

# Wassergeborene Steine : die gesteinsbildenden Karbonate und ihre Entstehung

Autor(en): **Goigner, Franz**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Prisma : illustrierte Monatsschrift für Natur, Forschung und Technik**

Band (Jahr): **8 (1953)**

Heft 3

PDF erstellt am: **06.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-653805>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# WASSERGEBORENE STEINE

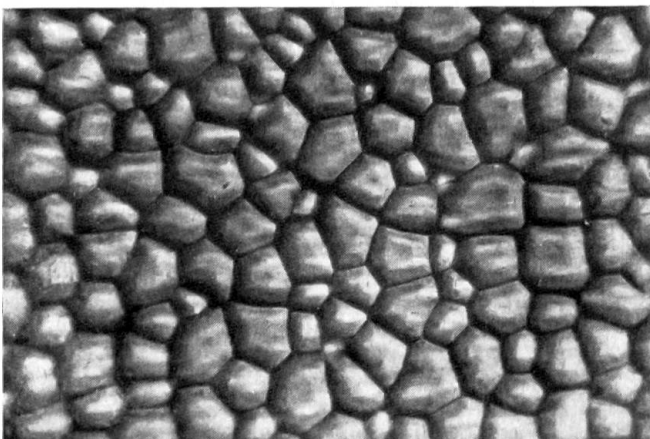
Die gesteinsbildenden Karbonate und ihre Entstehung

Von Dr. Franz Goigner

DK 552.54:551.351

Die Minerale Kalkspat und Dolomit sind Bestandteile weitverbreiteter Gesteine. Nicht nur daß Kalkspat in Form des dichten Kalksteines, allein oder mit Dolomit vereinigt, Gebirge aufbaut, er findet sich auch sonst — ebenso wie Dolomit — als Hohlräumeausfüllung überall vor. Die anderen wasserfreien Karbonate (Salze der Kohlensäure), wie Magnesit, Eisenspat, Zinkspat, Cerussit, Witherit und Strontianit spielen als Gesteinsbestandteile kaum eine Rolle, doch treten die zwei erstgenannten oft in mächtigen Lagerstätten auf.

Gebirgsaufbauender Kalkstein entsteht vornehmlich durch die Tätigkeit kleiner Meeresorganismen, wie Korallen, Kalkalgen, Mollusken, Foraminiferen und anderer niederer Organismen. Im sogenannten Süßwasser gibt es in Form der Characeen (Armeleuchteralgen) ein sehr verkleinertes Abbild für diese Vorgänge. Die Organismen, z. B. die Korallen, bauen mächtige Stöcke aus kohlenurem Kalk auf oder sie lagern Kalk in ihrem Körper ab, wie es die Gruppe der Kalkalgen, Stachelhäuter und Schwämme tut. Schnecken, Muscheln, Würmer und die winzigen Foraminiferen wieder formen aus diesem Material Gehäuse. All dieser Kalk geht nach dem Tod der Wesen nicht verloren, er lagert sich vielmehr im Meer unablässig ab und bildet im Laufe langer Zeitepochen ungeheure Massen „organogenen“ Kalkes. Dieses Material aber steigt dann, Bewegungen der Erdkruste folgend, als Gebirge empor, wobei gewaltige Vorgänge die Erdoberfläche umgestalten.



Obgleich dieser dichte zumeist mit Ton und Eisenhydroxyden vermengte Kalkstein ein unscheinbares graues, gelbliches oder rötliches Aussehen hat, besteht er aus feinsten Kriställchen des Mineralen Kalkspat (Kalzit). Er ist somit kristallin.

