

S t e i n b e a r b e i t u n g e n

B r u n o P o r t m a n n

Durch meine Tätigkeit als Steinhauer und Architekt komme ich immer wieder in Kontakt mit schönen alten Natursteingebäuden. Die Aussicht, als heutiger Steinhauer diese Gebäude nur noch restaurieren zu dürfen, war in Anbetracht der grossartigen Arbeiten einer der Hauptgründe, dass ich nach meiner Ausbildung als Steinhauer Architektur studierte. Zudem habe ich im Restaurierungsbereich immer wieder erfahren müssen, wie wenig über Bearbeitungsarten bekannt ist, und zwar sowohl bei Handwerkern als auch bei Akademikern. Dieser Mangel führt nicht selten zu exotischen Bearbeitungsvarianten; so wurde zum Beispiel für die Randschläge anstelle des Schlageisens ein druckluftbetriebenes Hartmetallzahneisen benutzt, statt einer Bahnspeitzung sind die Bahnen mit einer Trennschleifmaschine eingeschnitten und das überstehende Material mit dem Hammer abgeschlagen oder die Bearbeitung wird zwecks Farbentfernung einfach weggeschliffen!

Solche Beispiele zeigen, dass die Oberflächenstruktur und somit die Bearbeitung auch heute noch eine untergeordnete Rolle spielen, obwohl es hier um eine zeit- und ortstypische Sprache geht.

Aus dieser Erkenntnis heraus entstand die Idee, ein illustriertes Buch über die Vielfältigkeit der Natursteinbearbeitungen zu verfassen, das dem Betrachter einen raschen, aber dennoch umfassenden Überblick gestatten soll.

Einführung

Geschichtliche Abfolge der Bearbeitungsmethoden	10
Zu den Bearbeitungsbegriffen	12
Einteilung der Gesteinsarten in Bearbeitungsgruppen	13
Randschlag	17
Werkzeuge und Bearbeitungen	18

Bearbeitungen

Zu den Bearbeitungsbildern	20
Bearbeitungsübersicht	22
Spalten (Schroten, Stossen)	24
Spitzen	28
Zahnflächen	36
Zahnen	42
Kröneln	48
Stocken und Riffeln	52
Flächen	62
Stelzen	70
Scharrieren	74
Hamburgern	80
Glatt- und Zahnhobeln	84

Sägen	90
Schuren	94
Schleifen	98
Polieren	102
Nadeln	106
Sandstrahlen	110
Flammen	114
 Literaturverzeichnis	 130

Geschichtliche Abfolge der Bearbeitungsmethoden

Bereits in der Steinzeit wurden mittels Abschlagen, Bohren und Schleifen Reliefs, Figuren und Werkzeuge aus verschiedenen Natursteinen und Mineralien hergestellt, jedoch kann noch nicht von einer steinmetzmässigen Bearbeitungstechnik gesprochen werden. Erst in der Bronzezeit werden die Grundvoraussetzungen mit dem Aufkommen des Spitzmeissels (Spitzeisen) dazu geschaffen.

Die alten Ägypter bildeten die erste Kultur, welche Natursteine im grossen Stil brach und verarbeitete. Sie verfeinerten die Schleiftechnik zum Polieren, erfanden eine «handbetriebene Säge», mit der sie Steinblöcke, meist aus Marmor, Kalkstein oder Sandstein, aufsägten. Für härtere Gesteine wie Granite oder Diorite benutzten sie anfangs steinerne Flächen aus Dolerit, um das überstehende Material abzarbeiten. Zusätzlich kannten sie seit dem Alten Reich Kernbohrverfahren, die sie auch im Hartgesteinsabbau einsetzten.

Die Römer erfanden das Eisenkeilspalten im 6. Jh. v. Chr. und brachten es etwa 300 Jahre später, während ihrer Eroberungszüge, den Ägyptern bei. Hier wäre anzufügen, dass Steine auch mittels anderer Verfahren gespalten werden können, beispielsweise, indem in ein Bohrloch mit einem stumpfen Meissel ein weiches Metallstück getrieben wird, das die nötige Sprengkraft erzeugt, eventuell fanden auch Holzkeile oder Bronzemeissel Verwendung.

Die Griechen entwickelten, ebenfalls im 6. Jh. v. Chr., das Zahneisen und die Zahnfläche (Zahnbeil).

Im Mittelalter ging das Scharriereisen aus dem Schlageisen hervor. Die Erfindung des Krönels verhalf dem Scharrieren zu Eisenbreiten von über 10 cm und zu der typischen Scharrierung in Rille während des Barocks. Im 17. Jahrhundert kam der Stockhammer dazu und nach 1850 der Hobel.

Mit den Maschinen entstanden nochmals neue Bearbeitungsmethoden wie das Nadeln, das Sandstrahlen und das Flammen. Schleifen, Polieren, Sägen und Stocken konnten nun maschinell ausgeführt werden und verdrängten damit die handwerklichen Bearbeitungsmethoden in ein Nischendasein. Mit dem Wechsel der Bearbeitungen vollzog sich auch ein Wechsel bei den verwendeten Materialien. Heute werden anstelle der handwerklich gut formbaren Sandsteine, Kalksteine und Marmore meist relativ harte Gesteine wie Granite, Gneise, Migmatite usw. verwendet, die nur unter Zuhilfenahme von Maschinen rationell verarbeitet werden können.

Zu den Bearbeitungsbegriffen

Die Begriffe Abarbeitung, Endbearbeitung, Schlussbearbeitung und Überarbeitung sind verwirrend, deshalb soll hier versucht werden, für etwas Klarheit zu sorgen.

Jede Bearbeitung ist eine Abarbeitung, auch wenn mitunter nur ein geringer Materialabtrag erfolgt. Zudem versteht man unter einer Abarbeitung immer einen oder mehrere werkzeug- oder maschinenspezifische Arbeitsschritte, welche der zuletzt ausgeführten Bearbeitung vorausgehen. Die als letzte aufgebrachte Abarbeitung oder Bearbeitung nennt man demnach Endbearbeitung oder Schlussbearbeitung. Falls die vorherige Bearbeitung gesägt war, spricht man auch von einer Überarbeitung. Der Begriff Überarbeitung wird zusätzlich von der Denkmalpflege verwendet und bezeichnet dort das heute meist nicht mehr tolerierte Überarbeiten einer Originalbearbeitung.

Um also eine bestimmte End- oder Schlussbearbeitung zu erhalten, ist und war immer eine Abfolge von Bearbeitungen oder Arbeitsschritten nötig, wobei die Abfolge sich je nach Zeit, Tradition, Werkzeug, Steinmetz und Gesteinsart änderte.

Einteilung der Gesteinsarten in Bearbeitungsgruppen

Steinbearbeitungen müssen immer im Kontext mit den zu bearbeitenden Steinen betrachtet werden. Man kann grob gesagt die traditionellen handwerklichen Bearbeitungen in drei Gruppen zusammenfassen, ähnlich wie dies mit den Gesteinshauptgruppen (Tiefengesteine, Ablagerungsgesteine und Umwandlungsgesteine) gemacht wird. Allerdings decken sich die Bearbeitungsgruppen nicht mit den Gesteinshauptgruppen, dies wäre doch etwas zu einfach. Nur die Gesteinsarten können jeweils einer Bearbeitungsgruppe zugeteilt werden, wobei wie bei jeder Regel auch hier Ausnahmen bestehen.

Die Einteilung geschieht hier anhand dreier traditioneller Hiebwerkzeuge im Ablauf ihres geschichtlichen Auftretens. Der ersten, ursprünglichsten Gruppe, von der sich mit der Werkzeugentwicklung die anderen Gruppen abspalteten, werden die flächbaren Gesteinsarten zugewiesen. Zur zweiten Gruppe gehören die krönelbaren und zur dritten die stockbaren Gesteinsarten.

Die Flächbaren sind demnach die Gruppe der Tuffe, Travertine und Marmore, wobei ausdrücklich zu erwähnen ist, dass damit nur die geologisch korrekt eingeteilten Marmore gemeint sind, wogegen die

polierfähigen Kalksteine, welche oft ebenfalls als Marmore bezeichnet werden, nicht zu dieser Gruppe gehören.

Mit dem Krönel findet ab dem 15. Jahrhundert eine erste Spezialisierung in der Steinbearbeitung statt, die sich heute noch in den Berufsbezeichnungen Hart- und Weichgestein-Steinhauer findet. Zu den Krönelbaren zählen die Sandsteine, die Lockerkalke (porige Kalksteine: Savonnière, Euville usw.) und die weichen Muschelkalke. Allerdings wurden die Lockerkalke in ihren Ursprungsgebieten (hauptsächlich in Frankreich) nicht gekrönelt, sondern mit aggressiven Zahnflächen bearbeitet. Die härteren Muschelkalke bilden eine Übergangsgruppe, da sie als einzige krönel- und stockbar sind. Die Gruppe der Krönelbaren splittert sich später noch in die Untergruppe der Hobelbaren auf.

Die grösste Gruppe bilden die stockbaren Gesteine, welcher die restlichen Gesteinsarten angehören, hauptsächlich die für die heutige Gesteinsindustrie bedeutenden Arten der Basalte, Gabbros, Gneise, Granite, Kalksteine, Larvikite, Migmatite, Quarzite und Serpentine. Betrachtet man nun Bearbeitungen als Abfolge von der traditionell gebrochenen Steinfläche zur glatten geschliffenen oder polierten Fläche, ergeben sich die oben beschriebenen Gruppen als gesteins-, orts- und zeitspezifische Abfolgen.

Es ist allerdings zu beachten, dass nicht alle Gesteine gemäss den Abfolgebeispielen bearbeitbar sind, auch tauchen einige Werkzeuge in gewissen Gegenden gar nie oder erst viel später auf. Zudem wurde ein Grossteil der Steine natürlich nicht poliert oder geschliffen, sondern in einer gröberen Bearbeitung belassen. Beobachtet man hingegen die Bearbeitungseinheit, lässt sich ganz klar feststellen, dass eine zeitlich nicht lineare Tendenz zu immer feineren Bearbeitungen vorherrscht.

Handwerkliche Abfolgen

Beilbare Gruppe

Dieser Gruppe gehörten bis ins 15. Jahrhundert alle bautechnisch genutzten Steine an.

Spalten
Zweispitzen
Spitzen
Zahnflächen
Flächen
Schuren
Schleifen
Polieren

Krönelbare Gruppe ab dem 15. Jh.

Spalten
Zweispitzen
Spitzen
Kröneln
Scharrieren
Schuren
Schleifen

Hobelbare ab 1850

Spalten
Zweispitzen
Spitzen
Kröneln/Zahnflächen
Hobeln

Stockbare Gruppe ab dem 17. Jh.

Spalten
Zweispitzen
Spitzen
Stocken
Schuren
Schleifen
Polieren

Ab ca. 1850 wurden diese Steine nach dem Stocken oft geriffelt, falls sie geschliffen oder poliert werden sollten.

Maschinelle Abfolge

Sägen

Überarbeitung

Typische maschinelle Überarbeitungen heute

Stocken

Nadeln

Sandstrahlen

Flammen

Schleifen

Polieren

Diese Abfolgen zeigen, dass neu entwickelte Werkzeuge oder Maschinen ältere verdrängten oder dass ein Arbeitsablauf (Bearbeitung) durch eine rationellere Methode ersetzt wurde. Damit verkürzte sich die jeweilige Arbeitszeit; dies dürfte den neuen Werkzeugen zu ihrem Siegeszug verholfen haben.

Randschlag

Um eine Fläche im traditionellen Sinn zu fertigen, braucht es einen Randschlag, der die gewünschte Ebene vorgängig definiert. Seine zweite Bedeutung ist auf den ersten Blick vielleicht etwas untergeordnet, aber nicht weniger wichtig. Um ein Ausbrechen der Steinkante zu vermeiden, ist bei vielen Bearbeitungsarten zwingend ein Sicherheitsabstand von der Steinkante zu wahren. Dieser Abstand variiert je nach Gestein, Bearbeitung und dem Winkel der Kante zwischen 1 und 3 cm. Die gewählte Randschlagbreite hängt aber auch vom Zeitgeschmack, vom Werkzeug und vom Können des Steinmetzen ab: Je sicherer dieser ist, desto näher kann er sich an die Kante heran wagen.

Es gibt zwei Arten von Randschlägen, nämlich den normalen und den gestelzten. Der normale Randschlag (vergleiche Scharrieren) fand eher bei weichen Gesteinen Verwendung, während der gestelzte (vergleiche Stelzen) oft bei härteren benutzt wurde, um so das Risiko des Kantenausbrechens zu verringern. Mit der Schleifmaschine und dem dadurch verbreiteten Abfasen der Kanten sind gestelzte Randschläge selten geworden.

Heute werden die maschinellen Bearbeitungen, bei Platten oder plattenähnlichen Formaten, oft vor dem Zuschneiden aufs Mass mit der endgültigen Bearbeitung versehen, womit sich ein Randschlag erübrigt. Wird nun aus ästhetischen oder denkmalpflegerischen Gründen ein Randschlag nötig, wird dieser nachträglich aufgeschlagen. Das heisst, aus dem ehemals unabdingbaren Randschlag wird eine Zierde.

Werkzeuge und Bearbeitungen

Interessanterweise sind viele Werkzeuge, die für die Natursteinbearbeitung in Frage kommen, auch in anderen Handwerkszweigen in ähnlicher Form und Funktion vertreten. So sind beispielsweise die Schlag-, Viertel- und Breiteisen den Holzmeisseln oder die Glattfläche dem Holzbeil vergleichbar, zweifellos wurden sie aber den Bedingungen des jeweiligen Steins angepasst. Andere Werkzeuge wie das Zahneisen, die Zahnfläche, der Steinhobel und der Krönel scheinen dagegen ausschliesslich für die Steinbearbeitung entwickelt worden zu sein. Natürlich ist es heute kaum noch möglich herauszufinden, welches Werkzeug aus welchem hervorging und ob es nun eine Neuentwicklung oder eine Adaptation war. Trotzdem liegt es auf der Hand, dass viele Werkzeuge, die in der Holzbearbeitungs- oder Erdbewegungstechnik eingesetzt wurden, auch für den Stein in angepasster Form Gebrauch fanden und ab Ende des 19. Jahrhunderts auch Technologien aus der Beton- und Metallverarbeitung übernommen wurden.

Ebenfalls einem starken Wandel unterzogen waren die Materialien, aus denen die Werkzeuge hergestellt wurden. Dies beginnt mit Mineralien und Steinen, geht über zu Kupfer, Bronze, Eisen und Stahl, und in jüngster Zeit finden auch Elektrokorund, gesinterte Hartmetalleinsätze und Diamant Verwendung.

Da verschiedene Werkzeuge im deutschsprachigen Raum eine Jahrhunderte lange Tradition haben, existieren für einige von ihnen oder für deren Bearbeitung mehrere Bezeichnungen. Daher werden diese mit mehreren Namensgebungen hier aufgeführt, wobei der erste Name der in der Schweiz gebräuchlichste ist und in den weiteren Ausführungen benutzt wird.

Werkzeuge

Hämmer:

Fäustel, Schlägel (Metallhammer)

Knüpfel, Klöpfel, Klippel, Klipfel (runder Holzhammer oder Kunststoffhammer)

Hiebwerkzeuge:

Fläche, Glattfläche, Beil, schmale Fläche auch Pille

Zahnfläche, Zahnbeil

Riffelhammer, Flächenhammer, Häckerli

Krönel, Kröndel, Kröndeleisen

Eisen:

Hundezahn, Zweizahn, Geissfuss

Setzer, Setzeisen, Prellaissen, Passeisen

Keile:

Spaltkeil, Spitzkeil, Fimmel, Ponschott

Schrotkeile, Wecken

Bearbeitungen

Flächen, Beilen (Pillen)

Hamburgern, Doppelschlag/Kehlschlag

Nadeln, Nadelhämmern

Bahnspitzen, Streifenspitzen

Zu den Bearbeitungsbildern

Da es den Rahmen dieses Buches sprengen würde, alle Natursteine mit ihren Bearbeitungen darzustellen, sind die um 10 Prozent vergrösserten Bearbeitungsfotos hauptsächlich schwarzweiss und nur in einem Teil farbig gehalten. Diese Wahl soll einen Eindruck der Bearbeitungsstruktur vermitteln, aber gleichwohl die mit der Bearbeitung entstandene Farbänderung sichtbar machen. Um eine möglichst ganzheitliche Betrachtung zu erhalten, wurden drei verschiedene Gesteinsarten ausgewählt, nämlich ein hobelbarer Sandstein, ein flammbarer Kalkstein, ein Granit und, um auch das Zahnhobeln darstellen zu können, zusätzlich ein Lockerkalk.









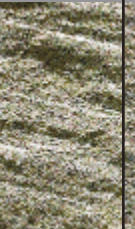











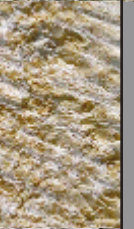









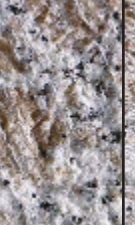


Im Buch werden nur Flächenbearbeitungen in Reinform behandelt. Auf die Darstellung von Profilbearbeitungen, Bearbeitungsnuancen wie fein, mittel und grob oder unterschiedliche Schleifmittelkörnungen wird verzichtet. Ebenfalls nur kurz erwähnt werden Mehrfachbearbeitungen, die heute oft von Bildhauern verwendet werden. Mehrfachbearbeitungen lassen auf verschiedenen Höhenhorizonten unterschiedliche Bearbeitungen erkennen, das heisst man wählt eine normale Bearbeitungsabfolge, aber die tieferliegende Bearbeitung wird mit der nächst höheren nicht gänzlich abgearbeitet. Ein typisches Beispiel wäre:







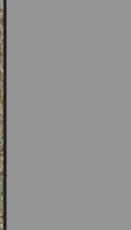







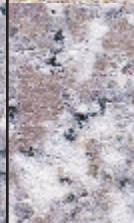
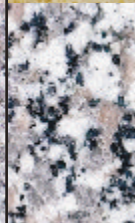
tiefste Bearbeitung punktgespitzt, dann gestockt und zum Schluss geschliffen oder poliert.

Die Reihenfolge der gezeigten Bearbeitungen entspricht etwa dem traditionellen Arbeitsablauf von einer gespaltenen zu einer polierten Fläche, wobei dies gesteinsunabhängig geschieht. Zuletzt werden noch die rein maschinellen Bearbeitungen gezeigt.

Zum Schluss muss an dieser Stelle noch erwähnt werden, dass jeder Steinhauer, Steinmetz oder Steinbildhauer eine eigene Handschrift hat. Dies geht so weit, dass es problemlos möglich ist, ein manuell bearbeitetes Werkstück einem bestimmten Handwerker zuzuweisen, falls man die in Frage kommenden Urheber kennt.

Bearbeitungsübersicht

gespalten	bahngespitzt	punktgespitzt	zahngeflächt	gezahnt	gekrönelt	gestockt	geriffelt	geflächt	gestelzt	scharriert
										
										
										

gehamburgert			Sandstein
gehobelt			
gesägt			
geschurt			
geschliffen			
poliert			Kalkstein
genadelt			
sandgestrahlt			
geflammt			
			
			
			
			
			

Spalten (Schroten, Stossen)

Das Spalten mit Eisenkeilen wurde im 6. Jh. v. Chr. von den Römern erfunden, damit war die Möglichkeit gegeben, Werkstücke bis auf wenige Zentimeter genau rationell auszuarbeiten.

Prinzipiell lassen sich alle Gesteine spalten, die Frage ist nur, wie viel die gespaltene Fläche von einer gedachten Ebene abweicht. Ein gut spaltbares Material weicht ca. 15 mm pro Quadratmeter ab, was bei vielen Gneisen, Quarziten, Schiefern, Plattenkalken und einigen Rhyoliten der Fall ist. Diese Gesteine verlangen auch eine eigene Spalttechnik, man benutzt hier nämlich so genannte Spitzkeile, die in gleichmässigen Abständen ins Lager getrieben werden. Im Unterschied dazu werden die restlichen Gesteine gespalten, indem ein Schrot (Kerbe/Nut) in den zu spaltenden Stein eingearbeitet wird. Im Schrot werden dann die Keile eingelassen und angetrieben, deshalb spricht man in diesem Fall auch vom Schroten. Früher wurde das Schrot mit Schlag-, Spitz- und Zahneisen ausgearbeitet, heute kann auch eine Handfräse dazu benutzt werden. Das Schroten (Spalten) gegen das Lager (Schichtung eines Gesteins) nennt man Stossen. Auch gut spaltbare Gesteine werden gegen das Lager gestossen. Da früher das Zurichten der Werksteine mittels Spalten, Schroten und Stossen geschah, gibt es eine Vielzahl von Keilformen und -grössen, die der jeweiligen Verwendung und Gesteinsart angepasst sind.

Heute wird das Schroten und das Stossen fast nur noch in Hartgestein-Steinbrüchen genutzt, und nur das Spalten erfreut sich bei gut spaltbaren Gesteinen noch einer regen Nachfrage.

**Geschrotet mit Patentkeilen
(Federkeilen)**



Am

Schroten (Spalten)



**Hydraulische
Spaltmaschine**

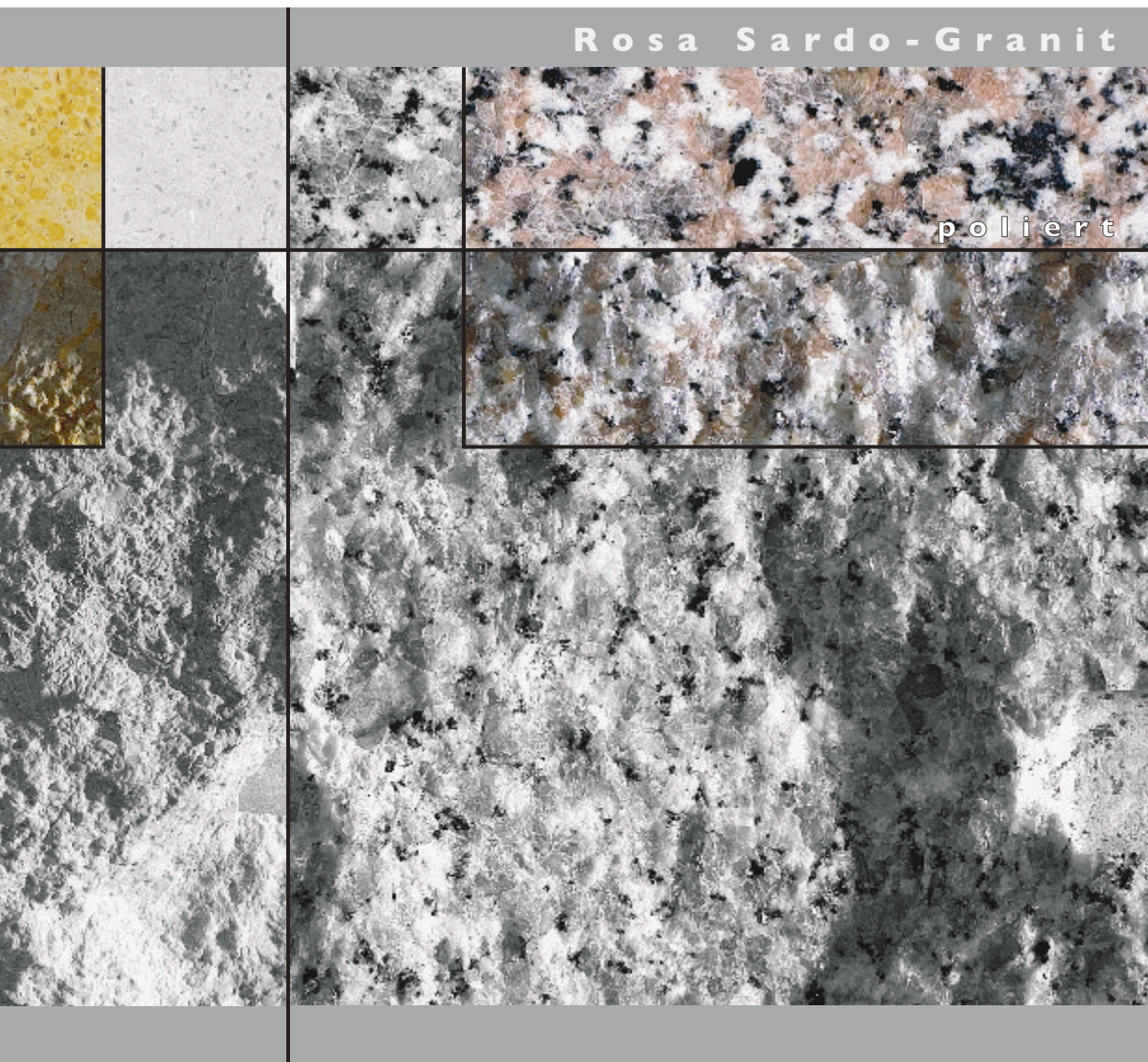
B e r n e r S a n d s t e i n

L a u f e n e r K a l k s t e i n

g e s c h l i f f e n

p o l i e r t





g e s p a l t e n

Spitzen

Punktspitzen gehört seit den Anfängen zur Steinhauerei und ist wie Beilen eine Bearbeitung, die für nahezu alle Gesteine zur Anwendung gelangen kann. Diese Methode wurde bei uns bis etwa ins 11. Jahrhundert fast ausschliesslich genutzt, um Sichtflächen für ganze Mauerwerkverbände abzurichten. Ab der Renaissance bis Anfang 20. Jahrhundert erfuhr diese Bearbeitung ein nochmaliges Aufblühen als Bossenmauerwerk im unteren Fassadenbereich. Heute wird das Punktspitzen eigentlich nur noch im Grabmalsektor und selten noch bei modernen Gebäuden als aufgespitzte Betonoberfläche angewandt.

Naturgemäss gibt es zwischen Bahn- und Punktspitzen fließende Übergänge, wobei das Bahnspitzen eine Bearbeitung ist, die im Unterschied zum Punktspitzen nur für Weichgesteine zur Anwendung gelangt. Die Römer verzierten oft mit bahngespitzten Mustern ihre Sarkophage und das Mittelalter setzte es für auffällige Ornament- und Zierspitzungen ein wie Fischgrat-, Dreiecks- und Schachbrettmuster. Analog dem Punktspitzen wurde das Bahnspitzen ebenfalls genutzt, um Treppentritten oder auch Bodenplatten eine rutschsichere Oberfläche zu geben und, seit der Renaissance, um Quadersteinen ein rustikales Aussehen zu verleihen. Heute wird das Bahnspitzen hauptsächlich noch von einigen Bildhauern gebraucht, da sich damit ähnlich einer Bleistiftzeichnung eigenwillige Gravuren erzielen lassen.

