

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|----------|
| Vorwort | V |
| 1 Einführung und historischer Überblick | 1 |
| 2 Licht als elektromagnetische Welle | 5 |
| 2.1 Die Wellengleichung und ihre Lösungen | 5 |
| 2.1.1 Energie und Impuls von Licht | 10 |
| 2.1.2 Wellenpakete | 13 |
| 2.1.3 Phasen- und Gruppengeschwindigkeit | 16 |
| 2.2 Dispersion von Licht | 19 |
| 2.2.1 Die Frequenzabhängigkeit der Dielektrizitätskonstante | 19 |
| 2.2.2 Der Brechungsindex | 22 |
| 2.2.3 Die Absorption von Licht | 23 |
| 2.2.4 Die Dispersion von dichten Medien | 26 |
| 2.2.5 Brechungsindex und Absorption von Metallen | 28 |
| 2.3 Elektromagnetische Wellen an Grenzflächen | 30 |
| 2.3.1 Reflexions- und Brechungsgesetz | 31 |
| 2.3.2 Die Fresnelschen Formeln für den Reflexionsgrad einer Grenzfläche | 34 |
| 2.3.3 Totalreflexion und evaneszente Wellen | 42 |
| 2.4 Lichtwellenleiter | 45 |
| 2.4.1 Lichtleitung durch Totalreflexion | 45 |
| 2.4.2 Moden in einem optischen Wellenleiter** | 50 |
| 2.4.3 Lichtausbreitung in einem Hohlleiter** | 54 |
| 2.4.4 Moden in einem dielektrischen Wellenleiter** | 56 |
| 2.4.5 Lichtleitfasern | 60 |
| 2.4.6 Herstellung von Glasfasern | 61 |
| 2.5 Absorbierende und streuende Medien | 64 |
| 2.5.1 Das Reflexionsvermögen absorbierender Medien | 64 |
| 2.5.2 Die Farbe von Gegenständen | 65 |
| 2.5.3 Streuung von elektromagnetischen Wellen | 67 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 3 | Die Geometrische Optik | 69 |
| 3.1 | Das Fermatsche Prinzip | 70 |
| 3.1.1 | Das Reflexionsgesetz | 72 |
| 3.1.2 | Das Fermatsche Prinzip und das Brechungsgesetz | 74 |
| 3.2 | Strahlenablenkung durch ein Prisma | 77 |
| 3.2.1 | Der Regenbogen | 79 |
| 3.3 | Die optische Abbildung | 86 |
| 3.3.1 | Reelle und virtuelle Abbildungen | 86 |
| 3.3.2 | Abbildung an einem Kugelspiegel | 87 |
| 3.3.3 | Abbildung durch brechende Kugelflächen | 91 |
| 3.3.4 | Abbildungsgleichung für dünne Linsen | 93 |
| 3.3.5 | Dicke Linsen und Linsensysteme | 97 |
| 3.3.6 | Berechnung der Ausbreitung paraxialer Strahlen mit dem Matrizen-Verfahren | 98 |
| 3.3.7 | Anwendungen der Matrizenmethode | 104 |
| 3.3.8 | Linsenfehler | 107 |
| 3.3.9 | Begrenzungen in optischen Systemen | 113 |
| 3.3.10 | Design und Herstellung von Objektiven | 116 |
| 3.4 | Instrumente der geometrischen Optik | 117 |
| 3.4.1 | Der Projektionsapparat | 117 |
| 3.4.2 | Die photographische Kamera | 119 |
| 3.4.3 | Das Auge | 123 |
| 3.4.4 | Vergrößernde optische Instrumente | 126 |
| 4 | Welleneigenschaften von Licht | 137 |
| 4.1 | Qualitative Behandlung der Beugung | 138 |
| 4.1.1 | Das Huygenssche Prinzip | 138 |
| 4.1.2 | Die Fresnelsche Beugung | 140 |
| 4.2 | Mathematische Behandlung der Beugung | 144 |
| 4.2.1 | Die Fresnel-Kirchhoffsche Beugungstheorie** | 144 |
| 4.2.2 | Fresnelsche und Fraunhofersche Beugung | 146 |
| 4.2.3 | Fraunhofersche Beugung | 148 |
| 4.2.4 | Das Babinetsche Prinzip | 149 |
