

Verbesserung der Standfestigkeit von Gipsformen durch Faserverstärkung

Fo.-A.-Nr.:	124 / 04
Forschungsinstitut:	Fachhochschule Nürnberg Fachbereich Werkstofftechnik
Projektleiter:	Prof. Dr. W. Krcmar
Projektbearbeiter:	Dipl.-Ing. (FH) Jochen Heckl Cand. Dipl.-Ing. (FH) Thomas Belzer

Die hier vorgestellten Untersuchungsergebnisse wurden insbesondere im Rahmen einer Diplomarbeit mit dem Thema „Parameterstudien für die Verstärkung von Formengips mittels Fasern und Partikeln für die Dachziegelindustrie“ von Dipl.-Ing. (FH) Jochen Heckl im Jahre 2005 im Fachbereich Werkstofftechnik der Georg-Simon-Ohm-Fachhochschule Nürnberg durchgeführt.

Zielsetzung

Ziel der vorliegenden Arbeit war die Optimierung werkstofftechnischer Kenngrößen von Formengips für die Dachziegelindustrie durch Zugabe von Natur- und Kunstfasern.

Versuchsdurchführung

Die Parameter Abriebfestigkeit, Brinellhärte, offene Porosität, Wasser-Saugkoeffizient, Biegezug- und Druckfestigkeit wurden experimentell bestimmt. Als **Faserzuschläge** wurden eingesetzt: Baumwollfasern (L = 0,4/0,7/1,2 mm), Cellulosefasern (0,5/1,0/2,5 mm), Jutefasern (0,5/1,5/5,0 mm), Glasfasern (3,0/6,0 mm), Kohlenstofffasern (6,0 mm), Polypropylenfasern (0,5/3,0/6,0 mm), Aluminium- (1,0 mm) und Stahlfasern (1,0 mm). Im späteren Verlauf der Untersuchungen wurden auch **partikelförmige Zuschlagstoffe** verwendet: Zement, Glasmehl, Glaskugeln ($\varnothing = 0,04/0,1-0,3$ mm), Ziegelmehl ($< 0,063$ mm), Kieselgur, Microsilika (SiO_2 $\varnothing = 0,045$ mm), Normensand ($< 0,063$ mm), Perlit (ungebläht $< 0,063/1,0$ mm), Quarzmehl ($< 0,01$ mm), TiO_2 ($< 0,01$ mm), Al_2O_3 ($< 0,010$ mm), ZrO_2 ($< 0,010$ mm), Wollastonit ($\text{Ca}_3\text{Si}_3\text{O}_9$ $\varnothing = 0,045$ mm) und flüssiges Wasserglas.

Ergebnisse

Faserverstärkung

Aus der Untersuchung ging hervor, dass durch alle Faserstoff-Zugaben die offene Porosität (außer bei Aluminium- und Stahlfasern) sowie der Wasser-Saugkoeffizient der Gipsproben verbessert werden konnte. Die Brinellhärte, die Biegezug- und Druckfestigkeit sowie als wichtigste Kenngröße, die Abriebfestigkeit wurden im Vergleich mit der Nullprobe aus reinem Gips praktisch immer verschlechtert. Lediglich

im Falle der Aluminium- und Stahlfaserzugabe konnte die Abriebfestigkeit der Gipsproben vergleichsweise erhöht werden. Im Verlauf der Untersuchungen wurde festgestellt, dass der Gips selbst, bereits sehr gute Eigenschaften aufweist, die schwer zu optimieren sind. Die Versuche wurden im weiteren Verlauf des Projektes auf die oben erwähnten partikelförmigen Zuschlagstoffe ausgedehnt.

