

Inhaltsverzeichnis

Table of Content

1	Einleitung und Motivation.....	1
2	Stand der Erkenntnisse	7
2.1	Replikative Fertigung hochpräziser Glasoptiken	7
2.1.1	Prozesskette des Präzisionsblankpressens	10
2.1.2	Werkstoff Quarzglas.....	13
2.2	Herstellung von Werkzeugen für die Glasumformung.....	15
2.2.1	Glaskohlenstoff als Werkzeugwerkstoff	16
2.2.2	Bearbeitungsverfahren für optische Oberflächen	17
2.3	Verschleiß von formgebenden Werkzeugen	22
2.3.1	Tribologie und Verschleiß	22
2.3.2	Verschleiß- und Korrosionsmechanismen	23
2.3.3	Verschleißbetrachtungen für Glasumformprozesse	29
2.3.4	Erkenntnisse im Werkzeugverschleiß bei der Quarzglasumformung.....	32
2.4	Oberflächencharakterisierung	36
2.4.1	Auswirkungen der Werkzeugschädigung auf umgeformte Glasoptiken.....	36
2.4.2	Messtechnische Oberflächenbeschreibung	37
2.5	Zwischenfazit	40
3	Zielsetzung und Hypothese	41
4	Methodik	45
4.1	Theorie der Prozesssignatur	45
4.2	Abgrenzung und Systembeschreibung	47
4.2.1	Werkstoff- und Prozessauswahl	48
4.2.2	Beschreibung der Systemkomponenten	50
4.3	Messtechnik zur Charakterisierung der Versuchsbeobachtungen	53
4.3.1	Messtechnik zur qualitativen Oberflächenanalyse	53
4.3.2	Messtechnik zur quantitativen Oberflächenanalyse	55
4.3.3	Messtechnik zur qualitativen Mikrostrukturanalyse	58
4.3.4	Messtechnik zur quantitativen Mikrostrukturanalyse.....	59
4.4	Versuchsplanung.....	61
5	Werkzeugbearbeitung und Werkstoffcharakterisierung	65
5.1	Schleifbearbeitung von Glaskohlenstoffformwerkzeugen – Analyse von Randzonenschädigungen.....	65
5.2	Evaluierung von Poliersuspensionen hinsichtlich des erzielbaren Materialabtrags von Glaskohlenstoff.....	68
5.3	Erzielung optischer Oberflächengüten.....	70
5.4	Herstellung unterschiedlicher Oberflächentopografien.....	74
6	Verschleiß und Korrosion im Realexperiment.....	79
6.1	Versuchsdurchführung	79

6.2	Phänomenologische und strukturelle Schädigungsbeobachtung	80
6.3	Chemisch-analytische Schädigungsbeobachtung.....	89
6.4	Zwischenfazit.....	97
7	Interpretation und Modellierung der Schädigung.....	99
7.1	Methodik der Modellbildung	99
7.2	Interpretation der chemischen Interaktion	100
7.3	Modellierung der mechanischen Interaktion	104
7.3.1	Modellaufbau	105
7.3.2	Analyse des dreidimensionalen Simulationsmodells	106
7.3.3	Aufbau und Analyse der Mehrskalensimulation	107
7.3.4	Zusatzbetrachtung von Fall B	110
7.4	Mathematische Modellierung der Interaktion	112
7.4.1	MONTE-CARLO-Algorithmus	112
7.4.2	Ziel und Training des Simulationsmodells	115
7.4.3	Auswertung des Simulationsmodells	119
8	Strategien zur Verschleiß- und Korrosionsunterdrückung.....	123
8.1	Rückführung der Erkenntnisse zur Prozessoptimierung	123
8.1.1	Unterdrückung des Kohlenstoffübergangs	123
8.1.2	Unterdrückung der Anhaftungsbildung.....	125
8.1.3	Unterdrückung von Stickstoff-Reaktionen	127
8.1.4	Unterdrückung der Kranzbildung.....	128
8.2	Übertragbarkeit auf andere Produktionsprozesse.....	129
9	Zusammenfassung und Ausblick	133
10	Literaturverzeichnis.....	137
11	Anhang	151