

Entstehung von primären Gips- und Anhydritlagerstätten

Gips ($\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$) und Anhydrit (CaSO_4) gehören zu den **chemischen Sedimentgesteinen**, genauer zu den **Evaporiten** (Verdunstungsgesteinen).

Ihre Entstehung ist eng an das Austrocknen abgeschlossener oder schwach durchflossener Wasserbecken geknüpft.

Bildungsprozess:

- In flachen, warmen Meeresbuchten oder abgeschnürten Randmeeren (z. B. hinter Barren, Riffen oder Schwellen) übersteigt die Verdunstung die Wasserzufuhr.
- Mit fortschreitender Aufkonzentrierung fallen die gelösten Salze in einer festgelegten Reihenfolge aus: zuerst Karbonate (Kalk, Dolomit), dann **Calciumsulfat** (Gips/Anhydrit), erst bei sehr hoher Konzentration Halit (Steinsalz) und zuletzt Kali-Magnesium-Salze.
- Ob primär Gips oder Anhydrit ausfällt, hängt von Temperatur und Salinität ab – bei niedrigeren Temperaturen ($< \text{ca. } 42^\circ\text{C}$) bildet sich meist Gips, bei höheren Temperaturen und Salzgehalten eher Anhydrit.
- Typische Ablagerungsräume sind sogenannte **Sabkha-Küstenebenen**, lagunäre Becken und intrakontinentale Salzbecken.

Diagenetische Umwandlung (wichtig für Baugrunduntersuchungen)

Mit zunehmender Überdeckung und Druck wird ursprünglich abgelagerter Gips unter Wasserabgabe zu Anhydrit umgewandelt. Gelangt Anhydrit später, durch Gebirgsbildung oder Erosion wieder in oberflächennahe, wasserführende Bereiche, nimmt er Kristallwasser auf und **rehydratisiert zu Gips** – verbunden mit einer Volumenzunahme von bis zu 60 %. Dieser Quellvorgang ist ein geotechnisches Risiko (Hebungen, Bauwerksschäden) in Anhydritgebieten wie dem südlichen Harzvorland oder in Regionen Baden-Württembergs.

Beispiele für Europäische Abbaugebiete

Region	Land	Geologische Einheit
Südharz / Werra-Werragebiet	Deutschland	Zechstein (Perm)
Grafschaft Bentheim	Deutschland	Zechstein/Trias
Pariser Becken (Montmartre)	Frankreich	Tertiär, namensgebend für "Gips von Paris" (Stuckgips)
Emilia-Romagna, Sizilien	Italien	Messinische Evaporite (Miozän) (analog Kreta)
Ebrobecken (Aragón)	Spanien	Tertiäre Beckenfüllung, weltgrößte Gipsvorkommen
East Midlands (Nottinghamshire, Derbyshire)	Großbritannien	Zechstein/Trias
Salzburg, Tirol	Österreich	Haselgebirge (alpine Trias)

Deutschland und Spanien zählen zu den bedeutendsten europäischen Förderländern; das Zechstein-Sulfatgestein des Harzvorlandes bildet dabei eine der klassischen Lagerstättenprovinzen Mitteleuropas.

Die Varietät Alabaster

Alabaster bezeichnet eine feinkörnige, massige, meist reinweiße bis schwach gebänderte Varietät des Gipses (nicht zu verwechseln mit dem "ägyptischen Alabaster", der eigentlich Calcit (Kalkstein, s.o.) ist). Aufgrund der Feinkörnigkeit und geringen Härte ist er seit der Antike ein bevorzugter Bildhauer- und Ornamentstein. Die qualitativ hochwertigsten europäischen Vorkommen:

- **Volterra (Toskana, Italien):** das bedeutendste und berühmteste europäische Alabastervorkommen, seit der Etruskerzeit abgebaut, bekannt für hohe Reinheit und feine, gleichmäßige Textur.
- **Nottinghamshire/Derbyshire (England):** der historische "English Alabaster", im Mittelalter europaweit für Grabmalskulpturen und Altarreliefs exportiert.

- **Fuentes de Ebro / Aragón (Spanien):** bedeutende Vorkommen mit teils dekorativ geädertem, hochreinem Alabaster.
- Kleinere, regional genutzte Vorkommen finden sich zudem in Frankreich und Deutschland.

Die Qualität wird vor allem an Reinheit, Homogenität, Transluzenz und Fehlen von Einschlüssen (Anhydrit- oder Tonresten) gemessen – Kriterien, die Volterra und die englischen Lagerstätten historisch zu den gesuchtesten Bezugsquellen gemacht haben.

Sekundärer Gips

Neben der primären Bildung gibt es auch sekundären Gips, der aber meist keine hochwertigen Vorkommen bildet.

Er entsteht, wenn sulfidische Minerale (vor allem Pyrit/Markasit, FeS_2) in der Verwitterungs- bzw. Oxidationszone (dem "Eisernen Hut" von Erzlagerstätten, aber auch in pyrithaltigen Ton- und Mergelgesteinen) mit Sauerstoff und Wasser reagieren. Dabei bildet sich Schwefelsäure (H_2SO_4), die mit Calciumcarbonat (Kalkstein, Mergel) unter CO_2 -Freisetzung zu Gips reagiert:



Dieser Prozess ist geologisch belegt für die Bildung von:

- feinen Kristallnadeln oder Fasergips in Klüften und Rissen,
- "Wüstenrosen" (Gipsrosetten) in ariden Gebieten,
- Krusten und Ausblühungen auf pyrithaltigen Tonsteinen/Kohleflözen,
- Gipsanreicherungen an der Basis von Verwitterungsprofilen über sulfidführenden Gesteinen.

