

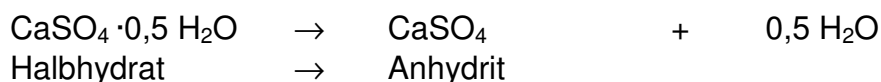
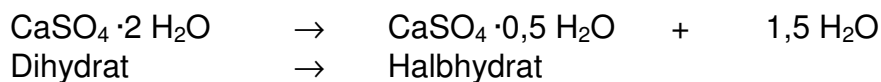
# Gips und seine historische Verwendung

Gebrannter Gips ist neben Kalk und Lehm eines der ältesten nachweisbaren Bindemittel. In Gegenden mit Gipsressourcen wurde seit der Antike Gipsstein abgebaut, gebrannt, zerkleinert, zu Mörtel gemischt und erfolgreich im Innen- und Außenbereich, aber auch für Kunstgegenstände verwendet.

Historischer Hochbrandgips wurde vor allem wegen seiner hohen Härte und Verwitterungsbeständigkeit im Außen- und Innenbereich geschätzt und unterschied sich in seinen Materialeigenschaften wesentlich vom heutigen, im Baustoffhandel erhältlichen niedrig gebrannten Gips.

## Gipsbrand:

Beim Brand des Hochbrandgipses wird das aufgeschichtete Gipsstein ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) eine gewisse Zeit einer Durchschnittstemperatur von ca.  $900^\circ\text{C}$  ausgesetzt, wobei im Gips gebundenes Kristallwasser entweicht. Bei dieser Rehydratation entstehen unterschiedliche Mineralphasen des Gipses.



Die einzelnen Phasen können reversibel ineinander übergehen.

Auch die Herstellung des Marble-Cements (Marmorgips) gehört zum Hochbrand, da dieser im zweiten Arbeitsschritt nach dem Alaunisieren mit  $900^\circ\text{C}$  gebrannt wird.

Hochbrandgips wurde bis in das 19. Jahrhundert hinein in Feldöfen gebrannt, welche mit römischen Ziegelöfen vergleichbar sind. Durch diese Brenntechnik und die damit verbundene Befeuerung unterhalb des Gipses entsteht ein inhomogener Brand mit Temperaturen zwischen  $200 - 1000^\circ\text{C}$  und somit ein Gemisch aus unterschiedlich stark gebranntem Gipsstein. Die größeren Gipsbruchstücke sind in den äußeren Bereichen häufig sehr stark gebrannt, liegen aber im Kern teilweise noch ungebrannt vor. Die sich dabei bildenden unterschiedlichen Mineralphasen des Gipses sind für die Anfangsfestigkeit und die Ausprägung des späteren, typisch dichten Gipsmörtelgefüges von großer Wichtigkeit. Aufgrund dieses Gemisches, der hohen Brenntemperaturen, der dadurch entstehenden langen Abbindezeiten und der groben Mahlung von  $0 - 4 \text{ mm}$ , welche typisch für historischen Hochbrandgips ist, werden die Eigenschaften des Gipses wesentlich beeinflusst. Der Hochbrandgips erzielt z.B. bei einer Aushärtung über einen Zeitraum von mehreren Wochen – im Gegensatz zu modernen Gipsen – Festigkeiten, die nahezu mit denen von Zementbindemittel vergleichbar sind. Damit wird er auch im Außenbereich einsetzbar.

Der in der Hundisburger Baustoffmanufaktur hergestellte Hochbrandgips ist ein dem historischen Baustoff hinsichtlich Rohstoff, Brennprozess und Zerkleinerungstechnologie nachgestelltes Produkt. Es werden natürliche Rohstoffe verwendet, die in der für die gewählte Lagerstätte typischen Schwankungsbreite der Zusammensetzung verarbeitet und im Weiteren nicht mehr beeinflusst werden. Auch

der Herstellungsprozess ist technologisch dem historischen nachgestellt. Hierbei wird besonders auf die manuelle Selektion beim Beschicken des Ofens und dem manuell gesteuerten Prozessverlauf des Brandes Wert gelegt. Der Verlauf wird nach mittelbaren Anzeichen mittels Temperaturmessung gesteuert.

