

# Korrelation des MR-Parameters T2\* und den mechanischen Messgrößen Eindringhärte und Eindringmodul

Markus Pflieger<sup>{1}</sup>, Andreas Berg<sup>{1}</sup>, Thomas Koch<sup>{2}</sup>, Jürgen Stampfl<sup>{2}</sup>

<sup>{1}</sup> Zentrum für Biomedizinische Technik und Physik, Medizinische Universität Wien

<sup>{2}</sup> Institut für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie, Technische Universität Wien

In diesem Beitrag wird die Möglichkeit untersucht, Polymere und Composit-Materialien mittels Parameter-selektiver 1H-Magnetresonanz-Bildgebung zu visualisieren und mechanische Kenngrößen verschiedener Polymere mit MR-Messgrößen, zu erfassen. Dazu untersuchen wir die Korrelation des gemessenen MR-Parameters T2\* mit den mechanischen Kenngrößen Eindringhärte und Eindringmodul. Nach der BPP-Theorie[1] verringert sich die T2\*-Relaxationszeit mit abnehmender Mobilität der Wasserstoffatome in der Probe.

Die Messungen wurden an einem 3-Tesla Ganzkörper-Magnetresonanzgerät am "MR Center of Excellence", unter Verwendung eines starken Gradientensystems (G=200mT/m) durchgeführt. Für die MR-Bildgebung wurde eine reine Phasenkodier-Sequenz, das „Single-Point-Imaging“ Verfahren (SPI) gewählt [2] Diese Pulssequenzen wurden bereits erfolgreich für die Visualisierung von Aushärtvorgängen in Composites für die Zahnheilkunde verwendet. [3]. Die Bestimmung der mechanischen Kenngrößen erfolgte mittels "Instrumented-Indentation Testing" (IIT) am "Nano Indenter XP" des Institutes für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie der TU-Wien. Es wurden verschiedene in der medizinischen Praxis und in der Technik eingesetzte Polymere (Polyurethane gegossen, Polyethylen in drei verschiedenen Dichten sowie LLDPE mit verschiedenen Konzentrationen von Okten Seitenketten, Polypropylen, PMMA, PVC, PEEK und eine Heißklebersubstanz) sowie unterschiedlich lange gehärtete Dentalcomposite (Ceram X) untersucht.

Die Ergebnisse (Abb. 1) zeigen eine Korrelation von MR-Parametern mit den mechanischen Kenngrößen der teilkristallinen Polyethylenproben. Substanzen mit T2\*-Zeiten unter 33µs konnten mit dem verfügbaren Gradientensystem nicht visualisiert werden.

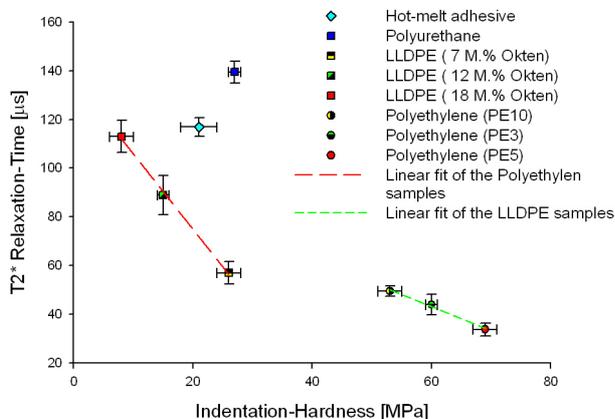


Abb. 1a: Graphische Darstellung der Korrelation von T2\* und Eindringhärte der Polyethylenproben.

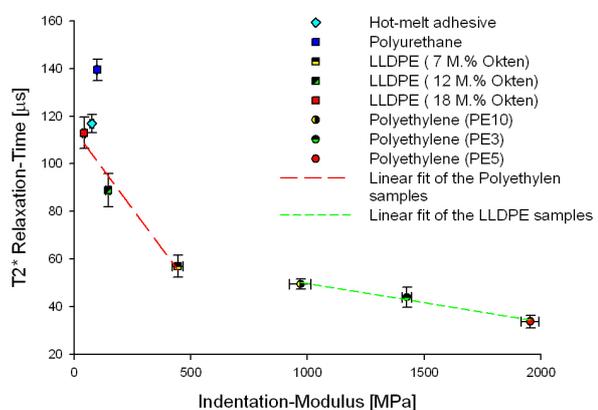


Abb. 1b: Graphische Darstellung der Korrelation von T2\* und Eindringmodul der Polyethylenproben.

Diese ersten Untersuchungen zur Erfassung mechanischer Kenngrößen mit MR-Parametern zeigen die prinzipielle Durchführbarkeit der MR-Methodik aber auch die Limitationen bei der Untersuchung härterer Kunststoffe. Sinnvoll sind auch weitere Untersuchungen an anderen teilkristallinen bzw. amorphen Thermoplasten, sowie im Hinblick auf Anwendungen im Zahnmedizinischen Bereich, an unterschiedlich stark vernetzten Duromeren.

## Referenzen

[1] N. Bloembergen, E.M.Purcell, R.V.Pound. Relaxation Effects in Nuclear Magnetic Resonance Absorption. Phys. Rev., 73:679, 1948.

[2] S.Emid, J.H.N.Creyghton. High resolution nmr imaging in solids. Physica B, 128:81-83, 1985.

[3] A.Berg, W. Kluger, E.Moser. MR-imaging of biocompatible materials: Resolution and deliniation of solidification. Magnetic Resonance Materials in Physics, Biology and Medicine, 16:214, 2004.