Über

den Einfluss der Beschaffenheiten der Gesteine auf die Architektur.

Von

Joh. Friedr. Ludw. Hausmann.

Vorgelesen in der Sitzung der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften am 22. Novbr. 1856.

Die Felsenmassen, welche die feste Rinde des Erdkörpers bilden, haben nicht allein dadurch, dass sie, wie ich in einer früheren Abhandlung [1]) zu zeigen versucht habe, die Beschaffenheiten des lockeren fruchttragenden Bodens bedingen, einen grossen Einfluss auf das Leben und die Beschäftigungen der Menschen; sondern sie wirken auch noch auf mannichfaltige andere Weise auf die Befriedigung der menschlichen Bedürfnisse, und die dazu dienenden Künste ein. Dieses kann wohl nicht mehr hervorleuchten, als bei der Kunst, wodurch sich der Mensch ein Obdach verschafft, und wodurch er Räume begränzt, in denen er seine häuslichen und öffentlichen Geschäfte betreibt; in denen er seine Vergnügungen geniesst, und seine Seele zu Gott erhebt.

Indem die Architektur die Gesteine als Materialien benutzt, muss die Ausführung der Bauwerke durch die sehr verschiedenen Beschaffenheiten jener bedeutend modificirt werden. Gewisse Eigenschaften können eben so sehr der Technik des Bauwesens zu Hülfe kommen, als andere dieselbe erschweren. Gewisse Arten von Constructionen sind bei gewissen Beschaffenheiten der Steine möglich, die bei andern sich gar nicht ausführen lassen. Wie der Mangel von Felsgestein in einigen Gegenden den Erdbau, die Anwendung von ungebrannten oder gebrannten Steinen aus Lehm und Thon hervorgerufen, in anderen den allgemeineren Gebrauch des Holzes veranlasst hat, eben so hat

1) De rei agrariae et saltuariae fundamento geologico. Commentationes Societatis Reg. scientiarum Gottingensis recent. Vol. V. MDCCCXXIII.

auch die verschiedene Natur der Gesteine dazu beigetragen, die Gebäude abweichend zu gestalten. Neben dem Einflusse des geistigen Lebens der Völker, haben gewiss mannichfaltige materielle Dinge, wozu namentlich auch die klimatischen Verhältnisse gehören, darauf eingewirkt, dass die Baukunst in verschiedenen Ländern oft einen sehr abweichenden Charakter angenommen hat; aber ohne Zweifel ist die Natur des zu Gebote stehenden Materials dabei nicht ohne Einfluss gewesen; und was die Gesteine betrifft, so haben nicht bloss ihre Beschaffenheiten an sich, sondern auch die Art ihres Vorkommens, ihre Structur im Grossen, die verschiedene Stratification, das ganze Erscheinen der Felsenmassen, auf den Gang der Entwickelung und Ausbildung der Baukunst eingewirkt. Will man daher in die Geschichte der Architektur tiefer eindringen, so wird man das genauere Studium der Baumaterialien nicht vernachlässigen dürfen.

Im Nachfolgenden werde ich zu zeigen mich bemühen, auf welche Weise die verschiedenen Beschaffenheiten, so wie die Art des Vorkommens der Gesteine, auf die Entwickelung der Architektur, auf die Formen der Bauwerke, die Technik des Bauwesens und die Erhaltung der Gebäude von Einfluss sind. Hieran denke ich künftig, veranlasst durch Beobachtungen auf Reisen durch Italien, Frankreich und Spanien, einige Beiträge zur Kunde der Gesteine zu reihen, welche die Alten, zumal die Römer, in der Architektur angewandt haben, welcher Arbeit die gegenwärtige Abhandlung zur Einleitung dienen kann; so wie jene den hier aufgestellten Ansichten manche Belege darbieten wird. Ich glaube für diesen unvollkommenen Versuch um so mehr ein nachsichtiges Urtheil in Anspruch nehmen zu dürfen, da der Gegenstand desselben einem bisher noch sehr wenig angebaueten Felde der Forschung angehört.

Die Ausübung einer jeden Kunst wodurch ein rohes Material verarbeitet wird, ist von der Beschaffenheit des Materials und der dasselbe verändernden, auf einen gewissen Zweck gerichteten Thätigkeit abhängig. Die Kunstwerke sind Producte aus jenen beiden Factoren, deren gegenseitige Verhältnisse auf die mannichfaltigste Weise abändern. Bald zeigt das Material, bald die umformende zweckmässige Thätigkeit einen grösseren Einfluss. Je mehr die zu-

richtende Kunst nur materielle Bedürfnisse befriedigt, von um so grösserer Bedeutung pflegen die Eigenschaften des Materials zu seyn. Je mehr aber die nützliche Kunst sich zur schönen emporhebt, je einflussreicher die Idee auf künstlerische Thätigkeit wird, um so mehr pflegt dieser es zu gelingen, das Material zu beherrschen, oder wenigstens um so weniger wesentlich pflegt für das Kunstwerk dasselbe zu seyn. Bei Gefässen, welche zur Aufbewahrung von Flüssigkeiten, oder zur Bereitung von Speisen dienen sollen, ist es nicht gleichgültig, ob sie aus Thon, Stein oder Metall bestehen; sobald es aber nur darauf ankommt, schön geformte Gefässe die zur Zierde dienen sollen zu verfertigen, ist es gleichgültiger, ob man Porphyr oder Alabaster, Thon oder Bronze dazu nimmt. Indessen kann auch die schöne Kunst sich nie ganz von dem Einflusse des Materials frei machen. Das Material schreibt der zurichtenden Kraft bald mehr bald weniger den Weg vor, ist nicht selten eine Hemmung für das freie Walten der Kunstidee; und hat oft auf den Eindruck den ein Kunstwerk macht, einen nicht unbedeutenden Einfluss. Thon muss anders behandelt werden als Stein; und ein grosser Unterschied ist es, ob ein harter Porphyr, oder ein weicher Alabaster zu bearbeiten ist. Von der dünnen zarten Ausbildung Griechischer Thongefässe hielt sich im Alterthum die Darstellung von Gefässen aus hartem Stein sehr fern; und nicht einmal ist es durch die in neueren Zeiten so sehr vervollkommneten mechanischen Hülfsmittel, wie sie z. B. in der Schleiferei zu Elfdalen in Schweden angewandt werden, gelungen, aus hartem Porphyr Gefässe zu bilden, welche in jener Eigenschaft den Griechischen Thongefässen gleich kommen, so vollkommen auch übrigens die Formen derselben nachgeahmt werden. Der weiche Thon gehorcht unter der Hand des bildenden Künstlers willig den Eingebungen der Phantasie; der starre Marmor, der nur dem Meissel und der Feile nachgiebt, hemmt dagegen ihren Flug. Der Eindruck den eine bronzene Statue macht, ist sehr abweichend von dem eines Bildwerks aus Marmor.

Wenn man nun gleich der Natur einen bedeutenden Einfluss auf die Kunst einräumen darf, so ist doch grosse Vorsicht nöthig, damit man jener nicht zu viel zutraue. Hin und wieder ist man in dieser Hinsicht offenbar zu weit gegangen, indem man z. B. bald in einem altdeutschen Götterhaine, oder einem Palmenwalde, bald in den Säulen des Basaltes den Prototyp der sogenannten

Gothischen Architektur entdeckt zu haben meinte. Verkennen lässt es sich aber dennoch nicht, dass die Natur keines weges bloss auf das Mechanische der Technik, sondern auch auf die Kunstidee einen Einfluss ausübt, indem sie der Phantasie Formen einprägt, welche sich ganz unvermerkt so innig mit den Forderungen des Zweckes des Kunstwerkes verschmelzen, dass in der vollendeten Ausbildung der Kunst, beide Elemente kaum noch zu unterscheiden sind. Legt es nun aber die Geschichte der Ausbildung der Kunst darauf an, das Product in seine Factoren zu zerlegen, so wird es zur Vermeidung einseitiger Resultate förderlich seyn, wenn der Archäolog mit dem Naturforscher Hand in Hand gehet.

Bei keiner Kunst leuchtet der Einfluss des Materials wohl mehr hervor, als bei der Baukunst. Auf ihren niedrigsten Stufen erscheint sie ganz als ein Kind der Natur; und wenn sie sich gleich bei weiterer Entwickelung mehr und mehr der mütterlichen Leitung zu entwinden, und grössere Selbstständigkei zu erlangen strebt; bei zunehmender Ausbildung auch ein sehr verändertes Wesen annimmt; so kann sie sich doch nie ganz von ihr losmachen, und den Charakter, die Physiognomie nicht verläugnen, welche sie von der mütterlichen Natur ererbte. Bei keiner anderen Kunst ist die Ausübung durch das Material mehr an das Local gebunden; wird die Ausübung durch das Material mehr auf bestimmte Formen und Verfahrungsarten geleitet, als bei der Baukunst. Ich will versuchen, dieses hier etwas genauer zu entwickeln.

Dass die Baukunst so sehr von dem Locale abhängig ist, rührt hauptsächlich von der Grösse und Schwere der Massen her, mit welchen sie zu thun hat, die einen weiten Transport des Materials erschweren. Im Allgemeinen muss die Baukunst das Material der Gegend entnehmen, wo sie ausgeübt wird; und wenn sie dasselbe von entlegenen Orten herbeischafft, so geschieht solches gewöhnlich nur für einzelne Prachtgebäude; oder bei solchen Materialien welche zur Ausschmückung dienen; oder wenn die Wichtigkeit des Zweckes den grossen Aufwand aufwiegt; und besonders dann, wenn das Wasser die Fortschaffung erleichtert. *Antiochien* verwandte zu architektonischen Zwecken Granit aus Oberägypten [2]); *Rom* bezog aus Griechenland, aus Klein-

2) Car. Odofr. Müller, De Antiquitatibus Antiochenis. I. §. 22. Comment. Societ. Reg. scient. Gotting. recent. Vol. VIII. p. 261.

asien [3]), aus Afrika, von Luna, Marmor für seine Prachtgebäude; in späterer Zeit Venedig die Quader für seine Palläste und Kirchen aus Dalmatien. Das Königliche Schloss zu Kopenhagen ist aus Pirnaer Sandstein gebauet, und zu den ausgezeichnetsten Gebäuden in Amsterdam, haben die Steinbrüche der Grafschaft Schaumburg das Material geliefert. In neuester Zeit haben die Eisenbahnen die Fortschaffung schwerer Massen nach entlegenen Gegenden bewundernswürdig erleichtert; und zu den mannichfaltigen Umwandlungen welche sie herbeiführen, wird man es künftig auch zu zählen haben, dass sie dem Bauwesen eine weit grössere Unabhängigkeit von den Localverhältnissen gewähren, als demselben früher zu Theil werden konnte. Schon jetzt sehen wir Folgen davon in unserer Nähe. Nicht bloss wird der weiche Kalkstein der nördlichen Chausseestrecken im Hannoverschen durch den härteren Basalt unserer Berge ersetzt werden können; nicht bloss liefert gegenwärtig der Euphotid von Harzburg am Harz das trefflichste Material für die Braunschweigischen Chausseen, und die ausgezeichnetsten Pflastersteine für Hannover; sondern selbst der Granit der bis vor Kurzem fast ganz unverritzten Felsen des Harzes, gelangt nunmehr in den grössten Quadern nach entfernten Orten, selbst bis Danzig.

Indem die Baukunst im Allgemeinen das Material wählen muss, was in der Nähe zu haben ist, und das Material, wie bald weiter gezeigt werden wird, einen grossen Einfluss auf die Bauformen und das Bauverfahren ausübt, so kann es nicht auffallen, dass nach den verschiedenen Localitäten Bauwerke und Bauverfahren oft sehr abweichend sind; dass in verschiedenen Ländern und Gegenden die Entwickelung der Architektur einen ganz abweichenden Gang genommen; dass dagegen aber auch zuweilen an weit entfernten Orten, ähnliches Material, ähnliche Bauformen und gleiches Verfahren hervorgerufen haben. Es ist daraus zum Theil zu erklären, dass die Baukunst in Aegypten sich auf ganz andere Weise entwickelt hat, als in Griechenland; dass aber dagegen die aus dem Alterthume erhaltenen Bauwerke Aegyptens in vielen Stücken auffallend manchen Indischen gleichen. Findet man an entfernten

---

3) Charles Texier, Streifereien durch Kleinasien. Annalen der Erd-, Völker- und Staatenkunde. 1837. S. 331.

Orten Ähnlichkeit in den Bauwerken, so ist man oft geneigt eine Verpflanzung von dem einen Orte nach dem anderen anzunehmen. Ohne Zweifel hat eine solche häufig statt gefunden. Es kommen aber auch Uebereinstimmungen in Bauformen vor, wo an keine Verpflanzung und Nachahmung zu denken; so wie der Mensch überhaupt oft an verschiedenen Orten dieselben Materialien benutzt, ohne darüber auf andere Weise als durch die Natur und das Bedürfniss belehrt zu seyn. Der Gebrauch des Asphaltes zum Mörtel auf Trinidad ist sicherlich keine Nachahmung von der gleichen Anwendung, welche man im Alterthum zu Babylon davon gemacht. Wurde eine gewisse Art zu bauen von einem Orte zum andern verpflanzt, so wurde solches doch auch möglich gemacht durch das Vorhandensein eines den Formen und dem Verfahren entsprechenden Materials. Die Römer übertrugen ihre Art zu mauern nach Spanien, wie u. A. die Baureste von Italica es zeigen ; und die Araber verpflanzten eben dahin die Pisé-Arbeit, wie man an vielen grossen Mauerresten z. B. zu Granada und Sevilla es siehet. Beides war möglich, weil für jene höchst abweichenden Arten zu mauern das Material vorgefunden wurde. Unmöglich wäre es aber gewesen, den durch gewaltige Sandsteinquadern bedingten Bau der Aegyptischen Tempel und Palläste mit den Backsteinen Babylons auszuführen.

Zuweilen ist die Möglichkeit ein Baumaterial in der Nähe zu haben, daran Schuld, dass man gewisse Anwendungen von einem Material macht, welches für solchen Gebrauch keineswegs vortheilhaft ist. So wurde im Alterthum zu Volaterrä der Alabaster zum Strassenpflaster benutzt [4]); gleich wie man vor längerer Zeit bei Tiede im Braunschweigischen den dortigen wasserfreien Gyps sehr unzweckmässig für den Chausseebau angewandt hat. Dasselbe Gestein wird an einigen Orten sehr unpassend bei dem Häuserbau, z. B. zu Thür- und Fensterstöcken benutzt, die dann nach einiger Zeit durch Anziehung von Wasser, womit eine bedeutende Volumenvergrösserung verknüpft ist, aufbersten oder wohl gar sich krumm ziehen. Auch giebt die Nähe eines seltenen Materials, welches, indem man es aus der Ferne erhält, nur bei Prachtgebäuden, zu architektonischen Ornamenten, äusseren oder inneren Bekleidun-

4) Die Etrusker von Karl Otfried Müller. 1. S. 245.

gen angewandt werden kann, Veranlassung zu Verwendungen, wozu gewöhnlich nur allgemein verbreitete Baumaterialien gebraucht zu werden pflegen. So besass Luna im Alterthume Ringmauern aus grossen Marmorblöcken der nahen Brüche [5]); und so sieht man jetzt die kleine Kirche von Carrara in einem Marmorschmuck, um welchen manche Kathedrale sie beneiden möchte.

Klimatische und andere Naturverhältnisse üben einen grossen Einfluss auf die Bauformen aus. Es kann in der einen Gegend eine gewisse Construction zweckmässig seyn, die es in einer andern nicht ist. Im kalten Klima sucht man Wärme, im heissen Kühlung in den Gebäuden. In einem Thale eines hohen, mit Schneelavinen drohenden Gebirges, sind andere Bauformen als in der freien Ebene vortheilhaft. In den Südländern, in welchen im Winter kein Schneedruck auf den Dächern lastet, können diese flach seyn, welches im Norden nicht zulässig ist. Wo ein trocknes Klima herrscht, ist der Pisé-Bau vortheilhaft, der sich für ein feuchtes Klima nicht eignet. Das Material kann die Anforderungen, welche die klimatischen und andere Naturverhältnisse an die Architektur machen, begünstigen, aber auch in manchen Fällen ihre Befriedigung erschweren; daher bei der Ähnlichkeit jener Verhältnisse in verschiedenen Gegenden, doch nicht immer ähnliche Bauformen angetroffen werden. Der Holz-Construction verdanken die Landhäuser im Canton Bern und in anderen Theilen der nördlichen Schweiz ihre ausgezeichnete Zweckmässigkeit. Wie wenig auf Beschirmung und Behaglichkeit berechnet erscheinen dagegen die steinernen Häuser in den weniger bewaldeten Gegenden der Alpen und in den Pyrenäen.

Wo der Mensch die Wahl unter verschiedenen Baumaterialien hat, wählt er, zumal für seine Wohnungen, zuerst das Holz, weil dieses am Leichtesten für den Bau zu gewinnen und zuzurichten ist. Nur der Mangel des Holzes bringt ihn dahin, zur unorganisirten Natur seine Zuflucht zu nehmen; und wird er dazu genöthigt, so pflegt sich jenes Material zuerst aus den Wänden zu entfernen, und am Längsten im Dache sich zu erhalten [6]). Wo überall kein Holz zur Erbauung von Wohnungen gefällt werden kann, oder wo dasselbe

5) Die Etrusker von Karl Otfried Müller I. S. 243.

6) Handbuch der Archäologie der Kunst von K. O. Müller. 2. Ausgabe §. 270. S. 353.

keinen hinreichenden Schutz gegen äussere Angriffe gewährt, sucht der rohere Mensch natürliche Höhlen auf. Nach Pausanias[7]) lebten die Ureinwohner Sardiniens zum Theil in solchen, und das alte Testament erwähnt deren manche in Palästina, welche theils beständig bewohnt wurden, theils zu Zufluchtsorten bei Verfolgungen dienten. Uebrigens hat die Benutzung natürlicher Höhlen nie sehr allgemein seyn können, theils weil sie überall nicht sehr häufig und auf gewisse Gebirgsformationen beschränkt sind, theils aber auch, weil man sie als den Aufenthalt wilder Thiere mied, oder weil ihre wunderbaren Formen und Auskleidungen, ihre unbekannte Ausdehnung, ihr schauerliches Dunkel und ihre geheimnissvolle Stille, die Phantasie aufregte, und Vorstellungen erzeugte, welche den Aufenthalt in ihnen unheimlich machten. Im Alterthume bis zu den späteren Zeiten und in den verschiedensten Gegenden, haben sich an Felshöhlen Mythen und Sagen geknüpft, und sind die Menschen durch heilige Scheu oder Aberglauben vom tieferen Eindringen in dieselben abgehalten worden. Was die Gebirgsarten betrifft, in welchen natürliche Felshöhlen vorkommen, so beschränken sie sich beinahe ganz auf *Kalkstein*, *Dolomit* und *Gyps*, daher sie im secundären Gebirge besonders zu Hause sind. Den krystallinischen Gebirgsarten sind sie im Allgemeinen fremd; und im vulkanischen Gebirge sind sie selten[8]). *Palästina* ist durch seine Kalkformation das Land der Höhlen und Grotten, wie Carl Ritter es nennt[9]), und gleichfalls ist es Flötzkalkstein, der auf *Kreta* den Reichthum an unterirdischen Grotten bedingt[10]). Dagegen zeichnet sich der grösste Theil des Nordens, wo krystallinische, von keinen secundären Gebirgsschichten bedeckte Gesteine, die grösste, am Wenigsten unterbrochene Ausdehnung haben, durch den Mangel von Höhlen, durch das Fehlen von Spuren ehemaligen Troglodytenlebens aus.

Durch die Benutzung natürlicher Höhlen zu Wohnungen wird der Mensch

---

7) Graeciae descriptio. Lib. X. Cap. XVII.

8) Drei Stunden von Mexico ist ein vulkanischer Berg, el Peñon viejo genannt, in dessen Lava sich Höhlen befinden, die vielen Familien zu Wohnungen dienen. S. v. Gerolt, in den Annalen der Völker- und Staatenkunde von Berghaus XII. S. 116.

9) Erdkunde. I. Ausg. II. S. 429.

10) Kreta. Von Karl Hoeck. I. S. 43.

leicht zur Bildung künstlicher geleitet, wofür ebenfalls Palästina einen so merkwürdigen Beleg liefert[11]). Übrigens ist die Beschaffenheit des Gebirgsgesteins von grossem Einfluss darauf, dass die Vorrichtung künstlicher Höhlen bald mehr erleichtert, bald mehr erschwert wird; und es kommt dabei hauptsächlich auf die mehrere Lockerheit oder Festigkeit, auf die Art der Structur, und darauf an, ob die Decke sich ohne besondere Unterstützung hält, oder ob sie künstlicher Stützen bedarf.

Wo lockere Massen, die doch hinreichenden Zusammenhalt haben, in bedeutender Mächtigkeit anstehen, ist keine besondere Kunst erforderlich, um Aufenthaltsräume darin auszuhöhlen. Ein grosser Theil von *Cullar de Baza*, einem Städtchen an der Gränze von Granada und Murcia, besteht aus Höhlen, welche man in die dortigen thonig-sandigen Hügel gegraben hat[12]). Zu *Guadix* im Königreich Granada und in der benachbarten Gegend, hat in den dort mächtig aufgeschwemmten Lehm-Massen die niedrige Classe der Bevölkerung zahlreiche Wohnungen angelegt[13]). Im *Dshefran*-Districte, südlich von *Tripoli*, ist das Tafelland von einem fruchtbaren rothen Lehm bedeckt, in welchen die Bewohner ihre unterirdischen Wohnungen eingegraben haben[14]). Die Trockenheit der Atmosphäre in den genannten Gegenden begünstigt die Anlage von Wohnräumen in einer Masse, welche bei feuchterem Klima nicht dazu geeignet seyn würde.

Unter den Massen welche zur Bildung künstlicher Höhlen sich eignen, zeichnet sich der *vulkanische Tuff* vorzüglich aus. Wie dieses in der Campagna von Rom, im alten Etrurien, und in einigen anderen Theilen Italiens weit verbreitete Gestein im Alterthume häufig zur Vorrichtung von Grabkammern benutzt wurde, so sieht man noch jetzt in einigen Gegenden Italiens künstliche Höhlen im Tuff von armem Volke bewohnt. In einigen Theilen

---

11) Nachrichten über die Höhlenbauten in Palästina finden sich u. a. in v. Schubert's Reise nach dem Morgenlande. III. Alles darüber bekannt Gewordene enthält die Erdkunde der Sinai-Halbinsel, von Palästina und Syrien von Carl Ritter, zumal Bd. III.

12) Moritz Willkomm, Zwei Jahre in Spanien u. Portugal. III. S. 81.

13) Vergl. meine Kleinigkeiten in bunter Reihe. I. S. 137.

14) Ausland. 1850. S. 811.

von Kleinasien, namentlich im alten Phrygien, Galatien, Cappadocien, ist der daselbst in grosser Ausdehnung vorhandene vulkanische Tuff ebenfalls im Alterthum vielfach zu Höhlenbauten benutzt, die zum Theil noch gegenwärtig bewohnt werden [15]). Im mittleren Frankreich, namentlich in Auvergne, finden sich im *Basaltischen Tuff* hin und wieder Reste ehemaliger Menschenwohnungen. Diesem Gestein verwandt ist die als *Trapp* oder *Mandelstein* bezeichnete Gebirgsart [16]), in welcher die bewundernswürdigen Grottentempel von *Elora*, *Carli* und anderen Orten im Gebirge der Ghats in Vorderindien ausgehöhlt worden [17]).

Mit der Zunahme der Festigkeit des Gesteines wächst natürlicher Weise die Schwierigkeit der Bildung von Höhlenbauten. Die natürlichen Absonderungen des Gesteines können dabei einer Seits die Arbeit erleichtern, anderer Seits aber auch in so fern erschweren, dass sie Unterstützungen der Decke nöthig machen. Im Allgemeinen sind es aber unter den festeren Gebirgsgebilden, die stratificirten secundären, namentlich Sandstein- und Kalkstein-Formationen, welche die Bildung künstlicher Höhlen begünstigen, und unter diesen wieder solche, deren Schichten eine wagerechte Lage haben. Wo dieses Structurverhältniss sich findet, braucht nur eine Schicht, oder es brauchen bei weniger mächtigen Schichten, nur ein Paar über einander liegende, herausgebrochen zu werden. Besonders erleichtert wird diese Arbeit, wenn die festeren Schichten mit lockereren Massen abwechseln, wie solches bei Sandstein- und Kalkstein-Flötzen oft der Fall ist. Sollen die Räume eine grössere Ausdehnung erhalten, so liegt es sehr nahe, entweder einzelne Theile der Schichten als Bergfesten stehen zu lassen, oder von herausgebrochenen Steinen Pfeiler zu bilden. Sind Bäume in der Nähe, so führen diese leicht darauf, Stämme als Säulen

---

15) Ch. Texier, Streifereien durch Kleinasien. Annalen von Berghaus. 1835. S. 259. 266. William J. Hamilton, Researches in Asia minor, Pontus and Armenia. Cap. 44. 47. Transkaukasia von August Freiherrn von Haxthausen. II. S. 63.

16) Lieut. Colon. Sykes, i. d. Transactions of the geological Society of London 2 Ser. IV. p.

17) Die Erdkunde von Asien, von Carl Ritter. Bd. IV. 1. Zumal S. 673—687. Kunsthistorische Briefe, von Dr. A. H. Springer. 1. S. 87 ff.

zur Unterstützung der Decke anzuwenden. Solche Verfahrungsarten waren bei den Hypogeen des Alterthums gewiss ebenso gewöhnlich, als sie es noch heutiges Tages bei unterirdischen Steinbrüchen sind. Jene begünstigenden Verhältnisse, wie sie sich in dem horizontal geschichteten Sandstein der Gegend am Nil, welche die Araber *Djebel Selseleh* nennen [18]), so wie in dem Kalkstein der Libyschen Bergkette [19]) finden, waren es, welche die bewundernswürdigen Hypogeen in Aegypten hervorriefen, und ähnliche geognostische Verhältnisse, zumal das Vorkommen von Sandstein, erleichterten in mehreren Gegenden von Indien [20]) so wie auch in Transkaukasien, namentlich in der Nähe von *Gori* [21]), die Anlage ausgezeichneter Höhlenbauten. Doch hat man sich in Indien nicht damit begnügt, in weicheren Felsenmassen die bewundernswürdigsten Tempel und andere Bauwerke auszuhauen, sondern man hat dort selbst im *Granite* solche Arbeiten ausgeführt, wie die merkwürdigen Trümmer der Felsenstadt *Mahabalipuram* zeigen [22]). Wie das Vorkommen gewisser Gebirgsarten in den verschiedensten Gegenden auf die Anlage von Höhlenbauten geführt hat, sieht man in mehreren Ländern. So sind z. B. in Frankreich in einem an der Loire unweit *Tours* in Felsen anstehenden, zur Kreideformation gehörenden Kalkstein, wie in Palästina, zahlreiche Wohnungen ausgehöhlt, in welchen armes Volk hauset [23]). Die allergewöhnlichste und einfachste Art von Höhlenbauten, welche zu allen Zeiten in den verschiedensten Gegenden ausgeführt worden, und wozu mannichfaltige Gebirgsarten tauglich sind, wenn sie nur einen solchen Zusammenhalt haben, dass der ausgehöhlte Raum ohne künstlichen Ausbau sich hält, ist die Anlage von *Felsenkellern.*

---

18) Die Erdkunde von Carl Ritter. 2. Ausg. I. 1. Afrika. S. 709—711.

19) Daselbst. S. 703.

20) Daselbst. S. 588. 825. 826.

21) Moritz Wagner, Reise nach Kolchis. S. 161. Freih. v. Haxthausen Transkaukasia. II. S. 57.

22) Ritter's Erdkunde von Asien. Bd. IV. 2. S. 322—327.

23) Vorletzter Weltgang von Semilasso. I. 2. S. 222. Mémoires sur les couches du sol en Touraine. Par Felix Dujardin. Mémoires de la Société géologique de France. II. p. 217. 218.

Mit der Aushöhlung von Felsenmassen ist ihre äussere Zurichtung zu architektonischen Denkmählern nahe verwandt und oft genau verbunden. Diese Art von Architektur wurde ebenfalls durch eine nicht sehr bedeutende Festigkeit der Felsenmasse befördert; wobei aber starke Absonderung des Gesteins weniger vortheilhaft, im Gegentheil gleichmässiger Zusammenhang begünstigend seyn musste; daher in mächtige Bänke abgesonderter Sandstein, wie in einigen Gegenden von Indien, oder dichte Kalksteinmassen, wie in Persien, besonders dazu benutzt worden. Die äussere Bearbeitung von Felsenmassen zu architektonischen Zwecken verknüpft die Bildung künstlicher Höhlen mit der Anwendung gebrochener und wieder zusammengefügter Steine zu Bauwerken. Als man zum eigentlichen Bauen mit aus ihrer natürlichen Verbindung gelösten Steinen überging, wurden diese oft an den Orten wo sie gebrochen worden, unmittelbar wieder verwandt, wie man solches an manchen Bauresten sieht, die sich aus dem Alterthume erhalten haben. Zu den ausgezeichnetsten gehören die bewundernswürdigen Ruinen von *Persepolis*, an denen die drei Abstufungen der Architektur, die Bildung von Grabmählern in Felsen, die äussere Zurichtung der Felsenmassen, und der künstliche Bau mit gebrochenen Steinen, sich vereinigt finden, ganz so, wie es *Ktesias* und *Diodor* beschrieben haben [24]). Hier wurde die Ausführung der Skulpturen durch die Beschaffenheit des Gesteins, des dichten grauen Kalksteins des Berges *Rachmed*, sehr begünstigt. Griechenland ist reich an Bauresten, an welchen die Verbindung der äusseren Bearbeitung, hin und wieder auch der Aushöhlung des anstehenden Felsen und der Aufführung des Gebäudes an der Stelle wo die Steine gebrochen worden, wahrzunehmen ist. Es gehören dahin u. a. die Ruinen des Bauwerkes bei *Athen*, welche von Einigen für das von Pausanias [25]) erwähnte Stadium des Attischen Herodes gehalten werden [26]). Zahlreiche Überreste von Felsenbauwerken finden sich im Peloponnes, unter welchen sich folgende besonders auszeichnen: die merkwürdigen Stadtruinen von *Stymphalos*,

24) Niebuhr's Reisebeschreibung nach Arabien. II. S. 123. 150. Heeren's Ideen. 3. Aufl. I. 1. S. 238 ff.

25) Lib. I. Cap. XIX.

26) Eine Abbildung findet sich im illustrirten Familienbuche des österreichischen Lloyds in Triest. 1856. Bd. VI. Ht. 7.

wo man, wie Curtius berichtet[27]), auf dem nackten Felsen die alterthümlichen Bauanlagen Schritt für Schritt verfolgen kann; die Burg *Samikon*, wo die Benutzung des natürlichen Gesteins den Eindruck eines hohen Alters macht[28]); das Theater am südöstlichen Fusse der Burg *Larissa* in Argos, in welchem der grösste Theil des Zuschauerraumes im lebendigen Felsen ausgehöhlt ist[29]); das in Felsen ausgehauene Theater von *Sikyon*[30]); die Reste verschiedenartiger Felsenbauten zu *Korinth*[31]), so wie am Vorgebirge *Taenaron*[32]). Auch auf *Euböa* finden sich Spuren von ähnlichen Bauwerken[33]). Die Benutzung anstehender Felsen zu Bauwerken der verschiedensten Art hat sich aus dem Alterthume bis zur gegenwärtigen Zeit fortgepflanzt. Bursian bemerkt[34]), dass die in den Felsen gehauenen Hausplätze (οἰκόπεδα), die sich an vielen Orten Griechenlands, besonders zahlreich auf den Hügeln *Athen's* finden, einer zwar alten, aber durchaus historischen Zeit angehören. Man bauete die Seitenwände unmittelbar auf den geebneten Felsboden, oder stellte auch, wenn natürliche Seitenwände durch den Fels selbst dargeboten waren, nur eine gleiche Höhe derselben durch Mauerwerk her, und legte das Dach darauf. Es ist gar nichts Seltenes, dass ganz rohe, oder mehr und weniger behauene Felsen, zur Bildung eines Theils der Wände von Gebäuden benutzt werden. Besonders häufig findet man solches an Orten, wo Sandstein in mächtigen Bänken mit senkrechten Absonderungen anstehet. Beispiele liefert der Quadersandstein in *Sachsen* und *Böhmen*, der bunte Sandstein zu *Reinhausen* bei *Göttingen*. In *Sydney* in Australien sind einige Strassen in dem Sandsteinfel-

---

27) Peloponnesos. I. S. 204.

28) Daselbst. S. 78.

29) Chr. A. Brandis, Mittheilungen über Griechenland. I. S. 185. Curtius, a. a. O. S. 352.

30) Curtius, a. a. O. S. 490.

31) Daselbst S. 525. 527.

