

---

# Saarbrücker Reihe

Materialwissenschaft und Werkstofftechnik

---

Band 37

## Lagerungsstabilität, Vernetzung und Eigenschaften von Epoxid-Dicyandiamid- Systemen für Nanoverbundwerkstoffe

Jan Christoph Gaukler

Herausgeber:

**Prof. Dr. rer. nat. Wulff Possart**

Prof. Dr. Eduard Arzt  
Prof. Dr.-Ing. Dirk Bähre  
Prof. Dr.-Ing. Christian Boller  
Prof. Dr. rer. nat. Ralf Busch  
Prof. Dr. rer. nat. Rolf Clasen  
Prof. Dr.-Ing. Stefan Diebels  
Prof. Dr.-Ing. Frank Mücklich  
Prof. Dr. rer. nat. Martin Müser  
Prof. Dr.-Ing. Markus Stommel  
Prof. Dr. rer. nat. Horst Vehoff

Shaker Verlag

Aachen 2013

**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.: Saarbrücken, Univ., Diss., 2012

Copyright Shaker Verlag 2013

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

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-1671-0

ISSN 1860-8493

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)

## Auszüge aus dem Vorwort

*„Heißhärtende Epoxide (EP) werden in der industriellen Praxis sehr oft mit Dicyandiamid“ (Dicy) „als Vernetzer formuliert. Diese EP werden seit Jahrzehnten in Klebstoffen und als Matrixharze für... Polymercomposite eingesetzt. So überrascht die bei der Analyse der Literatur entstehende Einsicht, dass wichtige Details“ der Strukturbildung „trotzdem noch unbekannt oder strittig sind. Die umfangreiche Literatur schlägt viele Reaktionsschritte... für die chemische Vernetzung“ von EP-Dicy-Systemen „vor, aber sie führt die Varianten nicht zusammen, die aus den Tautomeren des Dicy folgen. Weitgehend offen bleibt, welche Reaktionen unter welchen Bedingungen dominieren, ob die vorgeschlagenen Reaktionsschritte auch dann noch ablaufen, wenn die molekulare Mobilität des entstehenden hochmolekularen Netzwerkes drastisch sinkt, und wie sich das auf die Werkstoffeigenschaften auswirkt. Die Monographie trägt hier zu einem vertieften Verständnis... bei und stützt sich auf eine breite Basis experimenteller Daten. Die Studie des Verlaufes der Vernetzung bei 170 °C und der Alterung vernetzter Proben in Wasser führen zu einem detaillierten Bild von der Hierarchie der Teilreaktionen während der Netzwerkbildung.... Insgesamt wird erstmals vollständig klar,...“ wie „das von der Temperatur abhängende Zusammenspiel der Transportprozesse der Reaktanden und ihrer vielfältigen, aber unterschiedlich schnellen Reaktionen eine mikro- und nanoskopisch hochgradig inhomogene Netzwerkstruktur erzeugt,...“*

*Um Temperatur und Dauer der Vernetzungsreaktionen niedrig zu halten, gibt man häufig einen Beschleuniger hinzu. Er reduziert allerdings die Lagerstabilität bei Raumtemperatur (RT).... Über die Vorgänge, die diese Limitierung herbeiführen, besteht ebenfalls keine Klarheit. Dies war Anlass zu den Untersuchungen am DGEBA-Dicy-System<sup>1)</sup> mit 1-Methylimidazol (1-MI) als Beschleuniger, deren Resultate Herr Gaukler in dieser Monographie vorlegt. ...“*

*„Ausgehend von dem von Partnern in einem Verbundprojekt entwickelten, neuen Ansatz,“ 1-MI „in offenporigen Zeolithen so zu immobilisieren, dass“ es „erst bei Reaktionstemperatur freigesetzt wird, untersucht Herr Gaukler die Wirksamkeit dieser Immobilisierung und die Freisetzung des Beschleunigers.“ Die Zeolithe immobilisieren 1-MI so gut, „dass die Lagerdauer des damit gefüllten, präpolymerisierten EP bei RT etwa 60 d beträgt. Sie erreicht sogar weit mehr als sieben Monate, wenn das EP nicht vorpolymerisiert wurde. Diesen ausgezeichneten Effekt kann Herr Gaukler mit einem mehrstufigen Mechanismus erklären. ...“*

*Die in dieser Monographie „dargestellten Forschungsergebnisse werden sicherlich wichtige Implikationen für Herstellung und Einsatz dieser Klasse von Epoxidharzen haben.“*

Saarbrücken, im Mai 2012

Wulff Possart

---

<sup>1)</sup> DGEBA = Diglycidylether des Bisphenol A, ein sehr häufig verwendetes flüssiges EP; Dicy = Dicyandiamid