

f) Bearbeitung und Conservirung der Bausteine.

Die Bearbeitung der natürlichen Steine, von der im Nachstehenden zunächst die Rede sein soll, betrifft im Wesentlichen jene Umgestaltung der aus dem Felsen gebrochenen Blöcke, welche dieselben durch den Steinmetz oder die ihn ersetzenden mechanischen Vorrichtungen erfahren, um als fertige Bausteine, mehr oder weniger architektonisch gegliedert, dem betreffenden Bauwerke eingefügt zu werden. Insbesondere wird es sich hier um die Herstellung der Quader handeln, wiewohl die Herstellung von anderen regelmässig gestalteten Steinen, wie Thür- und Fenstergewänden, Gesimsstücken etc. gleichfalls Berücksichtigung finden wird; indess muss auch bei den letztgenannten Bautheilen von der Herstellung quaderartig bearbeiteter Steine ausgegangen werden.

Quader, so wie andere Bau- und Schnittsteine werden meist von Hand bearbeitet, und die Manipulation ist je nach der Arbeitshärte und der Art und Gleichheit der Spaltbarkeit sehr verschieden. Für die härteren und spröderen Steine sind besondere Meisselprofile nöthig, andere wieder für harte und zugleich zähe und wieder andere für weiche Steine.

Es ist deshalb auch schwierig eine allgemeine Methode der Bearbeitung anzugeben, und wir beschränken uns hier darauf, die verschiedenen Stadien der Bearbeitung und die bei den verschiedenen Steinorten vorkommenden Werkzeuge kurz zu charakterisiren.

Die erste rohe Bearbeitung erhalten die Steine schon im Bruch, wo sie durch besonders darauf eingewöhnte Arbeiter nach Bestellung oder für die häufiger vorkommenden einfacheren Bautheile nach üblichen Normalmaßen je nach der Härte durch Schrotten, Eintreiben von Keilen, oder durch Sägen zunächst getheilt und hierauf, in so weit nöthig, mit Hammer und Meissel, eventuell mit dem Zweispitz in rauhe, annähernd parallelepipedische Form gebracht werden. Der Werkzoll, auch Bruch-, Arbeits- oder Steinmetzzoll genannt, wird hierbei den rauhen Quadern in der Regel nach jeder der drei Dimensionen zugegeben, bei kostbaren und sehr harten Steinen indess möglichst gering bemessen. Diese Arbeit, bei der die Steinflächen — die gefügten ausgenommen — eine rauhe, buckelige Gestalt erhalten, heisst Boffiren.

Das Aussehen boffirter Flächen ist für gewisse Steingruppen charakteristisch. Bei den harten und zähen körnigen Steinen mit splinterigem Bruche bleiben grosse unregelmässig gerundete Buckel zwischen tieferen schmalen Meisselfurchen stehen; bei weiterer Bearbeitung wachsen die Dimensionen der Furchen gegenüber den Buckeln; zuletzt bleiben von letzteren nur mehr rippenartige Erhöhungen stehen. Bei spröden Gesteinen hingegen, wo der Meissel mit Vortheil mehr spitzwinklig gegen die Fläche angesetzt wird, und flachmuschelige Fragmente wegspringen, erscheint die Fläche nie mit so tiefem Relief, wie bei den zähen harten Steinen. Bei groblöcherigen Kalken oder Rauhwaacke treten die netzförmig sich kreuzenden Wände am Sägeschnitte scharf markirt heraus, und bei Conglomeraten zeigt sich die Oberfläche aus lauter Kugel- oder Sphäroid-Abchnitten gebildet²⁵⁾.

Die weitere Bearbeitung des roh boffirten Werkstückes geschieht dadurch, dass man den Stein auf dem Werkplatze aufbänkt, und zwar mit jener Seite nach

30.
Bearbeitung
von Hand.

31.
Boffiren.

32.
Weitere
Bearbeitung.

²⁵⁾ Bekanntlich suchen die Putzbauten alle diese, nur schwer zu beschreibenden Nuancen der boffirten Quaderflächen in der Rusticirung, im Spritzbewurf, Befenbewurf, Kiesbewurf, Vermiculé etc. nachzuahmen, aber selten mit Glück. Die Absicht zu täuschen ist augenfällig, und die Werke sind deshalb verfehlt. Das sicherste Mittel gegen derlei Unnatürlichkeiten ist in erster Linie die Verwendung echten Materials. Wo jedoch solches nicht zur Verfügung steht und die Imitation geboten erscheint, ist die Beiziehung eines praktischen Steinmetzen mit geübtem Auge, welcher als Putzmaurer eingeübt wird, zu empfehlen.

oben, die man für die künftige Anichtsfläche (das Haupt) derselben als die geeignetste hält. Hierauf werden, am besten an zwei gegenüberliegenden Längskanten, zwei parallele schmale Flächenstreifen, die sog. Schläge, zuerst der eine, hierauf unter Zuhilfenahme des Richtscheites der andere, zugehauen; durch entsprechendes Vifiren erzielt man, daß die beiden Schläge genau in einer Ebene liegen. Nun werden an den zwei anderen Kanten gleichfalls die erforderlichen Schläge hergestellt, und es kann alsdann die gewünschte weitere Bearbeitung der betreffenden Steinfläche stattfinden.

Die Herstellung der Schläge geschieht bei harten und mittelharten Steinen mittels des Schlageisens, eines flachbahnigen Schneidemeißels, dessen Schneidbahn nicht breiter ist, als die Dicke des meist abgefast quadratischen Meißelstieles. Bei weichen Steinen nimmt man wohl auch breitbahnige Schneidemeißel oder Zahnmeißel. Stets sollte bei härteren Steinen der Schneidewinkel des Schlageisens größer sein, als bei weicherem Stein, weil dadurch die Arbeitsrückwirkung auf den Meißel paralyfirt und ein Abspringen oder Stumpfwerden leichter vermieden wird. Auch sollte, insbesondere bei sprödem Stein, die Richtung des Meißelstieles etwas nach Innen zu neigen, um Kantenabspaltung zu vermeiden.

Der zwischen den Schlägen einstweilen stehen gebliebene Theil heißt in manchen Gegenden fälschlich Bosten oder Posten. Im Durchschnitt ist der Schlag ca. 3^{cm} tiefer, als die Oberseite des Postens, immer aber so tief, daß die tiefste Furche oder Grube im Posten noch etwas vor dem Niveau des Schlages vorsteht. Soll der Posten nicht als Rustica stehen bleiben, so wird er abgearbeitet, und zwar bei harten Steinen zuerst mit dem Boffirhammer und Spitzeisen, sodann mit einem schweren Zahnhammer (mit breiter, dem Stiel paralleler Schneidbahn) und zuletzt mit dem breitköpfigen Stockhammer, der beiderseits flache Bahnen hat, welche mit einem System von viereckig-pyramidalen Zähnen, 4 bis 8 in einer Reihe, versehen sind, so daß die Spitzen bei den größeren Nummern dieser Stockhämmer weiter aus einander stehen, als bei den feineren. Die Flächen bekommen durch das Abarbeiten mit den Stockhämmern, und zwar von den größeren Sorten zu den feineren übergehend, eine gekörnte Oberfläche. Zu gleichem Zwecke wird bei weicheren Steinen, nachdem für das größte Abarbeiten der Zweispitz verwendet worden ist, das Kröneleisen gebraucht, bestehend aus einer Anzahl beiderseits zugespitzter vierkantiger Stahlstäbchen, welche in der Queröffnung des eisernen Stieles aufgekeilt werden und zwei breite vielgezahnte Schneidbahnen bilden. Vollendet wird die Arbeit mit Hilfe des breiten Scharrireisens, welches mittels hölzerner Klöpfel vorgetrieben wird.

Häufig verwendet man auch zum Herstellen der Flächen, zum sog. Flächen, anstatt eines größeren Stockhammers, bezw. Krönels den Flachhammer mit längsgestellter Schneidbahn, kurzweg Fläche genannt, deren Schneide oft in trapezförmige Zähne getheilt ist und dann bei festen Steinen als Zahnhammer dient. Für die Bearbeitung von weicheren Steinen erhält die Fläche eine breitere Schneidbahn, als diejenige des Flachhammers für härtere Steine. Aehnliche Eigenthümlichkeiten wie die Fläche zeigt die Picke oder Bille mit quergestellter Schneidbahn, welche zum Schärfen der Mühlsteine und zu ähnlichen Arbeiten benutzt wird.

Bisweilen werden bei sehr festen Steinen nach dem Boffiren die Unebenheiten mittels Zahnmeißeln in schmalen Streifen abgepfrenkt; sie werden auch bei weicheren Steinen benutzt und haben je nach deren Härte scharfkantige dreieckige

oder abgeflachte trapezförmige Zähne. Diese Bearbeitungsweise, durch welche auf der Steinfläche parallele Riefen entstehen, heißt das Zähneln.

Glatte Flächen werden am wirksamsten durch das Feinscharrren und Auffchlagen hergestellt. Man benützt dazu Scharrireifen, deren Breite je nach den in regelmässiger Führung zu bildenden Bahnen verschieden bemessen wird; für Gewand- und Rahmstücke, für Leibungen etc. werden sie als Breitereifen in der jeweilig erforderlichen Breite besonders angefertigt. Vor dem Auffchlagen muß, um die nöthige Sauberkeit und Regelmässigkeit zu erzielen, die Steinfläche gewöhnlich zuerst scharriert, sodann rauh geschliffen werden. Diese Art der Bearbeitung bringt die körnige Structur des Steines, insbesondere des Sandsteines, durch die bei geschickter Führung des Eisens entstehenden einfachen Flächenmuster am vorteilhaftesten zur Geltung und war in früheren Zeiten sehr beliebt. Sehr feste Steine werden mit dem Halbeisen, etwas breiter als das Schlageisen, geebnet.