Die Leerung des Ofens erfolgt nach dem Brand ebenfalls manuell. Lediglich der Zerkleinerungsprozess erfolgt mittels geeigneten Maschinen.

## **Verwendung und Eigenschaften:**

Durch die hohen Brenntemperaturen und die anschließende grobe Mahlung von 0 – 4 mm bindet der Gips wesentlich langsamer ab als moderne Gipse. Infolge der langsamen Aushärtung des Mörtelgefüges wird Hochbrandgips außerordentlich dicht. Eine der wichtigsten Ausprägungen neben dem Hochbrand und der groben Mahlung ist die durch die Gipslagerstätten bedingte Eigenfarbe, welche durch den Hochbrand intensiviert wird. Gerade diese Eigenfarbe ist ein wichtiger Bestandteil der historischen Gipse. Die mineralogische Zusammensetzung hängt ebenso primär mit der jeweils verwendeten Gipssteinvarietät und deren geologisch bedingten Verunreinigungen ab. Graufärbungen sind bei Hochbrandgipsen auf Asche und Holzkohlebestandteile aus dem Brand zurückzuführen.

Der Bedarf an Hochbrandgips richtet sich nach den traditionellen Anwendungsgebieten. Dazu gehören unter anderem:

- Gipsestrich
- Mörtel für konstruktives Mauerwerk
- Putzmörtel und
- Stuckaturen.

Die Verarbeitung von Hochbrandgips erfolgt ausschließlich in handwerklicher Technik, die durch den jeweiligen Anwendungsfall bestimmt wird. Es können keine Wasserzugabemengen, Mischzeiten oder Mischgeschwindigkeiten vorgegeben werden, da die Festigkeitsentwicklung über gewisse Zeit von diesen Größen beeinflusst wird.

Achtung: In der Anfangsphase nach der Herstellung des Gipsmörtels kann über mehrere Jahre ein Festigkeitszuwachs registriert werden!

Bei den Frischmörteleigenschaften kann man sich an denen von modernen Mörteln orientieren, da die Frischmörteleigenschaften aus historischer Zeit nicht mehr reproduzierbar sind. Die Konsistenz der Frischmörtel richtet sich dabei nach der Art des Einsatzes; so ist der Mauermörtel z.B. plastischer eingestellt als der Putzmörtel.

Bei unzureichender Vornässung besteht die Gefahr einer Entmischung des Zugabewassers, da kapillare Saugkräfte des Untergrundes (z.B. Mauerstein) dem Bindemittel das zum Abbinden notwendige Wasser entziehen.

Für die Festmörteleigenschaften hat es sich als vorteilhaft erwiesen, eine Voroptimierung anhand von Voruntersuchungen und deren Ergebnissen durchzuführen. Dabei spielen sowohl die Eigenschaften des Materials, als auch die des Untergrundes oder Umgebungsmaterials eine Rolle. Der Mörtel sollte den jeweiligen mechanischen Eigenschaften angeglichen, bzw. niedriger gehalten werden, um mögliche Spannungen zwischen den unterschiedlichen Materialien zu vermeiden.

Wenn der Untergrund unvermeidlicherweise Unterschiede im Schwind- und Ausdehnungsverhalten, bei Temperatur- und Feuchtigkeitsänderungen, zum Aufzubringenden Hochbrandgips zeigt ist eine Trennschicht unabdingbar. Auch

mehrschichtige Aufträge, bei denen Schwindungen noch nicht abgeklungen sind, sollten mit einer Trennschicht versehen werden.

Eine Feuchtlagerung – Nachbehandlung durch Feuchthalten nach dem Einbau – führt zu einer deutlichen Zunahme des E-Moduls.

