

# Inhaltsverzeichnis

<b>Formelzeichen und Symbole</b>	<b>9</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>13</b>
1.1 Motivation . . . . .	13
1.2 Stand der Technik . . . . .	14
<b>2 Theoretische Grundlagen</b>	<b>17</b>
2.1 Definition . . . . .	17
2.2 Glasstruktur und -modelle . . . . .	17
2.2.1 Vernetzungsgrad . . . . .	23
2.2.2 Viskosität . . . . .	24
2.2.3 Fiktive Temperatur . . . . .	26
2.3 Grundlagen der Laserpuls-Material Wechselwirkung . . . . .	27
2.4 Schwingungsspektroskopische Verfahren . . . . .	29
2.4.1 Grundlagen der Raman-Spektroskopie . . . . .	30
<b>3 Experimentelles</b>	<b>33</b>
3.1 Glaskomposition und Versuchsplan . . . . .	33
3.2 Glaspräparation . . . . .	35
3.3 Charakterisierung der Gläser . . . . .	37
3.3.1 Chemische Analyse . . . . .	37
3.3.2 Charakterisierung physikalischer Materialeigenschaften . . . . .	37
3.3.3 UV-Vis Spektroskopie . . . . .	38
3.4 Modifikation der Gläser . . . . .	40
3.4.1 Laserablation an der Glasoberfläche . . . . .	40
3.4.2 Lasermodifikation im Glasvolumen . . . . .	41
3.4.3 Bestimmung der Brechzahländerung im Glasvolumen . . . . .	43
3.5 Raman-spektroskopische Untersuchung der Gläser . . . . .	45
3.5.1 Aufbau des Raman-Mikroskops . . . . .	46

3.5.2	Temperatureinfluss des Raman-Anregungslasers . . . . .	46
3.5.3	Basislinienkorrektur, Bandenentfaltung und Auswertung . . . . .	48
3.5.4	Auswertung der Q <sup>n</sup> -Struktur . . . . .	52
3.5.5	Reproduzierbarkeit der Raman-Auswertung . . . . .	53
3.5.6	Auswertung der laserinduzierten Strukturmodifikationen . . . . .	55
<b>4</b>	<b>Ergebnisse und Berechnungen</b>	<b>57</b>
4.1	Charakterisierung der Gläser . . . . .	57
4.1.1	Chemische Analyse . . . . .	57
4.1.2	Charakterisierung physikalischer Materialeigenschaften . . . . .	58
4.1.3	Bandlücke . . . . .	60
4.2	Berechnung weiterer Materialparameter . . . . .	60
4.2.1	Feldstärke . . . . .	61
4.2.2	Molvolumen . . . . .	62
4.2.3	Freies Volumen . . . . .	63
4.2.4	Dissoziationsenergie . . . . .	64
4.2.5	Optische Basizität . . . . .	66
4.2.6	Polarisierbarkeit . . . . .	68
4.2.7	Temperaturabhängigkeit der Brechzahl . . . . .	70
4.2.8	Wärmeleitfähigkeit . . . . .	74
4.2.9	Bestimmung der Ablationsfluenz auf der Oberfläche . . . . .	76
4.2.10	Bestimmung der Brechzahländerung im Volumen . . . . .	78
4.3	Raman-spektroskopische Charakterisierung der unmodifizierten Gläser . . . . .	81
4.3.1	SiO <sub>2</sub> - Fused Silica . . . . .	85
4.3.2	Konzentration der Nichtbrückensauerstoffe . . . . .	86
4.3.3	Radius des Netzwerkwandlers . . . . .	92
4.3.4	Wertigkeit des Netzwerkwandlers . . . . .	96
4.3.5	Modellgläser für technische Anwendungen . . . . .	99
4.4	Raman-spektroskopische Charakterisierung der Oberflächenmodifikationen	109
4.4.1	SiO <sub>2</sub> - Fused Silica . . . . .	109
4.4.2	Konzentration der Nichtbrückensauerstoffe . . . . .	112
4.4.3	Radius des Netzwerkwandlers . . . . .	116
4.4.4	Wertigkeit des Netzwerkwandlers . . . . .	119
4.4.5	Modellgläser für technische Anwendungen . . . . .	121
4.5	Raman-spektroskopische Charakterisierung der Volumenmodifikationen . . . . .	123

4.5.1	Radius des Netzwerkwandlers . . . . .	123
4.5.2	Modellgläser für technische Anwendungen . . . . .	125
<b>5</b>	<b>Diskussion</b>	<b>129</b>
5.1	Einfluss der Glaskomposition auf die Laserabsorption . . . . .	129
5.2	Einfluss der Glaskomposition auf die strukturellen Änderungen . . . . .	132
5.2.1	Einfluss von Temperatur und Druck . . . . .	132
5.2.2	Relaxationsuntersuchung der Oberflächenmodifikation . . . . .	135
5.3	Änderung der Brechzahl durch fs-Laserpulse . . . . .	139
5.3.1	Relaxationsuntersuchung der Volumenmodifikation . . . . .	140
5.3.2	Einfluss der Temperatur auf die Brechzahl . . . . .	142
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>147</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>		<b>162</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>		<b>174</b>