Der Schneidewinkel der Werkzeuge beträgt bei harten Steinen zwischen 30 und 45 Grad und die Schneidebahn übersteigt meist nicht 5 cm, bei weichen Steinen 10 bis 20 Grad und die Schneidebahn ist doppelt so lang.

Ist auf diese Weise die eine Fläche des Werkstückes bearbeitet, so wird daselbe mit einer anstossenden Seitenfläche nach oben aufgebänkt; die Bearbeitung der letzteren geschieht eben so, wie bei der erstgedachten. Auch hier wird mit einem Schlag begonnen, der auf der zuerst bearbeiteten Fläche senkrecht steht u. s. f. Die ebenen Flächen und die rechten Winkel werden mittels Richtscheit und Winkel-eisen controlirt.

Sind Gesimse, Ornamente etc. auszuführen, so werden dieselben nach Schablonen oder Bretungen aus Blech oder Pappe im Querschnitt angerissen oder abgebetret, resp. nach Modell mittels Greifzirkel aus dem Boffen ausgemeißelt. Für die Herstellung von hohlen, runden Profilierungen und von Kropfstücken benutzt der Steinmetz die Einhaltsschablone, woraus derjenige Theil herausgeschnitten ist, welcher das Querprofil der Gliederung bilden soll. In Betreff der Bearbeitung von Säulenschäften und anderen Drehungskörpern sei nur kurz erwähnt, daß die Grundkreise auf dem oberen und unteren Lager aufgeriffen werden, wonach die gekrümmte Fläche durch Brechung der Kanten und allmähliche Abfassung aus dem umschriebenen Vieleck, unter Zuhilfenahme eines Richtscheites, das nach der zu gebenden Schwellung und Verjüngung des Schaftes anzufertigen ist, bezw. mittels einer besonderen Lehre hergestellt wird. Zur Ausführung solcher schwierigeren Arbeiten, gekröpfter hohler und reich gegliederter Werkstücke dienen verschiedene schmalbahnige Nuteisen, so wie Hohleisen mit gekrümmter Schneidebahn ²⁶⁾.

In unserer Zeit wird leider nur noch selten Werth darauf gelegt, das Werkzeug des Steinmetzen zur eigenartigen Geltung zu bringen und dadurch die Technik der Steinbearbeitung, welche für die Bauweisen früherer Zeitperioden ein charakteristisches Unterscheidungsmerkmal bildet, zu kennzeichnen. Während man jetzt im Putzbau den grob bearbeiteten Quader im Aeufseren nachzuahmen sucht, wird nur gar zu häufig dem echten Material, dem Hauptein, eine putzartige wirkungslose Glätte verliehen. Die Herstellung dieser ganz glatten Flächen wird durch eine weitere Bearbeitung des Steines, durch das Schleifen erreicht. In vielen Fällen hat indess das Schleifen seine volle Berechtigung, besonders bei dichtem kostbarem Material,

33.
Schleifen.

²⁶⁾ Näheres über die Werkzeuge der Steinbearbeitung ist zu finden in: Exner, W. F. Die technischen Hilfsmittel des Steinbildhauers. Wien 1877.

um die Schönheit der Farbe und Structur hervorzuheben, ferner bei feiner, reichgegliederter Arbeit etc. etc. Es hat den Zweck, die Größe der Unebenheiten durch Anwendung der Reibung harter Körper an dem Arbeitsstück bis zu einem bestimmten Minimum zu bringen. Man benutzt hierzu am besten natürliche Sandsteine oder künstliche, meist Schmirgel-Schleifsteine und beobachtet auch hier, stets vom gröberen zum feineren Schleifstein vorzuschreiten. Die verschiedenen Porositäts- und Structur-Verhältnisse machen die Methode des Schleifens sehr mannigfaltig. Die härtesten Steine schleift man bloß mit Schmirgel, welcher durch belastete Bleiplatten über der Fläche hin- und hergeführt wird, wobei beständig Wasser zufließt. Für die Ausgiebigkeit des Schleifens ist die Menge und die Stromgeschwindigkeit des zufließenden Wassers von Belang, da einerseits der Detritus prompt weggeführt, aber das noch körnige Schleifmittel nicht entfernt werden soll. Weiters dient granulirte Gufstahlmasse, Granat und scharfer Quarzsand als Schleifpulver.

Häufig werden Steine nach dem Schleifen porenlos gemacht, d. h. mit einer die Poren ausfüllenden und erhärtenden Masse überzogen, besonders poröse Kalke und Sandsteine.

Dies geschieht gewöhnlich mit Steinkitt, einer Lösung von Colophonium in Terpentin, oder mit Stearin in Terpentin oder einem anderen Lösungsmittel. Dafs dadurch eine unnatürliche Glätte entsteht, deren Dauer auch nicht groß sein kann, ist einleuchtend; indessen schützen auch solche Ueberzüge einige Zeit wenigstens vor Staub und Flechtenansiedelung. Besser eignen sich für Kalke oxalsaure Thonerde, indem man zuerst schwefelsaure Thonerde in Lösung aufträgt, sodann Oxalsäure darauf bringt und noch einen Ueberstrich von Barytwasser darüber giebt. Auch Zinkvitriol kann dafür angewendet werden. Nach *Filfinger* eignet sich Barytwasser mit Bor säure. Für Sandsteine und Tuffe ist wieder Wasserglas und Chlorcalcium (nach *Ranfome*) vorzüglich.

Indessen haben diese Mittel alle eine Gefahr in sich: durch die große Dichte der äußeren Kruste gegenüber dem weichen Inneren wird ein Spannungszustand bei Temperatur-Extremen geschaffen, der zur Abblätterung führen kann. Dies ist am gefährlichsten bei den härtesten Kitten, wenn sie bei wenig widerstandsfähigen Steinen angewendet werden, daher auch die wiederholten Klagen über die zerstörende Wirkung von Wasserglas-Anstrichen sich erklären lassen. Wir kommen bei der Conservirung der Steine hierauf zurück.

Unter Umständen folgt dem Schleifen der Steinflächen das Poliren derselben, welches die Herstellung einer Spiegelfläche, also einer homogenen und mathematischen Fläche zum Zweck hat. Das Poliren kommt vorzugsweise für körnige und dichte Kalksteine, insbesondere bei Marmor, zur Wirkung; aber auch Granit, Syenit, Porphy, Grünstein und Serpentin nehmen eine sehr schöne Politur an.

Man kann am ehesten Hochglanz-Politur erzeugen, wenn man mit dem Schleifen möglichst weit geht, die Poren möglichst zusammenzieht, d. h. so lange schleift, bis eine Schicht erreicht ist, in welcher bei homogenen Steinen ein Minimum von Poren vorhanden ist, oder wo bei gemengten Gesteinen der weichere und schwerer polirbare Antheil zurücktritt oder in günstigem Schnitte sich befindet. Dann gelingt es leicht, mit den Polirmitteln auch den letzten minimalen Theil der optisch noch wirkamen Unebenheiten wegzubringen und die letzten Poren mit spiegelnder Masse auszufüllen. Die Polirmittel sind je nach der Natur des Steines verschieden, entweder harte, aber rundlich geformte, nur mit kleinen Rauigkeiten versehene

Pulver von feinstem mikroskopischen Korn oder weiche, aber scharfkantige minderfeine Pulver verschiedenster Natur.

Das wirksamste ist der Schlämmschmirgel, welcher beim Schleifen der Steine abgewaschen und durch mehrfaches Schlämmen in verschiedene Feinheitsnummern gebracht wird. Es giebt Schlämmschmirgel von 0,001 mm Korndurchmesser. Ausser dem Schmirgel wird der Trippel verwendet, eine Diatomaceen-Kieflerle, meist aus Gaillonellen bestehend, wovon die mittlere Korngröfse 0,007 mm ist, während feinsten Polirtrippel kaum mefsbare Korngröfsen aufweist.

Als letztes Glanz-Poliment dient für harte Steine hauptsächlich das Eisenoxyd, meist im geglühten und geschlämmten Zustande. Der für manche Steine besonders gefuchte Crocus-Stahlglanz ist scharf geglühtes Eisenoxyd mit Bimsstein-Schlamm-pulver und etwas Zinnasche, welche letztere insbesondere zu Marmor auch für sich allein verwendet wird.

Ausserdem dienen noch Schwefelblume zu Marmor, Speckstein zu Serpentin, Holzkohle zu Alabafter. Man reibt alle diese Polimente unter geregelttem Wasser-zufatz zuerst mittels Bleiplatten, sodann mittels Filz und Flanell, zuletzt trocken mit Linden-Bastholz und Rehleder auf. Für manche, insbesondere Hornblende-Gesteine und gemengte Feldspath-Gesteine hilft ein Zusatz von einigen Tropfen Salpeter- oder Schwefelsäure, welche wahrscheinlich durch oberflächliche Zerfetzung gelatinöse Kieselsäure frei macht, die als Glättmittel wirkt ²⁷⁾.

