

## Entwicklung eines temperaturbeständigen Bindemittels für Glas- und Mineralwolle

G. Jonschker, R. Rupp, S. Goedicke, M. Mennig, H. Schmidt  
Institut für Neue Materialien, Saarbrücken

### EINLEITUNG

Zur Herstellung von Isolationsmaterialien auf der Basis von Mineralwollefasern werden derzeit hauptsächlich organische Bindemittel auf der Basis von Phenol-Formaldehyd-Harzen eingesetzt, die die Anwendungsgrenztemperatur der damit hergestellten Dämmstoffe auf ca. 200°C beschränken. Desweiteren besteht aufgrund der öffentlichen Diskussion über die Gesundheitsrisiken von Phenol/Formaldehyd-Emissionen und der bisher noch nicht zufriedenstellend geklärten Recyclingfrage ein Bedarf, diese Phenolharz-Bindemittel zu ersetzen.

Eine Lösung dieser Problematik bietet sich prinzipiell durch Verwendung anorganischer Bindemittel an. Diese sind, wie z.B. Gips, Alkalisilikate, Aluminiumphosphate oder Kieselsol seit langer Zeit bekannt, konnten aber aufgrund ihrer Sprödigkeit bis heute nicht für die Bindung flexibler Materialien wie Mineralwollefasern eingesetzt werden. Die Sprödigkeit resultiert aus der Bindungsart anorganischer Materialien, die in der Regel dreidimensional ist.

### ZIELSETZUNG

Ein interessanter Ansatz zur Lösung dieser Problematik besteht in der Verwendung anorganischer Materialien in feinsten Korngrößen, wenn es gelingt, ihre Neigung zur Verbindung durch geeignete Oberflächenmodifikation zu steuern. Verkleinert man die Teilchengröße immer weiter bis in den nm-Bereich hinein, so schafft man eine extrem große Oberfläche bis hin zu 1000 m<sup>2</sup>/g, die eine hohe Oberflächenenergie und beim Vorhandensein reaktiver Gruppen, wie z. B. SiOH-Gruppen an Kieselsolpartikeln, eine hohe Bindungsneigung haben.

Die experimentelle Zielstellung war daher, eine Oberflächenmodifizierung für nanoskaliges SiO<sub>2</sub>-Bindemittel zu entwickeln, um die Vernetzungskinetik und den Vernetzungsgrad so zu steuern, daß die Flexibilität des resultierenden Binders ausreicht, um flexible Glasfasern zu verkleben und die Aushärtecharakteristik technischen Anforderungen anzupassen.

### STAND DER TECHNIK

Ausgangspunkt für die Entwicklung waren frühere Arbeiten des INM zur Oberflächenmodifizierung von SiO<sub>2</sub>-Kolloiden mit methylgruppenhaltigen Silanen, die in Zusammenhang mit der Entwicklung von Beschichtungen für optische Wellenleiter und Glasgewebe stehen [1]. Über diese Oberflächenmodifizierung gelang es auch dicke SiO<sub>2</sub>-Schichten herzustellen [2].

## EXPERIMENTELLE VORGEHENSWEISE

Die Umsetzung der  $\text{SiO}_2$ -Kolloide (BAYER Kieselzol, mittlerer Teilchendurchmesser 7-9 nm) mit den Silan-Komponenten Methyltriethoxysilan (MTEOS) und Tetraethoxysilan (TEOS) erfolgt in einer schon früher beschriebenen Reaktion [3] unter Säurekatalyse. Dabei wird ein Gemisch von MTEOS und TEOS in einem Reaktionsgefäß vorgelegt und das wässrige Kieselzol zugegeben. Das zunächst resultierende zweiphasige Gemisch wird dann unter intensivem turbulenten Rühren mit konzentrierter HCl umgesetzt. Die einsetzende exotherme Reaktion ist nach ca. 10 Minuten beendet und das Bindemittel-Sol kann in dieser Form gelagert werden.

