

Naturstein

von M. Liniger und R. Kündig, Schweizerische Geotechnische Kommission, ETH-Zentrum, Zürich

Pierre naturelle

par M. Liniger et R. Kündig, Commission géotechnique suisse, centre EPF, Zurich

Zum Begriff Naturstein

Ein Naturstein (im bautechnischen Sinn) ist ein aus festem Fels oder aus einem Felsblock durch Sprengen, Bohren, Sägen, Spalten, Behauen, Fräsen, Schleifen usw. gewonnenes und bearbeitetes Werkstück. Naturstein ist durch einen geologischen Prozess entstanden. Der Begriff *Naturstein* entstand als Folge der Versuche des Menschen, Gesteine künstlich herzustellen, um die natürlichen Gesteine vom sogenannten Kunststein abzugrenzen. Die Vielfalt der Natursteine macht zwangsläufig eine Klassifizierung nötig. Wurden die Natursteine früher noch hauptsächlich anhand von Kriterien der Bearbeitbarkeit in leicht bearbeitbare «Marmore» und schwer bearbeitbare «Granite» eingeteilt, so hat sich heute eine Nomenklatur entwickelt, die die Gesteine nach Arten (z. B. Granit, Kalkstein, Marmor), Unterarten (z. B. Biotitgranit, Hornblendegabbro) und Sorten (z. B. Marmor CARRARA BIANCO, OSTERMUNDIGER SANDSTEIN) klassiert. Im Natursteingewerbe hat sich die Bezeichnung in dieser Weise durchgesetzt, schliesst sie doch vielfach technische, ästhetische und herkunftsbezogene Komponenten ein.

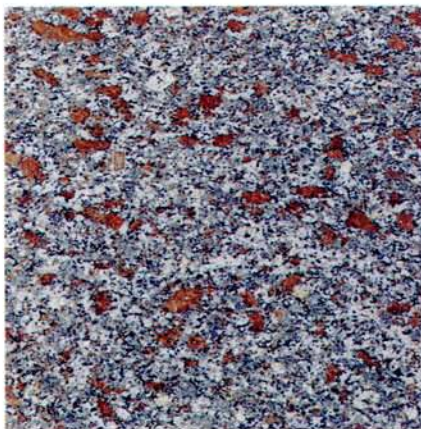


Abb. 1
Granit ROSA SARDO (magmatisches Gestein)

Fig. 1
Granite ROSA SARDO (roche magmatique)



Abb. 2
Kalkstein LAUFEN (Sedimentgestein)

Fig. 2
Calcaire LAUFON (roche sédimentaire)

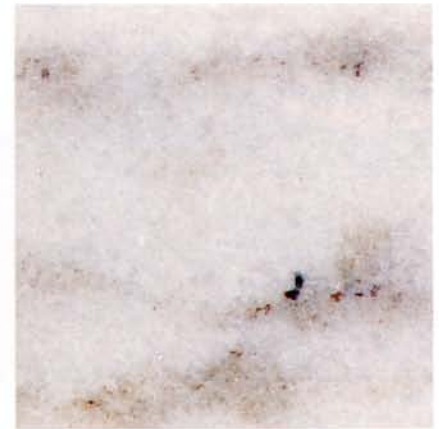


Abb. 3
Marmor CRISTALLINA TIGRATO (metamorphes Gestein)

Fig. 3
Marbre CRISTALLINA TIGRATO (roche métamorphique)

A propos de l'expression de pierre naturelle

Une pierre naturelle (au sens de la technique de construction) est une pièce d'oeuvre en roche compacte, resp. une pièce d'oeuvre extraite et travaillée à partir d'un bloc rocheux par dynamitage, forage, sciage, clivage, taille, fraisage, meulage, etc. La pierre naturelle résulte d'un processus géologique.

L'expression de *pierre naturelle* est née des tentatives de l'être humain de produire des roches artificiellement, et cela afin de pouvoir différencier les roches naturelles de la similitude. Etant donné la multitude de pierres naturelles différentes, une classification est absolument indispensable. Si l'on subdivisait encore auparavant les pierres naturelles principalement en fonction de critères de travaillabilité pour distinguer entre «marbres» facilement travaillables et «granites» difficilement travaillables, on utilise aujourd'hui une nomenclature qui classe les roches selon les genres (par exemple granite, calcaire, marbre), sous-genres (par exemple granite à biotite, gabbro à hornblende) et sortes (par exemple marbre CARRARA BIANCO, GRES D'OSTERMUNDIGEN). Dans l'industrie de la pierre naturelle, ce mode de désignation s'est désormais imposé, car il inclut parfois des composants techniques, esthétiques et d'origine.