Kalzit bildet sich aber auch in sehr bescheidenem Maße dadurch, daß kalkführende Wässer in die Spalten bereits vorhandener Gesteine eindringen und dort Kalkspat absetzen oder aber er entsteht in sehr geringem Umfang durch Umwandlung kalkhaltiger Minerale, z. B. basischer Feldspate. Das Vorkommen von Kalkspat im Magma als unmittelbare Ausscheidung stellt eine ganz besondere Ausnahme dar, die lange Zeit als unmöglich galt. Es war eine Überraschung, als es dem norwegischen Forscher Broegger nachzuweisen gelang, daß ein körniger Kalkstein in Südnorwegen, den man in einem tiefegelegenen vulkanischen Gang entdeckte, nicht — wie man anfangs glaubte — durch Annäherung an einem heißen Gesteinsherd entstanden sei, sondern aus dem Magma selbst ausgeschieden worden war. Nur ein ganz ungewöhnlich hoher Kalkgehalt des Schmelzflusses konnte diese primäre Bildung ermöglicht haben, und das Gestein wurde Karbonatit genannt. Ganz allgemein aber wird ein Magma, das auf Kalkstein stößt, diesen aufnehmen, dünnflüssiger werden und die Entstehung kalkhaltiger Mineralien begünstigen. Das Magma wird den Kalkstein, der hauptsächlich aus Kohlensäure und Kalzium besteht, zerlegen, erstere den vulkanischen Gasen zugesellen, letzteres in das Kristallgitter sich bildender Minerale eingliedern. Dadurch entsteht kalkhaltiger Augit, Kalkfeldspat, wohl auch Titanit und Melilith usw.

Sehen wir von den organogenen Kalkbildungen ab, so wird eine Hauptmasse des sich bildenden Kalkspates durch Niederschlag erfolgen. Hierzu ist zu bemerken, daß Kalkspat,

Abb. 1. Aragonitprismen, quer, aus der Schale der Flußmuschel. (Vergrößerung zirka 300fach)

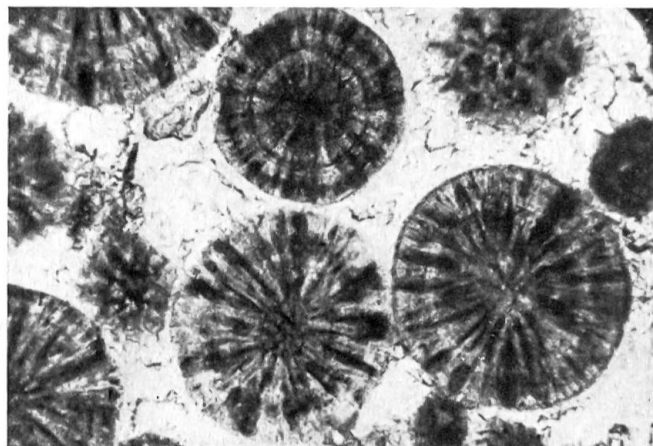
(Alle Abbildungen nach Mikraufnahmen des Verfassers)

Abb. 2. Oolithe, hier Aragonitgebilde mit radial-faserig und konzentrisch-schaligem Bau, aus einem sogenannten Rogenstein. (Vergrößerung 80fach)

die trigonale Kristallform des Kalziumkarbonats zumeist bei gewöhnlicher Temperatur, Aragonit aber, seine rhombische Trachtbildung, erst bei einer Temperatur von über 30° C sich niederschlägt. Man hat die seltsame Naturerscheinung, daß gleiche chemische Verbindungen in ungleicher Tracht kristallisieren können, Polymorphismus genannt. (Von Mitscherlich 1821 entdeckt.) Eigentlich gibt es noch zwei weitere Modifikationen des Kalziumkarbonats, nämlich ein kolloides, das aus der wäßrigen Lösung zuerst ausgeschieden wird und schnell in die zweite Form übergeht, den Vaterit. Dieser ist ebenfalls nur von kurzem Bestand und erst aus ihm geht — wie Laboratoriumsversuche zeigen — der stabile Kalzit oder der metastabile Aragonit hervor.

Die Frage, welchen Umständen man die trigonale oder die rhombische Kristallform des kohlensauren Kalks zuzuschreiben hat, ist nicht einheitlich beantwortet. Einerseits will man die Ursache allein in der Höhe der Temperatur und dem Grad der Konzentration der Lösung erkennen. So konnte Rose Aragonitkristalle (somit die rhombische Form!) dadurch gewinnen, daß er eine heiße Lösung von Chlor-kalzium mit einer Lösung von kohlensaurem Ammonium vereinigte. Die Mischung bei gewöhnlicher Temperatur aber ergab Kalkspat. Andererseits entsteht Aragonit in Form der bekannten Eisenblüte auf kaltem Weg. Es scheint somit, daß bei der Bildung des Aragonits in freier Natur mancherlei Umstände obwalten müssen. Die Paramorphose von Kalzit nach Aragonit ist bis heute einwandfrei nicht gelöst. Bei 400° C geht aber jeder Aragonit in Kalkspat über.

