



Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	1
2. Aufgabenstellung.....	2
3. Theoretischer Teil.....	3
3.1 Lignin.....	3
3.2 Gewinnung von Lignin – Aufschlussmethoden	6
3.2.1 Organosolv-Prozesse.....	7
3.2.2 Der <i>A/Cell</i> -Prozess.....	8
3.3 Molekulargewichte von Lignin und der Bedarf an hochmolekularem Lignin	9
3.4 Molekulargewichtsbestimmung von Lignin	11
3.5 Carbonfasern.....	15
3.6 Lignin als Präkursor für Carbonfasern.....	18
3.7 Methoden zur Molekulargewichtserhöhung von Lignin	27
3.8 Anforderungen an Lignin als Präkursor für Carbonfasern	32
3.9 Spinnverfahren	33
3.10 Weitwinkel-Röntgenstreuung (WAXS) und Orientierung.....	42
3.11 Raman-Spektroskopie.....	46
4. Ergebnisse und Diskussion	49
4.1 Verwendete Lignine und deren Eigenschaften.....	49
4.2 Präkursorssysteme auf der Basis von Lignin und Formaldehydspender.....	53
4.3 Verfahren zum kontrollierten Molekulargewichtsaufbau von Lignin	68
4.3.1 Berechnungsgrundlagen	72
4.3.2 Reaktionsbedingungen, Katalysator und Lösemittel	73
4.4 Synthese und Polykondensation von Ligninderivaten.....	74
4.4.1 Synthese von Hexanoyl-Lignin.....	76
4.4.2 Synthese von Hexyl-Lignin.....	79
4.4.3 Synthese von Methyl-Lignin.....	81



4.4.4	Polykondensation von Hexanoyl-Lignin mit 2,6-Bis(hydroxymethyl)- <i>p</i> -kresol .	84
4.4.5	Polykondensation von Hexyl-Lignin mit 2,6-Bis(hydroxymethyl)- <i>p</i> -kresol ...	86
4.4.6	Polykondensation von Methyl-Lignin mit 2,6-Bis(hydroxymethyl)- <i>p</i> -kresol..	89
4.5	Polykondensation von underivatisiertem Lignin mit 2,6-Bis(hydroxymethyl)- <i>p</i> -kresol	91
4.5.1	Untersuchung des Einflusses der Säure und der Säurekonzentration	95
4.5.2	Konformation von Lignin in Lösung – Betrachtung des <i>Mark-Houwink-Sakurada</i> Exponenten α	99
4.5.3	Verfolgung des Reaktionsfortschrittes der Polykondensationsreaktion	101
4.5.4	Kohlenstoffausbeute von polykondensiertem Lignin	105
4.5.5	Polykondensation eines Weichholz-Lignins.....	107
4.5.6	Polykondensation von fraktioniertem Lignin mit 2,6-Bis(hydroxymethyl)- <i>p</i> -kresol	109
4.6	Polymere Verknüpfungsverbindungen	111
4.6.1	Synthese von <i>p</i> -Kresol Resol	113
4.6.2	Polykondensation von Lignin mit <i>p</i> -Kresol Resol.....	119
4.7	Schmelzspinnverfahren	122
4.7.1	<i>Post</i> -Derivatisierung von polykondensiertem Lignin.....	122
4.8	Lösungsspinnverfahren.....	130
4.8.1	Rheologische Untersuchungen von Spinnlösungen	131
4.8.2	Polykondensation von Lignin in DMF	136
4.8.3	Trockenspinnprozess von polykondensiertem Lignin	138
4.9	Faserstabilisierung und Carbonisierung	140
4.10	Weitwinkel-Röntgendiffraktometrie	142
4.11	Raman-Spektroskopie	146
4.12	Carbonfaser Festigkeiten	151
5.	Experimenteller Teil	153
5.1	Materialien	153
5.2	Analytische Methoden.....	153



5.3	Verwendete Geräte und Methoden	157
5.4	Synthese und Charakterisierung der Lignine	163
6.	Zusammenfassung	171
7.	Summary	175
8.	Literaturverzeichnis	178
9.	Appendix	190