

Ueber den Einfluss

der

Beschaffenheiten der Gesteine

auf die Architektur.

Von

Joh. Fried. Ludw. Hausmann.

Aus dem achten Bande der Abhandlungen der Königlichen Gesellschaft der
Wissenschaften zu Göttingen.

Göttingen,

Verlag der Dieterichschen Buchhandlung.

1858.

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 Entwicklung 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 Entwicklung 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 Hilfsmittel, 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 geht.

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 Entwicklung mehr und mehr der mütterlichen Leitung zu entwinden, und grössere Selbstständigkeit 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 Verfahrensarten 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) C ar. O do fr. Müller, De Antiquitatibus Antiochenis. I. §. 22. Comment. Societ. Reg. scient. Gotting. recent. Vol. VIII. p. 261.

asien³⁾, 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 gezeitigt 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 Entwicklung 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 benutzt⁴⁾; 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 Brüche⁵⁾; 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 erhalten⁶⁾. 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 Pausanias⁷⁾ 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 selten⁸⁾. *Palästina* ist durch seine Kalkformation das Land der Höhlen und Grotten, wie Carl Ritter es nennt⁹⁾, und gleichfalls ist es Flötzkalkstein, der auf *Kreta* den Reichthum an unterirdischen Grotten bedingt¹⁰⁾. 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 liefert¹¹⁾. 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 hat¹²⁾. 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 angelegt¹³⁾. Im *Dshefran*-Districte, südlich von *Tripoli*, ist das Tafelland von einem fruchtbaren rothen Lehm bedeckt, in welchen die Bewohner ihre unterirdischen Wohnungen eingegraben haben¹⁴⁾. 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 werden¹⁵⁾. 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 Gebirgsart¹⁶⁾, in welcher die bewundernswürdigen Grottentempel von *Elora*, *Carli* und anderen Orten im Gebirge der Ghats in Vorderindien ausgehöhlt worden¹⁷⁾.

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. Transkaukasien 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* nennen¹⁸⁾, so wie in dem Kalkstein der Libyschen Bergkette¹⁹⁾ finden, waren es, welche die bewundernswürdigen Hypogeen in Aegypten hervorriefen, und ähnliche geognostische Verhältnisse, zumal das Vorkommen von Sandstein, erleichterten in mehreren Gegenden von Indien²⁰⁾ so wie auch in Transkaukasien, namentlich in der Nähe von *Gori*²¹⁾, die Anlage ausgezeichnete 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* zeigen²²⁾. 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 hauset²³⁾. 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 Transkaukasien. 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 haben²⁴⁾. 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 werden²⁶⁾. 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 illustrierten Familienbuche des österreichischen Lloyds in Triest. 1856. Bd. VI. Ht. 7.

wo man, wie Curtius berichtet²⁷⁾, 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 macht²⁸⁾; das Theater am südöstlichen Fusse der Burg *Larissa* in Argos, in welchem der grösste Theil des Zuschauerraumes im lebendigen Felsen ausgehöhlt ist²⁹⁾; 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 Bauwerken³³⁾. Die Benutzung anstehender Felsen zu Bauwerken der verschiedensten Art hat sich aus dem Alterthume bis zur gegenwärtigen Zeit fortgepflanzt. Bursian bemerkt³⁴⁾, 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 ansteht. 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. I. 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 kommt 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 Obeliskten 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 sämtlichen Dimensionen klein, wie oft bei Porphy, 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 schiefriegen 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 nemlich 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 kompetenteres 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, beim 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 beim 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 Kykloptummes 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 übersäteten 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 Kykloptauern 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 abgedeuteten 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 Entwicklung 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 Kalksteinquader⁴²⁾, 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 überdecken. 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 Bötticher* 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 *Epistylon* aus drei auf die hohe Kante neben einander gestellten Platten gebildet ist. Wie die Art der Absonderung der Felsmassen auf die Entwicklung 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 allmähliges Vorrücken mehrerer über einander angebrachter Steinlagen den offenen Raum zu schliessen, als ein wirkliches Gewölbe zu construiren, und dazu aus den grösseren Steinmassen keilförmige Gewölbesteine 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 Gängen⁴⁵⁾ 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 erhalten⁴⁸⁾. Zur Gewölbconstruction führte weit eher das Vorkommen von Felsmassen mit abgesonderten Stücken von kleinen Dimensionen; so wie die Anwendung künstlicher Steine⁴⁹⁾.

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' Con-
torni 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 Entwicklung des Deckenbaues finden sich überaus scharfsinnige Bemerkungen in dem 1. Excurse zum 1. Buche der *Tektonik der Hellenen* von Karl Bötticher. 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 berichtet⁵⁰⁾, und auch einige neuere Schriftsteller, namentlich Hirt⁵¹⁾ und Stieglitz⁵²⁾ 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 Strukturverhältnisse in dieser Beziehung vorzügliche Berücksichtigung verdienen. Schon eine oberflächliche Bekanntschaft mit ihnen wird es erkennen lassen, dass die Gebirgsstruktur 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 Gebirgsstruktur 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 Kapitaler 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 beschreibt⁵³⁾, und den man noch jetzt deutlich erkennt, indem die von ihrer Bekleidung entblösten Stufen die Ersteigung der Pyramiden möglich machen⁵⁴⁾? 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 hat⁵⁵⁾.

