

# 50. Internationales Wissenschaftliches Kolloquium

September, 19-23, 2005

**Maschinenbau  
von Makro bis Nano /  
Mechanical Engineering  
from Macro to Nano**

**Proceedings**

Fakultät für Maschinenbau /  
Faculty of Mechanical Engineering

Startseite / Index:

<http://www.db-thueringen.de/servlets/DocumentServlet?id=15745>

## Impressum

- Herausgeber: Der Rektor der Technischen Universität Ilmenau  
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. habil. Peter Scharff
- Redaktion: Referat Marketing und Studentische Angelegenheiten  
Andrea Schneider
- Fakultät für Maschinenbau  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Kurtz,  
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. med. (habil.) Hartmut Witte,  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Gerhard Linß,  
Dr.-Ing. Beate Schlütter, Dipl.-Biol. Danja Voges,  
Dipl.-Ing. Jörg Mämpel, Dipl.-Ing. Susanne Töpfer,  
Dipl.-Ing. Silke Stauche
- Redaktionsschluss: 31. August 2005  
(CD-Rom-Ausgabe)
- Technische Realisierung: Institut für Medientechnik an der TU Ilmenau  
(CD-Rom-Ausgabe) Dipl.-Ing. Christian Weigel  
Dipl.-Ing. Helge Drumm  
Dipl.-Ing. Marco Albrecht
- Technische Realisierung: Universitätsbibliothek Ilmenau  
(Online-Ausgabe) [ilmedia](#)  
Postfach 10 05 65  
98684 Ilmenau
- Verlag:  Verlag ISLE, Betriebsstätte des ISLE e.V.  
Werner-von-Siemens-Str. 16  
98693 Ilmenau

© Technische Universität Ilmenau (Thür.) 2005

Diese Publikationen und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt.

ISBN (Druckausgabe): 3-932633-98-9 (978-3-932633-98-0)  
ISBN (CD-Rom-Ausgabe): 3-932633-99-7 (978-3-932633-99-7)

Startseite / Index:

<http://www.db-thueringen.de/servlets/DocumentServlet?id=15745>

M. Lang / N. Vasev / P. Meier

## Schichtdicke und Benetzungsverhalten von Silikonelastomeren

### ABSTRACT

Im Mittelpunkt der Untersuchungen steht der Aufbau von Silikonschichten im Tauchverfahren. Die Schichtdicke wird von der Tauchgeschwindigkeit und der Viskosität der Silikon-Hexan Lösung beeinflusst. Die Viskosität der Silikonlösung hängt von der Schergeschwindigkeit und dem Alter der Lösung ab. Geringe Konzentrationsschwankungen haben kaum Einfluss.

### Einleitung

Für die minimal invasive Wirbelsäulenchirurgie wird eine sich peristaltisch bewegende Sonde entwickelt. Sie ist aus zwei Silikonschichten mit dazwischenliegenden, seriell angeordneten Kammern aufgebaut. Befüllt man diese periodisch, kann man einen Vortrieb innerhalb des Epiduralraumes der Wirbelsäule erreichen [1]. Die mechanischen Eigenschaften sind experimentell bestimmt [2] und die Geometrie der Sonde wurde in FEM Simulationen ermittelt [3].

### Prozessverfahren

Die Sonde wird aus zweikomponentigem Silikonkautschuk [MED-49-30, bzw. -50, Nusil<sup>®</sup>] hergestellt. Mit Photolack überzogene Metallstäbe mit den Durchmessern  $d_{\text{Stab1}} = 3\text{mm}$  und  $d_{\text{Stab2}} = 3.5\text{ mm}$  dienen als Substrate für die erste Silikonschicht. Dann folgt eine strukturierte Photolackschicht als Platzhalter für die Kammern und darauf die zweite Silikonschicht. Beide Schichten werden jeweils durch vierfaches Tauchen in einer Silikon-Hexan-Lösung erzeugt. Die Tauchgeschwindigkeit des Stabes beim Eintauchen und Herausziehen ist  $v_{\text{Stab}} = 11.25\text{mm/s}$ .

