

I. Abschnitt.

Constructionsmaterialien.

I. Kapitel.

Stein.

VON HANS HAUENSCHILD.

a) Allgemeines.

6.
Eigenschaften.

Stein ist nebst Holz das älteste der Constructionsmaterialien, das natürlichste und weitverbreitetste, welches alle Bedingungen eines guten Baustoffes in sich vereinigt und deshalb zu allen Zeiten und überall seinen Platz als hervorragendstes Baumaterial behaupten wird, wenn es auch zeitweilig und local durch andere Baustoffe verdrängt wird. Seine statischen, technischen und ästhetischen Eigenschaften vereinigen sich so außerordentlich mannigfach zu graduellen Abstufungen, daß für jeden Bauzweck und für die strengsten Anforderungen reiche Auswahl geboten ist. Es unterliegt keinem Zweifel, daß der Stein es war, dessen Eigenschaften zur Ausbildung der verschiedenen Bauteile führte, daß ohne Stein keine Gewölbe entstanden wären, daß die eigentlich monumentalen Bauten nur aus Stein gebildet werden können, daß der Inbegriff des Festen und Dauernden stets an Stein gebunden erscheint.

Die Festigkeit, Dauerhaftigkeit, Formbarkeit und Schönheit finden sich an keinem anderen Baustoff so gleichmäÙig prägnant verkörpert.

Die Verwendbarkeit des Steines als Baustoff hat sich so naturnothwendig aufgedrängt, daß man zu allen Zeiten und an allen Orten, wo feste Niederlassungen entstanden sind und die Cultur aufgeblüht hat, in Ermangelung genügender natürlicher Bausteine nach Ersatzmitteln hierfür suchte. Dies waren die künstlichen Bausteine, insbesondere die Backsteine oder Ziegel.

Je mehr die Eigenschaften eines künstlichen Bausteines den Eigenschaften eines guten natürlichen Bausteines gleich kommen, desto werthvoller ist er. Wir sind gegenwärtig in dieser Beziehung in einer Epoche höchsten Fortschrittes, und die künstlichen Steine erhalten häufig selbst dann den Vorzug, wenn Bruchsteine um den gleichen oder sogar um einen geringeren Preis zu erhalten sind.

Die »Technik der Bausteine« macht zunächst eine Betrachtung ihrer Eigenschaften erforderlich.

7.
Festigkeit.

1) Die Festigkeit der Bausteine ist diejenige Eigenschaft, welche in erster Linie von einem brauchbaren Baustein gefordert wird.

Sie hängt einerseits ab von den mineralogischen Gesteinselementen, von der Homogenität nach allen Richtungen, steht daher bei gleicher mineralogischer Zusammensetzung im umgekehrten Verhältniß zur Porosität derselben, oder wächst in gleichem Grade mit der Abnahme der Differenz zwischen dem specifischen Gewichte und dem Volumgewichte. Die bisherigen Festigkeits-Bestimmungen haben aus dem Grunde zu keinen klar ausgesprochenen Gesetzen der Festigkeitsverhältnisse zwischen den verschiedenartigen Gesteinen geführt, weil die Festigkeit der componirenden

Mineralien oder Gesteinselemente noch nicht klar festgestellt ist, ferner weil auch bei Gesteinen, die nur aus einer Mineralspecies bestehen, die Spaltbarkeit der einzelnen Individuen nach verschiedenen Richtungen hin verschiedene Cohäsionsgrade bedingt und weil diese Gesteinselemente fast immer regellos angeordnet sind und daher höchst complicirte Resultanten der Festigkeit aus den Summen der in einer Bruchebene befindlichen Festigkeits-Elemente entspringen. Diese Complication steigert sich noch bei gemengten Gesteinen, welche häufig aus verschieden spaltbaren Mineralindividuen bestehen. Dazu kommt noch der verschiedene Grad der Adhäsion oder der Kraft der Aneinanderlagerung der Gesteinselemente unter sich.

Die Differenzen der Festigkeit sind deshalb naturgemäss grösser bei solchen Gesteinen, deren Gesteinselemente Krystalle sind, und abhängig von der Anordnung und Grösse der letzteren. Aus all diesen Gründen erschien bis jetzt die Ausnutzung der wirklichen Festigkeit nur mit sehr hohen Sicherheits-Coefficienten erlaubt, und thatsächlich ist der übliche, ziemlich hohe Sicherheitsgrad auch aus der von der Natur der Steine abhängigen Art der Verbindung zu Constructionen, welche häufig wenig exact ausgeführt wird, wenigstens im Allgemeinen gerechtfertigt. Wir werden später die Festigkeits-Angaben bekannterer Bausteinsorten bringen.