Partikelverstärkung

Die Zugabe von 20 Ma.-% Zement der Sorte CEM I 42,5 R ermöglichte eine Minderung des Gips-Abriebs von $0,68 \text{ g/cm}^2$ auf $0,55 \text{ g/cm}^2$. Mit der gleichen Massenzugabe an gemahlenem Normensand ($\varnothing < 0,063 \text{ mm}$) konnte der Abrieb auf immerhin $0,61 \text{ g/cm}^2$ gesenkt werden. Die Zugabe von 10 Ma.-% Ziegelmehl ($\varnothing < 0,063 \text{ mm}$) bewirkte eine Verminderung des Abriebs auf sogar $0,45 \text{ g/cm}^2$.

Um die genannten Ergebnisse zu überprüfen bzw. zu erweitern, wurden Nachversuche durchgeführt. Dabei kamen als Partikelverstärkung die Stoffe Zement der Sorte CEM I 42,5 R, ungeblähter Perlit ($\varnothing = 1,0 \text{ mm}$) und Ziegelmehl ($\varnothing < 0,063 \text{ mm}$) zum Einsatz. Die Gipsproben wurden sowohl im trockenen, als auch im nassen Zustand auf alle genannten Parameter geprüft. Der Einfachheit halber werden hier nur die Ergebnisse der Abriebversuche vorgestellt. Die trockene Gips-Nullprobe zeigte einen Abrieb von $0,78 \text{ g/cm}^2$. Die Zugabe von 5 bzw. 10 Ma.-% ermöglichte die Minderung des Abriebs der trockenen Gipsproben auf $0,72 \text{ g/cm}^2$ bzw. $0,58 \text{ g/cm}^2$. Die gleichen Proben wurden auch nass geprüft. Dabei zeigte die nasse Gips-Nullprobe einen Abrieb von $2,93 \text{ g/cm}^2$. Die Dosierung von 5 bzw. 10 Ma.-% Zement verursachte eine Minderung des Abriebs auf $2,43 \text{ g/cm}^2$ bzw. $2,53 \text{ g/cm}^2$ bei den nassen Gipsproben.

Durch eine Zugabe von 5 bzw. 10 Ma.-% Perlit ($\varnothing = 1,0 \text{ mm}$, ungebläht) konnte der Abrieb bei den trockenen Gipsproben von $0,88 \text{ g/cm}^2$ auf $0,22 \text{ g/cm}^2$ bzw. $0,14 \text{ g/cm}^2$ gemindert werden (Bild 1). Es zeigte sich auch bei den nassen Gipsproben eine Minderung des Abriebs bei steigender Perlitzugabe, d.h. eine Verbesserung der Abriebfestigkeit. Hier sank der Abrieb von zunächst $2,85 \text{ g/cm}^2$ der Nullprobe, bei 5 bzw. 10 %-iger Massenzugabe auf $1,53$ bzw. $1,52 \text{ g/cm}^2$ (Bild 2).

Die Zugabe von 5 Ma.-% Ziegelmehl zeigte bei den trockenen Gipsproben eine Erhöhung des Abriebs von $0,61 \text{ g/cm}^2$ auf $0,78 \text{ g/cm}^2$. Erst die Dosierung von 10 Ma.-% Ziegelmehl erniedrigte den Abrieb auf $0,56 \text{ g/cm}^2$. Die nassen Gipsproben wiesen bei 5 bzw. 10 %-iger Massenzugabe ebenfalls eine Minderung des Abriebs von $3,28 \text{ g/cm}^2$ auf $3,07 \text{ g/cm}^2$ bzw. $2,51 \text{ g/cm}^2$ auf.

