

**Benjamin Viel**

# Vernetzte Kunstpalfolien aus Latices

**Diplomarbeit**

## **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:**

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

Dieses Werk sowie alle darin enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsschutz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlanges. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen, Auswertungen durch Datenbanken und für die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe (einschließlich Mikrokopie) sowie der Auswertung durch Datenbanken oder ähnliche Einrichtungen, vorbehalten.

Copyright © 2003 Diplomica Verlag GmbH  
ISBN: 9783836602730

**Benjamin Viel**

# **Vernetzte Kunststopalfolien aus Latices**



---

Benjamin Viel

# Vernetzte Kunststopalfolien aus Latices

Diplomarbeit  
Technische Universität Darmstadt  
Fachbereich Chemie  
Dezember 2003



Diplomica GmbH ———  
Hermannstal 119k ———  
22119 Hamburg ———

Fon: 040 / 655 99 20 ———  
Fax: 040 / 655 99 222 ———

agentur@diplom.de ———  
www.diplom.de ———

Benjamin Viel  
**Vernetzte Kunststofffolien aus Latices**

ISBN: 978-3-8366-0273-0

Druck Diplomica® Verlag GmbH, Hamburg, 2007

Zugl. Technische Universität Darmstadt, Darmstadt, Deutschland, Diplomarbeit, 2003

---

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Die Informationen in diesem Werk wurden mit Sorgfalt erarbeitet. Dennoch können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden, und die Diplomarbeiten Agentur, die Autoren oder Übersetzer übernehmen keine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für evtl. verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen.

© Diplomica Verlag GmbH  
<http://www.diplom.de>, Hamburg 2007  
Printed in Germany



Benjamin Viel, Doorner Str. 45 b, 63456 Hanau  
eMail: [Benjamin.Viel@web.de](mailto:Benjamin.Viel@web.de)

### **Autorenprofil**

#### **Berufstätigkeit**

Jan. 2004 – Okt. 2007

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Deutschen Kunststoff-Institut (DKI) in Darmstadt, Abteilung Chemie

Tätigkeiten:

- Entwicklung neuer anorganisch-polymerer Kern-Mantel-Hybridpartikel im Nanometerbereich auf der Basis von  $\text{SiO}_2$  und Acrylatcopolymeren
- Silanchemie: nasschemische Silicaherstellung und Oberflächenfunktionalisierung mit kommerziellen Silanen
- Emulsions-, Suspensionspolymerisation von monodispersen Kern-Mantel-Latex-Partikeln im Labormaßstab, Up-Scaling in den Technikumsmaßstab
- Partikelcharakterisierung insbesondere durch Transmissions- (TEM), Rasterelektronen- (REM) und Rasterkraftmikroskopie (AFM)
- Verarbeitung von Hybridpartikeln in Extrusion, Hybridfilmherstellung im Schmelzpressverfahren
- Plasmabehandlung von Hybridfilmen zur Oberflächenstrukturierung
- statische & dynamische Kontaktwinkelmessungen an ultrahydrophoben Oberflächen
- Betreuung von Hilfswissenschaftlern, Studienarbeiten, Schülerpraktikanten und Studenten im Praktikum

## **Studium**

- Dez.2003 • Diplom-Ingenieur (TU)
- Juni 2003 – Dez. 2003 • Diplomarbeit am Deutschen Kunststoff-Institut  
„Vernetzte Kunststoffsfolien aus Latices“, Note 1
- Entwicklung von:
- Kern-Mantel-Latexpartikel in Emulsionspolymerisation
  - großflächigen Farbeffektfolien im Schmelzpressverfahren
  - Thermischen und photochemischen Vernetzungsreaktionen
  - Kunststoffs-Demonstratoren auf Makrolon<sup>®</sup> durch Thermoformen
- Charakterisierung durch:
- UV-Vis-Spektroskopie in Transmission & Reflexion
  - Zug-Dehnungsprüfungen
  - Rheologische Messungen
  - Kernresonanzspektroskopie (Modellkinetik)
- Die Arbeit wurde von Merck KGaA Darmstadt patentiert
- Sep. 1998 – Dez.2003 • Studium der Chemie an der Technischen Universität in Darmstadt, Pflichtdisziplinen: anorganische, organische, physikalische und technische Chemie, zusätzliche Ausbildung und Vertiefung in makromolekularer Chemie