Die Politur widersteht nur auf den härtesten Steinen dem Einflusse der Witte-rung; die Anwendung polirten Marmors sollte deshalb in unseren Klimaten auf das Innere beschränkt werden.

Mit dem Schleifen und Poliren werden manchmal, besonders bei Marmor, noch andere Vollendungsarbeiten vorgenommen, besonders Hervorbringung von wirkungsvollen Farben-Nüancen, ferner Anbringen von Dessins durch Aetzen, Ver-goldung etc. Die alten Griechen hatten ihre weissen Marmore polychrom decorirt, und für manche Zwecke sind heute noch gewisse Farbengebungen wünschenswerth. Vollkommen rationell und bewährt ist die *Weber'sche* Methode ²⁸⁾, weifsem Stein einen beliebigen Farbenton von Gelb zu geben, welche vom Verein zur Beförderung des Gewerbefleifses in Preussen prämiirt wurde. Danach wird eine neutrale Eisen-chlorid-Lösung zur Trockene verdampft und in hochgrädigem Alkohol gelöst auf die gleichmäfsig erwärmte Fläche aufgetragen. Nach *Fioraventi* ²⁹⁾ kann man Marmor beliebig polychromiren, wenn man ihn in einer Wasserdampf-Atmosphäre bis 120 Grad erhitzt und z. B. ihn zuerst mit Eisenvitriol-Lösung, sodann mit Blutlaugensalz-Lösung behandelt. Für Gelb giebt man Alaun als Mordant und färbt mit Gummi-gut, für Braun mit Asphalt-Lösung, Roth mit Drachenblut, Violett mit Asphalt und Drachenblut, Grün mit Aloe-Saft und Terpentin.

35.
Färbung,
Aetzung,
Vergoldung etc.

So mancher schönfärbige italienische Marmor wandert nach Norden, welcher im ersten Jahre schon an der Licht- und Wetterseite gänzlich erblasst; darin verstehen auch die angrenzenden Trentino-Marmoristen ganz Erkleckliches zu leisten. Wird nach *Fioraventi* ausserdem die Farbe noch durch Wasserglas-Lösung und Chlorcalcium fixirt, so erscheint die Fläche gehärtet und vor Abfärbung gewahrt. Wir erlauben uns jedoch gerade beim Marmor so lange an der praktischen Thatfächlichkeit dieser Angabe zu zweifeln, bis

²⁷⁾ Vergl. des Verfassers: Untersuchungen von Schleifsteinen, Schleif- und Polirmitteln. Mitth. des technol. Gewerbe-museums zu Wien 1880, Nr. 1, 2, 3. Ferner: Weber, M. Das Schleifen, Poliren, Färben und künstliche Verzieren des Mar-mors. Weimar 1864.

²⁸⁾ Deutsche Industrieztg. 1870, S. 496.

²⁹⁾ Wieck's ill. Gewbz. 1875, S. 7.

wir eines Besseren belehrt werden, da sich die Wasserglas-Anstriche gerade an porenarmem Marmor nach genauen Erhebungen in Berlin nicht halten.

Es sei hier nochmals erinnert, daß das Färben von Steinen nur bei vollkommen porenegalem, nicht freifigem Gestein gute Wirkung haben kann, da ja nur die Poren den Farbstoff dauernd beherbergen können.

Die Flächen-Decorirung besonders bei Fliesen, Kamineinfassungen etc. geschieht entweder, wie in Belgien vielfach und mit großem Geschick und Geschmack beim Schiefer der Brauch ist, durch Marmor-Imitation in Lackfarben oder durch Basrelief-Sculptur. Letztere, als eine bleibende und ästhetisch ähnlich dem Sgraffito, besonders bei Vergoldung, wirkende Manier wird am leichtesten mit dem *Tilghman'schen* Sandblas-Apparate hergestellt, welcher sich aber nur für Gesteine von durchwegs gleicher Härte und größerer Sprödigkeit gut eignet, da der Sandstrom, welcher continuirlich die zu verzierenden Stellen trifft, genau die Differenzen in Härte und Sprödigkeit an Ort und Stelle verzeichnet.

Das Aetzen geschieht gewöhnlich nur bei Marmor, wo es manche Meißelarbeit ersetzen kann. Die Aetzung wird entweder mit Schwefelsäure oder Salzsäure, in mehreren Theilen Wasser verdünnt, vorgenommen.

Wichtig ist hierbei der Schutz gegen das tiefere Eindringen der Aetzflüssigkeit, was durch den Deckgrund verhütet werden muß. Der letztere besteht für Marmor aus 6 Theilen Wachs, 2 Theilen Harz, 2 Theilen dickem Terpentin und 1 Theil Ultramarin für weisse oder 1 Theil helles Chromgelb für farbige Steine. Nach dem Ueberziehen der Marmorfläche mit dieser heiß gefertigten Deckmasse wird rings ein erhöhter Rand aus Wachs gebildet, die Zeichnung herausradirt und hierauf ca. 2 Stunden geätzt, alsdann vorsichtig abgegossen und der Deckgrund mit Terpentin weggewaschen³⁰⁾.

Granit, Syenit, Diorit etc. können durch eine concentrirte Lösung von Kiesel-fluorwasserstoffsäure gut geätzt werden.

Die Vergoldung geschieht entweder mittels Blattgold und Casein-Kitt oder direct durch Auftragen einer Goldchlorid-Lösung³¹⁾.

Die Schleif- und Polirtechnik steht heute noch mit vereinzelt Ausnahmen auf keiner den sonstigen Fortschritten der Technik angemessenen Entwicklungsstufe, und zwar hauptsächlich aus dem Grunde, weil das Verhalten der einzelnen Mineralien oder Gesteinselemente noch viel zu wenig studiert wird und deshalb empirische Kunstfertigkeit verbunden mit monopolistischer Geheimnißkrämerei den Fortschritten Schranken setzt. Die von der Wissenschaft gepflegte und heute schon weit verbreitete Anfertigung von petrographischen Dünnschliffen wird zweifelsohne den Anstofs geben zur Vervollkommnung der Methoden durch Klarstellung der Principien rationellen Schleifens und Polirens. Für den Architekten ist es unter Umständen wichtig, falsche und echte Politur zu unterscheiden. Alkohol und Aether auf die fragliche Fläche aufgerieben, zeigen sofort, ob ein falscher Lacküberzug oder echte Spiegelung vorhanden ist.

Erblindete und bereits von Flechtenanflügen besetzte Politur wird am einfachsten und billigsten wieder hergestellt, indem man die Flächen mit sehr verdünnter Salzsäure (1 Theil Säure auf 10 Theile Wasser) mittels Schwamm oder Bürste sanft abreibt und sodann rasch mit reinem Wasser abwäscht. Dies gilt hauptsächlich für Marmor;

³⁰⁾ Polyt. Centralbl. 1869, S. 3 u. 49.

³¹⁾ Vergl. auch: Weber, M. Das Schleifen, Poliren, Färben und künstlerische Verzieren des Marmors. Weimar 1864.

für Granit, Syenit etc. eignet sich besser Kieselfluorwasserstoffsäure, wobei man sich aber dicht genähter und in Oel getränkter Lederhandschuhe bedienen muß. Darauf wird wie gewöhnlich bei der letzten Politurgebung entsprechend fertig polirt.

Steinfägen. Die Steinfägen sind entweder Handfägen oder Sägemaschinen. Im ersteren Falle werden sie direct von zwei Arbeitern gehandhabt, welche dieselben hin- und herziehen, ähnlich wie dies beim Gebrauch der Zimmermannsfäge geschieht. Die Sägemaschinen werden bald durch Menschenhand, bald durch thierische Kraft (mittels Göpelwerke), bald durch Elementarkräfte getrieben.

36.
Handfägen.

Die schon im Alterthume bekannten ³²⁾ Handfägen sind immer gerade oder Bandfägen. Das Sägeblatt ist für weichere Steine mit Zähnen versehen, für härteres Gestein zahnlos; im letzteren Falle haben sich stählerne Bänder am besten bewährt; doch kommen vielfach auch solche von Kupfer zur Verwendung.

Das Schneiden der Steine geschieht unter Zuführung von scharfem Quarzsand und Wasser. Der in die Schnittfuge fallende Sand vergrößert dieselbe und dient bei reichlicher Anwendung von Wasser gleichzeitig zur Glättung der Schnittflächen. Statt Sand hat man auch Feuersteinpulver, Glaspulver etc., bei hartem Gestein auch Schmirgel, Abgänge von Zinn und Blei, Kügelchen aus abgeschrecktem Gufseisen, glashartem Gufstahl etc. verwendet.

Es kommen auch Bandfägen, besonders bei kleineren Arbeiten zu Mosaik in *Pietro duro*, zur Anwendung, indem Stahldraht ohne Ende mit Schmirgelpulver als Schnittmaterial angewendet wird. Die Stahldrahtfäge von *Chevalier* arbeitet nach diesem Princip.

Die Sägemaschinen arbeiten entweder mit geraden oder mit Kreisfägen.

1) Gatterfägen. Diese mit geraden Sägeblättern ausgerüsteten Maschinen sind sehr mannigfaltig gestaltet worden; doch stimmen sie fast ausnahmslos ³³⁾ darin überein, daß die Schnittbewegung eine horizontale ist, so daß das stets zahnlose Sägeblatt mit der Schneide entweder nach abwärts auf die Oberseite des Steines wirkt, was bei harten Steinen das gewöhnlichste und natürlichste ist, wobei Sand- und Wasserzufatz den Schnitt und das Entfernen des Schleifchlammes bewerkstelligen, oder indem die Schneide des Blattes nach oben auf die Unterseite des Steines wirksam ist, wie dies bei amerikanischen Constructionen für mittelharten und weichen Kalk- und Sandstein der Fall ist. Bei letzteren ist das Zufliessen von Sand erschwert, hingegen das Entfernen des Schleifchlammes erleichtert.

