

Forschungsberichte aus dem Leibniz-Institut für
Werkstofforientierte Technologien

Band 80

Georg Schnurbusch

**Einflussfaktoren auf die Tiefenschädigung
beim Feinschleifen von Quarzglas**

D 46 (Diss. Universität Bremen)

Shaker Verlag
Düren 2020

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	I
Formelzeichen und Abkürzungen	IV
1 Einleitung	1
2 Stand der Kenntnisse	4
2.1 Anwendungsfelder von Hochleistungsoptiken.....	4
2.2 Grundlegende Eigenschaften optische Glaswerkstoffe.....	7
2.2.1 Klassisches Modell der Glasstruktur.....	8
2.2.2 Versagensmechanismen und Bruchverhalten von Glas.....	10
2.3 Herstellungsprozess von Hochleistungsoptiken.....	13
2.4 Präzisionsschleifen sprödharter Werkstoffe	15
2.4.1 Kenngrößen des Schleifprozesses	15
2.4.2 Materialtrennmechanismen beim Schleifen sprödharter Werkstoffe.....	17
2.4.3 Ultrapräzisionsschleifmaschinen	19
2.4.4 Diamantschleifscheiben.....	22
2.5 Charakterisierung der Randzone optischer Gläser	26
2.6 Tiefenschädigungsanalyse	28
2.6.1 Zerstörungsfreie Verfahren.....	29
2.6.2 Zerstörende Verfahren.....	30
2.7 Modelle zur Beschreibung der Tiefenschädigung	33
2.8 Fazit aus dem Stand der Kenntnisse	37
3 Zielsetzung und Vorgehensweise	39
4 Versuchsumfeld und eingesetzte Messtechnik	43
4.1 Versuchsumfeld.....	43
4.1.1 Schleifmaschine und Versuchsumgebung	43
4.1.2 Eingesetzte Schleifscheiben.....	44
4.1.3 Schleifkinematik: Quer-Umfangs-Planschleifen	45
4.1.4 Einsatzvorbereitung der Schleifscheiben	47
4.1.5 Werkstücke und Werkstückaufnahme	50
4.1.6 Kühlschmierstoff	52
4.2 Eingesetzte Mess- und Analysetechnik.....	53
4.2.1 Charakterisierung der Werkzeuge	53

4.2.2	Kraftmessung zur Prozessüberwachung	56
4.2.3	Charakterisierung der Werkstückoberfläche	57
4.2.4	Messtechnik und Software zur Untersuchung der Tiefenschädigung	62
5	Charakterisierung der eingesetzten Schleifwerkzeuge	65
5.1	Härteuntersuchung des Schleifbelags	65
5.2	Untersuchung der Systemsteifigkeit in Abhängigkeit der eingesetzten Schleifscheiben.....	69
6	Charakterisierung des Schleifprozesses.....	72
6.1	Einfluss der System- und Stellgrößen auf Prozesskräfte und Rauheit 72	
6.1.1	Einfluss der Schnittgeschwindigkeit	72
6.1.2	Einfluss der Bindung und der Korngröße	74
6.1.3	Einfluss Grundkörper und spezielle Bindungskonfiguration	76
6.1.4	Fazit zu Prozesskräften und Oberflächenrauheit	78
6.2	Einfluss der Werkzeugparameter auf Prozesskräfte und Rauheit	80
6.2.1	Einfluss der Schleifbelags-Parameter	80
6.2.2	Einfluss der Werkzeug-Parameter.....	82
7	Entwicklung einer Methodik zur Tiefenschädigungsanalyse feingschliffener Oberflächen	85
7.1	Prozesskette zur Tiefenschädigungsanalyse.....	85
7.1.1	Tastschnittmessung.....	86
7.1.2	MRF-Politur	87
7.1.3	Trockenätzen.....	87
7.1.4	Mikroskopie	88
7.2	Software gestützte Auswertung	89
7.2.1	Bildbearbeitungsprogramm – ImageJ	89
7.2.2	Tiefenverlauf.....	90
7.3	Evaluation des Auswertungsverfahrens mittels Keilpolitur	91
8	Tiefenschädigungsanalyse	93
8.1	Maximale Tiefenschädigung c_{max} in Abhängigkeit der Prozess- und Systemgrößen	94
8.1.1	Einfluss der Schnittgeschwindigkeit und der Bindungshärte auf die maximale Tiefenschädigung c_{max}	95
8.1.2	Einfluss der Werkzeugkonfiguration auf die maximale Tiefenschädigung c_{max}	96
8.2	Einfluss der Schnittgeschwindigkeit v_c auf die Risslänge L	97

9	Korrelationsmodelle zur indirekten Bestimmung der maximalen Tiefenschädigung	101
9.1	Korrelation zwischen Werkzeugparametern und Randzonenschädigung.....	102
9.2	Korrelation zwischen Oberflächengüte und Randzonenschädigung.	103
9.3	Korrelation zwischen Prozessnormalkraft und Randzonenschädigung.....	107
9.4	Korrelation zu mittlerer Risslänge L	109
9.5	Inferenzstatistische Auswertung der Ergebnisse	115
10	Überprüfung und Anwendung der gefunden Korrelation	120
10.1	Überprüfung der Korrelation auf weiteren Präzisionsschleifmaschinen	120
10.2	Untersuchung der Risslängenverteilung über die gesamte Werkstückoberfläche	122
11	Zusammenfassung und Ausblick.....	126
11.1	Zusammenfassung der Ergebnisse.....	127
11.2	Ausblick	128
12	Literaturverzeichnis	130