## **Schule und Ausbildung**

- Aug.1997 – Dez. 2003 • Rettungssanitäter im Rettungsdienst und Krankentransport des Deutschen Roten Kreuzes im Kreisverband Hanau
- Aug. 1988 - Juli 1997 • Karl-Rehbein-Schule, Gymnasium in Hanau  
Allgemeine Hochschulreife



# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einführung ins Themengebiet</b>	<b>1</b>
1.1	<i>Kolloidale Kristalle.</i>	1
1.2	<i>Herstellung von Schichtstrukturen</i>	3
1.3	<i>Kristalline Strukturen durch Selbstorganisation</i>	6
1.3.1	Sedimentation	6
1.3.2	Kontrollierte Trocknung	7
1.4	<i>Elastomere Latexkristalle durch uniaxiale Kompression</i>	8
1.5	<i>Entstehung von Farbeffekten an Latexkristallen</i>	11
<b>2</b>	<b>Aufgabenstellung</b>	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>Latexkristalle aus elastomeren Polymeren</b>	<b>16</b>
3.1	<i>Emulsionspolymerisation</i>	16
3.1.1	Teilchenbildungsphase	17
3.1.2	Wachstumsphase	18
3.1.3	Verarmungsphase	19
3.2	<i>Architekturen von Latices</i>	19
3.3	<i>Synthese nach Standardrezeptur</i>	20
3.3.1	Synthese von PScsPMMAssPEA	22
<b>4</b>	<b>Vernetzte Opalfilme</b>	<b>24</b>
<b>5</b>	<b>Photochemische Nachvernetzung</b>	<b>24</b>
5.1	<i>Anwendung der Photovernetzung auf PScsPMMAssPEA-Filme</i>	25
5.1.1	UV-Vis-Spektroskopie	26
5.1.1.1	Unvernetzter Film	27
5.1.1.2	Vernetzter Film	28
5.2	<i>Anwendung auf Cecos<sup>®</sup>-Material</i>	29
5.2.1	Zugversuch am unvernetzten Cecos-Film	31
5.2.2	Zugprüfungen an vernetzten Cecos-Filmen	32
5.2.3	Hystereseproofungen an Cecos-Filmen	34
<b>6</b>	<b>Thermische Vernetzung modifizierter Latexkugeln</b>	<b>38</b>
6.1	<i>Einkomponentensystem PScsPMMAssPEAcoNMA</i>	38
6.2	<i>Einkomponentensystem PScsPMMAssPEAcoGMA</i>	39
6.3	<i>Zweikomponentensystem Hydroxyalkylacrylat / Isocyanat</i>	41
6.3.1	Eingesetzte Isocyanate	44
6.3.2	Vernetzungskinetik	46
6.3.3	Thermisch vernetzte PScsPMMAssPEA-Filme	54
6.3.4	Zugprüfungen an PScsPMMAssPEAcoHEMA <sub>2%</sub>	58
6.3.5	Rheologie an PScsPMMAssPEAcoHEMA <sub>2%</sub> -Schmelzen	59
6.3.6	Synthese von PScsPEAssPEAcoHEMA <sub>2%</sub> – stabilisierte Monomere	63
6.3.7	UV-Vis-Spektroskopie an thermisch vernetzten Filmen	64
6.3.7.1	Messungen in Transmission	64
6.3.7.2	Messungen in Reflexion	66
6.3.8	Zugprüfungen an PScsPEAssPEAcoHEMA <sub>2%</sub>	68
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>74</b>

<b>8</b>	<b>Experimenteller Teil</b>	<b>77</b>
8.1	<i>Monomere und Chemikalien</i>	77
8.2	<i>Durchführung der Versuche</i>	78
8.2.1	Herstellung der Strukturlatices mit elastomerem Mantel	78
8.2.2	Ausfällung und Trocknung	80
8.2.3	Verarbeitung der Polymere im Extruder	81
8.2.4	Herstellung von Filmen durch uniaxiale Kompression	82
8.3	<i>Messgeräte und –verfahren</i>	83
8.3.1	UV/Vis-Spektroskopie	83
8.3.2	Zug-Dehnungs-Prüfung	83
8.3.3.	Rheologie	83
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>84</b>