Kalzit und Aragonit wechseln in ihrem Vorkommen einander ab. Dort, wo es sich um Niederschläge kohlensauren Kalkes aus Thermen handelt, wird man es stets mit Aragonit zu tun haben. So sind die bekannten Sprudel- und Erbsensteine aus dem Karlsbader Sprudel Ara-



gonitgebilde. Hohlräume in basaltischen Gesteinen werden oft postvulkanisch von kohlensaurem Kalk ausgefüllt. Wieder gilt die Regel: hat der Niederschlag aus heißer Lösung stattgefunden, so bestehen diese „Mandeln“ aus Aragonit; kalte Lösungen liefern aber auch hier Kalzit.

Das Interessante an all diesen Aragonitformen aber ist, daß sie unbeständig sind; sie lagern sich allmählich zu Kalkspat um. Allerdings bedarf es hierzu längerer Zeiträume. Es scheint so, als ob die Natur die Entstehung des metastabilen Aragonits durch eine nachträgliche Umbildung zu Kalzit wieder ausgleichen wollte, und würde die Umbildungszeit eine kürzere sein, so wäre wohl schon aller Aragonit verschwunden — wenn nicht Aragonit wieder andersartig erstände. Die Produzenten sind diesmal Mollusken, und zwar Muscheln, die ihre Schalen aus Aragonit aufbauen, der nach dem Tode der Tiere erhalten bleibt. Jedes Schalenpaar einer Muschel baut sich aus einer harten Schicht oder deren zwei auf, wobei das Material gleich oder verschieden sein kann. Nur eine Schicht (Kalzit) weisen die Schalen der Austern und Pecten auf. Bei der Flußperlmuschel und anderen Meeresmuscheln besteht sowohl die Innenschicht (Perlmutterlage) als auch die Mittelschicht (Prismenlage) aus

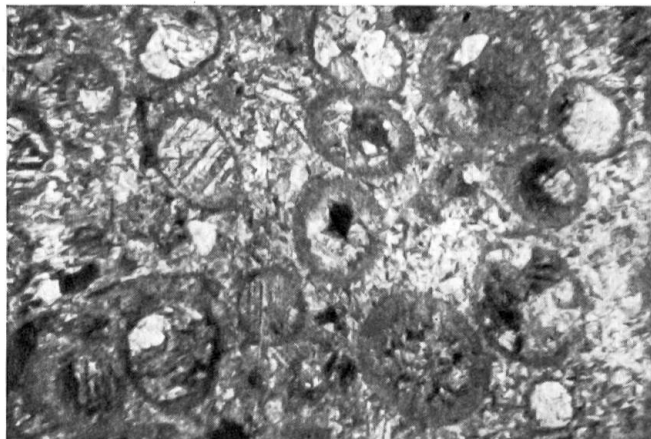


Abb. 3. Pseudo-Oolithe. Der feinfaserige Bau aus Aragonit ist durch Umkristallisation einem grobkörnigen Mosaik aus Kalzit gewichen. (Vergrößerung zirka 80fach, pol. Licht)



Abb. 4. Nummulit, aus feinfaserigem Kalzit bestehend. Aus einem Nummulitenkalk des Frühtertiärs. (Vergrößerung 80fach, pol. Licht)

Aragonit (Abb. 1). Die Außenschicht (Cuticula) aller Muscheln zeigt organische Substanz und ist weich. Daß nun manche Muschelarten, z. B. die Seeperlmuschel, die Prismenlage nicht aus Aragonit sondern aus Kalzit formen, ist wiederum höchst merkwürdig. Vielleicht kann das dadurch erklärt werden, daß das Sekret, das zum Aufbau der Schalen dient, sich aus physiologischen Ursachen plötzlich ändert.

