Schriftenreihe des Wirtschaftsförderungsinstitutes
der Kammer der gewerblichen Wirtschaft für Wien

Das österreichische Gewerbebuch

Eine Sammlung von Hilfsbüchern für das gesamte österreichische Gewerbe

Gesteinskunde für Hochbau und Plastik

Österreichischer Gewerbeverlag

Schriftenreihe des Wirtschaftsförderungsinstitutes
der Kammer der gewerblichen Wirtschaft für Wien

Gesteinskunde für Hochbau und Plastik

Fachkunde für
Steinmetzen, Bildhauer, Architekten und Baumeister

von

Dr. Alois Kieslinger
o. Professor der Technischen Hochschule Wien

Herausgegeben mit Unterstützung
des Wirtschaftsförderungsinstitutes der Kammer der gewerblichen Wirtschaft für Wien
im Einvernehmen mit der Bundesinnung der Steinmetzmeister

Österreichischer Gewerbeverlag

Copyright 1951
by Österreichischer Gewerbeverlag,
Wien I, Regierungsgasse 1

Alle Rechte vorbehalten

Bibliothek d. Techn. Hochschule Wien

Druck: Paul Gerin, Wien II

Die in der Schriftenreihe „Das Österreichische Gewerbebuch" erschienene „Gesteinskunde für Hochbau und Plastik" kann allen, die in ihrer Berufstätigkeit mit Naturstein zu tun haben, auf das beste empfohlen werden.

Das Werk wendet sich in erster Linie an die Bearbeiter von Naturstein, an Steinmetzen und Bildhauer, aber auch an Architekten und Baumeister — also an Praktiker.

Der gesamte Aufbau des Buches zeigt, daß der Leser nur mit jenen wissenschaftlichen oder theoretischen Fragen bekannt gemacht wird, die er für seine Tätigkeit im steinverarbeitenden Gewerbe braucht.

Gerade diese Auswahl des Stoffes, wo die Grundbegriffe der Gesteinskunde verständlich herausgearbeitet sind und wo die Eigenart der einzelnen Gesteine, deren Verwendbarkeit und besondere Eigenschaften bei der Verarbeitung aufgezeigt werden, geben diesem Lehrbuch seine besondere Bedeutung.

Dem Verfasser, Dr. Alois Kieslinger, Professor an der Technischen Hochschule Wien, sei im Namen der Bundesinnung der Steinmetzmeister Österreichs für seine Arbeit herzlicher Dank gesagt.

Möge sein Werk überall Eingang finden, wo Liebe und Interesse am Naturstein besteht.

Der Bundesinnungsmeister

Steinmetzmeister

Vorwort.

Die vorliegende Gesteinskunde ist in erster Linie für Steinmetzen und Bildhauer, dann für Architekten, Baumeister und Baupraktiker aller Art bestimmt. Diesem Leserkreis fehlen vielfach sowohl die Vorkenntnisse zum Verständnis einer wissenschaftlichen Behandlung dieser Fragen als auch Zeit und Möglichkeit, sich in ein solches Sondergebiet tiefer einzuarbeiten. Aus dieser besonderen Aufgabe erklärt sich die Auswahl, Anordnung und Behandlung des Stoffes, die von den üblichen Lehrbüchern der Gesteinskunde (auch der technischen) bewußt abweicht. Für den Praktiker ist die Kenntnis der Kristallsysteme durchaus entbehrlich und auch von der Mineralchemie genügen ihm die elementarsten Grundlagen. Die Unterscheidung der gesteinsbildenden Minerale wurde sehr knapp behandelt. Der Steinmetz wird niemals die einzelnen Feldspatarten voneinander unterscheiden und selbst Augit und Hornblende sind ihm beide nur „dunkle Gemengteile". Auch das geologische Alter einzelner Gesteinsarten (z. B. Marmore) ist nur ganz ausnahmsweise von praktischem Interesse.

Nicht immer leichten Herzens wurde vieles weggelassen, was nach meiner Erfahrung für den Steinhandwerker ja doch nur ein toter Gedächtnisstoff wäre (den er bald vergißt oder — was noch schlimmer — falsch anwendet). Dagegen wurde der größte Wert darauf gelegt, die geologisch-gesteinskundlichen Grundbegriffe möglichst eindringlich herauszuarbeiten und durch die Darstellung vom Entstehen der Gesteine in das Verständnis ihrer Eigenart und der daraus ableitbaren technischen Eigenschaften einzuführen und damit zu selbständigem Weiterdenken anzuregen. Die aus einem umfangreichen Erfahrungsmaterial ausgewählte Besprechung der für die Verarbeitung wichtigen Eigenschaften bildet ein Hauptziel des Buches. Verschiedene allgemeine Begriffe (Klüftung, Gefügeregelung, Spaltbarkeit, Bruchfeuchte, Druckfestigkeit usw.) wurden absichtlich nicht in eigenen Abschnitten, sondern bei den einzelnen Gesteinen behandelt, wenn sich jeweils der Anlaß dazu bot. Sie können leicht durch das Register gefunden werden.

Nicht behandelt wurden alle jene Verwendungszwecke, die außerhalb der Arbeit des Steinmetzen und Bildhauers liegen, also Straßenbau, chemische Industrie, Dachdeckung und ähnliche. Über Wunsch des Herausgebers ist die

Darstellung in erster Linie auf den Bedarf des österreichischen Steinhandwerkes eingestellt, bzw. viele allgemeine Erscheinungen sind an einheimischen Beispielen erklärt. Immerhin sind die wichtigsten europäischen Nutzgesteine, auch die bei uns nicht handelsüblichen, wenigstens in ihren bekanntesten Vertretern behandelt. Natürlich konnte eine „Vollständigkeit" nicht einmal versucht werden. Von rund 2000 Marmorsorten wurden nur einige Dutzend herausgegriffen, sonst wäre eine Liste von leeren Namen entstanden. Der Verfasser ist dem Herausgeber und dem Verlage für die Gewährung einer verhältnismäßig reichlichen Bildausstattung zu besonderem Danke verpflichtet. Die einzige wirklich naturgetreue Wiedergabe von Gesteinen in Farbbildern war unter den derzeitigen Umständen leider nicht möglich. Ich habe mich bemüht, diesen Mangel durch Anführung von sehr vielen Verwendungsbeispielen wenigstens teilweise zu beheben; dadurch können mindestens die österreichischen Leser dieses Buches sich selbst an Ort und Stelle vom Aussehen der Gesteine überzeugen.

Inhalt.

Vorwort . . . 5
Einleitung. Aufgaben der Gesteinskunde . . . 9

A. Allgemeine Gesteinskunde . . . 11

I. Die grundlegenden Begriffe . . . 11
1. Begriff des Gesteins . . . 11
2. Begriff des Minerals . . . 12
3. Begriff des Kristalls . . . 12

II. Die wichtigsten Eigenschaften der Minerale . . . 13
1. Kristallform . . . 13
2. Tracht . . . 13
3. Spaltbarkeit . . . 14
4. Härte . . . 14
5. Glanz . . . 15
6. Durchsichtigkeit . . . 16
7. Farbe . . . 16
8. Die chemische Zusammensetzung . . . 16
9. Gewicht . . . 17

III. Entstehung und Einteilung der Gesteine . . . 17

IV. Hart- und Weichgesteine . . . 20

B. Besondere Gesteinskunde . . . 21

I. Erstarrungsgesteine . . . 21
1. Allgemeines . . . 21
Die wichtigsten Minerale . . . 21
Gesteinsschmelzen . . . 23
2. Tiefengesteine . . . 24
Familie der Granite . . . 24
Familie der Syenite . . . 47
Familie der Diorite . . . 48
Familie der Gabbros . . . 50
Die „schwarzschwedischen" Gesteine . . . 52
Familie der Peridotite und Pyroxenite . . . 52
3. Ganggesteine . . . 53
4. Ergußgesteine . . . 54
Familie der Quarzporphyre . . . 55
Familie der Feldspatporphyre und Trachyte . . . 57
Familie der Phonolithe . . . 57
Familie der Andesite und Porphyrite . . . 57
Familie der Diabase, Melaphyre, Basalte . . . 58
5. Vulkanische Tuffe . . . 58

II. Absatzgesteine (Sedimente, Schichtgesteine) . . . 59
1. Allgemeines . . . 59
Die wichtigsten Minerale . . . 61
Hartteile von Lebewesen . . . 64
Gesteinswerdung (Diagenese) . . . 66
Alter der Absatzgesteine . . . 66
Allgemeine technische Eigenschaften . . . 66
2. Trümmergesteine . . . 67
Konglomerate . . . 67
Sedimentäre Brekzien . . . 77

Sandstein . . . 78
Quarzsandstein . . . 82
Feldspatsandstein (Arkose) . . . 87
Grauwacken . . . 88
Kalksandstein . . . 89
3. Kalkgesteine und Verwandte . . . 99
Algenkalke . . . 99
Groblöcherige Kalksteine . . . 103
Süßwasserkalke . . . 104
Rogenstein, Erbsenstein, Oolith . . . 104
Kalktuff . . . 105
Travertin . . . 106
Kalksinter . . . 109
Dichte Kalksteine (normal nicht poliert) . . . 113
Polierbare Kalksteine („Marmore") . . . 115
Allgemeine Eigenschaften . . . 115
Bezeichnung der Dekorationsmarmore . . . 118
Die wichtigsten Sorten . . . 120
Adneter Marmore . . . 120
Andere rotbunte Marmore . . . 128
Seelilien-Marmore . . . 132
Vorwiegend weiße bis gelbe Marmore . . . 133
Vorwiegend graue Marmore . . . 137
Schwarze Marmore . . . 140
Grüne Marmore . . . 142
Solnhofener Kalkschiefer . . . 143
Mergel . . . 144
Tonschiefer . . . 144
Dolomite und Rauchwacken . . . 144
Gips (Alabaster) . . . 145
III. Umprägungsgesteine (Metamorphe Gesteine, Kristalline Schiefer) 146
1. Allgemeines . . . 146
Entstehung . . . 146
Technische Eigenschaften . . . 147
Mineralbestand . . . 147
2. Umgeprägte Erstarrungsgesteine . . . 148
Granitgneise . . . 148
Hornblendeschiefer (Amphibolit) . . . 148
Grünschiefer . . . 149
Serpentin . . . 150
Talkgesteine . . . 154
3. Umgeprägte Absatzgesteine . . . 154
Quarzit . . . 154
Dachschiefer . . . 155
Blätterschiefer (Phyllit) . . . 155
Glimmerschiefer . . . 155
Plattengneis . . . 155
Körnige (kristalline) Marmore . . . 155
Dolomitmarmor . . . 167
Kristalliner Magnesit . . . 168
C. Mineralische Hilfsstoffe des Steinhandwerks . . . 169
1. Zement und Beton . . . 169
2. Kalk . . . 171
3. Gips . . . 172
4. Schleif- und Schneidemittel . . . 172
5. Poliermittel . . . 175
6. Steinkitte . . . 175
Nachweis der Bilder . . . 176
Register . . . 177

Einleitung
Aufgaben der Gesteinskunde.

Die uns zugänglichen obersten Teile der Erdrinde werden von mehr oder minder festen mineralischen Gebilden aufgebaut, die wir als Gesteine im weitesten Sinne des Wortes bezeichnen. Von der allgemeinen wissenschaftlichen Gesteinskunde (Petrographie), einem der wichtigsten Teilgebiete der Geologie, behandelt die technische Gesteinskunde nur einen engeren Ausschnitt, nämlich jene Gesteinsarten und ihre Eigenschaften, mit denen sich der Techniker im Zuge seiner Arbeiten zu befassen hat, sei es, daß er sie bei Grundbauten aller Art auszuheben, bei Tunnelbauten zu durchfahren hat, oder daß er gewisse Gesteine zwecks Verwendung als Bausteine, als Straßenbaustoff, als Bahnschotter, als Betonzuschlag u. dgl. verwenden will oder sie als Rohstoffe für weitere Verarbeitung, z. B. zum Brennen von Kalk und Zement oder für sonstige Zwecke der chemischen Industrie abbaut. Je nach den vorliegenden Aufgaben bestehen so alle Übergänge zu benachbarten technischen Teilwissenschaften, zur Baugrundgeologie, zur Bergbaukunde und vielen anderen.

Aus ihrer besonderen Fragestellung ergeben sich für die technische Gesteinskunde wesentliche Abweichungen von der rein wissenschaftlichen Gesteinsbetrachtung. In der Hauptsache bestehen sie darin, daß für technische Fragen im allgemeinen nur eine viel geringere Zahl von Gesteinsarten näher zu behandeln ist, daß auch von den vielen der sie aufbauenden „gesteinsbildenden Minerale" nur eine verhältnismäßig kleine Zahl der allerwichtigsten in Betracht kommt, daß aber auf der anderen Seite eine ganze Reihe von Eigenschaften (alle jene, die die Bearbeitbarkeit und technische Verwendbarkeit, die Wetterbeständigkeit usw. bedingen) sehr genau behandelt werden muß, Eigenschaften, mit denen sich die allgemein wissenschaftliche Gesteinskunde kaum befaßt.

Dazu kommt noch ein weiteres: für die meisten technischen Verwendungszwecke genügt es nicht, ein bestimmtes vorliegendes Gestein unter einem der von der Gesteinskunde zur Verfügung gestellten Ordnungsbegriffe, also einer Gesteinsart, untergebracht zu haben, sondern es ist von entscheidender Wichtigkeit zu wissen, wie und in welchem Zustande das Gestein in der Natur vorkommt und wie es sich abbauen oder verwenden läßt. Eine kleine Probe des allerschönsten Marmors sagt uns noch nichts darüber aus, ob er sich tatsächlich in genügend großen rissefreien Blöcken gewinnen läßt, ob sich Platten daraus schneiden lassen usw. Der Name Granit besagt noch lange nicht, daß ein mit Recht so bezeichnetes Gestein auch wirklich hochwertig und verwendbar ist; es kann verwittert oder von Gebirgsdruck zerpreßt oder sonst in einem Zustande sein, der seine Verwendung entweder ganz ausschließt oder doch wenigstens stark einschränkt.

Es ist also notwendig, das Gestein auch in der Natur in seinem größeren Zusammenhange zu untersuchen, d. h. die Geologie des betreffenden Vorkommens zu erforschen. Nicht im vollen wissenschaftlichen Sinne (das Alter eines Gesteins z. B. ist für den Techniker ganz belanglos), sondern im technischen Sinne, d. h. im Hinblick auf die Lagerung, die Schichtung, Absonderung, Klüftung und alle übrigen Umstände, von denen der Abbau, die Größe der gewinnbaren Einzelstücke, die weitere Verarbeitung und Verwendung abhängig ist. Verantwortungsbewußte Bauleiter, aber auch Bildhauer, werden stets den von ihnen zur Verwendung in Aussicht genommenen Stein an seiner Gewinnungsstelle, im Steinbruche untersuchen und auswählen. Bei neu aufzuschließenden Vorkommen sind Feststellungen über die Menge des vorhandenen Steins, über die Mächtigkeit des unverwertbaren Abraums usw. unerläßlich. Derartige Untersuchungen kann nur ein für diese besonderen Fragen geschulter Geologe durchführen, der Steinbruchunternehmer aber muß wenigstens wissen, daß er sich über eine geplante Neuanlage beraten lassen soll und an wen er sich zu wenden hat, um kostspielige Mißerfolge oder gänzlich verfehlte Anlagen zu vermeiden. Eine technische Gesteinskunde ist also zwangsläufig mit einer Steinbruchgeologie verknüpft.

Behandelt die technische Gesteinskunde nur einen Teilausschnitt aus der riesigen Zahl der vorhandenen Gesteinsarten, so soll in der vorliegenden Gesteinskunde für Steinmetzen und Bildhauer die Zahl der besprochenen Gesteine noch weiter eingeschränkt werden (u. a. kommen die Straßenbaustoffe, die Rohstoffe für Kalk, Zement und viele andere in Wegfall); dafür soll ihre Besprechung im einzelnen nach den besonderen Bedürfnissen dieser Handwerke verfeinert werden.

A. Allgemeine Gesteinskunde.

I. Die grundlegenden Begriffe.

1. Begriff des Gesteins.

Die Frage, was denn eigentlich ein Stein oder Gestein ist und worin seine wesentlichen Unterschiede gegenüber anderen natürlichen oder künstlichen Stoffen liegen, wird ganz verschieden beantwortet werden, je nach dem, wer diese Frage stellt und aus welcher beruflichen oder sonstigen Umwelt heraus er die Dinge betrachtet.

In der von keiner besonderen Facheinsicht beeinflußten Vorstellung des täglichen Lebens versteht man unter Stein im allgemeinen einen festen, mehr oder minder harten („steinharten") Mineralstoff. Eine so eingeschränkte Fassung kann die Geologie nicht anerkennen. Gerade sie lehrt ja, wie Lockermassen (Schlamm, Sand, Schotter) durch bestimmte Vorgänge allmählich zu festen Gesteinen verkittet werden, wie andererseits auch feste Gesteine durch nachträgliche Beeinflussung (Gebirgspressung, Verwitterung) wieder aufgelockert werden können. Sie rechnet daher alle solchen Mineralbildungen ohne Rücksicht auf die Festigkeit zu den Gesteinen, also den Sand ebenso wie den Granit, den Ton ebenso wie den Marmor.

Für unsere besonderen Zwecke können wir uns freilich auf die mehr oder minder festen Gesteine beschränken. Eine allgemeine Begriffsfassung könnte also etwa so lauten:

Gesteine sind Mineralgesellschaften, die auf größere Erstreckung ein mehr oder minder gleichartiges Gepräge haben, d. h. aus den gleichen Mineralen in gleichem Verhältnis und gleichem Wachstumsverband und Gefüge bestehen (H. Cloos).

Der Ausdruck „größere Erstreckung" besagt, daß nicht jede kleine mehr oder minder zufällige örtliche Mineralgesellschaft als Gestein aufgefaßt werden kann, sondern nur solche von größerem Umfang und vielfacher Verbreitung auf der Erde, also geologisch selbständige Körper.

Das Mengenverhältnis, der Wachstumsverband und das Gefüge sind ganz wesentliche Teile der Begriffsfassung, die bloße Aufzählung der mineralischen Hauptbestandteile genügt nicht. Die Mineralgesellschaft Quarz + Feldspat + Glimmer ist nicht ausreichend, um das Gestein „Granit" zu ergeben. Dieselben Minerale könnten auch einen Quarzporphyr, einen Gneis, einen feldspathaltigen Sandstein (Arkose), einen Pegmatit oder andere Gesteine aufbauen. Erst die näheren Angaben schränken die vielen Möglichkeiten ein.

Eine große Gesteinsgruppe, die der Absatz- oder Sedimentgesteine, bildet insoferne eine scheinbare Ausnahme, als sie in wesentlicher Menge die Hartteile von tierischen oder pflanzlichen Lebewesen als „Versteinerungen" enthalten oder ganz aus solchen aufgebaut sind. Nun bestehen diese Hartteile in Wirklichkeit selbst wieder aus Mineralen, meist Kalkspat.

2. Begriff des Minerals.

Jedes Gestein ist also ein Gefüge von meist mehreren verschiedenen Mineralen, seltener von einem einzigen (z. B. Kalkstein, Quarzit, Gipsstein, die nur aus Kalkspat, bzw. Quarz, bzw. Gips bestehen). Unter Mineral verstehen wir stofflich (chemisch und physikalisch) einheitliche Bestandteile der festen Erdrinde. Eine bestimmte Mineralart hat im allgemeinen stets genau die gleiche chemische Zusammensetzung. Gewisse Ausnahmen, wie, daß etwa ein Mineral aus mehreren Schalen von etwas verschiedener Zusammensetzung oder auch aus einer innigen Verwachsung von zwei verschiedenen, wenn auch nahe verwandten Abarten besteht, können hier vernachlässigt werden.

3. Begriff des Kristalls.

Die physikalische Einheitlichkeit eines Minerals findet ihren Ausdruck darin, daß es sich nach gleichen Richtungen hin gleichartig verhält. Der Fall, daß nun wirklich nach allen Richtungen hin die Eigenschaften ganz genau gleich sind, ist ungemein selten. Wir bezeichnen solche Minerale als gestaltlos oder amorph (z. B. der Opal, eine amorphe Form der Kieselsäure). Solche Minerale sind übrigens auch nicht sehr bestandfähig, sondern haben das Bestreben, sich im Laufe der Zeit in ein geregeltes Gefüge, in einen Kristall umzuwandeln. Das Wesentliche eines Kristalls besteht darin, daß seine Einzelbausteine, die Atome, nicht beliebig durcheinanderliegen, sondern in einem sehr genauen gesetzmäßigen Aufbau, in einem sogenannten Kristallgitter, angeordnet sind. Die Abstände der einzelnen Gitterpunkte haben die durchschnittliche Größenordnung von Zehnmillionstel Millimeter. In einem solchen Kristall nun sind die parallelen Richtungen in bezug auf alle ihre verschiedenen Eigenschaften (Lichtbrechung, Ritzhärte, Wachstumsgeschwindigkeit usw.) unbedingt gleichwertig, in anderen Richtungen sind aber diese Eigenschaften verschieden.

Die nach verschiedenen Richtungen verschieden starke Wachstumsgeschwindigkeit findet ihren sinnfälligsten Ausdruck dann, wenn ein Kristall ungehindert (z. B. in einer Flüssigkeit) wachsen kann. In diesem Falle entsteht ein sehr regelmäßiges Gebilde mit Kristallflächen von ganz bestimmter Anordnung, unter ganz bestimmten Winkeln und sonstigen gesetzmäßigen Verhältnissen. Mit ihrer Erforschung beschäftigt sich die Kristallkunde oder Kristallographie. Ihre einzelnen Ergebnisse, vor allem ihre Ordnung der zunächst verwirrenden Formenmannigfaltigkeit in Kristallsysteme, Klassen usw. können hier nicht weiter besprochen werden. Es soll nur der eine Grundgedanke festgehalten werden, daß das Wesen eines Kristalls in seinem gesetzmäßigen inneren Aufbau besteht, daß dagegen die äußere Kristallform

sich nur unter ganz bestimmten günstigen Verhältnissen entwickeln kann. Gerade in den für uns in Betracht kommenden Gesteinen sind Kristalle mit voll entwickelten Eigenformen ziemlich selten.

Bei Marmor z. B. haben sich die Einzelkristalle des Kalkspates in ihrem Wachstum gegenseitig so gehemmt, daß nur formlose Körner entstehen konnten. Nur auf Klüften und Hohlräumen findet man schön ausgeprägte Kristalle. Das gleiche gilt auch von dem häufigsten und gewöhnlichsten Gesteinsgemengteil, dem Quarz. Die so beliebten schön entwickelten Kristalle (Bergkristalle) können sich nur in Hohlräumen entwickeln. Halbwegs gut ausgebildete Kristalle finden sich im Quarzporphyr, wo sie als Erstausscheidungen („Einsprenglinge") in der flüssigen Schmelze noch genügend Raum zur Entwicklung von Kristallformen fanden. Im Granit aber, wo der Quarz von allen Mineralen sich als letztes ausgeschieden hat, konnte er nur mehr die Zwickel zwischen den übrigen Mineralen ausfüllen, also keine Eigenformen entwickeln.

Alle Gesteine, mit denen wir es hier zu tun haben, bestehen aus Kristallen. Freilich sind diese manchmal so klein, daß sie mit dem freien Auge nicht mehr wahrgenommen werden können, sondern nur bei geeigneter Vergrößerung (mit der Lupe oder unter dem Mikroskop). Wir sprechen in diesem Falle von „dichten" Gesteinen (z. B. die meisten Kalksteine und viele Basalte).

II. Die wichtigsten Eigenschaften der Minerale.

Jede Mineralart hat ganz bestimmte, gleichbleibende Eigenschaften; deren Kenntnis ermöglicht es uns, das Mineral zu erkennen, zu bestimmen. Anderseits ist das technische Verhalten der Gesteine auch weitgehend von den Eigenschaften der gesteinsbildenden Minerale abhängig.

1. Kristallform.

Es wurde schon erwähnt, daß wohlentwickelte Eigenformen von Kristallen bei jenen Gesteinen, mit denen es die Praxis des Steinhandwerks zu tun hat, verhältnismäßig selten auftreten. Aus frischen Gesteinen können sie allerdings gewöhnlich nicht unversehrt herausgeschlagen werden und an geschliffenen Gesteinsplatten sieht man Umrisse, die einem beliebigen zufälligen Schnitt durch die Kristallform entsprechen und daher nicht immer leicht zu erkennen sind.

Schöne, große Feldspatkristalle enthalten manche Granite, besonders vom Kalifeldspat (Orthoklas). Bei genauerem Zusehen kann man oft feststellen, daß eigentlich zwei verschiedene, um 180° gegeneinander verdrehte Kristalle ineinander verwachsen sind, ein sogenannter Zwilling.

Der Quarz entwickelt im Quarzporphyr manchmal schöne, sechsseitige Doppelpyramiden, oft allerdings haben diese durch spätere Vorgänge ihre scharfen Kanten und Ecken verloren und sind in diesem gerundeten Zustand nicht mehr so leicht zu erkennen (z. B. im Bozener Quarzporphyr). Der goldglänzende Schwefelkies (Pyrit), ein wegen seiner Gefährlichkeit für uns sehr wichtiger Übergemengteil vieler Granite, tritt gerne in Form von winzigen Würfelchen auf.

2. Allgemeine Form (Habitus und Tracht).

Haben die einzelnen Minerale in den Gesteinen auch meist keine gut entwickelten Eigenformen, weil sie sich gegenseitig in ihrem Wachstum gehindert haben, so weisen sie doch oft eine zwar unregelmäßige, aber doch noch bezeich-

nende Gesamtform auf. Sie können als annähernd gleichausmaßige Körner, als Stengel, Linsen, Tafeln, Fasern usw. entwickelt sein, was wir später noch in einzelnen Beispielen kennenlernen werden. Bei vielen Gesteinen sind diese Formen entscheidend wichtig für den Verband der Einzelminerale untereinander und damit für maßgebende Eigenschaften des Gesteins.

3. Spaltbarkeit.

Viele Minerale lassen sich schon bei geringer Beanspruchung nach glatten Flächen zerteilen. Diese Spaltflächen haben stets eine gesetzmäßige Lage, die sich aus dem Feinbau des betreffenden Minerals ergibt. Besonders gut spaltbare Minerale hat man seinerzeit als Spat bezeichnet, und dieser Name ist noch in vielen heute üblichen Bezeichnungen enthalten (Eisen-, Feld-, Fluß-, Kalkspat). Je besser die Spaltbarkeit, desto höher der Glanz der Spaltflächen. Die Spaltformen des Kalkspates können wir sehr deutlich an grobkörnigen Marmoren, z. B. dem Sterzinger, beobachten, aber auch an sogenannten Seelilienkalken, z. B. in dem grauschwarzen, fälschlich so genannten belgischen Granit oder in dem roten „Hierlatzkalk" vom Fludergraben bei Aussee.

Ein Sonderfall der Spaltbarkeit liegt bei den Glimmern vor. Sie lassen sich in einer bestimmten Richtung ohne weiteres in die bekannten allerdünnsten Blättchen zerlegen. Wo solche Glimmer in gewissen Hartgesteinen in dickeren Paketen auftreten, nehmen diese Stellen keine Politur an, weil die weichen Blättchen bei der Bearbeitung ausgerissen werden. Gute Spaltbarkeit steht aber nicht immer im Widerspruch zur Politurfähigkeit, z. B. läßt sich gerade der Kalkspat sehr gut polieren.

Manche Minerale haben keine Spaltbarkeit, sondern nur einen unregelmäßigen Bruch. Das wichtigste Beispiel für uns ist der Quarz. Die Anordnung der Spaltflächen und die Winkel, die sie miteinander und mit gewissen Kristallformen einschließen, sind ein wichtiges Hilfsmittel zum Mineralbestimmen. Die Spaltbarkeit der Minerale hat mit der Spaltbarkeit der Gesteine gar nichts zu tun und darf mit ihr nicht verwechselt werden.

4. Härte.

Eine der sinnfälligsten Eigenschaften der Minerale, die Härte, ist bei näherer Betrachtung sehr schwer zu erfassen, weil es sich um eine durchaus nicht einheitliche physikalische Eigenschaft, sondern um das Zusammenwirken von verschiedenen handelt, die sich auch je nach der Art der Beanspruchung verschieden verhalten. Die Mineralkunde befaßt sich nur mit der Ritzhärte, d. h. dem Widerstande, den das Mineral dem Eindringen eines spitzen Gegenstandes entgegensetzt.

Der österreichische Mineraloge Mohs hat im Jahre 1820 eine Härteskala aufgestellt, eine Reihe von Mineralen, von denen jeweils das folgende das vorherige ritzt. Abschleifversuche haben ergeben, daß die Abstände zwischen

den einzelnen Mineralen ganz ungleich sind (die Schleifhärte ist eben etwas anderes als die Ritzhärte); man hat die Härteskala trotzdem beibehalten, weil sie für die Mineralbestimmung sehr praktisch ist.

Härte	Mineral	Abschleifhärte
10.	Diamant	140.000
9.	Korund	1.000
8.	Topas	174
7.	Quarz	117
6.	Feldspat (Orthoklas)	37
5.	Apatit	6½
4.	Flußspat	5
3.	Kalkspat	4½
2.	Gips	1¼
1.	Talk	1/33

Man kann auch ohne Härteskala mit einfachen Mitteln Härteproben durchführen. Mit dem Fingernagel kann man Minerale mit Härte 2 noch ritzen, eine Kupfermünze hat ungefähr die Härte 3, Fensterglas 5, Stahl eines gewöhnlichen Taschenmessers 6, Stahl guter Feilen 7. Minerale von Härte 7 aufwärts geben mit Stahl Funken.

Man hat versucht, den Begriff der Mineralhärte auch auf die Gesteinshärte zu übertragen. Wir werden später sehen, daß dies in dieser einfachen Form unzulässig ist.

Die Härte der Minerale spielt eine große Rolle für ihre Verwendung zum Schleifen und Schneiden von Gesteinen. Diamant wird zum Besetzen von Schneidscheiben verwendet, auch zum Gravieren. Korund, der zu den härtesten unter den billigeren Mineralen gehört, wird besonders viel als Schleifmittel verwendet. Unreinere Stücke und Abfälle (die reinen sind wertvolle Edelsteine, wie Rubin oder Saphir) werden zum Schleifen verwendet, noch viel mehr aber ein mit Eisenerz (Magnetit und Hämatit) vermengter Korund, der unter dem Namen Schmirgel bekannt ist. In neuerer Zeit wird Korund durch Brennen von Tonerde auch künstlich erzeugt und zur Herstellung von Schleifmitteln verwendet, die im Handel die verschiedensten Namen haben. Aber auch diese künstlichen Korunde können sich in ihrer Verbreitung nicht messen mit einem anderen seit 1891 künstlich erzeugten Mineral, dem „Siliziumkarbid", das aus Zusammenschmelzen von Kohle und Quarz erzeugt wird. Näheres im Abschnitt über die Schleifmittel.

5. Glanz.

Je ebener und glatter ein Mineral ist, desto besser wird das Licht an seinen Flächen gespiegelt. Wir bezeichnen diese Erscheinung als Glanz. Sie hängt übrigens wesentlich von der sogenannten Lichtbrechung des Minerals ab. Zur Bezeichnung des Glanzes bedient man sich einiger leicht verständlicher Ausdrücke, man spricht von Diamant-, Glas-, Fett-, Perlmutter-, Seidenglanz usw.

6. Durchsichtigkeit.

Von vollkommen durchsichtig über trübe bis zu undurchsichtig gibt es alle Übergänge, auch innerhalb derselben Mineralart. Die Durchsichtigkeit trägt viel zur Farbe des Gesteins bei und soll daher erst dort näher besprochen werden.

7. Farbe.

Im auffallenden Lichte haben die Minerale meist eine bestimmte Farbe, für deren Bezeichnung Ausdrücke des täglichen Lebens verwendet werden. Je nach der Durchsichtigkeit kann man metallische Farben, trübe (Deckfarben) und durchsichtige (Lasurfarben) unterscheiden und z. B. je nach der Gruppe von goldgelb, von ockergelb oder von weingelb sprechen. In der Praxis des Steinhandwerks haben wir es fast nur mit der mittleren Gruppe zu tun, denn die Steine werden ja nur im auffallenden Lichte betrachtet. Allerdings kann bei stark durchscheinenden Mineralen das Licht auch bis in eine gewisse Tiefe eindringen und dem Stein dadurch eine besondere Wirkung geben. Durchsichtigkeit kommt als seltene Ausnahme nur bei kleinen kunstgewerblichen Arbeiten (Schreibtischgarnituren usw.) zur Geltung, z. B. bei dem Aragonit, der gewisse Kalksinter aufbaut (im Handel fälschlich Onyx genannt) oder beim sogenannten Edelserpentin.

Metallische Farben spielen an den Mineralen der handelsüblichen Gesteine eine geringe Rolle. Erwähnt seien die stahlglänzenden Eisenerze im sogenannten schwarzschwedischen Granit.

Neben den bisher besprochenen echten Farben sind noch solche zu nennen, die nicht auf einen wirklichen Farbstoff, sondern auf eigenartige Lichtbrechungserscheinungen zurückgehen, die sogenannten Farben dünner Plättchen. Sie erzeugen jenes Farbenspiel, das uns vom Perlmutter geläufig ist. Ein praktisch sehr wichtiges Beispiel sind gewisse Feldspate, aus denen die „Labradorite" von Norwegen und Wolhynien bestehen; wegen ihres wunderbaren Farbenspiels im geschliffenen Zustande sind diese ein beliebter Zierstein.

Wird ein Mineral gepulvert, dann erhält es eine lichtere, oft ganz weiße Farbe. Man bezeichnet sie als „Strich", weil sie am besten durch Reiben an einem (nicht glasierten) Porzellanscherben beobachtet werden kann. Der Strich ist ein wichtiges Mineralkennzeichen. Die meisten der für uns in Frage kommenden Minerale haben allerdings einen weißen Strich.

8. Die chemische Zusammensetzung.

Die chemische Zusammensetzung ist die wesentlichste Aussage über die Natur eines Minerals. Sie wird bei den einzelnen Mineralen später angeführt werden. Eine richtige chemische Untersuchung (Analyse) kann nur der Chemiker durchführen, es gibt aber einige ganz einfache Proben, die auch

für unsere Praxis wichtig sind. Die wichtigste ist die Salzsäureprobe bei den Verbindungen der Kohlensäure (den Karbonaten): Betupft man Kalkspat mit verdünnter (etwa 10%) Salzsäure, dann wird Kohlensäure frei, die unter lebhaftem Aufbrausen entweicht ($CaCO_3 + 2\,HCl = CaCl_2 + CO_2 + H_2O$). Der Dolomit hingegen reagiert nicht so leicht. Wir müssen entweder das Mineral pulvern oder die Säure erhitzen, um das Aufbrausen zu erzielen.

Die Zersetzbarkeit der Minerale und Gesteine durch Säuren wurde früher viel zum chemischen Ätzen verwendet (Karbonate durch Schwefel-, Salpeter- oder Salzsäure, Silikate durch Kieselfluorwasserstoffsäure). In neuerer Zeit wird das Ätzen vorwiegend mechanisch mit Sandstrahlgebläse durchgeführt.

Auch die Natur ätzt die Minerale mit Hilfe der Kohlensäure, in der Großstadt auch der Schwefelsäure (aus den Rauchgasen). Alle Marmore werden daher im Freien in wenigen Jahren „blind", sie verlieren ihre Politur und büßen auch viel von ihrer Farbe ein.

9. Gewicht.

Das Gewicht des reinen Minerals, sein Stoffgewicht oder spezifisches Gewicht (g/cm³) ist ein sehr wesentliches Merkmal. Einige Beispiele:

Quarz	2·65	Basaltische Hornblende	3·3
Orthoklas	2·55—2·58	Olivin	3·32
Plagioklase	2·62—2·74	Granat	3·8—4·2
Kaliglimmer (Muskovit)	2·76—3·1	Serpentin	2·57
Magnesiaglimmer (Biotit)	3·01	Kalkspat	2·72
Chlorit	2·6—2·8	Dolomit	2·89
Augit	3·3—3·4	Schwefelkies	5·10
Gemeine Hornblende	3·24	Baryt	4·48

Die gleichen Zahlen (ohne Gewichtsbezeichnung) zeigen auch die „Dichte" an, d. i. jenes Vielfache, um das das Mineral schwerer ist als die gleiche Menge Wassers. Auch bei den Gesteinen spricht man vom spezifischen Gewicht (dem Gewicht des Gesteinspulvers); dieses ist für die Praxis meist ohne Bedeutung, vielmehr handelt es sich dort um das stets wesentlich geringere „Raumgewicht", d. i. das Gewicht des Steines mit allen Hohlräumen („Poren").

III. Entstehung und Einteilung der Gesteine.

Den Vorgang der Gesteinsbildung können wir heute noch vielfach in der Natur beobachten. Aus den Vulkanen quellen flüssige Schmelzen, die vor unseren Augen zu festen Gesteinen erstarren („Ergußgesteine"). An geeigneten Stellen, vorwiegend in Wasserbecken, sammeln sich Schlamm, Sand und Schotter an und es bedarf keiner besonderen Vorstellungskraft, sich davon ein Bild zu machen, wie diese losen Massen durch ein allmählich erhärtendes Bindemittel im Laufe der Zeit zu einer festen Masse verkittet werden, genau so, wie wir z. B. durch Vermischen von Sand und einem rasch

erhärtenden Bindemittel, dem Zement, künstlich einen festen Stein, den Beton, herstellen. An Quellen mit kalkreichem Wasser setzt sich eine zuerst weiche, dann immer härter werdende Masse ab, der Kalktuff. Im Meere beobachten wir das Entstehen fester Kalkmassen durch die Tätigkeit von Tieren und Pflanzen (z. B. Korallen und Kalkalgen) usw.

Wir sind daher berechtigt, auch für ältere „fertige" Gesteine, die uns erst durch die Abtragungsvorgänge sichtbar geworden sind, die gleiche Entstehungsgeschichte anzunehmen.

Viele Vorgänge allerdings sind unserer unmittelbaren Beobachtung entzogen, weil sie sich nur in größerer Tiefe der Erdrinde unter starkem Druck und hoher Temperatur abspielen, ganz abgesehen davon, daß solche Vorgänge der Gesteinswerdung sehr lange Zeit brauchen, viele Jahrtausende, so daß eine Beobachtung schon deshalb ausgeschlossen wäre. Trotzdem können wir auch von solchen Gesteinen, die sich nicht vor unseren Augen gebildet haben, mit großer Wahrscheinlichkeit die Entstehung aufklären.

Wir sehen z. B. an den vulkanischen Gesteinen, etwa dem Basalt oder dem Porphyr, daß sie nur zum Teil größere Kristalle („Einsprenglinge") aufweisen, daß aber die Hauptmenge des Gesteins (die „Grundmasse") entweder überhaupt noch glasig, d. h. nicht auskristallisiert ist, oder daß sie aus winzig kleinen, mit freiem Auge oft gar nicht erkennbaren Kriställchen besteht. Es ist also der Gedanke naheliegend, daß eine solche flüssige Schmelze, die gar nicht bis an die Erdoberfläche dringt, sondern in der Tiefe der Erdrinde unvorstellbar langsam erstarrt, Gelegenheit hat, vollkommen zu einigermaßen gleich großen Kristallkörnern, zu einem körnigen „Tiefengestein" zu werden. Viele Einzelheiten und Gesetzmäßigkeiten der Erstarrungsvorgänge können wir auch aus Beobachtungen an Metallschmelzen und anderen Stoffen ableiten.

Wir können einen Schneeball, also ein Gemenge zartester Eissternchen, durch Pressen in der warmen Hand (also durch Druck und Temperatur) in einen festen Eisklumpen verwandeln. Es ist aber auch gelungen, „dichte" Kalksteine unter bestimmten Bedingungen in ein grobkristallines Gestein, in einen Marmor, umzuwandeln. Wir wissen, wie sehr wir durch Pressen, Walzen und andere Verfahren vielen Werkstoffen nicht nur eine andere äußere Form, sondern auch ein bestimmtes inneres Gefüge geben können.

Dasselbe hat sich auch in der Natur abgespielt, wo viele Gesteine durch die gewaltigen Vorgänge der Gebirgsbildung gepreßt, gewalzt, erhitzt, durchknetet und dadurch vollkommen umgeprägt wurden. Die Umprägung (Metamorphose) beschränkt sich nicht auf rein mechanische Vorgänge. Es wirken Lösungen und Dämpfe mit, manche Stoffe werden zugeführt, andere entweichen. Durch solche Vorgänge können aus vorhandenen Gesteinen ganz andere entstehen, die sogenannten Umprägungsgesteine. Da die meisten von ihnen durch die erzwungene Regelung ihrer Bestandteile ein mehr oder minder schieferiges Gefüge bekommen haben, nennen wir sie auch kristalline Schiefer. So kommen wir zur folgenden Übersicht der Gesteine (Tabelle 1).

Tabelle 1.

Hauptgruppen	Entstehung	Untergruppen	Beispiele
Erstarrungs-Gesteine	Aus Schmelzfluß erstarrt	Erguß-Gesteine (Eruptivgesteine) an der Oberfläche erstarrt. Rasche Abkühlung, unvollkommene Kristallisation, meist porphyrisches Gefüge	Quarzporphyr, Bimsstein, Liparit, Andesit, Trachyt, Porphyrit, Phonolith, Basalt, Melaphyr, Diabas
		Tiefengesteine im Erdinnern erstarrt. Langsame Abkühlung, vollkommene Kristallisation, körniges Gefüge	Granit, Syenit, Diorit, Gabbro, Olivinfels, Pyroxenfels
Absatzgesteine (Sedimente)	Verkittete Anhäufung von Gesteinstrümmern, Schlamm, Sand usw.	Trümmergesteine (mechanische oder klastische Sedimente)	Schieferton, Sandstein, Konglomerat, Nagelfluh, Brekzie, ein Teil der Kalksteine und Mergel, Vulkanische Tuffe
	Chemische Ausscheidung aus Lösungen	Chemische Sedimente	Ein Teil der Kalksteine und Dolomite, Kalktuff (z. T.), Kalksinter, Travertin, Gipsstein, Salzgesteine, Magnesit.
	Reste von tierischen oder pflanzlichen Lebewesen	Belebtgesteine (Organische Sedimente)	Hauptmenge der Kalksteine, Kalktuffe (z. T.), Kreide, Kieselgesteine, Kohle
Umprägungs-Gesteine (Metamorphe Gesteine), Kristalline Schiefer	Umprägung von Erstarrungs- oder Absatzgesteinen durch Pressung, Walzung, Erhitzung	Aus Erstarrungsgesteinen (Orthogesteine)	Ein Teil der Gneise, Granulit, Hornblendeschiefer (Amphibolit), Eklogit, Serpentin, Grünschiefer
		Aus Absatzgesteinen (Paragesteine)	Ein Teil der Gneise, Glimmerschiefer, Phyllit, Kieselschiefer, Quarzit, Tonschiefer (Dachschiefer), Kristalliner Marmor

IV. Hart- und Weichgesteine.

In der Praxis der Steinindustrie ist es üblich, Hart- und Weichgesteine zu unterscheiden. Zu den Hartgesteinen werden gewöhnlich Granit, Syenit, Diorit, Porphyr, Basalt u. ä., zu den Weichgesteinen Marmor, Kalkstein, Sandstein, Tuffstein u. ä. gerechnet. Für die meisten der genannten Gesteine ist eine solche Unterscheidung durchaus berechtigt, denn sie erfordern bei der Gewinnung im Steinbruche und bei der Bearbeitung verschiedene Arbeitsweisen, Werkzeuge, Schneid- und Schleifmittel usw.

Für manche Gesteine ist diese Einteilung nicht recht brauchbar. Einige Quarzsandsteine verhalten sich wie Hartgesteine. Unter den Kalkgesteinen kann man ganz deutlich zwei Gruppen unterscheiden, nämlich die härteren Marmore und dichten Kalksteine einerseits, die weichen, im allgemeinen nicht polierfähigen Kalksteine (z. B. die meisten Leithakalke) anderseits.

B. Besondere Gesteinskunde.

I. Die Erstarrungsgesteine.

1. Allgemeines.

Die wichtigsten Minerale.

Unter den Hauptgemengteilen unterscheidet man zweckmäßig zwischen lichten und dunklen. Die lichten sind reicher an Kieselsäure.

Quarz.

Reine Kieselsäure (SiO_2), Härte (H) = 7, Dichte (D) = 2·65. Farblos, durchsichtig (Bergkristall) bis trübe (Milchquarz), manchmal gefärbt (Rosenquarz, Amethyst, violetter Quarz im Vånevikgranit). Spröde, keine Spaltbarkeit, unregelmäßiger bis muscheliger Bruch, Fettglanz bis Glasglanz. Bei 575° Übergang von Tiefquarz in Hochquarz unter Volumsvermehrung, daher sind quarzreiche Gesteine sehr wenig feuerbeständig. Eigene Kristallformen nur bei den Porphyren, in den meisten anderen Gesteinen unregelmäßige Körner, bei Granit nur Zwickelfüllung zwischen den anderen Gemengteilen. Chemisch und mechanisch besonders widerstandsfähig, daher von allen Gesteinsgemengteilen am besten bestandfähig und Anreicherung in den Verwitterungsrückständen. Als Gemengteil nur in den sauren (kieselsäurereichen) Gesteinen. Ausgezeichnete Politurfähigkeit, der Glanz unbeschränkt haltbar.

Feldspatgruppe.

Verbindungen von Alkali (Na, Ka) und Tonerde (Al_2O_3) und Kieselsäure (SiO_2). Gemeinsam allen Arten die gute Spaltbarkeit (Name!). In den Tiefengesteinen meist milchweiß bis gelblichweiß undurchsichtig, auch grau, graugrünlich; gelegentlich gefärbt durch Einlagerungen feiner Schüppchen von anderen Mineralen, z. B. die roten Feldspate der roten Granite. Sehr große Feldspate in gewissen Graniten sind der Gefahr des Ausbrechens an Kanten ausgesetzt. H = 6, D = 2·55 bis 2·74. Durch Verwitterung allmählicher Übergang in Porzellanerde (Kaolin), welcher Vorgang durch Verlust an Härte und Glanz kenntlich ist und ein wichtiges Kennzeichen für die Frische von Tiefengesteinen darstellt. Die wissenschaftliche Mineralogie unterscheidet sehr verschiedene Feldspatarten, so die Hauptgruppen der Kalifeldspate (z. B. den Orthoklas) und jene der Kalknatronfeldspate (Plagioklas). Da sie sich technisch gleich verhalten, ist ihre Unterscheidung für den Praktiker entbehrlich. Mineralogisch sehr verschiedene Feldspatarten können übrigens für das freie Auge sehr ähnlich aussehen. So ist der perlmutterschimmernde

Feldspat im norwegischen „Labrador" eine Abart des Mikroklins (sogenannter Anorthoklas), der ganz ähnliche im russischen „Labrador" dagegen ein Plagioklas.

Die Feldspate finden ausgedehnte technische Verwendung für Erzeugung von Porzellan, Email, Flußmitteln usw. und werden für diese Zwecke aus Gesteinen mit besonders großen Kristallen gewonnen, vorwiegend aus den sogenannten Riesenkorngraniten (Pegmatiten). Wo es auf rein weiße Farbe nicht ankommt, genügt aber auch die Verwendung von feldspatreichen Gesteinen. So z. B. wurde ein gepulverter Granit von Echsenbach, Niederösterreich, unter dem Namen „Feldspathin" als Sinterungsmittel für verschiedene keramische Zwecke in den Handel gebracht.

Glimmergruppe (im weitesten Sinne).

Wasserhaltige Silikate, die auf Grund eines schichtweisen Gitteraufbaues eine besonders gute Spaltbarkeit bis in allerfeinste Blättchen aufweisen. Ziemlich weich ($H = 2^1/_2 - 3$), setzen in größeren Paketen die Polierfähigkeit des Gesteins stark herunter. Die Glimmerblättchen neigen sehr dazu, sich mehr oder minder parallel zu stellen und sind in vielen Gesteinen der sinnfällige Ausdruck einer Gefügeregelung; auf diese Weise kann das „Lager" und der „Gang" eines Gesteins schon mit freiem Auge erkannt werden. Wo die Glimmer auf einzelnen Flächen zusammenhängende Lagen bilden, bewirken sie eine bevorzugte Spaltbarkeit des Gesteins, die nur zur Gewinnung von Platten erwünscht, sonst aber technisch meist nachteilig ist. Glimmerhaltige Marmore, die sogenannten „Cipolline", brechen an solchen Glimmerbahnen leicht auf. Besonders glimmerreiche Gesteine, z. B. die Glimmerschiefer, sind nicht mehr polierbar. Von den vielen Glimmerarten sind die wichtigsten:

Dunkelglimmer (Biotit), ein eisenhaltiger Magnesiaglimmer. Gewöhnlich schwarzbraun, Übergänge in Grün (Chloritisierung). Wichtiger Gemengteil fast aller Tiefengesteine. Durch Verwitterung entstehen Rostlösungen, die das Gestein gelb färben.

Hellglimmer (Muskowit), Kaliglimmer, farblos bis silberfarbig. Besonders widerstandsfähig gegen chemischen Angriff, daher Anreicherung im Sand. Manchmal in Graniten, jedoch stets gegenüber dem Biotit zurücktretend (technische Bedeutung als Isolierstoff, für hitzebeständige Scheiben, Zusatz von Farben und Edelputz).

Eine ganz feinschuppige Abart heißt Seidenglimmer (Serizit).

Grüner Glimmer (Chlorit), wichtigster Bestandteil von Grünschiefern und anderen kristallinen Schiefern, aber auch in Graniten statt Biotit (z. B. Roggendorf bei Pulkau).

Hornblenden und Augite.

Kompliziert aufgebaute Silikate von Kalzium, Magnesium, Eisen. Meist dunkelgrün bis schwarz, schwer ($D = 3{\cdot}3$), hart ($H = 5-6$), gut polierbar, außer bei gewissen faserigen Hornblenden. Hauptsächlich in den kieselsäurearmen (basischen) Tiefengesteinen, in denen sie den Biotit weitgehend vertreten und dem Gestein die dunkle Farbe und das hohe Gewicht verleihen.

Die zahlreichen Unterarten, nach chemischer Zusammensetzung und Kristallsystem unterschieden, hier nicht zu behandeln. Mit Sicherheit meist nur im Mikroskop zu unterscheiden. Einer der deutlichsten Unterschiede der beiden Hauptgruppen die Lage der Spaltflächen zueinander, bei der Hornblende unter 56, bzw. 124°, beim Augit unter fast 90°.

Olivin.

(Ölstein, Peridot). Mischungen aus einem Eisen- und einem Magnesiasilikat. Olivgrün. Häufig in dunklen basischen Gesteinen, z. B. Gabbro (u. a. im sogenannten schwarzschwedischen Granit).

Eisenerze.

Kleine Körnchen als Übergemengteile. Wichtig als Farbstoff des Gesteins, manchmal auch durch Verwitterung gefährlich.

Magneteisen (Magnetit), Fe_3O_4, eisengraue, metallisch glänzende Körnchen, gut sichtbar im schwarzschwedischen „Granit".

Eisenglanz (Hämatit, Blutstein), Fe_2O_3, in feinsten Schuppen als Farbstoff in den roten Feldspaten. Der sogenannte Eisenglimmer wird als Rostschutzfarbe verwendet.

Eisenkies (Pyrit, Schwefelkies), FeS_2, meist in winzigen Kriställchen (vorwiegend Würfeln), messinggelb, gefährlich durch sein Rosten (Verwitterung zu Eisenhydroxyd), das das Gestein gelb verfärbt. Wo in größeren Mengen, kann auch die bei der Verwitterung entstehende Schwefelsäure das Gestein angreifen (Franzensdenkmal in der Wiener Hofburg, Goethedenkmal). Harmlos dagegen der Magnetkies (FeS), der aber schwer vom Pyrit zu unterscheiden ist.

Die Gesteinsschmelzen.

Ebenso wie man alle Erstarrungsgesteine, z. B. einen Granit, zu Glas schmelzen kann und dies untergeordnet auch für gewisse Zwecke tut, sind alle diese Gesteine aus derartigen natürlichen Schmelzen (Magma) erstarrt. Diese natürlichen Gläser enthalten Kieselsäure von rund 80 bis zu rund 35%. Die kieselsäurereichen bezeichnet man als sauer, die kieselsäurearmen als basisch. Während bei den Sedimentgesteinen die einzelnen Minerale in jeder beliebigen zufälligen Weise zusammengemischt werden, sind bei den Erstarrungsgesteinen die beim Abkühlen entstehenden Minerale in ihrer Art und der Reihenfolge der Erstarrung bestimmten chemischen Gesetzen unterworfen. Zuerst scheiden sich die Erze und gewisse Übergemengteile aus, haben daher oft Eigenformen. Von den Silikaten bilden sich meist zuerst die dunklen, basischen, z. B. der Biotit, dann erst die lichten, vorwiegend die Feldspate. Nur wenn nach Bildung dieser Silikate noch Kieselsäure übrig ist, bildet sich auch Quarz; daher fehlt er in den basischen Gesteinen.

Nach neueren geologischen Vorstellungen sind nicht alle (granitähnlichen) Tiefengesteine unmittelbar aus flüssigem Magma erstarrt, sondern sie können auch aus bereits verfestigten Gesteinen durch Wiederaufschmelzung hervorgegangen sein („Granitisation").

Sehr häufig haben granitische Tiefengesteine andere Gesteine aufgeschmelzt; wir finden von diesen noch vielfach Reste in Form von (meist dunklen) Einschlüssen und von granitfremden Mineralen (Granat, Cordierit). Solche „Mischgranite" sind bei näherer Betrachtung ungemein häufig:

Der Mauthausener Granit enthält vereinzelte besonders große Feldspate, die aus einem älteren Granit („Kristallgranit") stammen. Der Schärdinger Granit ist besonders reich an dunklen Einschlüssen („Leberflecken"), stellenweise aber enthält er viele eingeschmolzene Schieferschollen („Flasergranit"). Der Granit von Landshag bei Aschach, Oberösterreich, hat stellenweise einen Hornblendeschiefer (Amphibolit) aufgeschmelzt, dessen Stoffe in ihn übergangen sind und u. a. seine Feldspate rot gefärbt haben (ein Teil der Quadern an der Linzer Donaubrücke). Auch der Granit von Hamberg bei Ottensheim, Oberösterreich, ist an seinen vielen Leberflecken leicht als Mischgranit zu erkennen (z. B. Säulen am Hotel Sacher, Wien, I.).

Solche Mischgesteine weisen sehr schöne und interessante Zeichnungen auf, sind aber wegen des raschen und unvorhersehbaren Wechsels nicht leicht in großer Menge in gleichbleibender Ausbildung erhältlich.

2. Tiefengesteine.

Die Familie der Granite als wichtigster Typus der Tiefengesteine.

Unter Granit verstehen wir saure (60—80% Kieselsäure) körnige Tiefengesteine, die als dunklen Gemengteil vorwiegend Biotit (selten daneben Hornblende) enthalten, als lichte saure Feldspate und Quarz. Dazu treten verschiedene Übergemengteile in sehr kleinen Mengen. Die geologische Form soll hier nur soweit erwähnt werden, daß Granite zwar oft in großen „Stöcken" vorkommen, vielfach aber recht eng begrenzte Einschaltungen in andere Gesteine darstellen. Es ist also bei Neuanlage von Brüchen stets nötig, sich rechtzeitig von der Ausdehnung des Vorkommens zu überzeugen.

Absonderung im großen. Ein Tiefengestein, das auf große Erstreckung hin vollkommen zusammenhängend ist, so daß man beliebig große Blöcke gewinnen kann (etwa von der Größe der ägyptischen Obelisken), ist ungemein selten. Gewöhnlich ist jeder solche Gesteinskörper durch Ablösungsflächen, durch „Klüfte" in kleinere Blöcke, in „Kluftkörper" unterteilt. Die Größe dieser Kluftkörper ist entscheidend für die technische Verwendung. Aus dem Granit von Neuhaus-Plöcking, Oberösterreich, lassen sich z. B. bis 10 m lange Werkstücke gewinnen (Walzen für Papierfabriken usw.), während aus den Steinbrüchen von Mauthausen derzeit so große Blöcke nicht erhältlich sind.

Der Kluftkörper ist also von drei Flächenpaaren begrenzt, die sich im Idealfalle im rechten Winkel schneiden. Bei genauerem Zusehen läßt sich nun erkennen, daß die Einzelminerale der Granite gar nicht beliebig und regellos durcheinander liegen, sondern eine mehr oder minder gerichtete und den Hauptkluftflächen entsprechende Anordnung haben. Am leichtesten sieht man das an den Glimmerblättchen, die annähernd parallel zueinander liegen.

Ebenso sind längliche Minerale stets, wenn auch nicht streng parallel, so doch wenigstens gleichsinnig angeordnet, so daß das Gestein eine Längsstruktur, eine „Streckung" aufweist. Die Gesamtheit dieser Anordnungen bezeichnen wir als Gefügeregelung und die Hauptebenen dieses Gefüges sind Ebenen bevorzugter Spaltbarkeit. Die offenen Kluftflächen sind also Spaltflächen, die durch irgendwelche Beanspruchungen aufgegangen sind.

Diese Spaltbarkeit der Granite und sonstigen körnigen Tiefengesteine ist die Grundlage für ihre technische Verarbeitung (sie hat, um es noch einmal zu betonen, mit der Spaltbarkeit der Minerale nichts zu tun).

Die größten Blöcke können gespalten werden, indem man einige wenige Keile in kurzen „Keilbüchsenlöchern" anbringt und gleichmäßig antreibt. Kleinere Blöcke werden oft nur mit einer leichten Furche angeritzt und dann durch einen Schlag mit der Kante eines schweren Schlägels gespalten. Müßte man die Blöcke durch Sägen zertrennen, so würden sie für viele Zwecke allzu teuer kommen. Die Erzeugung von Pflastersteinen z. B. ist vollkommen von der guten Spaltbarkeit abhängig. Grobkörnige Granite, etwa der von Gmünd, Niederösterreich, spalten schlecht und eignen sich daher nicht für Pflastersteine.

Jeder Granitblock hat also drei Ebenen bevorzugter Spaltbarkeit. Sie haben im Steinhandwerk bestimmte Namen, die nicht überall ganz im gleichen Sinne gebraucht werden: die Trennflächen erster Ordnung, die Ebene bester Spaltbarkeit, zu der ein Großteil der Glimmerblättchen parallel liegt, heißt in Deutschland meist das „Lager" oder „Bank" (auch „Bankung"), in Österreich meist der „Gang". Senkrecht zum Lager steht eine Längsfläche oder Streckungsfläche oder „Reißfläche", in unseren Steinbrüchen meist „gute Seite" genannt. Senkrecht zu diesen beiden, also quer zu einer allfälligen Streckung oder Längsfaser steht die Querfläche, Querkluft, der „schlechte Gang" oder „Kopf" oder die „Bürste" unserer Steinbrucharbeiter.

Es gibt also drei Ebenen bevorzugter Spaltbarkeit, aber doppelt so viel (sechs) Möglichkeiten, den Stein in einer solchen Richtung aufzuspalten, zwischen denen die Steinbrucharbeiter sehr fein unterscheiden. Bild 1 zeigt diese Richtungen mit den in den oberösterreichischen Granitbrüchen üblichen Bezeichnungen.

Neben den Hauptkluftscharen, die den Richtungen bevorzugter Spaltbarkeit, also der Gefügeregelung entsprechen, können dem Gestein natürlich auch noch ganz anders gelagerte Kluftscharen durch Gebirgsdruck aufgezwungen sein. Am lästigsten sind solche, die ganz schräge, spitzwinkelig zu den Hauptklüften verlaufen (in Oberösterreich „Rutschen" genannt). Man erhält dann beim Abbau ganz unregelmäßige Rohblöcke und es fällt viel von ihnen ab, bis sie in Quaderform gebracht sind. Eine besondere Form der Klüfte hält sich nicht an das innere Gefüge der Gesteine, sondern verläuft parallel der jeweiligen Geländeoberfläche und reicht von dieser 30—50 m ins Innere des Berges. In manchen Gegenden Deutschlands werden sie „Talklüfte" genannt.

Durch örtliche Pressungen stehen die Klüfte oft so eng aneinander, daß keine Werksteine mehr gewinnbar sind, sondern höchstens Schotter. Solche Pressungsstreifen, Quetschzonen, sind meist gleichzeitig auch verwittert („Fäulen"). Der Bruchbetrieb läßt solche „Faulwände" meistens stehen.

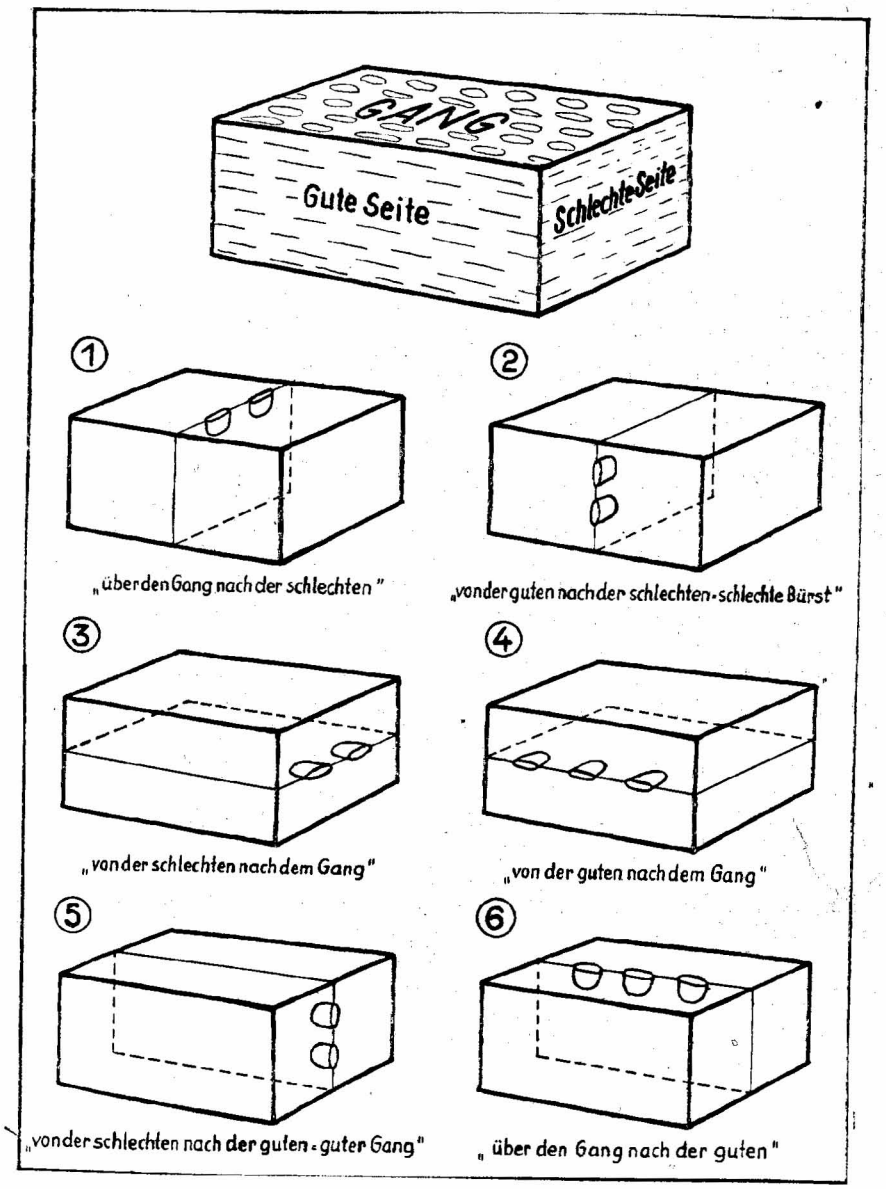


Bild 1. Spaltungsflächen des Granites mit den in den ober- und niederösterreichischen Steinbrüchen üblichen Bezeichnungen. Durch die Einzeichnung von Keilbüchsenlöchern ist die Richtung der Aufspaltung angedeutet.

Wir sehen also, daß die Spaltbarkeit und die ihr folgende Klüftung des Granites für Abbaumöglichkeit, Verarbeitung und Verwendung entscheidend wichtig ist.

Regelmäßige Klüfte ermöglichen überhaupt erst die Gewinnung von großen Rohblöcken und ersparen großen Aufwand an Sprengarbeit. So nützlich und unentbehrlich die Klüfte in weiten und regelmäßigen Abständen sind, so unerwünscht sind sie bei größerer Häufung.

Verwitterungsformen in der Natur. Die verschiedenen chemischen und physikalischen Einflüsse wirken von der Oberfläche her, können aber an den Klüften auch in große Tiefe reichen.

Viele unserer Granite waren durch sehr lange Zeiträume der Verwitterung ausgesetzt, zum Teil auch unter früher anderen klimatischen Verhältnissen, die die Tiefenverwitterung begünstigt haben. Wo nicht die Abtragung die Verwitterungsschichten entfernt hat, können diese in sehr großer Mächtigkeit, auch 20—30 m, auf dem frischen Gestein aufruhen. Solche noch an Ort und Stelle befindliche, also nicht umgeschwemmte Verwitterungsstoffe (bei denen das Gestein vollkommen zu Sand zersetzt ist, ohne daß aber die Mineralkörner ihre Lage geändert haben) bezeichnet man als „Zersatz". Das Eingreifen derartiger Zersetzung an Klüften in die Tiefe führt zu der eigentümlichen, sehr häufigen Kugelverwitterung, die nichts mit kugeliger Absonderung zu tun hat.

Ein Kluftkörper wird auf allen seinen sechs Flächen von dem eindringenden Wasser (mit Sauerstoff und Kohlensäure beladen) angegriffen. An den Ecken summiert sich die Wirkung von drei Flächen. Dabei tritt auch eine schalige Absonderung des Gesteins ein. Zu einem bestimmten Zeitpunkt wird also der ehemals annähernd würfelförmige Grundkörper nur mehr einen kugelförmigen frischen Kern, umgeben von mürben Schalen und losem Sand, aufweisen. Schließlich findet man oft Stellen, wo in dem Sand des Zersatzes nur mehr einzelne Kugeln von noch einigermaßen frischem Granit schwimmen. Wird der Sand abgeschwemmt, dann werden die rundlichen Restkörper entblößt und liegen als einzelne Blöcke oder Felsgruppen, Felstürme, frei. Ihrer runden Form wegen werden sie auch als Wollsäcke bezeichnet. In der Praxis spricht man in Österreich und Bayern fälschlich von Findlingen, bzw. Findlingsgranit (nicht zu verwechseln mit den echten Findlingen).

Diese sogenannten Findlinge haben außerordentliche Bedeutung für die Steingewinnung. Man hat in vielen Granitgebieten bis in die neueste Zeit nur solche Blöcke abgebaut und erst als diese leicht greifbaren Vorräte erschöpft waren, ging man mit Steinbrüchen in die Tiefe. Dies gilt auch für unsere Granitvorkommen in Nieder- und Oberösterreich. Einzelne dieser Blöcke waren riesig groß. Im Gmünder Granitgebiet war z. B. die „lutherische Kirche", ein Block mit 2400 m³, der für die Wiener Salztorbrücke und für Stadtbahnbauten aufgearbeitet wurde. Erst nach dem ersten Weltkrieg ist wenigstens im Waldviertel der Findlingsabbau in Steinbruchbetrieb übergegangen, in Oberösterreich spielt er heute noch eine große Rolle. Die echten Findlinge dagegen sind ortsfremde („erratische") Blöcke und durch eiszeitliche Gletscher an ihre heutige Stelle gebracht. Die riesige Inlandsvereisung der nördlichen Halbkugel hat besonders aus Skandinavien unendliche Mengen von Gesteinsblöcken nach Mitteleuropa befördert; durch Auslese sind die

besten Gesteine übrig geblieben und spielen seit ältesten Zeiten eine große Rolle für die Steinversorgung von Nord- und Mitteldeutschland.

Die Klüfte entlang greift die Verwitterung in die Tiefe. So tragen fast alle Kluftkörper eine gelb verfärbte „Schwarte" von einigen Zentimetern Dicke; meist muß sie entfernt werden.

Die gelbe bis braune Verfärbung (durch Eisenverbindungen, die aus dem Gestein ausgelaugt werden) ist das erste warnende Anzeichen einer beginnenden Verwitterung, für sich allein allerdings noch kein unbedingter Beweis

Bild 2. Aufarbeitung eines (fälschlich so genannten) Granitfindlings. Nadelbach, Oberösterreich.

dafür. Es gibt gelbe Granite, die mindestens ebenso widerstandsfähig sind wie die „blauen". Erst wenn die Spaltflächen der Feldspate blind werden, das Gestein beim Zerschlagen dumpf klingt und keine scharfen Kanten mehr gibt, sondern eher staubig zerbröselt, auch leicht Wasser aufnimmt („Wassersöffer"), kann man von Verwitterung sprechen. Es ist ungemein wichtig, sich mit diesen leicht erlernbaren Zeichen von Frische oder Unfrische vertraut zu machen.

Mineralbestand der Granite. Die Hauptbestandteile der Granite sind stets Quarz, Feldspat und Glimmer. Vorwiegend ist der Dunkelglimmer (Biotit), viel seltener daneben auch der lichte (Muskowit). Noch seltener ist der dunkelbraune Biotit durch den grünen Chlorit ersetzt (z. B. Granit

von Roggendorf, Niederösterreich). Der Feldspat (überwiegend Kalifeldspat) ist porzellanweiß bis gelb, gelegentlich auch rot (rote schwedische Granite). Der Quarz, als letzte Ausscheidung die Zwickel zwischen den anderen Mineralen füllend, daher niemals in eigenen Kristallformen, ist meist farblos und gerade deswegen dunkler als der Feldspat (weil eben das Licht hineinfällt), sonst auch milchweiß, rauchgrau, manchmal ausgesprochen blau (im schwedischen Vånevikgranit).

Im großen verhalten sich die Mengen von Feldspat, Quarz, Glimmer wie 8 : 4 : 1 (im Gmünder Granit z. B. 30% Kalifeldspat, 21% Plagioklas, 34% Quarz, 10% Biotit, 3·5% Muskowit). Manche Granite haben neben oder statt Biotit auch Hornblende als dunklen Gemengteil (roter Hornblendegranit von Assuan-Syene; brauner von Limberg-Maissau, Niederösterreich, und von Petersburg bei Pilsen, Böhmen). Größere Glimmerpakete beeinträchtigen die Politur. Von den vielen „Übergemengteilen" ist nur der Schwefelkies wichtig, dessen rasche Verwitterung mindestens häßliche Rostflecken, manchmal auch ärgere Schäden erzeugt.

Korngröße. Bei den Hartgesteinen unterscheidet man gewöhnlich feinkörnige (bis 2 mm), kleinkörnige (2—3), mittelkörnige (3—5), grobkörnige (5—10) und großkörnige (über 10 mm). Von den österreichischen Graniten ist also z. B. der Schremser feinkörnig, der Mauthausener und Neuhauser mittelkörnig, der Gmünder grobkörnig und der Speckwurstgranit großkörnig. Bei den Weichgesteinen verwendet man dieselben Ausdrücke für geringere Korngrößen.

Die Korngröße hat große technische Bedeutung. Feinkörnige Granite haben wesentlich höhere Druckfestigkeiten als die mittel- und grobkörnigen. Vielfach sind sie auch wesentlich spröder (Beispiel Schremser). Gesteine mit gleichkörnigem Verband sind fester als solche mit porphyrischem. Große Feldspate verschlechtern wegen ihrer guten Spaltbarkeit stets die Festigkeitseigenschaften, solche Granite sind daher für Randsteine und ähnliche Zwecke weniger geeignet.

Porosität und Bruchfeuchte. Die Einzelminerale erfüllen das Gestein nicht lückenlos, sondern lassen zwischen sich sehr kleine Hohlräume frei, die ohne Rücksicht auf ihre Form als Poren bezeichnet werden. Daher ist das Raumgewicht (r) stets kleiner als das spezifische Gewicht (s). Im bergfeuchten Zustande sind sämtliche Poren mit Wasser gefüllt.

Beispiel: Ein Granit von Carlshamn, Schweden, hat $s = 2{\cdot}633$, $r = 2{\cdot}503$. Ein trockener Block von 1 Kubikmeter wiegt also 2503 kg. Er hat 95·1 Vol.-% Minerale und 4·9 Vol.-% Poren. Diese fast 5 Vol.-% (1·98 Gew.-%) entsprechen einer Menge von 49 Liter Wasser; dieser Granitblock würde also im vollkommen wassergesättigten Zustande 2552 kg wiegen.

In der Materialprüfung wird nicht der natürliche Wassergehalt gewogen (da ja die Proben stets schon teilweise getrocknet sind), sondern man trocknet die Proben sorgfältig, tränkt sie dann durch Lagerung in Wasser neuerlich. Bei dieser Wasserlagerung wird aber nur durchschnittlich die Hälfte des Porenraumes wieder mit Wasser gefüllt. Selbst bei künstlich verstärkter Wassertränkung (im Vakuum und unter Druck) werden bei dichten Gesteinen höchstens 75% der Poren mit Wasser gefüllt. Der Unterschied von gewöhnlicher

und verstärkter Wassertränkung wird zur Beurteilung der Frostbeständigkeit herangezogen, was aber erst bei den Sandsteinen näher behandelt werden soll.

Der Umstand, daß bei der Prüfung der Porenraum nicht mehr vollkommen mit Wasser erfüllt werden kann, schadet weiter nicht, weil für die Zwecke der Materialprüfung die relativen Vergleichszahlen genügen. Praktisch beträgt die Wasseraufnahme bei guten Graniten wenige Zehntel Gewichtsprozent, meist um 0·5%. Granite unter 1 Gewichtsprozent Wasseraufnahme können als unbedenklich gelten. Ist sie größer, dann ist das Gestein verdächtig und muß noch näher geprüft werden. Granite mit auffallend hoher Wasseraufnahme bezeichnet man als „Wassersöffer"; man findet sie hauptsächlich an unfrischen Blöcken, sogenannten Findlingen; solche Stücke dürfen für anspruchsvolle Arbeiten nicht verwendet werden. Ältere Zeiten haben gerade solche unfrische, aber dafür auch weichere Steine gerne verwendet.

