

# Inhalt

	<b>Vorwort</b> .....	5	<b>5</b>	<b>Urformen von optischem Glas</b> .....	75
<b>1</b>	<b>Die Entwicklung des Glases und der Optikfertigung</b> .....	11	<b>5.1</b>	Urformende Verfahren für mineralische Gläser .....	75
<b>2</b>	<b>Grundlagen der Optik</b> .....	17	<b>5.1.1</b>	Herstellung von Gobs und Presslingen .....	75
2.1	Brechung, Reflexion und Totalreflexion ..	17	<b>5.1.2</b>	Herstellung von Glasblöcken .....	76
2.2	Polarisation, Interferenz und Beugung ..	18	<b>5.2</b>	Herstellung von Flachglas .....	79
2.3	Doppelbrechung und Pleochroismus .....	22	<b>5.2.1</b>	Urformende Verfahren für organische Gläser .....	82
2.4	Abbildende optische Bauelemente .....	23	<b>5.2.2</b>	Gießen .....	83
2.4.1	Transmittierende optische Bauelemente ..	23	<b>5.2.3</b>	Spritzgießen .....	87
2.4.2	Reflektierende optische Bauelemente ..	27	<b>5.2.4</b>	Heißprägen .....	92
2.4.3	Teildurchlässige optische Bauelemente ..	29	<b>5.3</b>	Spritzprägen .....	96
2.4.4	Diffraktive optische Bauelemente .....	30	<b>5.3.1</b>	Urformende Verfahren für Kristallwerkstoffe .....	99
2.5	Abbildungfehler .....	31	<b>5.3.2</b>	Züchtung aus der Gasphase .....	99
2.6	Bewertung der Abbildungsleistung eines optischen Systems .....	34	<b>5.3.3</b>	Kristallzüchtung aus der Lösung .....	101
2.7	Kennzeichnung optischer Bauelemente ..	35	<b>6</b>	Züchtung aus der Schmelze .....	103
2.7.1	Materialangaben .....	36	<b>6.1</b>	<b>Umformen von optischem Glas</b> .....	109
2.7.2	Formangaben .....	36	<b>6.2</b>	Grundlagen .....	109
2.7.3	Oberflächenangaben .....	37	<b>6.2.1</b>	Pressen .....	114
<b>3</b>	<b>Optische Werkstoffe</b> .....	41	<b>6.2.2</b>	Verfahrensprinzip .....	114
3.1	Einteilung der optischen Werkstoffe .....	41	<b>6.2.3</b>	Werkzeugform – .....	
3.2	Mineralische Gläser .....	41	<b>6.2.4</b>	Herstellung und Anforderungen .....	115
3.2.1	Definition und Struktur .....	41	<b>6.3</b>	Pressprozess .....	117
3.2.2	Herstellung mineralischer Gläser .....	42	<b>6.4</b>	Anwendungsgebiete .....	118
3.2.3	Eigenschaften mineralischer Gläser .....	45	<b>7</b>	Senken .....	119
3.2.3.1	Mechanische Eigenschaften .....	45	<b>7.1</b>	Ziehen .....	120
3.2.3.2	Optische Eigenschaften .....	49	<b>7.1.1</b>	<b>Trennen</b> .....	127
3.2.3.3	Chemische Eigenschaften .....	50	<b>7.1.2</b>	Zerteilen .....	128
3.2.4	Lieferformen mineralischer Gläser .....	51	<b>7.1.2.1</b>	Mechanisches Brechen .....	128
3.3	Organische Gläser .....	53	<b>7.1.2.2</b>	Sonderverfahren zum Zurichten .....	129
3.3.1	Definition und Struktur .....	53	<b>7.1.2.3</b>	Mechanisches Trennen durch Sägen .....	130
3.3.2	Ausgewählte Eigenschaften .....	55	<b>7.2</b>	Thermisches Laserstrahlseparieren .....	132
3.3.3	Anwendungsbereiche und Lieferformen ..	56	<b>7.2.1</b>	Wasserstrahlabrasivschneiden .....	133
3.4	Kristallwerkstoffe .....	57	<b>7.2.2</b>	Schleifen .....	136
3.4.1	Aufbau und Struktur .....	57	<b>7.2.3</b>	Verfahrensprinzip .....	137