Aber nicht nur die Quantität der Festigkeit ist für die praktische Verwendung wichtig; auch die Qualität derselben spielt, besonders bei gewissen Beanspruchungen, eine wichtige Rolle. Qualitativ verschieden erscheint die Festigkeit in dem verschiedenen Widerstandsgrade gegen Lostrennung einzelner Theilchen oder gegen Spaltung durch Schneiden oder Spitzen, entweder unter blossem Drucke oder unter Stossdruck. Von einer scharfen Elasticitätsgrenze ist aus den oben angeführten Gründen als einer gesetzmässigen Function zwischen Quantität und Qualität nichts zu merken; bei vielen Steinen bewirken schon sehr kleine Kräfte bleibende Veränderungen; dies ist bei porösen und weichen Steinen der Fall. Eine annähernde Proportionalität zwischen Längenänderung und Belastung findet dabei erst bei höherer Belastung bis nahe der Zerstörungsgrenze statt. Bei sehr homogenen und festen Steinen ist diese Proportionalität schon Anfangs deutlicher und bleibt bis hart an die Zerstörungsgrenze gleich — eine Eigenthümlichkeit, welche *Bauschinger* zuerst gefunden und Verfasser bei Zugproben mit Cement vollständig bestätigt gesehen hat.

Auf Zugfestigkeit werden die Bausteine in den Hochbau-Constructionen nur sehr selten unmittelbar in Anspruch genommen; deshalb ist dieselbe auch nur von sehr wenigen Steinsorten bestimmt worden, obwohl sie indirect eine nicht geringe Zahl von Aufschlüssen über wichtige Fragen der Anwendung geben würde.

Oefter wurde die bei Weitem häufiger ausgenutzte Bruchfestigkeit, am meisten jedoch die Druckfestigkeit der Steine ermittelt.

Das Verhältniss der Zugfestigkeit zur Druckfestigkeit ist eine Constante für jede bestimmte Steinsorte und schwankt zwischen 1 : 16 und 1 : 37; aber nicht bloss die Quantität der Festigkeit ist sehr verschieden, sondern auch die Qualität. Je spröder ein Stein ist, desto grösser ist seine Druckfestigkeit gegenüber der Zugfestigkeit; je zäher, desto mehr wächst die Zugfestigkeit der Druckfestigkeit gegenüber; letzteres ist auch bei milden und weichen Gesteinen der Fall.

Die Qualität der Festigkeit ist auch eine hochwichtige technische Eigenschaft, welche die Bearbeitungsfähigkeit in erster Linie bedingt. Der Widerstandsgrad gegen das Lostrennen von Theilchen durch Einwirkung von Spitzen oder Schneiden, durch Stoss und Druck zugleich ist sehr verschieden und hängt weder mit der Festig-

keit an sich, noch mit der mineralogischen Härte zusammen. Die mineralogische Härte oder die Ritzbarkeit durch bloßen Druck einer Spitze oder Schneide auf die Gesteinsfläche ist erst in zweiter Linie durch die Raschheit der Abnützung der Werkzeuge oder durch den Einfluß dieser Eigenschaft auf die Dauerhaftigkeit von Bedeutung.

8.
Dauer-
haftigkeit.

2) Die Dauerhaftigkeit ist nächst der Festigkeit das wichtigste Erforderniß für einen guten Baustein.

Im Allgemeinen läßt sich feststellen, daß in erster Linie die chemisch-physikalische Beschaffenheit des Gesteines hierfür maßgebend ist. Die verschiedenen chemischen Bestandtheile der Mineral-Componenten bedingen eine verschiedene Widerstandsfähigkeit gegen die Einwirkung der Atmosphärien und die Temperaturschwankungen.

Sauerstoff, Wasser, Kohlenäure und die Verwesungsproducte organischer Körper sind nebst der zerstörenden Kraft von Frost und Hitze die Agentien, denen auf die Länge gar kein Stein zu widerstehen vermag. Am kräftigsten widerstehen jene Gesteine, welche entweder bloß aus Kieselsäure bestehen oder bei denen wenigstens Kieselsäure ein Hauptgemengtheil ist, also Quarzite, Grauwackenschiefer, quarzreiche Granite, so wie Quarzporphyre und manche keramische Producte. Bei diesen hängt in Folge der Unempfindlichkeit der chemischen Bestandtheile gegen die Atmosphärien ihre Dauerhaftigkeit mit der Zusammenhangskraft ihrer Gesteinselemente oder mit der Größe der Zugfestigkeit nach allen Richtungen hin zusammen. Zugleich ist hierbei der Grad von Porosität und die Art der Porosität von Einfluß. Aeußerst feinporige, aber zerstreutporige, namentlich wenn die Poren nach einseitigen Hauptrichtungen orientirt sind, werden eher von Frost zer Sprengt, als grob- und dichtporige, deren Porenräume nach allen Richtungen communiciren.

