



## „Von Gips zu Gips - Teil I“

Hans-Bertram Fischer

### Einleitung



**Abbildung 1:** Rötgipsplatten des ehemaligen Jenaer Schlosses (1659 – 1662) wurden als Wandverkleidung im Universitätshauptgebäude Jena (1905 – 1908) genutzt (Quelle: C. Haaßengier. – Dissertation. – Weimar 2006)

Baustoffe oder Bauprodukte werden zumeist nicht in der naturgegebenen Form verwendet. Oft ist es praktischer diese zu verarbeiten und spezielle Bauteile daraus zu fertigen. Dies trifft auch auf die Gipsbaustoffe zu.

Gipsgestein (Hauptbestandteil Calciumsulfatdihydrat =  $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ )

findet man recht zahlreich in der Natur und wurde in vergangenen Jahrhunderten verschiedentlich als Werkstein eingesetzt. So nutzte man es für einfache Bauten im ländlichen Raum oder zur Gestaltung von Innenräumen.

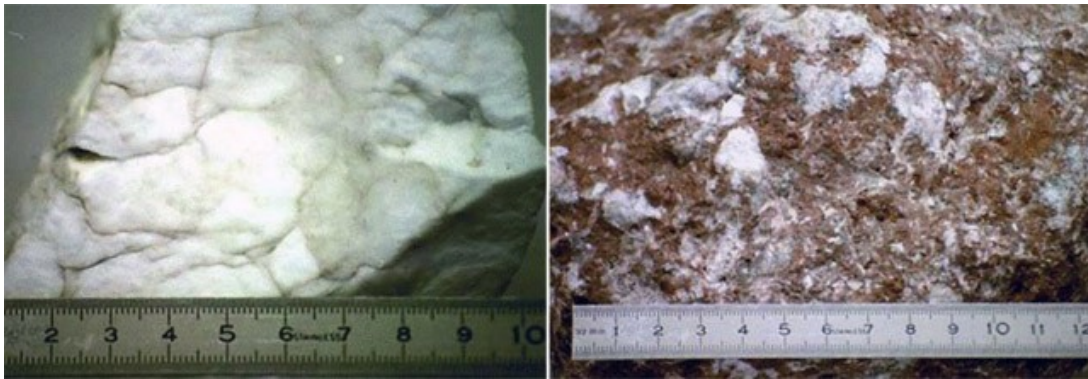
Zur Erweiterung der Anwendungsmöglichkeiten war es unumgänglich, aus diesem Rohstoff ein Bindemittel herzustellen, welches zur Fertigung verschiedenster Bauelemente

genutzt werden kann. Entsprechend der chemischen Zusammensetzung spricht man heutzutage korrekterweise von den Calciumsulfatbindemitteln.

### Vorkommen und Rohstoffe

#### Natürliche Vorkommen an Gipsstein und Anhydrit

Calciumsulfatlagerstätten entstanden durch Auskristallisation aus übersättigten Lösungen (infolge Verdunstung von Meerwasser) seichter Meeresteile vor mehr als 200 Mio. Jahren. Das abgelagerte Calciumsulfatdihydrat wurde später von anderen Sedimenten überdeckt bzw. eingeschlossen und auf diese Weise in größere Erdtiefen versenkt und verdichtet. Diese Sedimente finden wir noch heute als natürliche qualitätsbeeinflussende Beimengungen in den Calciumsulfatlagerstätten: Kalkstein, Mergel, Ton, Sand, Bitumen, Alkalisalze. Unter zunehmenden Druck und steigender Temperatur wurde das Kristallwasser vollständig ausgetrieben, es entstand Anhydrit (altgriech. anhydros = wasserfrei). Gelangt das Anhydritgestein (Hauptbestandteil Calciumsulfatanhydrit =  $\text{CaSO}_4$ ) infolge tektonischer Vorgänge oder Erosion wieder in Oberflächennähe, so wandelt es sich unter Wasseraufnahme wieder in Gipsgestein um, wird dabei auch teilweise ausgelaugt.



