

Inhalt

	Seite
1 Einleitung	9
2 Grenzflächeneffekte bei Polymeren	10
2.1 Allgemeine Grenzflächeneffekte	10
2.2 Grenzflächeninduzierte Entmischungseffekte bei Duroplasten	12
2.3 Bedeutung der Interphase	13
3 Das Rasterkraftmikroskop mit Displacement Modulation (DM)	14
3.1 Grundlagen der SFM	14
3.1.1 Rastersondenmikroskopie (SPM)	14
3.1.2 Rasterkraftmikroskopie (SFM)	14
3.2 Kontaktmechanik	18
3.2.1 Das Johnson-Kendall-Roberts-Modell (JKR-Modell)	18
3.2.2 Andere Kontaktmodelle und ihre Gültigkeitsbereiche	20
3.2.3 Kontaktmechanik im Fall viskoelastischer Materialien	22
3.3 Einige Betrachtungen zur Displacement Modulation (DM)	23
3.3.1 Indentation und Cantilever-Verbiegung	23
3.3.2 Abhängigkeit der dynamischen Kraftamplitude vom Radius des Spitze-Probe-Kontaktes	24
3.3.3 Die dynamische Kraftamplitude bei Regelung der dynamischen Kontaktdeformation	26
3.3.4 Die dynamische Kraftamplitude bei Regelung verschiedener statischer Kontaktgrößen	27
3.3.5 Die dynamische Kraftamplitude bei kombinierter Regelung verschiedener dynamischer und statischer Kontaktgrößen	28
4 Experimentelle Einzelheiten	30
4.1 Versuchsaufbau	30
4.1.1 Aufbau des SFM-Messtisches	30
4.1.2 Messung der Modulationsamplitude	32
4.1.3 Wahl des Probenträgers	33
4.1.4 Wahl der Cantilever	33
4.1.5 Signalverarbeitung im DM-Modus	33
4.1.6 Realisierung der Zusatzregelung für den Constant Dynamic Indentation (CDI)-Modus	35
4.2 Probenpräparation	35
4.2.1 Replica-Proben	36
4.2.2 Schnittproben	36
5 Einige grundlegende Experimente zur Displacement Modulation (DM)	38
5.1 Der Amplitudenkontrast im Constant Dynamic Displacement (CDD)- und im Constant Dynamic Indentation (CDI)-Modus	38
5.1.1 Einfluss der Modulationsamplitude auf den Amplitudenkontrast	38
5.1.2 Der Amplitudenkontrast zwischen Polystyrol (PS) und Polymethylmethacrylat (PMMA)	39

5.1.3	Der Amplitudenkontrast einer Epoxidprobe mit zwei verschiedenen Härteranteilen	40
5.2	Nachweis einer Scan-induzierten Modifikation der mechanischen Eigenschaften einer Epoxid-Oberfläche	41
5.3	Experimente zum Einfluss der Topographie auf den Amplitudenkontrast	41
5.3.1	Beispiel einer mit Glasfasern verstärkten Epoxidmatrix (Schnittprobe)	41
5.3.2	Abhängigkeit der dynamischen Kraftamplitude von der statischen Auflagekraft	44
5.3.3	Abschätzung der Relevanz von Schwankungen in der statischen Auflagekraft für die dynamische Kraftamplitude	47
5.3.4	Definition von Topographiekriterien und Demonstration der Auswertung anhand einer Replica-Oberfläche aus Kupfer(oxid) und amingehärtetem Epoxid	48
5.3.5	Beispiel eines Amplitudengradienten an der Kupfer-Epoxid-Grenzlinie einer Schnittprobe, der nicht eindeutig auf einen Steifigkeitsgradienten zurückgeführt werden kann	51
6	Abbildung von Steifigkeitsprofilen	53
6.1	Das Diffusionsprofil von OsO ₄ in Polyamid 6 (PA6) als Beispiel für einen sub-makroskopischen Steifigkeitsgradienten	53
6.2	Die Interphase zwischen Kupfer(oxid) und amingehärtetem Epoxid als Beispiel für einen mesoskopischen Steifigkeitsgradienten	54
6.3	Die Interphase zwischen einer C-Faser und Polyphenylensulfid (PPS) als Beispiel für einen nanoskopischen Steifigkeitsgradienten	58
7	Diskussion der Steifigkeitsprofile	61
8	Zusammenfassung und Ausblick	65
8.1	Zusammenfassung	65
8.2	Ausblick	66
Glossar der Symbole		69
Glossar der Abkürzungen		72
Literaturverzeichnis		73