Warum daraus meist kein Alabaster wird

Bei Alabaster handelt es sich um einen Gips mit sehr feinkörnigem, dichten, homogen Gefüge ohne Fasrigkeit oder grobe Kristallformen.

Sekundäre Oxidationsgipse wachsen dagegen typischerweise als grobkristalline, faserige oder radialstrahlige Aggregate in Hohlräumen – texturell genau das Gegenteil dessen, was Alabaster auszeichnet.

Zudem sind solche Vorkommen meist klein, unrein (Eisenoxid-Verfärbungen durch die Pyritverwitterung) und nicht in abbauwürdiger Mächtigkeit vorhanden.

Die bekannten hochwertigen Alabastervorkommen (Volterra, Nottinghamshire, Aragón) sind dagegen **primär-evaporitisch bzw. diagenetisch** durch Ausfällung aus konzentrierter Salzlösung in großflächigen, mächtigen Sulfatserien entstanden, oft durch Rekristallisation zu besonders feinkörnigem Gefüge.

Die Massigkeit und Reinheit, die den Werkstoff Alabaster ausmacht, ist also eher ein Produkt großräumiger Becken-Sedimentation als lokaler Oxidationsprozesse.

Für die Baugrundpraxis ist der Oxidationszonen-Gips aber relevant: Er erklärt z. B. lokale Gipsausscheidungen in pyrithaltigen Keuper- oder Juratonsteinen, die unabhängig von den großen Zechstein-Sulfatvorkommen auftreten können und ebenfalls Quell- bzw. Sulfatangriffsprobleme (Betonkorrosion) verursachen können.

Unterschied von Gips und Marmor

Gips und Marmor werden oft verwechselt, besonders weil Alabaster (Gips) und feinkörniger weißer Marmor optisch ähnlich wirken können.

Geologisch und mineralogisch sind es aber völlig unterschiedliche Gesteine.

Chemische Zusammensetzung

Merkmal	Gips	Marmor
Chemismus	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (Calciumsulfat-Dihydrat)	CaCO_3 / $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ (Calcit oder Dolomit)
Gesteinsklasse	Sulfat, chemisches Sedimentgestein (Evaporit)	Karbonatgestein, metamorph entstanden
Ausgangsgestein – (primäre Ausfällung)		Kalkstein/Dolomit unter Druck und Temperatur umgewandelt

Entstehung

- **Gips** entsteht, wie zuvor beschrieben, primär durch Verdunstung von Meer- oder Salzseewasser (Evaporit) oder sekundär durch Reaktion von Schwefelsäure mit Kalkstein.
- **Marmor** entsteht durch **Metamorphose** (Umwandlung unter hohem Druck und hoher Temperatur, z. B. bei Gebirgsbildung) aus Kalkstein oder Dolomitgestein. Die ursprüngliche Kristallstruktur des Karbonats wird dabei rekristallisiert – daher die charakteristische zuckerkörnige, oft geäderte Struktur.

Physikalische Eigenschaften

- **Härte:** Gips ist mit **2 auf der Mohs-Skala** eines der Referenzminerale für "weich" – mit dem Fingernagel ritzbar. Marmor (Calcit) hat **Härte 3**, deutlich fester und widerstandsfähiger.
- **Löslichkeit:** Gips ist relativ gut wasserlöslich (ca. 2,1 g/l) und daher in feuchtem Milieu langfristig nicht dauerhaft – Stichwort Gipskarst. Marmor/Calcit ist in reinem Wasser kaum löslich, reagiert aber mit Säuren (auch schwacher Kohlensäure) unter CO₂-Freisetzung – daher die bekannte Anfälligkeit von Marmorfassaden gegenüber saurem Regen.
- **Säuretest:** Ein einfaches Unterscheidungsmerkmal – Marmor braust bei Kontakt mit verdünnter Salzsäure sichtbar auf (CO₂-Freisetzung), Gips zeigt keine Reaktion.
- **Dichte:** Gips ca. 2,3 g/cm³, Marmor ca. 2,6–2,8 g/cm³ (Marmor ist merklich schwerer).

Verwendung

- **Gips:** Bau- und Stuckgips, Modellier- und Formgips, Alabaster als Bildhauermaterial (weich, leicht zu bearbeiten, aber empfindlich und nicht witterungsbeständig).
- **Marmor:** Bau- und Werksteinindustrie, Bildhauerei (z. B. Carrara-Marmor), Bodenbeläge, Fassaden – deutlich witterungs- und druckbeständiger als Gips.

Praxisrelevanz für die Baugrunduntersuchung

Für die geotechnische Praxis ist der Unterschied entscheidend: Gipsgesteine (und ihre Wechselwirkung mit Anhydrit) können durch Lösungs- und Quellprozesse zu Hohlraumbildung, Erdfällen und Bauwerkshebungen führen.

Kalkstein/Marmor-Vorkommen zeigen zwar ebenfalls Verkarstungspotenzial, jedoch über deutlich längere Zeiträume und ohne das für Anhydrit typische schnelle Quellverhalten.