



Ekaterina Helwig (Autor)

**Synthese, Charakterisierung und copolymerisation  
von kristallisationsfähigen Oligolacton-  
Makromonomeren auf Methacrylatbasis**

Ekaterina Helwig

---

**Synthese, Charakterisierung und  
Copolymerisation von kristallisationsfähigen  
Oligolacton-Makromonomeren  
auf Methacrylatbasis**

---



Cuvillier Verlag Göttingen

<https://cuvillier.de/de/shop/publications/3279>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,  
Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: [info@cuvillier.de](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>

---

<b>1</b>	<b><i>Einführung und Zielstellung</i></b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b><i>Theoretische Grundlagen</i></b> .....	<b>8</b>
2.1	<i>Resorbierbare Polyester</i> .....	8
2.1.1	<i>Ringöffnungspolymerisation von Lactonen</i> .....	8
2.1.2	<i>Struktur und Eigenschaften von Polylactonen</i> .....	17
2.1.2.1	<i>Kristallstruktur</i> .....	17
2.1.2.2	<i>Thermische Eigenschaften von Polylactonen</i> .....	19
2.1.2.3	<i>Hydrolytischer Abbau von aliphatischen Polyestern</i> .....	20
2.2	<i>Oligolacton-Makromonomere auf Methacrylatbasis</i> .....	24
2.3	<i>Radikalische Polymerisation</i> .....	28
2.4	<i>Vernetzende radikalische Polymerisation</i> .....	30
<b>3</b>	<b><i>Experimenteller Teil</i></b> .....	<b>33</b>
3.1	<i>Ausgangs- und Hilfsstoffe</i> .....	33
3.2	<i>Synthesen</i> .....	34
3.2.1	<i>Ringöffnungsoligomerisation von Lactonen</i> .....	34
3.2.2	<i>Copolymerisation von Oligolacton-Makromonomeren</i> .....	35
3.2.3	<i>Herstellung von Kompositen</i> .....	37
3.3	<i>Analytische Untersuchungsmethoden</i> .....	37
3.3.1	<i>Gelpermeationschromatographie</i> .....	37
3.3.2	<i>Spektroskopische Methoden</i> .....	38
3.3.2.1	<i>Kernresonanzspektroskopie</i> .....	38
3.3.2.2	<i>Raman-Spektroskopie</i> .....	38
3.3.3	<i>Röntgenuntersuchungen</i> .....	39
3.3.3.1	<i>Röntgenweitwinkelstreuung (WAXS)</i> .....	39
3.3.3.2	<i>Röntgenkleinwinkelstreuung (SAXS)</i> .....	39
3.3.4	<i>Thermische Analysen</i> .....	40
3.3.4.1	<i>Differential Scanning Calorimetry (DSC)</i> .....	40
	<i>Dynamische Messungen</i> .....	40
	<i>Isotherme Messungen</i> .....	41
3.3.4.2	<i>Thermogravimetrie</i> .....	42
3.3.5	<i>Mikroskopische Untersuchungen</i> .....	42
3.3.5.1	<i>Polarisationsmikroskopie</i> .....	42

3.3.5.2	<i>Atomic Force Microscopy (AFM)</i> .....	42
3.3.5.3	<i>Raster Electron Microscopy (REM)</i> .....	43
3.3.6	<i>Mechanische Prüfmethoden</i> .....	43
3.3.6.1	<i>Dynamisch-Mechanische Thermische Analyse</i> .....	43
3.3.6.2	<i>Ermittlung der Druckfestigkeit</i> .....	43
3.3.6.3	<i>Ermittlung der Biegefestigkeit</i> .....	44
3.3.7	<i>In vitro Abbauuntersuchung</i> .....	44
4	<b>Synthese, Struktur und Eigenschaften der kristallinen Oligolacton-</b>	
	<b>Makromonomere</b> .....	46
4.1	<i>Synthese von Oligolacton-Makromonomeren</i> .....	46
4.1.1	<i>Verlauf der Ringöffnungsoligomerisation von Lactonen</i> .....	46
4.1.2	<i>Molmassen der Oligolactone und Oligolacton-Makromonomere</i> .....	49
4.1.4	<i>Synthese von Cooligolacton-Makromonomeren</i> .....	51
4.2	<i>Struktur, Konformation und Morphologie der kristallinen</i> .....	
	<i>Makromonomere</i> .....	53
4.2.1	<i>Kristallstruktur</i> .....	53
4.2.2	<i>Raman-spektroskopische Untersuchungen</i> .....	57
4.3	<i>Eigenschaften der Makromonomere</i> .....	62
4.3.1	<i>Thermische Eigenschaften</i> .....	62
4.3.1.1	<i>Kristallisationskinetik</i> .....	67
4.3.1.2	<i>Glasübergang</i> .....	68
4.3.2	<i>Morphologie</i> .....	71
4.3.3.	<i>In vitro Abbau der Oligolactid-Makromonomere</i> .....	73
4.3.3.1	<i>Masseänderung und Säurefreisetzung während des Abbaus</i> .....	73
4.3.3.2	<i>Änderung der Molmassen der Makromonomere</i> .....	76
4.3.3.3	<i>Änderung der thermischen Eigenschaften</i> .....	77
5	<b>Copolymerisation der Makromonomere und Eigenschaften der Copolymere</b>	
	<b>sowie Komposite</b> .....	79
5.1	<i>Physikalische Eigenschaften der Comonomermischungen</i> .....	79
5.2	<i>Umsatzverlauf bei der Copolymerisation</i> .....	82
5.3	<i>Eigenschaften der Copolymere und Komposite</i> .....	91
5.3.1	<i>Thermische Eigenschaften</i> .....	91

---

5.3.2	<i>In vitro</i> Abbau.....	94
5.3.3	<i>Mechanische Eigenschaften</i> .....	97
5.3.3.1	<i>Druckfestigkeit</i> .....	97
5.3.3.2	<i>Biegefestigkeit</i> .....	101
5.3.3.3	<i>E-Moduln aus DMTA-Messungen</i> .....	102
5.4	<i>Morphologie der Copolymere und Komposite</i> .....	105
6	<b>Zusammenfassung</b> .....	108
7	<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	112
7.1	<i>Abkürzungen chemischer Verbindungen</i> .....	112
7.2	<i>Abkürzungen physikalischer, chemischer und mechanischer Größen</i> .....	113
7.3	<i>Sonstige Abkürzungen</i> .....	115
8	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	116