

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

VERBAND DER
ELEKTROTECHNIK
ELEKTRONIK INFOR-
MATIONSTECHNIK

Terahertzsysteme
Begriffe

Terahertz systems
Terms and definitions

VDI/VDE 5590

Blatt 1 / Part 1

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt	Seite
Vorbemerkung	2
Einleitung	2
1 Anwendungsbereich	3
2 Begriffe	3
3 Formelzeichen und Abkürzungen	12
Schrifttum	13
Benennungsindex Englisch-Deutsch	14

Contents	Page
Preliminary note	2
Introduction	2
1 Scope	3
2 Terms and definitions	3
3 Symbols and abbreviations	12
Bibliography	13
Term index English/German	14

VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA)
Fachbereich Optische Technologien

VDI/VDE-Handbuch Optische Technologien

Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen (www.vdi.de/richtlinien), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter www.vdi.de/5590.

Einleitung

Der Frequenzbereich der Terahertzwellen liegt im elektromagnetischen Spektrum zwischen den Mikrowellen und der Infrarotstrahlung. Ein Terahertz (THz) entspricht einer Frequenz von 10^{12} Hz. Es gibt keinen physikalischen Effekt, der für die Definition des Terahertzbereichs herangezogen werden könnte. Typischerweise wird der Frequenzbereich von 0,1 THz bis 10 THz Terahertzbereich genannt. Für dieses Messfrequenzspektrum gilt auch diese Richtlinie.

Der Begriff „Terahertz“ hat sich erst Ende des letzten Jahrtausends etabliert. Vorher wurden in diesem Frequenzbereich die Synonyme „Submillimeter“ und „Ferninfrarot“ verwendet.

Außerhalb der Wissenschaft ist dieser Wellenlängenbereich lange Zeit kaum genutzt worden, da die Verfahren zur Erzeugung und Detektion von Terahertzwellen zu aufwendig waren. Durch die Entwicklungen der Laser- und der Mikrowellentechnik konnte die Terahertztechnologie eine rasant fortschreitende Entwicklung vom Labor in die Anwendung vollziehen. Vorteilhaft wird insbesondere betrachtet, dass die Terahertzwellen im Gegensatz zur Infrarotstrahlung dielektrische Materie durchdringt und im Vergleich zur Mikrowelle eine bessere Ortsauflösung ermöglicht. Zusätzlich weisen viele Moleküle spektrale Fingerabdrücke in diesem Spektralbereich auf und der Frequenzbereich ist so breit, dass drahtlose Kommunikation mit zuvor unerreichten Datenraten möglich werden könnte. Als dieses Gebiet in den Fokus des Interesses rückte, wurden zuvor ungeahnte industrielle Anwendungen möglich.

Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions (www.vdi.de/richtlinien) specified in the VDI Notices.

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

A catalogue of all available parts of this series of standards can be accessed on the Internet at www.vdi.de/5590.

Introduction

In the electromagnetic spectrum, the frequency range of terahertz waves lies between the microwave and infrared spectral range. One terahertz (THz) corresponds to a frequency of 10^{12} Hz. There is no physical effect that could be used to specifically define the terahertz frequency range. Typically, the frequency range between 0,1 THz and 10 THz is given this designation. This standard also applies to this spectrum of measurement frequencies.

The term “terahertz” did not become established until the end of the last millennium. Previously, the synonyms “submillimetre” and “far infrared” had been used to designate this frequency range.

For a long time, this wavelength range was hardly used for purposes other than scientific research since the methods for generating and detecting terahertz waves were too complex. Developments in laser and microwave technology have enabled a rapid advance in terahertz technology from laboratory use to real applications. Unlike infrared radiation, terahertz waves penetrate dielectric materials and also achieve better spatial resolutions than microwaves, a fact which is considered to be particularly advantageous. Furthermore, many molecules have a spectral “fingerprint” in this spectral range and the frequency range is so wide that wireless communications with hitherto unreached data transmission rates are possible. As this field of research came into the focus of scientific and public interest, previously unimaginable industrial applications started to become feasible.