Bild 3. Kette aus einem mürben Findlingsgranit vom Kühnberg bei Hohenfurth, Oberösterreich. Angefertigt vom Steinmetz Albert Oppenauer aus Hohenfurth. Länge eines Kettengliedes 15 cm, durchschnittliche Dicke 2,5 cm. Landesmuseum in Linz a. d. Donau.

Die Bruchfeuchte ist von grundlegender Bedeutung für die Steinbearbeitung. Es ist eine alte Erfahrungstatsache, daß die Steine im bruchfeuchten Zustande leichter zu spalten und auch sonst leichter zu bearbeiten sind als im trockenen. Getrocknete („ausgesperte") Blöcke sind viel zäher und erfordern mehr Arbeitsaufwand. Das Wesen der Vorgänge beim Austrocknen ist noch nicht befriedigend erklärt.

Von besonderer Bedeutung ist auch das Gefrieren der noch bruchfeuchten Steine. Die meisten Granite sind im gefrorenen Zustande in großen Blöcken wesentlich besser zu spalten als im nassen Zustand. Man nützt dies praktisch aus, indem man gewisse heikle Spaltarbeiten absichtlich für den Winter aufhebt (z. B. Steine für große Gruftdeckel im Neuhauser Granit). Bei der Zerteilung im kleinen ist das Verhalten der Granite im gefrorenen Zustand unterschiedlich: viele sind gefroren schlechter zu ritzen. Die Bearbeitung (Bossieren, Spitzen usw.) ist stets im gefrorenen Zustand schlechter.

Ganz schlecht ist es, wenn ein Block nur teilweise gefroren ist, sei es, daß der Kern noch nicht gefroren ist oder umgekehrt, daß ein gefrorener Block nur äußerlich aufgetaut ist. In solchen Fällen springt der Granit beim Spalten nicht an ebenen Flächen durch, sondern die Spaltfläche „reißt aus".

Zähigkeit. Sie hat mit der Druckfestigkeit nichts zu tun. Die Frage, ob ein Granit zäh oder spröde ist, spielt eine große Rolle bei der Bearbeitung. Je spröder ein Gestein ist, desto leichter und besser läßt es sich spalten. Es gibt Granite, die sich so gut spalten lassen, daß ein einziger Keil oder wenige genügen. Andere wieder sind so zäh, daß viele Keile nebeneinander gesetzt werden müssen. Je zäher das Gestein ist, desto tiefer müssen auch die Keilbüchsenlöcher sein. Manche Hartgesteine sind so zäh, daß mit den kurzen Keilen größere Flächen nicht eben gespalten werden können. In diesen Fällen müssen zahlreiche Bohrlöcher, in mehr oder minder engen Abständen voneinander, gesetzt werden. Sie werden dann mit Langkeilen (Federkeilen, Patentkeilen) aufgekeilt.

Die Zähigkeit spielt eine entscheidende Rolle für die Möglichkeiten der Verwendung. Manche Gesteine, z. B. der Schremser Granit, sind so spröde, daß sie sich nicht einmal stocken lassen, weil unter dem Schlage des Stockhammers oft mehr abspringt als beabsichtigt (es entstehen „Hohlbauern"). Umgekehrt sind solche spröde Granite besonders geeignet für die Erzeugung von Pflastersteinen, weil sie sich oft mit einem einzigen Schlage spalten lassen, während bei zähen Graniten ein vorheriges Anritzen nötig ist, auch die Spaltungsflächen manchmal so uneben anfallen, daß sie nachgeputzt werden müssen.

Die Ursachen der Zähigkeit, bzw. Sprödigkeit sind nicht restlos geklärt. Zweifellos haben sie ihren Sitz in der Korngröße und in der Art des Kornverbandes. Bei grobkörnigen Graniten stellen die einzelnen Körner eine starke Verzahnung dar, die nur schwer durchbrochen werden kann. Daher sind feinkörnige Granite im allgemeinen spröder.

Druckfestigkeit. Wegen der Einfachheit ihrer Durchführung erfreut sich die Druckfestigkeit in der Materialprüfung großer Beliebtheit und ist in ihrer Bedeutung auch vielfach sehr überschätzt worden. Man prüft Würfel von 5 cm Kantenlänge (in Amerika bevorzugt man Zylinder) und zerdrückt sie in einer hydraulischen Presse. Der Druck, bei dem das Gestein zu Bruch geht, auf die Flächeneinheit (Quadratzentimeter) umgerechnet, wird als Druckfestigkeit bezeichnet. Geprüft wird gewöhnlich die Druckfestigkeit im trockenen Zustande, manchmal auch im wassersatten und im 25mal gefrorenen. Die Werte für Granite bewegen sich im allgemeinen zwischen 1200 und 2500 kg/cm².

Betrachtet man Prüfungszeugnisse vom gleichen Gestein aus verschiedenen Zeiten und von verschiedenen Prüfanstalten, so ergeben sich sehr große Abweichungen, so groß, daß eine Vergleichsmöglichkeit sehr in Frage gestellt wird. Es sind daher nur neuere Untersuchungen, die unter genau den gleichen Bedingungen angestellt wurden, untereinander vergleichbar. Die Ursachen der Unterschiede sind sehr verschieden. Früher hat man es oft unterlassen, die Proben vorher sorgfältig zu trocknen. Die Größe der Probekörper spielt ebenfalls mit (je größer die Würfel, desto kleiner die Druckfestigkeit). Sehr wichtig ist, was erst in neuerer Zeit sorgfältig beachtet wird, die Geschwindigkeit der Druckauflastung. Durch die neuzeitlichen Normen sind die Prüfvorgänge weitgehend vereinheitlicht und ein Teil der Fehlerquellen ausgeschaltet. Es gibt aber immer noch Abweichungen und merkwürdige Erscheinungen (z. B. daß ein Gestein nach der Frostprobe höhere Druckfestigkeit hat als vorher); man versucht dies durch gewisse Spannungen im Gestein zu erklären.

Für die gewöhnlichen Steinmetzarbeiten sind die Druckfestigkeitszahlen unwichtig, dagegen sind sie von Bedeutung für gewisse Sonderzwecke, z. B. manche Brückenbauten, stark belastete Säulen usw.

Wir haben bereits oben gesehen, daß die Granite niemals richtungslos körnig sind, sondern stets eine Gefügeregelung aufweisen. Dies kommt natürlich auch in den Festigkeitszahlen bei der Materialprüfung zum Ausdruck. Die Druckfestigkeit ist stets am höchsten in der Richtung senkrecht zur Lagerfläche. Die alte Steinmetzregel, daß Steine stets lagerhaft versetzt werden sollen, ist auch bei Hartgesteinen so weit als möglich einzuhalten (bei Säulen z. B. ist es ja nicht möglich). Es empfiehlt sich daher, an den Rohblöcken die Lagerrichtung anzuzeichnen, da sie im bearbeiteten Zustand nicht mehr kenntlich ist.

Gangbildung in den Graniten. In den meisten Granitvorkommen finden sich Spalten, die mit einem andersartigen Gestein ausgefüllt sind. Es sind Abscheidungen (Entmischungen) aus dem Magma, die teils basischer (kieselsäureärmer) sind als der normale Granit (dunkle oder basische Ganggesteine), teils saurer (kieselsäurereicher, daher lichte Ganggesteine), ferner auch Absätze von Lösungen. Wo solche Ganggesteine in größerer Mächtigkeit auftreten, können sie selbständig abgebaut werden und liefern verschiedene wertvolle Gesteine (über diese später). Die schmalen Adern jedoch, die nur als untergeordnete Einschaltungen auftreten, sind ausnahmslos unerwünscht, weil sie die Zeichnung des Gesteins stören (daher Blöcke mit solchen Adern unbrauchbar für Grabsteine), weil sie abweichende Festigkeiten aufweisen (unerwünscht bei Pflastersteinen, weil sie im Verschleiß als härtere Rippen stehen bleiben); schließlich sind manchmal die Spalten mit diesen Ganggesteinen nicht so gut verheilt, daß sie nicht doch bei der Bearbeitung aufgingen. Am häufigsten sind die weißen Adern von sauren Gangbildungen. Die drei Hauptarten sind Pegmatit-Riesenkorngranit (große Kristalle von Quarz, Feldspat, Glimmer, oft auch Turmalin), Aplit (feinkörnige weiße Gemenge von Quarz und Feldspat) und schließlich Gänge von Quarz (Milchquarz). Quarzgänge können auch beim Bohren störend sein.

Farben der Granite. Die volle echte Farbe kommt nur im polierten Zustande zur Geltung. Im rohen Bruch sieht man sie schon weniger, im gestockten wird die Farbe durch Mattscheibenwirkung weitgehend verdeckt, so daß solche Granite im trockenen Zustande sehr licht, oft weiß aussehen. Man benützt diese Abhängigkeit der Farbe von der Oberfläche, um einzelne Teile aus demselben Stück farbig herauszuheben, indem z. B. an einem Grabstein nur das Kreuz poliert, die übrige Fläche gestockt wird, wodurch sich das Kreuz dunkel von dem annähernd weißen Grunde abhebt. In ähnlicher Weise kann auch die Schrift von ihrer Umgebung abgesetzt werden.

Die Farbe ist abhängig von der Art, dem Mengenverhältnis und der Anordnung der einzelnen Gemengteile.

Manche Granite enthalten besonders weiße Feldspate (dadurch unterscheidet sich z. B. der fast weiße Neuhauser Granit von dem „blauen" Mauthausener). Sind die Gemengteile mäßig groß und annähernd gleichmäßig verteilt, so wird sich meist eine graue Mischfarbe ergeben. Sind aber z. B. die

dunklen Glimmer nicht gleichmäßig verteilt, sondern in einzelnen Putzen zusammengedrängt, so kann das Gestein bei gleichem Glimmergehalt viel lichter erscheinen, unter Umständen auch gesprenkelt. Bei grobkörnigen Graniten bewirken die großen Feldspate meist eine sehr lichte Gesamtfarbe.

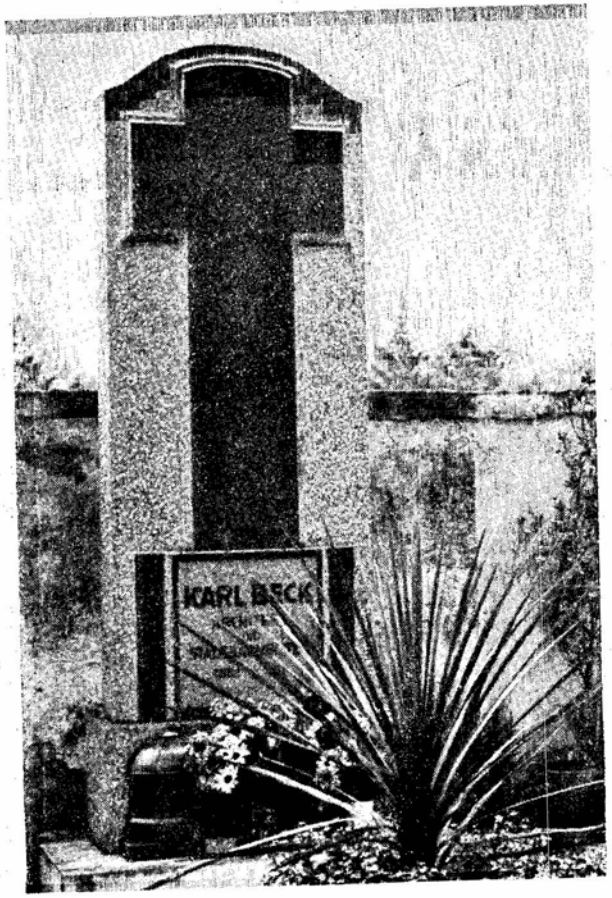


Bild 4. Abhängigkeit der Farbe von der Oberfläche: An einem Grabstein aus dem Diorit („Syenit") von Gebharts bei Schrems wirken die polierten Flächen schwarz, die mattgeschliffenen (Schriftfeld) dunkelgrau, die fein gespitzten hellgrau.

Die rote Farbe wird stets von den Feldspaten getragen, die durch Einlagerung feinster Schüppchen anderer Minerale, meist Eisenglanz, rot gefärbt sind. Gelbe Farbe kann ihre Ursache in gelben Feldspaten haben (Granit von Baveno), aber auch in der oben besprochenen Verfärbung durch Eisenlösungen. Manchmal ist der Quarz deutlich blau (was z. B. in den rotschwedi-

schen Vånevikgraniten einen sehr reizvollen Farbkontrast zu den roten Feldspaten ergibt).

Wetterbeständigkeit der Granite an Bauwerken und Denkmälern. Es ist eine Erfahrungstatsache, daß mit einigen unten genannten Ausnahmen in unserem mitteleuropäischen Klima die Granite, wenn sie vollkommen frisch und frei von Rissen eingebaut wurden, viele Jahrhunderte hindurch unverwüstlich sind und keine Beeinträchtigungen an Festigkeit, Farbe und Politur erleiden. Daher sind besondere Wetterbeständigkeitsuntersuchungen entbehrlich, soferne man sich davon überzeugt hat, daß das Material frisch ist.

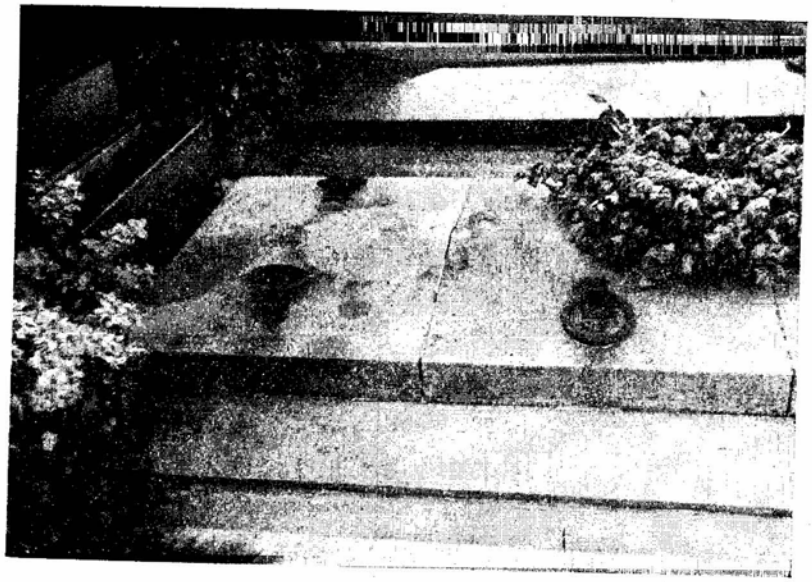


Bild 5. Gruftdeckel aus Granit. Durch das Rosten des Drahtes von Blumenkränzen sind häßliche Rostflecken entstanden.

Die wenigen Ausnahmen einer Verwitterung sind folgende:

a) Das „Rosten" des Granits. Wie schon bei den Mineralen besprochen wurde, zersetzt sich der Schwefelkies (Pyrit) unter Bildung eines braunen Eisenhydroxyds („Rost") und von Schwefelsäure. Die braunen Rostflecken bewirken eine sehr häßliche Verunstaltung von Grabsteinen, Quadern usw., daher müssen Blöcke mit Schwefelkies für Verwendungen an Denkmälern usw. nach Möglichkeit ausgeschieden werden.

Nun sind die kleinen Kristalle nicht leicht zu finden. Am meisten hilft noch die örtliche Erfahrung in den betreffenden Steinbrüchen. In oberösterreichischen Granitbrüchen, z. B. Neuhaus und Mauthausen, hat man die Beobachtung gemacht, daß besonders die an Quarzadern und sonstige Klüfte angrenzenden Gesteinsbereiche rostgefährdet sind. Vielfach ist nämlich der Schwefelkies kein ursprünglicher Gemengteil

des Granits, sondern eine Vererzung, die erst später von den Spalten aus eingedrungen ist. Man hat auch versucht, eine Art beschleunigter Rostprobe durchzuführen, indem man Granitproben in Wasser oder Lösungen von bestimmten Chemikalien legt, wodurch bei Vorhandensein von Pyrit die Rostflecken rasch zum Vorschein kommen sollen (DIN Vornorm 52106). Diese Verfahren sind aber noch nicht restlos befriedigend.

Wo örtlich sehr viel Schwefelkies angereichert ist, kann auch die bei seiner Zersetzung frei werdende Schwefelsäure sich bemerkbar machen, das Gestein verfärben, zersetzen und häßliche Ausblühungen hervorrufen (Franzensdenkmal in der Wiener Hofburg). Solche große Pyritmengen sind aber leicht mit freiem Auge zu erkennen und derartige Stücke dürfen natürlich nicht verwendet werden. Jene Rostbildungen, die in der Natur durch Auslaugung des Biotits auftreten und die Granite gelb färben, kommen bei den verhältnismäßig kurzen Zeiten am Bauwerk nicht zur Entstehung.

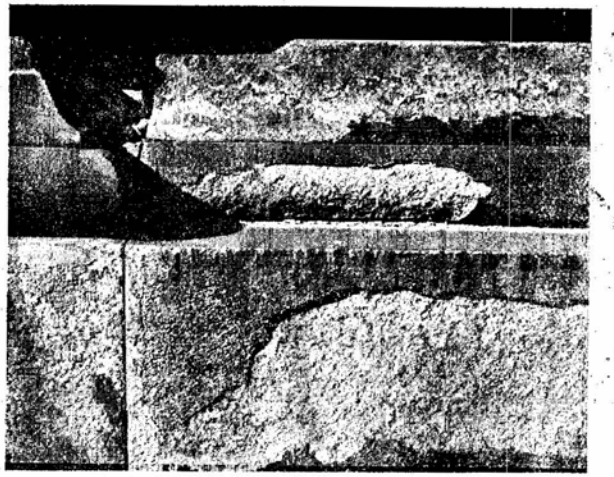


Bild 6. Abblätterung von Krusten („Rahmenverwitterung") an einem Granitsockel infolge von aufsteigender Grundfeuchte. Technische Hochschule München. Aufnahme Prof. Dr. Stois.

Von den bisher besprochenen Rostlösungen, die aus dem Gestein selbst stammen, sind andere zu unterscheiden, die von den eisernen Dübeln, Haken u. dgl. und besonders von dem Blumendraht der Grabkränze stammen; infolge der Porosität der Granite werden sie begierig vom Stein aufgenommen, besonders wenn er nicht poliert ist. Man soll daher derartige Grabkränze niemals auf Gruftdeckel legen, sondern auf eigenen Haken oder Gestellen anbringen.

b) Krustenbildung durch aufsteigende Grundfeuchte. Sockelquadern, Stiegenstufen, aber auch Grabsteine, die gegen unten nicht isoliert sind, nehmen andauernd Feuchtigkeit aus dem Boden auf, die mit verschiedenen schädlichen Salzen beladen ist. Dadurch entsteht oft in wenigen Jahren ein Abblättern des Gesteins in dünnen Krusten (von einigen Millimetern Dicke), je nach Korngröße des Gesteins. Bei Grabsteinen tritt die Krustenbildung besonders an solchen auf, die nicht freistehen und daher durch Verdunstung rasch trocknen können, sondern die in Arkaden untergebracht oder in Mauern eingelassen sind. Daraus folgt, daß Grabdenkmäler ebenso wie Gebäude unter allen Umständen durch geeignete Isolierungen (z. B. Bleifolien) gegen Grundfeuchte geschützt werden müssen.

Das Verhalten der Granite beim Brande. Es wurde schon hervorgehoben, daß der Quarz die merkwürdige Eigenschaft hat, bei 575° aus einem sogenannten Tiefquarz in einen Hochquarz überzugehen, mit einer beträchtlichen Volumsvergrößerung. Bei der raschen Erhitzung im Falle eines Schadenfeuers bewirkt dies ein explosionsartiges Abspringen von Gesteinsteilen. Infolgedessen sind die quarzreichen Granite den beim Brande auftretenden Absprengungen wesentlich stärker ausgesetzt und haben sich schlechter bewährt als die Kalksteine. Kleine Fehlstellen, z. B. die sogenannten Stiche, reißen infolge ihrer Spannungen bei der Erhitzung auf und können zur Zerstörung von Säulen und ähnlichen Bauteilen führen.

Die Verwendung der Granite. Die Granite als häufig vorkommendes und, wenn sie frisch sind, unbeschränkt haltbares Hartgestein, sind im allgemeinen für sämtliche Zwecke des Hochbaues und der Denkmalkunst und für viele technische Zwecke brauchbar. Die meisten Granite nehmen eine ausgezeichnete Politur an und behalten sie, dank der Widerstandsfähigkeit der Silikatminerale. Daher sind sie das bevorzugte Material für Denkmäler im Freien und Grabsteine, ebenso auch für Plattenverkleidungen. Ihre hohe Abschleiffestigkeit macht sie besonders für die Verkleidung von Wehrbauten großer Wasserkraftanlagen geeignet, ihre hohe Druckfestigkeit für Brückenpfeiler usw. Sie sind eines der wichtigsten Gesteine für Straßenbau, besonders Pflastersteine.

Die wichtigsten Granitvorkommen.

Österreich.

Österreich hat besonders große Vorkommen in der „Böhmischen Masse", also dem Waldviertel und Mühlviertel, ferner auch in den Alpen.

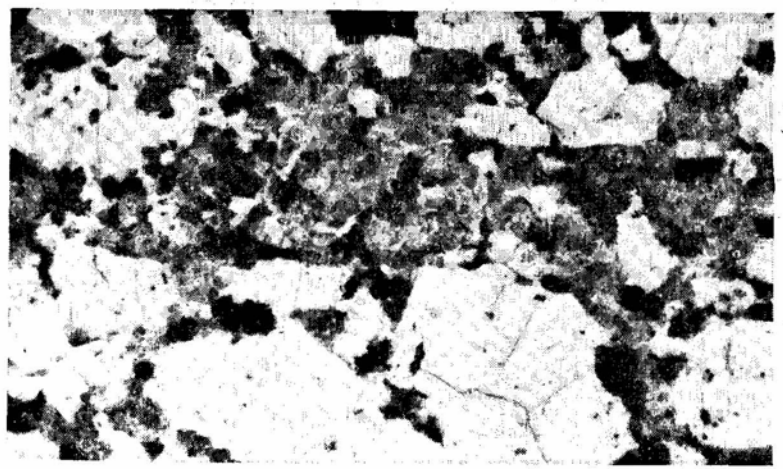


Bild 7. Großkörniger Speckwurstgranit (Weinsberger Granit, Kristallgranit) aus dem Naarntale bei Perg, Oberösterreich. Natürliche Größe.

a) Moldau-Donaugebiet (sogen. moldanubische Granite).

Speckwurstgranit (= Kristallgranit = Weinsberger Granit). Ein grobporphyrisches Gestein mit Feldspaten bis zu 5 cm Länge. Wird besonders im Naarntal bei Perg gewonnen. Infolge der großen, gut spaltbaren Feldspate nicht für Randsteine geeignet, wohl aber gut für Monumente, Verkleidungsplatten usw.

Verwendungsbeispiele:

Linz: Arbeiterkammer und Ärztehaus Dinghoferstraße.

Gmünder Granit (= Eisgarner Granit), besonders der Umgebung von Gmünd, Schrems und Hoheneich. Er wurde dort früher hauptsächlich in den sogenannten Findlingen abgebaut, erst in neuerer Zeit sind große Steinbrüche

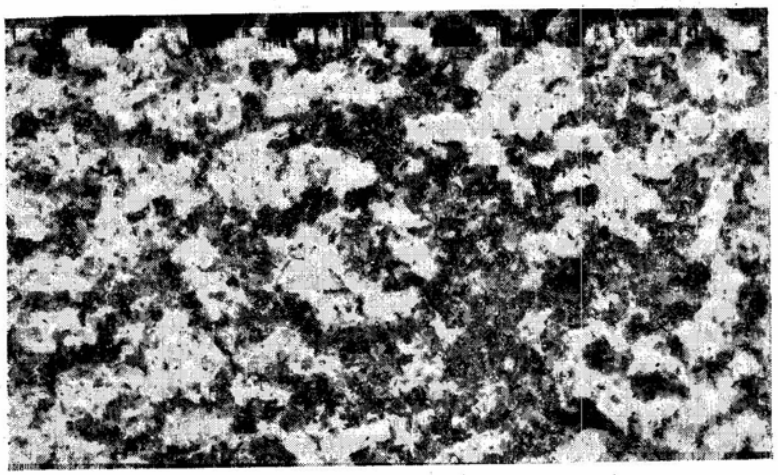


Bild 8. Großkörniger Gmünder Granit aus dem Steinbruche Herrschenberg bei Gmünd, Niederösterreich. Natürliche Größe.

entstanden. Infolge seiner Grobkörnigkeit ist er schlecht spaltbar, daher für Pflastersteine ganz ungeeignet, aber auch für Randsteine in neuerer Zeit nicht mehr gerne genommen, weil die Kanten leicht ausspringen, auch die Abnützung ungleichmäßig ist, die Steine also uneben werden. Auch beim Abspitzen können die Kanten Schaden leiden. Er ist das ideale Material für hochbeanspruchte größere Quadern (besonders für Brücken und Wasserbau), ebenso gut auch für Grabsteine. Außer den bevorzugten blauen Sorten werden auch gelbliche, noch unverwitterte, benützt. Neigt stellenweise zum Rosten.

Verwendungsbeispiele:

Wien: Die Pfeiler der meisten Brücken über Donau und Donaukanal, Nußdorfer Schleuse, Kaiserbadschleuse sowie Bauten der Donauregulierung, Hofpavillon Hietzing, Pfeiler der Stadtbahn, Fassade des ehemaligen Hotels Habsburg (Rotenturmstraße 24), Gaswerke, Hochbehälter Breitensee, Laaerberg, Hungerberg und Hackenberg und

Rosenhügel. Sockelverkleidungen, z. B. Staatsdruckerei Rennweg. Zahlreiche große Grabdenkmäler, z. B. Zentralfriedhof, Polizeigefallene 1927. Freitreppen an vielen Wohnhausbauten der Gemeinde Wien.

Niederösterreich: Zwettl, Stiftskirche. Donaubrücken in Krems und Stein, Straßenbrücke Ybbs-Kemmelbach.

Linz: Pfeiler der alten Donaubrücke und Teile der neuen Nibelungenbrücke.

Klagenfurt: Sponheimer Brunnen.

Bregenz: Creditanstalt-Bankverein.

Bild 9. Denkmal des Freiheitsdichters Heinrich Collin in der Karlskirche, Wien IV. Blauer Granit von Mauthausen, Oberösterreich.

Ähnlich dem Gmünder Granit, aber gröber und mit blauen Feldspaten, ist der Granit aus dem Steinbruch Blochwald bei Windhag.

Verwendungsbeispiele:

Linz: Handelskammer (Verkleidungsplatten), Kloster der Ursulinen (Portalgewände), Hauptbahnhof (Verkleidungen, Brüstung und Stufen).

Mauthausener Granit, der Typus der mittelkörnigen Gesteine, vorwiegend blau, ziemlich zähe, läßt sich gut auf Würfel spalten, allerdings ist Vorzeichnung (Spondage) nötig. Zahlreiche Steinbrüche im Raume von Mauthausen, Gusen, Perg, Schwertberg, Windegg usw. Neigt gelegentlich zum Rosten durch Pyritverwitterung (Schäden am Franzensdenkmal in der Wiener Hofburg).

Verwendungsbeispiele vom Typus Mauthausen (also auch Perg usw.):

Wien: Große Säulen (Universität zum Teil, Kunsthistorisches Museum zum Teil. Nordbahnhof, 32 große Säulen im Arkadenhofe des österr. Museums für Kunst und Industrie, Akademisches Gymnasium, Restaurant Linde).

Denkmalsockel (Kaiser Josef, Kaiser Franz, Maria Theresia zum Teil, Schiller zum Teil, Tegetthoff zum Teil und Theseusgruppe).

Ganze Denkmäler (Collin in der Karlskirche), besonders bemerkenswert auch Empiregrabsteine auf dem St. Marxer Friedhof sowie zahllose moderne auf allen Friedhöfen.

Brunnenbecken (Donner-Brunnen Neuer Markt, Austriabrunnen Freyung, Albrechtsbrunnen Augustinerstraße).

Ein wesentlicher Teil des Wiener Pflasters ist aus Granit von diesem Typus, jedoch keineswegs nur aus den Mauthausener Brüchen.

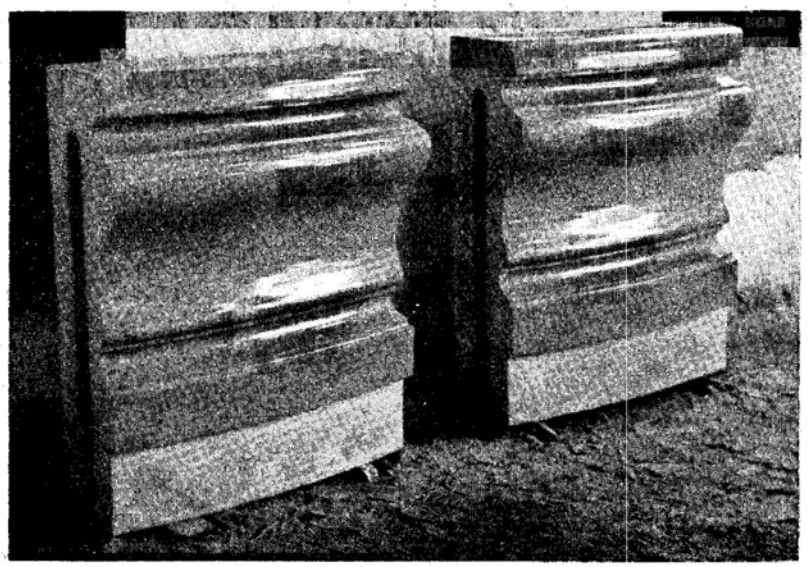


Bild 10. Teile des erneuerten Beckens für den Raphael-Donner-Brunnen auf dem Neuen Markte in Wien. Granit von Perg, Oberösterreich.

Graz: Franzensdenkmal Freiheitsplatz.

Linz: Statthalterei zum Teil, Portalgewände, z. B. Kaufm. Vereinshaus Landstraße, Säulen Sparkasse, Schützendenkmal, Hessendenkmal, Teile der Nibelungenbrücke, Schlachthaus, Priesterseminar, Petrinum in Urfahr.

Übriges Oberösterreich: Aschertalbrücke beim Kraftwerk Großraming, Garsten Bahnunterführung.

Villach: Zentralfriedhof 20 große Gedenksteine der Gefallenen 1914/18.

Genau dem gleichen Granittypus gehören auch viele Vorkommen im oberösterreichischen Mühlviertel im Raume Freistadt, Julbach, Aigen-Schlägl usw. an.

Verwendungsbeispiele von Freistädter Granit (Florenthein, Steinwald usw.):

Wien: Westliche Stiege im Heldendenkmal (Burgtor), Unterbau des Tegetthoffdenkmals.

Linz: Verkleidung Handelskammer, Hauptbahnhof zum Teil, Heldenfriedhof, Mahnmal St. Martin (großer Block und Treppen), Gewölbequadern und Brüstung der Nibelungenbrücke, Sockelverkleidung Mädchenschule Urfahr, Diesterwegschule, Kammer für Arbeiter und Angestellte.

Übriges Oberösterreich: Kraftwerke Großraming und Ranna zum Teil, Teile der Autobahnbrücken Aitertal, Eberstallzell, Almtal, Agertal; Wels Ulanendenkmal.

Steiermark: Vorfeldsicherung der Langmannsperre (Teigitschwerk).

Verwendungsbeispiele von Findlingsgranit aus Poschlag bei Hohenfurth:

Linz: Familienkirche beim „Südbahnhof", Gemeindeschule Urfahr.

Innsbruck: Alter und neuer theologischer Konvikt.

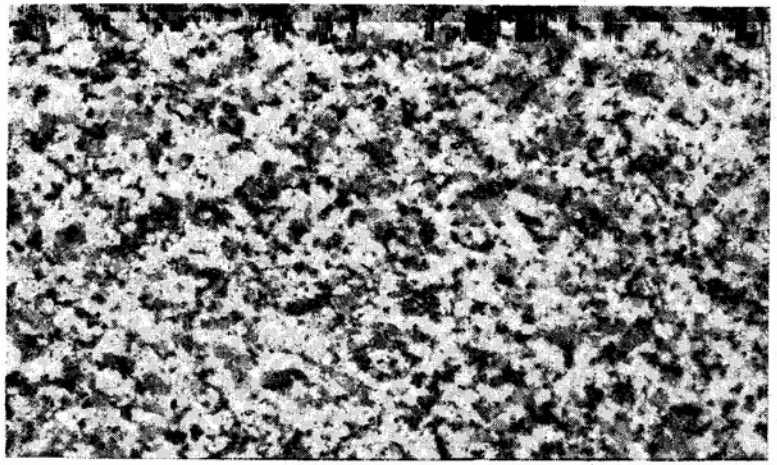


Bild 11. Lichter mittelkörniger Granit von Neuhaus-Plöcking a. d. Donau, Oberösterreich. Natürliche Größe.

Verwendungsbeispiele für Granit von Aigen-Schlägl:

Oberösterreich: Mehrere Objekte der Autobahn, Kriegerdenkmäler.

Bregenz: Quadern für Überführungen an der Frutzregulierung.

Feldkirch: Quadern am Wasserwerk des städtischen Elektrizitätswerkes, Stadtpfarrkirche Eingangsstufen.

Neuhauser Granit bei Plöcking (33 km donauaufwärts von Linz, also nicht mit den Granitorten Neuhaus am Inn und Neuhaus in Böhmen zu verwechseln!). Gehört zum Typus Mauthausen, ist aber von ihm durch die sehr lichte, im gestockten Zustand praktisch weiße Farbe unterschieden. Ist in sehr großen Blöcken, bis zu 10 m Länge, gewinnbar, daher Verwendung für große Industriewalzen, Großmonumente, Gruftdeckel usw. Er ist nur mäßig spaltbar, die Keile müssen sehr eng (10 cm) gesetzt werden. Spaltet besonders gut im gefrorenen Zustande, daher werden sehr heikle Spaltarbeiten für den Winter aufgehoben.

Verwendungsbeispiele:

Wien: Jubiläumskirche II. Bezirk, Untergeschoß zum Teil und Brunnen des Parlaments, Sockel der Börse zum Teil, Sockel von Denkmälern (Rossebändiger vor dem Parlament), Rathaus Säulen der Außenarkaden, Östliche Treppe des Heldendenkmals (Burgtor), Treppenaufgang zur Kirche Maria am Gestade, Denkmal Bürgermeister Seitz in Jedlesee.

Linz: Teile des Domes, Domherrenhof, Nibelungenbrücke zum Teil, Finanzlandesdirektion zum Teil, Sparkasse auf der Promenade, Versorgungshaus, Ladenhaus. Landwehrdenkmal an der Pfarrkirche, Pionierdenkmal.

Übriges Oberösterreich: Zahlreiche Brücken, z. B. Eberstallzellbrücke bei Lambach und Aitertalbrücke der Autobahn, Traunbrücke bei Ebelsberg, Ennsbrücke bei Enns und Kriegerdenkmäler (z. B. Enns und Eferding), Stauwehr Langhalsen des Partensteinwerkes, Herz-Jesu-Kirche und Gefangenenhaus Wels.

Steiermark: Verkleidung des Murkraftwerkes Pernegg (Pfeiler und Sohlenbelag).

Budapest: Schwurplatz-, Margareten- und Kettenbrücke, Schleuse Szorok Sar.

Übriges Ausland: Quadern für Brücken, Schleusen und Schiffahrtskanäle (z. B. Rhein-Main-Donau-Kanal).

Bild 12. Konsolen aus Granit von Neuhaus-Plöcking a. d. Donau, Oberösterreich, für den Linzer Dom.

Schärdinger Granit. Ebenfalls Typus Mauthausen, jedoch durch Aufschmelzung von Gneisen wesentlich dunkler, zum Teil ein ausgesprochener Mischgranit. Solche Typen mit erheblichem Gneisanteil (z. B. in den Steinbrüchen von Wernstein) werden als „Flasergranit" bezeichnet.

Verwendungsbeispiele:

Wien: Republik-Denkmal zum Teil.

Linz: Elektrobau Landstraße, Raiffeisen-Zentralkasse Steingasse, Sockel und Fensterumrahmungen, Wohnhäuser der Landwirtschaftskammer Wachrainergasse 6 und 8, Erdgeschoßverkleidung Oberösterr. Warenvermittlung Karl Wiserstraße, Sockel.

Innsbruck: Universitätsbrücke, Auflagequadern der Brücke Mühlau-Hall.

Von ähnlichen Mischgraniten war schon in der Einleitung die Rede. Erinnert sei an den dunklen Granit von Hamberg, Oberösterreich, und an den teilweise roten Granit (eine Mischung von Granit und Amphibolit) von Landshag bei Aschach, Oberösterreich.

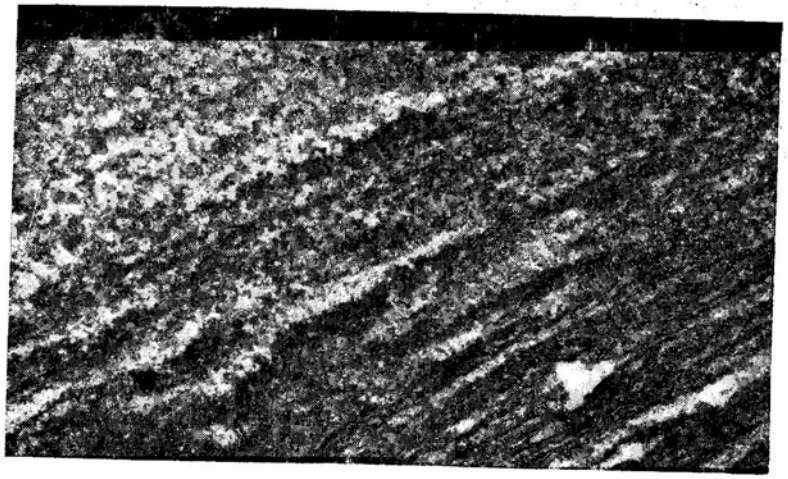


Bild 13. „Flasergranit", ein Mischgranit von Wernstein bei Schärding, Oberösterreich. Natürliche Größe.

Verwendungsbeispiele für den Landshager Granit:

Linz: Nibelungenbrücke etwa 200 Quadern. Kaimauern an vielen Anlegemauern der DDSG. in Oberösterreich.

Ähnlich dem Hamberger ist ein dunkler Mischgranit von Julbach, Oberösterreich, der im Handel als Syenit bezeichnet wurde (große Profilstücke für die Linzer Arbeiterkammer).

Sarmingsteiner Granit. Die Granite des Strudengaues sind eine feinerkörnige Abart des Typus Mauthausen und bilden den Übergang von diesem zu dem Typus Schrems. Hauptverwendung für Pflastersteine, aber auch Quadern für Brückenbauten usw.

Verwendungsbeispiele:

Wien: Gemeindebau Gudrunstraße Fenstergewände.
Niederösterreich: Bahnhof Krems.
Linz: Nibelungenbrücke zum Teil.
Übriges Oberösterreich: Ennskraftwerk Großraming.
Ausland: Donaubrücke bei Cernavoda (Dobrudscha).

Schremser Granit. Sehr feinkörnig, daher besonders hohe Druckfestigkeit (bis 2800 kg/cm²). Ungemein spröde, läßt sich durch bloßen Schlag mit der „Finne" spalten, daher besonders gut für Erzeugung von Pflastersteinen, aber aus dem gleichen Grunde ganz ungeeignet für Bildhauerarbeiten; selbst für Quadern läßt er sich kaum verwenden, weil Gefahr besteht, daß beim Stocken größere Scherben ausspringen und „Hohlbauern" erzeugen.

b) Granite des Thayastockes (sogenannte moravische Granite).

Granit von Roggendorf und Zellerndorf (bei Pulkau, Niederösterreich). Der dunkle Glimmer vorwiegend Chlorit. Mittelkörnig, von besonderem Verschleißwiderstand, daher beliebt für Stiegenstufen (Wien Stadtbahnstationen), Brückenquadern, Grabsteine, Grenzsteine, Pflaster usw.).

Granit aus dem Gänsgraben bei Limberg-Maissau, Niederösterreich. Brauner Hornblendegranit, ähnlich dem Pilsener, aber nicht so grobkörnig. Ungemein zäh, daher einzige bisherige Verwendung (abgesehen von Schotter) Fassadenverkleidung (ohne Sockel) des „Equitable Palais" in Wien, I.

c) Alpine Granite.

Vielfach in Granitgneis übergehend, so daß die Bezeichnungen schwanken. Die Ötztaler Granite sind ausgesprochene Gneise und werden erst in dem entsprechenden Abschnitt behandelt.

Zentralgranit (zum Teil Zentralgneis) der Hohen Tauern. Die weniger geschieferten Ausbildungen werden wie gewöhnliche Granite verarbeitet. Gewinnung besonders bei Mallnitz (für die Tauernbahn), im Maltatale (für die Autobahn), geringe Gewinnung im Gasteinertal und örtliche Gewinnung in anderen Tauerntälern, vorwiegend für Wasserkraftanlagen.

Verwendungsbeispiele:

Kärnten: Objekte der Tauernbahn zwischen Mallnitz und Spittal. Große Mengen von Autobahnquadern.

Land Salzburg: Zahlreiche Bauten in Badgastein. Tauernmoos-Sperre.

Villacher Granit. Sogenannter Seebach-Granit nördlich von Villach. Zweiglimmergranit mit Muskowit und Granat, alle Übergänge in Granitgneis. Blöcke bis 10 Tonnen gewinnbar, wenn auch vorwiegend Pflastersteine erzeugt.

Verwendungsbeispiele:

Graz: Radetzkybrücke.

Klagenfurt: Gartenpfeiler, Stufen.

Villach: Eisenbahnbrücke über die Drau und fast alle sonstigen Objekte der Bahn bis St. Michael (z. B. die Brücken in Unzmarkt, Knittelfeld, Kraubath), Säulen, Torgewände usw. an den meisten alten Bürgerhäusern seit dem 16. Jahrhundert.

Übelbach-Granit. Aus dem Granitkern der Gleinalpe Steiermark. In neuerer Zeit umfangreiche Gewinnung von Quadern für Brückenbauten und Wasserkraftanlagen.

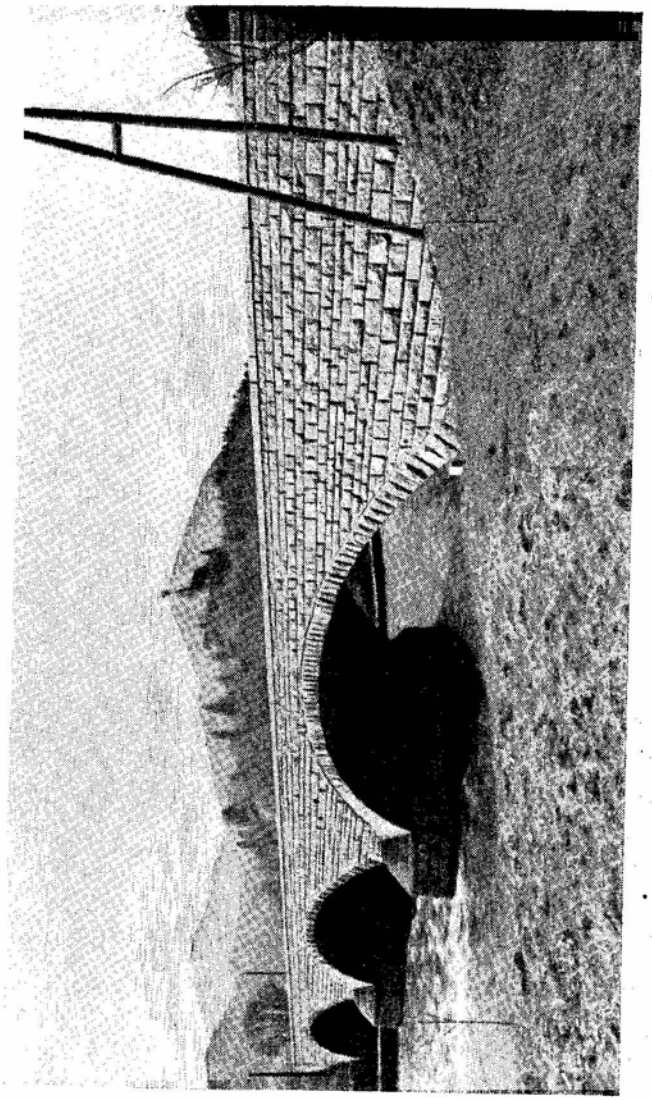


Bild 14. Straßenbrücke über die Mur bei Peggau-Deutsch-Feistritz, Steiermark. Granit von Übelbach.

Verwendungsbeispiele:

Steiermark: Ein Teil der Bundesstraßenbrücke Frohnleiten (Gewölbsteine und Verblendsteine). Straßenbrücke Deutsch-Feistritz. Vorwiegend Randsteine, Gruftdeckel, säurefeste Beizbottiche usw.

Der sogenannte Granit von St. Johann i. Walde bei Lienz, Osttirol, ist ein hellgrauer, fast weißer, sehr granitähnlicher Porphyrit (heißt auch im Handel „Biotitgranit"); er wird unter den Ganggesteinen besprochen.

Jugoslawien.

Von ehemals österreichischen Granitvorkommen wichtig der Granit (genauer „Tonalit") des Bachern in Südsteiermark.

Verwendungsbeispiele:

Graz: Strompfeiler und Widerlager der Radetzkybrücke, Kandelaber der Hauptbrücke, Sockel Rathaus, Technische Hochschule und andere Gebäude, Säulen Bankgebäude Herrengasse 18, Sockel und Brüstung des Hackherdenkmals auf dem Schloßberge, Denkmal Bosnienfeldzug Radetzkystraße, ein Teil der Murbrüstung am Schloßbergkai, Treppen in den meisten öffentlichen Bauten, Großteil des Pflasters.

Italien.

Der Brixener Granit von Südtirol, der im Eisacktal nördlich von Franzensfeste gewonnen wurde (Grassteiner Granit und Pfalzner Granit, daraus viele Bauten in Innsbruck); ferner der gelbrosa Granit von Baveno am Lago Maggiore. Seltener verwendet der rote Granit (mit Turmalin) von Predazzo (Wien: Brunnen im Resselpark).

Verwendungsbeispiele für Baveno-Granit:

Wien: Tegetthoffdenkmal, große Säulen im Kunsthistorischen Staatsmuseum, 12 große Monolithsäulen in der Mittelhalle des Justizpalastes, Umfassung des Hochstrahlbrunnens.

Graz: Rathaus Säulen der Eingangshalle und des Stiegenhauses, Universität Säulen der Aula, Säulen der Stephaniesäle (Steiermärk. Sparkasse), Apotheke der Barmherzigen Brüder Annenstraße, Fenstersohlbänke.

Tschechoslowakei.

In Böhmen zahlreiche Granitvorkommen, die zur Zeit der Monarchie viel nach Wien und in das heutige Österreich geliefert haben, besonders Bauquadern, Sockelverkleidungen, Grabsteine usw., übrigens auch Pflaster. Einige Namen: Heraletz (in Wien: Hochschule für Bodenkultur, Breitenseer Kirche, Bahnhöfe der Stadtbahn und Vorortelinie). Ebenso auch aus Mrakotin. Ferner von Neuhaus (nicht mit dem oberösterreichischen Neuhaus zu verwechseln), ferner Granite der Umgebung von Falkenau, Gablonz, Krumau usw.

Der dunkle „Konopischter Granit" ist ein Diorit und wird dort besprochen. Als wichtiges Dekorationsmaterial der grobkörnige braune Hornblendegranit von Jeschnitz-Petersburg, im Handel Pilsener Granit genannt. Vom ehemaligen österreichischen Schlesien wurden Granite besonders aus der Gegend von Friedeberg (Wien: Sockel Technisches Museum, Oberbau Floridsdorfer Brücke) und von Freiwaldau (Wien: Sockel Nationalbank, älterer Teil der Postsparkasse) bezogen.

Deutschland.

Zahlreiche ausgedehnte Vorkommen in den Kernen des alten („varistischen") Gebirges, Schwarzwald, Odenwald, Fichtelgebirge, Harz, Thüringerwald, Erzgebirge, Meissener Massiv, Riesengebirge (Jannowitz), Lausitz (Demitz, Thumitz, Bautzen, Häslich), aus der Gegend von Striegau, Strehlen usw.

Eine Behandlung im einzelnen ist hier nicht möglich. Außerordentlich verschiedene Sorten, auch rote (zum Teil im Schwarzwald, Jannowitz im Riesengebirge, Meissen). Seinerzeit wurden auch viele deutsche Granite nach Österreich geliefert, besonders aus Bayern.

Ägypten.

Der rote Hornblendegranit von Syene (Assuan), früher als Typus des Syenits aufgestellt (zwei alte Säulen im Wiener Kunsthistorischen Museum, ägyptische Abteilung).

Schweden.

Von den zahlreichen Granitsorten Südschwedens bei uns hauptsächlich die farbigen eingeführt, da die grauen aus einheimischen Vorkommen zur Genüge zur Verfügung stehen. In Norddeutschland jedoch war durch die billige Wasserfracht eine starke Verwendung möglich, gegen die sich die einheimische deutsche Steinindustrie sehr heftig wandte. Die wichtigsten farbigen Sorten aus der Provinz Småland: Der grobkörnige rote Virbo-Granit, der leuchtend rote Uthammar-Granit, der Vånevikgranit mit roten Feldspaten und blauen Quarzen, ebenso der rote Granit von Karlskrona; von anderen Farben wurde in beschränktem Maße der Blaubergranit verwendet.

Verwendungsbeispiele Rotschwedischer Granit:

Wien: Sockel, bzw. Unterbau der Denkmäler Raphael Donner, Ernst Mach, Radetzky, Schiller, Zelinka; Brunnenbecken Michaelerplatz, zahlreiche Geschäftsverkleidungen.

Graz: Viele Geschäftsverkleidungen, z. B. Joanneumring 5 und Sporgasse 1.

Die sogenannten schwarzschwedischen Granite sind Diorite bis Gabbros, die grünschwedischen zum Teil Diorit, zum Teil Pyroxengneis und werden später besprochen.

Außer den genannten Beispielen sind seinerzeit gelegentlich die verschiedensten Granite aus aller Welt an dem einen oder andern Bauwerk oder Denkmal verwendet worden, z. B. roter Granit von Korsika.

Fälschlich als Granit bezeichnete Gesteine.

Da der Granit auch in allen Laienkreisen als der Typus des unverwüstlichen Hartgesteins gilt, da ferner die genauere richtige Bezeichnung besondere Fachkenntnisse voraussetzt, werden sehr viele Gesteine fälschlich als Granit bezeichnet. Von den schwarzen und grünen schwedischen Graniten war schon die Rede, ebenso von dem als Granit bezeichneten Porphyrit der Umgebung von Lienz, Osttirol. Immerhin sind derartige Bezeichnungen begreiflich und

entschuldbar. Es ist aber schärfstens abzulehnen, wenn auch Kalksteine usw. als Granit bezeichnet werden, z. B. der sogenannte „belgische Granit" (ein schwarzer Seelilienkalk) oder der bayrische „Granitmarmor", ebenfalls ein Kalkstein (Nummulitenkalk).

Die Familie der Syenite.

Körnige Tiefengesteine, die sich vom Granit durch geringeren Kieselsäuregehalt (nur 60—65%) und demzufolge auch durch größeren Reichtum an dunklen Mineralen, dagegen Mangel an Quarz unterscheiden. Die Hauptbestandteile sind also Kalifeldspat, dunkler Glimmer und ein anderer dunkler Gemengteil, Hornblende oder Augit. Gewisse Syenite enthalten nicht echten Feldspat, sondern sogenannten Feldspatvertreter (mit weniger Kieselsäure), besonders den Nephelin oder Eläolith. Die technischen Eigenschaften sind im wesentlichen die gleichen wie bei den Graniten, nur sind die Gesteine im allgemeinen dunkler, daher besonders beliebt für Grabsteine.

Der Name Syenit wird in der Praxis vielfach ganz allgemein für ein dunkles Hartgestein gebraucht und hat sich daher weitgehend eingebürgert, während in Wirklichkeit nur ein kleiner Teil der im Handel so bezeichneten Gesteine tatsächlich zu den Syeniten gehört.

In Österreich sind keine wirklichen Syenite in Abbau. Viele echte Syenite werden in Sachsen (Meissener Massiv, Gröba, Plauenscher Grund), im Bayrischen Wald, Schwarzwald, Fichtelgebirge usw. gewonnen. Ein Syenit von Biella in Piemont wurde auch bei uns verwendet (Wien: Sockel Goethedenkmal).

Das wichtigste bei uns verwendete echte Syenitgestein ist der norwegische (fälschlich) sogenannte „Labrador", der in einer hellen und einer dunklen Sorte vorkommt. Das bezeichnendste Merkmal dieses Gesteins sind die sehr großen Feldspate mit dem perlmutterartigen, vorwiegend blauen Farbenspiel. Diese Feldspate sind übrigens keine Labradore (eine Abart von Plagioklas), sondern eine Art Kalifeldspat (Anorthoklas). Dagegen hat der sogenannte russische „Labrador" tatsächlich Labradorkristalle. Neben dem Feldspat findet sich noch etwas Augit in kleinen Körnern. Das Material ist infolge seiner großen Feldspate nicht mit kurzen Keilen spaltbar, sondern muß mit parallelen Bohrlöchern abgebohrt und mit Langkeilen getrennt werden. Im übrigen ist es ein besonders dankbares Hartgestein und hat keine Stiche.

Unrichtige Handelsbezeichnungen: Der niederösterreichische „Syenit" von Gebharts bei Schrems ist ein Diorit. Ebenso auch der Budweiser Syenit.

Die in neuerer Zeit von Edelsreith, Arzwiesen, Wieselburg und Persenbeug in den Handel gekommenen und für Grabsteine verwendeten „Syenite" sind dunkle Ganggesteine (Porphyrite). Einige dunkle als Syenit bezeichnete Hartgesteine von Oberösterreich, besonders der Umgebung von Julbach, sind Mischgranite (Mischung von Granit und Hornblendeschiefer). Die für Grabsteine benützten Lausitzer und Odenwalder Syenite sind Diabase. Der russische „Labrador" ist ein Norit (eine Abart von Gabbro). Das rote Gestein von Assuan (Syene) in Oberägypten ist ein Hornblendegranit.

Die Familie der Diorite.

Die Diorite sind körnige Tiefengesteine, die sich vom Granit hauptsächlich durch einen wesentlich geringeren Kieselsäuregehalt (60—45%) unterscheiden, im Mineralbestand besonders dadurch, daß sie keinen oder nur wenig Kalifeldspat, sondern Kalknatronfeldspat (Plagioklas) enthalten. Im übrigen sind sie reich an dunklen Gemengteilen, neben Biotit besonders Hornblende, können Quarz enthalten oder quarzfrei sein. Die quarzhaltigen Ausbildungen sind Übergänge zu den Graniten und von diesen gelegentlich schwer zu unterscheiden. Die technischen Eigenschaften sind ähnlich denen der Granite, doch sind die Gesteine infolge ihres Reichtums an dunklen Gemengteilen

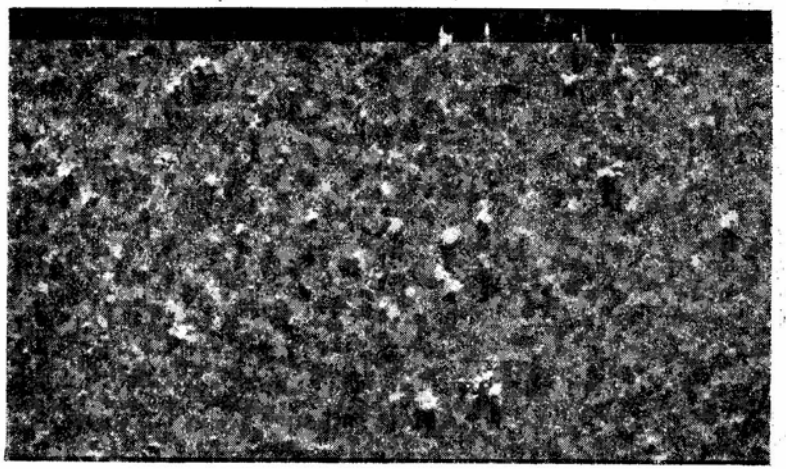


Bild 15. Diorit (im Handel gewöhnlich als „Syenit" bezeichnet) von Gebharts bei Schrems, Niederösterreich. Natürliche Größe.

schwerer (Raumgewicht 2·75—2·95); sie haben auch größere Druckfestigkeit (1800—2400 kg/cm²). Je weniger Glimmer sie enthalten, desto wetterbeständiger sind sie.

Das weitaus wichtigste österreichische Gestein dieser Gruppe ist der Diorit von Gebharts bei Schrems Niederösterreich, im Handel als Syenit bezeichnet. Es ist ein Quarzglimmerdiorit, der aus Plagioklas, etwas Orthoklas, Quarz, Biotit und Hornblende besteht. Die Farbe ist außerordentlich wechselnd, von mittelgrau bis zu tief dunkelgrau, fast schwarz. Die besonders geschätzte tiefdunkle Farbe ist nur in Teilen des Vorkommens vorhanden. Für die Verwendung zu Grabsteinen werden sehr hohe Anforderungen an die Reinheit des Materials gestellt, es dürfen weder lichte noch schwarze Flecken und keinerlei Adern vorhanden sein. Infolgedessen ist die Ausbeute an hochwertigem farbreinem Material sehr gering, nur 30—40%. Der Abfall läßt sich kaum

verwerten, da das Gestein für Schotter zu zäh ist. Es sind sehr große Blöcke gewinnbar (Kriegerdenkmal in Schrems aus einem 15 t-Block). Der Farbunterschied zwischen polierten und gestockten Flächen ist sehr groß, was für Grabsteine in der mannigfachsten Weise ausgenützt wird. Abgesehen von der Hauptverwendung für Grabsteine, wurden auch sehr bedeutende Monumentalplastiken angefertigt. Das Material ist übrigens sehr empfindlich gegen Rostflecken, was eine Reihe von Vorsichtsmaßnahmen bei der Bearbeitung erfordert. Schleifscheiben z. B. dürfen nicht über Nacht auf den Platten liegen bleiben. Im allgemeinen wird bei Grabsteinen zuerst die Vorder-

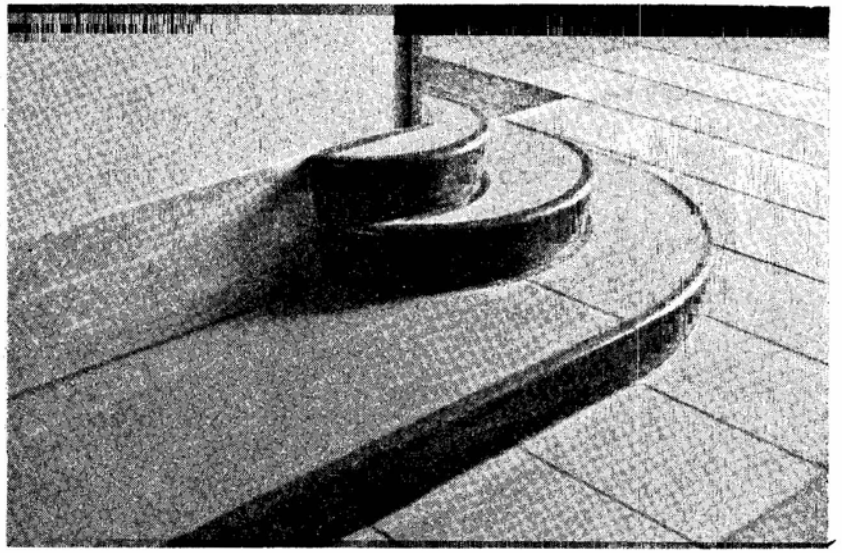


Bild 16. Stufen aus dem Diorit („Syenit") von Gebharts bei Schrems, Niederösterreich. Die gestockten Flächen lichtgrau, die polierten fast schwarz.

seite fertig gemacht und poliert, dann erst werden die Schmalseiten gespitzt. Zahlreiche Beispiele auf allen Friedhöfen.

Verwendungsbeispiele Gebhartser Diorit:

Wien: Verkleidungen Creditanstalt-Bankverein, Filialen Kärntnerstraße und Suttnerplatz. Ein Großteil der neueren Grabdenkmäler.

Graz: Säule der steiermärkischen Sparkasse am Eisernen Tor Ecke Joanneumring. Kasernenbau Wetzelsdorf Stufen.

Ein ähnlicher Diorit wurde in Dornach, Oberösterreich, gewonnen (einige Pfeiler am „Equitable Palais", Wien, I.).

Von böhmischen Dioriten ist besonders das Gestein von Konopischt zu nennen, das im Handel als Granit bezeichnet wird, tatsächlich aber ein Quarz-Glimmer-Diorit ist (Wien: Plattenverkleidung Zacherlhaus, Sockel

Albrechts- und Deutschmeister-Denkmal, Grabsteine). Ähnliche Diorite von Svarow und anderen böhmischen Orten.

Dunkle Diorite von Wunsiedel im Fichtelgebirge (vier große Säulen im Wiener Kunsthistorischen Staatsmuseum). Viele als Syenit bezeichnete Gesteine sind Diorite, so auch ein Teil der „Syenite" des Odenwaldes (andere sind Diabase), desgleichen ein Teil der sogenannten schwarzschwedischen Granite.

Bild 17. Fassadenverkleidung eines Bankhauses. Dunkler Diorit („Syenit") von Gebharts bei Schrems, Niederösterreich. Das Fenster-Parapet rechts aus grauem Karstmarmor von Kopriva, Jugoslawien.

Die Familie der Gabbros.

Unter Gabbro (nach einem italienischen Ort so genannt) versteht man basische körnige Tiefengesteine, die nur 40—55% Kieselsäure enthalten und daher im allgemeinen keinen Quarz mehr aufweisen. Die Hauptgemengteile sind ein kieselsäurearmer (basischer) Kalknatronfeldspat (Plagioklas) und eine Abart von Augit (Diallag). Oft enthalten sie Olivin und auch ziemlich viel Eisenerz als Übergemengteil. Die dunklen, gut polierbaren Gesteine sind ein wertvolles Dekorationsmaterial, besonders für Grabsteine.

Einige niederösterreichische Vorkommen wurden früher viel verwendet, stehen derzeit nicht im Abbau. Besonders der Gabbro von Nonndorf bei

Bild 18. Figur des Kriegerdenkmales von Schrems, Niederösterreich (Bildhauer Prof. Wolleck). Dunkler Diorit („Syenit") von Gebharts bei Schrems in verschiedenen Bearbeitungsweisen.

Drosendorf (Labrador, Pyroxen, daneben Hornblende und Olivin). Er wurde früher viel für Grabsteine verwendet, wegen seiner Zähigkeit auch für Kleinsteinpflaster. Ähnlich ein Hornblendegabbro von Langenlois.

Eine Abbart von Gabbro ist auch der russische „Labrador", aus vorwiegend Labrador (einer Unterart von Plagioklas) und wenig Augit bestehend, der dem dunklen norwegischen Labrador sehr ähnlich ist und ebenfalls das perlmutterartige Farbspiel der Feldspate aufweist, allerdings nicht so schön. Verschiedene Gabbroarten wurden in Deutschland, besonders im Fichtelgebirge, im Odenwald und im Harz gewonnen, bei uns aber nicht verwendet. Ein Gabbro der Umgebung von Florenz wird im Handel als „Granitone" bezeichnet. Ein Großteil der sogenannten schwarzschwedischen Granite ist zu den Gabbros zu rechnen.

Die sogenannten schwarzschwedischen Granite.

Eine Sammelbezeichnung für verschiedene, sehr dunkle bis schwarze Hartgesteine, die in der Hauptsache zum Gabbro zu stellen sind (einige können auch als Diorit oder als Diabas bezeichnet werden). Die Hauptgemengteile sind basischer Plagioklas, Bronzit, Augit, Olivin und sehr viel Magnetit, der auf geschliffenen Flächen durch seine Eisenfarbe leicht kenntlich ist. Das Gestein tritt in Form von Gängen auf, die einige Zehner von Metern breit und Hunderte von Metern lang sind, und zwar hauptsächlich in der Gegend zwischen Wener- und Wetternsee. Die Gesteine sind keineswegs alle tiefschwarz, sondern viele (besonders die sogenannten Hyperite) dunkelgrau bis dunkelbraun. Im Handel werden besonders hohe Anforderungen an Farbreinheit gestellt, so daß die Ausbeute in den Brüchen nur 3—5% beträgt! Das Gestein nimmt eine außerordentlich hohe Politur an, doch hat gerade dieser schwarze Glasglanz zu heftigen künstlerischen Einwänden geführt, auf manchen deutschen Friedhöfen ist das Material verboten worden. Bei uns wird es nur für Grabsteine, seltener für Portalverkleidungen verwendet, in England und Amerika werden ganze Hausfassaden damit verkleidet.

Eine Eigenheit des sogenannten schwarzschwedischen Granits ist seine ungewöhnlich hohe Empfindlichkeit gegen Spannungen, die bei ungleichmäßiger Erwärmung entstehen. Man muß sorgfältig darauf achten, daß beim Bohren von Löchern keine Erwärmung eintritt, vielfach wird Schleifen und Polieren im Winter mit warmem Wasser durchgeführt. Die Empfindlichkeit geht so weit, daß Grabsteine, die teils besonnt, teils beschattet sind, zerspringen können und daß Grabsteine in manchen heißen Ländern sich nicht bewährt haben.

Familie der Peridotite und Pyroxenite.

Die ganz basischen Tiefengesteine enthalten nur mehr 35—45% Kieselsäure und bestehen daher bloß aus dunklen Gemengteilen, selten noch etwas Feldspat. Gesteine, bei denen der Olivin überwiegt, werden als Peridotit bezeichnet (Peridot ist ein alter Name für Olivin). Gesteine mit vorwiegend Augit werden als Pyroxenit bezeichnet. Diese Gesteinsgruppe hat eine Reihe von dunklen, meist grünschwarzen Dekorationsgesteinen geliefert, die aber bei uns keine Rolle spielen (in Nassau die „hessischen Syenite").

3. Die Ganggesteine.

Es war schon bei den Graniten die Rede von gewissen Entmischungsformen des Magmas, die als saure oder basische Gänge das Nebengestein durchsetzen. Solche Ganggesteine können aber auch durchaus die gleiche chemische Zusammensetzung wie das entsprechende Tiefengestein haben und sich von diesem nur im Mineralbestand und Gefüge etwas unterscheiden. Diese Ganggesteine können also eine Zwischenform zwischen Tiefengesteinen und Ergußgesteinen darstellen. Wo sie in mächtigeren Gängen auftreten oder wenigstens so viele schmälere Gänge so nahe nebeneinander vorkommen, daß sie in einem einheitlichen Betrieb gewonnen werden können, liefern besonders die dunklen, meist sehr zähen Ganggesteine außerordentlich hochwertige Straßenbaustoffe. Einige von ihnen gestatten die Gewinnung von so großen Blöcken, daß sie auch für Werksteine verwendet werden können und infolge ihrer dunklen Farbe hochwertige Dekorationsgesteine darstellen. Daß ein Teil der sogenannten schwarzschwedischen Granite eigentlich Ganggesteine sind, wurde bereits besprochen.

Die Ganggesteine sind je nach ihrem Mineralbestand außerordentlich verschieden in der Farbe, die lichteren sind granitähnlich und werden auch im Handel als Granit bezeichnet, die dunklen laufen gewöhnlich unter der Bezeichnung Syenit.

In Österreich finden sich einige wichtige derartige Ganggesteine, und zwar durchwegs sogenannte Porphyrite, die vorwiegend aus Plagioklas, Quarz, Hornblende und Biotit bestehen.

Ein bedeutendes Vorkommen sind die mächtigen Porphyritgänge im Iseltale bei Lienz, Osttirol. Es ist ein helles, granitähnliches Gestein (tatsächlich wurde es — unrichtig — als „Biotitgranit" bezeichnet) mit etwas porphyrischem Gefüge (große Hornblenden und Biotite in einer feinen Quarz-Feldspat-Grundmasse, auch viele rote Körner von Granat). Das außerordentlich hohe druckfeste Gestein hat in neuerer Zeit außer für Pflastersteine besonders für Brückenbauten und für Verkleidung von Talsperren wichtige Verwendung gefunden.

Verwendungsbeispiele:

Kärnten: Verkleidung der Kraftwerke Lavamünd, Schwabegg und Unterdrauburg; Mühlgrabenbrücke bei Völkermarkt. Lehnenbogen an der Glocknerstraße.

In Niederösterreich finden sich eine Reihe von dunkelgrauen bis fast schwarzen Porphyritgängen, von denen einige zur Grabsteinerzeugung verwendet und im Handel als Syenit bezeichnet werden. Hierher gehört der Porphyrit von Wieselburg an der Erlauf, von Arzwiesen bei Els und von Edelsreith bei Münichreith. Viele Ganggesteine sind von den Ergußgesteinen gesteinskundlich nicht zu unterscheiden, sondern eben nur durch ihr gangförmiges Auftreten, z. B. die Diabasgänge im Lausitzer Granit („Spremberger Syenit"). Sie werden, soweit außerösterreichisch, im folgenden bei den Ergußgesteinen mitgenommen.

4. Ergußgesteine.

Jene Erstarrungsgesteine, die an der Erdoberfläche (oder doch nahe davon) erstarrt sind und die infolge der rascheren Abkühlung etwas anders ausgebildet sind als die Tiefengesteine, bezeichnen wir als Ergußgesteine.

Die geologische Form ist entsprechend den vielen Möglichkeiten des Vulkanismus sehr mannigfaltig. Von mächtigen Lavadecken (etwa von Basalt) gibt es alle Übergänge zu einzelnen Spaltenausfüllungen oder sonstigen Formen, so daß auch die Steinbrüche sehr verschiedenartig sind.

Absonderungsformen. Das Fließen der Lava und ihre rasche Abkühlung erzeugt in den erhärtenden Gesteinen sehr mannigfaltige Trennfugen, Absonderungsflächen, die die Gewinnung des Gesteins wesentlich beeinflussen. Häufig ist eine Bankung, d. h. eine Absonderung in dicken Platten (z. B. beim Bozener Porphyr). Sehr häufig, besonders beim Basalt, teilt sich das Gestein auch innerhalb jeder Bank, in der Richtung senkrecht zu ihr, in vieleckige Prismen („Basaltsäulen"); besonders störend ist eine kugelige Absonderung, die die Werksteingewinnung praktisch unmöglich macht.

Auch das Gefüge ist in jeder Hinsicht von den Erstarrungsbedingungen abhängig. Vielfach erstarrt die Schmelze zu einem vollkommen dichten Gestein (beim Basalt z. B. als „Massenbasalt" oder „Hartbasalt" bezeichnet; dieser ist übrigens nur für Straßenbau geeignet). Oder aber die in der Schmelze vorhandenen Gase bewirken das Entstehen größerer Hohlräume oder Blasen (beim Basalt z. B. wird diese Ausbildung als „Basaltlava" bezeichnet; sie allein ist für Werksteine geeignet). Die Schmelze kann auch durch viele kleine Gasbläschen schaumig aufgebläht sein (Bimsstein).

Form und Anordnung der Gemengteile: Die zuerst ausgeschiedenen Kristalle (nach einem veralteten Ausdruck die „Einsprenglinge") sind oft verhältnismäßig groß und haben mehr oder weniger regelmäßige Kristallformen (am schönsten vielleicht die tafeligen Feldspatkristalle im „Porfido verde antico"). Diese liegen in einer feinkörnigen oder auch noch glasigen Grundmasse. Gesteine mit solchem Gegensatz zwischen Einsprenglingen und Grundmasse, also zwei verschiedenen Mineralgenerationen, werden als porphyrisch bezeichnet. Viele Gesteinsgemengteile neigen zu länglichen, leisten- oder nadelförmigen Ausbildungen, die oft ganz wirr durcheinander liegen, sozusagen miteinander verfilzt sind und damit dem Gestein eine hohe Zähigkeit (Zugfestigkeit) verleihen. Beispiele besonders die Diabase (im Handel meist als Syenit bezeichnet).

Eine besondere Ausbildung sind die Vulkantuffe. Sie entstehen dadurch, daß bei den Ausbrüchen die Lava zu feinsten Körnchen zerstäubt wird, die dann später zu sandsteinähnlichen, meist sehr porösen Gesteinen verkittet werden. Diese Vulkantuffe (nicht zu verwechseln mit den Kalktuffen, einem Quellabsatz) sind also ihrem Material nach vulkanisch, ihrer Gesteinsausbildung nach eher zu den Absatzgesteinen (Sedimenten) zu stellen.

Mineralbestand. Die Minerale der Ergußgesteine sind die gleichen wie die der Tiefengesteine, haben aber gelegentlich im einzelnen eine etwas abweichende Ausbildung. So z. B. findet sich in einigen Ergußgesteinen, besonders den Trachyten, eine glasig durchsichtige Ausbildung des Kalifeldspats, der sogenannte Sanidin.

Alte und junge Ergußgesteine. Gesteine gleicher chemischer und mineralogischer Ausbildung können, wenn sie aus sehr verschiedenen Erdzeitaltern stammen, ein etwas abweichendes Aussehen haben. Es geht auf gewisse geringfügige Änderungen der Gemengteile zurück, die im Laufe der sehr langen Zeiträume durch Lösungsumsatz und andere Einflüsse entstanden sind. Dadurch hat sich hauptsächlich die Farbe und das Gesamtaussehen des Gesteins geändert, nicht aber sein tatsächlicher Mineralbestand, wie die genauere Untersuchung zeigt. Die Ergußgesteine z. B., die annähernd dem Gabbro unter den Tiefengesteinen entsprechen, sind teils grün, teils braun, teils schwarz. Man hat den betreffenden Gesteinen des Erdaltertums den Namen Diabas, denen des Erdmittelalters den Namen Melaphyr, denen der Erdneuzeit und Gegenwart den Namen Basalt gegeben, zu einer Zeit, als man die Gesteine nur nach äußerlichen Merkmalen beurteilte und noch nicht erkennen konnte, daß es in Wirklichkeit dieselben Gesteine sind, mit sehr geringfügigen Unterschieden, hauptsächlich in der Farbe. Diese Unterscheidung in alte und junge Ergußgesteine hat man beibehalten, weil sie aus verschiedenen Gründen praktisch ist.