Tabelle 1: Mittlerer Teilchendurchmesser in Abhängigkeit von der Standzeit des Sol-Gel-Bindemittels bei Raumtemperatur

Standzeit bei RT / d	mittlerer Teilchendurchmesser / nm
1	$30 \pm 0,5$
7	$44 \pm 0,7$
160	$54 \pm 0,7$

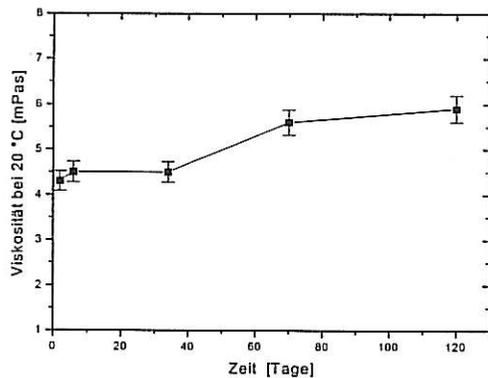


Bild 1: Viskosität des Sol-Gel-Bindemittels in Abhängigkeit von der Lagerzeit bei Raumtemperatur

PCS Untersuchungen zeigen, daß bei der Reaktion in Abhängigkeit von der Reaktionszeit  $\text{SiO}_2$ -Kolloide im Größenbereich von  $< 60$  nm (Tabelle 1) entstehen. Die kolloidalen Lösungen sind in Bezug auf ihre Viskosität auch über einen langen Zeitraum relativ konstant. Zur Verklebung der Fasern wird das Sol mit der entsprechenden Menge Wasser aktiviert und auf die Faser gesprüht.

## ERGEBNISSE

Das entwickelte Bindemittel besteht aus ca. 90 % Masseanteil  $\text{SiO}_2$  und 10 % Masseanteil Methyl- und/oder Phenylgruppen. Zur Verklebung der Glasfasern wird die Bindemitteldispersion mit Wasser emulgiert und unmittelbar nach dem Faserziehprozeß auf die Glasfaser gesprüht. Nach der Härtung im Umluftofen ( $160$  °C, 2 min.) entsteht ein Glaswollendämmstoff, der sich rein äußerlich nur in der Farbe von phenolharzgebundener Glaswolle unterscheidet. Ein mikroskopischer Vergleich der Bindung zwischen herkömmlichen phenolharz- und sol-gel-gebundenen Fasergelegen zeigt praktisch keinen Unterschied (siehe Bild 2).

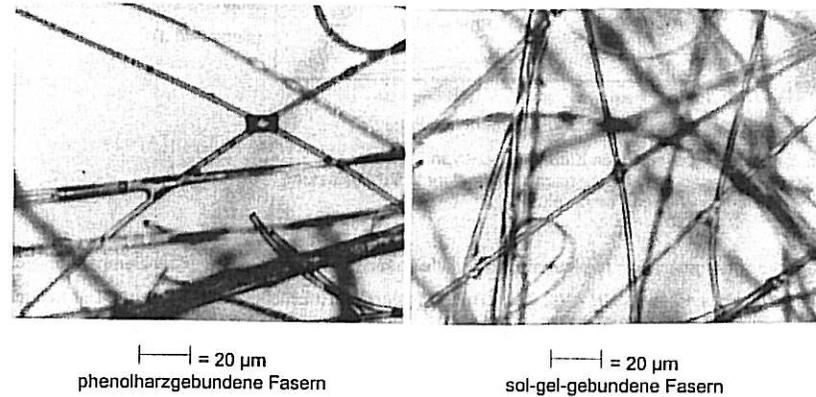
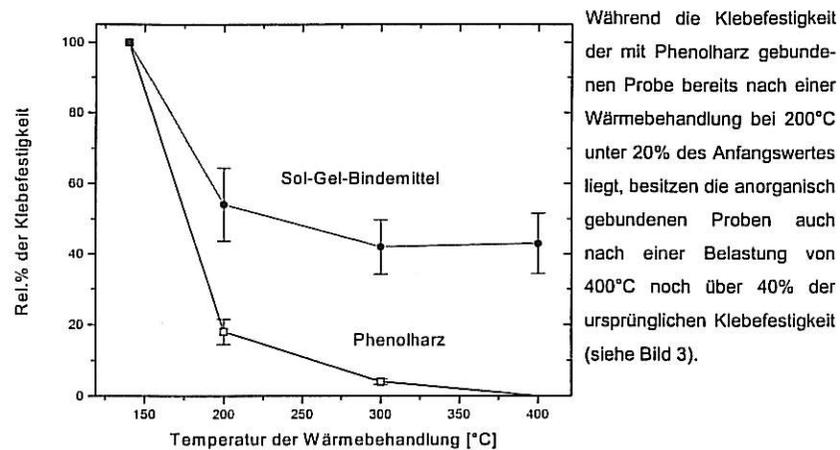