37.
Säge-
maschinen.

Die Sägemaschinen sind in ihrer rationellsten Form so eingerichtet, daß eine beliebige Anzahl Sägeblätter in einem Rahmen (oder Gatter) eingepannt sind, welcher die Kanten eines vierseitigen Prismas darstellt und, durch Rollen und Gegenwicht an Ketten hängend, so ausbalancirt ist, daß er auf die Steinfläche einen mäßigen Druck ausübt. Die Ecken des Rahmens sind mit Charnieren versehen, und eine Langseite derselben steht mit der Excenter-Antriebswelle in Verbindung. Durch Heben und Senken des Rahmens an den Ketten lassen sich verschieden hohe Blöcke durchfägen und durch die Stellung der Sägeblätter beliebig dicke Platten zu gleicher

³²⁾ *Plinius* sagt in seiner Naturgeschichte, Buch 36, F. 9: »Das Marmor-schneiden geschieht mit Sand. Die (eiserne) schneidende Säge drückt in sehr engen Streifen auf den Sand und schneidet, indem sie hin und her gezogen wird.«

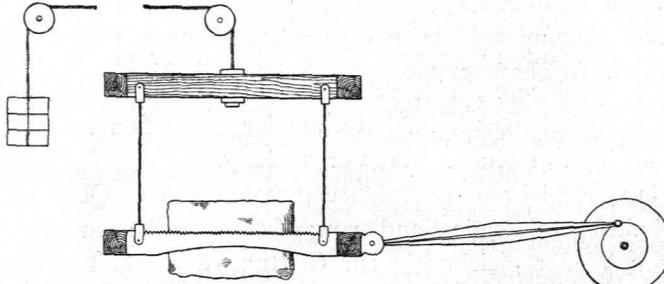
³³⁾ Bei einer älteren von *Pfister* construirten Sägemaschine ist allerdings ein Verticalgatter angewendet worden. Die Schneideblätter sind mit eingefetzten um Nietbolzen drehbaren Zähnen versehen, die beim Niedergange zum Schnitte steif aufstehen, beim Aufgange aber nachgeben, indem sie ein wenig nach unten überkippen.

Ueber die älteren Steinfägen findet sich ein vollständiges Literaturverzeichnis in: Karmarck. Einleitung in die Lehren der mechanischen Technologie. Wien 1825. S. 98.

Zeit in größerer Anzahl herzustellen. Die Zahl der Oscillationen hängt von der Beschaffenheit des Steines und Schnittfandes, so wie von der Größe des angewendeten Druckes ab.

In Fig. 4 ist eine in Amerika für das Zerfägen der dort vielfach verwendeten Kalksteine gebräuchliche, sehr einfache Maschine dargestellt. Fünf Sägeblätter sind in einem Rahmen befestigt, der mittels

Fig. 4.

Steinfäge³⁷⁾.

Gegengewicht aufgehängt, von dem letzteren an die Unterseite des zu zerfägenden Steines angedrückt und durch eine Dampfmaschine in horizontale Bewegung gesetzt wird.

Von jenen Sägemaschinen, die von oben wirksam sind, wären, wenn man von älteren Constructionen³⁴⁾ abieht, zu erwähnen: die Maschine von *Darby* in Deptford³⁵⁾, welche in 10 Stunden 9 bis 10 qm Fläche in hartem Stein schneidet, ferner jene von *Pfaff*³⁶⁾, welche das Schneiden von Platten

schwächster Dimension ermöglicht; endlich eine in Australien viel gebrauchte Maschine englischen Ursprungs³⁸⁾, die dort zum Sägen von Steinplatten verwendet wird, und bei der die Sand- und Wasserzuführung nicht von Hand geschieht, sondern eine Röhre sich quer über die Schnittfuge erstreckt, welche mit Löchern für den Durchgang von Sand und Wasser versehen ist und durch das den Sägerahmen bewegende Pendel in Oscillationen versetzt wird.

In Amerika haben sich in letzter Zeit die Diamantfägen erfolgreiche Bahn gebrochen. Verwendet werden hierzu schwarze Diamantspitzen, sog. Carbons aus Brasilien, die abwechselnd rechts und links am Sägeblatt befestigt werden; sie sind so gefasst, daß sie beim Durchgange durch den Stein eine genügend weite Schnittfuge erzeugen, damit sowohl das Sägeblatt, als auch die Fassung der Diamanten hindurchgehen kann. Das Einsetzen und haltbare Befestigen der Diamanten bereitet Schwierigkeiten; deshalb läßt man derartige Sägen auch nicht doppelt, d. h. beim Hin- und Hergange schneiden, sondern bei jeder Kurbeldrehung nur einmal.

Nach diesem Principe ist die Diamant-Gatterfäge von *Hough Young* in New-York gebaut. Die Leistungsfähigkeit wird außerordentlich gerühmt und soll das Zehn- bis Dreißigfache der Leistung anderer Steinfägen betragen. Nach den gleichzeitig gemachten Angaben über die stündliche Leistung in verschiedenen Steinen ist diese Angabe nur sehr bedingt zu nehmen. Denn wenn z. B. angegeben wird, daß in amerikanischem Marmor von Canaan, Westchester und Lee die Schnitttiefe per Stunde 305 bis 406 mm (12 bis 16" engl.) beträgt, so sind uns hinwiederum Steinfägen Chemnitzer Construction ohne Diamantzähne bekannt, die in böhmischem Silur-Marmor 132 bis 158 mm (5 bis 6" österr.) schneiden; also beträgt die Leistung in diesem Falle nur das 2,5-fache, während allerdings 76 mm (3" engl.) pro Stunde in hartem schottischen Granit gegenüber 11 mm (5") das 7-fache beträgt.

2) Kreisfägen. Nachdem das Sägen der Steine mittels Maschine eingeführt war, lag es nahe, zu diesem Zwecke auch die Kreisfäge zu benutzen.

34) Allg. Bauz. 1858, S. 117.

35) Engineer. Vol. 42, S. 357. Polyt. Journ. Bd. 224, S. 158.

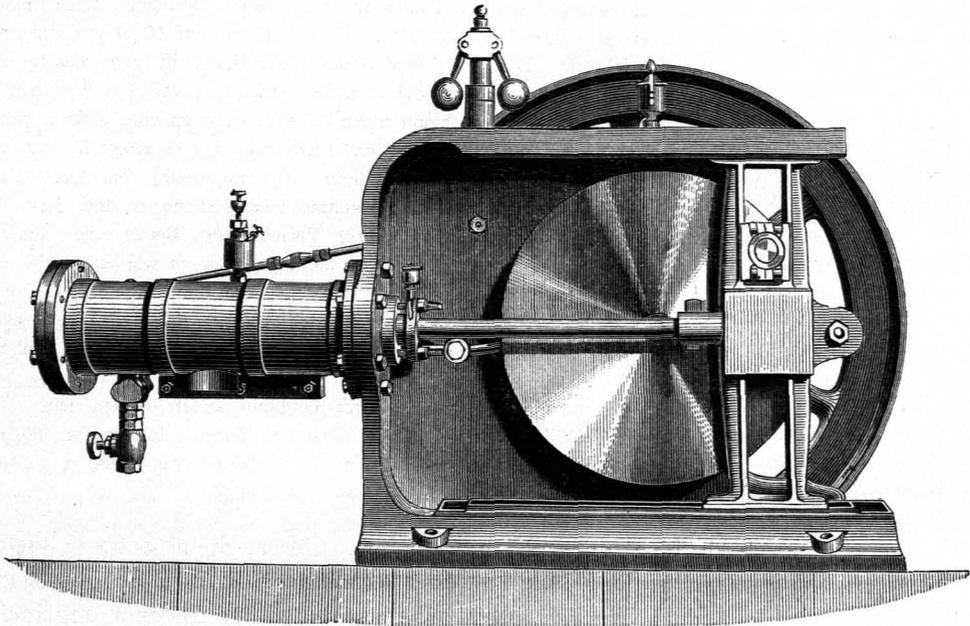
36) Prakt. Masch.-Const. 1879, S. 399.

37) Aus: *Gaz. des arch. et du bât.* 1874, S. 69.

38) Maschinenbauer 1872, S. 50.

Hierher gehört die von *Beverley* und *Atkins*³⁹⁾ in Sheffield construirte Sägemaschine (Fig. 5), bei welcher das Sägeblatt 30 bis 50 Umdrehungen in der Minute macht und 20 Kreisfägen gleichzeitig arbeiten können.

Fig. 5.

Sägemaschine von *Beverley* und *Atkins*³⁹⁾.

Weiters sei der Steinschneidemaschine von *Hunter*⁴⁰⁾ gedacht, die in ihrer stärksten Construction mit 2 Sägen von 1,63 m Durchmesser arbeitet; jede Säge ist am Umfange mit 44 Schneidewerkzeugen versehen. Die Leistung läßt sich etwa daraus abnehmen, daß eine solche Maschine von einem 1,75 × 1,22 m messenden Portlandstein in weniger als 5 Minuten eine Platte von 64 mm Dicke abtrennt.

