

# 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	5.1	Urformende Verfahren für mineralische Gläser .....	75
<b>2</b>	<b>Grundlagen der Optik</b> .....	17	5.1.1	Herstellung von Gobs und Presslingen ..	75
2.1	Brechung, Reflexion und Totalreflexion ..	17	5.1.2	Herstellung von Glasblöcken .....	76
2.2	Polarisation, Interferenz und Beugung ..	18	5.1.3	Herstellung von Flachglas .....	79
2.3	Doppelbrechung und Pleochroismus ....	22	5.2	Urformende Verfahren für organische Gläser .....	82
2.4	Abbildende optische Bauelemente .....	23	5.2.1	Gießen .....	83
2.4.1	Transmittierende optische Bauelemente ..	23	5.2.2	Spritzgießen .....	87
2.4.2	Reflektierende optische Bauelemente ...	27	5.2.3	Heißprägen .....	92
2.4.3	Teildurchlässige optische Bauelemente ..	29	5.2.4	Spritzprägen .....	96
2.4.4	Diffraktive optische Bauelemente .....	30	5.3	Urformende Verfahren für Kristallwerkstoffe .....	99
2.5	Abbildungsfehler .....	31	5.3.1	Züchtung aus der Gasphase .....	99
2.6	Bewertung der Abbildungsleistung eines optischen Systems .....	34	5.3.2	Kristallzüchtung aus der Lösung .....	101
2.7	Kennzeichnung optischer Bauelemente ..	35	5.3.3	Züchtung aus der Schmelze .....	103
2.7.1	Materialangaben .....	36	<b>6</b>	<b>Umformen von optischem Glas</b> .....	109
2.7.2	Formangaben .....	36	6.1	Grundlagen .....	109
2.7.3	Oberflächenangaben .....	37	6.2	Pressen .....	114
<b>3</b>	<b>Optische Werkstoffe</b> .....	41	6.2.1	Verfahrensprinzip .....	114
3.1	Einteilung der optischen Werkstoffe ....	41	6.2.2	Werkzeugform – Herstellung und Anforderungen .....	115
3.2	Mineralische Gläser .....	41	6.2.3	Pressprozess .....	117
3.2.1	Definition und Struktur .....	41	6.2.4	Anwendungsgebiete .....	118
3.2.2	Herstellung mineralischer Gläser .....	42	6.3	Senken .....	119
3.2.3	Eigenschaften mineralischer Gläser ....	45	6.4	Ziehen .....	120
3.2.3.1	Mechanische Eigenschaften .....	45	<b>7</b>	<b>Trennen</b> .....	127
3.2.3.2	Optische Eigenschaften .....	49	7.1	Zerteilen .....	128
3.2.3.3	Chemische Eigenschaften .....	50	7.1.1	Mechanisches Brechen .....	128
3.2.4	Lieferformen mineralischer Gläser .....	51	7.1.2	Sonderverfahren zum Zurichten .....	129
3.3	Organische Gläser .....	53	7.1.2.1	Mechanisches Trennen durch Sägen ....	130
3.3.1	Definition und Struktur .....	53	7.1.2.2	Thermisches Laserstrahlseparieren ....	132
3.3.2	Ausgewählte Eigenschaften .....	55	7.1.2.3	Wasserstrahlabrasivschneiden .....	133
3.3.3	Anwendungsbereiche und Lieferformen ..	56	7.2	Schleifen .....	136
3.4	Kristallwerkstoffe .....	57	7.2.1	Verfahrensgrundlagen .....	137
3.4.1	Aufbau und Struktur .....	57	7.2.2	Werkzeuge und Maschinen .....	139
3.4.2	Ausgewählte Eigenschaften .....	59	7.2.3	Trennschleifen .....	143
<b>4</b>	<b>Grundlagen des Fertigungsprozesses</b> ..	63	7.2.4	Formschleifen .....	147
4.1	Entwicklungs- und Herstellungsprozess .....	63	7.2.4.1	Rundschleifen (Rundieren) .....	147
4.1.1	Entwicklungsstufen .....	63	7.2.4.2	Flachschleifen .....	149
4.1.2	Entwicklungsablauf .....	64	7.2.4.3	Schleifen sphärischer Flächen .....	152
4.2	Fertigungsarten .....	66	7.2.4.4	Schleifen asphärischer Flächen .....	159
4.3	Fertigungsprinzipien .....	67	7.3	Bohren .....	165
4.4	Einteilung der Fertigungsverfahren .....	69	7.4	Läppen .....	169
4.5	Technologische Unterlagen .....	70	7.4.1	Verfahrensgrundlagen .....	170
			7.4.2	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 Dampfabseidung (PVD)	277
7.5	Polieren	186	8.2.2.2	Chemische Dampfabseidung (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	Fototrope 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	Ultrapräzisionszerspannung 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 Mikrospanen	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</b>	<b>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> .....	<b>393</b>
11.2.2.3	Optoelektronische Komponenten .....	374		<b>Hinweise zur beigefügten DVD</b> .....	<b>403</b>
11.2.2.4	Montage .....	374		<b>Sachwortverzeichnis</b> .....	<b>409</b>
11.3	Fertigung asphärischer Bauteile .....	375			