Spitzeisen und Zweispitz gibt es in den unterschiedlichsten Ausführungen. Generell kann gesagt werden, dass für weiche Gesteine die Spitze länger ausgeschmiedet wird als für härtere und dass für sehr harte Steine anstelle der Spitze eine schmale Schneide verwendet wird, um ein Abbrechen der Werkzeugspitze zu verhindern.

Am Spitzen

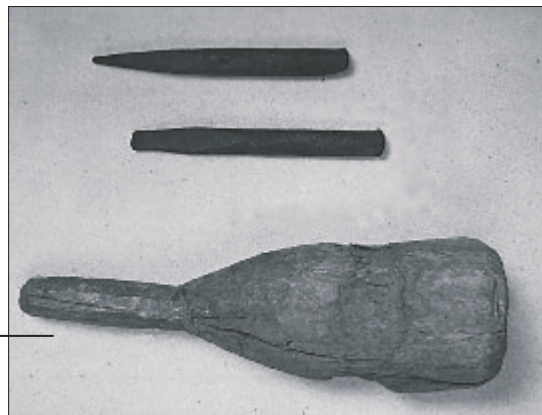


Spitzsetzer und Zweispietz

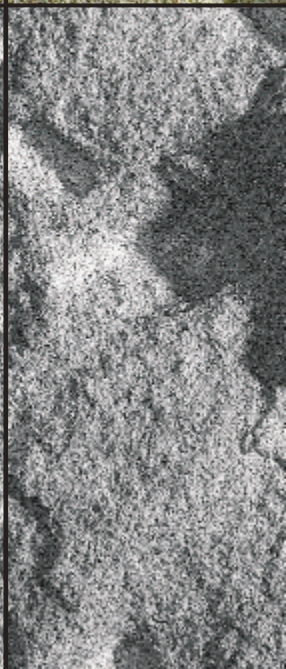
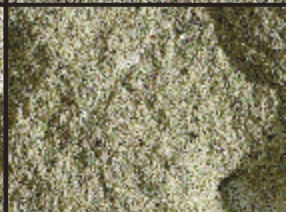
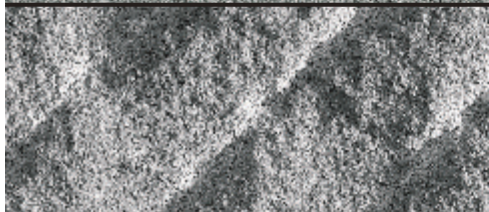
Hartgesteinspitzeisen mit abgeflachter Spitze

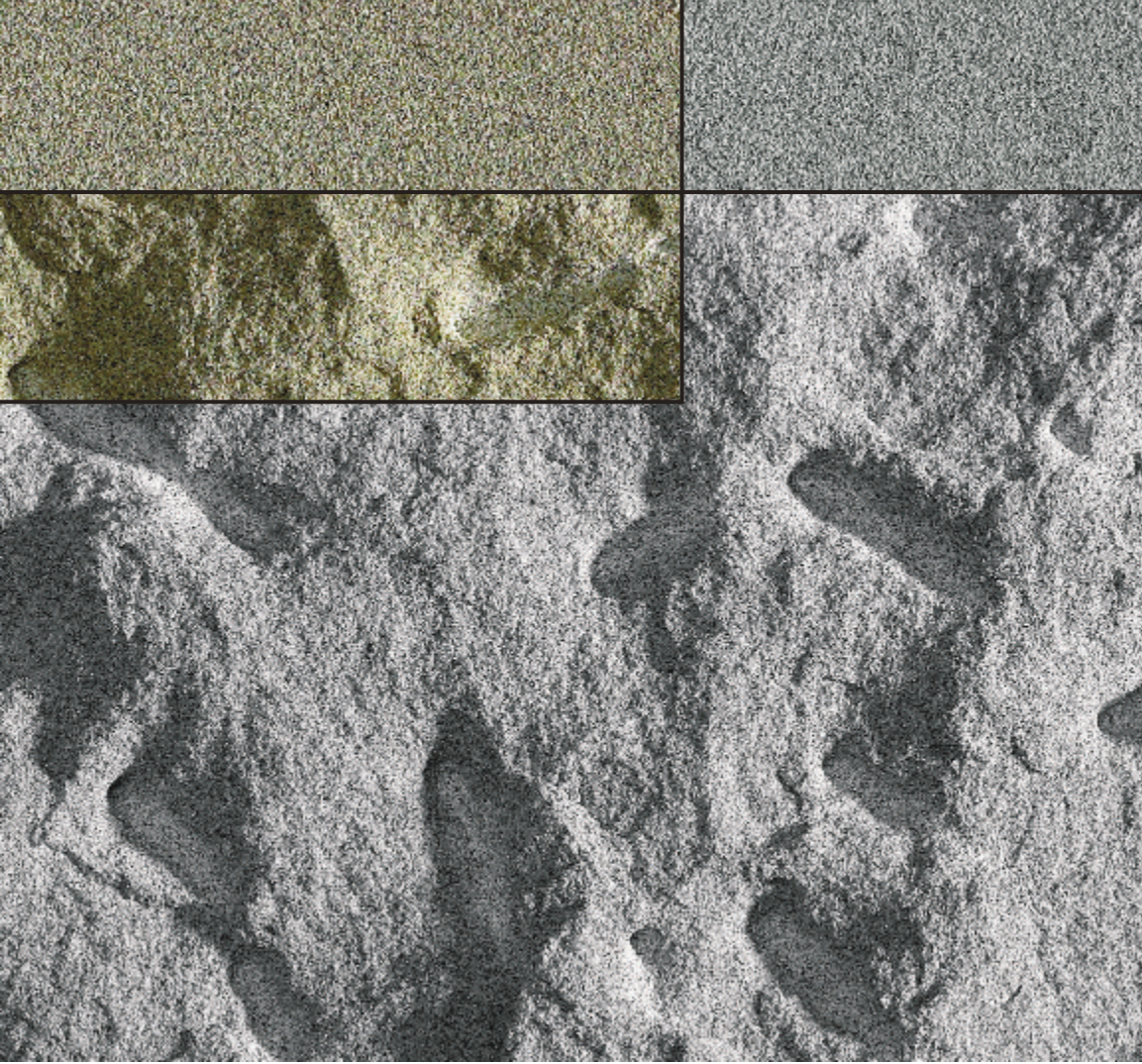


Ägyptischer Knüpfel mit Bronzemeisseln



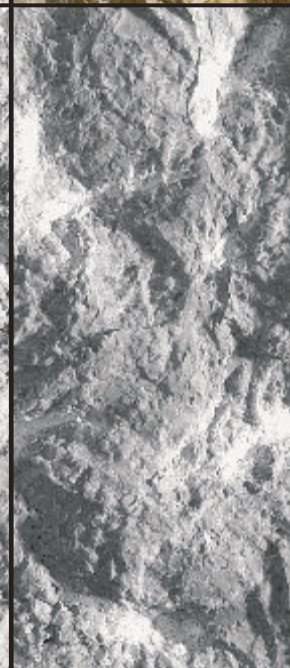
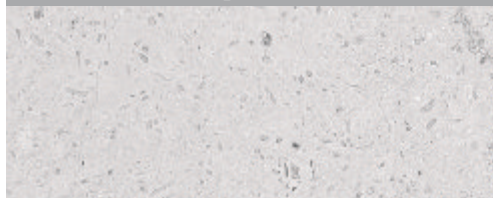
g e s c h l i f f e n

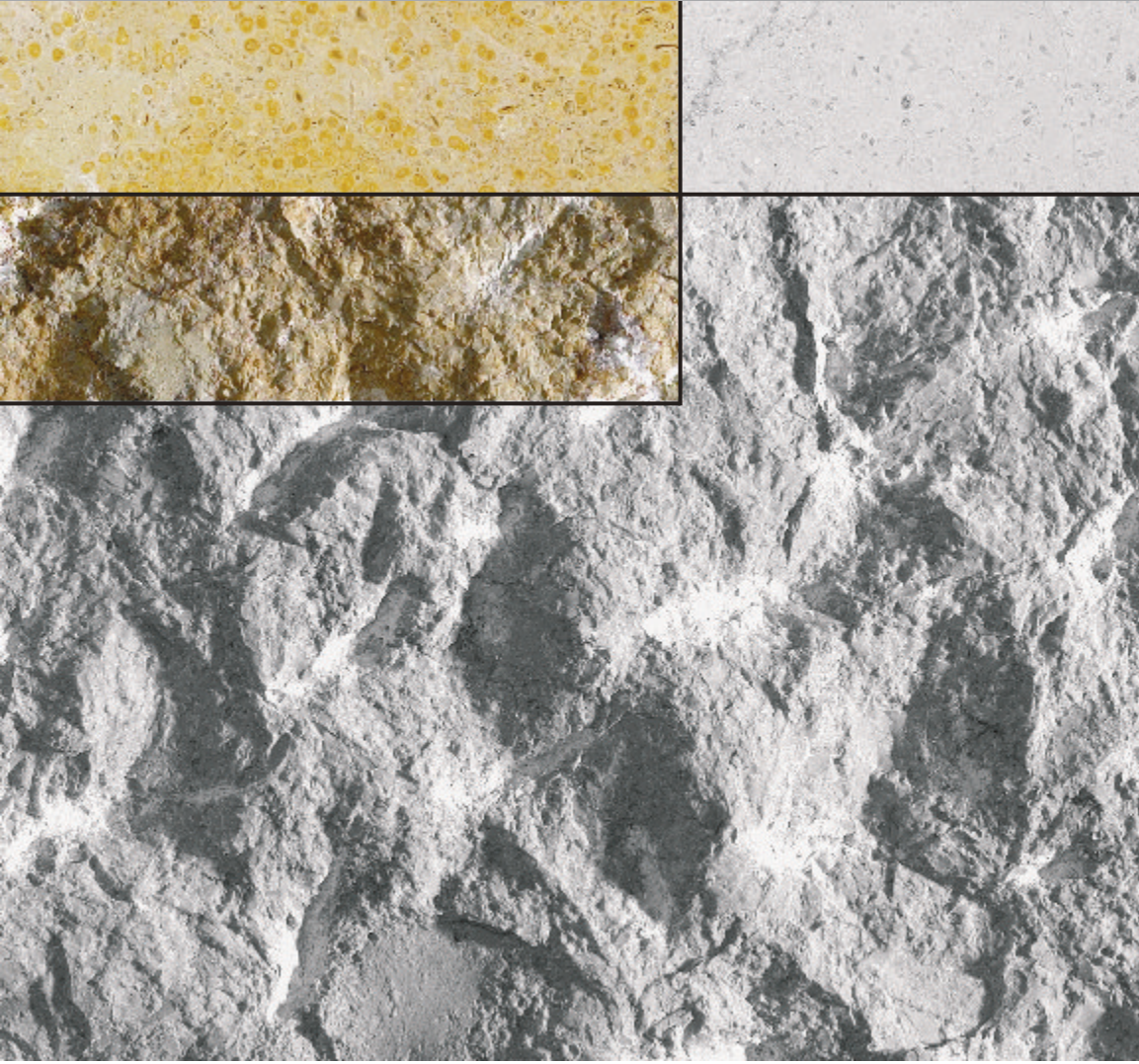




b a h n - / p u n k t g e s p i t z t

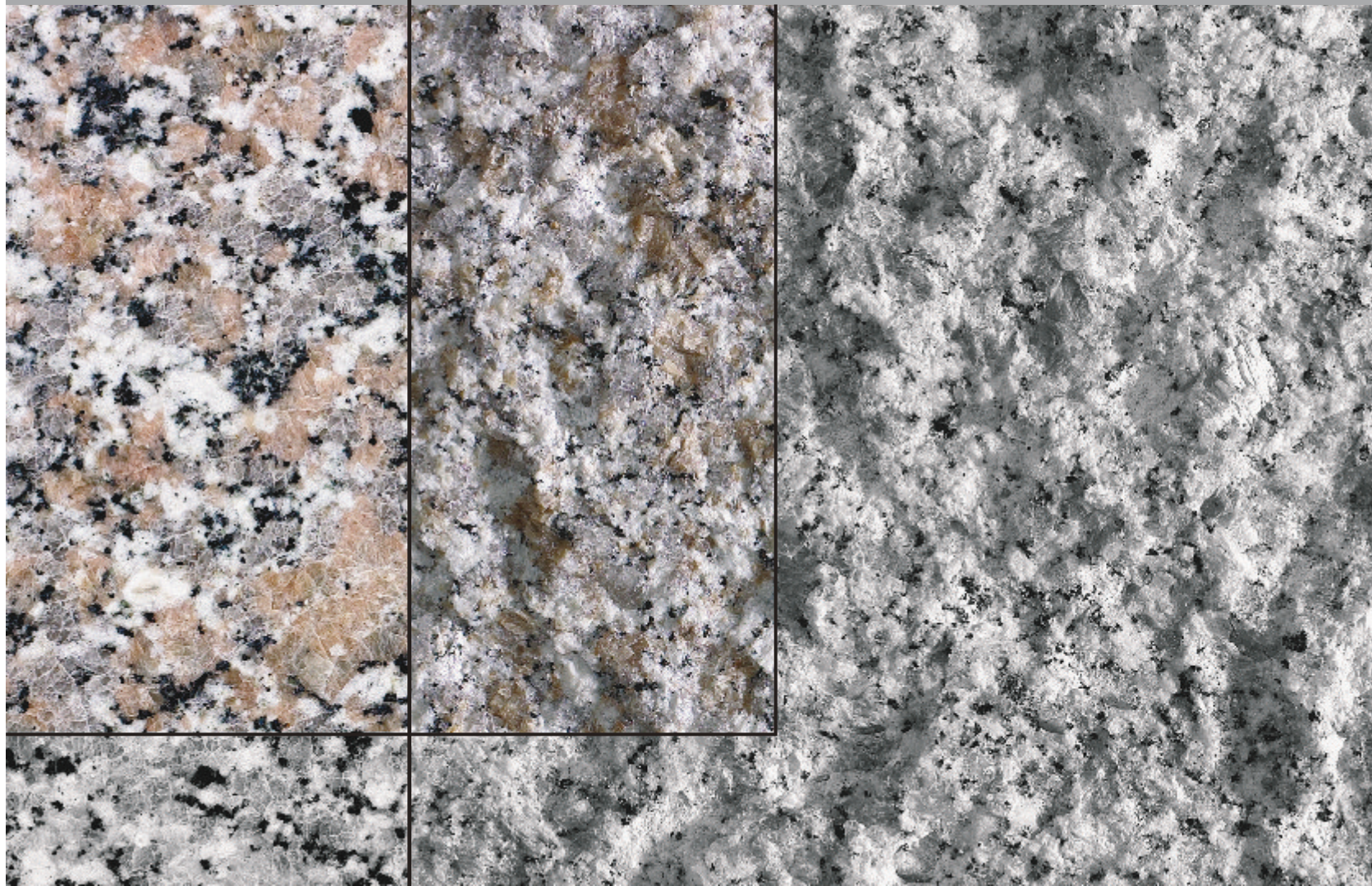
poliert

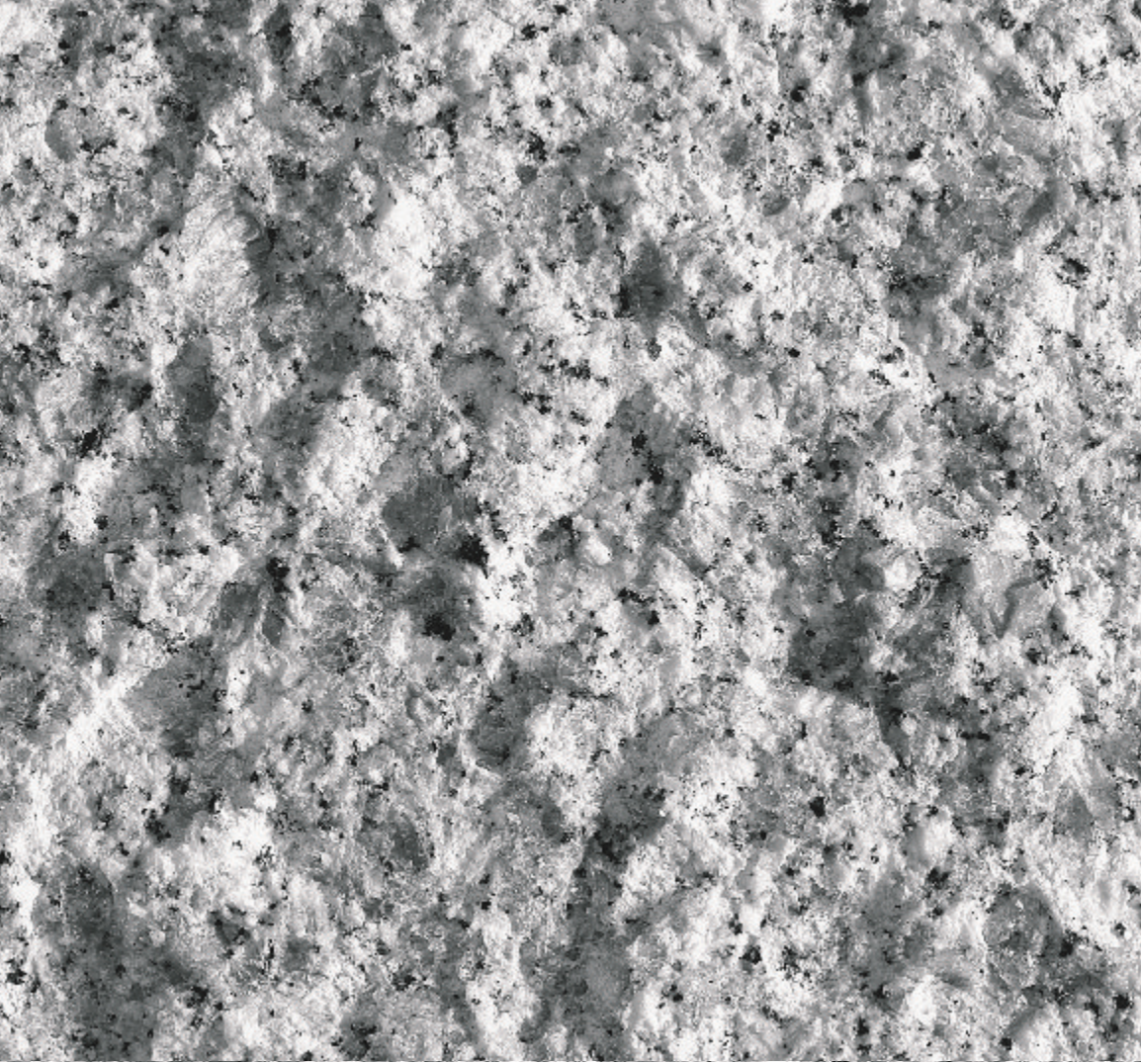




b a h n - / p u n k t g e s p i t z t

p o l i e r t





p u n k t g e s p i t z t

Zahnflächen

Die Zahnfläche wurde von den Griechen im 6. Jh. v. Chr. entwickelt, aber erst die Römer verwendeten dieses Werkzeug in grösserem Stil. Danach scheint die Zahnfläche in Vergessenheit geraten zu sein und taucht erst wieder ab dem 12. Jahrhundert als Schlussbearbeitung in Mitteleuropa auf, wo es sich bei den Kalksteinen und in Sandsteingebieten, die den Krönel nicht kannten, als Schlussbearbeitung bis ins 18. und 19. Jahrhundert hinein hielt.

Im Gegensatz zur Glattfläche lässt sich die Zahnfläche bei Hartgesteinen (Graniten, Gneisen usw.) nicht verwenden. Die gezahnte Schneide der Zahnfläche bewirkt einen grösseren Materialabtrag, daher kommt in der Bearbeitungsabfolge die Zahnfläche vor der Glattfläche zum Einsatz. Für das Zurückarbeiten des Steinmaterials, das über den Randschlag aufragt (Bossen), wurden Sandsteine oft in fast senkrechter Lage mit der Zahnfläche bearbeitet, bis sie beinahe die gewünschte Form erreicht hatten.

Zahnflächen gibt es in zwei Ausführungen: eine mit flachen Zähnen für die Sandsteinbearbeitung und eine mit spitzen Zähnen für die Kalkstein-bearbeitung, wobei diese steinspezifische Trennung keineswegs absolut ist. Mit dem Auftauchen des Krönels und des Stockhammers geriet die Zahnfläche in Vergessenheit, sodass heute nur noch im Restaurierungs- oder Grabmalsektor zahngeflächt wird.

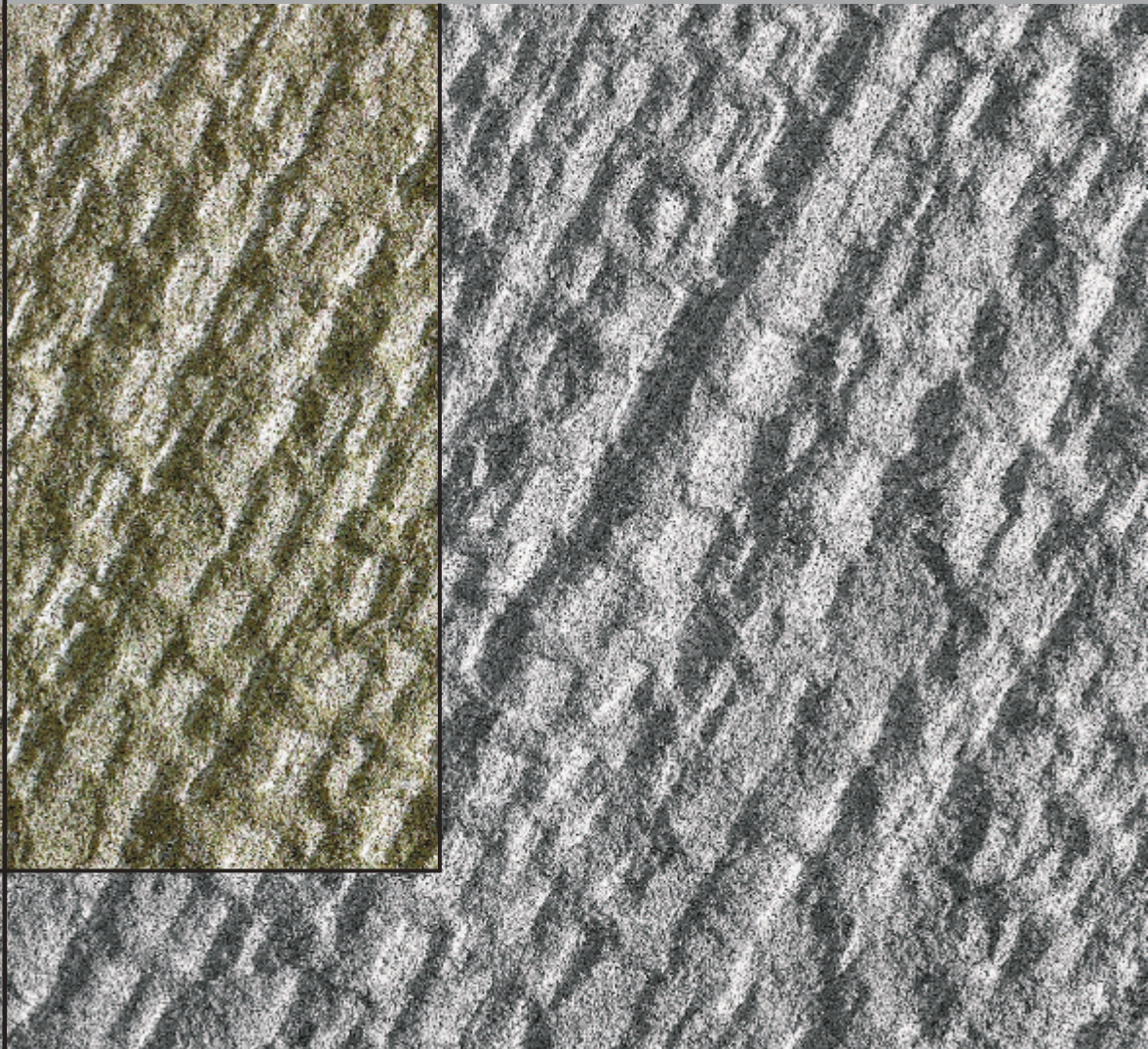
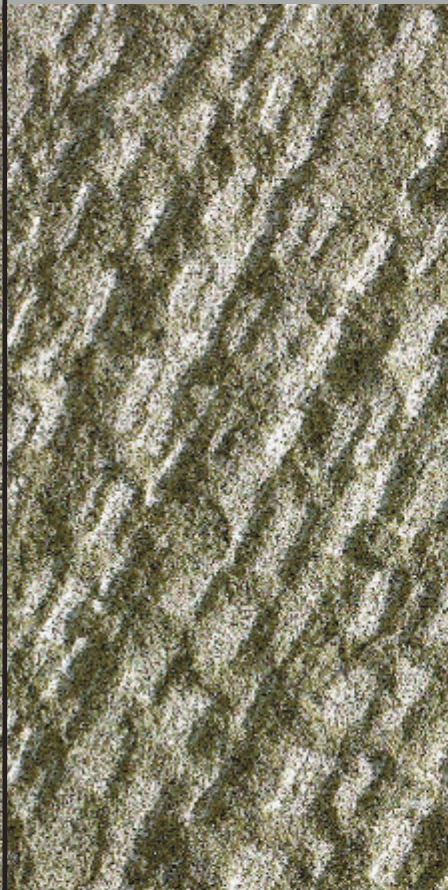