Folgende Parameter können sich außerdem auf die Eigenschaften des Endproduktes, insbesondere hinsichtlich Festigkeit und Wasseraufnahme, auswirken:

- Gründlichkeit der Durchmischung beim Anmachen
- Hand- oder Maschinenmischung / Mischzeit
- Eigenschaften und Vorbehandlung des Untergrundes
- Wassernetzung aus der aufgetragenen Masse
- Grad der Verdichtung der aufgetragenen Masse
- Rauigkeit der Grenzschichten bei mehrlagigem Auftrag
- Zeitabstände zwischen den einzelnen Aufträgen
- Wassergehalt und Konsistenz der frischen Masse

Aufgrund dieser umfangreichen Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Parametern wird empfohlen, für den jeweiligen Anwendungsfall auf der Baustelle unter reproduzierbaren Bedingungen Probekörper herzustellen. Dadurch können erforderlichenfalls Randbedingungen beeinflusst werden.

Oberflächenbearbeitungen wie Verdichten durch Schlagen sollten in mehreren Arbeitsgängen erfolgen und können über viele Stunden andauern, bis keine Eindrücke mehr feststellbar sind. Zudem ist die Oberfläche durch verschiedene Schleifgänge polierbar und kann mittels Spachtel bis zum Glanz geglättet werden.

Die Verarbeitungsmöglichkeiten entsprechen weitestgehend den historischen Gipsen in Hinsicht auf die Modifikationsfähigkeit und Pigmentierung. Inerte Pigmente sind in Hinsicht auf eine Pigmentierung völlig unproblematisch, bei reaktiven Pigmenten werden sich allgemein übliche Reaktionen und Erscheinungen einstellen. In diesen Fällen sind Probereihen zur Definition der geeignetsten Zusammensetzung erforderlich.

Bei der Verwendung von Natursteingranulat, als Zumischbestandteil für Terrazzofußböden, muss insbesondere die Härte und Festigkeit des Natursteins auf die Gipseigenschaften abgestimmt sein.

Gipsestrich besitzt gegenüber anderen Mörteln wesentliche Vorzüge:

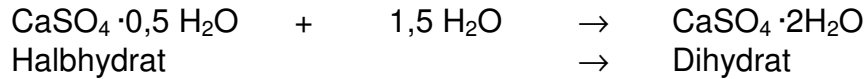
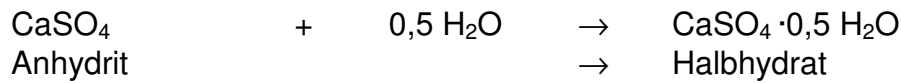
Durch das Verdampfen des Kristallwassers, wird bei Feuereinwirkung ein Löscheffekt und somit eine feuerhemmende Wirkung erzielt. Gips ist außerdem wärmeisolierend und da sich in ihm keine Schädlinge einnisten können hygienisch. Er ist bei richtiger Behandlung sehr pflegeleicht und besitzt eine hohe Abriebfestigkeit.

Allerdings hat Gips eine geringere Durchfeuchtungsresistenz, d.h. bei dauerhafter Durchfeuchtung erfolgt ein Festigkeitsverlust!

## **Hydratation und Aushärtung des Gipses:**

Die Erhärtung von Gips stellt im Prinzip die Umkehrung des Brennprozesses und damit einen Kristallisationsvorgang dar. Zum Abbinden wird dabei eine gewisse Menge an Kristallwasser aufgenommen, die zur erneuten Entstehung von  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (Dihydrat/Gips) benötigt wird. Während der gesamten Hydratation lösen sich die

einzelnen Mineralphasen des Gipses auf und bilden Dihydratkristalle, bis ein gefestigtes Gefüge vorliegt.



Kurz nach dem Anmischen tritt eine kurzzeitige Verringerung des Volumens auf, auf die aber mit dem Ausbilden der Gipskristalle und dem Kristallwachstum eine Ausdehnung der erhärteten Masse folgt. Die Verringerung hängt mit einem geringeren Volumen der Mischungskomponenten - im Gegensatz zum entstehenden Gips - zusammen. Die höchste Festigkeit erreicht der Gips nach vollständigem Verdampfen des Porenwassers.

Durch Verzögerer oder Beschleuniger können die Hydratationsprozesse und damit der Abbindevorgang beeinflusst werden. Diese Beeinflussung sollte aber immer unter den gegebenen Umwelteinflüssen und Rahmenbedingungen vorzeitig getestet werden.

#### **Allgemeine Hinweise:**

Gips darf nicht wieder weich gemacht werden. Reste von abgebundenem Mörtel beim Anmachen führen zu Abbindebeschleunigungen.