Neben dieser, für das Gewerbe wichtigen, kommerziellen Nomenklatur sollte man aber den Begriff Naturstein auch in der übergeordneten, wissenschaftlichen Bedeutung sehen. Die Wissenschaft unterscheidet im wesentlichen drei grosse Gesteinsgruppen: *Magmatische Gesteine* (Erstarrungsgesteine, Abb. 1), *Sedimentgesteine* (Ablagerungsgesteine, Abb. 2) und *Metamorphe Gesteine* (Umwandlungsgesteine, Abb. 3). Die Unterteilung beruht auf dem natürlichen Kreislauf, d. h. auf

Outre cette importante nomenclature commerciale, il faudrait toutefois aussi envisager l'expression de pierre naturelle relativement à son importance scientifique. La science distingue essentiellement trois grands groupes de roches, à savoir les *roches magmatiques* (roches éruptives, fig. 1), les *roches sédimentaires* (fig. 2) et les *roches métamorphiques* (roches cristallophyliennes, fig. 3). La classification se fonde sur le cycle naturel, c'est-à-dire sur le processus de formation,

der Lehre von der Entstehung, Abtragung und Umwandlung der Gesteine. Dieser Kreislauf spielt sich an der Erdoberfläche, in der Erdkruste und im oberen Erdmantel ab (Abb. 4). Die wichtigen Prozesse im Gesteinszyklus sind in den Abb. 5 und 6 skizziert.

d'érosion et de transformation des roches. Ce cycle s'opère à la surface de la Terre, dans l'écorce terrestre et dans le manteau terrestre supérieur (fig. 4). Les principaux processus du cycle rocheux sont esquissés dans les illustrations 5 et 6.

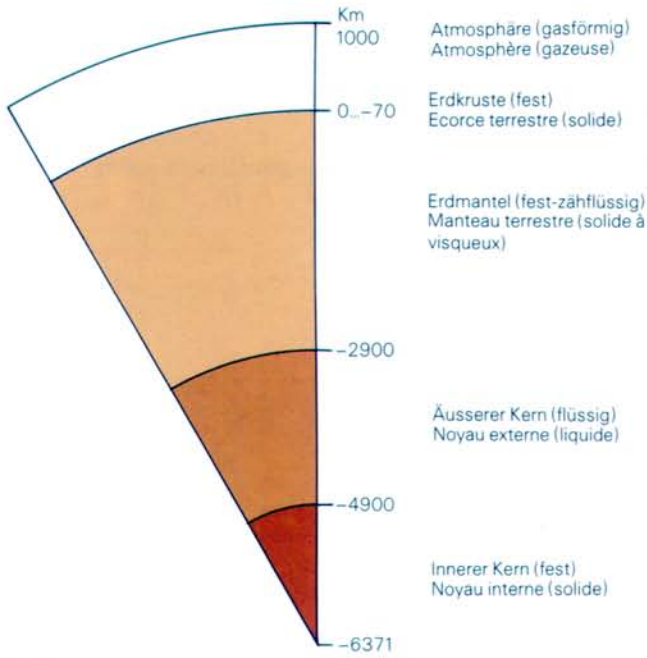


Abb. 4
Der Schalenbau der Erde
Fig. 4
Structure géologique de la Terre

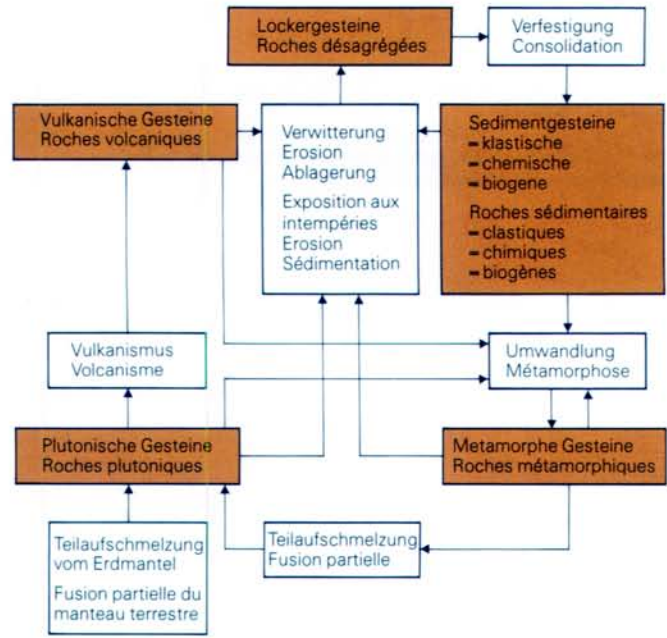


Abb. 5
Kreislauf der Gesteine
Fig. 5
Cycle des roches

Die physikalischen Eigenschaften der Natursteine werden durch das natürliche Umfeld am Ort der Entstehung oder Umwandlung der Gesteine gegeben. Man verwendet zur Beschreibung Ausdrücke wie *Struktur* und *Textur*, wobei strukturelle Begriffe für den grossräumigen Zusammenhalt (Schichtung, Schieferung) und textuelle Begriffe zur Beschreibung des internen, mineralogischen Aufbaus der Gesteine dienen (z. B. gleichkörnig oder mit Einsprenglingen = porphyrisch).

Les caractéristiques physiques des pierres naturelles sont dues à l'environnement naturel sur le lieu de formation ou de transformation des roches. On utilise des expressions telles que *structure* et *texture*, les spécifications structurelles s'utilisant pour décrire la consistance spatiale (stratification, foliation) et les spécifications textuelles pour décrire la constitution minéralogique interne des roches (par exemple granulation régulière ou avec incrustations = porphyre).