Die Einteilung der Ergußgesteine.

Jeder Tiefengesteinsfamilie entspricht eine solche der Ergußgesteine, wobei man bei diesen oft für alte und für junge noch Sonderbezeichnungen hat. Zu der Namengebung sei noch hervorgehoben, daß man als Porphyr Ergußgesteine mit vorwiegend Kalifeldspat (Orthoklas), als Porphyrit solche mit vorwiegend Kalknatronfeldspat (Plagioklas) bezeichnet. Da jedes Ergußgestein irgendwo aus der Erdtiefe hervorgedrungen sein muß, bestehen begreiflicherweise alle Übergänge zu den Ganggesteinen, zum Teil verwendet man auch für beide die gleichen Namen.

Eine für unsere Zwecke stark vereinfachte Übersicht, aus der auch das Verhältnis zu den betreffenden Tiefengesteinen hervorgeht, bringt die Tabelle (Seite 56).

Die wichtigsten Arten der Ergußgesteine.

Familie der Quarzporphyre.

Einsprenglinge von Kalifeldspat und Quarz, seltener auch Biotit, in feinkristalliner bis glasiger Grundmasse. Also die gleichen Minerale wie beim Granit, aber in ganz anderer Ausbildung und Anordnung.

Österreich.

Keine für Steinmetzen verwendbare Vorkommen. Ein im Handel in den letzten Jahren als „Kärntner Porphyr" bezeichnetes Gestein von Treffen bei Villach ist ein Granatamphibolit.

Übersicht der Erstarrungsgesteine
(vereinfacht)

Kieselsäure	Hauptgemengteile				Tiefengesteine	Ergußgesteine	
	lichte		dunkle			alte	junge
80 bis 65%	vorwiegend Kalifeldspat	mit Quarz	dunkler (Biotit), auch heller Glimmer (Muskovit)		Granit	Quarzporphyr	Liparit
65 bis 60%	mit Feldspat	ohne Quarz	Biotit Hornblende Augit		Syenit	Feldspat-porphyr	Trachyt
	mit Feldspat-vertretern				Nephelin-Syenit	—	Phonolith
60 bis 45%	vorwiegend Plagioklas	mit oder ohne Quarz	Hornblende Biotit Augit		Diorit	Porphyrit	Andesit
55 bis 40%	Plagioklas	—	vorwiegend Augit mit oder ohne Hornblende		Gabbro	Diabas Melaphyr	Basalt
45 bis 35%	wenig oder kein Feldspat	—	Olivin und vorwiegend Hornblende		Peridotit	Pikrit	
			Augit und Olivin		Pyroxenit		

Südtirol.

Große Porphyrergußmasse bei Bozen, vorwiegend Orthoklaseinsprenglinge in roter Grundmasse. Im Handel „roter Sterzinger Porphyr" genannt, hauptsächlich von Waidbruck, Leifers und Branzoll bei Bozen. Gute plattige Absonderung erleichtert die Gewinnung. Neben vorwiegend Pflasterplatten und Würfeln auch für Denkmäler und Grabsteine.

Verwendungsbeispiele:

Wien: Sockel des Zelinka-Denkmals.

Innsbruck: Sockel der Denkmäler auf dem Berge Isel.

Eine dunkelbraune Ausbildung mit bräunlich durchsichtigen Kristallen in schwarzer glasiger Grundmasse, der sogenannte Pechsteinporphyr aus Kastelruth, im Handel „schwarzer Sterzinger Porphyr". Besonders für Schriftplatten an Denkmälern.

Verwendungsbeispiele:

Wien: Sockel des Beethovendenkmals. Viele Grabsteine.

Klagenfurt: Neue Schriftplatten an der Dreifaltigkeitssäule Heiligengeistplatz und Florianisäule Heuplatz.

Deutschland.

Sehr viele und große Vorkommen, die meisten aber nur für Pflaster und Schotter. Für Denkmalsteine nur wichtig die Vorkommen in Nordwest-Sachsen. Der Granitporphyr von Beucha (östlich Leipzig) wegen seiner guten Bankung und regelmäßigen Klüftung; auch guten Spaltbarkeit leicht zu gewinnen, daher ein wichtiger Bau- und Dekorationsstein (Völkerschlachtdenkmal in Leipzig). Ebenso der Quarzporphyr von Löbejün bei Halle.

Familie der Feldspatporphyre und Trachyte.

Hauptgemengteile Feldspat (besonders „Sanidin", seltener Plagioklas) und dunkler Gemengteil (Hornblende, Augit, Biotit). Kein Quarz. In Österreich wohl einige Vorkommen (Gleichenberg), aber nicht für Steinmetzarbeiten brauchbar. Von den deutschen Vorkommen vor allem der Trachyt des Siebengebirges (Drachenfels), grau, poröses Gestein mit sehr großen Sanidinkristallen, die die Wetterfestigkeit wegen ihrer Rissigkeit stark herabsetzen. Ein Großteil des Kölner Domes aus diesem Stein.

Familie der Phonolithe.

Feldspat und Feldspatvertreter (Sanidin und Nephelin) und dunkler Gemengteil (Augit, Hornblende). Sehr wichtig für Straßenbaustoffe, aber unverwendbar für Steinmetzarbeiten. Wichtig dagegen die Phonolith-Tuffe (siehe Tuffe).

Familie der Andesite und Porphyrite.

Zum Teil schon bei den Ganggesteinen besprochen. Plagioklas und dunkler Gemengteil (Biotit, Hornblende, Augit).

Andesit lichte Gesamtfarbe, frische glasige Feldspate. Mühlsteine usw., aber nicht für Steinmetzarbeiten.

Porphyrit durch verschiedene Umwandlungen dunkle Gesamtfarbe, meist rot oder grün, trübe Feldspate. Der „Porfido verde antico" vom Peloponnes bei Sparta hat große gelbgrünliche wachsglänzende Feldspate (Labradore) in dunkelgrüner Grundmasse. Berühmter Zierstein des Altertums. Es gibt aber auch andere grüne Gesteine, die manchmal mit dem gleichen Namen bezeichnet werden, so eine Serpentinbrekzie von Atrax in Thessalien und einen Ophikalzit (Mischung von Serpentin und Marmor) von der Insel Tinos (Kykladen).

Der „Porfido rosso antico" kommt aus Ägypten (zwischen Nil und Rotem Meer). Solche rote Porphyrarbeiten haben im klassischen Altertum eine große Rolle gespielt, besonders in Nordafrika und in Rom (verschleppt auch in Venedig). Porphyrit von Quenast in Belgien.

Familie der Diabase, Melaphyre und Basalte.

Gemeinsam: Plagioklas und Augit. Die grünen Gesteine des Erdaltertums nennt man Diabas, die meist braunen des Erdmittelalters Melaphyr, die stets schwarzen der Erdneuzeit Basalt. Bei Basalt oft stark hervortretende Absonderungsformen, Platten, Säulen (keine Kristalle!), Kugeln.

Österreich.

Viele Vorkommen von Diabas und Basalt, aber keines für Werksteine brauchbar.

Deutschland.

Von den sehr vielen und großen Vorkommen die meisten ebenfalls nur für Straßenpflaster und Schotter brauchbar. Der Diabas vom Ochsenkopf im Fichtelgebirge, ein gangförmiges Vorkommen im Granit, sehr gut polierbar, daher Bedeutung für Denkmäler, Grabsteine usw. Im Handel „Grünporphyr", auch „Diorit". Dunkelschwarzgrüne Diabasgänge in der Lausitz, besonders bei Spremberg, im Handel „Spremberger Syenit", auch „schwarzer Granit.".

Von den Basalten sind die dichten, die „Hartbasalte", nur für Straßenbauzwecke brauchbar. Für Bausteine nur die porösen, die „Basaltlava". So besonders Eifel (Gebiet des Laacher Sees), wo die „Mühlsteinlava" einen wichtigen Werkstein darstellt. Abbaue besonders bei Mayen und Niedermendig. So auch im Vogelsberg nur die porösen „Lungsteine" für Werksteine brauchbar.

Ein Teil der sogenannten schwarzschwedischen Granite gehört zu den Diabasen.

5. Die vulkanischen Tuffe.

Sie geben ein poröses, sehr leichtes und leicht zu bearbeitendes, später erhärtendes Gestein, meist von guter Wetterbeständigkeit. Besonders große Feuerbeständigkeit, da sie keine Zersprengungen erleiden. Zu allen Erguß-gesteinen gehören entsprechende Tuffe.

Saure Tuffe (Liparittuffe) und Gläser.

Keine Bausteine, aber für den Steinmetz wichtig der Bimsstein, Knollen von schaumig aufgeblähtem Glas. Hier ist der Unterschied von Raumgewicht (zirka 0·92) und spezifischem Gewicht (2·6) besonders eindringlich. Im Auslande manchmal für Gewölbe (z. B. Konstantinopel Hagia Sophia, also dieselbe Verwendung wie bei uns die Kalktuffe).

Österreich.

Keine abbauwürdigen Vorkommen (ein winziges im Ötztal).

Deutschland.

Rochlitzer Porphyrtuff, im Handel fälschlich als „Rochlitzer Porphyr" bezeichnet, ein roter Tuffstein mit Quarz und Feldspat, seltener Knollen (Lapilli) in feinkörniger Grundmasse. Sehr porös, im bergfeuchten Zustande weich, leicht bearbeitbar, erhärtet später, wichtiger Baustein, besonders für Leipzig und Dresden.

Andesittuffe.

Einige grüne Tuffe der Südsteiermark und Krains, dort wichtige Bausteine.

Phonolithtuff.

Sehr junge (eiszeitliche) Tuffe des Laacher Seegebietes, im Handel meist Leuzittuff genannt; sehr weich, sehr geringes Raumgewicht (1·6), daher billige Fracht. Helle graue bis gelbe Bimssteintuffe. Die wichtigsten der grobkörnige von Ettringen (Baustein) und der feinkörnige von Weibern (Bildhauerstein). Bei uns nur sehr selten verwendet (Anbauten des Linzer Domes nach dem ersten Weltkriege, Felsen des Marienaltares in der Michaelerkirche Wien).

Trachyttuff.

Nicht als Baustein, aber als „Trass" wichtiges hydraulisches Bindemittel. In Österreich in der Nähe von Gleichenberg gewonnen.

Basalttuffe.

Durch Porosität manchmal gute Bausteine. In Österreich einige oststeirische verwendet, z. B. an der Riegersburg.

Diabastuffe.

Dunkelschwarzgrün, beliebter Bildhauerstein der altägyptischen und antiken Kunst (meist unrichtig als Basalt bezeichnet).

II. Absatzgesteine (Sediment- oder Schichtgesteine).

1. Allgemeines.

Eine große und wichtige Gruppe von Gesteinen sind solche, die sich an der Erdoberfläche, in freier Luft, im fließenden oder stehenden Wasser und im Meere abgesetzt haben und die auch heute noch gebildet werden. Da diese Gesteinsgruppe die wichtigsten nutzbaren Gesteine, u. a. alle Sandsteine und Kalksteine, damit auch die meisten Handelsmarmore umfaßt, ist ihre Kenntnis für das Steinhandwerk von großer Bedeutung.

Im allgemeinen haben sich diese Ablagerungen Schicht für Schicht übereinander abgesetzt, in ursprünglich meist waagrechten Lagen (die freilich später durch gebirgsbildende Vorgänge oft stark verstellt worden sind). Wir sprechen daher auch von Schichtgesteinen. Ihre Ablagerung in Bänken ist ein technisch wichtiges Merkmal. Aus Einzelheiten der Ausbildung, aus der

Anordnung der Körner, aus den im Gestein enthaltenen Resten von Lebewesen (Fossilien = Versteinerungen) oder deren Lebensspuren (Fährten, Bohrgänge), aus Wellenfurchen und sonstigen Merkmalen kann man die Art der Entstehung meist sehr verläßlich feststellen. Die meisten Ablagerungen waren ursprünglich locker und sind erst nachträglich durch die Vorgänge der Gesteinswerdung zu einem festen Gestein verkittet worden.

Übersicht: Bei der Bildung dieser Gesteine haben mechanische, chemische und biologische Vorgänge so mannigfach ineinander gewirkt, daß es schwer hält, eine befriedigende Einteilung aufzustellen.

I. Am leichtesten ist noch jene Gruppe abzutrennen, die aus der vorwiegend mechanischen Anhäufung von Trümmern, Zerreibseln und Verwitterungsresten anderer Gesteine, auch aus Hartteilen von Tieren und Pflanzen oder deren Zerreibseln hervorgegangen sind. Wir nennen sie Trümmergesteine oder mechanische Absatzgesteine. Die Verfrachtung vom Ausgangsort der „Trümmer" zu ihrem Ablagerungsort erfolgt teils durch bloße Schwerkraft (z. B. Schutthalden, die zu Gehängebrekzien verkittet werden), am häufigsten durch fließendes Wasser (alle Sandsteine), durch das Gletschereis (Moränen) oder auch durch den Wind (Löß). Die Ausgangsstoffe sind vorwiegend Bruchstücke, bzw. Gerölle von ganzen Gesteinen oder die durch den Zerfall derselben frei gewordenen Einzelminerale. Daneben spielen die Hartteile von Lebewesen (z. B. Muschelschalen) als ganze oder als Zerreibsel eine große Rolle.

Innerhalb der Trümmergesteine kann man nach der Korngröße etwa drei Gruppen unterscheiden:

1. Konglomerate, Verkittung von großen Geröllen (Schotter und Kies). Sind die Trümmer noch nicht abgerundet, sondern noch eckig, so spricht man von Brekzien (italienisch breccia).

2. Sandsteine. Verkittung von Sand, d. h. von Bruchstücken, die in der Hauptmenge kleiner als 2 mm sind.

3. Schlammgesteine. Verkittung von allerfeinstem Gesteinsschlamm, der tonig, kalkig, mergelig oder kieselig sein kann.

Zu diesen mechanischen Absatzgesteinen gehören auch die Verfestigungen von vulkanischen Lockermassen, die vulkanischen Tuffe, die aber aus Zweckmäßigkeitsgründen bereits im Anhange zu den Ergußgesteinen behandelt worden sind.

II. Eine andere Hauptgruppe sind die chemischen Absätze, d. h. Stoffe, die aus Lösungen ausgeschieden sind. Hierher gehören alle Salzgesteine (von denen für uns nur der Gips wichtig ist), die Kalkabscheidungen aus warmen Quellen (Aragonitsinter, Sprudelstein), aus kalten (Kalksinter, Tropfstein) und ein Teil der Kalksteine.

III. Eine dritte Hauptgruppe, mit den beiden vorigen durch alle Übergänge verbunden, sind die Belebtgesteine oder organischen Absatzgesteine, d. s. solche, die in der Hauptsache aus pflanzlichen oder tierischen Resten bestehen. Dazu gehören die meisten Kalksteine, die Kreide, die meisten Kalktuffe und auch manche Kieselgesteine.

Da, wie erwähnt, zwischen allen diesen Bildungen Übergänge jeglicher Art bestehen, überdies auch im Verlaufe der Gesteinswerdung noch mannigfache Umwandlungen eintreten (z. B. von Kalkstein zu Dolomit), ist es zweckmäßig, diese Gesteine in einzelnen Gruppen zu behandeln, die teils den geologischen Verhältnissen, teils dem praktischen Bedürfnis des Steinhandwerks entsprechen.

Die wichtigsten Mineralien der Absatzgesteine.

a) Umgelagerte Minerale.

Da die Trümmergesteine aus dem Zerfall anderer Gesteine hervorgegangen sind, enthalten sie ganze Bruchstücke von diesen Gesteinen oder deren Einzelmineralen. Es ist also das Vorkommen sämtlicher Mineralarten in den Absatzgesteinen möglich. In der Hauptsache tritt aber doch unter diesen Mineralen — und zwar um so stärker, je weiter sie verfrachtet worden sind — eine gewisse Auslese ein, in dem Sinne, daß die mechanisch und chemisch widerstandsfähigsten Minerale in den Absätzen verhältnismäßig angereichert sind, vor allem der Quarz, der zu den haltbarsten Mineralen zählt. Von den Glimmermineralen finden wir am häufigsten den lichten Glimmer (Muskovit) in den Absätzen, während die dunklen Glimmer (Biotit) und auch die grünen (Chlorit) infolge ihrer geringen chemischen Widerstandsfähigkeit meist verschwunden sind. Auch die Feldspate sind nicht sehr bestandfähig und daher in den Absatzgesteinen nur selten unversehrt erhalten (in den Feldspatsandsteinen oder Arkosen).

b) Neugebildete Minerale.

Eine ganze Reihe von Mineralen werden in den Absatzgebieten neu gebildet und sind für diese mehr oder minder bezeichnend.

Kohlensaure Minerale (Karbonate).

Kalkspat, der wichtigste Bestandteil fast aller Absatzgesteine, $CaCO_3$, Härte 3, also leicht mit dem Messer zu ritzen. D = 2·72. Mit kalter, verdünnter Salzsäure aufbrausend. Die Kristalle gut spaltbar. In Wasser verhältnismäßig leicht löslich, daher häufig umgelagert (Bindemittel der meisten Absatzgesteine). Infolge dieser hohen Löslichkeit verlieren Kalksteine im Freien rasch ihre Politur und durch die dadurch eintretende Aufrauhung auch einen wesentlichen Teil ihrer Farbe („Mattscheibenwirkung"). Aufbaustoff der meisten Versteinerungen (Muschelschalen, Korallen, Kalkalgen usw.).

Vom Kalkspat nur durch das Kristallsystem unterschieden ist der Aragonit, ein Absatz aus warmen Quellen. Hauptbestandteil vieler Kalksinter (im Handel fälschlich Onyx genannt). Manchmal in Form von Kügelchen (Erbsenstein, Rogenstein, Oolith, z. B. Karlsbader Sprudelstein).

Dolomitspat (Bitterspat), $CaMg(CO_3)_2$. Etwas härter und schwerer als Kalkspat, mit Salzsäure nur dann aufbrausend, wenn diese erwärmt oder unverdünnt ist oder das Gestein gepulvert wird. Häufig Bitumen enthaltend, sehr spröde.

Magnesitspat. Härte $4-4^1/_2$, die länglichen spindelförmigen Kristalle des Pinolitmagnesits machen diesen als Ziermarmor brauchbar.

Eisenspat, $FeCO_3$, durch Verwitterung braun werdend, bedingt die braune Verfärbung mancher Marmore.

Schwefelsaure Minerale.

Gips, $CaSO_4 \cdot 2\,H_2O$, Härte 2 (also mit dem Fingernagel zu ritzen), als Bildhauerstein nur der blendend weiße kristallinische Alabaster. Der gebrannte Gips wird im Anhange bei den Hilfsstoffen besprochen.

Kieselminerale (Silikate).

Die Neubildungen der Kieselsäure in den Absatzgesteinen sind von besonderer Wichtigkeit (kieseliges Bindemittel), jedoch meist so unscheinbar, daß sie mit freiem Auge nicht ausnehmbar sind. Kieselsubstanz durchsetzt auch viele Kalksteine und erhöht dadurch sehr stark ihre Festigkeit. Die vielen technisch wichtigen Kieselgesteine (z. B. Quarzite für Mühlsteine) spielen im Steinhandwerk keine Rolle. Nur die weichen kreidigen Anhäufungen der Schälchen von Kieselalgen stellen als Kieselgur oder Tripel ein wichtiges Poliermittel dar. Kluftausfüllungen aus Quarz (Quarzadern) sind in Sandsteinen häufig. Die uns von den Erstarrungsgesteinen geläufigen Silikate spielen als Neubildungen in unveränderten Absatzgesteinen keine Rolle. Erleiden jedoch Sedimente, z. B. Quarzsandsteine, durch Pressung eine beginnende Umwandlung, dann können auch Glimmer als Neubildungen auftreten, z. B. in den sogenannten Grauwacken.

Der Glaukonit, eine Verbindung von Eisen, Aluminium und Kieselsäure, ist ein weiches, olivgrünes Mineral, das bei der Verwitterung rostbraun wird. Er bedingt die grüne Färbung mancher Sandsteine (Grünsandstein von Regensburg, ein Teil des Wiener Sandsteins).

Tonminerale.

Durch die Verwitterung der Feldspate aus den Erstarrungsgesteinen entstehen Feldspatresttone, die gegenüber den Feldspaten die Alkalien (Na, K) und einen Teil der Kieselsäure verloren haben (z. B. Kaolinit $Al_2O_3 \cdot 2\,SiO_2 \cdot 2\,H_2O$). Es gibt eine ganze Reihe von Tonmineralen, die mit normalen Mitteln nicht unterschieden werden können. Gemeinsam ist ihnen allen der Aufbau aus sehr kleinen Schüppchen und die Fähigkeit, durch Anlagerung von Wasser zu quellen. Vermutlich ist dieser „Toncharakter" nicht streng an tonige Minerale gebunden, sondern tritt auch bei anderen Mineralstoffen von einer gewissen Korngröße abwärts auf. So wichtig die Tone in der keramischen Industrie sind, so unerwünscht und schädlich sind sie unter den Absatzgesteinen für den Steinhandwerker (die Dachschiefer gehören eigentlich schon zu den Umprägungsgesteinen). Der Tongehalt macht ein Sedimentgestein stets frostempfindlich, bei Sandsteinen und Konglomeraten setzt er die Kornbindungsfestigkeit stark herab (deswegen darf beim Beton, der ja nichts anderes als ein künstliches Konglomerat ist, der Zuschlagstoff nicht mit Ton verunreinigt sein, sondern muß vorher gewaschen werden), tonige Kalksteine nehmen schwer Politur an und verlieren sie besonders rasch wieder, Mergel, die aus Kalk und Ton bestehen, sind nicht wetterbeständig; tonige Lagen im Marmor wittern rasch aus usw. Tonige Gesteine sind daher nach Möglichkeit überhaupt nicht zu verwenden, keinesfalls aber im Freien. Der Tongehalt ist an dem bezeichnenden „tonigen Geruch" fast stets leicht zu erkennen. Roterdebildungen, das sind eisenhaltige Tonminerale, bilden den Farbstoff vieler roter Marmore.

Eisenminerale.

Die Sauerstoffverbindungen des Eisens fehlen nur in den rein weißen Gesteinen, sind sonst stets vorhanden, wenn auch in geringen Mengen und stellen den wichtigsten Farbstoff dar. Sie bewirken die rote, braune, gelbe, in den meisten Fällen auch die grüne und schwarze Färbung der Absatzgesteine. Es handelt sich dabei stets um feinste pulverförmige Stoffe, die als Einzelminerale mit dem freien Auge nicht erkennbar sind. Weitaus das wichtigste ist das Brauneisen, ein wasserhaltiges Eisenoxyd; vielfach entsteht es erst im Zuge der Verwitterung (z. B. Braunwerden von grünen Sandsteinen). Reines Eisenoxydpulver ist ein wichtiges Poliermittel (Englischrot oder Caputmortuum).

Der Schwefelkies (Pyrit), schon bei den Erstarrungsgesteinen ausführlich behandelt, ist in den Absatzgesteinen ebenso unerwünscht, weil er oft durch rasche Verwitterung mindestens sehr häßliche braune Flecken erzeugt, wenn er nicht stärkeren Schaden anrichtet.

Manganminerale.

Ähnlich wie das Eisen liefert auch das Mangan, wenn auch nicht so häufig, einen wichtigen Farbstoff der Gesteine. Unter anderem sind z. B. in den roten Adneter Marmoren vielfach einzelne Kalkknollen durch ein Manganhäutchen überzogen, das im Schnitt auf der geschliffenen Fläche als feiner schwarzer Ring erscheint, ein sehr wichtiges Kennzeichen der gebräuchlichsten Adneter Sorte, des „Adneter Rots" (früher „Lienbacher" genannt). Auf sehr dünnen Schichtfugen breitet sich das Mangan in pflanzenähnlichen Zeichnungen („Dendriten") aus, die z. B. auf den Platten von Solnhofener Kalkschiefer häufig sind und als „naturgeblumter Stein" gerne verwendet werden. Manche Kalksteine sind ganz getupft von kleinen Manganflecken (Lorettostein).

Organische Beimengungen.

Fast alle Absatzgesteine enthalten Reste von organischer Substanz, freilich oft in so geringer Menge, daß sie erst beim Erhitzen des Gesteins bei rund 600° C durch Verkohlen merklich wird (z. B. alle Leithakalke). Kohlige Stoffe bedingen bei manchen Gesteinen die graue oder schwarze Farbe. Beim Brennen verschwindet sie, daher kann man aus schwarzem Kalkstein einen ganz weißen Kalk brennen. Vielfach enthalten Absatzgesteine sogenannte bituminöse Stoffe, die dem Gestein beim Anschlagen einen bezeichnenden Geruch geben (Stinkkalke). Für das Steinhandwerk belanglos, in Ausnahmefällen erwünscht (z. B. Platten von schwarzen Liasschiefern Schwabens wegen ihres natürlichen Ölgehaltes als Pissoirplatten verwendet).

Hartteile von Lebewesen (Versteinerungen) als Gesteinsbildner.

Schalen von Muscheln, Schnecken usw., teils Kalkspat, teils Aragonit; in verschiedenen Erhaltungsformen, als ganze Schalen, vielfach auch herausgelöst, wobei im Innern der Hohlraumausguß als „Steinkern" verbleibt. Sehr viele Kalksteine sind fast ausschließlich aus solchen Schalenanhäufungen, bzw. den Steinkernen aufgebaut (Schillsteine oder Lumachellen, z. B. der Atzgersdorfer Kalkstein). Mindestens ebenso wichtig ist die Anhäufung der Schälchen von kleinsten einzelligen Tieren, den Foraminiferen (eine Art „Urtiere"), deren mikroskopisch kleine Gehäuse im lockeren Zustande

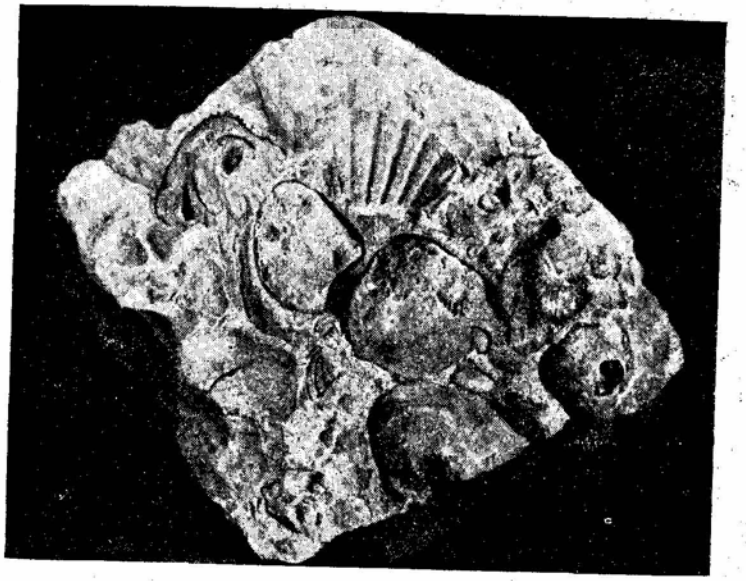


Bild 19. Jungtertiärer (sarmatischer) Sandstein von Wien, XIX., Nußdorf, mit Steinkernen von Muscheln und Schnecken (Mactra, Cardium, Cerithium).

die Kreide, im mäßig verfestigten Zustand feinstkörnige weiche Kalksteine bilden, die für Bildhauerzwecke besonders gesucht sind (z. B. der „Savonnières" aus Lothringen). Manche dieser Tiere haben aber auch etwa linsengroße Schälchen, die man mit freiem Auge leicht erkennt (z. B. der „Trogkofelkalk" der Karnischen Alpen, der früher in Kärnten viel als roter Marmor verwendet wurde, und der „Nummulitenkalk" von St. Pankratz, Salzburg).

Die Tiergruppe der Stachelhäuter (Seelilien, Seesterne, Seeigel) baut ihr Gehäuse aus Kalkspat, der schon im lebenden Tier in Form von grobspätigen Kristallen vorliegt; nach dem Tode zerfallen die Schalen und liefern Einzelkristalle in bezeichnenden Formen (Rhomboeder), ein häufiger Gemengteil der meisten Kalksteine. Die Seelilien haben Stiele, die aus kleinen

Kalkspatscheibchen aufgebaut sind; in riesigen Mengen zusammengeschwemmt, liefern sie Kalksteine, zu denen einige wichtige Dekorationsmarmore gehören (z. B. der schwarzgraue belgische Marmor, der wegen seiner Körnigkeit im Handel fälschlich als „belgischer Granit" bezeichnet wird, ferner rote Seelilienkalke, „Hierlatzkalke" (z. B. vom Fludergraben bei Aussee oder vom Schwarzensee beim Wolfgangsee).

Sehr wichtige Gesteinsbildner sind auch die Korallen. Ihre Gehäuse machen das Gestein zu einem schöngezeichneten Dekorationsmarmor (grauer Lahnmarmor „Wirbelau", graue und rote „Tropfmarmore" der Adneter Gegend). Große Korallenstöcke, von alpinen Kalksteinen besonders die strauchförmigen Bildungen „Lithodendron", liefern im angewitterten Zustande interessante Zeichnungen, die an „Naturfelsen" geschätzt sind.

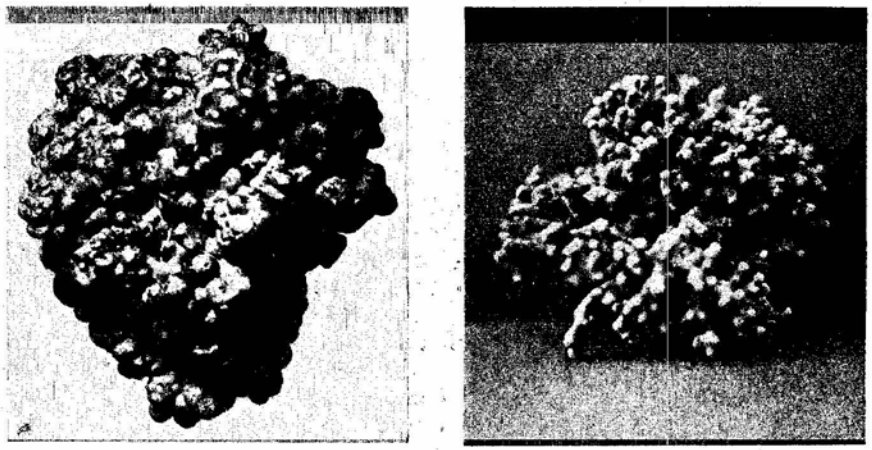


Bild 20 und 21. Ein gedrungener und ein fein verästelter Knollen der Kalkalge Lithothamnium, aus denen die Leithakalke zur Hauptsache aufgebaut sind.

Unter den Pflanzen sind die Kalkalgen die wichtigsten Gesteinsbildner. Sie haben sehr verschiedene Wachstumsformen. Teils Knollen (z. B. die „Rosen" im Leithakalk von St. Margareten im Burgenland), teils annähernd zusammenhängende Schichten („Algenrasen", häufig im Mannersdorfer Stein); vielfach werden die feinen Stengel der Kalkalgen ganz zerrieben und liefern den Kalksandstein (St. Margareten, Loretto usw.). Die für Österreich so wichtigen Leithakalke bestehen in der Hauptmenge aus Kalkalgen (Lithothamnien). Bei Kalksteinen aus älteren Schichten sind meist die Algenformen so verwischt, daß sie kaum mehr kenntlich sind (Diploporenkalk).

Besonders wichtig ist die Ausfällung von Kalk durch Pflanzen, die den Kalktuff liefert, der dann durch weitere Ausfüllung, zum Teil Umkristallisation, in Travertin übergeht.

Sowohl Pflanzen (eine Algengruppe, die Diatomeen) sowie manche Tiergruppen (z. B. die Meeresschwämme oder Spongien) liefern feine kieselige Hartteile, die in den Absatzgesteinen sehr häufig, aber für den Steinmetz unwichtig sind (nur Kieselgur als Poliermittel).

Die Gesteinswerdung (Diagenese) der Absatzgesteine.

Einige Absatzbildungen werden schon im Zuge ihrer Ablagerung, bzw. ihres Wachstums zu festen Gesteinen. Dies gilt von den Korallenriffen, von manchen Kalkabsätzen, besonders solchen aus warmen Quellen, und von einem Teil der Kalktuffe. Weitaus die meisten aber werden zunächst als mehr oder minder lose Schüttungen (Schlamm, Sand, Schotter) abgelagert und erst im Verlaufe von sehr langer Zeit zu festen Gesteinen verkittet. Der Grad, die Vollkommenheit dieser Verkittung ist entscheidend für die technische Verwendbarkeit. Man unterscheidet kieselige, kalkige und tonige Bindemittel, von welchen die ersten die besten, die letzten die schlechtesten sind. Meist liegen auch Mischungen dieser Stoffe vor. Die Stoffe des Bindemittels werden vorwiegend aus den Absatzmassen selbst bezogen (durch Auflösung von Versteinerungsschalen, besonders solchen aus Aragonit, durch Lösung von Kalkgeröllen usw.), gelegentlich auch von außen zugeführt (z. B. durch kalkhaltige Wässer). Durch diesen Lösungsumsatz werden die Hohlräume in den Absätzen mehr und mehr ausgefüllt, bis schließlich ein ganz dichtes Gestein entsteht. Dabei werden vielfach das alte Korngefüge und auch die Versteinerungsreste durch mehr oder minder weitgehende Umkristallisation verwischt. Dem Untersberger Marmor z. B. ist nur mehr schwer anzusehen, daß er ein vollkommen dicht gewordenes Konglomerat darstellt. Die Lösungs- und Verdichtungsvorgänge erfordern lange Zeit, daher sind im allgemeinen die Absatzgesteine aus älteren geologischen Zeiten, besonders jene aus dem Altertum und dem Mittelalter der Erdgeschichte, sehr dicht, die aus der Neuzeit der Erdgeschichte meistens noch sehr löcherig und porös und daher nur selten schleif- und polierbar.

Das Alter der Absatzgesteine.

Absatzgesteine haben sich zu allen Zeiten der Erdgeschichte gebildet und entstehen auch heute noch. Die sehr fein abgestufte Altersgliederung der wissenschaftlichen Geologie ist für den Steinhandwerker belanglos, wohl aber ist sie wichtig für den beratenden Fachmann, der weiß, in welchen geologischen Altersschichten bestimmte Gesteine gesucht werden können. Nur ein kleiner Teil der wissenschaftlichen Altersbezeichnungen ist auch in die Praxis übergegangen, man spricht von Buntsandstein, Jurakalk usw.

Allgemeine technische Eigenschaften der Absatzgesteine.

Alle Absatzgesteine sind im frischen bruchfeuchten Zustande wesentlich „weicher", d. h. leichter zu bearbeiten und erhärten beim Austrocknen. Der Unterschied zwischen den bergfeuchten und den trockenen Gesteinen ist bei den jungen weichen Kalksteinen und Kalksandsteinen, z. B. den Leithakalken und den Kalktuffen, besonders groß. Bei manchen Leithakalken z. B. beträgt die Härtezunahme und damit der Mehraufwand an Arbeit bis zu 40 v. H. Manche Leithakalke, z. B. der harte Margaretener Stein, lassen sich im bruchfeuchten Zustande mit gewöhnlichen Sägen gerade noch schneiden, im trockenen nicht mehr.

Da die meisten Absatzgesteine sich Lage für Lage abgesetzt haben, sind sie fast stets in plattenförmige Bänke gegliedert, was für den Abbau und die Bearbeitung von entscheidender Wichtigkeit ist. Die waagrechten Schichtablösungen, manchmal durch tonige Überzüge, bei Sandsteinen durch Lagen von Glimmerblättchen ausgezeichnet, aber auch der bloße Wechsel von fein- und grobkörnigen Lagen erleichtern einerseits die Spaltbarkeit, anderseits stellen sie Schwächezonen dar, an denen die Verwitterung und auch Pressungsvorgänge ansetzen können. Daraus folgt die Grundregel, daß Schichtgesteine so weit als irgend möglich nur lagerhaft versetzt werden sollen. Bei hohen Säulen freilich, bei großen Grabsteinen usw., läßt sich diese Regel gewöhnlich nicht einhalten und man muß in solchen Fällen den Stein besonders sorgfältig aussuchen, damit er keine gefährlichen Schichtgrenzen enthält.

Die meisten Absatzgesteine sind außer durch die Schichtfugen auch noch durch Kluftflächen gegliedert, durch die die Bänke in kleinere Grundkörper (Kluftkörper) zerlegt werden. Die Abstände dieser Fugen sind maßgebend für die Größe der gewinnbaren Blöcke. Manchmal stehen die Kluftflächen unter so regelmäßigen rechten Winkeln aufeinander, daß das Gestein durch sie in mehr oder minder große Quadern zerteilt wird (Quadersandstein). Bei den meisten Sandsteinen sind in den oberflächennahen Bereichen die Schichtfugen bereits aufgegangen, sie sind in mehr oder minder dünne Platten zerlegt, die sich leicht gewinnen lassen, während die dickeren Bänke in größerer Tiefe sich nur mehr schlecht oder gar nicht spalten lassen.

2. Die Trümmergesteine.

Konglomerate.

Die zu einem festen Gestein verkitteten Schotter und Kiese werden als Konglomerat bezeichnet, wobei die Gesteinsbeschaffenheit der Schottergerölle keine Rolle spielt. Das Bindemittel der bei uns verwendeten Konglomerate ist ausnahmslos kalkig.

Von den Konglomeraten aus bestehen alle Übergänge einerseits nach der Korngröße zu den Sandsteinen (die Grenze mag bei 2 mm Korndurchmesser angesetzt werden), anderseits nach der Kornform zu den Brekzien, deren Einzeltrümmer nicht oder nur wenig gerundet sind. Dadurch, daß die Schuttkegel von Flüssen sich als Delta ins Meer vorbauen, die Gerölle auch noch durch die Brandung weiter verarbeitet werden, entstehen auch Mischungen und Übergänge zu echten Meeresablagerungen (z. B. die Leithakonglomerate).

Gesteinswerdung. Die Verbindung der Einzelgerölle miteinander erfolgt durch Überrindung mit Kalkspat. Vielfach findet man hohle Gerölle, deren Kalksubstanz herausgelöst und in der Nachbarschaft als Bindemittel

wieder abgesetzt wurde. Die durch die Verkittung der Gerölle miteinander erzielte Kornbindungsfestigkeit kann kleiner oder größer als die Festigkeit der Einzelgerölle sein. Im ersten Falle werden beim Zerschlagen des Gesteins, bzw. bei der Bearbeitung, die Gerölle als ganze herausspringen, besonders wenn es sich um sehr harte Rollstücke handelt, im anderen Falle wird der Bruch durch die Gerölle gehen. Nur solche gut verkittete Konglomerate sind als Werksteine brauchbar.

Besonders bei den jüngeren Konglomeratbildungen (Eiszeitnagelfluh) hat die Verfestigung noch nicht immer durch die ganzen Geröllmassen gleichmäßig durchgegriffen, manchmal sind nur die oberen oder äußeren Teile

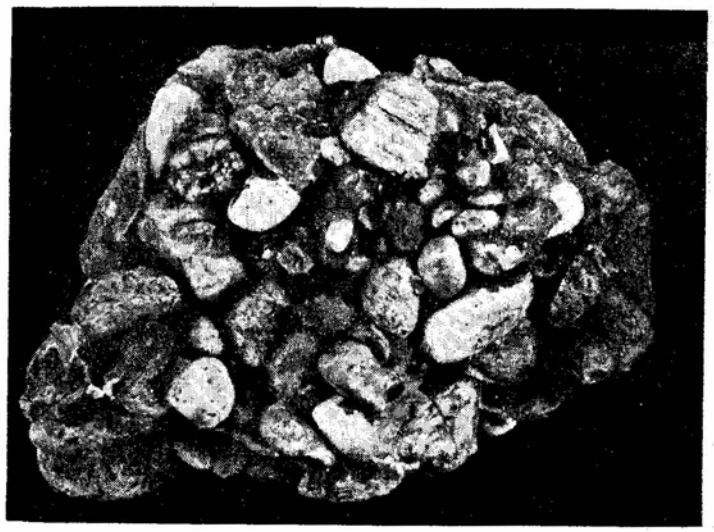


Bild 22. Eiszeitschotter mit beginnender Verfestigung zu Konglomerat, Drautal bei Völkermarkt.

fest verkittet und bei fortschreitendem Abbau gerät man in schlecht verkittetes und daher minderwertiges Gestein (daher Vorsicht bei Neuanlage von Steinbrüchen!). Aber auch in sonst guten Ablagerungen finden sich gelegentlich schlecht verkittete Stellen, deren Gerölle bei der Bearbeitung herausfallen („Kiesnester"); sind sie sehr klein, so können sie mit Kunststein ausgebessert werden, sind sie groß, so wird durch sie der ganze Block entwertet.

Technische Eigenschaften der Konglomerate. Die wichtigste Voraussetzung ist eine ausreichende Kornbindungsfestigkeit, da andernfalls durch Herausbrechen einzelner Gerölle keine geraden Kanten zu erzielen sind. Enthält das Gestein neben Kalkgeröllen auch solche von Hartgestein (z. B. Quarz), so muß man an die Festigkeit der Verkittung noch höhere

Ansprüche stellen. Die harten Gerölle sind übrigens bei der Gewinnung und Verarbeitung immer störend. Die Bohrlöcher werden leicht schief und verklemmen den Bohrer, das Sägen wird erschwert, gewisse maschinelle Bearbeitungen (Hobeln, Fräsen) praktisch unmöglich. Dagegen gestatten Konglomerate, die durchwegs aus den verhältnismäßig weichen Kalkgeröllen bestehen, jede Art von maschineller Bearbeitung und sind so leicht zu sägen, daß sie das gegebene Gestein für Plattenverkleidungen sind, während die gemischtkörnigen Konglomerate sich in erster Linie für Quadern und ähnliche massive Stücke eignen. Auch die Korngröße beeinflußt die Verwendungsmöglichkeit. Je feinerkörnig ein Konglomerat ist, desto besser ist es für feinprofilierte und für Bildhauerarbeiten geeignet.

Die grobkörnigen Konglomerate sind meist ziemlich löcherig, wobei die Löcher weniger ursprünglichen Zwickeln als aufgelösten oder zersetzten Geröllen entsprechen. Die praktische Auswirkung dieser Löcher ist sehr verschiedenartig. Sie stören auf jeden Fall bei der Gewinnung und Zerteilung der Rohblöcke. Beim Bohren sammelt sich das Bohrmehl in den Löchern und blockiert den Bohrer, beim Sägen geht der Sand in die Löcher und bedingt dadurch sehr hohen Sandverbrauch. Für Werksteine sind die Löcher im allgemeinen durchaus erwünscht, weil sie die Oberfläche in einer Weise beleben, die in neuerer Zeit sehr geschätzt wird. Auch bei Plattenverkleidungen werden die Löcher gerne offen gelassen und nur für polierte Platten verkittet, da sie mit der Materialwirkung des marmorähnlich polierten Steins unvereinbar sind.

Die großen Löcher in den grobkörnigen Konglomeraten bewirken keine Beeinträchtigung der Wetterbeständigkeit. Diese hängt vielmehr ausschließlich von der Kornbindungsfestigkeit ab. Gefährlich sind solche Konglomerate, deren Einzelgerölle mit tonigen Häutchen überzogen sind (z. B. gewisse feinkörnige Bänke im Lindabrunner Stein).

Die Farbe der Konglomerate ist von den Teilfarben der Gerölle und der des Bindemittels abhängig. Erwünscht ist eine gewisse, nicht zu weitgehende Buntheit, die die Oberfläche belebt, und ein „warmer", d. h. gelblicher bis rötlicher Gesteinston. Aus diesem Grunde ist das mäßig bunte, rötliche Rohrbacher Konglomerat (Ternitz, Raglitz, Niederösterreich) in den letzten Jahrzehnten besonders beliebt geworden. Manche Kalkkonglomerate bestehen vorwiegend aus weißen, lichtgrauen und blaßgelben Kalksteingeröllen mit einer etwas tot wirkenden Gesamtfarbe; in solchen Fällen hat man gelegentlich mit künstlicher Färbung nachgeholfen.

Die wichtigsten Vorkommen.

Österreich.

Die Konglomeratbildungen der älteren Erdzeitalter sind zwar vielfach als Bruchstein, auch als Mühlstein, selten jedoch für Quadern oder andere Steinmetzarbeiten verwendet worden. Erwähnt seien die roten Konglomerate mit weißen Quarzgeröllen in Begleitung des permischen Grödener Sandsteins (früher sogenannter Verrucano), die in Kärnten, Ost- und Nordtirol an älteren Bauten vorkommen (z. B. Kitzbühler „Schattbergstein").

Die der Kreidezeit (Gosauformation) angehörigen Bildungen von Gießhübl, westlich von Mödling, wurden örtlich für Bruchsteinmauern verwendet. Auch der Untersberger Marmor ist eigentlich ein Konglomerat der Kreidezeit; wegen seiner Dichtheit wird er erst bei den Marmoren besprochen.

Leithakonglomerate.

Die Leithakonglomerate gehören zu den wichtigsten Werksteinen, besonders für Wien und Niederösterreich. Es sind dies jene Geröllmassen, die zur Miozänzeit an den Strandlinien des Wiener Beckens und in seitlichen Buchten

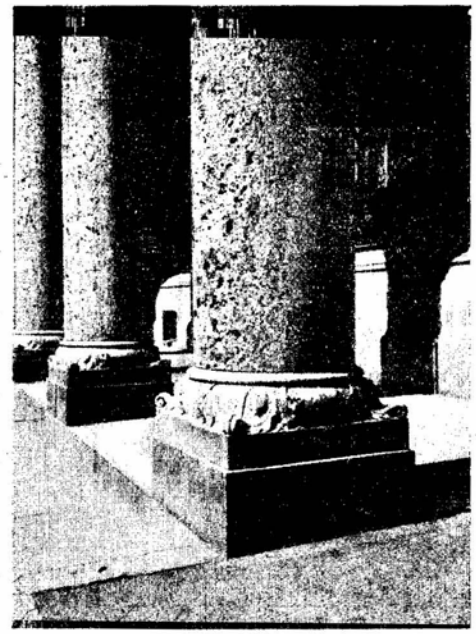


Bild 23. Säulen aus Konglomerat von Lindabrunn bei Leobersdorf, Niederösterreich.

(z. B. im Gaadener Becken) abgelagert wurden und sich mit dem Kalkschlamm der Uferbildungen vermischten. Es gibt daher alle Übergänge von reinen Konglomeraten bis zu Leithakalken, bzw. Kalksandsteinen, die nur mehr vereinzelte Gerölle enthalten.

Die wichtigsten Steinbrüche sind, bzw. waren entlang der sogenannten Thermenlinie in Baden, Brunn am Steinfeld, Fischau, Gainfarn, Heiligenkreuz (Bodenberg), Kalksburg, Lindabrunn, Pernitz, Soos und Wöllersdorf (nicht zu verwechseln mit dem dortigen Algenkalk). Auch im Leithagebirge und dessen nördlichen und südlichen Vorlagen wurden konglomeratische Leithakalke abgebaut, so bei Hundsheim, Loretto, Sommerein und Marz.

Verwendungsbeispiele:

Wien und Umgebung: Die konglomeratischen Bausteine waren der führende Baustein bis zum Ende des 13. Jahrhunderts (die romanischen Anteile von Stephans-, Schotten-, Michaelerkirche und vielen anderen). Die eigentlichen Konglomerate besonders für viele Aquädukte der 1. Wiener Hochquellenleitung. Von etwa 1920 bis 1938 ist besonders das Lindabrunner Konglomerat in allen Bauten und Denkmälern der Gemeinde Wien vertreten. Seit 1938 gesteigerte Verwendung dieser und anderer Konglomerate, und zwar besonders Quadern für die Autobahnbrücken, aber auch (maschinell hergestellte) Tür- und Fensterprofile für viele öffentliche Bauten. Einzelbeispiele: I., Neues Amtshaus des Rathauses, große Säulen. Treppenanlage vor der Kirche Maria am Gestade. Alle Steinteile der 1935 erneuerten Fassade der Kapuzinerkirche. VIII., Sanatorium Auersperg und Österr. Sparkasse Alserstraße. IX., Architektur Schubertbrunnen. X., Sockel Amalienbad. XIX., Kahlenberghotel und viele Mauern an der Höhenstraße.

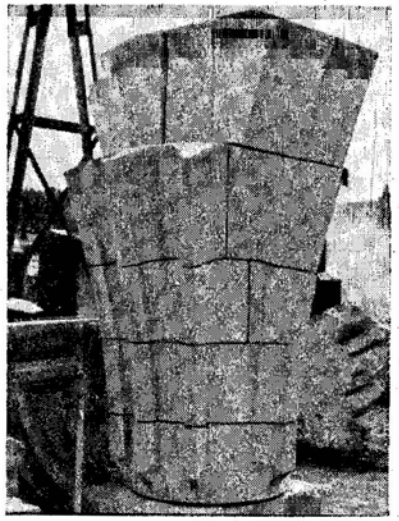


Bild 24. Gewölbefüßel für den Wiederaufbau der Georgskirche, Wiener-Neustadt. Feinkörniges Konglomerat von Baden bei Wien.

Sonstige Tertiärkonglomerate.

Ebenfalls eine konglomeratische Meeresbildung ist die sogenannte Hollenburger Nagelfluh, die im Traisentale an mehreren Orten von altersher abgebaut wird (Dietersdorf, Getzersdorf, Nußdorf an der Traisen, Siegersdorf).

Verwendungsbeispiele:

Der Getzersdorfer Stein von 1938 bis 1945 an vielen öffentlichen Bauten, z. B. Flugplatz Zwölfaxing.

Was die miozänen Konglomerate von der Art des Lindabrunner für Niederösterreich und Wien bedeuten, ist das Sattnitzkonglomerat für Kärnten. Es sind dies die mächtigen (jungtertiären) Geröllmassen am Nordrande der Karawanken, die zum Teil gleich alt mit den soeben behandelten

Bildungen des Wiener Beckens, zum Teil (Bärentalkonglomerat, Vinzanagelfluh) vermutlich etwas jünger sind. Diese rein kalkigen Konglomerate sind außerordentlich gut verkittet (ein Teil des Bindemittels stammt aus den bezeichnenden „hohlen Geröllen") und für ihre Wetterbeständigkeit zeugen nicht nur die alten Bauten, sondern auch die steilen Felswände des Sattnitzzuges. Stellenweise sind auch Bänke von feinkörnigem Material, also Kalksandstein, zwischengelagert (dieser „glatte Stein" wurde für Bildhauerarbeiten verwendet, besonders in den Brüchen von Oberaichwald bei Lat-

Bild 25. Türgewände aus Konglomerat von Ternitz, Niederösterreich.

schach am Faaker See). Diese Vorkommen haben seit dem Mittelalter ganz Mittelkärnten, besonders den Raum von Villach, mit Bausteinen versorgt. 1904 wurden für die Karawankenbahn neue große Brüche eröffnet (Oberaichwald und Schlatten bei Rosenbach).

Eine junge Süßwasserbildung (pannonische Stufe) ist das Ternitzer Konglomerat (im geologischen Schrifttum meist „Rohrbacher Konglomerat" genannt), eine bunte Mischung von Geröllen der Kalkalpen. Viele hohle Gerölle, auch ganz herausgelöste, die dem Gestein neben der Farbe eine starke Belebung der Oberfläche verleihen. Diese Hohlräume sind angesichts der guten Verkittung des Konglomerats vollkommen harmlos. Infolge der Abwesenheit von harten Geröllen sehr gut zu bearbeiten, daher umfangreiche Verwendung nicht nur zu Quadern, Säulen usw., sondern auch für figurale Arbeiten. Bei

Plattenverkleidungen werden, soferne sie feinrauh (gesandelt) belassen werden, die Löcher beibehalten; für geschliffene Platten werden sie vorher verkittet. Die wichtigsten Steinbrüche bei Ternitz und Raglitz, Niederösterreich.

Verwendungsbeispiele:

Wien und Umgebung: Um 1870 besonders ein Teil der Aquädukte der 1. Wiener Hochquellenleitung. Seit etwa 1930 immer mehr für Plattenverkleidungen von Geschäften und ganzen Hausfassaden (z. B. Creditanstalt-Bankverein, Filiale Babenbergerstraße, Bärenmühle Wien IV.); seit 1938 auch (maschinell)profilierte Arbeiten (z. B.

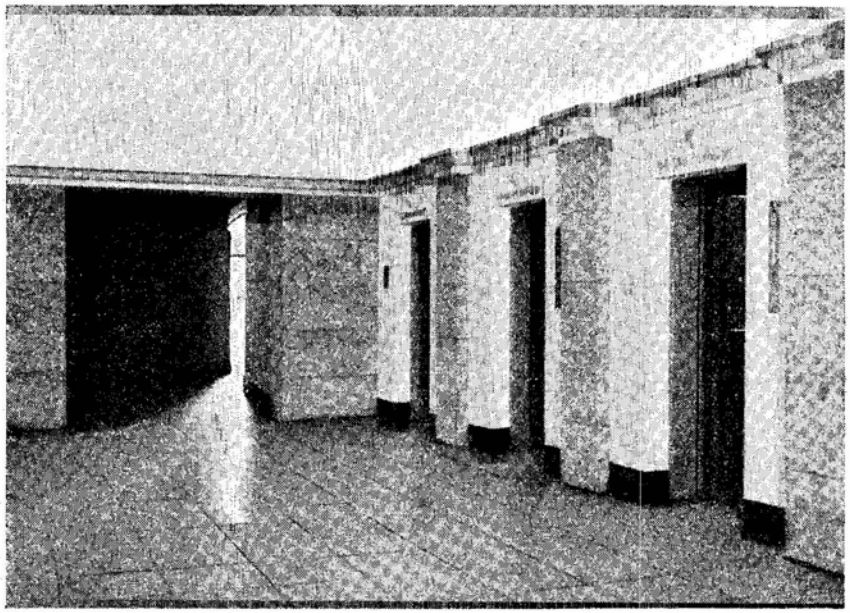


Bild 26. Halle eines Kaffeehauses. Pfeiler Salzburger Nagelfluh. Pflaster gelber Unterberger Marmor.

XV., Calasantinerkirche, Kommunionbank). Im übrigen Fenster- und Türgewände an reichen Neubauten, ferner Autobahnquadern, ein Großteil der neueren Geschäftsverkleidungen.

Graz: Geschäftsverkleidungen, z. B. Herba Kalchberggasse und Sowa Murgasse.

Linz: Geschäftsverkleidungen, z. B. Linzer Wurstfabrik und Göc.

Ähnliche jungtertiäre Konglomerate sind an vielen Stellen der Alpen (z. B. Sinnersdorf, Oststeiermark, Arnfels und Leutschach, Weststeiermark, einige Vorkommen auch in Vorarlberg) örtlich untergeordnet zur Verwendung gekommen.

Eiszeitkonglomerate.

Die gewaltigen Schottermassen, die während der Eiszeit in den großen Alpentälern und im Alpenvorlande aufgehäuft wurden, sind an vielen Stellen zu festen Konglomeraten verkittet, die als Baustein große Bedeutung haben.

Da an Felswänden einzelne Gerölle herausstehen, werden diese Bildungen meist als Nagelfluh bezeichnet. Je nach dem Einzugsgebiet der Flüsse, die die Schotter herangebracht haben, enthalten diese Konglomerate neben den

Bild 27. Einfahrtstor und Wächterhaus von Schloß Klesheim bei Salzburg. Salzburger Nagelfluh und Untersberger Marmor.

Geröllen von Kalkgesteinen auch solche von harten Silikatgesteinen der Zentralalpen, was die Bearbeitung sehr beeinträchtigt, oder nur Kalkgerölle. Die Ablagerung erfolgte meist in sehr dicken Bänken, was die Gewinnung von sehr großen Blöcken ermöglicht, besonders wenn das Gestein schonend

abgebaut wird (Abbohren mit parallelen Bohrlöchern, Gewinnung mit Seilsäge). Gelegentlich finden sich Stellen mit schlechter Verkittung („Kiesnester").

Salzburg. Mitten in der Stadt Salzburg sind der Mönchsberg und der Rainberg aus eiszeitlicher Nagelfluh aufgebaut, die am Rainberge in großen Brüchen gewonnen wird. Das Gestein enthält viele Quarzgerölle, die aber von der Seilsäge bewältigt werden. Dieses Rainbergkonglomerat ist an allen älteren Bauten Salzburgs und der Umgebung (z. B. Hellbrunn) verwendet und hat auch in neuester Zeit besonders viel Werksteine für Hochbauten und Brücken geliefert. Ein ähnliches Vorkommen am Riedl bei Hallein.

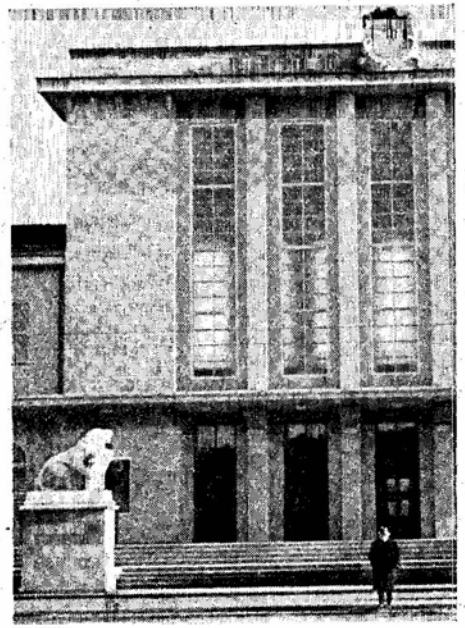


Bild 28. Bahnhof Linz a. d. D., Anfahrtsseite. Die Mauern der Halle und der Sockel des Löwen aus Nagelfluh von Kremsmünster, Oberösterreich. Der Löwe „Botticino"-Marmor (vom Gardasee; der Stein des Mailänder Domes).

Golling. In Torren, westlich von Golling, findet sich die gleiche Nagelfluh wie am Rainberge. Sie wird schon seit dem Mittelalter verwendet (für Kirchenbauten in Salzburg); seit 1938 wurde die Anlage modern ausgebaut und hat große Mengen von Werksteinen, besonders für Brückenbauten, geliefert.

Kremsmünster und Almtal. In den eiszeitlichen Schottern der Traun-Enns-Platte finden sich an vielen Stellen Verkittungen zu festem Konglomerat. Man unterscheidet die weiße Nagelfluh, die nur Kalkgerölle enthält (mit feinkörnigen Übergängen zu Kalksandstein), und die graue, die auch Quarzgerölle führt, daher schwieriger zu bearbeiten ist. Brüche in der Umgebung von

Kremsmünster und in Längendorf-Eggenstein bei Pettenbach. Wichtiger Baustein in Oberösterreich.

Verwendungsbeispiele Konglomerat Kremsmünster:

Linz: Großteil der Verkleidung des Neuen Hauptbahnhofes, Krypta des Domes, Kremsmünsterhaus (um 1600), Sockel und Fensterrahmungen vieler neuerer Bauten,

Bild 29. Torgewände aus Nagelfluh von Hieflau, Steiermark.

z. B. Wiener Städtische Versicherung, Straßenbahnhof Blumau, Landesarbeitsamt, Dürnberger-Schule, Goetheschule, Spallerhofschule, Domherrenhof, Hypotheken- und Creditinstitut, viele Geschäftsverkleidungen.

Steiermark: Kurmittelhaus „Sonderstation" in Tobelbad, Stufen usw.

Verwendungsbeispiele Konglomerat Almtal:

Linz: Neuer Bahnhof zum Teil, Postgebäude mit Turm am Bahnhof, Landarbeiterversicherung, Unfallkrankenhaus, Zentralkino.

Durchholzen (11 km nordöstlich von Kufstein). Altbekanntes Nagelfluhvorkommen, in neuerer Zeit für Brückenbauten verwendet.

Hieflau. Die Nagelfluh des Ennstales, früher fast nur für Mühlsteine, neuerdings mehr für Bauzwecke verwendet (z. B. Plattenverkleidungen in Graz, Sender Dobl massive Türumrahmungen).

Nassereith und andere Orte des Inntales haben ähnliche Nagelfluhbildungen.

Deutschland.

Konglomerate der Steinkohlenzeit werden u. a. im Ruhrgebiete und bei Magdeburg als Baustein gewonnen. Die gleichen eiszeitlichen Nagelfluhbildungen wie in Salzburg werden auch an vielen Orten Bayerns gewonnen, so bei Brannenburg (unteres Inntal), bei Traunstein, Teisendorf und in der Ramsau bei Berchtesgaden.

Südslawien.

Als Baustein für Krain sehr geschätzte Konglomerate bei Bischoflack, nordwestlich von Laibach.

(Sedimentäre) Brekzien.

Durch Verkittung eines mehr oder minder eckigen Gesteinsschuttes (meist Gehängeschuttes) entstehen die Gehängebrekzien. Sie sind also echte Absatzgesteine zum Unterschiede von „tektonischen Brekzien", d. h. Gesteinen (meist Kalksteinen), die an Ort und Stelle durch Gebirgsdruck in eckige Stücke zerpreßt und nachträglich wieder verkittet worden sind; diese werden bei den Marmoren besprochen.

Gehängebrekzien (am Meeresufer Strandhalden) haben sich zu allen Zeiten gebildet. Aus der Kreidezeit sind Gosaubrekzien aus Nordtirol zu nennen, die im geschliffenen Zustande ein schönes buntes Farbenbild ergeben und daher als Ziermarmor verwendet werden. Solche Gesteine sind der Flirscher Brockenmarmor oder „Flirscher Buntantik" und der „Imster Marmor" in der Muttekopfgruppe. Gleiche Kreidebrekzien im Lechtal, gerade an der bayrischen Grenze, wurden als „Füssener Marmor" verwendet. Ein Beispiel eines am Ufer des miozänen Meeres im Wiener Becken entstandenen Gesteines ist jenes von Gainfahrn bei Vöslau, wo vorwiegend graue eckige Trümmer (Grus) von Dolomit zu einer sehr festen Brekzie verkittet wurden (seit 1939 in Wien für Plattenverkleidungen und Torgewände verwendet).

Weitaus die meisten der technisch nutzbaren Gehängebrekzien gehören der Eiszeit an. Der Schuttmantel der Berge wurde besonders in den Nördlichen Kalkalpen durch Kalklösungen zu sehr festen Gesteinen verkittet. Das größte und wichtigste Vorkommen ist die Höttinger Brekzie, die den Abhang des Karwendels bei Innsbruck verkleidet. Ihre Bruchstücke bestehen vorwiegend aus weißen und grauen Kalken, doch sind einzelne Lagen durch Trümmer von rotem Sandstein rötlich gefärbt. Das harte und sehr wetterbeständige Gestein ist der Hauptbaustein von Innsbruck. Infolge der Groblöcherigkeit sind freilich feinere Profilarbeiten und Politur im allgemeinen ausgeschlossen.

Ähnliche, wenngleich kleinere Vorkommen von nur ganz örtlicher Bedeutung finden sich vielfach in den Alpen, z. B. die Brekzie von Weissenstein bei Gloggnitz, die in ihrer Gesamtwirkung dem Rohrbacher (Ternitzer) Konglomerat sehr ähnlich ist und zusammen mit diesem verwendet wurde.

Bild 30. Einzelheit von einer Innsbrucker Kirche. Grobkörnige Höttinger Brekzie.

Sandstein.

Begriff: Unter Sandstein versteht man eine Verkittung von Sandkörnern (aus einem beliebigen Material) durch ein Bindemittel zu einem festen Gestein.

Durch den Grad der Verkittung ergeben sich Übergänge zu den losen Sanden: in vielen Sandvorkommen sind nur einzelne Bänke zu festem Sandstein verkittet.

Übergänge zu anderen, bzw. anders benannten Gesteinen ergeben sich ferner durch die Größe der „Sand"-Körner. Sind die überwiegenden Körner größer als etwa 2—3 mm, so spricht man von Konglomeraten. Fast alle Konglomeratvorkommen enthalten feinerkörnige Bänke, die als Sandstein anzusprechen

sind. Schwerer ist eine Abgrenzung der Korngröße gegen unten, gegen die Schlammgesteine. Sie mag im allgemeinen dort erfolgen, wo die Einzelkörner durch Berühren oder durch Betrachten ohne Vergrößerungsmittel nicht mehr deutlich ausgenommen werden können, d. i. bei rund $^1/_{10}$ mm. So können Quarzsandsteine durch abnehmende Korngröße in Kieselgesteine (Quarzite), Kalksandsteine in dichte Kalksteine übergehen.

Mineralbestand des Sandes: Der Sand im Sandstein kann aus jedem beliebigen Mineral oder mehreren solchen bestehen (aus Quarz, Kalkspat Feldspat, Glimmer, Dolomit, Glaukonit, Hornblende usw.), auch aus feinst abgerollten Körnchen von Gesteinen (Kalksteinen, Kieselgesteinen, Schiefergesteinen usw.), schließlich aus Bruchstücken von Versteinerungen (Muscheln, Seelilien, Kalkalgen usw.), ja auch aus ganzen Schälchen von sehr kleinen Versteinerungen (z. B. Foraminiferen).

Zweifellos tritt bei der Aufbereitung verwitternder Gesteine zu Sand eine relative Anreicherung des besonders widerstandsfähigen Quarzes ein, daher sind die Quarzsandsteine besonders häufig. Wenn aber in den meisten Lehrbüchern der Begriff Sandstein auf Quarzsandstein eingeschränkt wird, so ist dies eine unberechtigte Einseitigkeit.

Mineralbestand des Bindemittels. Das Bindemittel, das die einzelnen Körner zu einem festen Sandstein verkittet und auch meist wenigstens einen Teil des Hohlraumes (Zwickel, „Poren") zwischen den Körnern ausfüllt, kann sehr mannigfaltig sein. Es kann aus Kalk in verschiedener Ausbildung bestehen (von feinstkörniger pulveriger Beschaffenheit bis zu großen klaren Kalkspatkristallen, die auch über viele Sandkörner hinweggreifen können, z. B. den sogenannten Kristall-Sandstein), aus Dolomit, aus tonigen Stoffen, aus Kieselsäure in kristalliner oder amorpher Form, aus Eisenmineralen (z. B. Brauneisen) usw. Meistens besteht das Bindemittel der Sandsteine aus einem Gemenge von zwei oder drei der genannten Stoffe (die meisten Wiener Sandsteine z. B. sind Quarzsandsteine mit vorwiegend kalkigem Bindemittel; löst man dieses jedoch mit Salzsäure auf, so zerfällt der Sandstein noch nicht, weil er eben stets neben dem kalkigen auch ein kieseliges Bindemittel hat). Andere Beimengungen des Bindemittels, z. B. bituminöse Stoffe, sind für unsere technische Betrachtung belanglos.

Übergänge der Sandsteine zu anderen Gesteinsarten. Von den Übergängen der Korngröße nach war schon die Rede. Nach dem Grade der Verfestigung, bzw. Porenfüllung, bestehen ebenfalls alle Zwischenstufen zu Gesteinen von anderer Bezeichnung. Am schwersten ist eine Abtrennung bei den Kalksandsteinen: Durch vollkommene Ausfüllung aller Zwischenräume, um so rascher, je feinerkörnig sie sind, gehen sie in dichte Kalksteine über. Als Merkmal für die Abgrenzung ist am besten die Polierbarkeit heranzuziehen. Polierfähige solche Gesteine sind bereits den Kalksteinen zuzuweisen.

Weitere Übergänge ergeben sich durch Umwandlungen, die das Gestein durch Gebirgsdruck, stellenweise auch durch Wärmeeinfluß erfahren hat, also durch eine beginnende Umprägung (Metamorphose). Gewisse glimmerige halbmetamorphe Sandsteine (und Konglomerate) werden als Grauwacken

bezeichnet. Infolge einer Durchbewegung können Sandsteine in Schiefer übergehen. Bei Gesteinen mit kieseligem Bindemittel kann die zunehmende Verfestigung zur Bildung von Quarziten führen.

Namengebung der Sandsteine. Weder die wissenschaftliche Gesteinskunde noch die Praxis hat eine einheitliche, allgemein geübte Namengebung für die Sandsteine. Am besten ist meiner Meinung nach die Bezeichnung nach der Mineralart des Sandes (d. h. des oder der vorherrschenden Sandminerale), also Quarz-Sandstein, Kalk-Sandstein usw.

Der Begriff Kalksandstein wird im deutschen Sprachgebiete leider in drei ganz verschiedenen Bedeutungen gebraucht:

1. Für Sandsteine, deren Sand aus Kalkstein besteht (z. B. Sandstein von St. Margareten i. B.).

2. Für Sandsteine, deren Bindemittel aus Kalk besteht (hiezu gehören die meisten Quarz-Sandsteine).

3. Für Kunststeine, die aus Quarzsand und gebranntem Kalk unter Druck und hoher Temperatur erhärten, wobei zwischen beiden teilweise eine chemische Verbindung entsteht, die die Verfestigung dieses Kunststeins bewirkt.

Im folgenden wird der Begriff Kalk-Sandstein nur in der ersten dieser drei Bedeutungen gebraucht.

Sehr häufig ist die Bezeichnung der Sandsteine nach einem der Sandminerale, das zwar nicht die Hauptmenge ausmacht, das aber dem Gestein eine bezeichnende Besonderheit verleiht. Hierher gehören die Feldspat-Sandsteine oder Arkosen, die Glaukonit-Sandsteine oder Grün-Sandsteine, ein Teil der Dolomit-Sandsteine und andere.

Im Steinhandwerk haben sich im Laufe der Jahrhunderte eine Unzahl von örtlichen Bezeichnungen herausgebildet, nach der Farbe (Bunt-Sandsteine, Grün-Sandsteine), nach einer bezeichnenden oder auffälligen Eigenheit (Blasen-, Eisen-, Kristall-, Muschel-, Schilf-, Tiger-Sandsteine), nach einer hervortretenden Absonderung (Platten-, Quader-Sandsteine), nach der Verwendung (Bau-, Mühl-, Platten-, Schleif-, Stuben-Sandsteine, Wetzstein), und natürlich besonders häufig nach der Herkunft aus einem bestimmten Orte oder einer weiteren Gegend (Abbacher, Aflenzer, Bentheimer, Cottaer, Grestener, Höfleiner, Horitzer, Margaretener, Miltenberger, Obernkirchener, Postaer, Rekawinkler, Warthauer, Wiener, Zogelsdorfer Sandsteine, bzw. Eifel-, Elbe-, Karpathen-, Main-, Ruhr-Sandsteine als Beispiele). Die in der wissenschaftlichen Geologie üblichen Bezeichnungen nach dem geologischen Alter oder nach bezeichnenden Fossileinschlüssen (Flysch-, Gosau-, Kreide-, Molasse-Sandstein; Voltzien-Sandstein) spielen im Steinhandwerk keine Rolle.

Quarzsandstein

Allgemeine technische Eigenschaften der Quarzsandsteine. Aus dem Mineralbestand, dem Vorwiegen der Quarzkörner folgt eine beträchtliche Härte, die freilich, je nach dem Grade der Verkittung, sehr verschieden sein kann. Jedenfalls sind alle Quarzsandsteine ungleich schwerer zu bearbeiten als die Kalksandsteine. Wie alle quarzhaltigen Gesteine entwickeln jene bei der Bearbeitung feinen Quarzstaub, der die Ursache für die Staublungenkrankheit (Silikose) ist.

Da zwischen den Quarzkörnern und dem Bindemittel fast stets ein Härteunterschied besteht, da ferner die meisten Sandsteine eine beträchtliche Porosität besitzen, sind die Quarzsandsteine im allgemeinen nicht polierbar.

Entscheidend für alle technischen Eigenschaften, und damit besonders auch für die Wetterbeständigkeit, ist die Art und der Grad der Verkittung. Am härtesten und am meisten wetterbeständig sind alle jene Sandsteine, die bis zu einem gewissen Grade eingekieselt sind, d. h. deren Bindemittel mindestens zum Teil kieselig ist. Diese Verkittung ist innerhalb des gleichen Vorkommens (Steinbruches) keineswegs gleichartig, sondern meist in den einzelnen Bänken verschieden; in den größeren Steinbrüchen werden die Bänke sehr genau unterschieden und meist mit eigenen Namen oder Nummern bezeichnet. Besonders ungünstig ist ein toniges Bindemittel, das jede Art von Verwitterung beschleunigt. Glimmerlagen, tonige Lagen, auch wenn es nur dünne Häute sind, und ähnliche Unterbrechungen in der Kornschüttung, sind gefährliche Ansatzpunkte für die Verwitterung, daher ist bei den Sandsteinen die Vorschrift der lagerhaften Versetzung besonders streng einzuhalten. Ist das Bindemittel sehr leicht löslich oder erweichbar (etwa weil es tonig ist), dann tritt ein Zerfallen in die Einzelkörner, ein Absanden, ein. Die Kanten und Profile solcher Werkstücke werden abgerundet und flau. Eine bei den Sandsteinen besonders häufige Verwitterungsform ist die Krustenbildung oder Rindenbildung. Durch den Feuchtigkeitswechsel werden Teile des Bindemittels in größerer Tiefe des Werkstückes aufgelöst und an die Oberfläche gebracht, die verhärtet. Darunter jedoch wird der Stein vollkommen zersetzt (ausführlicher S. 83).

Gelegentlich finden sich in den Quarzsandsteinen annähernd kugelige Bereiche, in denen das Gestein noch nicht verkittet, der Sand also noch lose ist; oft sind diese „Sandlöcher" lagenweise angeordnet und die betreffenden Teile dann unverwendbar. Manche Sandsteine enthalten flachgedrückte Tongerölle („Tongallen"), die rasch auswittern.