Die allmähliche Umbildung des Aragonits zu Kalzit kann man in den sogenannten oolithischen Kalksteinen stufenweise verfolgen. Oolithe sind kleine, kugelige Gebilde, die dadurch entstehen, daß sich kohlenaurer Kalk um ein Gesteinsplitterchen schalenartig anlagert. Überprüft man nun verschiedene oolithische Kalksteine unter dem Mikroskop, so bemerkt man einen gewissen Unterschied im Aufbau der Oolithe. Hier bestehen sie aus feinstrahligen, konzentrischen Schichten (Abb. 2), dort sind sie aus groben Körnern zusammengesetzt (Abb. 3). Die Annahme, daß erstere aus Aragonit, letztere aus Kalzit bestehen, ist durch die für beide Minerale bezeichnende Ausbildungsform gegeben. Es gibt aber auch Fälle, wo Kalzit feinstrahligen Aufbau annimmt. So wird man z. B. bei Beurteilung des Materials fossiler Foraminiferen (Nummuliten) gern dazu bewogen, die Schalen dieser Rhizopoden als aus Aragonit bestehend anzunehmen, da sie aus feinfaserigen Kristallaggregaten zusammengesetzt sind (Abb. 4). Dennoch bestehen sie aus Kalzit. Die Umwandlung von Aragonit zu Kalzit (Paramorphose) ist eine in

der Natur allgemein vorkommende Erscheinung. Durch sie findet eine Umlagerung der den Kristall aufbauenden Atome statt. Hierbei kann die Tracht unverändert erhalten bleiben. So kennt man Aragonitsäulen, die äußerlich die rhombische bzw. pseudohexagonale Kristallform des Aragonits besitzen, innerlich aber in ein Mosaik kleiner Kalzitkristalle verwandelt sind. Aber Aragonit kann auch noch auf andere Weise täuschen. Er kettet mehrere Kristallindividuen seiner Klasse zu Zwillingen, Drillingen zusammen und täuscht dadurch ein Kristallgebilde anderer Minerale vor, nämlich das höherwertige, da mehr Symmetrieelemente aufweisende, sechsseitige Prisma. Dennoch bleibt das Ganze doch nur eine Nachahmung, eine Mimesis. Sie blendet das flüchtig betrachtende Auge, nicht aber das exakte Winkelmaß, das den für das echte hexagonale Prisma zukommenden Winkel von  $120^{\circ}$  nicht aufbringt. So kann man diese Erscheinung auch als eine Mimikry (im weiteren Sinne) in der Mineralwelt bezeichnen.

Dichter Kalkstein und Dolomitgestein sehen einander sehr ähnlich, doch ist dem letzteren eine gewisse Sprödigkeit eigen, die in scharfen Kanten zum Ausdruck kommt. Dolomit kann dadurch nachgewiesen werden, daß die bekannte Probe mit kalter Salzsäure negativ verläuft. Ist er aber mit Kalkspat vermennt, was sehr oft vorkommt, so besagt diese Probe nichts. Liegt ein einzelner größerer Kristall vor, so kann aus der durch Ätzen erlangten Figur auf der Kristallfläche die niedersymmetrische Klasse und damit Dolomit festgestellt werden. Da Dolomit eine Doppelverbindung ist, nämlich

Abb. 5. Dolomitspat in charakteristischer Rhomboederform, die stets markante Spaltbarkeit und fast nie Zwillinglamellen aufweist. Hohlräumeausfüllung in einem phyllitischen Tonschiefer aus dem Dachsteingebiet. (Vergrößerung zirka 300fach)