**Abbildung 2:** Gipsstein: links Gipsbruch bei Ellrich (mit hoher Reinheit), rechts Gipsbruch bei Osterode  
(Quelle: Studienarbeit A. Stradinger)

## Calciumsulfate aus technischen Prozessen

*REA-Gips* ist Calciumsulfatdihydrat aus den Rauchgasentschwefelungsanlagen von Kraftwerken, die mit fossilen Brennstoffen befeuert werden. Er wird bei der nassen Rauchgasentschwefelung im Kalk(stein)waschverfahren nach Oxidation mit Luft, Abtrennung der Gipskristalle, Waschen und Filtrieren gezielt gewonnen [Gipsdatenbuch]. REA-Gips ist grundsätzlich in gleicher Weise wie Naturgips zur Herstellung verschiedener Gipsprodukte geeignet. Das enge Kornband des REA-Gipses kann ein verändertes Verarbeitungsverhalten des daraus hergestellten Bindemittels bedingen. Deshalb werden bei bestimmten Technologien zur Herstellung von Gipsprodukten Gemische von Bindemitteln aus Natur- und REA-Gips eingesetzt.

*Fluoroanhydrit* entsteht bei der Flusssäureherstellung durch die Reaktion von Flußspat mit konzentrierter Schwefelsäure. Fluoroanhydrit, auch synthetischer Anhydrit genannt, fällt dabei mit Säureresten trocken und feinteilig bis backig an. Zur weiteren Verwendung als Bindemittel für die Estrichherstellung ist eine Neutralisation mit Kalkhydrat erforderlich.

Bei der *Weinsäure-, Zitronensäure-, Milchsäure- sowie Oxalsäureherstellung* entsteht ebenfalls Calciumsulfatdihydrat. Auf Grund der vergleichsweise geringfügig anfallenden Mengen sind diese Gipse für die Herstellung von Bauprodukten nahezu bedeutungslos.

## Herstellung von Calciumsulfatbindemitteln

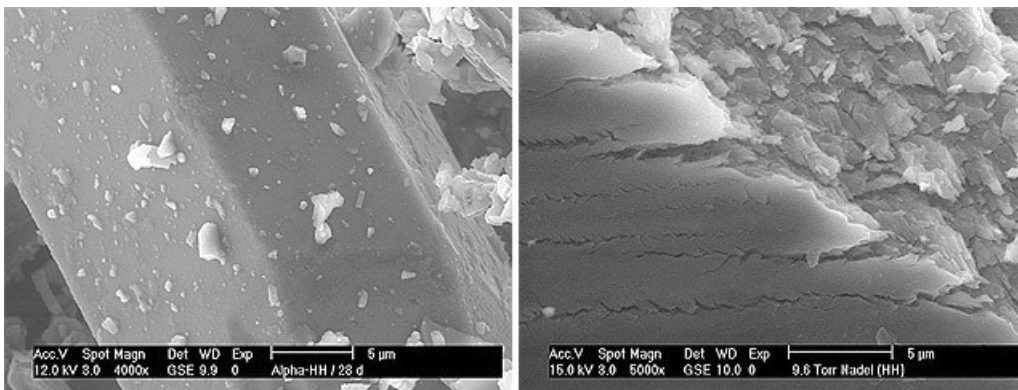
Calciumsulfatbindemittel bestehen aus den abbindefähigen Phasen des Calciumsulfats: Calciumsulfathalbhydrat und Anhydrit (Anhydrit III und Anhydrit II). Diese erhält man durch teilweise oder vollständige Entwässerung der calciumsulfatdihydrathaltigen Ausgangsstoffe. In Abhängigkeit von der Brenntemperatur unterscheidet man in Niederbrand- bzw. Hochbrandbindemittel.

Bei relativ niedrigen Brenntemperaturen von 120-200 °C bildet sich überwiegend Calciumsulfathalbhydrat ( $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5 \text{H}_2\text{O}$ ). Unter Einwirkung von Feuchtigkeit (wässrige Lösung oder Dampf) entsteht die  $\alpha$ -Form (Alphahalbhydrat), unter "trockenen" Bedingungen die  $\beta$ -Form (Stuckgips).