3.4.2	Ausgewählte Eigenschaften .....	59	<b>7.2.4</b>	Werkzeuge und Maschinen .....	139
<b>4</b>	<b>Grundlagen des Fertigungsprozesses</b> ..	63	<b>7.2.4.1</b>	Trennschleifen .....	143
4.1	Entwicklungs- und Herstellungsprozess .....	63	<b>7.2.4.2</b>	Formschleifen .....	147
4.1.1	Entwicklungsstufen .....	63	<b>7.2.4.3</b>	Rundschleifen (Rundieren) .....	147
4.1.2	Entwicklungsablauf .....	64	<b>7.2.4.4</b>	Flachschleifen .....	149
4.2	Fertigungsarten .....	66	<b>7.3</b>	Schleifen sphärischer Flächen .....	152
4.3	Fertigungsprinzipien .....	67	<b>7.4</b>	Schleifen asphärischer Flächen .....	159
4.4	Einteilung der Fertigungsverfahren .....	69	<b>7.4.1</b>	Bohren .....	165
4.5	Technologische Unterlagen .....	70	<b>7.4.2</b>	Läppen .....	169
				Verfahrensprinzip .....	170
				Maschinen und Werkzeuge .....	171

7.4.3	Betriebs- und Hilfsstoffe für das Läppen	172	<b>8</b>	<b>Beschichten</b> . . . . .	271
7.4.4	Einflussgrößen . . . . .	174	8.1	Schutzschichten . . . . .	272
7.4.5	Läppverfahren . . . . .	176	8.1.1	Lackieren . . . . .	272
7.4.5.1	Planläppen . . . . .	176	8.1.2	Oberflächenhärtung . . . . .	273
7.4.5.2	Läppen sphärischer Flächen . . . . .	178	8.2	Optische Schichten . . . . .	275
7.4.5.3	Feinschleifen mit Läppkinematik . . . . .	180	8.2.1	Schichtarten . . . . .	275
7.4.5.4	Ultraschallschwingläppen . . . . .	181	8.2.2	Schichtherstellung . . . . .	277
7.4.5.5	Leistung und Genauigkeit . . . . .	182	8.2.2.1	Physikalische Dampfabscheidung (PVD) . . . . .	277
7.5	Polieren . . . . .	186	8.2.2.2	Chemische Dampfabscheidung (CVD) . . . . .	282
7.5.1	Verfahrensgrundlagen . . . . .	186	8.2.2.3	Nasschemische Verfahren . . . . .	283
7.5.2	Maschinen und Werkzeuge . . . . .	191	8.2.3	Anwendungen . . . . .	285
7.5.3	Betriebs- und Hilfsstoffe für das Polieren . . . . .	193	8.2.3.1	Entspiegelungsschichten . . . . .	285
7.5.4	Einflussgrößen . . . . .	196	8.2.3.2	Vorder- und Oberflächenspiegelschichten . . . . .	287
7.5.5	Polierverfahren . . . . .	198	8.2.3.3	Teilerspiegelschichten . . . . .	290
7.5.5.1	Polieren mit flächenförmigem Werkzeugeingriff . . . . .	199	8.2.3.4	Kaltlichtspiegelschichten . . . . .	290
7.5.5.2	Polieren mit punkt- oder linienförmigem Werkzeugeingriff (zonale Politur) . . . . .	208	8.2.3.5	Elektrisch leitfähige Schichten . . . . .	290
7.5.5.3	Korrekturpolieren . . . . .	213	<b>9</b>	<b>Stoffeigenschaftsändern</b> . . . . .	295
7.5.6	Polierfehler . . . . .	217	9.1	Entspannungskühlen . . . . .	295
7.5.7	Leistung und Genauigkeit . . . . .	220	9.2	Verfestigen . . . . .	297
7.6	Zentrieren . . . . .	225	9.3	Altern . . . . .	300
7.6.1	Zentrierverfahren . . . . .	226	9.4	Färben . . . . .	300
7.6.1.1	Steckzentrieren . . . . .	227	9.5	Fototope Gläser . . . . .	302
7.6.1.2	Spannzentrieren . . . . .	227	<b>10</b>	<b>Fügen</b> . . . . .	305
7.6.2	Zentriermaschinen und Werkzeuge . . . . .	228	10.1	Fügen im technologischen Prozess . . . . .	306