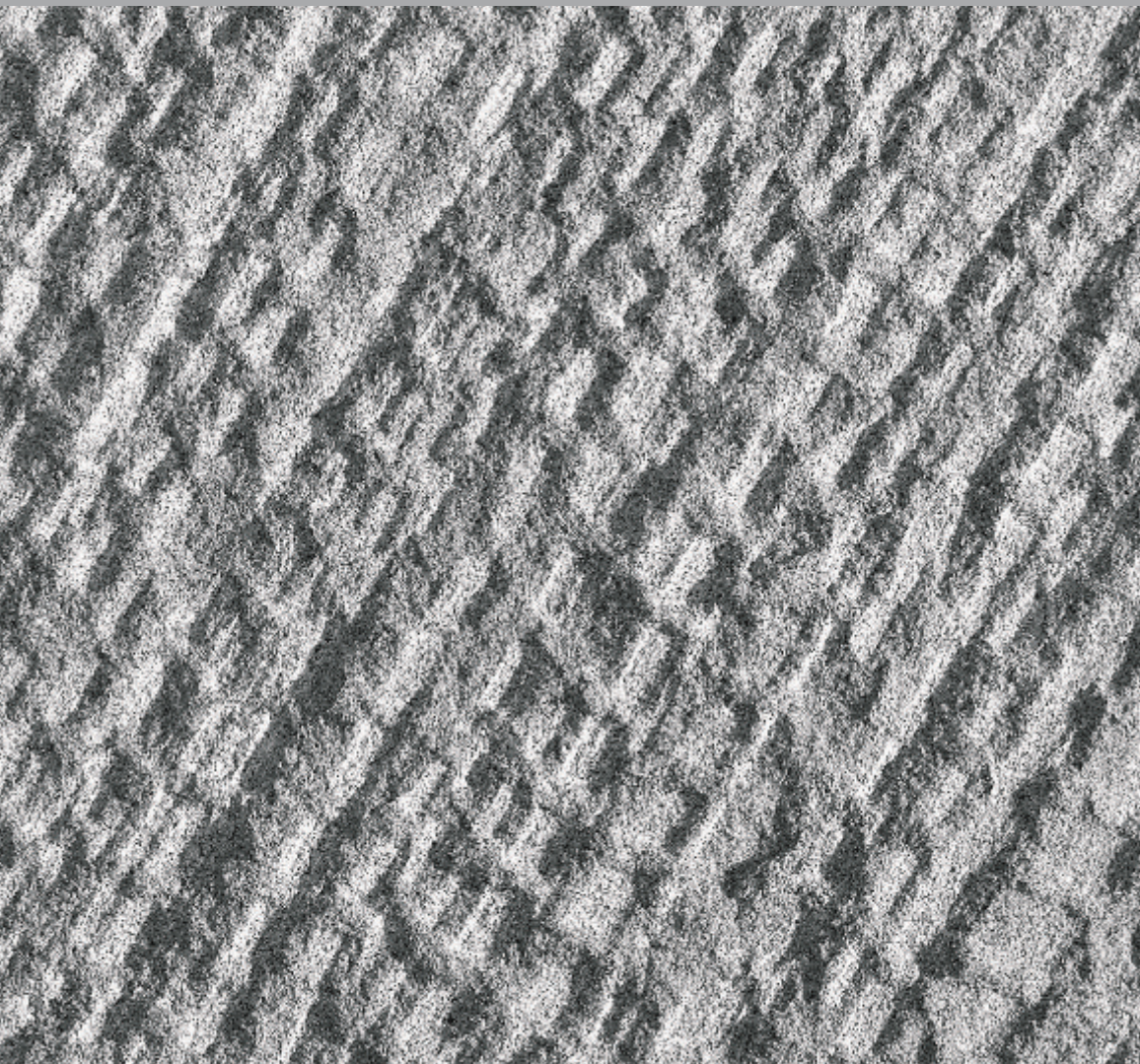
Verschiedene
Glatt- und Zahnflächen

Am
Zahnflächen



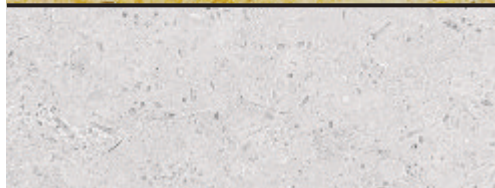
g e s c h l i f f e n

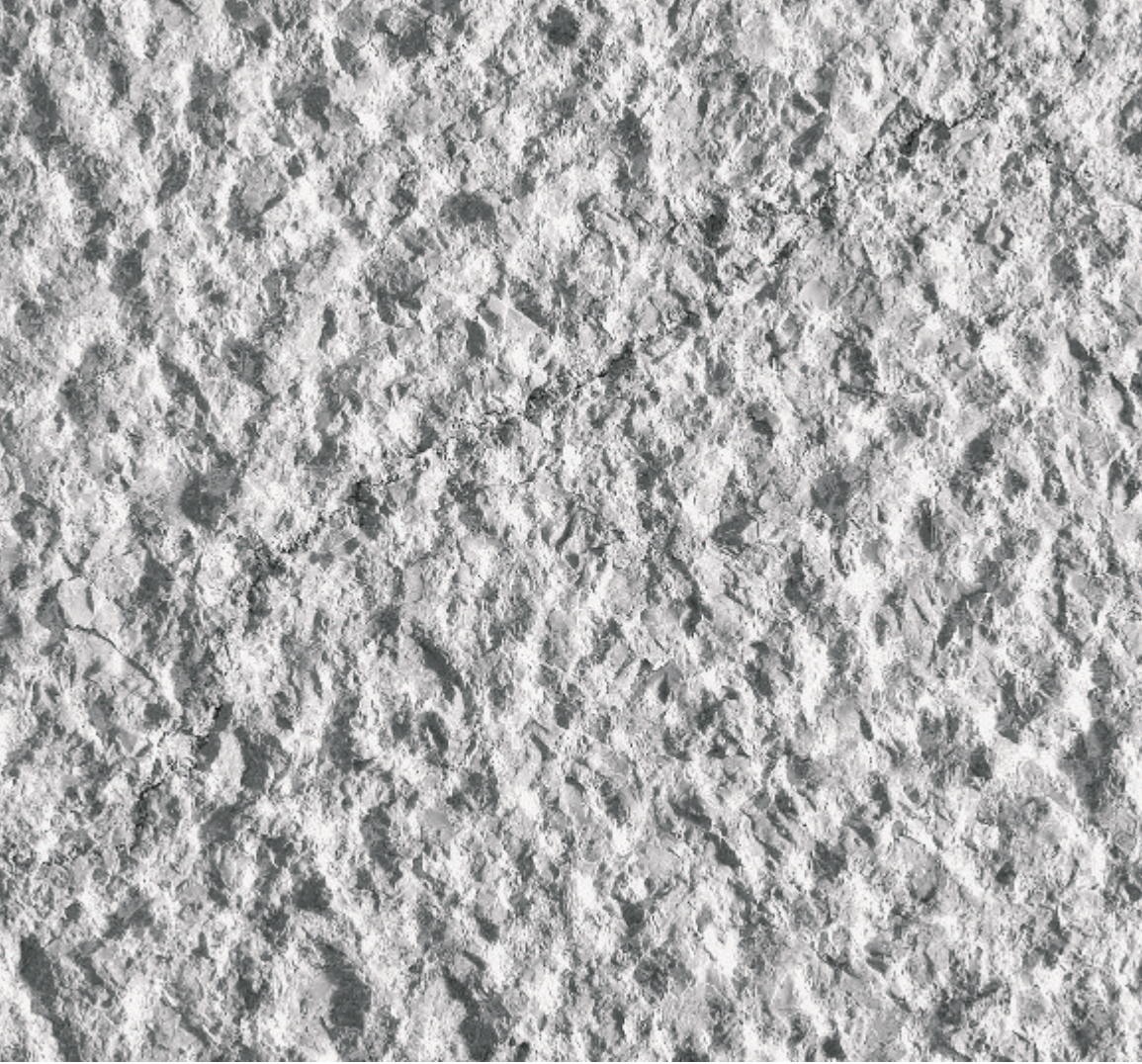




z a h n g e f l ä c h t

p o l i e r t





z a h n g e f l ä c h t

Zahnen

Das Zahneisen wurde eigentlich nur von den Griechen und Römern zur Oberflächenbearbeitung verwendet, danach diente es meist als Ausarbeitungswerkzeug im Profilbereich, genau so, wie der Steinmetz es heute noch in seinem Repertoire führt. Als Schlussbearbeitungswerkzeug wurde das Zahneisen praktisch ausschliesslich in der Bildhauerei gebraucht, um Verzierungselemente zu gestalten oder die Haartracht von Figuren zu stilisieren. Von den figürlichen Anwendungen abgesehen sind bei uns nur wenige Beispiele von gezahnten Flächenbearbeitungen bekannt. Aus der Romanik sind Zahneisenspuren im Zusammenhang mit der Zahnfläche erhalten, aber man bediente sich des Zahneisens nur, um in für die Zahnfläche unzugänglichen Bereichen die Bearbeitungsstruktur fortzusetzen.

Das ursprüngliche Zahneisen mit seinen 2 bis 7 Zähnen wird aus einem Stück geschmiedet. Die Variante mit zwei Zähnen wird in der Schweiz und in Frankreich Hundezahn genannt und dient bei weichen Sandsteinen und Muschelkalken als Spitzeisen, da man beim Spitzen dieser Gesteine mit dem gewöhnlichen Spitzeisen oft im Stein versinkt und das Eisen dabei verkeilt.

Seit etwa 100 Jahren ist auch das so genannte Einsatz- oder Patentzahneisen auf dem Markt. Es ist in einigen Grundausführungen erhältlich mit verschiedenen breiten Einsätzen und unterschiedlicher Anzahl Zähne; zusätzlich erhält man auch Schneideneinsätze ohne Zähne, sodass das Werkzeug wie ein Schlag- oder Vierteleisen gebraucht werden kann.

**Verschiedene
Zahneisen**



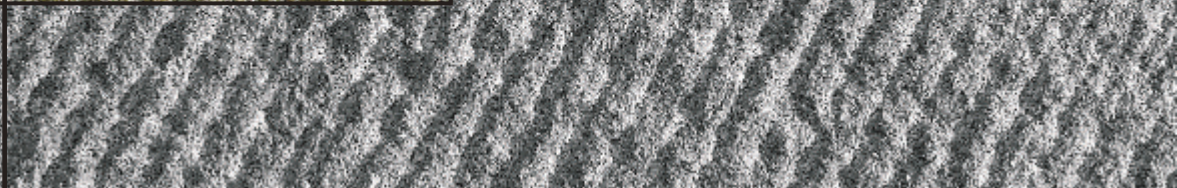
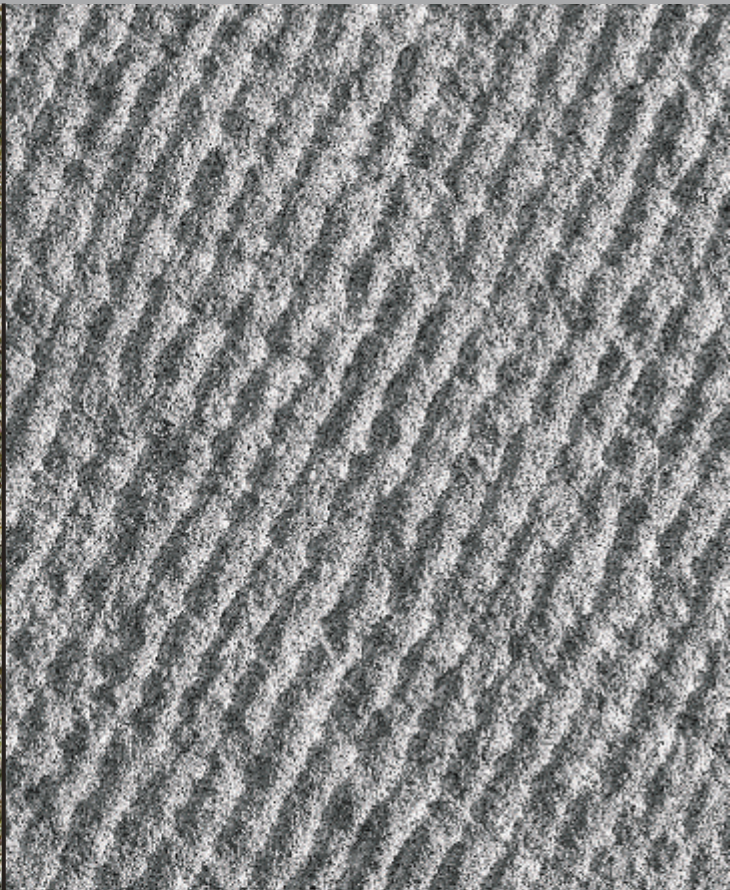
**Geschmiedete
Zahneisen**

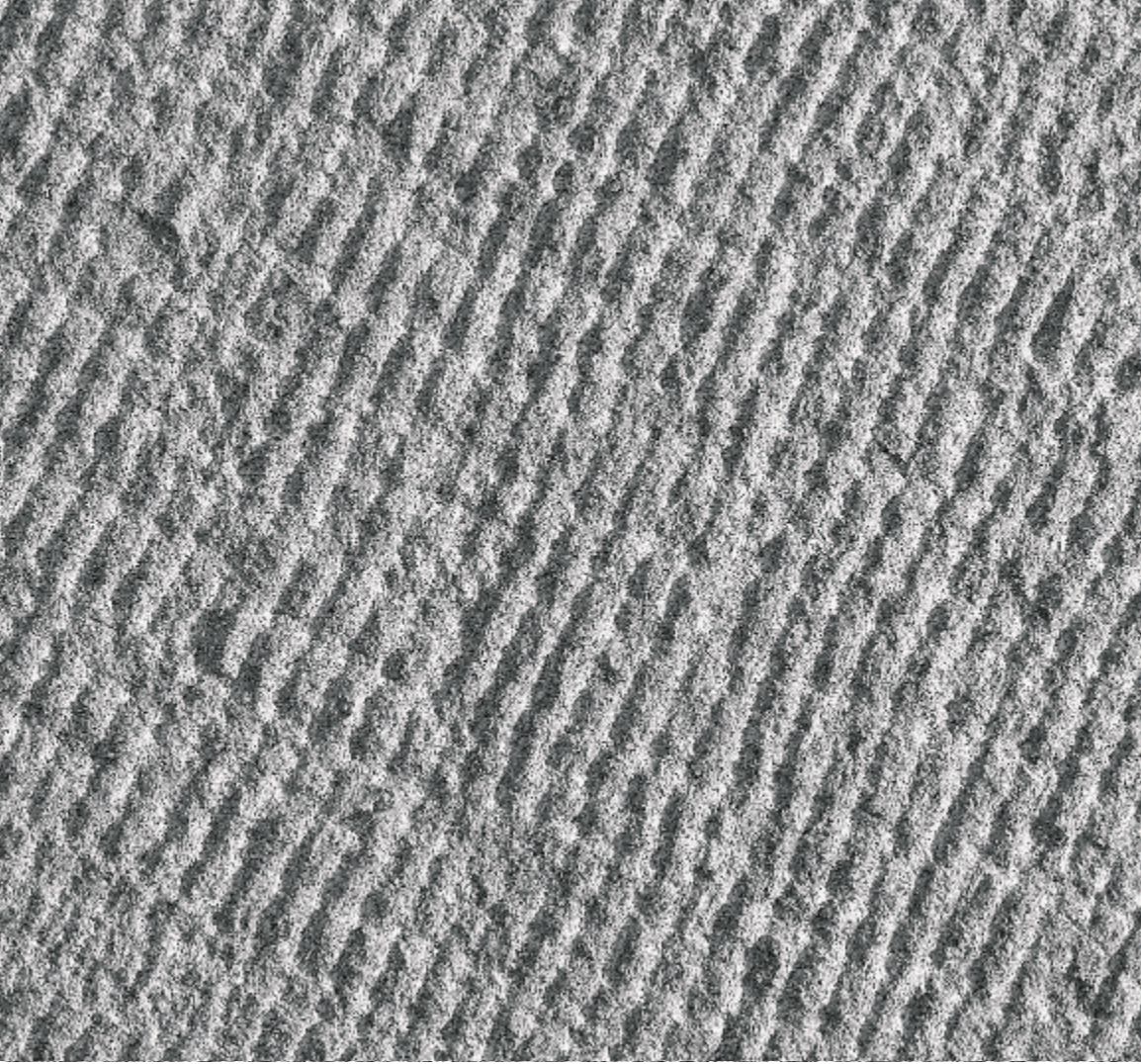


**Am
Zahnen**



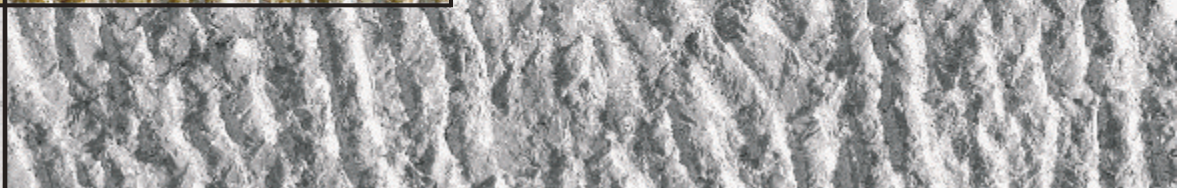
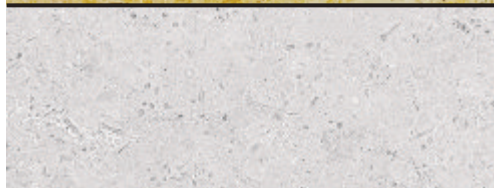
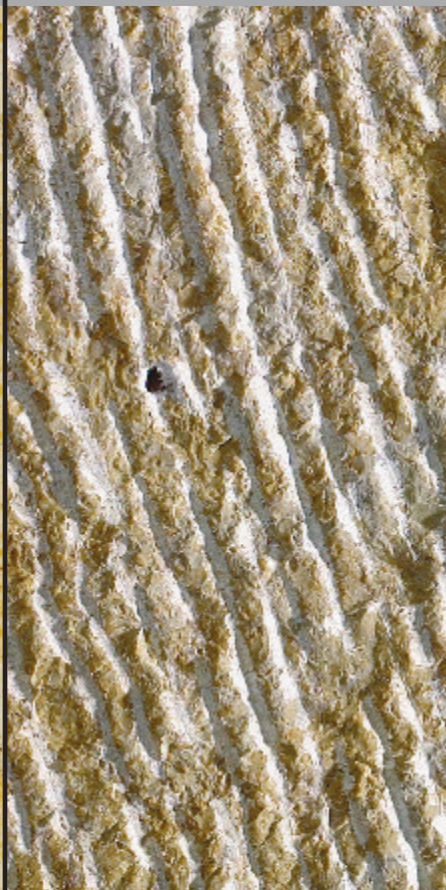
g e s c h l i f f e n

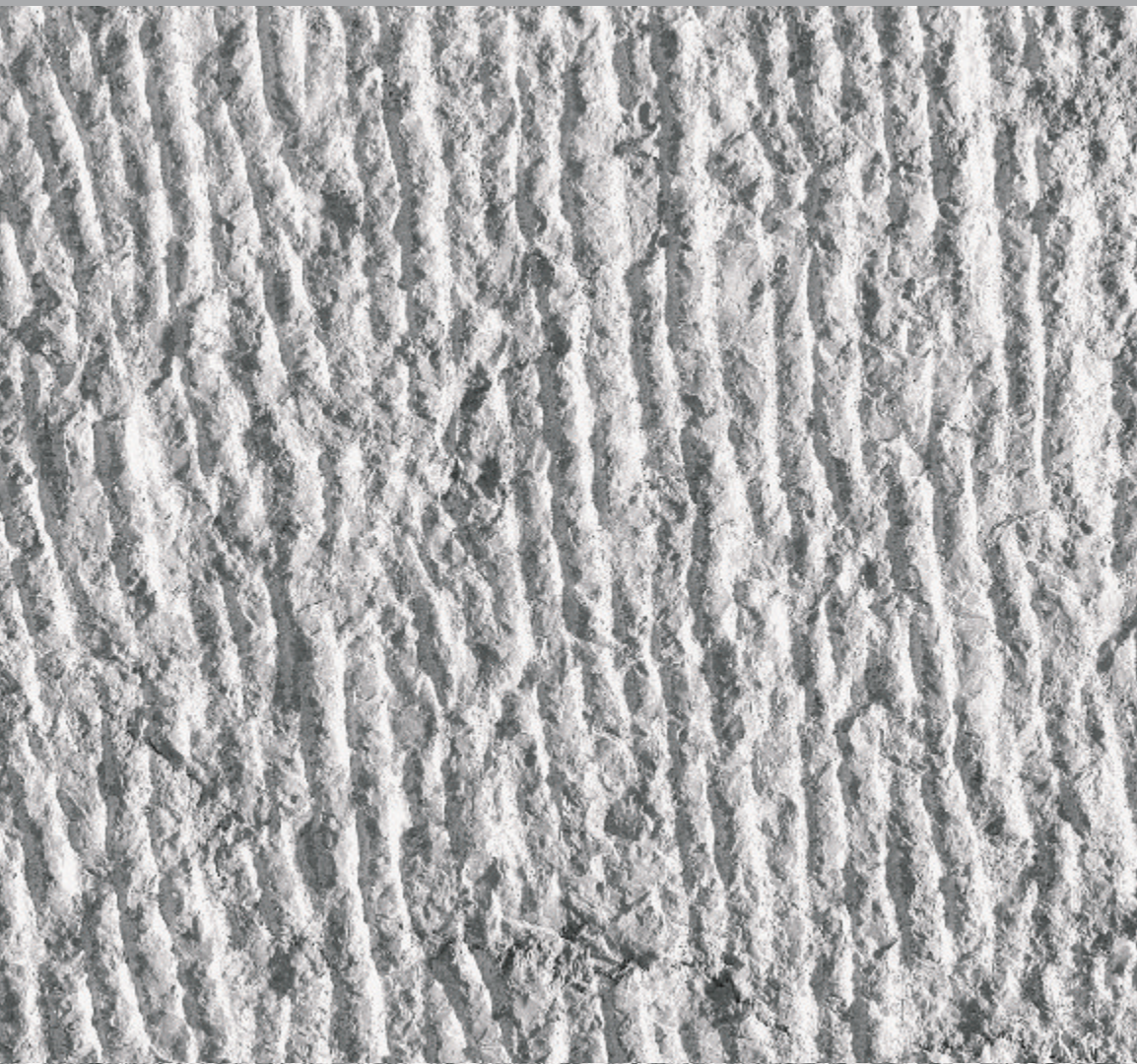




g e z a h n t

p o l i e r t





g e z a h n t

Kröneln

Ein Krönel besteht aus einem eisernen Schaft mit Öhr und Schliesse, ab und zu wurden auch Holzstiele verwendet. Im Öhr werden 10 bis 20 rechteckige Spitzeisen mit einem Eisenkeil gegen die Schliesse gepresst und so in ihrem Verband gehalten. Krönel mit nur 10 bis 13 Spitzeisen, die dafür einen grösseren Querschnitt aufweisen, nennt man Spitzer; sie kommen vor dem feineren Krönel zum Einsatz. Eine weitere Krönelvariante ist das Rasaunern, dabei wird einfach jedes zweite Spitzeisen im Verband zurückgesetzt, sodass die sichtbaren Spitzstreiche weiter auseinander liegen.

Das Aufkommen des Krönels wird in einigen Quellen ins 15. Jahrhundert, in anderen erst ins 17. datiert. Fast sicher scheint, dass er mit dem breiten Scharriereisen aufkam, da erst eine vorgängig gekrönelte Fläche mit einem Breiteisen (über 10 cm) sauber scharriert werden kann. Auch wurde in diesem Zusammenhang die Zahnfläche bei den krönelbaren Steinen immer weiter verdrängt, denn mit den aggressiven Spitzen und der grösseren Werkzeugbreite kann der Krönel in einem flacheren Winkel gleichmässig zum Stein geführt werden, und im Vergleich zur Zahnfläche lässt sich mit einem Hieb ein grösserer Materialabtrag erreichen. Heute sind Spitzer und Krönel von der Fräse verdrängt, da sie mit ihren 4 bis 6 Kilogramm Gewicht nicht gerade anwenderfreundlich sind.

Die Bearbeitung selbst diente fast ausschliesslich als Vorbereitung zum Scharrieren und fand Ende 18. und Anfang 19. Jahrhundert eine grössere Verbreitung als Bossenzierde im unteren Fassadenbereich.