Ferner sei die in den Travertin-Brüchen von Ribibbia bei Rom gleichzeitig als Steinbrech- und Steinbearbeitungs-Maschine dienende combinirte Kreisfägen-Construction von *Graziosi*⁴¹⁾ erwähnt. Dieselbe ist in Verbindung mit einer Locomobile auf transportablen Schienen montirt, und schneidet direct aus dem gewachsenen Gestein Quadern von durchschnittlich 50 × 25 × 18 cm bei einer Leistung von 25 cbm pro 10 Stunden. Die mittels conischer Räder in einander greifenden Kreisfägen haben zu einander rechtwinklig gerichtete Stellungen, indem die eine Säge mit ihrer Axe senkrecht zur Bahn der Locomobile und mit verticalem Kreisblatt eine Furche in den oben horizontal geebneten, gegen das Radniveau der Locomobile etwas erhöhten Abbaukörper einschneidet; sie macht bei 1,115 m Durchmesser 88 Umdrehungen pro Minute, während zwei andere Horizontalschnitte einfügen, bei 0,658 m Durchmesser und 68 Touren pro Minute. Ein anderes Exemplar der Maschine kann gleichzeitig für einen weiteren Furchenschnitt so vorarbeiten, daß sämtliche Blöcke vollkommen regelmäßig und gebrauchsfähig gewonnen werden können. Diese Kreisfägen haben keinen glatten Rand, sondern sind an der Peripherie mit Stahlmeißeln versehen, ähnlich eingefügt, wie die amerikanischen Diamantmeißel. In dem weichen Travertin und bei der günstigen Lagerung desselben arbeitet die Maschine nach Angabe der Augenzeugen *Gabet* und *Grothe* vorzüglich. Gleiches Gestein von so equaler Härte, wie der Travertin, und ähnliche Betriebsverhältnisse vorausgesetzt, dürfte sie sich überall empfehlen; hingegen ist die Bewegung einer Locomobile auf verschiedenen Niveaus, wie es ja hier vorkommen muß, unter Umständen sehr schwierig und erfordert höchst ausgedehnten Betrieb, um noch ökonomisch zu sein.

Auch die Kreisfägen sind in Amerika nahe an ihrer Peripherie mit Diamantspitzen versehen worden.

³⁹⁾ Engng. Vol. 25, S. 515.

⁴⁰⁾ Engineer. Vol. 32, S. 37. Maschinenbauer 1871, S. 253.

⁴¹⁾ Maschinenbauer 1874, S. 229.

Die hierher gehörige Sägemaschine von *Emerson*⁴²⁾ in Beaver Falls (Pennsylvanien) soll ähnlich ausgiebig, wie die Holzkreisäge arbeiten, und sich der Härte und Structur der Steine durch Variation der Tourenzahl von 5 bis 500 und durch Veränderlichkeit des Vorschubes und Schnittdruckes des Steines, ohne Tourenänderung der Hauptwelle, so wie durch Verwendung von Stahlmeißeln statt Diamanten in jeder Beziehung anschließen. Stahlmeißel bedingen geringe Tourenzahl bei starkem Vorschub, Diamantmeißel schnelle Drehung bei geringem Vorschub. Der Vorschub läßt sich von 1,5 mm auf 10 cm pro Umdrehung der Säge von der Sägenachse aus verstellen. Das Bett, worauf der Block liegt, ist ganz analog einem Metall-Hobeltisch gebaut und läßt sich beim Leergang viel schneller rück- und vorwärts bewegen, als während des Schnittes. Eben so kann die ganze Säge sammt allem Zubehör gehoben oder gefenkt werden, ohne ihre Umdrehung zu hemmen oder die Riemenspannung zu verändern, wodurch es möglich wird, einen Stein in derselben Ebene mittels Ober- und Unterschnitt zu sägen. Die Säge selbst hat 1,85 m Durchmesser und ist mit 48 Diamanten, resp. Stahlmeißeln armirt. Es können sonach Steine von über 1,5 m Dicke mittels Ober- und Unterschnitt durchgefägt werden, während der Vorschub des Bettes eine Länge des Schnittes von über 4,5 m gestattet. Vom Bett braucht der Stein nicht gehoben zu werden, wenn er in mehrere Platten getheilt oder mit schiefen Schnitten versehen werden soll, weil die Säge durch Drehung eines kleinen Handrädchens auf ihrer Achse verschoben und unter jedem Winkel eingestellt werden kann. Die Leistung muß, wie von Augenzeugen versichert wird, eine ganz außerordentliche fein und soll mehr als die von 100 Handfägen betragen.

In einer Stunde sollen 36,5 m Schnittlänge in hartem Borea-Sandstein erzielt worden sein. Wenn wir auch einige Zweifel in die praktische Stichhaltigkeit dieser Angaben setzen, so stimmen doch die Touren- und Vorschubzahlen damit überein, und läßt das Gewicht der Maschine von 12000 kg auf solide Construction schließen.

Die Steinfägen dienen hauptsächlich dazu, um größere Steinblöcke in kleinere zu zerlegen, bezw. dieselben in dünne Platten zu zer schneiden; doch werden gegenwärtig Sägemaschinen auch vielfach dazu benutzt, aus rohen Blöcken regelmäsig gestaltete Steine zu schneiden oder unregelmäßige Steinflächen durch Wegschneiden einer dünnen Schicht eben herzustellen. Alsdann gehören die Sägen zu den Steinbearbeitungs-Maschinen und bilden so den Uebergang zu denselben⁴³⁾.

38.
Stein-
bearbeitungs-
Maschinen.

Steinbearbeitungs-Maschinen. Auch für die Bearbeitung der Steine ist die Maschinenkraft bereits mehrfach in Anwendung gekommen. Man kann unterscheiden: Hobelmaschinen zur Herstellung beliebiger ebener, gekrümmter und gebrochener Flächen; ferner Bohrmaschinen zur Herstellung von Löchern und Röhren, wozu auch die Stein-Drehbänke gehören; endlich die Schleif- und Polirmaschinen.

39.
Hobel-
maschinen.

1) Die Hobelmaschinen wirken zur Ebnung von Flächen oder zur Herstellung von Profilierungen, Gefsimen etc. in ähnlicher Weise, wie die Holz- und Metallbearbeitungs-Maschinen. Man kann drei Hauptsysteme unterscheiden, je nachdem die Bearbeitung durch rotirende Meißel, welche an einer Welle sitzen, oder durch schiefen Stofs, ähnlich wie bei der Handarbeit, oder durch schabenden Druck geschieht.

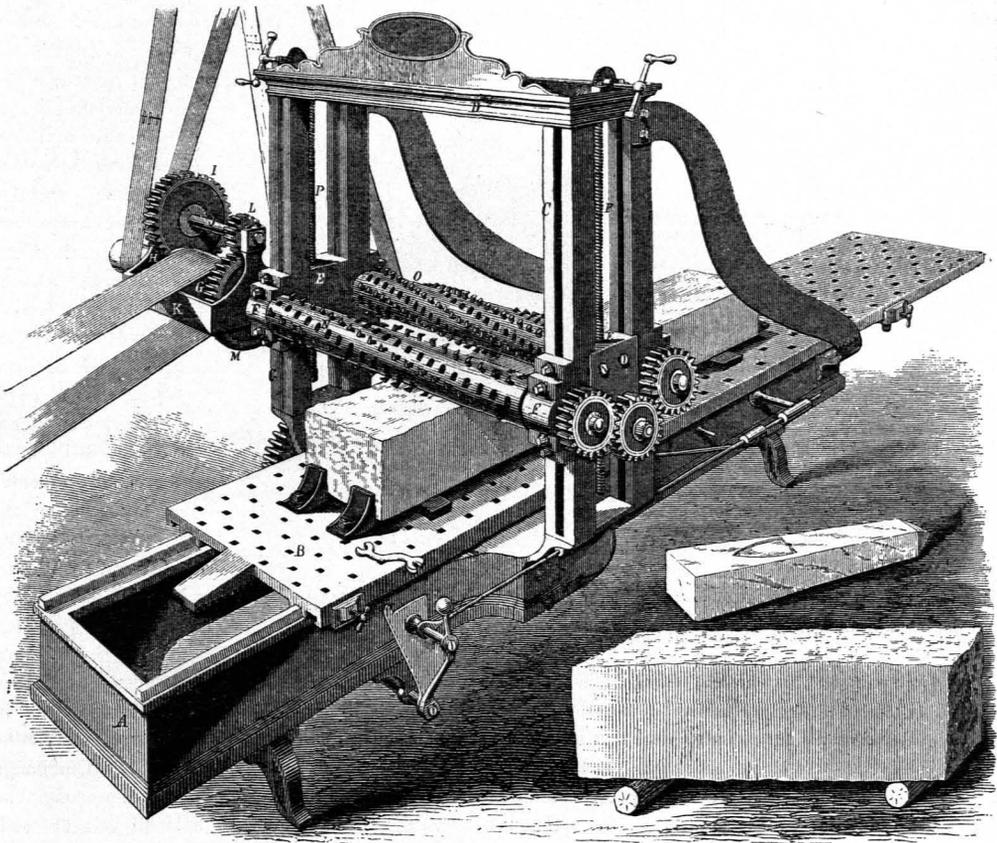
a) Zur ersten Classe zählt der *Mastodon stone dresser* von *Anderson*⁴⁴⁾. Es ist dies eine nach dem Princip der Holz-Fräsmaschinen arbeitende Construction. Fig. 6 zeigt die Ansicht derselben. Auf einem Bett *A* bewegt sich der Tisch *B* durch Zahnstangen-Antrieb, wie bei einer Metallbearbeitungs-Maschine, sammt dem Steinblock beliebig vor- und rückwärts. Darüber befinden sich die auf- und abbewegten Blöcke *E*, welche in Lagern rotirende Messerwalzen *N* und *O* tragen. Die Walze *N* ist mit knieförmig gebogenen Spitzmeißeln (Fig. 7) versehen und dient als Schroppwalze. Die Welle *O* trägt ebenfalls knieförmig ge-

42) *Scientif. Americ.* Vol. 31, S. 159. *Maschinenbauer* 1873, S. 116; 1874, S. 356.