### Ergebnisse

Es werden Stammlösungen der Silikon-Komponenten A und B mit n-Hexan angesetzt. Daraus wird vor dem Experiment die Silikonlösung angerührt. Im Bereich von 29 m% Silikon in der Lösung ergibt sich eine relativ gleichmäßige Schichtdicke. Die Viskosität wird mit einem Rotationsviskosimeter (RheoTec RC20) bestimmt. Je älter und konzentrierter die Lösung und je kleiner die Schergeschwindigkeit ist, desto höher ist die Viskosität (Abb. 1). Während des

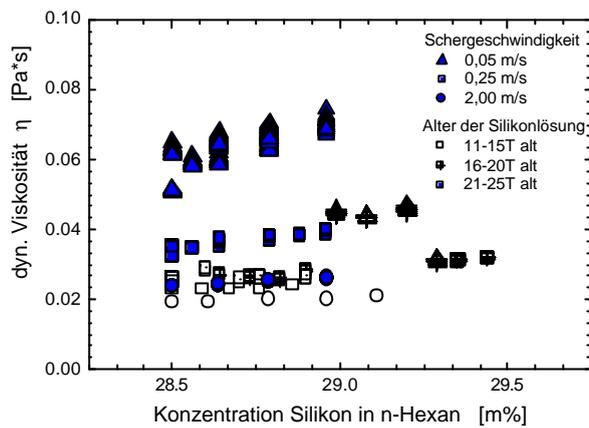


Abb. 1: Viskosität von Silikonlösungen (Med 4950) bei 23°C.

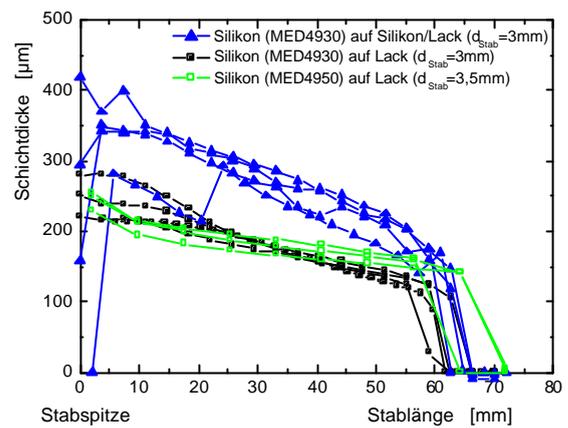


Abb. 2: Silikonschichten aus 28,5m% Lösung auf Lack und Silikon/Lack.

Tauchprozesses verdunstet  $\Delta m_{L\ddot{o}s} = 0,2\text{g}$  Hexan, d.h. die Konzentration der Lösung erhöht sich von 28,50m% auf 28,73m%. Nach Abb. 1 hat die gering ansteigende Konzentration während des Beschichtungsprozesses nur einen minimalen Einfluss auf die Viskosität.

Nach vier Tauchprozessen ergeben sich verschiedene Dicken der Silikonschicht. Diese sind in Abb. 2 über der Stablänge für die unterschiedlichen Untergründe und beide Stabdurchmesser dargestellt. Die Durchschnittsdicken der Messwerte zwischen 4 mm und 58 mm Stablänge (Abb. 2) betragen  $d_{\text{Schicht}}^{\text{Silikon/Lack}} = 270 \pm 15\text{mm}$ . Das sind pro Tauchvorgang  $68 \pm 4\text{mm}$ . Die Durchschnittsdicke für die Schicht auf reinem Photolack ergibt sich zu  $d_{\text{Schicht}}^{\text{Lack}} = 183 \pm 14\text{mm}$ . Es scheint beim ersten Tauchen mit einem Photolacksubstrat kaum Silikon haften zu bleiben und erst durch die folgenden Tauchvorgänge wird Silikon aufgetragen (vgl. auch [4]).

## Zusammenfassung

Silikonlösungen haften auf Silikon deutlich besser, als auf Lack. Ihre Viskosität hängt im untersuchten Konzentrationsbereich von der Schergeschwindigkeit und vom Alter der Lösung ab. Die Schichtdickenverteilung auf einem Stab kann über die Konzentration eingestellt werden.

### Literatur- bzw. Quellenhinweise:

- [1] Dietrich, J.; Meier, P.; Oberthür, S., Preuß R.; Voges, D.; Zimmermann, K.; ISBN 3-8322-2655-9, pp. 66-89, (2004).
- [2] A. Münch.; Projektarbeit TU Ilmenau, (2004).
- [3] Meier P., Khader S., Preuß R., Dietrich J. and Voges D., Busfield & Muhr (eds), ISBN 90 58095665, (2003).
- [4] R. Messmer: „Silikone als Klebstoffe“; Vortragsreihe Silicone Institute, Polytec PT / NuSil, (2005).

### Autorenangabe:

Michael Lang  
 Natalja Vasev  
 Dr. Petra Meier  
 TU Ilmenau, Helmholtz-Ring-1  
 98693 Ilmenau  
 Tel.: 03677 69 1814  
 E-mail: [pademis@tu-ilmenau.de](mailto:pademis@tu-ilmenau.de)