32) Dr. Bursian, Über das Vorgebirge Taenaron, i. d. Abhandlungen d. kön. Bayerischen Akademie d. W. 1. Cl. VII. 3. S. 4. (776.)

33) Conr. Bursian, Quaestionum Euboicarum Capita selecta. 1856. p. 42.

34) Über das Vorgebirge Taenaron, a. a. O. S. 8. (780.)

sen ausgehauen, auf welchem die Stadt erbauet ist, und man gelangt in einzelne Häuser durch Treppenfluchten, die auf gleiche Art vorgerichtet sind [35]).

In Gegenden welche arm an Holz und Felsen sind, wurde der Mensch leicht darauf geführt, Lehm und Thon, diese sehr verbreiteten, und ohne grosse Mühe zu gewinnenden Materialien, auf die eine oder andere Weise zu formen, und zum Bauen zu benutzen. Ehe der Mensch den Gebrauch von Werkzeugen aus Eisen und Stahl kannte, war er auf dieses, ohne solche zu erlangendes Material vorzüglich angewiesen. Dadurch, dass Theile des festen Felsen zersetzt und durch Wasser fortgeführt, geschlämmt, und über die Oberfläche verbreitet wurden, hat die Natur dem Menschen fast überall die Gelegenheit dargeboten, sich, ehe noch die Künste bedeutende Fortschritte gemacht, mit Leichtigkeit einen unentbehrlichen Baustoff zu verschaffen. In der frühesten historischen Zeit war man mit dieser Benutzung der erwähnten Materialien bekannt. Das Brennen der geformten Thonsteine war ein Fortschritt in der Kunst, der doch aber auch schon sehr früh gemacht worden. Der Thurm von Babel sollte aus gebrannten Ziegeln erbauet werden [36]); so wie auch in Aegypten schon zu Mosis Zeiten, gebrannte Ziegelsteine bekannt waren [37]). Wo man die Wahl zwischen Stein und Thon hatte, fand man es gewöhnlich bequemer, künstliche Steine zu benutzen; daher man im Alterthume gerade so wie in der neueren Zeit, zu den gewöhnlicheren Häusern in den Städten und auf dem Lande häufig theils Luftziegel, oder statt dessen den Pisé-Bau — gestampfte Lehmwände — theils Backsteine, und nur zu Prachtgebäuden, so wie oft zu Ringmauern, Bruchsteine und Quader anwandte. Das zeigt die Geschichte der Aegyptischen Architektur so gut, als die der Griechischen und der Römischen. Wo die Benutzung von Holz in Verbindung von Luftziegeln oder Backsteinen möglich war, wurde auch schon im Alterthume, an manchen Orten, z. B. in Athen, zu den minder ansehnlichen Privatgebäuden, Fachwerk angewandt [38]), welches doch aber einen bedeutenderen Fortschritt in der Bau-

---

35) John Askew, A Voyage to Australia and New Zealand. Daraus i. d. Ausgb. allgem. Zeitung. 1858. Beil. zu Nr. 9. S. 142.

36) I. Mos. XI. 3.

37) II. Mos. I. 14. V. 7.

38) Müller's Archäologie. 2. Ausg. §. 270. S. 353.

kunst voraussetzt, indem die Ausführung schwieriger ist, als die Aufführung von Wänden ganz aus Holz mit über einander gelegten Stämmen, oder ganz aus Stein.

Ging der Mensch zur Benutzung gebrochener natürlicher Steine über, so lag es in der Natur der Sache, dass er zuerst dieselben anwandte wie er sie fand, und sie unbehauen zusammenfügte, wie man es z. B. an manchen sogenannten Kyklopenmauern sieht, und dass er erst später darauf kam, sie sorgfältiger zu bearbeiten, und künstlich mit einander zu verbinden. Indem er diesen Weg einschlug, konnte die Art des Vorkommens und die natürliche Gestaltung des Gesteins, nicht ohne Einwirkung auf das Bauverfahren bleiben, und selbst bei einer weiteren Ausbildung der Baukunst, mussten die natürlichen Eigenschaften der Gesteine stets einen gewissen Einfluss auf ihre Ausübung behaupten.

Unter allen Eigenschaften der Felsmassen ist vielleicht keine von grösserem Einfluss auf ihre Benutzung zum Baumaterial, als ihre natürliche *Absonderung*. Das Daseyn oder der Mangel von Absonderungen erleichtert oder erschwert die Gewinnung; die Formen der abgesonderten Stücke bedingen die Arten der Benutzung, und üben zugleich einen nicht zu verkennenden Einfluss auf gewisse Formen der Bauwerke aus. Bei der Absonderung der Felsmassen kömmt in Beziehung auf Architektur hauptsächlich Folgendes in Betracht:

1) *Die Frequenz der Absonderungen und die damit zusammenhängende Grösse der abgesonderten Stücke.*
2) *Die Verbindungsart der Absonderungsebenen und die davon abhängende Gestalt der abgesonderten Stücke.*
3) *Das Verhalten der Absonderungen zur Gebirgsmasse.*

In der *Frequenz* der Absonderungen und der davon abhängigen Grösse der abgesonderten Stücke liegt eine der wichtigsten Bedingungen für die Benutzung der Gesteine. Es lassen sich in dieser Hinsicht drei Hauptabstufungen unterscheiden:

a. *Geringe Absonderung*, wie oft bei dem Granite, Syenite, Diorite, und einigen anderen krystallinischen, sogenannten massigen Gesteinen.

b. *Mässige Absonderung*, wie bei den mehrsten Sandsteinen, Conglomeraten, vielen Kalksteinen, dem Basalte, dem Trachyte.

c. *Starke Absonderung*, wie bei den schiefrigen und dünn geschichteten Gesteinen, bei manchen Porphyren, manchen Kalksteinen.

Felsmassen, die wie der Granit wenige Absonderungen zu haben pflegen, sind, abgesehen von der Festigkeit, Härte und anderen in Beziehung auf die Benutzung wichtigen Eigenschaften, am Schwierigsten zu gewinnen. Man ist gewöhnlich genöthigt, Sprengarbeit dabei anzuwenden. Vor Erfindung des Schiesspulvers war daher die Schwierigkeit der Gewinnung noch sehr viel bedeutender; aus welchem Grunde die Herstellung der Aegyptischen Obelisken ungleich grösseres Staunen erwecken muss, als die Bearbeitung der zu Petersburg errichteten kolossalen Alexanders-Säule. Abwesenheit von Absonderungen ist übrigens Hauptbedingung für die Bearbeitung von Monolithen von solcher Grösse; daher überhaupt nur wenige Gesteinsarten dazu geeignet sind. Die Schwierigkeit der Gewinnung ist ein Hauptgrund, dass man von Gesteinen mit sehr wenigen Absonderungen in der Architektur nur eine beschränkte Anwendung macht, indem man sie besonders bei Prachtbauten und zu einzelnen Architekturstücken, z. B. zu Säulen verwendet, und sie zu solchen Bauwerken gebraucht, bei welchen ihre Festigkeit von besonderer Wichtigkeit ist, wie zu Brücken, zu Quai's.

Mässige Absonderung der Masse ist das Structurverhältniss, welches nicht allein die Gewinnung, sondern auch die Benutzung der Steine zur Mauerung besonders begünstigt. Von den untergeordneten Modificationen der Frequenz der Absonderungen hängt die Grösse der einzelnen Stücke ab; daher darin eine Bedingung liegt, ob ein Gestein zum Quaderbau oder nur zur gewöhnlichen Mauerung anwendbar ist.

Sind Gesteine stark abgesondert, kommen sie in dünnen Schichten vor, wie bei den schiefrigen Gesteinen, dem Thonschiefer, Glimmerschiefer, Gneus, Sandsteinschiefer, Kalkschiefer, u. A., oder sind die abgesonderten Stücke nach sämmtlichen Dimensionen klein, wie oft bei Porphyr, Kieselschiefer, manchen Kalksteinen, so sind sie zu Mauerungen weniger, oft gar nicht geeignet, wenn sie gleich oft zu gewissen anderen Anwendungen bei dem Bauwesen brauchbar seyn können. Die dünn geschichteten sind zu Platten für Fussböden,

zu Bekleidungen, die schiefrigen bei gewissen Beschaffenheiten zum Dachdecken geeignet; die anderen sind, zumal bei grösserer Härte, bei dem Strassenbau zum Steinschlage anwendbar; welche Benutzungsart gerade durch die starke Absonderung erleichtert wird; so wie auch die Gewinnung dadurch begünstigt werden kann. Die starke Absonderung des Kieselschiefers trägt nebst seiner Härte dazu bei, dass dieses Gestein zu den vortheilhaftesten Materialien für den Chausseebau gehört.

Das Zweite, was hinsichtlich der Absonderung von Einfluss ist, besteht in der *Verbindungsart* der Absonderungsebenen, und der davon abhängigen Gestalt der abgesonderten Stücke. Die Absonderungsebenen sind entweder unter mehr und weniger bestimmten Winkeln verbunden, wodurch die abgesonderten Stücke eine regelmässige, oder wenigstens dem Regulären genäherte Form erhalten; oder die Verbindungsart ist eine unbestimmte, und daher die Absonderungsform eine unregelmässige. Bei der regelmässigen Absonderung wird ein Hauptunterschied wahrgenommen, indem die Form der abgesonderten Stücke entweder eine parallelepipedische, oder eine prismatische ist. Im ersteren Fall ist die Verbindungsart der Absonderungsebenen bald eine rechtwinkelige, bald eine schiefwinkelige. Findet jenes Statt, wie es besonders bei stratificirten secundären und tertiären Gebirgsarten, namentlich bei Sandsteinen, Conglomeraten und manchen Kalksteinen und Dolomiten, doch aber auch nicht selten bei einigen nicht stratificirten, z. B. bei dem Granite, Syenite Diorite, vorkommt, so liegen wieder in den Verhältnissen der gegenseitigen Entfernungen der Absonderungsebenen, und den davon abhängigen Formen der abgesonderten Stücke Unterschiede; diese sind nehmlich bald kubisch, bald block- oder quaderförmig, bald pfeilerförmig, bald platten- oder tafelförmig. Auch bei schiefwinkeliger Verbindung der Absonderungsebenen kommen untergeordnete Verschiedenheiten vor, indem die abgesonderten Stücke bald mehr von gleichen Dimensionen, bald mehr platten- oder tafelförmig sind, welche Unterschiede sich u. a. bei der Grauwacke finden. Modificationen der prismatischen Absonderung werden bewirkt: theils durch die abweichende Anzahl der Seitenflächen, indem drei-, vier-, sechs- und mehrseitige Prismen vorkommen, theils durch das abweichende Verhältniss der Länge der Prismen zu den Querdimensionen, theils durch weitere Abtheilungen der Prismen, indem

ihre Querabsonderungen bald weiter von einander entfernt, bald mehr einander genähert sind. Diese Art der Absonderung ist im Ganzen weit seltener als die parallelepipedische, und vorzüglich den danach benannten Säulengebirgsarten eigen, zumal dem Basalte und manchen ihm verwandten Gebirgsarten, dem Dolerit, Trapp, Leucitophyr, so wie auch manchem Trachyt und Porphyr.

Es ist wohl nicht zu verkennen, dass die Formen, welche die Gesteine von Natur besitzen, einen nicht unbedeutenden Einfluss auf ihre Verwendung in der Baukunst haben, indem davon zum Theil ihre leichtere oder schwierigere Bearbeitung abhängt. Zuweilen haben die Steine durch die natürlichen Absonderungen schon eine solche Gestalt, dass sie zur Verwendung nur einer geringen, vielleicht gar keiner Nachhülfe bedürfen, wogegen bei anderen die nöthige Form ganz durch die Bearbeitung ertheilt werden muss. Es ist ungleich leichter einen von Natur in regelmässige Quadern abgesonderten Sandstein zu vollkommen schliessenden Quaderstücken zuzurichten, als einem weniger regelmässig gebildeten Kalkstein eine gleiche Vollendung zu geben. Darf man sich darüber wundern, dass die natürlichen Formen der Steine bei den Anfängen der Baukunst einen Einfluss auf die Bauformen und das Bauverfahren gehabt haben? Als man noch die Steine in Mauern zusammenfügte, ohne sie zu behauen, war es nicht einerlei, ob sie schon von Natur eine Quaderform, oder ob sie unregelmässige, vieleckige Gestalten hatten. Wo das Erstere der Fall war, wie solches bei den Sandsteinen und Conglomeraten so gewöhnlich ist, wurde der Mensch von selbst darauf geführt, sie in wagerechten Lagen so über und an einander zu fügen, wie sie von Natur über und an einander gefügt waren; es wäre ja erst eine mühsame künstliche Bearbeitung erforderlich gewesen, um die Quaderstücke eines Sandsteins in die polygonen Formen einer Kyklopenmauer umzuwandeln. Man würde auf diese Construction schwerlich gekommen seyn, hätte nicht das natürliche Vorkommen von Bausteinen in unregelmässigen vielseitigen Stücken, wie solche bei manchen Kalksteinen, aber auch bei einigen anderen Gebirgsarten sich finden, darauf geführt. Mag die Meinung die richtige seyn, dass die kyklopische Bauart in Italien nicht eigentlich einheimisch, sondern dahin verpflanzt sey, so muss doch einleuchten, dass sie gerade da, wo sie vorzüglich sich findet, in der Nähe der Kalk-Apenninen, in dem Felsenlande der Herniker, und in den be-

nachbarten Gebirgsgegenden, durch die natürliche Form des Materials auf ähnliche Weise besonders begünstigt wurde, als solches in Kleinasien und Griechenland bei den dort zu den Kyklopenmauern benutzten Gesteinen der Fall war. Anders verhielt es sich in einem grossen Theile vom alten Etrurien, wo das Vorkommen eines rechtwinkelig-parallelepipedisch abgesonderten Sandsteins, des sogenannten Macigno, die Gewinnung grosser Quader möglich machte, wie man sie in den Mauerresten Etruskischer Städte, namentlich in denen von *Volaterrä*, *Fäsulä*, *Cortona* siehet. Ich würde diese Ansicht mit grösserer Schüchternheit äussern, wenn ich nicht darin mit einem bewährten Alterthumsforscher zusammenträfe, dessen auf viele Anschauungen gegründetes Urtheil ein weit competenteres als das meinige ist. Ludwig Ross berichtet [39]), dass auf der Griechischen Insel *Dolichiste* eine Menge christlicher Trümmer vorhanden sind, die in die frühesten Jahrhunderte des Christenthums zurückgreifen müssen: Kirchen und Wohnhäuser aus polygonischen Blöcken mittlerer Grösse, die durch Kalkmörtel verbunden sind, auf das Sorgfältigste und Zierlichste erbauet, und bemerkt zugleich, dass sie nebenher einen hübschen Beitrag zu dem Beweise abgeben, dass die polygonische Bauart, weit entfernt ein Zeichen barbarischen Ungeschickes der urältesten Volksstämme zu seyn, weit entfernt unfehlbar auf Pelasger und Aboriginer schliessen zu lassen, vielmehr ein Ergebniss der Beschaffenheit des Materials war, und sich daher überall und in allen Zeiten wiederholt findet, wo der Baustein, wie hier der harte Kalkstein, anderswo der Granit, bei'm Zersprengen in unregelmässige Blöcke bricht, und man sich die unnöthige Mühe ersparen wollte, ihn erst in regelmässige Quader zu zerschneiden. Schon bei einer früheren Gelegenheit [40]) erwähnt Ross in Beziehung auf den polygonischen Mauerbau, dass er auch in den Holsteinischen Bauerdörfern in den Fundamenten der Häuser, in den Einfassungsmauern der Höfe manches schöne Probestück kyklopischer Bauart bemerkt, und den Grund dafür in der Natur der heimischen Granitblöcke gefunden habe, die bei'm Zersprengen in unregelmässige vielseitige Blöcke zerfallen, welche der arglose, aber mit gutem Augenmasse begabte Bauer, um sich zweck-

---

39) Kleinasien und Deutschland. 1850. S. 8—9.

40) Reisen auf den griechischen Inseln des ägäischen Meeres. 1845.

lose Mühe zu ersparen, polygonisch zusammenfügt, ohne dass er bis jetzt zum Selbstbewusstseyn seines uranfänglichen, vorgeschichtlichen Kyklopenthumes gelangt ist, nicht mehr und nicht minder, als die alten Hellenen. Auf dieselbe Betrachtung bin ich durch ähnliche Wahrnehmungen in verschiedenen Gegenden der norddeutschen, mit aus Schweden abstammenden Blöcken krystallinischer Gesteine übersäeten Sandniederung geführt worden. Auch darin stimme ich nach den an einigen Resten polygonischen Mauerbaues in Italien, besonders an der Stadtmauer von *Fondi* gemachten Beobachtungen, mit dem von Ross Geäusserten überein, dass die Construction der sogenannten Kyklopenmauern keinesweges so kunstlos ist, als sie vielleicht bei einer flüchtigen Betrachtung erscheint, sondern eine wohl überlegte und sorgfältige Technik erkennen lässt; worüber eine von mir herrührende Notiz, nebst der Skizze von einem Theil der Stadtmauer von *Fondi*, sich in *Kruse's Hellas* [41]) findet, und wovon unten noch einmal die Rede seyn wird.

Unter den verschiedenen Arten der Absonderung der Gesteine hat die *parallelepipedische*, und zumal die *rechtwinkelige*, den bei Weitem grössten Einfluss auf die Architektur. Nicht allein ist diese Art der Absonderung den Gesteinen besonders eigen, welche in der Baukunst am Häufigsten benutzt werden, sondern es ist auch die Mannichfaltigkeit ihrer untergeordneten Modificationen Ursache, dass sie die verschiedenartigsten Anwendungen begünstigt, indem z. B. die Quaderform für die Aufführung von Mauern, diese sowohl als auch die Plattenform für die Ueberdeckung offener Räume, die Pfeilerform für die Errichtung von Thür- und Fensterstöcken, von Pilastern, die Bearbeitung der Steine erleichtert. Hierzu kommt noch, dass wenn es erforderlich ist den Baustücken durch Behauen eine von der natürlichen Absonderungsform mehr und weniger abweichende Gestalt zu geben, z. B. für die Construction von Gewölben, für die Bildung von Säulen und überhaupt von Architekturstücken mit gebogenen Begränzungsflächen, die Zurichtung der Steine in den mehrsten Fällen bei keiner Art von Absonderung geringere Schwierigkeiten hat, als bei der parallelepipedischen. In vielen Fällen liegt eine besondere Begünstigung für das Bauwesen noch darin, dass in ein und derselben Felsmasse verschie-

41) I. S. 438. Tab. I. Sect. III. Fig. 5.

dene Modificationen der parallelepipedischen Absonderung vorkommen, indem es z. B. bei dem Sandstein, so wie bei manchen Conglomeraten und Kalksteinen oft der Fall ist, dass in derselben Gebirgsmasse Bänke die sich zur Gewinnung von Quaderstücken eignen, mit Schichten abwechseln, welche plattenförmige Bausteine darbieten. Auch lässt sich mannichmal eine Abänderung des Parallelepipedischen, namentlich die Pfeilerform, wie sie u. a. bei manchen Dolomitischen Gesteinen ausgezeichnet sich findet, zu verschiedenartigen Baustücken verwenden, indem man sie z. B. in vielen Fällen auch zu Quadern benutzen kann. Wo der Felsmasse welche das Baumaterial liefert, nur die eine oder andere Modification der parallelepipedischen Absonderung eigen ist, kann hierin eine Beschränkung für die Anwendbarkeit des Gesteins zu verschiedenartigen Zwecken liegen, und wohl zu einem technischen Verfahren nöthigen, welches bei einer anderen Absonderungsform nicht erforderlich seyn würde. Es versteht sich dabei von selbst, dass hinsichtlich der Brauchbarkeit des Gesteins für bestimmte Zwecke keinesweges bloss die Gestalt der abgesonderten Stücke, sondern besonders auch die absolute Grösse derselben bedingend ist; dass also bei dem Einflusse der Absonderungen des Gesteins auf die Architektur, die Frequenz derselben mit der Verbindungsart der Absonderungsebenen concurrirt. Dass diese Beschaffenheiten des Gesteins auf die Entwickelung des Baustyles im Allgemeinen von nicht minder grossem Einflusse gewesen, als auf das technische Verfahren im Besonderen, lässt sich wohl nicht verkennen. Der Bau der Tempel und Palläste im alten Aegypten hätte in der Art, wie er in den bis auf unsere Zeit erhaltenen Resten höchste Bewunderung erweckt, ohne die gewaltigen Sandsteinquader, welche dabei zu Gebote standen, nicht ausgeführt werden können; und in einer ähnlichen Abhängigkeit erscheinen die Tempel zu *Baalbeck* von der erstaunlichen Grösse der in den dortigen Steinbrüchen gewonnenen Kalksteinquader [42]), die Prachtbauten *Athens*

---

42) Lepsius fand in einem alten Steinbruche bei Baalbeck einen noch nicht ganz vom Felsen gelösten Baublock von 67′ Länge, 14′ Breite, 13′,5 Dicke. (Briefe aus Aegypten S. 390.) v. Schubert sah daselbst einen ganz fertig gehauenen Steinblock, der nach der Messung des Dr. Erdl, 71 Bayerische Fuss (20,7 Meter) Länge, gegen 18 Fuss Breite und gegen 14 Fuss Dicke hatte. (Reise nach dem

von der Natur des Penthelischen Marmors, so wie die Tempel von *Pästum*, von den mächtigen Quadern des in ihrer Nähe abgelagerten Travertins.

Bei einer Bedeckung offener Räume durch Quader oder Platten, findet die Weite jener in der Länge der Bausteine ein gewisses Maass. Layard bemerkt [43]), dass die verhältnissmässig geringe Breite der Räume in den Gebäuden zu *Nimrud* gegen die Länge, der Assyrischen Baukunst eigenthümlich, und aus der Schwierigkeit zu erklären sey, eine grössere Weite zu überdachen. Die Länge der zu Gebote stehenden Steine ist eine Bedingung für die Abstände von Säulen, die damit überdeckt werden sollen; so wie die Construction der Säulen selbst, und die Art der Ausführung mancher anderer Theile der Bauwerke, von den Absonderungen der Felsmasse, welche das Material dazu liefert, abhängig sind. Karl Böttticher zeigt [44]), dass die grosse Anzahl der Trommeln, aus welchen die Säulen am *Parthenon* zu *Athen* zusammengesetzt sind, daraus erklärlich wird, dass der Penthelische Marmor weniger in dicken Blöcken, als in dünn abgesonderten Massen bricht, und dass daher auch andere Seltsamkeiten der Structur herrühren, dass z. B. das Epistylion aus drei auf die hohe Kante neben einander gestellten Platten gebildet ist. Wie die Art der Absonderung der Felsmassen auf die Entwickelung der Baukunst und das technische Verfahren von Einfluss gewesen, dürfte bei keinem Theile der architektonischen Construction einleuchtender seyn, als bei der Ueberdeckung offener Räume. Wo Quader und Platten von grossen Dimensionen zu Gebote standen, wurde man von der Natur zur einfachsten Construction, zur Anwendung flacher Ueberdeckung geführt. Reichte die Länge der Steine für eine einfache Deckung nicht aus, so kam man weit eher darauf, durch allmäliges Vorrücken mehrerer über einander angebrachter Steinlagen den offenen Raum zu schliessen, als ein wirkliches Gewölbe zu construiren, und dazu aus den grösseren Steinmassen keilförmige Gewölbsteine künstlich zu hauen. Jene Construction, welche den Uebergang von der flachen

---

Morgenlande. III. S. 318. Vergl. auch Letters on Egypt, Edom and the holy Land, by Lord Lindsey. II. p. 188.

43) Populärer Bericht über die Ausgrabungen zu Niniveh. Deutsch von Meissner. 1852. S. 65.

44) Die Tektonik der Hellenen. I. S. 129.

Bedeckung offener Räume zur wirklichen Ueberwölbung derselben bildet, findet sich u. a. an den mit den Mauern der Akropolis von *Tirynth* verbundenen Gängen[45]) und in besonders merkwürdiger Weise, an dem Grabmale des Agamemnon, oder wie Andere wollen, dem Schatzhause des Atreus bei *Mykenä*[46]); ich selbst beobachtete sie an einer Wasserleitung bei *Tusculum*[47]); auch hat sie sich zu *Norba*, und an den sogenannten *Nuraghen* in Sardinien erhalten[48]). Zur Gewölbconstruction führte weit eher das Vorkommen von Felsmassen mit abgesonderten Stücken von kleinen Dimensionen; so wie die Anwendung künstlicher Steine[49]).

Die *prismatische* Absonderung der Felsmassen hat nur selten Einfluss auf die Construction von Gebäuden, indem die Form der abgesonderten Stücke von der Art ist, dass die Steine gewöhnlich eine bedeutende Bearbeitung erfordern, um für die Architektur brauchbar zu werden, diese Umformung aber zum Theil, namentlich bei dem Basalte, durch die Härte erschwert wird. Doch hat man die Basaltprismen hin und wieder vortheilhaft zu Mauern, besonders zu Stadtmauern, angewandt, wie man es bei manchen Städten am Rhein zwischen Coblenz und Bonn sieht, deren Mauern auf die einfachste Weise durch horizontal über einander gelegte Basaltsäulen, deren Länge die Stärke der Mauer bildet, sehr fest construirt sind. Es ist dieses gewissermaassen eine Nachahmung der natürlichen Basaltmauern, die sich zuweilen finden, der sogenannten *Kämme* (Dykes der Engländer), welche mit horizontal liegenden Prismen sich aus der angränzenden Gebirgsmasse mehr und weniger erheben, und von dem Unkundigen für ein künstliches Gebilde angesprochen werden könnten. — Die prismatische Absonderung nebst der damit verbundenen Querabsonderung der Prismen rechtwinkelig gegen ihre Achse, wie sie dem Basalte

---

45) Brandis, a. a. O. S. 182.

46) Donaldson, Antiq. of Athens, Suppl. p. 25. Brandis, a. a. O. S. 191.

47) Vergl. Donaldson, a. a. O. p. 31. Pl. 2. Nibby, Viaggio antiq. ne' Contorni di Roma. II. p. 48. v. Rumohr, Ital. Forschungen. III. S. 224.

48) K. O. Müller's Archäologie. 2. A. §. 166. Anm. 3. S. 170.

49) Ueber die allmälige Entwickelung des Deckenbaues finden sich überaus scharfsinnige Bemerkungen in dem 1. Excurse zum 1. Buche der Tektonik der Hellenen von Karl Böttticher. Bd. I.

und einigen verwandten Gesteinen, namentlich dem Leucitophyr eigen ist, begünstigt indessen einen besonderen Zweig des Bauwesens, die *Pflasterung*, im hohen Grade. Es ist ein grosser Unterschied zwischen einem aus gerundeten Geschieben gebildeten Steinpflaster, wie man es in den norddeutschen Niederungen verbreitet findet, und einem Basaltpflaster, wie es u. a. *Cassel* und *Göttingen* besitzen. Die Absonderungen des Basaltes sind oft so regelmässig, die Absonderungsflächen so eben, dass die abgesonderten, am Häufigsten sechsseitigen Stücke oft nur wieder neben einander gestellt zu werden brauchen, wie die Natur sie zusammengefügt hatte, um das dichteste und ebenste Pflaster zu geben. Die natürliche, vielseitige Prismengestalt des Leucitophyrs, der an mehreren Stellen der Campagna von Rom, u. A. am sogenannten Capo di bove bricht, und auch in den Lavaströmen des Vesuvs zuweilen jene Absonderungsform zeigt, ist von den alten Römern wie in neueren Zeiten, bei Landstrassen und in Städten zur Pflasterung benutzt. Die Via Appia und Via Flaminia verdanken jenem Gestein, welches die Römer unter dem Namen Silex mit begriffen, ihre bewundernswürdige Dauerhaftigkeit. Es ist durchaus irrig, dass den vieleckigen Steinen jener alten Strassen, wie Procop mit Bewunderung berichtet [50]), und auch einige neuere Schriftsteller, namentlich Hirt [51]) und Stieglitz [52]) annehmen, durch Behauen die polygone Gestalt gegeben worden. Bei genauer Untersuchung habe ich keine Spuren von Behauung, sondern nur natürliche Absonderungsflächen daran gefunden.

Hinsichtlich der Absonderungen der Gesteine darf endlich auch das *Verhalten derselben zur Gebirgsmasse* nicht ganz unbeachtet bleiben. Es kann hier nicht der Ort seyn, aus der Geognosie eine Darstellung der Verhältnisse zu entlehnen, in welchen die Absonderungen der Gesteine zur Gebirgsmasse stehen. Nur im Allgemeinen erlaube ich mir zu bemerken, dass in dieser Hinsicht die stratificirten Gebirgsmassen sich sehr verschieden von den nicht stratificirten verhalten, und dass, da die ersteren für die Architektur die

---

50) Die Ausgrabungen an der Appischen Strasse. Augsb. a. Zeitung. 1853. Beilage zu Nr. 350.

51) Geschichte der Baukunst. III. S. 411.

52) Archäologie der Baukunst. II. 2. S. 141.

wichtigeren sind, auch ihre Structurverhältnisse in dieser Beziehung vorzügliche Berücksichtigung verdienen. Schon eine oberflächliche Bekanntschaft mit ihnen wird es erkennen lassen, dass die Gebirgsstructur von grossem Einfluss auf die Gewinnung der Steine ist; dass solche dadurch eben so sehr erleichtert als erschwert werden kann, welches in Beziehung auf ihre Anwendung in der Architektur nicht gleichgültig ist. Es muss einleuchten, dass es für die Gewinnung des Baumaterials nicht einerlei ist, ob die Hauptabsonderungen der Bänke und Schichten gerade Ebenen bilden, oder ob sie Schichtengewölbe, Sattel und Mulden darstellen; ob die geraden Absonderungen eine wagerechte, oder eine geneigte Lage haben, und ob sie im letzteren Falle einem Bergabhange conform geneigt sind, oder gegen denselben einfallen. Wenn in einer Gebirgsmasse festere Bänke welche die Bausteine liefern, mit Schichten einer weicheren Masse wechseln, wie es so oft bei Sandstein- und Kalkstein-Flötzen der Fall ist, so kann dadurch die Gewinnung der ersteren oft bedeutend erleichtert werden; wogegen sie nicht selten sehr schwierig ist, wo die ganze Gebirgsmasse aus unvollkommen abgesonderten Lagen eines festen Gesteins besteht.

Abgesehen von dem Einflusse der Gebirgsstructur auf die Gewinnung der Bausteine, der hier nicht weiter erörtert werden kann, so ist doch auch wohl nicht zu verkennen, dass die natürliche Architektur, welche in den Felsmassen zur Anschauung kommt, zuweilen unvermerkt einigen Einfluss auf die Bauformen und auf das Bauverfahren gehabt hat. Wo der Mensch in den Felsenwänden horizontal über einander gelagerte Quadermassen erblickt, wie solches in Aegypten in dem Sandsteingebirge der Fall ist, kann wohl nichts natürlicher seyn, als dass er die herausgebrochenen Massen auf ähnliche Weise wieder über einander fügt, wie er sie in der Natur über einander gefügt sieht. Waren bei dem Herausbrechen der mächtigen Bank einer ausgewählten Steinlage Unterstützungen der Decke erforderlich, die man entweder durch Pfeiler welche man stehen liess, oder durch Holzstämme bewirkte, so führte solches sehr leicht darauf, etwas Aehnliches in den Gebäuden durch Säulen aus Stein zu bewerkstelligen, welche die Erinnerung an den vegetabilischen Prototyp, in der Palmkronen-Verzierung der Kapitäler bewahren. Auch in der Aegyptischen Kalkregion sind in den beiden, das Nilthal einschliessenden

Bergketten, der Libyschen und Arabischen, nur horizontale Schichten zu sehen. Indem sich von den höher liegenden, durch Querabsonderungen zerklüfteten Schichten Stücke ablösen, bilden sich an den Felseneinhängen natürliche Treppen. Diesen Kalksteinschichten wurde in Mittelägypten das Hauptmaterial zu den Pyramiden entnommen, die zum Theil auf dem Kalkstein sich erheben. Ist es nun wohl so ganz unwahrscheinlich, dass auch hier jene natürliche Felsenstructur auf den eigenthümlichen stufenförmigen Aufbau geleitet hat, den uns Herodot beschreibt [53]), und den man noch jetzt deutlich erkennt, indem die von ihrer Bekleidung entblössten Stufen die Ersteigung der Pyramiden möglich machen [54])? Es scheint mir daher, dass die Elemente des altägyptischen Baustyles und Bauverfahrens in der eigenthümlichen natürlichen Architektur der dortigen Gebirgsmassen zum Theil wenigstens gefunden werden, welche Ansicht auch Carl Ritter so treffend und schön ausgesprochen hat [55]).