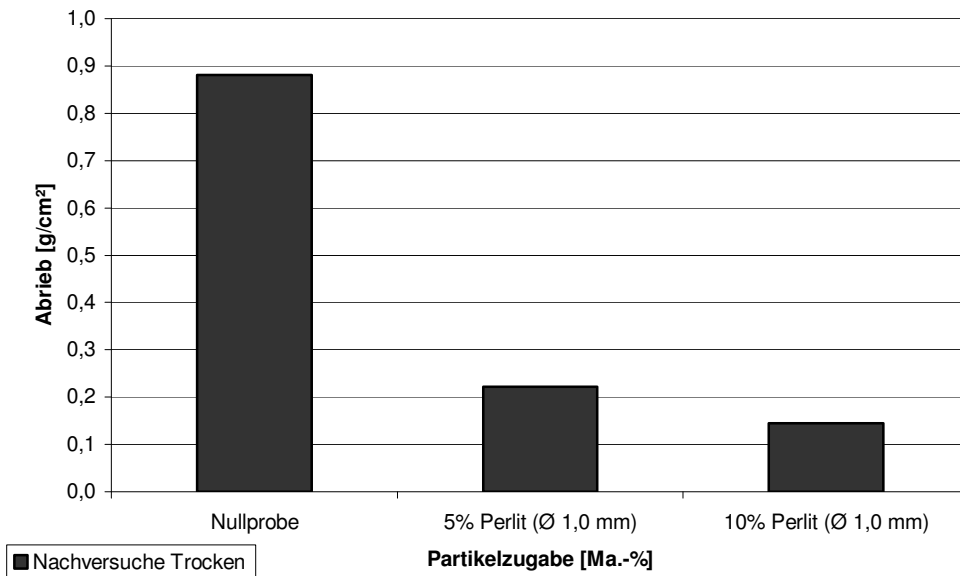


Bild 1: Abrieb trockener Gipsproben mit Perlit-Zugaben (ungeblät, $\varnothing = 1,0$ mm) im Vergleich mit einer Nullprobe aus reinem Gips

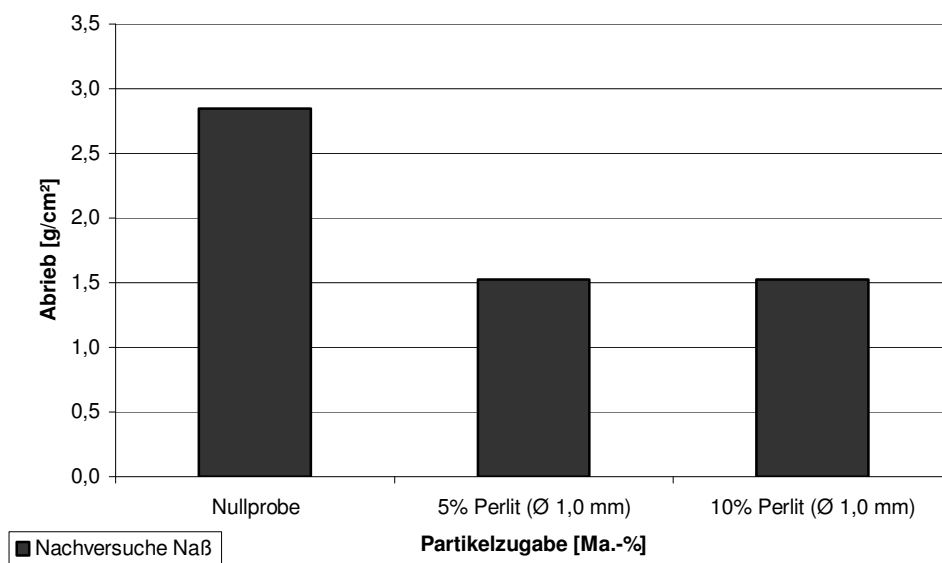


Bild 2: Abrieb nasser Gipsproben mit Perlit-Zugaben (ungeblät, $\varnothing = 1,0$ mm) im Vergleich mit einer Nullprobe aus reinem Gips

Ausblick

Das Forschungsvorhaben zeigte, dass es möglich ist, die Abriebfestigkeit von Formengips durch gezielte Auswahl an Faser- und Partikelzugaben zu erhöhen. Leider funktioniert der Effekt nicht bei allen Fasern und Partikeln. In weiteren Untersuchungen werden jetzt nochmals gezielte Versuche durchgeführt, um die beschriebenen Ergebnisse zu bestätigen.