Die Lagerung des Hochbrandgipses hat kühl und trocken zu erfolgen, der Feuchtigkeit Zutritt über die Luft sollte unbedingt vermieden werden. Vor allem bei niedrigen Temperaturen Schläge und Stöße vermeiden.

## **Marble-Cement und seine Verwendung:**

Die Baustoffmanufaktur Hundisburg stellt neben dem Estrichgips auch Marble-Cement (Marmorgips) her. Dabei handelt es sich ebenfalls um ein historisch nachgestelltes Produkt, bei dem die Rohstoffauswahl, der Abbau und die Verarbeitung in Anlehnung an die historischen Bedingungen erfolgen. Der Marble-Cement ist somit kein synthetisierter Massenbaustoff, sondern ein manufakturartig hergestelltes Sondermaterial mit der daraus resultierenden Schwankungsbreite der einzelnen Eigenschaftsparameter.

Im Gegensatz zum Estrichgips sind bei der Herstellung von Marmorgips zwei getrennte Brennvorgänge erforderlich.

Als natürlicher Rohstoff wird für den Marble-Cement Alabastergips aus dem Gipsbruch „Volterra“ aus der Region um Pisa verwendet. Dabei erfolgt die erste Selektion von Hand, vor der Verladung im Steinbruch, um Verunreinigungen und Fremdgestein auszuschließen. Die zweite Handauslese erfolgt dann in Hundisburg. In einem dritten Arbeitsgang werden dunkle Stellen und Ränder mittels Steinsäge entfernt.

Wie bereits erwähnt sind für diese Herstellung zwei getrennte Brennvorgänge erforderlich. Der erste Brand dient der Entwässerung. Im Anschluss wird der Gips in einer Alaunlösung getränkt, wie es für historischen Marmorgips typisch war. Nach dieser Alaunisierung erfolgt der eigentliche Brand bei weitaus höheren Temperaturen, wie es für Hochbrandgips typisch ist. Das Brennverfahren ist wie beim Estrichgips periodisch wird aber in einem direkt beheiztem Gasofen ausgeführt.

Einen weiteren Unterschied zum Estrichgips stellt die Mahlfineinheit dar. Diese liegt beim Marble-Cement mit  $< 500 \mu\text{m}$  weit unter den 0 – 4 mm des Hochbrand-Estrichgipses. Auch beim Marmorgips können sich folgende Parameter auf die Eigenschaften und vor allem auf die Verarbeitungsmöglichkeiten auswirken:

- Temperatur- und Feuchteniveau der Umgebung
- Mischintensität
- Wassergehalt
- Verdichtung und Nachbehandlungsart
- Nachbehandlungszeitpunkt
- Untergrundbeschaffenheit (Saugfähigkeit und Rauigkeit)

Wie beim Hochbrand-Estrichgips sollten aufgrund der Wechselwirkungen zwischen dem Material und den vielen Parametern Probekörper hergestellt werden, um die Randbedingungen wenn nötig gezielt zu beeinflussen.

Der aluinierte Marmorgips wird wegen seiner Endhärte oft als Stuckmarmor verwendet, da er hart genug ist, um polierfähig zu sein.

Zur Einfärbung werden Trockenfarben verwendet. Aber Achtung: vor allem bei Instandsetzungen! Die natürlichen Pigmente (reine Erdfarben) wirken unter Lichteinwirkung heller und blasser; chemische Farben dagegen sind ausgiebig bis übertrieben färbend. Werden neutrale Füllstoffe verwendet sollte beachtet werden, dass deren Material und Zusammensetzung wechseln kann. Dies hat – manchmal erst nach 10 bis 15 Jahren - ein Nachdunkeln zur Folge, dass dann zur Verfälschung der gewollten und ursprünglich angewandten Farbgestaltung führt.

Auch Marble-Cement kann mittels Verzögerer oder Beschleuniger beeinflusst werden. Für die Regulierung der Abbindezeit sollten allerdings ebenfalls vorher geeignete Proben hergestellt werden, um die Auswirkungen vor Ort einschätzen zu können.