Farbänderungen der Sandsteine. Fast alle Sandsteine sind am Bauwerke im Laufe der Zeit gewissen Farbänderungen unterworfen. Zu unterscheiden sind die Verfärbungen, die sich in den Gesteinsbestandteilen selbst abspielen, von den Anfärbungen, die von außen her an das Gestein herangetragen werden, besonders durch Ruß und Pflanzenbewuchs. Die Träger der Verfärbungen sind vor allem die Eisenverbindungen, die ja überhaupt die häufigsten Gesteinsfarbstoffe darstellen. Gut wetterbeständig ist nur die rote Farbe (Roteisenstein), z. B. beim Buntsandstein, bzw. Werfener Sandstein. Die in frischem Zustande meist blaugrauen Eisenverbindungen (zweiwertiges Eisen = Eisenoxydul) gehen an der Luft durch Sauerstoffaufnahme in gelbe bis gelbbraune Farbstoffe über (dreiwertiges Eisen, Eisenhydroxyd). Alle die blaugrauen Sandsteine werden also im Laufe der Zeit gelb bis rostbraun. Viele poröse Sandsteine, z. B. gewisse Wiener Sandsteine (der sogenannte Greifensteiner Sandstein) und die reichsdeutschen, bzw. nordböhmischen Quadersandsteine, haben schon im Gebirge selbst die gelbe Farbe angenommen; diese Erscheinung allein ist aber keineswegs ein Anzeichen für eine Verwitterung im technischen Sinne, d. h. eine Verminderung der Haltbarkeit

des Gesteins. Oft findet man im Innern von größeren Blöcken die noch unverfärbten blaugrauen Kerne, während die Randteile (gegen die Klüfte zu) schon gelb geworden sind (dies gilt übrigens auch für die Kalksandsteine und Kalksteine des Leithagebirges, die gelegentlich, z. B. beim Kaiserstein, noch solche blaue Kerne zeigen).

Die Verfärbung wird dadurch noch sehr gesteigert, daß durch den andauernden Feuchtigkeitswechsel Eisenverbindungen aus tieferen Teilen der Werkstücke an die Oberfläche gebracht werden, die dadurch stark nachdunkelt. Dies ist besonders deutlich z. B. bei den böhmischen Quarzsandsteinen (Hořitzer Sandstein).

Die gleiche Verfärbung tritt auch bei den Grünsandsteinen auf, deren grüner Farbstoff, der Glaukonit, durch Verwitterung in eine braungelbe Verbindung (Limonit) übergeht.

Ein ganz anderer Vorgang ist die Anfärbung von außen, von uns meist als Verschmutzung und damit als Verhäßlichung empfunden; in den Großstädten erfolgt sie in erster Linie durch den Ruß und Staub, der sich in den Poren der Oberfläche festsetzt; im allgemeinen erfolgt diese Schwärzung um so stärker und rascher, je grobkörniger und poröser die Sandsteine sind. In ländlichen Gegenden erfolgt eine Schwärzung auch durch gewisse niedere Pflanzen, meist Algen und Flechten (in den großen Städten tritt dies ganz zurück, weil diese Pflanzen sehr empfindlich gegen die Rauchgase sind).

Die Verfärbung der porösen Quarzsandsteine (z. B. des deutschen Buntsandsteins oder der schlesischen Sandsteine) erfolgt nicht nur rascher, sondern auch anders als bei den Kalksandsteinen (z. B. den österreichischen Leithakalken). Bei den Quarzsandsteinen werden die dem Regen ausgesetzten Stellen zuerst dunkel, bei den Kalksandsteinen dagegen bleiben die regenausgesetzten Stellen weiß gewaschen und gerade die geschützten Stellen werden schwarz.

Die wichtigsten Vorkommen von Quarzsandstein.

Österreich.

Grödener Sandstein (Permzeit). Die nach dem großen Südtiroler Vorkommen benannten roten Quarzsandsteine sind ungemein hart und widerstandsfähig. Häufig führen sie vereinzelte große weiße Quarzgerölle, es bestehen auch alle Übergänge zu grobkörnigen Konglomeraten (Grödener Konglomerat, früher Verrukano genannt). Neben ihrer großen Bedeutung für technische Verwendungszwecke (Mühlsteine, früher auch für Ofenanlagen in Erzhütten) sind sie besonders in älteren Zeiten wegen ihrer schönen leuchtend roten Farbe auch viel für Steinmetzarbeiten verwendet worden. Zahlreiche Brüche in den Gailtaler Alpen (Westkärnten und Osttirol) haben Gewände, Rippen, Ortsteine usw. für Kirchen und Burgen geliefert. Auch in Nordtirol wurden die gleichen Gesteine verarbeitet.

Werfener Sandstein (Buntsandstein), unterste Trias. Den Grödener Sandsteinen sehr ähnlich und von ihnen kaum abzutrennen sind die roten Sandsteine der Werfener Schichten, die örtlich viel für Werksteine verwendet wurden, manchmal jedoch infolge einer unzulänglichen Kornbindung geringe

Wetterbeständigkeit gezeigt haben. Solche Vorkommen z. B. in Eis am Südfuße der St. Pauler Berge in Ostkärnten, in Nordtirol und in Vorarlberg (Danöfen bei Bludenz).

Gosau-Sandstein. Die oberste Kreideformation in den Alpen wird nach einem besonders bezeichnenden Vorkommen als „Gosau-Schichten" bezeichnet, ist vielfach in Form von grauen bis gelben Sandsteinen entwickelt, zum Teil sehr ähnlich dem Wiener Sandstein und von diesem schwer zu unterscheiden. Die Vorkommen im südlichen Wienerwalde (Wassergspreng bei Weißenbach und Umgebung von Heiligenkreuz) wurden seinerzeit viel für Pflastersteine und Platten, in neuerer Zeit besonders für Gartenplatten gebraucht, jedoch kaum für Werksteine. Auch die Sandsteinvorkommen in der Ressen bei Gosau, Oberösterreich, sind zwar sehr viel für Schleif- und Mühlsteine, jedoch nicht für Werksteine verarbeitet worden. Örtliche Verwendung als Baustein fanden der Sandstein der Gegend von Windischgarsten und in der Kainach bei Köflach.

Wiener Sandstein (Flyschsandstein, Schleifstein). Der Nordrand der Alpen vom Bisamberge bei Wien gegen Westen bis zur Schweizer Landesgrenze wird von einer Gesteinsgruppe gebildet, die nach ihrem Hauptbestandteil als „Sandsteinzone" bezeichnet wird. Diese Bildungen (im wesentlichen der Kreide- und Eozänzeit angehörig) bestehen aus einer Wechsellagerung von sehr verschiedenartigen Quarzsandsteinen (selten Arkosen) mit Mergeln, Tonschiefern und ähnlichen Bildungen. In zahlreichen Steinbrüchen abgebaut, haben sie von der Römerzeit bis zur Gegenwart die Bausteine für unzählige Hochbauten geliefert. Da viele der harten Quarzsandsteine sehr geschätzte Schleif- und Wetzsteine geliefert haben, hat sich in der Steinmetzpraxis der Name „Schleifstein" für alle Wiener Sandsteine eingebürgert zum Unterschiede von den Kalksandsteinen, die bei uns als „Sandstein" schlechthin bezeichnet werden. Gerade bei diesen Wiener Sandsteinen ist auch im selben Steinbruch die Ausbildung der einzelnen Bänke oft grundverschieden. Die zwischen den Sandsteinbänken lagernden Mergel sind trotz ihrer Härte für Bausteine ganz ungeeignet, weil sie im Frost in kürzester Zeit zugrunde gehen. Wir finden daher bei den meisten der Brüche sehr große Halden unbrauchbaren Gesteins.

Wetterfest hingegen sind alle jene Ausbildungen, die ein mindestens teilweise kieseliges Bindemittel aufweisen. Manche von ihnen, z. B. der Stein von Mais bei Altlengbach, sind vollkommen eingekieselt: die einzelnen Quarzkörner sind weiter gewachsen, so daß sie eine unmittelbare Kornbindung aufweisen. Dadurch erhalten sie eine besonders hohe Härte und Wetterbeständigkeit, sind aber auch dementsprechend schwer zu bearbeiten.

Die meisten Wiener Sandsteine sind im frischen Zustande blaugrau und nehmen im Laufe der Zeit eine gelbe Färbung an, andere, die poröseren Abarten, sind schon im Anstehenden gelb verfärbt, was keineswegs ohne weiteres als Zeichen von Minderwertigkeit aufgefaßt werden darf.

Die für Wien wichtigsten Vorkommen liegen einerseits an der Westbahnstrecke, bei Neulengbach (der Sandstein von Mais Baustein des Linzer Domes),

Rekawinkel, Preßbaum, Tullnerbach, Purkersdorf, Gablitz. Diese Brüche haben riesige Mengen von Werksteinen, besonders für den Bau der Stadtbahn und der Vorortelinie, aber auch Hausteine für Hochbauten geliefert. Eine zweite Gruppe von Brüchen liegt entlang der Donau, bei St. Andrä, Gugging, Altenberg, Greifenstein, zwischen Höflein an der Donau und Kritzendorf und bei Klosterneuburg (dessen Stift und Kirchen ausgezeichnete Steinarbeiten aufweisen). Eine dritte Gruppe endlich umfaßt die Brüche am

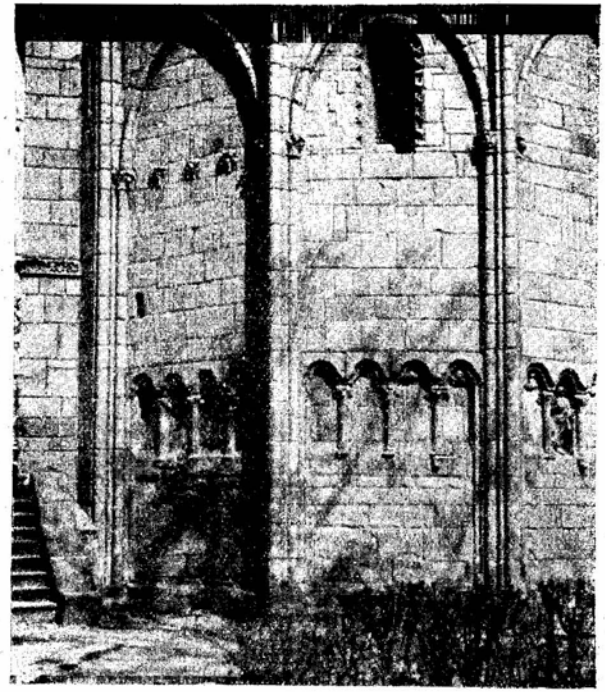


Bild 31. Karner in Tulln, Niederösterreich, drittes Viertel 13. Jahrhundert. Quarzsandstein der Flyschzone (sog. Greifensteiner Sandstein).

Gebirgsrande gegen Wien, bei Dornbach, Grinzing und Sievering. So wichtig diese Brüche früher für Wien waren, sind sie seit der Jahrhundertwende in der Hauptsache stillgelegt worden.

Verwendungsbeispiele:

Wien: Stephansdom Teile des Albertinischen Chores. Döblinger, Dornbacher, Grinzinger, Sieveringer Pfarrkirche zu großen Teilen, Rosenkranzkirche in Hetzendorf, Sockel der Alt-Ottakringer Pfarrkirche und der Steinhofkirche, Teile der Hofburg (Schweizerhoftrakt und Stallburg). Mauern, Pfeiler usw. der Stadtbahn, Vorortelinie, Donau-, Donaukanal- und Wienfluß-Regulierung, viele Viadukte, Durchlässe usw. der Westbahn und Franz-Josefs-Bahn, Bauten der II. Wiener Hochquellenleitung. Wiener Pflaster vom Mittelalter bis 1850.

Ähnliche Vorkommen von Flyschsandstein sind in zahlreichen Brüchen in Niederösterreich (Sonntagberg, Waidhofen an der Ybbs, Scheibbs, Korneuburg), Oberösterreich (Pinsdorf bei Gmunden, Steyr, Weyregg) und Salzburg in Gewinnung.

Verwendungsbeispiele:

Niederösterreich: Praktisch alle Kirchen, alte Wehrbauten usw. zwischen Alpenrand und Böhmischer Masse von römischen Resten bis zur Gegenwart.

Linz: Maria-Empfängnis-Dom (aus dem Dombaubruch in Mais bei Altlengbach); Raiffeisen-Zentralkasse (aus dem Steinbruch Käfergraben bei Schlierbach).

Übriges Oberösterreich: Besonders die Stifte Garsten und Schlierbach.

Kristallsandstein. Die sogenannten Melker Sande im westlichen Niederösterreich und den angrenzenden Teilen von Oberösterreich sind stellenweise durch Kalkspat zu einem festen Sandstein verkittet, und zwar derart, daß große Kristalle (bis zu 10 cm) die feinen Quarzkörner umschließen, daher der Name. Die Hauptvorkommen liegen bei Perg, Oberösterreich, und Wallsee, Niederösterreich; heute dienen sie in erster Linie zur Erzeugung von Mühlsteinen, in früherer Zeit haben sie aber (besonders an gotischen Kirchen) ausgedehnte Verwendung für Hausteine gefunden.

In Deutschland versteht man unter Kristallsandstein etwas anderes, nämlich Quarzsandsteine mit einem kristallinen kieseligen Bindemittel (im Buntsandstein des Maingebietes).

Molasse-Sandstein. Gewisse Meeresbildungen am Nordrande der Alpen im westlichen Österreich und den angrenzenden Teilen Bayerns und der Schweiz werden als Molasse bezeichnet. In Vorarlberg werden die meist blaugrauen Molasse-Sandsteine besonders in Alberschwende bei Bregenz und in Bildstein (Schwarzachtobel) in großen, zum Teil unterirdischen Brüchen als Werkstein gewonnen.

Örtliche Vorkommen von jungtertiären Quarzsandsteinen. An vielen Stellen Österreichs finden sich innerhalb der jüngeren Ablagerungen der Tertiärzeit die Sande örtlich zu Quarzsandsteinen verkittet. Sie sind früher viel verwendet worden, haben aber heute keine Bedeutung mehr. Erwähnt seien die Sandsteine der Türkenschanze in Wien XVIII/XIX, einige Sandsteine im Weinviertel, gleich alt mit den Eggenburger Schichten, aber nicht mit den dortigen Kalksandsteinen zu verwechseln (Baustein von Schöngrabern), und der Sandstein von Hattendorf bei Wolfsberg in Kärnten, aus dem das Steinwerk vieler gotischer Kirchen des Lavanttales besteht.

Deutschland.

Deutschland (im Vorkriegsumfange) verfügt über eine unübersehbare Menge von Sandsteinvorkommen der verschiedensten Erdzeitalter. Sie stellen für alle deutschen Städte den weitaus wichtigsten Baustein dar, um so mehr, als infolge günstiger Wasserstraßen die Steine auch auf weite Entfernung von ihrem Gewinnungsort in steinarme Gegenden billig verfrachtet werden konnten. So sind fast alle deutschen Dome und sonstigen Monumentalbauten aus Sandstein errichtet, erst in den letzten Jahrzehnten wurde er zum Teil durch den deutschen Muschelkalk verdrängt.

Von Sandsteinen der Steinkohlenzeit spielt besonders der weiße, blaugraue bis gelblichgraue Kohlen- oder Ruhr-Sandstein des Ruhrgebietes für Westdeutschland eine große Rolle.

Die meist hellroten Sandsteine der Permzeit haben einem Teil ihrer Ablagerung den Namen „Rotliegendes" verschafft. Besonders die Sandsteine der Lebacher Schichten des Saar-Nahe-Gebietes (Alsenz, Schweißweiler) liefern einen wichtigen Baustein. Ähnliche gleichaltrige braunrote Sandsteine werden auch in Niederschlesien gewonnen.

Viel wichtiger aber sind die vorwiegend roten, oft auch weißen oder grünlichen Sandsteine des Buntsandsteins (untere Triaszeit), die sich in zahlreichen, im einzelnen sehr mannigfaltigen Vorkommen quer durch ganz Deutschland ziehen. Steinbruchgebiete finden sich im Pfälzerwald und in der Haardt, in der Eifel (bei Trier), an den Hängen des Schwarzwaldes, im südlichen Odenwalde, im Maingebiet (roter Mainsandstein, besonders von Miltenburg), im Spessart, in Niederhessen, über die Weser (Wesersandstein) bis in den Solling, ferner zwischen Harz und Thüringerwald bis in das Saale- und Unstrutgebiet (Nebra-Sandstein). Die Ausbildungen mit kieseligem Bindemittel stellen einen seit Jahrhunderten als wetterfest bewährten und farbschönen Baustein dar.

Der oberen Triaszeit gehören die Keuper-Sandsteine an. Sie werden besonders in Bayern und Württemberg gewonnen und stellen die wichtigsten Bausteine für Schwaben und Franken dar. Von den zahlreichen Sorten seien der Lettenkohlen-Sandstein, der weiße und der grüne Main-Sandstein, der Schilf-, Stuben-, Burg- und Rhät-Sandstein erwähnt.

Auch die Juraformation bietet zahlreiche Sandsteinvorkommen. Am wichtigsten sind der bräunliche Porta-Sandstein und der gelbe von Gotha. Ersterer wurde vorwiegend für Wasserbauten verwendet.

Von den Bildungen der unteren Kreide ist weitaus am wichtigsten der hellgraue Obernkirchener Sandstein, der besonders viel nach Bremen geliefert hat und als „Bremer Sandstein" auch weiterhin (Holland, Dänemark, Norwegen, Rußland) verfrachtet wurde. Ferner ist der weiße und gelbliche Hils-Sandstein in Braunschweig und im Teutoburger Wald zu nennen.

Grünsandsteine, deren Farbe auf Gehalt an Glaukonit zurückgeht, wurden besonders in der Umgebung von Regensburg und Kelheim als wichtiger Baustein für München und andere bayrische Städte gewonnen; manche von ihnen haben allerdings eine mangelhafte Wetterbeständigkeit gezeigt. Ähnliche Grünsandsteine spielen auch in Westfalen eine große Rolle.

Vielleicht am allermeisten verwendet sind die vorwiegend gelben Quadersandsteine der oberen Kreide mit zahlreichen großen Brüchen. Besonders in Schlesien (Altwarthau, Plagwitz, Rackwitz, Sirgwitz, Friedau und im Heuscheuergebirge bei Wünschelburg und Friedersdorf). Die gleiche Rolle spielen die Quadersandsteine des Elbesandsteingebirges im Elbetal und seinen Randlandschaften (bei Cotta, Postelwitz, Pirna, Königstein usw.). Sie haben in erster Linie die Bausteine für die Prunkbauten in Dresden und Leipzig, im übrigen für alle größeren Städte Deutschlands geliefert.

Sie sind im allgemeinen gut wetterbeständig, haben aber den Nachteil, daß sie in der Rauchluft der Großstädte besonders rasch dunkel werden.

In Bayern werden sowohl Flysch- als Molasse-Sandsteine ebenso gewonnen wie im westlichen Österreich und der Schweiz.

Tschechoslowakei.

Ähnlich wie in Deutschland werden vielfach graue Sandsteine der Steinkohlenzeit und rote der Permzeit gewonnen, weitaus wichtiger aber sind die meist gelben Kreidesandsteine (Quadersandsteine). Zunächst die noch in das Land hineinreichenden Elbesandsteine (besonders im Raum Tetschen-Bodenbach), dann die Quadersandsteine von Mittel- und Nordostböhmen, in der Umgebung von Prag, Jungbunzlau, Hořitz, Königinhof, Umgebung von Trautenau (Adersbach und Weckelsdorf), Wildenschwert (Landskroner Sandstein); ähnliche Sandsteine auch in den angrenzenden Teilen Nordmährens (Petrkovitz, Bodelsdorf, Blosdorf, Moletein) und auch in der Umgebung von Brünn. Alle diese lichten Sandsteine haben als Bausteine und für Bildhauerarbeiten in den böhmischen und mährischen Städten ausgedehnte Verwendung gefunden, wurden auch in die Nachbarländer ausgeführt (Krakau, Budapest, Wien usw.), die Elbesandsteine besonders nach Sachsen (Leipzig, Dresden).

Schweiz.

Molasse-Sandstein, gleich dem vorarlbergischen, besonders bei Rohrschach und Bern abgebaut. Der Rohrschacher Sandstein hat am Ulmer Münster sehr schwere Verwitterungsschäden erlitten.

Jugoslawien.

Bei Pettau in der ehemaligen Südsteiermark hat der „Maria Neustifter Sandstein" früher viel Verwendung gefunden. Im Adriagebiet, besonders im Raume von Triest, spielt der Flyschsandstein eine ähnliche Rolle wie in Nieder- und Oberösterreich.

Feldspatsandsteine (Arkosen).

Wo Verwitterungsgrus von Granit nicht weiter zersetzt und durch Umschwemmung aufbereitet, sondern bald wieder verkittet wurde, sind Gesteine entstanden, die aus den Mineralen des Granits (Quarz, Feldspat, Glimmer) und einem (meist kalkigen) Bindemittel bestehen und daher einem mürben Granit sehr ähnlich sehen (daher gelegentlich auch als „regenerierter Granit" bezeichnet wurden), in ihrer heutigen Form aber einen echten Sandstein darstellen. Solche feldspathaltige Sandsteine bezeichnet man als „Arkosen". Sofern die Feldspate in ihnen nicht zu stark verwittert sind, stellen sie gute Bausteine dar.

Die wichtigsten Vorkommen.

Österreich.

Derzeit keine Vorkommen mehr in Gewinnung. In früheren Jahrhunderten wurde eine Arkose aus dem unterirdischen Steinbruch im Pfenningberge östlich von Linz (zwischen Plesching und Steyregg) viel verwendet. Ein

gleiches, etwas gröberes Gestein ist ebenfalls schon in römischer Zeit verarbeitet worden. Die Arkose von St. Veit in Wien XIII ist nie für Steinmetzarbeiten gebraucht worden.

Tschechoslowakei.

In Westmähren im Bereiche der sogenannten Boskowitzer Furche (zwischen Mährisch-Kromau und Landskron) wurden Arkosen als ausgezeichnete Bausteine (besonders für Brünn und Umgebung) gewonnen, sind in den letzten Jahrzehnten aber durch Kreidesandsteine verdrängt worden.

Deutschland.

Zahlreiche Vorkommen, die meisten jedoch nur von örtlicher Bedeutung. Rheinpfalz, Saargebiet, Thüringerwald (Wetterau), Kyffhäuser, Koburger Festungssandstein.

Grauwacken.

Unter Grauwacke versteht man Sandsteine, zum Teil Konglomerate des Erdaltertums, deren Verfestigung so weit gediehen ist, daß sie schon Übergänge zu den Umprägungsgesteinen (kristallinen Schiefern) darstellen (Neubildung von Glimmer). Infolge ihrer Umprägung haben sie außerordentlich große Druckfestigkeiten (daher ihre Verwendung zu Pflastersteinen) und sind auch, sofern sie nicht zu tonig oder zu stark schieferig sind, von guter Wetterbeständigkeit.

Die wichtigsten Vorkommen.

Österreich.

Viele Vorkommen in der „nördlichen Grauwackenzone", die jedoch nur örtlich als Bruchsteine verwendet wurden.

Deutschland.

Die älteren Formationen (z. B. das Devon des Rheinischen Schiefergebirges) enthalten viele Vorkommen von Grauwackensandsteinen mit ausgezeichneten technischen Eigenschaften, die vorwiegend für Pflastersteine, daneben aber doch auch für Bausteine verwendet werden. Z. B. in der Rheinprovinz (Siegtal, Blaubachtal, Hochstetten und Weidenberg), Braunschweig (Harzburg), Preußen (Claustal, Elbingerode am Harz), Hessen-Nassau (Dillenburg), Provinz Sachsen (Hundisburg), Schlesien (Neustadt, Groß-Kunzendorf, Wartha und Waldenburg), Bayern (bei Kempten und bei Pressig in Oberfranken).

Frankreich.

In Elsaß-Lothringen (Moosch, Than und Wackenbach).

Tschechoslowakei.

In Mähren werden Grauwacken (der sogenannten Kulmformation) vorwiegend für Pflastersteine, vielfach aber auch für Steinmetzarbeiten, besonders Platten, verarbeitet.

3. Kalksandsteine.

Unter Kalksandstein wollen wir Sandsteine verstehen, deren Körner, der „Sand", aus Kalkgebilden bestehen (also nicht nur das Bindemittel), deren Verkittung aber in solchen Grenzen geblieben ist, daß noch nicht alle Poren restlos ausgefüllt sind; die Einzelkörner sind daher als solche noch deutlich erkennbar, wodurch eben der Gesamteindruck eines Sandsteins bewirkt wird. Begreiflicherweise gibt es aber alle Übergänge zu dichten Kalksteinen, von denen ja viele aus Kalksandsteinen durch völlige Ausfüllung der Poren hervorgegangen sind.

Der Vorgang dieser allmählichen Ausfüllung erfordert sehr lange Zeit, geologische Zeiträume. Daraus folgt, daß wir die porösen Kalksandsteine im allgemeinen nur in den jüngeren Erdzeitaltern, vorwiegend in der Tertiärformation antreffen, während die älteren Gesteine eben schon genügend Zeit gehabt haben, zu dichten Kalksteinen verkittet zu werden. Daher finden wir diese, unter ihnen die als „Marmor" polierbaren Kalksteine nur in den älteren geologischen Formationen, während Kalksteine, bzw. Kalksandsteine der jüngeren nur ausnahmsweise polierbar sind.

Die Ausgangsstoffe der Kalksandsteine sind fast ausschließlich Trümmer (Zerreibsel) von kalkigen Hartteilen von Tieren und Pflanzen, bei sehr kleinen Lebewesen (z. B. den Foraminiferen) auch die ganzen Schälchen. Deswegen hat man seinerzeit unter den Leithakalken die sandsteinartigen als „zerriebene" (detritäre) von den dichten „gewachsenen" Algenkalken unterschieden. Neben diese an Ort und Stelle entstandenen Aufbaustoffe tritt dann gelegentlich auch andersartiges Material, Sand und Schlamm, die aus dem Verwitterungsschutt von den Festlandsküsten eingeschwemmt wurden. So finden wir z. B. häufig im Zogelsdorfer Kalksandstein Quarzkörnchen, die aus dem verwitterten Granit der Umgebung stammen.

Gewisse Kalksandsteine werden auch aus allerfeinsten Geröllchen von Kalksteinen aufgebaut; sie sind in diesem Falle nichts anderes als besonders feinkörnige Ausbildungen der Konglomerate, denen sie ja in einzelnen Bänken eingelagert sind.

Die Farbe der Kalksandsteine ist stets licht, meist sind sie durch einen geringen Gehalt an Eisenverbindungen mehr oder minder gelb gefärbt. Diese Gelbfärbung ist aus ursprünglich graublauen Farbstoffen hervorgegangen, von denen wir manchmal noch Reste im Innern großer Blöcke finden (z. B. beim Kaiserstein).

Die Verkittung, die Gesteinswerdung, erfolgt in der bereits einleitend geschilderten Weise, daß Kalklösungen (die vorwiegend aus aufgelösten Aragonitschalen stammen) die einzelnen Sandkörnchen mit einem Pelz feiner Kalkspatkristalle umkleiden und zusammenleimen.

Allgemeine technische Eigenschaften. Die bezeichnendste Eigenschaft der Kalksandsteine ist ihre mehr oder minder große Porosität, in der Größenordnung bis zu 30 Raumprozenten. Sie bewirkt es, daß das Raumgewicht der Steine wesentlich kleiner ist als ihr spezifisches Gewicht. Das Raumgewicht unserer häufigsten Kalksandsteine beträgt um 1·70—1·90. Ein Kubikmeter Zogelsdorfer Stein z. B. wiegt rund 1900 kg, also nur zwei

Drittel vom theoretischen Gewichte eines dichten Kalksteines. (Zum Vergleich: ein Kubikmeter Mannersdorfer oder Wöllersdorfer Algenkalk wiegt 2400—2500 kg.)

Aus der hohen Porosität folgt ferner, daß die Kalksandsteine nicht polierbar sind. Weiterhin, daß es verhältnismäßig leicht ist, sie zu sägen und zu bearbeiten. Die bei allen Gesteinen vorhandene Erscheinung, daß sie beim Austrocknen härter werden, ist bei den Kalksandsteinen besonders stark entwickelt. Beim Margaretener Stein z. B. konnte eine durchschnittliche Festigkeitszunahme von 36 v. H. durch das Austrocknen gemessen werden. Wie bei den Quarzsandsteinen ist auch bei den Kalksteinen die Festigkeit und damit bis zu einem gewissen Grade auch die Wetterbeständigkeit von dem Grad der Verkittung abhängig; diese äußert sich unter anderem auch im Gewicht, z. B. ist der harte Margaretener Stein wesentlich schwerer als der weiche. Kieseliges Bindemittel kommt nicht vor. Der Normalfall der verwendungsfähigen Steine ist ein kalkiges Bindemittel, stärkere Tonbeimengungen machen den Stein unbrauchbar. Aus der Weichheit des Gesteins im bruchfeuchten Zustande ergibt sich auch die Technik des Abbaues im Steinbruch; er erfolgt durch Schrämen, nicht durch Keilarbeit.

Die wichtigsten Vorkommen.

Österreich.

Alle österreichischen Vorkommen gehören ausschließlich der Neuzeit der Erde, der Tertiärformation, an. Die älteste Bildung ist der eozäne Kalksandstein von Bruderndorf (10 km nordöstlich von Stockerau), früher für Wiener Hochbauten verwendet, aber schon lange außer Gebrauch. Von besonderer Wichtigkeit ist der Zogelsdorfer oder Eggenburger Sandstein, der seit vielen Jahrhunderten als Bau- und Bildhauerstein verwendet wird. Die Hauptvorkommen liegen zwischen Zogelsdorf, Burgschleinitz und Reinprechtspölla (der riesige alte Waldbruch und der jüngere Johannesbruch). Kleinere Vorkommen wurden früher bei Eggenburg und anderwärts vielfach abgebaut; eines in Groß-Reipersdorf bei Pulkau wurde neuerdings wieder in Betrieb genommen. Der Zogelsdorfer Sandstein enthält stets eine geringe Menge von Quarzkörnchen, die aber bei der Verarbeitung nicht stören. Besonders bezeichnend ist der große Reichtum an Moostierchen (Bryozoen), kleinen weißen Kalkstöckchen mit feinen nadelstichartigen Löchern. Wie alle Seichtwasserbildungen sind die einzelnen Bänke dieses Sandsteins sehr verschiedenartig ausgebildet, nur einige wenige Bänke liefern den feinkörnigen, besonders wetterbeständigen Figurenstein, häufiger sind etwas gröbere Sandsteine, die sich vorwiegend für Bauquadern eignen. Die Farbe ist lichtgelb, im Freien werden die Arbeiten an den regenausgesetzten Stellen weiß, an den regengeschützten grau. Wichtig ist der Umstand, daß infolge der ruhigen, ungestörten Lagerung sehr große Blöcke gewonnen werden können (z. B. die Heraklesfiguren an den Toren der Wiener Hofburg aus Blöcken 1·60 × 2·60 × 4·20 m).

Der Zogelsdorfer Stein hat seit den frühesten Zeiten für Hochbauten und Figuren aller Art Verwendung gefunden. Seine große Blütezeit war im 18. Jahrhundert; damals wurden neben einfacheren Arbeiten unzählige Figuren aller Art (Nepomuk-Standbilder, Pestsäulen, Gartenfiguren, Bauplastiken) erzeugt. Auch im vorigen Jahrhundert hat er, besonders für Wiener Großbauten, ausgedehnte Verwendung gefunden.

Die Leithakalksandsteine gehören zu den wichtigsten Bausteinen des östlichen Österreich und sind neben den Algenkalken der Hauptbaustein von Wien, wo er schlechthin als „Sandstein" bezeichnet wird. An den Ufern des Meeres der Miozänzeit, das damals das Wiener Becken erfüllte, entwickelte sich ein breiter Saum von Kalkbildungen. Die Hauptverbreitungsgebiete

Bild 32. Barocker Grabstein aus dem Algen-Bryozoen-Kalksandstein von Zogelsdorf bei Eggenburg, Niederösterreich.

liegen rund um das Leithagebirge, das aus diesem Meere als Insel aufragte und um den Kroisbach-Ruster Bergzug, ferner auch am Alpenrande von Wien-Nußdorf über Baden bis Wöllersdorf. Der wichtigste Gesteinsbildner war eine Kalkalge (Lithothamnium); die Ablagerungen sind teils ziemlich dichte Algenkalke, die später zur Besprechung kommen, teils Konglomerate, die bereits behandelt wurden. Vorwiegend aber handelt es sich um Kalksandsteine, die in der Hauptsache aus dem feinzerriebenen Grus der Kalkalgen, daneben auch aus den Zerreibseln von Kalkschalen verschiedener Tiere bestehen. Begreiflicherweise bestehen zwischen den genannten Gesteinsausbildungen alle erdenklichen Übergänge, so daß eine scharfe Abtrennung nicht immer möglich ist.

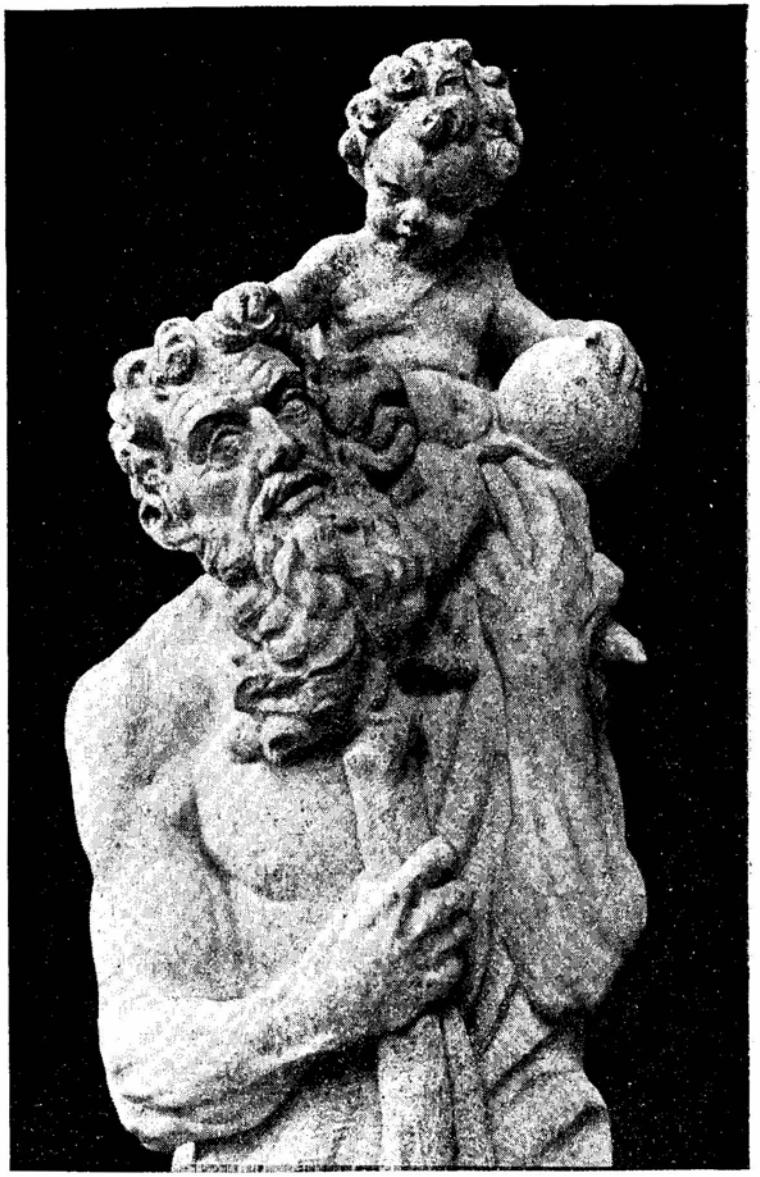


Bild 33. Christophorus, überlebensgroß, auf der Traunbrücke in Traun, Oberösterreich. Algen-Bryozoen-Kalk, Typus Zogelsdorf, aus Groß-Reipersdorf, Niederösterreich.

Wichtigste Vorkommen: St. Margareten im Burgenland. Die riesige Bruchanlage (die bisherige Ausbeute wird auf $1^1/_2$ Millionen Kubikmeter geschätzt) enthält verschiedene Abarten des Sandsteins. Gewöhnlich unterscheidet man den harten (lichtgelb, scharfkantig brechend, hellklingend, feinporös, besonders an der „Stephanswand" abgebaut), dann als Hauptsorte den braungelben mittelharten Stein und endlich den weichen (gelb bis fast weiß mit kreidigen Bestandteilen); daneben im einzelnen noch manche andere Sorten, z. B. den „leberbraunen". Bezeichnend besonders für den mittelharten

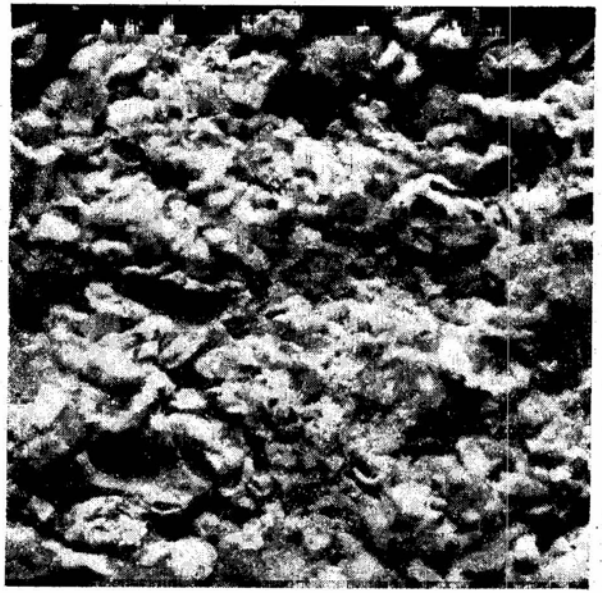


Bild 34. Kalksandstein von St. Margareten im Burgenlande, mittelharte Sorte. 14fache Vergrößerung. Sehr deutlich der lockere Aufbau des Gesteines mit seinen vielen Hohlräumen.

Stein sind Einlagerungen von faustgroßen Kalkalgenknollen („Rosen") im sonst gleichförmigen feinen Korn. Die beiden härteren Sorten sind für alle Steinmetz- und Bildhauerarbeiten geeignet und fehlen nur an wenigen der Wiener Großbauten.

Verwendungsbeispiele:

Wien: Stephansdom die gotischen Chorplastiken, Neubau des Turmhelmes 1862 bis 1873), seit 1850 alle Ausbesserungen; wesentliche Teile folgender Kirchen: St. Othmar (III.), Weinhaus (XVIII.), Gersthof, Redemptoristen (XVII.), Ottakring, Fünfhaus, Lazaristen (VII.), Breitenfeld (VIII.), Donaustadt (II.), Brigitta (XX.), Antonius (X.), Martin (XIX.), Grinzing, Sievering, Karmeliter (XIX.), Jesuitenkirche (Universitätskirche), Peterskirche. Figuren am Hochaltar der Michaelerkirche. Teile vom Justizpalast, Neuem Rathaus, Neuer Hofburg, Sühnhaus, Staatsoper, Akadem. Gymnasium, Alter

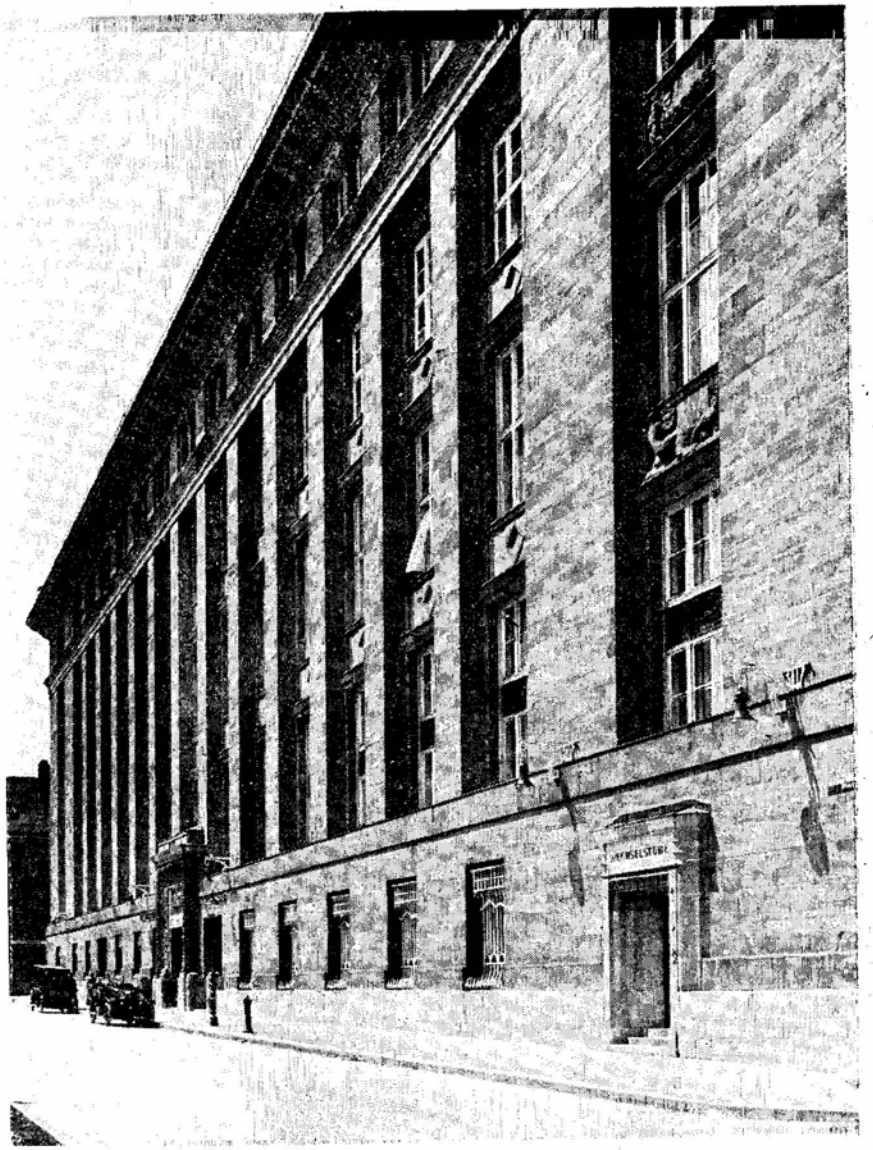


Bild 35. Hauptfront der Nationalbank in Wien (Arch. Leopold Bauer 1913—1917). Sockel schlesischer Granit, Wände Kalksandstein von St. Margareten im Burgenland, Hauptgesims Sandstein von Warthau (Schlesien).

und Neuer Börse, Rudolfsspital, Palais Epstein, Erzherzog Eugen, Haas, Larisch, Rothschild, Vrints, Wessely; Ost- und Südbahnhof, neuer (1951) Westbahnhof; neue Nationalbank. Erneuerungen an allen größeren bombenbeschädigten Bauten nach 1945.

Linz: Maßwerke am neuen Dom, Verkleidung Feuerhalle, Verkleidung Raiffeisen-Zentralkasse, Säulen Villa Seiler.

Breitenbrunn (am Nordende des Neusiedler Sees). Feinkörniger, weißer Stein, vorwiegend aus Schälchen von Foraminiferen bestehend, sehr porös, in großen Blöcken gewinnbar. Beliebter Stein für Bildhauerarbeiten. Neben dem feinen auch gröber körnige Sorten („Mittelstein" und III. Qualität).

Verwendungsbeispiele:

Wien: Kanzel und Teile des Orgelfußes sowie alle spätgotischen Plastiken im Stephansdom, alle Renaissance-Steinaltäre und ein Großteil der Reliefgrabsteine des 16. Jahrhunderts. Sehr viele Bauplastiken, aber auch Quadern an den meisten Bauten der Ringstraßenzeit (Oper, Rathaus, Justizpalast, Hofmuseum, Hofburg, neuer Michaelertrakt, Sühnhaus, Palais Rothschild, Theresianumgasse, Mehl- und Fruchtbörse, Franz-Josefs-Bahnhof, Bahnhöfe Döbling und Gersthof der Vorortelinie).

Winden. Am Zeilerberge nördlich von Winden der sehr harte und dichte „Zeindler Stein", der besonders für Platten, Stufen und Säulen verwendet wurde. Stellenweise so dicht, daß er sogar polierbar wird. Jois. Mittelharter Sandstein. Bruck an der Leitha. Mehrere Brüche südlich der Stadt. Kaisersteinbruch. Neben Algenkalken und konglomeratischen Ausbildungen liefern viele Bänke den besonders dichten und harten Kalksandstein („Kaiserstein"), der in erster Linie für Stiegenstufen, Platten, Sockelquadern, Gesimse und sonstige stark beanspruchte Teile verwendet wird, jedoch wegen seiner großen Härte nicht für stärker gegliederte Steinmetzarbeiten. Lichtgelb, im Kern mancher Blöcke noch die ursprünglich graublaue Farbe. Das benachbarte Sommerein lieferte zum Teil die gleichen dichten, harten Sandsteine, die daher im Handel meist ebenfalls als „Kaiserstein" bezeichnet werden. Daneben auch porösere Sorten. Au bei Mannersdorf. Der sehr gleichmäßige, feinkörnige, harte Sandstein hat im 14. und 15. Jahrhundert besonders für den Bau des Wiener Stephansdoms die Steine geliefert. Loretto und Stotzing. Sehr poröser, daher weicher, gleichmäßig körniger Sandstein. Bezeichnend für beide Vorkommen sind unter anderem schräge zur Schichtung durchlaufende, harte, schmale, weiße Kalkstreifen, die sogenannten „Härten", vielleicht verheilte Klüfte. Der Lorettostein ist in vielen Bänken durch zahlreiche kleine schwarze Flecken (Mangan) gekennzeichnet. Dunkelt an städtischen Fassaden nach, ist aber wetterbeständig.

Verwendungsbeispiele Loretto-Sandstein:

Wien: Hofburg, neuer Michaelertrakt, Creditanstalt Renngasse, Palais Sturany, Giro- und Kassenverein, Frucht- und Mehlbörse, Industriehaus, Zubau Karlsplatz der Technischen Hochschule, Palais Schenk und Wessely.

Linz: Relieffries am Museum Francisco-Carolinum.

Von den steirischen Vorkommen ist Aflenz bei Leibnitz (nicht zu verwechseln mit Aflenz südlich vom Hochschwab) weitaus das wichtigste. In

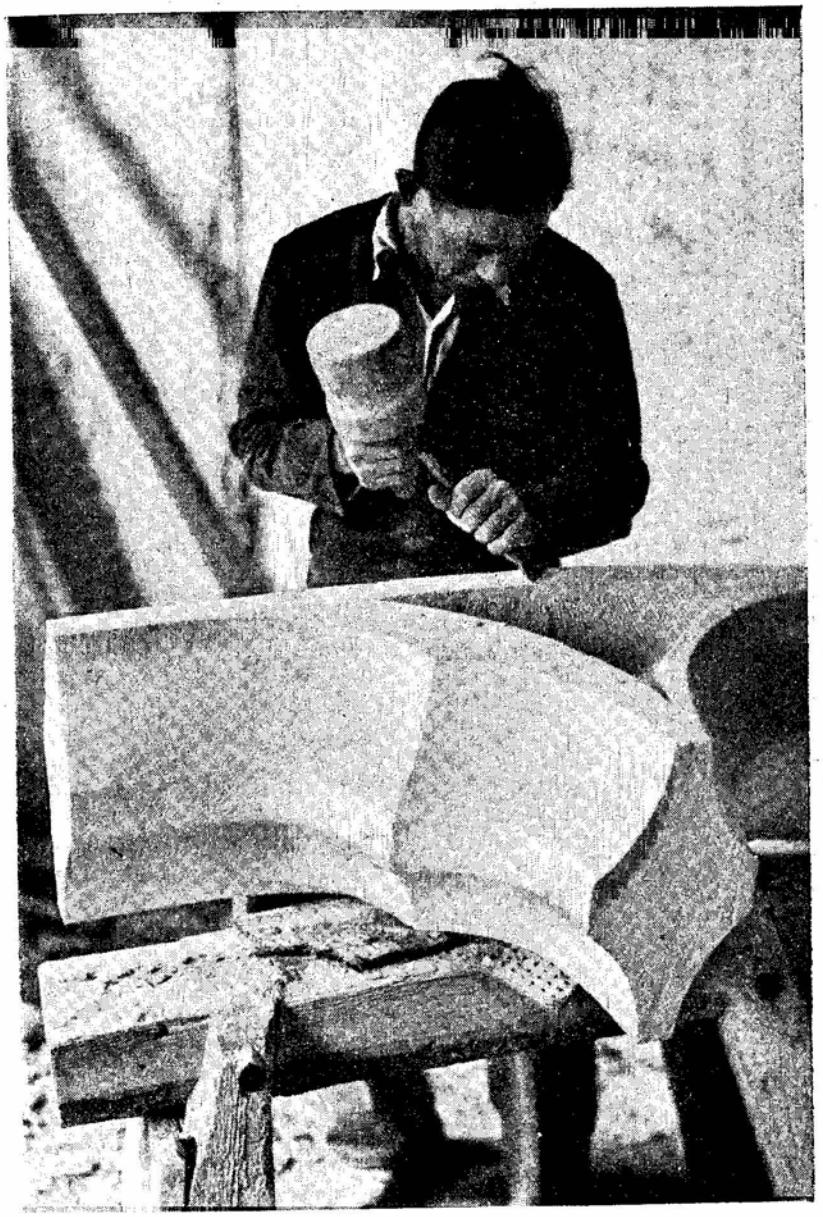


Bild 36. Scharrieren eines Maßwerkstückes aus dem weichen Kalksandstein von Loretto, Burgenland.

einer gewaltigen, zum Teil noch römischen unterirdischen Steinbruchanlage wird der weiße, weiche, poröse Sandstein gewonnen. Von anderen Leitha-Sandsteinen unterscheidet er sich dadurch, daß bei ihm die Algenbruchstücke

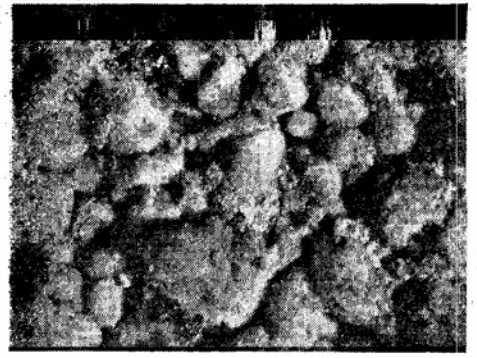


Bild 37. Kalksandstein von Loretto, Burgenland, im Auflicht bei 12facher Vergrößerung. Die Körner sind durch einen Umhüllungskitt miteinander verbunden.

kreidig weich sind. Die härtere Sorte liefert einen ausgezeichneten Baustein (soferne nicht besondere Ansprüche an die Druckfestigkeit gestellt werden müssen) und Bildhauerstein.

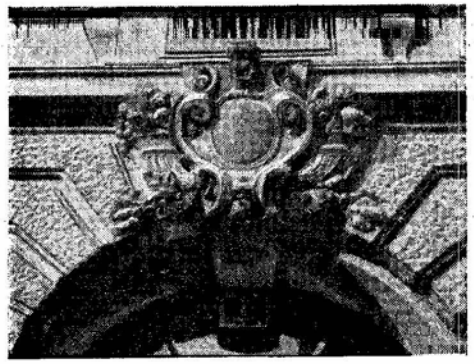


Bild 38. Einzelheit von einem Wiener Privatpalais. Feinkörniger Kalksandstein von Loretto, Burgenland.

Verwendungsbeispiele:

Wien: Teile der Neuen Hofburg. Zentralfriedhof Haupttor und Begräbniskirche, ein Teil der Gesimse an den Hofmuseen und am Kriegsministerium Stubenring. Neue Gewölberippen (1946—1949), Kapitäle und sonstige Ergänzungen im Stephansdom.

Graz: An vielen älteren Bauten (Landhaus, Dom, Stadtpfarr-, Franziskaner-, Leech-, Andräkirche) und an fast allen neueren (Herz-Jesu-, Marien- und Zentralfriedhof-Kirche), Giebelgruppe des Stadttheaters, Portale an Universität und Technischer Hochschule,

Wappentiere am Uhrturm auf dem Schloßberg, ein Teil des Mausoleums, Fensterumrahmungen und Gesimse, zum Teil auch Verkleidungen an den meisten neueren Großbauten (Joanneum usw.).

Die übrigen steirischen Leithakalkvorkommen, z. B. Gerbersdorf bei St. Georgen an der Stiefing, haben als Werkstein nur mehr untergeordnete Bedeutung.

Verwendungsbeispiele St. Georgen a. St.:

Graz: Größter Teil des Domes, Mausoleum zum Teil, Arkaden des Landhauses, Glockenturm auf dem Schloßberg, Sockel, Rustikaquadern, Säulen usw. der Technischen Hochschule, Teile der Herz-Jesu-Kirche (Einfriedungspfeiler usw.).

Feinkonglomeratische Kalksandsteine. Es war schon bei den Konglomeraten die Rede davon, daß diesen vielfach sehr feinkörnige Bänke eingelagert sind, die dann ebenso für Bildhauerarbeiten verwendet werden wie andere Kalksandsteine. Erwähnt sei der „glatte Stein" im Sattnitz-Konglomerat am Faakersee in Kärnten, ferner die blendend weißen feinkörnigen Kalksandsteine, die gelegentlich in der Nagelfluh von Kremsmünster mitgewonnen wurden.

Jugoslawien.

Abgesehen von südsteirischen Vorkommen mit nur örtlicher Bedeutung, sind besonders Vinica in Kroatien und Mokritz in Krain zu nennen. Von dort wurden große Mengen von Kalksandstein ausgeführt, auch für Wiener Bauten.

Ungarn.

Der Stein von Kroisbach am Neusiedler See ist dem benachbarten Stein von St. Margareten durchaus gleich, am Bauwerk von ihm kaum zu unterscheiden und hat eine ähnliche Verwendung wie dieser gefunden. Der Stein von Soskut (südwestlich von Budapest) ist der Hauptbaustein von Budapest, hat aber auch viel für Österreich geliefert, z. B. ein Teil der Kapitäle am Neuen Rathause in Wien.

Deutschland.

Der weiße, feinkörnige Mittenwalder Sandstein wurde besonders in früheren Jahrhunderten in Südbayern und Nordtirol wegen seiner leichten Bearbeitbarkeit für Bildhauerarbeiten verwendet. Gröber ist der Stein von Thengen in Baden.

Frankreich.

In Paris spielt ein eozäner Kalksandstein, der sogenannte Grobkalk, für die dortigen Bauten die gleiche Rolle wie bei uns die Leithakalksandsteine. Er wurde in einer gewaltigen unterirdischen Steinbruchanlage (fälschlich „Katakomben" genannt) gewonnen.

Italien.

Es sei nur kurz erwähnt, daß sich in Italien auf Sardinien und Sizilien zahlreiche ausgedehnte Kalksandsteine befinden, die unseren Leithakalken vollkommen gleichartig sind und im dortigen Bauwesen die gleiche Rolle spielen wie diese bei uns.

3. Dichte Kalkgesteine und Verwandte.

Algenkalke (besonders Leithakalke).

Die Kalkalgen gehören zu den wichtigsten Gesteinsbildnern und sehr viele Kalksteine sind im wesentlichen aus Algen aufgebaut. Bei den älteren allerdings, z. B. bei den Triaskalksteinen, sind die Formen der Algen nur mehr schwer erkennbar. Dagegen ist bei den jungen Kalksteinen der Aufbau aus den einzelnen Knollen und Stengeln der Pflanzen deutlich zu sehen. Zu den wichtigsten derartigen Bildungen gehören die Leithakalke, und zwar die meist ziemlich dichten „gewachsenen" Algenkalke, zum Unterschied von den schon früher behandelten „zerriebenen", den Kalksandsteinen. Sie bestehen aus mehr oder minder zusammenhängenden Lagen, „Rasen", der Kalkalge

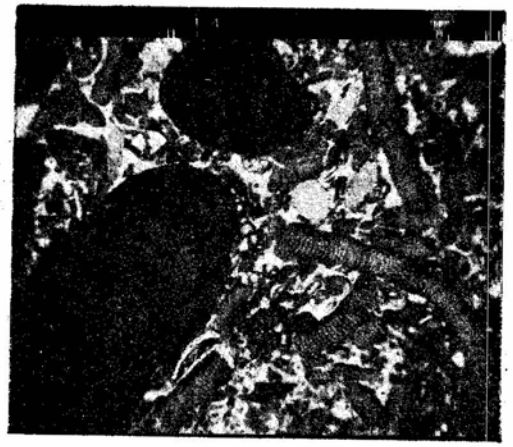


Bild 39. Algenkalk von Wöllersdorf. Dünnschliff in 11facher Vergrößerung. Die Zellen in den Pflanzenstengeln noch deutlich erkennbar.

Lithothamnium, die im einzelnen sehr verschieden ausgebildet sein kann, als kleine Sträuchlein mit dünnen Ästen oder als ziemlich plumpe Knollen. Diese Algen bildeten Kalkriffe ähnlich den Korallriffen. Im Zuge der Gesteinswerdung sind diese Bildungen noch ganz verdichtet worden, so daß viele von ihnen, z. B. ein Teil des Mannersdorfer Steins, wenig oder keine für das freie Auge sichtbare Poren besitzen. Solche dichte Ausbildungen sind auch polierbar. Sie weisen verhältnismäßig hohe Druckfestigkeit auf, die sie für stark belastete Bauteile gut verwendbar macht. Die Wetterbeständigkeit der reinen, nicht mergeligen Algenkalke ist ausgezeichnet, ein Teil von ihnen, z. B. der ganz dichte Mannersdorfer, ist im bruchfeuchten Zustande sehr frostempfindlich. Die Farbe ist stets gelblich (selten Reste der ursprünglich graublauen Farbe), von lichtem Weißgelb bis zu tief dunkelgelben Sorten. Die vielseitige Verwendbarkeit für alle Steinmetz- und Bildhauerarbeiten macht sie zu einem unserer wichtigsten Bausteine.

Die wichtigsten Vorkommen.

Am Westrande des Wiener Beckens ist, abgesehen von den kleinen, schon lange aufgelassenen Brüchen (z. B. in Wien-Nußdorf), vor allem Wöllersdorf zu nennen. Ein harter lichtgelber, ungemein dichter (Porosität nur 4—5 v. H.) Algenkalk von vielseitiger Verwendbarkeit und großer Wetterbeständigkeit. Zwischen den guten, reinen Kalksteinen jedoch einige dunklere mergelige Bänke (der „gelbe Wöllersdorfer"), die trotz ihrer großen Härte nicht wetterbeständig sind und z. B. an der Votivkirche zu größeren Verwitterungsschäden geführt haben.

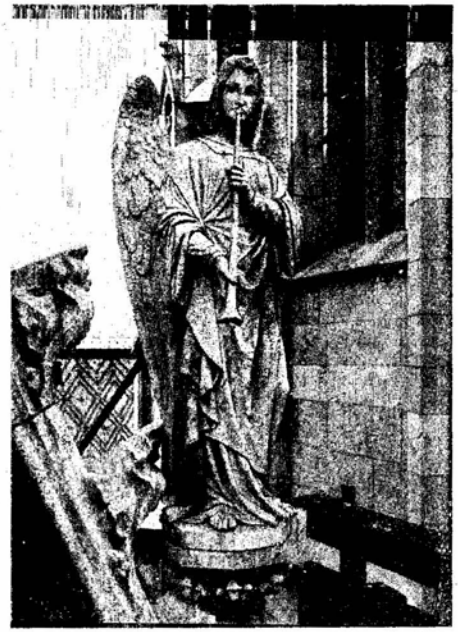


Bild 40. Engelsfigur aus dem Algenkalk von Wöllersdorf, Niederösterreich, auf dem Dache der Votivkirche, Wien IX. Trotz besonders ausgesetzter Lage tadellose Erhaltung.

Verwendungsbeispiele:

Wien: Großteil der Votivkirche, Teile von Hofmuseen, Akademie der bildenden Künste, Universität, Rathaus, Justizpalast, Burgtheater, Musikvereinsgebäude, Teile des Burgtores, mehrere nicht mehr bestehende Brücken (alte Reichs-, Tegetthoff-, Elisabethbrücke), Pfeiler und Stufen im Arkadenhofe sowie ein Teil der Außenarbeiten am Österreichischen Museum für Kunst und Industrie, Becken des Josefs- und des Leopoldsbrunnens am Graben und der Brunnen zu beiden Seiten der Staatsoper.

Zahlreich sind die Vorkommen von Algenkalk im Leithagebirge: Mannersdorf. In vielen Brüchen wird ein sehr dichter, weißer bis lichtgelber Algenkalk gewonnen, der einer der wichtigsten Bausteine für Wien darstellt. Der ganz

Bild 41. Zierfigur in einem Wiener Gemeindebau (Bildhauer Prof. Rudolf Schmidt). Poröse Abart des Algenkalkes von Mannersdorf a. L., Niederösterreich.

dichte („glasige") Stein ist im bruchfeuchten Zustande sehr frostempfindlich, jedoch im ausgetrockneten gut haltbar, es sei denn, daß er durch aufsteigende Grundfeuchte oder ähnliche besondere Verhältnisse wieder vollkommen durchfeuchtet wird. In einzelnen Bänken gelegentlich Gerölle von dunkel blaugrauem Triaskalk eingelagert. Polierbar, für alle Steinmetz- und Bildhauerarbeiten verwendet.

Verwendungsbeispiele:

Wien: Teile von Rathaus, Universität, Parlament, Börse, Justizpalast, Akademie der bildenden Künste, Eskomptegesellschaft Am Hof, Creditanstalt Am Hof, beide Palais

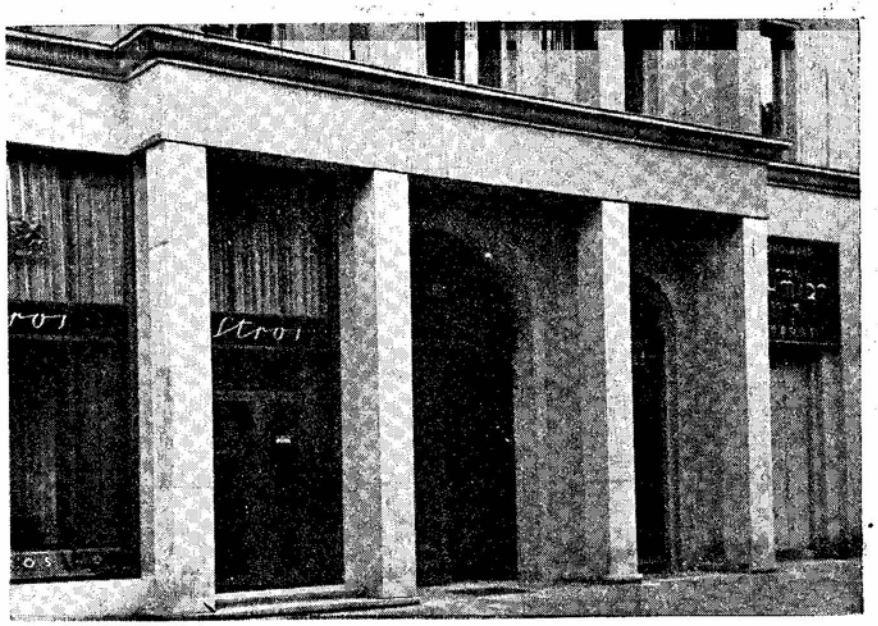


Bild 42. Portalvorbau in Algenkalk von Mannersdorf, Niederösterreich, matt geschliffen.

Rothschild, Hermesvilla in Lainz, Kirchen in Rudolfsheim und Ottakring, Russische Kirche, Zentralfriedhof Arkaden, Schubertbrunnen, Balustraden Burggärten, Geländerpfeiler Donaukanal, Marienbrücke, Fassadenverkleidung Mahlerstraße 4.

Linz: Dom Gewände und Maßwerke zum Teil.

Groß-Höflein. Harter, gelbgrauer Algenkalk, jedoch grob-porös mit großen Löchern. Müllendorf. Ein besonders weißer, harter, hervorragend wetterbeständiger Algenkalk (z. B. Turmhelme Votivkirche Wien). Neben dem harten Algenkalk auch kreidig weiche Teile, die für kreideähnliche Pulver („Wienerweiß"), Düngekalk usw. verarbeitet werden. Klein-Höflein. Harter und weicher Algenkalk. Eisenstadt. Die vielen, früher sehr wichtigen Brüche seit langem aufgelassen. Kaisersteinbruch. Neben den bereits behandelten Kalksandsteinen auch dichter Algenkalk, ebenso hart wie jene,

zum Teil mit blaugrauer Farbe im Kern größerer Blöcke. Einzelne Bänke mit vielen, meist erbsengroßen Fremdgeröllen (Quarz- und Glimmerschiefer), wodurch Übergänge zu Konglomerat. Oslip. Tiefgelber, besonders harter Algenkalk (von weicheren, lichteren Bänken überlagert), polierbar, wegen seiner hohen Widerstandsfähigkeit und Druckfestigkeit (600—800 kg/cm²) besonders für Sockel und Säulen verwendet.

Zwei steirische Vorkommen von Leithakalk, der licht-weißgelbe Algenkalk von Afram und der braune von Wildon („Schloßstein") sind zum Teil so dicht, daß sie poliert werden können; andere Bänke hingegen sind als Kalksandstein anzusprechen. Beide Vorkommen spielen für Graz die gleiche Rolle wie die Leithakalke des Leithagebirges für Wien.

Verwendungsbeispiele Aframer Stein:

Graz: Burgtor, Paulustor, die meisten Portale an alten Palästen, z. B. Palais Saurau, Pergola Schloßberg. Viele Neubauten, z. B. Hotel Steirerhof Weinkost, Weinstube Herzl usw. Rundfunksender Dobl Eingangsumrahmung, Kurmittelhaus „Sonderstation" Tobelbad Plattenverkleidung in der Haupteingangshalle.

Verwendungsbeispiele Wildoner Stein:

Graz: Großteil der alten Kirchenbauten, so die Strebepfeiler an Dom und Stadtpfarrkirche. Wahrscheinlich die berühmte gotische Doppelwendeltreppe in der Burg. Alte Technik (Rechbauerstraße) Auffahrtsrampe. Viele alte Kirchen der Umgebung, z. B. Straßengel.

Groblöcherige Kalksteine der Leithakalkfamilie (Cerithienkalk).

Über den Leithakalken im engeren Sinne (der sogenannten zweiten Mittelmeerstufe) lagern jüngere Kalksteinbildungen der sarmatischen Stufe, die vor allem durch das massenhafte Vorkommen der turmförmigen Schnecke Cerithium meist leicht kenntlich sind. Die Gesteinsausbildung ist sehr mannigfaltig. Sehr verbreitet sind mehr oder minder dichte Kalksandsteine. Dann poröse, die von den älteren der zweiten Mittelmeerstufe kaum zu unterscheiden sind (in den Brüchen bei Loretto z. B. gehören die unteren Bänke der älteren tortonen, die oberen der jüngeren sarmatischen Stufe an). Besonders häufig sind Kalksteine, die in der Hauptsache aus der Anhäufung von Muschelschalen entstanden sind (also Schillsteine oder Lumachellen), wobei dann durch das Auflösen der meisten dieser Schalen nur die Zwischenmasse und die Hohlraumausgüsse („Steinkerne") der Muscheln übrig geblieben sind. Unbeschadet ihrer vielen und großen Hohlräume sind diese groblöcherigen Kalksteine sehr fest und auch gut wetterbeständig, lassen sich auch überraschend gut zu Profilarbeiten verwenden. Sie wurden daher in früheren Jahrhunderten viel für Steinmetzarbeiten verwendet, unter anderem ein Großteil der Stephanskirche in Wien daraus erbaut, mit zum Teil sehr großen Werkstücken. Später wurden sie nur mehr für nicht sichtbare Arbeiten, vor allem für Fundamentsteine, verarbeitet, nicht, weil sie sich anders nicht bewährt hätten, sondern offenbar nur aus einer Änderung der Schönheitsansprüche heraus.

Das bekannteste Vorkommen, nach dem als Typus auch alle anderen gleichartigen benannt wurden, ist der Atzgersdorfer Stein. Von den zahlreichen Brüchen zwischen Liesing-Rodaun und Rosenhügel ist heute

keiner mehr in Betrieb; auch auf der Türkenschanze in Wien-Währing wurden seinerzeit neben Quarzsandsteinen auch Bänke von „Atzgersdorfer" Cerithienkalk abgebaut.

Verwendungsbeispiele Typus Atzgersdorf:

Wien: Stephansdom Langhaus und Adlerturm zu großen Teilen, Kirche Am Hof, Minoritenkirche, Hauptteil von Maria am Gestade, Teile der Hofburgkapelle, Grundmauern und Chor der Michaelerkirche, Grundmauern der meisten Neubauten des 19. Jahrhunderts (soweit nicht aus Ziegeln).

Im Leithagebirge sind in vielen Steinbrüchen über den älteren Leithakalken die sarmatischen gelagert und werden mit abgebaut.

Eine noch jüngere Bildung sind die ebenfalls groblöcherigen Kalksteine („Süßwasserkalke") der pannonischen oder Congerienstufe, die seinerzeit ebenfalls gewonnen wurden (Eichkogel bei Mödling, Goldberg bei Reisenberg und an mehreren Stellen des Leithagebirges), heute aber keine Rolle mehr spielen.

Süßwasserkalke.

Almaser Stein. Ein ganz dichter bis feinkörniger weißer Kalkstein des Diluviums wird seit 1600 in mehreren Brüchen bei Dunaalmas (Komitat Komorn) abgebaut und hat neben seiner großen Bedeutung für Budapest auch nach Wien Eingang gefunden (Sockel der Neuen Hofburg, 1882—1893 Hermesvilla im Lainzer Tiergarten, Restaurierungen im Stift Klosterneuburg, das den Bruch 1875 erworben hatte).

Rogensteine (Erbsensteine, Oolithe).

Eine eigenartige Form von Kalkstein entsteht durch die Anhäufung kleiner Kügelchen (mohn- bis erbsengroß), die sich in konzentrischen Schalen meist um einen Fremdkörper (Sandkorn, Foraminiferenschälchen u. dgl.) absetzen und durch kalkiges Bindemittel verfestigt werden. Die einzelnen Schalenschichten sind meist radialfaserig aufgebaut, sie bestehen teils aus Aragonit, teils aus Kalkspat. Diese Gesteine werden je nach Korngröße als Rogensteine oder Oolithe (Ei-Steine) oder Erbsensteine (Pisolithe) bezeichnet. Die feinerkörnigen von ihnen sind wichtige Bildhauersteine.

Die wichtigsten Vorkommen.

Österreich.

Einzelne Lagen in den Leithakalken sind oolithisch entwickelt. Keine praktische Bedeutung.

Deutschland.

Im Buntsandstein am Nordrande des Harzes (bei Wernigerode usw.) und bei Bernburg in Anhalt werden Rogensteine gewonnen, die allerdings weniger für Steinmetzarbeiten als für Mosaikpflastersteine verwendet werden.

Durch nachträgliche Auflösung der einzelnen Kügelchen entstehen sehr poröse Kalksteine, die „Schaumkalke", z. B. im Muschelkalk in Baden, in der Rhön und in der Gegend von Würzburg. Diese Schaumkalke, die in großen Blöcken gewinnbar sind, liefern einen beliebten Werkstein. Übrigens sind nicht alle Schaumkalke aus Rogensteinen hervorgegangen, sondern es werden auch andere poröse Kalksteine, deren Löcher durch Auflösen von Versteinerungen entstanden sind, mit dem gleichen Namen bezeichnet.

Frankreich.

Zu den wichtigsten Bildhauersteinen gehören die ungemein weichen, weißen, feinkörnigen Oolithkalke des Juras von Lothringen. Der bekannteste Fundort, der dann zum Gattungsnamen aller derartigen Oolithe wurde, ist Savonnières-en-Perthois, Departement Meuse, ähnliche Gesteine werden aber auch bei Metz (Jaumont) und in der Normandie bei Caen und vielen anderen Orten gebrochen. Der Abbau des Savonnières erfolgt meist unterirdisch; die Gewinnung und Bearbeitung ist infolge der besonderen Weichheit kaum halb so teuer wie die der anderen gebräuchlichen weicheren Sandsteine. Dieser Umstand hat zusammen mit der guten Verkehrslage dem Stein eine weite Verbreitung verschafft. Einfachere Formen (Gewände usw.) werden durch das Sägen allein nahezu fertig bearbeitet und nur mit der Kratze oder dem Hobel noch etwas überarbeitet. Bei Quaderbauten werden oft zunächst nur die Lager- und Stoßfugen zugerichtet und erst an der fertig versetzten Mauer die Sichtfläche abgearbeitet („ravaliert"). Für Bildhauerarbeiten werden Holzbearbeitungswerkzeuge verwendet. Der Savonnières ist außer in ganz Frankreich besonders reichlich in Deutschland und der Schweiz, für Bildhauerarbeiten auf der ganzen Welt verwendet worden.

Tschechoslowakei.

Ein Teil des Karlsbader Sprudelsteins ist als Erbsenstein entwickelt und wird für kleinere kunstgewerbliche Arbeiten verwendet.

Übriges Ausland.

Erwähnt sei nur, daß Oolithkalke der Jurazeit in England die wichtigsten Bausteine liefern, so den Portland- und den Bath-Stein.

Kalktuffe.

Entstehung. Wo Kalkgesteine mit großer innerer Oberfläche (durch Gebirgsdruck zerpreßte Kalksteine, kalkreiche Schotter) von kohlensäurehaltigem Wasser durchströmt werden, wird dieses bis an die äußerste Grenze mit gelöstem Kalk gesättigt. Beim Austreten der Quellen an die Luft und beim Herabrieseln über Gefällstufen verliert das Wasser Kohlensäure und muß, zum Teil unter Mithilfe von Pflanzen, den überschüssigen Kalk absetzen. Die so entstehenden äußerst löcherigen, leichten Kalkbildungen bezeichnet man als Kalktuff (nicht zu verwechseln mit den vulkanischen Tuffen). Im Laufe der Zeit werden sie durch den fortdauernden Kalkabsatz immer dichter und schwerer, schließlich gehen sie in Travertin über. Die Bildung der Kalktuffe erfolgt verhältnismäßig rasch, noch vor unseren Augen, so daß man mit Recht vom „wachsenden Stein" gesprochen hat.

