

I **Inhaltsverzeichnis**II **Formel- und Kurzzeichen**III **Abstract**I **Inhaltsverzeichnis**

1	Einleitung	1
2	Stand der Technik	3
2.1	Entwicklung des Drucktrennverfahrens	3
2.2	Einordnung des Drucktrennens in die Systematik der Fertigungsverfahren.....	5
3	Stand des Wissens	6
3.1	Bearbeitung sprödharter Werkstoffe.....	6
3.1.1	Bearbeitung optischen Glases.....	6
3.1.2	Bearbeitung keramischer Werkstoffe.....	12
3.1.3	Bearbeitung einkristallinen Siliziums	13
3.2	Eigenschaften von Druckflüssigkeiten	15
3.3	Konstruktion und Abdichtverhalten statischer Hochdruckdichtungen.....	16
3.4	Berechnung der Spannungen in zylindrischen Hohl- und Vollkörpern	17
3.5	Bruchvorgänge in sprödharten Werkstoffen	18
3.5.1	Bruchmechanische Grundlagen.....	18
3.5.2	Rißausbreitung	20
3.5.3	Überlagerung der Beanspruchungsmodi I und II	22
3.6	Trennmechanismen beim Drucktrennen sprödharter Werkstoffe	23
4	Aufgabenstellung	26
5	Vorgehensweise und Versuchsplanung	27
6	Versuchstechnik	29
6.1	Versuchsanlage	29
6.1.1	Druckerzeugung und -regelung	29
6.1.2	Trennkammer und Dichtelemente.....	31
6.1.3	Meßeinrichtungen.....	33
6.2	Druckmedien.....	33
6.3	Versuchswerkstoffe.....	34
6.3.1	Optisches Glas.....	37

6.3.2	Keramische Werkstoffe.....	37
6.3.3	Einkristallines Silizium	39
6.4	Schallemissionsanalyse.....	39
6.5	Mikroskopische Verfahren zur Bruchflächenuntersuchung.....	40
6.6	Rauheitsmessung	41
6.6.1	Tastschnittverfahren	41
6.6.2	Differential-Interferometer.....	42
6.7	Messung der Form- und Maßgenauigkeit	43
6.8	Röntgenographische Spannungsmessung	44
7	Modelltheoretische Betrachtung	47
7.1	FEM-Berechnung des Spannungszustandes im Werkstück.....	49
7.2	Trennkriterien.....	52
7.3	Unterkritisches Rißwachstum.....	55
7.3.1	Rißfortschritt in optischem Glas.....	58
7.3.2	Rißfortschritt in keramischen Werkstoffen.....	61
7.4	Rißausbreitung nach der Rißauslösung	63
8	Drucktrennen optischen Glases	68
8.1	Einfluß der Oberflächenstruktur auf den Trennvorgang	72
8.1.1	Oberflächenrauheit ungekerbter Werkstücke	72
8.1.2	Gezielte Rißinitiierung	78
8.1.2.1	Ankerbung mittels des Härteprüfverfahrens	78
8.1.2.2	Ankerbung mittels Microdice.....	81
8.1.2.3	Ankerbung durch Laserlicht.....	84
8.1.3	Körperschallemission während der Trennung	85
8.2	Einfluß der Werkstückgeometrie.....	87
8.2.1	Außermittigkeit des Bruchausgangsortes symmetrisch positionierter Werkstücke	88
8.2.2	Asymmetrische Einspannung des Werkstückes	91
8.3	Variation der Maschinenstellgrößen	92
8.3.1	Linear ansteigende Belastung	92
8.3.2	Dynamisch-zyklische Beanspruchung	96
8.3.3	Zyklo-dynamische Beanspruchung.....	99
8.4	Einfluß des Trennmediums	101
8.5	Einfluß der Dichtelemente.....	102
8.6	Entstehung und Vermeidung von Gestaltabweichungen	104
8.6.1	Gestaltabweichungen 1. Ordnung (Formabweichungen).....	102
8.6.2	Gestaltabweichungen 2. Ordnung (Welligkeit)	107

9	Trennen keramischer Werkstoffe	110
9.1	Einfluß der Werkstückoberfläche.....	110
9.1.1	Ungekerbtes Bauteil.....	110
9.1.2	Gezielte Rißinitiierung	111
9.1.3	Oberflächencharakteristika der Werkstücke	113
9.1.4	Körperschallemission während der Trennung	116
9.2	Einfluß des Druckaufbaus.....	117
9.3	Einfluß des Trennmediums	119
10	Drucktrennen monokristallinen Siliziums	122
10.1	Einfluß der Oberflächenstruktur sowie Rißinitiierung mittels Härteprüfer.....	123
10.2	Einfluß des Trennmediums	125
10.3	Oberflächenmorphologie der Trennflächen	125
11	Energiebedarf im Vergleich zu konventionellen Trennverfahren	130
11.1	Ermittlung der Trennenergie und der hydraulischen Leistung.....	130
11.2	Vergleich mit konventionellen Trennverfahren	131
12	Zusammenfassung und Ausblick	134
13	Literaturverzeichnis	138