43) Ueber Steinfägen siehe auch noch: *Ueber Steinfägen mit Diamantspitzen und deren Ersatz.* *Engng.* Vol. 23, S. 281. *Prakt. Masch.-Const.* 1877, S. 478.

44) *Scientif. Americ.* Vol. 25, S. 223.

Fig. 6.

Maßrod stone dresser von Anderson⁴⁴⁾.

bogene Flachmeißel (Fig. 8) und dient als Schlichtwalze. Die Meißel sind spiralförmig angeordnet und zwar so, daß stets nur 4 Meißel auf jeder Walze gleichzeitig angreifen und daß die Schlichtmeißel sich etwas überdeckende Furchen schneiden und so eine glatte Fläche erzeugen. Die Meißel sind in Löcher der Walzen gesteckt und mittels Pressschrauben befestigt. Sie sind aus Stahl oder Hartguß und arbeiten langsam, stoßfrei und ohne Erhitzung. Für Granit und Quarzit dienen Diamanteinfätze. Die Walzen werden bis zu 1,8 m Länge hergestellt, so daß Steine von dieser Länge bearbeitet werden können. Das Bearbeiten findet bis auf eine Tiefe von 76 mm statt, und es soll die Arbeit einer solchen Maschine der von 30 bis 50 Steinhauern gleichkommen.

Ziemlich ähnlich ist eine Steinbearbeitungs-Maschine von *Holmes*⁴⁵⁾ in Mold eingerichtet, eben so die von *Stacy*⁴⁶⁾ in New-York; nur laufen bei der letzteren die rotirenden Meißel spiralförmig angeordnet in Führungen und communiciren am Kopfe mit kleinen Fallhämmern, welche beim Niederdrehen auf den Meißel fallen und ihn ähnlich, wie der Steinmetz, in den Stein eintreiben; hierdurch sind die Percussionsmaschinen, die durch Stoß arbeiten, nahe verwandt.

Hierher gehört auch noch die von *Brunton* und *Trier*⁴⁷⁾ in London construirte Steinbearbeitungs-Maschine, welche auf der Welt-Ausstellung in Paris 1878 durch ihre Leistung an härtesten Gesteinsarten

Fig. 7.

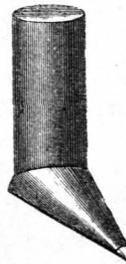
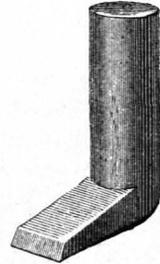


Fig. 8.



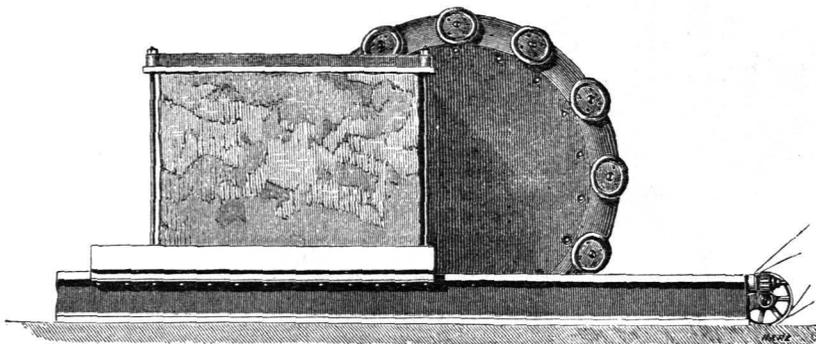
⁴⁵⁾ Iron, Vol. 3, S. 552.

⁴⁶⁾ Maschinenbauer 1874, S. 195.

⁴⁷⁾ Prakt. Masch.-Conf. 1878, S. 357. Polyt. Journ. Bd. 230, S. 5. Maschinenbauer 1879, S. 1.

Auffehen erregte und die Eigenthümlichkeit zeigt, daß das Werkzeug eine doppelte rotirende Bewegung hat. Die linienförmige Werkzeug- oder Messerscheibe (Fig. 9) von 1,8 m Durchmesser trägt an ihrem Umfang 12 etwas schräg gestellte kreisförmige Messer von ca. 30 cm Durchmesser. Die erstgedachte Scheibe dreht sich um eine horizontale Welle (100 Umdrehungen in der Minute), welche Bewegung die aus Hartgufs angefertigten Messer mitmachen. Die letzteren werden durch Antrieb von innerhalb der

Fig. 9.

Steinbearbeitungs-Maschine von Brunton und Trier⁴⁷⁾.

gelegenen conischen Rädern in weitere Rotation um ihre eigene Achse veretzt. Mit einer Umfangsgeschwindigkeit von 5,632 m pro Minute werden cycloidale Schnitte von 3 bis 4 cm Tiefe und 1,4 m Höhe bei unbegrenzter Länge ausgeführt. Die Leistung, welche der Arbeit des Scharrens etwa entspricht, erfordert für 1 qm zu bearbeitender Fläche für Granit 4, für harten Kalkstein 2 1/2 und für Sandstein 2 Minuten.

β) Unter den Maschinen, deren Meißel durch schiefen Stofs auf die zu bearbeitenden Steinflächen wirken und hierdurch die Handarbeit nachahmen, sei zunächst die beim Bau der neuen Themfe-Quais in London veruchsweise angewandte Maschine genannt, bei der der Steinblock unter einer, mit einer Reihe von Meißeln oder mit einem einfachen Messer versehenen Querfange durchgeführt wurde. Die Querfange wurde durch eine Kurbelachse in eine Art oscillirender Bewegung veretzt, welche die Bewegung von Hand und Klöpfel des Steinhauers genau nachahmte und sie nur an Kraft und Schnelligkeit übertraf. Zuerst wurden die Meißel angewendet; sie durchzogen den Block mit einer Reihe von Rinnen, und durch das große Messer wurde alsdann die vollständige Ebnung vorgenommen. Die Leistung soll der von 7 bis 8 Steinhauern gleich gekommen sein.

Die schon genannte Firma Holmes⁴⁸⁾ in Mold hat auch eine unter die vorliegende Classe einzureihende Maschine construiert. Zwei mit Meißeln besetzte Messerköpfe sind in zwei Armen gelagert, welche mit den Meißeln abwechselnd von einem Ende zum anderen oder von rechts nach links über den Steinblock gehen. Mittels eines oscillirenden Hebels wird den Meißeln eine absetzende Kreisbewegung ertheilt, hinreichend groß, um sie bei jedem Hube Splitter vom Steine abschlagen zu lassen, in ganz ähnlicher Weise, wie dies durch den gewöhnlichen Steinhauermeißel geschieht. Man kann eben so ebene, wie gekrümmte Flächen herstellen. Pro Tag kann man 18 bis 28 qm Steinfläche bearbeiten.

Atchison in Boston construiert eine Maschine⁴⁹⁾ mit zwei Werkzeugen, die eine pendelnde Bewegung haben und die hin- und hergehende Steinfläche mit 6000 Schlägen in der Minute bearbeiten. Die Werkzeuge, die in einem starken Kopfstück angebracht sind, haben eine halbkreisförmige Gestalt und bestehen aus sog. Jeffop-Stahl; sie können mindestens 45 Minuten arbeiten, ohne daß man sie auszuwechseln braucht; ein Satz Werkzeuge führt auf diese Weise 2700 Schläge aus, bevor es einer Schärfung bedarf.

In die vorliegende Gruppe gehört ferner die Maschine von Lloyd⁵⁰⁾.

Auch manche durch Stofs wirkende Gesteins-Bohrmaschinen lassen sich als Steinbearbeitungs-Maschinen verwenden; die Bohrmaschine nach dem System Schramm-Mahler ist eigens hierzu eingerichtet.

γ) Von den Steinbearbeitungs-Maschinen, die durch schabenden Druck arbeiten, seien zunächst die-

⁴⁸⁾ Engng. Vol. 6, S. 489. Maschinenbauer 1869, S. 146.

⁴⁹⁾ Scientif. Americ. Vol. 40, S. 291. Maschinenbauer 1879, S. 291.

⁵⁰⁾ Maschinenbauer 1870, S. 385.

jenigen hervorgehoben, bei denen den feststehenden Meßern der zu bearbeitende Stein in geradliniger Bewegung entgegengeführt wird, welche demnach in ganz ähnlicher Weise, wie die Metall-Hobelmaschinen arbeiten.

Wir nennen hier zuerst die in Fig. 10 dargestellte Maschine von *Robinson and Son*⁵¹⁾ in Rochdale, deren Stahlmeißel 1,8 mm dick sind; dieselbe hobelt in 9 Stunden 28 bis 46 qm ebene Fläche, welche Arbeit etwa $\frac{1}{4}$ des Betrages der Handarbeit kostet. Diese Maschine gestattet auch das Hobeln von Profilierungen, in welchem Falle jedoch die Meißel dicker genommen werden.