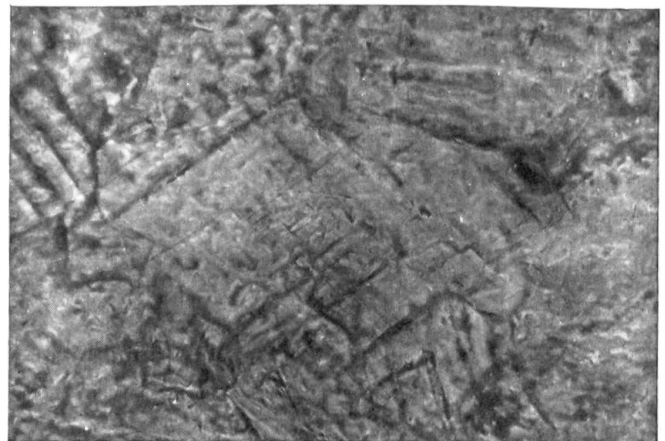
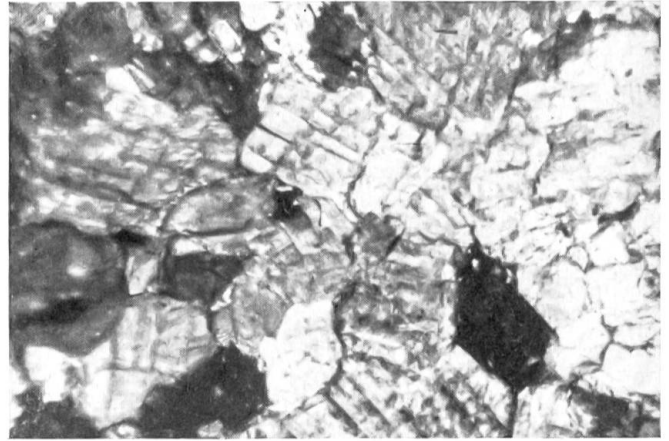
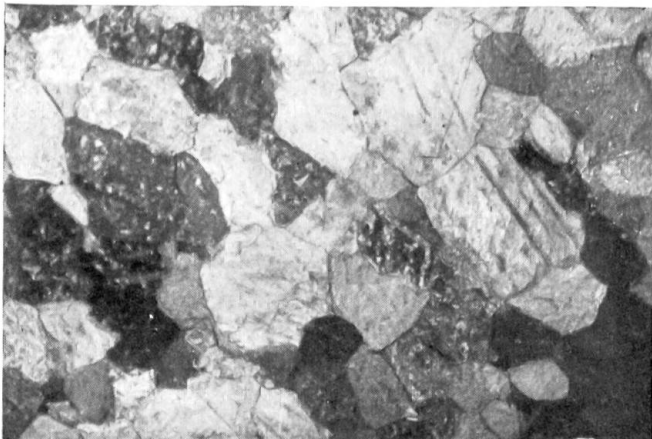


Abb. 7. Die hohe Lichtbrechung der Kristalle dieses feinkörnigen Magnesits zeigt sich durch das kräftige Relief. Diese Eigenschaft und das stete Fehlen von Zwillinglamellen unterscheiden ihn vom Kalzit, mit dessen Kristallform er fast übereinstimmt. (Vergrößerung 300fach, pol. Licht)



Kalzium- und Magnesiumkarbonat, so kann das Magnesium mikrochemisch nachgewiesen werden. Immerhin aber kann die Überprüfung eines Dünnschliffes unter dem Mikroskop auch manches aussagen. Dolomitgestein wird niemals so feinstkristallin wie es dichter Kalkstein ist. Das gibt sich schon durch ein besser unterscheidbares Kristallgefüge kund. Hier wird es nun gelingen, gutumgrenzte Rhomboederformen festzustellen, die für Dolomitspat geradezu charakteristisch sind (Abb. 5). Ihnen fehlen helle Streifen, die sogenannten Gleitlamellen, die Kalzit fast stets besitzt und die der Ausdruck einer Plastizität sind, die dem Dolomitspat nicht zukommt. Infolge seiner spröderen Eigenart neigt er zu kataklastischer Beschaffenheit (feinst zertrümmert), sobald das Gestein tektonisch beansprucht wird. Kalzitmarmor aber entgeht gern der Zertrümmerung dadurch, daß er in dem ihm zusammensetzenden Kalkspatkristallen eine atomistische Verschiebung vornimmt, die eben in den erwähnten Gleitlamellen (es sind Zwillingbildungen) sichtbaren Ausdruck findet (Abb. 6).