Um die Richtlinienreihe VDI/VDE 5590 allgemein verständlich zu halten, wird auf eine detaillierte physikalische und technische Ausführung der Zusammenhänge verzichtet. Grundlegende Kenntnisse der Optik und der Funktechnik, wie sie in entsprechenden Lehrbüchern [1 bis 9] vermittelt werden, werden zur Anwendung dieser Richtlinienreihe vorausgesetzt.

1 Anwendungsbereich

Im Mittelpunkt der Richtlinienreihe VDI/VDE 5590 stehen systemische und anwendungstechnische Aspekte. Sie dient damit einer Verbesserung der Verständigung zwischen Herstellern und Anwendern von Terahertzsystemen und -komponenten. Die Richtlinienreihe ermöglicht somit die Vergleichbarkeit von Mess- und Prüfergebnissen und leistet so einen Beitrag zur Qualitätsverbesserung. Diese Richtlinie definiert Begriffe, die für den Einsatz und die Vergleichbarkeit von Terahertzsystemen benötigt werden. Sie regelt eine einheitliche Ausdrucksweise. Bereits gebräuchliche Begrifflichkeiten wurden bewusst übernommen.

2 Begriffe

Für die Anwendung der Richtlinienreihe VDI/VDE 5590 gelten die folgenden Begriffe:

100 %-Linie

Quotient zweier unter identischen Bedingungen aufgezeichneten Spektren, der im Idealfall eine gerade Linie beim Wert 1 = 100 % ergibt

Absorptionsgrad (A)

Quotient aus der in der Probe absorbierten und der eingestrahelten Strahlungsleistung

Anmerkung: Reflexions-, Streu- und nicht lineare Effekte sind nicht enthalten.

Absorptionskoeffizient (α)

in 1/m

auf eine Länge normierter \rightarrow Absorptionsgrad

Anmerkung: Die Absorption wird durch das Lambert-Beersche Gesetz beschrieben:

$$S_t = S_e \cdot e^{-\alpha \cdot d}$$

Dabei ist

S_t Leistungsdichte des transmittierten Lichts

S_e Leistungsdichte des einfallenden Lichts

α Absorptionskoeffizient

d Probendicke

Daraus ergibt sich

$$\alpha = -\frac{1}{d} \cdot \ln \left(\frac{S_t}{S_e} \right)$$

In order to keep the series of standards VDI/VDE 5590 widely understandable, it was decided to abstain from providing detailed physical and technical explanations of the diverse relationships. It is assumed that anyone applying this series of standards has basic knowledge of optics and high frequency engineering as taught in the pertinent textbooks [1 to 9].

1 Scope

The series of standards VDI/VDE 5590 focuses on system-related and application-related technical aspects. It therefore serves to improve communications between manufacturers and users of terahertz systems and components. This series of standards therefore makes it possible to compare measurement and test results, thus contributing to quality improvement. The present standard defines the terms required when applying and comparing terahertz systems. It provides rules for the consistent expression of concepts. Terms that are already in common use have been deliberately adopted.

2 Terms and definitions

For the purpose of the series of standards VDI/VDE 5590, the following terms and definitions apply:

100 % line

quotient of two spectra recorded under identical conditions; in the ideal case resulting in a straight line for the value 1 = 100 %

absorbance (absorptivity, A)

ratio of the radiant power absorbed by a sample and the incident radiant power

Note: This does not include reflection, scatter and nonlinear effects.

absorption coefficient (α)

in 1/m

\rightarrow absorbance normalized to a unit of length

Note: Absorbance is described by the Lambert-Beer law:

$$S_t = S_e \cdot e^{-\alpha \cdot d}$$

where

S_t power density of the transmitted radiation/light

S_e power density of the incident radiation/light

α absorption coefficient

d sample thickness

This means that

$$\alpha = -\frac{1}{d} \cdot \ln \left(\frac{S_t}{S_e} \right)$$