

---

# Inhaltsverzeichnis

## *Table of content*

1	Einleitung und Motivation.....	1
2	Prozesstechnologische Grundlagen und aktueller Stand.....	9
2.1	Präzisionsblankpressen .....	9
2.1.1	Prozesstechnologische Grundlagen.....	9
2.1.2	Präzisionsblankpressen von Quarzglas .....	13
2.2	Verschleiß der Umformwerkzeuge beim Präzisionsblankpressen.....	15
2.2.1	Verschleißmechanismen.....	16
2.2.2	Verschleißuntersuchungen beim Präzisionsblankpressen .....	23
3	Zielsetzung und Aufgabenstellung .....	31
4	Systemkomponenten.....	33
4.1	Quarzglas .....	33
4.1.1	Eigenschaften des Quarzglases.....	33
4.1.2	Ausgasungsverhalten des Quarzglases.....	41
4.2	Werkstoffe für die Umformwerkzeuge zum Präzisionsblankpressen von Quarzglas .....	45
4.2.1	Glaskohlenstoff .....	45
4.2.2	Siliziumkarbid .....	47
4.2.3	Wolframkarbid .....	49
5	Analyse der prinzipiellen Eignung ausgewählter Werkstoffe .....	51
5.1	Heiztests bei verschiedenen Atmosphären.....	51
5.2	Oberflächenenergie der Werkstoffe .....	53
5.3	Heiztests mit Glaskontakt im Vakuum.....	59
6	Simulation des Prozesses Präzisionsblankpressen .....	61
6.1	Finite-Elemente-Methode .....	61
6.2	Mathematische Beschreibung .....	62
6.3	Vier-Punkt-Biegeversuch zur Bestimmung der Spannungsrelaxation des Quarzglases .....	66

6.4	Ring-Stauch-Versuch zur Bestimmung des Reibungskoeffizienten .....	68
6.5	Analyse der thermomechanischen Belastungen im Werkzeug .....	70
7	Verschleiß von Glaskohlenstoff beim Pressen von Quarzglas .....	75
7.1	Zeitliche Entwicklung des Verschleißes .....	75
7.2	Zeitliche Entwicklung der Glasanhaftungen .....	78
7.3	Untersuchung der Diffusion .....	80
7.4	Topografie der Werkzeugoberfläche nach Presstests .....	81
7.5	Einfluss der Prozessparameter .....	86
7.5.1	EDX-Analyse .....	86
7.5.2	ESMA-Analyse .....	88
8	Qualitatives Modell zur Beschreibung der Verschleißmechanismen .....	95
9	Zusammenfassung und Ausblick .....	99
	Literaturverzeichnis .....	107
	Anhang .....	A