Technische Eigenschaften. Das auffälligste Merkmal ist das aus der großen Löcherigkeit erfolgende geringe Raumgewicht von nur 1·0 bis 1·5; daher die Bevorzugung dieser ungewöhnlich leichten Steine für Gewölbebauten. Zahlreiche große Kuppeln (z. B. Karlskirche in Wien, die erste Kuppel der Hagia Sophia in Konstantinopel) bestehen aus Kalktuff. Eine zweite Folge der Löcherigkeit ist die schlechte Wärmeleitung; die Kalktuffe sind daher für Stallbauten besonders beliebt. Die Erscheinung, daß

das Gestein beim Austrocknen härter wird, ist nirgends so stark ausgeprägt wie bei den Kalktuffen. Im frischen Zustande lassen sie sich unschwer sägen, was eine sehr billige Gewinnung gestattet. Im trockenen Zustande liefern sie ausgezeichnete wetterbeständige, übrigens auch weitgehend feuerbeständige Bausteine; ihre Druckfestigkeit ist freilich sehr gering. Infolge der Weichheit und hohen Porosität kann man sie nicht schleifen und polieren. Wegen ihrer krausen Formen sind sie sehr beliebt für Grottensteine, Brunnenanlagen, Alpengärten usw.

Die wichtigsten Vorkommen.

Österreich.

Die ungemein zahlreichen, im einzelnen allerdings manchmal nicht sehr großen Vorkommen sind in früheren Zeiten sehr viel ausgebeutet worden. Man findet daher Tuffbausteine z. B. in den meisten alten Stiftsbauten (Heiligenkreuz, Lilienfeld usw.). Derzeit ist nur ein Vorkommen im Abbau, in Peratschitzen-Kühnsdorf bei Völkermarkt in Kärnten. Besonders große Vorkommen liegen in Niederösterreich, in der Gaissulz bei Ybbsitz (viele Brückenbauten, Rothschildschloß in Waidhofen an der Ybbs usw.), in Neustift bei Scheibbs (zum Teil unter Naturschutz gestellt), im Pielachtale usw. Besonders viele Tuffvorkommen sind in den Randzonen der Hohen Tauern durch Auslaugung der porösen Kalkglimmerschiefer entstanden (z. B. in der Gegend von Matrei in Osttirol). Es ist sehr bedauerlich, daß diese schönen und hochwertigen, dabei ungemein billigen Steine nicht in größerem Ausmaß verwendet werden.

Ausland.

Kalktuffe sind in allen Ländern verbreitet. Die Vorkommen im bayrischen Anteil der Alpen sind ganz gleich den österreichischen und wurden wie diese verwendet, ebenso solche des Alpenvorlandes (Huglfing usw.). Ausgedehnte Kalktuffvorkommen finden sich als Auslaugungsstoffe des mitteldeutschen Muschelkalks, besonders im Thüringer Becken, nördlich des Harzes und in Württemberg. Ein Teil von ihnen ist bereits zu Travertin verdichtet.

Travertin.

Der Name kommt von der altrömischen Bezeichnung des „Tiburtinischen Steins", d. h. des heutigen Tivoli bei Rom, wo ein Großteil der römischen Bausteine gebrochen wurde.

Entstehung. Travertine sind nichts anderes als durch fortdauernde Kalkzufuhr und auch eine gewisse Umkristallisation verdichtete Kalktuffe. In allen Vorkommen findet man einzelne Bänke, die noch groblöcherige Kalktuffe sind, in vielen Kalktuffvorkommen sind die älteren tieferen Bänke bereits zu Travertin ausgekittet, zwischen beiden Gesteinsarten bestehen also alle Übergänge. Auch läßt die Untersuchung der Travertine bei starken Vergrößerungen deutlich den ursprünglichen Kalktuff von den später eingelagerten Kalkspatkristallen unterscheiden. Da die Verdichtung der Kalktuffe zu Travertin lange Zeit erfordert, finden sich Travertine in sehr alten eiszeitlichen Kalktufflagern entwickelt.

Technische Eigenschaften. Aus der größeren Gesteinsdichte folgt ein wesentlich höheres Raumgewicht als bei den Kalktuffen (2—2·4) und auch eine höhere Druckfestigkeit (800—1000 kg/cm²), Biegefestigkeit usw., so daß sich die Travertine auf dünne Platten schneiden, zu allen Steinmetz- und auch Bildhauerarbeiten verwenden lassen. Auf Grund der großen Dichte und der ausreichenden Härte lassen sie sich auch gut polieren. Dabei kommt

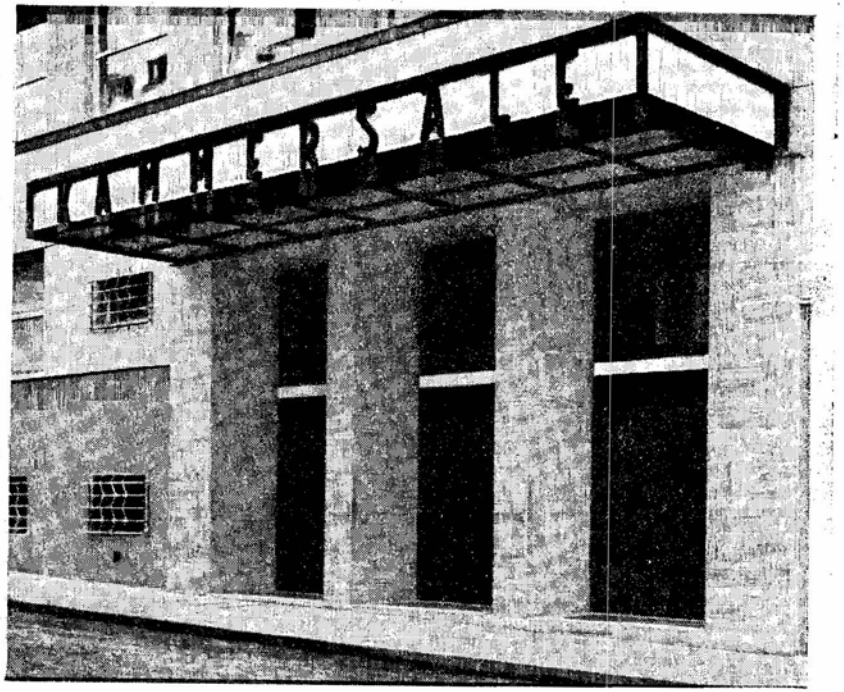


Bild 43. Portalverkleidung aus Travertin von Cannstatt bei Stuttgart.

der lagenweise Wechsel verschieden gefärbter Schichten gut zur Geltung, so daß Platten aus solchem Material wie Dekorationsmarmore verwendet werden können. Einige sehr dichte Abarten, besonders der römische, sind im bruchfeuchten Zustande sehr frostempfindlich. Im übrigen aber haben sich die Travertine als gut wetterbeständig erwiesen. Neben der Verwendung für alle Arten von Steinmetzarbeiten und besonders Plattenverkleidungen sind sie in den beiden letzten Jahrzehnten in steigendem Maße für Plastiken verwendet worden, da die Löcherigkeit wegen der durch sie bewirkten Belebung der Oberfläche ebenso wie beim deutschen Muschelkalk in Mode gekommen ist.

Bild 44. Plattenverkleidung aus Travertin von Langensalza, Thüringen.

Die wichtigsten Vorkommen.

Österreich.

Einige Kalktuffe sind in ihren tieferen Bänken zu Travertin verdichtet. Derzeit ist keiner von ihnen im Abbau.

Deutschland.

In Thüringen, besonders bei Langensalza und Mühlhausen (an der Unstrut), ein lichtgelber bis brauner Stein, von dem vorwiegend die „eisenharten" Bänke in größtem Maßstabe abgebaut und für Großbauten in allen deutschen Städten verwendet werden. Ähnliche Gewinnungsstätten im Ilmtal bei Weimar, Ehringsdorf und Taubach, ferner in Dittwar (Baden). Sehr wichtig sind die Vorkommen Württembergs in der Umgebung von Stuttgart, besonders bei Cannstatt. Der dortige Travertin, der an Härte, Druckfestigkeit und Wetterbeständigkeit den Kalksteinen von der Art des Muschelkalks nicht nachsteht, ist besonders durch die lagenweise Anordnung verschieden gefärbter Schichten von Weiß bis zu tiefem Goldbraun ausgezeichnet, die je nach Schnittlage gestreifte oder wolkige Zeichnung ergeben. Im Handel werden fünf Hauptsorten unterschieden, die alle polierfähig sind. Die Verschiedenartigkeit der Färbungen gestattet es leicht, bei Großbauten die in neuerer Zeit so erwünschte farbige Belebung der großen Mauerflächen zu erzielen.

Tschechoslowakei.

Die Slowakei enthält eine Reihe von Travertinvorkommen, die in der Farbe eine Mittelstellung zwischen dem Cannstätter und dem römischen einnehmen. Die lichten Bänke sind dem römischen besonders ähnlich und unterscheiden sich von ihm durch die stärker gewellten Porenlagen. Wichtigste Brüche bei Drevenik, Ober-Rußbach, Lucky, Beneschau, Rosenberg und Neutra.

Italien.

Weltbekannt ist der römische Travertin von Tivoli bei Rom, ein Absatz der kalkreichen Wässer des Anio-Flusses. Im geschliffenen Zustande weiß bis licht-beingelb mit einer sehr feinen blumenkohlähnlichen Zeichnung, wobei die einzelnen Lagen in sehr gleichmäßigen Zeilen angeordnet sind. An alten Bauten nimmt dieser Stein im Laufe der Zeit eine tief goldgelbe bis braune Farbe an, die wir am Colosseum und anderen antiken Bauten, an der Peterskirche usw. in Rom, ferner an den alten Tempeln in Pästum bewundern können. Im bruchfeuchten Zustande sehr frostempfindlich, im trockenen aber sehr gut wetterbeständig.

Kalksinter.

Rein mineralische (also zum Unterschied von den Kalktuffen anorganische) Auskleidungen von Spalten, Höhlen oder sonstigen Hohlräumen eines (beliebigen) Gesteins mit Kalkmineralen, vorwiegend aus Aragonit, oft aber auch aus Kalkspat oder beiden Mineralen nebeneinander bestehend. Häufig

in allen Kalkstein- und Marmorvorkommen als (meist weiße) Kluftfüllung oder Spatadern, auch die Füllung in den tektonischen Brekzienmarmoren (z. B. im Adneter Rotscheck). In Höhlen die Wände mit solchen Sinterbildungen verkleidet, an einzelnen Stellen „Tropfsteine". Wo derartige Sinterbildungen in genügender Dicke gebrochen werden können, stellen sie ein wichtiges Dekorationsgestein dar. Durch den Absatz in einzelnen, oft verschieden gefärbten Lagen entsteht im Querschnitt eine bänderförmige,

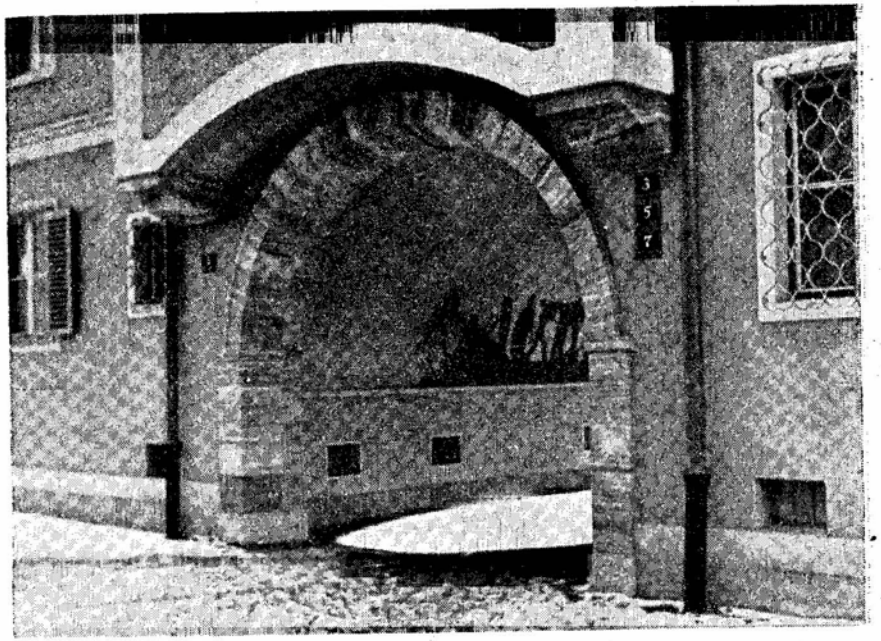


Bild 45. Torgewände und Konsolen aus Kalksinter von Maria Buch bei Judenburg, Steiermark.

im Parallelschnitt eine wolkige Zeichnung. Innerhalb der einzelnen Lagen sind die Einzelkristalle meist in Form von Fasern ausgebildet, die senkrecht auf den Schichten stehen; sie erzeugen an polierten Flächen einen seidigen Glanz. Die Grundfarbe der Sinter ist weiß, doch sind sie vielfach durch geringe Mengen von Eisen-, auch Manganmineralen gelb, braun bis braunrot, andere wieder grün gefärbt. Die Sinter haben meist eine beträchtliche Lichtdurchlässigkeit, was ihre Verwendung für kunstgewerbliche Arbeiten und selbst als Fensterscheiben ermöglicht. Große Blöcke werden zu Säulen, Tischplatten, Kaminverkleidungen usw. verarbeitet; viel häufiger aber ist die Verwendung kleinerer Stücke zu kunstgewerblichen Arbeiten, wie Vasen, Dosen, Aschenbechern, Schreibtischgarnituren, gelegentlich auch kleineren Bildhauerarbeiten.

Die wichtigsten Vorkommen.

Österreich.

Ein licht-wachsgelber Sinter von Maria Buch bei Judenburg, Steiermark, wird seit einigen Jahren wieder stärker ausgebeutet. Dagegen ist der weiß und rotbraun gestreifte Aragonit vom Ulrichsberge bei Klagenfurt schon lange außer Gebrauch gekommen.

Deutschland.

Kleine, braun und gelb gezeichnete Sinterbildungen in der schwäbischen Alb wurden früher für Marmoreinlegearbeiten verwendet.

Italien.

Besonders viel verwendet war der weiß-gelb-dunkelbraun gebänderte „Onyxmarmor" von Laas im Vintschgau, der sehr große Stücke geliefert hat (z. B. Kamine im Hofpavillon Hietzing der Wiener Stadtbahn) und der durch die Verwendung an dem Beethovendenkmal von Klinger (in Leipzig) allgemein bekannt geworden ist. Viele andere Vorkommen, meist in verschiedenen Tönungen von gelb, bzw. gelb-weiß gestreift: Solagna (Provinz Vicenza), Busca (Piemont), Bergamo, Montanto (Provinz Pisa), Gesualdo (Provinz Salerno) und in Sizilien.

Frankreich.

Mehrere Vorkommen in den Pyrenäen (der nußbraune von Bize und der gelbweiß gestreifte von Bedat).

Spanien.

Der weißgelb gewellte Sinter von Malaga, der grüne mit weißen Flecken von Arcena.

Ägypten.

Vor Einfuhr der amerikanischen Sinter das wichtigste Vorkommen. Bei Beni Souef und bei Siout wurden sehr große Blöcke gewonnen, meist in weiß und strohgelb gestreift, die viel für Architektur verwendet werden (Erzherzog-Treppe im Wiener Burgtheater, Altarsäulen usw. in der Votivkirche).

Algier und **Marokko.**

Ein ganz ähnliches Material, vorwiegend aus den Provinzen Oran und Constantine.

Amerika.

International bekannt ist der lichtgrüne „brasilianische Onyx" (Vert brésil), der jedoch aus Argentinien (Provinz San Luiz) kommt. Aus Mexiko (Provinz Puebla, besonders bei Tecali) kommen milchweiße, gelbe und grüne Sorten, ähnliche auch aus Kalifornien.

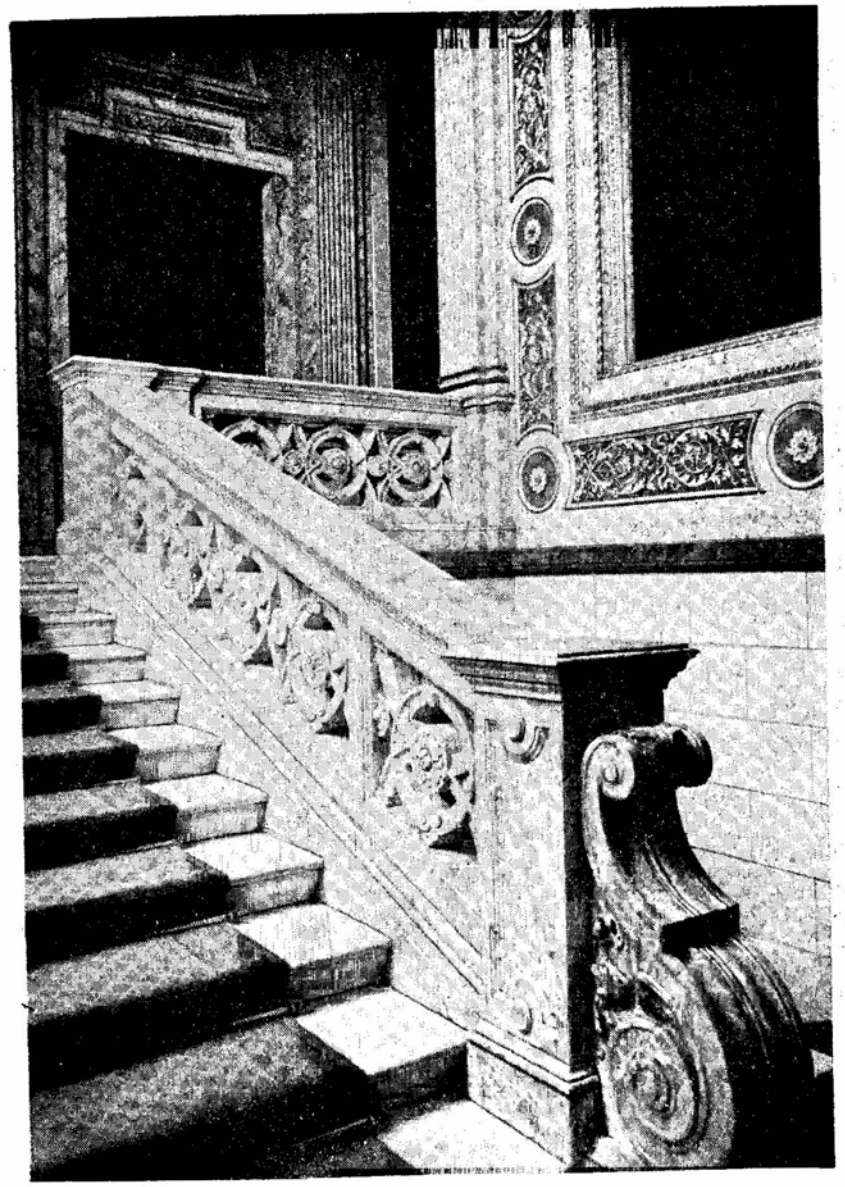


Bild 46. Erzherzog-Treppe im Wiener Burgtheater. Gelbweiß gewolkter ägyptischer Kalksinter (im Handel fälschlich als Onyx bezeichnet).

Dichter Kalkstein.

Eine ganze Reihe von dichten Kalksteinen älterer und mittlerer Erdzeitalter spielen als Baustein eine große Rolle, sind auch durchwegs polierbar und werden poliert verwendet, werden aber trotzdem im Sprachgebrauch der Steinpraxis nicht zu den Marmoren gerechnet, weil eben doch die Verwendung im polierten Zustand gegenüber anderen Bearbeitungsformen zurücktritt.

Solche dichte Kalksteine, die vorwiegend für einfache Bauausführungen, für Mauern, Brücken, Tunnelauskleidungen usw. in Form von Quadern oder auch nur Bruchsteinen Verwendung finden, sind in allen Ländern ungemein häufig; sie haben jedoch mit einigen noch zu besprechenden Ausnahmen eine meist nur örtliche Bedeutung, die freilich im Einzelfalle sehr groß sein kann, wie etwa die der Kreidekalksteine (Plänerkalke) Böhmens für Prag und andere Städte.

In Österreich werden derartige Kalksteine allenthalben verwendet, z. B. die Kalksteine aus dem Erdaltertum (Devon) der Umgebung von Graz, die meisten Triaskalksteine der Nördlichen Kalkalpen (Gutensteiner, Reiflinger, Dachstein-Kalke usw.).

Von Vorkommen derartiger Kalksteine, die eine ausgedehnte Verwendung auch weitab ihrer Gewinnungsorte finden, sind zwei reichsdeutsche wegen ihrer besonderen Wichtigkeit hervorzuheben, der deutsche Muschelkalk und der sogenannte Donaukalkstein.

Deutscher Muschelkalk.

Unter Muschelkalk versteht man zunächst ganz allgemein Kalksteine, die vorwiegend aus Schalen von Muscheln aufgebaut werden. Im Sprachgebrauch der Steinmetzpraxis aber bezeichnet man als Muschelkalk im engeren Sinne die für Steinarbeiten verwendbaren Kalkbildungen der mittleren Triasformation von Mitteldeutschland (in der Geologie Deutschlands versteht man unter Muschelkalk die ganze Schichtgruppe der mittleren Trias, die auch noch viele andere Gesteinsarten enthält). Es sind gut gebankte, mehr oder minder quaderförmig abgesonderte Kalksteine mit oft lückig porösem Gefüge. Vielfach sind die Hohlräume mit Kalkspatkristallen weitgehend ausgefüllt, so daß diese Kalksteine sehr dicht und gut polierbar geworden sind. In den Steinbrüchen hat sich für die einzelnen Ausbildungsarten eine Reihe von Bezeichnungen herausgebildet. Die wichtigsten sind der lückige, graue bis bräunliche „Kernstein" (Raumgewicht 1·99) und die dichte, harte „Blaubank" (Raumgewicht 2·31). Einzelne poröse Bänke, deren Hohlräume mit ockerfarbigem, eisenhältigem Material ausgefüllt sind, heißen „Goldader". Die mannigfache, innerhalb gewisser Grenzen bunte Farbe und Musterung, die durch die Schalenquerschnitte, die Hohlraumausfüllungen mit spätigem Kalkspat und die Hohlraumauskleidungen mit rostroten bis goldgelben Eisenverbindungen bewirkt werden, verleihen dem Gestein im polierten Zustande eine reizvoll belebte Zeichnung. Aber auch dem rauhen (gesägten oder scharrierten) Gestein geben die Hohlräume durch ihre Schattenwirkung jene Belebung der Oberfläche, die seit einigen Jahr-

zehnten immer mehr geschätzt wird. Durch die Witterungseinflüsse nimmt der übrigens ausgezeichnet wetterbeständige Stein eine lichtgraue bis gelbliche Färbung an. Sie unterscheidet ihn sehr vorteilhaft von den meist schwärzlichen Färbungen, die die meisten Quarzsandsteine in den Großstädten erleiden.

Verwendung. Nach jahrhundertelanger örtlicher Verwendung als Werkstein ist der deutsche Muschelkalk durch ein seinerzeit aufsehenerregendes Bauwerk des Architekten Messel, das Kaufhaus Wertheim in

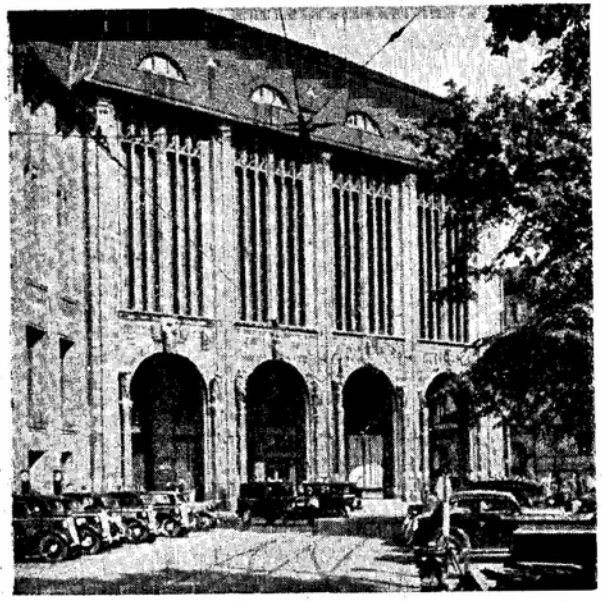


Bild 47. Kaufhaus Wertheim in Berlin, Leipzigerplatz, von Alfred Messel, 1903. Mit diesem Bauwerk begann der Siegeszug des Deutschen Muschelkalkes (Aufnahme Prof. Dr. K. Ginhart).

Berlin (1904, Erweiterungsbau 1926), berühmt geworden und hat in der Folgezeit die bis dahin für Großbauten fast allein verwendeten Sandsteine zum guten Teil verdrängt. Er wird für alle Arten von Quadern, Gewänden, Plattenverkleidungen, auch für Plastiken in den verschiedensten Oberflächenbearbeitungen verwendet.

Die wichtigsten Vorkommen liegen am Main, besonders in der Umgebung von Würzburg („fränkischer Marmor") mit großen Bruchanlagen, bei Kirchheim, Kleinrinderfeld, Marktbreit, Ochsenfurt, Randersacker usw.); von den württembergischen Vorkommen seien Gauingen und Crailsheim, von den thüringischen Dorla erwähnt. Viele andere deutsche Vorkommen, z. B. jenes von Rüdersdorf bei Berlin, werden weniger für Quadergewinnung als für verschiedene technische Zwecke abgebaut.

Verwendungsbeispiele:

Wien: Mehrere Fassaden und Geschäftsverkleidungen, z. B. Steyrerhof Fleischmarkt 3, Autofirma Uraniastraße 2.

Linz: Studienbibliothek, Sockelaufbau Stelzhamer-Denkmal, Kriegerdenkmal Evangelische Kirche.

Donaukalkstein.

Die südlichen Teile der Fränkischen Alb enthalten viele Vorkommen von weißen, dichten Kalksteinen des obersten Juras, von denen einige als Marmor verwendet werden (diese später besprochen, ebenso wie die Solnhofener Kalkschiefer), die meisten aber neben ihrer technischen Verwendung auch für Steinmetz- und Bildhauerarbeiten gebrochen werden. Große Bedeutung hat der im Handel gewöhnlich als Donaukalkstein, gelegentlich auch als Marmorkalk bezeichnete Stein („Ihrler Kalk") des Donautals zwischen Kelheim und Regensburg, der besonders für die Großbauten Münchens verwendet, aber auch weithin verfrachtet wurde.

Verwendungsbeispiele:

Wien: Figuren einiger Seitenaltäre (18. Jahrhundert) im Stephansdom. Einige Pfeiler der Staatsoper. Mehrere große Geschäftsverkleidungen, z. B. Steyrwerke, Schwarzenbergplatz 5.

Linz: Pfeiler der Martinskirche (römische Werkstücke), Bahnhof und Postbau Stiegenhausverkleidung (Drosselfels).

Marmore (Polierbare dichte Kalksteine).

In der Praxis werden fast alle polierfähigen Kalksteine als Marmor bezeichnet. Fälschlich werden manchmal auch einige andere polierfähige mittelharte Gesteine so genannt, z. B. die Serpentine. In der wissenschaftlichen Gesteinskunde versteht man unter Marmor nur die körnigen, kristallinen Gesteine, deren Einzelkörner bereits mit freiem Auge ausgenommen werden können. Es bestehen begreiflicherweise alle Übergänge in der Korngröße; bei den weißen Marmoren werden solche Zwischenglieder manchmal als „zuckerkörnig" bezeichnet. Umgekehrt gibt es viele polierfähige Kalksteine, die wie Marmor verarbeitet werden, für die sich aber trotzdem in der Praxis der Name Marmor nicht eingebürgert hat; hierher gehören einige Sorten des deutschen Muschelkalkes, die wenigen polierfähigen Sorten des Leithakalkes und die Travertine.

Die Politur läßt die Farbe und die Musterung der Gesteine erst voll zur Geltung kommen. Da die Politur eine unendlich dünne Oberflächenschicht darstellt, ist sie bei der verhältnismäßig starken Löslichkeit des Kalkspats im Freien niemals wetterbeständig und geht in wenigen Jahren verloren; durch „Mattscheibenwirkung" ergibt sich ein starker Verlust an Farbe und Zeichnung. Gerade jene Marmorsorten also, deren tiefe Farbe oder starke Musterung mit der Politur steht und fällt, sollten überhaupt nicht im Freien verwendet werden. Eine Ausnahme sind nur kleinere Plattenverkleidungen, z. B. an Kaufläden, die leicht dauernd gepflegt werden

können. Die Marmore haben eine nicht unbeträchtliche Porosität und bekommen durch Öl, Eisenrost usw. häßliche Flecken, was besonders bei den erwähnten Geschäftsverkleidungen zu bedenken ist.

Die unendliche Mannigfaltigkeit der Marmore läßt sich auf einige Grundtypen zurückführen. Feinkörnige gleichmäßige Kalksteine haben meist eine einheitliche Farbe („uni"), doch können verschiedene Farben auch wolkig nebeneinander auftreten (z. B. grauroter Schnöll von Adnet). Werden solche Gesteine durch Gebirgsdruck leicht gepreßt, dann reißen Spalten auf, zunächst oft als noch nicht zusammenhängende Fiederspalten. Werden diese durch weißen Kalkspat verheilt, dann wird durch den Farbgegensatz die Grundfarbe des Marmors stark gehoben (z. B. der schwarze, weiß geaderte „Bleu belge"). Oft aber entstehen keine klaffenden Spalten, sondern nur feine Haarrisse, auf denen Lösungen Farbstoffe, meist Eisenverbindungen, absetzen können. Es gibt z. B. eine Zahl von Sorten gelben Marmors, der durch rot gefärbte Klüfte eine starke Belebung erfährt.

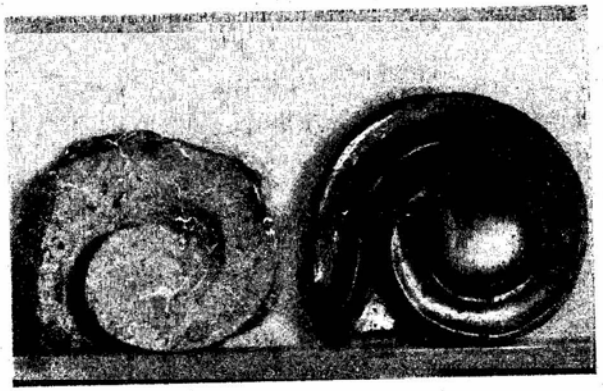


Bild 48. Mattscheibenwirkung: Zwei Schnecken von Grabsteinen aus rotem Adneter Marmor. Die linke ist durch Verwitterung aufgerauht und hat dadurch ihre rote Farbe weitgehend verloren.

War die Pressung stärker, dann ist das Gestein in mehr oder minder eckige Stücke zerbrochen, stellt also im verheilten Zustand eine Brekzie dar (am auffallendsten beim „Grand Antique", einer tiefschwarzen Brekzie mit weißer Füllung; in diese Gruppe gehört auch der Adneter „Rotscheck").

Ein zweiter Brekzientypus ist dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Trümmer nicht durch ein fremdes Bindemittel verkittet, sondern durch randliche Lösung ineinandergepaßt werden; in diesem Falle grenzen sie mit unregelmäßig zackigen Flächen (sogenannten Drucksuturen) unmittelbar aneinander. Dieser häufige Typus von Dekorationsmarmoren ist z. B. beim „Rouge fleuri" (Frankreich und Rumänien) sowie beim „Brocatello di Verona" verwirklicht.

Ein dritter Brekzientypus sind solche Gesteine, bei denen die durch Gebirgsdruck erzeugten eckigen Brocken durch Lösungsvorgänge zu Knollen abgerundet werden, diese aber nicht unmittelbar aneinander grenzen, sondern in einer meist etwas andersfarbigen, manchmal auch mergeligen Grundmasse schwimmen. Solche Knollenkalke sind z. B. der Adnet-Lienbacher, der rot ungarische und die meisten Trienter und Veroneser Marmore.

Ein vierter Brekzientypus sind endlich echte sedimentäre Brekzien aus verschiedenfarbigen Geröllen. Durch Umkristallisation kann die Brekziennatur dieser Gesteine fast bis zur Unkenntlichkeit verwischt werden (Untersberger Marmor).

Nicht immer sind alle durch den Gebirgsdruck erzeugten Klüfte und Hohlräume vollkommen verheilt. Das Material ist also stichig und löcherig. Je stärker ein Gestein durch Gebirgsdruck zermalmt wurde, desto vielfarbiger ist es, aber gerade diese besonders geschätzten bunten Dekorationsmarmore neigen am meisten zu den erwähnten Fehlstellen, so daß Auskittung unvermeidlich ist.

Geht die Durchbewegung und Pressung noch weiter, dann werden die einzelnen Bestandteile stärker ausgewalzt, oft geradezu miteinander verknetet. Es entstehen Flasermarmore. Dazu gehören viele Gesteine der älteren Erdzeitalter, z. B. die Marmore des Frankenwaldes und des Lahngebietes.

Die Zeichnung der Marmore wird nicht nur durch die Mischung verschiedenfarbiger Bestandteile im Zuge der Gebirgspressung, sondern auch durch schon ursprünglich vorhandene Einschlüsse, meist von Versteinerungen, bewirkt. Solche Ausbildungen werden meist als „geblumt (fleuri, fiorito)" bezeichnet. Die Adneter Tropfmarmore enthalten weiße Korallenstengel in einer roten, grauen oder grünlichen Grundmasse. Querschnitte von Einzelkorallen, Muschelschalen und anderen Versteinerungen erzeugen die mannigfachsten Zeichnungen (Wirbelau, St. Anna-Marmor); einzelne größere Scheibchen, z. B. die Gehäuse von Nummuliten (St. Pankraz-Marmor), bringen eine starke Belebung, die oft zu merkwürdigen Phantasienamen geführt hat. So werden weiße, ringförmige Schalendurchschnitte in einem französischen Marmor als Rebhuhnaugen („Rouge oeil de perdrix"), eine Abart des Napoleon-Marmors als Lerchenfuß („Napoléon pied d'alouette") bezeichnet. Mit zunehmender Durchbewegung und Umkristallisation werden diese Zeichnungen immer flauer und schwerer erkennbar.

Unter den durch Versteinerungseinschlüsse gezeichneten Marmoren sind besonders noch die Seelilienkalke zu nennen, die zur Hauptsache aus den Scheibchen (Stielgliedern) und aus den Kalkspatkristallen von den Hartteilen dieser Tiere stammen. Die wichtigste alpine Ausbildung ist der Hierlatzkalk; eine belgische Sorte wird wegen der Körnigkeit der Kristalle als „belgischer Granit" bezeichnet. Solche Ausbildungen dürfen nicht mit echten kristallinen Marmoren verwechselt werden.

Die Gewinnung der Marmore im Steinbruch kann hier nur so weit erwähnt werden, als sie auf die Güte der Steine Einfluß hat. Nach und neben der alten Schrämarbeit hat man leider eine Zeitlang zu Sprengungen

gegriffen, die zwar eine rasche Gewinnung von Rohblöcken ermöglichten, aber das Gestein stark rissig machten und unverhältnismäßig viel Abfall entstehen ließen. Die modernen Gewinnungsverfahren sind das Herausschneiden mit der Seilsäge und das Abbohren mit nahe aneinanderstehenden Bohrlöchern. Der Abfall farbiger Marmore kann vorteilhaft zu Terrazzo-Körnungen verarbeitet werden.

Die alte Steinmetzregel von der lagerhaften Versetzung kann bei Marmoren mit ihren oft nicht sehr dicken Bänken in vielen Fällen, z. B. bei der Erzeugung von Säulen, nicht eingehalten werden. Plattenarbeiten wurden früher ziemlich dick gemacht; neuere Bauausführungen, besonders die Verkleidung von Betonbauten, ermöglichen die Verlegung von dünnen Platten (meist 2 cm).

Die Verwendung der Marmore ist von unübersehbarer Mannigfaltigkeit. Während sie früher als kostbares Prunkmaterial dienten, setzt sich in neuerer Zeit immer mehr die Anwendung auch für untergeordnete Gebrauchszwecke durch, für Badezimmer, Fensterbänke, Heizkörperverkleidungen, Möbelplatten aller Art usw. Von technischen Anwendungen seien hier nur die Schalttafeln erwähnt.

Bezeichnung der Dekorationsmarmore. Die handelsüblichen Namen weisen eine Unzahl von Bezeichnungen auf, die vielfach weder geographisch noch gesteinskundlich richtig sind, auch keineswegs einheitlich gehandhabt werden. Nicht einmal die Farbbezeichnung ist verläßlich, so werden sowohl rote als schwarze belgische Marmore als „Bleu" bezeichnet. Neben die Herkunftsbezeichnung (z. B. Portovenere) tritt ein Eigenschaftswort für die Zeichnung oder Farbe oder Korngröße. Bei Sorten, die allgemein handelsüblich sind, wird häufig der Fundort weggelassen (z. B. „Noir fin"). Neue Vorkommen übernehmen oft einfach die Bezeichnung eines im Handel gut eingeführten, gleichartigen Marmors. „Rouge fleuri" z. B. ist ursprünglich der Name für einen französischen Marmor, wird aber in neuerer Zeit auch von einem gleichartigen Material aus Rumänien gebraucht. Da Italien, Frankreich und Belgien eine führende Rolle in der Lieferung von Ziermarmoren spielen, haben auch anderssprachige Länder vielfach italienische oder französische Bezeichnungen übernommen. Die wichtigsten Ausdrücke sind in der Tabelle, Seite 119, verzeichnet.

Das Bestreben, aus Werbungsgründen eine bestimmte Marmorart möglichst eigenartig zu bezeichnen, hat zur Einführung der merkwürdigsten Phantasienamen geführt (Mimosa, Reconquista, Famosa, Unica, Estrellante, Rojizonazzo).

Ein bedauerlicher Unfug ist es, daß Kalksteine mit körniger Zeichnung (dicht gewordene Kalksandsteine und auch Seelilienkalke) im Handel als Granit bezeichnet werden. So gibt es unter den istrianischen Kalksteinen den „Granit fleuri" von Cernigrad und den „Granito d' Istria" von Grisignana, in Belgien den bekannten „belgischen Granit", in Bayern sogar einen „Granitmarmor". Ebenso falsch ist es, wenn Serpentine als grüner Marmor bezeichnet werden.

Handelsübliche Ausdrücke zur Bezeichnung von Zier-Marmoren

(ergänzt nach A. Herbeck)

italienisch	französisch	Bedeutung
agatato		achatartige Zeichnung
annuvolato (nuvolato)	nuagé	wolkige Zeichnung
antico	antique	alt, z. B. rouge royal altrot
arabescato		netzartige Zeichnung, „Arabesken"
avorio (eburneo)	ivoir	elfenbeinfarbig
bianco	blanc	weiß
biancastro	blanchâtre	weißlich
bigio	gris cendré	grau, taubengrau, aschgrau
breccia	brèche	Brekziengefüge
brocatello	brocatelle	brokatähnliche Zeichnung
bruno	brun	braun
carnicino (incarnato)	incarnat	fleischfarbig
cava	carrière	Steinbruch
chiaro	clair	hell, z. B. blanc-clair
cipollino	cipolin	zwiebelartige Schalen (Glimmerlagen)
conchigliato	coquillé	muschelig
cupo	foncé	tief gefärbt, z. B. rosso cupo
dorato	doré	goldgelb
fantastico		wolkig gezeichnet
fior di pesco	fleur de pêcher	pfirsichblütenfarbig
fiorito	fleuri	geblümt
giallo	jaune	gelb
giallognolo (gialloso)	jauneâtre	gelblich
	grand	groß gemustert
	grand mélange	große Musterung
	moyen mélange	mittelgroße Musterung
	petit mélange	kleine Musterung
grigio	gris	grau
	griotte	weichselrot
jaspide (diaspro)	jaspé	jaspisartig
	lumachelle	muschelreicher Marmor
macchiato		gefleckt
mandorlato		mandelförmige Zeichnung
	moucheté	(„mückenartig") gesprenkelt, getupft
nero	noir	schwarz
ondulato	ondé	gewellt
pallido	pâle	blaß gefärbt
	panaché	federförmig gezeichnet
paonazzo (pavonazzo)		„pfauenfarbig", eine Carrara-Art
persichino		pfirsichblütenfarbig
reale	royal	„königlich"
rosa, roseo	rosé	rosafarbig (englisch „pink")
rosso	rouge	rot
rosso sangue (sanguineo)	rouge sanguin	blutrot
scuro	foncé	dunkelgefärbt
striato	strié	gestreift
tigrato	tigré	getigert
turchino	bleu turquin	türkisblau, blau
unito	uni	einheitlich gefärbt
	verdâtre	grünlich
verde	vert	grün
venato	veiné	geadert
vivo, vivace	vif	lebhaft gefärbt

Die wichtigsten Sorten.

Die Zahl der heute bekannten Sorten mag an 2000 betragen. Ihre Übersicht wird durch die uneinheitliche Bezeichnung sehr erschwert. Die einzelnen Farben und Musterungen sind stark dem Geschmackswechsel unterworfen, es hat immer „Gesteinsmoden" gegeben.

Im folgenden werden vor allem die Vorkommen Österreichs und seiner Nachbarländer, soweit sie heute noch gangbar sind, näher behandelt, vom weiteren Auslande dagegen nur jene, die im Steinhandel eine größere Rolle spielen. Die überseeischen Marmore konnten hier nicht aufgeführt werden.

Die Anordnung des in seiner Mannigfaltigkeit jeder Systematik spottenden Materials erfolgt im großen nach den vorwiegenden Farben, im einzelnen nach Gruppen, die sich aus dem einen oder anderen Grunde empfahlen.

Vorwiegend rote Marmore.

Österreich.

Die Adneter Marmore.

Im Raume von Adnet (im Salzachtale bei Hallein) liegen auf engstem Raume nebeneinander eine ganze Reihe bunter Kalksteine der obersten Trias (Rhät) und des untersten Juras (Lias), die seit dem frühesten Mittelalter das wichtigste österreichische Vorkommen von farbigen, vorwiegend roten Marmoren darstellen. Sie werden gewöhnlich als Salzburger Marmor

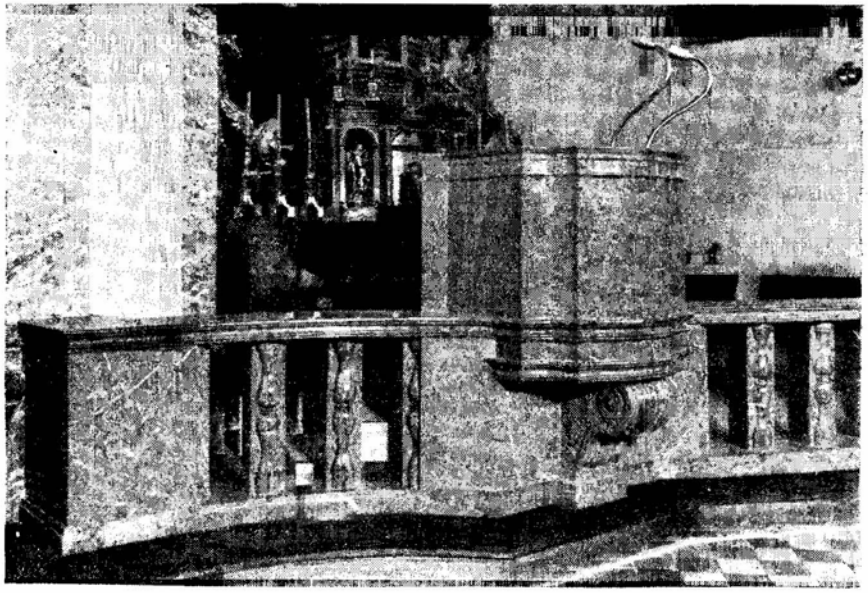


Bild 49. Ambo der Josefskirche in Wien, VI. (Dombaumeister Prof. Holey). Adneter Rot.

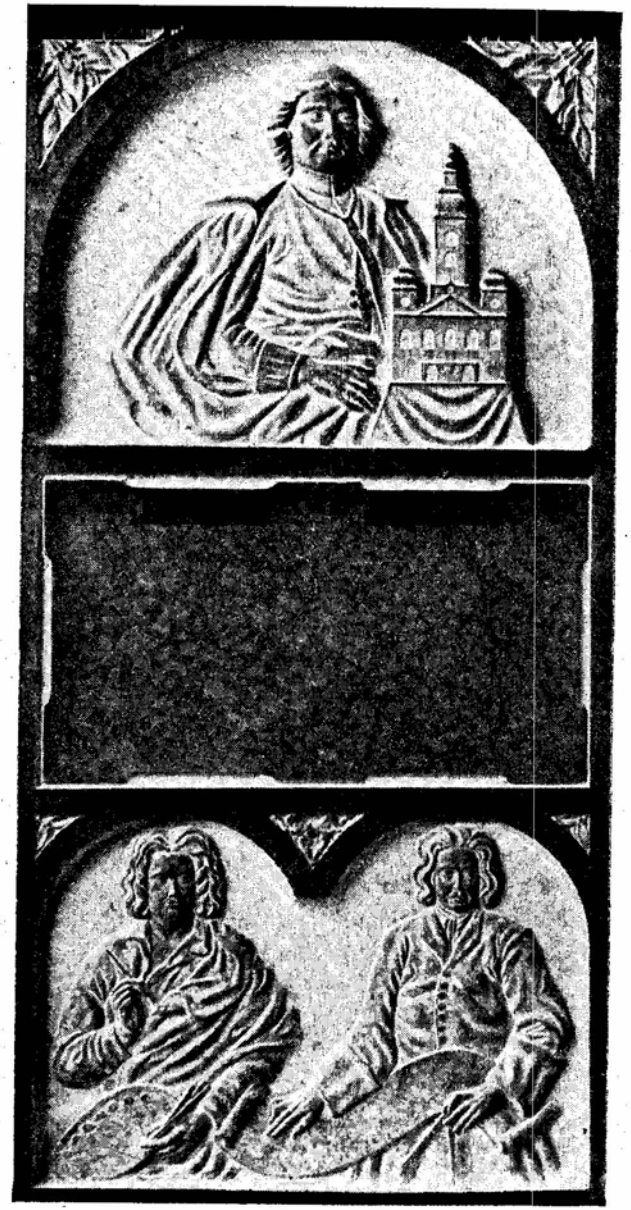


Bild 50. Grabdenkmal für den Probst Führer, den Maler Daniel Gran und den Baumeister Jakob Prandtauer im Dom zu St. Pölten (Bildhauer Ilse Pompe-Niederführ). Roter Adneter Marmor.

bezeichnet (ganz falsch dagegen ist die nicht selten gehörte Bezeichnung als Untersberger Marmor, weil dieser 10 km weiter nordwestlich gelegene, gelbtönige Marmor geologisch und gesteinskundlich etwas ganz anderes ist).

Gemeinsam für alle Gesteine dieser Gegend ist eine stark ausgesprochene bankige Ablagerung, wobei die Bänke oft gegen unten immer dicker werden; die Querklüfte stehen in vielen Brüchen derart weit voneinander ab, daß sehr große Stücke, z. B. für lange Säulen, gewonnen werden können. Im bruchfeuchten Zustande sind die meisten Sorten ziemlich frostempfindlich, daher wird im Sommer ein großer Vorrat an Rohblöcken gewonnen, der dann im Winter aufgearbeitet wird. Beim Austrocknen tritt eine beträchtliche Nachhärtung auf, die sich in erhöhtem Werkzeugverschleiß deutlich bemerkbar macht. Die Gewinnung erfolgte früher durch Schrämen und Abkeilen, in neuerer Zeit auch durch Abbohren, zum Teil auch Seilsäge.

Abgesehen von mergeligen Lagen in einzelnen Bänken sind die Adneter Gesteine ausgezeichnet polierfähig; bei der Politur kommt erst ihre Zeichnung und Farbenwirkung voll zur Geltung. Sie sind auch, abgesehen von den teilweise mergeligen Knollenkalken (einige Stellen im „Adneter Rot"), sehr wetterbeständig, wovon man sich bei den unzähligen mittelalterlichen Grabsteinen an den meisten Kirchen Österreichs leicht überzeugen kann. Die Politur allerdings ist wie bei allen anderen Kalksteinen nicht wetterbeständig. Es tritt im Laufe der Zeit eine Aufrauhung ein, die durch Mattscheibenwirkung (nicht durch Auslaugung des Farbstoffes) die Farbe stark verblassen läßt, ein Vorgang, den man durch regelmäßiges Einlassen mit Wachs weitgehend verzögern kann. Im allgemeinen aber sollen Arbeiten, bei denen die Farbwirkung im polierten Zustande wesentlich ist, nicht im Freien aufgestellt werden (Grabsteine usw.). An sehr alten Denkmälern kann man beobachten, daß die roten Gesteinsteile stärker aufgelöst werden als die weißen Kalkspatadern, die dann etwas über ihre Umgebung herausstehen.

Neben der vorwiegenden Verwendung für Dekorationszwecke, also poliert, besonders auch für Bodenbelag, haben die Adneter Marmore Quadern geliefert, z. B. für kleinere Bauwerke der Autobahn in der Umgebung von Salzburg.

Die wichtigsten Sorten. Im ganzen werden etwa zwei Dutzend Sorten unterschieden, von denen aber viele nur in geringen Mengen vorkommen, einige überhaupt nicht in Brüchen, sondern nur aus Findlingen gewonnen werden. Von Wichtigkeit sind nur die folgenden:

Adneter Rot = Lienbacher Marmor. Weitaus am meisten verwendet, unter anderem für fast alle gotischen Grabsteine. Ein dichter braunroter Knollenkalk mit dunkleren unregelmäßigen Knollen in einer etwas lichteren, braunroten bis ziegelroten Grundmasse. Diese ist manchmal mehr oder minder mergelig und solche Stellen nehmen Politur schlecht an, sind nicht wetterbeständig und werden an Pflasterplatten stärker ausgetreten, sind daher nach Möglichkeit auszuhalten. Bezeichnend für das Gestein sind kleine Knollen, die von schwarzen Manganhäutchen umrandet sind, die also auf geschliffenen Flächen als schwarze, feine Ringe erscheinen. Lagerfreie Bänke bis 30 cm Dicke. In Innenräumen können auch Stücke mit geschlossenem Lager bis zu 80 cm Stärke verwendet werden.

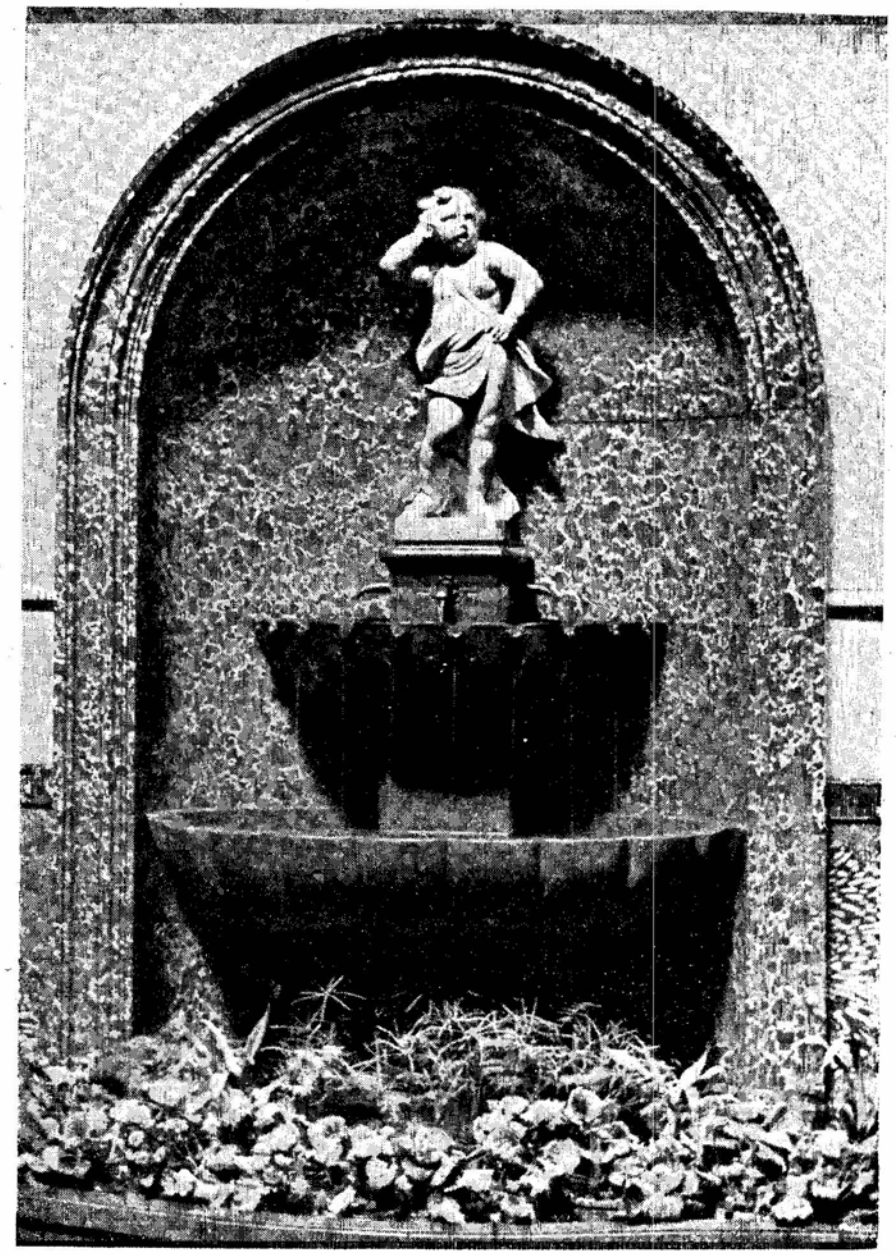


Bild 51. Wandbrunnen in einem Speisesaal des Bahnhofes Salzburg. Wandverkleidung Adnet Rotscheck, Brunnenbecken Adnet Wimberger, Figur Untersberg Rosa.

Motzaubruch. Ein Seelilienkalk, dunkelbraun und gelb, mit weißen Adern. Nur in dünnen Bänken (lagerfrei höchstens 40—50 cm) gewinnbar, in Länge und Breite aber unbeschränkt (ein Teil der Säulen des Wiener Parlaments).

Adneter Rotscheck. Wie das vorige Gestein durch Gebirgsdruck zerpreßt und nachträglich durch Ausfüllung der Spalten und sonstigen Hohlräume mit weißem Kalkspat wieder verkittet; dadurch ist eine besonders lebhaft gezeichnete „scheckige" Sorte entstanden, bei der das Rot durch die weißen Zwischenlagen viel stärker zur Geltung kommt als bei dem einheitlich rot gefärbten „Adneter Rot". Jener Marmor war besonders in der Barockzeit

Bild 52. Säulen für das Peristyl des Parlaments in Wien. Rotgrauer Schnöllmarmor von Adnet. Ausarbeiten der Kannelüren mit Preßluftwerkzeugen.

sehr beliebt und wurde unter anderem für die Kommunionschranken der Kirchen bevorzugt. Vielfach jedoch schon an gotischen Denkmälern verwendet (z. B. Balustrade um das Friedrichsgrab im Wiener Stephansdom). In Blöcken bis 3·50 m Länge, 1·50 m Breite, 1·00 m Dicke gewinnbar. Es gibt auch eine graue Abart, den „Grauscheck".

Verwendungsbeispiele Adneter Rotscheck:

Wien: Stephansdom Balustrade um das Friedrichsgrab, mehrere barocke Nebenaltäre. Kommunionschranken in nahezu allen barocken Kirchen.

Graz: Gotischer Taufstein in der Pfarrkirche, Sarkophag Erzherzog Maximilian II. im Mausoleum.

Salzburg: Zahlreiche alte (gotische und barocke) Grabdenkmale, Altäre und sonstige Marmorarbeiten, z. B. Sarkophag Joh. Werner v. Raithenau in der Stiftskirche, Hauptbahnhof Speisesaal Zierbrunnen und Pfeilerverkleidungen.

Villach: Hauptbahnhof Wandverkleidungen.

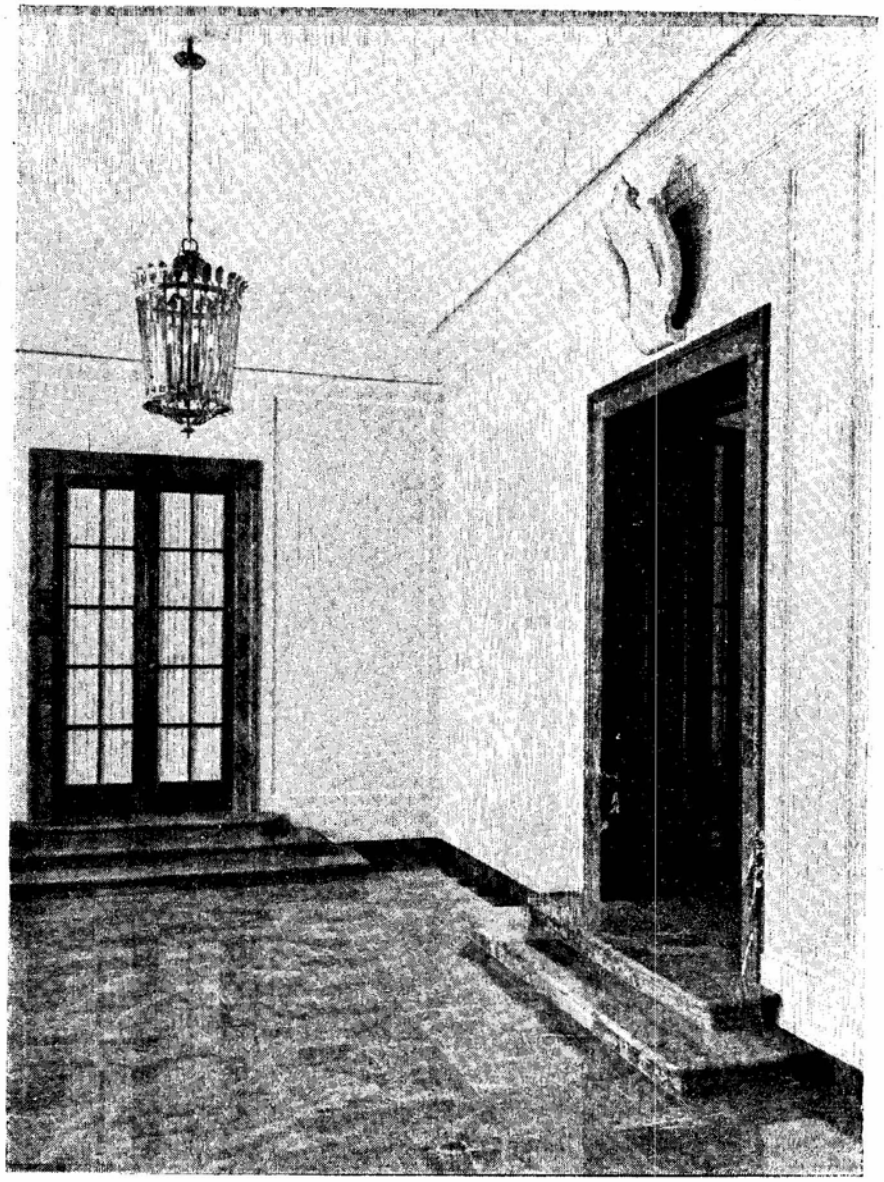


Bild 53. Halle in Schloß Klesheim bei Salzburg. Türumrahmungen, Stufen und Fußboden aus rotgrauem Adneter Schnöllmarmor.

Schnöllmarmore. Gestein wie beim Adneter Rot, jedoch in großen Wolken, teils rot, teils grau gefärbt. Lagerfreie Bänke bis 1·20 m Dicke bei sehr großer Länge der Blöcke (z. B. im Peristyl des Wiener Parlaments 24 kannellierte Säulen von 8 m Höhe und 1·10 m Durchmesser und 24 ebenso große Pilaster). Je nach Vorwiegen der Farbe als „Rot-, Rotgrau- und Grauschnöll" (Marmorsaal im Oberen Belvedere, Wien).

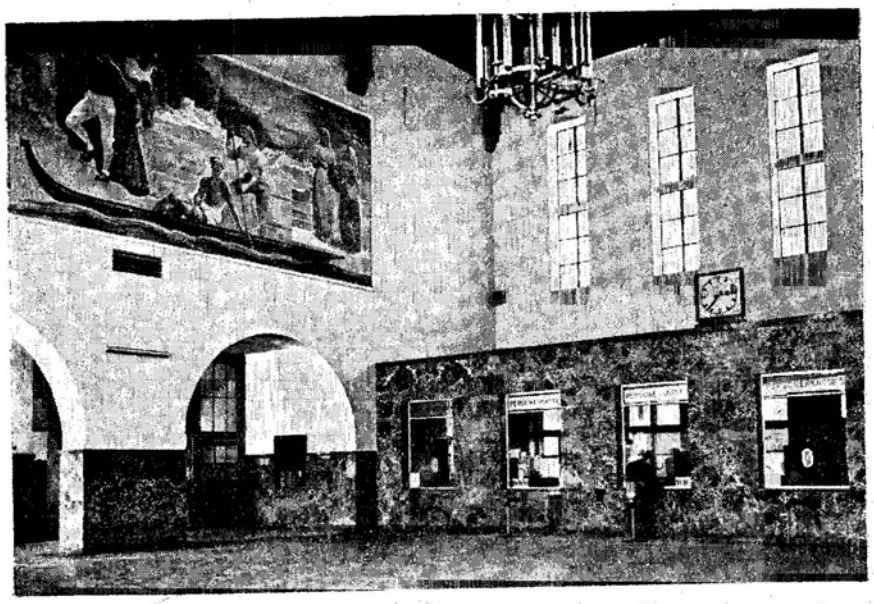


Bild 54. Hauptbahnhof Villach, Schalterhalle. Verkleidungen im Adneter Rotgrauscheck und Grauschnöll.

Verwendungsbeispiele Adneter Schnöllmarmor:

Wien: Marmorsaal im unteren und oberen Belvedere.

Linz: Raiffeisen Zentralkasse Stiege, Vestibül und Verkleidungen. Hauptbahnhof Verkleidungen in den Gängen.

Salzburg: Hauptbahnhof Speisesaal Vasen und andere Arbeiten.

Villach: Hauptbahnhof Schalterhalle ein Teil der Wandverkleidung.

Bunte Tropfmarmore. Im Gestein liegen Büsche von Korallenstöcken („Lithodendron"), deren weiße Stengel im Querschnitt als zirka 1 cm dicke „Tropfen" erscheinen. Die Grundfarbe des Gesteins ist grün, rot oder leberbraun. Bei Stücken über 1 m kommen stets die drei Farben zusammen vor, bei kleineren Maßen sind die Farben einzeln zu erhalten (Beispiele für Rottropf: Sockel des Friedrichsgrabes im Stephansdom, Pilaster der Karlskirche in Wien). In jeder Größe gewinnbar.

Verwendungsbeispiele Adneter Rottropf:

Wien: Stephansdom Sockel des Friedrichsgrabes, Karlskirche Pilaster.

Linz: Bahnhof Abfahrtshalle und Brunnen im Speisesaal.

Salzburg: Hauptbahnhof Pfeilerverkleidungen im Speisesaal.

Lichte Tropfmarmore. Die gleichen Korallenstöcke wie bei den vorigen Sorten, jedoch ist infolge der weißlichgelben Grundfarbe des Gesteins die Musterung nicht so auffällig. Die Hauptsorten sind der „Urbano licht" und der „Kirchenbruch-Marmor"; eine mehr gelblich-rote Abart ist der „Urbano rosa".

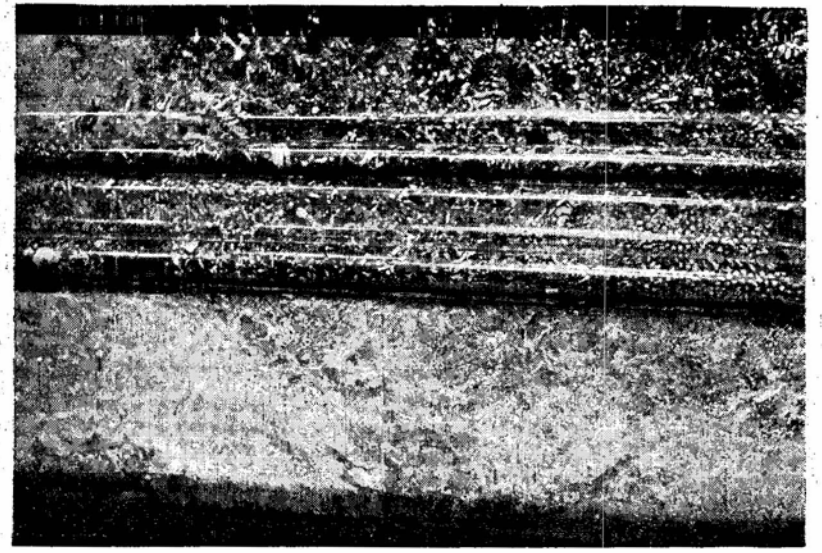


Bild 55. Karlskirche, Wien IV., Sockel aus Adneter Rottropf. Man sieht deutlich die Korallenstöcke. Die unteren Teile durch aufsteigende Grundfeuchte etwas erblindet.

Verwendungsbeispiele Adneter Helltropf:

Linz: Hauptbahnhof Verkleidungen und Lisenen im Speisesaal und in der Ankunftshalle; Wiener Städtische Versicherung Vorhalle und Stiegenaufgang, Postautobahnhof Türverkleidung.

Attnang-Puchheim: Bahnhof Wandverkleidungen im Speisesaal.

Sonstige Sorten. Sehr buntfarbig, vorwiegend rötlich und violett, sind die „Vigauner Findlinge". Man hat Ende des vorigen Jahrhunderts sehr viele Einzelsorten unterschieden und nach berühmten Baukünstlern benannt (Ferstel, Hansen, Hasenauer, Schmidt, Wielemans, ...), doch haben sich diese Bezeichnungen nicht durchgesetzt. Eine weitere Sorte von Adneter Marmor ist eine rotgelbe Kalkbrekzie, die heute unter dem Namen Mandlscheck bekannt ist, aber kaum mehr verwendet wird. Aus

diesem besonders schönen Stein wurden im 15. Jahrhundert große Kunstwerke geschaffen, so der Tumbadeckel am Grabe des Kaisers Friedrich III. im Wiener Stephansdom und die Grabplatte seiner Gattin Eleonore in Wiener-Neustadt.

Weitere rotbunte Marmore in Österreich.

Niederösterreich. Außer dem bereits genannten Seelilienkalk bei Lilienfeld und auf der Gemeindealpe verschiedene rote Marmore, meist in Adneter Ausbildung, bei Waidhofen an der Ybbs, in Wildegg bei Heiligenkreuz, ein roter Mitteljurakalk bei Lilienfeld und andere, die in früheren Zeiten örtlich verwendet wurden, heute aber nur mehr geschichtliche Bedeutung besitzen.

Lieferfähig ist derzeit nur mehr der Engelsberger Marmor, westlich von Wiener-Neustadt, in der Gemeinde Muthmannsdorf. Dort ist im grauen, weißen, auch gelben Wettersteinkalk ein unregelmäßiger Körper eines roten Kalksteins eingelagert, dessen Farbe von tiefem Kirschrot bis zu blassem Fleischrot schwankt. Das Gestein ist zum Teil als Brekzienmarmor entwickelt, d. h. durch Gebirgsdruck zerpreßt und nachträglich durch weiße Kalkspatadern wieder verheilt, die die rote Farbe des Gesteins besonders hervorheben. Dieser besonders schönfarbige Marmor wurde schon im 18. Jahrhundert für Altarsäulen usw. verwendet, besonders stark aber in den Jahren 1860—1901 abgebaut. Leider hat man damals die Rohblöcke durch eine Riesensprengung gewonnen, wodurch sie stark stichig wurden. Trotzdem gelang es, Säulen bis 2·65 m Länge daraus zu erzeugen. Der Marmor wurde besonders für Säulen, Baluster, Kamine, Denkmalsockel und Plattenarbeiten genommen. Infolge der Stichigkeit dürfen die Platten nicht zu dünn geschnitten werden, damit sich der Abfall in erträglichen Grenzen hält. Von einer Verwendung im Freien ist schon wegen des unvermeidlichen Farbverlustes abzuraten. Seit 1940 wurde der Engelsberger Marmor neuerlich in Verwendung genommen und wird nunmehr schonend (mit Seilsäge) abgebaut.

Verwendungsbeispiele:

Wien: Kunsthistorisches Staatsmuseum 216 Baluster der Prunktreppe und mehrere Sockel von Plastiken. Stephansdom Türgewände der oberen Sakristei (1718), Taufstein in der Leopoldskirche (II)., Tabernakel des Hochaltars und Pflaster in der Gumpendorfer Pfarrkirche, Herz-Jesu-Kirche Schedifkaplatz (XII.), Hauptaltar, Heiliges Grab, Kredenztische usw. Allerheiligenkirche (XX.) ein Altar, Messepalast (massive Türumrahmungen im Foyer. Pfeiler- und Brüstungsverkleidungen in beiden Stiegenhäusern und Eingang zum Festsaal). Bodenpflaster Künstlerhaus. Hotel Bristol ein Kamin und Bodenpflaster. Viele Geschäftsverkleidungen. Haus Francini (IV., Argentinierstraße 42), 20 Säulen, 2·65 m hoch, 0·30 m dick.

Oberösterreich. Außer den schon genannten Seelilienkalken vom Schwarzensee und von Spittal am Phyrn viele kleinere Vorkommen teils in Adneter, teils in Hallstätter Ausbildung, z. B. in Straubing bei St. Wolfgang, bei Ebensee, bei Ischl (Wildensteiner Marmor) und bei Goisern.

Salzburg. Ein geologisch junger (eozäner) Kalkstein von St. Pankraz, nahe Salzburg, enthält in einer dunkelgelben bis dunkelbraunen Grundmasse zahlreiche weiße Scheibchen (2—20 mm Durchmesser), das sind Schalen von Riesen-Foraminiferen, sogenannten Nummuliten (Münzensteinen). Viel für Plastiken verwendet (Kriegerdenkmäler in den Universitäten Wien und Graz).

Bild 56. Säulen in einem Wiener Privathause, Durchmesser 0·30 m, Höhe 2·65 m. Kirschroter „Engelsberger Marmor" von Muthmannsdorf, Niederösterreich.

Von nur örtlicher Bedeutung sind die roten Hallstätterkalke, früher für kleinere Arbeiten viel verwendet. Wichtiger ist der rote Marmor mit weißen und schwarzen Flecken, der bei Lofer gewonnen wird.

Tirol. In Kramsach bei Brixlegg liegt ein riesiges Blockfeld von einem alten Bergsturz, der einst vom Pletzachkopf herabgegangen ist und unter anderem drei verschiedene als Marmor verwendete bunte Kalksteinarten enthält. Der „Hagauer Marmor" ist teils als Seelilienkalk, teils in Adneter Entwicklung vorliegend. Die Kramsacher Brekzie (im Handel „Brèche Kiefer"), wahrscheinlich der Gosauformation angehörig, ist ein Gefüge von scharfeckigen hellen Kalksteintrümmern in einer roten Grundmasse, dazu weißen Kalkspatadern und Hohlraumfüllungen. Diese Kramsacher Marmore sind das wichtigste Dekorationsmaterial für Innsbruck und die anderen Nordtiroler Städte und wurden auch viel im angrenzenden Bayern verwendet. Andere Vorkommen roten Marmors in Nordtirol, meist an der Bayrischen Grenze gelegen, wurden früher ebenfalls viel verwendet (z. B. ein Teil des Füssener und des Mittenwalder Marmors), haben heute nur mehr geschichtliche Bedeutung.

Kärnten. Der Altendorfer Marmor bei Sittersdorf am Nordrande der Karawanken wurde bereits unter den Seelilienmarmoren genannt. Früher von großer Bedeutung war der rote bis graurote „Trogkofelkalk" (Permzeit), der am Nordsaume der Karnischen Alpen in verschiedenen Seitengräben des Gailtales aus großen Blöcken gewonnen und hauptsächlich für Grabsteine verwendet wurde. Das schöne Gestein würde eines neuen Abbaues wert sein. Auch ältere (silurische) rote Kalke der Karnischen Alpen wurden vormals verwendet. Solche rote, zum Teil auch gelbrot braungestreifte Marmore werden seit einigen Jahren an der Plöckenstraße gewonnen; neben dem Steinbruch werden auch größere vereinzelte Felsblöcke („Findlinge") in den verschiedensten Farben auf Marmor verarbeitet.

Steiermark. Der Seelilienkalk von Alt-Aussee wird S. 132 behandelt. In der Umgebung des Erzberges ist der lichtrötliche Sauberger Kalk bei Vordernberg in früheren Jahrhunderten viel für Grabsteine, Türgewände usw. verwendet worden, in neuerer Zeit nur mehr für kleine kunstgewerbliche Arbeiten.

Ähnliche rotbunte Marmore des Auslandes.

Ungarn.

Rote Knollenkalke, sehr ähnlich dem Adnet-Lienbacher und von diesem oft schwer zu unterscheiden, sind die Liaskalke von Piszke und Süttö, Komitat Esztergom, die als „Rot ungarisch" im Handel sind.

Verwendungsbeispiele von rotungarischem Marmor:

Wien: Lavabos von 1743 in der Unteren Sakristei und Stufen des Kreuzaltares von 1731 im Stephansdom. Viele Gedenktafeln.

Graz: Herz-Jesu-Kirche mehrere Nebenaltäre. Gedenktafel der gefallenen Studenten Aula der Universität.

Linz: Portale der Landeshypothekenanstalt Landstraße und der Polizeidirektion.

Südslawien.

Ein dem Rosso brocatello von Verona sehr ähnlicher roter Marmor wird in Muć bei Spalato gewonnen. Andere Vorkommen, bei Cattaro usw., haben nur ganz örtliche Bedeutung.

Tschechoslowakei.

Rote Silurkalke besonders im Radotiner Tale bei Slivenec.

Rumänien.

Eine rote Marmorbrekzie, vollkommen gleich dem Rosso di brocatello von Verona, wird in Moncasa bei Sebis (Siebenbürgen, früher Ungarn) gewonnen und wie der ebenfalls gleichartige belgische und französische Marmor als „Rouge fleuri" in den Handel gebracht.

Deutschland.

Im bayrischen Anteile der Alpen die gleichen Marmorausbildungen wie in den angrenzenden Teilen von Salzburg. So in Ruhpolding bei Traunstein, in Schellenberg bei Berchtesgaden und in Schärfen bei Tegernsee braunrote Marmore des oberen Juras, sehr ähnlich den Adneter Sorten.