Bild 2: Vergleich der Klebepunkte von mit Phenolharz und mit Sol-Gel-Bindemittel verklebten Glasfasern

Für praktische Anwendungen ist es wichtig, den Aushärteprozeß möglichst so zu gestalten, daß keine Umstellung des Produktionsprozesses erforderlich ist. Untersuchungen ergaben, daß sich die B-Zeiten (Gellerzeit auf einer  $140$  °C heißen Metallplatte), die bei Phenolharzen 2-3 Min. betragen (Stand der Technik), bei dem neuen Bindemittel zwischen 0,2 und 30 Min. einstellen lassen (z.B. durch die vor der Anwendung zugegebene Wassermenge).

Zum Vergleich der Temperaturbeständigkeit der Klebung des anorganischen Bindemittel-Systems mit der von Phenolharz, wurden Zugversuche an geklebten Glasgewebebändern (Fa. Deuss, 2 cm Breite,  $140$  g/m<sup>2</sup>, Leinwandbindung) durchgeführt. Vor dem Zugversuch wurden die Proben jeweils einer 10-stündigen Wärmebehandlung bei unterschiedlichen Temperaturen unterworfen.



Während die Klebefestigkeit der mit Phenolharz gebundenen Probe bereits nach einer Wärmebehandlung bei 200°C unter 20% des Anfangswertes liegt, besitzen die anorganisch gebundenen Proben auch nach einer Belastung von 400°C noch über 40% der ursprünglichen Klebefestigkeit (siehe Bild 3).

Bild 3: Vergleich der relativen Klebefestigkeit von Sol-Gel-Bindemittel und Phenolharz nach 10-stündiger Wärmebelastung bei der angegebenen Temperatur.

Die damit hergestellten farblosen Dämmstoffe haben eine Anwendungsgrenztemperatur von ca. 600°C und sind nach DIN 4102 in die Baustoffgruppe A1 (nichtbrennbar) eingestuft. Der geringe Organikgehalt von ca. 10 % Masseanteil sowie die Art der organischen Bestandteile (Methylgruppen) ermöglichen das direkte Recyceln von Produktionsabfällen bzw. bei Rücknahme durch Wiedereinschmelzen im Glasofen, wie diesbezügliche Untersuchungen gezeigt haben.

#### LITERATUR

- [1] M. Mennig, G. Jonschker, H. Schmidt; SPIE Vol. 1758, Sol-Gel Optics II, (1992), 125
- [2] M. Mennig, G. Jonschker, H. Schmidt, P. Kahanek; Proceedings Sol-Gel Production Conference, Oktober 1993, Saarbrücken, Hrsg. : H. Schmidt, Trans Tech Publications Ltd.
- [3] M. Mennig, G. Jonschker, H. Schmidt; 66. Glastechnische Tagung Fulda 1992, 21