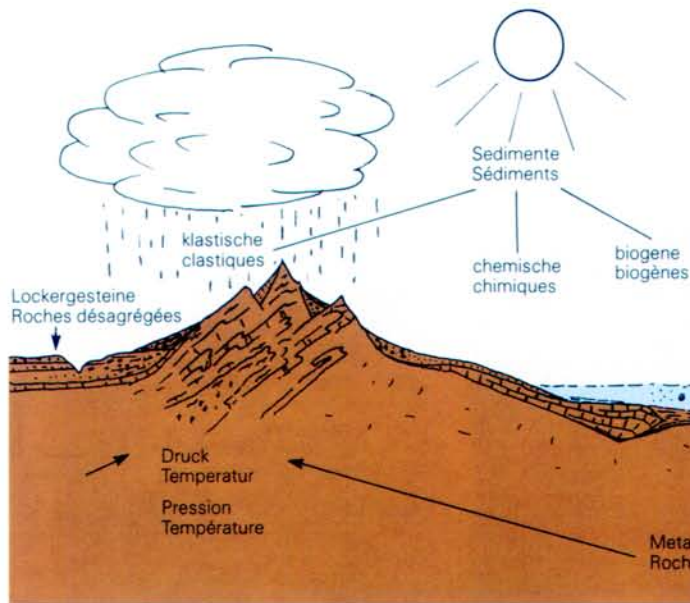


Abb. 6
Entstehung der Gesteine

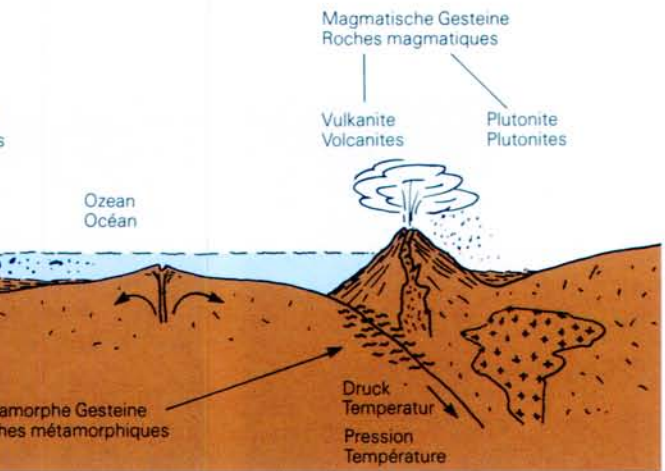


Fig. 6
Formation des roches

Aufbau der Gesteine

Aus der Vielzahl der Elemente (Grundstoffe) sind nur 10 für den Aufbau von rund 98 % der festen Erdkruste (inkl. oberster Erdmantel) verantwortlich (Abb. 7). Diese Elemente sind die Baustoffe der Minerale, d.h. der anorganischen, natürlichen, homogenen Bestandteile unserer Erde, die sowohl in kristallisierter Form (Kristalle) wie auch ohne Kristallstruktur (amorph, z. B. Glas) vorkommen. Die riesige Fülle von bekannten Mineralien (ca. 3300) kann auf rund 200 gesteinsbildende Minerale reduziert werden, wovon aber nur etwa 40 häufig anzutreffen sind.

Constitution des roches

Parmi la multitude d'éléments chimiques, 10 seulement (fig. 7) sont responsables de la constitution d'environ 98 % de l'écorce terrestre solide (y compris le manteau terrestre supérieur). Ces éléments sont les matières constitutives des minéraux, c'est-à-dire les composants inorganiques, naturels et homogènes de notre Terre – composants qui peuvent aussi bien présenter une forme cristallisée (cristaux) que ne pas avoir de structure cristalline (amorphe, par exemple verre). L'énorme quantité de minéraux connus (env. 3300) peut être réduite à environ 200 minéraux capables de donner naissance à des roches, dont une quarantaine seulement se rencontrent fréquemment.

Prozentualer Anteil der 10 häufigsten Elemente in der festen Erdkruste/äusserer Mantel

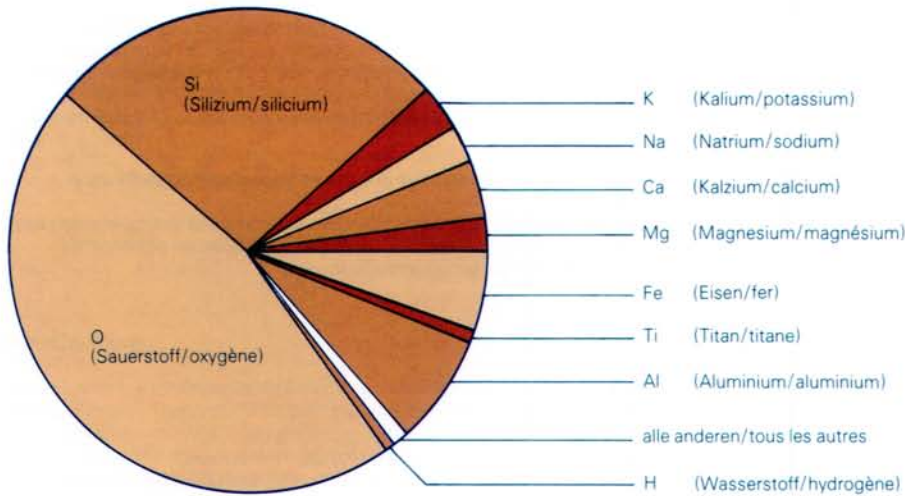


Abb. 7
Verteilung der häufigsten Elemente in der Erdkruste

Proportion en % des 10 éléments les plus courants dans l'écorce terrestre/manteau terrestre solide