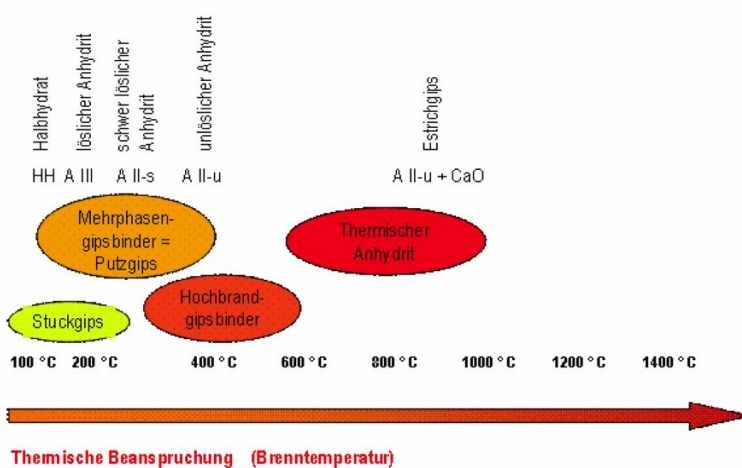
Diese Niederbrandbindemittel enthalten immer auch geringe Mengen an löslichen Anhydrit (Anhydrit III, A III). Dies ist im Falle der Stuckgipse durch eine ungleichmäßige thermische Beanspruchung (Dauer und Intensität der Wärmezufuhr) von Teilchen unterschiedlicher

Größe während des "Brennprozesses" bedingt. Bei Alphahalbhydrat hingegen entwässern geringe Teile der Kornoberfläche zum löslichen Anhydrit infolge des erforderlichen schnellen Trocknungsprozesses (um eine vorschnelle Rehydratation zu vermeiden). Je nach Herstellungstechnologie und Anwendung wird das Material vor bzw. nach dem Brennprozess aufgemahlen. Somit wird die Reaktionsfähigkeit des Bindemittels vor allem durch seine Phasenzusammensetzung und seine infolge Brenn- und Mahlprozess erzeugten Defekte im Kristallgitter der einzelnen Phasen bestimmt. Luftfeuchtigkeit führt vergleichsweise schnell zum Abbau des Gehaltes von A III (Umwandlung zu Calciumsulfathalhydrat) und somit zu einer Stabilisierung der Verarbeitungseigenschaften. Dieser Prozess ist gewünscht und wird als "Alterung" bezeichnet.

Auf Grund der unterschiedlichen Entstehungsbedingungen unterscheiden sich die Partikel von Alpha- und Beta-Form des Calciumsulfathalhydrates (siehe Abb. 3). Durch die vergleichsweise schnelle thermische Beanspruchung bei der Stuckgipsherstellung entweicht das Kristallwasser nahezu explosionsartig aus dem Dihydratteilchen und führt so zu starker Riss- und Kraterbildung. Dies bedingt eine enorme Zunahme der spezifischen Oberfläche des Bindemittels und damit einen vergleichsweise hohen Wasseranspruch zum Erreichen der Normkonsistenz (Wasserbindemittelwert: ca. 0,60-0,70)



**Abbildung 3:** Oberflächen von Halbhydratpartikeln: links – Alpha-HH, rechts – Beta-HH (Quelle: FIB)



Das fast ausschließlich in Autoklaven hergestellte Alphahalbhydrat entsteht durch Umkristallisation und bildet kompakte Kristalle ohne Risse und Krater im Oberflächenbereich. Daher benötigt es vergleichsweise wenig Wasser um die erforderliche Verarbeitungsfähigkeit zu erzielen. Aus diesem Grunde zeichnen die Produkte auf Basis von Alphahalbhydrat gegenüber Stuckgips eine größere Druckfestigkeit und geringere Trocknungszeiten aus.

Niederbrandbindemittel verfestigen sich relativ schnell, ihre Verarbeitungszeiträume sind dementsprechend kurz.