Wie Kalzit, so setzt sich auch Dolomitspat aus zirkulierenden Wässern in den Hohlräumen der Gesteine ab. Imprägnationen von Gesteinen werden aber durch Dolomitlösungen niemals in dem Maße vorkommen, wie sie bei Kalzit häufig eintreten (Kalzitisierung). Die Entstehung des Dolomits (Name nach dem französischen Mineralogen Dolomieu) als gebirgsaufbauendes Gestein ist bis heute noch nicht widerspruchlos geklärt. Die Annahme, daß Dolomit dadurch entstände, daß Kalkstein durch Wässer, die mit



Magnesiumsalzen beladen sind, allmählich in Dolomit umgewandelt werde, hat zur Erklärung aller Erscheinungen nicht ausgereicht. Am wahrscheinlichsten scheint jene Auffassung zu sein, die darauf verweist, daß Kalkalgen bis 10%, Korallen bis 20% Magnesiumkarbonat in ihren Kalkerzeugnissen einbauen. Wird nun aus den mächtigen Ablagerungen dieser Lebewesen der noch vorhandene kohlen saure Kalk verdrängt oder unter Einfluß von zersetzenden Ammoniumverbindungen und Magnesiumlösungen unter gelindem Druck über ein Zwischenglied (Klementsche oder Lincksches Salz) unmittelbar in Dolomit übergeführt, so entsteht ein immer mehr dolomitierter Kalkstein und endlich wohl allein Dolomit, ein Doppelsalz, das ungefähr aus 54% Kalzium- und 46% Magnesiumkarbonat besteht. Trotzdem über die Entstehung des Dolomits in der Natur noch nicht volle Klarheit herrscht, ist die Herstellung künstlichen Dolomits bereits gelungen.

Im **M a g n e s i t**, der Magnesiumkarbonat ist, findet sich **k e i n** Kalzium vor. Er kommt entweder als Umwandlungsprodukt des Olivins in dem aus Olivinfelsen hervorgegangenen Serpentinegestein vor und heißt dann dichter Magnesit (fälschlich Gelmagnesit), wie er z. B. in Kraubat (Steiermark) angetroffen wird oder aber er entsteht durch die kräftige und andauernde Einwirkung magnesiumhaltiger Wässer auf Kalkstein, die letzteren über ein Zwischensalz hinweg in Spatmagnesit verwandeln. Dieser Spatmagnesit gibt sich als fein- bis grobkörniges

Abb. 6. Kalzitkörner aus einem feinkörnigen Marmor. Man beachte die Zwillinglamellen in einigen der Kalzitkörner. Die einzelnen Kalzitkristalle zeigen allerdings fremde Kristalltracht, da die Umkristallisation zum kristallinen Schiefer eingesetzt hat. (Vergrößerung 100fach, pol. Licht)

Gesteins- bildendes Karbonat	Chem. Formel	Kristall- system	Härte	Spezifisch. Gewicht	Spaltbar nach	Pol.Kt. der Rhom- boeder	Probe mit Salzsäure kalt	in Kobalt- lösung gekocht	im Dünnschliff	
									Licht- brechung	Aussehen
Kalzit	CaCO <sub>3</sub>	trigonal	3	2,6–2,8 schwimmt auf Bromoform	(10 $\bar{1}1$ )	105°	+	erst nach 10 Min. rosa	$\alpha$ 1,48 $\gamma$ 1,65	zumeist unregel- mäßige Umgrenzung der Kristalle fast stets Zwillingslamellen
Aragonit	CaCO <sub>3</sub>	rhombisch und pseudo- hexagonal	3½–4	2,9–3 sinkt unter in Bromoform	undeutl.	—	+	schnell violett	$\alpha$ 1,53 $\gamma$ 1,68	stengelig oder feinstrahlig
Dolomit	CaCO <sub>3</sub> MgCO <sub>3</sub>	trigonal	3½–4	2,88–2,9	(10 $\bar{1}1$ )	106°	—	—	$\alpha$ 1,50 $\gamma$ 1,68	körnig, fast stets Rhomboider, selten Zwillings- lamellen
Magnesit	MgCO <sub>3</sub>	trigonal	3½–4½	3–3,1	(10 $\bar{1}1$ )	107°	—	bald fleischrot	$\alpha$ 1,51 $\gamma$ 1,71	zumeist unregel- mäßige Umgrenzung der Kristalle, niemals Zwillingslamellen
Siderit	FeCO <sub>3</sub>	trigonal	3½–4½	3,7–3,9	(10 $\bar{1}1$ )	107°	—	—	$\alpha$ 1,63 $\gamma$ 1,87	Zwillingslamellen