Nächst der Kieselsäure widerstehen manche Silicate sehr gut, besonders Kalifeldspath, Natron-Feldspath, Hornblende und Augit, obwohl sie bereits durch kohlenäurereiches Wasser unter Abscheidung von Kieselsäure verwittern. Syenit und Diorit gehören hieher.

Die Glimmer sind zwar chemisch sehr indifferent, zerlegen sich jedoch in Folge ihrer außerordentlich leichten Spaltbarkeit durch den Frost leicht in Spaltungsblättchen und verleihen ihrem Muttergesteine nebst der großen Neigung zur Schieferstructur, besonders bei gleichzeitiger Porosität und geringer Zugfestigkeit, keine lange Dauer.

Der kohlenäure Kalk ist petrographisch außerordentlich verschieden ausgebildet und wird allmählich durch kohlenäurehaltiges Wasser gelöst, so wie von organischen Parasiten theils mechanisch mittels eindringender Wurzelfasern, theils chemisch durch Einwirkung der Humusäuren zerstört. Jedoch geht diese Zerstörung in vielen Fällen äußerst langsam vor sich und äußert sich meist nur durch die verfärbenden Anflüge, wenn nicht die Cohäsions- und Porositätsverhältnisse die Frostbeständigkeit alteriren, wie es z. B. bei manchen Oolithen und Foraminiferen-Kalken der Fall ist.

Manche Silicat-Mineralien werden durch Kohlenäure und Wasser leicht zersetzt, so besonders Kalk-Feldspath oder Labrador, in vielen Gesteinen ein Hauptbestandtheil. In solchen Fällen verliert ein Gestein, wenn nicht sonst seine der vulcanischen Entstehung entsprechende halbglastige Textur zu wenig Angriffspunkte bietet, an Werth, da durch die Zerfetzung sowohl der Zusammenhang leidet, als auch seine Porenräume und erdige Beschaffenheit auftreten, welche besonders der Politurfähigkeit abträglich sind. Viele Granite, Porphyre und besonders Trachyte und Melaphyre zählen als Beispiele hieher.

Gewisse Nebenmineralien und Imprägnations-Substanzen verringern manchmal auch die Dauerhaftigkeit.

So wirkt Schwefelkies, wie er besonders in Diorit und in manchen Marmoren und Schiefen vorkommt, durch feine Zerfetzung zu Eifenvitriol fehr fchädlich; viele Eifenverbindungen überhaupt oxydiren fich durch die Einwirkung des Sauerftoffes höher und bilden dadurch Farbenveränderungen, welche manchmal zu Gunften der Schönheit gleich einer Patina, ohne merkliche Zerftörung, auftreten (fo bei den rheinifchen Buntfandfteinen, beim römifchen Travertin), manchmal jedoch rafchen Zerfall herbeiführen (z. B. bei manchen rothen Jura-Kalken). Hingegen erleiden durch organifche Subftanzen gefärbte Steine meiftens unter Erweichung, indem langfame Verwefung derfelben durch Oxydation eintritt.

Diefelben Bedingungen der Dauerhaftigkeit, wie bei den urfprünglichen Gefteinen, gelten für die aus Trümmern regenerirten klastifchen Gefteine, deren Hauptrepräfentant der Sandftein ift, und für die keramifchen Bauftoffe. Die Hauptmafse der Sandfteine befteht aus Quarzkörnern, durch ein Bindemittel verkittet. Die relative Menge und die Art diefes Bindemittels ift demnach, da der Quarzland nicht weiter angegriffen wird, für die Dauer entscheidend, fo weit es die chemifchen Agentien betrifft. Quarziges, kalkiges und eifenchüffiges Bindemittel kann felbft bei ftarkem Vorwalten noch einen dauerhaften Sandftein geben, wenn nicht zu grofse Porofität mit vorhanden ift. Hingegen ift kaolinifches und insbefondere mergeliges und thoniges Bindemittel dasjenige, welches am meiften Vorficht vor dem Gebrauche einflößen foll. Bei den klastifchen Gefteinen erfcheint die Zugfeftigkeit und die Porofität am functionellften mit der Dauerhaftigkeit verbunden. So wie die chemifch-phyfikalifche Befchaffenheit je nach den verfchiedenen Gefteinsgruppen auf die Dauer von Einfluß ift, fo ift, wie fchon angedeutet, befonders auch die Structur und der Porofitätsgrad in diefer Beziehung maßgebend.

