

1	Einleitung	1
2	Struktur der Arbeit	7
3	Stand der Technik	9
3.1	Nachhaltigkeit in der Beleuchtungstechnik	9
3.2	Kunststoffe in der Beleuchtungstechnik	13
3.2.1	Kunststoff für optische Anwendungen Polycarbonat	14
3.2.2	Bio-Kunststoff Polylactid	16
3.3	Leuchtmittel: Light-Emitting-Diodes	19
3.3.1	Marktdurchdringung und moderne Anwendungsgebiete	19
3.3.2	Ansteuerung von LEDs	20
3.3.3	Ausfallursachen von LED-Systemen	22
3.4	Anforderungen an Kunststoffe für optische Anwendungen im Automotive-Bereich	23
3.5	Photodegradation von Kunststoffen	24
3.5.1	Alterung von Kunststoffen	25
3.5.2	Photolyse	27
3.5.3	Photooxidation	29
3.5.4	Allgemeines zur Photomechanik	31
3.5.5	Analysemethoden zur Charakterisierung von Photodegradation an Polymeren	33
3.6	Prüfstände zur zeitgerafften Photoalterung	39
4	Prüfverfahren zur zeitgerafften optischen Alterung – MLTIS	43
4.1	Konzeptionierung des MLTIS	44

XV

4.2	Überwachung der Betriebsparameter	48
4.3	Software zum Senden und Empfangen von Alterungsparametern	49
4.4	Modulationselektronik zum dynamischen Betrieb der LED	51
5	Methoden und apparative Parameter zur Untersuchung der Polymeralterung	55
5.1	Polymerprobenvorbereitung und -charakterisierung	55
5.1.1	Polymerauswahl	56
5.1.2	Spritzgussverfahren	56
5.1.3	Charakterisierungsmethoden	57
5.2	Bestimmung der Alterungsparameter	63
5.2.1	Integrative spektrale Messung	64
5.2.2	Raytracing-Simulation	65
5.3	Positionierung der Proben	66
5.4	Detektion von Oberflächenschwingungen	67
6	Ergebnisse und Diskussion	71
6.1	Validierung des MLTIS	71
6.1.1	Strahlungsleistung	72
6.1.2	Bestrahlungsstärke	74
6.1.3	Temperatur	77
6.1.4	Untersuchung des dynamischen Betriebs	78
6.1.5	Parameterraum des MLTIS	81
6.1.6	Zeitgeraffter Beschleunigungsfaktor	83
6.2	Parameter für den Polymerspritzguss	86
6.3	Photoalterung unter statischer optischer Belastung	87
6.3.1	Veränderung der Transmission	88
6.3.2	Veränderungen der Molekülstruktur	92
6.3.3	Veränderung der mechanischen Härte	95
6.3.4	Einfluss verschiedener Alterungsparameter	99
6.4	Photoalterung unter dynamischer optischer Belastung	101
6.4.1	Vergleich der optischen Veränderungen	102
6.4.2	Vergleich der Molekülstrukturveränderungen	105
6.4.3	Lichtmikroskopische Analyse	107
6.4.4	Vergleich der Probenoberflächentemperaturen	109
6.4.5	Diskussion des Temperaturverlaufs	112

6.5	Optisch induzierte dynamische mechanische Belastung	114
6.5.1	Taktile Messung	114
6.5.2	Optische Messung	117
7	Zusammenfassung und Ausblick	119
	Studentische Arbeiten	131
	Literaturverzeichnis	135