Fig. 7
Distribution des éléments les plus courants dans l'écorce terrestre

Unterteilung der Gesteine in die drei Hauptgruppen

Magmatische Gesteine

Unter magmatischen Gesteinen versteht man im weiteren Sinne Gesteine, die aus Schmelzen (Magma) kristallisiert sind. Magmatische Gesteine werden unterteilt in Tiefengesteine oder Plutonite (erstarrt in grösserer Tiefe in der Erdkruste), Ganggesteine (Gesteine, die hoch in der Erdkruste als Gänge oder kleine Stöcke eindringen) und vulkanische Gesteine oder Vulkanite (entstanden durch Ausfliessen oder Auswerfen von Magma an der Erdoberfläche). Die magmatischen Gesteine können anhand ihrer Hauptgemengteile Quarz (Q) oder Feldspatvertreter = Foide (F), Alkalifeldspat (A) und Plagioklas (P) nach einem grafischen Schlüssel, dem sogenannten Streckeisen-Diagramm, klassiert werden. Diese Mineralien bestehen alle aus einem «Gerüst», das aus dem Halbmetall Silizium und Sauerstoff aufgebaut ist. Quarz ist allein aus diesen Grundstoffen aufgebaut. Die Feldspäte (A und P) bestehen daneben noch aus Aluminium und Kalium (A) oder Natrium und Kalzium (P). Foide haben die gleiche Zusammensetzung wie Feldspäte, nur etwas weniger Silizium. Zur Klassierung werden die Gemengteile (Q, A, P, F) in % gerechnet im Diagramm eingetragen. Der Quarz- oder Foidgehalt ergibt direkt die «Höhe» (Horizontallinie) im Doppeldreieck. Die Lage auf der Linie wird mit dem Feldspatverhältnis ermittelt. Beispiel (siehe Abb. 8): Ein Gestein mit umgerechnet 40% Quarz, 40% Alkalifeldspat und 20% Plagioklas kommt auf der «Höhe» Q = 40 zu liegen. Das Verhältnis P/A ist 1:2, die Horizontallinie Q = 40 wird also im Verhältnis 1:2 geteilt (bei 33% P). Der Punkt liegt im Feld 3 bzw. 3b. Der wissenschaftlich korrekte Name des Gesteins ist Granit für Plutonite oder Rhyodazit für Vulkanite.

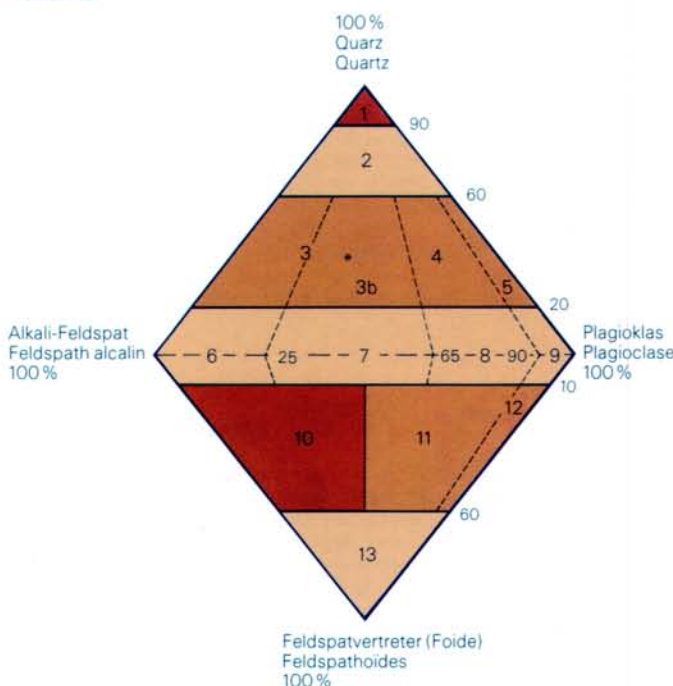


Abb. 8
Klassierungsdiagramm der magmatischen Gesteine. Der eingetragene Punkt (*) entspricht dem Beispiel im Text. (Nur gültig für Gesteine mit mehr als 10% Quarz, Feldspäte und Foide. Sonst müssen spezielle Diagramme verwendet werden.)

Subdivision des roches en trois groupes principaux

Roches magmatiques

Au sens large, on entend par roches magmatiques des roches qui sont cristallisées à partir de roches en fusion (magma). Les roches magmatiques se subdivisent en roches abyssales ou plutonites (solidification à grande profondeur dans l'écorce terrestre), roches filoniennes (roches qui remontent vers la surface de l'écorce terrestre sous forme de filons ou de petits amas) et roches volcaniques ou volcanites (résultant de l'écoulement ou de l'éjection de magma à la surface de la Terre). Selon leur proportion de quartz (Q) ou de feldspathoïdes (F), de feldspath alcalin (A) et de plagioclase (P), les roches magmatiques sont classées d'après une clé graphique dite «diagramme de Streckeisen». Ces minéraux se composent tous d'un «squelette» basé sur le métalloïde silicium et l'oxygène. Le quartz se compose uniquement de ces deux éléments de base. Les feldspaths (A et P) contiennent en outre encore de l'aluminium et du potassium (A) ou du sodium et du calcium (P). Les feldspathoïdes ont la même composition que les feldspaths, mais sont moins riches en silicium. Pour procéder au classement, on reporte dans le diagramme les proportions (Q, A, P, F) calculées en %. La teneur en quartz ou en feldspathoïdes fournit directement la «hauteur» (ligne horizontale) dans le double triangle. L'emplacement sur la ligne est déterminé par la proportion en feldspath. Exemple (fig. 8): une roche avec 40% de quartz, 40% de feldspath alcalin et 20% de plagioclase se situe à la «hauteur» Q = 40. Le rapport P/A est de 1:2; la ligne horizontale Q = 40 est ainsi subdivisée dans un rapport de 1:2 (pour 33% P). Le point se situe dans le champ 3, resp. 3b. Le nom scientifiquement correct de la roche est, selon son endroit de solidification, ou granite (plutonite) ou rhyodacite (volcanite).