**Abbildung 4:** Calciumsulfatbindemittel und deren Phasenzusammensetzung (die thermische Beanspruchung resultiert auch aus der Brenndauer und Teilchengröße)

Andererseits gibt es Anwendungen (Putz, Estrich), die verlängerte Verarbeitungszeiträume erfordern. Dies gelingt durch eine zielgerichtete Erhöhung der Entwässerungstemperatur auf 300-700 °C sowie entsprechende Fraktionierung der Ausgangsstoffe. Dadurch entsteht ein als Putzgips bezeichneter Mehrphasenbinder (etwa gleiche Anteile an Calciumsulfathalbhydrat und Anhydrit II, geringe Mengen an Anhydrit III), wobei der Anhydrit II (A II) durch seine langsamere Hydratation die gewünschten Eigenschaften bewirkt. Zur besseren Charakterisierung des Bindemittels wird A II formal in einen schwer löslichen Anteil (A II s) und einen unlöslichen Anteil (A II u) unterteilt. Diese unterscheiden sich dahingehend, dass A II s dabei jener Anteil an Anhydrit II ist, der innerhalb einer bestimmten Zeit (72 h oder 48 h) zu Dihydrat reagiert, A II u setzt sich erst nach diesem Zeitraum zu Gips um.

Höhere Brenntemperaturen (und ein eventuell feineres Ausgangsmaterial) führen zu einem Hochbrandbindemittel bzw. Thermischen Anhydrit. Diese bestehen ausschließlich aus Anhydrit II. Erwähnenswert ist dabei, dass sich mit zunehmender Energiezufuhr (Brennbeanspruchung) und einer damit einhergehenden Gefügeverdichtung die Reaktionsfähigkeit vermindert.

Daher bedarf auch der Naturanhydrit, bestehend überwiegend aus reaktionsträgem A II, einer Feinmahlung und der Zugabe von beschleunigenden Zusätzen für eine ausreichend schnelle Verfestigung als Bindemittel.

Modell- und Formengipse werden für Gießereitechnik, die keramische Industrie und die Dentalmedizin hergestellt. Sie bestehen aus unterschiedlichen Anteilen von Alpha- und Beta-Formen des Calciumsulfathalbhydrats, denen werkseitig Zusätze beigegeben sein können. Für das Bauwesen sind diese Bindemittel bedeutungslos.

## „Von Gips zu Gips - Teil II“

### **Bauprodukte sowie Gipsputze und Estriche auf Calciumsulfatbasis**

Auf Basis der Calciumsulfatbindemittel werden direkt vom Bindemittelproduzenten folgende Bauprodukte werkmäßig gefertigt:

- Bauplatten,
- Faserplatten,
- Wandbauplatten.

Dabei erfolgt die Verfestigung durch die Umwandlung der abbindefähigen Calciumsulfatphasen des Bindemittels in Gips. Auf Grund dessen hoher Löslichkeit in Wasser (ca. 2 g Calciumsulfatdihydrat pro Liter Wasser) und der damit nicht gegebenen Witterungsbeständigkeit der Gipsbaustoffe erfolgt ihre Anwendung fast ausschließlich im Innenausbau. Bauprodukte auf Calciumsulfatbasis bieten auf Grund ihres Kristallwassergehaltes von ca. 20 % einen ausgezeichneten Feuerschutz.

*Gipswandbauplatten* werden aus Stuckgips und Wasser hergestellt, können darüber hinaus Zusätze enthalten. Durch ein umlaufendes Nut- und Federsystem sind sie einfach und schnell mit hoher Passgenauigkeit zu verarbeiten. Sie finden Verwendung für nichttragende Wände und Stützenummantelungen. Diese leicht zu bearbeitenden Platten zeichnen sich durch gute Kennwerte insbesondere bezüglich Festigkeit, Schalldämmung

und Brandschutz aus [1]. Durch Variation des Wasserbindemittelwertes werden Bauteile mit unterschiedlicher Dichte ( $0,8 \text{ kg/dm}^3$  bis  $1,5 \text{ kg/dm}^3$ ) hergestellt und damit lassen sich Festigkeiten und wärmetechnischen Kennwerte zielgerichtet beeinflussen. Bei Zugabe eines Hydrophobierungsmittels wird die Wasseraufnahme bei zweistündiger Wasserlagerung auf max. 5 % begrenzt.



