selten ein mehr oder weniger fremdartiges Ansehen. So ist der Quarz, der an und für sich, wie Sie wissen, sehr widerstrebende und schwer gestaltbare Stoff, durch Längsstreifung fast unkenntlich geworden. Mitunter sieht man auch jene Flächen zu einer thonigen Substanz aufgelöst. Bei Auerbach ist solches am Gneise wahrzunehmen; nur der körnige Kalk behielt, selbst in den Spiegeln, die hier von hoher Schönheit sind, seine gewöhnliche Beschaffenheit mehr bei. Zuweilen erlitt die Oberfläche aufgestiegener Massen gänzliche Umwandlung; sie wurde zu einem andern Mineral. Den Granit, welcher unfern Wunsiedel den körnigen Kalk durchbrach, sah ich mit ausgezeichneten, theils glatten, theils zart gestreiften, Spiegeln aus Serpentin- oder Speckstein-artiger Substanz bedeckt; den Heidelberger Sandsteinen ist eine dünne Feldspath-Kinde gleichsam angeschmolzen. Wir dürfen solche Erscheinungen nicht übersehen; auch sie sprechen

dafür, daß, wie ich oben angedeutet, außer der mechanischen Gewalt, noch andere Kräfte thätig gewesen, vermitteltst deren Wechselwirkung zwischen den aufgestiegenen plutonischen Massen und den von ihnen durchbrochenen Gebilden stattgefunden. Zum Schlusse möge eine bemerkenswerthe Thatsache nicht unerwähnt bleiben; sie schließt sich zunächst dem so eben Besprochenen an. Neptunische Felsarten, z. B. Sandsteine, zeigen sich, in unmittelbarer Nähe der Reibungs-Flächen, auffallend härter; man kann das Phänomen erlittener Umwandlung in mannigfaltigen Abstufungen verfolgen und ein gradweises Einwirken deutlich erkennen.

Ich besorge nicht, Sie zu ermüden, wenn wir für einige Augenblicke noch, bei dem Gegenstande verweilen. Es werden nämlich Reibungs-Flächen an Felsmassen gefunden, deren Entstehen auf andere Weise erklärbar ist. Von diesen will ich reden. Um möglichen Irrungen vorzubugen, scheint es nothwendig, daß ich jener Phänomene hier gedenke, daß ich Ihnen sage, wie man sich Rechenschaft davon zu geben habe.

Ohne Zweifel wissen Sie, daß in manchen unermesslichen Ebenen, fern von erhabenen Bergketten, theils abgeschieden durch weit erstreckte, tiefe Meeresarme, Felsblöcke getroffen werden, welche dem Boden, der sie trägt, durchaus fremd sind, deren Verpflanzung aus weit entlegenen Gebirgen, durch gewaltsame Katastrophen eigener Art erfolgt seyn muß. Diese Trümmer zeigen alle Größe-Grade. Sehr oft sind es Blöcke von erstaunenswürdigem Umfang; ihrer Form nach regellos; Kanten und Ecken nicht selten auffallend frisch. Bald liegen sie einzeln zerstreut, bald sehr gedrängt; hin und wieder auch, wie durch Giganten-Macht, übereinander gethürmt, zu kleinen Hügeln von seltener Gestalt gruppiert. — Ähnliche Erscheinungen sieht man im Alpen-Gebirge, in innern Thälern, wie auf den höchsten Rücken gewisser Berg-

Reihen. Granit-, Gneiß-, Glimmerschiefer-Blöcke spielen im Schweizer-Lande die vorzüglichsten Rollen; sie liegen auf Jurakalk- oder Kreide-Boden.

Lassen wir für jetzt eine umfassende Entwicklung der mannigfaltigen Ansichten bei Seiten, welche nach und nach aufgestellt worden, um Phänomene zu erklären, die durch ihre furchtbare Größe allgemeines Interesse weckten und wecken mußten. Außer Zweifel ist die nordische Abkunft jener Blöcke, die über den ganzen flachen Länderstrich von der Weser und Ems bis zur Dwina und Newa zerstreut liegen. Unter Mitwirkung mächtiger Eismassen, wurden sie durch Fluthen aus Scandinavien fortgeführt. Als eben so entschieden gilt, daß die, in den Alpen vorhandenen, Blöcke aus diesem Gebirge selbst stammen.

Weßhalb ich von Thatfachen rede, die scheinbar dem uns beschäftigenden Gegenstande sehr fern liegen? dieß sollen Sie sogleich hören. Es sind nicht jene Thatfachen an und für sich, denen ich Ihre Aufmerksamkeit zuwenden will, sondern nur gewisse mit denselben verbundene Erscheinungen.

An der ganzen Küste von Gothenburg bis Høgdal, und weiter bis zum südlichen Ende des Wenern-See's, beobachtete man, schon vor länger als vierzig Jahren, das Geglättete fester Gesteine; aber nur die, bestimmten Himmels-Regenden zugekehrten Hervorragungen erscheinen polirt, dem Uebrigen, das geschützt gegen Abreibung war, blieb seine Rauheit. Ebenso sind die höchsten Stellen granitischer Berge in mehreren Provinzen Schwedens, und längs der Grenze dieses Reiches mit Norwegen, durch Streifen und Furchen bezeichnet, die alle einer Richtung folgen. Nun weiß Jeder, daß Gebirgs-Ströme und Bäche, durch Steine, die sie mit sich führen, Felsen abreiben, welche in ihrem Bette anstehen. Bei Heidelberg ragen zahllose Granit-Massen aus dem Neckar hervor. Die niedern unter ihnen, jene, welche bloß

sichtbar werden, wenn der Fluß, bei anhaltender Sommer-Trockene, ungewöhnlich seicht ist, zeigen abgerundete, geglättete Oberflächen. Gehen wir von bekannten Erfahrungen, wie diese, aus, erwägen wir die Abstammung der Blöcke in der nordischen Ebene, so kann die Ursache polirter Felswände, gefurchter Hügel-Oberflächen in Schweden nicht wohl zweifelhaft bleiben. Auch weiß man, aus Beobachtungen in Polar-Gegenden angestellt, daß Fels-Blöcke, die, heutigen Tages noch, durch Meeresfluthen auf Eissfeldern fortgeführt werden, an ihrer Unterseite theils geglättet, theils gefurcht erscheinen, als seyen dieselben über Gestein-Trümmer, oder über Grus* hingeschleift worden. Beide Phänomene ergänzen einander; aber wir haben es mit Reibungen zu thun, die auf ganz andere Weise entstanden, wie jene, deren ich früher gedachte, und die wir als Folgen aus den Tiefen gewaltsam emporgestiegener plutonischer Felsmassen erkannten.

