

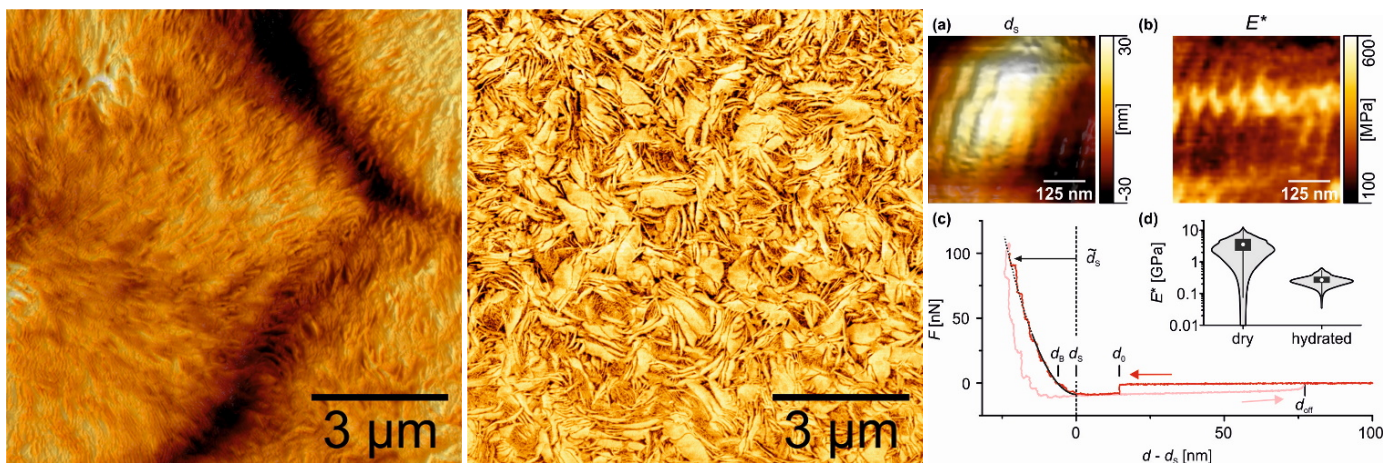


## V1 – Mikrostruktur polymerer Materialien

Ort: Labor C60.108 (Professur Chemische Physik)

Betreuer: Dr. Martin Dehnert

Polymere Materialien sind sehr häufig Mischungen verschiedener Komponenten, z.B. enthält schlagzähes Polystyrol (high-impact polystyrene, HIPS) etwas weiches Polybutadien, das die Elastizität des Materials verbessert. Teilkristalline Polymere, wie z.B. Polyethylen und Polypropylen, bestehen aus festen kristallinen Bereichen, die in einer amorphen Matrix eingebettet sind. Diese Mikrostruktur ist die Ursache für die hohe Schlagzähigkeit teilkristalliner Polymere. In dem Versuch soll die Gefügestruktur eines ausgewählten polymeren Materials mit optischer Mikroskopie, Rasterkraftmikroskopie und statischer Kraftspektroskopie untersucht werden. **Bevorzugt sollen die Versuchsteilnehmer ein Material selbst vorschlagen oder mitbringen;** alternativ stehen verschiedene technische Polymere zur Verfügung.



(a) Rasterkraftmikroskopie Höhen Aufnahme einer HDPE-Probe; FPII, TU Chemnitz, 2021.

(b) Rasterkraftmikroskopie Phasen-Bild einer LDPE-Probe; FPII, TU Chemnitz, 2021.

(c) Kraft-Abstands Messung an einer gequollenen Kollagenfibrille. Magerle et al. Anal. Chem. 92, 8741 (2020)

Abbildung 1) (a) und (b) Nanomechanische Analyse von Kunststoffoberflächen. Als Beispiel dient High-Density-Polyethylen (HDPE) und Low-Density-Polyethylen (LDPE) als ein teilkristalliner Kunststoff. (c) Nanomechanische Analyse einer natürlichen Kollagenfibrille.