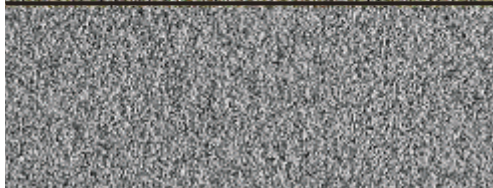
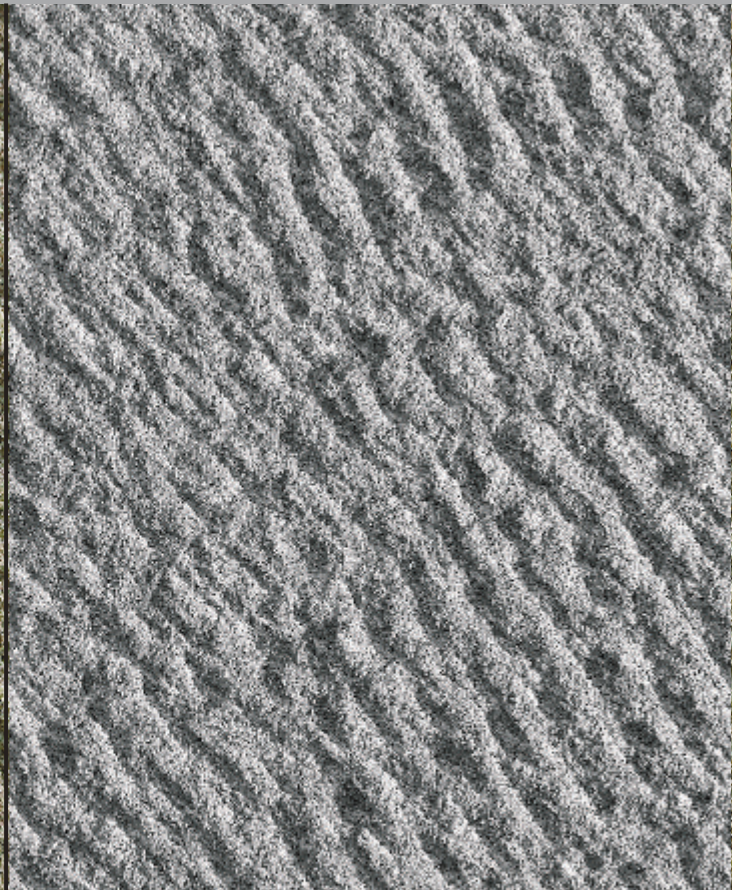


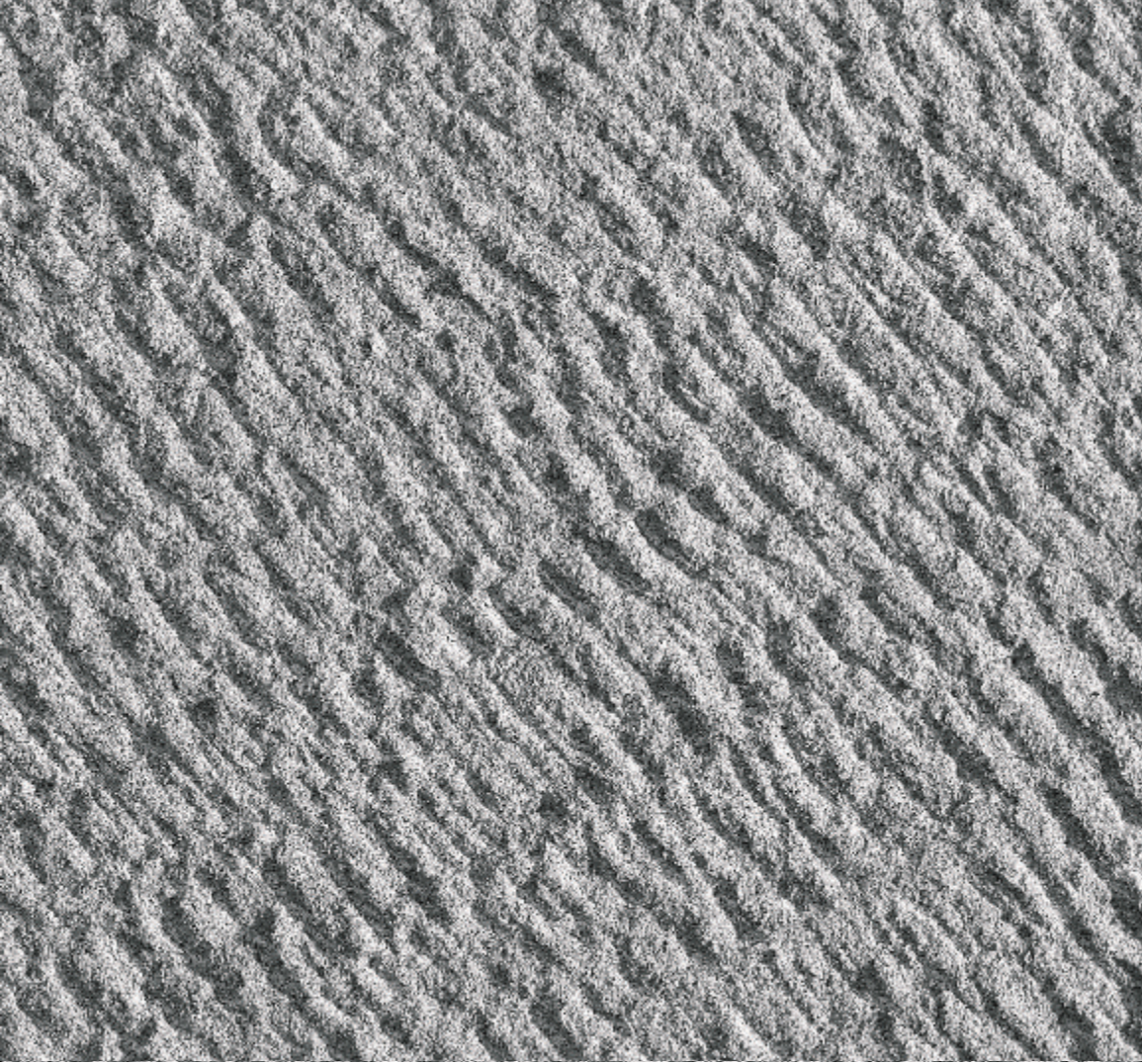
**Verschiedene
Krönel und Spitzer**



**Am
Kröneln**

g e s c h l i f f e n





g e k r ö n e l t

Stocken und Riffeln

Das Stocken kommt seit dem 17. Jahrhundert bei den stockbaren Steinen zum Einsatz und hat dort das Flächen durch seine grössere Rationalität mehr und mehr verdrängt, genau wie dies bei den krönelbaren Steinen durch das Kröneln geschah.

Früher wurden die Hammerköpfe aus einem Stück geschmiedet. Heute verwendet man Stahlkörper von ca. 10 cm Länge mit verschiedenen Querschnitten, worauf die Stockeinsätze mittels eines Konus gesteckt und mit einem Spreizdübel fixiert werden, daneben gibt es aber auch noch andere Halterungssysteme. Stockeinsätze sind in verschiedenen Rastergrössen im Handel, von 4 x 4 bis 12 x 12 pyramidenförmigen Spitzen. Für Hartgesteine sind auch Stahlkörper mit Hartmetallspitzen erhältlich. Weiter gibt es noch Riffeleinsätze mit 3 bis 8 Riffeln, die für den Stockhammer erhältlich sind. Das Riffeln wurde erst in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts entdeckt und sollte nur bei harten Gesteinen wie Graniten und dergleichen benutzt werden. Meist wurde der Riffelhammer gebraucht, um gestockte Flächen auf dem Weg zur Politur weiter zu verfeinern. Als Endbearbeitung spielt das Riffeln eine eher untergeordnete Rolle.

Um eine Schädigung der Gesteinsstruktur zu vermeiden, darf der Stockhammer nur bei den stockbaren Natursteinen herangezogen werden und sollte beim Hieb bogenförmig gegen den Körper gezogen werden. Dank der Entwicklung von Drucklufthämmern und Stockautomaten erfreut sich das Stocken immer noch grösster Beliebtheit.

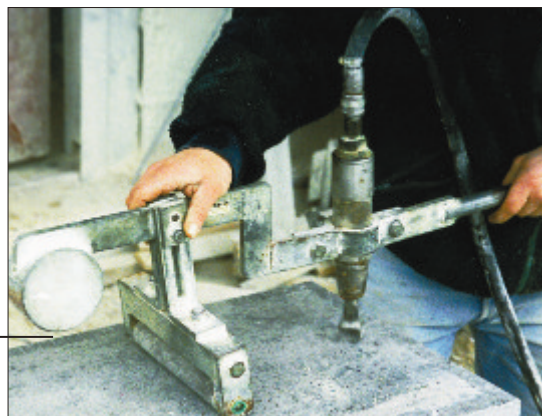
Am Stocken



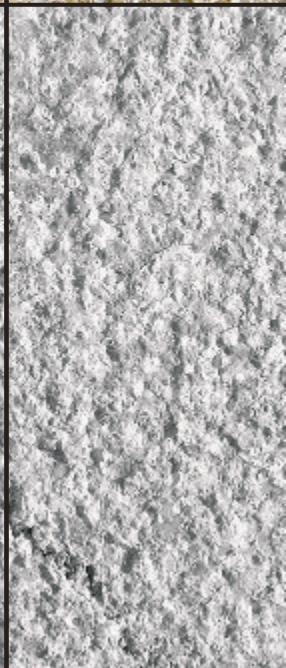
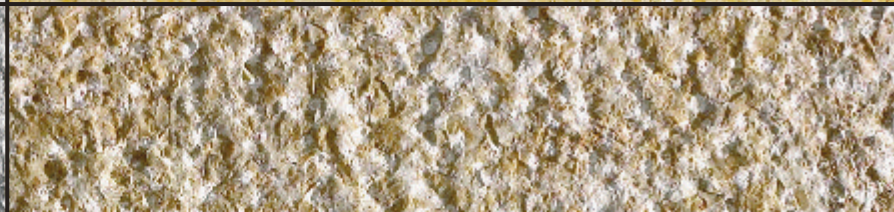
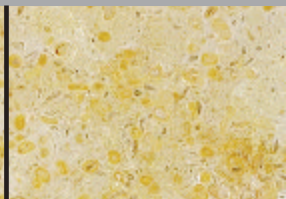
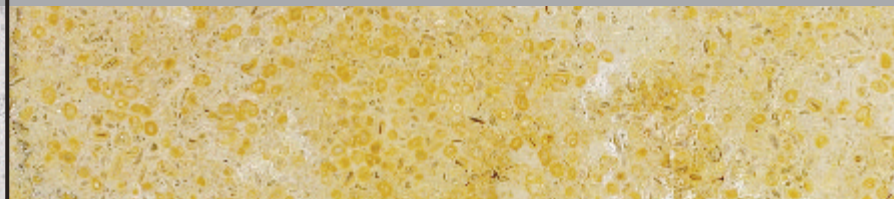
Stockautomat



Handstockmaschine



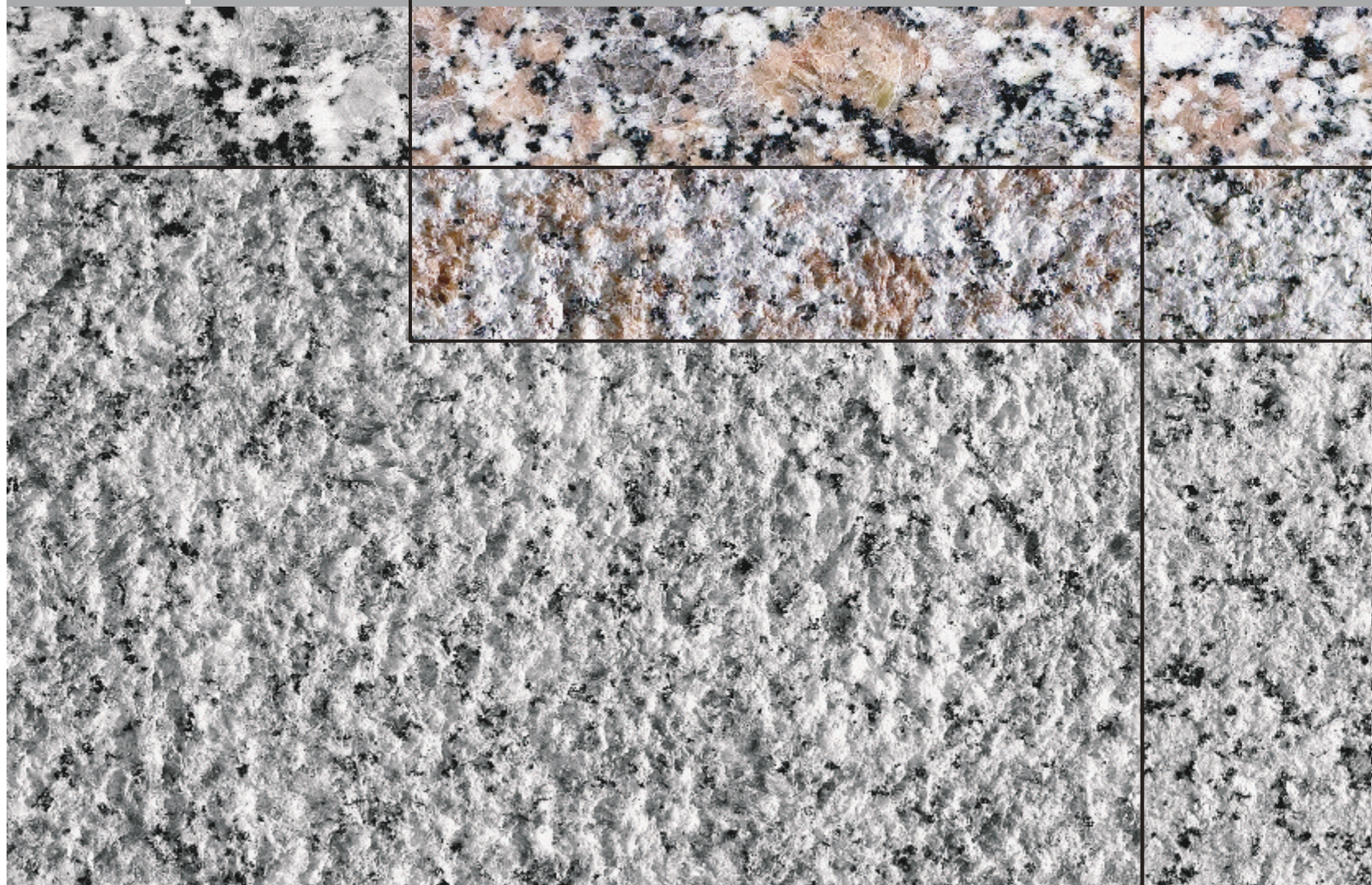
p o l i e r t

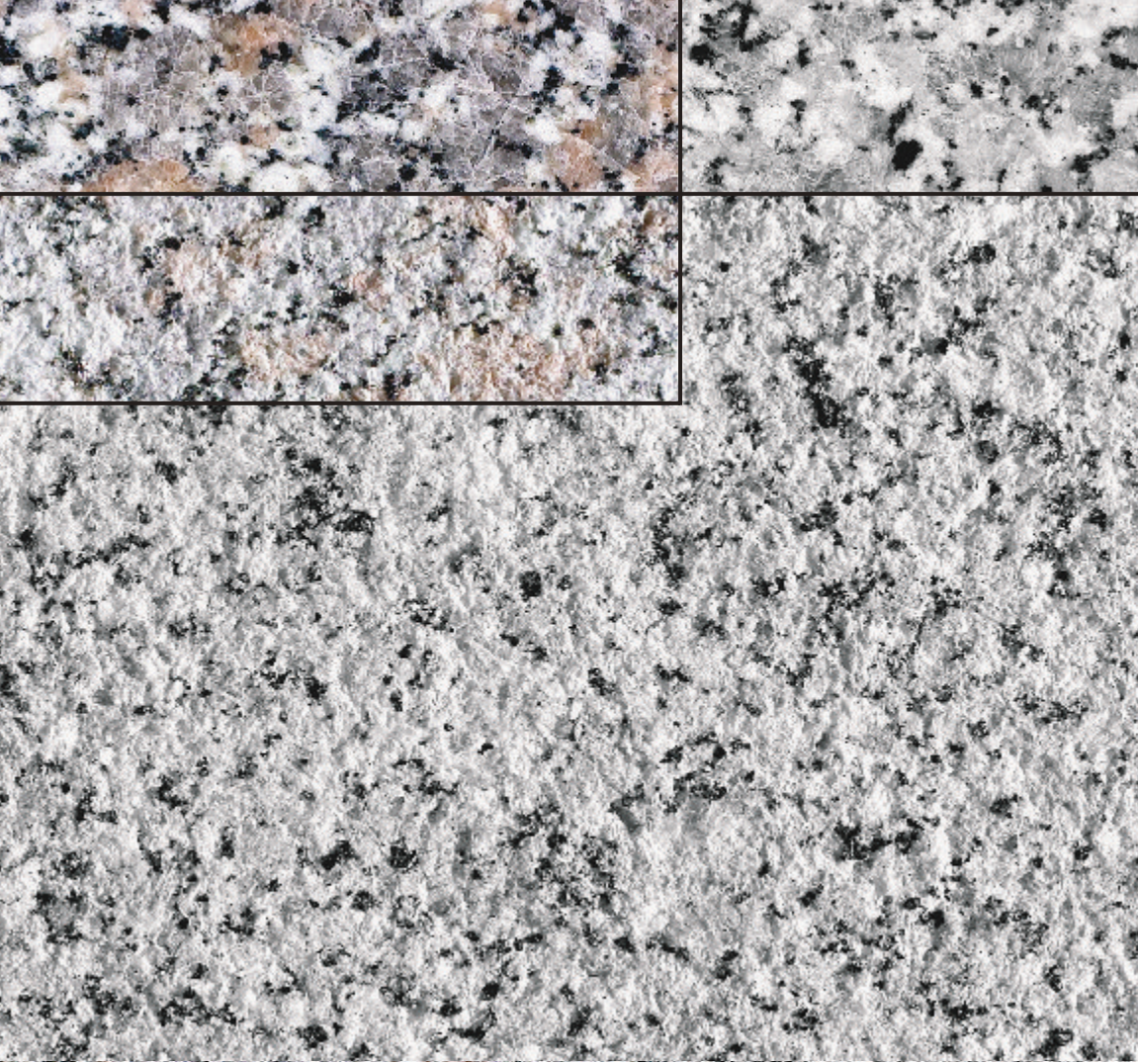




hand - / maschinengestockt

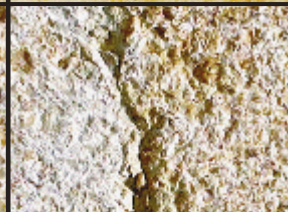
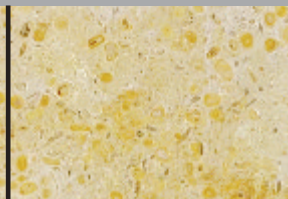
poliert





hand-/maschinengestockt

p o l i e r t

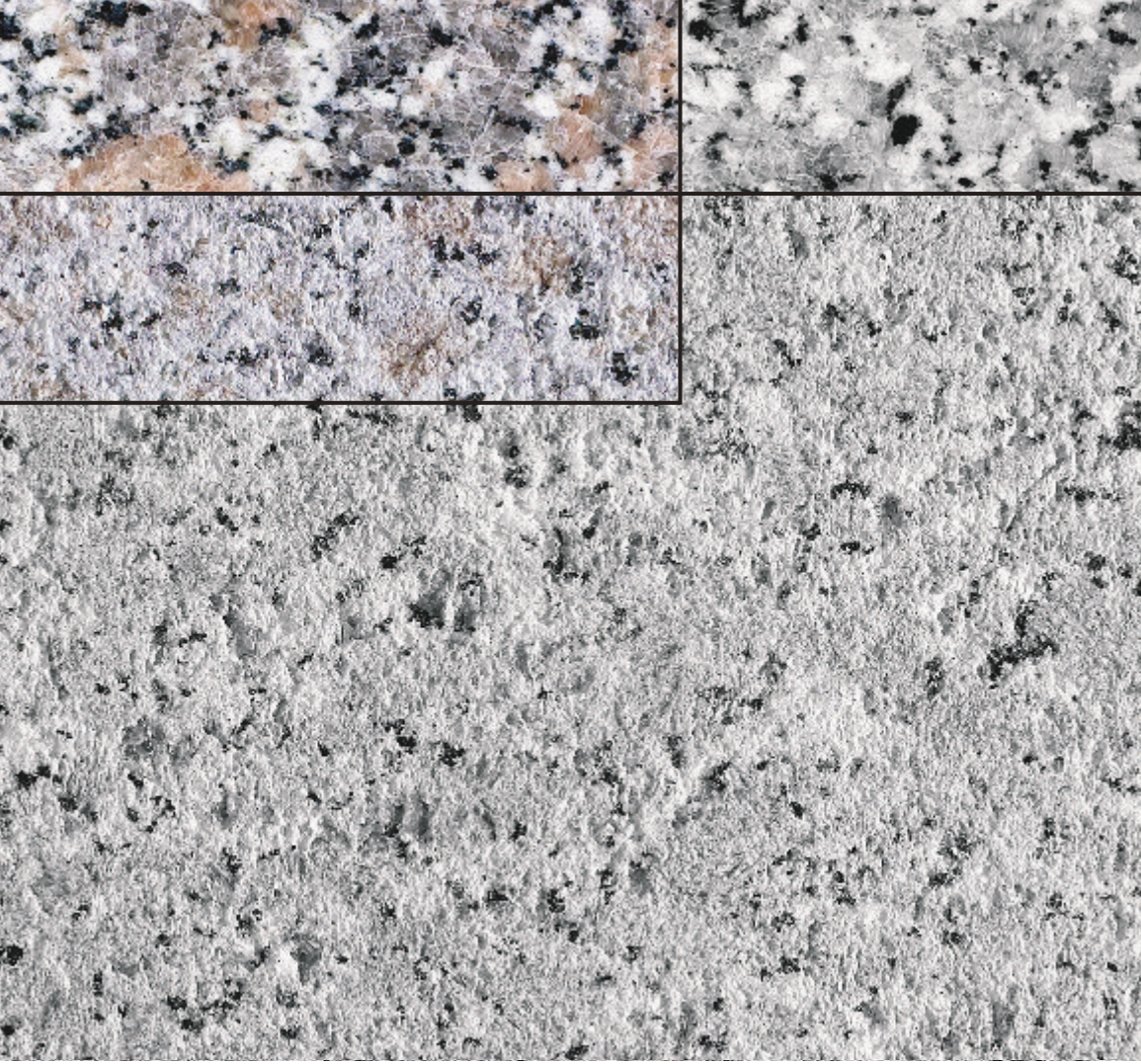




hand- / maschinengeriffelt

p o l i e r t





R o s a S a r d o -

hand-/maschinengeriffelt

Flächen

Das Flächen war bereits den Ägyptern bekannt und gehört mit dem Spitzen wohl zu den ältesten Bearbeitungsmethoden überhaupt. Allerdings nutzten die Ägypter das Flächen als Endbearbeitung selten und auch dann wegen der steinernen Werkzeuge meist für harte Gesteine. Die eiserne Glattfläche da-gegen kann für die meisten bautechnisch genutzten Steine verwendet werden. In unserem Kulturkreis diente die Bearbeitung hauptsächlich ab dem 10. Jahrhundert bis zum Hochmittelalter dem Abrichten von Werksteinen und als Schlussbearbeitung. Die Hiebe wurden dafür bei sichtbaren Oberflächen seit dem 11. Jahrhundert immer gleichmässiger gesetzt, das heisst es wurde versucht, die Hiebfolgen in der gleichen Richtung und Stärke zu platzieren, um ein einheitlicheres Erscheinungsbild zu erreichen. Ab dem 12. Jahrhundert setzte sich die Flächung mit geregelter, leicht schräg ausgerichteter Hiebfolge bis ins 13. Jahrhundert hinein durch. Parallel dazu begann man seit Mitte des 12. Jahrhunderts mit einer noch feineren Überflächung. Dabei schlägt die Fläche während des letzten Arbeitsgangs senkrecht zur Steinoberfläche auf und wird mit einer sehr dichten Hiebfolge geführt, sodass ein noch ruhigeres Bild entsteht als mit der schrägen Werkzeugführung. Bei dieser Bearbeitungsvariante spricht man in Deutschland von einer gepillten Fläche.

Daneben findet man im Mittelalter immer wieder geflächte Werkstücke, die noch deutliche Spuren der vorhergehenden Abspitzung zeigen und damit Zeugnis ablegen, dass damals im Unterschied zu späteren Epochen die Arbeitsrationalität vor der Werkstückästhetik kam.

**Verschiedene
Glattflächen**



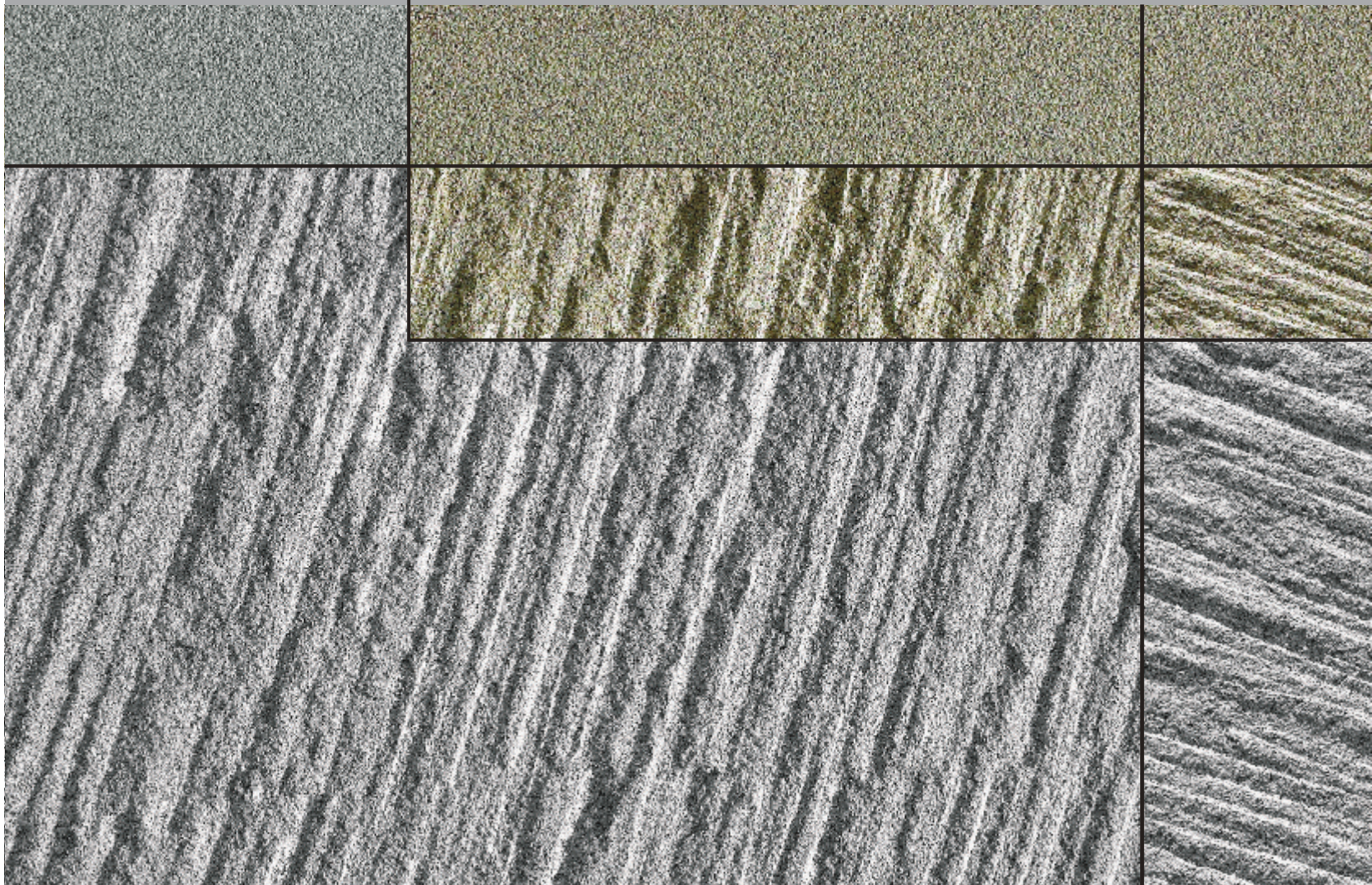
**Doppelfläche mit einer
Zahnschneide für Sandstein**