Noch interessanter für uns sind die abgeriebenen, die glatten Gestein-Oberflächen, welche man am Fuße der Schweizer-Alpen trifft, und bis hinauf zu den erhabensien Gebirgs-Rücken. Namentlich in Hochthälern, auf Alpenpässen im Gotthards-Gebirge, am St. Bernhard, an der Grimsel, am Simplon zeigen sich die Reibungs- und Glättungs-Spuren weit ausgedehnter und auffallender, als in untern Thaltiefen. — Welche Ursachen lagen, in diesem Falle, dem Phänomene zum Grunde? Ich will Sie nicht lange im Zweifel lassen. Man weiß, daß durch Gletscher die Felsen, welche mit ihnen in Berührung kommen, abgerieben, polirt werden. Indem Gletscher streben, sich auszudehnen, folgen dieselben allen Biegungen, allen Windungen der Felsen; gewaltsam

* So nennt man die, bis zu gewissen Graden zerfetzten Gesteine, namentlich Granite, Spenite u. s. w., deren einzelne Gemengtheile sich von einander trennen. Grus-lagen finden sich auf Gehängen und am Fuße vieler Gebirge verbreitet.

drängen sie sich in Vertiefungen und Höhlungen; sie glätten deren Oberfläche, selbst wenn diese eine abwärts gefehrte oder überhängende ist. Nun scheint jene wirkende Kraft, welche die Felsblöcke fortbewegte, die man in Alpen-Thälern und auf Alpen-Höhen findet, nach den schönen Untersuchungen des Waliser Geologen Venež — Untersuchungen, auf die ich später zurückkommen werde — keine Fluth gewesen zu seyn; sie wurde durch Gletscher ausgeübt; das von Schnee-Regionen niederstürzende Eis führte Gestein-Massen mit sich und ließ sie, nach dem Aufthauen, auf dem Boden zurück; die alpinischen Blöcke wären sonach Moränen alter Gletscher, ähnliche Schutthausen, wie wir solche jetzt noch am Fuße und an den Seiten von Gletschern zu sehen gewohnt sind.

Ziehen wir das Resultat der bisherigen Betrachtungen, so dürfen wir uns für berechtigt halten anzunehmen, daß dem Allgemeinen nach einander ähnliche Phänomene, wie, in den verschiedenen, zur Sprache gebrachten, Fällen, die geglätteten, die gereiften und gefurchten Oberflächen von Felsmassen es sind, durch sehr verschiedenartige Ursachen hervorgerufen werden können. Allein werfen Sie einen Blick zurück auf die im Vorhergehenden bei den Reibungs-Flächen angeführten Einzelheiten, vergleichen Sie sämmtliche mitgetheilte Erfahrungen, so ergeben sich nicht zu verkennende, und sehr gewichtige, Unterschiede. Abgesehen davon, daß die polirenden Wirkungen von Fluthen und Eismassen nur an der Oberfläche des Bodens stattfanden, jene von plutonischen Gebilden aber auf innere Räume der Erdrinde beschränkt blieben, so kann auch begreiflich bei erstern bloß von mechanischer Reibung die Rede seyn; alle Spuren von Schmelzung, von eingetretenen chemischen Aenderungen, wie ich Ihnen solche früher andeutete (S. 428), werden vermißt.

Sie haben gehört, wie abnorme Gebilde, im Gegensatz

der normalen, dadurch ausgezeichnet sind, daß sie keine Versteinerungen umschließen, daß sie nicht geschichtet erscheinen, und daß ihre Alter-Folge keine bestimmte ist. Wir lernten, in eingeschlossenen Bruchstücken und in Reibungs-Flächen denkwürdige Phänomene kennen, mit dem Aufsteigen jener Feuer-Erzeugnisse aus den Erdtiefen verbunden. Abnorme Gebilde haben jedoch noch andere eben so wichtige als interessante Merkmale, die sich zugleich als unmittelbarste Beweise ihres feuerigen Ursprunges bedeutend machen; von diesen soll in den nächsten Vorlesungen die Rede seyn.

Sechszehnte Vorlesung.

Massen-Beschaffenheit der Feuer-Erzeugnisse. Bildung von Mineralien durch Kunst. Erfahrungen bei Schmelz-Versuchen mit vulkanischen Gesteinen verschiedener Art. Aenderungen, welche plutonische Gesteine erleiden.

Es sind höchst wichtige Thatsachen, welche ich zu erörtern und mitzutheilen habe. Die Bildung von Mineral-Körpern auf dem Wege der Kunst, und Erfahrungen, welche über das Verhalten gewisser Gesteine, die als Feuer-Erzeugnisse gelten, durch Versuche erworben wurden, indem man solche schmolz und schnell, oder allmählig erkalten ließ. Beide verdienen ihre ungetheilte Aufmerksamkeit.

Was die Bildung künstlicher Mineralien betrifft, so haben Sie diese Phänomene keineswegs alle wie neue Entdeckungen zu betrachten. Seit langer Zeit waren gewisse Krystalle unter den Schlacken, unter den Glas-ähnlichen Abfällen bei Schmelz-Processen, beobachtet worden. Aber es erweckten jene Erscheinungen nicht die Theilnahme, welche ihnen gebührt. Unserm Jahrhundert gehören sämmtliche gründlichere Untersuchungen an, und besonders die jüngste Zeit lieferte genügende Aufklärung. Zahlreiche Experimente, die man, nicht ohne geringes Vergnügen, sich nach und nach mit einander zu einem Ganzen verbinden sah, gewähren jetzt schon sehr erwünschtes Anhalten, um manche

Hergänge beim Entstehen der Felsarten-Gemengtheile beurtheilen zu können; die Wissenschaft wurde vertrauter mit den Geheimnissen der Natur und lernte, auf diese Weise, einige ihrer verborgenen Operationen erklären.

Sehr viele plutonische und vulkanische Gebilde haben krystallinische Beschaffenheit; sie sind Aggregate, Hauswerke kleiner Krystalle und krystallinischer Theilchen, die in gewissen Verhältnissen mit einander vereinigt, an und in einander gefügt sind. Um krystallisiren zu können, müssen die Theilchen der Materie flüssig seyn; der Flüssigkeits-Zustand aber läßt sich durch Schmelzung, oder durch Auflösung herbeiführen. Dieß ist Ihnen aus unsern frühern Unterhaltungen bekannt. Von den meisten Mineralien, die in plutonischen und vulkanischen Fels-Gebilden als wesentliche, oder als sehr bezeichnende Gemengtheile anstreten, wußte man, daß sie mittelst künstlicher Hitze, auffallend umgewandelt werden. Feldspath und Glimmer, in allen granitischen, und in so vielen andern Gesteinen vorhanden, mögen als Beispiele dienen. In der Löthrohr-Flamme schmilzt Feldspath an den Ranten zu blasigem Glase; mancher Glimmer fließt nicht weniger leicht; Augit, ein wesentlicher Gemengtheil aller Laven, läßt sich, vor's Löthrohr gebracht, leicht zu Glas umwandeln. Diese und ähnliche Erfahrungen führten irrige Ansichten herbei. Man glaubte schließen zu dürfen: Substanzen, welche durch Einwirken der Gluth auf solche Weise verändert würden, könnten nicht wohl Feuer-Erzeugnisse seyn. Die Französische mineralogische Schule bezeichnete den Augit mit dem Namen *Pyroxène*. Dieses Wort ist zusammengesetzt aus dem Griechischen *pyr*, *pyros*, was so viel sagen will, als Feuer, und aus *xenos*, d. i. Fremdling. Dem Augit sollte sein Entstehen auf feuerigem Wege streitig gemacht, er sollte als Fremdling im vulkanischen Bereiche betrachtet werden. Durch den gewählten Ausdruck suchte man das

häufige Vorkommen des Minerals in Laven anzudeuten, zugleich auch, daß dasselbe nicht durch vulkanische Kräfte hervorgebracht worden. — Ich gedenke dieser Thatfache, weil, namentlich, was den Augit betrifft, die überzeugendsten Beweise feuerigen Ursprungs kund wurden.