Da bei einer und derfelben Gefteinsgruppe mit verfchwindender Porofität die Differenz zwifchen specififchem Gewicht und Volumgewicht verfchwindend wird, und andererseits dabei die Cohäfionskraft ein Maximum wird, fo ift erklärlich, dafs im Allgemeinen bei einer Gefteinsgruppe höchstes Gewicht, größte Feftigkeit, geringfte Porofität oder größte Homogenität auch auf die größte Dauerhaftigkeit hindeuten, und dafs bei gemengten Gefteinen gleichmäfsig feinfte, porenlofes Gefüge größere Dauer verfpricht, als grobkörniges oder fchieferiges Gefüge. Schieferige Gefteine widerftehen naturgemäfs nur auf dem Hauptbruche, wo fie glatte Flächen, also keine Angriffspunkte für Abforption bieten, je nach ihrer fonftigen Natur, während fie in den Spaltungs-Querbruchflächen oft tief hinein zerftört erfcheinen, fobald diefe den Infiltrationen der Atmosphärien ausgefetzt werden.

Ein weiterer Factor der Dauerhaftigkeit ift der verfchiedene Ausdehnungs-Coefficient in der Wärme. Verfchiedene Mineralien, namentlich verfchieden gefärbte, zu einem Geftein verbunden, können unter Umftänden zur Zerftörung deffelben führen.

Die Temperaturschwankungen in einer Reihe von Maximis und Minimis können durch Zugwirkungen ganz genau zum Ausdrucke des *Wöhler'schen* Gefetzes werden, und es unterliegt keinem Zweifel, dafs es auf Grundlage diefes Gefetzes gelingen wird, die brennende Frage der Dauerhaftigkeit auch in speciellen Fällen befriedigend zu löfen.

Es ift zwar der günstigen Wirkung der Homogenität fchon gedacht worden; jedoch erübrigt noch hinzuzufügen, dafs die Homogenität im Grofsen wieder mit

der geologischen Lagerung zusammenhängt. Störungen in der Ablagerung: steil geneigte oder gefaltete Schichten, Verwerfungen u. dgl. bringen regelmäßig Discontinuitäten, Spalten, Rutschflächen, Spiegel etc. hervor, welche häufig nur dem geübten Auge kennbar sind und in localer Beziehung oft ein sonst dauerhaftes Gestein zerfrierbar machen. Die Adern der Marmore sind in den meisten Fällen ausgefüllte Spalten, und es ist auch bei diesen häufig Vorsicht nöthig.

Hingegen können andere sonst leicht verwitterbare Gesteine, namentlich Thongesteine, Mergel, Tuffe etc. gerade durch geologischen Druck so zusammengedrückt vorkommen, daß sie alle Eigenschaften eines ursprünglich entstandenen krystallinischen Gesteines annehmen und bewahren. In so fern ist auch das geologische Moment selbst vor dem chemischen zu berücksichtigen.

Die örtliche Lage und Verwendung wirkt auch nicht wenig auf den Bestand der Gesteine ein. Es ist bekannt, aber leider nicht oft gewürdigt, daß Gesteine, welche sich im Süden vortrefflich erhalten haben, in unserem zwischen extremen Temperaturen schwankenden Klima nicht halten, daß aber eben dieselben im trocken-nordischen Klima wieder ganz vortrefflich ausdauern.

Es ist verkehrt, zu glauben, ein Stein von zweifelhafter Dauerhaftigkeit werde an der Sonnenseite eher aushalten, als an der Nordseite, da im Gegentheil der Wechsel zwischen Hitze und Abkühlung, Trockenheit und Durchfeuchtung immer zerstörender einwirkt, als gleichmäßig ungünstige Lage. Es ist wichtig, zu berücksichtigen, daß in einer Fabriksstadt-Atmosphäre die Art der Schornsteingase auf die Auswahl der Bausteine bezüglich ihrer Dauerhaftigkeit von Belang ist: so dürfen dolomitische und Kalksteine in solchen Gegenden nicht auf lange Dauer rechnen. Nicht minder ist es keineswegs gleichgiltig, welche Steine man zu Wasserbauten, besonders an der Wassergrenze verwendet, und es ist allbekannt, daß die Auswahl von feuerfesten Steinen für Heizanlagen zu Fabrikszwecken nicht sorgfältig genug getroffen werden kann.

Es ist selbstverständlich, daß auch der Erhaltungsgrad eines Steines vor seiner Verwendung maßgebend ist. Granit kann bereits so altert oder »verfault« sein, daß er kein wetterbeständiges Material mehr abgibt, wie manche glaciale Geschiebe darthun oder wie so häufig an neu eröffneten Steinbrüchen zu sehen ist.

