

**Gips, hart wie Beton.**  
**Charakterisierung und Nachstellung historischer Gipse**

D. Vogel, H. Jacobi, H. Föllner, H. Kulke\*

Institut für Mineralogie und Mineralische Rohstoffe und \*Institut für Geologie und Paläontologie der Technischen Universität Clausthal, Adolph-Roemer-Str. 2A, 38678 Clausthal-Zellerfeld, Deutschland

Das Interesse an dauerhaften Gipsen mit Eigenschaften in Anlehnung an historische Mörtel wächst in dem Maße, wie sich die Einsicht durchsetzt, die Restaurierung historischer Gebäude nur mit authentischen Materialien durchzuführen. Historische Gipse, die bisher nicht nachgestellt werden konnten, unterscheiden sich von den heute verwendeten Gipsen durch eine wesentlich größere Festigkeit, die an die des Betons heranreicht.

Mit Hilfe von Texturuntersuchungen mit Neutronen- und Röntgenbeugung konnte gezeigt werden, daß in den harten historischen Gipsen die Kristallite eine gewisse Ordnung aufweisen, die sich von der in den heute erzeugten Gipsen unterscheidet. Gips aus  $\beta$ -Halbhydrat bildet an der Oberfläche und im Inneren der Präparate eine charakteristische [010]-Textur (neben anderen Komponenten) aus. Die Faserachse steht senkrecht zur Auflagefläche. In den historischen Gipsen verlaufen diese [010]-Faserachsen fast parallel zu den Raumdiagonalen eines Würfels. Dies führt zumindest hinsichtlich der Härte zu einem fast isotropen Verhalten. Die Oberflächenstruktur der Gipse aus  $\beta$ -Halbhydrat kann als Modelltextur aufgefaßt werden.

Durch Zusatz von Pflanzenextrakten konnte aus  $\beta$ -Halbhydrat ein Gips mit einer Brinell-Härte von 45 N/mm<sup>2</sup> erhalten werden (ohne Zusatzmittel 20 – 25 N/mm<sup>2</sup>, historische Gipse 90 – 100 N/mm<sup>2</sup>). Die Polfiguren deuten eine Ordnung wie in den historischen Gipsen an, wobei allerdings auch die übliche [010]-Fasertextur von Gips aus  $\beta$ -Halbhydrat zu sehen ist. Diese Arbeiten haben gezeigt, daß die Härte des Gipses mit einer bestimmten Ordnung der Kristallite in Beziehung steht. Ähnliche Versuche mit  $\alpha$ -Halbhydrat führten zu einem Gips mit einer Härte von 71 N/mm<sup>2</sup> (ohne Zusatzmittel 60 N/mm<sup>2</sup>).  $\alpha$ -Halbhydrat dürfte allerdings bei historischen Gipsen nicht verwendet worden sein.

**Gips, hart wie Beton.**

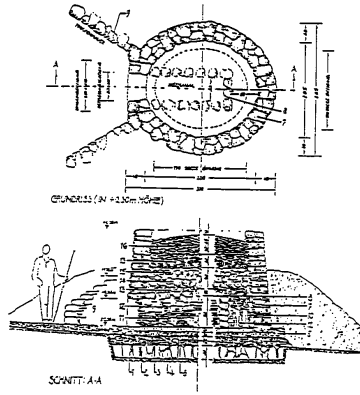
**Charakterisierung und Nachstellung historischer Gipse**

D. Vogel<sup>1</sup>, H. Jacobi<sup>1</sup>, H. Föllner<sup>1</sup>, H. Kulke<sup>2</sup>

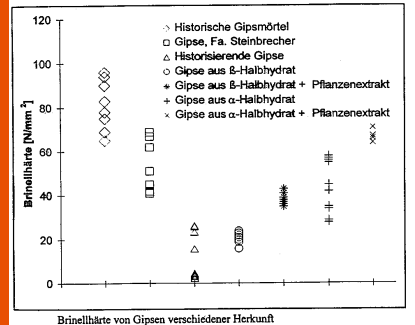
<sup>1</sup>Institut für Mineralogie und Mineralische Rohstoffe und <sup>2</sup>Institut für Geologie und Paläontologie der TU Clausthal, Adolph-Roemer-Str. 2a, 38678 Clausthal-Zellerfeld, Deutschland