**Abbildung 1:** Gipsfaserplatten als modulare Bodenplatten: schnell verlegbar und begehbar (Quelle: © Lindner AG, Arnstorf)

*Gipsfaserplatten* werden aus recycelten Papierfasern, schnell ansteifenden Calciumsulfatbindemitteln aus dem Niedertemperaturbereich (Stuckgips und/oder Alphahalbhydrat) und Wasser hergestellt. Das schnelle Ansteifen wird durch Zugabe von fein gemahlenem Calciumsulfatdihydrat erreicht, der Technologie entsprechende Verfestigungsfortschritt durch eine Kombination von Beschleunigern (z.B. Kaliumsulfat) und Verzögerern (z.B. Aminosäure- oder Fruchtsäurebasis). Als Flockungshilfsmittel zur Verbesserung des Entwässerungsverhaltens können Polyacrylamide genutzt werden. Die Fasern bewirken dabei die hohe Stabilität, der entstehende Gips die Nichtbrennbarkeit. Die Platte ist universell für den kompletten trockenen Innenausbau einsetzbar. Besondere Bedeutung erlangt die Anwendung im Bereich Trockenestriche/Trockenunterböden, Hohlböden und Doppelböden. Gipsfaserplattenböden sind geeignet für Fußbodenheizungssysteme und können mit allen üblichen Bodenbelägen belegt werden.

## Gipsplatten

*Gipsplatten* sind werkmäßig gefertigte, im Wesentlichen aus Gips bestehende Bauplatten, deren Flächen und Längskanten mit einem festhaftenden, dem Verwendungszweck entsprechenden Karton ummantelt sind. Aus der Verbundwirkung von Gipskern und Kartonummantelung resultiert die erforderliche Festigkeit und Biegesteifigkeit [1]. Eine große Vielfalt von Additiven sichern die erforderlichen verarbeitungstechnischen Kennwerte und Festkörpereigenschaften: Die schnelle und zeitgenaue Verfestigung wird durch Beschleuniger (ev. in Kombination mit Verzögerern), hier insbesondere fein gemahlener Gipsstein, erreicht. Luftporenbildner und Schaummittel bewirken die Einstellung des gewünschten Plattengewichtes. Fließmittel bzw. Verflüssiger sorgen für ausreichend gute Verarbeitbarkeit bei möglichst niedrigem Wassergehalt. Stärke verbessert den Haftverbund mit dem Karton. Für ausgewählte Einsatzfelder macht sich die Zugabe von Siliconen oder Wachsparaffinen als Hydrophobierungsmittel erforderlich. Zur Verbesserung des Zusammenhaltes im Brandfall werden der Feuerschutzplatte Glasfasern zugegeben. Die Anwendung eines speziellen Kartons ermöglicht die Nutzung als Putzträgerplatte.

Gipsplatten finden vor allem als Beplankung für Montagewände, als Trockenestrich, als Wand- und Deckenbekleidung und für die Herstellung vorgefertigter Bauteile Anwendung. Durch werkseitig realisiertes Beschichten mit verschiedensten Folien oder Ausführung als Verbundelement mit Dämmstoffen lassen sich weitere Anwendungen erschließen [1].

## Gipsputze

Gipsputze werden auf Basis calciumsulfathaltiger Trockenmörtel werkmäßig herstellt. Dabei werden dem Putzgips Additive zum Erzielen bestimmter Eigenschaften zugesetzt. Zum Einsatz gelangen beispielsweise Methylcellulosen (ca. 0,2 %) und Stärkeether (ca. 0,03 %) als Wasserretentionsmittel und Verdicker. Die notwendigen Verarbeitungszeiten

werden durch eine Kombination aus Verzögerer (z.B. Weinsäure – 0,05-0,1 %) und Beschleuniger (fein gemahlener Gipsstein – 0,2-0,3 %) erreicht. Außerdem werden Luftporenbildner (z.B. Olefinsulfonate – 0,005-0,03 %) eingesetzt.