| 4.3 | Spezielle Fälle der Fraunhoferschen Beugung | 149 |
| 4.3.1 | Beugung an einem langen Spalt | 149 |
| 4.3.2 | Beugung an einer Rechteckblende | 154 |
| 4.3.3 | Beugung an einer kreisförmigen Öffnung | 155 |
| 4.3.4 | Beugung am Doppelspalt | 156 |
| 4.3.5 | Beugung am Gitter | 161 |
| 4.3.6 | Gitterspektrometer | 166 |
| 4.3.7 | Beugung an mehrdimensionalen Gittern | 169 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 4.4 | Interferenz | 173 |
| 4.4.1 | Die Kohärenz von Lichtquellen | 174 |
| 4.4.2 | Spezielle Interferometeranordnungen | 177 |
| 4.4.3 | Interferenzen dünner Schichten | 182 |
| 4.4.4 | Vielfachinterferenzen am Beispiel des Fabry-Perot-Interferometers | 192 |
| 4.5 | Anwendungen von Beugung und Interferenz | 199 |
| 4.5.1 | Das Auflösungsvermögen optischer Geräte | 199 |
| 4.5.2 | Die Abbesche Theorie der Bildentstehung und Fourieroptik ... | 205 |
| 4.5.3 | Holographie | 210 |
| 4.5.4 | Laser-Strahlen – Die Optik Gaußscher Bündel* | 214 |
| 4.5.5 | Gaußsche Bündel und abbildende Elemente** | 221 |
| 4.6 | Die Polarisation von Licht | 225 |
| 4.6.1 | Polarisationszustände von Licht | 225 |
| 4.6.2 | Polarisatoren | 228 |
| 4.6.3 | Doppelbrechung | 233 |
| 4.6.4 | Anwendungen der Doppelbrechung | 242 |
| 4.6.5 | Induzierte Doppelbrechung | 245 |
| 4.6.6 | Optische Aktivität und Faraday-Effekt | 251 |
| 4.7 | Nichtlineare Optik | 256 |
| 4.7.1 | Mit der nichtlinearen Suszeptibilität zweiter Ordnung verknüpfte Phänomene* | 257 |
| 4.7.2 | Mit der nichtlinearen Suszeptibilität dritter Ordnung verknüpfte Phänomene* | 260 |
| 5 | Quantenphänomene: Licht als Welle und Teilchen | 265 |
| 5.1 | Der Photoeffekt | 265 |
| 5.1.1 | Eigenschaften von Photonen | 271 |
| 5.1.2 | Licht ist Welle und Teilchenstrom | 274 |
| 5.1.3 | Doppelspalt als Instrument zur Unterscheidung von Welle und Teilchen | 275 |
| 5.1.4 | Photoeffekt in der Anwendung: Nachweis von Licht* | 278 |
| 5.2 | Strahlungsgesetze und Lichtquellen | 289 |
| 5.2.1 | Strahlungsphysikalische Größen | 289 |
| 5.2.2 | Lichttechnische Größen* | 294 |
| 5.2.3 | Das Kirchhoffsche Strahlungsgesetz | 296 |
| 5.2.4 | Das Emissionsverhalten eines schwarzen Strahlers | 298 |
| 5.2.5 | Strahlungsgesetze | 300 |
| 5.2.6 | Die Plancksche Strahlungsformel | 302 |
| 5.2.7 | Lichtquellen für Beleuchtungszwecke* | 306 |
| 5.2.8 | Der Laser | 309 |

| | | |
|----------|--|------------|
| A | Anhang: Fouriertransformation | 317 |
| A.1 | Fourierreihen | 317 |
| A.2 | Fourierintegrale: Transformationen nichtperiodischer Funktionen | 321 |
| A.3 | Eigenschaften der Fouriertransformation | 324 |
| A.4 | Rechenregeln für Fouriertransformationen | 326 |
| A.5 | Eigenschaften der Deltafunktion | 327 |
| | Vertiefende Literatur | 329 |
| | Sachverzeichnis | 331 |

* Kapitel behandeln Themen mit starkem Anwendungsbezug.

** Abschnitte präsentieren umfangreiche theoretisch-mathematische Ableitungen und können beim ersten Lesen übergangen werden.