Unter Umständen, wie die erwähnten, mußten Beobachtungen über Bildung gewisser Mineralien bei hüttenmännischen Processen — wo Metalle durch Schmelzen der Erze vom Gestein und von Schlacken sich absondern — höchst wichtig für die Geologie seyn. Dazu kamen überraschende Entdeckungen der Chemiker; es gelang, durch Zusammenschmelzen der Bestandtheile, der Elemente, wie man solche bei Zerlegungen gewisser Mineralien kennen gelernt, diese Substanzen darzustellen; auf feuerigem Wege, und bei sehr allmähligem Erkalten, erhielt man Mineralien mit krystallinischem Gefüge und von regelmäßiger Gestalt. Solche Bildungen stimmen — obwohl ein eigenthümliches Etwas die Kunst-Erzeugnisse von Naturwesen unterscheiden läßt — in ihren charakteristischen Merkmalen mit den natürlichen Körpern überein. So besteht das Ihnen bekannte Mineral, der Augit (S. 312), wie ich schon einige Male zu bemerken veranlaßt ward, wesentlich aus Kieselerde, Kalk- und Talkerde; mengt der Chemiker diese drei, von ihm dargestellten, Erden im richtigen Verhältnisse, und setzt sie im Kohlen-Tiegel dem Feuer eines Porzellan-Ofens aus, so fließt das Gemenge zu einer Masse, in welcher man, wenn sie abgekühlt ist, kleine Höhlungen findet, und in diesen die zierlichsten Augit-Krystalle von der bekannten Form (S. 315). — Man hat allerdings die Erfahrungen der Chemiker verdächtigen wollen. Es wurde eingeredet: die Kunst vermöge nie jene Kräfte wieder zu schaffen, die beim Entstehen natürlicher Verbindungen wirksam gewesen seyen: allein die dargestellten Augit-Krystalle beweisen, daß dieß ohne

Grund ist. Die Macht chemischer Wahl-Verwandtschaften (S. 106), welche beim künstlichen Verfahren, bei den Arbeiten des Chemikers, thätig ist, muß nicht weniger als eine natürliche gelten, wie jene, welche die Zusammensetzung chemischer Verbindungen in der Natur bedingen hilft.

Ich sagte Ihnen: bei Hütten-Proceßten würden Krystalle erzeugt, welche, nicht nur ihrer äußern Form nach, sondern auch was den chemischen Gehalt angeht, mit diesen oder jenen Mineralien übereinstimmen. Namentlich beim Aufschmelzen des Kupfers, bei Vereitung des Eisens ist dieß der Fall. Sollen Erze verschmolzen werden, so muß man sie in der Regel, um ihre Scheidung von verunreinigenden Stoffen zu bewirken, um ihren Fluß zu befördern, mit dem nöthigen „Zuschlag“ versehen, d. h. mit gewissen andern Mineralien zusammenbringen. Dieß Geschäft, wobei chemische Grundsätze und Erfahrungen leiten, heißt „Beschiebung“. Nun war aber die Beschiebung, bei jenen Schmelz-Proceßten, welche für uns, durch die wahrgenommenen Erscheinungen, besonders merkwürdig wurden, eine ganz gewöhnliche; folglich fanden sich in dem, in feuerig-flüssigen Zustand versetzten, Mineralien-Gemische, zufällig die Bestandtheile so zusammen, daß die Bildung gewisser Mineralkörper möglich wurde; es müssen demnach alle, zum Entstehen dieser Substanzen nothwendigen Bedingungen, alle begünstigenden Umstände, vorhanden gewesen seyn. Namentlich dürfte sehr langsames Erkalten als wesentliches Erforderniß gelten. Bei anhaltendem Glühen, in einer Hitze, die oft gar nicht hoch ist, wandeln sich gläserne Schlacken zu glanzlosen, erdigen, körnigen oder krystallinischen Massen um; die Schlacken enthalten, neben Haaren- und Nadeln-ähnlichen Bildungen, auch regelrechte Krystalle, welche, bei einem Schmelz-Verfahren, stets die nämlichen Formen zeigen, dieselben physikalischen und chemischen Merkmale. — Aber nicht immer

vereinigen sich alle nothwendigen Bedingungen, alle begünstigenden Umstände; daher ist es erklärbar, daß keineswegs bei allen Schmelz-Prozessen unsere Phänomene wahrgenommen werden.

Es dürfte für sie von Interesse seyn, einiges Nähere über solche künstlich gebildete Mineralien zu hören. Ich beschränke meine Mittheilungen auf diejenigen, welche, aus geologischem Gesichtspunkte betrachtet, besondere Wichtigkeit haben; darum will ich von diesen Kunst-Erzeugnissen nur Feldspath, Glimmer, Augit und Magneteisen zur Sprache bringen.

Feldspath-Krystalle — eine schöne Entdeckung des Herrn Berg-Probierers Heine in Eisleben — lieferte die Kupferhütte bei Sangerhausen in den letzten Jahren. „Erz- und Schiefer-Beschickung“, waren wie gewöhnlich gewesen. Was das sagen will, muß ich erläutern. Die Kupfer-haltigen Mineralien, welche man auf jener Hütte verschmilzt, erscheinen in der Natur im Gemenge mit Sand, Thon oder Kalk. Es sind die sogenannten „Sanderze“; das Kupfer findet sich darin stets durch Schwefel vererzt, als Kupferkies, Kupferglanz und Bunt-Kupfererz. Mit den Sanderzen werden Kupferschiefer verschmolzen; Gemenge oder Gemische aus mehr oder weniger kohlenaurer Kalterde, aus Thon- und Kiesel-erde, aus Kupferglanz und Bunt-Kupfererz. Solcher Beschickung pflegt man, um die Kiesel-erde beim Schmelz-Processe leichter und vollständiger aufzulösen, eine gewisse Quantität Flußspath zuzusehen. Ich durfte diese Einzelheiten nicht übergehen, um Ihnen das Phänomen recht deutlich werden zu lassen. — In der Natur vorkommende Feldspathe, ähnlich denen, welche die Sangerhäuser-Hütte als Kunst-Erzeugnisse liefert, bestehen wesentlich aus Kiesel-erde, Thonerde und Kali. In der Beschickung, wie wir solche kennen gelernt, waren die, zur Feldspath-Bildung nothwendige Kiesel- und Thonerde vorhanden; das Kali rührt ohne Zweifel von der Asche des