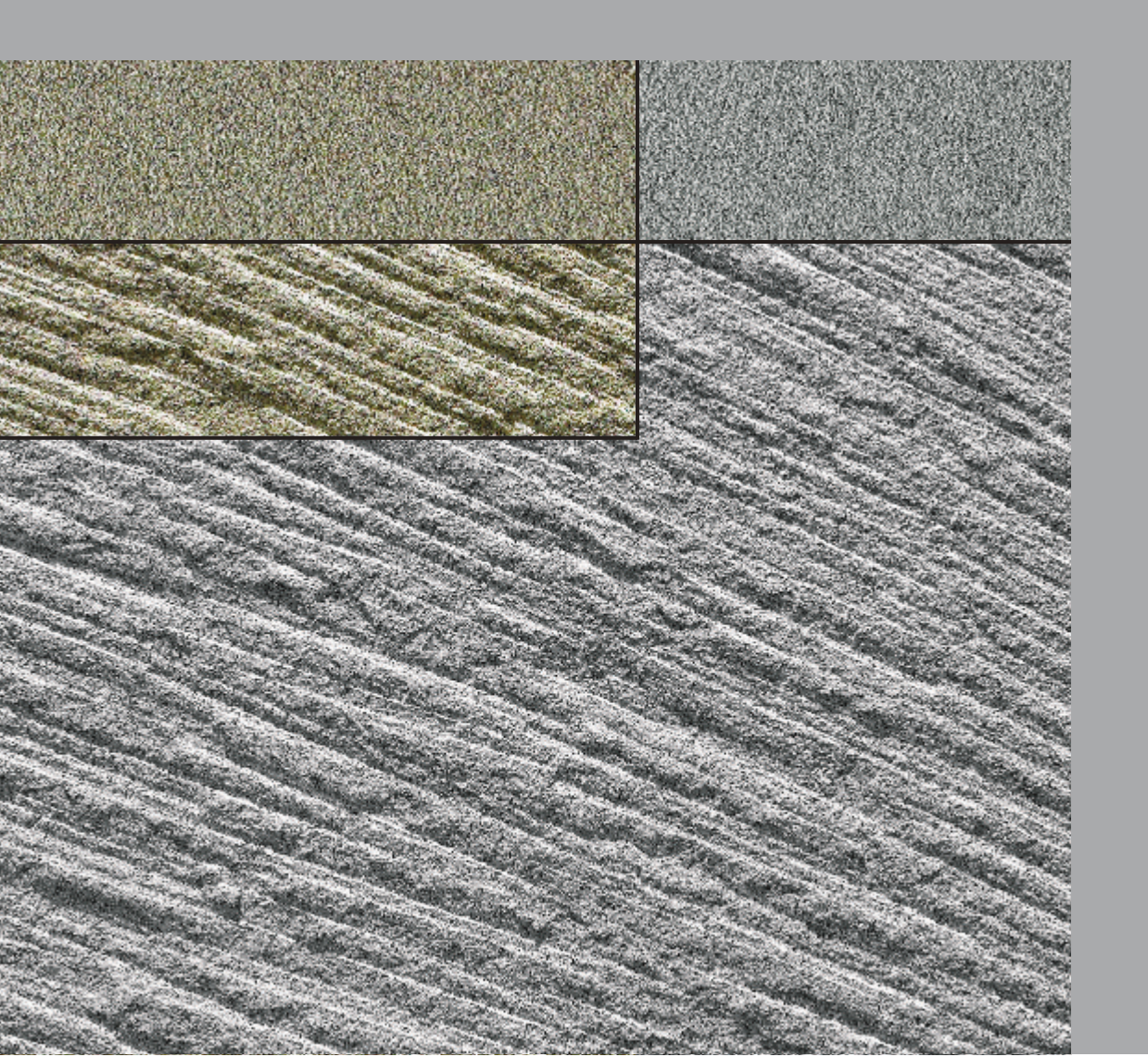


**Am
Flächen**



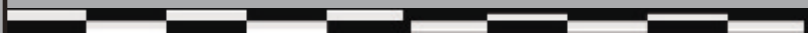
g e s c h l i f f e n

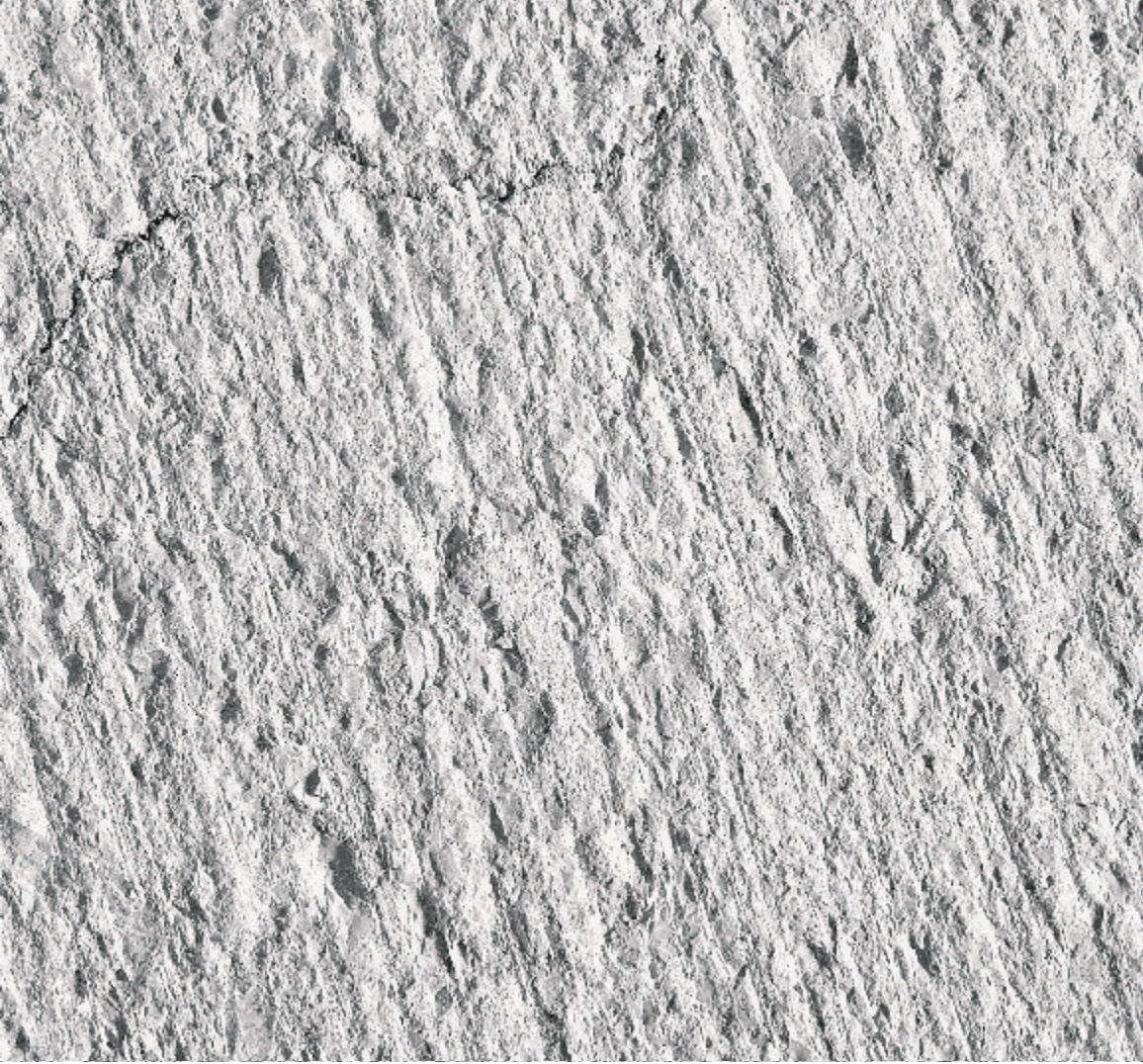




g e f l ä c h t / g e p i l l t

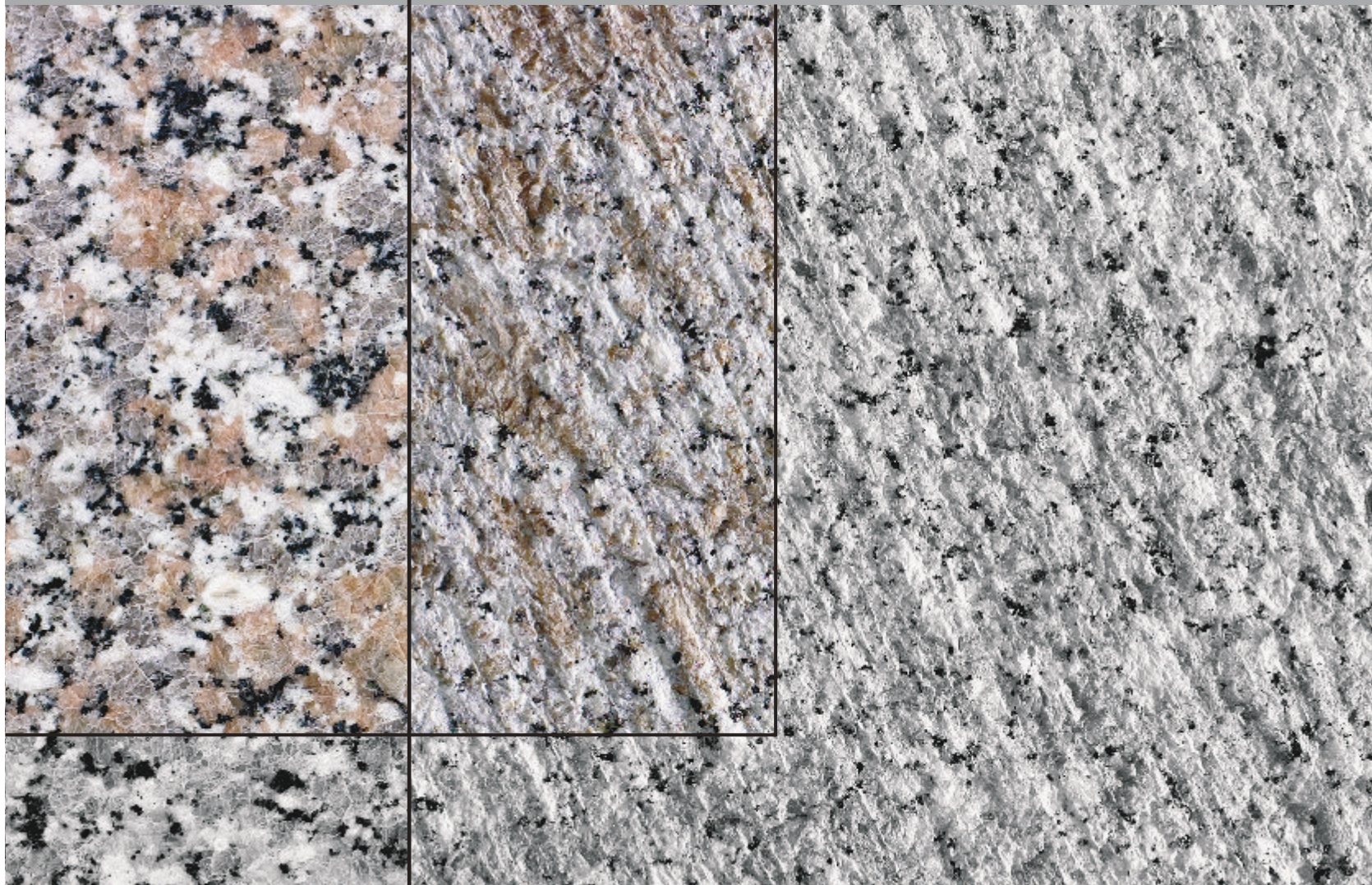
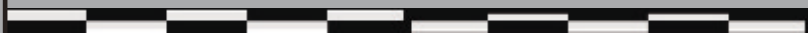
p o l i e r t

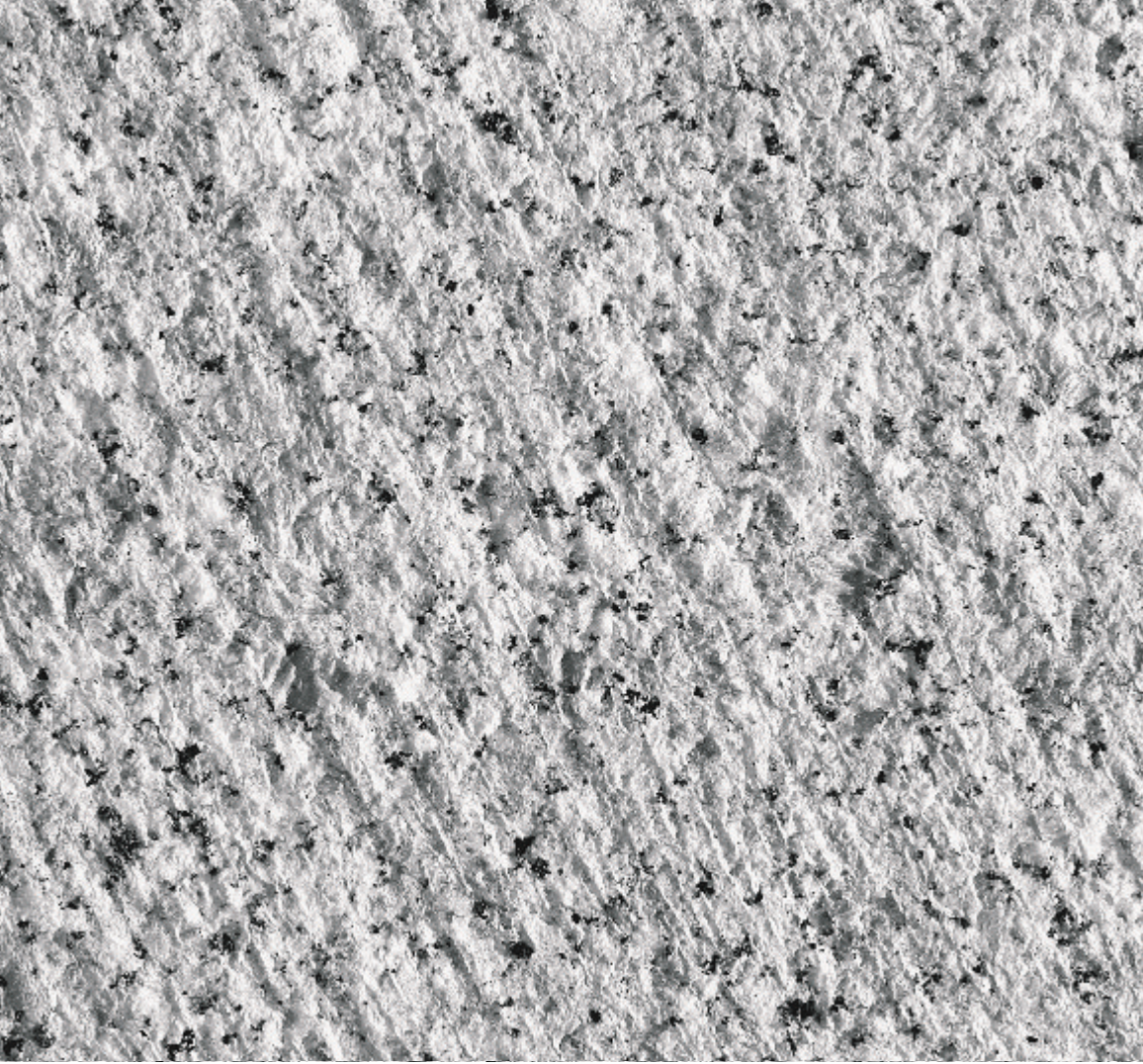




g e f l ä c h t

p o l i e r t





g e f l ä c h t

Stelzen

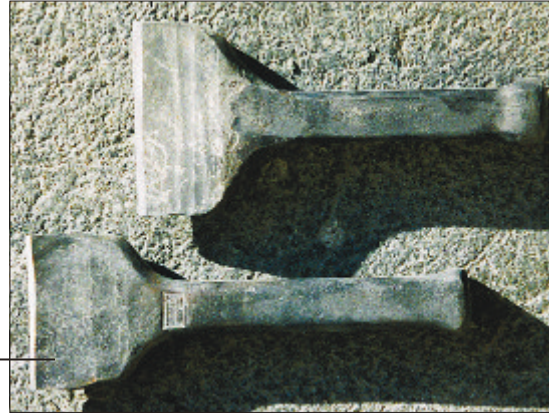
Stelzen kann als Verfeinerung des Flächens betrachtet werden und gehört wie dieses seit langem zum Steinhauen. Wie das Flächen findet es bei den meisten Gesteinen Verwendung. Das Stelzen wurde früher meist an Orten eingesetzt, an welchen die Fläche nicht zum Einsatz gebracht werden konnte, wie im Profilbereich oder bei feineren Bildhauerarbeiten. Hauptsächlich kann man es aber als Randschlagbearbeitung bei Kalksteinen und Graniten entdecken. Dadurch erklärt sich auch, dass früher diese Bearbeitung, wie dies beim Scharrieren auch üblich war, nur mit schmalen Eisenbreiten (bis etwa 5 cm) ausgeführt wurde und eigentlich kaum als Flächenbearbeitung in Frage kam.

Im Unterschied zum Scharrieren wird beim Stelzen das Eisen nicht mit einem Streifschlag angetrieben und für Oberflächenbearbeitungen meist auch rückwärts geführt, daher hört man in diesem Zusammenhang auch die Bezeichnung Rückwärtsscharrieren.

Mit dem Aufkommen von Maschinen hat sich die Verwendung des Stelzens verändert: Da die Steine zugesägt werden und es kaum noch nötig ist, einen grösseren Materialabtrag zu erreichen, werden anstelle des Flächens vermehrt auch Flächen mit breiten Eisen gestelzt.

Zudem ist auch für einen Fachmann nicht immer klar ersichtlich, ob nun gestelzt oder geflächt wurde. Trotzdem kommt das Stelzen heute praktisch nur im Grabmalsektor zum Einsatz.

**Halbeisen
und Vierteleisen**



**Am
Stelzen**



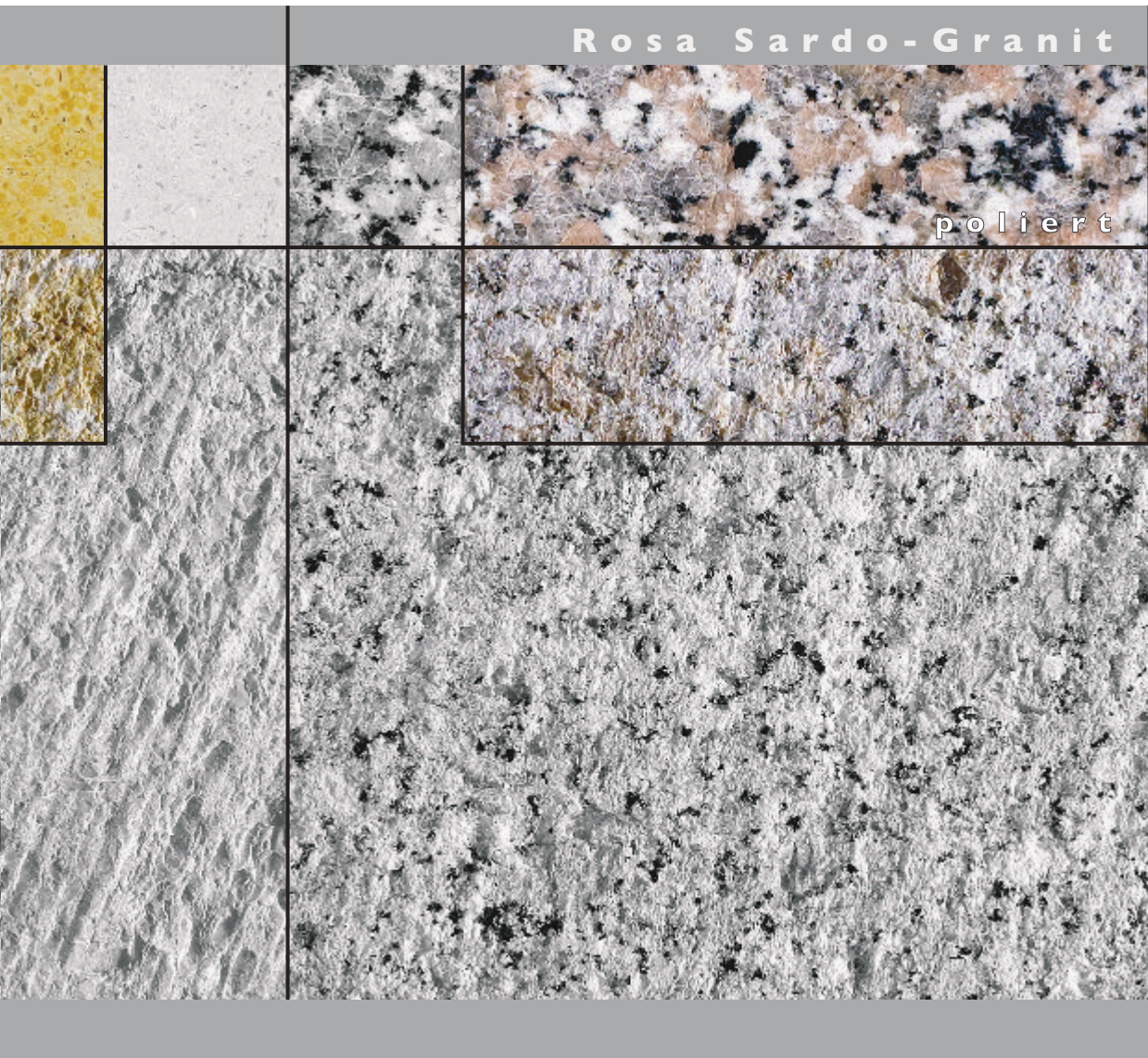
B e r n e r S a n d s t e i n

L a u f e n e r K a l k s t e i n

g e s c h l i f f e n

p o l i e r t





g e s t e l z t

Scharrieren

Das Scharriereisen entwickelte sich ab dem 15. Jahrhundert aus dem Schlageisen. Dies wird durch die Bezeichnungen Viertel-, Halb- und Breiteisen unterstrichen. Allerdings wird nur das Breiteisen auch Scharriereisen genannt. Was hingegen neu ist, ist die geänderte Schlagtechnik im Umgang mit dem Scharriereisen. Das Schlageisen wird geradlinig angetrieben, bei weicheren Gesteinen mit dem Knüpfel und bei härteren mit dem Fäustel. Das Scharriereisen dagegen muss mit einem Streifschlag des Knüpfels in den Stein getrieben und mit dem selben Schlag wieder aus dem Material gehoben werden. Diese Technik verlangt einem Steinmetzen einiges an Übung ab. Dass die Entwicklung vom Schlag- zum Scharriereisen so lange auf sich warten liess, hat mindestens noch zwei weitere Gründe als die andere Schlagtechnik: Erstens ist die Herstellung eines Scharriereisens mit einer durchschnittlichen Breite von 10 bis 14 cm (bei sehr weichen Sandsteinen bis um 20 cm) eine anspruchsvolle Schmiedearbeit, denn die Schneide muss über die ganze Breite eine gleichmässige Härte aufweisen. Zweitens ist die Überscharrierung einer gebeilten Fläche mit einem breiten Eisen relativ mühsam und wird erst nach einer vorgängig gekrönelten Bearbeitung rationell. Somit hat wahrscheinlich der Krönel dem Scharriereisen zu seinem Siegeszug verholfen und verdrängte bei den krönelbaren Gesteinen häufig die Flächen.

In den Anfängen des Scharrierens wurde oft eine leichte Schräg- oder Radialrichtung der Scharrur gewählt, auch wurden bis ins 17. Jahrhundert Eisenbreiten von 5-8cm verwendet. Es scheint, als ob die Steinmetzen noch den alten Gepflogenheiten des Flächens nachgetrauert hätten. Erst im Barock änderte sich dies dann zur senkrechten Richtung der Scharrur und der Benutzung von breiteren Eisen.

