

# Inhaltsverzeichnis

## Erster Teil: Grundlagen

<b>1</b>	<b>Die ebene Spannungsoptik</b>	<b>1</b>
1.1	Der ebene Spannungszustand	1
1.2	Der ebene Formänderungszustand	4
1.3	Die einfache spannungsoptische Apparatur (Das Diffuslicht-Polariskop)	6
1.4	Das Polariskop mit Projektionseinrichtung	10
1.5	Die polarisationsoptischen Grundvorgänge	13
1.5.1	Modell im linear polarisierten monochromatischen Licht. Hauptgleichung der Spannungsoptik	13
1.5.2	Weißes Licht	17
1.5.3	Ausschaltung der Isoklinen durch zirkular polarisiertes Licht	18
1.6	Die Aufnahme und Auswertung des Isochromatenbildes.	22
1.7	Ermittlung der Hauptspannungslinien aus den Isoklinen	32
1.8	Modellwerkstoffe und Modellherstellung.	36
1.8.1	Übersicht	36
1.8.2	Werkstoffe und Modellherstellung für Isochromatenversuche	43
1.8.3	Sonstige Werkstoffe	48
1.9	Bestimmung von Bruchteilen der Isochromatenordnung	52
1.9.1	Am Rand durch Extrapolieren	52
1.9.2	Durch „Helffeldbild“ (halbe Ordnungen)	54
1.9.3	Durch Kompensieren mit Viertelwellenplatte nach SÉNARMONT	56
1.10	Das Vorzeichen von Randspannungen. „Nagelprobe“	58
1.11	Die vollständige Auswertung des ebenen Spannungszustandes durch das Schubspannungsdifferenzverfahren	61
1.12	Momentennullpunkte bei Biegung von Stäben	68
<b>2</b>	<b>Räumliche Spannungsoptik</b>	<b>73</b>
2.1	Die Grundlagen des Einfrierverfahrens.	73
2.1.1	Mechanische Grundlagen	73
2.1.2	Optische Grundlagen	76
2.1.3	„Sekundäre Hauptspannungen“	78
2.2	Die optische Auswertung der eingefrorenen Spannungen	79
2.2.1	Allgemeines	79
2.2.2	Symmetrieschnitte; Begriff des „Unterschnitts“	80
2.2.3	Schnitte senkrecht zur lastfreien Oberfläche im allgemeinen Fall; Schiefe Durchstrahlung	81
2.2.4	Schnitte längs der lastfreien Oberfläche	85
2.3	Der Modellwerkstoff für das Einfrierverfahren	87
2.4	Die Durchführung des Einfrierverfahrens mit Araldit B	93
2.4.1	Die Beherrschung der Randeffekt-Gefahr	93
2.4.2	Herstellung der Modelle	98
2.4.3	Die Belastungsvorrichtungen	105
2.4.4	Der Einfrierversuch mit Eichversuch	106
2.4.5	Das Herausarbeiten der Schnitte	110
<b>3</b>	<b>Das spannungsoptische Laboratorium</b>	<b>111</b>

<b>4 Die Übertragung der Ergebnisse . . . . .</b>	<b>113</b>
4.1 Strenge, erweiterte und angenäherte Ähnlichkeit . . . . .	113
4.2 Erweitertes statisches Ähnlichkeitsgesetz für den allgemeinen räumlichen Spannungszustand . . . . .	116
4.3 Erweitertes statisches Ähnlichkeitsgesetz für den ebenen Spannungszustand . . . . .	119
4.4 Erweiterte Ähnlichkeitsgesetze für Sonderprobleme . . . . .	120
4.4.1 Plattenbiegung . . . . .	120
4.4.2 Schalen . . . . .	121
4.4.3 Ebene Biegsungsprobleme . . . . .	122
4.5 Die Wahl der Maßstäbe . . . . .	122
4.6 Abschätzung der Maßstabfehler (Übertragungsfehler) . . . . .	128