Fener-Materials, von der Holzkohle her. Die künstlichen Feldspath-Krystalle saßen an einer Seitenmauer des Hohofens, nahe über dem Schmelz-Punkte, theils in Drusen-artigen Räumen des sogenannten Ofenbruches, theils in Spalten geborstener Ofensteine. Aehnliche Feldspath-Gestalten haben u. a. die Granite der Mourne-Berge im nordöstlichen Ireland aufzuweisen, wo, was nicht häufig der Fall, die drei wesentlichen Gemengtheile, Feldspath, Quarz und Glimmer, in zierlichen Krystallen zu Drusen verbunden sind. Im Vorbeigehen will ich bemerken, daß jene Granite zu den schönsten gehören, die man kennt. — Vergleichen wir die Resultate chemischer Zerlegungen, welche mit den, durch Schmelz-Processe entstandenen, Feldspath-Krystallen angestellt wurden, und die Bestandtheile jener Feldspathe, die in der Natur am häufigsten verbreitet vorkommen, so zeigen sich die auffallendsten Uebereinstimmungen. Es wurde nämlich gefunden:

	in 100 Theilen künstlicher Feldspath-Krystalle:	in 100 Theilen natürlichen Feldspaths:
Kieselerde	61,5	61
Thonerde	19,2	20
Eisenoxyd	1,2	
Kalkerde	1,3	2
Kupferoxyd	0,2	
Kali	13,4	14

Der geringe Kupferoxyd-Gehalt im künstlichen Feldspath, so wie die nachgewiesenen Spuren einiger andern Erze, Mangan und Kobalt, sind in der Zusammensetzung des Schmelz-Materials zu suchen, und erklären zugleich den Umstand, daß künstliche Feldspath-Krystalle etwas größere Eigenschwere haben, als die natürlichen, und daß sie oft violettblau gefärbt erscheinen.

Ein anderer, häufiger und wesentlicher, Gemengtheil plutonischer Gesteine, der Glimmer, wurde bei Hütten-Processen, wie solche zu alter Zeit in Schweden bräuchlich waren, künstlich

gebildet. In den Schlacken-Halden beim Schlosse Garpenberg in Dalekarlien finden sich Blättchen dieses künstlichen Glimmers von mehreren Zoll Größe, auch kommen, in Drusenräumen der Schlacken, sechsseitige Säulen-Krystalle vor. Künstlicher Glimmer trägt ganz das Aussehen des natürlichen, hat alle physischen Eigenthümlichkeiten desselben, und seine chemische Zusammensetzung stimmt im nämlichen Grade damit überein, wie solches beim künstlichen und natürlichen Feldspathe der Fall.

Ferner wird Augit bei Schmelzungen erzeugt. Ueber die geologische Wichtigkeit dieses Minerals, über die denkwürdige Art seines Erscheinens, seines Vorkommens bei noch thätigen Feuerbergen habe ich geredet (S. 312). Die Produkte erloschener Vulkanen enthalten die Substanz in nicht geringerer Menge. So sind, um nur eine Thatfache anzuführen, am Kaiserstuhle — eine Berggruppe im Breisgau, die, dem Rheine parallel, auf einige Stunden weit sich erstreckt — Augite häufiger verbreitet, als vielleicht irgendwo in Deutschland. Man findet sie überall den, an Masse-Beschaffenheit und Farbe so auffallend von einander abweichenden, Gesteinen eingemengt. — Von eigenem Interesse, und entscheidend für den vulkanischen Ursprung, sind die Beweise des Entstehens der Augite im Laven-Teige, oder vielmehr der Ausscheidung augitischer Krystalle aus demselben, während er noch in fenerig-flüssigem Zustande sich befunden. Und eben so wichtig haben wir Phänomene zu erachten, welche in *Torre del Greco* bei der Vesuvischen Eruption von 1794 beobachtet wurden. Der Lavenstrom nahm seinen Lauf durch die Stadt, und setzte, im Innern eines der Häuser, an den Mauern Augit-Krystalle in Menge ab. — Was nun die Bildung von Augit auf künstlichem Wege betrifft, so hat Mitscherlich gezeigt, daß beim Kupfer-Schmelzen in Falun Schlacken entstehen, die, wenn sie allmählig erkalten, krystallisiren, und zwar genau in derselben Form, wie solche dem

Mineral eigen ist, wenn es in Laven oder in Basalten vorkommt (S. 314 und 315). Auf welche Art Chemiker in ihren Laboratorien Mugit-Krystalle, aus den Elementar-Stoffen darzustellen vermögen, hörten Sie bereits (S. 436). — Was nicht von Ihnen übersehen werden darf, ist, daß bei den, von Hütten-Processen herrührenden, Schlacken, welche Mugit-Krystalle liefern, nie Hornblende-Krystalle gefunden werden. Und dennoch stimmen beide Mineralien, Mugit und Hornblende, dieß wissen Sie, im Wesentlichen ihrer chemischen Zusammensetzung sehr überein (S. 315). Es scheint demnach, daß, wenn Hornblende-Formen sich bilden sollen, eine noch mehr allmälige Abkühlung des Geschmolzenen nothwendig sey, als dieß bei künstlichen Mugiten der Fall. Solches ergibt sich auch daraus, daß wenn man Hornblende schmilzt, sie zu Krystallen erstarrt, welche die Formen des Mugits haben.

Endlich nannte ich Ihnen das Magneteisen als künstliches Erzeugniß. Krystalle dieser Substanz entstehen beim Schmelzen gewisser Eisenerze, auch beim „Rösten“ derselben, d. h. wenn sie, um manche ihrer Bestandtheile zu verflüchtigen, unter Luft-Zutritt einer hohen Temperatur ausgesetzt werden. Röstungs-Methoden, wie solche namentlich in früherer Zeit in Schweden üblich waren, lieferten sehr reine und scharf ausgebildete regelmäßige Magneteisen-Oktäeder (S. 317), von natürlichen nur dadurch zu unterscheiden, daß sie oft Treppen-förmig eingefallene Flächen haben. Neuerdings hat man beim Eisenschmelzen in *Châtillon sur Seine*, sehr schöne Magneteisen-Krystalle erhalten, Oktäeder, Oktäeder mit abgestumpften Kanten, Rauten-Dodekaeder u. s. w.

Zum Schlusse will ich bemerken, wie es der Beachtung von Hüttenmännern und Geologen keineswegs entgangen war, daß manche Schlacken beinahe das Aussehen von Quarz haben.

Wenn nämlich beim Hohofen-Betrieb das, zum Guß bestimmte, Eisen länger als gewöhnlich im Heerde bleibt, folglich die, dasselbe umgebende, Schlacken anhaltend der Hitze ausgesetzt sind, so bildet sich eine höchst dichte, splitterigem Quarze nahe kommende, Masse, in welcher man blasige Räume, Weitungen bemerkt, die sechsseitige Säulen-Krystalle, aus Schlacken-Substanz bestehend, enthalten. — Daß Kiesel-erde, welche den reinsten Quarz, den wasserklaren Bergkrystall, zusammensetzt, unter hüttenmännischen Produkten vorkommt, ist für Sie nicht neu (S. 243). Ich habe bereits der weißen oder graulichen, Seiden-glänzenden, zart-faserigen Gebilde gedacht, welche, bei Eisen-Schmelz-Processen, unter andern am Harze, nicht selten erhalten werden. Sie besitzen alle Eigenschaften reiner Kiesel-erde. Was die äußern Gestalten jener Gebilde betrifft, so erscheinen sie als Kugeln, auch traubig oder Nieren-förmig. In sämmtlichen Hohöfen, wo künstliche Kiesel-erde bis jetzt gefunden wurde, verschmilzt man übriggens kieselige Eisenerze.