**UNTERSUCHTE MATERIALIEN**

- a) Gipsproben aus  $\beta$ -Halbhydrat der Firma Fluka und aus  $\alpha$ -Halbhydrat der Firma Südharzer Gipswerke
- b) Historisierender Gipsmörtel, hergestellt in einem nachgebauten Brennofen
  - I. 50 % Anhydrit II, 20 - 30 % Halbhydrat, 20 - 30 % Dihydrat
  - II. 70 % Anhydrit, 20 % Halbhydrat, wenig Dihydrat
  - III. Fast 100 % Anhydrit II
- c) Historische Gipsproben aus Osterode, Schwiegershausen, Ellrich und Quedlinburg
- d) Gips für Restaurierungszwecke der Firma Steinbrecher, Mülhausen (Thür.) Anhydrit II, Halbhydrat, Dihydrat (je 1/3) und Zuschlagstoffe



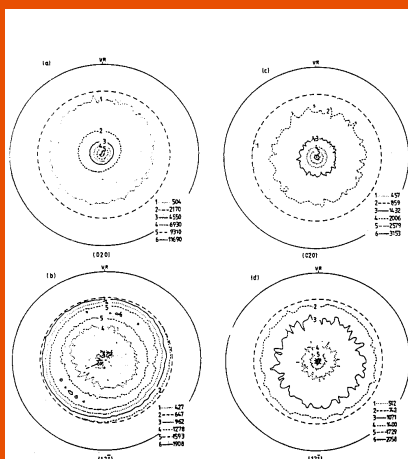
Von Herrn Binnewies 1995 auf dem Gelände der Firma Heidelberger Zement-Gipswerk Dorste (Osterode) gebauter Brennofen (Fassungsvermögen ca. 3 t Rohgips).



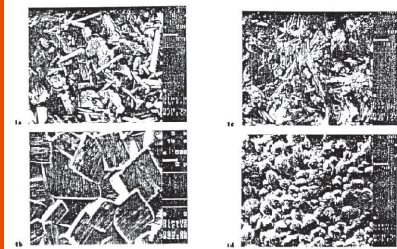
Brinellhärte von Gipsen verschiedener Herkunft

Abbindezusatz	WB	HB [N/mm <sup>2</sup> ]
Wasser	0,45 - 0,8	30 - 10
Ölzig	0,45 - 0,55	25 - 7
Milch	0,35 - 0,55	35 - 5
Milchzucker	0,5	30 - 6
Sauerkrautextrakt	0,5	26
Brennselextrakt (roh)	0,4 - 0,67	29 - 6
Brennselextrakt zerkleinert, 200g mit 1600 ml Wasser 5 Tage eingemäckt, abgeseiht	0,4 - 0,67	27 - 8
Brennselextrakt (gekocht)	0,4 - 0,67	27 - 8
Brennselextrakt zerkleinert, 200g mit 1600 ml Wasser aufgekocht 5 Tage eingemäckt, abgeseiht	0,4 - 0,67	27 - 8
Moosextrakt	0,5	22
Moosextrakt zerkleinert, 200g mit 1600 ml Wasser 3 Tage eingemäckt, abgeseiht	0,5 - 0,67	30 - 17
Apfelmilch	0,5 - 0,67	30 - 17
Junkfahlpfaff zerkleinert, je 200g mit 800/400 ml Wasser 3 Tage eingemäckt, abgeseiht	0,4 - 0,67	20 - 13
Urin	0,4 - 0,67	20 - 13
Händselextrakt	0,6	0,5
kaltschmelz (weiß) gedrohter Handseid pulverisiert, mit Wasser aufgeschwemmt	0,4 - 0,67	45 - 33
Pflanzenextrakt	0,4 - 0,67	45 - 33
Pflanzenzerkleinert, je 200g mit 1600/800/600 ml Wasser 3/4/5 Tage eingemäckt, abgeseiht	100; 30%	

Abbindezusätze (Ausgangsmaterial  $\beta$ -Halbhydrat, \*): Vol% an Gesamtwasser

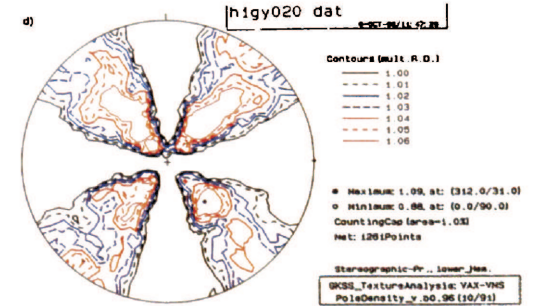


a), c) (020) und b), d) (121) Polfiguren von einer Gipsoberfläche ( $\beta$ -Halbhydrat) abgebunden auf Haushaltsfolie. c) und d) Zusatz von Zitronensäure.