Holzknüpfel



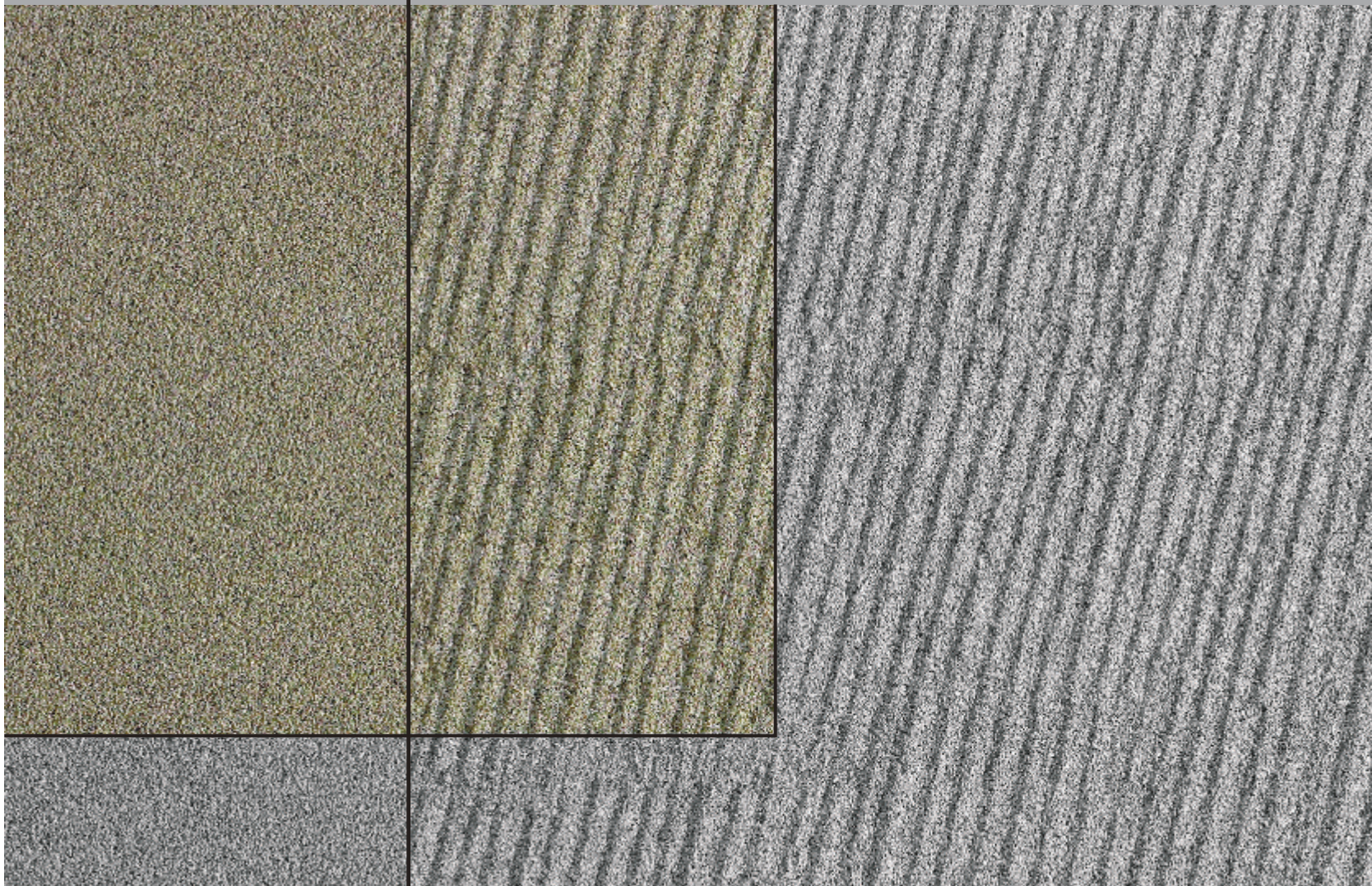
**Geschmiedete
Scharriereisen**

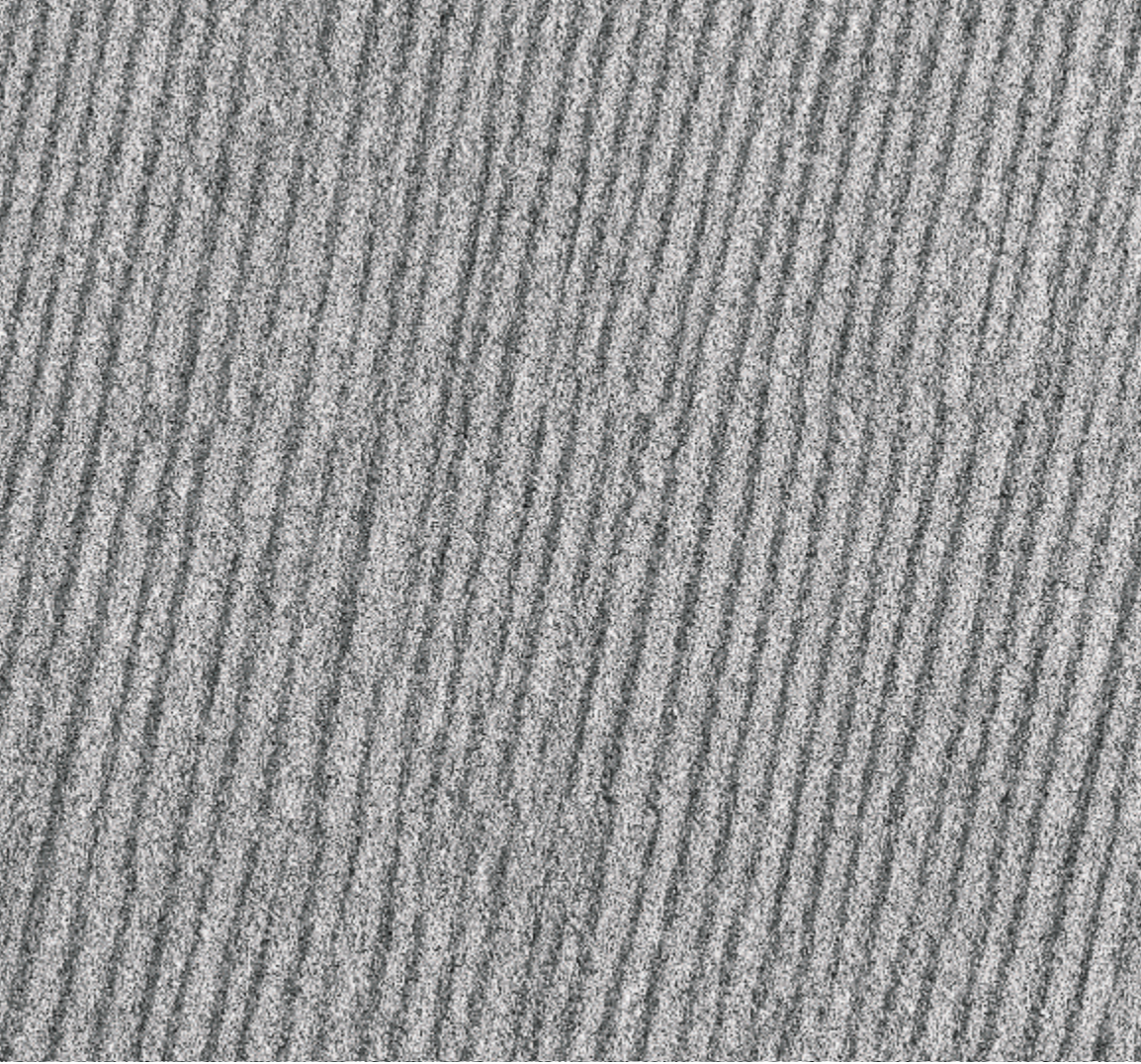


**Am
Scharrieren**



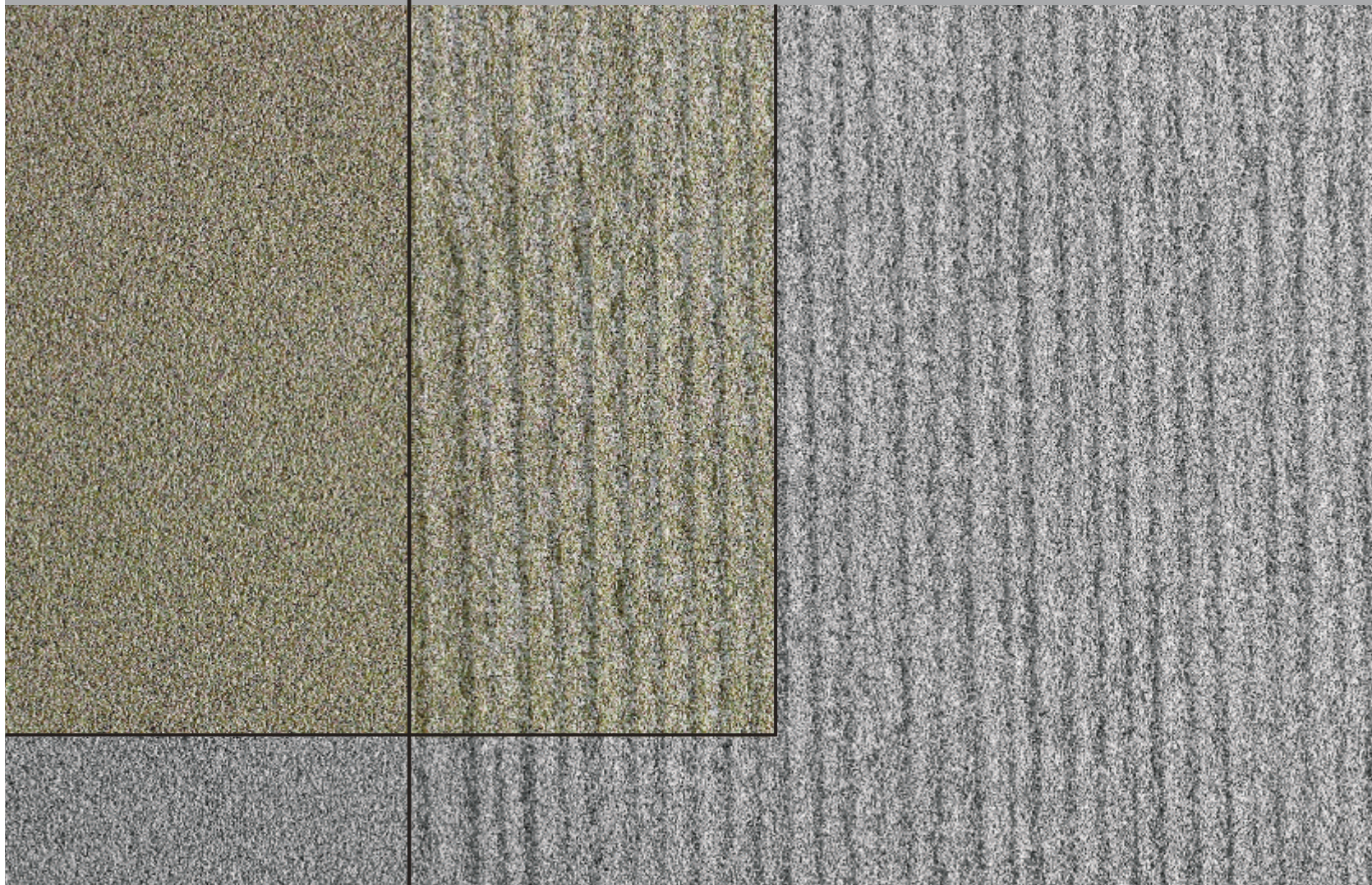
g e s c h l i f f e n

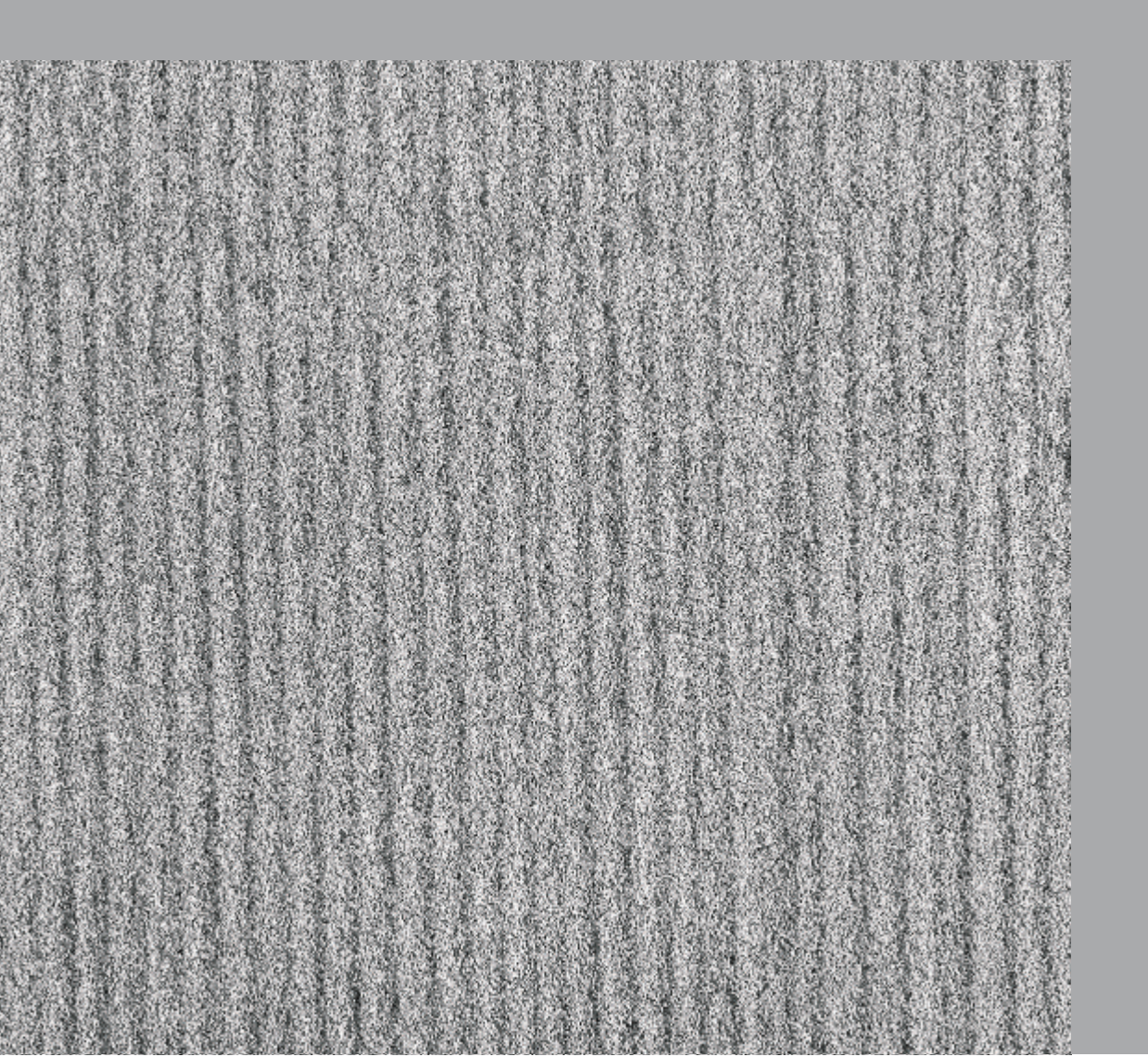




s c h a r r i e r t g o t i s c h

g e s c h l i f f e n





s c h a r r i e r t b a r o c k

Hamburgern

Das Aufkommen dieser Bearbeitung hängt mit dem Barock zusammen und ist eine Weiterentwicklung des Scharrierens mit dem Unterschied, dass anstelle des einen Schlags pro Scharrur zwei (Doppelschlag) bis drei Hiebe (Kehlschlag) mit dem Knüpfel getätigt werden, wobei mit den ersten Hieben (Hieb) versucht wird, Tiefe zu erreichen und mit dem letzten die Breite. Damit lässt sich eine Rillenbreite von 10 bis 15 mm erzielen.

Das Hamburgern wurde eher selten als eigentliche Flächenbearbeitung eingesetzt, sondern meist als Zierbearbeitung für vorspringende Profilblätter, Stirnseiten von Fensterbänken oder anderen zu akzentuierenden Fassadenelementen. Falls es trotzdem für eine grössere Fläche in Frage kam, wurden die Hiebe immer in Rille geschlagen, so wie dies bei einer barocken Scharrur geschah.

Eine grosse Verbreitung fand das Hamburgern während der Fünfziger- und Sechzigerjahre des 20. Jahrhunderts in der Kunststeinindustrie, da es sich bei frisch ausgeschalttem Beton mit geringem Aufwand realisieren lässt und ein schöner Kontrast zu geschliffenen Flächen erzeugt werden kann. Weil heute Kunststeine meist geschliffen oder gestockt werden, ist Hamburgern eine vom Aussterben bedrohte Bearbeitungsart geworden.

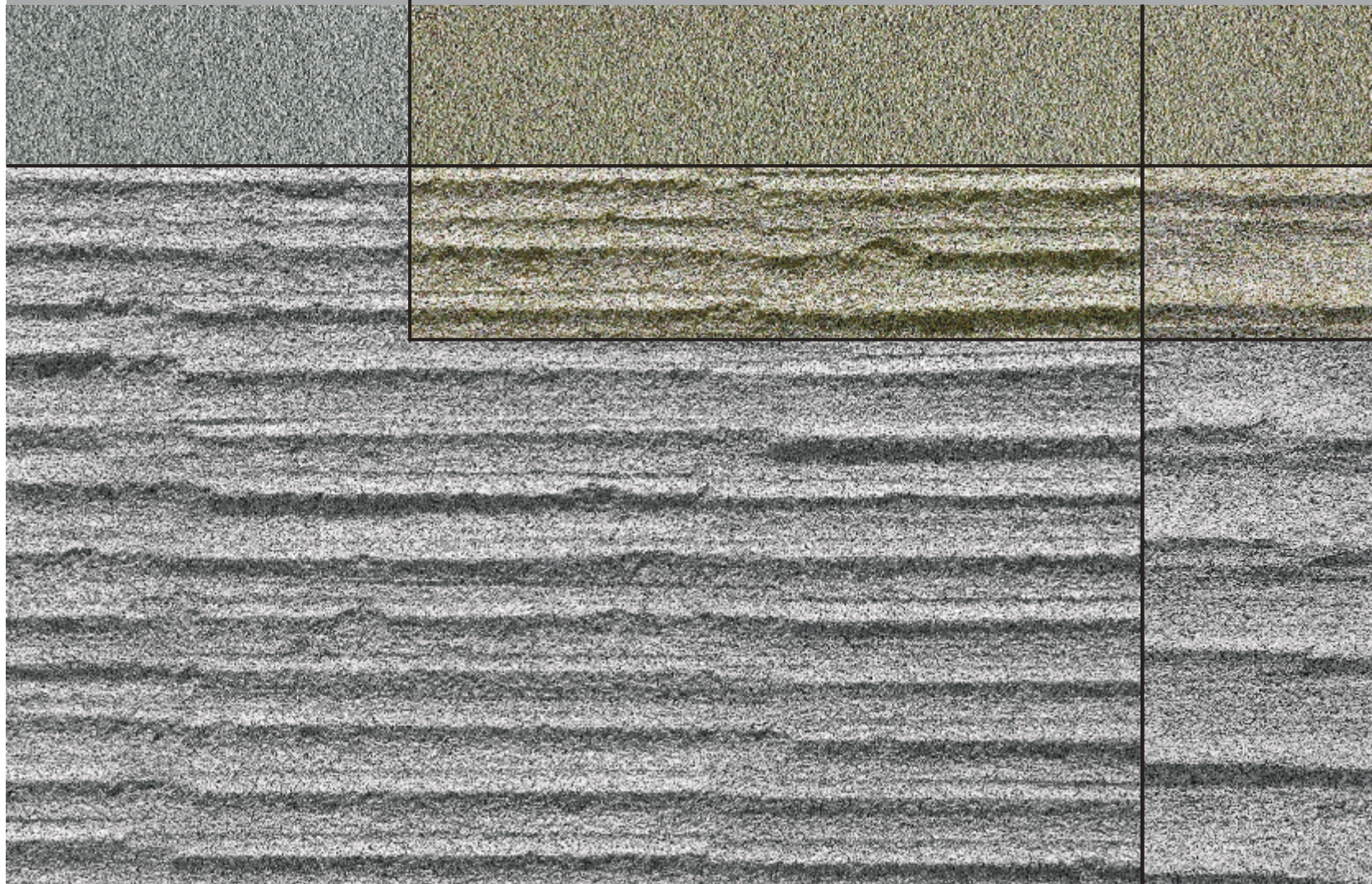
**Erster, steiler Schlag
für die Tiefe**

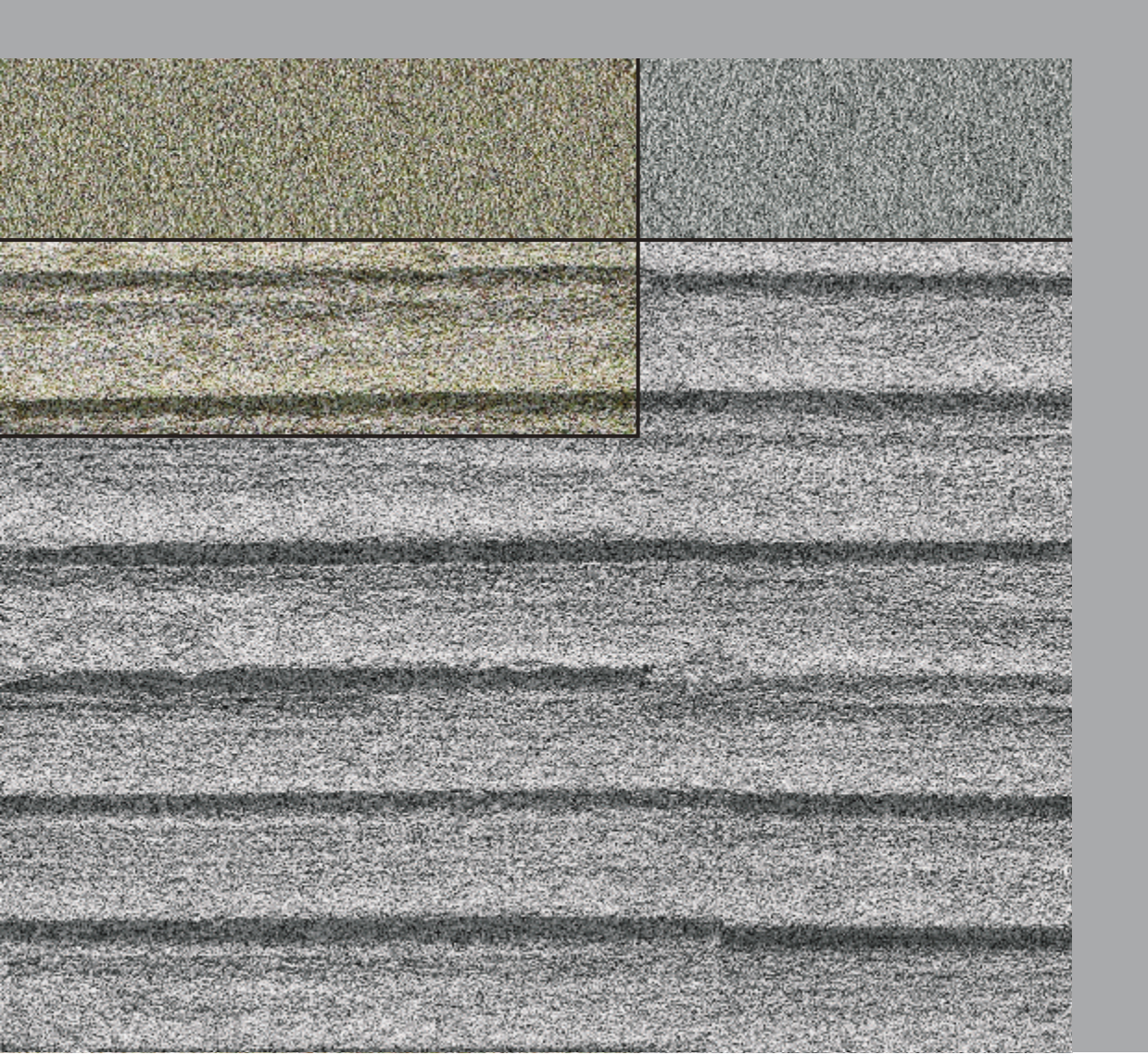


**Zweiter, flacher Schlag
für die Breite**



g e s c h l i f f e n





gehaburgert; Doppel-/Kehlschlag

Glatt- und Zahnhobeln

Das Hobeln ist eine Bearbeitung, die nur für ganz wenige Gesteine Verwendung findet. Es wird bei sehr weichen Sandsteinen (Berner und Freiburger) nach dem Kröneln oder bei Lockerkalken (grobporigen Kalken; Savonnière, Euville, Hauterive, Metzner usw.) nach dem Zahnflächen gebraucht, um diese rasch in die gewünschte Form zu bringen.

Das Werkzeug gleicht einem Gipserhobel und ist seit etwa der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts im Gebrauch, allerdings sind zwei verschiedene Ausbildungen bekannt: nämlich Glatt- und Zahnhobel. Für die Lockerkalke in Frankreich kommt vor dem Glatthobel der Zahnhobel mit gezahnten Stahlbandeinsätzen zum Zug, da mit ihm ein effizienterer Materialabtrag ermöglicht wird, ähnlich wie dies bei Zahnfläche und Fläche der Fall ist. Interessanterweise hatte die Hobeltechnik in Frankreich auch einen Einfluss auf das Versetzen der Werkstücke. Dort wurden oft für durchgehende Profilglieder wie Gurte nur grob zugehauene Bossensteine versetzt und diese erst nach dem Fertigaufbau der Fassade mit Profilhobeln profiliert.

Auch heute noch sind Hobel im Einsatz, da sie eine bis viermal rationellere Produktivität ermöglichen als bei vergleichbaren nicht hobelbaren Steinen. Diese Tatsache verhalf den hobelbaren Steinen mit dem Ausbau des Schienennetzes zu einer überregionalen Verbreitung. Damit waren sie die ersten Steine in Europa, die nicht für Zierzwecke transportiert wurden, sondern als Bau-steine eine Bedeutung erlangten. Beispielsweise findet man in der ganzen Schweiz Gebäude aus Berner Sandstein (Ostermundiger) und verschiedenen französischen Lockerkalken.

