

# **Schichtbildung von Plasmapolymere n bei Atmosphärendruck am Beispiel von Hexamethyldisiloxan (HMDSO) als Monomer**

**Vom Fachbereich 2 (Biologie/Chemie) der Universität Bremen  
genehmigte**

## **Dissertation**

**zur Erlangung des akademischen Grades eines  
Doktors der Naturwissenschaften  
Dr. rer. nat.**

von

Dipl. Phys. Christoph Regula  
Bremen im November 2011

Tag der mündlichen Prüfung: 16. Dezember 2011

Erstgutachter:  
Zweitgutachter:

Priv.-Doz. Dr. A. Hartwig  
Prof. Dr. D. Wöhrle

(Fraunhofer IFAM,Bremen)  
(Universität Bremen)

Die vorliegende Arbeit wurde in der Zeit vom 15.04.2008 bis 31.10.2011 am Fraunhofer Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung in Bremen angefertigt.

Hiermit versichere ich, Christoph Regula, die vorliegende Dissertation selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Quellen und Hilfsmittel angefertigt zu haben.

Berichte aus der Chemie

**Christoph Regula**

**Schichtbildung von Plasmapolymere  
Atmosphärendruck am Beispiel von  
Hexamethyldisiloxan (HMDSO) als Monomer**

D 46 (Diss. Universität Bremen)

Shaker Verlag  
Aachen 2012

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: Bremen, Univ., Diss., 2011

Copyright Shaker Verlag 2012

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-0769-5

ISSN 0945-070X

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: [www.shaker.de](http://www.shaker.de) • E-Mail: [info@shaker.de](mailto:info@shaker.de)

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Plasma</b>	<b>3</b>
2.1	Grundlagen	3
2.2	Niederdruckplasma	7
2.3	Atmosphärendruck-Plasma	7
2.4	Atmosphärendruck-Plasma Quellen	8
2.5	Plasma-Substrat Wechselwirkung	16
2.6	Plasmapolymerisation	19
<b>3</b>	<b>Experimenteller Aufbau und Beschreibung der Experimente</b>	<b>27</b>
3.1	Plasmaanlage	27
3.2	Versuchsdurchführung	28
3.3	Substratmaterialien	32
3.4	Adhäsionsprüfung und Defektdichtenanalyse an plasmapolymeren Schichten	36
3.5	Oberflächenanalytik	36
3.6	Anwendungsorientierte Schichtanalytik	43
<b>4</b>	<b>Plasmabehandlung und Plasmapolymerisation</b>	<b>49</b>
4.1	Plasmabehandlung von Metalloberflächen	49
4.2	Schichtabscheidung im AD-Plasma	55
4.3	Defektdichte plasmapolymerer Beschichtungen	100
4.4	Adhäsion plasmapolymerer Schichtsysteme	109
<b>5</b>	<b>Diskussion und Modellbildung</b>	<b>115</b>
5.1	AD-Plasmabehandlung von Kupferoberflächen	115
5.2	Plasmapolymerer Schichtbildung	120
5.3	Defektdichte plasmapolymerer Schichten	134
5.4	Modellbildung zur Schichtabscheidung im AD-Plasma	145
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>159</b>
	<b>Glossar</b>	<b>167</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>184</b>