Vereinfachtes «Streckeisen-Diagramm» zur Klassierung der Plutonite und Vulkanite

«Diagramme de Streckeisen» simplifié pour la classification des plutonites et des volcanites

Plutonite

- 1 Quarzit/quartzite
- 2 Quarzreiche Granitoide/granitoide riche en quartz
- 3 Granit/granite
- 4 Granodiorit/granodiorite
- 5 Tonalit/tonalite
- 6 Syenit/syénite
- 7 Monzonit/monzonite
- 8 Monzo-Diorit oder Monzo-Gabbro/monzodiorite ou monzogabbros
- 9 Diorit oder Gabbro/diorite ou gabbro
- 10 Foide-Syenit/syénite feldspathoïde
- 11 Foide-Monzodiorit oder -Monzogabbro/monzodiorite ou monzogabbro feldspathoïde
- 12 Foide-Diorit oder -Gabbro/diorite ou gabbro feldspathoïde
- 13 Foideit/foïdite

Vulkanite

- 1 Quarzit/quartzite
- 2 Quarzreiche Granitoide/granitoide riche en quartz
- 3 Rhyolith, 3 b Rhyodazit/rhyolite, 3b Rhyodacite
- 4 Dazit/dacite
- 5 Plagiodazit/plagidacite
- 6 Trachyt/trachyte
- 7 Trachyandesit/trachyandésite
- 8 Trachybasalt/trachybasalte
- 9 Andesit oder Basalt/andésite ou basalte
- 10 Phonolith/phonolithe
- 11 Phonolithischer Tephrit/téphrite phonolithique
- 12 Tephrit/téphrite
- 13 Foideit/foïdite

Fig. 8
Diagramme de classification des roches magmatiques. Le point indiqué par un astérisque (*) correspond à l'exemple donné dans le texte. (Valable uniquement pour des roches contenant plus de 10% de quartz, de feldspaths et de feldspathoïdes, sans quoi il convient d'utiliser des diagrammes spéciaux.)

Sedimentgesteine

Die Sedimentgesteine werden ebenfalls in drei Gruppen unterteilt: *Mechanische oder klastische Sedimente* (z. B. Sandstein, Nagelfluh), entstanden durch mechanische Anhäufung von Einzelkomponenten mit nachträglicher Verfestigung (Zementation) durch ein natürliches Bindemittel (z. B. Calcit), *chemische Sedimente*, ausgefällt aus anorganischen Lösungen (z. B. Kalk, Gips, Steinsalz) und *biogene Sedimente*, Ausscheidungen von Organismen in Form von Schalen- oder Skelettresten oder Ausscheidungsprodukten (z. B. Kohle, Muschelkalk, Korallenkalk). Die Sedimentgesteine können nach Art und Beschaffenheit der Komponenten wie auch der Bindemittel klassifiziert werden.

Metamorphe Gesteine

Metamorphe Gesteine werden gebildet durch Vorgänge nahe der Erdoberfläche und im Bereich der Erdkruste, also etwa in Tiefen von 2 bis 45 km (Gebirgsbildung, Intrusionen). Dabei werden die ursprünglich gebildeten Gesteine (magmatisch oder sedimentär) durch mineralogische, chemische oder strukturelle Prozesse verändert, hauptsächlich im festen Zustand. Treibende Kraft dieser Umwandlungen sind Druck, Temperatur und/oder chemische Milieuänderungen. Massgebend für die Benennung metamorpher Gesteine ist die Plattendicke, in die die Gesteine entlang von Schieferungsebenen spalten. Man unterscheidet Gneise (cm oder mehr), Schiefer (mm – cm) und Phyllite (unter 1 mm). Ungeschiefterte metamorphe Gesteine nennt man Felse, metamorphe Kalk- und Dolomitgesteine Marmore. (Im Gegensatz dazu nennt das Natursteingewerbe jedes polierfähige Weichgestein Marmor.)

Unterschied zwischen Marmor und Kalkstein: Dieser Übergang ist fließend. Grundsätzlich ist ein Marmor ein durch Hitze und Druck kristallisierter Kalkstein.

Roches sédimentaires

Les roches sédimentaires sont également subdivisées en trois groupes, à savoir: *sédiments mécaniques ou clastiques* (par exemple grès, nagelfluh) obtenus par accumulation de composants particuliers avec solidification ultérieure (cimentation) par un liant naturel (par exemple calcite), *sédiments chimiques* précipités de solutions inorganiques (par exemple chaux, gypse, sel gemme) et *sédiments biogènes*, précipitations d'organismes sous forme de résidus de coquilles ou de squelettes, ou encore sous forme de produits de précipitation (par exemple charbon, calcaire coquillier, calcaire corallien). Les roches sédimentaires peuvent être classifiées en fonction du genre et de la nature de leurs composants, resp. en fonction de leur liant.