Ein weiteres Marmorgebiet ist der Frankenwald; im bayrischen Teil devonische Flaserkalke, besonders in der Umgebung von Marxgrün bei Bad Steben. Die wichtigste Sorte, der „Deutschrot", ist rot, grün und weiß geadert, mit einer ausgeprägten Flaserung. Im nördlichen, thüringischen Teil des Frankenwaldes werden ähnliche (silurische) Flaserkalke besonders bei Saalburg gewonnen, und zwar neben grauen und violetten vorwiegend rote Sorten (Buntrosa, Königsrot, Altrot).

Ein drittes Gebiet rotbunter Marmore ist Nassau, dessen devonische Flaserkalke unter dem Namen Lahnmarmore zusammengefaßt werden. Infolge der starken Durchbewegung weisen sie besonders lebhafte bunte Zeichnungen auf. Hauptgewinnungsorte sind bei Weilburg und bei Balduinstein an der Lahn. Wichtigste Sorten Brunhildenstein (tiefrot), Grafenstein (rot mit grauen und weißen Adern), Edelfels (blaßrosa). Über die grauen und schwarzen Lahnmarmore später.

Schweiz.

Bei Mendrisio ein dunkelroter Brekzien-Marmor.

Italien.

Dem Adneter Rot sehr ähnlich sind die Marmore der Umgebung von Trient und Verona, Kalksteine des mittleren Juras (Dogger). Beide, oft kaum voneinander zu unterscheidende Vorkommen sind Knollenkalke mit lichteren gelblichroten, oft nierenförmigen Knollen in einer dunkelbraunroten Grundmasse. Die Trientner haben übrigens auch anders-farbige, vorwiegend gelbe Abarten. Darüber später. Auch die als Veroneser zusammengefaßten Marmore sind ungemein mannigfaltig in den Farben. Neben den roten (Brocatello scuro, Rosso Sanguigno, Rosso di corallo, Phantastico dorato .....) gibt es auch weiße, gelbe und schwarze Sorten, die später besprochen werden. Der „Brocatello" ist ein Brekzienmarmor, bei dem zwischen den einzelnen Trümmern fast keine Grundmasse liegt,

diese vielmehr an zackigen, dunkler gefärbten Linien (sogenannten Drucksuturen) aneinander grenzen. Es ist dies ganz die gleiche Ausbildung wie jene, die unter dem Namen Rouge fleuri aus Belgien, Frankreich und Rumänien geliefert wird.

Belgien.

Die Devonkalke von Philippeville bei Namur enthalten eine ganze Reihe roter bis rotbunter Gesteine, die zu den wichtigsten Handelsmarmoren gehören. Am bekanntesten sind der Rouge griotte und Rouge royal, tiefrote Marmore mit grauen Fossileinschlüssen und weißen Adern. Die vielen Sorten gelegentlich unter dem Namen Rouge des Flandres zusammengefaßt.

Frankreich.

Die französische Marmorindustrie ist besonders weitgehend entwickelt und liefert eine unübersehbare Reihe von roten Sorten. An erster Stelle stehen die tief kirschroten Marmore (devonische Flaserkalke) von Caunes, Departement Aude in Südfrankreich, die verschiedene, meist als Griotte bezeichnete Sorten liefern (Griotte de Caunes = Griotte d' Italie, worunter eine besonders geschätzte Sorte „Griotte Oeil de Perdrix" ist, Griotte fleuri, Rouge Antique usw.). Ähnlich ist auch der Griotte de Cierp (Departement Haute Garonne in den Pyrenäen), lichter der Hortense von Jurville.

Spanien.

Verschiedene rote Marmore bei Valencia usw.

Seelilienmarmore (Crinoidenkalke).

Die Hartteile der Seelilien (Crinoiden) bestehen wie die aller anderen Stachelhäuter (Echinodermen) aus kristallinem Kalkspat. Nach dem Tode der Tiere zerfällt er in einzelne Spaltstücke (Rhomboeder) und die Anhäufung dieser Kristallstückchen täuscht einen kristallinen körnigen Marmor vor. Besonders die buntfarbigen dieser Kalksteine liefern beliebte Ziermarmore.

Die wichtigsten Vorkommen.

Österreich.

Im untersten Jura (Lias) sind rot-weiß gekörnte Seelilienkalke sehr häufig; nach einem bezeichnenden Vorkommen im Dachsteingebiet werden sie als Hierlatzkalke benannt. Größere, heute noch betriebene Gewinnungsstätten im Fludergraben bei Alt-Aussee, am Schwarzen See nördlich vom Wolfgangsee, in Kramsach bei Brixlegg in Nordtirol (ein Teil des „Hagauer Marmors"). In älteren Zeiten, vor allem im 18. Jahrhundert, war dieser Marmor besonders beliebt und wurde an zahlreichen Stellen der Alpen gewonnen, z. B. auf der Gemeindealpe (Marmore für Mariazell), bei Lilienfeld, Spittal am Pyhrn.

Verwendungsbeispiele Schwarzensee-Marmor:

Linz: Landestheater Säulen im Vestibül, Landhaus Verkleidung der Tür- und Fensterrahmen sowie Portierloge Klosterstraße 7, Gebietskrankenkasse Zahnstation Rainerstraße Vestibülverkleidung, Oberösterr. Warenvermittlung Vestibül, Heizkörper- und Türverkleidungen, zahlreiche Geschäftsverkleidungen, Tür- und Fensterumrahmungen, auch am Rathaus.

Deutschland.

Crinoidenkalke im Devon der Eifel werden ebenso wie die Hierlatzkalke von mehreren Orten Südbayerns (Hohenschwangau, Mittenwald) als Ziermarmore verwendet.

Tschechoslowakei.

Ein feinkörniger Crinoidenkalk vom Lateinerberg (stránská skálá) bei Brünn ist der wichtigste Stein der gotischen und barocken Bauten von Brünn.

Belgien.

Ein licht- und dunkelgrau gekörnter Seelilienkalk der unteren Steinkohlenzeit in der Umgebung von Lüttich hat unter dem irreführenden Namen „belgischer Granit" eine weltweite Verbreitung gefunden (besonders für Möbelplatten).

Vorwiegend weiße bis gelbe Marmore.

Österreich.

Erwähnt wurden bereits die weißen und gelblichen Sorten von Adnet (Kirchenbruch und Urbano). Ähnlich ist der „Göllmarmor" von Torren bei Golling (mit vielen großen Muscheldurchschnitten, „Kuhtritten"), ferner die gelben Rettenbachkalke von Reiterndorf bei Ischl. Der gelbe, rotklüftige „Helena-Marmor" (= Willendorfer Marmor) in Muthmannsdorf, unmittelbar neben dem roten Engelsberger Marmor ist gleichalt mit diesem (Wettersteinkalk).

Ein Teil der Leithakalke ist polierbar (Mannersdorf, Oslip, Afram, Wildon) und wäre demnach in dieser Verwendung eigentlich zu den Marmoren zu rechnen, doch ist es im Sprachgebrauch der Praxis nicht üblich. Zwei einander ganz ähnliche Gesteine sind die beiden lichtgelben, teilweise rötlichen, weiß geaderten Marmore von Losenstein und Großraming an der Enns und von Unken bei Lofer, die beide erst in den letzten Jahren wieder zur Verwendung kamen.

Weitaus am wichtigsten ist der

Untersberger Marmor.

Am Nordfuße des Untersberges, südlich von Salzburg, sind ausgedehnte Vorkommen eines Kalksteins der oberen Kreide (Gosau-Formation), die schon seit der Römerzeit abgebaut werden und eines der wichtigsten Marmorvorkommen Österreichs darstellen. Das Gestein ist eigentlich ein Kalkkonglomerat, bestehend aus verschiedenen weißen und lichtgelben Kalkgeröllen, gelegentlich auch feinen Körnchen von rotem Kalk, zum Teil Bauxit; es ist jedoch im Zuge der Gesteinswerdung derart gleichmäßig dicht geworden, daß die Konglomeratnatur nur mehr in einem Vorkommen (Veitlbruch) erkennbar, in den anderen jedoch fast bis zur Unkenntlichkeit verwischt ist. Infolge der hohen Dichte ist das Gestein sehr schwer (2·6—2·7), ausgezeichnet polierbar und von hervorragender Wetterbeständigkeit. Es

ist in Blöcken von fast unbeschränkter Größe gewinnbar, besonders seit man Ende des vorigen Jahrhunderts von der Schrämarbeit zum Abbau mit Seilsägen übergegangen ist. Am Hofbrunnen in Salzburg von 1664 besteht die oberste Muschel von 5 m Durchmesser aus einem Stück und die vier Pferde aus Blöcken von je 15 m³. Für den Wittelsbacher Brunnen in München wurden zwei Blöcke von je 36 m³ geliefert. Bei der Anwitterung im Freien nimmt der Stein an regenausgesetzten Flächen durch Mattscheibenwirkung eine hellweiße Farbe an, an regengeschützten Stellen entwickelt sich im Laufe der Zeit eine dunkelsamtbraune Versinterung. Krustenbildung tritt nur sehr selten ein.

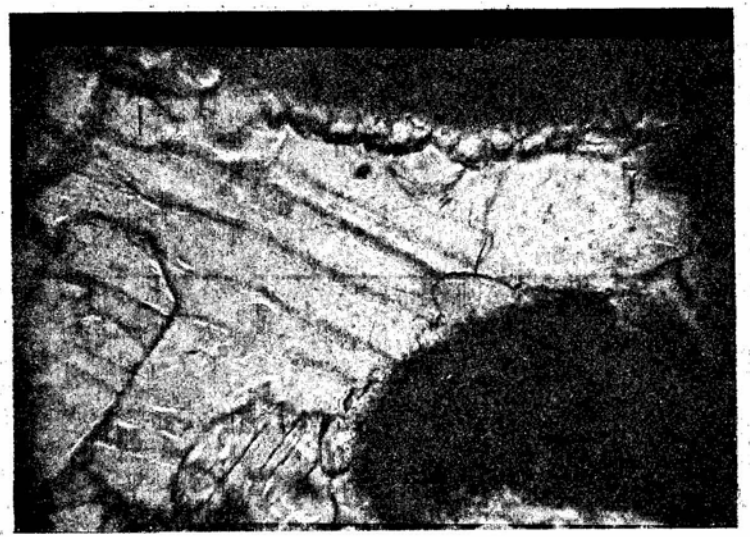


Bild 57. Untersberger Marmor (Neubruch) in sehr starker Vergrößerung. Das Bindemittel besteht aus klaren Kalkspatkristallen, daher die besonders gute Haltbarkeit dieses Steins.

Am Untersberge unterscheidet man unten drei ursprünglich getrennte, durch den fortschreitenden Abbau in einander übergegangene Hauptbrüche, den „Hofbruch" mit einem vorwiegend rotgelben Stein, der nur durch die verschwommenen Flecken weißer Kalkgerölle schwach gekennzeichnet ist, den „Mittelbruch" mit einem ähnlichen Material und den „Neubruch", dessen Stein wegen seiner kleinen roten Tupfen als Forellenmarmor bezeichnet wird. Darüber liegen die Mayr-Melnhof-Brüche, von denen einer einen ockergelben Stein mit welliger Zeichnung liefert. Etwas abseits, westlich von Fürstenbrunn, liegt der „Veitlbruch", bei dem infolge der Verschiedenfarbigkeit der grauen und rötlichen Gerölle die Konglomerat- bzw. Brekziennatur noch deutlich erkennbar ist. Er wird im Handel auch als „Fürstenbrunner Brekzie" bezeichnet.

Kleinere Vorkommen in der Nähe liefern den „Reichenhaller Neugrün" (gelbgrün mit weißen Kalkspatadern), den „Reichenhaller Weiß" (blaßgelb mit zarten dunklen Adern) und den „Barbarossa-Marmor" (blaßrosa mit weißen Adern, z. B. Säulen in der neuen Wiener Hofburg).

Verwendung. Infolge seiner ausgezeichneten Eigenschaften ist der Untersberger Marmor für alle erdenklichen Verwendungszwecke bestens geeignet. Die Größe der gewinnbaren Blöcke ermöglicht seine Verwendung an Denkmälern, die hohe Abschleiffestigkeit gestattet die Verwendung als Pflaster (z. B. das neue Pflaster im Wiener Stephansdom), die große Dichte ermöglicht die Verwendung von Platten, die einer andauernden Feuchtigkeit ausgesetzt sind (Seziertische usw.); infolge seiner geringen elektrischen Leitfähigkeit eignet er sich auch für Schalttafeln usw.

Bild 58. Kapitäl für eine Peristylsäule des Wiener Parlaments (Durchmesser 1·62 m, Höhe 1·35 m). Untersberger Marmor.

Verwendungsbeispiele:

Wien: Pestsäule am Graben, Sockel, Säulen und Brunnenbecken der Vermählungssäule am Hohen Markt, Figuren der Denkmäler Abraham a Sancta Clara, Billroth, Girardi, Lueger, Schwind, Stifter; Sockel der Denkmäler Prinz Eugen, Haydn, Erzherzog Karl, Lueger, Schwarzenberg. Baluster der Albrechtsrampe, Pfeiler und Treppengeländer im Foyer der Staatsoper, Säulen im Justizpalast, Verkleidungsplatten und Fenstergewände am Parlament, Haupttor der Handels- und Gewerbekammer, Rustikasockel des Anatomiegebäudes Währingerstraße, neues Pflaster des Stephansdomes (zus. mit Adneter Rot). Säulen in der Vorhalle Stubenring des Österr. Museums für

Kunst und Industrie (gestockt!) sowie Treppengeländer und Stufen der Haupttreppe im Zubau Weiskirchnerstraße. Stiegenhaus Schloß Altkettenhof in Schwechat.

Graz: Hauptportal der Arbeiterkammer Resselgasse, Fassaden- und Geschäftsverkleidungen (Meinl, Stiefelkönig).

Innsbruck: Sockel Adolf Pichler-Denkmal.

Linz: Dreifaltigkeitssäule (1723), Johann-Nepomuk-Denkmal (1727).

Salzburg: Verkleidung der Domfassade und Kolonnaden, Teile der Stiftskirche Nonnberg, Hofbrunnen, Pferdeschwemme; Treppe, Balustraden und Figuren im Schloß Mirabell, Sockel des Denkmals der Kaiserin Elisabeth, Rathaus, Mozarteum, Portale Justizgebäude, Böhmische Unionbank.

München: Glyptothek, Pinakothek, Propyläen, Ruhmeshalle, Wittelsbacher Brunnen.

Deutschland.

In den bayrischen Alpen der Reichenhaller Marmor gleich dem Untersberger Marmor in Salzburg. Besonders wichtig sind die Jurakalksteine des Bayrischen Waldes, die hauptsächlich in der Umgebung von Weißenburg, Treuchtlingen, Pappenheim und Kelheim gewonnen werden. Auch ein Teil der Solnhofer Kalkschiefer kann dazu gerechnet werden. Die blaßgelben, klotzigen Kalke, vielfach durch Versteinerungseinschlüsse geblümt, haben eine außerordentlich große Anwendung gefunden. Der Treuchtlinger Marmor ist nicht frostbeständig (vollkommener Verfall des Kriegerdenkmals in München und verschiedener Nürnberger Bauten). Ein schon halb kristallinischer, wegen seiner hochgelben Farbe besonders geschätzter Jura-Marmor ist der Sandharlander Marmor.

Italien.

Zahlreiche Vorkommen von schmutzigweißen (Biancone) bis gelben Kalksteinen aus Jura und Kreide. Unter den Trienter Marmoren wird ein weißgelber als Trento bianco von dem roten Trento scuro unterschieden. Unter den Veroneser Marmoren werden die gelben Sorten meist als „Giallo di Verona" zusammengefaßt, die hauptsächlich bei S. Ambrogio gewonnen werden. Berühmt ist der Giallo di Mori, ein hochgelbes Material; eine brekzienartige Ausbildung davon mit roten Anteilen heißt Rosso giallo. Die gleichen gelben Marmore auch in Castione bei Mori. Noch bekannter als Dekorationsmaterial ist der Giallo di Siena.

Verwendungsbeispiele von gelbem Trienter Marmor:

Wien: Säulen der Fenster im Justizpalast (I. Stock) und ebenso in den beiden Hofmuseen. Akademie der bildenden Künste Hauptportal, Vestibül, Stufen; Rathaus Säulen der Fenster zum Teil, Parlament untere und obere Korridorsockel, obere Hofsockel, Kasetten, Architrave, Friese, Gesimse.

Frankreich.

Frankreich liefert die gleichen Jurakalke wie Bayern (Marbre de Hauteville, Marbre de Sampans, Jaune la Martin, Jaune fleuri, Jaune du Var). In den letzten Jahrzehnten steigend beliebt ist der „Marbre Napoléon", kaffeebraun bis gelblich, weiß geblumt von Hydrequent-Rinxent, Departement Pas-de-Calais. Auch ein Teil des unter den grauen Marmoren behandelten Sarrancolin ist gelb.

Vorwiegend graue Marmore.

Vielfach werden graue Gesteine im Handel als blau (bleu de .....) bezeichnet; tatsächlich gibt es keine wirklich blauen Marmore, wenigstens nicht unter den dichten Kalksteinen.

Österreich

Schon früher behandelt wurden die Adneter Sorten (Grauscheck, Grauschnöll, Grautropf), denen noch der graue Plattenmarmor vom Pötschenpaß anzufügen ist. Ein taubengrauer Marmor aus der Gegend von Ybbsitz, der in der Barockzeit sehr beliebt war, wird leider nicht mehr abgebaut. Graue Kalksteine, die örtlich auch als Marmor verwendet wurden, gibt es in den Alpen in großer Zahl. So der Gaisberger und der Steinberger Marmor bei Graz und viele Vorkommen von dem grauen Gutensteinerkalk, der uns noch bei den schwarzen Marmoren näher beschäftigen wird. Gleich alt ist der „Bludenzer Marmor" von Bürs in Vorarlberg. Derzeit ist keines dieser Vorkommen mehr in Betrieb, dagegen wird seit kurzem ein grauer, etwas brekziöser Dachsteinkalk von Merkenstein, Niederösterreich, als Marmor verwendet.

Verwendungsbeispiele Merkensteiner Marmor:

Wien: Messepalast Leibungsverkleidungen vom Foyer zum großen Festsaal, Hotel Bristol Bodenpflaster zum Teil und Kamin, Geschäfts- und Bar-Verkleidungen.

Innsbruck: Geschäftsverkleidungen.

Linz: Geschäftsverkleidungen, Märzenkeller, Hauptpostamt.

Deutschland.

Der graue Muschelkalk wird auch im polierten Zustande nicht als Marmor bezeichnet. Abgesehen von einigen grauen Ausbildungen im Juramarmor, sind es besonders wieder die Kalksteine in den uns bereits geläufigen Zentren der deutschen Marmorindustrie, die neben den anderen Farben auch grau liefern. Bei Hof am Fichtelgebirge wird der Theresienstein, der Osseck- und der Wallenfels-Marmor gebrochen, ein ähnlicher bei Naila im Frankenwalde. Auch die Saalburger Marmore in Thüringen haben graue Sorten. Besonders verbreitet sind die grauen Lahnmarmore, der Schupbach grau, der durch Fossileinschlüsse lebhaft geblumte Wirbelau, ähnlich auch Kölken, ferner der rötlich geaderte Auberg grau. Bei Balduinstein wird der lichtgraue, bräunlich geaderte Edelfels und der dunkelgraue Hermannstein gewonnen; im Rheinland bei Linde, nahe von Köln, ein schwarzgrauer bis schwarzbrauner Marmor. In Westfalen schließlich gewinnt man bei Hohlstein den „deutschen St. Anna", einen anderen grauen Marmor bei Mecklinghausen.

Frankreich.

Unter den vielen grauen Sorten ist der „Lunel" von Hydrequent-Rinxent, Departement Pas-de-Calais, durch sein fein gezeichnetes Silbergrau besonders beliebt. Andere graue Sorten sind der Turquin d'Ossen und der Bleu d'Aspin. Ein sehr beliebtes Dekorationsmaterial ist der Sarrancolin d'Ilhet, ein graugelb, isabellgelb, grünlich und lichtrot geflammtes Material.

Belgien.

Einer der wichtigsten über die ganze Welt verbreiteten Handelsmarmore ist der St. Anna, ein durch Fossileinschlüsse reich geblumtes Gestein. Je nach der Größe des Musters werden drei verschiedene Sorten unterschieden (Grand Mélange usw.).

Die Karstmarmore.

Das große Karstplateau nördlich von Triest, die Halbinsel Istrien und die vorgelagerten Inseln, werden zu wesentlichen Teilen von Kalksteinen der

Bild 59. Karstmarmor (Kreidekalkstein von Marzano, Istrien). Dünnschliff in 115facher Vergrößerung. Durch weitgehende Umkristallisation sind die das Gestein aufbauenden Muschelschalen schon fast verschwunden.

Kreidezeit aufgebaut, die in vielen Brüchen gewonnen werden. Die Gesteine werden im Handel unter der Sammelbezeichnung Karstmarmore zusammengefaßt. Die meisten dieser Vorkommen haben schon in der Antike (für Aquileia usw.) und im Mittelalter (für Venedig usw.) eine große Rolle gespielt, doch brachte erst 1853 der Bau der Südbahn die Entstehung einer bedeutenden Steinindustrie mit sich, die bis zum ersten Weltkriege riesige Mengen, besonders auch für die Wiener Großbauten, lieferte.

Die Karstmarmore sind meist außerordentlich dichte Kalksteine von hoher Druckfestigkeit, guter Politurfähigkeit und erweisen sich — nach Verschwinden

der Bruchfeuchte — auch als sehr wetterbeständig, abgesehen von gelegentlichen mergeligen Lagen. Diese günstigen Eigenschaften sind eine Folge der weitgehenden Verdichtung der Gesteine, die sich nicht auf eine Ausfüllung der Poren beschränkt hat, sondern eine bereits weitgehende Umkristallisation mit sich brachte. Die Farben sind vorwiegend licht: weiß, grau, gelb, gelblichrötlich, wobei Einschlüsse von vorwiegend dickschaligen Muscheln eine zarte Musterung erzeugen. Die Steine sind in großen Blöcken gewinnbar, was die Erzeugung großer Monolithsäulen ermöglicht; die große Abschleiffestigkeit macht sie zu einem besonders für Stiegenstufen beliebten Material. Einige wenige Sorten sind weich und werden als Bildhauerstein bevorzugt (Merlera-Stein).

Die wichtigsten Vorkommen.

Unmittelbar bei Nabresina (nordwestlich von Triest) wird in der Cava Romana ein hellgrauer, weiß anwitternder Stein gewonnen. Der Stein von Santa Croce südlich von Nabresina ist grau mit sandsteinartiger Sprenkelung. Nördlich von Triest liegt das Bruchgebiet von Repen, mit den wichtigsten Brüchen in Repen-Tabor, Groß-Repen und Zolla. Sie führen einen lichtgrauen Kalkstein mit annähernd lagenweise angeordneten Muschelschalen, deren Querschnitte an geschliffenen Flächen als schmale, dunkelbraune Streifen erscheinen. Ausgedehnte Verwendung, besonders für Stiegenstufen

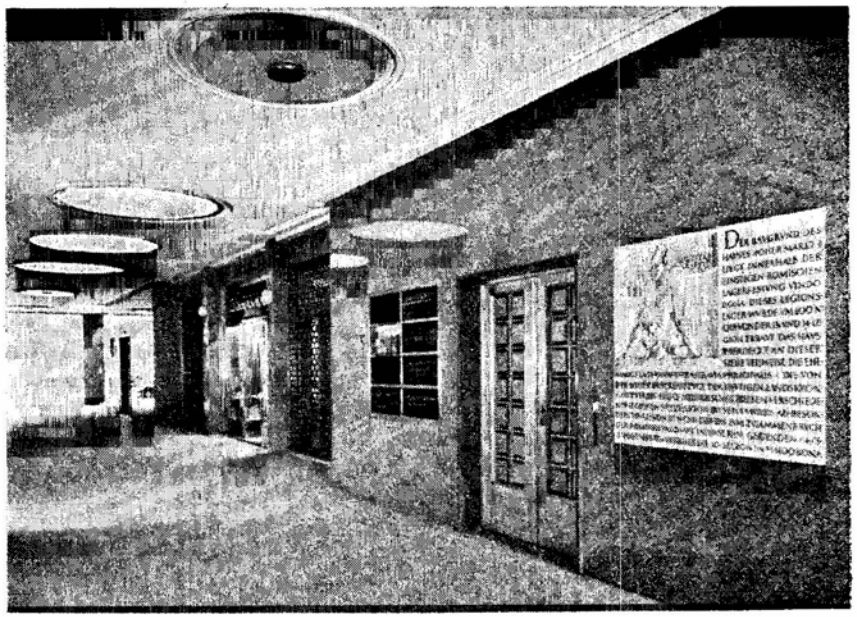


Bild 60. Durchgang in einem Geschäftshause. Wandverkleidungen aus grauem Karstmarmor von Kopriva, Jugoslawien, die Relief- und Schriftplatte weißer körniger Marmor von Carrara.

und Plattenverkleidungen. Ähnliches Material wird weiter nördlich bei Scoppo gewonnen. Bei Opcina, nördlich von Triest, wird auch ein schwarzer Karstmarmor, der „Paragone", abgebaut.

Weitere Kreidekalke werden auf der Halbinsel Istrien gebrochen. Nahe der Westküste, bei Umago, der Stein von Cernigrad und Fiori, gelblichweiß (eine gelb und weiß gefärbte Sorte, wurde im Handel als „granit fleuri" bezeichnet). Weiter landeinwärts, Südost von Buje, liegen die Brüche von Grisignana mit einem gelblichweißen, harten Stein, der besonders für Figuren (z. B. Votivkirche Wien) und Altäre (Graz, Herzjesukirche Hochaltar und mehrere Seitenaltäre) und Balkonplatten (Wien, Universität und Justizpalast) und Säulen verwendet wurde. Weiter östlich liegen in der Nähe von Pinguente die Brüche von San Stefano, deren gelber Stein besonders für Stiegenstufen dient, weiter südlich die Brüche von Pisino mit rötlichen Kalksteinen (Rosso di Pisino).

Im südlichen Zipfel der istrianischen Halbinsel liegen westlich von Dignano die Brüche auf Prodoll- und Castellieri-Stein, östlich jene von Marzana, weiße, dichte Kalksteine in mehreren verschieden harten Sorten (Verwendung in Wien z. B. Burgtheater und Neue Hofburg). An der äußersten Südspitze der Halbinsel endlich die reinweißen Kalksteine von Pomer, Medolino und Merlera. Letzterer ist verhältnismäßig weich, daher für Bildhauerarbeiten bevorzugt (z. B. Figuren- und Bacchantenrelief am Wiener Burgtheater. Aus dem Stein von Vincural ist z. B. das große Gebäude Bankverein-Creditanstalt, Wien, I., Schottenring).

Von den Brionischen Inseln ist besonders San Girolamo zu nennen, deren gelblicher Stein unter anderem viel für Säulen verwendet wurde (z. B. Wiener Rathaus, Grazer Universität, Wechselseitige Versicherung (Herrengasse). Von den Dalmatinischen Inseln sei Brazza = Brač (gegenüber Spalato) hervorgehoben, wo bei Pučišće ein lichtgrauer Kalkstein, ganz ähnlich dem istrianischen, gewonnen wird (Wandaufbau des Strauß-Lanner-Denkmals im Wiener Rathauspark).

Schwarzer Marmor.

Die tiefschwarzen dichten Kalksteine lassen ihre Farbe nur im polierten Zustande zur Geltung kommen und bleichen bei Politurverlust sehr rasch zu einem unscheinbaren Grau aus; sie sollen daher niemals im Freien verwendet werden.

Die wichtigsten Vorkommen.

Österreich.

Eine Reihe von Vorkommen eines dunkelgrauen bis schwarzen, weiß geaderten Triaskalksteins, des sogenannten Gutensteiner Kalkes. Dieser schöne Marmor war besonders in der Barockzeit sehr beliebt. Einer der wichtigsten Brüche war in Türnitz (Innenausstattung der Stiftskirche in Lilienfeld usw.), ähnliche bei Spital am Pyhrn, ferner auch in Bürs bei Bludenz und im Bregenzerwalde bei Egg. Derzeit nirgends mehr als Marmor verwendet.

Für Graz und Umgebung spielte der „Steinberger Marmor", ein schwarzer Devonkalk mit weißen Kalkspatadern, aus der Gegend westlich von Graz, eine besonders große Rolle. Von dem schwarzen Waldviertlermarmor wird später die Rede sein.

Verwendungsbeispiele Steinberger Marmor:

Graz: Haupttreppe der Burg (Stufen, Pfeiler, Pflaster); Speisgitter und Weihwasserbecken in den meisten älteren Kirchen, Portale alter Paläste, Basisstufen des Erzherzog Johann-Denkmals.

Deutschland.

Die meisten der unter den roten Marmoren angeführten Gegenden enthalten auch schwarze Sorten. Im Frankenwalde wird in Hof der „Theresienstein"

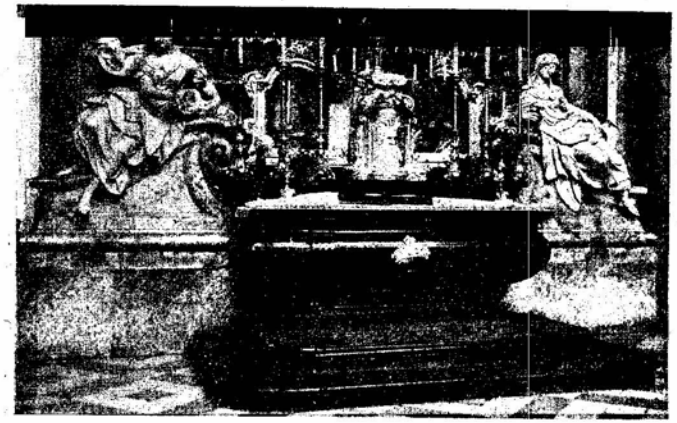


Bild 61. Altar aus schwarzem Lahnmarmor von Schupbach an der Lahn. Errichtet 1722 in der Karlskirche, Wien IV.

gewonnen, der fast die gleiche Zeichung wie der Portor hat. Ähnliche Sorten in Döbra-Naila. In Thüringen sind schwarze Marmore bei Saalburg (Kapfenberg und Hermannstein). Schwarze Sorten gibt es auch unter den Nassauischen Lahnmarmoren, bei Schupbach einen schwarzen Devonkalk mit weißen Adern (Schupbach schwarz und schwarz-gold, Orania; schon 1722 für die Altäre der Wiener Karlskirche verwendet). Von den westfälischen Marmoren ist der von Mecklinghausen dunkelgrau bis schwarz.

Jugoslawien.

Bei Lesno-Brdo in Krain wird ein tiefschwarzer Marmor, in Scopo bei Opcina nördlich von Triest der dunkelgraue bis schwarze Paragonstein gewonnen.

Ungarn.

Koloshradiste.

Tschechoslowakei.

Bei Radotin-Slivenetz und bei Kozor.

Polen.

Ein tiefschwarzer Marmor bei Krzeszowice-Dembnik in der Nähe von Krakau (Hochaltar der Wiener Stephanskirche).

Italien.

Ein rein schwarzes Material ist der „Nero di Como" von Varenna am Comersee. Berühmt schön und international verwendet ist der „Portor", der in Muzzerone bei Portovenere im Golf von Spezia gewonnen wird; ein tiefschwarzer Marmor mit goldgelben, wie die Mäander eines Flusses geschlängelten Adern.

Schweiz.

Der einheitlich schwarze, auch brekziöse Noir, bzw. „Brèche noire de Saint Tryphon", ein goldgeadeter „Portor Suisse" und der weißgeaderte Marmor von Ragaz (ein Nummulitenkalk).

Frankreich.

Rein schwarz der Marbre Charlemagne (aus den Ardennen) und der Noir Français (Noir uni); weiß geadert der Noir Saint Martin und der Marbre D'Izeste (beide Pyrenäen). Am berühmtesten ist der Grande Antique von Aubert, Departement Ariège, eine grobeckige Brekzie mit weißer Füllung (z. B. Säulen in der Treppenhalle des Wiener Kunsthistorischen Museums).

Belgien.

Die schwarzen Kalksteine des Devons und der Steinkohlenzeit gehören zu den wichtigsten Handelsmarmoren. Eine vollkommen tiefschwarze Sorte ist der Noir fin, eine schwarze, mit grellweißen Fiederspalten der Bleu belge. Es gibt auch durch weiße Adern und durch Fossileinschlüsse gemusterte Sorten, auch eine dem französischen Grande Antique ähnliche Brekzie.

Spanien.

Von Urdo ein tiefschwarzer Marmor mit grauen Flecken und Adern.

Grüne Marmore.

Wirklich grüne echte Kalkmarmore sind sehr selten; vieles, was so bezeichnet wird, ist in Wirklichkeit Serpentin oder ein ähnliches Grüngestein. Häufiger immerhin sind graugrün gefärbte Kalksteine. Die meisten grünen Marmore des Handels gehören bereits zu den kristallinen Gesteinen.

Österreich.

Einige Adneter Sorten neigen zu Grünfärbung (Grüntropf).

Deutschland.

Unter den Marmoren von Saalburg in Thüringen gibt es auch ein „Meergrün", ebenso unter den Lahnmarmoren ein „Deutschgrün" (grau-grün gewölkt, mit weißen Kalkspatnestern).

Italien.

Zu den dichten grünen Kalksteinen kann höchstens der Verde di Siena gerechnet werden, ein gelbliches Gestein mit hellgrünen Flecken. Alle anderen grünen Marmore sind kristallin, zum Teil Mischungen mit Serpentin.

Frankreich.

In den Pyrenäen grüne Knollenkalke bei Campan (Campan vert und Campan mélange netzartige grüne Adern und rote Streifen). Auch bei Caunes gibt es neben den roten Sorten grüne, so den Vert moulins = Griotte verte de Caunes.

Schweiz.

Bei Saillon der „Vert moderne".

Solnhofener Kalkschiefer.

Eine Sonderstellung unter den Kalksteinen nehmen die plattig-schieferigen Kalksteine des obersten Frankenjuras in Bayern ein, die entlang des Altmühltales bei Eichstätt, Solnhofen, Pfalzpaint usw. gewonnen werden. Sie sind durch alle Übergänge mit den dickbankigen weißen bis gelben Jurakalksteinen verbunden, die bereits besprochen wurden. Das bezeichnendste Merkmal dieses Gesteins ist die Absonderung in mehr oder minder dünne Platten, die durch feine Tonhäute voneinander getrennt sind. Das Gestein ist aus einem Kalkschlamm von ungemein feinem Korn (0·006—0·02 mm) hervorgegangen.

Die Spaltbarkeit in ziemlich dünnen Platten (es werden sogar Dachschiefer daraus gemacht) ermöglicht vor allem die billige Herstellung von Pflasterplatten, die in allen Donauländern eine unübersehbare Verbreitung gefunden haben. Da diese Platten an der Mündung der Altmühl in die Donau bei Kelheim auf größere Schiffe verladen wurden, hat sich für sie die alte Zollbezeichnung „Kelheimer Platten" eingebürgert. Ungefähr einen Zentimeter dicke Platten werden auch für Wandverkleidungen verwendet; manchmal haben sie eine bäumchenförmige Zeichnung („Dendriten") von Eisen- und Manganlösungen; solche Platten kommen als „naturgeblumt" in den Handel.

Das Gestein ist gut polierbar, wird aber trotzdem nicht zu den Marmoren gerechnet. Es ist in erster Linie für Plattenarbeiten aller Art geeignet, außer den bereits erwähnten besonders für Schriftplatten an Grabsteinen. In früheren Zeiten wurden auch durch Ätzung künstlerische Schriften und Ornamente aller Art angebracht. Einen Weltruf haben die Solnhofener Platten durch ihre Verwendung zum Steindruck (Lithographie) erlangt, doch sind nur einige wenige Bänke den besonderen Anforderungen entsprechend.

Das feine Korn macht den Solnhofener Stein zum idealen Material für feinere Bildhauerarbeiten, besonders für Flachreliefs; doch wurde er früher auch für vollrunde Bildwerke verwendet (z. B. der „Zahnwehherrgott" am Wiener Stephansdom). Die größte Rolle spielte der Stein im 16. und 17. Jahrhundert. Die Wetterbeständigkeit hält sich im Rahmen der übrigen dichten Kalksteine, ist also gut, soferne nicht tonige Lagen eine Abblätterung verursachen.

Mergel.

Als Mergel bezeichnet man Gemenge von Kalk und Ton. So wichtig diese Gesteine für andere technische Verwendungszwecke sind (z. B. Zementherstellung), so sind sie im Steinhandwerk wegen ihrer ganz geringen Wetterbeständigkeit im allgemeinen unbrauchbar. Sie nehmen auch meist die Politur schlecht an, ferner sind sie gewöhnlich weicher als Kalkstein; mergelige Lagen in Knollenkalken (häufig z. B. in den Trienter und Veroneser Marmoren) sind daher stets gefährliche Schwächestellen und sollten nach Möglichkeit von der Verwendung ausgeschlossen werden. Die mergelige Beschaffenheit ist meist am bezeichnenden tonigen Geruch erkennbar.

Gewisse Mergel haben durch Eisenlösungen, die auf Klüften eingedrungen sind, eine eigenartige Zeichnung erhalten, die auf polierten Flächen als „Ruinenmarmor" in früheren Zeiten für kleinere kunstgewerbliche Arbeiten (z. B. Tischplatten) beliebt war. Solche Ruinenmarmore wurden in Klosterneuburg bei Wien und in der Umgebung von Florenz gewonnen.

Tonschiefer.

Aus feinen Schlammabsätzen sind die Tonschiefer hervorgegangen, von denen die eben und dünnplattig spaltbaren für Dachschiefer usw. große Verwendung finden. Im eigentlichen Steinhandwerk spielen sie kaum eine Rolle, abgesehen von der gelegentlichen Verwendung als Schriftplatten für Grabsteine.

Dolomit und Rauchwacken.

Das Mineral Dolomitspat baut das Gestein Dolomit auf. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die meisten Dolomitgesteine nicht ursprünglich entstanden, sondern durch chemische Umwandlung aus Kalkstein hervorgegangen sind. Infolgedessen finden wir in der Natur nur sehr selten den reinen Dolomit (von der theoretischen Zusammensetzung 54·2% Kalkkarbonat und 45·8% Magnesiumkarbonat), sondern meist alle möglichen Übergänge von dolomitischem Kalkstein zu Dolomit. Die Hauptbedeutung des Dolomits liegt in seiner Verwendung in der chemischen Industrie (unter anderem auch für gewisse rasch erhärtende Magnesiamörtel, die als Steinkitt für uns wichtig sind) und im Straßenbau, manche Vorkommen liefern auch Bausteine. Durch Gebirgsdruck geht der Dolomit in Dolomitmarmor über (siehe später). Der Dolomit, mindestens jener der Alpen, ist durch eine besonders hohe Sprödigkeit ausgezeichnet. Wir finden ihn daher in den Alpen fast stets zu einem scharfkantigen Grus zerquetscht, der erst später wieder zu einem festen Stein (vorwiegend durch Kalkspat) verkittet wurde. Eine steinmetzmäßige Formgebung solcher gepreßter Dolomite ist im allgemeinen nicht möglich.

Vielfach jedoch finden sich dolomitische Gesteine, bei denen mindestens zum Teil die Dolomitstückchen, oft auch ehemalige Gipseinlagerungen heraus gelöst sind, so daß in der Hauptsache die Kalkspatausfüllung zurückgeblieben ist. Solche löcherige Gesteine bezeichnet man als Rauchwacken; sie lassen sich sehr gut zu Werksteinen und auch schwierigen Profilarbeiten verwenden und sind in den Alpenländern besonders in früheren Zeiten viel gebraucht worden.

Die wichtigsten Vorkommen.

Österreich.

Abgesehen von den erst später zu besprechenden Dolomitmarmoren gibt es keine dichten Dolomitsteine, die als Werkstein verwendbar wären. Dagegen sind Rauchwacken in allen Alpengegenden reichlich verwendet worden.

Deutschland.

In Bayern haben die Rauchwacken die gleiche Verwendung gefunden wie die Vorkommen in den österreichischen Kalkalpen (z. B. Reichenhall). Auch in Thüringen liefern (Gips-)Rauchwacken einen guten Bau- und Werkstein. Im schwäbisch-fränkischen Muschelkalkgebiet bieten einzelne Dolomitvorkommen guten Werkstein (z. B. der sogenannte Trigonodus-Dolomit in Württemberg).

Gips (Alabaster).

Der Gipsstein, aus dem Mineral Gips ($CaSO_4 \cdot 2\,H_2O$) bestehend, tritt als dichtes weißes, manchmal graues oder rötliches, dem Kalkstein sehr ähnliches Gestein auf, das hauptsächlich durch Brennen zu verschiedenen wichtigen Erzeugnissen weiterverarbeitet, gelegentlich aber auch im natürlichen Zustande als Baustein verwendet wird, so in der Umgebung des Harzes und im Raume von Paris.

Als Naturstein viel wichtiger ist die körnige kristalline Ausbildung, sozusagen der Gipsmarmor; sie wird gewöhnlich als Alabaster bezeichnet. Er ist sehr weich, die weißen Sorten sind stark durchscheinend. Daraus ergibt sich die Verwendung vorzugsweise zu kleineren kunstgewerblichen Arbeiten (Vasen, Ampeln usw.), auch wohl kleineren dekorativen Bauteilen, vor allem aber für Kleinplastiken, deren Ausarbeitung wegen der Weichheit des Materials ungleich billiger kommt als die von Marmor. Gewisse besonders feinkörnige Alabastersorten sind übrigens ebenso hart wie Kalkstein (lassen sich mit dem Fingernagel nicht mehr ritzen) und sind daher von ähnlichen feinkörnigen Marmorsorten (z. B. Carrara) nur mehr chemisch zu unterscheiden. In älteren Zeiten wurden dünne Alabasterplatten auch statt Fensterscheiben verwendet (übrigens auch Spaltstücke von vollkommen durchsichtigen großen Gipskristallen, das sogenannte Marienglas). Der Gips ist im Wasser stark löslich (35 mal mehr als Kalkspat), so daß er sich ungeschützt im Freien (an Grabdenkmälern usw.) nicht bewährt.

Die Handelsware liefern hauptsächlich Italien (z. B. der „Castellina Marmor" in Toskana, Gegend von Florenz und auf Sizilien), Mexiko und Ägypten (was im Handel oft als „antiker" oder „orientalischer Alabaster" bezeichnet wird, ist meist Kalksinter, der ebenso falsch öfter Onyx genannt wird). Früher bestand auch eine Kleinindustrie auf Alabasterwaren zu Mainz, Magdeburg und in Thüringen, auch in der Gegend von Paris (Menil Montant).

Einige als Alabaster gehandelte Steinsorten bestehen nicht aus Gips, sondern aus der wasserfreien Verbindung, dem Anhydrit, der härter ist als der Gips und daher für Möbelplatten verwendet wird (der „blaue Stadtoldendorfer Marmor" in Braunschweig, der graublaue „Bardiglio di Bergamo" und der Alabaster von Saint Jean, Savoien).

III. Umprägungsgesteine (Metamorphe Gesteine = Kristalline Schiefer).

1. Allgemeines.

Die bisher behandelten zwei großen Hauptgruppen der natürlichen Gesteine, die Erstarrungsgesteine und die Absatzgesteine, liegen im wesentlichen in jener Form vor, in der sie sich ursprünglich gebildet haben. Bei den Absatzgesteinen allerdings haben wir bereits eine Reihe von Vorgängen kennengelernt, durch die sie aus dem losen Ausgangsmaterial zu einem festen Gestein umgebildet wurden (Vorgänge der Gesteinswerdung oder Diagenese).

Nun gibt es eine große Zahl von Gesteinen, die — oft lange nach ihrer Entstehung — eine starke Umwandlung erfahren haben. Sie geht manchmal so weit, daß das Ausgangsgestein kaum mehr erkennbar wäre, wenn wir nicht durch alle Übergänge den Werdegang solcher Gesteine verfolgen könnten.

Eine der Hauptursachen solcher Umprägungen ist eine starke Erhitzung, sei es, daß ein Gestein durch gebirgsbildende Vorgänge in größere Tiefen der Erdrinde hinabgedrängt wurde, sei es, daß ein aufsteigender Schmelzkörper seine Umgebung in einen „Hof" starker Erhitzung und auch Durchtränkung mit Gasen und Dämpfen gebracht hat.

Die zweite Hauptursache sind Druckwirkungen, entweder ein gleichmäßig verteilter Druck oder Bewegungsvorgänge, durch welche die Gesteine zerpreßt, gewalzt, gefaltet, geschiefert wurden. Dabei erhielten sie eine neue Tracht, sie wurden umgeprägt. Größere Mineralkörper wurden zu linsenförmigen Körpern (zum Teil „Augen") umgeformt, die blättchenförmigen und die stengeligen Minerale wurden annähernd parallel geschlichtet, zum Teil auch neue gebildet, weil derartige „schieferholde" Minerale eben die günstigste Anpassungsform an diese Vorgänge sind. Sie umhüllen die einzelnen linsenförmigen Teilkörper des Gesteins und erzeugen so eine „Flaserung" oder sie können sich auch zu großen zusammenhängenden „Schieferungsflächen" zusammenschließen, die dem Gestein ein mehr oder minder dünnplattiges Gefüge und damit eine besonders gute Spaltbarkeit nach diesen Ebenen verleihen. Weil die meisten Umprägungsgesteine ein solches Schieferungsgefüge haben, nennt man ganz allgemein alle Umprägungsgesteine „kristalline Schiefer", obwohl viele von ihnen, z. B. die Marmore und die Serpentine, gewöhnlich nicht schieferig sind.

In den Anfängen der Geologie hat man die kristallinen Schiefer für die erste Erstarrungskruste der Erde oder doch wenigstens für Bildungen der ältesten Erdperioden gehalten und daher als „Urgesteine" bezeichnet. Dies ist — wenigstens in solcher Allgemeinheit — unrichtig, denn es sind auch Gesteine viel jüngerer Erdzeitalter umgeprägt worden. So ist z. B. der bekannte Carrara-Marmor ein umgeprägter Kalkstein der Liaszeit. Der längst überholte Ausdruck Urgestein soll also nicht mehr verwendet werden.

Bedenkt man die Mannigfaltigkeit der Ausgangsgesteine einerseits, die Verschiedenheit der Durchbewegungsmöglichkeiten anderseits, so erhält man eine lebendige Vorstellung von der unendlichen Mannigfaltigkeit der Umprägungsgesteine. Von Graniten, die kaum eine gewisse Gleichrichtung ihrer Glimmer erkennen lassen, über solche Granitgneise, die ein ausgeprägtes

Parallelgefüge zeigen, bis zu den Augengneisen, bei denen nur mehr einzelne zu dünnen Linsen umgeformte Feldspataugen in einem dünnschieferigen und oft dünnplattig spaltenden Grundgewebe liegen, gibt es alle Übergänge.

Technische Eigenschaften. Soweit die Gesteine noch gleichmäßig körnig sind, haben sie die gleichen Eigenschaften und ähnliche Verwendung wie die entsprechenden Ausgangsgesteine. Die gute Spaltbarkeit nach der Schieferung ermöglicht vielfach die leichte Gewinnung von Platten aller Art, weniger aber von Werksteinen, weil die Erzeugung ebener Stoßfugen meist sehr schwierig ist. Der Glimmerreichtum erschwert die Polierbarkeit besonders bei stärker geschieferten Steinen. Andere dagegen, z. B. die Marmore und Serpentine, sind ausgezeichnet polierbar.

Durch die Verfaltung und Auswalzung verschiedener Gesteine oder verschiedenfarbiger Lagen desselben Gesteines entstehen mannigfaltige Zeichnungen, die besonders bei der Verwertung als Dekorationsgesteine eine große Rolle spielen. Hierher gehören z. B. die Bändermarmore, die im Wechsel von verschiedenfarbigen Lagen, teils eben, teils in kleine oder große Falten gelegt, bei geschickt angelegtem Steinschnitt die schönsten Musterungen ergeben. Die sogenannten Ophikalzite und Cipolline stellen einen lagenweisen Wechsel zweier verschiedener Gesteine, z. B. eines Marmors und eines Serpentins, dar.

Die Minerale der Umprägungsgesteine.

In der Hauptsache ist der Mineralbestand der gleiche wie jener der Ausgangsgesteine. Aus den eingangs geschilderten Vorgängen ergibt sich aber, daß im Zuge der Umwandlung die alten Minerale mindestens der Form nach umgebaut wurden und daß unter den Neubildungen die „schieferholden" überwiegen, ferner jene, die dem höheren Druck besser entsprechen. Daher spielen besonders die Glimmerminerale eine führende Rolle, der braunschwarze Dunkelglimmer (Biotit und eine goldblonde Abart, der sogenannte Phlogopit), der farblose bis silberglänzende Hellglimmer (Muskowit), seine feinschuppige Abart, der Seidenglimmer (Serizit), verschiedene grüne Glimmer (vorwiegend Chlorit) und noch andere seltenere Abarten.

Es gibt auch eine Reihe von Mineralien, die fast nur in den kristallinen Schiefern auftreten. Für die Gesteine des praktischen Steinhandwerkes sind aber nur wenige wichtig: der Granat, das ist eine Sammelbezeichnung für verschiedene kompliziert aufgebaute Verbindungen von Kieselsäure, Tonerde und Eisen oder Magnesia oder Kalzium, die in meist roten Kristallen einen wichtigen Gemengteil der Glimmerschiefer und vieler Hornblendeschiefer darstellen, übrigens auch wegen ihrer Härte in früheren Zeiten als Schleifmittel verwendet wurden. Der Serpentin, der Hauptbestandteil des gleichnamigen Gesteins, ist ein weiches, grünes Magnesiasilikat in blättrigen bis faserigen Formen. Gewisse licht gelbgrün durchscheinende Abarten werden als Edelserpentin bezeichnet. Eine technisch wichtige Abart, der feinfaserige (Serpentin-)Asbest, sei hier nur erwähnt. Der Graphit ist eine kristalline Form des Kohlenstoffes. Er spielt als färbender Bestandteil eine große Rolle in den grauen und schwarzen Marmoren.

2. Umgeprägte Erstarrungsgesteine.

Die Granitgneise.

Die umgeprägte Form des Granits wird Gneis genannt, und zwar oft auch „echter Gneis" („Orthogneis") zum Unterschied von anderen Gneisen, die aus Absatzgesteinen hervorgegangen sind („Paragneise"). Wie solche Gneise durch alle Übergänge aus annähernd richtungslos körnigen Graniten hervorgehen, wurde bereits oben geschildert.

Die wichtigsten Vorkommen.

Österreich.

Große Teile der Hohen Tauern enthalten ein granitähnliches Gestein, den sogenannten Zentralgranit oder Zentralgneis. Er wurde schon unter den alpinen Graniten besprochen, weil im allgemeinen nur die granitähnlichen Ausbildungen als Werksteine verwendet werden.

In den Granitgneisen des Ötztales werden, vorwiegend aus Bergsturzblöcken, Werksteine, Platten, Stiegenstufen usw. erzeugt.

Aus den Granitgneisen von Kindberg, Steiermark („Mürztaler Grobgneis") wurden z. B. die Widerlager der Albrechtsbrücke über die Mur in Graz hergestellt.

Im niederösterreichischen Waldviertel, besonders in der Umgebung von Horn, findet sich ein ziemlich dünnplattig ausgewalzter Augengneis, der sogenannte „Bittescher Gneis" (nach einem Ort in Mähren benannt); er erfreut sich für Gartenplatten, Stufen usw. einer steigenden Beliebtheit.

Deutschland.

Die Gneise des Schwarzwaldes, Pfälzerwaldes, Harzes, Fichtelgebirges und der sächsischen und schlesischen Gebirge werden vielfach wegen ihrer plattigen Spaltbarkeit zu Bausteinen, Platten usw. verwendet, spielen aber im Steinhandel keine Rolle.

Tschechoslowakei.

Viele böhmische Granitgneise werden örtlich zu Platten, Bausteinen usw. verarbeitet.

Hornblendeschiefer (Amphibolit).

Die vorwiegend aus schwarzgrüner Hornblende, daneben auch Granat und anderen Mineralen bestehenden dunkelgrünen bis schwarzen Gesteine sind, besonders in den körnigen, weniger schieferigen Ausbildungen, wichtige Straßenbaugesteine, spielen jedoch im eigentlichen Steinhandwerk kaum eine Rolle. Ein schöner Granathornblendeschiefer von Winklern, im Gegendtale nordwestlich von Villach, wurde als billiger Ersatz für schwarz schwedischen Granit für Grabsteine verwendet (im Handel fälschlich als Kärntner Porphyr bezeichnet). Die etwas gebrochen schwarze Farbe sowie die Dunkelglimmer, die die Politur schlechter annehmen, ergeben eine weichere Gesamtwirkung als der grelle glasige Glanz beim schwedischen Gestein. Ein ähnlicher Granatamphibolit von Kendlbruck im Lungau (oberstes Murtal, Steiermark) wird seit kurzer Zeit auch für Verkleidungsplatten verwendet.

Verwendungsbeispiele Granatamphibolit Kendlbruck:

Graz: Geschäftsverkleidungen.
Linz: Plattenverkleidung Handelskammer.
Murau: Gruft Schwarzenberg.
Wien: Geschäftshaus I. Schottengasse 4.

In die Verwandtschaft der Hornblendeschiefer gehören zwei wichtige schwedische Hartgesteine, der „grün schwedische Granit" oder „Altgrün" von Varberg und der ähnliche „Neugrün" von Eckeröd.

Porphyroide.

Werden Quarzporphyre durch gebirgsbildende Vorgänge ausgewalzt, dann erhalten sie ein linsenförmig-blätteriges Gefüge, in dem die Quarz-

Bild 62. Lindwurm von Klagenfurt. Grünschiefer aus dem Kreuzberglbruche in Klagenfurt.

und Feldspateinsprenglinge vielfach noch als Augen erhalten sind. Solche Gesteine werden als Porphyroid (porphyrähnlich) bezeichnet. Ein solches Porphyroid, ein hartes, grünweiß gesprenkeltes Gestein, wird am Splügenpaß (in der Surettagruppe, Schweiz) bei Andeer für Bausteine, Platten usw. gewonnen; die Handelsbezeichnung ist „Andeerer Granit" (Wien: Verkleidung der Pfeiler des Ravaggebäudes, Argentinierstraße).

Grünschiefer.

Als Grünschiefer werden schieferige Gesteine bezeichnet, deren Farbe vorwiegend durch den grünen Glimmer Chlorit bewirkt wird. Sie liefern, sofern die Durchschieferung nicht zu weit gegangen ist, ausgezeichnete Werk-

steine, gelegentlich sogar Material für Plastiken. Sofern sie lagerrecht verwendet werden, sind sie gut wetterbeständig. Das wichtigste österreichische Gestein dieser Gruppe ist der „Kreuzberglschiefer" von Klagenfurt, der besonders im 16. Jahrhundert beliebt war und an den Bauten und Denkmälern Klagenfurts (Lindwurm) und sonstiger Orte Mittelkärntens eine große Rolle gespielt hat. Auch wurde er viel für Kirchenpflaster verwendet. Dieses besonders schöne Gestein hat in neuester Zeit wieder viel Beachtung gefunden, unter anderem wurde ein großer Bruch im Liesertale zur Gewinnung von Werksteinen für Brückenbauten eröffnet.

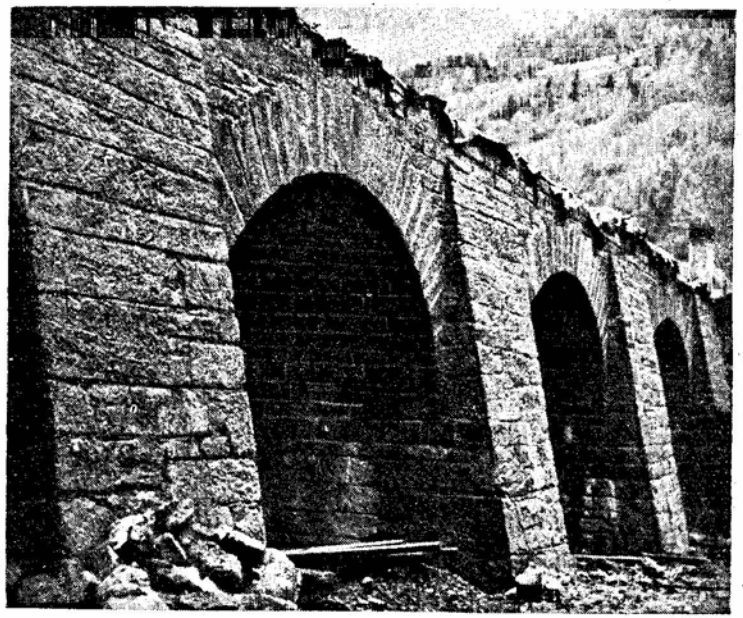


Bild 63. Straßenbrücke bei Gmünd im Maltatale, Kärnten. Grünschiefer.

Serpentin.

Eines der wichtigsten Dekorationsgesteine ist der in den mannigfachsten Abarten von Grün ausgebildete, vielfach durch weiße Aderung oder sonstige Einschlüsse gemusterte Serpentin („Schlangenstein"). In der Hauptsache besteht er aus dem schuppigen bis feinfaserigen Mineral Serpentin, daneben enthält er oft noch den olivgrünen Olivin (aus dem der Serpentin entstanden ist), den roten Granat, den weißen Talk und vielfach weiße Kalkspatadern. Andere häufige Beimengungen sind grüne Chlorite und Hornblenden (es gibt viele Übergänge von Serpentin zu Chloritschiefern). Oft tritt er in Form von Brekzien auf. Er hat annähernd die gleiche Härte wie Marmor und läßt sich wie dieser schneiden, schleifen und polieren. Die oft gehörte

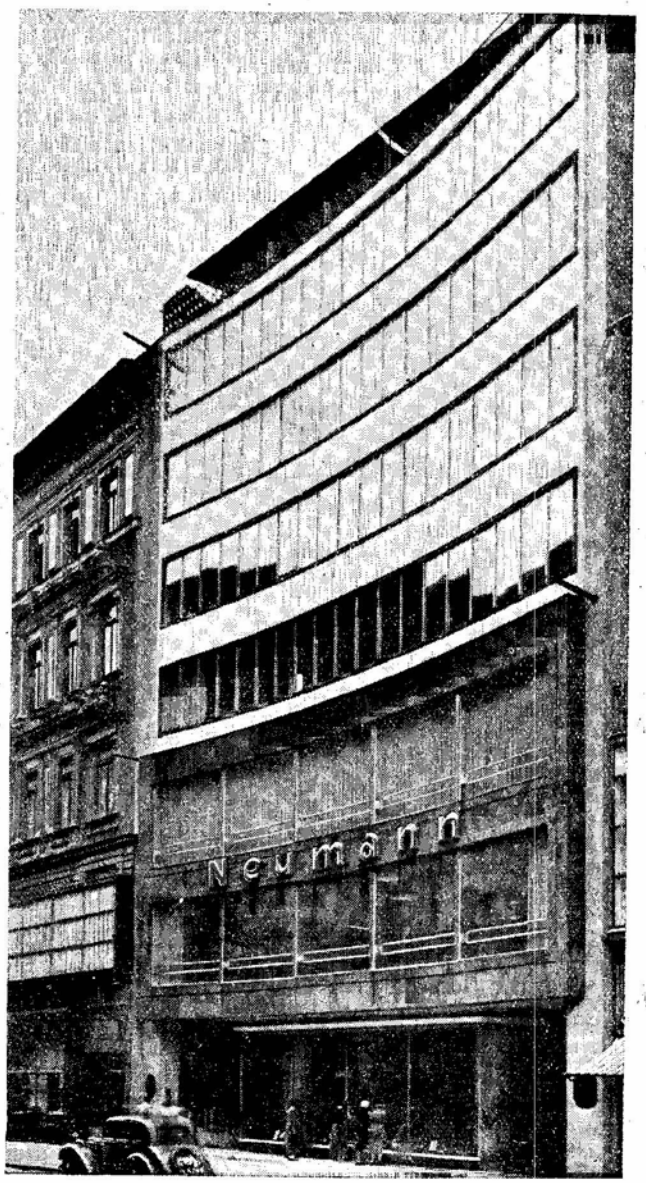


Bild 64. Verkleidung eines Geschäftshauses. Die unteren Stockwerke dunkelgrüner Serpentin von Hirt bei Friesach, Kärnten, die oberen Untersberger Marmor.

Bezeichnung als „grüner Marmor" ist aber falsch, ebenso falsch ist es auch, wenn andere Gesteine als Serpentin bezeichnet werden, z. B. ein grünes Porphyrgestein von Sparta.

Serpentine, die nicht mehr bloß einzelne Kalkspatadern haben, sondern eine Wechsellagerung von Serpentin- und Marmorschichten darstellen, werden richtig als Ophikalzit bezeichnet, in der Praxis aber meist mit den Cipollinen zusammengeworfen.

Die wichtigsten Vorkommen.

Österreich.

In der Nähe von Hofgastein werden von altersher große Blöcke von Serpentin verarbeitet (die anstehenden Vorkommen selbst, große Serpentinlinsen im Grünschiefer, liegen hoch oben im Gebirge). Seit Anfang dieses

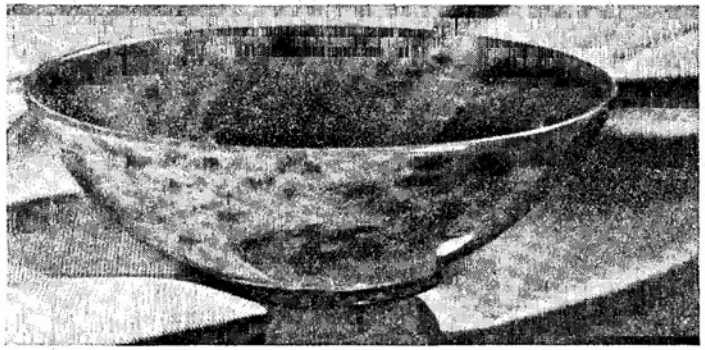


Bild 65. Schale aus „Edelserpentin" von Bernstein, Burgenland.

Jahrhunderts wurde dieses schöne Gestein unter den Namen „Gasteiner Alpengrün", „Vert Gastein" und „Vert des Alpes" in den internationalen Steinhandel gebracht. In Hirt bei Friesach wurde ein durch rote Flecken eines Eisenminerals besonders schön gezeichneter Serpentin seit 1920 in größerem Maßstabe gewonnen und als „Verde di Carinzia" in den Handel gebracht.

Verwendungsbeispiele Serpentin Hirt—Friesach:

Wien: Geschäftsverkleidungen, z. B. Haus Neumann, Kärntnerstraße.

Graz: Besonders viele Geschäftsverkleidungen (Scheiner, Pichler...), Kinos (Girardikino), Café Erzherzog Johann, Sackstraße.

Linz: Pfeilerverkleidung Raiffeisen Zentralkasse, Portal und Stiegenhaus Pension Brandl, mehrere Sockelverkleidungen.

Ein Vorkommen bei Bernstein im Burgenlande enthält Lagen von „Edelserpentin", das ist einer gelbgrünen, stark durchscheinenden Abart, die zu kleineren kunstgewerblichen Arbeiten, z. B. sehr dünn geschliffenen Schalen, verwendet wird. Die großen Serpentinvorkommen von Kraubath bei Leoben finden heute nur mehr Verwendung für Schotter (seinerzeit Quadern der Murbrücke in Rotenthurn bei Judenburg).

Von besonderer Wichtigkeit sind die Serpentine der Brennergegend. In Pfons bei Matrei am Brenner findet sich ein rotviolettes, grüngeflecktes, weiß geadertes Gestein, das im polierten Zustande von besonders prächtiger Farbwirkung ist. Im Handel wurde es als „roter Sterzinger Serpentin" bezeichnet, weil es hauptsächlich dort zur Verarbeitung kam. Es ist ein Mischgestein von grünlichem und rötlichem Kalkstein einerseits, dunkelgrünem Serpentin anderseits, also ein sogenannter Ophikalzit. In Wien wurden unter anderem Säulen im Naturhistorischen Staatsmuseum und im Burgtheater aus diesem Stein gefertigt.

Bild 66. Fassadenverkleidung aus rot und grün gemustertem Serpentin der Gegend von Genua („Rosso di Levante") und aus Untersberger Marmor.

Deutschland.

Das größte Vorkommen ist Zöblitz im Erzgebirge (Sachsen); das dortige Gestein enthält neben Serpentin noch viele andere Minerale (Olivin, Granat, Hornblende, Chlorit usw.), durch deren wechselnden Anteil sehr mannigfache Zeichnungen und Farben entstehen. Das Gestein ist Gegenstand einer lebhaften Kleinindustrie, ist allerdings nicht sehr wetterbeständig. Die schlesischen Serpentine im Eulengebirge, bei Frankenstein und am Zobten finden ebenfalls ausgedehnte Verwendung für polierte Arbeiten, dagegen jenes des Fichtelgebirges nur für Schotter.

Italien.

Der dunkelgrüne Hornblendeserpentin des Pfitschertales bei Sterzing wird als „grüner Sterzinger Serpentin" bezeichnet zum Unterschiede von dem „roten" bei Matrei. Ebenso wie bei Hofgastein bestehen im Pfitschertale keine Steinbrüche, sondern es werden große erratische Blöcke aufgearbeitet. Ein gleicher Serpentin auf der Südseite der Zillertaler Alpen wurde besonders im 18. Jahrhundert bei Pfunders stark abgebaut. Der grüne Sterzinger Serpentin hat besonders für Denkmäler ausgedehnte Verwendung gefunden (in Wien z. B. Säulen des Maria-Theresien-Denkmals).

Die wichtigste Handelssorte von italienischem Serpentin ist der Verde di Polceverra, auch Verde del Mare, Verde di Genova genannt, der bei Genua gewonnen wird und ebenfalls an der ligurischen Küste, bei Bonossola, der dem roten Sterzinger Serpentin ähnliche „Rosso di levante". Weitere Serpentinvorkommen bei Susa und bei Monferrato.

Griechenland.

Ein altberühmtes Material ist der „verde antico" von der Insel Tinos, schwarzgrün mit hellgrünen und weißen Adern, zum Teil als Brekzie entwickelt. Den gleichen Namen führt auch eine Serpentinbrekzie von Larissa (Atrax) in Thessalien (beide dürfen nicht mit dem porfido verde antico von Sparta verwechselt werden). Gelegentlich kommt auch italienischer Serpentin unter der unrichtigen Bezeichnung „Tinos" in den Handel.

Übriges Ausland.

Frankreich (besonders Korsika), Schweden und andere Länder besitzen ebenfalls Serpentine, die aber bei uns kaum verwendet werden.

Talkgesteine.

Gesteine, die im wesentlichen aus dem Mineral Talk (einer wasserhaltigen Kieselsäureverbindung der Magnesia) bestehen, sind meist an Serpentinvorkommen gebunden (aus denen sie ja entstanden sind) und haben zum Teil große technische Bedeutung. Dichte Abarten werden gewöhnlich als Topfstein bezeichnet und neben ihrer technischen Verwendung (z. B. Brenner für Karbidlampen) auch für kleinere kunstgewerbliche Arbeiten gebraucht. Das wichtigste Handelsmaterial ist der norwegische „Kleberstein". Allgemein verbreitet sind chinesische Speckstein-schnitzereien.

3. Umgeprägte Absatzgesteine.

Bei wenigen Gesteinen wird der Materialbestand und das Aussehen durch die Umprägung so stark verändert wie bei den Absatzgesteinen. Reine Sandsteine verwandeln sich in Quarzite. Sie sind für die verschiedensten technischen Verwendungszwecke sehr wichtig, spielen jedoch keine Rolle im Steinhandwerk. Sandig-tonige Absätze (Tonschiefer und verwandte) können je nach dem Grade ihrer Umprägung ein sehr verschiedenes Aussehen annehmen. Von den Tonschiefern führen alle Übergänge zu dünnplattigen Schiefern, deren Schieferungsflächen mit feinen Schüppchen von Seidenglimmer bedeckt sind. Die ebenflächigen, gut spaltbaren und wetterfesten haben eine große Bedeutung als Dachschiefer, die hier aber nicht weiter behandelt werden. Stärker umgewandelte, meist wellig-flaserige Schiefergesteine werden als Blätterschiefer (Phyllit) bezeichnet. Sie sind mit wenigen Ausnahmen nicht wetterbeständig und für keinerlei technische Zwecke gut brauchbar.

Manche Schiefergesteine erhielten durch das Eindringen eines Tiefengesteines eine gewisse Ummineralisierung, die sie haltbarer und technisch verwendbar macht. Hierher gehören z. B. die „Fruchtschiefer" von Theuma im Vogtlande, die für Platten aller Art verwendet werden.

Sind die Glimmerblättchen bereits größer angewachsen, dann spricht man von Glimmerschiefern. Sie bestehen meist aus lichtem Glimmer (Muskowit), Quarz und Granat. Solche Granatglimmerschiefer werden wegen ihrer guten Spaltbarkeit an vielen Stellen der Alpen und anderwärts gerne für Bruchsteine, auch für Platten verwendet. In Kärnten z. B. sind Stift und Kirche in Millstatt ganz aus solchen Glimmerschiefern erbaut, nur die dekorativen Gliederungen sind aus Marmor. Ungemein häufig, z. B. im Raume von Villach, sind Platten aus solchen Schiefergesteinen für die verschiedensten Verwendungszwecke. Für anspruchsvollere Steinmetzarbeiten sind aber alle diese Gesteine nicht geeignet.

Dies gilt auch von den Plattengneisen, die an vielen Stellen ausgezeichnete Steinplatten von fast beliebiger Größe liefern. Am bekanntesten sind die Plattengneise der Koralpe, in der Weststeiermark bei Stainz, Gams und Ligist, ähnliche auch auf der Kärntner Seite des Gebirges. Diese schönen Gesteine, die seinerzeit Bau- und Pflasterplatten weithin geliefert hatten, wurden um die Jahrhundertwende vom Beton verdrängt. Erst neuerdings beginnt man wieder, sie zu schätzen. Sie werden nunmehr auch geschliffen und poliert verwendet, z. B. Rundfunksender Dobl bei Graz.

Die körnigen (kristallinen) Marmore.

Unter Marmor im engeren Sinn versteht man alle jene Kalkgesteine, deren Körner bereits mit freiem Auge wahrgenommen werden können. In den Korngrößen gibt es alle Übergänge: jene feinsten, deren Körner gerade schon kenntlich sind, nennt man „zuckerkörnig". Zahlreich sind sehr feinkörnige (z. B. die meisten Sorten der Carrara-Marmore); andere sind wieder sehr grobkörnig, bis zu 10 mm (z. B. ein Teil der Sterzinger Marmore). Da die Korngröße im selben Bruche verschieden sein kann, ist sie allein kein verläßliches Kennzeichen der Herkunft.

Das Hauptmineral der Marmore ist der Kalkspat, der auf den Gesteinsbruchflächen infolge seiner guten Spaltbarkeit stellenweise lebhaft einspiegelt. Er kann wasserklar bis weißlich milchig trübe sein, welche Unterschiede für die Gesamtwirkung des Gesteins sehr wesentlich sind. Die Durchsichtigkeit,

genauer das Durchscheinen (die Transparenz) ist übrigens nicht nur von der Reinheit des Kalkspats, sondern auch von der Korngröße abhängig. Die sehr feinkörnigen reinen Marmore sind grellweiß. Je größer die Körner werden, desto tiefer kann das Licht unter die Oberfläche eindringen, desto dunkler erscheint das Gestein im auffallenden Lichte.

Manche Marmore bestehen nicht aus Kalkspat, sondern aus Dolomit (z. B. Brixener Marmor, ein Teil des parischen Marmors), sind aber trotzdem noch reinweiß.

Die körnigen Marmore können durch mannigfache Beimengungen sehr verschieden gefärbt sein. Ein leichter Gehalt an Eisenverbindungen gibt ihnen

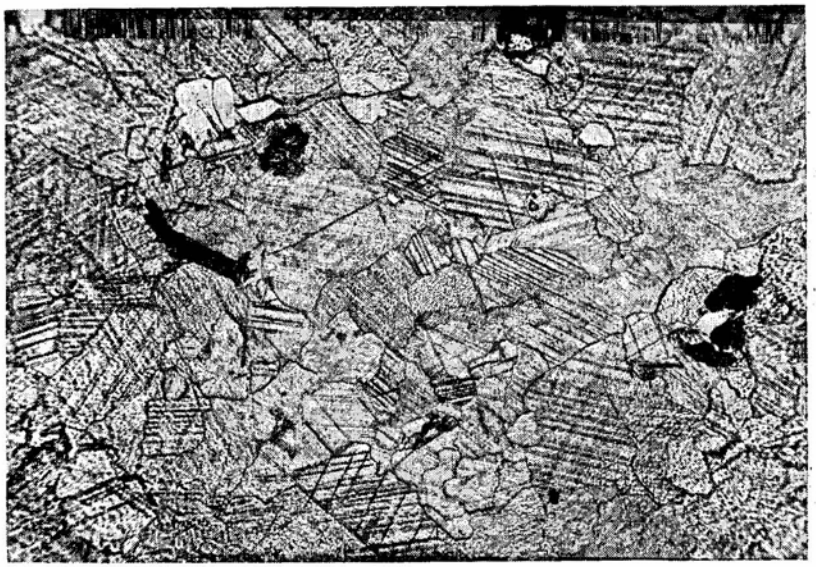


Bild 67. Körniger Marmor von Häusling, Niederösterreich. Dünnschliff in 24facher Vergrößerung. Die Kalkspatkristalle zeigen Zwillingsstreifen und Einschlüsse, die in regelmäßigen Punktreihen angeordnet sind. Die Körner grenzen ohne Bindemittel unmittelbar aneinander. Die schwarzen Flecken sind Graphit.

einen Stich ins Gelbe, kommt oft aber erst im Laufe langer Zeit an der Oberfläche durch Verwitterungsvorgänge zur Geltung. So sind viele sehr alte Marmorarbeiten (z. B. am pentelischen Marmor der altgriechischen Bauten, an sehr alten Laaser Arbeiten, am Marmor des Gurker Doms) in einer ganz dünnen äußersten Schicht tief goldgelb gefärbt. So schön diese Farbe ist, so unerfreulich ist das Zwischenstadium, wenn im weißen Marmor zunächst nur vereinzelte gelbe Flecken auftreten (häufig an Grabdenkmälern aus Laaser Marmor).