So wichtig es daher ist, frisches, d. h. unverwittertes, aus dem Inneren des Berges stammendes Gestein zu verwenden, so sehr ist bei manchen Steinarten vor der Verwendung frisch gebrochenen und daher bruchfeuchten Materials zu warnen, besonders wenn dasselbe bei beginnender Frostzeit zum Vermauern kommen soll.

Bruchfeuchtigkeit kommt, wie schon der Name andeutet, nur bei natürlichen Steinen in Betracht. Es wird damit das Porenwasser bezeichnet, welches alle feinsten Poren der Gesteine erfüllt und das erst allmählich nach der Bearbeitung durch die der Luft ausgesetzten Flächen verloren geht. Bei porösen Steinen wird die Menge der Bruchfeuchtigkeit so bedeutend, daß die Gesteine im bruchfeuchten Zustande ganz weich und leicht zu bearbeiten sind. Nach einiger Zeit in Luft und Sonne, verliert sich die Feuchtigkeit; der Stein wird auffallend härter und porenärmer, so daß er erheblich schwieriger zu bearbeiten ist. Dies findet stets bei porösen Kalksteinen und bei Sandsteinen mit kalkigem Bindemittel statt. Die Bruchfeuchtigkeit ist mit gelöstem kohlenfauren Kalk gesättigt; durch die Verdunstung des Lösungswassers wird er allmählich abgelagert und zwar in fester, wahrscheinlich krystallinischer werdender Form. Dadurch steigert sich natürlich Dichtigkeit und Arbeitshärte, zu-

gleich aber auch die Tragfähigkeit. Es ist durch Versuche vielfach nachgewiesen, daß bruchfeuchte Steine kaum $\frac{2}{3}$ der Last trockener Steine derselben Gattung tragen.

Dazu kommt noch, daß das Porenwasser als immer concentrirtere Lösung sich an den unteren und inneren Partien des Steines ansammelt, und bei eintretendem Frost gerade an der am meisten belasteten, also ohnehin schon einer Dilatationskraft ausgesetztesten Stelle feine zerfpaltende Wirkung äußert. Es ist daher völlig gerechtfertigt, wenn der Ufus besteht, frisch gebrochene Steine mindestens ein paar Monate vor dem Vermauern der Austrocknung zu überlassen, und noch rathfamer wäre es, wenn dieselbe auch mit öfterem Umkanten verbunden wäre, um die Austrocknung und damit die Erhöhung der Tragkraft gleichmäßig zu vertheilen.

Wenn behauptet wird, daß gewisse Steine, namentlich Marmor-Sorten, nicht bei Vollmond gebrochen werden dürfen, weil sie sonst springen, so mag dies mit der stärkeren Strahlung bei heiterem Vollmondhimmel und der damit eintretenden abnormen Temperatur-Erniedrigung des innen ohnedies nur die Bodentemperatur besitzenden Blockes zusammenhängen; denn gerade feinporige und spröde Gesteine zeigen sich gegen Frost oft empfindlicher, als poröfere und weichere.

3) Sind Festigkeit und Dauerhaftigkeit die Haupteigenschaften nach der statischen Seite, so ist die Formbarkeit die hauptsächlichste technische Eigenschaft.

9.
Formbarkeit.

So weit wir die natürlichen Bausteine ins Auge fassen, ist sie der Ausdruck der Befiegbbarkeit der starren Masse und zugleich des praktisch nicht überwindbaren Widerstandes gewisser Sorten durch das formende Werkzeug. Die Formbarkeit hängt zusammen mit Quantität und Qualität der Festigkeit, mit Härte und Porosität, so wie mit der Detail-Structur der Gesteine.

Bei Gesteinen derselben Gruppe ist stets der tragfähigste auch der technisch härteste, und die wachsende mineralogische Härte, wie sie z. B. mit zunehmendem Gehalt an Kieselsäure bei Kalksteinen auftritt, geht genau parallel mit der wachsenden technischen Härte.

Spröde Gesteine eignen sich für gewisse Bearbeitungszwecke besser als zähe, da durch Stöße größere Partien losgetrennt werden können, während zähe, namentlich Hornblende-Gesteine und Serpentin, nur geschnitten oder gedrechselt werden können, wenigstens nach dem heutigen Standpunkte der Steintechnik; denn die alten Inder und Aegypter verstanden es gerade, die zähesten Gesteine, wie Diorit und Basalt, zu Statuen zu formen.