So weit unsere Betrachtungen, die, bei Schmelz-Processen erzeugt werden, Mineralien betreffend. Von gar manchen, durch Kunst, vermittelt des Feuers, oder auf andere Weise gebildeten, Mineralien wird im Verfolg die Rede seyn.

Ich wende mich nun zu den Erfahrungen, welche man durch Schmelz-Versuche mit vulkanischen Gesteinen verschiedener Art erworben.

Die Behauptung: Granite, Porphyre u. s. w. hätten sich einst, in den Erdtiefen, im Zustande vollkommener Schmelzung befunden, mußte, als sie aufgestellt wurde, sehr lebhafte Einreden und Widersprüche erfahren. Man glaubte die Struktur jener Felsmassen, ihre körnige Beschaffenheit, ihr, im Allgemeinen Stein-ähnliches Wesen, stehe im Widerspruche mit jener Behauptung; und dieß um so mehr, da solche Felsarten, werden sie der

Schmelzung unterworfen, stets, bald in höheren, bald in geringern Graden, glasiges Aussehen annahmen, oder selbst vollkommenes Glas lieferten. Einwürfe, wie diese, verlieren jedoch sehr an Gewicht, wenn man die besondern Umstände beachtet, unter denen, der plutonischen Theorie zu Folge, die Thätigkeit der Hitze beim Entstehen jener Gesteine angenommen wird; denn das Geschmolzene erkaltete sehr allmählig, und meist unter gewaltigem Drucke übergelagerter Felsmassen. Ehe man sich mit der Natur der Laven, die von heutigen Tages thätigen Vulkanen ergossen werden, vertrauter gemacht, ehe man die Ueberzeugung erlangt hatte, daß Laven keineswegs immer schlackige Gebilde sind, sondern im Gegentheil krySTALLINISCH-körnige Gemenge verschiedenartiger Mineralien, waren Einreden und Zweifel, wie die, welche ich Ihnen andeutete, verzeihlich. Durch James Hall's Versuche — Sie lernten den scharfsinnigen Englischen Chemiker kennen, als wir von den bedingenden Ursachen der Schichten-Biegung und Aufrichtung sprachen (S. 557) — wurden jene Einwürfe zum größten Theil beseitigt, die angeregten Zweifel aufgeklärt. Hall zeigte, daß man, je nach der verschiedenen Art des Uebergangs feurig-flüssiger Massen in festen Zustand, d. h. je nach ihrer mehr oder weniger allmählichen Abkühlung, aus geschmolzenen Laven bald Gläser, bald steinigte Gebilde mit körnigem, mit krySTALLINISCHEM Gefüge erhalten könne. Durchs Experiment führte er den Beweis, daß die Beschaffenheit der, auf feuerigem Wege entstandenen, Gesteine, nachdem solche schneller oder langsamer erkalteten, bedeutende Aenderungen erlitten habe. Die bestimmte Absonderung der einzelnen Gemengtheile einer plutonischen Felsmasse von einander, die höhern oder geringern Grade von KrySTALLISIRUNG derselben, das eigenthümliche Gefüge, welches dadurch entsteht, — alle diese Merkmale müssen als Folgen

444 Einfluß von Elektricität bei Krystall-Bildungen.

langsamem Erstarren gelte. Hall's Versuche, die später von andern wiederholt und bestätigt wurden, sind zu schön, zu wichtig, als daß ich Ihnen dieselben nicht mit wenigen Worten schildern sollte. Er setzte Laven vom Aetna und von Isländischen Vulkanen in Schmelztiegeln einer heftigen Ofengluth aus. Nach kurzem Zeit-Verlauf waren die Bruchstücke geschoffen und wallten stark auf. Schnell abgekühlt, lieferten sie schwarzes Glas; bei allmählichem Erkalten aber erhielt man krystallinische Massen, im Bruche rauh und körnig, mit zahllosen schimmernden Blättchen durchmengt, und in den Blasenräumen hatten sich kleine Krystalle gebildet.

Sie sehen aus dem Vorgetragenen, daß die Erfahrungen, welche künstliche Mineral-Bildungen geliefert, so wie die Schmelz-Versuche mit Laven, uns über Massen-Beschaffenheit und Zusammensetzungs-Art der Gemengtheile beim Entstehen plutonischer und vulkanischer Gesteine viel Aufklärung gewährten. Sie lösten jedoch das Räthsel keineswegs vollständig; denn manche Bedingungen müssen bei jenen Natur-Proceß eintreten seyn, manche Umstände obgewaltet, gewisse Kräfte gewirkt haben, welche uns noch unbekannt sind. Die neuesten Entdeckungen in Beziehung auf Elektricität, und deren Einfluß bei Krystall-Bildungen, haben für das früher Ausgesprochene (S. 95 und 96) sehr erfreuliche Belege geliefert. Was bis jetzt durch Schmelzung nicht gelungen: Quarz-Krystalle auf künstlichem Wege entstehen zu lassen, das wurde vermittelst elektrischer Batterien und galvanischer Apparate ausgeführt. Herr Andrew Croße — ein Britte, der literarischen Welt früher unbekannt — ist, durch Versuche die er, mit Volta'schen Batterien, mit Elektrisir-Maschinen von höchster Vollkommenheit und von ungewöhnlicher Größe, angestellt, zu eben so überraschenden als wichtigen Resultaten gelangt. Aus gepulvertem Fenerstein, den man einer Vorrichtung aussetzte,

welche, ein ganzes Jahr hindurch, in fortwährender Thätigkeit verblieb, und so die sehr allmählig wirkenden natürlichen Kräfte nachahmte, bildeten sich Quarz-Krystalle rund um den positiven Pol. Ich theile diese, beim Englischen Gelehrten-Verein zu Brighton im August 1836, bekannt gewordene, interessante Beobachtung mit, ohne, was für den Augenblick kaum möglich, daran weitere Bemerkungen zu knüpfen. Herrn Croße's Versuche, die auf Schmelzung und Verflüchtigung verschiedener Metalle und anderer Stoffe ausgedehnt wurden, beweisen, was man vom Einflusse langsam, gleichmäßig und anhaltend thätiger elektrischer Kräfte zu erwarten habe.

Ehe wir uns der Betrachtung anderer Eigenschaften plutonischer und vulkanischer Fels-Gebilde zuwenden, nur eine Bemerkung noch, eine Andeutung, die ich hier einzuschalten für nothwendig erachte, um vorläufig schon Mißverständnissen zu begegnen, und Zweifel, welche entstehen könnten, zu beseitigen.