Sehr verbreitet sind Graufärbungen. Ein Teil von ihnen geht auf Einschlüsse von Gasen, bzw. labiler Verbindungen von solchen zurück (Schwefelwasserstoff, der beim Anschlagen des Steins den bezeichnenden Geruch von faulen Eiern entwickelt, daneben auch noch andere Verbindungen; „Stinkmarmore"). Dunklere Graufärbungen, die sich bis zu tiefstem Schwarz steigern können, sind meist durch Beimengung von Graphit bewirkt (z. B. ein Teil der niederösterreichischen Waldviertelmarmore). Mittelgraue Marmore werden im Handel meist als „blau" bezeichnet (z. B. „blauer schlesischer Marmor"). Gelbe, rote und violette Färbungen gehen meist auf Eisen- und Manganverbindungen zurück; sie führen jedoch im allgemeinen bei den körnigen Marmoren nicht zu so tiefen Farben wie bei den dichten Kalksteinen. So gibt es unter den kristallinen Marmoren häufig rosa gefärbte Sorten (z. B. ein Teil der Kärntner Marmore, die norwegische Brèche rosée), aber höchst selten tiefrote. Häufig finden sich auch zarte grüne Tönungen. Die Farben sind meist lagenweise verteilt (Bändermarmore).

Sehr verbreitet sind auch Einlagen von anderen Mineralien, die in geringer Menge als Belebung der Farbe und Zeichnung erwünscht sind, in größerer Menge jedoch schon wegen ihrer Härte, die meist höher ist als die des Kalkspats, an polierten Flächen störend wirken, so daß solche Lagen ausgehalten werden müssen. Dies gilt auch von den Glimmerlagen, die bei den „Cipollin"-Sorten als Träger von Farbstreifen willkommen sind, bei stärkerer Anreicherung aber die Politur beeinträchtigen und auch leicht zu einem Zerbrechen der Platten führen. Marmorplatten für elektrische Schalttafeln dürfen leitfähige Minerale nicht enthalten.

Durch Gebirgsbewegungen erfahren die kristallinen Marmore die gleiche, meist aber eine viel stärkere Durchbewegung als die dichten Kalksteine. So gibt es hier alle Übergänge von Brekzien bis zu mehr oder minder starken Faltungen, oft in sehr weichen, fließenden Formen. Gefaltete Bändermarmore können bei geschickt gewähltem Schnitt des Steins die schönsten Dekorationsgesteine liefern (z. B. viele Sorten von Carrara und Seravezza). Marmore können auch lagenweise mit ganz anderen Gesteinen wechseln. Einen bänderweisen Wechsel mit Serpentin bezeichnet man wissenschaftlich als Ophikalzit (in der Praxis wird er zu den Cipollinen gestellt).

Wie alle Kalkgesteine sind auch die körnigen im Freien nicht politurbeständig (wenn auch länger als die dichten Kalksteine), die farbigen unter ihnen daher auch nicht farbbeständig. Am peinlichsten ist der Farbverlust bei den schwarzen Marmoren, die niemals im Freien verwendet werden sollten; die weißen Marmore werden durch die Anwitterung zwar etwas aufgerauht, erleiden sonst aber keine Einbuße. Im übrigen ist die Wetterbeständigkeit der körnigen Marmore im allgemeinen sehr gut, mit Ausnahme der ganz feinkörnigen und mancher Sorten der besonders großkörnigen. Ein seltener Ausnahmefall ist das Treiben mancher Marmore durch Gipsbildung (aus Kalkspat und verwitterndem Schwefelkies), das zu merkwürdigen Verbiegungen und schließlich Zerfall der Steine führt (Marmor von Häusling, Niederösterreich). Andere, häufig an fest eingespannten Platten auftretende Verbiegungen gehen auf einseitige Erwärmung und auf die allmähliche Auslösung von Spannungen zurück, die das Gestein durch Gebirgsbildung erhalten hat.

Die körnigen Marmore haben trotz ihrer Geschlossenheit eine gewisse Porosität und erleiden daher leicht Flecken durch Öl, Rost und andere Verschmutzungen, was schon bei der Verarbeitung in der Werkstatt sorgfältig vermieden werden muß, aber auch bei der Ausführung zu bedenken ist (z. B. wenn man Metallteile an Grabdenkmälern anbringen will). Die Porosität gestattet übrigens auch ein künstliches Färben des Marmors.

Die wichtigsten Vorkommen.

Österreich.

Niederösterreich. Vom Dunkelsteiner Walde über das Donautal der Wachau durch ganz Niederösterreich bis nach Böhmen erstreckt sich eine Schar von Zügen eines meist weiß und grau gebänderten Marmors. Im Handel wird er gewöhnlich als Waldviertler, Wachauer, Spitzer oder Mühldorfer Marmor bezeichnet. Von den zahlreichen Brüchen auf Werkstein (neben jener zur Gewinnung von Schotter und Brennkalk) sind als derzeit wichtigste die von Dankholz, Els, Elsarn, Haarau, Kottes, Marbach a. d. Kleinen Krems, Runds und Spitz zu nennen. Diese körnigen, verhältnismäßig harten und (mit Ausnahme des Marmors von Häusling bei Melk) ausgezeichnet wetterbeständigen Marmore sind Gegenstand einer weitverzweigten Steinindustrie, die auch viel Stein ausführt. Unbrauchbar sind nur jene Lagen, die zu viel Einschlüsse an kieselsauren Mineralen haben. Der lagenweise Wechsel von weißen oder lichtgrauen und dunkelgrauen Schichten kann je nach der Führung des Schnittes als scharfe Bänderung oder als weiche wolkige Zeichnung zur Geltung gebracht werden. Einige Bänke liefern tiefschwarzen Marmor von großer Schönheit (im Freien nicht farbbeständig). Kleinere Brüche auf denselben Marmor im nördlichen Waldviertel leiden unter der ungünstigen Verkehrslage. Die Waldviertler Marmore sind im allgemeinen sehr gut polierfähig, und zwar nehmen die lichten Lagen die Politur besser an und halten sie auch länger als die dunklen graphitreichen. Sehr häufig sind Einschlüsse von Kieselsäuremineralien („Nägel", weil sie beim Schleifen als Härtlinge heraustreten). Solche Stellen sind auszuscheiden. Diese Marmore werden von altersher für Bauzwecke aller Art verwendet, wozu sie besonders auch die Größe der gewinnbaren Blöcke befähigt. Am meisten werden sie zu Grabsteinen verarbeitet.

Verwendungsbeispiele Wachauer Marmor:

Wien: Weltspiegelkino. Viele Geschäftsverkleidungen, fast die Hälfte der Grabsteine auf den neueren Friedhöfen.

Graz: Kino Annenhof Innenverkleidung aus dunklem Mühlviertler Marmor.

Salzburg: Polizeikaserne Vorhalle.

Steiermark. An den Abhängen der Stub- und Gleinalpe gegen das Becken von Köflach-Voitsberg werden mächtige Züge von mittel- bis grobkörnigen Marmoren als Kainachtaler und als Salla-Marmor ausgebeutet. Ersterer ist vorwiegend weiß und fein- bis mittelkörnig, der Salla-Marmor sehr grobkörnig und zum Teil gebändert. Der Kainachtaler ist weiß bis lichtgrau, fein- bis mittelkörnig und so zart gebändert, daß er oft dem Carrara II

sehr ähnlich sieht. Der Salla-Marmor ist viel gröber, die dunklen Bänder nahezu schwarz und überdies meist lebhaft verfaltet, so daß bei geeignetem Schnitt der Platten eine lebhaft bewegte Zeichnung, etwa in der Art des Carrara arabescato, entsteht.

Verwendungsbeispiele Kainacher Marmor:

Wien: Einige Treppen in den beiden Hofmuseen.

Graz: Basen und Kapitäle der Granitsäulen in der Universität, dort auch Portal, Baluster, Treppenstufen. Speisgitter und Mensaplatten in der Herz-Jesu-Kirche und anderen Kirchen.

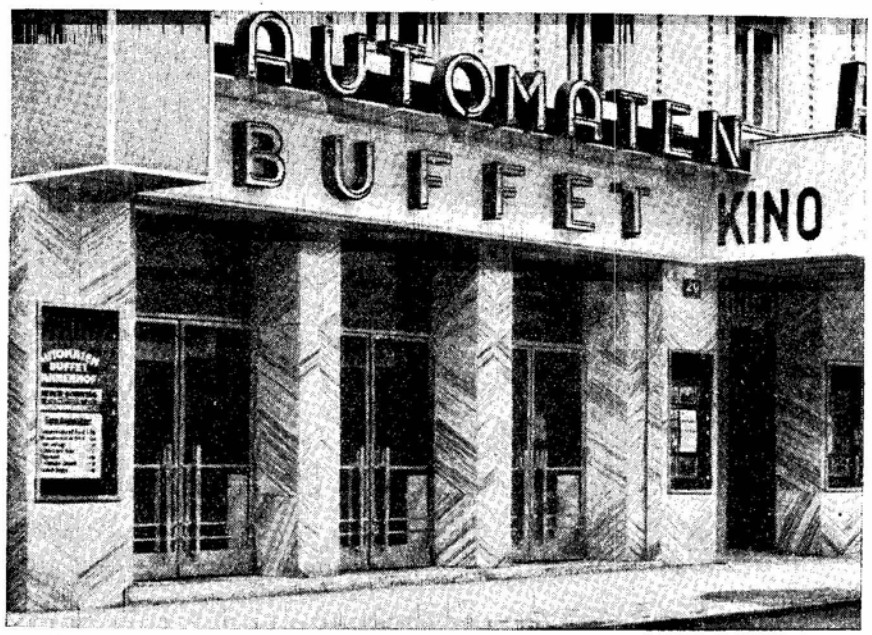


Bild 68. Verkleidung eines Büfetts mit grau-weiß gestreiftem Salla-Marmor.

Verwendungsbeispiele Salla-Marmor:

Graz: Stadttheater Sockel und Auffahrtsrampe, Gewände zum Teil, Denkmalsockel, Brunnenschalen, Grabsteine.

Ein weißer Marmor von Strechau bei Rottenmann (an der Mündung des Paltentales in das Ennstal) war früher von Bedeutung, seit langem außer Betrieb. Die Bändermarmore der Gegend von Murau und Judenburg werden in zunehmendem Maße verwendet.

Salzburg. Bei Ramingstein im Lungau (oberstes Murtal) ein weißer Marmor (z. B. für den Bahnhof Knittelfeld, Steiermark).

Tirol. Die Vorkommen des dunkel blaugrauen Tuxer Marmors bei Mayrhofen im Zillertal, von Ampas südlich von Innsbruck und vom Vennertal nordöstlich vom Brennerpaß sind nur von örtlicher Bedeutung. Der Spertentaler und der Obernberger Marmor werden bei den Dolomitmarmoren besprochen.

Kärnten ist von allen österreichischen Bundesländern am reichsten an kristallinen Marmoren. Sie wurden bereits von den Römern in großem Maßstabe abgebaut; man hat an vielen Stellen römische Steinbrüche mit alten Schramwänden, unvollendeten Werkstücken und mit Werkzeugen gefunden.

Mächtige Bänke eines mittelkörnigen hochkristallinen Marmors im Zuge des Mirnocks und Wollanigs (zwischen dem Drautale und dem Gegendtale) werden an vielen Stellen ausgebeutet. Eine der größten Anlagen ist bei Gummern im Drautale, ober Villach. Es ist ein teils weißer, teils blaugrauer, gelegentlich auch leicht gelblich getönter mittelkörniger Marmor. Die weiße Abart ist stark durchscheinend, die leicht gelblichen Sorten sind als Bildhauerstein sehr beliebt. Derzeit wird der Marmor hauptsächlich zum Kalkbrennen und für andere technische Zwecke verwendet. Sehr ähnlich ist auch der Marmor von Treffen, nördlich von Villach.

Verwendungsbeispiele Marmor Gummern:

Wien: Wandverkleidungen in der N.-Ö.-Eskomptegesellschaft, zahlreiche Bildnisbüsten in öffentlichem und privatem Besitz (Bildnis Egger in der Universität, weibl. Torso von Jos. Müllner und Mädchenkopf von E. Grienauer in den Städtischen Sammlungen, Allegorie „Die Kunst" von J. Müllner im Künstlerhause, viele Grabdenkmäler).

Klagenfurt: Löwen am Sponheimer Denkmal.

Villach: Zahlreiche Römersteine, übrigens auch ein Großteil der spätrömischen Stadt Teurnia, deren Material vielfach verschleppt und in neueren Bauten wiederverwendet wurde, z. B. im Schloß Porcia in Spittal a. d. Drau. Säulentrommeln und die meisten alten (1423—1753) Grabdenkmäler in der Stadtpfarrkirche. Figuren der Dreifaltigkeitssäule, Koschatdenkmal, die meisten Tür- und Fenstergewände und Säulen in den alten Bürgerhäusern.

Der Marmor des Krastales auf der Nordseite des Wollanigstockes ist in der Hauptsache blaugrau; ein sehr bezeichnendes Merkmal besteht darin, daß die einzelnen grauen Kalkspatkörnchen einen schmalen weißen Saum haben. Es gibt auch reinweiße Abarten des Krastalers, und zwar sind diese durch neuerliche Durchbewegung aus dem grauen Stein entstanden (sogenannter „wilder Stein"). Der Krastaler Marmor ist wegen seiner ungemein hohen Druckfestigkeit, seiner erstaunlichen Wetterbeständigkeit (die Politur hält viele Jahre) und auch wegen der Größe der gewinnbaren Blöcke besonders auch für Hochbauten sehr beliebt. Der hohe Grad der Umprägung ist an den Begleitmineralen (schwarze Hornblenden, ein goldgelber Glimmer „Phlogopit" usw.) abzulesen und wohl ein Hauptgrund für die hervorragenden technischen Eigenschaften.

Verwendungsbeispiele:

Wien: Naturhistorisches Staatsmuseum, Treppe vom ersten in den zweiten Stock und Sockel im Vestibül; Rampe und Laternensockel vor der Universität.

Graz: Steinarbeiten in der Technischen Hochschule, Opernhaus, Universität, Finanzgebäude, Hauptportal der Steiermärkischen Sparkasse, Hauptbrücke über die Mur (im

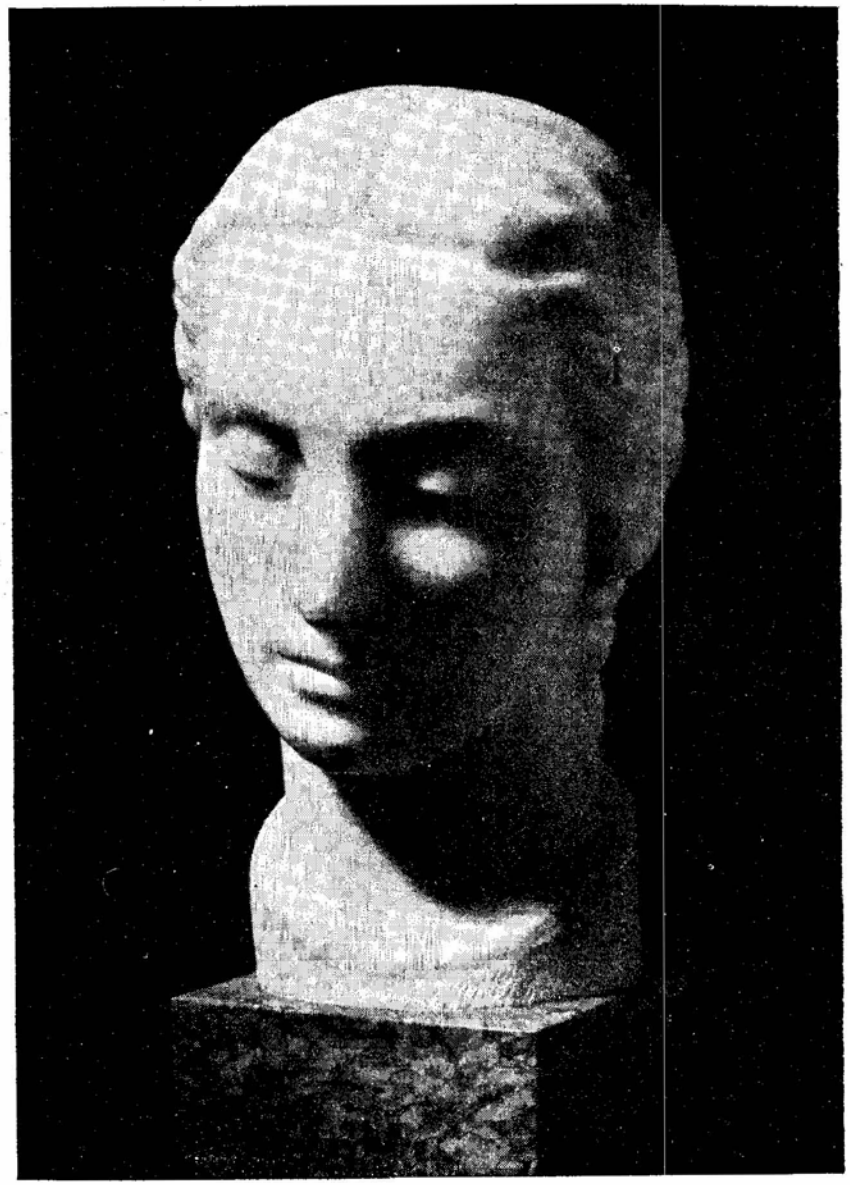


Bild 69. Kopf aus Marmor von Gummern bei Villach, Kärnten (Bildhauer Prof. Grienauer). Zu beachten das starke Durchscheinen des grobkörnigen Marmors.

Zuge der Annenstraße) Pfeiler und Widerlager, Unterbau und Brunnenschalen des Erzherzog-Johann-Denkmals, Treppen vieler öffentlicher Gebäude, z. B. Bezirksgericht.

Klagenfurt: Sockel des Maria-Theresien-Denkmals, Balkonvorbau der Landesregierung, Wettersäule.

Villach: Zahlreiche alte und neue Grabanlagen (etwa die Hälfte aller Grabsteine und neun Zehntel aller Gruftdeckel), z. B. das große Denkmal der italienischen Soldaten aus dem weißen „wilden Stein"; Sockel von Ceres-, Gasser-, Schillerdenkmal; Tür- und Fenstergewände und Säulen in vielen alten Bürgerhäusern und Schlössern (Millesi, Mörtenegg); „Weißes Kreuz" (14. Jahrhundert) und Sockel der Mariensäule Wildmanngasse (1740), Laubensäulen der Wohnhausgruppe Ossiacherzeile. Sockel der Peraukirche.

Ähnliche stark umgeprägte Marmore finden sich auch am Nordufer des Ossiacher Sees bei Sattendorf und dann vor allem im östlichen Kärnten in der Sau- und Koralpe. Die wichtigsten Brüche liegen im Raume nördlich von Wolfsberg im Lavanttal, ferner weiter südlich bei St. Paul. Es sind teilweise weiße, vorwiegend aber graue („blaue") grobkörnige Marmore, die im Einzelblock von den blauen schlesischen Marmoren nicht zu unterscheiden sind und wohl auch gelegentlich fälschlich so benannt wurden. Aus dem weißen Marmor ist unter anderem die romanische Stiftskirche in St. Paul errichtet.

Eine zweite Gruppe von Marmoren, vorwiegend in Mittelkärnten auftretend, ist wesentlich weniger stark umgeprägt, enthält andere Begleitminerale (grüne Hornblenden und Chlorite, kein Phlogopit), auch ist ihre Korngröße geringer. Nach dem bekanntesten Vorkommen mögen sie als Typus des Pörtschacher Marmors bezeichnet werden. Die wichtigsten Gewinnungsstätten am Nordufer des Wörthersees westlich von Pörtschach, bei Töschling, Pavor, Sekull und weiter nördlich bei St. Veit a. d. Glan, Köstenberg usw. Diese Marmore sind fein- bis mittelkörnig und besonders durch viele grüne und lichtrosa Lagen gekennzeichnet, genau dieselben Farben wie die norwegische Brèche rosée. Gelegentlich sind diese Bänder ziemlich stark verfaltet. Auch diese Marmore vom Typus Pörtschach wurden schon von den Römern verwendet, die allerdings nur die reinweißen Lagen verarbeiteten. Es sind Denkmale aller Art, unter anderem große Brunnenschalen (z. B. in St. Veit a. d. Glan) erhalten.

Im Gurktale und in der Umgebung von Friesach findet sich ein weißer mittelkörniger Marmor, der infolge eines leichten Eisengehaltes im Laufe der Zeit tief goldgelb wird, wie besonders an den herrlichen Steinarbeiten des Gurker Domes beobachtet werden kann.

Deutschland.

Nach dem Verluste Schlesiens ist Deutschland ziemlich arm an kristallinen Marmoren. Die des Odenwaldes und des Bayrischen Waldes werden hauptsächlich industriell verwendet, nur bei Wunsiedel im Fichtelgebirge bestand früher eine bescheidene Marmorverwertung, während heute die industrielle Verwendung überwiegt.

Schlesische Marmore.

Am Nordfuße des Reichensteiner Gebirges und des Altvatergebirges, nördlich und südlich der ehemaligen Grenze von Österreichisch- und Preußisch-

Schlesien, jetzt teils zu Polen, teils zur Tschechoslowakei gehörig. Es sind mittel- bis grobkörnige hochkristalline Marmore (meist 2·5 bis 3 mm), vorwiegend „blau", auch licht weißlichgrau oder durch Einschlüsse von Glimmer bräunlich goldgelb usw. gemustert. Die Hauptgewinnungsorte sind Groß-Kunzendorf, Friedeberg, Ober-Lindewiese, Saubsdorf, Freiwaldau, Kaltenstein und Seitenberg. Ein blauschwarzer Graphitmarmor bei Prieborn. Diese Marmore sind außerordentlich hart und wetterbeständig und haben vielfach Verwendung an Denkmälern gefunden (z. B. mehrere Prunksarkophage in Berlin). Die lichten Sorten werden unter anderem auch zu Schalttafeln verarbeitet (Berliner Untergrundbahn).

Tschechoslowakei.

Außer dem Anteil an den bereits behandelten schlesischen Marmoren sind besonders in Südböhmen im Raume von Krumau Marmore zu nennen, die vollkommen denen des niederösterreichischen Waldviertels entsprechen. Die Marmore von Tabor werden nur technisch verwendet.

Jugoslawien.

Am Süd- und Ostabfall des Bachern, besonders in der Umgebung von Windischfeistritz, grobkörnige weiße Marmore, die schon seit der Römerzeit gewonnen werden (die meisten Römersteine Steiermarks sind aus diesem Bachernmarmor).

In Altserbien wird bei Vencac (südlich von Arandjelovac) ein weißer bis lichtgrauer feinkörniger Marmor gewonnen, der große Ähnlichkeit mit Carrara II hat. Weiter südlich, in Serbisch-Mazedonien werden bei Gostivar südlich von Skoplje weiße, lichtgrau wolkige und leuchtend rote kristalline Marmore abgebaut, die im Handel als „Vitez"- bzw. „Imperator"- bzw. „Alexander"-Marmor geführt werden. Im Kreise Prilep sind die grobkristallinen schmutzigweißen bis lichtgrauen Marmore von Trojaci, die weiß, lichtgelb, rosa und grünlich gebänderten von Zrze, schließlich die grauen Bändermarmore von Debreste und die weißen von Kumanovo zu nennen.

Rumänien.

Im ehemaligen Siebenbürgen wird bei Ruschita (ungarisch Ruskicza) ein weißer, rosa getönter Marmor gewonnen, der bei uns besonders für Grabsteine beliebt ist.

Italien.

Laas (Lasa). Im oberen Etschtal (Vintschgau) sind in nördlichen Teilen der Ortlergruppe einige mächtige Züge von weißem Marmor eingelagert, die besonders bei Laas seit Jahrhunderten verwertet, aber erst seit etwa 1850 in größerem Maßstabe abgebaut werden. Mit Beginn des ersten Weltkrieges schrumpfte der Abbau ein und erhielt erst 1929 eine Neubelebung durch großartige technische Einrichtungen, vor allem auch moderne Förderanlagen (Kabelkräne, Bremsberge usw.), welche die Blöcke aus den sehr hoch gelegenen, zum Teil unterirdischen Brüchen zu Tal bringen.

Der Laaser Marmor ist ein außerordentlich reiner, feinkörniger (im Mittel 0·8 mm) Kalkmarmor (nur einzelne Teile dolomitisch). Das Material ist von besonderer Wetterbeständigkeit, dem Carrara überlegen, allerdings auch schwerer zu bearbeiten. Es enthält gelegentlich fein verteilte Eisenverbindungen, die erst im Zuge der Anwitterung sich in gelben Flecken äußern. Die reinweißen Sorten haben jedoch eine so geringe elektrische Leitfähigkeit, daß sie für Schalttafeln gut geeignet sind. Die größeren, etwa milchigen Kalkspatkristalle machen den Laaser Marmor gelegentlich etwas weniger durchscheinend, als es der von Carrara ist.

Der gleichmäßig weiße wird als Bianco unito bezeichnet, es gibt jedoch auch einen besonders leuchtend weißen Figurenstein, den Bianco extra. Im übrigen unterscheidet man fast die gleichen Sorten wie im Carrara, die auch ähnlich benannt werden, einen geaderten (venato), gestreiften (listato), einen bläulich grauen (Bardiglio), einen grün geaderten (venato verde), einen rötlichen (venato rosa) und einen fantastico.

Die ganz hervorragenden technischen Eigenschaften und die Schönheit des Materials machen den Laaser Marmor zu einem der wichtigsten für alle Bauarbeiten und figuralen Zwecke. Besonders für Denkmäler im Freien wird er wegen seiner Wetterbeständigkeit dem Carrara vorgezogen.

Verwendungsbeispiele:

Wien: Reliefs und Hauptfigur des Grillparzer-Denkmals, Figuren der meisten neueren Denkmäler (R. v. Alt, Anton Bruckner, Georg Coch, Anastasius Grün, Josef Labor, Lenau, Ernst Mach, Makart, Popper-Lynkeus, Mozart, Schindler, Waldmüller....), alle Figuren in und am Parlament, auch das große Giebelrelief; acht Figuren vor dem Künstlerhaus, Figuren der Brunnendenkmäler auf dem Michaelerplatz (Österreichs Macht zu Lande und zur See), Hochaltar der Votivkirche, Rückwand des Johann-Strauß-Denkmals, Relief Karls des Großen an der Peterskirche.

Graz: Figuren der Denkmäler Rosegger, Ritter v. Frank, Anastasius Grün, Hamerling-Grabmal auf dem Leonhardfriedhof.

Villach: Wetterhäuschen an der Draubrücke.

Sterzing. Ein zweiter wichtiger kristalliner Marmor Südtirols findet sich an mehreren Stellen des Ratschingestales, West von Sterzing. Sein bezeichnendstes Merkmal ist die bedeutende Korngröße (2 bis 5 mm und darüber); die einzelnen Kalkspatkörner sind stark durchsichtig, im auffallenden Lichte erscheinen daher Arbeiten aus Sterzinger Marmor nicht so grell weiß wie jene aus feinkörnigem Marmor, sondern gedämpft grau. Der Marmor hat hohe Festigkeiten und — abgesehen von einer gewissen Empfindlichkeit gegen Wärmewechsel — auch gute Wetterbeständigkeit und wird daher vorwiegend für Architekturarbeiten und Grabsteine verwendet. Für figurale Arbeiten eignen sich nur die nicht zu groben Ausbildungen.

Verwendungsbeispiele.

Wien: Haupttreppe im Naturhistorischen Staatsmuseum und im Parlament, Plattenverkleidung der Postsparkasse, Sockel vieler Denkmäler (Bruckner, Grillparzer, Mozart, Tegetthoff), Säulenbasen in der großen Mittelhalle des Justizpalastes, Figuren im Parke des Schlosses Schönbrunn.

Carrara. Weitaus der bekannteste und auf der ganzen Welt verwendete Marmor ist der aus dem nördlichen Toscana in den Apuanischen Alpen in der Umgebung der Orte Carrara, Massa und Seravezza, wo rund 750 Steinbrüche bestehen. Schon von den Römern wurde er als „Lunensischer Marmor" (Luni = Carrara) viel verwendet, z. B. Trajans-Säule in Rom. Es gibt keinen Bildhauer von Bedeutung, der nicht einen Teil seiner Werke aus Carrara-Marmor geschaffen hätte (Michelangelo, Thorwaldsen, Canova).

Der Marmor ist durch Umwandlung aus einem Liaskalkstein hervorgegangen; infolge der heftigen Durchbewegung bei der Gebirgsbildung finden sich die mannigfaltigsten Gebilde von einheitlich weißen zu geaderten, gebänderten, wild gefalteten, auch Brekzien, die durch die Verschiedenartigkeit der Färbungen, durch die verschwommene oder scharf abgegrenzte Zeichnung eine unübersehbare Vielfalt von Dekorationsmarmoren liefern.

Die meisten weißen Sorten sind stark durchscheinend bei sehr wechselnder, im allgemeinen aber geringer Korngröße. Eine besonders rein weiße Sorte wird für Bildhauerarbeiten bevorzugt (Statuario I und II); sie ist allerdings nicht in sehr großen Blöcken gewinnbar und auch von beschränkter Wetterbeständigkeit. Die mit der Drahtsäge gewonnenen Blöcke werden durch Abbossieren noch sorgfältig von allen randlichen Verunreinigungen, Einschlüssen usw. befreit, wodurch sie ihre regelmäßige Form verlieren. Die überwiegende Menge der Handelsware, aus zahlreichen Brüchen unter den verschiedensten Einzelbezeichnungen geliefert, hat den Sammelnamen Bianco chiaro = blanc clair, dessen Weiß durch sehr feine verschwommene bläuliche Adern gebrochen wird. Sind diese kaum sichtbar, so wird das milchig weiße Gestein als Blanc P bezeichnet, sind sie schon sehr deutlich, wird er gewöhnlich Carrara II genannt. Stark geadert ist der Bianco chiaro venato (blanc veiné). Auch dieser wird wieder in Untersorten geteilt. Teils brekziöse, teils spitzwinkelig gefaltete heißen Arabescato (z. B. Sockel des Christinen-Denkmals in der Augustinerkirche Wien); ein solcher mit engen Stauchfalten heißt Fantastico. Der Calacata ist weiß, leicht gelblich getönt mit graugelben Adern. Die mehr oder minder reinweißen Sorten sind als Figurenstein an zahllosen Denkmälern in allen größeren Städten verwendet.

Verwendungsbeispiele von weißem Carrara-Marmor:

Wien: Theseusgruppe im Kunsthistorischen Museum, Christinen-Denkmal in der Augustinerkirche (der Sockel aus C. arabescato), Umrahmung des Lionardo-Mosaiks in der Minoritenkirche, Figur und Reliefs des Schubert-Denkmals, Figuren von Amerling-, Haydn-Denkmal, Donauweibchen im Stadtpark, Türkenbefreiungsdenkmal in der Stephanskirche (nur mehr drei Figuren erhalten), Brunnenfiguren zu beiden Seiten der Staatsoper, acht Figuren vor dem Neuen Rathause (standen 1864—1902 auf der Elisabethbrücke), vier Brunnenfiguren zwischen den beiden Staatsmuseen und Rossebändiger vor den Hofstallungen und Figuren des Albrechtsbrunnens, Säulenbasen und Kapitäle und Stufen der Haupttreppe im Kunsthistorischen Museum, auch ein Teil des Bodenpflasters.

Graz: Statuen Kaiser Franz Josephs in der Technischen Hochschule und in der Universität (beide aus Statuario). Figur des Bischofs Zwerger in der Unterkirche der Herz-Jesu-Kirche.

Villach: Paracelsus-Reliefs Hauptplatz 18, Teile des Pflasters in der Jakobskirche, Wappen am Schloß Paternion.

Ein blaugrauer, sehr feinkörniger Marmor ist der Bardiglio (Commune) = Turquino = Bleu turquin, der besonders für Plattenverkleidungen beliebt ist. Dunkler geaderte Ausbildungen des gleichen Gesteins heißen Bardiglio fiorito.

Eine weiße Sorte mit scharf abgesetzten, tief violetten Adern ist der Paonazzo (z. B. Wandverkleidungen im Parlament Wien). Ungemein mannigfaltig und unter den verschiedensten Namen gehandelt sind die bunten

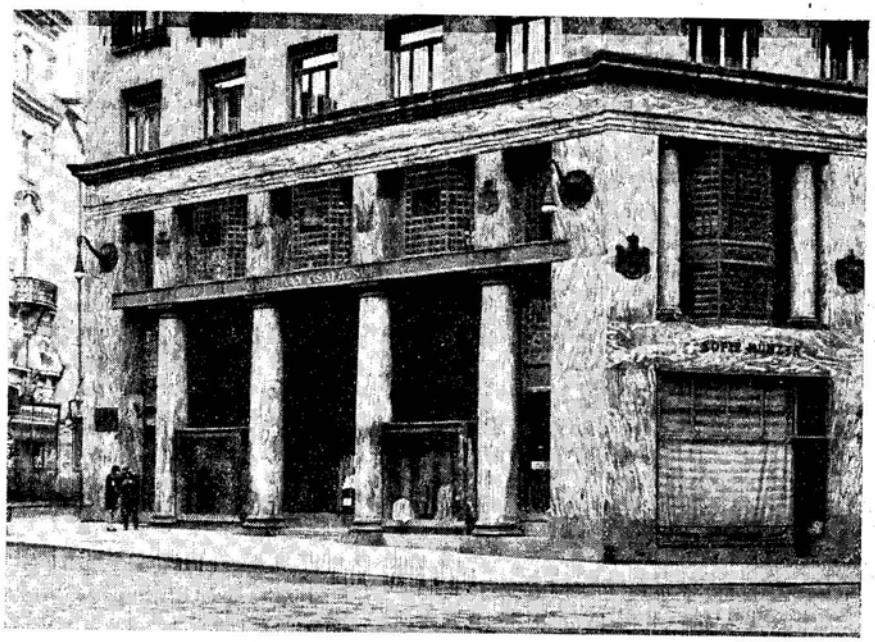


Bild 70. Fassadenverkleidung (von Architekt Prof. Loos 1910) aus Cipollin (besser Ophikalzit) von der Insel Euböa, Griechenland.

Marmorbrekzien. Am bekanntesten ist jene von Seravezza (Breccia di Seravezza = Brèche violette, z. B. Säulen im Wiener Burgtheater).

Frankreich.

In den Pyrenäen besitzt Frankreich verschiedene kristalline Marmore, von denen ein zuckerkörniger weißer mit grünen Flasern als „vert d'Estours" besonders bekannt ist.

Griechenland.

Die griechischen Marmore haben besonders im Altertum jahrhundertelang eine führende Rolle gespielt, während in der Gegenwart nur mehr einzelne

besondere, vorwiegend bunte Sorten ausgeführt werden. Zu unterscheiden sind im großen zwei Gruppen, die feinkörnigen Festlandsmarmore und die grobkörnigen Inselmarmore. Zu den ersteren gehört der pentelische Marmor, der Baustein des antiken Athen, besonders der Akropolis. Er ist feinkörnig und weiß, doch haben Bauten aus dem Altertum mit Ausnahme der Nordseiten eine tief goldgelbe Farbe angenommen. Von den Inselmarmoren ist jener von Paros dadurch seit dem Altertum berühmt, daß er eine besonders durchscheinende Bank enthält. Der Marmor von Skyros wird viel ausgeführt, er erinnert mit seinen violetten Adern an den Paonazzo. Von der Insel Euböa kommt ein hell und dunkelgrün gebändertes Mischgestein aus Marmor und Grünschiefer, das als Cipollin im Handel ist. Seiner hübschen Farbe wegen als Fassaden- und Geschäftsverkleidung beliebt, aber nicht politur- und farbbeständig (Looshaus Wien, Michaelerplatz).

Norwegen.

Hochkristalliner Marmor besonders bei Fauske am Saltenfjord. Weiße, rot und grün gebänderte hochkristalline Marmore von denselben Farben wie der Pörtschacher, je nach dem Grade der Durchbewegung in verschiedener Musterung. International bekannt ist ein intensiv verfalteter, weiß-rot-grün gebänderter Marmor, der unter dem Namen Brèche rosée gehandelt wird.

Dolomitmarmor.

Der Dolomit wird durch Umprägung ebenso zu einem körnigen Marmorgestein wie der Kalkstein. Allerdings bleiben die Dolomitmarmore meist feinkörniger als die Kalkmarmore, sind im übrigen aber ebenso rein weiß und vielfach als Statuenmarmor geschätzt. Entsprechend ihrer mineralogischen Zusammensetzung sind sie etwas härter als Kalkmarmor, im übrigen von diesem nur chemisch (Salzsäureprobe) zu unterscheiden.

Die wichtigsten Vorkommen.

Österreich.

In den Kitzbühler Alpen bei Achau wird weißer bis hellrötlicher Dolomitmarmor gebrochen und als Brixentaler oder Spertentaler Statuenmarmor in den Handel gebracht.

Deutschland.

Im Riesengebirge (Rothenzechau und Wüsteröhrsdorf), Erzgebirge, Wunsiedel in Bayern, ein Teil des Marmors von Groß-Kunzendorf in Schlesien.

Übriges Ausland.

In sehr vielen Gebieten von kristallinen Marmoren, so in Laas, Sterzing, Carrara (Italien) und Fauske (Norwegen) finden sich neben den Kalkmarmoren auch Dolomitmarmore.

Kristalliner Magnesit.

Die kohlensaure Magnesia ($MgCO_3$) bildet das Mineral Magnesit, das das gleichnamige Gestein zusammensetzt. So wichtig dieser als Rohstoff für die Erzeugung verschiedener Baustoffe ist, so unbedeutend ist seine Verwendung als Naturstein. Eine Abart mit spindelförmigen, an Pignolienfrüchte erinnernden milchweißen Kristallen in einer dunklen tonschieferartigen Grundmasse, der „Pinolitmagnesit" aus dem Sunk bei Trieben, Steiermark, wurde im 17. Jahrhundert wegen seiner schönen Zeichnung als Ziermarmor verwendet (Hochaltar des Wiener Stephansdomes), vorübergehend auch im 19. Jahrhundert als Haustein (Erneuerungen an der Stiftskirche in Admont). Heute wird dieser schöne Stein in seiner natürlichen Form nicht mehr verwendet.

C. Mineralische Hilfsstoffe des Steinhandwerks.

1. Zement und Beton.

Unter Zement versteht man ein auch unter Wasser erhärtendes, daher sogenanntes hydraulisches Bindemittel, das durch Brennen von natürlichen oder künstlichen Gemischen von Kalk, Tonerde und Kieselsäure, zum Teil mit bestimmten Zusätzen, erzeugt wird. Mit Wasser angemacht, erhärten die Zemente in kurzer Zeit und erzielen sehr hohe Festigkeiten. Dieser Vorgang des Erhärtens beruht auf einer chemischen Einlagerung von Wasser in die oben genannten Verbindungen; er wird als „Abbinden" bezeichnet und darf nicht mit bloßem Austrocknen verwechselt werden, im Gegenteil müssen frische Zementarbeiten längere Zeit künstlich feucht gehalten werden, um nicht durch vorzeitiges Austrocknen den Abbindevorgang zu unterbrechen. Da die Eigenschaften der im Handel befindlichen Zemente im allgemeinen den Normvorschriften entsprechen, ist eine besondere Güteprüfung für jene kleineren Arbeiten, mit denen der Steinmetz zu tun hat, nicht nötig. Wichtig ist aber, den Zement trocken zu lagern und sich davon zu überzeugen, daß er keine Knollen aufweist, bzw. höchstens solche, die sich leicht zerdrücken lassen.

Weitaus die wichtigste Handelssorte ist der Portlandzement, der aus Kalk, Tonerde und Kieselsäure in bestimmtem Mischungsverhältnis besteht (aus natürlichen Mergeln oder aus einer Mischung von Kalk und Ton bei 1400—1500° C, also bis zur Sinterung gebrannt wird. Solche Naturmergel oder Mischungen, die bei niedrigerer Temperatur, bei bloß 1000—1200° gebrannt werden, hießen früher Romanzement und werden heute als „Zementkalk" bezeichnet. Nach dem Brennen muß das gebrannte Material, der „Zementklinker", mehlfein vermahlen werden). Zur Regulierung der Abbindezeit wird bei der Vermahlung noch etwas Gips beigemischt. Der Portlandzement kommt je nach seinen Festigkeiten in drei Güteklassen in den Handel (PZ 225, PZ 325, PZ 425, d. h. ein nach den Normvorschriften hergestellter Zementmörtel muß nach 28 Tagen eine Druckfestigkeit von mindestens 225, bzw. 325, bzw. 425 kg/cm² aufweisen). Neben dem gewöhnlichen PZ wird auch „frühhochfester" erzeugt; davon zu unterscheiden sind die Schnellbinder, deren Abbinden früher beendet ist als bei den normalen.

Andere Zementsorten von abweichender chemischer Zusammensetzung sind die Hütten- oder Schlackenmischzemente, die aus Mischungen von PZ mit Hochofenschlacke bestehen. Der „Eisenportlandzement" („EPZ") wird durch gemeinsames Vermahlen von mindestens 70% PZ-Klinker und 30%

Hochofenschlacke erhalten (ebenfalls drei Güteklassen), der „Hochofenzement" hat umgekehrt mindestens 70% Hochofenschlacke und höchstens 30% PZ. Wesentlich andere Zusammensetzung hat der Tonerdezement (aus Bauxit und Kalkstein erbrannt), der infolge seiner Kalkarmut chemisch widerstandsfähiger ist als der kalkreiche PZ und auch rascher hohe Festigkeiten erreicht. Ein solcher Tonerdezement entwickelt beim Erstarren hohe Temperaturen, kann also in gewissen Grenzen auch zum Betonieren bei Frost verwendet werden. Dagegen ist er sehr empfindlich gegen zu rasches Austrocknen. Er darf auch nicht mit PZ oder mit Baukalk vermischt werden.

Nach dem heutigen Stande der Namensgebung zu Unrecht als Zement bezeichnet werden der Sorelzement und der Marmorzement. Sorelzement wird aus einer Mischung von Magnesia mit Lösungen von Magnesiumsalzen erhalten (s. unten bei den Steinkitten). Der sogenannte Marmorzement ist ein doppelt gebrannter Gips mit Alaunzusatz.

Besonders wichtig für den Steinmetzen sind weiße Zemente, weil die graugrüne Farbe des gewöhnlichen PZ bei Ausbesserungen und besonders bei Kunststeinarbeiten äußerst störend wirkt. Es gibt weiße Portlandzemente (z. B. die Marken „Sternzement", „Dyckerhoff-weiß", „Comet-weiß", „weißer Lafarge PZ") und auch weiße Tonerdezemente (z. B. weißer Lafarge-Tonerdezement).

Die Zemente werden nicht rein verwendet, sondern stets in Mischung mit einem Zuschlagstoff (Sand und Kies). Diese Mischung bezeichnet man als Zementmörtel, den daraus hervorgehenden Kunststein als Beton (mehrfach werden diese beiden Begriffe auch so unterschieden, daß man die feinkörnigen Mischungen bis zu 7 mm als Zementmörtel, jene über 7 mm als Beton bezeichnet). Dieser ist also nichts anderes als ein künstlich erzeugtes Konglomerat. Die Größe der Zuschlagstoffe ist vom Verwendungszweck abhängig. Die feinen Körner bis 3 mm werden als Sand, die von 3 bis 30 mm bei Rundmaterial als Kies, bei gebrochenem als Grus und Splitt, die über 30 mm als Schotter bezeichnet. Als Zuschlagstoff werden entweder natürliche Körnungen (diese meistens gerundet) oder im Steinbrecher gequetschte Natursteine verwendet. Wichtig ist in beiden Fällen ihre Reinheit, besonders die Abwesenheit von tonigen oder humosen Stoffen.

Die Zusammensetzung der Korngrößen für die Zuschlagstoffe wird so abgestimmt, daß nach Möglichkeit zwei Zwecke erreicht werden: größte Betonfestigkeit einerseits, geringster Zementverbrauch anderseits. Man hat zweckmäßige Mischungsverhältnisse in Siebkurven (Normkurven) zusammengestellt (ÖNORM B 2302, DINORM 1045).

Sehr wichtig ist die zugesetzte Wassermenge. Sie soll nicht größer sein, als unbedingt nötig ist, damit das Material noch plastisch genug zur Verarbeitung ist (das ist auf jeden Fall mehr als die rund 20%, die chemisch zum Abbindevorgang nötig sind); zu dünnflüssiger Beton wird porös und erreicht nur geringe Festigkeit.

Das Mengenverhältnis von Zuschlagstoff und Zement wird gewöhnlich in Kilogramm Zement je Kubikmeter Fertigbeton ausgedrückt, für unter-

geordnete Arbeiten auch in einfachen Verhältniszahlen (die meist Raumteile, nicht Gewichtsteile ausdrücken). Je höhere Ansprüche an die betreffende Betonarbeit gestellt werden, desto höher muß der Zementanteil sein (z. B. für Fugenmörtel 1 : 3, während man für gewöhnliche Fundamente auf 1 : 8 heruntergehen kann). Eine Mischung 1 : 5 entspricht ungefähr 270 kg Zement je Kubikmeter.

In der Kunststeinerzeugung ist es üblich, für den Kern größerer Blöcke einen billigeren mageren Beton zu verwenden und nur die äußere Schichte, den sogenannten Vorsatzbeton, aus einer fetteren Mischung zu machen; überdies wird für den Vorsatzbeton oft weißer Zement verwendet, ferner Gesteinskörnungen von bestimmter Farbe, so daß der Kunststein einem Naturstein möglichst ähnlich sieht. Für die Färbung solcher Kunststeine wie überhaupt aller Zementarbeiten dürfen nur anorganische Mineralfarben verwendet werden, weil diese allein „kalkecht" sind.

Die erdfeuchte Betonmasse wird in vorher angefeuchtete oder geölte Formen, die „Schalungen", möglichst dicht eingestampft; diese Schalungen bestehen bei Bauarbeiten aus Holz, bei Kunststeinerzeugnissen meist aus Stahlblech. Während des Abbindevorganges, auch noch nach dem Ausschalen, sind die Betonarbeiten vor Austrocknung zu schützen.

Sollen Betonflächen sichtbar bleiben, so wird meist die unschöne Grenzschichte gegen die Schalung steinmetzmäßig abgearbeitet (es gibt auch Spezialmittel, mit denen die Schalung bestrichen wird und die an der Oberfläche des Betons die Erhärtung stark verzögern, so daß nach dem Ausschalen die Feinanteile leicht weggebürstet werden können). Durch solche Maßnahmen kommt der Konglomeratcharakter des Betons zur Geltung.

Ein Baufach für sich ist die Anwendung von Stahlbeton (früher „Eisenbeton"), d. h. Einlagen von Rundstahl oder anderen „Bewehrungen" (Armierungen) im Beton, wodurch die steinähnlichen Eigenschaften des Betons mit der hohen Zugfestigkeit des Stahles verbunden werden. Bei sachgemäßer Ausführung werden die Stahleinlagen so vollkommen vom Zement umhüllt, daß sie vor Rost geschützt sind. Auf Einzelheiten kann im Rahmen dieses Buches nicht eingegangen werden.

2. Kalk.

Durch Brennen des natürlichen Kalksteins (von mindestens 90% $CaCO_3$ und höchstens 5% Silikatbildnern, das ist Kieselsäure, Tonerde und Eisenoxyd) wird seine Kohlensäure ausgetrieben, so daß gebrannter Kalk = Ätzkalk zurückbleibt ($CaCO_3 = CaO + CO_2$). Da der Kalkstein 44% Kohlensäure enthält, entstehen aus 100 kg Kalkstein 56 kg Branntkalk. Dieser wird mit Wasser „gelöscht", wodurch eine teigige Verbindung entsteht $CaO + H_2O = Ca(OH)_2$. An der Luft wandert wieder langsam Kohlensäure in die Verbindung ein, wodurch die Masse erhärtet. Der Kalk wird ebenso wie der Zement niemals unvermischt, sondern stets mit einem Sandzusatz abgemagert als „Kalkmörtel" verwendet. Kalkmörtel sind billiger als Zementmörtel, erhärten

aber viel langsamer und erzielen auch keine so hohen Festigkeiten. In der Baupraxis bedient man sich gerne einer Mischung von Kalk- und Zementmörtel, die als „verlängerter" Mörtel bezeichnet wird.

Der gebrannte Kalk wird in Stücken oder feingemahlen in den Handel gebracht. Er kann auch „trocken gelöscht" werden, d. h. mit einer geringeren Menge Wassers zu einem Zerfall in Pulverform gebracht werden. Im Handel wird er als (trocken gelöschter) „Sackkalk" bezeichnet (es gibt aber auch einen gemahlenen ungelöschten Sackkalk).

3. Gips.

Der natürliche Gipsstein, besonders seine körnig kristalline Form (Alabaster) wurde bereits besprochen. Das Mineral besteht aus schwefelsaurem Kalk und enthält 21% Wasser, nicht als Feuchtigkeit, sondern in chemischer Bindung ($CaSO_4 \cdot 2\,H_2O$). Durch mäßiges Brennen („Kochen") werden 75% des Wassers ausgetrieben. Der so erhaltene gewöhnliche Gips oder Stuckgips oder Putzgips erhärtet bei Zusatz von Wasser zu einer steinähnlichen Masse dadurch, daß eben die entsprechende Menge Wassers wieder in die Verbindung eintritt. Beim Abbinden vergrößert er sein Volumen, er „treibt". Das Erstarren beginnt nach etwa zehn Minuten, das Abbinden ist in rund einer halben Stunde vollendet. Durch Zusatz von Leimwasser kann es verzögert werden.

Infolge seiner vielseitigen Verwendbarkeit ist der Gips der wichtigste Hilfsstoff des Steinmetzen und noch mehr des Bildhauers, der ihn für Abgüsse, Formen, Modelle aller Art nicht entbehren kann. Da der Gips verhältnismäßig leicht löslich ist, darf er nicht im Freien verwendet werden. Er darf unter keinen Umständen dem Zement beigemischt werden, weil er Treiberscheinungen verursacht und den Zementmörtel, bzw. Beton zerstört. Es bildet sich in diesem Falle der sogenannte „Zementbazillus" ($3\,CaSO_4 \cdot 3\,CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 31\,H_2O$). Durch stärkeres Brennen werden auch andere Gipssorten erzeugt, die aber im Steinhandwerk eine geringe Rolle spielen (z. B. der oben erwähnte Marmorgips).

4. Schleif- und Schneidemittel.

Schleif- und Schneidemittel sind Körner von natürlichen Mineralen oder von künstlichen Erzeugnissen, die entweder in loser Form (meist in Wasser aufgeschwemmt) oder durch ein Bindemittel zu Schleifkörpern (Schleifscheiben, Segmenten usw.) verfestigt oder (nur beim Diamant) in Metallfassungen eingesetzt in Anwendung kommen. Derartige Stoffe müssen eine größere Ritzhärte haben als die Mineralien der zu bearbeitenden Gesteine, die Einzelkörner müssen entsprechend scharfe Kanten haben. Im allgemeinen geht die Entwicklung dahin, daß die meist teuren, in ihren Eigenschaften schwankenden Naturminerale immer mehr von Kunstprodukten verdrängt werden.

Diamant, das härteste aller Minerale, ist nach wie vor einer der wichtigsten Hartstoffe für Bohrkronen und verschiedene andere Werkzeuge. Im Steinhandwerk dient er zur Besetzung von Schneidscheiben und Blattsägen; bei den Schneidscheiben mit ihrer hohen Drehzahl ist er nur für weichere Gesteine (bis einschließlich der körnigen Marmore), nicht aber für Hartgesteine verwendbar. In neuerer Zeit werden Rohrbohrer, Zugsägen und Trennscheiben vielfach nicht mehr mit ganzen Diamanten (in Diskusfassungen) bestückt, sondern mit Diamantmetall, das ist einer Mischung aus Hartmetall- und Diamantpulver, die sintermetallartig gebunden ist. Auch Werkzeuge zum Anreißen von Schriften werden mit Diamant besetzt.

Hartmetalle. Für einige Verwendungszwecke wurde der Diamant in neuerer Zeit durch die sogenannten Hartmetalle ersetzt, das sind Kohlenstoffverbindungen (Karbide) von Schwermetallen, z. B. von Wolfram und Titan. Auf Grund ihrer eigenartigen Herstellung werden sie auch als Sintermetalle oder Keramikmetalle bezeichnet. Sie kommen unter den verschiedensten Namen in den Handel (Widia, Böhlerit, Titanit usw.). Ihr Hauptverwendungsgebiet im Steinfach ist die Besetzung von Bohrkronen, Sägen, von Dreh- und Hobelstählen und ähnlichen Werkzeugen.

Korund. Die kristallisierte Form des Tonerdeoxyds ist das nächst härteste Mineral nach dem Diamant (H. 9). Die reinsten Ausbildungen sind wertvolle Edelsteine (Rubin, Saphir), die gewöhnlichen geschätzte Schleifmittel. Am meisten verwendet wird ein mit Eisenerzen verunreinigter und deshalb etwas weicherer (H. rund 8) Korund, der „Schmirgel". Diese natürlichen Korunde sind heute bereits zum großen Teile verdrängt durch das synthetische Mineral, den Elektrokorund, der durch Schmelzung von Bauxit unter Zusatz eines Reduktionsmittels in verschiedenen Sorten erzeugt wird und das natürliche Mineral an Härte und vor allem Gleichmäßigkeit der Eigenschaften übertrifft. Österreich hat eine hohe, den Eigenbedarf überschreitende Erzeugung an Elektrokorund (Seebach bei Villach, Wattens in Tirol).

Siliziumkarbid. Weitaus die wichtigste Rolle spielt ein seit 1891 erzeugtes künstliches Mineral, das durch Zusammenschmelzen von Koks und Quarz erzeugt und eine Verbindung von Kieselsäure und Kohlenstoff darstellt (SiC). Es ist bedeutend härter, aber wesentlich spröder als der Korund, auch der Elektrokorund. Die großen Kristalle werden zerkleinert und ebenso wie der Elektrokorund durch Sieben, bei den feineren durch Schlämmen in rund 25 verschiedene Korngrößen zerlegt. Eine der bekanntesten Handelsmarken des Siliziumkarbids ist das „Carborundum".

Der Granat wurde früher wegen seiner immerhin noch beträchtlichen Härte (7 und darüber) als Schleifmittel verwendet, spielt heute aber keine Rolle mehr.

Quarz gehört zu den wichtigsten und billigsten Schleif- und Schneidemitteln. Scharfkantiger Quarzsand dient zur Beschickung von Blatt- und Drahtsägen für weichere Gesteine.

Naturgebundene Quarzsandsteine sind seit den Anfängen der Technik die Schleifsteine schlechthin, werden aber wegen der schwankenden Eigenschaften immer mehr von den künstlichen Schleifmitteln verdrängt. Nur die feinsten von ihnen spielen als Abziehsteine nach wie vor eine große Rolle.

Bimsstein, ein durch Gasblasen schaumig aufgeblähtes vulkanisches Glas, wurde bereits unter den Ergußgesteinen besprochen. Er ist ein wichtiges Feinschleifmittel für Weichgesteine und wird teils im natürlichen Zustande verwendet (besonders für Handschliff), teils in Blöckchen gegossen.

Stahlsand (Stahlmasse). Geschmolzener Stahl geeigneter Zusammensetzung (manganreich) wird mit Dampf zu Tropfen zerstäubt. Die rundlichen Körner oder die durch Pochen daraus erzeugten scharfkantigen Bruchstücke sind als „Stahlsand" eines der wichtigsten Schneidemittel für Gattersägen, vorwiegend für die Bearbeitung von Hartgesteinen. Da der im Wasser aufgeschlämmte Stahlsand rasch rostet, müssen geschnittene Stücke sofort sorgfältig gewaschen werden, um Rostflecken im Gestein zu vermeiden. Für Marmore und andere weichere Steine ist er sehr gefährlich, weil sich einzelne Körner in das Gestein einbohren und so Rostflecke und auch Fehlstellen beim Schleifen verursachen können.

Korngröße der Schleifmittel. Während bei den Schneidemitteln die Korngröße weniger wichtig ist, kommt ihr beim Schleifen die größte Bedeutung zu. Der Vorgang beruht ja darauf, daß zunächst mit einer bestimmten Körnung alle jene Unebenheiten abgearbeitet werden, die von ihr bewältigt werden können; die so bearbeitete Fläche hat nun Schleifkratzer, die dem verwendeten Korn entsprechen. Nun wird mit der nächst feineren Körnung weitergeschliffen, bis alle Kratzer des vorhergehenden Korns getilgt sind usw. Die wirksamen Körner bei den einzelnen Arbeitsstufen müssen also annähernd die gleiche Größe haben und dürfen auch nicht vereinzelte größere Körner enthalten.

Die Bindung der Schleif- und Schneidkörper. Die Körnungen (in der Steinbearbeitung überwiegt das Siliziumkarbid den Elektrokorund) werden mit einem „mineralischen" oder „keramischen" Bindemittel (für andere Zwecke auch mit Kunstharz usw.) zu Schleifkörpern, Schneidscheiben und sonstigen Formen „gebunden". Mineralische Bindemittel sind meist Magnesiamörtel, keramische sind Tonmischungen, die dann gebrannt werden. Je nach der Art der Bindemittel können verschiedene „Härtegrade" erzeugt werden, ähnlich wie bei den Bleistiften. Dieser Ausdruck „Härte" kann mißverstanden werden. Die Härte der eigentlichen Schleifkörner ist natürlich immer die gleiche; verschieden ist die Kornbindungsfestigkeit. Nach der allgemeinen anerkannten „Norton-Skala" werden rund 18 Härtegrade unterschieden, von denen für Steinbearbeitung nur die mittleren acht in Betracht kommen (I bis P). Für Bearbeitung von Hartgesteinen werden weich gebundene Scheiben, für Weichgesteine hart gebundene verwendet. Der scheinbare Widerspruch erklärt sich daraus, daß hartgebundene Scheiben an Hartgesteinen zu rasch stumpf würden, während weichgebundene durch teilweises Ausbrechen einzelner Körper eine „Selbstschärfung" erfahren. Es ist wichtig, für jede Gesteinsart die bestgeeignete Härtestufe der Scheiben festzustellen.

5. Poliermittel.

Nachdem durch die Anwendung der feinsten Schleifmittel das Gestein bereits einen schwachen Glanz erhalten hat, wird die Behandlung mit verschiedenen feinen weichen Pulvern, den „Poliermitteln", fortgesetzt. Die bekanntesten sind die weiße Zinnasche (Zinnoxyd SnO_2), das Polierrot (Eisenoxyd), Tripel (feinste Schälchen von Kieselalgen), Kleesalz (saures Kaliumsalz der Oxalsäure KHC_2O_4), Schwefelblüte (sublimierter reiner Schwefel); seltener gebraucht sind Knochenasche und andere.

6. Steinkitte.

Die meisten Steinkitte sind ein sogenannter Sorelzement, d. h. eine Mischung aus kaustisch gebrannter Magnesia (MgO), einem weißen Pulver, und aus einer Lösung eines Magnesiumsalzes, z. B. Magnesiumchlorid ($MgCl_2$) oder Magnesiumsulfat (meist Auflösung des Minerals Kieserit $MgSO_4 \cdot H_2O$). Manchmal wird auch etwas Wasserglas (wässerige Lösung eines Natriumsilikates) zugesetzt.

Nachweis der Bilder.

Die Druckstöcke zu den Bildern 6, 20, 21, 23, 39, 40, 48, 57, 59 wurden dem Buche des Verfassers **„Zerstörungen an Steinbauten, ihre Ursachen und ihre Abwehr“**, Verlag Deuticke, Leipzig und Wien 1932, entnommen. Ebenso stammen aus älteren Arbeiten des Verfassers Bild 30 (**„Verwitterungsstudien in Innsbruck“**), 31 (**„Geschichte des Wiener Sandsteins“**), 32 (**„Steinhandwerk in Eggenburg und Zogelsdorf“**), 37, 38 (**„Der Kalksandstein von Loretto“**), 9, 55, 61 (**„Die Steine der Karlskirche“**), 62 (**„Die Kreuzberglschiefer von Kärnten“**). Der Druckstock zu Bild 14 (Murbrücke Peggau) wurde freundlicherweise vom Steirischen Landesbauamt geliehen, ebenso stellte Prof. Dr. K. Ginhart von der Technischen Hochschule Wien das Negativ zu Bild 47 leihweise zur Verfügung. Eine Anzahl von Bildern wurde von den erzeugenden, bezw. ausführenden Steinfirmen beigestellt. Soweit sie bezeichnet waren, stammen sie von folgenden Photographen: Lichtbildwerkstätte Alpenland, früher Österr. Lichtbildstelle (46, 69), Atelier Diwoky, Krems (16), Martin Gerlach, Wien (41), Albert Hilscher, Wien (42, 66), Industriephotograph Meyer (17, 64), Bruno Reiffenstein, Wien (35, 44, 49), Julius Scherb, Wien (27, 53, 60), S. Schramm, Wien (18), N. Schwarz, Linz (12), Steffen Lichtbild, Waltendorf-Graz (29, 43, 68). Von der Österreichischen Bundesbahn, Direktion Linz, stammen die Vorlagen zu Bild 28 und 51. Alle übrigen hier nicht genannten Bilder sind Aufnahmen des Verfassers (1, 2, 3, 5, 7, 8, 11, 13, 15, 19, 22, 25, 34, 56, 67).

Register.

Abbach Sandstein 80
Abbau, abhängig von Klüften 27
Abbinden von Zement 169, 170
Abblätterung 143
Abbohren 122
Abkeilen 122
Abraum 10
Absatzgesteine 12, 19, 59—146, umgeprägte 154—168
Abschleiffestigkeit 36
Abschleifversuche 14, 15
Absonderung 10, 24
Absonderungsformen 54
Abstocken 32, 43
Abziehstein 174
Achau Dolomitmarmor 167
Adern im Granit 32
Adersbach Sandstein 87
Admont 168
Adneter Marmor
  im allgemeinen 63, 116, 120—128
  Grauscheck 124, 137
  Grauschnöll 137
  Grautropf 137
  Grüntropf 142
  Kirchenbruch 127
  Lienbacher 63, 117, 122, 130, 135
  Mandlscheck 127
  Motzaubruch 124
  Rot = Lienbacher
  Rotscheck 110, 116, 123, 124
  Schnöll 116, 124, 125, 126
  Tropf 117, 126, 127
  Urbano 127
  Vigauner Findlinge 127
  Wimberger 123
Adneter Rot = Lienbacher
Ägypten
  Granit 46
  Kalksinter 111, 112
  Obelisken 24
  Porfido rosso antico 58
Ätzen von Gestein 17, 143
Ätzkalk 171
Algen 82
Algenkalk 65, 89, 95, 99—103
Algenrasen 65
Algier Kalksinter 111
Almas Süßwasserkalk 104
Almtalbrücke 40
Almtal Nagelfluh 75, 76
Alpengärten 106
Alpine Granite 43—45
Alsenz Sandstein 86
Aflenz bei Leibnitz, Kalksandstein 80, 95
Afram Algenkalk 103, 133
Agatato 119
Agertalbrücke 40
Aigen-Schlägl, Granit 39, 40
Aitertalbrücke 40, 41
Alabaster 62, 145
Alaun 170
Alb Donaukalkstein 115
Alberschwende Sandstein 85
Alexander-Marmor (Gostivar) 163
Altaussee Marmor 14, 65, 130, 132
Altendorfer Marmor 130
Alter der Absatzgesteine 66
Altgrün Schweden 149
Altlengbach Sandstein 83
Altvatergebirge Marmor 162
Altwarthau 86
Amerika Kalksinter 111
Amethyst 21
Amorph 12
Amphibolit 19, 24, 42, 148, 149
Andeerer Granit 149
Andesit 19, 56, 57
Andesittuff 59
Anfärbungen 81, 82
Anhydrit 145
Anio Travertinabsätze 109
Annuvolato 119
Anreicherung von Quarz 79
Anorthoklas 22, 47
Antico 119
Antiker Alabaster 145
Antique 119
Apatit 15
Aplit 32
Aquileia Karstmarmor 138
Arabescato 119
  (Carrara) 159, 165
Arabesken 119
Aragonit 16, 61, 66, 104, 109, 111
Aragonitschalen 89
Aragonitsinter 60
Arcena Kalksinter 111

Ardennenmarmor 142
Argentinien Kalksinter 111
Arkadengrüfte Verwitterung 35
Arkose 11, 61, 80, 83, 87, 88
Arnfels Konglomerat 73
Arzwiesen Syenit (Porphyrit) 47, 53
Assuan Hornblendegranit 28, 46, 47
Athen 167
Atrax Serpentinbrekzie 58, 154
Attnang-Puchheim Bahnhof 127
Atzgersdorfer Stein 64, 103, 104
Auberg Marmor 137
Aubert 142
Au bei Mannersdorf, Kalksandstein 95
Aufrauhung 122
Aufschmelzung von Gesteinen 24, 41
Aufsteigende Grundfeuchte 35
Augen (in kristallinen Schiefern) 146
Augengneise 147, 148
Augit 17, 22, 23, 50, 57
Ausbleichen von Marmor siehe Entfärbung
Ausblühungen 35
Auskittung bei Marmor 117
Ausscheidungsfolge 23
Aussee Marmor 14, 130, 132
Austrocknen siehe Erhärtung
Auswalzung von Gesteinen 147
Avorio 119

Bachern
  Granit 45
  Marmor 163
Baden bei Wien
  Kalksandstein 90
  Konglomerat 70, 71
Baden (Süddeutschland) 104
  Schaumkalk 104
  Travertin 109
Badezimmer 118
Bändermarmor 147, 158, 163
Bärentalkonglomerat 72
Balduinstein Marmor 131, 137
Baluster 128
Bankung
  Absatzgesteine 59, 67
  Ergußgesteine 54
  Granit 25
Barbarossa-Marmor 135
Bardiglio (Carrara) 166
Bardiglio di Bergamo (Anhydrit) 145
Baryt 17
Basalt 13, 18, 19, 20, 54, 58
Basaltlava 54, 58
Basaltsäulen 54, 58
Basalttuff 59
Basische Tiefengesteine 22
Bath-Stein 105
Baugrundgeologie 9
Bauplastiken 91
Bausandstein 80
Bautzen Granit 46
Bauxit 133, 170, 173
Baveno Granit 33, 45
Bayern im allgemeinen 106, 130
  Dolomitmarmor 167
  Grauwacken 88
  Grünsandstein 86
  Kristalliner Marmor 162
  Marmor 131, 133, 136, 141
  Rauchwacken 145
  Sandstein 87
  Solnhofener Schiefer 143
Bayrischer Wald
  Marmor 162
  Syenit 47, 136
Bearbeitbarkeit 9
Bedat Kalksinter 111
Beethovendenkmal von Klinger (Leipzig) 111
Belgien
  „Granit" 14, 47, 65, 117, 118, 133
  Marmor 118, 132, 138, 142
  Porphyrit 58
Beizbottiche aus Granit 43
Belebtgesteine 19, 60, 64
Beneschau Travertin 109
Beni Souef Kalksinter 111
Bentheim Sandstein 80
Berchtesgaden Nagelfluh 77
Bergamo Kalksinter 111
Bergfeuchte (Bruchfeuchte) 28, 29, 30, 66, 90, 99, 107, 109, 139
Bergkristall 13, 21
Berlin
  Kaufhaus Wertheim 114
  U-Bahn 163
Bern Sandstein 87
Bernburg Anhalt Rogenstein 103
Bernstein Serpentin 152
Beton 18, 62, 118, 169—171
Betonieren bei Frost, 170
Beucha Granitporphyr 57
Biancastro 119
Bianco chiaro (Carrara) 165
Biancone 136
Bianco unito (Laas) 164
Biella Syenit 47
Bigio 119
Bildstein Sandstein 85
Bimsstein 19, 54, 58, 59, 174
Bindemittel 18, 62, 78, 79, 81, 90, 134
Bindung der Schleif- und Schneidkörper 174
Biotit 17, 22, 23, 24, 28, 33, 35, 47, 48, 53, 55, 61, 147

Bisamberg bei Wien 83
Bischoflak Nagelfluh 77
Bitterspat 61
Bitumen
  in Dolomit 61
  in Sandstein 79
Bittescher Gneis 148
Bize Kalksinter 111
Blätterschiefer 155
Blanc 119
Blanc P 165
Blanchâtre 119
Blasensandstein 80
Blaubachtal Grauwacken 88
Blaubank (Muschelkalk) 113
Blauberggranit 46
Blaue Granite 28, 32
Blauer Marmor 157
Blauer Quarz 33, 46
Bleifolien 35
Bleu 118, 137
Bleu belge 116, 142
Bleu d'Aspin 137
Bleu turquin (Carrara) 166
Blindwerden von Marmor 17, 61, 115, 116, 122, 134
Blochwald Granit 38
Blosdorf Sandstein 87
Bludenzer Marmor 136
Blumenkränze auf Grabdenkmälern 34, 35
Blutstein 23
Bodelsdorf Sandstein 87
Bodenberg bei Heiligenkreuz, Konglomerat 70
Böhlerit (Hartmetall) 173
Böhmen
  Diorit 49, 50
  Granit 45
  Plänerkalk 113
  Quarzsandstein 82
Bohren in schwarzschwedischem Granit 52
Bohrgänge 60
Bohrkronen 173
Bohrlöcher in Konglomerat 69
Bonossola Serpentin 154
Boskowitzer Furche 88
Bossieren 30
Botticino Marmor 75
Bozener Quarzporphyr 13, 54, 57
Brać 140
Brandverhalten
  der Granite 36
  der Vulkantuffe 58
Brannenburg Nagelfluh 77
Branzoll Porphyr 57
Brasilonyx 111
Brauneisen (Limonit) 63, 79, 82
Braunschweig
  Anhydrit 145
  Grauwacke 88
  Sandstein 86
Brazza 140
Breccia di Seravezza 166
Brèche Kiefer 130
Brèche noire de Saint Tryphon 142
Brèche rosée 157, 162, 167
Brèche violette 166
Bregenz Frutzregulierung 40
Bregenzerwald 140
Breitenbrunn Foraminiferenkalk 95
Brekzie 19, 60, 67, 77, 78, 127
Brekzienmarmor 128, 131, 142, 157, 165
Brekzien von Serpentin 150, 154
Bremer Sandstein 86
Brennen von Kalk 171
Brennerpaß Serpentin 153
Brionische Inseln Marmor 140
Brixen
  Granit 45
  Marmor 156, 167
Brixlegg Kramsacher Marmor 130, 132
Brocatelle 119
Brocatello di Verona 116
Brocatello scuro 131
Brockenmarmor Flirsch 77
Bronzit 52
Brückenpfeiler 36
Bruch eines Minerals 14
Bruchfeuchte 28, 29, 30, 66, 90, 99, 107, 109, 139
Bruck an der Leitha, Kalksandstein 95
Bruderndorf Kalksandstein 90
Brückenbauten 32
Brünn Lateinerberg Marmor 133
Brunhildenstein Marmor 131
Brun 119
Brunn am Steinfeld Konglomerat 70
Bruno 119
Bryozoen 90
Budapest
  Granitbrücken 41
  Sandsteinbauten 87
  Soskuter Stein 98
Budweis Granit (Diorit) 47
Bürste (Gefügeregelung) 25, 26
Buntsandstein 66, 80, 82, 85, 104
Burgsandstein 86
Burgschleinitz Kalksandstein 90
Busca Kalksinter 111

Caën Oolith 105
Calacata (Carrara) 165
Campan Marmor 143
Cannstatt Travertin 107, 109

Canova 165
Caput mortuum 63
Carborundum 173
Carlshamn Schweden Granit 29
Carnicino 119
Carrara Marmor 139, 145, 146, 158, 164, 165, 166
arabescato 159, 165
Carrière 119
Castellieri 140
Castellina Marmor (Alabaster) 145
Castione bei Mori 136
Cattaro Marmor 131
Caunes Marmor 132
Cava 119
Casa Romana 139
Cerithienkalk 103
Cernavoda Donaubrücke 42
Cernigrad Granit fleuri 118, 140
Chemische Sedimente (Absätze) 19, 60
Chemische Zusammensetzung 16
Chiaro 119
Chlorit 17, 22, 28, 43, 61, 147, 149, 150, 153
Chloritisierung 22
Cierp Marmor 132
Cipollin 22, 147, 152, 157, 166, 167
Clair 119
Claustal Grauwacken 88
Conchigliato 119
Congerienstufe 104
Constantine Kalksinter 111
Coquillé 119
Cordierit 24
Cotta Sandstein 80, 86
Crailsheim Muschelkalk 114
Crinoidenkalk = Seelilienkalk
Cupo 119

Dachschiefer 19, 62, 143, 144, 155
Dachsteinkalk 113, 136
Dalmatinische Inseln, Marmore 138
Dankholz Marmor 158
Danöfen Sandstein 83
Debreště Marmor 163
Deckfarben 16
Dekorationsmarmore 118
Deltabildungen 67
Dembnik schwarzer Marmor 142
Dendriten 63, 143
Deutscher Muschelkalk 113—115
Deutscher St. Anna Marmor 137
Deutschgrün 142
Demitz Granit 146
Detritäre Leithakalke 89
Deutschland
Alabaster 145
Arkosen 88
Diabas 47, 53, 58
Dolomit 145
Dolomitmarmor 167
Granit 46
Granitgneis 148
Grauwacken 88
Kalksandstein 98
Kalksinter 111
Kalktuff 106
Konglomerat 77
Marmor 115, 117, 131, 133, 136, 137, 141, 142, 145, 162, 163
Muschelkalk 113—115
Nagelfluh 77
Porphyr 57
Quarzsandstein 85, 86, 87
Rauchwacken 145
Rogenstein 104
Serpentin 153
Travertin 107—109
Vulkantuff 59
Deutschrot Marmor 131
Devongesteine
Belgien Kalke 132, 142
Deutschland Kalke 117, 131, 133, 141
Flaserkalke 117, 131, 132
Frankreich Kalke 132
Grauwacken 88
Grazer Umgebung 113, 141
Diabas 19, 47, 52, 53, 54, 55, 56, 58
Diabastuff 59
Diagenese siehe Gesteinswerdung
Diallag 50
Diamant 15, 172, 173
Diamantmetall 173
Diaspro 119
Diatomeen 66
Dichte (Stoffgewicht) 17
Dichte Gesteine 13
Dichte Kalksteine 20, 89, 113—143
Dietersdorf Konglomerat 71
Dillenburg Grauwacken 88
Diluvium Süßwasserkalk 104
Diorit (z. T. Diabas) 19, 20, 48—50, 52, 56, 58
Diorit von Gebharts 33, 48—50
Diploporenkalk 65
Dittwar Travertin 109
Dobl bei Graz, Sendestation 77, 103, 155
Döbra-Naila Marmor 141
Dolomit (Gestein) 17, 19, 61, 79, 144, 145
Dolomitbrekzie 77
Dolomitmarmor 144, 145, 156, 160, 167
Dolomitsandstein 80
Dolomitspat (Mineral) 61, 79, 144
Donaukalkstein 113, 114
Dorato 119
Doré 119