Roches métamorphiques

Les roches métamorphiques sont issues de processus qui se déroulent à proximité de la surface de l'écorce terrestre jusqu'à l'intérieur de celle-ci, c'est-à-dire à une profondeur allant de 2 à 45 km (orogénèse, intrusions). En l'occurrence, les roches d'origine magmatique ou sédimentaire sont modifiées par des processus minéralogiques, chimiques ou structuraux, principalement à l'état solide. La pression, la température et/ou des modifications chimiques du milieu sont à l'origine de ces mutations. L'élément déterminant relativement à la dénomination des roches métamorphiques est l'épaisseur des couches lamellaires disposées en plans de schistosité. On distingue des gneiss (cm ou plus), des ardoises (mm – cm) et des phyllites (moins de 1 mm). Les roches métamorphiques non exfoliées sont appelées des roches, alors que les roches métamorphiques calcaires et dolomitiques portent la dénomination de marbres. (Contrairement à cette distinction, l'industrie de la pierre naturelle dénomme marbre toute roche tendre polissable.)

Différence entre le marbre et le calcaire: la transition est fluctuante; en principe, un marbre est un calcaire cristallisé sous l'action de la chaleur et de la pression.

Gewinnung

Unter Gewinnung versteht man das Lösen und Fördern von Blöcken aus dem Gebirgsverband. Die wichtigsten Gewinnungsverfahren werden hier kurz beschrieben. Oft werden beim Abbau mehrere Verfahren kombiniert angewendet.

* Keilspaltverfahren (Abb. 9): Dieses Verfahren wird entweder von Hand mit Stahlkeilen oder hydraulisch mit Hydraulik-Spaltkeilen ausgeführt. Die Keile werden in Bohrlöcher, in Schicht-, Schieferungs- oder Klüftflächen getrieben, um dadurch Blöcke vom Fels abzutrennen.

* Sprengverfahren: Das Gestein wird gespalten durch wohl dosiertes Sprengen mit trägem Sprengstoff, vor allem Schwarzpulver. Der Sprengstoff wird in Bohrlöchern oder Sprengspalten angebracht.

* Bohrverfahren: Dieses Verfahren verwendet die Methode des Loch-an-Loch-Bohrens (Abb. 10), wodurch der Rohblock vollständig vom Fels abgetrennt wird.

* Sägeverfahren (Schrämverfahren):

a) Seilsägeanlagen (Abb. 11): Hier wird ein Stahlseil mittels Umlenksrollen auf das Gestein gedrückt. Beigegebener und vom Seil mitgeschleifter Quarzsand, Siliziumcarbid oder Korund dient als Schneidmittel. Heute werden meist diamantbesetzte Stahlseile eingesetzt. Wasser wird dazu zum Kühlen verwendet.

Extraction

Par extraction, on désigne l'opération qui consiste à arracher des blocs au massif rocheux. Les principales techniques d'extraction sont brièvement résumées ci-après. Il arrive fréquemment que les travaux d'extraction fassent appel à la combinaison de plusieurs techniques.

* Clivage (fig. 9): cette technique s'exécute manuellement à l'aide de coins en acier ou hydrauliquement au moyen de coins de clivage. Les coins sont introduits dans des trous préalablement forés, resp. entre des plans de stratification, des plans de schistosité ou des plans de fracture pour séparer des blocs du massif rocheux.

* Abattage à l'explosif: la roche est clivée par l'explosion très exactement dosée d'un explosif à action différée – surtout de la poudre noire. L'explosif est introduit dans des trous préalablement forés ou des fissures géologiques.

* Forage: cette technique utilise la méthode des trous forés bord à bord (fig. 10) pour séparer complètement le bloc brut du massif rocheux.

* Sciage (havage):

a) Equipements de havage à câble (fig. 11): un câble en acier est en l'occurrence appliqué contre la roche par l'intermédiaire de rouleaux de renvoi et de compression afin de pratiquer une entaille. Comme



Abb. 9
Keilspaltverfahren

Fig. 9
Clivage au moyen de coins



Abb. 10
Jura-Kalksteinbruch mit Loch-an-Loch-Bohrungen

Fig. 10
Abattage de calcaire du Jura par forage de trous bord à bord



Abb. 11
Abbau mit Seilsägeverfahren in Marmorbruch

Fig. 11
Extraction par câble de sciage dans une carrière de marbre

b) Kettenschrämmaschinen: Auf einem Schrämbalken oder Schwert läuft eine Gliederkette, die mit auswechselbaren Hartmetallmeisseln besetzt ist. Die Kettenschrämmaschinen sind auf Schienen verschiebbar.

* Thermisches Schneid-Verfahren: Es werden sogenannte Druckluftthermobrenner verwendet. Ein Brennstrahl strömt mit hoher Temperatur (bis zu 1600 °C) und einer Geschwindigkeit bis zu 1500 m/s aus der Düse des Brenners.

agent abrasif – entraîné par le câble –, on utilise du sable de quartz, du carbure de silicium ou du corindon. Aujourd'hui, on emploie généralement des câbles d'acier diamantés. Pour le refroidissement des câbles, on utilise en outre de l'eau.

b) Haveuses à chaîne: une chaîne à maillons munie de trépan inter-changeables en métal dur se déplace sur une poutre de havage. Les haveuses à chaîne peuvent se déplacer sur des rails.