7.6.3	Bearbeitungsprozess . . . . .	231	10.1.1	Blocken . . . . .	306
7.7	Ultrapräzisionszerspanung mit geometrisch bestimmter Schneide . . . . .	233	10.1.2	Kitten . . . . .	307
7.7.1	Verfahrensgrundlagen . . . . .	234	10.1.2.1	Provisorisches Kitten . . . . .	308
7.7.2	Verfahrenseinteilung . . . . .	240	10.1.2.2	Reguläres Kitten . . . . .	310
7.7.3	Drehverfahren . . . . .	240	10.1.2.3	Block- und Streifenkittung . . . . .	312
7.7.3.1	Drehen rotationssymmetrischer Geometrien . . . . .	241	10.1.2.4	Kitten von prismatischen Teilen . . . . .	313
7.7.3.2	Drehen nichtrotationssymmetrischer Geometrien . . . . .	246	10.1.2.5	Kittwerkstoffe . . . . .	314
7.7.4	Fräsen . . . . .	247	10.1.3	Kleben . . . . .	315
7.7.5	Ultraschall-unterstütztes Mikrospannen . . . . .	251	10.1.4	Gipsen . . . . .	315
7.7.6	Leistung und Genauigkeit . . . . .	253	10.1.5	Ansprengen . . . . .	316
7.8	Strukturieren . . . . .	256	10.1.6	Spannen . . . . .	320
7.8.1	Gravieren (Abtragen) . . . . .	257	10.1.6.1	Mechanisches Spannen . . . . .	321
7.8.2	Fotolithografisches Strukturieren . . . . .	258	10.1.6.2	Pneumatisches Spannen . . . . .	322
7.8.3	Strukturieren aufgetragener Metall- und Lackschichten . . . . .	261	10.2	Fügen von optischen Bauelementen/ Montageprozess . . . . .	323
7.8.4	Partieller Schichtauftrag . . . . .	262	10.2.1	Zentrieren, Richten, Justieren . . . . .	325
7.9	Reinigen . . . . .	263	10.2.2	Feinkitten . . . . .	329
7.9.1	Manuelles Reinigen . . . . .	264	10.2.3	Kleben . . . . .	331
7.9.2	Maschinelles Reinigen . . . . .	264	10.2.4	Löten . . . . .	336
7.9.3	Strahlreinigung . . . . .	267	10.2.5	Versprengen . . . . .	339
7.9.4	Ausheizen . . . . .	267	10.2.6	Fassen von Optiken . . . . .	339
7.9.5	Reinigungsfehler . . . . .	268	10.2.6.1	Fassen von Rundoptik . . . . .	340
			10.2.6.2	Fassen von Prismen . . . . .	344
			10.2.7	Diffusionsschweißen . . . . .	345
			10.2.8	Endmontage . . . . .	348
			10.2.8.1	Optische Baugruppen . . . . .	348

10.2.8.2 Montageverfahren .....	350	11.4	Fertigung eines Gleitsichtbrillenglases ..	380
10.2.9 Mikromontage .....	356	11.5	Montage eines Objektivs .....	384
<b>11 Ausgewählte Fertigungstechnologien</b> ..	<b>363</b>	11.5.1	Fügen der Einzellinsen und Kittglieder ..	385
11.1 Prismenfertigung .....	363	11.5.1.1	Gerichtetes Kleben (Richtkitten) .....	385
11.2 Linsenfertigung .....	368	11.5.1.2	Ungerichtetes Kleben .....	387
11.2.1 Linsenfertigung mit CNC-Technik .....	368	11.5.2	Justierdrehen .....	388
11.2.2 LED-Lupenfertigung .....	370	11.5.3	Teilmontage .....	389
11.2.2.1 Konstruktive Lösung .....	370	11.5.4	Endmontage .....	390
11.2.2.2 Fertigung der Linsen .....	372		<b>Literaturverzeichnis</b> .....	393
11.2.2.3 Optoelektronische Komponenten .....	374		<b>Hinweise zur beigefügten DVD</b> .....	403
11.2.2.4 Montage .....	374		<b>Sachwortverzeichnis</b> .....	409
11.3 Fertigung asphärischer Bauteile .....	375			