Eine ganz andere Richtung mussten die Schichtengewölbe gewisser Kalkformationen anderer Gegenden, namentlich in Kleinasien, Griechenland und Italien den ersten Anfängen der Baukunst ertheilen. Wenn man die Kyklopenmauern von *Fondi* und einigen anderen Städten in der Nähe der Apenninen sieht; wenn man bemerkt, wie in der Form der Steine die natürliche, unregelmässige Absonderungsform vorherrscht, welcher man durch einiges Behauen nachgeholfen hat; wenn man, wie oben bereits bemerkt worden, bei genauerer Betrachtung sich davon überzeugt, dass die Zusammenfügung der polygonen Steine keinesweges so ganz unordentlich und willkürlich ist, als es auf den ersten Blick erscheinen möchte, indem die genau ohne Mörtel zusammengefügten trapezischen oder mehrseitigen Steine unregelmässige Gewölbe bilden, deren innere und äussere Räume so ausgefüllt sind, dass sämmtliche Steine in einander greifend verbunden erscheinen; — so wird man unwillkürlich auf den Gedanken geführt, dass die oft mannichfaltig gebogenen Schichten des Kalksteins, denen man das Material entnommen, auf die Idee jener Construction einen Einfluss gehabt haben möchten, welche durch die natürliche Form der aus jenen Schichten gewonnenen Steine erleichtert wurde,

---

53) Hirt, Geschichte der Baukunst. 1. S. 55.

54) Niebuhr's Reisebeschreibung. 1. S. 198. Hirt, a. a. O. S. 57.

55) Erdkunde. 2. A. I. S. 712.

wogegen diese einen Quaderbau sehr erschwert, ja fast unausführbar gemacht haben würde.

Schon bei einer früheren Gelegenheit ist bemerkt worden, wie das gemeinschaftliche Vorkommen verschiedenartig abgesonderter Gesteinslagen in einer Gebirgsmasse die Architektur dadurch begünstigen könne, dass an derselben Localität für verschiedene Zwecke geeignete Bausteine sich gewinnen lassen, worauf ich mich hier beziehen kann.

Unter den Eigenschaften der Steine, welche hinsichtlich ihrer Benutzung in der Baukunst von Bedeutung sind, reihet sich an die äussere Gestalt zunächst ihr *inneres Gefüge*, ihre *Textur*. Es ist für den Gebrauch eines Gesteins zum Bauen nicht gleichgültig, ob es krystallinisch oder conglutinirt; ob es gleichmässig dicht oder löcherig ist. Es stehen damit gewisse, in Beziehung auf Architektur wichtige physikalische Eigenschaften der Steine, *Härte*, *Festigkeit*, *Biegsamkeit*, *Schwere*, im genauen Zusammenhange.

Die *krystallinischen* Gesteine zeigen eine Hauptverschiedenheit, wonach sie sich in der Anwendung oft sehr abweichend verhalten: sie sind nehmlich entweder *krystallinisch-körnig*, oder *krystallinisch-schiefrig*. Bei den krystallinisch-körnigen Gesteinen kommen untergeordnete Verschiedenheiten vor, indem sie bald *grob-*, bald *feinkörnig*, bald *fest-*, bald *loskörnig* sind; und diese Modificationen finden sich eben sowohl bei Gesteinen, welche aus verschiedenen Fossilien gemengt, als bei solchen, welche ihrer Hauptmasse nach einfach sind; eben so gut bei dem *Granit*, *Syenit*, *Diorit*, *Euphotid*, als bei dem *Marmor* und *Dolomit*. Krystallinische Gesteine von festem Korn gehören zu denen, welche sich vorzüglich zum Quaderbau, so wie zu Säulen und architektonischen Verzierungen eignen, welche eine vollendete Bearbeitung, eine sorgfältige Ebenung der Flächen, selbst oft eine hohe Politur gestatten, und zugleich besonders dauerhaft zu seyn pflegen. Die sorgfältige Bearbeitung wird durch ein feines Korn mehr als durch ein gröberes begünstigt. Bötticher bemerkt [56]), dass die feinkörnige Textur des Penthelischen Marmors ei-

---

56) Die Tektonik der Hellenen. 1. S. 129.

nen so genauen Schluss der Trommeln, woraus die Säulen am *Parthenon* zu *Athen* zusammengesetzt sind, möglich gemacht hat, dass die Fugen kaum wahrnehmbar sind, und die Säule wie eine monolithe Masse erscheint. Die zuvor erwähnten sind diejenigen krystallinisch-körnigen Gesteine, welche am Häufigsten im Alterthum wie in neueren Zeiten in der Architektur benutzt worden, wiewohl sie theils wegen der Schwierigkeit der Gewinnung und Bearbeitung -- wie es bei den *Granite*, *Syenite*, der Fall ist — theils wegen ihrer Seltenheit und wegen des Vorkommens in nicht sehr starken Lagen — wie bei *Marmor* und *Dolomit* — häufiger zu Säulen, Bekleidungen und architektonischen Verzierungen, als zum Quaderbau angewandt worden. Dieselbe Gesteinsart welche in festkörniger Beschaffenheit ein vortreffliches Baumaterial darbietet, kann im loskörnigen Zustande völlig unbrauchbar seyn. Die lose Verbindung der Körner ist entweder ursprünglich, wie bei manchem Marmor und Dolomit, oder erst durch Verwitterung entstanden, wie solches oft bei dem Granite, z. B. so auffallend bei dem in Finnland mit dem Namen *Rapakivi* belegten, Oligoklas enthaltenden, der Fall ist. In *Kopenhagen* hatte man den loskörnigen Marmor von *Giellebeck* in Norwegen zum Bau einer Kirche gewählt, aber den halb vollendeten Bau wegen des Zerbröckelns des Bausteins wieder aufgeben müssen [57]). Bei der Anwendung von Marmor und Dolomit in der Architektur darf eine Eigenschaft nicht übersehen werden, welche sich zeigt, wenn diese Gesteine zu plattenförmigen Stücken verarbeitet worden, nehmlich die in einer geringen Verschiebbarkeit der körnigen Theile begründete *Biegsamkeit*, welche um so stärker ist, je weniger fest das Korn ist. Zu *Pittefield* in Massachusetts in Nordamerika bricht ein loskörniger Marmor, welcher durch Biegsamkeit sich auszeichnet; aber selbst bei dünnen Platten des festkörnigen Marmors von Carrara ist diese Eigenschaft wahrzunehmen. Dass die härteren krystallinisch-körnigen Gesteine wie *Granit*, *Syenit*, *Diorit*, *Euphotid*, sich zu solchen Anwendungen im Bauwesen eignen, für welche gerade die Härte eine vorzügliche Eigenschaft ist, namentlich zu Trottoirs, zum Strassenpflaster, zum Steinschlage auf Chausseen, beweist der vortheilhafte Gebrauch, welcher nicht selten zu diesen Zwecken

---

57) Vergl. meine Reise durch Skandinavien. I. S. 325.

von ihnen gemacht wird. *Krystallinisch–schiefrige* Gesteine sind in der Regel zum Quaderbau unbrauchbar, und zur gewöhnlichen Mauerung um so weniger anwendbar, je dünnschiefriger sie sind. Wenn daher ein dickschiefriger *Gneus* oft ein brauchbares Material zum Mauern liefert, so ist dagegen ein dünnschiefriger *Thonschiefer* dazu gewöhnlich nicht vortheilhaft. Dabei können auch noch Verschiedenheiten der Nutzbarkeit darin liegen, ob das Gestein vollkommen schiefrig und daher leicht spaltbar, oder unvollkommen schiefrig, schwer zu spalten ist. Je vollkommner und leichter ein krystallinisch- schiefriges Gestein sich spalten lässt, um so weniger brauchbar ist es zum Mauern, um so anwendbarer dagegen zum Dachdecken, daher gewisse Abänderungen von *Thon–* und *Glimmerschiefer* besonders zu diesem Zwecke gebraucht werden, und zwar *Thonschiefer* weit häufiger als *Glimmerschiefer.*

Die *Porphyre* vermitteln die *krystallinischen* Gesteine mit den *dichten,* indem sie aus einer mehr und weniger dichten Grundmasse bestehen, von welcher einzelne krystallinische Theile, am Häufigsten *Feldspath* und ihm verwandte Fossilien, als *Oligoklas, Albit, Labradorit,* zuweilen *Augit, Hornblende, Glimmer, Quarz,* eingeschlossen werden. Die verschiedene Beschaffenheit der Grundmasse hat auf die Härte und Festigkeit des Gesteins Haupteinfluss. *Kieselschiefer–, Hornstein–, Euryt– Porphyr,* zeichnen sich durch höhere Härtegrade aus; wogegen *Trapp-porphyr (Melaphyr), Grünporphyr (Oligoklas–* oder *Labradorporphyr), Thonsteinporphyr,* weniger hohe Grade von Härte besitzen. Da die mehrsten Porphyrarten stark abgesondert, und daher von ihnen in der Regel keine grosse Massen zu erlangen sind, so hat man von ihnen nie eine so ausgedehnte Anwendung in der Architektur gemacht, als die Schönheit dieser Gesteine erwarten lassen sollte. Auch erschwert bei den mehrsten Arten die Härte ihre Bearbeitung. Diese Eigenschaft ist aber Ursache, dass die Porphyre zu geschliffenen und polirten Arbeiten vorzüglich brauchbar sind, und sich daher für Säulen und anderen architektonischen Schmuck benutzen lassen. Dazu sind denn auch die Porphyre, mehr im Alterthume als in neueren Zeiten, besonders von den prachtliebenden Römern, angewandt worden, die sie u. a. zur Ausschmückung von Wasserbecken, zu Mosaik-Fussböden u. dergl. gebrauchten. Die Römer bezogen die schönsten Porphyrarten aus Aegypten und Griechenland, aber auch aus dem Gebirge von *Esterelle* bei *Fréjus* im südli-

chen Frankreich, wo in der Nähe des Meeres noch Reste von den Brüchen sich finden, welche von den Römern ausgebeutet wurden, die nicht allein in den Städten der Provincia Romana, zumal in Forum Julii Octavianorum, dem heutigen *Fréjus*, sondern auch zu Rom, von dem dortigen Porphyr in der Architektur Gebrauch gemacht haben [58]). Die Porphyrarten welche von den alten Römern vorzüglich verarbeitet wurden, sind der Aegyptische *rothe Trapp-porphyr* (Porfido rosso antico), und der *Grünporphyr* (Porfido und Serpentino verde antico) aus dem Peloponnes. Die aufgefundenen beiden Brüche des ersteren liegen nach Gardner Wilkinson [59]) in einer etwa 45 geogr. Meilen betragenden Entfernung von einander; der eine derselben an einer Anhöhe Namens *Djebel Dokhan* [60]), etwa 45 geogr. Meilen vom rothen Meere, und 120 Meilen von *Siout* (Lycopolis). Der Peloponnesische *Grünporphyr* kommt, wie Curtius berichtet [61]), an den östlichen Abhängen des *Taygetos* vor. Die Brüche welche in alter Zeit ausgebeutet worden, liegen nach der Angabe desselben auf den Hügeln oberhalb *Stephania.* Es wird von ihm bemerkt, dass der kostbare Stein nirgends in grossen zusammenhängenden Massen, sondern so zerklüftet vorkommt, dass nur selten reine Stücke von mehr als einem Fuss Durchmesser gefunden werden; dass er schwer zu bearbeiten ist, und für den Tempelbau der Hellenen nicht passte [62]).

An die *porphyrartigen* Gesteine reihen sich die *dichten,* welche sowohl mit jenen, als auch mit den krystallinischen oft durch unmerkliche Uebergänge verknüpft sind. Den letzteren Uebergang sieht man zuweilen ausgezeichnet bei dem *Marmor* — z. B. bei dem zu Carrara brechenden — und dem *Dolomite*, welche krystallinisch-körnige Gesteine allmählig in *dichten Kalkstein* oder *Bitterkalk* verlaufen, an welchen oft jede Spur von krystalli-

---

58) Tessier, in einem in der Académie des sciences zu Paris gelesenen Aufsatz. Blätter für litt. Unterhaltung. 1833. S. 1128. Coquand, Mémoires de la Société géologique de France. 2. S. III. p. 371 etc.

59) Journ. of the geogr. Soc. of London. II. p. 42. etc. Gustav Leonhard, die Quarz-führenden Porphyre. 1851. S. 208.

60) Nach Lepsius: „Gebel Dochân". Briefe aus Aegypten. 1852. S. 321.

61) Peloponnesos. I. S. 34.

62) Daselbst. II. S. 266.

nischer Textur verschwunden ist. Da dichte Gesteine ungleich häufiger in der Erdrinde vorkommen als krystallinische, und manche derselben auch weit grössere Massen bilden als gewisse krystallinische Gesteine, so sind jene für die Architektur von ungleich grösserer Wichtigkeit als diese. Unter den dichten Gesteinen ist vom allergrössten Einfluss auf das Bauwesen, der *Kalkstein;* ja es gehört derselbe wegen seiner ausserordentlichen Verbreitung und wegen seines Vorkommens in den grössten Massen, zu den allerwichtigsten Baumaterialien. Seine ungemeine Nutzbarkeit wird ebensowohl durch eine vortheilhafte Verbindung von Eigenschaften, als auch durch die grosse Mannichfaltigkeit seiner Abänderungen bewirkt, welche ihn zu den verschiedenartigsten Anwendungen in der Baukunst tauglich machen. Wo er in mächtigen Bänken bricht, ist er zu Quadersteinen brauchbar, deren Gewinnung und Bearbeitung oft durch regelmässige natürliche Absonderungen erleichtert werden. Kommt er dagegen in dünnen Schichten vor, so liefert er Platten von den verschiedensten Stärken, deren Gewinnung ebenfalls oft durch die natürlichen Absonderungen begünstigt wird, und die oft keiner weiteren Zurichtung bedürfen. Der mittlere Grad seiner Härte erleichtert seine Bearbeitung, und die feste Verbindung seiner Theile begründet im Vereine mit seiner chemischen Natur, vermöge welcher er einer Zersetzung widersteht, seine Dauerhaftigkeit, welche an den Ueberresten von Bauwerken aus dem frühesten Alterthume, die aus Kalkstein bestehen, unsere Bewunderung in so hohem Grade erregt. Wenn nun gleich der nicht bedeutende Härtegrad des Kalksteins für die mehrsten Arten seiner Anwendung bei dem Bauwesen vortheilhaft ist, so liegt doch darin der Grund, dass er sich zu Pflaster- und Chaussee-Steinen weniger eignet. Für die Anwendung zum Steinschlage ist nicht allein seine geringe Härte, sondern auch die Eigenschaft desselben nachtheilig, dass er zermalmt, im trockenen Zustande stäubt, und im nassen schlammt. Eine Abänderung des Kalksteins, der *Stinkkalk*, ist für diese Benutzung besser als andere Varietäten, indem er wegen des Bitumen-Gehaltes im zermalmten Zustande mehr bindet. Unter den mannichfaltigen Abänderungen des Kalksteins finden sich solche, welche durch Feinheit und gleichmässige Dichtigkeit, eine feinere Bearbeitung gestatten, und daher zu Säulen und architektonischen Verzierungen sich eignen. Aus hohem Alterthume haben sich hin und wieder, z. B. in den Felsengräbern des

Libyschen Gebirges in Aegypten, die feinsten in einem gleichmässig dichten Kalkstein ausgeführten Sculpturen erhalten[63]). Gewisse Abänderungen des dichten Kalksteins besitzen ausgezeichnete Farben oder bunte Farbenzeichnungen, welche veranlasst haben, solche zum Marmor zu zählen, wenn ihnen gleich im mineralogischen Sinne dieser Name nicht zukommt. Diese farbigen Kalksteine sind im Alterthum wie in neueren Zeiten häufig zu architektonischen Verzierungen benutzt, und waren besonders bei den Römern beliebt. Unter den von diesen angewandten Abänderungen zeichneten sich die gelbe (Marmor Numidicum, Giallo antico) und die rothe (Rosso antico) besonders aus. Unter den Varietäten des Kalksteins haben die reineren im Allgemeinen für die Anwendung als Baumaterial den Vorzug. Eine geringe Beimengung von Thon, welche eine Hinneigung zum Mergel bewirkt, vermindert seine Härte und pflegt ihn zur feineren Bearbeitung weniger tauglich zu machen.

Ein Paar Abänderungen des Kalksteins verdienen hier noch eine besondere Erwähnung, wegen ihrer grossen Wichtigkeit für das Bauwesen: der *Roogenstein (Oolith)* und der *Tuffkalk*. Der erstere hat seinen Namen von der Aehnlichkeit mit Fischroogen, welche früher die irrige Meinung veranlasste, dass er versteinerter Fischroogen sey. Bei übrigens dichter Beschaffenheit bestehet er aus kleinen, oft sehr regelmässigen Kugeln, welche von Hirsenkorn-Grösse bis zur Erbsen-Grösse abändern, und unter einander so fest verbunden sind, dass dieses Gestein zu den dauerhaftesten Abänderungen des Kalksteins gehört, wie die daraus bestehenden, zum Theil sehr alten Bauwerke an manchen Orten beweisen. Aus Roogenstein sind die grossen Kirchen und Thürme von *Braunschweig* und *Halberstadt* erbauet, und in einigen Gegenden von Frankreich ist er der allgemeine Baustein. Ein feinkörniger, fester, aber dabei leicht zu bearbeitender Roogenstein, der sogenannte Portlandstone, bietet ein treffliches Baumaterial für einen Theil von England und namentlich für *London* dar.

Weit verbreiteter und darum für die Architektur von ungleich grösserer Bedeutung ist der *Tuffkalk* oder *Travertin*, der zu den wichtigsten Baumaterialien des Griechischen und Römischen Alterthums gehört, und bis auf den heutigen Tag in manchen Ländern und Gegenden für das Bauwesen unschätz-

63) Lepsius, Briefe aus Aegypten. S. 279.

bar ist. Der Tuffkalk ist durch einen Absatz aus kalkhaltigen Quellen gebildet, und findet sich oft in bedeutenden Ablagerungen auf dem Grunde ehemaliger Seen und Sümpfe. Seine Gewinnung ist daher gewöhnlich mit geringeren Schwierigkeiten verbunden, als das Brechen von älteren Kalksteinen, welche in Bergmassen anstehen. Auch ist seine Verwendung zuweilen ohne mühsamen und kostbaren Transport möglich. So findet sich z. B. unmittelbar neben den Tempeln von *Pästum* der Travertin abgelagert, der das Material zu diesen ausgezeichneten Bauwerken darbot; so konnten die gewaltigen Quader für das Amphitheater Vespasian's, wie für die Peterskirche in *Rom*, in der benachbarten Campagna gewonnen werden. Der Tuffkalk kommt von sehr verschiedenen Graden der Festigkeit vor, indem er bald den gewöhnlichen dichten Kalkstein an Festigkeit übertrifft, bald so locker ist, dass er sich mit der Axt oder Säge bearbeiten lässt, bald sogar einen völlig losen Gruss darstellt. Nicht selten wechseln in derselben Localität feste und lockere Lagen mit einander ab, wie man es an den Tuffkalk-Ablagerungen der hiesigen Gegenden sieht. Hierdurch ist dieses Gestein geeignet, verschiedenartige Anwendungen bei dem Bauwesen zu gestatten, indem mancher Tuffkalk die grössten Quader- und Gewölbsteine darbietet, und selbst zu Säulen und architektonischen Verzierungen sich verarbeiten lässt, wogegen andere Abänderungen zur Ausmauerung von Fachwerk brauchbar sind. Der Tuffkalk ist stets durch eine gewisse Porosität ausgezeichnet, worauf sich der griechische Name $\pi\tilde{\omega}\rho o s$ bezieht, mit welcher bei ihm bedeutende Grade von Festigkeit vereinigt seyn können. Seine Poren haben verschiedene Gestalten und Dimensionen, je nachdem sie durch das bei seinem Absatze entwichene kohlensauere Gas gebildet worden, oder von den organischen, namentlich vegetabilischen Theilen herrühren, welche der Tuff einhüllte. Die Poren der ersteren Art sind oft von stalaktitischem Kalk ausgekleidet, wie denn überhaupt mit der Tuffkalkbildung die von Kalkstalaktiten häufig verbunden ist. Der Porosität verdankt jenes Gestein ganz besondere Eigenthümlichkeiten, welche für seine Anwendung als Baumaterial von Bedeutung sind. Die Porosität ertheilt ihm ein geringeres Gewicht, als gewöhnlicher dichter Kalkstein besitzt. Wegen der schlechten Wärmeleitung der in seinen Poren enthaltenen Luft, zeichnen sich die aus ihm bestehenden Gebäude durch Wärme aus, so wie ihnen auch eine grössere Trocken-

heit eigen ist, als den aus gewöhnlichem dichten Kalkstein errichteten. Auch ist die Porosität Ursache, dass Berappung vorzüglich gut auf Tuffkalk haftet. Da seine bearbeiteten Flächen oft sehr löcherig erscheinen, so hat man schon im Alterthume hin und wieder durch einen Stuck-Ueberzug ihr Ansehen verschönert. An den Säulen der Tempel von *Pästum* habe ich Spuren davon gefunden. Noch jetzt nach ein Paar tausend Jahren, haften die Reste der Stuck-Bekleidung so fest an dem Stein, dass sie sich nur mit Mühe ablösen lässt. Auch im Peloponnes finden sich Reste von Tempel-Gebäuden aus Tuffkalk, der mit feinem Stuck überzogen war. Dahin gehören der Zeustempel von *Olympia* [64]); ein ionischer Tempel zu *Messene* [65]).

Dem Tuffkalke auf gewisse Weise verwandt ist eine in einer tertiären Formation sich findende Kalksteinabänderung, welche den Namen *Grobkalk* nach der französischen Benennung Calcaire grossier erhalten hat, und das Baumaterial von *Paris* ist, wo es in grossen unterirdischen Brüchen gewonnen wird. Dieses Gestein, welches in Werkstücken von den verschiedensten Dimensionen zu erlangen ist, und sich leicht bearbeiten lässt, aber wegen seiner Porosität keine geschlossene, stets etwas rauhe Oberflächen erhält, ist zwar für die Gegenden wo es bricht, besonders für einige Theile von Frankreich, für das Bauwesen von grossem Werthe [66]), aber nicht von so ausgedehntem Nutzen, als der weit mehr verbreitete Tuffkalk. Dem Grobkalke verwandt ist der im südlichen Frankreich verbreitete, unter dem Namen Calcaire Moellon bekannte, jüngere tertiäre Kalkstein, woraus die mehrsten Bauwerke zu *Marseille*, *Nismes*, *Montpellier*, *Béziers*, *Narbonne*, auch die aus dem Alterthume stammenden, bestehen [67]).

Von noch geringerer Bedeutung ist der in der Kreideformation sich findende *Saugkalk (Kreidetuff)*, der den Petersberg bei *Maastricht* constituirt, und in labyrinthischen unterirdischen Steinbrüchen daselbst gewonnen wird. Er hat seinen Namen von der Eigenschaft, Wasser und andere Flüssigkeiten höchst schnell einzusaugen, die er seinem eigenthümlichen lockeren Aggregatzustande

64) Curtius, Peloponnesos. II. S. 55.
65) Daselbst. S. 146.
66) Vergl. d'Archiac, i. d. Mémoires de la Soc. géol. de France. V. 2. p. 252.
67) Marcel de Serres, Géognosie des terrains tertiaires. 1829. p. 65. 66.

verdankt, der auch bewirkt, dass er sich leicht mit der Axt und Säge bearbeiten lässt. Da der Saugkalk durch das Austrocknen an der Luft eine grössere Festigkeit erhält, so liefert er ein brauchbares Baumaterial.

In nächster Verwandtschaft zum Kalkstein befindet sich der *Bitterkalk*, dessen krystallinisch-körnige Abänderung der oben bereits erwähnte *Dolomit* ist, welcher Name aber auch wohl auf die übrigen Abänderungen des Bitterkalkes übertragen worden. Die Massen des Dolomites welche, wie der mehrste Marmor, dem krystallinischen Schiefergebirge untergeordnet sind, und sich auch in Beziehung auf Architektur ihm ähnlich verhalten, sind im Ganzen für dieselbe von keiner grossen Bedeutung. Ungleich wichtiger in dieser Beziehung ist der in den älteren und jüngeren Flötz-Formationen sich findende Bitterkalk, dessen Textur vom Dichten einer Seits in das Krystallinische, anderer Seits in das Erdige verläuft, und in dieser Hinsicht eine grössere Verschiedenartigkeit, selbst in benachbarten Massen zeigt, als der Kalkstein. Den mehrsten Abänderungen ist eine gewisse Porosität eigen, wodurch sie dem Tuffkalke ähnlich werden, sich doch aber dadurch unterscheiden, dass bei diesem die Poren stalaktitisch ausgekleidet zu seyn pflegen, wogegen sie bei dem Bitterkalke kleine Drusen mit Bitterspath-Rhomboedern darstellen. Dieser Porosität ungeachtet haben die dichteren und die krystallinischeren Varietäten gewöhnlich eine grössere Festigkeit, als die mehrsten Abänderungen des Kalksteins, worin sie ebenfalls dem Tuffkalke gleichen, und sind oft selbst zur feineren Bearbeitung geeignet. Sie liefern aus diesem Grunde, und da sie in mächtigen, oft pfeilerförmig abgesonderten Bänken vorzukommen pflegen, nicht selten ein vortreffliches, durch Dauerhaftigkeit ausgezeichnetes Baumaterial. Das zeigt die Benutzung des Bitterkalkes zu Kirchen und anderen grossen Gebäuden, in Franken, Thüringen, am südlichen Harzrande, z. B. zu *Walkenried*. Der im nordwestlichen Deutschland, in den Gegenden der Leine und Weser in grosser Ausdehnung in der Oolith-Formation abgelagerte Dolomit[68]), hat in neueren Zeiten bei dem Bauwesen mit Recht mehr die Aufmerksamkeit auf sich gezogen, und ist u. A. zur Brücke über die Ruhme bei *Nordheim*, und bei den

---

68) Vergl. meine Uebersicht der jüngeren Flötzgebilde im Flussgebiete der Weser 1824. S. 303.

Eisenbahnbauten mit Nutzen angewandt worden. Auch in England hat man Gelegenheit die vortheilhafte Benutzung des dort sogenannten Magnesian Limestone zum Bau von Kirchen und Schlössern zu sehen. Es besteht z. B. aus dem durch Dauerhaftigkeit ausgezeichneten Dolomite von *Bolsover Moor* in Derbyshire, die im 10. und 12. Jahrhundert zu *Southwell* erbauete Kirche, an welcher, wie Sir Henry de la Beche berichtet[69]), sich nicht bloss die Gesimse unversehrt scharf und rein erhalten, sondern sogar die eingemeisselten Linien noch ganz das ursprünglich frische Ansehen haben. Diesen Stein hat man für die neuen Parlamentshäuser in London gewählt.

Ausser dem *Kalkstein* und *Bitterkalk* sind kaum andere dichte Gesteine für die Baukunst von Bedeutung. Theils brechen sie nicht in grösseren, zusammenhängenden, unabgesonderten Massen, theils erschwert ihre zu grosse Härte die Bearbeitung, theils sind sie zu weich, um ein dauerhaftes Baumaterial darzubieten. Wegen der zu grossen Härte und der Art des Vorkommens kann von dichten kieselartigen Gesteinen, z. B. von *Quarzfels*, *Hornstein*, *Jaspis*, wenig Anwendung in der Architektur gemacht werden. Solche Gesteine, wie namentlich der *Jaspis*, bieten, da sie einer hohen Politur fähig sind, und zum Theil auch durch ihre Farben sich auszeichnen, für die Steinschleiferei ein vorzügliches Material dar, wie u. a. die in den Sibirischen Steinschleifereien verfertigten Arbeiten aus den schönen Jaspisarten des Urals zeigen, und können auf solche Weise verarbeitet, auch wohl zu kleineren architektonischen Verzierungen benutzt werden. Jene kieselartigen Gesteine, und ausserdem besonders der *Feuerstein* werden hin und wieder zum Wegebau benutzt, wozu sie durch ihre Härte tauglich sind, und wobei die geringe Ausdehnung ihrer Massen oder abgesonderten Stücke nicht hinderlich ist. Vom *Feuerstein*, wird zu solchem Zweck besonders in England, wo er in der Kreide in Menge vorkommt, ausgedehnte Anwendung gemacht. Er hat übrigens ebenso wie der *Quarzfels*, für diese Benutzung das Nachtheilige, wegen seiner Härte und Schärfe den Huf- und Rad-Beschlag stark anzugreifen, und nicht zu binden, daher man ihn in England, in Vermengung mit Kreide zum Steinschlage auf Chausseen anzuwenden pflegt.

---

69) Account of the Museum of economic Geology. London 1843. Blätter für litterärische Unterhaltung. 1844. Nro. 66. S. 263.

Der beinahe über alle Theile der Erde verbreitete *Basalt* würde für die Architektur nutzbarer seyn, stände nicht auch bei ihm die Härte, und ausserdem besonders die Art seiner Absonderung entgegen. Welchen Gebrauch man indessen zur Aufführung von Mauern von ihm gemacht, ist oben bereits erwähnt. Es giebt doch aber auch Gegenden der Erde, wo er im Alterthum und auch noch in neueren Zeiten, im Bauwesen allgemeiner benutzt worden, zu welchen namentlich West-Asien gehört, wo das Vorkommen des Basaltes sehr verbreitet ist. In dem nördlichen phönicischen Küstenlande sind in dem Gebirge östlich vom *Tell 'Arka* nach *Thomson* die meisten Dörfer aus schwarzem Basalt erbauet, was ihnen ein düsteres Ansehen giebt [70]). *Layard* berichtet [71]), dass schwarzer Basalt, der in den Kurdischen Gebirgen im Ueberfluss vorhanden ist, in Assyrien und Babylonien das gewöhnlichste Baumaterial gewesen zu seyn scheine, wenn Alabaster und Kalkstein nicht zu haben waren. Wie vorzüglich der Basalt wegen seiner Absonderungsform und Härte zum Steinpflaster sich eignet, ist oben bereits bemerkt. Wegen seiner Härte liefert er denn auch ein ausgezeichnetes Material zum Steinschlage auf Chausseen, in welcher Hinsicht sein Nutzen sehr ausgedehnt ist. Er besitzt dafür auch die gute Eigenschaft, dass er zu Pulver zermalmt, bindet, und daher weder im trocknen Zustande stäubt, noch im nassen schlammt.

Dass *Karstenit (Anhydrit)* und *Gyps* wegen ihrer geringen Härte zu Pflaster- und Chausseesteinen sich gar nicht eignen, versteht sich von selbst, und ist beiläufig bereits bei einer früheren Gelegenheit bemerkt. Der Anwendung des *Karstenites*, der eine etwas grössere Härte als *Gyps* besitzt, steht eine andere, ebenfalls bereits erwähnte Eigenschaft desselben entgegen, welche darin besteht, dass er aus der Atmosphäre Wasser anzieht, dadurch sich allmählig in Gyps umwandelt, wobei er eine nicht unbedeutende Volumenvergrösserung erleidet [72]), die ein Aufbersten, oder wohl gar ein Krummziehen der daraus gearbeiteten Werkstücke verursacht, wie es mir an einigen Orten vorgekommen ist, wo man aus *Karstenit* Thür- und Fensterstöcke verfer-

---

70) Ritter's Erdkunde von Asien. Bd. VIII. 2. Dritter Abschn. S. 813.

71) *Niniveh.* Übers. S. 351. 352.

72) Vergl. meine Bemerkungen über Gyps und Karstenit, in d. Abhandlungen der Kön. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. III. S. 92.

tigt hatte. Die geringe Härte des *Gypses* hat in alten Zeiten nicht abgehalten, ihn zu *Nimrud* in der Architektur zu benutzen, wozu das häufige Vorkommen desselben in Mesopotamien, und seine leichte Gewinnung und Bearbeitung, ohne Zweifel Veranlassung gegeben haben. Man gebrauchte Alabasterplatten zur Bekleidung der aus Luftziegeln aufgeführten Mauern, an welchen man sie durch eiserne, kupferne oder hölzerne Klammern und Pflöcke befestigte. Auch die Pflaster der Zimmer bildeten Alabaster-Platten, welche mit einer Lage von Bitumen unterbettet waren [73]).

Zu den dichten Gesteinen von mittlerer Härte, welche hin und wieder der Baukunst dienen, gehört der *Serpentin*, wie man solches namentlich an einigen Orten in Italien sieht, wo er zu Bekleidungen von Kirchen und Thürmen und anderen architektonischen Verzierungen angewandt worden. Er ist nicht schwierig zu bearbeiten, und empfiehlt sich durch seine Farbe und Dauerhaftigkeit, steht aber freilich nicht in vielen Gegenden zu Gebote.

