

Anisotrope, hierarchische Strukturierung von nanoporösen Gläsern

Sharon Krenkel



Universitätsverlag Ilmenau
2018

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	iv
Abstract und Kurzzusammenfassung	viii
Inhaltsverzeichnis	xi
1. Einleitung und Aufgabenstellung	1
2. Stand des Wissens und der Technik	3
2.1 Einordnung	3
2.2 Poröse Gläser	6
2.2.1 Entmischung von Alkaliborosilicatgläsern	7
2.2.2 Extraktion der natriumboratreichen Phase und des feindispersen Silica	15
2.2.3 Eigenschaften poröser Gläser	19
2.3 Herstellung von anisotropen Glas-Nanostrukturen	23
2.3.1 Zug- und Druckbelastungen	23
2.3.2 Magnetische und elektrische Felder zur Beeinflussung von anisotropen porösen Gläsern.	26
2.4 Herstellung anisotroper, zellulärer Glasmonolithe	30
2.4.1 Herstellung von zellulären Glaswabenstrukturen	30
2.4.2 Schwammgläser	33
2.4.3 Lasersintern	39
3. Experimentelles	46
3.1 Ausgangsgläser	46
3.1.1 Vorformherstellung	46
3.1.2 Herstellung von Gläsern zur Bestimmung des oberen Kühlpunkts (T_g) der separierten Primärphasen	47
3.1.3 Herstellung poröser Vorform-Gläser	48
3.1.4 Herstellung eisenoxidhaltiger Gläser	49
3.1.5 Glascharakterisierung	49
3.2 Anisotrope Strukturierung von Meso- und Makroporen	58
3.2.1 Herstellung anisotrop orientierter Meso- und Makroporen	58
3.2.2 Charakterisierung anisotrop orientierter Meso- und Makroporen	61
3.3 Anisotrope Strukturierung von Kapillar- und Luftporen	64
3.3.1 Wabenstrukturen	64
3.3.2 Weitere Möglichkeiten zur anisotropen Strukturierung von Luft- und Kapillarporen	90

4. Ergebnisse und Diskussion	96
4.1 Charakterisierung der Ausgangsgläser	96
4.1.1 Charakteristische Temperaturfixpunkte und Materialeigenschaften	96
4.1.2 Kristallisationsverhalten der Ausgangsgläser	103
4.1.3 Entmischung der Vorformen	121
4.2 Herstellung anisotroper Meso- und Makroporen	124
4.2.1 Proben unter Zugbelastung	124
4.2.2 Proben unter Druckbelastung und im elektrischen Feld.	142
4.3 Herstellung und Charakterisierung von Multikapillaren	143
4.3.1 Einflusses des Ziehprozesses auf die Bündelgeometrie sowie Entmischung	144
4.3.2 Entmischung von Multikapillaren	151
4.3.3 Oberflächenbehandlungen zur Herstellung mechanisch stabiler, offenporiger Durchflussreaktoren mit hierarchisch porösen Porenstrukturen.	166
4.3.4 Mechanische, optische, biochemische Eigenschaften der Kapillarbündel	175
4.3.5 Oberflächenfunktionalisierungen	195
4.4 Weitere Möglichkeiten zur Herstellung von anisotropen Kanal- und Luftporen	205
4.4.1 Selektives Lasersintern von porösen Glaspulvern	205
4.4.2 Herstellung von strukturierten, porösen Substraten mittels Schablonendruck für das sLS-Verfahren.	221
4.4.3 Herstellung von Schwammreplikaten mit anisotropen μm -Poren	227
4.4.4 Herstellung von Glasgelegen	235
5. Zusammenfassung und Ausblick	240
5.1 Zusammenfassung	240
5.2 Ausblick	246
6. Literaturverzeichnis	248
7. Anhang	268
7.1 Verzeichnis der Formeln und Abkürzungen	268
7.2 Kenndaten zu den Gläsern Boro 3.3 und I860	273
7.3 Übersicht der verwendete Chemikalien und Materialien	275
7.4 Eigene Veröffentlichungen	276

Die Anhänge A - G zu dieser Arbeit sind online unter folgendem Link verfügbar:

<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:gbv:ilm1-2017000716>

Im Anhang A – G findet sich der folgende Inhalt:

Anhang A - G	- 1 -
A Versuche zur anisotropen Strukturierung der boratreichen Primärphase mittels Druckbelastung.	- 1 -
B Versuche zur anisotropen Orientierung der boratreichen Primärphase unter Einsatz eines elektrischen Feldes.	- 4 -
C Untersuchungen zur Herstellung orientierter Kristallphasen im Magnetfeld zur Ausbildung von anisotropen Nanometerporen im Glas.	- 9 -
D Untersuchung des Einflusses einer TEOS-Beschichtung auf die Oberflächenschicht poröser Gläser.	- 37 -
E Erste katalytische Aktivitätsstudien der Au-beschichteten Multikapillaren	- 42 -
F Entwicklung von 3D-Glasformkörpern mit hierarchischen Porensystem unter Verwendung eines YAG-Lasers.	- 55 -
G Bestimmung der Prozessparameter zur Herstellung von nanoporösen Schwämmen.	- 69 -