

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>Historische Meilensteine</b>	<b>14</b>
2.1	Lichtwellen à la Huygens . . . . .	14
2.2	Newtons Lichtteilchen . . . . .	17
2.3	Der Youngsche Interferenzversuch . . . . .	23
2.4	Die Einsteinsche Lichtquantenhypothese . . . . .	26
<b>3</b>	<b>Grundzüge der klassischen Beschreibung des Lichts</b>	<b>32</b>
3.1	Das elektromagnetische Feld und seine Energie . . . . .	32
3.2	Intensität und Interferenz . . . . .	35
3.3	Ausstrahlung . . . . .	38
3.4	Spektrale Zerlegung . . . . .	40
<b>4</b>	<b>Quantenmechanische Aussagen über das Licht</b>	<b>45</b>
4.1	Quantenmechanische Unschärfe . . . . .	45
4.2	Quantelung der elektromagnetischen Energie . . . . .	50
4.3	Fluktuationen der elektrischen Feldstärke . . . . .	56
4.4	Kohärente Zustände des Strahlungsfeldes . . . . .	58

<b>5</b>	<b>Optische Detektoren</b>	<b>60</b>
5.1	Lichtabsorption . . . . .	60
5.2	Photoelektrischer Nachweis von Licht . . . . .	63
5.2.1	Messung der mittleren Intensität . . . . .	67
5.2.2	Nachweis von Schwebungen . . . . .	67
5.2.3	Messung von Intensitätskorrelationen . . . . .	67
5.2.4	Registrierung der Ankunftszeit einzelner Photonen . . . . .	68
5.2.5	Photonenzählung . . . . .	68
5.3	Photoeffekt und Quantennatur des Lichts . . . . .	69
<b>6</b>	<b>Spontane Emission</b>	<b>81</b>
6.1	Korpuskulare Züge der Ausstrahlung . . . . .	81
6.2	Der Wellenaspekt . . . . .	87
6.3	Paradoxien des Emissionsvorgangs . . . . .	91
6.4	Komplementarität . . . . .	94
6.5	Quantenmechanische Beschreibung . . . . .	96
6.6	Quantenhafte Schwebungen . . . . .	104
6.7	Parametrische Fluoreszenz . . . . .	106
6.8	Photonen „in Reinkultur“ . . . . .	110
6.9	Eigenschaften von Photonen . . . . .	112
<b>7</b>	<b>Interferenz</b>	<b>116</b>
7.1	Strahlteilung . . . . .	116
7.2	Interferenz des Photons mit sich selbst . . . . .	121
7.3	Verzögerte Entscheidung . . . . .	128
7.4	Interferenz zwischen unabhängigen Photonen . . . . .	130
7.5	Welcher Weg? . . . . .	142
7.6	Intensitätskorrelationen . . . . .	152
7.7	Verformung von Photonen . . . . .	159

<b>8</b>	<b>Photonenstatistik</b>	<b>162</b>
8.1	Messung von Sterndurchmessern . . . . .	162
8.2	„Anhäufelung“ von Photonen . . . . .	171
8.3	Zufällige Photonenverteilung . . . . .	179
8.4	Abstand haltende Photonen . . . . .	185
<b>9</b>	<b>Gequetschtes Licht</b>	<b>195</b>
9.1	Quadraturkomponenten des Feldes . . . . .	195
9.2	Erzeugung . . . . .	197
9.3	Homodyn-Nachweis . . . . .	201
<b>10</b>	<b>Messung von Verteilungsfunktionen</b>	<b>206</b>
10.1	Die Quantenphase des Lichts . . . . .	206
10.2	Realistische Phasenmessung . . . . .	208
10.3	Rekonstruktion des Zustandes aus Meßdaten . . . . .	216
<b>11</b>	<b>Ein optisches Einstein-Podolsky-Rosen-Experiment</b>	<b>220</b>
11.1	Die Zwei-Photonen-Kaskade . . . . .	220
11.2	Das Paradoxon von Einstein, Podolsky und Rosen . . . . .	224
11.3	Theorien mit verborgenen Parametern . . . . .	226
11.4	Experimentelle Ergebnisse . . . . .	233
11.5	Informationsübertragung mit Überlichtgeschwindigkeit? . . . . .	236
<b>12</b>	<b>Quanten-Kryptographie</b>	<b>240</b>
12.1	Kryptographische Grundprinzipien . . . . .	240
12.2	Abhörsicherheit und Quantentheorie . . . . .	242
<b>13</b>	<b>Resümee: Was wissen wir vom Photon?</b>	<b>246</b>

<b>A</b>	<b>Anhang. Formale Beschreibung</b>	<b>250</b>
A.1	Quantisierung eines Ein-Moden-Feldes . . . . .	250
A.2	Einführung und Eigenschaften der kohärenten Zustände . . .	253
A.3	Die Weisskopf-Wigner-Lösung für die spontane Emission . . .	258
A.4	Theorie der Strahlteilung und optischen Mischung . . . . .	261
A.5	Quantentheorie der Interferenz . . . . .	265
A.6	Theorie des abgeglichenen Homodyn-Nachweises . . . . .	267
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>269</b>
	<b>Index</b>	<b>275</b>