Die mannichfaltigen Verschiedenheiten welche den *conglutinirten* Gesteinen eigen sind, begründen ein sehr abweichendes Verhalten derselben bei ihrer Verwendung als Baumaterial. Es kommt bei ihnen eben so wohl die Natur der verkitteten Theile, als die Beschaffenheit des Bindemittels in Betracht; und von besonderem Einflusse ist das Verhältniss, in welchem das Bindemittel zu dem Verbundenen stehet. Keine Art conglutinirter Gesteine ist für das Bauwesen von grösserer Bedeutung, als der *Sandstein;* denn keine Art ist ihrer Natur nach mehr für diese Anwendung geeignet, und keine kommt in solcher Verbreitung in der Erdrinde vor. Nächst dem *Kalkstein* ist daher der *Sandstein* das wichtigste Gestein für das Bauwesen, welches bei demselben auf die verschiedenartigste Weise benutzt werden kann. Aber seine höchst mannichfaltigen Abänderungen verhalten sich dabei sehr abweichend, und sind in Beziehung auf jene Anwendung von sehr verschiedener Güte. Ein Hauptunterschied für die Benutzung des *Sandsteins* bei dem Bauwesen liegt darin, dass er, bald in mächtigen, gewöhnlich regelmässig abgesonderten Bänken, bald in dünnen Schichten vorkommt, welche letztere zuweilen in eine schiefrige Absonderung übergehen. Beide Abänderungen finden sich, wie oben

---

73) Layard's Niniveh. Uebers. S. 322— 326.

bereits bemerkt worden, bald von einander getrennt, bald mit einander abwechselnd in derselben Localität. Es versteht sich von selbst, dass nur die erste Art des Vorkommens die Gewinnung von Quadersteinen, überhaupt Verwendungen gestattet, wobei grosse Blöcke erforderlich sind; wogegen der dünn geschichtete oder schiefrige Sandstein zu Platten, und selbst zuweilen als Dachstein benutzt werden kann, wofür der *Sandsteinschiefer* des benachbarten *Solling's* ein ausgezeichnetes Beispiel liefert. Für die Anwendung des Sandsteins in der Architektur kommen besonders drei Dinge in Betracht: sein Korn, seine Härte, und seine Festigkeit. Was das Korn des Sandsteins betrifft, so nimmt seine Güte, zumal für feinere Bearbeitungen, gewöhnlich in dem Verhältnisse zu, in welchem die Gröbe des Korns sich vermindert. Es muss aber freilich bemerkt werden, dass selbst ein feinkörniger Sandstein durch die Bearbeitung nie so vollkommene Oberflächen erhalten kann, als ein dichtes oder krystallinisch-körniges Gestein, weil das Bindemittel sich von den Quarzkörnern ablöst, wodurch zwischen denselben Vertiefungen entstehen. Dieses wird um so mehr der Fall seyn, je mehr Bindemittel im Verhältniss zu den Quarzkörnern vorhanden ist, und je weicher dasselbe ist. Am Wenigsten wird das Nachtheilige des Bindemittels bei einem *Quarzsandstein* sich bemerklich machen, der aber freilich nur selten zu architektonischen Zwecken verarbeitet wird. Die Härte des Sandsteins, welche auf seine schwierigere oder leichtere Bearbeitung von Haupteinfluss ist, hängt besonders von der Natur des Bindemittels, und seinem Quantitätsverhältnisse ab. Unter seinen verschiedenen Arten haben der seltene *Quarzsandstein* und der noch seltenere *Chalzedonsandstein* die grösste Härte; wogegen die am Häufigsten sich darbietenden *Thon-* und *Mergelsandsteine* am Weichsten sind. Der seltenere *Kalksandstein* ist härter als die beiden letzteren, aber weicher als die beiden ersten Sandsteinarten. Der *Eisenthonsandstein* und der selten in der Architektur benutzte *Eisensandstein* schliessen sich in Ansehung der Härte dem *Thonsandstein* zunächst an. Für die Benutzung des Sandsteins als Baumaterial ist keine seiner Eigenschaften von grösserer Wichtigkeit als seine Festigkeit. Auch hierauf ist die Natur des Bindemittels von Einfluss, indem davon das festere oder weniger feste Haften desselben an den Quarzkörnern abhängt. Das kieselige Bindemittel im *Quarz-* und *Chalzedonsandstein* bildet mit den Quarzkörnern eine sehr feste Masse; wogegen

ein thoniges, eisenthoniges oder mergeliges Bindemittel sich mehr und weniger leicht von den Körnern des Quarzes ablöst. Ausserdem hängt die Festigkeit des Sandsteins ganz besonders von dem Quantitäts-Verhältnisse des Bindemittels ab. Bei allen Arten des Sandsteins, bei welchen die Härte des Bindemittels geringer ist als die Härte der Quarzkörner, pflegt die grösste Festigkeit dann sich zu finden, wenn nur so viel Bindemittel vorhanden ist, als die Ausfüllung der Zwischenräume zwischen den Quarzkörnern erfordert. Beträgt die Quantität des Bindemittels mehr, so vermindert sich die Festigkeit; die freilich auch dann abnimmt, wenn das Bindemittel weniger beträgt, als zur Ausfüllung der Räume zwischen den Quarzkörnern erforderlich ist. Durch Mangel an Bindemittel kann die Festigkeit des Sandsteins so vermindert werden, dass er als Baumaterial völlig unbrauchbar ist. Nicht ohne Einfluss auf die Festigkeit des Sandsteins ist die Art der Vertheilung des Bindemittels zwischen den Quarzkörnern, die auch noch in anderer Hinsicht in Beziehung auf die Benutzung desselben in der Architektur Beachtung verdient. Gewöhnlich ist die Festigkeit des Sandsteins um so grösser, je gleichmässiger die Vertheilung des Bindemittels ist. Eine Ausnahme zeigt sich in dieser Hinsicht bei einer besonderen Abänderung des Thonsandsteins, die u. a. bei *Münden* und *Cassel* vorkommt, deren Bindemittel ein reiner Porzellanthon ist, der aber sehr ungleich zwischen den Quarzkörnern vertheilt ist, die da, wo das Bindemittel fehlt, wie zusammengefrittet erscheinen. Mit dieser eigenthümlichen Verbindungsart der Gemengtheile des Sandsteins ist eine nicht unbedeutende Festigkeit verknüpft, aber freilich auch eine kleinlöcherige Beschaffenheit, die ihn für architektonische Zwecke, wenigstens da wo es auf eine feinere Bearbeitung ankommt, weniger brauchbar macht, die aber Ursache ist, dass jener Sandstein sich zu *Mühlsteinen* vorzüglich eignet. Eine andere Art von ungleichförmiger Vertheilung des Bindemittels kommt sehr häufig bei Thon- und Mergelsandsteinen vor, die darin bestehet, dass das Bindemittel sich in sphäroïdischen Nieren, sogenannten *Gallen*, von verschiedener Grösse ausgesondert findet, welches natürlicher Weise für die Benutzung eines solchen Sandsteins in der Architektur im höchsten Grade nachtheilig ist, indem der Stein durch die Auswitterung der Thon- oder Mergel-Gallen löcherig wird. Mancher Thon- und Mergelsandstein besitzt eine wenig beachtete Eigenschaft, welche doch aber bei ihrer Benutzung in der Architektur

nicht übersehen werden darf, nehmlich eine gewisse Biegsamkeit, die in einer geringen Verschiebbarkeit der Theile begründet ist[74]). Sie ist besonders den loseren Abänderungen eigen[75]), und denen, welche eine Anlage zur Schieferung besitzen, womit gewöhnlich eine Beimengung von mehrerem Glimmer verknüpft ist, dessen Schuppen in paralleler Lage den Hauptabsonderungen entsprechen. Die Biegsamkeit zeigt sich natürlicher Weise um so mehr, je dünner die Stücke sind; sie ist indessen zuweilen auch bei stärkeren Stücken, zumal wenn sie eine bedeutende Länge haben, wahrnehmbar; daher bei solchen Verwendungen, bei welchen ein bedeutender Druck auf frei liegenden Massen lastet, jene Eigenthümlichkeit Berücksichtigung verdient. In dem Sandstein, selbst in dem feinkörnigen, kommen zuweilen einzelne grössere Quarzgerölle vor, die sich wohl in einzelnen Lagen so anhäufen, dass dadurch ein Uebergang in ein *Conglomerat* gebildet wird, wie es sich hin und wieder z. B. bei *Münden*, am *Meissner*, am *Kniebis* im Schwarzwalde, im bunten Sandstein findet. Ein solches Gestein ist für die Architektur wenig nutzbar; aber auch ganz einzelne, dem Sandstein beigemengte grössere Quarzgerölle können für die feinere Bearbeitung desselben sehr nachtheilig seyn.

Die *Conglomerate* unterscheiden sich dadurch von den Sandsteinen, dass sie aus verschiedenartigen, grösseren und kleineren, eckigen oder gerundeten Stücken bestehen, welche durch irgend ein Bindemittel unter einander verbunden sind. Die bedeutendere Grösse der verkitteten Theile ist ein Hauptgrund, dass sich die Conglomerate im Allgemeinen weniger zur Benutzung in der Architektur eignen, als die aus kleinen Quarzkörnern bestehenden Sandsteine, zumal, wenn es auf eine feinere Bearbeitung ankommt. Auch sind die Conglomerate schon aus dem Grunde von geringerer Wichtigkeit für das Bauwesen, weil ihre Verbreitung ungleich geringer ist, als die der Sandsteine. Ihre Brauchbarkeit ist sowohl von der Beschaffenheit der verbundenen Theile, als

---

74) Bei dem sogenannten biegsamen Sandstein aus Brasilien — der übrigens kein Sandstein, sondern eine Abänderung von Glimmerschiefer ist — hat die Biegsamkeit denselben Grund, indem sie wie bei dem biegsamen Marmor, durch die loskörnige Beschaffenheit des Quarzes bewirkt wird.

75) Mit dem Mergelsandstein von Reinhausen bei Göttingen angestellte Versuche, haben eine nicht unbedeutende Biegsamkeit desselben ergeben.

auch von der Natur und dem Quantitätsverhältnisse des Bindemittels abhängig. Bestehen die verbundenen Theile aus kleineren Bruchstücken und Geröllen harter Mineralkörper, und ist das Bindemittel von nicht sehr weicher Beschaffenheit, und in nicht überwiegender Quantität vorhanden, so können auch Conglomerate ein brauchbares Baumaterial darbieten. Zu den Arten derselben, welche auf diese Weise nicht selten vortheilhaft benutzt werden, gehören besonders gewisse Abänderungen von *Grauwacke* und *Kieselconglomerat.* Die zum sogenannten *Rothliegenden* gehörenden Conglomerate werden in einigen Gegenden in der Architektur benutzt, pflegen aber wegen der gewöhnlich bedeutenden Grösse der verbundenen Theile, und der Natur des Bindemittels, dazu kein vorzügliches Material zu liefern. Ein der *Kreideformation* untergeordnetes *Kalk-Kiesel-Conglomerat*, welches am nördlichen Fusse des Harzes namentlich am *Sutmerberge* bei *Goslar* vorkommt, zeichnet sich durh Festigkeit und Dauerhaftigkeit aus, wie man es an den daraus gebaueten Kirchen und Thürmen zu *Goslar* siehet. Es giebt unter den vulkanischen und vulkanöidischen Gebirgsarten Conglomerate von nicht bedeutender Härte und Festigkeit, welche aus diesem Grunde für die mehrsten Anwendungen in der Architektur von geringem Werthe sind, die sich aber dadurch besonders empfehlen, dass sie sich leicht bearbeiten lassen. Gewisse Arten derselben sind in Quaderstücken von bedeutenden Dimensionen zu erlangen, und sind in älteren und neueren Zeiten in einigen Gegenden vielfach benutzt worden. Zu solchen Conglomeraten gehören das *Trachytconglomerat*, *Basaltconglomerat*, *Leucitophyrconglomerat*, *Bimsteinconglomerat.* Zum *Trachytconglomerat* ist der sogenannte *Piperno* der Italiener, vermuthlich das von Vitruv mit dem Namen Tophus niger belegte Gestein zu zählen, der in mehreren Gegenden des Neapolitanischen vorkommt, den man schon in *Pompeji* benutzt siehet, und aus welchem das kolossale Schloss und der Aquäduct von *Caserta* erbauet sind. Das *Basaltconglomerat* bildet bedeutende Bergmassen u. a. bei *Cassel* und im mittleren Frankreich, vorzüglich im *Velay*, wo es sich durch die grotteskesten Berg- und Felsenformen auszeichnet[76]). In dieser Gegend ist es vielfach als Baumaterial benutzt; so wie es ja auch die Aufführung mancher grosser Bauwerke auf *Wil-*

---

76) Vergl. meine Umrisse nach der Natur. 1831. S. 80 ff.

helmshöhe bei *Cassel* sehr erleichtert hat. Verschiedene Abänderungen des *Leucitophyrconglomerates* haben im Römischen Alterthume für das Bauwesen eine grosse Wichtigkeit erlangt. Der sogenannte *Peperino* der Italiener, Lapis Albanus der Römer, aus welchem zum Theil das *Albaner Gebirge* besteht, so wie das am *Gabiner See* anstehende Conglomerat, Lapis Gabinus der Römer, lieferten für Rom in der ältesten Zeit, in welcher von dem *Travertin* noch keine Anwendung gemacht wurde, vornehmlich das Baumaterial. Auch der leicht zu bearbeitende, aber weniger feste *Römische Tuff*, Lapis ruber bei Vitruv, wurde in *Rom* eben so wie der *Pausilipptuff* der Gegend von *Neapel*, auf verschiedene Weise als Baumaterial angewandt. Ganz vorzüglich eignete er sich durch seine Porosität und die davon abhängige wasseranziehende und den Mörtel bindende Kraft, zu den bei dem Bauverfahren der Römer üblichen Füllungen der Mauern, deren aus Kalkmörtel und unbestimmt geformten Stein-Stücken von verschiedener Grösse bestehende Masse, selbst zur Construction von Gewölben angewandt wurde. Auch machte ihn seine Eigenschaft, sich sehr leicht behauen zu lassen, geeignet, von den Römern zum sogenanten Opus reticulatum benutzt zu werden. Zu den in Beziehung auf das Bauwesen bemerkenswerthen vulkanischen Conglomeraten gehört auch das *Bimsteinconglomerat*, welches in einigen Gegenden des Rheins, namentlich in dem Becken von *Neuwied*, in bedeutenden Massen abgelagert vorkommt, und dort ein wichtiges Baumaterial ist. Es lässt sich mit der Axt leicht bearbeiten, zeichnet sich durch grosse Porosität und Leichtigkeit aus, und ist aus den schon bei dem *Tuffkalke* angeführten Gründen, für Mauerungen, und selbst für Gewölbe, sehr brauchbar.

Es ist gezeigt worden, von welchem Einfluss die mannichfaltigen Verschiedenheiten des inneren Gefüges der einfachen wie der gemengten Gesteine bei ihrer Anwendung in der Architektur sind. Es hat sich dabei ergeben, in welchen Verhältnissen manche andere Eigenschaften, die in Beziehung auf jene Benutzung von Wichtigkeit sind, namentlich Härte, Festigkeit, Biegsamkeit, Schwere, zur inneren Zusammensetzung und der damit zusammenhängenden Textur der Gesteine stehen. Eine Eigenschaft derselben verdient hier nun

noch betrachtet zu werden, die zwar weder auf die Bearbeitung von Einfluss, noch in Beziehung auf die Formen der Bauwerke von Bedeutung ist, aber doch sehr dazu beitragen kann, den Eindruck, welchen Gebäude auf unsere Empfindung machen, zu modificiren, nehmlich die *Farbe*[77]). Es ist in dieser Beziehung nicht gleichgültig, welche Färbung der Baustein, oder überhaupt das bei Bauwerken für das Aeussere derselben zu verwendende Material besitzt; und es ist wohl nicht zu verkennen, dass nicht jede Farbe des Steins ein Bauwerk in gleichem Grade ziert; dass nach der verschiedenen Bestimmung der Gebäude und dem verschiedenen Baustyle, der einen Farbe ein Vorzug vor der anderen gebührt; und dass in dieser Hinsicht selbst nach verschiedenen Theilen der Gebäude ein Unterschied statt finden kann. Grelle Farben sind äusserst selten Gesteinen eigen, welche zu Bauwerken benutzt werden; wo es aber der Fall ist, wie bei einem hoch ochergelb gefärbten Kalkstein der Oolithformation, der in einigen Gegenden von Frankreich und der Schweiz als Baustein angewandt wird, da erhalten die Gebäude dadurch ein nicht vortheilhaftes Ansehen. Wie die graue Farbe des Sandsteins von *Fiesole* ganz dem ernsten Charakter der alten, festungsartigen Palläste in Florenz entspricht, so ist das in die Ferne leuchtende Weiss aus Apenninenkalk erbauter lachender Italienischer Villen, mit ihrer Bestimmung im Einklange. Für die Peterskirche in Rom ist das gelbliche Weiss des Travertins eben so passend, als für den Strassburger Münster das Rothbraun des Vogesen-Sandsteins. Ein schwarzes Schieferdach erhöhet die Schönheit eines aus hellen Sandstein- oder Kalkstein-Quadern aufgeführten Gebäudes; wogegen Dächer von braunem Sandsteinschiefer, wie man sie in der Nähe des Sollings häufig findet, den Häusern weder ein nettes, noch ein freundliches Ansehen zu geben vermögen, und um so weniger Gebäude zieren, wenn, wie man es u. a. an den Kirchen von Einbeck sieht, die Mauern aus einem Sandstein von gleicher Farbe aufgeführt sind. Der günstige Eindruck den ein schwarzes Schieferdach zu machen pflegt, verschwindet, sobald mit demselben Schiefer auch die Wände bekleidet sind. Eine dunkele Farbe der Quader giebt den Gebäuden ein finsteres Ansehen, wenn die Wände ganz daraus bestehen;

77) Vergl. meine Kleinigkeiten in bunter Reihe. S. 264 ff.

wogegen sie keinen unvortheilhaften Eindruck macht, wenn das eigentliche Mauerwerk eine lichtere Farbe hat, und nur zu den Einfassungsmauern, Sockeln, Thür- und Fensterstöcken, ein etwas dunkler gefärbter Stein dient, wie man es z. B. häufig in Belgien und den angränzenden Gegenden von Deutschland siehet, wo man einen dichten, dem Anthrakonite genäherten Kalkstein von graulichschwarzer Farbe, der durch das Behauen eine graublaue Farbe annimmt, und daher in der Gegend von Aachen *Blaustein* genannt wird, zu solchem Zweck anwendet. Einen gerade entgegengesetzten Eindruck macht es, wenn das Gemäuer eines aus hochrothem Backstein aufgeführten Gebäudes, mit weissen Steinen eingefasst und verziert ist. Der Anthrakonit nimmt durch das Schleifen und Poliren eine schwarze Farbe an, und wird unter dem Namen *„schwarzer Marmor“* (Nero antico) hin und wieder zu Altarblättern, Kaminbekleidungen und verschiedenen anderen architektonischen Verzierungen benutzt. Mannichfaltige sogenannte Marmorarten, und auch wohl härtere Steinarten von dunkelen oder lebhaften hohen, selbst von bunten Farben, wohin der im Alterthume sehr geschätzte *Ophit* (Verde antico), der prachtvolle, mit Smaragdit gemengte *Euphotid* aus Corsica (Verde di Corsica duro)[78]), der schöne, braun und grün gestreifte *Bandjaspis* vom Ural[79]) gehören, können, geschliffen und polirt, im Innern der Gebäude zur grossen Zierde dienen; wogegen man Anstand nehmen würde, Gesteine von solchen Farben zum äusseren Mauerwerk zu verwenden. Unter gewissen Umständen können indessen Quadersteine mit sanften, verwaschenen, gestreiften oder geflammten Farbenzeichnungen, wie man sie z. B. bei manchen Sandsteinen findet, angewandt werden, ohne dem Eindrucke der Gebäude zu schaden.

Bei manchen Gesteinen, welche als Baumaterialien dienen, verändert sich mit der Zeit die ihnen ursprünglich eigene Farbe, wodurch die Schönheit der daraus bestehenden Bauwerke gewöhnlich vermindert, sehr selten erhöhet

---

78) Dieses schöne Gestein dient u. a. zum Schmuck der Capelle von *San Lorenzo* in *Florenz.*

79) In einem Kaiserlichen Pallaste zu St. Petersburg befindet sich ein Bad, welches aus *einem* Blocke dieses, eine hohe Politur annehmenden Gesteins, gearbeitet ist.

wird. Die Ursache der Umänderung liegt entweder in einer Veränderung, welche die chemische Zusammensetzung des Steins erleidet, oder in etwas Organischem, namentlich in dem Ansatze vegetabilischer Theile, der dann aber durch die Beschaffenheit des Steins mehr oder weniger begünstigt wird. Die erste Art der Umänderung der Farbe zeigt sich z. B. bei Steinarten, deren Farbe von einer kohligen oder bituminösen Substanz herrührt, welche allmählig sich verflüchtigt, daher solche Steine durch lange Berührung mit der Luft eine hellere Farbe annehmen, wie solches z. B. bei dem *Stinkkalke* der Fall ist. Besonders auffallend zeigt sich dieses in dem Erblassen der von einem geringen Bitumengehalte herrührenden Farbe des *blauen Karstenites*, daher es nicht gerathen ist solchen, wie es hin und wieder wohl geschehen, zu architektonischen Verzierungen, oder zur Auskleidung von Zimmern zu benutzen [80]). In gewissen Abänderungen von *Kalkstein*, *Marmor* und *Dolomit*, welche einen Gehalt von kohlensaurem Eisen- oder Manganoxydul haben, erleidet dieser allmählig wohl eine Zersetzung, indem Eisen- oder Manganoxydhydrat daraus hervorgehen, wodurch der ursprünglich weisse Stein allmählig eine gelbliche, bräunliche, oder schwärzliche Färbung erhält; welche Umänderung durch längere Berührung mit feuchter Erde sehr befördert wird. Auffallend zeigt sich dieses zuweilen bei Bauwerken aus Marmor, welche zum Theil verschüttet waren, und nun, nachdem sie vom Schutte befreiet worden, bis zu der Höhe welche derselbe erreichte, gefärbt erscheinen, wie solches z. B. bei dem Triumphbogen des Kaisers Septimius Severus zu *Rom* der Fall ist [81]). Aber auch an der Luft, zumal durch Einwirkung der feuchten Seeluft, kann mit manchem Marmor eine solche Veränderung vorgehen, wie es die athenischen und andere landeinwärts gelegene alt-griechische

---

80) In einem Wirtembergischen Schlosse waren die Wände eines Zimmers mit Täfelwerk aus dem schönen himmelblauen *Karstenit* von *Sulz am Neckar* bekleidet; und da der natürliche Stein nicht zureichte, war das Fehlende durch künstlichen, blau gefärbten Gypsmarmor ergänzt. Da man das Zimmer vor der Einwirkung der Sonnenstrahlen nicht vorsichtig bewahrt hatte, so waren mit der Zeit die Karstenit-Platten gebleicht, wogegen der künstlich gefärbte Gypsmarmor die ursprüngliche Farbe bewahrt hatte.

81) Vergl. meine Kleinigkeiten in bunter Reihe. I. S. 272.

Marmorbauten zeigen, denen dadurch das Ansehen einer hellen Bronze verliehen worden [82]). Die Schwärzung, welche man nicht selten bei älteren Gebäuden antrifft, hat einen verschiedenen Grund, und steht oft nicht mit der Beschaffenheit des Baumaterials im Zusammenhange; wenn sie aber, wie oft, durch den Ansatz des Byssus antiquitatis Linn. bewirkt wird, so hat die Beschaffenheit des Bausteins, vorzüglich seine Porosität und die davon abhängige Eigenschaft, die Feuchtigkeit aus der Atmosphäre stark aufzunehmen und fest zu halten, Einfluss darauf. Einer solchen Schwärzung ist z. B. der *Grobkalk* besonders ausgesetzt, wie man es in *Paris* und einigen anderen Städten Frankreichs, u. a. besonders in *Rouen*, an den daraus aufgeführten Gebäuden siehet. Wie diese Art der Schwärzung durch Feuchtigkeit befördert wird, erkennt man besonders auffallend in *Venedig*, wo die mehrsten grösseren Gebäude aus einem dichten, gelblichweissen Kalkstein aus Istrien aufgeführt sind, der an sich weit weniger als der Grobkalk den Ansatz des Byssus begünstigt, wo aber dennoch die durch Verdunstung des Wassers bewirkte grössere Feuchtigkeit der Atmosphäre, Ursache ist, dass die helle Farbe des Baumaterials durch einen schwarzen Ueberzug wie durch ein Trauerkleid verdeckt wird [83]). Auch an Sandsteinen, vorzüglich an Thon- und Mergelsandsteinen, wird die durch den Ansatz von Byssus bewirkte Schwärzung der Gebäude mannichmal wahrgenommen. Ob auch die bräunliche, fast schwarze Farbe, welche der Sandstein an alten Bauwerken in Aegypten, z. B. an den Pyramiden von Meroë angenommen hat, und welche von einigen Reisenden für eine Wirkung der Tropischen Sonne angesehen worden [84]), einer ähnlichen Ursache zuzuschreiben ist, kann ich nicht entscheiden. Wahrscheinlicher ist es mir aber, dass die Schwärzung von der Entstehung von Manganoxydhydrat durch Zersetzung eines Gehaltes von kohlensaurem Manganoxydul herrührt.

---

82) Brandis, a. a. O. I. S. 273.

83) Ausführlichere Bemerkungen über diese Gegenstände in meinen Kleinigkeiten in bunter Reihe. I. S. 282—286.

84) Travels in Ethiopia, by G. A. Hoskins, Esq. 1835. Lepsius erwähnt in den Briefen aus Aegypten S. 125 einen Sandstein, dessen Inneres goldgelb, dessen Oberfläche aber wie Kohlen schwarz gebrannt sey, welcher Ausdruck indessen wohl nicht als eine Erklärung der Erscheinung gelten kann.

Mo. Bot. Garden.
1901.

An der Oberfläche mancher Sandsteine kommt ein Ueberzug von *Wad* oder von *Schwarzbraunstein* vor, der einen solchen Ursprung zu haben scheint. Wohl ist es denkbar, dass die durch die Sonnenstrahlen erzeugte hohe Temperatur, auf die Beschleunigung der Zersetzung des kohlensauren Manganoxyduls, und der Bildung des Manganoxydhydrates Einfluss gehabt hat.

Es braucht hier wohl kaum erinnert zu werden, dass die Farbe der als Baumaterial anzuwendenden Steine nur bei Werken der schönen Baukunst Berücksichtigung verdient, dagegen aber gleichgültiger bei Gebäuden ist, welche hauptsächlich nur auf den Nutzen den sie gewähren, berechnet sind. In den Gegenden des nördlichen Deutschlands und von Dänemark, in welchen die nordischen Geschiebblöcke zerstreuet sich finden, welche grösstentheils aus *Gneus*, *Granit*, *Syenit*, *Diorit* und einigen anderen krystallinischen Gesteinen bestehen, welchen mannichfaltige und zum Theil bunte Farben eigen sind, wird von diesen Fündlingen nicht selten zum Häuserbau, und zwar am Häufigsten für die Grundmauern, zuweilen aber auch für andere Theile der Gebäude Gebrauch gemacht. So habe ich auf einem Gute in der Nähe von *Schwedt* neue, trefflich eingerichtete Oeconomiegebäude gesehen, deren Wände aus geradflächig zugerichteten, und symmetrisch geordneten Geschiebblöcken aufgeführt worden. Bei Gebäuden solcher Art ist das Bunte der Wände kein Uebelstand, welches dagegen bei Bauwerken, die auf Schönheit Anspruch machen, den Forderungen des guten Geschmackes nicht entsprechen würde.

Schliesslich möge es mir erlaubt seyn, noch einige Bemerkungen über den Einfluss hinzuzufügen, den die Eigenschaften der zum Baumaterial dienenden Steinarten auf die *Dauerhaftigkeit* der Gebäude haben. Vor Allem wird diese durch die *Grösse der Massen* bedingt, in welchen sich die Bausteine darbieten. Früher ist gezeigt worden, dass dieses von den natürlichen Absonderungen abhängt, welche den verschiedenen Gesteinen eigen sind, daher die Bestimmung der Grösse der Dimensionen nur zum Theil in der Willkür des Baumeisters liegt. Die ausserordentliche Grösse der Sandsteinquader, aus welchen die uralten Tempelruinen in Aegypten bestehen, hat diese eben so vor gänzlicher Zerstörung bewahrt, als die gewaltigen Travertinmassen der Tempel von Pästum, die herrlichen Reste derselben bis auf

unseren Tag erhalten haben. Der Einfluss, den die Grösse der Bausteine im Verein mit ihrer Festigkeit, auf die Dauer der Bauwerke hat, kann wohl nicht mehr einleuchten, als bei einer Vergleichung der kolossalen Tempel- und Pallast-Ruinen von *Theben* in Oberägypten, mit den gigantischen Trümmer- und Schutt-Hügeln, welche das alte *Babylon*, diese aus Luftziegeln und Backsteinen mit Asphalt-Cäment erbauete Riesenstadt, bezeichnen. Aehnliche Erfahrungen werden in den verschiedensten Gegenden gemacht, in welchen sich aus einem hohen Alterthume stammende Baureste finden. Zu den ausgezeichnetsten Beispielen gehören die durch die Grösse ihrer Steinmassen Staunen erregenden Grabdenkmähler, die sogenannten *Hünengräber*, *Hünenbetten* oder *Steinhäuser* [85]), welche, aus grauer Vorzeit stammend, sich in Dänemark, Holland und in den norddeutschen Niederungen finden, zu welchen die in diesen Gegenden zerstreueten, aus dem hohen Norden abstammenden Geschiebblöcke krystallinischer Gesteine, das Material geliefert haben.

Was im Uebrigen den Einfluss der Beschaffenheiten der Gesteine auf die Dauerhaftigkeit der Bauwerke betrifft, so sind dabei sowohl die mechanischen, als auch die chemischen Veränderungen zu berücksichtigen, welchen sie unterworfen sind. Hinsichtlich der mechanischen Veränderungen sind die Beschaffenheiten des Gefüges von besonderer Bedeutung. Die krystallinischen und dichten Gesteine widerstehen im Allgemeinen mehr einer mechanischen Veränderung, als die conglutinirten; doch giebt es in dieser Hinsicht auch Ausnahmen. Das krystallinisch-körnige Gefüge hat bei manchen Gesteinen, z. B. bei dem Marmor und Dolomit, sehr verschiedene Abstufungen des Fest-

85) Zu den merkwürdigsten Denkmählern dieser Art gehören die sogenannten *sieben Steinhäuser* bei *Ostenholz* im Amte *Fallingbostel*. Sie sind aus so grossen Granitblöcken errichtet, dass man es bei einigen derselben nicht begreift, welche Mittel dazu angewandt seyn mögen, um sie von der Stelle zu bewegen und zu heben. Grösstes Staunen erweckt besonders ein Deckstein auf dem einen der Steinhäuser, welcher 16 Fuss lang, 15 Fuss breit und etwa 2 Fuss dick ist, und dessen Gewicht auf 367 Centner geschätzt worden. Vergl. Hannoversches Magazin v. J. 1818. S. 1543. Ueber die altgermanischen Gräber, die *sieben Steinhäuser* genannt in der Amtsvogtei *Fallingbostel*. Vom Regierungsrath Blumenbach in Hannover. Vaterländisches Archiv von Spiel. II. 2. S. 195 ff. Tafel I.

und Loskörnigen, wie früher bemerkt worden, daher gewisse Abänderungen lange einer mechanischen Veränderung trotzen, wogegen andere leicht zerbröckeln, und aus diesem Grunde kein dauerhaftes Material darbieten. Dasselbe zeigt sich bei dem Granit und einigen anderen gemengten krystallinischkörnigen Gesteinen, bei denen aber der Grund der Verschiedenheit nicht sowohl in der Textur, als in der Zersetzbarkeit des einen oder anderen Gemengtheils liegt, daher die Lockerheit nicht eine ursprüngliche ist, wie bei dem loskörnigen Marmor und Dolomit, sondern eine erst durch Verwitterung entstandene. Wenn ganz reine Abänderungen von festkörnigem Marmor und Dolomit der Zerstörung lange trotzen, so können doch fremdartige Einmengungen, welche leicht auswittern, die Ursache einer geringeren Dauerhaftigkeit seyn. Nicht ganz so gut wie der reine Carrarische Marmor widersteht der Penthelische, wegen seiner Talkschüppchen, den äusseren Einwirkungen; in einem weit geringeren Grade aber der weniger edle Hymettische (Marmo cipollino), dessen Oberfläche durch Auswitterung seiner weicheren Chlorit- und Talklagen uneben wird, wie man es nicht selten an daraus gearbeiteten Säulen und anderen Architekturstücken siehet, die sich aus dem Alterthume erhalten haben, z. B. an dem Tempel des Antoninus und der Faustina zu *Rom* [86]). Die grossen Verschiedenheiten in der Festigkeit der Sandsteine sind Hauptursache, dass sie sich auch in der Dauerhaftigkeit sehr abweichend verhalten. Wovon die Festigkeit abhängt, ist bei früherer Gelegenheit auseinandergesetzt, worauf ich mich hier beziehen kann. Auch brauche ich hier wohl kaum zu erwähnen, wie sehr das Vorkommen der Thon- und Mergelgallen in Thon- und Mergelsandsteinen, nicht bloss das Ansehen der Bauwerke verschlechtert, sondern auch ihre Dauerhaftigkeit vermindert.