Untersuchen Sie quantitativ die Mikrostruktur einer oder mehrerer teilkristalliner Kunststoffe mit den Methoden der Rasterkraftmikroskopie und der optischen Mikroskopie.

Nehmen Sie AFM Höhen- sowie Phasen-Bilder der hergestellten Proben auf. Untersuchen Sie gezielt Bereiche der Oberfläche mit Kraft-Abstands-Kurven und bestimmen Sie den Elastizitätsmodul an verschiedenen Stellen der Oberfläche. Vergleichen Sie den Modul mit Literaturwerten für den entsprechenden Kunststoff.



Molekulare Struktur von Polymeren, Kristallisation von Polymeren, Kristallisationsformen des Polypropylens, Gefügestruktur polymerer Materialien, optische Mikroskopie (Auflicht-, Durchlicht-, Polarisations-, Phasenkontrastmikroskopie), Rasterkraftmikroskopie (Funktionsweise, Betriebsarten), Kraftspektroskopie (Funktionsweise, Kontaktmodelle)

### Tag 1:

#### 1. Probenpräparation und optische Mikroskopie

- ▶ Herstellung dünner Filme durch Lackschleudern.
- ▶ Herstellung dicker Filme durch Aufschmelzen.
- ▶ Untersuchung der Filme mit optischer Mikroskopie (Hell- und Dunkelfeld) auf der Längenskala 1 mm bis 0,1  $\mu\text{m}$ .

#### 2. Rasterkraftmikroskopie

- ▶ Kennenlernen des Rasterkraftmikroskops (Tapping Mode).
- ▶ Untersuchung der Mikrostruktur der Proben mittels AFM auf der Längenskala 100  $\mu\text{m}$  bis 10 nm.

### Tag 2:

#### 3. Statische Kraftspektroskopie

- ▶ Kennenlernen der Kraftspektroskopie (Force Volume).

#### 4. Datenauswertung:

- ▶ Quantitative Bildverarbeitung der gemessenen AFM-Bilder.
- ▶ Bestimmung quantitativer mechanischer Eigenschaften der zuvor hergestellten polymeren Proben durch anwenden konventioneller Kontaktmodelle.
- ▶ Stapelverarbeitung der gemessenen Kraft-Abstands-Kurven

- [1] B. Lotz, J.C. Wittmann, A.J. Lovinger, „Structure and morphology of poly(propylenes): a molecular analysis“, *Polymer* 1996 37 (22), 4979-4992. DOI: [https://doi.org/10.1016/0032-3861\(96\)00370-9](https://doi.org/10.1016/0032-3861(96)00370-9)
- [2] Yong Wang, Chi-Ming Chan, Kai-Mo Ng, and Lin Li „What Controls the Lamellar Orientation at the Surface of Polymer Films during Crystallization?“ *Macromolecules* 2008 41 (7), 2548-2553. DOI: <https://doi.org/10.1021/ma7021309>
- [3] Jian-Jun Zhou, Ji-Guang Liu, Shou-Ke Yan, Jin-Yong Dong, Lin Li, Chi-Ming Chan, Jerold M. Schultz, „Atomic force microscopy study of the lamellar growth of isotactic polypropylene“ *Polymer* 2005 46 (12), 4077-4087. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.polymer.2005.03.047>
- [4] G. J. Vancso et. al., „From Microns to Nanometers: Morphology Development in semicrystalline Polymers by Scanning Force Microscopy“, *J. Macromol. Sci. Part B, Physics* 1999 38 (5&6), 491-5103. DOI: <https://doi.org/10.1080/00222349908248115>
- [5] H.-J. Butt, B. Cappella, M. Kappl, „Force measurements with the atomic force microscope: Technique, interpretation and applications“, *Surf. Sci. Rep.* 2005 59, 1 – 152. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.surfrep.2005.08.003>