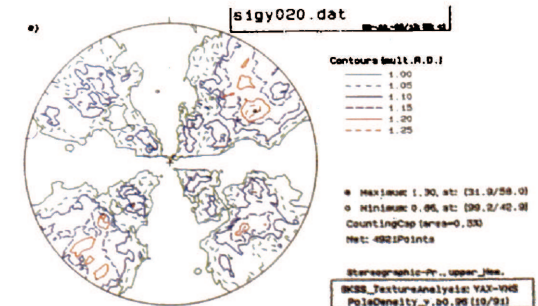


Rasterelektronenmikroskopaufnahmen von Gips ( $\beta$ -Halbhydrat) abgebunden auf Haushaltsfolie (a, b) bzw. auf Alginat-Zahnabdruckmaterial (c, d). b) und d) Zusatz von Zitronensäure.

**(020) Polfiguren mit Neutronenbeugung**

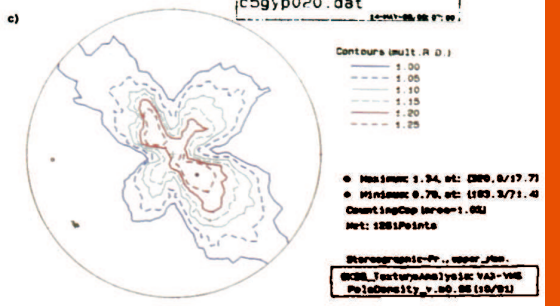


Ägidienkirche, Osterode

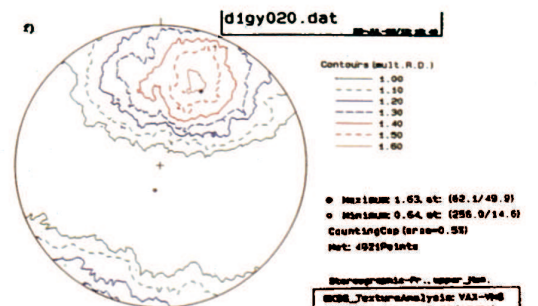


Steinbrecher-Gips

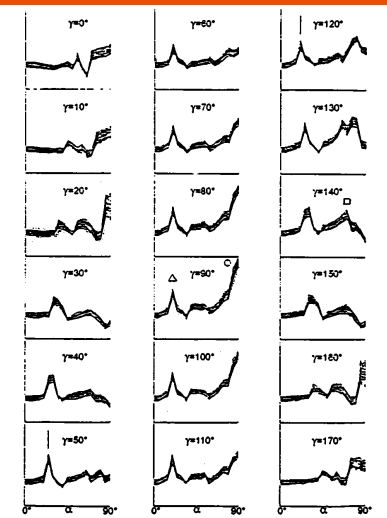
**(020) Polfiguren mit Neutronenbeugung**



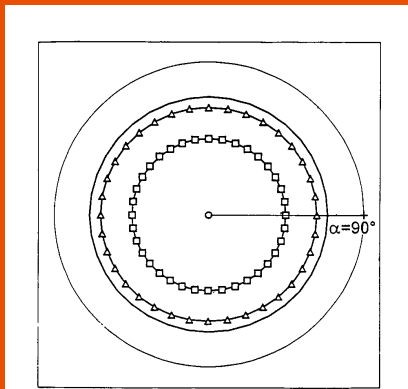
Schuttmasse von Burgberg, Quedlinburg



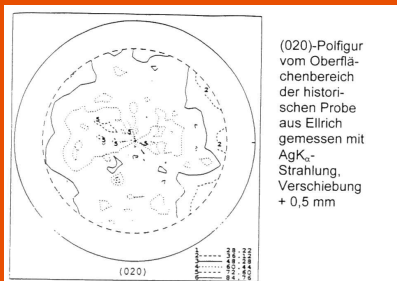
Gips ( $\beta$ -Halbhydrat) abgebunden auf Haushaltsfolie.



