

Vorwort zur siebenten Auflage

zum 50. Jahrestag der Erfindung des Lasers

Im Sommer dieses Jahres jährt sich die Demonstration des ersten funktionierenden Lasers zum fünfzigsten Mal. Im Jahr 1960 berichteten sowohl Theodore H. Maiman von den Hughes Research Laboratories in Kalifornien als auch Forscher der Bell Laboratories in New Jersey über stimulierte Lichtemission und einen roten Laserstrahl aus einem Rubinstab, der mit einer Blitzlampe angeregt wurde. Die Erfindung des Lasers beruht auf theoretischen Vorarbeiten von Basov und Prokhorov, UdSSR, sowie Schawlow und Townes, USA, die dafür im Jahre 1964 den Nobelpreis erhalten haben. Auch L. Goldman, USA, hat später patentierte Vorschläge zum Aufbau von Lasern gemacht und soll den Begriff „Laser“ geprägt haben.

In Deutschland hat es wichtige Vorarbeiten gegeben. Bereits 1917 hat A. Einstein die induzierte (oder stimulierte) Emission zur Beschreibung der Hohlraumstrahlung eingeführt und Ladenburg und Kopfermann beobachteten im Jahre 1928 erstmals Besetzungsinversion in Gasen als Voraussetzung zur Lichtverstärkung.

In den 1960 folgenden Jahrzehnten entstanden viele unterschiedliche Lasertypen, die zunehmend Einsatz für verschiedene Anwendungen fanden. Viele Wissenschaftler und Ingenieure, grob geschätzt einige zehntausend, waren an diesen Entwicklungen beteiligt. Besonders große Bedeutung besitzen Laser für wissenschaftliche und technische Messungen, Informationstechnologien, Materialbearbeitung und Medizin. Dieses Buch soll einen Überblick über die dafür verwendeten Laser und ihre verschiedenen Einsatzmöglichkeiten geben.

In den Kapiteln 1 und 2 werden Grundlagen der Laseroptik dargestellt. Danach werden die speziellen Lasertypen und -materialien beschrieben. Dabei wird zunächst auf die Gaslaser eingegangen, bei denen das Licht von Atomen, Ionen oder Molekülen emittiert wird. Laser in neutralen Atomen werden vorwiegend im sichtbaren Spektralbereich betrieben. Dort arbeiten auch die Ionenlaser. Diese sind darüber hinaus wie UV-Moleküllaser mit elektronischen Übergängen für die ultravioletten Spektralbereiche geeignet. Infrarot-Moleküllaser haben kleine Emissionsfrequenzen, emittieren aber wie z.B. der Kohlendioxidlaser sehr hohe Leistungen. Gaslaser existieren in sehr unterschiedlichen Ausführungsformen und sind deshalb relativ ausführlich in vier Kapiteln dargestellt. Es schließen sich die Farbstofflaser an, bei denen die Laserübergänge ebenfalls in Molekülen stattfinden, welche in Flüssigkeiten gelöst sind.

Weitere wichtige Lasertypen, die Festkörper-, Halbleiter-, Elektronenstrahl- und Röntgenlaser, werden jeweils in den Kapiteln 8 bis 11 beschrieben. Die Reihenfolge entspricht etwa der historischen Entwicklung. Bei der Darstellung der verschiedenen Laser wird auch kurz auf typische Anwendungen eingegangen. Von immer größerer Bedeutung sind die in Kapitel 10 dargestellten Halbleiter-Diodenlaser, bei denen sich in den letzten Jahren viele Neuerungen ergeben haben.

In den folgenden Kapiteln 13 bis 16 werden optische Laserkomponenten, wie Spiegel, Polarisatoren und Modulatoren beschrieben, mit denen Laser in verschiedenen Betriebsarten aufgebaut werden können. Von besonderem Interesse ist dabei der Pulsbetrieb, der Aufbau von frequenzstabilen, schmalbandigen Lasern sowie von abstimmbaren Lasern. In diesem Zusammenhang wird auch die externe Frequenzumsetzung durch nichtlineare optische Effekte kurz dargestellt. Außerdem werden Geräte zur Charakterisierung der Laserstrahlung wie Photodetektoren, Energiemessgeräte, Spektralapparate und Anordnungen zur Kohärenzmessung beschrieben.

Abschließend wird ein Überblick der verschiedenen Anwendungsgebiete und der Zukunftsperspektiven der Laserentwicklung gegeben. Eine umfangreiche, aber bei weitem nicht vollständige Liste weist auf weiterführende Bücher und Zeitschriften hin. Dabei fällt auf, dass es bisher nur wenige moderne Monographien über Laser in deutscher Sprache gibt. Dies war ein weiterer Grund, dieses Buch auszuarbeiten.

Das vorliegende Buch ist aus Manuskripten von Vorlesungen entstanden, welche die Autoren an der Technischen Universität und der Technischen Fachhochschule Berlin gehalten haben. Dabei gehen wir in Vorlesungen an vielen Stellen wesentlich tiefer auf theoretische Ableitungen ein, während sich dieses Übersichtsbuch auf die Darstellung von Ergebnissen konzentriert. Abiturwissen in Mathematik sollte zum Verständnis ausreichen. Das Buch kann daher nicht nur von Universitäts- und Fachhochschulstudenten, sondern auch von Ingenieuren, Lehrern sowie Schülern verwendet werden. Die beigefügten Aufgaben sollen helfen, das Verständnis durch eigenes Nachdenken zu erhöhen.

Prof. H. Weber und Prof. G. Herziger haben zu früheren Auflagen wertvolle Hinweise gegeben. Wir danken auch Prof. K. J. Sigrist von der ETH-Zürich für die Genehmigung, Bildvorlagen zu verwenden.

Weitere Bilder wurden uns von Kollegen und Firmen überlassen, die in den jeweiligen Bildunterschriften zitiert sind. Außerdem haben uns Herr Dr. P. Peuser, Firma Daimler-Benz, Ottobrunn, Prof. F. Krausz von der TU Wien (jetzt München), Prof. W. Sandner vom Max-Born-Institut in Berlin, Prof. H. J. Weber vom Heinrich-Hertz-Institut, F. Zgoda von der Laser- und Medizin-Technologie Berlin und unsere Mitarbeiter Frau C. Scharfenorth, Dr. S. Meister, Dr. C. Theiss, Dipl.-Phys. H. Rhee, Dipl.-Phys. K. Sowoidnich sowie besonders Dipl.-Phys. O. Lux bei der Herstellung der 7. Auflage sehr geholfen.