Je weniger die Steine einer chemischen Veränderung unterworfen sind, um so mehr pflegen sie der Verwitterung zu trotzen. Aus diesem Grunde gehört der reinere kohlensaure Kalk zu den dauerhaftesten Baumaterialien. Es würden keine Reste von Persepolitanischen Prachtgebäuden vorhanden seyn, wenn nicht der dichte, schwarzgraue Kalkstein des Gebirges Rachmed woraus sie aufgeführt worden, so sehr den Einwirkungen der Atmosphäre

---

86) Vergl. meine Kleinigkeiten in bunter Reihe. I. S. 269.

trotzte, dass sogar die Politur der Aussenflächen sich noch erhalten hat. Der reine kohlensaure Kalk erleidet an der Luft durchaus keine chemische Zersetzung. Das Einzige was atmosphärisch auf ihn verändernd einwirken kann, besteht darin, dass kohlensaurehaltiges Wasser Theile von kohlesaurem Kalk auflöst. Die Folgen davon, Unebenheit der Oberfläche, werden mannichmal an alten Gebäuden, besonders an architektonischen Verzierungen bemerkt, wie ich sie u. a. an den aus Penthelischem Marmor gearbeiteten Reliefs vom *Parthenon* in *Athen*, welche sich im Britischen Museum befinden, wahrgenommen habe [87]). Fremdartige, im Marmor, Dolomit, Kalkstein enthaltene Beimischungen oder Beimengungen, z. B. kohlensaures Eisen- und Manganoxydul, Schwefeleisen, kohlig-bituminöse Theile, können wohl Zersetzungen erleiden, oder sich ausscheiden, und dadurch auf die Zerstörung jener Steinarten einwirken. Abgesehen von der geringeren Härte sind Gyps und Karstenit auch aus dem Grunde keine dauerhafte Bausteine, weil der schwefelsaure Kalk im Wasser etwas auflöslich ist, und daher durch die Einwirkung des atmosphärischen Wassers leidet. Chemische Zersetzungen des Ganzen oder einzelner Theile können bewirken, dass in der Architektur benutzte krystallinische Gesteine, die sich durch Festigkeit auszeichnen, Veränderungen erleiden, welche ihre allmählige Zerstörung bewirken. Dieses ist u. a. bei allen gemengten Gesteinen der Fall, welche Feldspath oder andere feldspathartige Mineralkörper enthalten, die durch Zersetzung allmählig in Kaolin sich umwandeln. Wenn gleich der Granit im Allgemeinen zu den festesten Steinarten gehört, so wird doch zuweilen da, wo er zu Bauwerken verwandt worden, an ihm der Angriff der Verwitterung wahrgenommen. An dem hängenden Thurme von *Pisa* hat sich der Marmor unverändert erhalten, während der Granit sich in Schuppen ablöst [88]). Gewisse porphyrartige Abänderungen des Granits, wie sie sich u. a. in Corsica und auf Elba finden, sind weniger dauerhaft als andere.

---

87) Hiermit stimmen die Wahrnehmungen des Prof. Faraday überein, die von demselben in einem den Zustand der aus Marmor bestehenden Kunstwerke im Britischen Museum betreffenden Schreiben, mitgetheilt worden. S. Letter from Professor Faraday to the Dean of St. Pauls, on the state of the Marbles in the British Museum. The literary Gazette and Journal of Archaeology, science and art. 1857. p. 835.

88) Edinburgh new philosophical Journal. 1830. April. Dingler's polytechnisches Journ. XXXVI. S. 394.

Keine Abänderung verwittert leichter, als der oben bereits erwähnte Finnländische, mit dem Namen *Rapakivi* belegte, porphyrartige Granit, in welchem jeder Feldspathkrystall von Oligoklas umgeben ist. Wie bewundernswürdig dauerhaft ist dagegen der Granit von Syene, aus welchem die Aegyptischen Obelisken gearbeitet sind, welche ihres hohen Alters und der äusseren Einwirkungen ungeachtet, denen sie ausgesetzt gewesen, doch keine bedeutende Veränderung der Oberfläche wahrnehmen lassen! Auch an anderen Gesteinen, welche Feldspath porphyrförmig ausgesondert enthalten, bemerkt man zuweilen die frühere Zerstörung desselben. Dieses zeigt sich z. B. an dem schönen porphyrartigen Trachyte vom Drachenfels im Siebengebirge am Rhein, aus welchem der Dom zu *Cöln* erbauet worden, an welchem die grossen Krystalle glasigen Feldspaths an der Oberfläche zum Theil ausgewittert sind; daher man es für rathsam gehalten hat, für den Fortbau eine andere Trachyt-Abänderung zu wählen.

Je glatter bearbeitet die Aussenflächen der Steine sind, um so mehr widerstehen sie der Verwitterung. Geschliffene und polirte Flächen können ausserordentlich lange sich unverändert erhalten, während rauhe Flächen desselben Materials eine Umänderung wahrnehmen lassen.

Dass auch klimatische Verhältnisse, welche in so hohem Grade die architektonischen Bedürfnisse bedingen, und von jeher einen so grossen Einfluss auf die ganze Entwickelung der Baukunst geäussert haben, auch auf die Dauer der Bauwerke einwirken, indem sie den Gang der Verwitterung modificiren, bedarf wohl keiner besonderen Erläuterung. In demselben Grade in welchem trocknes und warmes Klima die Dauer der Gebäude befördert, wirkt feuchtes und kaltes Klima ungünstig darauf ein. Besonders nachtheilig ist das Gefrieren des in Haarklüfte eingedrungenen Wassers, wodurch die festesten Gesteine aufgelockert und selbst zersprengt werden können. Bauwerke aus Sandstein, von welchen unter der heissen Aegyptischen Sonne nach Tausenden von Jahren sich bewundernswürdige Reste erhalten haben, würden aus gleichem Material in derselben Zeit im Norden aufgeführt, gewiss längst völlig zerstört seyn.

Durch diese wenigen, und wie ich mir freilich sagen muss, unvollkommenen Andeutungen, habe ich zu zeigen versucht, in welchem innigen Verbande Natur und Kunst in der Architektur stehen; wie die Beschaffenheiten der Steine, welche zum Hauptmaterial der Bauwerke dienen, und die Art ihres Vorkommens nicht bloss auf das Mechanische der Technik von Einfluss sind, sondern wie sie selbst auf die Entwickelung des Baustyls, und auf den ästhetischen Eindruck der Bauwerke, so wie auf ihre Dauer einwirken. Wenn, wie ich glaube, dieser Zusammenhang nicht verkannt werden kann, so wird man es auch zugeben müssen, dass für die höhere Ausbildung des Architekten, das Studium der Geognosie unentbehrlich ist, und dass dem tieferen Eindringen in die Geschichte der Baukunst, die Kenntniss des Gezimmers der Erdrinde sehr förderlich seyn kann.

Über

das Vorkommen von Quellengebilden in Begleitung des Basaltes der Werra- und Fulda-Gegenden.

Von

Joh. Friedr. Ludw. Hausmann.

Vorgelesen in der Sitzung der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften am 14. Novbr. 1857.

Einleitung.

Zu den Erscheinungen, welche auf der Erde am Allgemeinsten verbreitet und von besonders grosser Bedeutung für den gesammten Haushalt der Natur sind, gehören die *Quellen*. Welchen ausserordentlichen Einfluss sie auf die organisirte Schöpfung haben, wie sie sogar zu den nothwendigsten Bedingungen des Menschenlebens gehören, soll hier nicht weiter berücksichtigt werden. Nur von dem darin bestehenden Einflusse derselben, dass sie eine Verbindung zwischen dem Innern der Erde und ihrer Oberfläche vermitteln; dass sie aus dem Innern der Erdrinde Theile in sich aufnehmen, die sie, oft gewiss aus bedeutenden Tiefen, zu Tage und hier allmählig zur Ablagerung fördern, soll im Folgenden die Rede seyn. In dieser Hinsicht verhalten sich die Quellen den vulkanischen Eruptionen, den Lavaergiessungen analog; und so wie diese die wichtigsten Aufschlüsse zu geben vermögen, über die in der Urzeit unter der Einwirkung des Feuers entstandenen Erdrindemassen, eben so erläutern die jetzigen Quellengebilde manche Erscheinungen, die in den älteren neptunischen Gebirgsschichten wahrgenommen werden.

Das Studium der Vulkane hat darauf geführt, dass unsere Basaltberge, wenn sie gleich von den eigentlichen, durch Eruptionsschlotten und Lavaströme charakterisirten Feuerbergen verschieden sind, hinsichtlich ihrer Massen eben so wie in ihrer Entstehungsweise, den vulkanischen Gebilden am Näch-

sten stehen; wiewohl es auch noch jetzt hie und da Naturforscher giebt, welche ihnen einen neptunischen Ursprung zuschreiben. Indem ich die jetzt herrschende Meinung theile, und die Basaltberge zu den eruptiven Massen zähle, und zwar zu der von mir mit dem Namen der *vulkanoïdischen* Formationen bezeichneten Abtheilung derselben, so glaube ich auch gewisse, in ihrer Begleitung sich findende Gebilde, auf ähnliche Erscheinungen zurückführen zu dürfen, welche zum Bereiche der Vulkane gehören.

Wie bei allen vulkanischen Phänomenen Wasserdämpfe eine Hauptrolle spielen, so gehören auch die heissen Quellen zu den ausgezeichnetsten Begleitern der eigentlichen Vulkane. Wenn ich gleich nicht einer jeden Quelle von hoher Temperatur einen vulkanischen Ursprung zuschreiben möchte, wie solches jetzt vielfach geschieht, so ist doch nicht zu verkennen, dass die aller ausgezeichnetsten Erscheinungen, welche heisse Quellen darbieten, gerade da sich zeigen, wo ihr genauer Zusammenhang mit Vulkanen nicht bezweifelt werden kann. Wenn sich nun in der Begleitung unserer Basaltberge gewisse Gebilde zeigen, welche grösste Analogie mit den Producten vulkanischer heisser Quellen verrathen, so dürfte es wohl erlaubt seyn, die bei letzteren gesammelten Erfahrungen, zur Erklärung jener Erscheinungen zu benutzen. Sollten auf diese Weise gewisse Gebilde in der Nähe des Basaltes als Producte von Quellen erkannt werden, welche seine Erhebung begleiteten, so wird dadurch vielleicht auch Aufschluss über einige entfernter liegende Erscheinungen zu erlangen seyn. Denn gleich wie das an den vulkanoïdischen Trachyt-, Klingstein-, Dolerit- und Basalt-Massen Wahrgenommene zu der Ansicht geführt hat, dass auch Granit, Syenit, Porphyr, Diorit, Diabas, Trapp, zu den eruptiven Gebilden zu zählen seyen, so werden auch gewisse Erscheinungen, welche die vulkanoïdischen Massen begleiten, darauf führen, manche Gebilde, welche als Trabanten plutonischer Formationen erkannt werden, für Analoga jener Begleiter des Basaltes und anderer vulkanoïdischer Massen anzusprechen. Dieser Zusammenhang dürfte den nachfolgenden Untersuchungen eine erhöhete Bedeutung in Beziehung auf Geologie zu verleihen im Stande seyn.

Für jetzt beschränke ich meine Mittheilungen auf Beobachtungen, die ich in der Nähe, in den an Basalterhebungen reichen Gegenden der Werra und

Fulda, namentlich zwischen Göttingen und Münden, in den Gegenden des Meissners, in der Umgegend von Cassel und in einigen anderen Theilen von Kur-Hessen, anzustellen Gelegenheit gehabt habe.

I.

Von den Quellengebilden in Begleitung des Basaltes der Werra- und Fulda-Gegenden im Allgemeinen.

Um zu entscheiden, ob in der Begleitung des Basaltes auftretende Gebilde wirklich für Producte von Quellen angesprochen werden dürfen, ist Vorsicht nöthig, indem nicht selten mit dem Basalte Mineralkörper vorkommen, welche von solchen, die wirklich für Absätze von Quellen gehalten werden dürfen, sich nicht wesentlich unterscheiden, doch aber einen anderen Ursprung haben, indem sie z. B. durch einen Verwitterungs- und Auslaugungs-Process aus dem Basalte selbst hervorgegangen, und daher vielleicht lange nach seiner Emporhebung entstanden sind, so wie solche Körper sich noch immer aufs Neue erzeugen. Dieses gilt z. B. von der amorphen Kieselsäure, dem Opal, der unter entschiedenen Quellengebilden in der Begleitung des Basaltes erscheint, aber vielleicht noch ungleich häufiger als ein neueres Verwitterungs- und Auslaugungs-Product bei dieser Gebirgsart sich findet. Auch Sphärosiderit und daraus entstandener Braun- und Gelbeisenstein kommen mannichmal in Begleitung des Basaltes unter solchen Verhältnissen vor, dass die Entstehung durch einen Verwitterungs- und Auslaugungs-Process entweder aus seiner Gesammtmasse, oder aus gewissen in ihr ausgesonderten Mineralkörpern, z. B. aus dem Olivine, nicht bezweifelt werden kann. Erst vor Kurzem habe ich mir erlaubt, der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften Beobachtungen über solche Gebilde mitzutheilen, wozu das Vorkommen von Chloropal in dem Basalte des Meenser Steinberges zwischen Göttingen und Münden Veranlassung gab, worauf ich mich hier beziehen kann [1]).

Zu den Mineralsubstanzen, welche überhaupt von Quellen, mögen sie ei-

1) Nachrichten von der G. A. Universität und der Kön. Ges. d. W. zu Göttingen 1857. Nro. 15.

ne höhere oder niedrigere Temperatur haben, aufgenommen werden, und unter günstigen Verhältnissen in verschiedenen Zuständen aus denselben sich absetzen, gehören auch diejenigen, welche durch vulkanische heisse Quellen aus der Tiefe zu Tage gefördert werden. Die hohe Temperatur welche solchen Quellen eigen zu seyn pflegt, ist Ursache, dass die Quantität der von ihnen aufgenommenen Substanzen oft bedeutend ist, und dass sie daher auch mannichmal zu Ablagerungen von grosser Ausdehnung und Mächtigkeit Veranlassung geben. Unter jenen Mineralsubstanzen zeichnen sich folgende besonders aus:

1. *Kohlensaurer Kalk*, welcher durch Vermittelung von Kohlensäure von dem Wasser aufgenommen wird, und bei dem Entweichen derselben sich bald als eigentlicher *Kalk*, bald als *Aragonit* daraus absetzt. Keine Substanz wird häufiger von Quellen der verschiedensten Temperatur aufgenommen, und keine giebt zu grösseren und häufigeren Ablagerungen in den Formen von Kalktuff und Sprudelstein Veranlassung. Bei den heissen Quellen erfolgen diese Bildungen oft in sehr kurzer Zeit, wie die ausgezeichneten Beispiele von Carlsbad, von San Filippo am Monte Amiata in Toscana, St. Allyre bei Clermont in Auvergne es zeigen.

2. *Kieselsäure.* Wenn Quellen von gewöhnlicher Temperatur nur geringe Mengen von Kieselsäure zu enthalten pflegen, so vermitteln dagegen hohe Temperatur und grosser Druck zuweilen die Aufnahme bedeutender Quantitäten, die zur Bildung von ausgedehnten und mächtigen Ablagerungen von Kieseltuff Veranlassung geben, wie es sich so ausgezeichnet bei den vulkanischen heissen Quellen Islands zeigt, aber auf ganz ähnliche Weise u. a. auch in Kamtschatka vorkommt.

3. *Kohlensaures Eisenoxydul*, welches durch Vermittelung von Kohlensäure aufgenommen wird, sich bei dem Entweichen derselben absetzt, und in Eisenoxydhydrat umgewandelt wird.

4. *Kohlensaures Manganoxydul*, welches ebenfalls durch Hülfe von Kohlensäure vom Wasser aufgenommen wird, sich bei der Ausscheidung derselben absetzt, und in Manganoxydhydrat sich umwandelt.

5. *Gyps*, der vom Quellwasser aufgenommen, sich bei dem Verdunsten des Wassers wieder ausscheidet.

Diese Mineralsubstanzen sind es nun auch, welche mannichmal in Begleitung des vulkanoïdischen Basaltes unter solchen Verhältnissen angetroffen werden, dass ihre Bildung durch heisse Quellen, welche die Trabanten basaltischer Erhebungen waren, nicht wohl bezweifelt werden kann. In den Werra- und Fulda-Gegenden zeichnet sich in der Begleitung basaltischer Massen ganz besonders die Kieselsäure aus. Der kohlensaure Kalk steht derselben, wenn auch nicht in der Verbreitung, doch aber hinsichtlich der Quantität weit nach. Die übrigen Substanzen erscheinen weit seltener als die beiden ersteren, finden sich aber an einigen Orten in bedeutenden Massen in der Nähe des Basaltes.

Da in den Werra- und Fulda-Gegenden ein grosser Theil der basaltischen Massen den Muschelkalk durchbrochen hat, so möchte man vielleicht glauben, dass das heisse Quellwasser aus dieser Flötzmasse sich besonders Theile angeeignet habe. Diesem ist aber nicht so; man überzeugt sich vielmehr, dass der kohlensaure Kalk, welcher in Begleitung des Basaltes sich findet, aus einer weit grösseren Tiefe herrühren muss. Dieses wird dadurch bewiesen, dass das Vorkommen von kohlensaurem Kalk sich nicht auf die basaltischen Massen beschränkt, welche sich aus dem Muschelkalke erhoben haben, sondern eben so wohl da sich findet, wo der Basalt andere, nicht kalkige Gebirgsarten, namentlich den bunten Sandstein, durchbrochen hat. Welche Gebirgsmassen es waren, durch die der Basalt seinen Weg nahm, darüber geben die hin und wieder von ihm eingehüllten Bruchstücke Aufschluss. In dem Basalte der oben bemerkten Gegenden finden sich ausser Stücken von jüngeren Flötzgebirgsarten, namentlich von Muschelkalk und buntem Sandstein, vorzüglich kleinere und grössere Bruchstücke von einem aus vorwaltendem Feldspath, Quarz und wenigem Glimmer gemengten Granite, in welchem der Glimmer zuweilen ganz fehlt. Solche granitische Einschlüsse, in denen der Feldspath gewöhnlich mehr und weniger im zersetzten, dem Kaolin genäherten Zustande enthalten ist, kommen besonders am Meenser Steinberge, am Hohenhagen und Braunsberge zwischen Göttingen und Münden, so wie an einigen Basaltbergen in der Gegend von Cassel vor. Dass aus dem Granite, und namentlich aus seinem Feldspath, Kieselsäure in heisse Quellwasser gelangen konnte, leidet keinen Zweifel. Ueber die Abkunft des

Eisens, Mangans und Gypses, in so fern diese Körper als Quellenabsätze erscheinen, giebt dasjenige, was unsere Basalte einhüllen, keinen Aufschluss.

Die Gebilde in Begleitung der Basalte in den benachbarten Gegenden, welche ich für Producte heisser Quellen glaube ansprechen zu dürfen, stellen sich auf sehr verschiedene Weise dar; aber alle Erscheinungen, welche dabei wahrgenommen werden, sind, wie es mir scheint, aus den Verhältnissen, in welchen Wasserdämpfe und heisse Quellwasser zu den vulkanischen Phänomenen und Producten stehen, genügend zu erklären. Waren heisse Wasser und Wasserdämpfe die Begleiter basaltischer Eruptionen, so mussten sie sich besonders da einen Ausgang verschaffen, wo sie den geringsten Widerstand fanden. Dieses war nun vorzüglich an den äusseren Gränzen der aufsteigenden und die in den Weg tretenden Gebirgsmassen durchbrechenden, geschmolzenen Massen der Fall. War die Gebirgsmasse von lockerer Beschaffenheit, so verbreitete sich das Wasser im tropfbaren und dampfförmigen Zustande durch dieselbe, und stieg in geringerer oder grösserer Entfernung von der basaltischen Masse empor. Hatte die Gebirgsmasse eine grössere Festigkeit, so suchte das Wasser auf Absonderungen und Klüften sich einen Durchgang zu verschaffen; oder es durchdrang auch wohl, von der hohen Temperatur unterstützt, die Masse desselben. Wo das Wasser auf die eine oder andere Weise in Quellen zu Tage kam, wurden die von ihm aufgenommenen Substanzen ausserhalb der Gebirgsmasse, durch welche es seinen Weg genommen, abgesetzt. Oft fand indessen im Innern der Gebirgsmasse ein Absatz, oder in gewissen Fällen, eine Umänderung derselben statt. Die Wirkung der Wasserdämpfe und der Absatz von den im Wasser gelösten Substanzen, beschränkten sich nicht auf die äusseren Gränzen der aufsteigenden basaltischen Masse, sondern fanden auch wohl im Innern derselben, und vorzüglich in der Nähe ihrer äusseren Begränzung statt. Diesem Hergange gemäss lassen sich nun folgende Modificationen des Vorkommens von Quellengebilden in Begleitung des Basaltes unterscheiden:

1. Vorkommen auf dem Wechsel der basaltischen Masse und der von ihr durchbrochenen Gebirgsmasse.

2. Vorkommen in der von dem Basalte durchbrochenen Gebirgsmasse; wobei sich der Unterschied zeigt, dass

a. eine Eindringung in eine lockere Masse, oder

b. eine Durchdringung und Umänderung der durchdrungenen Masse statt fand.

3. Vorkommen in der Nähe des Basaltes, aber ausserhalb der von ihm durchbrochenen Gebirgsmasse.

4. Vorkommen im Innern der basaltischen Masse.

Was das Alter der Quellengebilde betrifft, die in Begleitung des Basaltes sich finden, so versteht es sich von selbst, dass sich solches nach dem Alter der basaltischen Erhebungen richtet. Allerdings ist es nach der Analogie vulkanischer Erscheinungen denkbar, dass noch lange nach der Bildung der Basaltberge das Vorkommen heisser Quellen, und mithin auch die Entstehung von Absätzen aus denselben fortdauern konnte. In Beziehung auf das Alter der letzteren wird daher nur die Annahme zulässig seyn, dass sie kein höheres Alter haben, als die basaltischen Eruptionen, mit welchen das Hervorbrechen der heissen Wasser begann.

Wenn es gleich noch nicht entschieden ist, ob sämmtliche basaltische Erhebungen Deutschlands derselben Periode angehören, so ist es doch bei den basaltischen Massen der Werra- und Fulda-Gegenden keinem Zweifel unterworfen, dass ihre Erhebung in die Zeit nach der Entstehung der zu den jüngeren tertiären Bildungen gehörenden Braunkohlen-Formation und Meersand-Ablagerung fällt, welche letztere früher irrig für ein Aequivalent der Grobkalk-Formation gehalten, und erst später als ein neueres, in die Zeit der Subapenninen-Formation fallendes Gebilde erkannt worden. Die basaltischen Massen der Werra- und Fulda-Gegenden durchbrechen nicht bloss jene beiden tertiären Formationen, sondern bedecken sie auch an manchen Orten. In dem Bereiche derselben finden sich daher besonders die in Begleitung der basaltischen Massen vorkommenden Quellen-Gebilde. Da die Massen jener grössten Theils von lockerer Beschaffenheit sind, so gestatteten sie nicht allein den Wassern einen Durchgang, sondern begünstigten auch oft den Absatz der festen Theile aus denselben. Da indessen die älteren Formationen nicht überall, wo sie von basaltischen Massen durchbrochen wurden, von jenen tertiären Formationen bedeckt waren, so zeigen sich die Quellen-Gebilde auch mannichmal in dem Bereiche der ersteren. In den Werra- und Fulda-Gegenden erscheinen besonders die hier sehr verbreiteten Flötzgebilde des bunten Sand-

steins, Muschelkalkes und Keupers, von basaltischen Massen durchbrochen. Doch zeigen sich dieselben auch in einigen Gegenden in Berührung mit älteren Formationen, namentlich mit dem Kupferschiefergebirge und dem von diesem bedeckten Uebergangsgebirge; daher denn auch wohl die begleitenden Quellen-Gebilde in der Nähe derselben angetroffen werden.

II.

Vorkommen des kohlensauren Kalkes.

Der kohlensaure Kalk stellt sich in Begleitung der basaltischen Massen sowohl als *Aragonit*, als auch als *Kalkspath*, selten als *Braunspath* dar. Er findet sich besonders in unmittelbarer Nähe der basaltischen Massen und in den ihren äusseren Begränzungen zunächst liegenden Theilen derselben. *Aragonit* und *Kalkspath* kommen bald von einander getrennt, bald mit einander vor; der erstere zeigt sich zuweilen in unmittelbarer Berührung mit der durchbrochenen Flötzgebirgsmasse, aber auch im Innern der basaltischen Masse. Der häufiger sich findende *Kalkspath* kommt besonders hier, doch aber auch unter anderen Verhältnissen vor.

Auf merkwürdige Weise tritt der *Aragonit* in Begleitung der ausgezeichneten lagerartigen Masse basaltischen Mandelsteins auf, welche sich am westlichen Fusse des aus Basalt bestehenden *Ochsenberges* unweit *Dransfeld* im Muschelkalke findet, und von mir im vierten Bande der Studien des Göttingischen Vereins Bergmännischer Freunde, Seite 247—268 beschrieben worden. Die Schichten des zum sogenannten Wellenkalke gehörenden Muschelkalkes haben eine Neigung von 5—10° gegen NO., und vollkommen gleichförmig damit zeigt sich das Ausgehende der Basaltischen Masse, deren grösste Mächtigkeit 3 Fuss beträgt. Die kleinen Blasenräume des Mandelsteines sind mit weissem *Kalkspath* theils ausgefüllt, theils ausgekleidet, der im letzteren Fall gegen die Höhlung in rhomboëdrische Krystallspitzen ausgeht. Der Basaltmandelstein ist im Hangenden und Liegenden durch eine scharf abgesonderte, 1—3 Zoll starke Lage einer Masse begränzt, welche von einer weit lockereren Beschaffenheit als jener, dabei schaalig abgesondert ist, und aus einer weichen, leberbraunen, wackenartigen Grundmasse besteht, in welcher eine Menge

sehr kleiner, theils kugelförmiger, theils ellipsoidischer, theils unregelmässiger Blasenräume sich befindet, die von gelblichweissem *Aragonit* erfüllt sind, wodurch das Ganze ein gesprenkeltes Ansehn erhält. An der äusseren Begränzung dieser Ablösungsmasse, die sich wie der Besteg eines Ganges verhält, wird hin und wieder eine 1—3 Linien starke Lage eines gelblichweissen, faserigen *Aragonits* wahrgenommen, dessen Fasern senkrecht gegen die Begränzungsebenen stehen. Diesen Aragonit sieht man zuweilen noch weiter in die Kalksteinmasse des Liegenden und Hangenden verbreitet, indem er sich theils gangförmig darin verästelt, theils zwischen die Schichtungsabsonderungen eindrängt, und hie und dä kleine Drusenhöhlen bildet, in denen er krystallisirt erscheint. In Begleitung der später weiter zu erwähnenden, gangförmigen basaltischen Durchsetzung des Muschelkalkes am *Schieferberge* in der Nähe von *Bransrode* am *Meissner*, hat sich hin und wieder *Aragonit* zwischen dem Basalte und dem angränzenden Gestein gefunden.

In den basaltischen Massen selbst erscheinen *Aragonit* und *Kalkspath* auf verschiedene Weise. Entweder bilden sie Gangtrümmer, wie solches vorzüglich in dem Basaltconglomerat und Basalttuff der Fall ist, welche zuweilen ganz davon durchschwärmt sind, wodurch das Gestein wohl das Ansehn eines durch Kalkspath oder Aragonit verkitteten Conglutinates erhält; oder sie stellen einzelne grössere oder kleinere Nester dar, in denen sich oftmals Drusenhöhlen finden, welche zur Bildung von Kalkspath- und Aragonit-Krystallen Veranlassung gegeben haben. In seltenen Fällen ist kohlensaurer Kalk als Aragonit das Petrificationsmittel von Holz im Basaltconglomerat; oder endlich, es bildet der kohlensaure Kalk, besonders als *Kalkspath*, weit seltener als *Aragonit*, am Seltensten als *Braunspath*, die Ausfüllung oder Auskleidung der Blasenräume des Basaltmandelsteins.

Das Vorkommen des *Aragonits* und *Kalkspaths* im Basaltconglomerat zeigt sich u. a. im *Höllengrunde* bei *Münden*, einem schmalen Seitenthale, welches sich von dem bewaldeten Bergrücken, der das *Werrathal* vom *Volkmarshäuser-* oder *Schede-Grunde* scheidet, gegen den letzteren herabziehet. Der Bergrücken besteht aus buntem Sandstein, und zwar der Hauptmasse nach aus dem weissen Thonsandstein, in welchem oberhalb *Volkmarshausen* ein Mühlsteinbruch liegt. In dem *Höllengrunde* setzt eine mächtige Basaltausfüllung zu Tage,

die sich in der Hauptrichtung von Norden nach Süden bis gegen die Höhe des Bergrückens verfolgen lässt. Der grösste Theil der Masse besteht aus sehr dichtem Basalt, der ein treffliches Chaussee-Material darbietet, dessen Gewinnung die Anlage eines Steinbruches veranlasst hat. Hierdurch ist nun zugleich eine bedeutende Masse von Basaltconglomerat aufgeschlossen, welche sich neben dem Basalte an dessen Ostseite in einer Felsenwand erhebt, und hier *Aragonit* und *Kalkspath* auf vorbeschriebene Weise beherbergt. Zwischen dem Reibungsconglomerate und dem dichten Basalt befindet sich Basaltmandelstein, der allmählige Uebergänge einer Seits in das Conglomerat und anderer Seits in den dichten Basalt bildet, und von welchem später noch weiter die Rede seyn wird. In der ersten Beschreibung der Basaltberge in der Gegend von Münden aus dem Jahre 1794, welche von Johann Christian Quantz aus Oberscheden herrührt, ist bereits das Vorkommen von *Kalkspath* in dem von ihm mit dem Namen Trass belegten Basalttuff erwähnt, der am östlichen Fusse des aus Basalt bestehenden *Hohenhagens* sich findet [2]).

In Nestern und Drusen kommen *Aragonit* und *Kalkspath* besonders ausgezeichnet in dem Basalte der *Blauen Kuppe* bei *Eschwege*, vorzüglich in der Nähe der äusseren Begränzung vor. *Aragonit* fand sich daselbst vor einer Reihe von Jahren in ausgezeichneten zusammengesetzten Krystallisationen, den

---

2) Bemerkungen über die Basaltberge im Amte Münden. Im neuen Hannöverschen Magazin v. J. 1794. S. 1513. Der längst verstorbene Verfasser dieser für die damalige Zeit vorzüglichen Abhandlung, erhielt eine Anstellung als Hüttenschreiber auf der Kön. Hannoverschen Eisenhütte zu Lerbach am Harz, von wo er später nach der Königshütte bei Lauterberg, und darauf an die Sollinger Eisenhütte versetzt wurde. Zuletzt war er Factor auf dem Kupferhammer bei Uslar. Der überaus kenntnissreiche, aber nicht immer nach Verdienst gewürdigte Mann, hat sich durch seine ausgezeichnete Schrift über die Eisen- und Stahlmanipulation in der Herrschaft Schmalkalden v. J. 1799 als Metallurg einen Namen von gutem Klang erworben. Von demselben rührt auch eine Beschreibung einiger Schmalkalder Eisenwaaren im 12. Bande von Beckmann's Beiträgen zur Oekonomie, Technologie u. s. w. her. Im vierten Stücke meiner norddeutschen Beiträge zur Berg- und Hüttenkunde v. J. 1810 befindet sich von meinem unvergesslichen Freunde ein trefflicher Aufsatz über die Anfertigung der eisernen Treibseile auf dem Harze.

von Molina in Aragonien ähnlich; und nicht selten zugleich mit *Kalkspath*, der die Aragonitkrystalle bekleidet, und dadurch seine spätere Bildung bekundet. Die Bedrusung ist von der Art, dass eine Umwandlung des Aragonites in Kalkspath nicht wohl angenommen werden kann [3]). *Aragonit* findet sich ausserdem zum Theil krystallinisch-stänglich, in Nestern im Basalte, besonders am *Lammsberge* bei *Cülte* in der Nähe der Waldeck'schen Gränze, und am *Galgenberge* bei *Breune* im Kurhessischen Kreise Wolfhagen.

Von dem Vorkommen des *Aragonits* als Petrificationsmittel von Holz, indem in Basaltconglomerat eingeschlossene holzförmige Braunkohle in Aragonit umgewandelt erscheint, wie es sich bei *Hofgeismar* findet, habe ich bereits bei einer anderen Gelegenheit ausführlich gehandelt [4]), worauf ich mich hier beziehen kann.