**Abbildung 2:** Gipsputz im Atrium des Bundespräsidialamtes in Berlin (Quelle: Gipsputze in der Architektur, BV, IG Baugipse)

Je nach Anwendung können Gesteinskörnungen wie Kalksteinmehl, Kalkbrechsand und als leichte Gesteinskörnung geblähte Perlite beigegeben sein. Die Verarbeitung der Trockenmörtel auf der Baustelle erfolgt nach Zugabe von Wasser händisch oder maschinell. Gipsputze dienen der Gestaltung von Oberflächen und der Erfüllung von bauphysikalischen Aufgaben. Insbesondere auf Grund ihrer Porosität gewährleisten sie eine behagliche Innenraumatmosphäre. In Gipsputz eingebettete Kapillarrohrmatten dienen sowohl zum Kühlen als auch zum Heizen von Gebäuden und führen zu einer nahezu optimalen Behaglichkeit in den Innenräumen.

### **Calciumsulfatestriche**

Ein Estrich ist nach DIN EN 13318 eine Schicht oder sind Schichten aus Estrichmörtel, die auf der Baustelle direkt auf dem Untergrund, mit oder ohne Verbund, oder auf einer zwischenliegenden Trenn- oder Dämmschicht verlegt wird, um

eine oder mehrere der nachstehenden Funktionen zu erfüllen:

- eine vorgegebene Höhenlage zu erreichen,
- einen Bodenbelag aufzunehmen,
- unmittelbar genutzt zu werden.

Um insbesondere eine gute Oberflächenqualität, ausreichende Festigkeit und günstiges Austrocknungsverhalten zu erzielen, werden neben Naturanhydrit und synthetischem Anhydrit auch Alphahalbhydrat und Thermischer Anhydrit (oder Abmischungen aus diesen) als Calciumsulfatbindemittel zur Herstellung von Estrichmörteln genutzt. In Verbindung mit Zusätzen, Gesteinskörnungen und Wasser wird überwiegend ein Frischmörtel in fließfähiger Konsistenz (Calciumsulfatfließestrich) gefertigt, der mit geringem Arbeitsaufwand großflächig und dabei fugenlos eingebracht werden kann. Entsprechend den verwendeten Bindemitteln kommen verschiedene Zusatzmittelgruppen zur Anwendung. Neben Fließmitteln (bis zu 0,5 % bezogen auf das Bindemittel) werden Stellmittel (Kombination aus Verzögerer und Beschleuniger) sowie bei Bedarf Stabilisierer und Entschäumer eingesetzt. Eine 'Anregung' der weniger reaktiven Bindemittel erfolgt durch Kaliumsulfat und/oder geringe Zementmengen. Mitunter werden Porenbildner für ein besseres Austrocknungsverhalten beigegeben.

Eine Estrichfläche kann erst mit einem Belag versehen werden, wenn alle Feuchtigkeit adsorptiv gebunden ist, d.h. die Ausgleichsfeuchte erreicht wurde. Aus dieser Sicht heraus wurden für die Belegreife der Calciumsulfatfließestriche folgende Grenzwerte festgelegt:

- 1,0 % für wasserdampffoffene Beläge, z.B. Teppichboden,
- 0,5 % für wasserdampfdichte Beläge, z.B. PVC.

Bei Einstellung der Estriche mit Fließmitteln auf eine fließfähige Konsistenz, verdichten diese sich selbst unter Einfluss der Schwerkraft (ohne manuellen Aufwand). Außerdem wird dabei eine höhere Dichtigkeit (verringerte Porosität) gegenüber konventionell

eingebauten Estrichen erreicht. Daher ist für eine gleiche Tragfähigkeit der Estrichfläche eine geringere Dicke erforderlich. Dies bewirkt eine deutlich schnellere Austrocknung der Calciumsulfatfließestriche.

Für Fließestriche auf Calciumsulfatbasis sind folgende Kennwerte charakteristisch [1]:

