

INHALTSVERZEICHNIS	Seite
Vorwort	I
Kurzfassung / Abstract	II
Inhaltsverzeichnis	IV
1. Einleitung	1
2. Einführung in die Thematik der Verbundwerkstoffe	3
2.1 Verbundwerkstoffe mit thermoplastischer Matrix	3
2.1.1 Verarbeitungsverfahren	4
2.1.2 Thermoformen	6
2.1.3 Diskontinuierlich verstärkte Hochleistungs-Thermoplaste	8
2.2 Aufgabenstellung und Zielsetzung	12
3. Zerstörungsfreie Prüfung	14
3.1 Ultraschallprüfung	15
3.1.1 Ultraschallprüfanlage und Prüfköpfe	20
3.1.2 Prüfkopfauswahl zur Optimierung des Signal/Rausch-Abstandes	22
3.1.2.1 Signal/Rausch-Abstand in Abhängigkeit der Probendicke	24
3.1.2.2 Signal/Rausch-Abstand in Abhängigkeit der Prüffrequenz	26
3.1.2.3 Signal/Rausch-Abstand in Abhängigkeit der Fehlergröße	27
3.1.2.4 Prüfkopf-Auswahlkatalog	28
3.1.3 Fehleridentifikation	29
3.1.4 Prüfung komplexer Geometrien	32
3.2 Röntgenprüfung	34
3.3 Thermographie	35
3.4 Bildverarbeitung	37
3.5 Zusammenfassung der Ausführungen zur Zerstörungsfreien Prüfung	42
4. Thermoformen von diskontinuierlichen ausgerichteten Faserverbunden	44
4.1 Untersuchte Werkstoffe und Lamine	44
4.2 Versuchsaufbau und -durchführung	48
4.2.1 Thermoformen in der Heizpresse	48
4.2.2 Verarbeitungsfenster	55
4.2.3 Effekte beim Verarbeitungsprozeß	59
4.2.3.1 Konsolidierungsfehler	59
4.2.3.2 Faserausrichtung bei unidirektionalen Laminaten	67
4.2.3.3 Faserausrichtung bei bidirektionalen Laminaten	70
4.3 Herstellung der Ermüdungsproben	73
4.4 Diskussion der Ergebnisse des Thermoformens	74

5. Werkstoffkundliche Kennwertermittlung	75
5.1 Probenherstellung und -vorbereitung	75
5.2 Versuchsaufbau und -durchführung	77
5.2.1 Montone Beanspruchung	77
5.2.2 Zyklische Beanspruchung	77
5.2.2.1 Allgemeine Hinweise	77
5.2.2.2 Prüfablauf	79
5.2.2.3 Thermographische Messungen	80
5.2.2.4 Laststeigerungsversuche mit Hysteresemessung	81
6. Ergebnisse und Diskussion monotoner und zyklischer Untersuchungen	83
6.1 Allgemeine Vorbemerkungen - Schädigungsmechanismen bei polymeren Verbundwerkstoffen	83
6.2 Monotone Beanspruchung	87
6.2.1 Unidirektionale Lamine	87
6.2.2 Bidirektionale Lamine	89
6.3 Zyklische Beanspruchung	91
6.3.1 Einfluß der Prüffrequenz	91
6.3.2 Unidirektionale Lamine	94
6.3.3 Bidirektionale Lamine	97
6.3.4 Einfluß der plastischen Dehnung auf die zyklischen Eigenschaften	100
6.4 Laststeigerungsversuche	101
6.4.1 Allgemeine Vorbemerkungen	101
6.4.2 Versuchsdurchführung und -auswertung	102
6.5 Schadensakkumulation bei Verbunden mit thermoplastischer Matrix	104
6.6 Zusammenfassung der Ergebnisse der montonen und zyklischen Prüfungen	109
7. Modellierung	111
7.1 Modellierung des Streckformprozesses	111
7.2 Modellierung der Resultate monotoner Beanspruchung	115
7.2.1 Einfluß des Faservolumengehaltes	115
7.2.2 Einfluß abkühlungsbedingter Eigenspannungen	116
7.2.3 Einfluß der Faserausrichtung	117
7.3 Modellierung der Resultate zyklischer Beanspruchungen	121
7.3.1 Unidirektionale Lamine	123
7.3.2 Bidirektionale Lamine	125
7.4 Zusammenfassung der Modellierungsergebnisse	126
7.5 Praktische Anwendung der Modelle	127

8. Zusammenfassung und Ausblick	129
9. Verzeichnisse	132
10.1 Bilderverzeichnis	132
10.2 Tabellenverzeichnis	136
10.3 Verzeichnis verwendeter Abkürzungen und Symbole	137
10.3.1 Abkürzungen	137
10.3.2 Symbole	138
10. Anhang	141
11.1 Wöhlerkurven	141
11.2 PC-Regelung für einen Hydropulser	145
11. Literatur	146