Manche jener Feuer-Erzeugnisse, die sie kennen zu lernen haben, entsprechen dem Bilde nicht, das ich Ihnen entworfen; sie sind unkrystallinisch, erdig, auch keine Spur erlittener Schmelzung ist scheinbar daran wahrzunehmen. Wie verhält es sich mit diesen? — Hören Sie meine Erklärung.

Alle Gesteine, welche Feuer-Erzeugnisse sind, blieben keineswegs das, was sie ursprünglich waren; viele unter ihnen dürften selbst das Ziel ihrer Ausbildung nicht erreicht haben. Störende Gewalten griffen ein; das kaum Entstandene konnte wieder umgewandelt, das sich eben Bildende mannigfaltig, und in auffallender Weise verändert werden. Um Ihnen das Gesagte zu erläutern, und zugleich als einleuchtenden Beweis dafür, erinnere ich Sie an bekannte Thatsachen, an die Dämpfe, wovon alle vulkanischen Ereignisse, bald mehr, bald weniger häufig begleitet zu seyn pflegen. Sie wissen, daß diese Dämpfe sehr oft mit Säuren

beladen, und folglich fähig sind, auf Gestein-Massen, die sie durchdringen, je nach deren verschiedenartigen Natur, zersehend einzuwirken. Warum sollte das, was heutiges Tages, unter den Augen des Beobachters sich zuträgt, nicht auch in der Frühzeit des Planeten stattgefunden haben? — Laven von feinkörnig-krySTALLISCHER grauer Grundmasse, ganz erfüllt mit glänzenden Feldspath-KrySTALLen, werden durch, aus den Tiefen aufgestiegene, und sie durchbringende, schwefelig-saure Dämpfe erdig; sie verbbleichen, ihre Farbe wandelt sich zu einem lichten Gelben oder Weißen; von Feldspath-KrySTALLen ist oft keine Spur mehr zu sehen. Die Solfatara bei Pozzuoli, unsern Neapel, hat solche Erscheinungen fortdauernd aufzuweisen. Das Material, woraus plutonische Gesteine bestehen, war in den Erdtiefen feuerig-flüssig. Entweder quoll es, in solchem Zustande, durch Spalten empor, es wurde in die Höhe gedrängt, oder, wenn es bereits fester geworden, aufwärts gestoßen. Sollten wir nicht anzunehmen berechtigt seyn, daß, gleichzeitig mit solchen Katastrophen, oder später, Dämpfe hervorbrachen, durch welche die sich bildenden, oder die schon gebildeten, Gesteine Aenderungen ihrer Massen-Beschaffenheit erlitten? So würde, mit ziemlicher Evidenz, das erdige Wesen nicht weniger plutonischer Gebirgsarten erklärbar, so erhielten wir Aufschluß über die Natur mancher Fels-Gebilde, wovon unsere Begriffe bis jetzt sehr unbestimmt und schwankend gewesen.

Erlassen Sie mir für den Augenblick die weitere Ausföhrung. Es muß dieselbe belehrender für Sie werden, wenn ich bei Ihnen Allen genauere Bekanntschaft mit der Natur der verschiedenen Gesteine voraussetzen darf; alsdann will ich versuchen, tiefer in den interessanten Gegenstand einzudringen.

Inhalts = Uebersicht

des

e r s t e n B a n d e s.

Erste Vorlesung. Hülfss-Quellen der Geologie (11).

Aufschlüsse, durch Bergbau gewährt (12).

Besuch von Bergwerken (13). Bergmanns-Sitten (15).
Ursprung des Bergbaus (17). Auffinden von Erzen (18).
Wünschelruthe (20). Schürfen. Ueberröschchen (21).
Stollen. Schachte (22). Fahrten. Treppen (23). Fahrt
auf dem Knebel, in Tonnen und in Rollwagen (24).
Halben. Gesenke. Strecken (27). Andreasberger Gruben
(28). Markscheiden (31). Tagebaue (32). Gruben-
Beleuchtung (34). Sicherung der Gruben gegen Ein-
sturz. Pingen (35). Bergbau unter dem Meere (36).
Gruben-Wetter (39). Gefahren durch Wasser (40). Erd-
beben in Gruben verspürt (42). Bergbau in Alpen-
Höhen (43). Festigkeit der Gesteine (45). Arbeit mit
der Keilhaue (46). Schlägel- und Eisen-Arbeit (47).
Feuer-Sehen (48). Spreng-Arbeit (49). Tiefe der
Gruben (50). Unterirdische Straßen (53). Sprengen
von Bahnbahnen in Strömen (55).

Zweite Vorlesung. Hülfswissenschaften der Geologie (56).

Physik. Chemie. Mineralogie (57).

Verschiedenartiger Körper-Zustand (59). Ausdehnung. Schwere (60). Specifisches Gewicht (61). Trägheit. Porosität. Härte (62). Sprödigkeit. Elasticität (63).

Unwägbare Stoffe (64).

Licht (65). Durchsichtigkeit der Mineralien (66). Farbe und Glanz (67). Phosphoreszenz (68).

Wärme. Hitze. Brennen. Feuer (68). Wärmestoff-Temperatur (69). Wärme-Entwicklung (70). Hauptquelle der Wärme ist die Sonne (71). Ausstrahlen der Wärme (71). Gebundene und freie Wärme. Wärmefähigkeit (72). Wärmeleiter (73). Ausdehnung durch Wärme (77). Wärme-Messer (78). Löthrohr (82).

Elektricität (83). Leiter. Nichtleiter. Isolirung (85). Anziehen und Abstoßen (86). Entgegengesetzte Elektricitäten (86). Elektricität durch Druck, Erhitzung u. s. w. (87).

Galvanismus (87).

Magnetismus (88). Erregung magnetischer Kraft (90). Kompaß. Magnetische Pole (91). Abweichung der Magnetnadel (92).

Thermo-Magnetismus (93).

Einfluß von Licht, Wärme u. s. w. auf geologische Phänomene (95).

Dritte Vorlesung. Chemische Thatsachen (96).

Elemente (96). Begriff derselben (98). Sechszehn Elemente nahmen wesentlichen Antheil an Zusammensetzung der festen Erdrinde (98).

Chemische Verbindungen (99).

Cohäsion (100). Adhäsion (101).

Chemische Anziehung (102). Affinität (104).

Auflösung (105).

Wahl-Verwandtschaft (106).

Gase (109).

Sauerstoff (112). Wasserstoff (113). Vorkommen von Wasserstoff-Gas. Feuerbrunnen (115). Stickstoff (116). Kohlenstoff (117).

Schwefel (118). Geologische Wichtigkeit des Schwefels (119). Aus Kratern und Laven-Spalten aufsteigende Schwefel-Dämpfe (119). Schwefel als Vererzungsmittel (120). Vorkommen reinen Schwefels (120). Schwefel von Quellen abgeseht (121). Schwefel im Pflanzen- und Thierreiche (121).

Chlor (122). Chlorgas (122).

Fluor (123).

Phosphor (123).

Vierte Vorlesung. Metalle (125).

Eigenschaften gediegener Metalle (127).

Erde-Metalle. Silicium. Aluminium. Magnium (131).

