

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung/Abstract	XIII
Symbole und Abkürzungen	XV
1 Einführung und Motivation	1
2 Bestimmung der mechanischen Kennwerte faserförmiger Materialien mittels Zugprüfung	5
2.1 Mechanische Grundlagen	5
2.1.1 Dehnung	5
2.1.2 Dehnrate	7
2.1.3 Begriffe der Materialprüfung	9
2.1.4 Stoß in der Materialprüfung	11
2.1.5 Wellenausbreitung in festen Stoffen	11
2.1.6 Geteilter Hopkinson-Kolsky-Stab	15
2.1.7 Versagensmechanismen	20
2.2 Kraftmessung	21
2.3 Mechano-elektrische Wandler	21
2.3.1 Resistive Wandler	21
2.3.2 Piezoelektrische Wandler	23
2.4 Messwerterfassung und Signalauswertung	24
3 Stand der Technik	27
3.1 Messsysteme für die Zugprüfung	27
3.2 Mechano-elektrische Wandler	35
3.2.1 Dehnungsmessstreifenbasierte Kraftaufnehmer	37
3.2.2 Piezoelektrische Kraftaufnehmer	38
3.3 Optoelektronische Wandler	39
3.4 Krafteinleitungselemente	40
3.5 Hochleistungsfaserstoffe	42
3.5.1 Kohlenstofffasern	43
3.5.2 Glasfasern	45
3.5.3 Aramid	46
3.6 Resümee	46

4	Messsystem für große Dehnraten	49
4.1	Anforderungen und Randbedingungen	49
4.2	Gerätekonzzept	52
4.2.1	Antrieb	52
4.2.2	Probenvorlage	65
4.2.3	Erfassen von Kraft und Bewegung	68
4.2.4	Messabweichungen, Rauschen und Störeinkopplungen . . .	75
4.3	Entwicklungsrichtlinien	78
5	Messsystem zur Messung der dehnratenabhängigen Materialeigenschaften	81
5.1	Konstruktion des Gesamtaufbaus	81
5.2	Messsystemantrieb	83
5.2.1	Aufbau	83
5.2.2	Antriebsseitiger Versuchsablauf	84
5.3	Ankopplung der Proben	88
5.3.1	Probenpräparation	89
5.3.2	Probenvorlage	94
5.4	Messeinrichtungen	95
5.4.1	Messen von Kraft und Dehnwellen	96
5.4.2	Messen der Dehnung	99
5.5	Signalerfassung und -auswertung	101
5.6	Dynamik	103
5.7	Messunsicherheit	105
5.8	Zusammenfassung	109
6	Modell des Messsystems	111
6.1	Vorüberlegungen	111
6.2	Dehnratenquelle	113
6.3	Amboss	115
6.4	Probe	116
6.5	Sensor	118
6.5.1	Piezoelektrischer Kraftaufnehmer	119
6.5.2	Stab	121
6.6	Gesamtmodell	122
6.7	Simulation	123
6.7.1	Betrachtungen zu den Simulationsergebnissen	127

6.7.2	Modell ohne Stab	132
6.7.3	Modell mit Stab	134
6.8	Zusammenfassung	138
7	Charakterisierung des neuen Messsystems	141
7.1	Inbetriebnahme	141
7.2	Untersuchung von Faktoren mit Einfluss auf das Messergebnis . . .	143
7.2.1	Einfluss der Geschwindigkeit	147
7.2.2	Einfluss der Bruchdehnung	153
7.2.3	Einfluss der Dehnrate	156
7.3	Ansätze für weitere Evaluationen des Messsystems	156
7.3.1	Evaluation mit Ersatzmaterialien	157
7.3.2	Messsystemanalyse	157
7.4	Auswertung und Zusammenfassung	158
8	Zusammenfassung und Ausblick	161
	Normen	165
	Literaturverzeichnis	169
A	Einzelergebnisse aus der Charakterisierung	187
B	Anforderungsliste	199