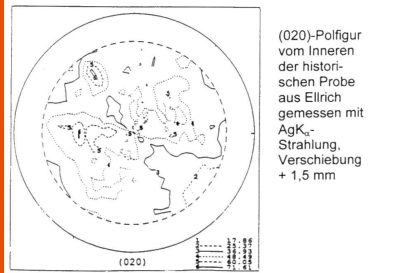
Orientierungsverteilungsfunktion von einer Gipsoberfläche (abgebunden aus  $\beta$ -Halbhydrat auf Haushaltsfolie; ODF-Berechnung: siehe beiliegende Publikation).



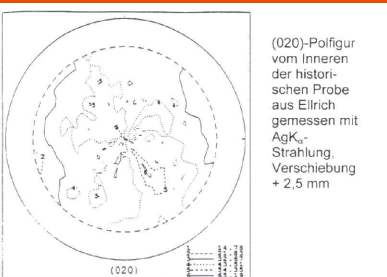
Die wichtigsten Fasertexturkomponenten: a) die Kristallite verlaufen mit (010) parallel zur Probenoberfläche, b) sie sind um 54° verkippt, c) stehen mit (010) fast senkrecht zur Probenoberfläche (70 – 75°).



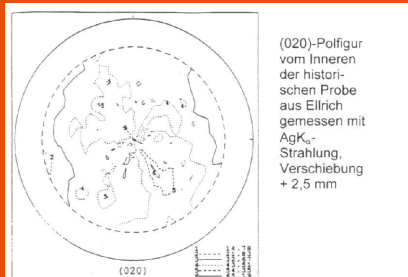
(020)-Polfigur vom Oberflächenbereich der historischen Probe aus Ellrich gemessen mit AgK $\alpha$ -Strahlung, Verschiebung + 0,5 mm



(020)-Polfigur vom Inneren der historischen Probe aus Ellrich gemessen mit AgK $\alpha$ -Strahlung, Verschiebung + 1,5 mm



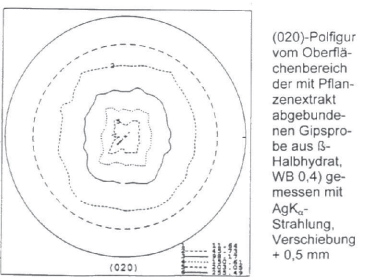
(020)-Polfigur vom Inneren der historischen Probe aus Ellrich gemessen mit AgK $\alpha$ -Strahlung, Verschiebung + 2,5 mm



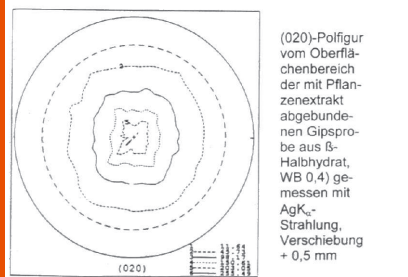
(020)-Polfigur vom Inneren der historischen Probe aus Ellrich gemessen mit AgK $\alpha$ -Strahlung, Verschiebung + 2,5 mm



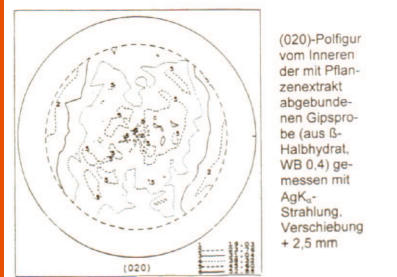
(020)-Polfigur vom Oberflächenbereich der mit Pflanzenextrakt abgebundenen Gipsprobe (aus  $\beta$ -Halbhydrat, WB 0,4) gemessen mit AgK $\alpha$ -Strahlung, Verschiebung + 1,5 mm



(020)-Polfigur vom Oberflächenbereich der mit Pflanzenextrakt abgebundenen Gipsprobe aus  $\beta$ -Halbhydrat, WB 0,4) gemessen mit AgK $\alpha$ -Strahlung, Verschiebung + 0,5 mm



(020)-Polfigur vom Inneren der mit Pflanzenextrakt abgebundenen Gipsprobe aus  $\beta$ -Halbhydrat, WB 0,4) gemessen mit AgK $\alpha$ -Strahlung, Verschiebung + 0,5 mm



(020)-Polfigur vom Inneren der mit Pflanzenextrakt abgebundenen Gipsprobe (aus  $\beta$ -Halbhydrat, WB 0,4) gemessen mit AgK $\alpha$ -Strahlung, Verschiebung + 2,5 mm