Die Maschine, nach *Brearly und Marsden's* System, gleichfalls von *Robinson and Son*⁵²⁾

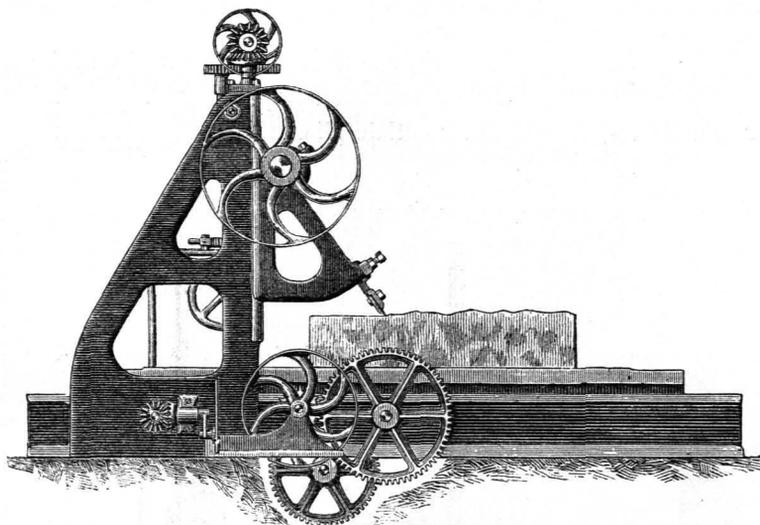
in Rochdale gebaut, dient zur Herstellung von ebenen, aber geradlinig profilirten Flächen. Die nach der Gestalt der herzustellenden Arbeitsflächen geformten Meißel sind aus dünnen Stahlplatten gefertigt; von den zwei Meißelreihen dient die eine zum Vorarbeiten, die zweite für die Vollendungsarbeit. Während die eine Reihe auf den Stein einwirkt, läuft die zweite leer mit und umgekehrt. Auf größeren Maschinen können pro Arbeitstag ca. 24 qm Steinfläche fertig bearbeitet werden.

Die Maschine von *Western und Cie.*⁵³⁾ in London dient hauptsächlich zur Herstellung von Gefimfen; beinahe jeder Stein läßt sich mit kleiner Betriebskraft bearbeiten; in mittelharten Stein kann ein gewöhnliches Gefimfe von 1,25 m Länge in $\frac{1}{4}$ Stunde angefertigt werden. Die Maschine von *Esterer* in Altötting dient zur Herstellung von cannelirten Säulen aus Marmor und ähnlichen weichen Gesteinsarten. Die combinirte Maschine von *Birell und Rotheroe*⁵⁴⁾ in London enthält zunächst eine Säge zum Zerfchneiden der aus den Brüchen kommenden Steinblöcke, alsdann eine Maschine zur Herstellung von glatten Flächen (eine Art Schleifmaschine) und schließlich eine Hobelmaschine zur Herstellung einfacher Profilierungen in weichen Gesteinsarten; die letztere arbeitet gleichzeitig mit 4 Stahlmeßern, und zwar beim Hin- und Hergehen des Steines.

δ) Eine zweite Art von durch schabenden Druck wirksamen Maschinen arbeitet mit sehr rasch rotirenden Meißeln, welche in größerer Zahl an einem gemeinschaftlichen Werkzeugkopf sitzen, und unter denen der Steinblock hin- und hergeschoben wird.

Das schon genannte Etablissement von *Brunton und Trier*⁵⁵⁾ hat eine solche, in Fig. 11 veranschaulichte Maschine construiert. Der auf der verticalen Meßerwelle befestigte Meßerkopf macht 1200 Umdrehungen, wobei cycloidale Nuthen in den Stein eingearbeitet und große Späne losgetrennt werden. Der Steinblock wird mit einer Geschwindigkeit von 60 cm (für Granit) bis 1,8 m (für Sandstein) vorgeschoben. Pro Minute werden 0,14 qm Granit oder 0,18 qm härtesten Sandsteines bearbeitet; in 48 $\frac{1}{2}$ Minuten soll die Maschine das Dreifache von dem arbeiten, was ein Steinhauer in einem Tage leisten kann.

Fig. 10.

Steinbearbeitungs-Maschine von *Robinson and Son*⁵¹⁾.

⁵¹⁾ Iron, Vol. 14, S. 549.

⁵²⁾ Engng. Vol. 28, S. 300. Polyt. Journ., Bd. 235, S. 102.

⁵³⁾ Polyt. Journ., Bd. 230, S. 304.

⁵⁴⁾ Engineer, Vol. 25, S. 114.

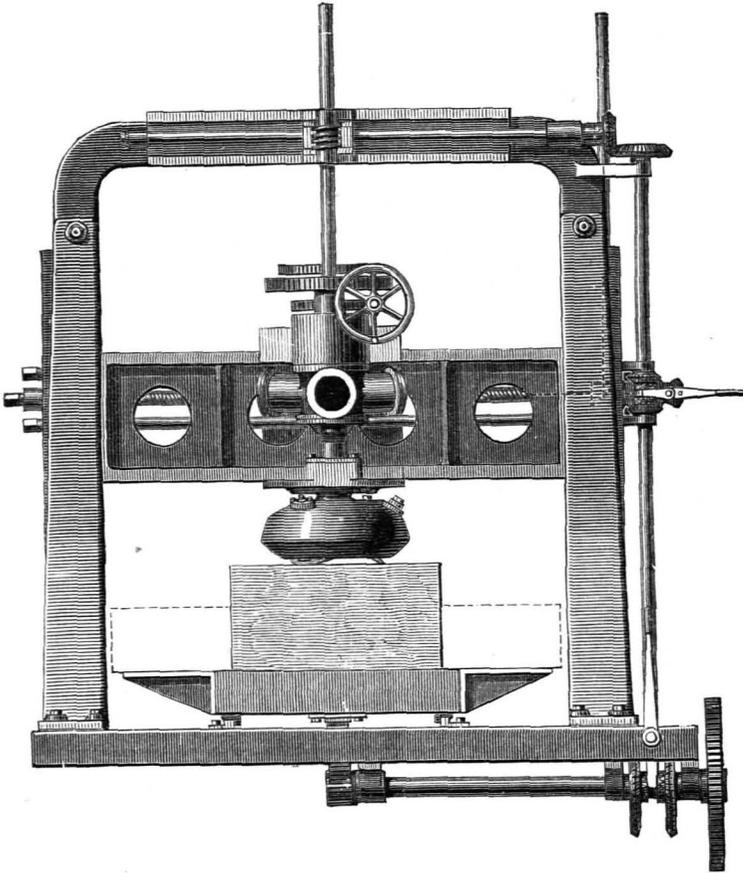
⁵⁵⁾ Engng. Vol. 23, S. 247. Revue industr. 1877, S. 209. Polyt. Journ. Bd. 225, S. 133. Prakt. Masch.-Conf. 1877, S. 257. Maschinenbauer 1877, S. 323.

Hierher gehört ferner die Maschine von *Holmes und Payton*⁵⁶⁾, welche ähnlich der *Anderson'schen* Maschine construirt ist und durch sinnreiche, beliebig herzustellende Kuppelung dreier Scheiben an der Messerwelle eine hin- und hergehende Bewegung derselben und eine beliebige Einwirkung und Winkelstellung der Messer zu bewirken gestattet. Es können mit dieser Maschine nicht bloß gerade Flächen, sondern auch Gefimfe gehobelt werden.

40.
Bohr-
maschinen.

2) Bohrmaschinen. So wie überhaupt England und Amerika in der Erfindung von Steinbearbeitungs-Maschinen unerfchöpflich sind, so haben die Amerikaner auch zur Herstellung von Säulen kolossale Diamant-Kernbohrmaschinen⁵⁸⁾ construirt, womit

Fig. 11.



Steinbearbeitungs-Maschine von *Brunton und Trier*⁵⁷⁾.

z. B. zum Capitol von Illinois direct aus dem Marmorfels 1^m starke Säulen herausgebohrt wurden, während *Eaßmann* wieder zum Canneliren von Säulen eine der *Brunton* und *Trier'schen* Maschine ähnliche Construction erdacht hat.

Wir müssen jedoch nach Aussagen von Praktikern, welche mit Steinbearbeitungs-Maschinen Erfahrungen machten, im Allgemeinen constatiren, daß mit denselben, in Rücksicht auf die hohen Anschaffungs- und Betriebskosten, häufig eine theurere Arbeit geliefert wird, als von Hand, wengleich die Zeiterparnis, besonders der Handarbeit gegenüber, bedeutend ist.

41.
Dreh-
bänke.

Besser haben sich für gewisse weichere Gesteinsarten (Marmor etc.) die gleichfalls hierher gehörigen Stein-Drehbänke bewährt. Dieselben arbeiten ähnlich, wie die großen Metall-Drehbänke, und zwar unter langsamer Rotation und starkem Druck.

Schmidt in Ober-Peclau verarbeitet mit feiner Maschine⁵⁹⁾ rohe Granitblöcke zu allen möglichen Bautheilen, wie Platten, Schwellen, Stufen, Plinthen, Säulen, Mauer- und Gewölbquadern, Gefimfen etc.,

⁵⁶⁾ Maschinenbauer 1874, S. 89.