**Verschiedene
Hobel**

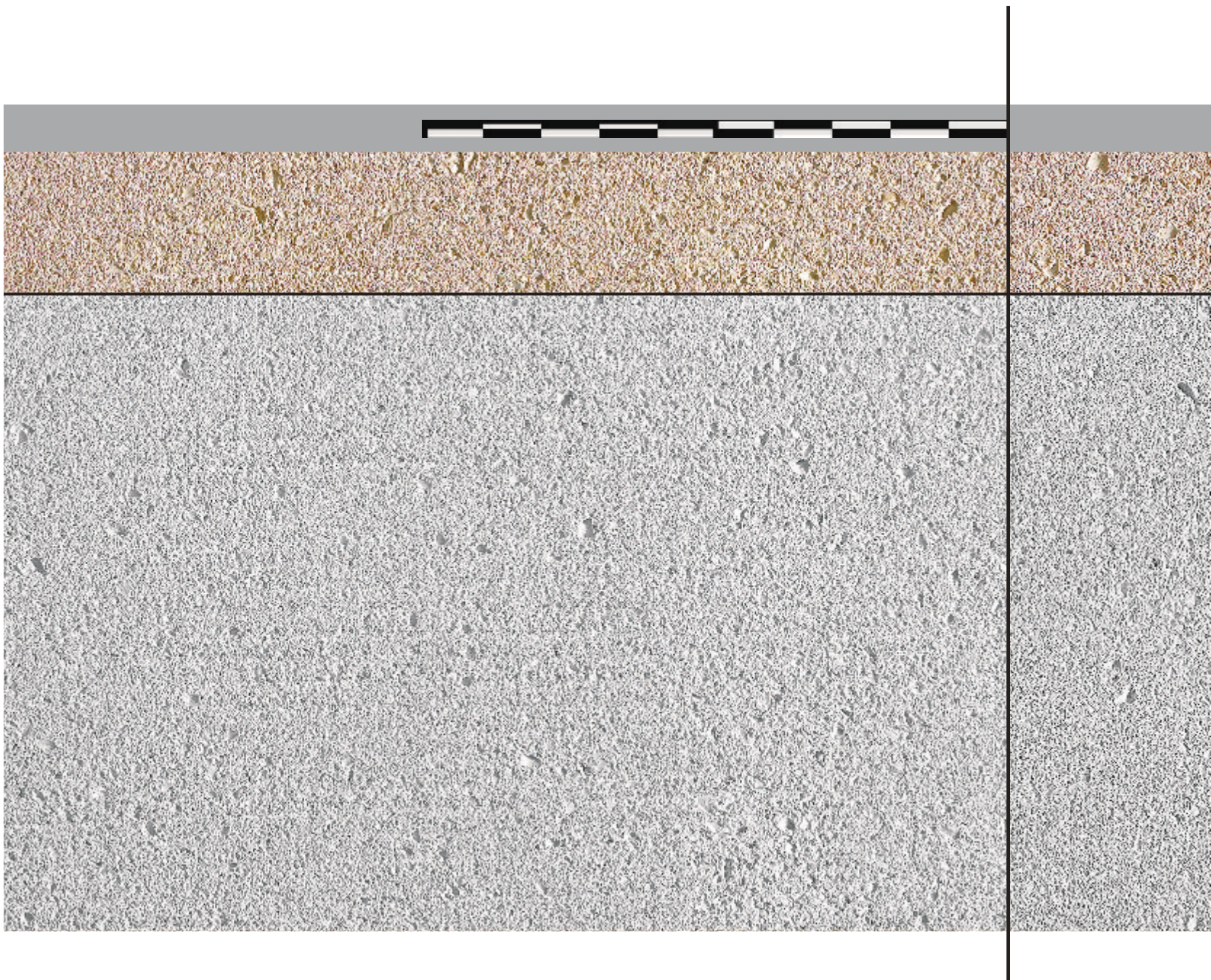


**Am
Zahnhobeln**



**Am
Glatthobeln**



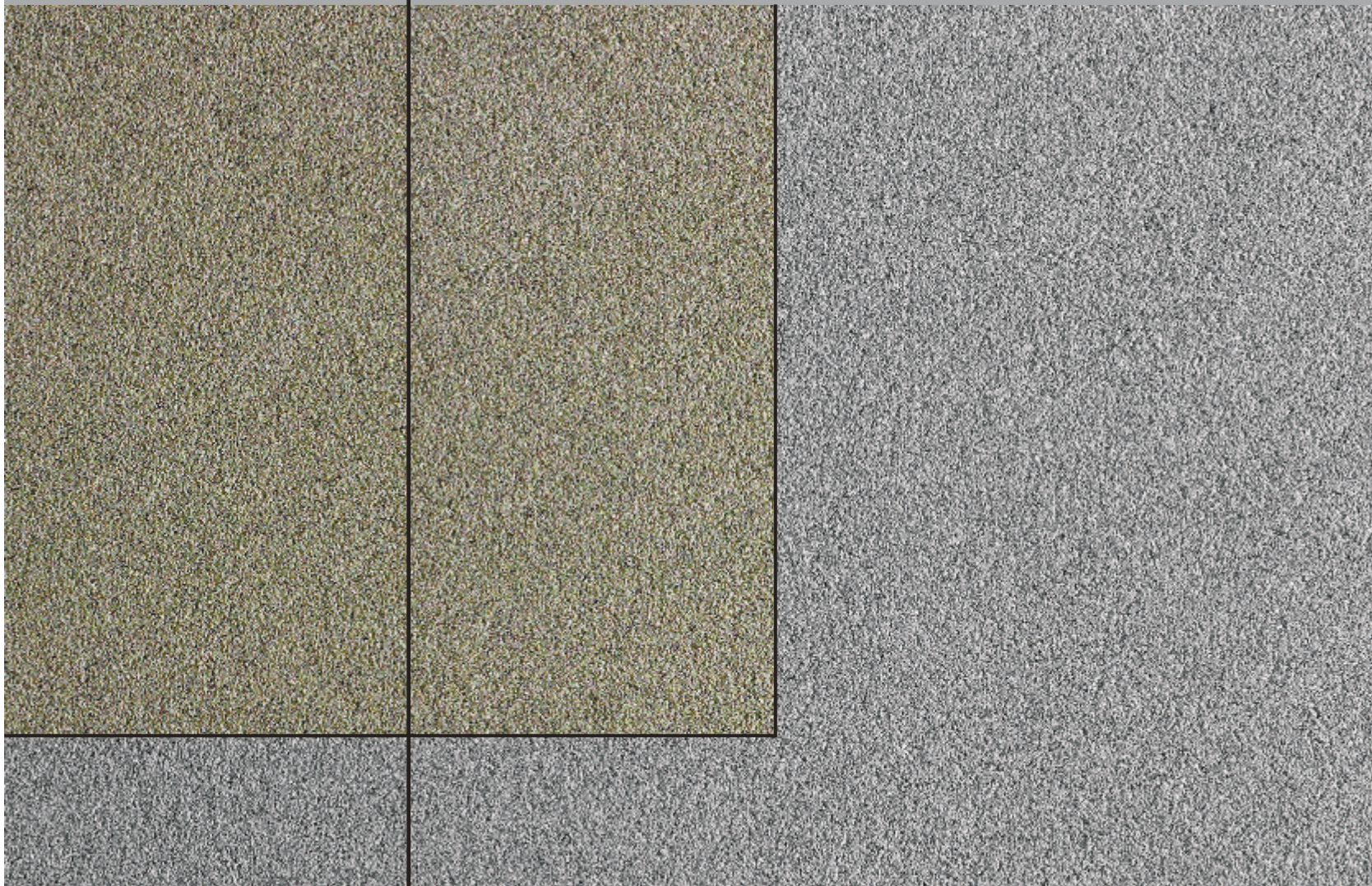


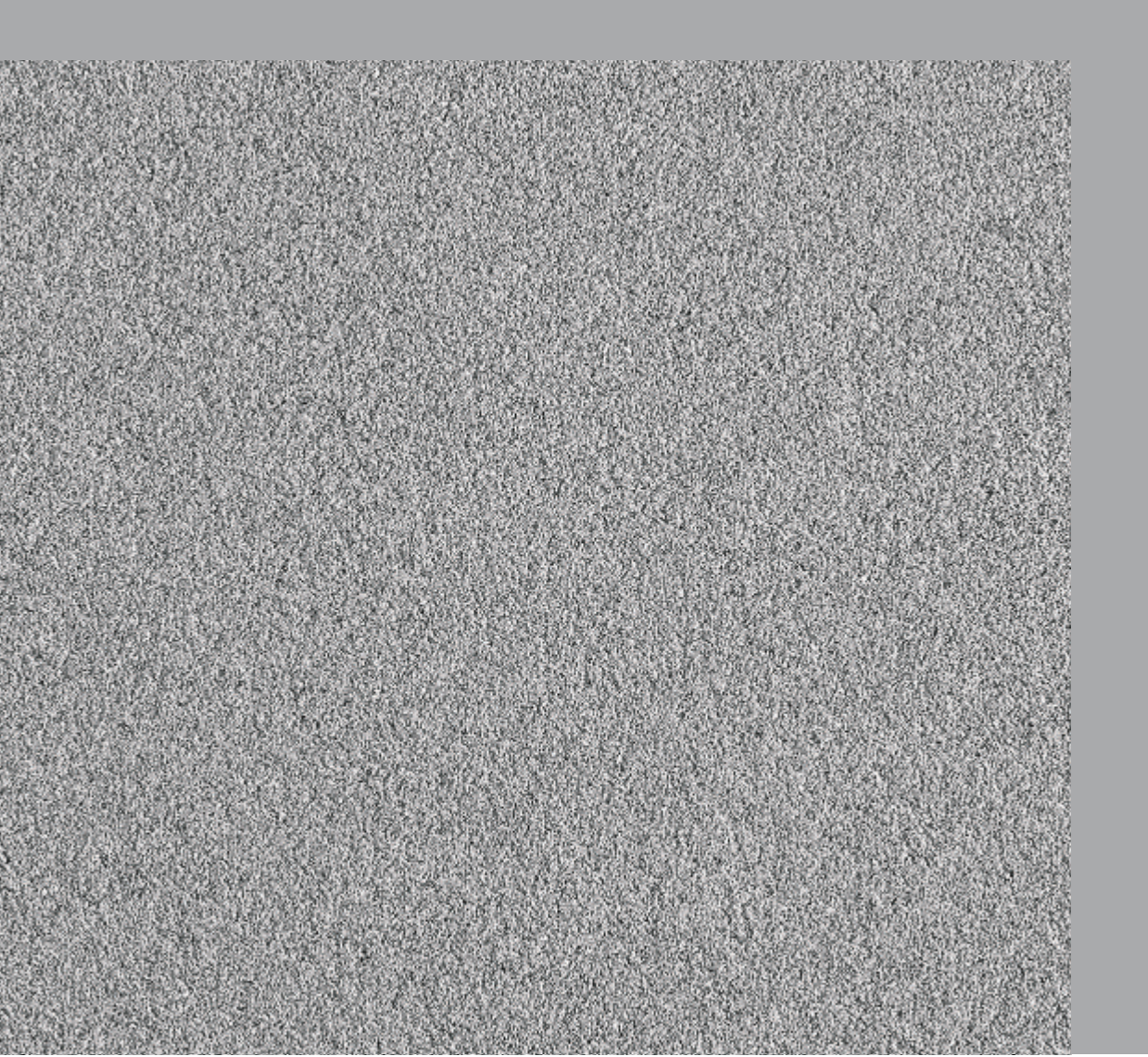


S a v o n n i è r e - L o c k e r k a l k

z a h n - / g l a t t g e h o b e l t

g e s c h l i f f e n





g l a t t g e h o b e l t

Sägen

Schon die alten Ägypter kannten eine «handbetriebene Säge», mit der sie dünne Platten, meist aus Marmor, Kalk- oder Sandstein, herstellten. Als Säge diente ein dünnes Metallblatt. Die Sägewirkung wurde mit einem Gemisch aus Wasser und quarzhaltigem Sand erreicht, das in den Schnitt gegossen wurde.

Diese Technik wurde bis um 1900 verwendet, um von weither eingeführte Dekorsteine für Cheminées, Altare, Grabsteine usw. aufzusägen, da so ein möglichst geringer Materialverbrauch dieser wertvollen Steine erreicht wurde. Heute werden die Werksteine grösstenteils mittels Sägen zugerichtet und dann überarbeitet. Eine Ausnahme bilden nur die gut spaltbaren Steine. Prinzipiell gibt es drei maschinelle Sägetypen: 1. Die Gattersäge, mit ihr werden ganze Steinblöcke zu Platten verarbeitet. 2. Die Seilsäge, sie dient dazu, Blöcke in handlichere Formate aufzutrennen, dieses Verfahren wurde ursprünglich für den Marmorabbau entwickelt und erlebt dank den Diamantseilen einen neuen Aufschwung. 3. Die Kreissäge (seit ca. 1940), mit welcher Werkstücke zugerichtet werden.

Die ersten maschinellen Gatter- und Seilsägen nutzten das gleiche Verfahren wie die Ägypter, nur wurde anstelle von Quarzsand auch Stahlsand verwendet. Falls die Geschwindigkeit eine untergeordnete Rolle spielt, ist diese Methode immer noch zweckdienlich. Heute sind jedoch in Hochlohnländern die meisten Sägen mit Diamantsegmenten bestückt.

Muss eine Fläche um einige Millimeter oder Zentimeter zurückgenommen werden, wird ein 2 bis 4 cm breites Fräsblatt orthogonal zur Steinfläche geführt. Man spricht hier auch von Hobeln, obwohl diese Bearbeitung keine Gemeinsamkeit mit dem manuellen Hobeln hat.

Gattersäge

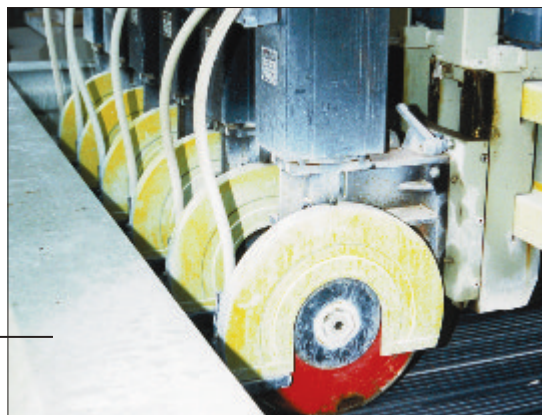


Maschinelles Hobeln

Kreissäge



**Sägebatterie zum
Plattenabrichten**



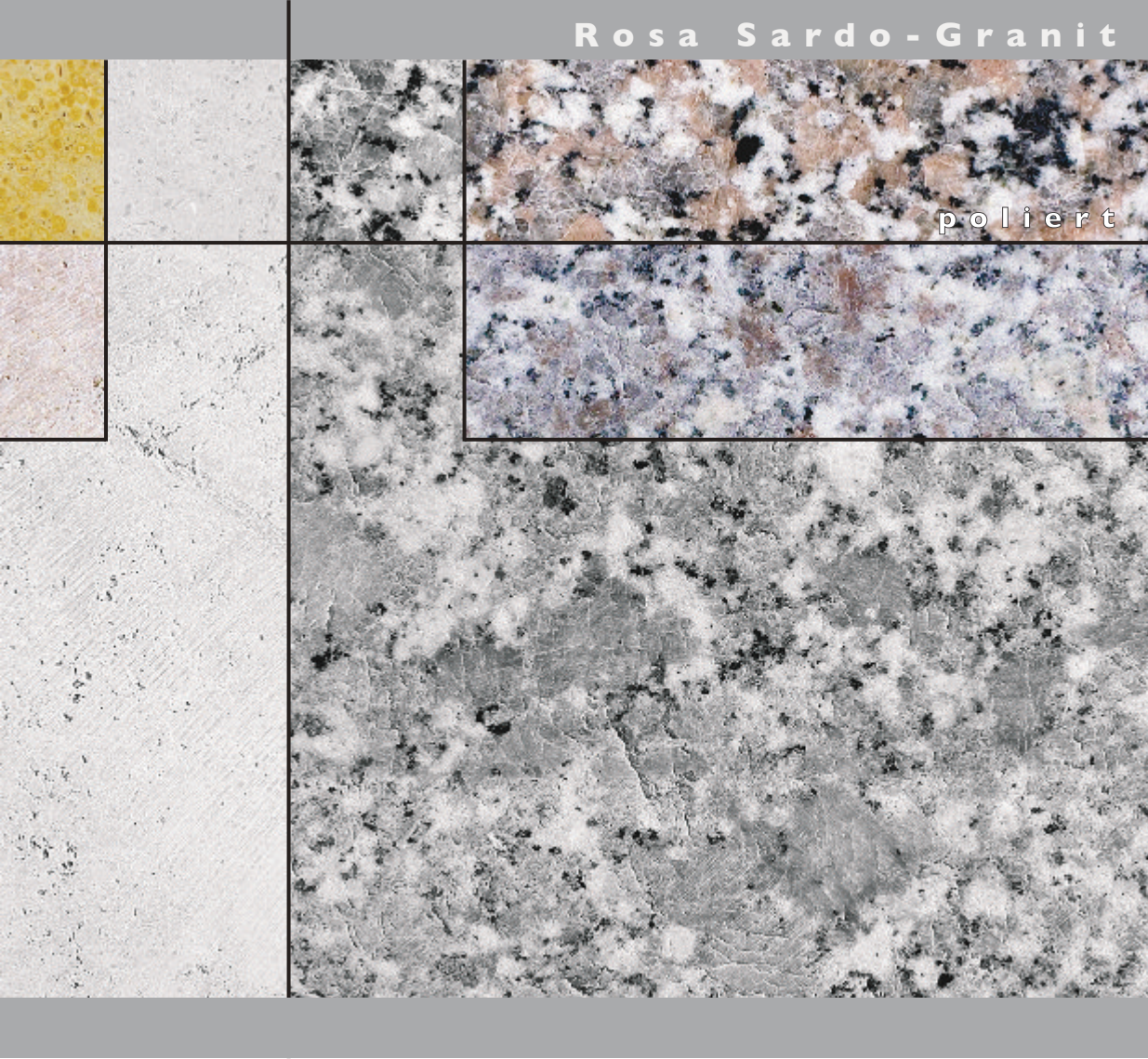
Berner Sandstein

Laufener Kalkstein

geschliffen

poliert





k r e i s g e s ä g t

Schuren

Das Schuren ist eine Schleifart, welche anstelle gebundener Schleifmittel lose Schleifmittel einsetzt. Wegen der Einfachheit von Anwendung und Schleifmittelbeschaffung war es sicher den Ägyptern oder noch früheren Kulturen bekannt. Weiter kann gesagt werden, dass das Schuren ein Grobschleifen ist, welches vor dem feineren Schleifen benutzt wurde, um grössere Material-mengen abzutragen. Im 20. Jahrhundert fand auch ein maschinelles Schuren mittels Graugussköpfen Verwendung. Mit dem Aufkommen der groben Diamantschruppscheiben wurde das Schuren mehr und mehr verdrängt, sodass es heute beinahe vergessen ist.

Beim Schuren wird das Schleifmittel – loser Quarzsand oder Metallsplitter, mit oder ohne Wasser – mittels einer Metall- oder Steinplatte kreisförmig auf der zu schurenden Fläche zerrieben. Grundsätzlich kann auch mit einem Holzstück geschurt werden, nur muss dann der nötige Druck durch Körpereinsatz erbracht werden. Früher wurden hauptsächlich Sandsteinstücke verwendet; dies hatte den Vorteil, dass sich der Reibstein rasch der zu schurenden Form anpasste und sich so auch Säulenschäfte, Profilteile oder andere nicht ebene Flächen effizient in Form schleifen liessen.

Heute bedient man sich des Schurens ab und zu noch, um Aussentreppen oder Bodenplatten eine rutschsichere Oberfläche zu verleihen.

Schuren
mit Steinplatte



Schuren
mit Metallplatte



Schurstein und
Schurplatte



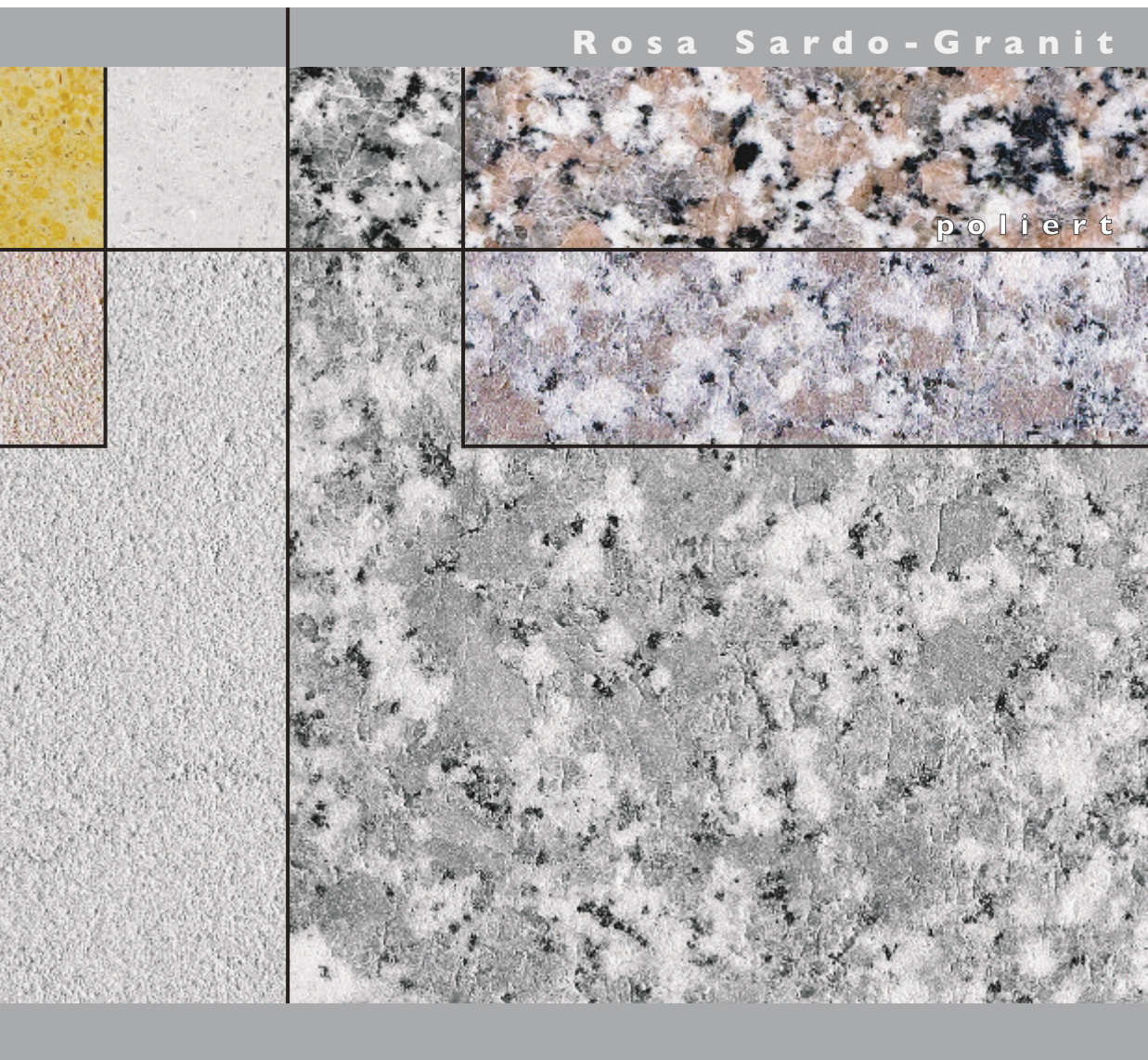
Berner Sandstein

Laufener Kalkstein

geschliffen

poliert





g e s c h u r t

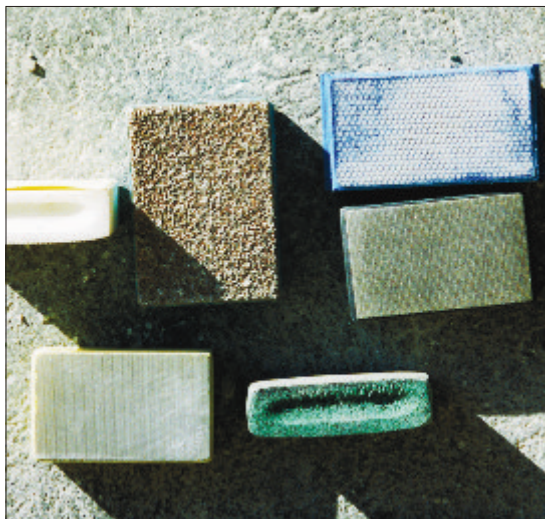
Schleifen

Schleifen gehört seit der Steinzeit zur Steinbearbeitung und dient meist als Vorstufe zum Polieren. Bei den schlecht polierfähigen Steinen wie Sandsteine, porige Kalke, Tuffe und Tonschiefern ist es jedoch die feinst mögliche Bearbeitung überhaupt.

Früher wurden zum Schleifen meist Sandsteine oder Bimssteine verwendet, wobei schon die Ägypter für weiche Gesteine (Marmor, Alabaster usw.) auch Raspeln und Schabwerkzeuge nutzten.

Ab dem 19. Jahrhundert wurden geeignetere Schleifmittel mit Schellack zu Schleifsteinen zusammengeschmolzen; daraus entwickelte sich bis heute eine ganze Reihe von Schleifmitteln, die häufigsten sind Diamant, Karborundum- oder Hartmetallsplitter, die in eine weiche Metalllegierung oder Kunststoffmasse eingebettet werden. Karborundum ist zudem auch in gesinterter Form als Schleifstein im Handel. Alle diese Produkte gibt es in verschiedenen Formen und Ausführungen für den manuellen wie auch maschinellen Gebrauch. Um einen grösseren Materialabtrag zu erreichen und gleichzeitig die Staubentwicklung gering zu halten, geschieht das Schleifen idealerweise unter Zugabe von Wasser. Die Wassermenge muss genau dosiert werden: Gibt man zu viel Wasser, wird das Schleifkorn davongespült, und bei zu geringer Wassermenge verklebt es mit dem abgetragenen Material.

Wandarmschleifer



Schleifschwämme



Am

Schleifen



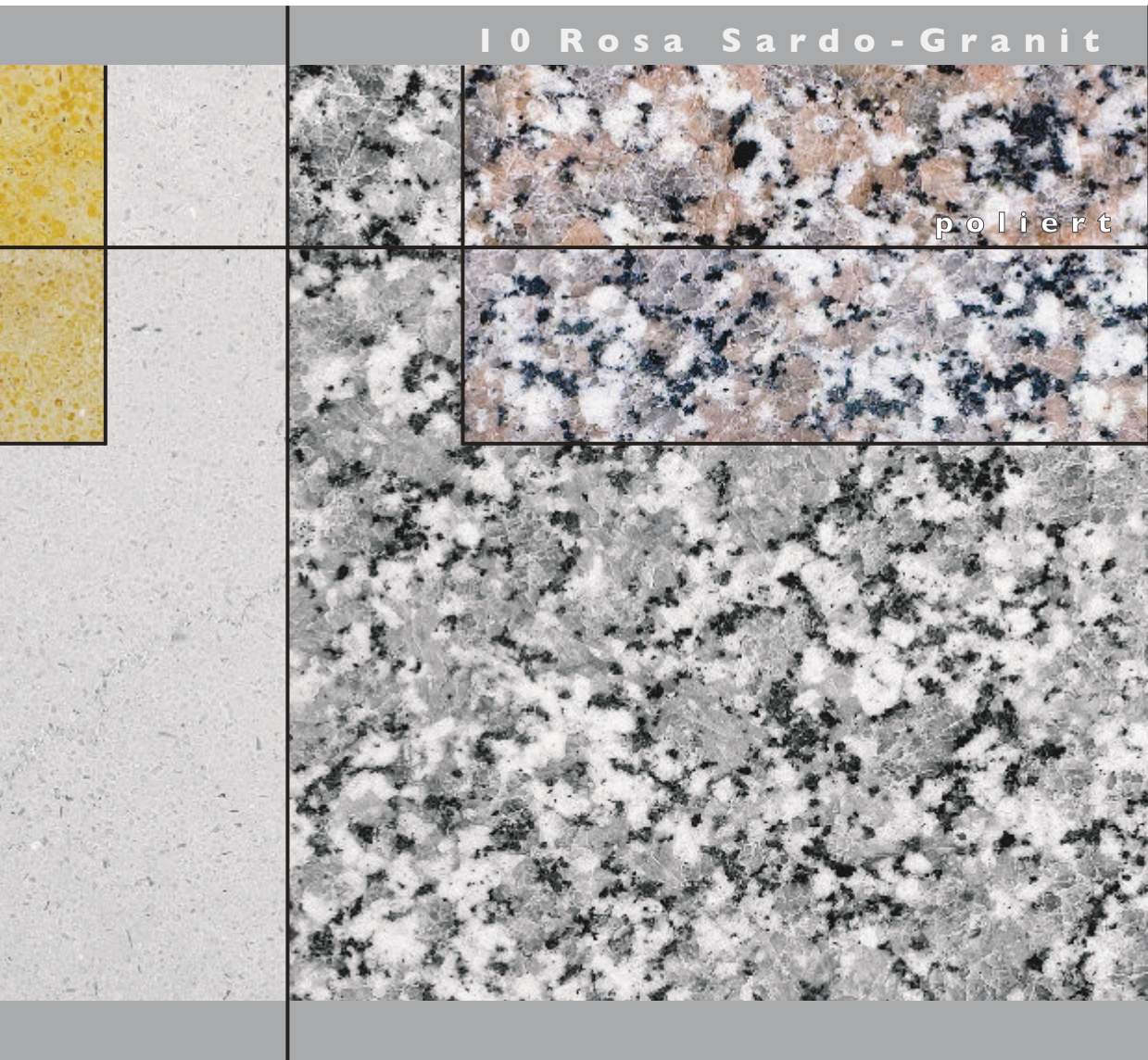
Berner Sandstein

Laufener Kalkstein

geschliffen

poliert





g e s c h i f f e n

Polieren

Polieren ist sicher seit den Ägyptern bekannt. Bei den polierfähigen Steinen stellt es die letzte und feinste Bearbeitungsart der Oberfläche dar.