Ueber die Bildungsweise des *Basaltmandelsteins* sind die Ansichten nicht ganz übereinstimmend. Dass die Blasenräume durch Dämpfe oder Gase in dem noch im geschmolzenen Zustande sich befindenden Basalte entstanden sind, wird aber wohl nicht bezweifelt werden können. Hinsichtlich der Ausfüllung sind einige Geologen der Meinung, dass die Ausfüllungsmasse aus dem Gestein, welches eine Zersetzung erlitten, aufgenommen worden, und in die Höhlungen eingedrungen sey [5]). Dass solches bei dem kohlensauren Kalke nicht

---

3) Auf ganz ähnliche Weise kommen im *Iberge* bei *Grund* am Harz Aragonitkrystalle mit einer Bekleidung von Kalkspathkrystallen vor. Auch hier scheint mir kein Grund vorhanden zu seyn, eine *Umwandlung* des Aragonits in Kalkspath anzunehmen. Aber nicht überall wo beide mit einander sich finden, und namentlich wo sie als Ausfüllung von Räumen in Basalt zusammen vorkommen, ist ihr gegenseitiges Verhältniss so, dass der Aragonit als das früher, Kalkspath als das später Gebildete erscheint, sondern mannichmal ein umgekehrtes. Gustav Rose, Ueber die heteromorphen Zustände der kohlensauren Kalkerde. Erste Abhandlung. 1856. S. 31. 35—37.

4) Ueber die durch Molekularbewegungen in starren leblosen Körpern bewirkten Formveränderungen. Im 6. Bande der Abhandlungen der Kön. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. S. 168.

5) Die Basalt-Gebilde, von Karl Cäsar von Leonhard. 1832. 1. S. 221. Lehrbuch der Geognosie von Dr. C. Fr. Naumann. 1850. 1. S. 734.

der Fall seyn konnte, scheint mir bei dem Basaltmandelstein, wie er in den Werra- und Fulda-Gegenden vorkommt, unzweideutig sich darzustellen. Dieser bildet nicht selbstständig Kuppen und grössere Bergmassen, sondern findet sich entweder für sich in nicht mächtigen Ausfüllungsmassen, oder in Begleitung mächtigerer basaltischer Ausfüllungsmassen, an den äusseren Begränzungen derselben, oder endlich in Verbindung mit kuppenförmigen Massen. Wie der Basaltmandelstein in der lagerartigen Ausfüllungsmasse am Fusse des *Ochsenberges* bei *Dransfeld* vorkommt, ist oben bereits erwähnt. Eine besonders ausgezeichnete, gangartige Ausfüllung von Basaltmandelstein in der unteren Lagerfolge des Muschelkalkes findet sich am *Kratzenstein* bei *Cassel* [6]). Die an den mehrsten Stellen nur 1—2 Fuss mächtige Masse durchsetzt die Bänke des dichten Kalksteins in einer Hauptrichtung von Süden nach Norden, und mit einem östlichen Einfallen von etwa 80°. Sie ist dem Streichen nach etwas geschlängelt, und folgt zum Theil einer hor. 2. streichenden Nebenabsonderung des Kalksteins. In der Mächtigkeit zeigt sie sich bald erweitert, bald bis zu beinahe völliger Verdrückung zusammengezogen. Gegen das Ausgehende ist sie verästelt, so dass die einzelnen Arme Kalksteinmassen umschlingen. Die Blasenräume sind mit Kalkspath ausgefüllt. Im bunten Mergelthon der oberen Lagerfolge des bunten Sandsteins kommen bei *Cassel* ebenfalls gangartige Ausfüllungen von Basaltmandelstein vor, dessen Blasenräume Kalkspath enthalten. Zwischen *Kirchditmold* und *Harleshausen* ist das Ausgehende einer solchen Masse auf 160 Schritt zu verfolgen. Ihr Hauptstreichen ist zwischen Stunde 11 und 12; die Mächtigkeit beträgt 1—2 Fuss. Nicht fern davon, am Fahrwege nach *Dörenberg*, ist ein anderes Ausgehendes einer ähnlichen Masse sichtbar, deren Mächtigkeit etwa 20 Fuss beträgt [7]). Gangförmige Durchsetzungen von Basaltmandelstein finden sich auch in dem Braunkohlenlager des *Habichtswaldes* bei *Cassel*. Die Ausfüllung der Blasenräume besteht bei diesen ebenfalls aus

---

6) Vergl. meine Uebersicht der jüngeren Flötzgebilde im Flussgebiete der Weser. 1824. S. 207.

7) Daselbst. S. 163.

Kalkspath [8]). — Wie der Basaltmandelstein im *Höllengrunde* bei *Münden* an der einen äusseren Begränzung des dichten Basaltes, zwischen diesem und dem ihn begleitenden Basaltconglomerate vorkommt, ist oben bereits angegeben worden. In seinen Blasenräumen findet sich vorrherrschend *Kalkspath*; es kommt aber auch *Aragonit* darin vor, zuweilen von einer lieblichen, blass violblauen Farbe, und ausserdem *Braunspath* von grünlichweisser Farbe, in welchem Herr J. Ahrend durch eine im hiesigen akademischen Laboratorium ausgeführte chemische Analyse folgende Bestandtheile fand: kohlensaure Kalkerde 95,86 Prct., kohlensaure Talkerde 0,37, kohlensaures Eisenoxydul 3,53, kohlensaures Manganoxydul 0,82 [9]). In Begleitung einer mächtigen basaltischen Durchsetzung findet sich Basaltmandelstein am *Schieferberge* unweit *Bransrode* am Meissner. Der schmale, in der Hauptrichtung von Süden nach Norden sich erstreckende Rücken dieses Berges, der in der weiteren Fortsetzung gegen *Weissenbach* den Namen *Dörenberg* führt, besteht aus Muschelkalk, der in seinem grösseren Theil der unteren Lagerfolge desselben, und nur nach oben der mittleren angehört. In dem von Bransrode in der Hauptrichtung von Osten nach Westen, zwischen dem Meissner und dem Schieferberge sich herabziehenden Thale, fällt er 15—20° gegen NW ein. Eine Viertelstunde nordwestlich unterhalb *Bransrode* befindet sich in dem Muschelkalke eine mächtige basaltische Durchsetzung, die sich vom Grunde des Thales bis zum Gipfel und selbst noch weiter auf dem Gipfel des Schieferberges in der Hauptrichtung von SSW. gegen NNO verfolgen lässt [10]). Der Basalt steht in dem grösseren Theil der Durchsetzung nicht in Felsen an, sondern macht sich nur in losen Blöcken zwischen Gesträuch welches den steilen Abhang bekleidet, bemerklich. Darum ist es aber nicht möglich, die Mächtigkeit der Ausfüllungsmasse, deren Streichen hor. 2 seyn dürfte, genau zu bestimmen; doch scheint

8) Bemerkungen über das Braunkohlenwerk am Habichtswalde bei Cassel von F. E. Strippelmann, i. d. Studien des Göttingischen Vereins Bergmännischer Freunde. 1. S. 246.

9) Vergl. mein Handbuch der Mineralogie 2. Ausg. II. S. 1324.

10) Vergl. Hundeshagen, Beschreibung des Meissners, in von Leonhard's Taschenbuch 11. Jahrg. 1817 S. 35. Friedr. Hoffmann, in Gilbert's Annalen der Physik. Bd. LXXV. S. 326.

sie in dem unteren Theile wohl an hundert Fuss zu betragen, nach oben aber sich zu verschmälern, indem am obersten Rande des Abhanges, wo das Gestein in Felsen ansteht, die Mächtigkeit der basaltischen Masse nur etwa 10—12 Fuss beträgt. Der Basalt ist der Hauptmasse nach ziemlich dicht; in der Nähe der äusseren Begränzung erscheint aber Basaltmandelstein mit kleinen Kalkspathkugeln, der hin und wieder Brocken von umgeändertem Kalkstein einschliesst. Von dieser die Basaltdurchbrechung begleitenden Umänderung des Muschelkalkes, so wie von dem Vorkommen des Gypses in ihrer Nähe, wird später die Rede seyn. — Wo grössere Basaltmassen Braunkohlenlager bedecken, erscheinen jene in der Nähe der Berührung zuweilen als Mandelstein. Ich habe dieses sowohl am *Hirschberge* bei Grossalmerode, als auch an dem ein Braunkohlenlager deckenden Basalte des *Steinberges* oberhalb *Münden* wahrgenommen. — Wie die *Blaue Kuppe* bei *Eschwege* unter den basaltischen Erhebungen in den Gegenden, auf welche sich diese Bemerkungen beziehen, unstreitig zu den lehrreichsten Puncten gehört, deren Kunde auf die Ansichten von der Bildung des Basaltes überhaupt von entschiedenem Einflusse gewesen ist, so hat sie auch über das Verhältniss, in welchem der Basaltmandelstein zum Basalte steht, die erwünschtesten Aufschlüsse gegeben. Diese waren indessen nur in früheren Zeiten zu erlangen, in welchen die zur Gewinnung des Basaltes angelegten Brüche noch nicht so weit fortgeschritten waren, als solches gegenwärtig der Fall ist. In den Zeiten in welchen Voigt die Aufmerksamkeit auf die *Blaue Kuppe* lenkte[11]), und v. Hoff eine von einer Abbildung begleitete Beschreibung derselben lieferte[12]), war durch einen an der Südseite der Kuppe in Angriff genommenen Steinbruch, die den bunten Sandstein durchbrechende, gangartige Basaltmasse aufgeschlossen. Als später auch an der Westseite ein Bruch angelegt wurde, der an einer höheren Stelle eindrang, wurde der Zusammenhang zwischen dem gangförmigen Durchbruche und der dachförmigen Hauptmasse der Kuppe aufgeschlossen, wodurch erst die Ueberzeugung gewonnen werden konnte,

11) Mineralogische Reise nach den Braunkohlenwerken und Basalten in Hessen u. s. w. von Joh. Carl Wilh. Voigt. 1802. S. 16—39.

12) Der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin Magazin. Fünfter Jahrgang. 1811. S. 349 ff. Tab. VIII. I.

dass die basaltische Masse aus der Tiefe aufsteigend den bunten Sandstein durchbrochen, dann weiter sich erhoben, und zu beiden Seiten über denselben sich verbreitet habe. Bei der Fortsetzung des Bruches an der Südseite veränderte sich die Form der gangförmigen Masse allmählig. Als v. Hoff sie beschrieb, war sie oben 3—4 Meter breit, und nahm nach unten an Mächtigkeit zu. An der westlichen Seite erschien sie weiter in den Sandstein eingedrungen. Im Jahr 1815 fand ich das Verhalten im Ganzen noch ebenso. Die gangförmige Basaltmasse war von dem Sandstein scharf abgelöst, und stellte sich in der Mitte dicht, aber in der Nähe des Sandsteins als Mandelstein dar. Als in späterer Zeit der Bruch in nördlicher Richtung weiter eingedrungen war, erschien die gangförmige Masse in zwei Stränge getheilt, welche zwei grosse Sandsteintrümmer umgaben, und oben, in der Mitte und unten sich um dieselben vereinigten. Jeder Strang hatte an den schmalsten Stellen eine Mächtigkeit von etwa 3 Fuss, und bestand aus Mandelstein, dessen Blasenräume grössten Theils mit *Kalkspath* ausgefüllt oder ausgekleidet waren, aber hin und wieder auch *Aragonit* enthielten. Die durch einen Bruch aufgeschlossene Hauptmasse der Kuppe, die zu einer Zeit ein grosses, durch schaalig abgesonderten Basalt gebildetes Ellipsoïd mit einer inneren Höhlung darstellte, enthielt keinen Mandelstein, aber wohl, zumal in der Nähe der äusseren Begränzung, einzelne kleinere und grössere Nester und Drusen von *Kalkspath* und *Aragonit.* Diese hatten keine regelmässige Formen und verliefen zuweilen in Gangtrümmer, wogegen die Blasenräume des Mandelsteins gewöhnlich eine elliptisch-sphäroïdische Gestalt besassen, mit einem längeren Durchmesser von $^1/_4$ bis zu etwa 4 franz. Linien , wobei die grösste Durchschnittsebene den Hauptbegränzungsebenen der gangförmigen Ausfüllung parallel war. Dieses Verhalten, welches sich ganz ähnlich auch bei anderen aus Basaltmandelstein bestehenden gangförmigen Ausfüllungen zeigt, liess sich natürlicher Weise um so deutlicher wahrnehmen, je grösser die Blasenräume waren [13]). Gegenwärtig ist der Zustand der Brüche so, dass von der süd-

---

13) Diese Erscheinung ist völlig analog der Längung und Abplattung der Blasenräume in der Masse eines Lavastromes, wobei die längere Achse der Richtung des Stromes, und die grössere Durchschnittsebene der elliptisch-sphäroïdischen Bla-

lichen, gangförmigen Masse leider Nichts mehr wahrgenommen wird. Nordöstlich in einiger Entfernung von der *Blauen Kuppe* erhebt sich aus dem bunten Sandstein die ebenfalls aus Basalt bestehende *kleine* oder *Vogelskuppe*. Vom nördlichen Fusse der *Blauen Kuppe* streicht gegen dieselbe hor. 2 eine gangförmige Masse von Basaltmandelstein, welche auf 140 Schritt zu verfolgen ist, und eine Mächtigkeit von höchstens 2 Fuss hat. Westlich in einiger Entfernung davon war in einem Fahrwege eine zweite, hor. 3 streichende, und ½ Fuss mächtige Gangmasse aufgeschlossen. -- Aus allen diesen Beobachtungen scheint mir unzweideutig hervorzugehen: dass die Bildung des Mandelsteins gleichzeitig mit der des dichten Basaltes erfolgte; dass die Dämpfe und Gase — Wasserdampf und Kohlensäure — nebst dem durch Vermittelung der Kohlensäure im Wasser aufgelösten kohlensauren Kalk, zugleich mit der geschmolzenen Basaltmasse, aus der Tiefe emporgestiegen sind, und dahin hauptsächlich gestrebt haben, wo ihr Entweichen den geringsten Widerstand fand: daher sich bei mächtigeren basaltischen Durchbrüchen, die Mandelsteinbildung an den äusseren Gränzen zeigt.

III.

Vorkommen der Kieselsäure.

Unter den die basaltischen Massen der Werra- und Fulda-Gegenden begleitenden Quellengebilden zeichnet sich die *Kieselsäure* nicht allein durch

---

sen, der Grundfläche, oder was einerlei ist, der Oberfläche des Stromes entspricht. Wie hier die Fortbewegung desselben und der Druck von oben Ursache der Längung und Abplattung der Blasen sind, so ist dort die mehr und weniger senkrechte Fortbewegung der basaltischen Ausfüllungsmasse die Ursache der Längung, so wie der Seitendruck der Grund der Abplattung der Blasenräume. Der Seitendruck ist auch Ursache, dass wenn schmale gangförmige Basaltmassen nicht etwa, wie es oft der Fall ist, prismatisch abgesondert sind, mit rechtwinkelig gegen die seitlichen Begränzungsebenen gerichteten Prismen, sondern aus krummflächig abgesonderten Stücken bestehen, solche nicht, wie sonst gewöhnlich, kugelig, sondern abgeplattet erscheinen, wobei die Hauptdurchschnittsebenen ebenfalls den seitlichen Begränzungsebenen parallel sind, wie man solches z. B. an der gangförmigen Masse von Basaltmandelstein am *Kratzenstein* bei *Cassel* sieht.

die Mannichfaltigkeit in ihrem Erscheinen, sondern auch durch die Verbreitung und zum Theil durch die Grösse ihrer Massen aus. Je nachdem die kieselsäurehaltigen Wasser in verschiedenartige Massen eindrangen, namentlich in die tertiären Quarzsandlager, in die von ihnen begleiteten Braunkohlen, in den von dem Basalte durchbrochenen Muschelkalk, oder in die basaltischen Massen selbst, bildeten sich bald reinere, bald unreinere Kieselfossilien, die nach ihren Beschaffenheiten und ihrer Entstehungsweise im Nachfolgenden näher betrachtet werden sollen.

1. *Durch Eindringung von kieselsäurehaltigem Wasser in tertiäre Quarzsandlager gebildetes Quarzgestein.*

Vormals neigte ich zu der Meinung hin, dass dieses mit dem Namen *Trappquarz*, oder auch *Quarzfritte* belegte Gebilde, wirkliche, durch Einwirkung einer hohen Temperatur auf Sandstein oder Quarzsand entstandene *Fritte*, d. h. eine durch unvollkommene Schmelzung zusammengesinterte Masse sey [14]). Obgleich sein Ansehen mit manchem, durch Einwirkung von Basalt umgeänderten Sandstein, wie er u. a. an der Blauen Kuppe bei Eschwege, am Alpstein bei Sontra in Hessen, in der Pflasterkaute bei Marksuhl am Thüringer Walde, am Wildenstein bei Büdingen in der Wetterau sich findet, Aehnlichkeit hat, und sein häufiges Vorkommen in der Nähe des Basaltes für jene Annahme zu sprechen scheint, so dürften doch überwiegende Gründe derselben entgegenstehen, zu welchen besonders die Wahrnehmung gehört, dass Kieselmassen, welche mit den sogenannten Quarzfritten in der Nähe des Basaltes vollkommen übereinstimmen, in Gegenden und unter Verhältnissen sich finden, welche nicht entfernt an eine Einwirkung basaltischer Eruptionen denken lassen [15]). Fortgesetzte Untersuchungen haben mir nun die Ueberzeugung gegeben, dass die besonders durch R. Ludwig geltend gemachte Meinung, dass die sogenannten Quarzfritten durch kieselerdehaltige Quellen

---

14) Vergl. Studien d. Gött. Vereins Bergm. Fr. III. S. 281 u. f. Mein Handbuch d. Miner. 2te A. II. S. 264.

15) Vergl. die Bemerkungen Wissmann's im N. Jahrbuch f. Mineralogie u. s. w. von v. Leonhard und Bronn. 1838. S. 533. Liebig's u. Kopp's Jahresbericht. 1851. S. 832.

bewirkt worden [16]), die richtigere ist. Diese Kieselmassen sind in ihrer ausgezeichnetsten Abänderung, ein Conglutinat von Quarzsand durch amorphe Kieselsäure; also genau genommen, ein Sandstein mit opalartigem Bindemittel. Dieses tritt freilich nur dann und wann deutlich hervor; am Gewöhnlichsten ist es in so geringer Menge vorhanden, dass es sich dem Auge entzieht, und mit den feinen unbestimmteckigen Körnern des Quarzsandes, die, einzeln betrachtet, oft als klarer Bergkrystall erscheinen, wie verschmolzen. Aber auf das Bruchansehen und die übrigen Eigenschaften ist die Beschaffenheit des Bindemittels doch von Einfluss. In den ausgezeichneteren Abänderungen ist der Bruch im Grossen muschelig; im Kleinen verläuft er von dem Körnigen durch das Unebene in das Splitterige. Die Kanten der Bruchstücke sind so scharf, dass sie leicht verwunden, wobei sie aber die eigenthümliche Beschaffenheit haben, dass die einzelnen Quarzkörner sich an ihnen unterscheiden lassen, und dass sie durch das Hervorragen derselben sägeförmig erscheinen. Der Bruch hat einen mehr und weniger starken Schimmer, der zwischen dem Glas- und Fettartigen die Mitte hält. Kanten und dünne scheibenförmige Stücke sind stark durchscheinend. Bei durchfallendem Lichte sind die einzelnen Körner mehr und weniger deutlich zu erkennen. Die Farbe ist am Häufigsten ein grauliches oder gelbliches, seltener ein röthliches Weiss; die erste Nüance verläuft in das Rauchgraue, die zweite allmählig in das Ochergelbe, welche Farbe in das Rost- und Leberbraune übergeht; die röthliche Nüance zieht sich zuweilen in das Fleisch-, Blut-, oder Kirschrothe. Oft kommen mehrere Farben in einem Stücke neben einander vor, entweder scharf begränzt, oder in einander verwaschen; mannichmal stellen sich auch gefleckte, wolkige, geaderte Zeichnungen dar. Die Oberfläche der Stücke hat oft eine andere Farbe als das Innere. Ist dieses weiss oder gelb, so ist die Oberfläche nicht selten rost- oder leberbraun, und diese Färbung ist dann gegen das Innere wie verwaschen. Dasselbe zeigt sich an den Rändern von Höhlungen, die in den Kieselmassen sich dann und wann finden. Zu diesen Eigenschaften gesellen sich noch mehrere andere, wodurch sich die sogenannten Quarzfritten von den gewöhnlichen Abänderungen des Quarzes unter-

16) Jahresbericht der Wetterauischen Gesellschaft. 1850 bis 1851. S. 38 f.

scheiden. Ihre Masse besitzt nehmlich einen bedeutenden Zusammenhalt, verbunden mit auffallender Sprödigkeit. Die abspringenden, scharfkantigen Stücke fliegen weit davon, und bei dem Zerschlagen, mehr noch aber wenn man gegen dünne Stücke mit dem Hammer schlägt, vernimmt man einen hellen Klang: Eigenschaften, wie man sie sonst nur bei glasartigen, unter hoher Temperatur gebildeten Körpern zu finden pflegt. Bei dem Zerschlagen der Stücke bemerkt man einen eigenthümlichen Geruch, der auch wohl bei anderen Kieselfossilien, z. B. bei Horn- und Feuerstein, wahrgenommen wird, und vermuthlich von einem Gehalte an Bitumen herrührt, dessen Anwesenheit auch durch die zuweilen sich zeigende, blass rauchgraue Farbe angedeutet wird. Das specifische Gewicht fand ich bei einer besonders charakteristischen Abänderung = 2,531, also etwas geringer, als das gewöhnliche eigenthümliche Gewicht des reinen Quarzes, dagegen aber höher, als das specifische Gewicht des Opals, welches zu den Beweisen gehört, dass *amorphe* Kieselsäure die Verkittung der Quarzkörner bewirkt. Eine besondere Eigenthümlichkeit der sogenannten Quarzfritten ist es auch, dass die festeste Abänderung nicht selten unmittelbar an eine locker zusammengebackene, mit den Fingern zu feinem Sande zu zerreibende Masse gränzt, ohne dass ein Uebergang von der einen zur anderen sich zeigt. Die lockeren Partieen kommen bald im Innern bald mehr in den äusseren Theilen des festen Quarzgesteins vor und besonders bei dem in einzelnen Blöcken sich findenden. Diese auffallende Verschiedenheit des Aggregatzustandes ist die Folge von einer ungleichen Eindringung des kieselerdehaltigen Wassers, und gehört zu den Beweisen, dass die Umwandlung des losen Sandes in eine feste Masse, durch eine solche Eindringung bewirkt worden. Damit steht im Zusammenhange, dass die lockeren Partieen von rein weisser Farbe zu seyn pflegen, wogegen oft die angränzenden festen gefärbt erscheinen; welche Färbung von dem in dem kieselerdehaltigen Wasser zugleich vorhandenen, kohlensauren Eisen- und Manganoxydul, welche später zersetzt wurden, herrührt. Die lockeren Partieen erleiden zuweilen Veränderungen, welche mit dem ursprünglichen Vorkommen nicht verwechselt werden dürfen, wodurch sie durch Eisen- und Manganoxydhydrat gefärbt werden, und Uebergänge in Eisensandstein entstehen, wovon noch einmal bei späterer Gelegenheit die Rede seyn wird.

Die feste Kieselmasse hat nicht immer in gleichem Grade das gefrittete Ansehen, nebst anderen Eigenschaften, wodurch sie unter Einwirkung hoher Temperatur gebildeten Körpern ähnlich wird. Durch Aufnahme von etwas Thon nimmt das Quarzgestein einen mehr *hornsteinartigen* Charakter an; das Verschmolzen-Körnige verschwindet, wogegen der splitterige Bruch mehr hervortritt, und zugleich Durchscheinheit und Glanz schwächer werden, so wie auch Sprödigkeit und Klang sich vermindern. Fasst man diese Eigenthümlichkeiten zusammen, und vergleicht man sie mit den Beschaffenheiten anderer quarziger Gesteine, namentlich mit denen des Quarzsandsteins, wie er in verschiedenen Flötzformationen, z. B. in den Gebilden des bunten Sandsteins und Keupers auftritt, so wird man zugeben müssen, dass zwischen diesen und den besonders charakteristischen Abänderungen des hier beschriebenen Gesteins, auffallende Unterschiede sich finden. Allerdings nähern sich gewisse Abänderungen manchem Quarzsandstein, andere dem Hornstein sehr, und lassen sich, wenn man sie nicht in Verbindung mit den Modificationen von gefrittetem Ansehn antrifft, leicht mit jenen verwechseln. In Beziehung auf die Natur der Kieselmasse, durch deren Eindringung der lose Sand in das feste Gestein umgewandelt worden, verdient besondere Beachtung, dass in demselben hie und da *Halbopal*, zumal als *Holzopal* ausgesondert vorkommt, wogegen krystallinische Kieselsäure nur äusserst selten als drusige Bekleidung in Höhlungen und auf Klüften wahrgenommen wird. Häufig ist das Quarzgestein von Röhren durchzogen, deren Form anzudeuten scheint, dass sie von vegetabilischen Körpern, die nachher eine Zerstörung erlitten haben, herrühren. Zuweilen trifft man deutliche Abdrücke vegetabilischer Theile, von Stängeln, Blättern, an. Herr Forstmeister Quensell zu Münden fand in dortiger Gegend einen ausgezeichneten Abdruck eines Zapfens von einem Nadelholzbaum, den ich seiner Güte verdanke. Wo das Quarzgestein in der Nähe von Braunkohlen vorkommt, schliesst es wohl Stücke holzförmiger Braunkohle ein. Von animalischen Körpern habe ich in dem Quarzgestein niemals Spuren gefunden.

Das Vorkommen des Quarzgesteins ist in den Werra- und Fulda-Gegenden durch die Quarzsandlager der Braunkohlenformation und des jüngeren tertiären Meergebildes bedingt, in welche die Kieselsäure enthaltenden Quellen

eindrangen. Wo der Basalt diese Formationen durchbrach, finden sich in der Nähe desselben jene Kieselmassen, bald noch im Innern der tertiären Ablagerungen, bald von denselben getrennt, als Zeugen des früheren Vorhandenseyns lockerer Sandmassen, welche durch spätere Katastrophen, durch Strömungen, welche vielleicht die basaltischen Eruptionen selbst verursachten, fortgeführt worden. Wo das Quarzgestein in der Umgebung der tertiären Ablagerungen vorkommt, bildet es entweder zusammenhängende Lager, oder gangförmige Durchsetzungen, oder einzelne Blöcke von verschiedenem, zuweilen von sehr bedeutendem Umfange.

Als zusammenhängendes Lager erscheint das Quarzgestein in der Braunkohlenformation am *Habichtswalde* bei *Cassel.* Es bildet hier das Sohlgestein unmittelbar unter den Braunkohlen, und hat eine Mächtigkeit von 1 bis 3 Fuss. In der Nähe der Kohlen ist es häufig durch Bitumen gefärbt. Es ruhet auf Letten, dessen Mächtigkeit bis zu 20 Lachter beträgt, unter welchem eine noch nicht durchsunkene Sandmasse sich befindet. Das Dach des Braunkohlenlagers wird durch eine Lettenschicht gebildet. Darüber befindet sich ein mächtiges Triebsandlager, welches von Basalt bedeckt wird [19]). Auch in Begleitung der Braunkohlenablagerung am Fusse des aus Basalt bestehenden *Hirschberges* bei *Grossalmerode*, kommt das Quarzgestein lagerartig vor. Es bildet hier die Sohle des oberen Braunkohlenlagers in einer Mächtigkeit von 4 Fuss, indem es von demselben nur durch eine wenige Zoll mächtige Schicht eines bituminösen Lettens gesondert wird, und auf Sand- und Lettenmassen ruhet. Es kommen darin nicht selten Blätterabdrücke und Stücke von holzförmiger Braunkohle vor [20]). In dem jüngeren tertiären Meergebilde finden sich Lager vom Quarzgestein im Kurhessischen Kreise *Hofgeismar*, namentlich in der auf Eisenstein bauenden Hoheits- und Erbprinzgrube bei *Hohenkirchen.* Das festkörnige Gestein gehet hier einer Seits in einen lockeren Sandstein mit wenigem thonigen Bindemittel, und anderer Seits in Hornstein über [21]).

---

19) Vergl. Strippelmann, i. d. Studien d. Götting. Vereins Bergm. Fr. I. S. 244.

20) Vergl. Baron Waitz von Eschen und Strippelmann, i. d. Studien d. Götting. Vereins Bergm. Fr. II. S. 134—136.

21) Vergl. Schwarzenberg, i. d. Landwirthschaftlichen Zeitung für Kurhessen. 1830. S. 281. — Studien d. Götting. Vereins Berg. Fr. III. S. 232.

Eine merkwürdige gangförmige Masse bildet das Quarzgestein in der Nähe einer aus Basaltconglomerat und Basaltmandelstein bestehenden Durchsetzung der Braunkohle am Fusse des *Hirschberges* bei *Grossalmerode*, in geringer Entfernung östlich von dem grossen Tagebaue der *Ringkenkuhle*. Das Ausgehende des Quarzgesteins streicht von Norden nach Süden. Es ist zum Theil etwas thonig, an anderen Puncten aber quarzreicher und von ausnehmend fester Beschaffenheit. Es schliesst vegetabilische Ueberreste von hellbrauner Farbe, und oft deutliche Abdrücke ein [22]). Vermuthlich werden die Braunkohlen von dem Quarzgestein durchsetzt; und man wird die Bildung dieser gangförmigen Masse wohl der vereinten Wirkung der Eruption der benachbarten basaltischen Masse, und der in ihrer Begleitung aufsteigenden kieselerdehaltigen Wasser zuschreiben dürfen.

Bei weitem am Häufigsten kommt das Quarzgestein in einzelnen Blöcken vor, die bald in der Umgebung von losen Sandmassen, bald in freier Lage sich befinden. Grösse und Gestalt derselben zeigen Verschiedenheiten. Man trifft sie von einem Cubikfuss und darunter bis zum Inhalte von mehreren hundert Cubikfussen an. Oft sind sie parallelepipedisch, mannichmal aber auch ganz unbestimmteckig; nicht selten löcherig. Zuweilen haben die Blöcke das Ansehen eines aus vielen unbestimmteckigen Stücken bestehenden Aggregates, indem sie nach verschiedenen Richtungen zerborsten erscheinen, wobei aber die Stücke dennoch, wie durch Zusammensinterung, fest verbunden sind. Selten sind offene Klüfte vorhanden, deren Begränzungsflächen einen Ueberzug von sehr kleinen, lebhaft glänzenden Bergkrystallen haben. Besonders ausgezeichnet ist ihre glatte mehr und weniger glänzende Oberfläche, die oft wie mit einer Glasur überzogen erscheint. Diese Beschaffenheit ist Ursache, dass Flechten sich gern darauf ansiedeln und ausbreiten, welches besonders vom Lichen geographicus Linn. gilt, dessen Vorkommen auf den Quarzblöcken unserer basaltischen Gegenden überraschend ist, da diese Flechte sonst hier nicht gefunden wird. Von der auffallenden Verschiedenheit des Aggregatzustandes, welche oft in einem und demselben Blocke sich zeigt, indem eine Masse von grosser Festigkeit nicht selten unmittelbar an eine völlig zerreibliche gränzt, war oben bereits die Rede. Die Verbreitung der Quarzblöcke ist in den

22) Daselbst. II. S. 157.

Werra- und Fulda-Gegenden überaus gross; denn sie finden sich fast überall, wo basaltische Massen die Braunkohlenformation und das jüngere tertiäre Meergebilde durchbrochen haben. Sie liegen daher besonders an den unteren Einhängen und am Fusse der Basaltberge, so wie in Mulden und Thalgründen zwischen ihnen; oft auf den von dem Basalte durchbrochenen tertiären Massen, aber nicht *auf* basaltischen Massen, wiewohl sie an manchen Stellen zwischen losen Basaltblöcken sich finden. An der Verbreitung der Quarzblöcke ist nicht selten die frühere Ausdehnung der durch spätere Katastrophen zerstörten tertiären Sandablagerungen zu erkennen, deren lose Massen fortgeführt wurden, wogegen die Trümmer der festen Quarzmassen zum Theil liegen blieben. Zuweilen trifft man diese noch in ihrer ursprünglichen Umgebung an, wie solches u. a. am *Schottsberge* in der Gegend von *Dransfeld* der Fall ist, dessen nicht von Basalt bedeckte Kuppe aus losem Sande besteht, aus welchem Quarzmassen von grossem Umfange hervorragen. Ohne Zweifel hing diese Sandmasse früher mit den zur Braunkohlenformation gehörenden Sand-Ablagerungen zusammen, welche am Fusse des *Dransberges*, *Braunsberges*, *Hohenhagens* zu Tage ausgehen. Die Mulden zwischen diesen Bergen sind mit Quarzblöcken besäet, die theils hie und da zerstreut liegen, theils einzelne Anhäufungen bilden, theils in Zügen von verschiedener Länge vorkommen, welche Art der Vertheilung sich auch wohl bei losen Basaltblöcken zeigt. Unter ähnlichen Verhältnissen wie bei *Dransfeld* finden sich die Quarzblöcke auch in anderen Gegenden. Zu den Localitäten die sich durch das Vorkommen besonders auszeichnen, gehören der westliche Fuss des basaltischen *Sandberges* unweit Ellershausen, und viele Puncte in der Gegend von *Cassel*, zumal *Wilhelmshöhe*, wo der sogenannte *weisse Stein*, der vormals jener Höhe den Namen gab, ein grosser Quarzblock ist; das *Ahnethal* am *Habichtswalde*, die Gegenden von *Niederkaufungen*, *Nieder-* und *Oberzwehren*. Im Allgemeinen werden die Quarzblöcke mit der weiteren Entfernung vom Basalte seltener. Indessen finden sie sich doch auch zuweilen fern von Basaltbergen, auf ganz zufälligen Unterlagen, z. B. auf buntem Sandstein, buntem Mergel, Muschelkalk; wobei die Annahme begründet erscheint, dass sie zu ihren jetzigen Fundorten durch eine mehr und weniger weite Fortführung von ihrer ursprünglichen Lagerstätte gelangt sind.