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 sämtliche 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. I. S. 55.

54) Niebuhr's Reisebeschreibung. I. 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*, *Biugsamkeit*, *Schwere*, im genauen Zusammenhange.

Die *krystallinischen* Gesteine zeigen eine Hauptverschiedenheit, wonach sie sich in der Anwendung oft sehr abweichend verhalten: sie sind nemlich entweder *krystallinisch-körnig*, oder *krystallinisch-schiefbrig*. 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. Böttcher bemerkt ⁵⁶⁾, dass die feinkörnige Textur des Penthelischen Marmors ei-

56) Die Tektonik der Hellenen. I. 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 monolithische 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 müssen⁵⁷⁾. 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, nemlich die in einer geringen Verschiebbarkeit der körnigen Theile begründete *Biagsamkeit*, welche um so stärker ist, je weniger fest das Korn ist. Zu *Pittsfield* in Massachusetts in Nordamerika bricht ein loskörniger Marmor, welcher durch Biagsamkeit 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 dünn-schiefriger sie sind. Wenn daher ein dick-schiefriger *Gneus* oft ein brauchbares Material zum Mauern liefert, so ist dagegen ein dünn-schiefriger *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 *Trappporphyr (Melaphyr)*, *Grünporphyr (Oligoklas- oder Labradorporphyr)*, *Thonsteinporphyr*, weniger hohe Grade von Härte besitzen. Da die meisten 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 meisten 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 Porphyry in der Architektur Gebrauch gemacht haben⁵⁸⁾. Die Porphyryarten welche von den alten Römern vorzüglich verarbeitet wurden, sind der Aegyptische *rothe Trappporphyry* (Porfido rosso antico), und der *Grünporphyry* (Porfido und Serpentino verde antico) aus dem Peloponnes. Die aufgefundenen beiden Brüche des ersteren liegen nach Gardner Wilkinson⁵⁹⁾ 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 *Grünporphyry* kommt, wie Curtius berichtet⁶¹⁾, 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 passte⁶²⁾.

An die *porphyryartigen* 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 zermalmtten 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 erhalten⁶³). 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 pfl egt 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 versteinertes Fischroogen sey. Bei übrigens dichter Beschaffenheit besteht 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 $\pi\omega\rho\sigma$ 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 kohlsauere Gas gebildet worden, oder von den organischen, namentlich vegetabilischen Theilen herrühren, welche der Tuff einhüllte. Die Poren der ersteren Art sind oft von stalaktischem 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 Bauma-terial 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 meiste 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 meisten 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 meisten 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 Dolomit⁶⁸⁾, 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* erbaute Kirche, an welcher, wie Sir Henry de la Beche berichtet⁶⁹⁾, 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 literarische 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 steht. 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 Kornes 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 besteht, dass das Bindemittel sich in sphäroidischen 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, nemlich eine gewisse Biagsamkeit, die in einer geringen Verschiebbarkeit der Theile begründet ist⁷⁴⁾. Sie ist besonders den loseren Abänderungen eigen⁷⁵⁾, 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 Biagsamkeit 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 biagsamen Sandstein aus Brasilien — der übrigens kein Sandstein, sondern eine Abänderung von Glimmerschiefer ist — hat die Biagsamkeit denselben Grund, indem sie wie bei dem biagsamen Marmor, durch die loskörnige Beschaffenheit des Quarzes bewirkt wird.

75) Mit dem Mergelsandstein von Reinhausen bei Göttingen angestellte Versuche, haben eine nicht unbedeutende Biagsamkeit 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 durch Festigkeit und Dauerhaftigkeit aus, wie man es an den daraus gebaueten Kirchen und Thürmen zu *Goslar* siehet. Es giebt unter den vulkanischen und vulkanoidischen 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 grottesksten Berg- und Felsenformen auszeichnet⁷⁶⁾. In dieser Gegend ist es vielfach als Baumaterial benutzt; so wie es ja auch die Aufführung mancher grosser Bauwerke auf *Wil-*

76) Vergl. meine Umriss 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 sogenannten *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, Biugsamkeit, 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, nemlich 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 erhöht 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 dunkle Farbe der Quader giebt den Gebäuden ein finsternes 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 Ural⁷⁹⁾ 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 erhöht

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 Ansätze 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 *Stinkkalk* 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 kohlenurem 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 befreit 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 Württembergischen 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.

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 kohlen-sauren Mangan-oxyduls, 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 Geschieblöcke 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 Geschieblöcken 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 erbaute 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 zerstreuten, 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 conglomerirten; 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. Hanoversches 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 krystallinisch-körnigen 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 Einmengen, 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 (Marmocipollino), 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 Persepolitischen 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 kohlen saure Kalk erleidet an der Luft durchaus keine chemische Zersetzung. Das Einzige was atmosphärisch auf ihn verändernd einwirken kann, besteht darin, dass kohlen saurehaltiges Wasser Theile von kohlen saurem 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. kohlen saures Eisen- und Mangan oxydul, Schwefel eisen, 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 allmähliche Zerstörung bewirken. Dieses ist u. a. bei allen gemengten Gesteinen der Fall, welche Feldspath oder andere feldspathartige Mineralkörper enthalten, die durch Zersetzung allmählich 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 porphyrtartige 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 Obeliskten 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 glasischen 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 Aussenseiten 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 Entwicklung 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 Entwicklung 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.