Dorla Muschelkalk 114
Dornach Diorit 49
Drachenfelstrachyt 57
Drahtsäge siehe Seilsäge
Drevenik Travertin 109
Dresden
Sandsteinbauten 86
Tuffbauten 59
Drosendorf Gabbro 52
Drosselfels 115
Druckfestigkeit 28, 31, 32, 106, 138
Drucksuturen 116, 132
Druckwirkungen 146
Duna Almas Süßwasserkalk 104
Dunkelglimmer siehe Biotit
Durchholzen Nagelfluh 77
Durchscheinen 16, 156, 161
Durchsichtigkeit 16, 155, 161

Ebelsberg Traunbrücke 41
Ebensee Marmor 128
Eberstallzellbrücke 40, 41
Eburneo 119
Echinodermen 132
Echsenbach Granit 22
Echter Gneis 148
Eckeröd Neugrün 149
Edelfels Marmor 131, 137
Edelputz 22
Edelserpentin 16, 147, 152
Edelsreith Syenit (Porphyrit) 47, 53
Egg Bregenzerwald Marmor 140
Eggenburger (Zogelsdorfer) Kalksandstein 80, 89, 90, 91, 92
Eggenstein Nagelfluh 76
Ehringsdorf Travertin 109
Eichkogl bei Mödling 104
Eichstätt 143
Eifel
Basalt 58
Marmor 133
Sandstein 80, 86
Eigenformen der Minerale 13
Einschlüsse von aufgeschmolzenen Gesteinen 24
Einsprengling 13, 18, 54
Eisenbeton 171
Eisenerze 15, 23, 50
Eisenglanz 23, 33
Eisenglimmer 23
Eisenkies 13, 17, 23
Eisenportlandzement 169
Eisensandstein 90
Eisenspat 14, 62
Eisenstadt Algenkalk 102
Eisgarner Granit 37
Eistein (Oolith) 104
Eis Werfener Sandstein 83
Eiszeit
Kalktuff und Travertin 106
Nagelfluh 68, 73
Eklogit 19
Eläolith 47
Elbesandstein 80, 86, 87
Elbingerode Grauwacken 88
Elektrokorund 173
Els Marmor 158
Elsarn Marmor 158
Elsaß-Lothringen Grauwacken 88
Email 22
Engelsberger Marmor 128, 129, 133
England Oolithkalke 105
Englischrot 63
Enns (Stadt) 41
Ennsbrücke bei Enns 41
Ennstal Nagelfluh 77
Eozän
Kalksandstein 90, 98
Nummulitenkalk 64, 117, 128
Entstehung von Gesteinen 17, 18, 23—25, 59—66, 146, 147
Erbsenstein 61, 104
Ergußgesteine 17, 19, 54—58
Erhärtung beim Austrocknen 66, 67, 90, 122
Erhitzung (Umprägung) 146
Erratische Blöcke 27
Erstarrungsgesteine 18, 19, 21—58, 146
Erstausscheidungen 13
Eruptivgesteine 19, 54—58
Erzgebirge
Dolomitmarmor 167
Granit 46
Serpentin 153
Estrellante Marmor 118
Ettringen Tuff 59
Euböa Cipollin 167
Eulengebirge Serpentin 153

Faaker See Konglomerat 72
Fährten 60
Färben von Marmor 158
Fäulen 25
Falkenau Granit 45
Famosa Marmor 118
Fantastico 119, 165
Farbe
im allgemeinen 16
Granit 32
Konglomerate 69
Leithakalke 99
Sandstein 80, 81
Farbverlust 122
(vgl. Ausbleichen, Blindwerden, Mattscheibenwirkung)
Faulwände 25

Fauske Marmor 167
Federkeile 31
Feldkirch Vorarlberg 40
Feldspat 11, 13, 14, 15, 21, 22, 23, 24, 28, 29, 32, 33, 61, 79
Feldspataugen 147
Feldspathin 22
Feldspatporphyr 56, 57
Feldspatsandstein 61, 80, 87, 88
Feldspatvertreter 47, 56, 57
Felstürme Granit 27
Fensterbänke 118
Fensterscheiben aus Naturstein 110, 145
Ferstel-Marmor 127
Festlandsmarmore Griechenland 167
Festungssandstein 88
Feuerbeständigkeit
quarzreicher Gesteine 21
Granit 36
Vulkantuff 58
Fichtelgebirge
Diabas 58
Diorit 50
Gneis 148
Granit 46
Marmor 162
Serpentin 153
Syenit 47
Theresienstein 137
Fiederspalten 116, 142
Fior di Pesco 119
Fiori 140
Fiorito 117, 119
Findlingsgranit 27, 30, 37
Fischau Konglomerat 70
Flasergranit Schärding 41
Flasermarmor 117, 131, 132
Flechten 82
Fleur de pêcher 119
Fleuri 117, 119
Flirsch Buntantik 77
Florenthein Granit 39
Florenz
Alabaster 145
Gabbro 52
Ruinenmarmor 144
Fludergraben bei Aussee Marmor (Seelilienkalk) 14, 65, 130, 132
Flußmittel 22
Flußspat 14, 15
Flyschsandstein 80, 85, 87
Foncé 119
Foraminiferen 64, 79, 89, 95, 104, 128
Forellenmarmor (Untersberg) 134
Fossilien 12, 60, 64, 79, 89, 137
Fränkische Alb Donaukalkstein 115
Fränkischer Muschelkalk 114
Fräsen von Konglomerat 69
Frankenjura 143
Frankenwald 117, 131, 141
Frankenstein Serpentin 153
Frankreich
Grauwacken 88
Kalksandstein 98
Kalksinter 111
Marmor 116, 118, 132, 136–138, 142, 143, 166
Oolith 105
Serpentin 154
Freistadt (O.-Ö.) Granit 39, 40
Freiwaldau Marmor 163
Friedau 86
Friedeberg Granit 45
Marmor 163
Friedersdorf Sandstein 86
Friesach Marmor 162
Serpentin 151, 152
Frische von Gestein 21, 28
Frohnleiten 43
Frostbeständigkeit 30, 62, 99, 109, 122
Frostprobe 31
Fruchtschiefer Theuma 155
Führer, Propst von St. Pölten 120
Fürstenbrunn (Untersberg) 134
Füssener Marmor 77, 130

Gaadener Becken Konglomerat 70
Gabbro 19, 23, 47, 50, 52, 55, 56
Gablitz Sandstein 84
Gablonz Granit 45
Gänsgraben bei Limberg Granit 43
Gailtaler Alpen Grödener Sandstein 82
Gainfarn bei Vöslau
Dolomitbrekzie 77
Konglomerat 70
Gaisberger Marmor 137
Gams Plattengneis 155
Gang (Regelung) eines Gesteins 22, 25
Ganggesteine im Granit 32, 53
Garsten (O.-Ö.) 39, 85
Gartenplatten 83, 148
Gasteiner Alpengrün 152
Serpentin 152
Zentralgneis 43
Gattersägen 174
Gauingen Muschelkalk 114
Gebharts Syenit (Diorit) 33, 47–51
Gebirgsdruck 9, 11, 117, 157
Geblumte Marmore 117, 119
Gefrieren der Steine 30
Gefrorener Granit 40
Gefüge 11, 18, 54
Gefügeregelung 22, 25
Gehängebrekzien 60, 77
Gelbe Flecken auf Marmor 156
Gelbe Granite 28
Gelbe Kalksandsteine 89
Gelber Marmor 133–136
Gelbfärbung durch Verwitterung 28
Gemeindealpe bei Mariazell Marmor 128, 132
Genua Serpentin 154
Gerbersdorf Kalksandstein 98
Geschäftsverkleidungen 115, 116
Gestaltlos (amorph) 12
Gesteine, Begriff 9, 11
Gesteinsbildende Minerale 9
Gesteinsmoden 107, 120
Gesteinsproben 9
Gesteinswerdung (Diagenese) 60, 66, 146
Gesualdo Kalksinter 111
Getzersdorf Konglomerat 71
Gewachsene Algenkalke 89, 99
Gewicht 17, 29, 58, 89, 105, 107, 113
Gewölbe aus Bimsstein 59
aus Kalktuff 105
Giallo 119
Giallo di Mori 136
di Siena 136
di Verona 136
Giallognolo 119
Gießhübl bei Mödling Gosaukonglomerat 70
Gips 12, 15, 60, 62, 144, 145, 172
Alaunzusatz 170
in Zement 169
Gipsbildung in Marmor 157
Gipsstein 12, 19
Glanz 14, 15, 21
Glas 23, 58
Glasige Gesteine 18
Glatter Stein (Sattnitzkonglomerat) 98
Glaukonit 62, 79, 86
Glaukonitsandstein 80, 82, 86
Gleichenberg 57, 59
Gleinalpe
Granit 43
Marmor 158
Glimmer 11, 14, 17, 22, 24, 28, 32, 33, 61, 62, 67, 79, 81, 88, 146, 147
Glimmerschiefer 19, 22, 155
Gmünd (N.-Ö.) Granit 25, 27, 29, 37
Gmünd, Kärnten 150
Gneis 11, 19, 146–148, 155
Göllmarmor 133
Goldader (Muschelkalk) 113
Goldberg bei Reisenberg 104
Goisern Marmor 128
Golling Nagelfluh 75
Marmor (Torren) 133
Gosau-Brekzie 77, 130
Gosau-Sandstein 80, 83, 133
Gostivar Marmor 163
Gotha Sandstein 86
Grabstein 32, 67, 158, 164
Grafenstein Marmor 131
Gran Daniel 120
Granat 17, 24, 53, 147, 148, 153
Granat als Schleifmittel 173
Granatamphibolit 148, 149
Granatglimmerschiefer 155
Grand 119
Grand Antique 116, 142
Granit im allgemeinen 9, 11, 13, 19, 20, 21, 22, 23, 24–47, 56, 146
Granit belge siehe Belgischer Granit
Granitgneis 146, 148
Granitisation 23
Granit fleuri 118
Granitmarmor 47, 118
Granito d'Istria 118
Granit sogenannter Schwarzschwedischer 16, 23, 46, 50, 52, 53
Granitstöcke 24
Granitverwitterung 87
Granitvorkommen 36–46
Graphit 147, 156
Graphitmarmor 158, 163
Grassteiner Granit 45
Granitone (Gabbro) 52
Granulit 19
Graue Absatzgesteine 63
Marmore 156, 157, 163
Nagelfluh 75
Grauscheck siehe Adnet
Grauschnöll siehe Adnet
Grautropf siehe Adnet
Grauwacken 62, 79, 88
Gravieren von Gesteinen 15
Graz
Albrechtsbrücke 148
Anastasius Grün-Denkmal 164
Annenhof Kino 158
Arbeiterkammer 136
Barmherzige Brüder 45
Bezirksgericht 162
Bosnien-Denkmal 45
Burg 141
Burgtor 103
Dobl Sender 77, 103, 155
Dom 97, 103
Erzherzog Johann-Denkmal 141, 162
Frank-Denkmal 164
Franzens-Denkmal 39
Gaisberg Marmor 137
Hackher-Denkmal 45
Hamerling-Grabmal 164
Herz Jesu-Kirche 97, 98, 130, 140, 159, 165
Hauptbrücke 160
Joanneum 98
Krieger-Denkmal Universität 128

Landhaus 97
Marienkirche 97
Mausoleum 98, 124
Paulustor 103
Radetzkybrücke 43, 45
Rathaus 45
Rosegger-Denkmal 164
Saurau-Palais 103
Serpentinarbeiten 152
Stadtpfarrkirche 97, 103, 124
Stadttheater 97, 159, 160
Steiermärkische Sparkasse 49, 160
Steinbergmarmor 137, 141
Stephaniesäle 45
Technische Hochschule 45, 97 98, 160, 165
Ternitzer Konglomerat 73
Uhrturm 98
Universität 45, 97, 128, 130, 140, 159
Wechselseitige Versicherung 140
Wetzelsdorf Kaserne 49
Zentralfriedhof 97
Greifensteiner Sandstein 81, 84
Griechenland Marmor 166, 167
Serpentin 154
Grigio 119
Griotte 119
Griotte Marmore 132
Griotte verte 142
Gris 119
Gris cendré 119
Grisignana 118, 140
Grobkalk Paris 98
Gröba Syenit 47
Grödener Sandstein 69, 82
Großhöflein Algenkalk 102
Groß Kunzendorf
Grauwacken 88
Marmor 163
Großraming Aschertalbrücke 39, 40, 42, 133
Großreipersdorf (Roggendorf) Granit 43
Kalksandstein 90, 92
Großrepen 139
Grottensteine 106
Grüne Absatzgesteine 63
Grüne Glimmer (im weiteren Sinn) 147
Grüner Marmor 118, 142, 143, 152
Grüner Sterzinger Serpentin 154
Grüne Tuffe 89
Grünporphyr 58
Grünsandstein 62, 80, 82, 86
Grünschiefer 19, 149, 150
Grünschwedischer Granit 46, 149
Grüntropf 142
Gruftdeckel 40
Grundfeuchte, aufsteigende 35, 127
Grundmasse bei Ergußgesteinen 18, 54, 55
Grus von Dolomit 144
Gugging Sandstein 84
Gummern Marmor 160, 161
Gurk 156, 162
Gurktal Marmor 162
Gusen Granit 38
Gutensteiner Kalk 113, 136, 140

Haarau Marmor 158
Haardt Sandstein 86
Habitus 13
Hämatit 15, 23
Härte 14, 21, 107
Sandstein 80
Schleifkörper 174
Härteskala von Mohs 14, 15
Häslich Granulit 46
Häusling Marmor 156, 157, 158
Hagauer Marmor 130, 132
Hagia Sophia Konstantinopel 59, 105
Halle Quarzporphyr 57
Hallein
Adneter Marmor 120—128
Konglomerat 75
Hallstätter Kalk 128, 130
Hamberg (O.-Ö.) Granit 24, 42
Handelsbeziehungen von Marmoren 119
Handelsmarmore 59
Hansen-Marmor 127
Hartbasalt 54, 58
Harte Gesteine 11
Hartgesteine 20, 29, 32, 174
Hartmetalle 173
Harz
Gips 145
Gneis 148
Granit 46
Sandstein 86
Harzburg Grauwacken 88
Hasenauer-Marmor 127
Hattendorf Sandstein 85
Hauteville Marmor 136
Heiligenkreuz bei Baden
Kalktuff 106
Konglomerat 70
Sandstein 83
Heizkörperverkleidungen 118
Helena-Marmor 133
Hellbrunn 75
Hellglimmer siehe Muskowit
Heraletz Granit 45
Hermannstein 137
Herschenberg Granit 37
Hessen Nassau Grauwacken 88
Syenit 52
Heuscheuer Sandstein 86
Hieflau Nagelfluh 77
Hierlatzkalk 14, 65, 117, 132, 133

Hils Sandstein 86
Hirt bei Friesach Serpentin 151, 152
Hobeln von Konglomerat 69
Hochstetten Grauwacken 88
Hochofenschlacke 169, 170
Hochofenzement 170
Hochquarz 21, 36
Höflein Sandstein 84
Höhlenauskleidungen 109, 110
Höttinger Brekzie 77, 78
Hof am Fichtelgebirge Theresienstein 137, 141
Hofgastein Serpentin 152
Hoheneich Granit 37
Hohenschwangau Marmor 132
Hohe Tauern Granit 43
Hohlbauern 31, 43
Hohle Gerölle 67
Hohlstein Marmor 137
Hollenburger Nagelfluh 71
Hořitzer Sandstein 82, 87
Hornblende 17, 22, 23, 24, 47, 48, 53, 57, 79, 148, 150, 153, 160
Hornblendegabbro 52
Hornblendegranit 24, 29, 43, 45, 46
Hornblendeschiefer 19, 24, 47, 148, 149
Hortense-Marmor 132
Hüttenzement 169
Hundisburg Grauwacken 88
Hundsheim Konglomerat 70
Hydraulische Bindemittel 169
Hydrequent Rinxent 136, 137
Hyperit 52

Ihrler Kalkstein 115
Ilmtal Travertin 109
Imperator-Marmor (Gostivar) 163
Imster Marmor 77
Incarnat 119
Inlandsvereisung 27
Innsbruck
Adolf Pichler-Denkmal 136
Arkaden aus Merkensteiner Marmor 137
Brücke Mühlau Hall 42
Granitbauten 45
Konvikt 40
Marmorarbeiten 130
Universitätsbrücke 42
Innsbruck, Höttinger Brekzie 77, 78
Inselmarmore Griechenland 167
Ischl Marmor 128, 133
Iseltal Porphyrit 53
Isolierstoff aus Glimmer 22
Isolierung gegen Grundfeuchte 35
Istrien Marmore 138
Italien
Alabaster 145
Granit 45
Kalksandstein 98
Kalksinter 111
Marmor 131, 136, 143
Porphyr 13, 54, 57
Serpentin 154
Travertin 106, 109
Ivoir 119

Jannowitz Granit 46
Jaspide 119
Jaumont Oolith 105
Jaune 119
Jaune fleuri 136
la Martin 136
du Var 136
Jauneâtre 119
Jeschnitz bei Pilsen Granit 45
Jois Kalksandstein 95
Judenburg Kalksinter 110, 111
Marmor 159
Jugoslawien
Granit 45
Kalksandstein 98
Marmor 131, 141, 163
Sandstein 87
Julbach Granit 39, 42, 47
Jungbunzlau Sandstein 87
Jungtertiäre Quarzsandsteine 85
Jurakalk 66, 105, 115
Jura-Oolith 105
Jurasandstein 86
Jurville Marmor 132

Käfergraben Sandsteinbruch 85
Kärnten
Konglomerate 69, 71, 72
Marmore 157, 160—162
„Porphyr" (Amphibolit) 55, 148
Kainach Gosausandstein 83
Marmor 158, 159
Kaiserstein 82, 89, 95, 102
Kaisersteinbruch Algenkalk 95, 102
Kalifornien Kalksinter 111
Kaliglimmer 22
Kalifeldspat 13, 21, 29, 47, 55, 56
Kalk (gebrannter) 171, 172
Kalkalgen 18, 65, 79, 91, 99
Kalkbrennen 63
Kalkechte Farben 171
Kalkglimmerschiefer 106
Kalkiges Bindemittel 79, 81, 90
Kalkmörtel 171
Kalknatronfeldspat (Plagioklas) 21, 48, 50, 55
Kalkriffe 99
Kalksandstein 72, 79, 80, 89—98, 102, 118
Kalksburg bei Wien, Konglomerat 70
Kalksinter 16, 60, 61, 109—112

Kalkspat 12, 14, 15, 17, 61, 64, 79, 85, 104, 106, 109, 132, 134, 155, 156, 164
Kalkspatadern 122, 144
Kalkstein 12, 13, 18, 19, 20, 60, 99—143
Kalktuff 18, 19, 60, 65, 66, 105, 106
Kaltenstein Marmor 163
Kamine 110, 128
Kaolin 21
Kaolinit 62
Kapfenberg 141
Karbide 173
Karbidlampen-Brenner 154
Karbonate 17, 61
Karlsbader Sprudelstein 61, 105
Karlskrona Granit 46
Karnische Alpen 64
Karpathensandstein 80
Karstmarmore 138—140
Karwendel Höttinger Brekzie 77
Kastelruth Porphyr 57
Katakomben von Paris 98
Keilarbeit 25, 26, 31, 90
Keilbüchsenlöcher 25, 26, 31
Kelheim
Grünsandstein 86
Jurakalkstein 115
Marmor 136
Kelheimer Platten (Solnhofener) 143
Kempten Grauwacken 88
Kendlbruck Granatamphibolit 148
Kernstein (Muschelkalk) 113
Keupersandstein 86
Kies 67
Kieselgesteine (Sedimente) 19, 60, 66, 79
Kieselgur 66
Kieselminerale
in Marmor 158
in Sedimenten 62
Kieseliges Bindemittel 62, 90
Kieselige Versteinerungen 66
Kieselsäure
in Erstarrungsgesteinen 12, 21, 23, 24, 47, 48, 50, 52
in Sedimenten 79
Kieselschiefer 19
Kiesnester 68, 75
Kindberg Granitgneis 148
Kirchenbruch siehe Adnet
Kirchenpflaster 150
Kirchheim Muschelkalk 114
Kitzbüheler Alpen Dolomitmarmor 167
Klagenfurt Kreuzberglschiefer 149, 150
Klagenfurt
Dreifaltigkeitssäule 57
Florianisäule 57
Landesregierung 162
Maria Theresien-Denkmal 162
Sponheimer-Denkmal 38, 160
Wettersäule 162
Klastische Sedimente 19, 60, 67—98
Kleberstein 154
Kleesalz 175
Kleinhöflein Algenkalk 102
Kleinrinderfeld Muschelkalk 114
Klesheim bei Salzburg 74, 125
Klinger Beethoven-Denkmal Leipzig 111
Klosterneuburg bei Wien
Ruinenmarmor 144
Sandstein 84
Stift 104
Klüftung 10, 13, 24, 67, 117
Kluftflächen 67
Kluftfüllungen 110
Kluftkörper 24, 67
Knittelfeld 43, 159
Knochenasche 175
Knollenkalk 117, 122, 130, 131, 143
Koburger Festungssandstein 88
Kochen von Gips 172
Kölken 137
Kölner Dom 57
Königinhof Sandstein 87
Königstein Sandstein 86
Körnige Marmore 155—167
Köstenbergmarmor 162
Kohle 19
Kohlensandstein 86
Kohlensäureverbindungen 17, 61
Kohlensaure Minerale 17, 61
Kohlige Stoffe 63
Koloshradiste 141
Kommunionschranken 124
Konglomerat 19, 60, 62, 66—79
Konopischt Diorit (Granit) 45, 49
Konstantinopel Hagia Sophia 59, 105
Kopffläche 25
Kopriva Karstmarmor 50, 139
Korallen 18, 65, 66, 117, 126
Korallriffe 66, 99
Kornbindungsfestigkeit 62, 68, 69
Korneuburg Sandstein 85
Korngröße
Granit 29, 31
Marmor 156
Schleifmittel 174
Kornverband 31
Korsika
Granit 46
Serpentin 154
Korund 15, 173
Kottes Marmor 158
Kozor Marmor 142
Krain
Andesittuff 59
Marmor 141
Nagelfluh 77

Krakau
Sandsteinbauten 87
Schwarzer Marmor 142
Kramsach
Brekzie 130, 132
Marmor 130
Krastal Marmor 160
Kraubath Eisenbahnbrücke 43
Serpentin 152
Kreide 19, 64, 102
Kreidekalkstein 113
Kreidesandstein im allgemeinen 80, 86
Österreich siehe Gosausandstein und Wiener Sandstein
Krems Donau
Bahnhof 42
Donaubrücke 38
Kremsmünster Nagelfluh 75, 76, 98
Krzeszowice Schwarzer Marmor 142
Kreuzberglschiefer Klagenfurt 149, 150
Kristallbegriff 12
Kristallflächen 12
Kristallform 13
Kristallgitter 12
Kristallgranit 24, 36, 37
Kristalline Marmore 155—167
Kristalline Schiefer 18, 19, 88, 146—168
Kristallographie 12
Kristallsandstein 79, 80, 85
Kristallsysteme 12
Kristallwinkel 14
Kritzendorf Sandstein 84
Kroisbach Kalksandstein 98
Kroisbach-Ruster Bergzug 91
Krumau
Granit 45
Marmor 163
Krustenbildung
an Granit 35
an Sandstein 81
Kühnberg bei Hohenfurt (O.-Ö.), Findlingsgranit 30
Kühnsdorf Kalktuff 106
Kugelverwitterung 27
Kulmgrauwacken 88
Kumanowo Marmor 163
Kunststein 171
Kalksandstein 80
Kyffhäuser Arkose 88

Laacher See
Basalt 58
Tuff 59
Laas Dolomitmarmor 167
Kalksinter („Onyxmarmor") 111
Marmor 156, 163, 164
Labrador 22, 47, 52
Labradorit 16
Längendorf-Eggenstein Nagelfluh 76
Längsstruktur 25
Lafargezement 170
Lager im Granit 25
Lagerhafte Versetzung 32, 67, 81, 118
Lagerung 10
Lahnmarmor 65, 117, 131, 137, 141
Landshag bei Aschach Granit 24, 42
Landskron Sandstein 87
Langenlois Gabbro 52
Langensalza Travertin 108
Langhalsen
(Partensteinwerk) 41
Langkeile 31
Langmannsperre (Teigitsch Kraftwerk) 40
Larissa Serpentin 154
Lasa Marmor 156, 163, 164
Lasurfarben 16
Lateinerberg bei Brünn, Marmor 133
Latschach Sattnitz Konglomerat 72
Lausitz
Diabas 58
Granit 46, 47
Lavanttal
Marmor 161
Sandstein (Hattendorf) 85
Lebacher Schichten 86
Lebensspuren 60
Leberflecken 24
Lechtal, Füssener Marmor 77
Lesno Brdo Marmor 141
Leifers Porphyr 57
Leimwasser zu Gips 172
Leipzig
Beethoven-Denkmal 111
Sandsteinbauten 86
Tuffbauten 59
Völkerschlacht-Denkmal 57
Leithagebirge 104
Leithakalk 20, 63, 66, 98—104, 115
Leithakalksandstein 89—98
Leithakonglomerat 95
Lettenkohlensandstein 86
Leutschach Konglomerat 73
Leuzittuff 59
Liasschiefer 63
Lichtbrechung 12, 15
Lichtdurchlässigkeit 110, 156—161
Lienbacher (Adneter) Marmor 63, 117, 122, 130, 135
Lienz Porphyrit 46, 53
Liesertal Grünschiefer 150
Liesing bei Wien, Cerithienkalk 103
Ligist Plattengneis 155
Lilienfeld
Kalktuff 106
Marmor 128, 132, 140
Limberg-Maissau Hornblendegranit 29, 43

Limonit (Brauneisen) 63, 79, 82
Lindabrunn Konglomerat 69, 70, 71
Linde Rheinland 137
Linz an der Donau
Ärztehaus 37
Arbeiterkammer 37, 40, 42
Arbeitsamt 76
Diesterwegschule 40
Dom 41, 59, 76, 83, 85, 95, 102
Donaubrücken 24, 38—42
Elektrobau 42
Familienkirche 40
Feuerhalle 95
Göc 73
Handelskammer 38, 40, 149
Heldenfriedhof 40
Hauptbahnhof 38, 76, 115, 126, 127
Hauptpostamt 137
Hessendenkmal 39
Kaufm. Vereinshaus 39
Kremsmünsterhaus 76
Kriegerdenkmal Evang. Kirche 115
Ladenhaus 41
Landeshypothekenanstalt 130
Landestheater 132
Landhaus 132
Landwehrdenkmal 41
Märzenkeller 137
Martinskirche 115
Museum 95
Oberösterr. Warenvermittlung 42, 132
Petrinum 39
Pionierdenkmal 41
Polizeidirektion 130
Postgebäude (Bahnhof) 76, 115, 127
Raiffeisenkasse 42, 85, 95, 126
Rathaus 132
Schlachthaus 39
Schützendenkmal 39
Städtische Versicherung 76
Statthalterei 39
Stelzhamer-Denkmal 115
Studienbibliothek 115
Unfallkrankenhaus 76
Urfahr Mädchenschule 40
Ursulinen 38
Versorgungshaus 41
Wiener Städtische Versicherung 127
Wurstfabrik 73
Liparit 19, 56
Liparittuff 58
Lithodendron (Koralle) 65, 126
Lithographie 143
Lithothamnium (Kalkalge) 18, 65, 79, 91, 99
Lockermassen 11
Löbejün Porphyr 57
Löschen von Kalk 171, 172
Löslichkeit von Gips 145
Löß 60
Lofer Marmor 130, 133
Looshaus Wien 166, 167
Loretto Burgenland
Kalksandstein 63, 65, 95, 96, 97, 103
Konglomerat 70
Losenstein Marmor 133
Lothringen
Oolithkalk 105
Savonnières 64
Lüttich, belgischer „Granit" 133
Lumachelle 64, 103, 119
Lunel Marmor 137
Lunensischer Marmor 165
Lungstein Vogelsberg 58

Macchiato 119
Mähren Grauwacken 88
Magdeburg
Alabaster 145
Konglomerat 77
Magma 23, 32
Magnesiamörtel 144, 174
Magnesit 19, 62, 168
Magnesiumsalze 175
Magnesiaglimmer 22
Magneteisen 15, 23, 52
Magnetit 13, 23, 52
Magnetkies 23
Mailand Dom 75
Main
Muschelkalk 114
Sandstein 80, 85, 86
Mainz Alabasterindustrie 145
Mais Sandstein 83
Malaga Kalksinter 111
Mallnitz Zentralgneis 43
Maltatal Kärnten 43, 150
Mandorlato 119
Manganflecken 95
Manganminerale 63, 110, 122
Mannersdorf a. L. Kalkstein 65, 90, 99—102, 133
Marbach a. d. Kleinen Krems Marmor 158
Marbre d'Izeste 142
Maria-Buch bei Judenburg Kalksinter 110, 111
Maria Neustift, Sandstein 87
Mariazell, Marmorarbeiten 132
Marienglas 145
Marktbreit Muschelkalk 114
Marmor im allgemeinen 9, 11, 13, 14, 17, 18, 20, 77, 89, 115—143
kristallin 19, 22, 117, 146, 155—167
Marmorgips 172
Marmorkalk 115
Marmorzement 170

Marokko Kalksinter 111
Marxgrün Marmor 131, 142
Marz Konglomerat 90
Marzana 138, 140
Massa Marmor 165
Massenbasalt 54
Matrei Kalktuff 106
Mattscheibenwirkung 32, 61, 115, 116, 122, 134
Mauthausen Granit 24, 29, 32, 34, 38, 39, 40, 42
Materialprüfung 28, 29, 32
Mayrhofen Marmor 160
Mazedonien Marmor 163
Mechanische Sedimente 19, 60, 67—98
Mecklinghausen Marmor 137, 141
Medolino 140
Meeresschwämme 66
Meissen
Granit 46
Syenit 47
Mélange 119
Melaphyr 19, 55, 56, 58
Melker Sande 85
Mendrisio Marmor 131
Ménil montant 145
Mergel 19, 63, 83, 122, 139, 144, 169
Merkensteiner Marmor 136
Merlera 139, 140
Messel (Architekt) 114
Metallflecken auf Marmor 158
Metallische Farben 16
Metallschmelzen 18
Metamorphe Gesteine 19, 146—168
Metamorphose 18, 79, 146, 147
Metz Oolith 105
Mexiko Kalksinter 111
Michelangelo 165
Millstatt 155
Mikroklin 22
Milchquarz 21, 32
Miltenburg Sandstein 86
Mimosa Marmor 118
Mineralbegriff 12
Mineralfarben, kalkechte 171
Mineralpulver 16
Mirnock Marmor 160
Mischgranit 24, 41, 42
Mittenwald
Kalksandstein 98
Marmor 130, 133
Möbelplatten 118, 145
Mönchsberg Salzburg Nagelfluh 75
Mohs Härteskala 14
Mokritz Kalksandstein 98
Molasse Sandstein 80, 85, 87
Moldanubische Granite 37—43
Moletein Sandstein 87
Moncasa Rouge fleuri 131
Monferrato 154
Monolithsäulen 139
Montanto Kalksinter 111
Moosch Grauwacken 88
Moostierchen 90
Moränen 60
Morawische Granite 43
Mosaikpflaster 104
Motzau siehe Adnet
Moucheté 119
Mrakotin 45
Muć bei Spalato Marmor 131
Mühldorfer Marmor 198
Mühlhausen an der Unstrut Travertin 109
Mühlsandstein 80
Mühlstein 57, 62, 85
Mühlsteinlava 58
Mühlviertel (O.-Ö.) Granit 36—43
Müllendorf Algenkalk 102
München
Donaukalkstein 115
Glyptothek 136
Krieger-Denkmal 136
Pinakothek 136
Propyläen 136
Ruhmeshalle 136
Technische Hochschule 35
Wittelsbacher Brunnen 134, 136
Mürztaler Grobgneis 148
Murau 149, 159
Muschelkalk 85, 104, 106, 109, 113—115, 137
Muschelsandstein 80
Muschelschalen 64, 79, 127
Muskowit 17, 22, 28, 61, 147
Muthmannsdorf Marmor 128, 133
Muttekopfgruppe (Imster Marmor) 77
Muzzerone 142

Naarntal Granit 36, 37
Nabresina 139
Nachtrocknen siehe Erhärtung
Nägel in Marmor 158
Nagelfluh 19, 68, 73—76, 98
Napoléon Marmor 117, 136
Napoléon pied d'alouette 117
Nassau
Lahnmarmor 131
Peridotit 52
Nassereith Nagelfluh 77
Naturfelsen 65
Naturgeblumter Stein 63
Kalkschiefer 143
Nebra Sandstein 86
Nephelin 47, 57
Nephelinsyenit 56
Nepomuk-Standbilder 91

Nero 119
Nero di Como 142
Neugrün Schweden 149
Neuhaus Böhmen Granit 45
Neuhaus-Plöcking (O.-Ö.) Granit 24, 29, 30, 32, 34, 40, 41
Neulengbach Sandstein 83
Neustadt (Schlesien) Grauwacken 88
Neutra Travertin 109
Niederhessen Sandstein 86
Noir 119
Noir fin 118, 142
Noir Saint Martin 142
Noir uni 142
Nonndorf Gabbro 50
Nordafrika Porphyr 58
Nordische Findlinge 27
Nordtirol
  Dolomitmarmor 167
  Granitgneis 43, 148
  Konglomerat 69, 77, 78
  Kramsacher Marmor 130, 132
  Sandstein 82, 83
Norit 47
Normandie Oolith 105
Normen für Druckproben 31
Norton-Skala 174
Norwegen
  Labradorit 16, 47
  Marmor 157, 167
Nuagé 119
Nürnberg 136
Nummulitenkalk 47, 64, 117, 128, 142
Nußdorf a. d. Traisen, Konglomerat 71

Obelisken 24
Oberaichwald bei Latschach Sattnitzkonglomerat 72
Oberlindewiese Marmor 163
Obernberger Marmor 160
Obernkirchener Sandstein 86
Oberrußbach Travertin 109
Ochsenfurth Muschelkalk 114
Ochsenkopf Diabas 58
Odenwald
  Diorit (Diabas) 50
  Granit 46
  Marmor 162
  Sandstein 86
  Syenit (Diabas) 47
Ölflecken auf Marmor 116, 158
Ölstein (Olivin) 17, 23, 50, 150, 153
Ötztal Granitgneis 43, 108
Olivin 17, 23, 50, 150, 153
Olivinfels 19
Ondé 119
Ondulato 119
Onyx (Kalksinter) 16, 61, 109—112, 145
Oolith 61, 104, 105
Opal 12
Opcina 140
Ophikalzit 58, 147, 152, 153, 157
Oran Kalksinter 111
Orania-Marmor 141
Organische Sedimente 19, 60, 64
Organische Stoffe in Sedimentgestein 63
Orientalischer Alabaster 145
Orthogesteine 19, 148—154
Orthogneis 148
Orthoklas 13, 15, 17, 21, 29, 55
Ortler Marmor 163
Oslip Algenkalk 103, 133
Osseck-Marmor 137
Osttirol Konglomerat 69

Pâle 119
Pallido 119
Panaché 119
Pannonische Stufe 104
Paonazzo 119, 166, 167
Papierwalzen aus Granit 24
Pappenheim Marmor 136
Paragesteine 19, 154—168
Paragneis 148
Paragone (Parangone) 140, 141
Parallelgefüge 147
Parischer Marmor 156
Paris Gips 145
Partensteinwerk 41
Patentkeile 31
Paternion bei Villach 165
Pavonazzo 119, 166, 167
Pavor Marmor 162
Pechsteinporphyr Kastelruth 57
Peggau Murbrücke 44, 45
Pegmatit 11, 22, 32
Peloponnes
  Porphyrit 58
  Porphyr 152
Pentelischer Marmor 156, 167
Peratschitzen Kalktuff 106
Perg (O.-Ö.)
  Granit 37, 39
  Kristallsandstein 79, 80, 85
Peridot 23
Peridotit 52, 56
Perlmutterfarben 16, 21, 47, 52
Permsandstein 86, 87
Pernegg Murkraftwerk 41
Pernitz, Konglomerat 70
Persenbeug Syenit (Porphyrit) 47
Persichino 119
Pestsäulen 91
Petersburg bei Pilsen, Böhmen, Hornblendegranit 28, 45

Petrkovitz Sandstein 87
Pettau Sandstein 87
Pettenbach Nagelfluh 76
Pfälzerwald
  Gneis 148
  Sandstein 86
Pfalzner Granit 45
Pfalzpaint 143
Pfenningberg bei Linz Arkose 87
Pfitschertal Serpentin 145
Pflanzenbewuchs 81, 82
Pflasterplatten 122, 135
Pflastersteine 25, 31, 32, 36, 83, 88
Pfunders Serpentin 154
Phantastico dorato 131
Philippeville Marmor 132
Phlogopit 160
Phonolith 19, 56, 57
Phonolithtuff 59
Phyllit 19, 155
Pielachtal Kalktuff 106
Pikrit 56
Pilsen, Böhmen, Granit 28, 45
Pinguente 140
Pinolitmagnesit 162, 168
Pinsdorf Sandstein 85
Pirna Sandstein 86
Pisino 140
Pisolit (Erbsenstein) 104
Pissoirplatten 63
Piszke Marmor 130
Plänerkalk 113
Plagioklas 17, 21, 22, 48, 50, 53, 55, 57
Plagwitz Sandstein 86
Plastiken 107
Platten 22, 83, 88, 95, 107, 143, 147, 148, 155, 157
Plattenarbeiten
  Marmor 118, 128, 135
  Solnhofener Schiefer 143
Plattengneis 155
Plattensandstein 80
Plattenverkleidung
  Granatamphibolit 149
  Granit 36
  Kalkschiefer 143
  Konglomerat 69, 73, 77
  Marmor 115, 135, 140, 164
  Travertin 107
Plauenscher Grund Syenit 47
Plesching Arkose 87
Plöckenmarmor 130
Plöcking siehe Neuhaus
Pörtschacher Marmor 162
Pötschenpaßmarmor 137
Polceverra Serpentin 154
Polen Marmor 142, 163
Poliermittel 66, 175
Polierrot 175
Politur 14, 17, 20—22, 28, 33, 36, 62, 66, 77, 79, 81, 89, 90, 102, 107, 109, 113, 115, 122, 133, 138, 140, 143, 147, 153, 155, 157, 167
Pomer 140
Poren 17, 79, 89
Porfido rosso antico 58
Porfido verde antico 54, 58, 154
Porosität 28, 89, 90, 97, 104, 106, 116, 158
Porphyr 20, 21, 54—57
Porphyrit 19, 46, 53, 56—58
Porphyroid 149
Portlandstein 105
Portlandzement 169—171
Portor 118, 142
Portor Suisse 142
Portovenere 118, 142
Porzellan 22
Porzellanerde 21
Poschlag bei Hohenfurt Granit 40
Posta Sandstein 80, 86
Postelwitz Sandstein 86
Prag
  Plänerkalk 113
  Sandstein 87
Prandtauer Jakob 120
Predazzo Granit 45
Preßbaum Sandstein 84
Pressig Grauwacken 88
Pressung von Gesteinen 18, 25
Prieborn Graphitmarmor 163
Probekörper für Druckprobe 31
Prodoll 140
Profilarbeiten
  Konglomerat 69, 73
  Höttinger Brekzie 77
Pučišće 140
Pulkau
  Granit 22, 43
  Kalksandstein 90
Purkersdorf Sandstein 84
Putzgips 172
Pyrenäen
  Kalksinter 111
  Marmor 166
Pyrit 13, 17, 23, 34, 35, 38, 63
Pyroxenfels 19
Pyroxengneis 46
Pyroxenit 52, 56

Quadern 69, 72, 122
Quadersandstein 67, 81, 86, 87
Quarz 11—15, 17, 21, 23, 28, 32, 33, 36, 48, 53, 55, 56, 61, 79, 89
Quarz als Schleif- und Schneidmittel 173
Quarzadern 34, 48
Quarzgänge 32

Quarzglimmerdiorit 48
Quarzit 12, 19, 62, 79, 80, 154
Quarzporphyr 11, 13, 19, 55, 56, 149
Quarzsandstein 20, 79—87, 113, 114, 174
Quarzstaub 80
Quellabsätze 18
Quellung von Tonmineralien 62
Quenast Porphyrit 58
Querkluft 25
Quetschzonen 29

Rackwitz Sandstein 86
Radotin Marmor 131, 142
Ragaz Marmor 142
Raglitz Konglomerat 69, 73
Rahmenverwitterung 35
Rainberg, Salzburg, Nagelfluh 75
Ramingstein Marmor 159
Ramsau Nagelfluh 77
Randersacker Muschelkalk 114
Randsteine 28
Ranna-Kraftwerk 40
Ratschinges Marmor 164
Rauchgase 17, 87
Rauchwacken (Rauhwacken) 144, 145
Raumgewicht 17, 29, 58, 89, 105, 107, 113
Ravalieren von Oolith 105
Reale 119
Reconquista-Marmor 118
Regenerierter Granit 87
Regensburg
  Donaukalkstein 115
  Grünsandstein 62, 86
Reichenhall
  Marmor 135, 136
  Rauchwacken 145
Reichensteiner Gebirge Marmor 162
Reiflinger Kalk 113
Reinprechtspölla Kalksandstein 90
Reißfläche 25
Reiterndorf bei Ischl 133
Rekawinkel Sandstein 80, 84
Repentabor 139
Ressen Gosausandstein 83
Rhät-Kalkstein (Adnet) 120—128
Rhät-Sandstein 86
Rheinisches Schiefergebirge Grauwacken 88
Rhein-Main-Donau-Kanal 41
Rheinpfalz Arkosen 88
Rhön Schaumkalk 104
Rhomboeder von Kalkspat 64, 132
Riegersburg 59
Riesengebirge Granit 46
Riesenkorngranit (Pegmatit) 22, 32
Riesensprengung 128
Rindenbildung 81
Ritzhärte 12, 14, 15
Rochlitz Porphyrtuff 59
Rodaun bei Wien, Cerithienkalk 103
Rogenstein 104
Roggendorf (N.-Ö.) Granit 22, 25, 43
Rohrbacher Konglomerat 69, 72, 78
Rohrschach Sandstein 87
Rojinazzo-Marmor 118
Rom
  Porphyrarbeiten 58
  Trajanssäule 165
  Travertin 106, 107, 109
Romanzement 169
Rosé 119
Rosen (Algenknollen) im Leithakalk 93
Rosenbach Konglomerat 72
Rosenberg Travertin 109
Rosenquarz 21
Rosso 119
Rosso di Corallo 131
Rosso di Levante 153, 154
Rosso di Pisino 140
Rosso giallo 136
Rosso sangue 119
Rosso Sanguigno 131
Rosten
  Diorit 49
  Gesteine 23, 29
  Granit 34, 38
  Stahlsand 174
Rostflecken 34, 35, 116, 158
Rostprobe 35
Rostschutzfarben 23
Rote Konglomerate 69
Roter Granit 21, 24, 29, 33, 34, 42, 46
Rote Marmore 63, 120—132
Roteisenstein 81
Rotenthurn bei Judenburg 152
Roterde 63
Roter Sandstein 81, 86
Roter Sterzinger Serpentin 153
Rothenzechau Dolomitmarmor 167
Rotliegendes 86
Rotscheck siehe Adnet
Rotschnöll siehe Adnet
Rotungarischer Marmor 130
Rouge 109
Rouge antique 132
Rouge des Flandres 132
Rouge fleuri 116, 118, 131, 132
Rouge griotte 132
Rouge oeuil de perdrix 117
Rouge royal 132
Rouge sanguin 119
Royal 119
Rubin 15, 173
Rüdersdorf Muschelkalk 114
Ruhpolding Marmor 131
Ruhrgebiet Konglomerat 77

Ruhrsandstein 80, 86
Ruinenmarmor 144
Rumänien Marmor 116, 118, 131, 163
Runds Marmor 158
Ruschita Marmor 163
Ruskicza Marmor 163
Ruß 81, 82

Saalburger Marmor 131, 137, 141, 142
Saalegebiet Sandstein 86
Saargebiet Arkosen 88
Sachsen
  Gneis 148
  Serpentin 153
  Syenit 47
Sackkalk 172
Sägen
  von Kalksandstein 67
    Kalktuff 106
    Konglomerat 69
Säulen 32, 36, 67, 72, 118, 122, 128, 139, 140
Säuren, Einfluß auf Gesteine 17
Saillon 142
Saint Jean Anhydrit 145
Salla Marmor 158, 159
Saltenfjord Marmor 167
Salzburg (Land)
  Kristalliner Marmor 159
  Marmor 120—128
  Nagelfluh 73—75
  Sandstein 85
Salzburg (Stadt)
  Autobahnquadern 122
  Böhmische Unionbank 136
  Dom 136
  Elisabeth-Denkmal 136
  Hauptbahnhof 123, 124, 126, 127
  Hellbrunn-Schloß 75
  Hofbrunnen 134, 136
  Justizgebäude 136
  Klesheim Schloß 74, 125
  Mirabell Schloß 136
  Mozarteum 136
  Pferdeschwemme 136
  Polizeikaserne 158
  Rathaus 136
  Stiftskirche Nonnberg 136
  Stiftskirche St. Peter 124
Salzgesteine 19, 60
Salzsäureprobe 17, 167
San Ambrogio Marmor 136
Sand 11, 17, 22, 60, 66
  zum Schneiden 69
Sandharlander Marmor 136
Sandlöcher 81
Sandstein 11, 19, 20, 60, 62, 67, 78—98, 114
Sandsteinzone 83
Sandstrahlgebläse 17
San Girolamo 140
Sanguineo 119
San Stefano 140
Sanidin 55, 57
St. Andrä vor dem Hagentale Sandstein 84
St. Anna Marmor 117, 138
St. Georgen a. Stiefing Kalksandstein 98
St. Johann i. Walde Porphyrit 45, 53
St. Margareten i. B. Kalksandstein 65, 67, 80, 90, 93—95, 98
St. Michael bei Leoben 43
St. Paukraz Nummulitenkalk 64, 117, 128
St. Paul i. Lavanttal Marmor 162
St. Pölten Dom 121
St. Veit a. Glan Marmor 162
St. Veit in Wien Arkose 88
Santa Croce 139
Saphir 15, 173
Sardinien Kalksandstein 98
Sarmatische Stufe 103, 104
Sarmingstein Granit 42
Sarrancolin 136, 137
Sattendorf Marmor 161
Sattnitz-Konglomerat 71, 72, 98
Sauberger Kalk 130
Saubsdorf 163
Savonnières 64, 105
Schärding Granit 41, 42
Schärfen bei Tegernsee Marmor 131
Schalige Absonderung 27
Schalttafeln 118, 135, 157, 163, 164
Scharrieren 96
Schattbergstein Kitzbühel 69
Schaumkalk 104
Scheibbs Sandstein 85
Schellenberg Marmor 131
Schichtgesteine 59
Schichtgitter 22
Schichtung 10
Schiefer 80
Schiefergesteine 155
Schieferholde Minerale 146
Schieferton 19
Schieferung 147
Schilfsandstein 80, 86
Schillstein 64, 103
Schlackenmischzement 169
Schlamm 11, 17, 66
Schlammgesteine 60
Schlangenstein (Serpentin) 150, 154
Schlatten Sattnitzkonglomerat 72
Schleifen von Gesteinen 15
Schleifhärte 15
Schleifkörper 172, 174

Schleifmittel 15, 20, 172—174
Schleifsandstein 80
Schleifscheiben 172, 174
Schleifstein 83, 174
Schlesien
Dolomitmarmor 167
Gneis 148
Granit 45, 46
Grauwacken 88
Marmor 167
Sandstein 82, 86
Schlierbach 85
Schmelzen 13, 17, 23
Schmidt-Marmor 127
Schmirgel 15, 173
Schneckenschalen 64
Schneiden von Gestein 15
Schneidmittel 20, 172—174
Schneidscheiben 173
Schöngrabern 85
Schotter 11, 17, 25, 66, 67
Schrämarbeit 90, 117, 122, 134, 160
Schreibtischgarnituren Kalksinter 110
Schrems
Granit 28, 31, 37, 42, 43
Kriegerdenkmal 49
Schriftplatten 144
Schupbachmarmor 137, 141
Schwaben Liasschiefer 63
Schwäbische Alb Kalksinter 111
Schwärzung von Sandstein 82
Schwarte (Verwitterung) 28
Schwarzachtobel Sandstein 85
Schwarze Absatzgesteine 63
Schwarzensee, Seelilienkalke 65, 128, 132
Schwarzer Granit (Diabas) 58
Schwarzer Marmor 140—142, 147, 157, 158
Schwarzschwedischer Granit 16, 23, 46, 50, 52, 53
Schwarzwald
Gneis 148
Granit 46
Sandstein 86
Syenit 47
Schweden
Altgrün 149
Granit 46
Schwarzer „Granit" 16, 23, 46, 50, 52, 53
Neugrün 149
Serpentin 154
Schwefelblüte 175
Schwefelkies 13, 17, 23, 29, 34 35, 38, 63
Schwefelsäure 17, 34, 35
Schwefelwasserstoff 156
Schweißweiler 86
Schweiz
Marmor 131, 142, 143
Porphyroid 149
Sandstein 87
Schwertberg Granit 38
Scopo Parangone 141
Scuro 119
Sedimentgesteine 12, 19, 59—145
Seebach bei Villach, Granit 43, 173
Seeigel 64
Seelilien 64
Seelilienkalk 14, 47, 65, 118, 128, 132, 133
Seesterne 64
Seidenglimmer siehe Serizit
Seilsäge 118, 122, 128, 134, 165, 173
Seitenberg Marmor 163
Sekull Marmor 162
Selbstschärfung 174
Seravezza 157, 165, 166
Serbien Marmor 163
Serizit 22, 147, 155
Serpentin 17, 19, 115, 118, 142, 143, 146, 147, 150—154
Serpentinbrekzie 58, 150, 154
Siebengebirge Trachyt 57
Siebkurven für Betonzuschlag 170
Siegersdorf Konglomerat 71
Siegtal Grauwacken 88
Silikate 22, 23, 62, 147
Silikose 80
Siliziumkarbid 15, 173
Silur-Flaserkalk 131
Sinnersdorf Konglomerat 73
Sinter 60, 109—112
Sinterung von Zement 169
Sinterungsmittel 22
Siout Kalksinter 111
Sirgwitz Sandstein 86
Sittersdorf Marmor 130
Sizilien
Alabaster 145
Kalksandstein 98
Kalksinter 111
Skandinavien 27
Skyros Marmor 167
Slivenec Marmor 131, 142
Slovakei Traventin 109
Småland Granit 46
Sockelquadern 95
Solagna Kalksinter 111
Solling Sandstein 86
Solnhofener Kalkstein 63, 115, 136, 143
Sommerein
Kalksandstein 95
Konglomerat 70
Sonntagberg Sandstein 85
Soos Konglomerat 70
Sorelzement 170, 175

Soskut Kalksandstein 98
Spaltbarkeit der Minerale 14, 21, 37
Spaltbarkeit der Gesteine 14, 22, 25—27, 30, 37, 40, 67, 146, 147
Spaltausfüllungen 54
Spaltenflächen 23
Spaltformen 14
Spanien
Kalksinter 111
Marmor 132, 142
Spannungen
durch Erwärmung 36, 52, 157
durch Gebirgsbildung 157
Sparta, grüner Porphyr 152
Spat 14
Speckstein 154
Speckwurstgranit 29, 36, 37
Spertentaler Marmor 160, 167
Spessart Sandstein 86
Spezifisches Gewicht 17, 29, 58, 89
Spittal a. d. Drau 160
Spittal a. Phyrn Marmor 128, 132, 140
Spitzen 30
Spitzer Marmor 158
Splügenpaß Porphyroid 149
Spongien 66
Spremberger Syenit 53, 58
Sprengarbeit 27
Sprödigkeit 28, 31, 144
Sprudelstein 61, 105
Stachelhäuter 64, 132
Stadtoldendorfer Marmor (Anhydrit) 145
Stahlbeton 171
Stahlmasse 174
Stahlsand 174
Stainz Plattengneis 155
Stallbauten 105
Statuario 165
Staublungenkrankheit 80
Stein Donaubrücke 38
Steinberger Marmor 137, 141
Steinbruchgeologie 10
Steinbruchuntersuchung 10
Steindruck (Lithographie) 143
Steinkern 64, 103
Steinkitt 144, 175
Steinkohlenzeit Sandstein 87
Steinschnitt 157
Steinwald Granit 39
Stephanswand in St. Margareten 58, 93
Sterzing
Dolomitmarmor 167
Marmor 14, 164
Porphyr, roter (Bozen) 57
Porphyr, schwarzer (Kastelruth) 57
Serpentin, grüner 154
Serpentin, roter 153
Steyr Sandstein 85
Stiche
im Granit 36
im Marmor 117, 148
Stiegenstufen 95, 139, 140, 148
Stinkkalke 63
Stinkmarmor 157
Stockhammer 31
Stoffgewicht 17
Stoßfugen 147
Stotzing Kalksandstein 95
Strandhalden 77
Straßengel bei Graz 103
Straubing Marmor 129
Strechau bei Rottenmann 159
Streckung 25
Strehlen Granit 46
Striato 119
Strich 16
Strié 119
Striegau Granit 46
Strudengau Granit 42
Stubalpe Marmor 158
Stuben Sandstein 80, 86
Stuckgips 172
Südslawien siehe Jugoslawien
Südsteiermark Andesittuff 59
Südtirol
Marmor 14, 117, 131, 144, 156, 163, 164
Porphyr 54, 57
Süßwasserkalk 104
Süttö Marmor 130
Sunk bei Trieben 168
Susa Serpentin 154
Swarow Diorit 50
Syene Hornblendegranit 28, 46, 47
Syenit 19, 20, 47, 56
Syenit (Diorit) Gebharts 33, 48—50
Szorok Sar Schleuse 41

Tabor (Böhmen) Marmor 163
Talk 15, 150, 154
Talklüfte 25
Talkgesteine 154
Tauernbahnbrücken 42
Tauernmoossperre 43
Technische Gesteinskunde 9, 10
Tegernseer Marmor 131
Teigitsch-Kraftwerk 40
Teisendorf Nagelfluh 77
Tektonische Brekzien 77
Ternitz Konglomerat 69, 72, 73, 78
Terrazzo Körnungen 118
Tetschen-Bodenbach Sandstein 87
Teurnia 160
Teutoburger Wald, Sandstein 86
Than Grauwacken 88
Thayastock Granit 43
Thengen Kalksandstein 98

Theresienstein 141
Thermenlinie bei Wien, Konglomerate 70
Thessalien Serpentin 154
Thorwaldsen 165
Thüringen
  Alabaster 145
  Kalktuff 106
  Marmor 131, 137, 141
  Muschelkalk 114
  Rauchwacken 145
  Travertin 108, 109
Thüringerwald
  Arkosen 88
  Granit 46
  Sandstein 86
Thumitz Granit 46
Tiburtinischer Stein 106
Tiefengesteine 18, 19, 21—52
Tiefenverwitterung 27
Tiefquarz 21, 36
Tigersandstein 80
Tigrato 119
Tigré 119
Tinos Ophikalzit 58
Tirol (ohne Südtirol)
  Dolomitmarmor 167
  Granitgneis 43, 148
  Hagauer Marmor 130, 132
  Höttinger Brekzie 77, 78
  Kramsacher Brekzie 130, 132
  Kramsacher Marmor 130
  Krist. Kalkmarmor 160
Titanit (Hartmetall) 173
Tivoli Travertin 106, 109
Tobelbad 76, 103
Töschling Marmor 162
Ton 11, 62
Tonalit Bachern 45
Tonerde-Zement 170
Tongallen 81
Tongerölle 81
Toniger Geruch 63, 144
Tonige Lagen im Kalkstein 143
Toniges Bindemittel 79, 81
Tonminerale 62
Tonschiefer 19, 83, 144, 154, 155
Topas 15
Topfstein 154
Torren bei Golling
  Marmor 133
  Nagelfluh 75
Tortonstufe 103
Toskana Alabaster 145
Tracht 13, 146
Trachyt 19, 56, 57
Trachyttuff 59
Traisental Konglomerat 71
Trajanssäule Rom 165
Transparenz 156
Trass 59
Traun 92
Traunbrücke Ebelsberg 41
  Traun 92
Traun-Ennsplatte Nagelfluh 75
Traunstein (Bayern)
  Marmor 131
  Nagelfluh 77
Trautenau Sandstein 87
Travertin 19, 65, 105—109, 115
Treffen
  Granatamphibolit 55
  Marmor 160
Trento bianco und scuro 136
Treuchtlingen Marmor 136
Triaskalksteine 113, 114, 120—129
Trienter Marmor 117, 131, 136, 144
Triest Karstmarmor 138
Trigonodus-Dolomit 145
Tripel 175
Trogkofelkalk 64, 130
Trojaci Marmor 163
Tropfmarmor Adnet 65, 126, 127
Tropfstein 60, 110
Trümmergesteine 19, 60, 67—98
Tschechoslowakei
  Arkosen 88
  Erbsenstein 105
  Granit 45
  Granitgneis 148
  Grauwacke 88
  Marmor 131, 133, 142, 163
  Sandstein 87
  Travertin 109
Türkenschanze (Wien) 85, 103, 104
Türnitz, schwarzer Marmor 140
Tuffe, vulkanische 19, 58, 59
Tuffstein 20
Tulln Karner 84
Tullnerbach Sandstein 84
Turchino 119
Turmalin 32
Turmalingranit Predazzo 45
Turquin 119
Turquin d'Ossen 137
Turquino (Carrara) 166
Tuxer Marmor 160

Übelbach Granit 43—45
Überrindung von Geröllen 67
Ulmer Müster 87
Ulrichsberg Aragonit 111
Umkristallisation von Sedimenten 66
Umprägung 18, 79, 146, 147
Umprägungsgesteine 19, 88, 146—168
Ungarn
  Kalksandstein 98
  Marmor 130, 141
Uni 116, 119
Unica Marmor 118
Unito 119
Unken bei Lofer Marmor 133
Unstrutgebiet Sandstein 86
Untersberger Marmor 66, 70, 73, 74, 122, 123, 133—136, 151, 153
Unzmarkt 43
Urbano Marmor siehe Adnet
Urdo Marmor 142
Urfahr bei Linz a. D. 39, 40
Urgestein 146
Uthammar Granit 46

Valencia Marmor 132
Vånevikgranit 21, 25, 34, 46
Varberg Altgrün 149
Varenna Marmor 142
Veiné 119
Veitlbruch (Untersberg) 133, 134
Venato 119
Venčac Marmor 163
Venedig
  Karstmarmore 138
  Porphyrarbeiten 58
Verdâtre 119
Verde 119
Verde antico (Serpentin von Tinos) 154
Verde del Mare 154
Verde di Carinzia 152
Verde di Genova 154
Verde di Polceverra 154
Verde di Siena 143
Vererzung 35
Verfärbung 81
Verfaltung von Gesteinen 147, 157, 165
Verkittung 89, 90
Verlängerter Mörtel 172
Veroneser Marmor 117, 131, 136, 144
Verrucano (Grödener Konglomerat) 69, 82
Versetzung, lagerhafte 32, 67, 81, 118
Versteinerungen (Hartteile) 12, 60, 64, 79, 89, 137
Vert 119
Vert des Alpes 152
Vert d'Estours 166
Vert Gastein 152
Vert moderne 142
Vert moulins 142
Verwitterung 10, 11, 81
Verwitterungsformen 27
Verzahnung 31
Vigauner Findlinge (Adnet) 127
Villach Granit 43
Villach Stadt
  Brücken 43, 164
  Ceres-, Gasser-, Schiller-Denkmal 162
  Dreifaltigkeitssäule 160
  Grabsteine 160, 162
  Hauptbahnhof 124, 126
  Jakobskirche 165
  Koschat-Denkmal 160
  Millesi-Schloß 162
  Mörtenegg-Schloß 162
  Paracelsus-Relief 165
  Perau-Kirche 162
  Römersteine 160
  Schieferplatten 155
  Wetterhäuschen 164
  Zentralfriedhof 39
Vincural 140
Vinica Kalksandstein 98
Vintschgau Marmor 163, 164
Vinza Nagelfluh 72
Virbo Granit 46
Vitez-Marmor (Gostivar) 163
Vivo 119
Völkermarkt
  Kalktuff 106
  Konglomerat 68
Vogelsberg Basalt 58
Vogtland Schiefer 125
Voltzien-Sandstein 80
Vorarlberg
  Konglomerat 73
  Sandstein 83, 85
Vordernberg Marmor 130
Vorsatzbeton 171
Vulkanische Gesteine 18, 54—60
Vulkantuffe 19, 54, 58—60

Wachauer Marmor 158
Wachstum der Minerale 11—13
Wackenbach Grauwacken 88
Wärmeleitung 105
Wärmewechsel bei Marmor 164
Waidbruck Porphyr 57
Waidhofen a. Ybbs
  Marmor 128
  Sandstein 85
Waldenburg Grauwacken 88
Waldviertel (N.-Ö.)
  Granit 36—43
  Marmor 141, 157, 158
Wallenfels Marmor 137
Wallsee Kristallsandstein 85
Walzen von Gesteinen 18
Wartha Grauwacken 88
Warthau Sandstein 80, 94
Wasseraufnahme 28, 29
Wassergehalt 28, 29
Wasserglas 175
Wassergspreng Gosausandstein 82
Wasserkraftwerke 36, 40—43
Wasseröffer 28, 30

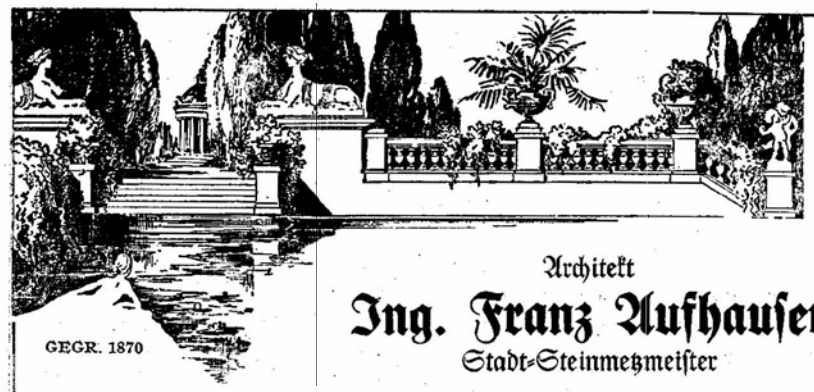
Wattens Tirol 173
Weckelsdorf Sandstein 87
Weichgesteine 20, 29, 174
Wehrbauten (Wasserkraft) 36, 40—43
Weibern Tuff 59
Weidenberg Grauwacken 88
Weilburg Marmor 131
Weimar Travertin 109
Weinsberger Granit 36, 37
Weiße Granite 32,40
Weiße Nagelfluh 75
Weiße Zemente 170
Weißenburg Marmor 136
Weißenstein bei Gloggnitz Brekzie 78
Wellenfurchen 60
Wels 40, 41
Wenersee 52
Werfener Sandstein 82, 83
Wernigerode Rogenstein 103
Wernstein bei Schärding Flasergranit 41
Wertheim Kaufhaus in Berlin 114
Weser Sandstein 86
Westbahnstrecke Sandsteinvorkommen 83
Westfalen
Grünsandstein 86
Marmor 137, 141
Wetterau Arkose 88
Wetterbeständigkeit 9, 34, 133, 143, 164, 165
Wetternsee 52
Wettersteinkalk 128, 133
Wetzstein 80, 83
Weyregg Sandstein 85
Widia Hartmetall 173
Wiederaufschmelzung 23
Wielemanns-Marmor 127
Wien, I.,
Akademie der bildenden Künste 100, 102, 136
Akadem. Gymnasium 39, 93
Albrechtsrampe 135
Am Hof Kirche 104
Amtshaus des Neuen Rathauses 71
Augustinerkirche 165
Börse (alte und neue) 41, 95, 102
Brunnen 39, 46, 100, 164, 165
Burgtheater 100, 111, 112, 140, 153, 166
Burgtor 39, 41, 100
Creditanstalt-Bankverein 140
Filiale Am Hof 102
„ Babenbergerstraße 73
„ Kärntnerstraße 49
„ Renngasse 95
Denkmäler
Abraham a Sancta Clara 135
Erzherzog Albrecht 50
Alt 164
Amerling 165
Anastasius Grün 164
Beethoven 57
Billroth 135
Bruckner 164
Erzherzog Carl 135
Coch 164
Deutschmeister 50
Donauweibchen 165
Donner 46
Prinz Eugen 35
Kaiser Franz 23, 35, 38, 39
Girardi 135
Goethe 23, 47
Grillparzer 164
Haydn 135, 165
Kaiser Josef 39
Krieger-Denkmal Universität 128
Labor 164
Lenau 164
Lueger 135
Mach 46, 64
Makart 164
Maria Theresia 39, 154
Mozart 164
Popper-Lynkeus 164
Pestsäule Graben 135
Radetzky 46
Republik 42
Schiller 39, 46
Schindler 164
Schubert 165
Schwarzenberg 135
Schwind 135
Stifter 135
Strauß-Lanner 140
Johann Strauß 164
Vermählungssäule Hoher Markt 135
Waldmüller 164
Zelinka 46, 57
Donaukanalbrücken 37
Equitable-Palais 43, 49
Eskomptegesellschaft Am Hof 102
Handelskammer 135
Hofburg 84, 90, 93, 95, 104, 140
Hofburgkapelle 104
Hofmuseen 39, 45, 46, 97, 128, 142, 153, 160, 164, 165
Hotel Bristol 128, 137
Hotel Habsburg 37
Hotel Sacher 24
Jesuitenkirche 93
Justizpalast 45, 93, 100, 102, 135, 136, 140, 164
Kapuzinerkirche 71
Kriegsministerium 97
Künstlerhaus 128, 164
Linde Restaurant 39
Loos-Haus 166, 167
Maria Stiegen-Kirche 71, 104
Michaelerkirche 41, 59, 104
Michaelerplatz, Brunnen 164
Minoritenkirche 71, 93, 104, 165
Musikverein 100
Niederösterr. Eskomptegesellschaft 160
Österr. Museum für Kunst und Industrie 39, 100, 136
Parlament 41, 124, 126, 135, 164, 166
Peterskirche 93, 164
Postsparkasse 45, 164
Rathaus 41, 93, 98, 100, 102, 136, 140, 165
Salztorbrücke 27
Schottenkirche 71
Staatsoper 93, 115, 135, 165
Stadtbahn 27
Stephansdom 71, 84, 93, 95, 97, 103, 104, 115, 124, 127, 128, 130, 135, 143, 168
Steyrerhof 115
Steyrwerke 115
Sühnhaus 93
Universität 39, 102, 128, 160
Zacherlhaus 49
Wien, II.,
Donaustadt Kirche 93
Frucht- und Mehlbörse 95
Jubiläumskirche 41
Leopoldskirche 128
Nordbahnhof 39
Tegetthoff-Denkmal 39, 45, 164
Wien, III.,
Belvedere 126
Hochstrahlbrunnen 45
Industriehaus 95
St. Othmar-Kirche 93
Rothschild-Palais 102
Rudolfsspital 95
Russische Kirche 102
Staatsdruckerei 38
Verschiedene Palais 95
Wien, IV.,
Bärenmühle 73
Brunnen Resselpark 45
Creditanstalt Suttnerplatz 49
Francini-Haus 128, 129
Karlskirche 38, 39, 105, 126, 127, 141
Ravag 149
Technische Hochschule 95
Wien, VI.,
Gumpendorfer Pfarrkirche 128
Josefskirche 120
Wien, VII.,
Lazaristenkirche 93
Messepalast 128, 137
Wien, VIII.,
Auersperg-Sanatorium 71
Breitenfelder Kirche 93
Öst. Sparkasse Alserstraße 71
Wien, IX.,
Anatomie 135
Nationalbank 45, 94. 95
Schubertbrunnen 71, 102
Votivkirche 100, 102, 111, 140, 164
Wien, X.,
Amalienbad 71
Antoniuskirche 93
Gemeindebau Gudrunstraße 42
Hochbehälter Laaerberg 37
Ostbahnhof 95
Südbahnhof 95
Wien, XI.,
Schloß Altkettenhof 136
Gaswerke 37
Zentralfriedhof 38, 97, 102
Wien, XII.,
Herz Jesu-Kirche 128
Hochbehälter Rosenhügel 37
Rosenkranz-Kirche
Wien, XIII.,
Hermesvilla 102, 104
Hofpavillon Hietzing 111
Park Schönbrunn 164
Wien, XIV.,
Breitensee Hochbehälter 37
Breitensee Kirche 45
Rudolfsheim Pfarrkirche 102
Technisches Museum 45
Wien, XV.,
Calasantiner-Kirche 73
Fünfhauser Kirche 93
Westbahnhof 95
Wien, XVI.,
Alt-Ottakringer Kirche 84
Ottakringer Pfarrkirche 93
Steinhofkirche 84
Weltspiegelkino 158
Wien, XVII.,
Dornbacher Pfarrkirche 84
Redemptoristen-Kirche 93
Wien, XVIII.,
Gersthofer Kirche 93
Weinhauser Kirche 93
Wien, XIX.,
Döblinger Kirche 84
Grinzinger Kirche 93
Hochschule für Bodenkultur 45

Höhenstraße 71
Kahlenberghotel 71
Karmeliterkirche 93
Martinskirche 93
Nußdorfer Schleuse 37
Sieveringer Kirche 93
Wien, XX.,
Allerheiligenkirche 128
Brigittakirche 93
Wien, Allgemeines
Donaubrücken 37, 45
Donauregulierung 84
I. Hochquellenleitung 71, 73
II. Hochquellenleitung 84
Lindabrunner Konglomerat 71
Muschelkalkfassaden 115
Pflaster 39, 84
Serpentinarbeiten 152
Stadtbahnstationen 37, 43, 45, 84
Vorortelinie 84
Wienflußregulierung 84
Wien-Dornbach Sandstein 84
Wien-Grinzing Sandstein 84
Wien-Nußdorf Leithakalk 100
Wien-Sievering Sandstein 84
Wiener Becken Konglomerate 70
Wiener-Neustadt
Georgskirche 71
Eleonorengrabstein 128
Wiener Sandstein 62, 79, 80, 81, 83, 84
Wienerweiß 102
Wieselburg a. Erlauf, Porphyrit („Syenit") 47, 53
Wildegg bei Heiligenkreuz, Marmor 128
Wildenschwert Sandstein 87
Wildensteiner Marmor 128
Wildon Algenkalk 103, 133
Willendorfer Marmor 133
Windegg Granit 38
Winden Kalksandstein 95
Windhag Granit 38
Winklern Granatamphibolit 148
Wirbelau Marmor 65, 117, 137
Wöllersdorf
Konglomerat 70
Leithakalk 91, 99, 100
Wolfsberg Marmor 161
Wolhynien Labradorit 16
Wollanig Marmor 160
Wollsackverwitterung 27
Wünschelburg Sandstein 86
Württemberg
Kalktuff 106
Muschelkalk 114
Travertin 107, 109
Würzburg
Muschelkalk 114
Schaumkalk 104
Wunsiedel
Diorit 50
Dolomitmarmor 167
Marmor 162

Ybbsitz Marmor 137

Zähigkeit 31
Zeichnung der Marmore 117
Zeindler Stein (Kalksandstein) 95
Zellerndorf Granit 43
Zentralgneis 43
Zentralgranit 43
Zersatz 27
Zersetzbarkeit von Mineralien 17
Zement 18, 143, 169—171
Zementbazillus 172
Zementkalk 169
Zementklinker 169
Zementmörtel 170
Zentralgneis 148
Zerriebene Leithakalke 89, 99
Zillertaler Alpen Serpentin 154
Zillertal Marmor 160
Zinnasche 175
Zöblitz Serpentin 153
Zobten Serpentin 153
Zogelsdorf Kalksandstein 80, 89—92
Zolla 139
Zuckerkörniger Marmor 155
Zuschlagstoff zu Zement 170
Zwettl (N.-Ö.) 38
Zwilling 13
Zwölfaxing Flugplatz 71

Bibliothek d. Techn. Hochschule Wien



Architekt
Ing. Franz Aufhauser
Stadt-Steinmetzmeister

STEINBAUTEN — KIRCHEN — PORTALE — STUFEN — DENKMALE — GRÜFTE IN ALLEN GESTEINSARTEN — GRABKAMMERN — ÜBERSÄRGE — ALLE RENOVIERUNGEN EIGENE STEINBRÜCHE — MASCHINELLE EINRICHTUNG — KUNSTSTEINBETRIEBE

Zentrale: Wien XII/87, Hetzendorf, Hervicusg. 3-7 (bei Hetzendorferstr. 107) R 38 4 49
Denkmalabteilung: XII/82, Meidling (an der Philadelphiabrücke), Haidackergasse 1 – R 31 2 78
Bauabteilung (Sägerei und Schleiferei): Wien XXV, Atzgersdorf, Gatteredergasse – Bahnstraße
Steinbrüche: Bad Fischau an der Schneebergbahn – Brunn am Steinfeld bei Wr.-Neustadt

GEGR. 1886

Marmor- u. Steinmetzwerkstätten
ORESTE BASTRERI

Inh. ING. R. SALLINGER
STADTBAUMEISTER UND STEINMETZMEISTER
WIEN V, NIKOLSDORFERGASSE 35—41
B-28-2-74

Ausführung aller Marmorarbeiten wie Portale, Wandverkleidungen, Bodenbelag und Kamine sowie Bauarbeiten in allen Natursteinarten