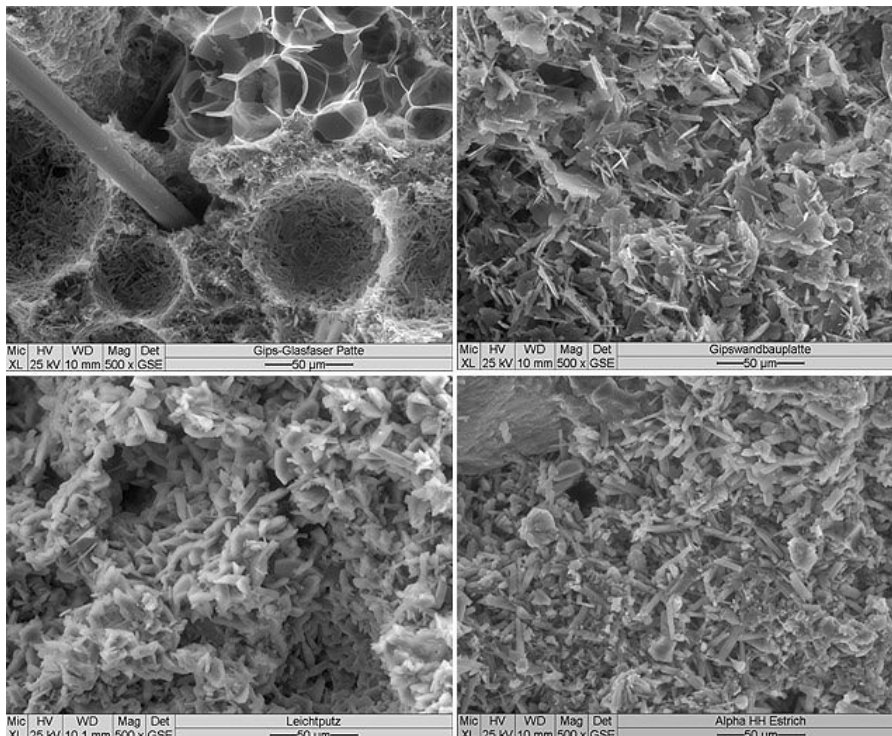
Rohdichte:	1,8-2,1 kg/dm <sup>3</sup>
Elastizitätsmodul:	15.000-20.000 N/mm <sup>2</sup>
Wärmeleitfähigkeit:	1,2-1,8 W/m · K
Wärmeausdehnungskoeffizient:	0,010-0,016 mm/m · K

Bei Durchfeuchtung verlieren Bauteile auf Calciumsulfatbasis deutlich an Festigkeit. Deshalb erfolgt keine Anwendung im Bereich tragender Konstruktionen. Im Herstellungsprozess eingesetzte Hydrophobierungsmittel verhindern eine schnelle Feuchtaufnahme von Gipsbauteilen und sichern somit deren Funktionstüchtigkeit auch bei möglicher kurzzeitiger Feuchteeinwirkung.

Bauelemente aus Gips haben aufgrund zahlreicher vorteilhafter Eigenschaften wie

- gute ästhetische Wirkung,
- angenehmes Raumklima,
- feuerhemmende Wirkung,
- gute Wärmedämmung und
- physiologische Annehmlichkeit

eine breite Anwendung gefunden und werden daher auch zukünftig im Bauwesen einen nicht zu unterschätzenden Platz einnehmen.



**Abbildung 3:** Darstellung verschiedener Gipsbauteile mittels Elektronenmikroskopie (ESEM-Technik)

**Oben links:** Feuerschutzplatte mit Glasfaser, deutlich erkennbar Luftporen und leichte Gesteinskörnung

**Oben rechts:** Gipswandbauplatte mit lockeren Gefüge von Gipskristallen

**Unten links:** lockeres Gefüge eines Leichtputzes mit Luftporen

**Unten rechts:** dichtes Gefüge eine Estrichs auf Alphaaldehydratbasis

## Kontakt:



**Dr.-Ing. Hans-Bertram Fischer**  
Bauhaus-Universität Weimar  
Fakultät Bauingenieurwesen  
F.A. Finger-Institut für Baustoffkunde  
99421 Weimar  
Tel.: +49 (0)3643 5847-12  
Fax: +49 (0)3643 5847-59  
E-Mail: [hans-bertram.fischer@uni-weimar.de](mailto:hans-bertram.fischer@uni-weimar.de)



<http://www.uni-weimar.de/Bauing/fib/>

## Schlauer Fuchs

Unsere Schlaue-Fuchs-Frage zu diesem Beitrag lautete:

Teil I:  
Wie wird Gips heutzutage korrekterweise bezeichnet?

Teil II:  
Warum sind Gipsputze in Innenräumen so beliebt?

## Literatur:

[1] Gipsdatenbuch. – 2006