* Coupe thermique: on utilise en l'occurrence des thermobréleurs à air comprimé. Le bec du brûleur expulse un jet à haute température (jusqu'à 1600 °C) à une vitesse qui peut atteindre jusqu'à 1500 m/s.

Verarbeitung

Grundsätzlich können zwei Verarbeitungsarten unterschieden werden: die traditionelle, manuelle Verarbeitung und die mengenmässig weit bedeutendere industrielle Verarbeitung, die hier näher umschrieben werden soll. Mit Sägen werden die Rohblöcke zu Werksteinen zerkleinert. Als Zerspannungsmittel werden künstliche und natürliche Körnungen aus Stahl- oder Quarzsand oder Diamant verwendet. Folgende Maschinen werden eingesetzt:

- Trennsägen (einzeln oder kombiniert zu sog. Trenngattern)
 - Säge-Vollgatter (bis zu 120 Sägeblätter in festem Rahmen)
 - Kreissägemaschinen bestückt mit einzelnen oder mehreren Trennscheiben
- Gelegentlich auch:
- Seilsägen
 - Bandsägen

Mise en oeuvre

On peut en principe distinguer deux modes de mise en oeuvre, à savoir la mise en oeuvre manuelle traditionnelle et la mise en oeuvre industrielle – quantitativement beaucoup plus importante et sur laquelle nous allons nous pencher ici. Les blocs bruts sont débités en pièces d'oeuvre par sciage. Comme agents de coupe, on utilise des composés granulométriques artificiels et naturels à base de grenaille d'acier, de sable de quartz ou de diamant. On se sert des machines suivantes:

- Scies à débiter (exploitées individuellement ou en combinaison pour former des scies verticales à cadre)
 - Cadres de sciage (jusqu'à 120 lames de scie dans un cadre fixe)
 - Scies circulaires équipées de meules tronçonneuses individuelles ou multiples
- A l'occasion, on utilise également:
- Scies à câble
 - Scies à ruban



Abb. 12
Trennsäge

Fig. 12
Scie de débitage



Abb. 13
Säge-Vollgatter

Fig. 13
Cadre de sciage



Abb. 14
Kreissäge

Fig. 14
Scie circulaire

Für die Sichtflächenbearbeitung der Werkstücke werden folgende Maschinen eingesetzt:

- Schleif- und Poliermaschinen zur Glättung der Oberflächen (Schleifmittel sind Stahlsand, Silicium-Carbid und Diamant)
- Stockmaschinen zur Aufrauung der Oberflächen (mit den entsprechenden Werkzeugeinsätzen können die Oberflächen auch bossiert, scharriert, geriffelt usw. werden).
- Flamm-Maschinen zur Öffnung der natürlichen Gefüge durch Wärmeschock
- Sandstrahleinrichtungen zur Aufrauung oder Reinigung

Pour la mise en oeuvre des faces de parement des pièces d'oeuvre, on utilise les machines suivantes:

- Meuleuses et ponçeurs pour le lissage des surfaces (abrasifs: grenaille d'acier, carbure de silicium et diamant)
- Bouchardeuses pour rendre les surfaces rugueuses (moyennant l'utilisation d'outils appropriés, les surfaces peuvent également être bosselées, layées, etc.)
- Machines à flammer pour mise en évidence de la texture naturelle par choc thermique
- Equipements de sablage pour nettoyage, décapage ou renforcement de la rugosité

Wirtschaftliche Aspekte

Die mineralogische Zusammensetzung und das Gefüge eines Gesteins bestimmen dessen kostengünstigste Gewinnung und Verarbeitung. Die genaue Kenntnis der physikalischen und chemischen Eigenschaften erlaubt die Wahl der bestgeeigneten Werksteine für die vielfältigen und sehr unterschiedlichen Anwendungsbereiche. Durch technische Beeinflussung können ferner auch physikalische und ästhetische Eigenschaften verändert werden.

* Gesteinseigenschaften, die Abbau- und Verarbeitungsmethoden beeinflussen:

- Schichtung, Bankung, Bänderung
- Schieferung oder Massigkeit
- Klüftung
- Mineralgehalt (Härte der Mineralien)
- Korngrösse, Kornverteilung

Aspects économiques

La composition minéralogique et la texture d'une roche déterminent son mode d'extraction et de mise en oeuvre le plus économique. La connaissance exacte des caractéristiques physiques et chimiques permet de sélectionner les pièces d'oeuvre les mieux appropriées pour de multiples domaines d'application très différents les uns des autres. Par des traitements techniques, il est en outre également possible de modifier les caractéristiques physiques et esthétiques.