Alkali-Metalle. Kalium. Natrium. Calcium (132).

Eisen und Mangan sind unter den schweren Metallen die geologisch-wichtigern (132).

Eisen (132). Eigenschaften reinen Eisens (133). Meteoreisen (133). Geologische Wichtigkeit des Eisens (140).

Technische Wichtigkeit des Eisens (141). Stahl (144).

Mangan, wird nicht gediegen gefunden, ist jedoch in geologischer Hinsicht bedeutend (146).

Eigenschaften anderer gediegener Metalle (147).

Gold (147). Eigenschaften (148). Vorkommen (149).

Anwendung (150).

Geographische Verbreitung edler Metalle (151).

Silber (154). Eigenschaft (155). Anwendung (156).

Kupfer (157). Merkmale und Vorkommen (158). Anwendung (159).

Quecksilber (160). Blei (163). Arsenik (165).

Antimon (166). Wismuth (167). Tellur (168).

Platin (169). Palladium und Osmium-Iridium (172).

Fünfte Vorlesung. Luft und Wasser (173).

Verbindungen der Elemente unter sich (173).

Physikalische Eigenschaften der Luft (174). Chemische Natur derselben (176). Unterirdische Luft (179). Chemische Natur des Wassers (185). Wasserdampf (187). Gewalt gefrierenden Wassers (189). Geologische Wichtigkeit des Wassers (191).

Sechste Vorlesung. Verbindungen von Gasen unter sich und mit andern Elementen (193).

Kohlen-saures Gas (194). Entstehen desselben (197). Moseten (200). Hundsgrötte (201).

Kohlen-Wasserstoff-Gas (204). Ausströmen desselben an der Oberfläche und in Tiefen, ewiges Feuer, schlagende Wetter u. s. w. (205). Künstliche Darstellung des Gases und Gas-Erleuchtung (210). Luft- oder Schlamm-Vulkane (212).

Schwefel-Wasserstoff-Gas (216).

Phosphor-Wasserstoff-Gas (218).

Salz-saures und schwefelig-saures Gas (219).

Siebente Vorlesung. Säuren. Alkalien. Salze (220).

Begriff von Säuren (220).

Schwefelsäure und schwefelige Säuren (221).

Vorkommen in Dämpfen und in Wassern (222).

Salpetersäure (224).

Phosphorsäure (224).

Ehlor-Wasserstoff-Säure (225).

Wichtigkeit der Säuren als Reagentien (226).

Begriff der Alkalien (227).

Kali (228).

Natron (229). Kohlen-saures Natron. Natron-See'n (231). Natron- und Kali-Salpeter (233). Kochsalz. Seesalz (236).

Lithon (238).

Ammoniak (238).

Achte Vorlesung. Erden und Erze (240).

Erden. Chemische Natur derselben (241).

Kieselerde. Eigenschaften und geologische Wichtigkeit (242). Vorkommen reiner Kieselerde (243).

Kalkerde. Geologische Wichtigkeit (246). Vorkommen

Kohlensaurer Kalkerde (247). Eigenschaften reiner Kalkerde (248). Ursprung kalkiger Gesteine.

Thonerde. Geologische Wichtigkeit (250). Bildung von Thonen (251). Eigenschaften reiner Thonerde (255).

Eisenerde. Geologische Wichtigkeit (254). Vorkommen in der Natur (255).

Erze. Begriff (256). Metall-Dryde (257). Metalle mit Schwefel verbunden (260). Metall-Dryde mit Säuren verbunden (262).

Neunte Vorlesung. „Wachsen heutiges Tages noch Steine?“

Begriff von Gesteinen (266). Neptunische, plutonische, vulkanische Gesteine (267).

Erzeugnisse des Wassers (269). Bildungen von Quellen (269). Ueberrindende Wasser. Karlsbad (271).

Vesuvium. Terni. Tivoli (272). Kalt-Tropfsteine (276).

Travertin. Kalktuff. Kalkfinter (279). Erbsenstein (280).

Kalkstein vom Meere abgesetzt (281). Neue Gyps-Bildungen (282). Sandsteine vom Meere abgesetzt (284).

Gesteine, heutiges Tages noch auf vulkanischem Wege entstehend (285).

Neue Mineral-Bildungen anderer Art (286).

Zehnte Vorlesung. Einfache und gemengte Gesteine.

Geologisch wichtige Mineralien.

Einfache Gesteine (289). Gemengte oder ungleichartige Gesteine. Porphyre. Conglomerate (290).

Geologisch wichtige Mineralien (291).

Gestalten der Mineralien (292). Krystalle (293). Andere Mineralien-Formen (295).

Quarz (296). Bergkrystall (299). Gemeiner Quarz (300).

Feldspathige Substanzen (301). Feldspath (303).

Albit (306). Labrador (307).

Glimmer (308). Talk und Chlorit (309).

Anwendung von Quarz, Feldspath und Glimmer (310).

Mugit und Hornblende (312).

Magneteisen (316). Titaneisen (318).

Eisenglanz. Eisenspath. Granat (319).

Kalkige Substanzen. Dichte Kalksteine (320). Kalkspath (321). Körniger Kalk, Dolomit, Bitterspath (325). Gyps (326). — Gebrauch von Kalk und Gyps gemacht (329).

Steinsalz, Stein- und Braunkohle (331).

Elfte Vorlesung. Die Gesteine nach Masse und Gefüge betrachtet. Lagerung der Felsarten. Merkmale neptunischer Gebilde und Altersfolge derselben.

Scheinbar gleichartige Gesteine (333).

Gefüge der Gesteine (335).

Lagerung der Gesteine (336).

Altersfolge neptunischer Gebilde (338).

Zwölfte Vorlesung. Schichtung.

Entstehen der Schichten (341).

Thier-Fährten auf Schichten (342).

Hangendes und Liegendes der Schichten (349).

Mächtigkeit, Streichen und Fallen der Schichten (350).

Emporgehobene Schichten (352). Aufgerichtete Kreide-

Schichten (354). Aufgerichtete Thon-Schichten (355).

Gehobene Steinkohlen-Lagen (356). Schichten-Hebungen

durch Versuche erläutert (357). Gefürchte, gesunkene

Schichten (359). Parallelismus aufgerichteter Schich-

ten und Wichtigkeit dieses Verhältnisses in bergmänni-

scher Hinsicht (361).

Dreizehnte Vorlesung. Die Versteinerungen.

Allgemeine Beziehungen zum Gestein (363). Petrefak-

ten auf Höhen und in Tiefen vorkommend (364). Ver-

schiedenartiges fossiler Reste in Gesteinen (365). Reste

von Meeres-, Süßwasser- und Landthieren (366). Geo-

logische Wichtigkeit der Versteinerungen (368). In

Gestein-Klüften lebende Kröten (369). Weiche Thier-

Theile im Boden begraben (371). Begriff von Verstei-

nerungen (376). Versteinerungs-Mittel (377). Verstei-

nerungs-Prozeß (378). Abdrücke, Abgüsse, Spurensteine

(381). Steinkerne. Calcinirte Reste (382). Speciellere

Beziehungen der Petrefakten zum Gestein (383).

