

Stellungnahme

zur Dissertation:

„Herstellung und Untersuchung von Polymerkompositen mit Formgedächtnis-Effekt“

an der :

Universität für Chemische Technologie und Metallurgie Sofia,

eingereicht von:

Tsvetomir Stefkov Tsonev

Mit der vorliegenden Arbeit wird eine interessante Eigenschaft von einigen Festkörperstrukturen gezielt erzeugt und untersucht, die als Formgedächtnis bekannt ist. Die behandelten Polymerkomposite sind als zweiphasige Systeme in der Lage, durch Stimuli aus der Umgebung, vorzugsweise durch Temperaturänderung, zwei verschiedene Zustände einzunehmen, die mit einer makroskopischen Formänderung verbunden sind. Derartige Materialien finden bereits technische Anwendungen in Bereichen wie Medizintechnik, Elektrotechnik oder für Verpackungen.

Das als Basismaterial für die Komposite verwendete Polyvinylbutyral (PVB) wird im großen Umfang in Recyclingprozessen in unterschiedlichen Qualitäten aus Sicherheitsverbundgläsern zurückgewonnen, wird aber bislang kaum stofflich verwertet. Daher ist es ein volkswirtschaftliches Anliegen dieser Arbeit, PVB-basierte Systeme mit nutzbaren werkstofflichen Eigenschaften zu generieren, die gegebenenfalls unter Einsatz von weiteren gut verfügbaren Materialien wie Zellulose erzielt werden können. Damit wird der Idee von geschlossenen Stoffkreisläufen in der Kunststoffbranche in beispielhafter Weise entsprochen. Angesichts der erzielten Materialeigenschaften kann von einem Upgrading gesprochen werden - ein im Kunststoffrecycling bislang selten erreichtes Niveau der stofflichen Wiederverwendung technischer Kunststoffe.

Einerseits birgt eine solche Vorgehensweise für Fertigungstechnologien der kommenden Generation ein bislang noch weitgehend ungenutztes Potential, andererseits sind reproduzierbare Qualitäten aus post-consumer Stoffströmen häufig nur mit aufwändiger Prozesstechnik zu erreichen. Der Einsatz von Zellulose zur Erzielung spezifischer Eigenschaften wie dem Formgedächtnisvermögen berücksichtigt einen weiteren Aspekt moderner Materialforschung – die Nutzung nachwachsender Rohstoffe in technisch anspruchsvollen Anwendungen. Letztlich dienen Untersuchungen, wie sie in vorliegender Arbeit beschrieben werden, der Erweiterung des konkreten technischen Know-how, der

Ermittlung von Kennzahlen, die für die Entscheidungsvorbereitung eines Einsatzes in neuen Produkten erforderlich, aber bislang nicht hinreichend bekannt sind. Der Bedeutung der Weiterentwicklung der Kunststofftechnologien hinsichtlich der Anforderungen an Nachhaltigkeit, Material- und Energie-Effizienz entsprechend, kommt der Aufgabenstellung eine signifikante volkswirtschaftliche Bedeutung mit zeitlich langreichenden Folgen zu.

Die zur Begutachtung stehende Arbeit erfüllt im Wesentlichen die erwartete Form und entspricht im Allgemeinen den Richtlinien zur Abfassung einer Dissertation. Der Aufbau der weitgehend gut dokumentierten Arbeit folgt der Logik der Themenstellung und der abgeleiteten experimentellen Aufgabenstellung.

Nach einer allgemeinen Einführung zum Formgedächtniseffekt und der verwendeten Basispolymere erfolgt eine übersichtliche Darstellung von Formgedächtniseffekten in polymeren Materialien. Hiermit wird die Basis gelegt, um später das experimentelle Vorgehen und die erzielten Ergebnisse in den Kontext des gegenwärtigen Erkenntnisstandes zu stellen.