2. *Durch Eindringung von kieselsäurehaltigem Wasser in Schichten der Braunkohlenformation gebildetes Kieselholz.*

An mehreren Puncten wo die Braunkohlenformation von basaltischen Massen durchbrochen und bedeckt ist, zeigt sich in jener die Eindringung von kieselsäurehaltigem Wasser an dem Vorkommen von *Kieselholz*. Besonders ausgezeichnet findet sich diese Bildung in der mächtigen und in mehrfacher Hinsicht sehr merkwürdigen Braunkohlenablagerung am *Hirschberge* bei *Grossalmerode*, in welcher auch, wie bereits erwähnt worden, der begleitende Quarzsand zum Theil in festes Quarzgestein umgewandelt ist. Nach den von den Herren Baron Waitz von Eschen und Strippelmann darüber mitgetheilten Bemerkungen [23]), kommt das Kieselholz vorzüglich in dem untersten, 14 Fuss mächtigen Braunkohlenlager vor, welches eine noch nicht durchsunkene Unterlage von Quarzsand hat. Erdige Braunkohle macht die Hauptmasse aus. Darin befinden sich aber in nicht unbedeutender Menge, gewöhnlich im mehr und weniger senkrechten Stande, und nur an wenigen Stellen in horizontaler Lage, in eine hornsteinartige Masse umgewandelte Baumstämme. Meistens sind es die unteren Theile mit den noch in ihrer ursprünglichen Lage in die Sohle des Braunkohlenlagers sich verbreitenden Wurzeln. Die Stämme erreichen fast nie eine 8 Fuss übersteigende Länge, bei einem wohl 4—6 Fuss betragenden Durchmesser, und erscheinen an ihrem oberen Ende wie abgeschnitten. Im unverwitterten Zustande haben sie eine dunkel nelkenbraune Farbe, die sich bei längerer Einwirkung der Atmosphäre in eine lichtgraue umändert. Im Bruche ist das Kieselholz feinsplitterig. Die Jahresringe sind scharf abgesondert, und lösen sich nach längerer Berührung der Luft von selbst, oder bei einem leichten Schlage, völlig von einander. Ihre ursprüngliche Form ist oft auf die Weise verändert, dass sie Wellenbiegungen besitzen, die in zarte Falten übergehen; welche Umbildung wohl nur bei einem erweichten Zustande, und durch Einwirkung eines Druckes erfolgen konnte, der vermuthlich durch die von der eingedrungenen Kieselmasse herrührende Volumenvergrösserung verursacht wurde. Die Oberfläche der Jahresringe ist gewöhnlich von sehr kleinen, in der Sonne lebhaft glänzenden Quarz-

23) Studien des Götting. Vereins Bergm. Fr. II. S. 131.

krystallen bekleidet, daher sie scharf anzufühlen ist, und bei dem Verschieben der von einander gelösten Jahresringe, ein Rauschen wahrnehmen lässt. Vor dem Löthrohre entwickelt das Kieselholz einen schwachen Braunkohlengeruch, und brennt sich weiss. Die kleinen Quarzkrystalle erscheinen dann unter der Loupe als klare Bergkrystalle. Aehnliches Kieselholz findet sich auch in einem mittleren, fast nur aus holzförmiger Braunkohle bestehenden Kohlenlager der Ringkenkuhle, in welchem grosse Wurzelstücke und Stämme angetroffen werden, an welchen nur ein Theil in Kieselholz umgeändert ist, während der andere noch als Braunkohle erscheint[24]).

Auf andere Weise zeigt sich das *Kieselholz* in der Braunkohlenformation am *kleinen Steinberge* oberhalb *Münden*, wo dasselbe nicht in dem Braunkohlenlager selbst, sondern in der mächtigen Quarzsandlage, welche die Sohle desselben ausmacht, in grosser Menge vorkommt. Herr Forstmeister Quensell zu Münden, der dem Braunkohlenbergbaue am Steinberge vorsteht, hat die Güte gehabt, mir darüber auf meine Anfrage eine lehrreiche Notiz zukommen zu lassen, die ich im Folgenden mitzutheilen mir erlaube. Der am Steinberge zum Durchbruch gekommene Basalt ist tafel- und säulenförmig, theils kugelig abgesondert, und bedeckt einen grossen Theil des Thon- und Braunkohlenlagers. Ueber und unter dem 20 bis 30 Fuss mächtigen Braunkohlenlager liegt in einer Mächtigkeit von 8 bis 10 Fuss der bekannte Thon, welcher von den Töpfern zu *Hedemünden*, *Oberode* und *Nienhagen* benutzt wird. Unter dem unteren Thonlager kommt noch eine wenige Fuss mächtige erdige Braunkohle vor, welche nicht bauwürdig ist. Dann folgt das 30 bis 40 Fuss mächtige Lager von feinem Quarzsand, welcher zur Glasfabrikation zu *Ziegenhagen* benutzt wird. In diesem Sandlager, welches auf dem bunten Sandstein ruhet, kommt *Kieselholz* häufig vor. Dasselbe findet sich hier in kleineren und grösseren Stücken. Grössere Stücke von 1 Fuss Durchmesser und von mehreren Fussen Länge, so wie ein Wurzelstock von etwa $1\frac{1}{2}$ bis 2 Fuss Durchmesser und $2\frac{1}{2}$ Fuss Höhe, wurde bei Anlage eines Stollens gefunden. Das Kieselholz des *Steinberges*, von welchem ich dem Herrn Forstmeister Quensell eine schöne Folge von Probestücken verdanke, unterscheidet sich da-

---

(24 Baron Waitz von Eschen u. Strippelmann, a. a. O. S. 133.

durch von dem des *Hirschberges*, dass es weniger wie dieses das Ansehn von *Hornstein* hat, sondern sich mehr dem *gemeinen Quarze* nähert. Es hat einen unebenen, in das Splitterige übergehenden Bruch, ist matt, an den Kanten durchscheinend, und von bräunlichweisser Farbe. Es ist, wie das Hirschberger Kieselholz, scharf anzufühlen, rauscht bei dem Verschieben der abgesonderten Stücke, und zeichnet sich in dünnen und langen Stücken durch hellen Klang aus. Die Art der Absonderungen der Jahresringe, so wie ihre Wellenbiegungen und Faltungen, verhalten sich wie bei jenem. Auch zeigt die Oberfläche der Jahresringe häufig mikroskopische Quarzkrystalle, die jedoch bei dem Steinberger Kieselholz noch kleiner und weniger glänzend sind, als an dem vom Hirschberge. Durch diese Bedrusung erscheinen die Jahresringe oft wie auseinander getrieben, so dass Räume zwischen ihnen sichtbar sind, ohne dass doch der Zusammenhang ganz aufgehoben ist. Auch kommen hin und wieder kleine, mit mikroskopischen Quarzkrystallen ausgekleidete Drusenhöhlen im Inneren des Kieselholzes vor. Sein specifisches Gewicht fand ich = 2,533, welches etwas niedriger als das des reinen Quarzes ist, und anzeigt, dass die Masse des Steinberger Kieselholzes ebenfalls eine Verbindung von krystallinischer und amorpher Kieselsäure ist. Herr Forstmeister Quensell hat mir auch eine Probe von einer kieseligen Masse mitgetheilt, welche zuweilen schichtenweise in dem Braunkohlenlager des Steinberges vorkommt, und dasselbe oft in ein oberes und unteres Lager trennt. Die Mächtigkeit dieser Schicht beträgt selten mehr als 1 bis 2 Fuss. Der Bergmann nennt diese Masse *Glassand.* Sie besteht indessen nicht aus Sand, sondern stellt in den reinen Partien, ein feines, weisses, zerreibliches, scharf anzufühlendes Kieselpulver dar, welches durch beigemengte erdige Braunkohle zum Theil bräunlich gefärbt ist. Es scheint mir am wahrscheinlichsten zu seyn, dass diese Masse ein pulverförmiger Absatz der kieselsäurehaltigen Quellen ist, welche in der unteren Quarzsandschicht die Bildung des Kieselholzes veranlasst haben.

Vor längerer Zeit erhielt ich Stücke von *Kieselholz*, welches dem des *Steinberges* vollkommen gleicht, und sich an dem basaltischen *Wiershäuser Staufenberge* unweit *Münden* gefunden haben sollte. Nach der Mittheilung des Herrn Forstmeisters Quensell kommt ein Sandlager zwischen dem *Wiershäu-*

ser Staufenberge und dem nahe belegenen *Fuchsberge* vor, welcher letztere nur aus Sand und sogenannten Quarzfritten besteht. Da dieses Sandlager ebenfalls ohne Zweifel zur Braunkohlenformation gehört, so ist es wohl nicht unwahrscheinlich, dass in demselben jenes Kieselholz sich gefunden hat.

3. Absatz von Kieselsinter in dem schlackigen Anthracite des Meissners.

Bekanntlich wird das mächtige Braunkohlenlager des *Meissners* von Basalt bedeckt, durch dessen Einwirkung der seiner Decke zunächst befindliche Theil der Braunkohlen in mehr und weniger vollkommenen, theils stänglichen, theils schlackigen Anthracit umgewandelt worden [16]). In dem letzteren kommt auf dem Bransröder Stollen ein merkwürdiges, offenbar durch einen Absatz aus kieselsäurehaltigem Wasser entstandenes Kieselgebilde vor, welches schon vor langer Zeit beachtet, aber auf verschiedene Weise gedeutet worden. Mönch, der dasselbe zuerst erwähnt hat [17]), hielt es für *blättrigen Gyps*, welche irrige Meinung durch J. Fr. Gmelin und Schaub widerlegt worden [18]), indem sie zeigten, dass jenes Fossil aus Kieselerde bestehe. Schaub nannte dasselbe *Quarz*, worin er in so fern Recht hatte, als an demselben wirklich mikroskopische Quarzkrystalle vorkommen. J. L. Jordan, der eine genauere Untersuchung jenes Kieselgebildes lieferte [19]), tadelte die Schaub'sche Benennung, ob er gleich selbst die an demselben vorhandenen Quarzkrystalle erwähnte, und legte ihm den wohl nicht unpassenden Namen *Kieselsinter* bei. Die ganze Art des Vorkommens lässt eine sintrische Bildung nicht verkennen; und wenn gleich Jordan sich gegen die Ansicht von dem vulkanischen Ursprunge des Basaltes, welcher Schaub zugethan war, und einen Zusammenhang zwischen einem solchen und der Bildung jenes Kieselfossils mit Eifer erklärte, so suchte er doch die Aehnlichkeit desselben mit dem Kieselsinter des *Geyser's* nachzuweisen. Es stellt dünne Rinden und Ueberzüge zwischen den in unbestimmten Richtungen vielfach einander durchsetzenden Ab-

16) Vergl. hierüber meine Abhandlung über die durch Molekularbewegungen in starren leblosen Körpern bewirkten Formveränderungen. 1856. S. 89.
17) Crell's neueste Entdeckungen in der Chemie. XI. S. 59.
18) Schaub's Beschreibung des Meissners. 1799. S. 110.
19) Mineralogische u. chemische Beobachtungen u. Erfahrungen. 1800. S. 292 ff.

sonderungen des schlackigen Anthracites dar, und kleidet die blasigen Räume in demselben aus, in welchem Falle es eine kleinnierenförmige, getropfte, oder zellige äussere Gestalt zu besitzen pflegt. Es ist zuweilen in solcher Menge vorhanden, dass die Masse das Ansehn eines aus unbestimmteckigen Anthracitstückchen bestehenden, durch Kieselsinter verkitteten Conglomerates hat. Sind die Rinden so stark, dass ihr Inneres deutlich zu erkennen, so erscheinen sie körnig abgesondert, oder uneben im Bruche. Sie sind mehr und weniger durchscheinend, matt oder schimmernd, und gewöhnlich von graulich-, zuweilen von röthlichweisser Farbe. Häufig besitzen sie einen Ueberzug von sehr kleinen, nur unter der Loupe erkennbaren Quarzkrystallen, welcher bewirkt, dass die Oberfläche scharf anzufühlen ist. Nach Jordan's Untersuchung soll das specifische Gewicht nur 1,317 betragen, und die chemische Zusammensetzung folgende seyn:

Wasser	2,000
Kieselerde	95,500
Thonerde	1,000
Kalkerde	0,125
Eisenoxyd	0,375
	99,000
Verlust	1,000
	100,000

4. *Bildung verschiedener Kieselfossilien durch Eindringung kieselsäurehaltiger Quellen in die Schichten des vom Basalte durchbrochenen Muschelkalkes.*

Zu den merkwürdigsten Erscheinungen welche die den Basalt der benachbarten Gegenden begleitenden Quellengebilde zeigen, gehört das Vorkommen von verschiedenen Kieselfossilien, welche im Muschelkalke da sich finden, wo dieser vom Basalte durchbrochen ist, und deren Entstehung wohl nur durch einen Absatz von Kieselsäure aus Quellen, welche zugleich mit dem Basalte aufstiegen, und in die angränzenden Schichten eindrangen, zu erklären seyn dürfte. Am Ausgezeichnetsten stellt sich diese Bildung von Kieselfossilien, namentlich von *Jaspis*, *Hornstein*, *Chalcedon*, *Halbopal*, *Schwimmkiesel*, im Muschelkalke am östlichen Fusse der basaltischen Kuppe des *Hohenhagens*

dar, der sich südlich von *Dransfeld*, zwischen *Göttingen* und *Münden* zu einer Meereshöhe von 1550′, aus Muschelkalk erhebt[20]). Das Vorkommen von Kieselfossilien am *Hohenhagen* wurde durch Quantz aufgefunden, der in seinen oben angeführten Bemerkungen über die Basaltberge im Amte Münden, die erste Nachricht davon gegeben hat[21]), und durch den ich auch vor vielen Jahren zuerst ein Stück von dem dortigen *Jaspis* erhalten habe. Der am Fusse des Hohenhagens den Basalt unmittelbar berührende Muschelkalk besteht grössten Theils aus den mit Letten wechselnden Schichten der unteren Lagerfolge. Von der mittleren Lagerfolge ist nur die Enkrinitenschicht vorhanden. *Jaspis*, *Hornstein* und *Halbopal* finden sich theils lagerhaft sowohl in der letzteren, als auch zwischen den Schichten der unteren Lagerfolge, theils in einzelnen sphäroïdischen, elliptisch-sphäroïdischen oder unbestimmt krummflächigen Nieren von verschiedener Grösse, in den mit Muschelkalke wechselnden Lettenschichten. *Chalcedon* und *Schwimmkiesel*, welche von geringerer Bedeutung sind, finden sich in Begleitung der genannten Kieselfossilien. Das Vorkommen derselben scheint nur eine beschränkte Ausdehnung am östlichen Fusse des Hohenhagens zu haben, wo es durch einen südöstlich zwischen dem Basalte und dem anstossenden Muschelkalke sich herabziehenden Wasserriss aufgeschlossen worden. Gegenwärtig ist das Ausgehende jener Schichten nur an einzelnen Stellen sichtbar, im Ganzen aber verschüttet und mit losen Stücken von Muschelkalk bedeckt, zwischen welchen sich einzelne Stücke der Kieselfossilien finden. Durch das nach starken Regengüssen oder dem Schmelzen des Schnees angeschwollene Wasser, werden solche von Zeit zu Zeit in dem Wasserrisse, der in ein enges, gegen *Oberscheden* sich hinabziehendes Thal ausgeht, weiter fortgeführt.

Die Mannichfaltigkeit der unter jenen Verhältnissen sich findenden Kieselgebilde ist daraus erklärlich, dass sich die Kieselsäure entweder mehr und weniger rein absetzte, oder sich mit Theilen aus den verschiedenen Massen vermengte, in welche das Wasser der Quellen eingedrungen war. Auf solche

---

20) Fr. Hoffmann, Uebersicht der orographischen u. geognostischen Verhältnisse vom nordwestlichen Deutschland. 1830. S. 158.

21) Neues Hannöverisches Magazin v. J. 1794. S. 1514.

Weise entstanden aus den reineren Absätzen *Halbopal*, *Chalcedon*, *Schwimmkiesel;* aus den weniger reinen, *Jaspis* und *Hornstein*. Uebrigens sind diese verschiedenen Kieselfossilien sämmtlich durch Uebergänge unter einander verbunden. In dem *Halbopale* und dem *Schwimmkiesel* erscheint die *amorphe* Kieselsäure rein; wogegen in den übrigen Formationen wohl Verbindungen von amorpher und krystallinischer Kieselsäure anzunehmen seyn dürften. In Ansehung der Bildungsweise liegt ein wesentlicher Unterschied darin, dass die Kieselfossilien entweder unmittelbar durch einen Absatz aus dem kieselsäurehaltigen Wasser entstanden sind, wie solches namentlich bei den in einzelnen, in der Umgebung von Letten sich findenden Nieren der Fall ist, oder dass sie durch einen Austausch des kohlensäuren Kalkes gegen Kieselsäure in den aus ersterem bestehenden Schichten gebildet worden, welches bei den an der Stelle derselben lagerartig sich findenden Kieselfossilien angenommen werden muss. Der sicherste Beweis für die Richtigkeit dieser Annahme liegt in dem Vorkommen der dem Muschelkalke eigenen Petrefacten, deren Masse zugleich mit der Masse der Schichten, welche sie enthielten, in Kieselsäure umgewandelt worden. Dieser Austausch dürfte daraus zu erklären seyn, dass das kieselsäurehaltige Wasser zugleich mit Kohlensäure angeschwängert war, durch deren Vermittelung der kohlensaure Kalk des Kalksteins und der darin enthaltenen Petrefacten vom Wasser aufgenommen und fortgeführt wurde, welches die Kieselsäure dagegen abtrat; so dass die auf solche Weise verkieselten Petrefacten sich als *Pseudomorphosen* verhalten. Bei dem lagerartigen Vorkommen der Kieselfossilien zeigen sich denn auch nicht selten innige Verwachsungen derselben mit dem Muschelkalk, und durch Kieselkalk vermittelte allmählige Uebergänge. Dass das Kiesel und Kohlensäure enthaltende Wasser auch kohlensaures Eisen- und Manganoxydul aufgelöst enthielt, wodurch bewirkt wurde, dass bei dem Absatze der Kieselsäure sich zugleich auch kohlensaures Eisen- und Manganoxydul ausschieden, welche später in Eisen- und Manganoxydhydrat umgewandelt wurden, wird an der verschiedenartigen Färbung der Kieselfossilien erkannt.

Durch Schönheit und Mannichfaltigkeit der Abänderungen zeichnet sich besonders der *Jaspis* aus. Es kommt sowohl *ebener* als auch *erdiger* vor. Der letztere ist stets matt, wogegen der erstere oft einen schwachen, wachs-

artigen Schimmer auf dem Bruche zeigt. Jener ist völlig undurchsichtig, wogegen dieser oft an den Kanten schwache Durchscheinheit besitzt. Die häufigste Farbe ist ein mit etwas Grau gemischtes Kreideweiss; zuweilen kommt eine milch- oder pfeifenthonweisse Farbe vor; die kreideweisse Farbe verläuft durch Aufnahme von mehrerem Gelb bis in das Ochergelbe, und daraus in unbestimmte bräunliche Nüancen; das Pfeifenthonweiss geht durch Aufnahme von mehr Grau bis in das blass Rauchgraue über. Es finden sich die mannichfaltigsten Farbenzeichnungen, bei welchen gelbe und braune Farben, zumal Ochergelb, Ocherbraun, Kaffee- und Kastanienbraun vorherrschen, hin und wieder aber auch grünliche, blauliche und schwarze Farben sich zeigen. Gefleckte, wolkige, geflammte Farbenzeichnungen pflegen verwaschen zu seyn, wogegen geaderte, ringförmige, dendritische Zeichnungen gewöhnlich schärfer begränzt sind, wiewohl auch bei diesen hin und wieder Verwaschungen vorkommen. Bei den nierenförmigen Stücken finden sich oft in der Nähe der äusseren Begränzung, wie bei dem Aegyptischen Jaspis, ringförmige Zeichnungen, welche der krummflächigen Gestalt entsprechen. Die Farbenadern zeigen sich von der verschiedensten Stärke, indem sie von der Breite mehrerer Linien, bis zu kaum messbarer Stärke abändern. Sie durchsetzen einander auf verschiedene Weise, und stellen nicht selten Verrückungen und Verwerfungen dar, wodurch das Ganze zuweilen, wie bei dem bekannten sogenannten Florentiner Marmor, ein ruinenförmiges Ansehn gewinnt. Diese Farbenzeichnungen rühren offenbar hauptsächlich von Eisen- und Manganoxydhydrat, vornehmlich von ersterem her. Die Art ihres Vorkommens scheint anzudeuten, dass die Ausscheidung des Eisen- und Manganoxyduls zum Theil etwas später als der Absatz der Kieselsäure erfolgte, und dass zuweilen in der Kieselmasse entstandene Risse und Sprünge davon ausgefüllt wurden. Die Mannichfaltigkeit der Farbenzeichnungen wird noch vergrössert, durch das Vorkommen von Conchyliolithen, deren verschiedene Formen sich durch das grauliche oder blauliche Weiss des Chalcedons, der gewöhnlich das Petrificationsmittel ist, auszeichnen.

Der hier beschriebene *Jaspis* wurde in mehreren Abänderungen auf meinen Wunsch durch Herrn F. Engelhardt aus Gieboldehausen, der sich hier mit grossem Eifer dem Studium der Chemie und Mineralogie widmete, gegen-

wärtig aber in Nordamerika sich aufhält, im hiesigen Akademischen Laboratorium, unter Wöhler's gütiger Leitung, chemisch analysirt. Die mit Nr. 1 bezeichnete Abänderung, deren specifisches Gewicht ich = 2,038 fand, ist weisser erdiger Jaspis, und hat den geringsten Gehalt an Kieselsäure, dagegen den grössten Gehalt an Wasser, Thonerde, Kalkerde, Talkerde und Eisenoxydul ergeben; in der ebenfalls weissen Abänderung Nr. 2., mit einem specifischen Gewichte = 2,370, welche zwischen erdigem und ebnem Jaspis in der Mitte steht, hat sich der grösste Kieselgehalt gefunden; die Abänderung Nr. 3., von einem specifischen Gewichte = 2,544, ein ausgezeichneter ebener Jaspis von bräunlicher Farbe, besitzt einen etwas geringeren Kieselsäuregehalt als Nr. 2. Folgende Resultate wurden erhalten:

	1.	2.	3.
Kieselsäure	91,223	94,886	94,096
Wasser	3,369	2,218	2,600
Thonerde	0,948	0,652	1,284
Kalkerde	2,055	1,466	1,140
Talkerde	0,588	0,249	0,475
Eisenoxydul	1,992	0,544	0,527
	100,175	100,015	100,122

Der *Hornstein* gehört theils zur *muscheligen* theils zur *splitterigen* Abänderung. Die erstere steht dem *ebenen Jaspis* am Nächsten, und verläuft unmerklich in denselben. Der *Hornstein* kommt von mannichfaltigen, aber gewöhnlich unbestimmten gelben, braunen, grauen und weissen Farben vor, und häufiger bunt als einfarbig. Wie die Farbenschattirungen so haben auch die Farbenzeichnungen nicht das Bestimmte, wie bei dem Jaspis; die verschiedenen Farben pflegen in einander zu verlaufen, und selten zeigen sich die geaderten und ringförmigen Zeichnungen, welche bei dem Jaspis so ausgezeichnet sind. Die durch Eisenoxydhydrat gefärbten Partien gehen hin und wieder in *Braun-eisenstein* über; und zuweilen kommt mit diesem pistazengrüner *Chloropal* vor. Unter den verschiedenen, mit einander sich findenden Kieselfossilien pflegt der Hornstein am Reichsten an Petrefacten zu seyn, wodurch das Bunte seines Ansehens vermehrt wird.

Der *Halbopal* zeigt die geringste Mannichfaltigkeit. Er findet sich am

Häufigsten von leberbrauner, zuweilen aber auch, besonders bei dem Uebergange in ebenen Jaspis, von rauchgrauer Farbe. Farbenzeichnungen werden bei ihm besonders nur durch die zuweilen in ihm eingeschlossenen Petrefacten bewirkt.

Der *Schwimmkiesel* hat gewöhnlich eine kreideweisse Farbe, die zuweilen durch Beimengung von Eisenoxydhydrat in das Ochergelbe verläuft. Der Bruch ist erdig und matt, und wird nur bei der Annäherung zum Halbopal flachmuschelig und wachsartig schimmernd. Er ist undurchsichtig, sehr weich, rauh anzufühlen, und an der Zunge hängend. Am Gewöhnlichsten bildet er die äussere Rinde des Halbopals, in den er nach Innen allmählig verläuft; doch kommt er auch in der Umgebung von Jaspis und Hornstein vor. Zuweilen findet er sich im Innern des letzteren, theils eingewachsen, theils Höhlungen in demselben auskleidend. Am Seltensten stellt er sich in derben, gewöhnlich löcherigen Massen für sich dar; enthält dann gewöhnlich Petrefacten, und pflegt mit Gelb- und Brauneisenstein gemengt zu seyn.

Am Unbedeutendsten ist das Vorkommen des *Chalcedons*, welches sich beinahe ganz auf einzelne Gangtrümmer und die Ausfüllung der Räume von Petrefacten im Hornstein, Jaspis und Halbopal beschränkt. Die Gangtrümmer sind gewöhnlich schmal; wo sie hin und wieder eine etwas grössere Stärke haben, zeigt der *Chalcedon* wohl stalaktitische, kleingetropfte, kleinnierenförmige Bildung. Seine Farbe ist entweder graulich- oder bläulichweiss, in das blass Himmelblaue verlaufend.

Die verkieselten Petrefacten sind dieselben, welche häufig in den Schichten der unteren und mittleren Lagerfolge des Muschelkalkes der hiesigen Gegenden angetroffen werden. Ich habe darunter besonders folgende gefunden:

Ceratites nodosus,
Turbonilla gregaria,
Myacites elongatus,
Myophoria vulgaris,
Pecten discites,
Terebratula vulgaris,
Stielstücke von Encrinus liliiformis.

Hornstein mit verkieselten Petrefacten, der dem beschriebenen vom *Hohenhagen* ähnlich ist, findet sich in einzelnen Blöcken auch in der Nähe des Basaltes des *Säsebühls* und *Ochsenberges* bei *Dransfeld* auf Muschelkalk. Ohne Zweifel stimmt auch sein Vorkommen auf seinen ursprünglichen Lagerstätten mit dem an jenem benachbarten Puncte überein; es ist mir indessen bis jetzt nicht gelungen, ihn anstehend zu finden.

5. Durch Eindringung von kieselsäurehaltigem Wasser in die Schichten des vom Basalte durchbrochenen Muschelkalkes gebildeter Kieselkalk.

In nächster Verwandtschaft mit der Bildung von Kieselfossilien in den Muschelkalkschichten, wie sie sich am *Hohenhagen* zeigt, steht eine durch Eindringung von Kieselsäure bewirkte, merkwürdige Umwandlung des vom Basalte durchbrochenen Muschelkalkes in *Kieselkalk*, mit welcher auch der Absatz von reiner amorpher Kieselsäure verbunden ist. Diese Umänderung welche sich an dem südlichen steilen Einhange des *Schieferberges* bei *Bransrode* am Fusse des *Meissners* findet, da wo der Muschelkalk desselben auf oben beschriebene Weise von Basalt durchsetzt wird, hat schon vor langer Zeit, vermuthlich durch die bunten Farben des Gesteins, Aufmerksamkeit auf sich gezogen, und sogar die Anlage eines Steinbruches zur Gewinnung des mit dem Namen *Marmor* belegten, umgeänderten Kalksteins veranlasst, der indessen gegenwärtig ganz verfallen ist. Von mehreren Geognosten welche über den Meissner geschrieben haben, namentlich von Voigt[22]), Hundeshagen[23]), Hoffmann[24]), ist das Vorkommen dieses sogenannten *Marmor*s erwähnt, aber die Hauptursache der Umänderung nicht erkannt worden.

Die Hauptmasse des der unteren Lagerfolge angehörigen Muschelkalkes des *Schieferberges*, dessen dünne Schichten zum Theil durch Letten von einander gelöst sind, hat einen flachmuscheligen, in das Ebene übergehenden Bruch, ist matt, an den Kanten schwach durchscheinend, und von schiefergrauer Farbe

---

22) Mineralogische Reise nach den Braunkohlenwerken und Basalten in Hessen. 1802. S. 73.

23) Beschreibung des Meissners, in v. Leonhard's Taschenbuch. 11. Jahrgang. 1817. S. 35.

24) Gilbert's Annalen der Physik. LXXV. S. 326.

welche im Feuer in die weisse sich umwandelt, und daher von kohligen oder bituminösen Theilen herrührt. Die Härte ist etwas über 3. Das specifische Gewicht fand ich = 2,648. Eine auf meinen Wunsch von Herrn Fabian aus *Adelebsen*, der sich hier mit bestem Erfolge den chemischen und mineralogischen Studien widmet, im hiesigen Akademischen Laboratorium unter Wöhler's gütiger Leitung ausgeführte chemische Analyse, hat folgende Bestandtheile ergeben:

Kalkerde	47,502	Kohlensaure Kalkerde	84,820
Talkerde	1,830	Kohlensaure Talkerde	3,650
Kohlensäure	39,143		
Eisenoxyd	3,050		
Thonerde	1,621		
Kieselsäure	4,432		
Natron	1,030		
Wasser	1,060		
Phosphorsäure	Spuren		
	99,668		

Hiernach, so wie nach den äusseren Merkmahlen, gehört diese Abänderung des Muschelkalkes dem in der unteren Lagerfolge in grosser Verbreitung sich findenden *Mergelkalke* an, dessen Zusammensetzung aber in den verschiedenen Schichten nicht immer genau dieselbe ist. Als Einlagerung kommt der in den hiesigen Gegenden in dieser Abtheilung des Muschelkalkgebildes sehr verbreitete *Bitterkalkmergel* vor, der im unverwitterten Zustande eine rauchgraue Farbe zu besitzen pflegt, die aber gewöhnlich in eine ochergelbe oder leberbraune umgewandelt wird.