Die Detail-Structur ist von großem Einflusse auf die Brauchbarkeit in Bezug auf Formgebung. Darnach sind lagerhafte Steine mit Schnittflächen oder parallelen Absonderungsflächen von nicht lagerhaften, unregelmäßig brechenden Steinen zu unterscheiden. Von den ersteren können nur die quaderförmig brechenden Steine von möglichst gleichartigem, festem Gefüge als vertrauenswürdiges und formbares Quadermaterial gelten, während die plattenförmig brechenden, bzw. schieferigen Steine dazu nicht brauchbar sind. Geht nämlich die Lagerhaftigkeit zu sehr ins Detail oder sind, petrographisch gesprochen, die Schichten dünnflächig oder die Absonderungsflächen dünnplattig, so daß sie sich der Schiefer-Structur nähern, so eignen sich solche Steine nicht mehr zu Quadern, und zwar weder zu feinerer ornamentirter und profilirter Arbeit, noch selbst zu ebener, glatter Arbeit. Denn die größere Differenz zwischen dem stärkeren Zusammenhang im Verlaufe der Lagerflächen und dem schwächeren normal darauf, also im Sinne einer Trennung der Platten, erzeugt bei der normalen Bearbeitung, sobald der trennende Stoß sich über eine Plattungs- oder Schichtungsfläche hinauspflanzt, stets geneigte

Flächen statt der beabsichtigten senkrechten. Aehnliches ist bei der einseitig orientirten oder gestreckten Structur der Fall, wie sie bei manchen Granuliten und Graniten vorkommt, wo die Spaltung nach dem Hauptbruche und Querbruche gut gelingt, nicht aber nach dem Längsbruche.

Handelt es sich um das Formen grösserer Werkstücke, Säulen oder Figuren, so ist bei Schichtgesteinen oder blättrig-schiefriger Structur stets der grösste Nachdruck darauf zu legen, das sie auf das Lager zu stehen kommen, damit der belastende Druck normal auf die Lagerfläche wirkt; denn die Erfahrung hat gezeigt, das conform der geologischen Ablagerungsweise das Maximum der Druckfestigkeit senkrecht auf die dem elementaren Gebirgsdrucke so lange Zeit ausgesetzten Lagerflächen am grössten ist. Es kommen Fälle vor, das ein Gestein, wenn seine Lagerflächen lothrecht gestellt werden, bereits unter dem vierten Theil der normalen Tragfähigkeit spaltet. Und doch wird, besonders bei Bruchsteinmauerwerk, oft mit Vorliebe wegen der glatten Verblendung schiefriges Gestein hochkantig vermauert. Das hierbei auch die Dauerhaftigkeit an sich gefährdet ist, wurde bereits erwähnt.

Am vortheilhaftesten eignen sich bezüglich der Formbarkeit mässige Silicatgesteine und mächtige Schichtgesteine, da sie nicht bloss durch das regellose, daher nach allen Richtungen gleichmässig consistente Aneinanderlagern der Gesteinselemente innerhalb der homogenen Masse der Absonderung oder Schicht willkürliche Formgebung gestatten, sondern auch in Bezug auf die möglichen Dimensionen die weitesten Grenzen setzen und die vortheilhafteste Ausnutzung der Druckkraft gestatten. Die feinkörnige Structur mancher Kalksteine, besonders poröser Sorten und Oolithe, und vieler Sandsteine ist vermöge der leichten Formbarkeit dieser Gesteine bei sonst genügend hoher Festigkeit und Dauerhaftigkeit nicht ohne Einfluss auf die Bauformen des Mittelalters gewesen.

Bei den künstlichen Bausteinen ist die Formbarkeit, bezw. die Formgebung einchl. der dafür massgebenden Bedingungen Sache der Fabrikation. Denn bei der Erzeugung lässt sich — eine richtige Wahl des Rohstoffes und der Erzeugungsmethode vorausgesetzt — ohne Weiteres die beabsichtigte Form des Bausteines erzielen.

10.
Schönheit.

4) Schönheit. Es wurde bereits bei der Formbarkeit der natürlichen Bausteine angedeutet, das sie in gewissen Fällen auch als ästhetische Eigenschaft auftreten kann. Im Allgemeinen ist es indess wesentlich die Structur, der Glanz und die Farbe, namentlich beim politurfähigen Gestein, welche als direct ästhetisch wirkfame Eigenschaften in Betracht zu ziehen sind. Bei den künstlichen Bausteinen ist die Erzielung schöner Producte mit der Fabrikation innig verbunden; das Resultat wird in dieser Richtung das vollkommenste sein, wenn der Keramiker mit dem Künstler Hand in Hand geht.