⁵⁷⁾ Engg. Vol. 23, S. 247.

⁵⁸⁾ Aehnlich eingerichtet, wie die *Beaumont'schen* Diamant-Bohrmaschinen, von denen noch im III. Theil dieses »Handbuches« (Abth. II, Abfchn. 1, Kap. 1: Untersuchung des Baugrundes) die Rede sein wird.

⁵⁹⁾ Maschinenbauer 1878, S. 414.

fogar zu Canalröhren aus einem Stück, wobei in letzterem Falle der ausgechnittene cylindrische Theil noch als Säule, Walze oder zu Röhren von kleinerem Durchmesser verwendbar ist.

3) Die Schleif- und Polirmaschinen sind nichts weiter als horizontale, rasch rotirende Stahlscheiben, auf welche der zu schleifende Stein gelegt und befestigt ist, während durch einen selbstthätigen Zufluss Schleifsand oder Polirmasse und Wasser zugeführt wird. In der Marmor-Mosaikwaarenfabrik von *Neumüller* in Nufsdorf führt ein horizontal über ein System von mehreren auf einander folgenden Schleiffscheiben laufendes Paternosterwerk selbstthätig die zu schleifenden Mosaikplatten über dieselben, wodurch alle Minuten ein Stück fertig geschliffen wird.

42.
Schleif- u.
Polir-
maschinen.

Für größere Flächen dienen einfache, mit einer Excenterwelle durch Stangen und Charniere lose verbundene Klötze mit hin- und hergehender Bewegung, welche das Schleifmittel unter regulirbarem Wasserzulauf über das Schleifstück führen.

Wilkinson hat zum Abputzen und Schleifen von glatten Façaden-Verkleidungen einen *Vertical stone rubber*⁶⁰⁾ einfachster, leicht transportabler Art constructirt. An einem an die zu schleifende Mauer gelehten Dreiecks ist im Scheitel eine Rolle angebracht, über welche ein Seil läuft, das einen Kasten trägt; dieser ist zweitheilig und enthält im oberen Theile Wasser zum Abwaschen des Schleifschlammes. Dieses kann in beliebiger Menge durch Löcher in die untere Abtheilung dringen, welche mit Sand gefüllt und an der Wandseite offen ist, so daß der Sand auf die Mauer wirken kann. Durch ein Gegengewicht am anderen Ende des Seiles ist der Kasten ausbalancirt und kann in einer Pendelbewegung hin und her beliebig hoch oder tief arbeiten.

Wichtig ist dabei, daß die Oeffnung an den Rändern gleichmäßig auf die Mauer drückt, um den Sand genügend auszunutzen. Gegenüber der in London früher gebrauchten Methode, die Façaden mit Sand abzureiben, erparter der *Stone rubber* über 50 Procent Arbeit⁶¹⁾.

Die Conservirung von Bausteinen ist wohl nur in Ausnahmefällen nothwendig. Derartige Fälle treten aber ein, wenn bei wichtigen, namentlich monumentalen Bauten die Steine Zerstörungsercheinungen zeigen, welche entweder ästhetisch oder gar constructiv gefährdend wirken. Weitauß in den meisten solchen Fällen war von vornherein die Auswahl des Baumaterials eine verfehlte; am Kölner Dom z. B. war vorweg zeretzter mit großen Feldspathindividuen durchspickter Trachyt die Ursache der Zerstörungsercheinungen; so manche Sandsteine zeigen an Bauten des vorigen Jahrhunderts, wo man der schnörkelhaften Zopffornamentik halber möglichst weichen Stein suchte, grauenhafte Verwitterungen, und auch der Löwe *Thorwaldsen's* in Luzern ist diesem Schickfal verfallen.

43.
Conservirung
der
Bausteine.

Hier sei nochmal aus Art. 33, S. 94 wiederholt, daß alle zu dichten, als selbständige feste Krusten auftretenden Ueberzüge wegen der verschiedenen Ausdehnung bei Temperatur-Extremen schädlich sind. Damit ist jedoch nicht gesagt, daß Conservirungsmittel ohne Nutzen wären. Im Gegentheil, richtig und rechtzeitig angewendet, können sie einen Stein vollkommen und dauernd gegen die zerstörenden Einflüsse der Atmosphärien schützen⁶²⁾.

⁶⁰⁾ Builder 1874, S. 29.

⁶¹⁾ Vergl. auch: Schleifen und Poliren steinerner Säulen auf der Drehbank. Polyt. Journ. Bd. 229, S. 322. — Maschinenbauer 1879, S. 91. — Das Schleifen und Poliren steinerner Platten und Gesimse. Maschinenbauer 1879, S. 131.

Ferner über maschinelle Bearbeitung der Bausteine im Allgemeinen:

Ämtlicher Bericht über die Wiener Weltausstellung im Jahre 1873. 2. Band. Braunschweig 1874. Steinbearbeitungsmaschinen. S. 142. — Ueber die Anwendung des Diamants zur Bearbeitung von Stein. Maschinenbauer 1873, S. 154. — Terrier, Ch. *Préparation mécanique des pierres de taille*. Gaz. des arch. et du bât. 1874, S. 68. Romberg's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1874, S. 243. — Versuche über Steinbearbeitung mittels Maschinen. Deutsche Bauz. 1868, S. 403 u. 414. — Die Steinbearbeitungsmaschinen auf der Weltausstellung. Haarmann's Zeitschr. f. Bauhdw. 1878, S. 129. — Uhlend, W. H. Handbuch für den praktischen Maschinen-Constructeur. III. Band. 21. Steinbearbeitung. Leipzig 1880.

⁶²⁾ Vergl. Burnell, G. R. *On building-stones — the causes of their decay, and the means of preventing it*. Builder 1860, S. 132, 147, 163.

Als ein Hauptmittel der Conservirung dient an sich schon die Herstellung einer echten Politur, weil dadurch den Atmosphären und namentlich auch dem Staube und den Flechtenkeimen möglichst wenig Angriffspunkte geboten werden. Im Grunde handelt es sich also auch bei den porösen Steinen darum, diese Angriffspunkte zu vermindern und zwar dadurch, daß die Poren mit unveränderlicher Substanz gefüllt werden. Indem wir hier von eigentlichen Anstrichen und Inkrustationen absehen, sei nur erwähnt, daß Tränken mit heißem Theer oder mit in Theer gelöstem Asphalt dort, wo die Farbe Nebensache ist, also in Fabrikräumen, wo Säuredämpfe sich fortwährend bilden, ein lange vorhaltendes Präservativ bildet. Eben so können Löfungen von Kautschuk in Schwefelkohlenstoff, Petroleumspirit oder Terpentin als brauchbar und haltbar empfohlen werden. Jedoch dürfen derlei Löfungen nie zu dicklich fein und sollten nur, ganz dem Porositätsgrade entsprechend, so stark aufgetragen werden, so lange noch Absorption eintritt.

Dasselbe gilt von der Behandlung von Steinflächen mit Harz-Thonerde-seife. Es wird zuerst eine Alaunlöfung oder schwefelsaure Thonerde aufgetragen und nachher erst eine Harzseifenlöfung. Aehnlich wirksam verhält sich Kalkwasser und Harz-Terpentinlöfung durch Bildung einer Kalkharzseife. Alle diese organischen Verbindungen oxydiren und humificiren sich allmählich; länger als 5 bis 6 Jahre kann mit Sicherheit die conservirende Wirkung nicht angenommen werden.

Besser verhalten sich hierin anorganische Mittel, insbesondere das vielfach ungerecht beurtheilte Wasserglas. Es ist richtig, daß dasselbe an wenig porösen Gesteinen, besonders an Marmor so gut wie gar keine Wirkung hervorbringt; es ist richtig, daß zu concentrirte und zu oft aufgetragene Löfungen spröde, zur Abblätterung neigende Krusten erzeugen können, besonders wenn der Stein ohnedies schon aufsen zerfört war. Allein andererseits zeigen Bauten, welche vor 13 bis 15 Jahren mit Wasserglas rationell behandelt wurden, unverändert frische und tadellose Flächen, so die Karlskirche und die Rossauer Caferne in Wien, wobei bemerkt wird, daß die conservirende Kraft bei Ziegeln eben so sich äußert wie bei natürlichem porösen Stein.

Directe Erzeugung von Kalk-Silicat durch nachherige Behandlung mit Chlorcalcium bringt einen unveränderlichen weniger spröden, gelatinösen Niederschlag in den Poren hervor. Bei Sandsteinen und überhaupt sehr porösen Steinen eignen sich als bestes Mittel gegen Flechtenüberzug Oxalsäure, schwefelsaure Thonerde und zur Fällung der Schwefelsäure noch Baryt- oder Kalkwasser. Aehnlich verhalten sich Bor säure und Barytwasser oder Zinkvitriol und Barytwasser.

Die Literatur über »Steinfägen« und »Steinbearbeitungs-Maschinen« ist in den Fußnoten 33 bis 61 auf S. 97 bis 105 angegeben.

2. Kapitel.

Keramische Erzeugnisse.

VON HANS HAUENSCHILD.

44.
Keramik
im
Allgemeinen.

Wenn der Stein das naturgemäße und das edelste materielle Substrat der Architektur ist, so sind jene Materialien, welche mittels eingreifender Aggregats- oder chemischen Aenderungen die Eigenschaften guter Steine erlangen, das weitverbreitetste