Früher wurde mit Leinwandballen, Hanf- oder Baumwollseilen poliert und einer Mischung aus geraspelttem Blei, pulverförmigem Alaun und feinstem Schmirgel, welchem Zinnasche und Schwefelblumen folgten. Heute geschieht dies meist maschinell mit Filzscheibe und Polierpaste (Zinnasche, geschlämmtes Kieselgur oder geschlämmtes Eisenoxid). Steinplatten werden in grossen Polierstrassen vom Grobschleifen bis zum Kantenpolieren in einem Durchgang fertig gestellt. Im Unterschied zum Schleifen gibt man möglichst wenig Wasser bei, allerdings muss man eine gewisse Vorsicht walten lassen, da das Gestein bei Wassermangel verbrennen kann. Dies zeigt sich in einer rauen Oberfläche und leichten Verfärbungen.

Heute ist zusätzlich eine chemische Variante in Gebrauch, bei der ein Feinschliff bis zur Körnung 220 erfolgt und die Gesteinsoberfläche lackiert wird. Diese Methode führt natürlicherweise zu einer nicht UV-beständigen und gegen mechanische Einflüsse leicht verletzlichen Politur; vor allem bei einer Küchenabdeckung ist dieses Verfahren äusserst fragwürdig. Hingegen kann einer Marmortischplatte damit ein sinnvoller Schutz vor färbenden Flüssigkeiten und Fetten verliehen werden.

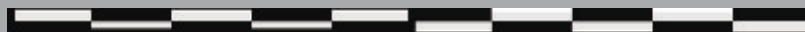
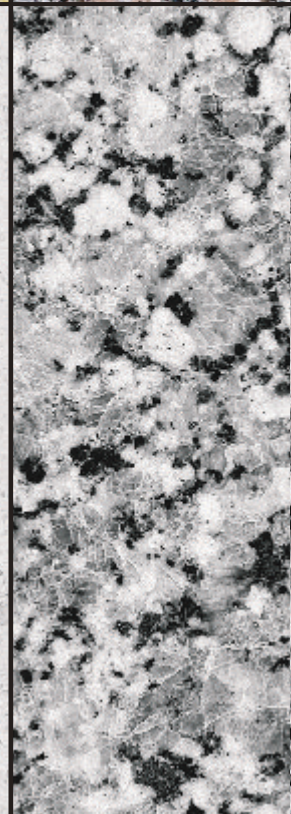
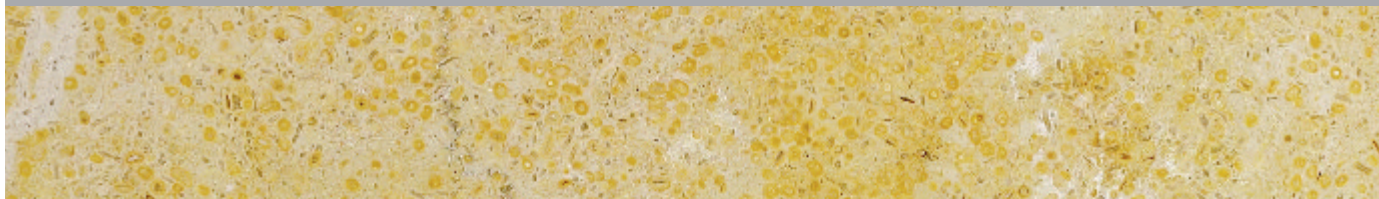


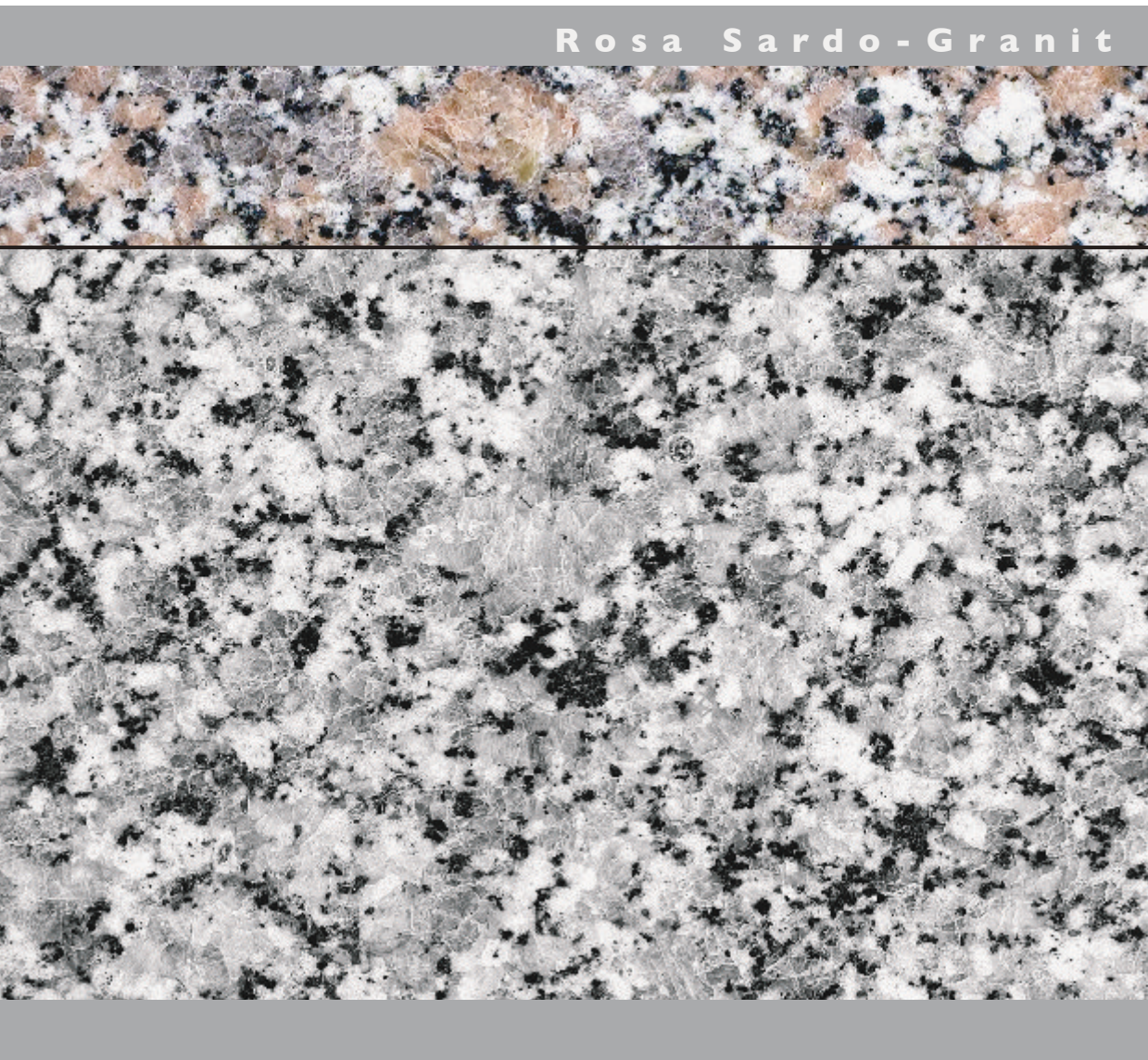
Polierstrasse



**Am Polieren
mit Filzscheibe**

Laufener Kalkstein





R o s a S a r d o - G r a n i t

p o l i e r t

Nadeln

Der Nadelhammer wurde für die Metallbearbeitung nach 1920 entwickelt, um Rost oder die sich bildende Schlacke beim Schweißen abzuschlagen und dadurch die Eisenteile wieder blank zu kriegen. Später wurde entdeckt, dass er sich auch für die Steinbearbeitung eignet. Die Anwendung am Stein beschränkt sich vornehmlich auf die kompakten Kalksteine, da bei härteren Gesteinen ein zu geringer Materialabtrag erreicht wird und dies gleichzeitig mit einem zu grossen Werkzeugverschleiss verbunden ist. Wie beim Stocken gilt: Nie bei Sandstein, Schiefer und Marmor anwenden, um Folgeschäden (Abplatzungen im Oberflächenbereich) zu vermeiden. Es gibt grundsätzlich zwei Ausführungen von Nadelhämmern, nämlich die von Hand und die maschinell geführte Variante. Beide funktionieren nach dem selben Prinzip, indem ein Bündel nadelähnlicher Stahlstifte, die von einer Hülse gehalten und mit Druckluft angetrieben werden, mehr oder weniger senkrecht auf die Gesteinsoberfläche schlägt. Damit erklärt sich auch das Erscheinungsbild der Bearbeitung, welches einer Mischung aus Stocken und ganz feinem Punktspitzen ähnelt.

Mit der Entwicklung von Stockautomaten, die mit gesinterten Hartmetalleinsätzen bestückt werden können, geriet der Nadelhammer bereits wieder in Vergessenheit.

**Maschinengeführter
Nadelhammerkopf**



**Am
Nadeln**



p o l i e r t





g e n a d e l t

Sandstrahlen

Sandstrahlen ist eine neue Bearbeitung, die für alle Gesteine Verwendung finden kann, allerdings ist es bei weichen Gesteinen nur mit grösster Sorgfalt anzuwenden und nicht unbedingt empfehlenswert. Wie das Flammen und Nadelhämmern liegt sein Ursprung in der Metallverarbeitung.

Das Prinzip funktioniert folgendermassen: Mit einem Kompressor wird ein Luft- oder Wasserstrom erzeugt, der in einer mit Strahlgut gefüllten Kammer einen Unterdruck hervorruft und dadurch das Strahlmittel mit sich reisst. Schliesslich schiesst dieser Strom mitsamt dem Strahlgut auf die Gesteinsoberfläche. Um optimale Strahlresultate zu erreichen, sind verschiedenste Strahlgutsorten und Körnungen im Gebrauch, die häufigsten sind Quarzsand, Glasmehl, Karborundum und Stahlschrot.

Mit Strahlen lassen sich gleichmässige und feine Oberflächenstrukturen erzielen, und bei Steinen mit einer verschieden harten Struktur können die härteren Teile, ähnlich wie bei gestrahltem Holz, herausmodelliert werden. Heute findet diese Methode wegen des Verblassens der Gesteinsfarbe und der gesundheitlich nicht gerade unproblematischen Staubeentwicklung immer weniger Verwendung. Eine gewisse Verbreitung fand das Sandstrahlen im Restaurierungsbereich, um Schmutzschichten oder alte Anstriche zu entfernen. Dieses Verfahren bewährt sich aber nur bei sachgerechter Ausführung durch einen Spezialisten in Zusammenarbeit mit einem Steinfachmann, da sonst die darunter liegende Steinoberfläche mitsamt der ursprünglichen Bearbeitungsstruktur arg in Mitleidenschaft gezogen wird.

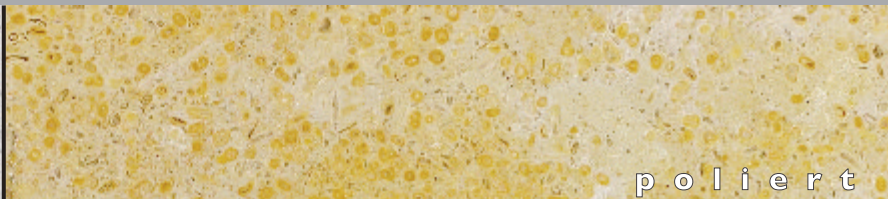


**Kombimaschine mit
Strahlaufsatz**

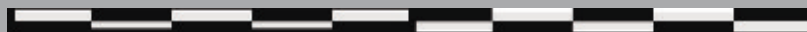
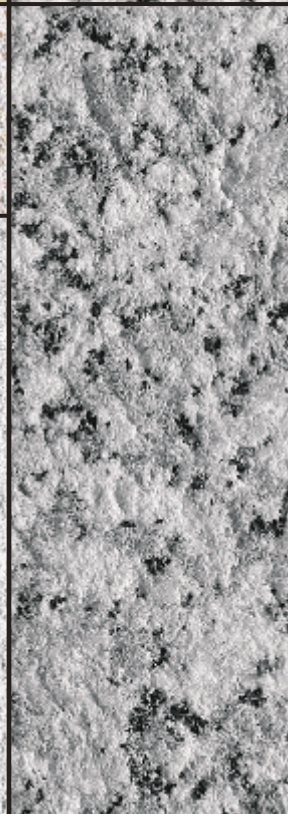
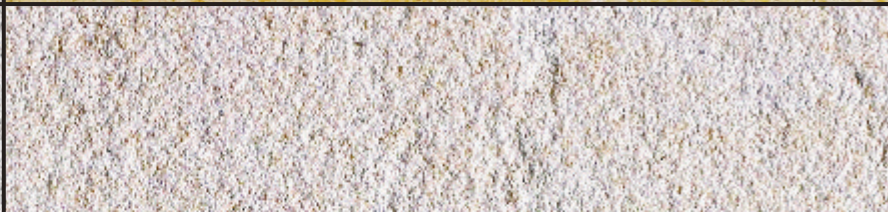
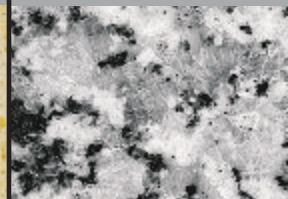
**Am
Sandstrahlen**

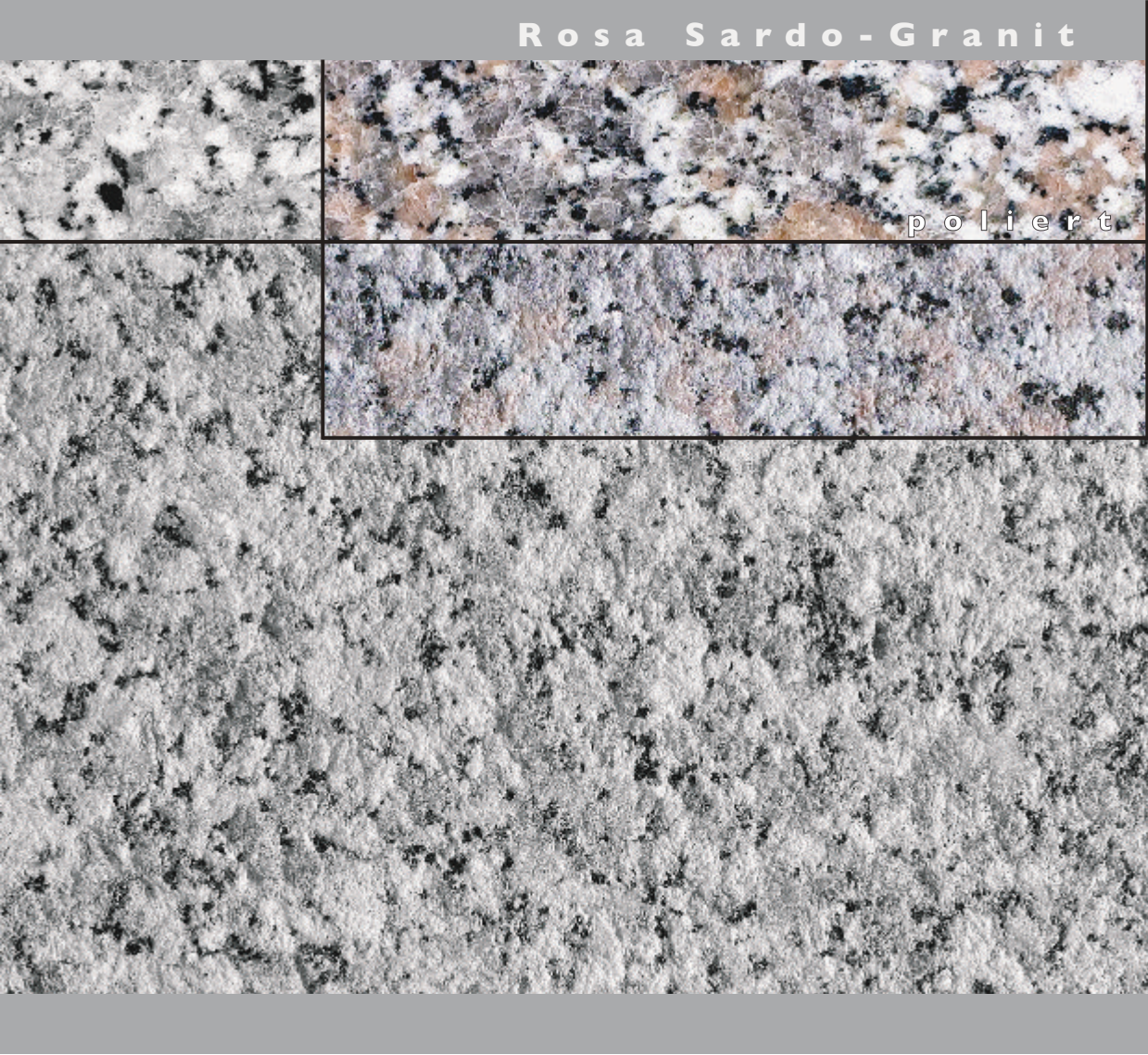


L a u f e n e r K a l k s t e i n



p o l i e r t





s a n d g e s t r a h l t

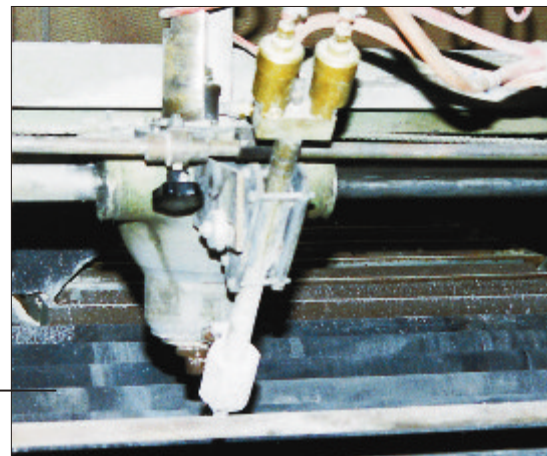
Flammen

Flammen ist eine sehr junge Bearbeitungsmethode. Es entwickelte sich Anfang der 1940er-Jahre zum Metallsengen und diente bis etwa 1965 vorwiegend dem Entrosten von Schiffsbaublechen. Ab dann wurde das Flammstrahlen zum Schälen von Betonoberflächen genutzt, um diese für die Aufnahme einer Kunststoffbeschichtung vorzubereiten. Später muss entdeckt worden sein, dass sich dieses Verfahren auch für viele Gesteine nutzen lässt. Denn wird mit einem Schweissbrenner eine kurze lokale Wärmeeinwirkung auf ein Gestein übertragen, kommt es zu Wärmespannungen, die Abplatzungen im Oberflächenbereich bewirken. Durch die Weiterentwicklung zum maschinell geführten Brennkopf, mit integrierter Wasserkühlung, kann heute ein Grossteil der stockbaren Gesteine geflammt werden. Von der Struktur her gleicht es bei quarzhaltigen Steinen dem Stocken, im Unterschied dazu sind keine Werkzeugspuren ersichtlich. Bei sehr hellen Steinen und hauptsächlich bei den Kalken tritt oft eine leichte Rotverfärbung auf, welche meist als angenehmer Nebeneffekt gewertet wird. Vorsicht ist bei den flammbaren Kalksteinen geboten, bei denen die Bearbeitung auch ein eher blättriges Erscheinungsbild zeigt. Es sollten keinesfalls bruchfrische Kalksteine geflammt werden, da sie einen hohen Wassergehalt aufweisen, der durch die Wärme verdampft. Es folgt ein erhöhter Wasserbedarf, der bei Frost im nachfolgenden Winter zu Abplatzungen führen kann. Da die Bearbeitung maschinell ausgeführt wird, billig ist und die Farbe nicht verblasst, ist das Flammen sehr gefragt.



**Kombimaschine zum Flammen,
Stocken und Nadeln**

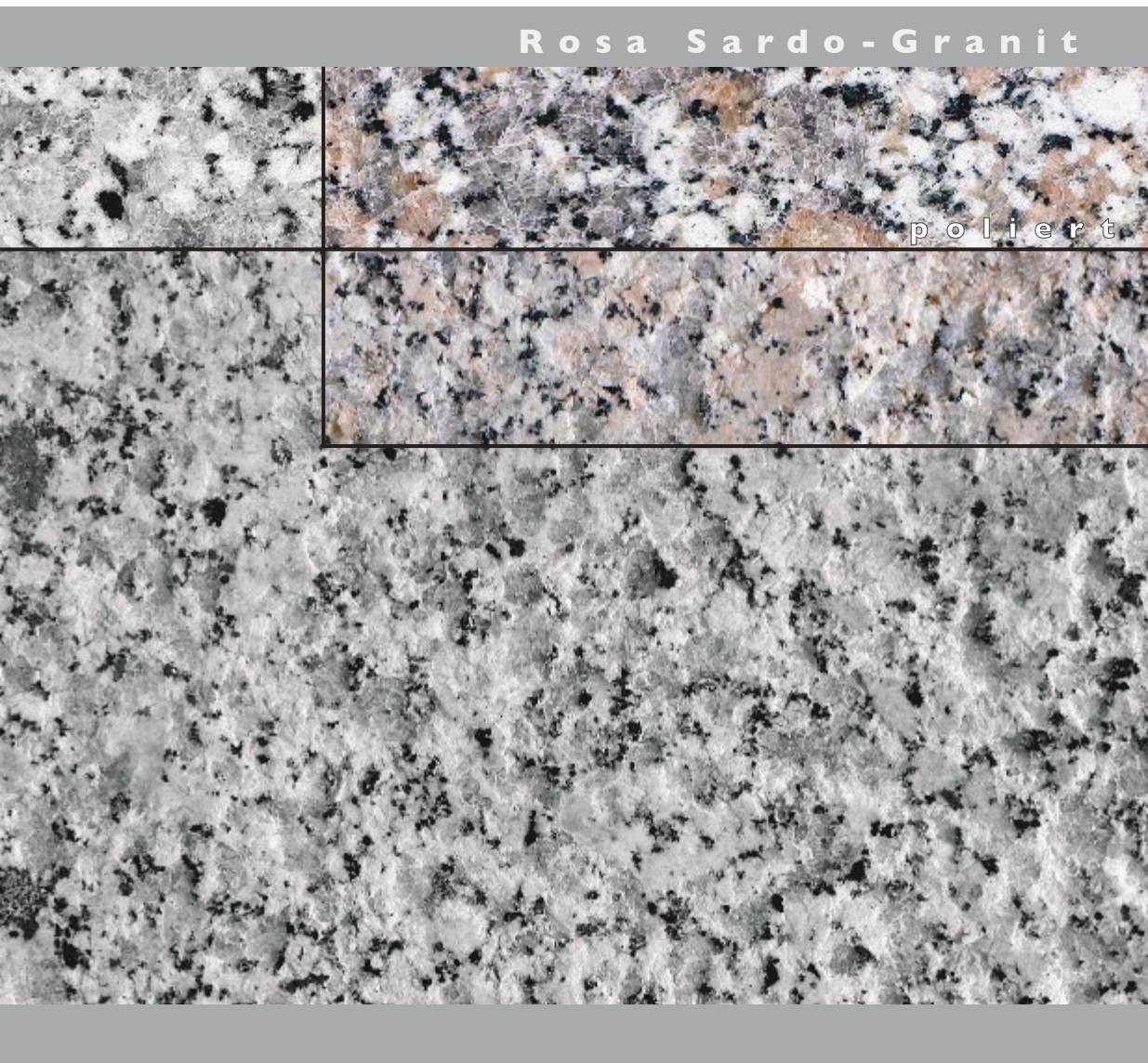
Flammkopf



L a u f e n e r K a l k s t e i n

p o l i e r t





g e f l a m m t

Aladenise, V.:

Taille de Pierre: Technologie; Librairie du Compagnonnage 1991(4. Auflage)

Arnold, D.:

Building in Egypt: Pharaonic stone masonry; New York, Oxford University Press, 1991

Bessac, J.-C.:

L'Outillage traditionnel du tailleur de pierres de l'antiquité à nos jours; Paris, Editions du Centre National de la Recherche Scientifique, 1986

Friedrich, K.:

Die Steinbearbeitung: in ihrer Entwicklung vom 11. bis zum 18. Jahrhundert;

Ulm Donau: AEGIS, 1988 (Nachdruck: Augsburg 1932)

Hochkirchen, D.:

Mittelalterliche Steinbearbeitung und die unfertigen Kapitelle des Speyerer Domes; Köln: Abt. Architekturgeschichte des Kunsthistorischen Instituts, 1990

Institut für Fertigungstechnik und Spanende Werkzeugmaschinen der T.U. Hannover:

Sägen von Gestein: Stand und Entwicklung (Steinkolloquium 1974; Hannover, 26. und 27. September 1974); München: Callwey, 1975

Jakob, S., Pater Donatus M. Leicher:

Schrift + Symbol in Stein, Holz und Metall; München: Callwey, 1977

Krauth, T., Meyer, F. S.:

Das Steinhauerbuch; Hannover: Ed. «Libri Rari», Schäfer, 1982

Müller, W.:

Grundlagen gotischer Bautechnik; München: Deutscher Kunstverlag, 1990

Scheidegger, F.:

Aus der Geschichte der Bautechnik; Basel: Birkhäuser, 1994 (2. Auflage)

Wilcke, H., Thunig, W.:

Gewinnen, Bearbeiten und Versetzen von Werkstein: Lehrbuch; Berlin: Verlag für Bauwesen, 1986 (4. Auflage stark bearb.)