* Caractéristiques de la roche qui influencent les méthodes d'extraction et de mise en oeuvre:

- Stratification, division en forme de bancs ou de bandes
- Schistosité ou compacité
- Diaclase
- Teneur minérale (dureté des minéraux)
- Calibre et cémentation des grains

- * Gesteinseigenschaften, die je nach Anwendung erfordert werden:
 - Zugfestigkeit, Druckfestigkeit (z. B. Säulen, Mauern)
 - Hitze- und Kältebeständigkeit, Verwitterungsresistenz, Frost- und Tausalzbeständigkeit (kein Ausbrechen z. B. bei Fassaden)
 - Säurebeständigkeit (z. B. Bauten im Freien, Industrie, Haushalt)
 - Grosse Abriebfestigkeit (z. B. Treppen, Bodenplatten)
 - Ästhetischer Reiz
- * Technische Methoden, die Gesteinseigenschaften beeinflussen:
 - Schnittführung (z. B. bei geschieferten Gesteinen, parallel oder quer zur Schieferung)
 - Aufrauung/Glättung
 - Spachtelung

Bibliographie

Weiterführende Literatur zum Thema Naturstein

- F. Müller: Gesteinskunde, Lehrbuch und Nachschlagewerk über Gesteine für Hochbau, Innenarchitektur, Kunst und Restauration. Ebner Verlag, Ulm, 2. Auflage 1987, 216 Seiten
- F. Müller: INSK, Internationale Natursteinkartei, 10 Bände, Ebner Verlag, Ulm, 1987
- W. Scholz: Baustoffkenntnis. Werner-Verlag, Düsseldorf, 11. Auflage 1987, 830 Seiten
- H. Wilcke & W. Thunig: Gewinnen, Bearbeiten und Versetzen von Werkstein. Lehrbuch, VEB Verlag für Bauwesen, Berlin, 4. Auflage 1986, 224 Seiten
- G. Mehling u. a.: Natursteinlexikon. Verlag Callwey, München, 3. Auflage 1986, 655 Seiten
- F. de Quervain: Die nutzbaren Gesteine der Schweiz. Kümmerly & Frei, Geographischer Verlag, Bern, 1969, 312 Seiten

Wissenschaftliche Literatur

- V. Trommsdorff, V. Dietrich u. a.: Grundzüge der Geologischen Wissenschaften. Kristallographie, Mineralogie, Petrographie. Vorlesung Universität und ETH Zürich. Verlag der Fachvereine an den Schweizerischen Hochschulen, Zürich 3., überarbeitete Auflage 1989, 175 Seiten
- W. Wimmerauer: Petrographie der magmatischen und metamorphen Gesteine. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 1985
- E. Nickel: Grundwissen in Mineralogie. Band III: Aufbaukursus Petrographie. Ott Verlag, Thun, 2., überarbeitete Auflage, 328 Seiten
- M. E. Tucker: Einführung in die Sedimentpetrologie (übersetzt von M. Schöttle). Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 1985

Weiterführende Information zum Thema Naturstein

- NVS Naturstein Verband Schweiz
Hochfeldstrasse 110
CH-3012 Bern

- * Caractéristiques de la roche exigées en fonction de l'application:
 - Résistance à la traction, résistance à la compression (par exemple colonnes, murs)
 - Résistance à la chaleur et au froid, résistance aux intempéries, résistance au gel et au sel de fonte (pas d'érosion en façade par exemple)
 - Résistance aux acides (par exemple ouvrages en plein air, industrie, aménagement intérieur)
 - Résistance élevée à l'abrasion (par exemple escaliers, dalles de sol)
 - Attrait esthétique
- * Méthodes techniques pour influencer les caractéristiques de la roche:
 - Axe de débitage (pour des roches schisteuses par exemple, débitage parallèlement ou perpendiculairement aux plans de schistosité)
 - Renforcement de la rugosité/polissage
 - Spatulage

Bibliographie

Bibliographie complémentaire sur la pierre naturelle

- F. Müller: «Gesteinskunde. Lehrbuch und Nachschlagewerk über Gesteine für Hochbau, Innenarchitektur, Kunst und Restauration», Ebner Verlag, Ulm, 2ème édition, 1987, 216 pages
- F. Müller: «INSK, Internationale Natursteinkartei», 10 tomes, Ebner Verlag, Ulm, 1987
- W. Scholz: «Baustoffkenntnis», Werner-Verlag, Dusseldorf, 11ème édition, 1987, 830 pages
- H. Wilcke & W. Thunig: «Gewinnen, Bearbeiten und Versetzen von Werkstein, Lehrbuch», VEB Verlag für Bauwesen, Berlin, 4ème édition, 1986, 224 pages
- G. Mehling et d'autres encore: «Natursteinlexikon», Verlag Callwey, Munich, 3ème édition, 1986, 655 pages
- F. de Quervain: «Die nutzbaren Gesteine der Schweiz», Kümmerly & Frei, Editions Géographiques, Berne, 1969, 312 pages

Bibliographie scientifique

- M. Burri et d'autres encore: «Géologie générale», Instituts Romands des sciences de la terre. Ed. M. Burri, Université de Lausanne, nouvelle édition 1986
- J. Lameyre: «Roches et minéraux», tome II: «Les formations». Ed. Doin, Paris 1975, 351 pages
- J. Aubin, R. Brousse, J.-P. Lehman: «Précis de géologie», tome I: «Pétrologie». Ed. Dunod, Paris 1968, 712 pages
- J.-J. Blanc: «Sédimentation des marges continentales actuelles et anciennes». Ed. Masson 1982, 159 pages
- Elf-Aquitaine: «Essai de caractérisation sédimentologique des dépôts carbonatiques»
Tome I: «Eléments d'analyse», 1975, 173 pages
Tome II: «Eléments d'interprétation», 1977, 231 pages, ed. Boussens et Pau

Informations complémentaires sur la pierre naturelle

- NVS Naturstein Verband Schweiz
Hochfeldstrasse 110
CH-3012 Berne