Kristallgefüge zu erkennen (Abb. 7), und ist die grobkristalline Ausbildung von Tonschiefermassen durchzogen, so nennt man ihn Pinolit, ein hübsches Dekorationsgestein, wenn er nicht zu weich wäre. Glasklare Rhomboeder (Magnesit-spat) sehen jenen des Dolomit- oder Kalkspates ähnlich und kommen in Talk- oder Chloritschiefer vor. Spatmagnesit findet sich in den Ostalpen an vielen Stellen, die fast sämtlich einer alten Formation (Grauwacke) angehören, so am Semmering, bei Veitsch und im Zillertal. Er stellt einen wertvollen Bodenschatz dar. Gebrannt verliert der Magnesit die Kohlensäure und zerfällt in ein Pulver, das zu feuerfesten Platten, Röhren usw. gepreßt wird. Voraussetzung für diese Verwendung ist aber, daß der Magnesit eisenfrei oder eisenarm ist. Dies trifft beim dichten Magnesit zu und darum ist er sehr geschätzt. Spatmagnesit enthält gewöhnlich Eisen. Die Technik aber hat sich gerade diesen Umstand zunutze gemacht; sie fügt dem Sintermagnesit Chrom hinzu und erhält so ein Material, das zu Ziegeln usw. geformt, höchste Feuerbeständigkeit gewährleistet, da der Schmelzpunkt höher als bei Platin liegt. Heute verwendet man Magnesit auch zur Gewinnung des reinen Leichtmetalles Magnesium.

Der Eisengehalt des Magnesits zeigt sich durch gelbe Farbe an. Tatsächlich steht er mit Eisenspat oder Siderit, dem Eisenkarbonat, durch eine Reihe von Übergängen (isomorphe Mischungsreihe) in Verbindung. Sie leitet vom bräunlichen Magnesit über Breunerit zu Eisenspat. In ihm ist nun das Magnesium durch

Eisen vollständig verdrängt. Dieser Austausch ist dadurch ermöglicht, daß die Magnesium- und Eisenjone fast gleiche Größe besitzen und Jone mit gleichem Radius sich gegenseitig ersetzen können. Auch Dolomit zeigt im Ankerit einen Übergang zu Eisenspat. Letzterer kommt in dichter, körniger Art vor, wobei das Aussehen der Kristalle oft sehr charakteristisch wird: die Rhomboeder zeigen eine deutliche Krümmung, die man sattelförmig nennt. Reiner Eisenspat hat erbsengelbe Farbe. Ist er jedoch dunkelbraun, dann liegt ein unliebsamer Oxydationsvorgang vor; das Eisen ist nämlich verrostet und unter Wasseraufnahme entstand Brauneisenstein. Hierbei bleibt die Kristalltracht des Eisenspates erhalten, chemisch jedoch ist er zu Brauneisenstein (Limonit) geworden. Derartige Umwandlungen, die man mit den Namen „Pseudomorphosen“ belegt hat, finden sich in der Mineralwelt nicht selten vor.

Spat eisenstein und Brauneisenstein sind unsere wichtigsten Eisenerze. Siderit besitzt im Mittel 50%, Limonit 30%, Roteisenstein (Hämatit) 68%, Magnetit aber bis zu 74% Eisengehalt. Dieser König aller Eisenerze ist in den Alpen leider nur auf kaum nennenswerte Fundstätten beschränkt. Seine dunklen Oktaeder finden sich aber häufig in den Chloritschiefern der Alpen. Weisen diese Eisenchlorite nun einen Prozentsatz an Eisen von etwa 25 auf, so werden sie den anderen Eisenerzen beigemischt. Das reinste Eisen aber fällt vom Himmel als Meteoreisen. Es ist gediegenes Eisen mit etwa 10% Nickel.