## Zweiter Teil: Besondere Verfahren

<b>5 Übersicht über besondere Verfahren der Spannungsoptik . . . . .</b>	<b>132</b>
5.1 Das Reflexionspolariskop . . . . .	132
5.2 Das Oberflächenschicht-Verfahren . . . . .	135
5.2.1 Grundlagen . . . . .	135
5.2.2 Ausführungsformen . . . . .	137
5.2.3 Vollständige Auswertung . . . . .	138
5.2.4 Grenzen der Anwendbarkeit und Genauigkeit . . . . .	139
5.3 Besondere Verfahren zur vollständigen Auswertung des ebenen Spannungszustandes . . . . .	142
5.3.1 Ergänzung zum Schubspannungsdifferenz-Verfahren . . . . .	143
5.3.2 Andere Verfahren, die auf den Isochromaten und Isoklinen aufbauen . . . . .	143
5.3.3 Das Verfahren der mechanischen Messung der Dickenänderung .	147
5.3.4 Interferometrische Verfahren . . . . .	148
5.3.5 Verfahren der schiefen Durchstrahlung . . . . .	159
5.3.6 Ergänzung durch die elektrische Analogie . . . . .	160
5.3.7 Anbohrverfahren . . . . .	161
5.4 Einige Ergänzungen für die Praxis des Einfrierverfahrens . . . . .	161
5.4.1 Einfrierverfahren mit kleinen Verformungen: Isochromatenvervielfachung . . . . .	161
5.4.2 Modelle aus Teilen verschiedenen Elastizitätsmoduls . . . . .	164
5.4.3 Schrumpf- und Preßverbindingen . . . . .	166
5.4.4 Einfrieren von Gravitationsbeanspruchungen . . . . .	168
5.5 Das allgemeine optische Gesetz bei veränderlichem Spannungszustand .	169
5.5.1 Poincaré-Kugel . . . . .	169
5.5.2 $j$ -Kreis . . . . .	173
5.5.3 „Wulff-Netz“ . . . . .	174
5.5.4 Kontinuierlich veränderlicher Spannungszustand . . . . .	174
5.6 Räumliche Spannungsoptik ohne Einfrieren der Spannungen . . . . .	175
5.6.1 Das Zwischenschichtverfahren . . . . .	175
5.6.2 Modelle mit eingelagerten Spiegelschichten . . . . .	176
5.6.3 Untersuchung von Platten . . . . .	177
5.6.4 Untersuchung von Schalen . . . . .	184
5.6.5 Das Streulichtverfahren . . . . .	189
5.7 Dynamische Untersuchungen . . . . .	192
5.7.1 Zeitlich unveränderliche Zustände durch Zentrifugalkräfte . . . . .	192
5.7.2 Periodische Vorgänge . . . . .	192

5.7.3 Nichtstationäre Vorgänge . . . . .	193
5.8 Spannungsoptik jenseits der Elastizitätsgrenze (Photoplastizität) . . . . .	196
5.8.1 Ebener Spannungszustand . . . . .	197
5.8.2 Ebener Formänderungszustand . . . . .	204

### Dritter Teil: Anwendungen

6 Praktische Anwendungen der Spannungsoptik . . . . .	206
6.1 Spannungen in Fundamenten . . . . .	206
6.1.1 Versuchsergebnisse . . . . .	208
6.1.2 Zusammenfassung der Ergebnisse . . . . .	210
6.2 Plexiglashaube unter äußerem Überdruck . . . . .	210
6.3 Statische Berechnung eines Stahlbetonrahmens mit Hilfe der Momenten- nullpunkte . . . . .	215
6.4 Der Spannungszustand in Zahnrädern . . . . .	219
6.4.1 Geradverzahnungen . . . . .	219
6.4.2 Schrägverzahnung . . . . .	223
6.5 Windscheibe eines Stahlbeton-Skelettbau . . . . .	231
6.6 Pfeilerkopfmanschetten bei der Erneuerung der Trisannabrücke . . . . .	238
6.6.1 Versuch mit monolithischem Modell . . . . .	239
6.6.2 Versuch unter Annahme eines kleineren E-Moduls im Pfeiler . . . . .	245
6.7 Untersuchung des Spannungszustandes an einer Staumauer mit Hilfe eines Modells aus Gelatine . . . . .	248
6.8 Rohrverzweigung unter Innendruck . . . . .	252
6.9 Der Kraftfluß in einem Dieselmotorkolben . . . . .	258
6.10 Zungentellerfeder einer Automobilbilkupplung . . . . .	264
6.11 Untersuchung von Stahlbetonbauteilen durch bewehrte Modelle . . . . .	269
6.12 Nachprüfung des St. Venantschen Prinzips mit Hilfe der Spannungs- optik . . . . .	276
6.13 Elastische Spannungszustände in Körpern mit ebenen Schnitten . . . . .	280

### Literatur

Bücher über Spannungsoptik [a—q] . . . . .	284
Bücher über Spannungsanalyse, insbesondere experimentelle, mit Ab- schnitten über Spannungsoptik [r—x] . . . . .	284
Kongreßberichte, Übersichtsartikel, Sammelbände u. ä. über Spannungs- optik [y—ae] . . . . .	285
Einzelhinweise [1—193] . . . . .	285
Hochschulunterrichtsfilme über Spannungsoptik . . . . .	294
Bildquellen . . . . .	294
<b>Namenverzeichnis</b> . . . . .	294
<b>Sachverzeichnis</b> . . . . .	297