

Erzeugung und Messung von Licht



Einleitung

Die elektromagnetische Strahlung von Strahlungsquellen kann unterschiedliche Wellenlänge (oder Frequenz) und Stärke aufweisen. Die Einteilung aufgrund der Wellenlänge wird durch das *elektromagnetische Spektrum* charakterisiert. Die Änderungen in der Stärke werden durch physikalische Begriffe beschrieben, die sich in den Gebieten der *Radiometrie* (Strahlungsphysik) und *Fotometrie* (Lichttechnik) entwickelt haben. Quellen und Detektoren der elektromagnetischen Strahlung klassifiziert man nach dem entsprechenden spektralen Bereich und nach der Stärke des erzeugten (Quellen) oder des nachgewiesenen Signals (Detektoren).

2.1 Elektromagnetisches Spektrum

Eine elektromagnetische Störung, die sich durch den Raum als Welle ausbreitet, nennt man *monochromatisch*, wenn sie nur ein sehr schmales Wel-

Wellenlängenband ($\Delta\lambda \approx 0$) enthält oder polychromatisch, wenn sie viele Wellenlängen, entweder diskret oder in Form eines Kontinuums, aufweist. Die Verteilung der Energie über die verschiedenen Teilwellen nennt man *Spektrum* der

10 2 Erzeugung und Messung von Licht

Strahlung. Das Adjektiv *spektral* beinhaltet die Wellenlängenabhängigkeit. Verschiedene Bereiche des elektromagnetischen Spektrums werden gesondert gekennzeichnet, wie z.B. Radiowellen, γ -Strahlung, Licht und ultraviolette Strahlung. Die meisten der gebräuchlichen Bezeichnungen sind in Abb. 2.1 angegeben, in der das elektromagnetische Spektrum sowohl in Abhängigkeit von der Wellenlänge λ als auch von der Frequenz f gezeigt wird. Diese beiden Größen hängen über die Wellengeschwindigkeit (Phasengeschwindigkeit) c zusammen:

<i>Phasengeschwindigkeit einer Welle</i>	$c = \lambda f$	(2.1)
--	-----------------	-------

Die Strahlung, die in Abb. 2.1 angenommen wird, soll sich im Vakuum ausbreiten, wo näherungsweise $c_0 = 3 \cdot 10^8$ m/s gilt. Gebräuchliche Einheiten für die Wellenlängen sind Nanometer ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) oder Mikrometer ($1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$). Die Bereiche verschiedener Wellenlängen sind nicht präzise begrenzt. Die Gebiete können überlappen, wie z.B. beim Kontinuum von der Röntgen- bis zur Gammastrahlung. In DIN 5031 sind die Wellenlängenbereiche genormt festgelegt. Der enge Bereich elektromagnetischer Wellen von ungefähr 380 nm bis 780 nm verursacht einen Sinneseindruck im menschlichen Auge und wird deshalb als Licht bezeichnet. Diese sichtbare Region des Spektrums, die die Farben vom Roten (langwelliges Ende) bis zum Violetten (kurzwelliges Ende) beinhaltet, ist durch die unsichtbaren *ultraviolett*en – 100 nm bis 380 nm – und *infrarot*en – 780 nm bis 1 mm – Bereiche begrenzt. Diese drei Bereiche zusammen umfassen die *optische Strahlung*, die nach DIN 5031 von $\lambda = 100 \text{ nm}$ bis ca. 1 mm reicht.

2.2 Strahlungsphysikalische Größen (Radiometrie)

In der Strahlungsphysik beschäftigt man sich mit der Messung elektromagnetischer Strahlung. In diesem Kapitel führen wir die strahlungsphysikalischen Größen ein, die zur Charakterisierung des Energieinhaltes der Strahlung benutzt werden. Später diskutieren wir kurz einige der physikalischen Prinzipien,

die in Messgeräten zur Messung von Strahlung genutzt werden. In der Praxis werden eine Vielzahl strahlungsphysikalischer Begriffe eingeführt und eingesetzt. Wir führen hier nur die gebräuchlichsten an. Diese Größen und die zugehörigen Einheiten sind in Tabelle 2.1 dargestellt.

Die strahlungsphysikalischen Größen erscheinen mit dem Index „e“ (energetisch), um sie von den ähnlichen lichttechnischen Begriffen zu unterscheiden. Die Größen *Strahlungsenergie* Q_e und *Strahlungsfluss* Φ_e einer Quelle bedürfen