Beim natürlichen Baustein kommt hier zuerst die Structur in Frage. Je nach dem Zwecke, der verfolgt werden soll, wird ästhetische Wirkung durch grobkörniges, mässig und felsenhaft wirkendes Gestein erzielt, oder es wird das Weiche der feinkörnigen Structur, namentlich in Verbindung von Lustre und Politur, hervorgehoben, wozu noch die Buntheit und Vornehmheit der Farbenpracht kommt. Zur Belebung grosser, einem Monumentalbau unentbehrlicher Flächen hat zu allen Zeiten die polychrome Decoration des bunten Marmors am reizendsten und erfolgreichsten beigetragen. Die Alten nannten alle Gesteine, welche Politur annehmen, Marmor und hielten diese als reiche Schätze der Natur hoch in Ehren; wir lassen uns den

Cult der schönen Steine meist beeinträchtigen durch die Geldfrage, und da wir trotzdem dem Zuge des Schönen folgen möchten, so verwenden wir wenigstens Surrogate, Materialien mit ähnlichen Eigenschaften, wie die edlen Steine.

Die Politurfähigkeit und die Porenlosigkeit hängen aufs engste zusammen, wenn auch die Mineralelemente verschiedene Eignung, spiegelnde Flächen zuzulassen, besitzen, daher verschiedene Grade der Politur gestatten. Im Allgemeinen sind jene porenlosen Gesteine am politurfähigsten, deren Bestandtheile möglichst gleiche mineralogische Härte besitzen und welche noch keinerlei Zerfetzung erlitten haben. Letzteres ist besonders bei der Verwendung von Granit und Porphyr ins Auge zu fassen.

5) Gestalt und Dimensionen der zur Verfügung stehenden Bausteine bedingen die Art des Mauerwerkes. Die natürlichen Bausteine kommen, je nach der größeren oder geringeren Rücksichtnahme auf Ersparnis an den Herstellungskosten des Mauerwerkes, in zweifacher Gestalt zur Anwendung:

α) als Bruchsteine, d. i. entweder in der im Steinbruch erlangten zufälligen Form oder unter Bearbeitung der Lagerflächen — lagerrecht bearbeitete Bruchsteine⁵⁾; und

β) als regelmässig (durch den Steinmetz) bearbeitete Bausteine, welche, wenn sie größere Dimensionen haben und deren Lager- und Stofsflächen ganz regelmässig zugehauen, bezw. zugefägt sind, Werkstücke, Werksteine, Schnittsteine, Hausteine oder Quader heissen, sonst aber Schichtsteine⁶⁾ genannt werden mögen.

Die Dimensionen der natürlichen Bausteine sind einerseits bedingt durch die Art des Verfetzens im Bauwerk. Geschieht das letztere von Hand, so werden sie, des Eigengewichtes wegen, selten mehr als 60^{cm} Länge und 30^{cm} Höhe bei 30 bis 60^{cm} Breite erhalten. Gewöhnliche Bruchsteine und Schichtsteine haben selten mehr als 25^{cm} Schichtenhöhe; überhaupt wird ihre Grösse gewöhnlich so bemessen, dass die grössten Steine von zwei Mann mit den Händen ohne mechanische Hilfsmittel gehoben und verlegt werden können. Sonst ist der Grösse der Steine durch die Möglichkeit des Transportes und durch die Leistungsfähigkeit der Hebemaschinen eine Grenze gesteckt⁷⁾. Andererseits sind die Dimensionen der Bausteine auch noch von der Mächtigkeit der betreffenden Gebirgsschichten im Steinbruch abhängig.

Die Gestalt und die Dimensionen der künstlichen Bausteine hängen von dem Zwecke, zu dem sie bestimmt sind, von ihrer Natur und Herstellung ab; sämmtliche keramischen Bausteine erhalten ein kleines Format, damit sie beim Brande leicht homogen ausfallen. Betrachten wir an dieser Stelle nur die zur Ausführung gewöhnlicher Mauern benutzten Backsteine, so ist die parallelepipedische Gestalt die allgemein übliche. Zweckmässige Abmessungsverhältnisse entstehen, wenn, mit Rücksicht auf die Dicke der Stofs- und Zwischenfugen, die Länge der Steine nicht genau ein Vielfaches der Breite bildet, sondern 2 Steinbreiten plus Fugendicke die Steinlänge ausmachen.

⁵⁾ In einem Theile Sachfens u. a. O. heissen solche Steine bei größeren Dimensionen Grundstücke, bei kleineren Hürzeln.