Hierbei konzentriert sich der Autor weniger auf die verschiedenen Möglichkeiten von Prozessen für ein effektives Recycling von Polyvinylbutyral, beispielsweise durch Löse-Prozesse oder mechanische Aufbereitungsverfahren, sondern stellt die Erzeugung und Untersuchung von spezifischen nutzbaren Materialeigenschaften in den Mittelpunkt der Betrachtung. Ein derartiger Ansatz zeichnet sich durch eine hohe Anwendungsorientierung der wissenschaftlichen Arbeit aus und gibt Überlegungen zu wirtschaftlichen Nutzungen die erforderlichen technischen Informationen.

Auf die Herausbildung der letztlich nanoskaligen Strukturen wird mit dem Konzept harter und weicher Segmente eingegangen, wobei die Nutzung der vorhandenen Strukturen im Polyvinylbutyral für eine gezielte Vernetzung an für chemische Umsetzungen effektiv zugänglichen Hydroxylgruppen genutzt wird. Die reaktive Umsetzung erfolgt mit Isocyanat-Gruppen zu Urethan-Strukturelementen, wobei die Verwendung von Polyisocyanaten zu räumlichen Vernetzungen führt. Durch die gezielte Modifizierung der Isocyanate zu Prepolymeren gelingt es dem Autor, die Eigenschaften so einzustellen, dass die Nutzung für nachfolgend beabsichtigten Effekt des Formgedächtnis ermöglicht wird. Eine Begründung zur Auswahl der verwendeten Ausgangsstoffe auf Basis experimenteller Ergebnisse beispielsweise der verwendeten Zellulose wie auch eine Erläuterung zu den über allgemeine Standards hinausgehenden Untersuchungsmethoden wird nicht gegeben.

Im experimentellen Teil werden einerseits die Herstellung der Materialien, andererseits die materialtechnische Prüfung des Formgedächtnis-Effekts sowie die materialanalytischen Untersuchungen dargestellt. Hilfreich wäre an dieser Stelle eine qualitative Abschätzung der zu erwartenden Größenordnungen und der Limitierungen des Formgedächtnis-Effekts gewesen. Eine tiefergehende Interpretation und die Herausarbeitung von Struktur-Eigenschaftsbeziehungen wäre sicher möglich gewesen.

Insgesamt ist festzustellen, dass sowohl die Ergebnisdarstellung als auch die Diskussion gemeinsam in wenig strukturierten Abschnitten erfolgen und ein Versuchsplan, der die unmittelbare Vergleichbarkeit der Resultate in einer logischen Abfolge sicherstellt, dem Leser nicht vollständig schlüssig erscheinen können.

Bis auf die in den graphischen Darstellungen zuweilen für den Leser schwer erkennbaren Details ist die Darstellung der experimentellen Parameter der Probenpräparation sowie der Analysenmethoden hinreichend präzise; gelegentlich hätte die Arbeit von einer umfassenderen Darstellung der chemischen Strukturen und der zugrundeliegenden räumlichen Verhältnisse, insbesondere bezüglich von Weichmachern profitiert.

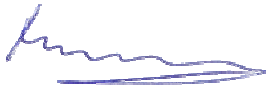
Im beachtlich umfangreichen Literaturteil ist die Dichte von Literatur aus den letzten Jahren auffällig gering. Es wird aber mit den maßgeblichen Arbeiten aus den Zeiträumen weltweit

erhöhter Forschungsintensität zu den behandelten Sachverhalten gearbeitet und die enthaltenen Informationen werden in den eigenen Ausführungen adäquat widergespiegelt und korrekt referenziert. Es ist festzustellen, dass die bibliographischen Angaben nicht immer eine einfache Auffindbarkeit gewährleisten. Insgesamt wird jedoch ein systematischer Einblick in die relevanten Quellen gegeben.

In Zusammenfassung und Ausblick wird der Kern der Arbeit in der Herstellung und Untersuchung von Polymerkompositen mit Formgedächtnis-Effekt dargestellt, wobei der Bezug auf einzelne Proben in der Verallgemeinerung nicht erforderlich ist.

Für die vorgelegte Dissertation wird insgesamt ein positives Votum abgegeben.

Wildau, den 07.03.2014



Prof. Dr. M. Herzog