In der Nähe der Basaltdurchsetzung und zumal an der östlichen Seite derselben, erscheint der Kalkstein auffallend, und auf verschiedene Weise verändert. Da an dem steilen Einhange des Schieferberges das Ausgehende der Muschelkalkschichten nicht entblösst, sondern mit losen Stücken bedeckt und ausserdem mit Gesträuch bekleidet ist, so lässt sich nicht mit Genauigkeit ausmitteln, wie weit die Umänderung des Kalksteins sich verbreitet; aber nach den umher liegenden Stücken zu urtheilen, mag die Mächtigkeit derselben wohl an 100 Fuss betragen. Unter den veränderten Schichten kommen nur

einige vor, welche wirklich den Namen *Marmor* verdienen, in welchen nehmlich das dichte Gestein auf ähnliche Weise, wie solches ja auch an manchen anderen Orten an Kalksteinen verschiedener Formationen beobachtet worden, ein schuppig-körniges Gefüge angenommen hat [25]); in welcher Hinsicht besonders die analoge Umwandlung des Muschelkalkes durch Einwirkung des Basaltes am *Kirschberge* bei *Hünefeld* unweit *Fulda* zu erwähnen ist [26]). Jener eigentliche *Marmor* ist krystallinisch-feinkörnig. Die Körner sind zum Theil so lose verbunden, dass das Gestein bei dem Eintauchen in Wasser viele Luftblasen ausgiebt und zu einem sandigen Aggregat zerfällt. Es besitzt eine aschgraue, in das Gelblich- und Bräunlichgraue übergehende Farbe. Das specifische Gewicht wurde = 2,667 gefunden, und die chemische Zusammensetzung durch die Analyse des Herrn Fabian:

Kalkerde	44,116	Kohlensaure Kalkerde	78,708
Talkerde	2,512	Kohlensaure Talkerde	4,901
Kohlensäure	37,074		
Eisenoxyd	5,817		
Thonerde	2,952		
Kieselsäure	3,016		
Natron	1,951		
Wasser	1,586		
Phosphorsäure	Spuren		
	99,024		

Der grösste Theil von den in der Nähe des Basaltes umgeänderten Muschelkalkschichten hat eine sehr abweichende Beschaffenheit. Sie sind theils dünntheils dickschiefrig abgesondert, aber die Absonderungen sind, besonders bei den dünnschiefrigen Massen, mehr nur angedeutet, indem die Verbindung der Schiefern dennoch eine feste ist. Der Bruch ist theils muschelig, theils uneben, hin und wieder in das Splittrige übergehend, und matt. Das Gestein ist an den Kanten mehr und weniger durchscheinend, und besonders durch mannichfaltige Farben ausgezeichnet, welche grössten Theils der Schieferung ent-

25) Vergl. von Leonhard's Basalt-Gebilde. II. S. 311. 315. 328. 343. 386. 387.
26) Daselbst S. 343.

sprechen, und dann in Streifen und Bändern unter einander abwechseln, aber auch wohl geadert, geflammt, oder wolkig erscheinen. Graue Farben, wie Asch-, Rauch-, Perl-, Schimmelgrau herrschen im Ganzen vor; mit ihnen wechseln aber graulich-, gelblich-, röthlich-, grünlichweisse Nüancen; sodann gelbe Farben, besonders Ochergelb; rothe Farben, besonders blass Pfirsichblüthroth, und grüne Farben, namentlich ein zuweilen dem blass Seladongrünen sich näherndes Apfelgrün. Ausserdem zeichnet sich das umgeänderte Gestein besonders durch die weit grössere Härte aus, welche Ursache ist, dass es geschliffen eine gute Politur annimmt. Sie ist freilich in verschiedenen Abänderungen ungleich, erhebt sich aber in einigen bis zum 5ten Grade und wohl noch darüber. Das specifische Gewicht steht dagegen mit der Härte beinahe in einem umgekehrten Verhältnisse, indem es sich gegen das ursprüngliche vermindert zeigt. Bei zweien von Herrn Fabian chemisch analysirten Abänderungen fand ich es = 2,492 und 2,475, welches zeigt, dass mit der Zunahme des Kieselsäuregehaltes das eigenthümliche Gewicht sich vermindert, wogegen gerade diese beiden Abänderungen sich durch ihre Härte besonders auszeichnen.

Als Bestandtheile haben sich darin gefunden:

	1.			2.		
Kalkerde	37,302	Kohlens. Kalkerde	66,601	36,603	Kohlens. Kalkerde	65,351
Talkerde	4,034	Kohlens. Talkerde	7,928	7,125	Kohlens. Talkerde	14,230
Kohlensäure	33,242			35,878		
Eisenoxyd	5,823			4,292		
Thonerde	5,943			3,030		
Kieselsäure	7,051			9,832		
Natron	2,010			1,910		
Wasser	3,810			1,101		
Chromoxyd	Spuren			Spuren		
Phosphorsäure	Spuren					
	98,215			99,771		

In dem dichten Gestein kommen hin und wieder Nester und kleine Gangtrümmer von weissem *Kalkspath* vor; auch findet sich darin zuweilen *Eisenspath*, theils eingesprengt, theils in schmalen Gängen, und gewöhnlich durch Zersetzung bräunlich schwarz. Hin und wieder, zumal in unmittelbarer Nähe des

Basaltes und mit ihm verwachsen, finden sich Kieselfossilien, namentlich *Halb-opal* von gelblich-, grünlich- und blaulichweisser Farbe, so wie *Schwimmkiesel* von der gewöhnlichen kreideweissen Farbe; durch welches Vorkommen sich die Verwandtschaft der Erscheinungen am *Schieferberge* mit denen am *Hohen-hagen* zu erkennen giebt.

Fasst man diese Wahrnehmungen zusammen, so wird man die Ueberzeugung gewinnen, dass, abgesehen von der Umwandlung des dichten Mergelkalkes in ein krystallinisch-körniges Gestein, welche der Einwirkung einer hohen Temperatur allein zuzuschreiben seyn dürfte, die grössere, aus dichten Abänderungen bestehende Masse, ihre veränderte Beschaffenheit hauptsächlich durch eine Eindringung kiesel- und kohlensäurehaltiger Wasser, und den Austausch eines Theils des kohlensauren Kalkes gegen amorphe Kieselsäure erlangt hat. Dieser Umtausch, wobei zugleich der die Schichten oft ablösende Letten sich mit dem kohlensauren Kalke inniger verbunden, und seinen Gehalt an kieselsaurer Thonerde vergrössert zu haben scheint, hat in verschiedenem Grade statt gefunden, welches schon an der abweichenden Härte des Gesteins erkannt wird; ist aber im Ganzen nicht von grossem Belange gewesen, da von dem in dem umgeänderten Gestein gefundenen Kieselsäuregehalt nur ein Theil als eingedrungen betrachtet werden kann. Dass zugleich mit der Kieselsäure auch kohlensaures Eisenoxydul in das Gestein gelangt ist, welches später in Eisenoxydhydrat umgeändert worden, wird durch den vergrösserten Gehalt an Eisenoxyd, den die Analyse ergeben hat, so wie durch die Färbung des Gesteins wahrscheinlich. Der in der 2ten Abänderung gefundene bedeutende Gehalt an kohlensaurer Talkerde lässt vermuthen, dass das zerlegte Gestein aus der Umänderung einer Schicht von Bitterkalkmergel hervorgegangen war. Das auffallendste Resultat der chemischen Untersuchung der obigen beiden Abänderungen des veränderten Mergelkalkes vom Schieferberge, an welchen die bemerkte apfelgrüne Färbung sich zeigt, ist die darin aufgefundene entschiedene Spur eines Gehaltes an *Chromoxyd.* Als einen ursprünglichen Bestandtheil jenes Gesteins, darf man dasselbe nicht wohl ansehen. Wenn man nun das *Chromoxyd* auch als eingedrungen betrachten muss, so wird anzunehmen seyn, dass es zugleich mit der Kieselsäure aufgenommen worden. Weniger schwierig dürfte es seyn, seine Abkunft zu

errathen, die vielleicht nicht einmal in grosser Tiefe zu suchen ist, da ja zuweilen in gewissen Schichten des von dem Basalte durchbrochenen bunten Sandsteins ein Chromoxydgehalt sich findet, als das Mittel zu enträthseln, wodurch derselbe aufgenommen und empor gefördert worden. War dieses Vehikel etwa *Chlor* oder *schwefelige Säure?* Ich darf es nicht wagen, darüber eine Vermuthung zu äussern.

6. *Vorkommen von Kieselfossilien in basaltischen Massen.*

Am Seltensten zeigt sich in den Werra- und Fulda-Gegenden die Bildung von Kieselfossilien als Absatz aus kieselsäurehaltigen Wassern in *basaltischen* Massen. In den angeführten Bemerkungen über die Basaltberge im Amte Münden von Quantz ist bereits das Vorkommen von *Chalcedon* in dem von ihm mit dem Namen *Trass* belegten *Basaltconglomerate* des *Höllengrundes* bei *Münden* erwähnt, in welchem das sintrisch gebildete, weisse, stellenweise schön hellblau gefärbte Kieselfossil Blasenräume auskleidet[27]). Auf ähnliche Weise hat sich an der kleinen, aus buntem Sandstein bei dem Dorfe *Niddawitzhausen* zwischen dem *Meissner* und *Eschwege* sich erhebenden Basaltkuppe des *Rosenbühls*, blaulicher getropfter *Chalcedon*, zum Theil mit kleinen klaren *Quarzkrystallen*[28]) bedrust, als Auskleidung von Blasenräumen gefunden.

Wo Kieselfossilien als Absätze aus kieselsäurehaltigem Wasser vorkommen, und sowohl amorphe, als auch krystallinische Kieselsäure sich erzeugt hat, scheint die letztere sich immer später ausgeschieden zu haben als die erstere. Diesem entspricht das Vorkommen von Quarzkrystallen auf Klüften des oben beschriebenen Quarzgesteins, in welchem Quarzsand durch amorphe Kieselsäure verkittet ist. Damit stimmt die angegebene Bekleidung der Jahresringe des Kieselholzes überein, während an die Stelle der inneren Holzmasse

27) A. a. O. S. 1502.

28) In Beziehung auf die Bildung von krystallisirtem Quarz aus einer Auflösung in kohlensäurehaltigem Wasser, verdienen die neueren Untersuchungen von H. de Senarmont besondere Beachtung. S. Expériences sur la formation des minéraux par voie humide dans les gites métallifères concrétionnés. Annales de Chimie et de Physique. 3. S. T. XXXII. p. 129.

ein hornsteinartiger Körper getreten ist, in welchem, wie in dem Chalcedon, nach den von dem verewigten Fuchs angestellten Untersuchungen, eine Verbindung von amorpher und krystallinischer Kieselsäure anzunehmen seyn dürfte. Etwas Aehnliches zeigt sich bei dem Vorkommen des Kieselsinters in dem schlackigen Anthracite des Meissners, an welchem die amorphe Kieselbekleidung oft mit kleinen Quarzkrystallen besetzt ist. Dasselbe nimmt man nun auch bei verschiedenartigen Mandelsteinen wahr, deren Blasenräume mit Kieselfossilien ausgekleidet sind, und wo die amorphen Abänderungen die äusseren Lagen, die krystallinischen dagegen den inneren Theil der Ausfüllung zu bilden pflegen. Mannichmal zeigt sich eine dreifache Abstufung des Absatzes, indem sich zuerst reine amorphe Kieselsäure als Opal, darauf ein Gemenge von amorpher und krystallinischer als Chalcedon, und zuletzt reine krystallinische Kieselsäure als Quarz und Bergkrystall gebildet hat.

IV.

Vorkommen des Eisenoxydhydrates.

Von weit geringerer Mannichfaltigkeit und Verbreitung als die Erscheinung von Kieselmassen als Quellengebilde in Begleitung des Basaltes, ist das Auftreten von Ablagerungen von *Eisenoxydhydrat*, welche aus kohlensaurem Eisenoxydul entstanden sind, welches durch Vermittelung von Kohlensäure von den die basaltischen Eruptionen begleitenden heissen Quellen aufgenommen wurde, und aus denselben in der Nähe des Basaltes sich absetzte. Es kommen indessen in den Hessischen Fulda-Gegenden einige Ablagerungen dieser Art vor, welche nicht allein in Beziehung auf ihre Bildung von ganz besonderem Interesse, sondern auch in technischer Hinsicht von Wichtigkeit sind, indem sie mehrere Eisenhütten mit Material versorgen. Das ausgezeichnetste Vorkommen ist die der Braunkohlenformation untergeordnete Ablagerung von sogenanntem *Bohnerz*, zu *Mardorf*, aus welchem auf der benachbarten Eisenhütte bei *Homberg* ein vorzügliches Eisen dargestellt wird.

Das Eisensteinslager befindet sich in $^3/_4$stündiger Entfernung nördlich von der Stadt *Homberg*, unmittelbar am westlichen Fusse des aus Basalt bestehenden *Mosenberges*, dessen bedeutende Kuppe aus Muschelkalk sich

erhoben hat. Diese Flötzmasse bildet eine westlich eingesenkte Mulde, in welcher Keuper- und Gryphitenkalk- (Lias-) Schichten auf derselben ruhen. Der Muschelkalk ist die Sohle des Eisensteinslagers, welches ein Hauptstreichen von Süden nach Norden hat, und gegen Westen sanft geneigt ist. Seine Mächtigkeit ändert von wenigen Zollen bis zu 6 Fuss ab. Es besteht der Hauptmasse nach aus sogenanntem *Bohnerz*, einem körnigen, thonigen Gelb- und Brauneisenstein. Die Körner sind bald vollkommen kuglig, bald mehr und weniger von der Kugelform abweichend, welches besonders bei den grösseren der Fall ist. Sie ändern von Linsen- bis zu Bohnen-Grösse ab, kommen doch aber am Häufigsten in dem Kaliber von kleineren und grösseren Erbsen vor. Sie sind concentrisch krummschaalig abgesondert, und haben bald eine glatte und glänzende, bald eine unebene und matte Oberfläche. Die Körner sind entweder von einem reinen, fetten Thon umgeben, der oft eine weisse Farbe hat, und dadurch von den inneliegenden gelben und braunen Körnern auffallend absticht, oder sie liegen in einem mit Eisenoxydhydrat gemengten Thon eingebettet; zuweilen sind sie von dichtem Brauneisenstein umgeben, der hin und wieder in derbe Massen von schaaligem Gelb- und Brauneisenstein übergeht. Hin und wieder, und zumal in den unteren Theilen des Lagers, finden sich Reste von noch unzersetztem thonigen Sphärosiderit, zuweilen als Kerne der Körner, welche den Beweis liefern, dass die ganze Masse aus thonigem Sphärosiderit entstanden ist. Auch kommen dann und wann Spuren von Manganfossilien, namentlich von *Manganschaum*, *Wad* und *Graubraunstein* vor. Das Lager, welches hin und wieder Verrückungen und Verwerfungen hat, wird von einem weissen, fetten Letten 2—8 Lachter hoch bedeckt. Darüber liegt gewöhnlich 2—5 Lachter mächtiger, meist starke Wasser führender Triebsand, der 5—6 Lachter hoch von Lehm oder Letten bedeckt zu werden pflegt, worüber dann die basaltische, mit Basaltstücken gemengte Erde liegt.

Gutberlet, der eine kurze Nachricht von dem Mardorfer Eisensteinslager gegeben hat[29]), sucht die Meinung geltend zu machen, dass das Eisen-

---

29) N. Jahrbuch für Mineralogie u. s. w. von Dr. K. C. v. Leonhard und Dr. H. G. Bronn. Jahrg. 1855. S. 167 f.

oxydhydrat desselben sich durch einen Auslaugungsprocess aus dem Basalte des benachbarten *Mosenberges* erzeugt habe. Wenn ich nun gleich die Ueberzeugung theile, dass auf diese Weise mancher Eisenstein der in der Nähe des Basaltes vorkommt, gebildet worden, worüber später noch ein Mehreres mitgetheilt werden wird, so scheint mir doch sowohl die ganze Art der Ablagerung, als auch besonders die Form des sogenannten Bohnerzes, welche eine so grosse Aehnlichkeit mit dem Sprudel- oder Erbsenstein zeigt, wie er u. a. bei den Carlsbader heissen Quellen sich erzeugt, dafür zu sprechen, dass jener Eisenstein aus heissen, kohlensaures Eisenoxydul enthaltenden Quellen hervorgegangen ist, welche bei der Eruption des Basaltes des *Mosenberges*, auf der Gränze zwischen ihm und dem anstossenden Muschelkalke sich einen Ausgang verschafft, und ihren Gehalt an kohlensaurem Eisenoxydul in der den Muschelkalk bedeckenden Thonmasse abgesetzt haben, woraus dann später das Eisenoxydhydrat entstanden ist. Wäre das kohlensaure Eisenoxydul durch Tagewasser der tertiären Ablagerung zugeführt worden, so würde es sich ohne Zweifel in der oberen Triebsandschicht, und nicht in der darunter liegenden, undurchlassenden Lettenmasse abgesetzt haben. Dieses entspricht der an anderen Orten der hiesigen Gegenden sich zeigenden neueren Bildung von Eisenoxydhydrat in dem von basaltischen Massen durchbrochenen tertiären Sande. Durch die mit grosser Gewalt und in Begleitung von Wasserdämpfen aufsteigenden heissen Quellen, konnte dagegen wohl in die erweichte Thonmasse das kohlensaure Eisenoxydul gelangen, und darin abgesetzt werden. Die grosse Aehnlichkeit zwischen den Formen des Bohnerzes und des durch heisse Quellen gebildeten Sprudelsteins, hat schon bei den Ablagerungen des ersteren in der Oolithformation, mehrere Geologen darauf geführt, dieselben als Quellengebilde zu betrachten [30]).

Ein zweites Bohnerzlager, welches dem Mardorfer ähnlich ist, kommt eine Stunde nordöstlich von *Homberg* bei dem Dorfe *Hebel* vor, wo ehemals ebenfalls eine Eisensteinsgewinnung für die Homberger Eisenhütte Statt fand.

---

30) Vergl. J. Siegfried, die Schweiz, geographisch und physikalisch geschildert. I. 1851. Thirria, i. d. Annales des mines. 4. S. XIX. p. 49. Daraus i. N. Jahrbuch d. Mineralogie u. s. w. 1854. S. 720. Merian, Darstellung der geol. Verhältnisse des Rheinthals bei Basel. 1856.

Eine andere Gegend in welcher Ablagerungen von Eisenoxydhydrat sich finden, die zu den in Begleitung des Basaltes erscheinenden Quellengebilden gehören, ist der Hessische Kreis *Hofgeismar*. Hier zeigt sich dieser Zusammenhang besonders an drei Puncten, am *Hopfenberge* bei dem Dorfe *Burguffeln*, bei *Hohenkirchen*, und bei *Holzhausen*. Nach Schwarzenberg's Untersuchungen sind diese Eisensteinslager, welche die Eisenhütte zu *Veckerhagen* an der Weser mit Material versorgen, nicht, wie das Mardorfer Lager der Braunkohlenformation, sondern dem vormals für ein Aequivalent der Grobkalkformation angesprochenen, jüngeren tertiären Meergebilde untergeordnet [31]). Auch unterscheiden sich die auf diesen Lagern brechenden Eisenminern von dem Mardorfer Eisenstein dadurch, dass sie keine Bohnerze sind, sondern als *gemeiner* und *schlackiger Brauneisenstein*, als *muschliger* und *ochriger Gelbeisenstein*, als *gemeiner*, *thoniger Gelb-* und *Brauneisenstein*, und als *sandig-thoniger Gelbeisenstein* erscheinen.

Am *Hopfenberge* bei *Burguffeln* bilden *gemeiner* und *schlackiger Brauneisenstein* ein stockförmiges Lager, welches sich durch Unregelmässigkeit in Folge mehrerer den Eisenstein durchsetzender, von S. nach N. streichender, gangförmiger Basaltmassen auszeichnet. Die grösste Mächtigkeit dieses Lagers, welches da, wo es den Basalt berührt, etwas gehoben zu sein scheint, beläuft sich auf 26 Fuss. Das Hauptstreichen ist von O. gegen W. und das Hauptfallen 14° gegen N. Der unregelmässig zerklüftete Eisenstein hat auf den Kluftflächen häufig Dendriten von Grau- und Schwarzbraunstein. Auch kommen, zumal in der Nähe der gangförmigen Basaltmassen, *dichter Rhodochrosit* und daraus entstandener *Graubraunstein* in grösseren Massen in dem Eisenstein eingeschlossen vor. Der *Rhodochrosit* kleidet, von nierenförmiger und getropfter äusserer Gestalt, in dem Eisenstein befindliche, kleinere und grössere Höhlungen aus. Er findet sich von röthlichweisser, rosenrother und himbeerrother Farbe. Bekleidet ist er mannichmal von röthlichweissem *Braunspath*, der bald zarte Drusenhäute bildet, bald in spitzen Rhomboëdern auskrystallisirt erscheint. Auf demselben kommen hin und wieder kleine Drusen von durch-

31) Vergl. Landwirthschaftliche Zeitung für Kurhessen. 1830. S. 289—316. Studien des Göttingischen Vereins Bergmännischer Freunde. III. S. 219—252.

sichtigen *Aragonitkrystallen*, in irregulär-sechsseitigen, an den Enden zugeschärften, zuweilen auch in zusammengesetzten Prismen vor. Die Reihenfolge des Absatzes aus der wässerigen Auflösung ist hier also: 1. *kohlensaures Eisenoxydul;* 2. *kohlensaures Manganoxydul;* 3. *Braunspath;* 4. *Aragonit.* Hinsichtlich der beiden letzteren Körper zeigt sich hier mithin ein umgekehrtes Verhalten als zwischen dem *Aragonite* und *Kalkspath* in dem Basalte der *Blauen Kuppe.* Das Hopfenberger Eisensteinslager ruhet auf grauem und weissem Letten, unter welchem eine Sandlage sich befindet, welche *Braunkohlen* deckt. Über dem Eisenstein befinden sich Lager von Mergel, und von grünem und gelbem Sande.

Das Dorf *Hohenkirchen* liegt auf einer basaltischen Erhebung. Anstehend ist in demselben ein eigenthümliches Basaltconglomerat, welches aus grösseren und kleineren unbestimmteckigen Brocken eines lichtgrauen Basaltes besteht, die durch eine schwärzliche Masse von erdigem Bruch verkittet sind. In diesem Conglomerate kommen hin und wieder Partieen von Olivin, und Blätter von tombackbraunem Glimmer vor. Am nordnordwestlichen Rande der sanften Erhebung befindet sich das Eisensteinslager, auf welchem die *Hoheits-* und *Erbprinzengrube* gebauet haben, welches aus *ochrigem Gelbeisenstein* und *gemeinem thonigen Gelb-* und *Brauneisenstein*, zum Theil in Vermengung mit Sand besteht. Das Lager bildet eine in Stunde 12 streichende Mulde, und hat gewöhnlich nur 4 Fuss, höchstens 10 Fuss Mächtigkeit. Auf der östlichen Seite fand sich durch die wieder in Betrieb gesetzte Erbprinzengrube das Flötz in zwei, 2 Fuss mächtige Lager getheilt, welche durch eine $1\frac{1}{2}$ Fuss starke quarzige Sandsteinlage getrennt wurden. Auch mit diesem Eisenstein kommt in Begleitung von *Manganschaum* und nierenförmigem *Wad, Graubraunstein* in Menge, theils rein, zuweilen in kleinen Krystallen, theils mit Eisenstein gemengt vor. Das Hohenkirchener Eisensteinslager ruhet auf Letten, unter welchem Sandstein liegt. Das Dach bildet ein grünlicher Letten, über welchem Lager von weissem, braunem und gelbem Sande sich finden, welche ein ziemlich mächtiges Mergellager einschliessen.

Das Eisensteinsvorkommen an der *Langenmaasse*, etwa 20 Minuten westlich von dem Dorfe *Holzhausen*, findet sich in einiger Entfernung von dem nordöstlich sich erhebenden, aus Basalt bestehenden *Gahrenberge.* Der Eisen-

stein ist theils *ochriger Gelbeisenstein*, theils *sandig-thoniger*, *gemeiner Gelbeisenstein*, von einem geringeren Gehalte als der von den anderen Localitäten. Er kommt in 6 bis 12 Zoll mächtigen Lagen, welche von N. nach S. streichen, und unter einem Winkel von 8 — 12° gegen O. fallen, in einem thonigen gelben und weissen Sande vor, in welchem sich öfters Conchylienreste finden.

Ausser den angegebenen Eisensteinslagern finden sich auch im Kreise *Hofgeismar* hin und wieder in Begleitung der in der Nähe basaltischer Massen abgelagerten Braunkohlen, *sandiger Gelbeisenstein*, welches Vorkommen indessen von keiner Bedeutung ist.

Es darf nicht unerwähnt bleiben, dass nicht alles Eisenoxydhydrat, welches in den tertiären Ablagerungen, die von dem Basalte durchbrochen worden, und in seiner Nähe sich finden, vorhanden ist, mit den angeführten Eisensteinsmassen gleichen Ursprung hat, sondern dass die durch Eisenoxydhydrat bewirkte Färbung, welche so oft dem Sande, der in der Nähe des Basaltes sich findet, eigen ist, so wie der *Limonit*, der hin und wieder, z. B. am *Schottsberge* und *Hohenhagen* in der Dransfelder Gegend und an mehreren anderen Orten, zuweilen in Verbindung mit *Schwarz-* und *Graubraunstein* sich findet, theils einer Zersetzung und Auslaugung des Basaltes zuzuschreiben, theils auf ähnliche Weise wie bei manchem, unter anderen Verhältnissen vorkommenden, sogenannten *Raseneisenstein*, von der Vegetationsdecke abzuleiten ist. Durch Anhäufung des gelben Eisenochers und Limonites in dem Sande gehet mannichmal *Eisensandstein* hervor, der hin und wieder schlacken- und röhrenförmige Massen bildet, in welchen Schwarz- und Graubraunstein dendritisch ausgesondert erscheinen. Ist der Sand ein Glied des jüngeren Meergebildes, und führt er Reste von Meergeschöpfen, so finden sich diese in dem Eisensandstein eingeschlossen, wie solches u. a. bei *Löwenhagen*, am Fusse des basaltischen *Backenberges* der Fall ist. Auf ähnliche Weise wie der lose Sand ist die oben beschriebene lockere Masse der sogenannten Quarzfritten zuweilen später in *Eisensandstein* umgewandelt. Dahin gehört auch die Bildung von gelbem Eisenocher und Limonit in der Umgebung von Wurzeln, welche in jene lockere Masse eingedrungen sind, wie es u. a. in der Gegend von *Dransfeld* und am *Sandberge* bei *Ellershausen* vorkommt.

Noch muss ein freilich nur unbedeutendes Vorkommen von Eisenoxydhydrat als Auskleidung von Blasenräumen im *Basaltmandelstein* bemerkt werden, wie es sich namentlich in der oben erwähnten gangförmigen Durchsetzung der Braunkohlenablagerung am *Hirschberge* bei *Grossalmerode* zeigt [32]). Die Bildung ist ohne Zweifel einer gleichzeitig mit der Eruption der basaltischen Masse erfolgten Eindringung von einer Lösung kohlensauren Eisenoxyduls in kohlensäurehaltigem Wasser in die Blasenräume, zuzuschreiben.

V.

Vorkommen von Manganfossilien.

Mit dem Vorkommen des als ein Quellengebilde anzusprechenden Eisenoxydhydrates steht das Auftreten von *Manganfossilien* in so genauem Zusammenhange, dass nicht bloss eine annaloge, sondern selbst eine gemeinschaftliche Bildung derselben angenommen werden muss. Mit dem Eisenoxydhydrat ist oft ein nicht unbedeutender Mangangehalt verbunden, wie solches bei gewissen Abänderungen des Eisensteins vom *Hopfenberge* und von *Hohenkirchen* der Fall ist, der sich auch bei dem Schmelzprocess, so wie in der Beschaffenheit des daraus dargestellten Eisens offenbart; es kommen aber auch in diesen Eisensteinen, wie bereits angegeben worden, verschiedene Manganfossilien namentlich *Rhodochrosit*, *Graubraunstein*, *Wad*, *Manganschaum*, rein ausgesondert vor; und in der Nähe des Eisensteinslagers von *Hohenkirchen*, am westlichen Rande der basaltischen Erhebung, ist eine Masse abgelagert, die vorherrschend aus jenen Manganfossilien besteht. In dem untersten Theil dieses 2—4 Fuss mächtigen Lagers findet sich ein Gemenge von Manganfossilien und Eisenstein; die darüber befindliche Masse besteht dagegen nur aus Manganfossilien, so dass hier eine nicht unbedeutende Braunstein-Gewinnung Statt findet. Dach und Sohle bestehen aus Letten, und Basaltconglomerat hat sich über das Lager verbreitet. *Rhodochrosit* ist in geringster Menge vorhanden. In ihm giebt sich der ursprüngliche Zustand zu erkennen, in welchem das Mangan sich aus der wässrigen Lösung ausschied; und seine sphärischen und sta-

32) Vergl. Baron Waitz von Eschen und Strippelmann, i. d. Studien d. Gött. Ver. Bergm. Fr. II. S. 153.

laktitischen Formen bezeugen seinen wässrigen Ursprung. Aus dem kohlensauren Manganoxydul giengen *Manganoxydhydrat* und *Manganhyperoxydhydrat, Graubraunstein (Manganit)* und *Manganschaum* hervor. Wurde kohlensaures Manganoxydul in Gemeinschaft mit kohlensaurem Eisenoxydul ausgeschieden, so entstand daraus später eine Verbindung von *Mangan-* und *Eisenoxydhydrat*, das *Wad*. Dieser Körper findet sich mit dem Graubraunstein, theils derb, theils in Körner- und Kugelform, mit concentrisch-schaaliger Absonderung, wobei Graubraunstein zwischen den Körnern des Wads, so wie in den derben Massen desselben, mannichmal in kleinen Gangtrümmern ausgesondert erscheint. Die Aehnlichkeit der Form des Wad's mit der des *Bohnerzes* lässt auch hier auf eine der Bildung des Sprudelsteins analoge Entstehung schliessen. Die Art wie reines Eisenoxydhydrat, Wad und reines Manganoxydhydrat sich in ihrem Vorkommen auf dem Hohenkirchner Lager zu einander verhalten, lässt hier dieselbe Reihenfolge der Ausscheidung der kohlensauren Verbindungen aus der wässrigen Lösung erkennen, wie sie zuvor angegeben worden.

VI.

Vorkommen des Gypses.

Wie dem Gypse überhaupt eine mannichfaltige Entstehungsweise eigen ist, so hat namentlich der im Flötzgebirge sich findende Gyps gewiss einen verschiedenartigen Ursprung. Bei einer früheren Gelegenheit [33]) habe ich zu zeigen gesucht, dass ein Theil des Flötzgypses, zumal der im Kupferschiefergebirge auftretende, aus Karstenit hervorgegangen ist, von welchem nicht selten noch bedeutende Reste in den Massen des wasserhaltigen schwefelsauren Kalkes unter solchen Verhältnissen sich finden, dass die Entstehung des letzteren aus wasserfreiem schwefelsauren Kalk nicht wohl bezweifelt werden kann. Dass dieser Karstenit als eine eruptive Gebirgsmasse betrachtet werden darf, scheint mir durch die ganze Art seines Vorkommens bewiesen zu werden. Ein anderer bedeutender Theil der Flötzgypsmassen ist dagegen wohl nach aller Wahrscheinlichkeit aus Wasser abgesetzt worden. Als ein

---

33) In meinen *Bemerkungen über Gyps und Karstenit*, im dritten Bande der Abhandlungen der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.

Quellengebilde glaube ich namentlich auch den Gyps ansehen zu dürfen, der an mehreren Puncten der Gegend des *Meissners*, die überhaupt in Beziehung auf Gypsbildung vorzüglich lehrreich ist, den Basalt begleitet. Am Instructivsten ist in dieser Hinsicht der *Schieferberg*, der, wie früher bereits bemerkt worden, vom Fusse des Meissners bei *Bransrode*, in nördlicher Richtung gegen *Trubenhausen* sich zieht, und aus Muschelkalk besteht. An dem steilen südlichen Einhange desselben befindet sich das Ausgehende der oben beschriebenen mächtigen basaltischen Durchsetzung. Einige hundert Schritte östlich von derselben, wird der flach nordwestlich einfallende Muschelkalk an ein Paar Stellen von Gyps gangförmig durchsetzt. Dieser stellt gekrümmte und gewundene Lagen dar, in welchen späthiger bituminöser Gyps und weisser Fasergyps abwechseln. Die östlichste stärkste Masse hat eine Mächtigkeit von etwa 20 Fuss und lässt sich wohl an 100 Fuss weit in die Höhe verfolgen, mit einem Streichen in der 2ten Stunde, welches der Richtung der Basaltdurchsetzung entspricht. Wie diese sich auf dem Rücken des Schieferberges gegen *Weissenbach* weiter verfolgen lässt, so zeigt sich derselben parallel noch an mehreren Stellen das Ausgehende des Gypsganges, welches auch durch mehrere, zwischen *Bransrode* und *Weissenbach* befindliche Erdfälle angedeutet ist.

Ein anderes Vorkommen des Gypses in unmittelbarer Nähe von Basalt ist an dem ebenfalls bereits erwähnten *Rosenbühlchen* bei *Niddawitzhausen*. Hier hat der Basalt bunten Sandstein durchbrochen, in dessen Umgebung daher auch der Gyps sich findet. Auf andere Weise, theils mit Rauhkalk, theils mit buntem Sandstein, oder auf der Gränze zwischen beiden, erscheint Gyps zum Theil in weit grösseren Massen in den nordwestlich, nordöstlich und östlich vom Meissner gelegenen Werragegenden [34]). Die weitere Erörterung des Verhältnisses, in welchem der in Begleitung des Basaltes sich findende Gyps zu den anderen benachbarten Gypsmassen stehet, muss ich mir für eine künftige Gelegenheit vorbehalten.

Schliesslich möge hier nur noch ein seltenes Vorkommen von späthigem, dichtem und erdigem Gyps in Blasenräumen des Basaltes am *Westerberge* bei *Hofgeismar* erwähnt werden, dessen Eindringung auf ähnliche Weise wie die des Aragonites und Kalkspathes zu erklären seyn dürfte.

---

34) Vergl. Otto Weiss, Über den Ursprung der Soolquellen der Kurfürstlich Hessischen Saline Sooden bei Allendorf a. d. Werra, im Archiv für Mineralogie, Geognosie, Bergbau u. Hüttenkunde von Karsten und v. Dechen. Bd. XXIV. S. 303 ff. nebst einer dazu gehörigen geognostischen Karte.