⁶⁾ Für das »Handbuch der Architektur« wurde die Bezeichnung »Schichtstein«, welche in einigen Theilen Deutschlands üblich ist und auch von *Houffelle* (Deutsche Bauz. 1878, S. 14) empfohlen wurde, acceptirt. Dieselben wurden unter die Hausteine eingereiht, weil sie an der Ansichtfläche und dem vorderen Theile der Lager- und Stofsflächen vom Steinmetz behauen werden. In Frankreich dagegen werden solche Steine zu den Bruchsteinen — *moellons* — gezählt. Man unterscheidet dort *moellons bruts* oder *moellons ordinaires* und *moellons piqués* oder *moellons finlés*; erstere sind das, was man in Deutschland einfach und allgemein Bruchsteine nennt, letztere das, was in einem Theil des westlichen Deutschland »Moellons« geheissen wird. Statt der letzteren Bezeichnung wurde das Wort »Schichtstein« gewählt. D. Red.

⁷⁾ Im Alterthume liebte man die Verwendung grosser Werkstücke; die Aegypter verwendeten solche von 500^{cbm} Rauminhalt. Der aus der Neuzeit bekannte grösste Block ist der zum Piedestal der Statue *Peters d. Gr.* in St. Petersburg benutzte, welcher ca. 850^{cbm} misst.

Einige theils historische, theils gegenwärtig übliche Formate von Mauersteinen sind folgende:

| Backsteine in: | Länge | Breite | Dicke | Nach: |
|--|-------------------|--------------------|-------------------|---|
| Aegypten | 410 | 200 | 100—130 | <i>Adler</i> |
| Rom | 212 | 212 | 40 | <i>Chabat</i> |
| | 445 | 445 | 50 | |
| | 594 | 594 | 55 | |
| | 457 | 305 | 44 | |
| Frankreich — Bourgogne | 220 | 107 | 55 | <i>Glossary of Architecture</i> |
| Montereau | 220 | 107 | 48—50 | |
| Solins | 220 | 107 | 48—50 | <i>Demancet</i> |
| Sarcelles | 210 | 95 | 50 | |
| Paris | 220 | 107 | 44—45 | |
| England — London und Umgebung | 228,6 (9 Zoll) | 114,3 (4½ Zoll) | 63,5 (2½ Zoll) | <i>Deutsche Töpf.- u. Ziegl.-Ztg.</i> |
| Amerika — Neu-England, Nord | 225 | 114 | 66,5 | |
| » » Süd | 219 | 114 | 63,5 | |
| New-Jerfey | 222 | 98,5 | 60 | |
| New-York | 219 | 105 | 66,5 | |
| Pennfylvanien | 228 | 114 | 57 | |
| Städtaaten | 241 | 117,5 | 66,5 | |
| Brafilien | 292 | 140 | 89 | |
| Holland — Utrecht | 220 | 105 | 50 | <i>Teirich</i> |
| Yffel | 160 | 75 | 40 | |
| Friesland | 170 | 80 | 40 | |
| Oefterreich (in Wien gefetzliches Format) | 290 | 140 | 65 | Verband deutscher Arch.-u. Ing.-Vereine |
| Bayern ⁸⁾ | 320—340 | 160—162 | 60—67 | |
| Deutschland — Normal-Backsteinformat (in Preußen für Staatsbauten vorgeschrieben) | 250 | 120 | 65 | |
| | Millimeter | | | |

Näheres über Gestalt und Dimensionen der Bausteine im III. Theile dieses »Handbuches« (Abth. I, Abfchn. I: Constructions-Elemente in Stein).

b) Natürliche Bausteine.

Die wichtigeren natürlichen Bausteine — ihrem Werthe und ihrer Verwendung nach — sind in Auswahl etwa die folgenden⁹⁾.

1) Ursprüngliche Bildungen.

Maffige Silicat-Gesteine.

12.
Maffige
Silicat-
Gesteine.

Granit. Vornehmstes Material der Monumental-Architektur. Als Säule, Piedestal, Treppenstufen, Wandverkleidung, Wafferrinnen, Brunnenschalen, Pflastersteine (Straßen von Wien) etc. Größte Dimensionen zu gewinnen. Rosenrother Granit in Aegypten (Material zu den Obeliskten); rother schwedischer Granit von Ramnäs etc.; Glacial-Findlinge in Norddeutschland; rother und grauer Granit in Schottland; schlesischer vom Streitberg bei Striegau, sächsischer von Kamenz, Königsbrück, Schmölln, Bautzen etc.; Granit von Nabburg in Bayern, von Weissenstadt im Fichtelgebirge, Ruhla im Thüringer Walde; grauer,

⁸⁾ In der »Allgemeinen Bauordnung vom Jahre 1877« ist in allen Bestimmungen über Mauerstärken ein Ziegelformat von 30 cm Länge zu Grunde gelegt.

⁹⁾ Ausführlicheres in des Verfassers: Katechismus der Baumaterialien. I. Theil. Die natürlichen Bausteine. Wien 1879.