Vierzehnte Vorlesung. Urbilder der Versteinerungen.

Irrige Ansichten früherer Zeit (385). Naturspiele (386). Riesen = Greif (388). Ueberbleibsel Tentobochs (389). Reste gefallener Engel (389). Genien = und Giganten = Gebeine (390). Scheuchzers urweltlicher Mensch (391). Der versteinerte Reiter (392).

Untergegangene Urbilder (393). Phantastische und mythologische Thiere (394).

Wahre Urbilder der Versteinerungen (395). Mollusken (396). Zoophyten. Fische (397). Infusorien (400). Reptilien. Vögel (401). Insekten. Krusten = Thiere (402). Cetaceen. Dickhäutige Thiere. Mammuth (403). Mastodon (405). Rhinoceros. Hippopotamus (406). Dinotherium. Paläotherium (407). Anoplotherium. Hirsch. Ochs (408). Sivatherium. Raubthier =, Nagethier =, Faulthier = Reste (409).

Fossile Pflanzen (410). Pflanzen nach Klima und Boden verschieden (411). Fossiler Zustand der Pflanzen (413). Perioden fossiler Floren (414).

Fünfzehnte Vorlesung. Feuer-Gebilde. Merkmale derselben im Gegensatz neptunischer Ablagerungen. Eingeschlossene Gestein = Trümmer. Reibungs-Flächen.

Abwesenheit der Versteinerungen in Feuer-Gebilden (417). Mangelnde Schichtung und unbestimmte Alters-Verhältnisse (421).

Gestein-Gänge (422).

Eingeschlossene Gestein-Bruchstücke (423).

Reibungs-Flächen (424).

Polirende Wirkungen von Fluthen (428).

Polirende Wirkungen von Eismassen (431).

Sechzehnte Vorlesung. Massen = Beschaffenheit der Feuer = Erzeugnisse. Bildung von Mineralien durch Kunst. Erfahrungen bei Schmelz = Versuchen mit vulkanischen Gesteinen verschiedener Art. Aenderungen, welche plutonische Felsarten erlitten.

Bildung künstlicher Mineralien (434). Mineralien in Laboratorien erzeugt (436). Mineralien in Schmelz-Hütten gebildet (437). Feldspath (438). Glimmer (439). Augit (440). Magneteisen (441). Quarz (441). Schmelz-Versuche mit vulkanischen Gesteinen angestellt (442). James Hall's Experimente (443). Einfluß von Elektricität bei Krystall-Bildungen (444). Andrew Crope's Experimente (444). Aenderungen, die plutonische Gesteine erlitten (445).

Zur Erläuterung der Tafeln.

Tafel I.	{ Fig. 1. Durchschnits-Riß der Gruben zu St. Andreasberg auf dem Harze (Seite 22, 27, 28 und 51). Fig. 2. Pinge bei Falun in Schweden und Durch- schnits-Riß der Kupfer-Gruben (S. 35).	Seite 22.
Tafel II.	{ Fig. 1. Reilhauen-Arbeit (S. 46). Fig. 2. Schlägel- und Eisen-Arbeit (S. 47). Fig. 3. Spreng-Arbeit (S. 49). Fig. 4. Fahrt im Rollwagen (S. 24). Fig. 5. Doppel-Leitern, zum Hinauf- und Hinab- fahren in Schachte (S. 23). Fig. 6. Fahrt auf dem Knebel (S. 24).	Seite 24.
Tafel III.	{ Fig. 1. Darstellung verschiedener bergmännischer Bane und Arbeiten (S. 22 und 48). Fig. 2. Eisen-Gruben von Dannemora in Schwe- den (S. 52). Fig. 3. Fahrt in der Donne in Schwedischen Bergwerken (S. 25 und 35).	Seite 52.
Tafel IV.	{ Fig. 1. Persberger Tagebau in Schweden (S. 55). „ 2. Felsen-Gewölbe im Tiefsten der Persber- ger Gruben (S. 54).	Seite 54.

Tafel V.	Fig. 1. Bergbau unter dem Meere in der Nähe des Hafens von Penzanze (S. 37).	Seite 38.
	Fig. 2. Feuersehen im Rammels-Berge bei Goslar (S. 48).	
	Fig. 3. Unterirdische Schifffahrt in der tiefen Wasser-Strecke zu Clausthal (S. 27).	
Tafel VI.	Fig. 1. Siberisches Meteoreisen (S. 135).	Seite 135.
	„ 2. Die „Widtmannstädten'schen Figuren“ (S. 135).	
	Fig. 3, 4, 5 und 6. Drahtförmige und andere Gestalten des Gediegen-Silbers (S. 154).	
Tafel VII.	Fig. 1. Hunds-Grotte bei Neapel (S. 201).	Seite 200.
	„ 2. Luft-Vulkane bei Turbaco (S. 214).	
Tafel VIII.	Fig. 1. Tropfstein-Säulen in der Grotte des Montserrat (S. 277).	Seite 273.
	Fig. 2. Cascade des Teverone bei Tivoli mit ihren Tuff- und Travertin-Ablagerungen (S. 273).	
Tafel IX.	Fig. 1. Geschichtete Felsmassen am Genesee-Flusse in Nord-Amerika (S. 341).	Seite 341.
	Fig. 2. Gesunkene und gestürzte Schichten in Pembrokehire (S. 360).	
Tafel X.	Fig. 1. Thier-Fährten auf Sandstein bei Hildburghausen (S. 345).	Seite 345.
	Fig. 2. Dergleichen von den Ufern des Connecticut (S. 345).	
Tafel XI.	Aufgerichtete Kreide-Lagen an der Küste von Dorsetshire.	Seite 352.
Tafel XII.	Fig. 1 und 2. Wellen-artige Biegungen der Thonschiefer-Schichten an der Schottischen Küste (S. 358).	Seite 358.
	Fig. 3, 4 und 5 zu Hall's Versuchen die Schichten-Hebungen betreffend (S. 358 und 359).	
Tafel XIII.	Scheuchzer's urweltlicher Mensch.	Seite 391.

Tafel XIV.	Fig. 1. Feldstein-Porphyr-Gang, durch Thon- schiefer aufgestiegen, bei St. Agnes in Corn- wall.	Seite 422.
	Fig. 2. Jurakalk-Lagen bei Hohen-Neussen in der Schwäbischen Alp von Basalt durchbrochen.	
	Fig. 3. Gang-artiges Eindringen von jüngerem Granit in ältern; Gegend von Carlsbad.	

(Da, der nöthigen Raum-Ersparniß und anderer Rücksichten wegen, oft mehrere Gegenstände auf einer Tafel ihre Stelle finden mußten, so war keine Anordnung der einzelnen Bilder in genauer Folge nach dem Texte möglich.)

I Der Buchbinder hat Sorge zu tragen, daß die Tafeln den bezeichneten Seiten gegenüber eingestekt werden; z. B. Tafel I Seite 22 gegenüber, Tafel II Seite 24 gegenüber u. s. w.

56 de un. valem.

Wicham

Bella