

<p>VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE</p> <p>VERBAND DER ELEKTROTECHNIK ELEKTRONIK INFORMATIONSTECHNIK</p>	<p>Terahertzsysteme Begriffe</p>	<p>VDI/VDE 5590</p> <p>Blatt 1</p> <p><i>Entwurf</i></p>
---	--------------------------------------	--

Terahertz systems – Terms and definitions

*Einsprüche bis 2017-05-31*

- vorzugsweise über das VDI-Richtlinien-Einspruchsportal  
<http://www.vdi.de/einspruchsportal>
- in Papierform an  
VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik  
Fachbereich Optische Technologien  
Postfach 10 11 39  
40002 Düsseldorf

Inhalt	Seite
Vorbemerkung .....	2
Einleitung .....	2
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	2
<b>2 Begriffe</b> .....	3
<b>3 Formelzeichen und Abkürzungen</b> .....	8
Schrifttum .....	9

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

## Vorbemerkung

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

An der Erarbeitung dieser Richtlinie waren beteiligt:

*Matthias Beck*, Konstanz

*Stefan Becker*, Porta Westfalica

*Jörg Beckmann*, Berlin

*Werner Bohmeyer*, Neuenhagen

*Volker Feige*, Düsseldorf

*Bernd Fischer*, Weil am Rhein

*Fabian Friederich*, Kaiserslautern

*Thorsten Göbel*, Berlin

*Hansgeorg Haupt*, Darmstadt

*Gerd Hechtfisher*, München

*Korbinian Hens*, Kassel

*Thomas Hochrein*, Würzburg

*Heinz-Wilhelm Hübers*, Berlin

*Joachim Jonuscheit*, Kaiserslautern

*Stefan Katletz*, Linz (Österreich)

*Andreas Keil*, Porta Westfalia

*Sara Khorshid*, Kaiserslautern

*Thomas Kleine-Ostmann*, Braunschweig

*Stefan Kremling*, Würzburg

*Hans-Ulrich Nickel*, Feldkirchen-Westerham

*Markus Peichl*, Weßling

*Thorsten Sprenger*, Kassel

*Andreas Steiger*, Berlin

*Nico Vieweg*, Gräfelfing

*Rafal Wilk*, Martinsried

*Ciprian Zafiu*, Köln

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

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter [www.vdi.de/5590](http://www.vdi.de/5590).

## Einleitung

Der Frequenzbereich der Terahertzwellen liegt im elektromagnetischen Spektrum zwischen den Mik-

rowellen und der Infrarotstrahlung. Ein Terahertz (THz) entspricht einer Frequenz von  $10^{12}$  Hz. Es gibt keinen physikalischen Effekt, der für die Definition des Terahertzfrequenzbereichs 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.

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**

*100 % line*

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

### **Absorbanz** (Absorptionsgrad, *A*)

*absorbance, absorptivity*

Quotient der in der Probe absorbierten zur einstrahlten Strahlungsleistung

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

### **Absorptionskoeffizient** ( $\alpha$ )

*absorption coefficient*

in 1/m

auf eine Länge normierte → Absorbanz

**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

$\alpha$  Absorptionskoeffizient

$d$  Probendicke

Daraus ergibt sich

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

### **aktives System**

*active system*

System, das einen Sender im Terahertzbereich beinhaltet

### **Aliasing**

*aliasing*

Artefakte, die erscheinen, wenn im abzutastenden Signal Frequenzanteile vorkommen, die höher sind als die → Nyquist-Frequenz (halbe Abtastfrequenz)

### **Analyt**

*analyte*

Bestandteil einer Probe mit einer messbaren Eigenschaft [DIN EN ISO 18113-1]

### **Antenne**

*antenna*

Wandler zwischen elektromagnetischer leitungsgebundener Welle und Freiraumwelle

**Anmerkung:** Im Terahertzbereich findet man sowohl klassische Antennentypen, wie Hornantennen, als auch für den Frequenzbereich spezifische Antennenkonzepte, wie fotoleitende und fotomischende Antennen.

### **Antennengewinn**

*antenna gain*

Verhältnis der Leistungsflussdichte, die im Fernfeld in Hauptrichtung von der Antenne erzeugt wird, zu der Leistungsflussdichte, die in der gleichen Entfernung durch eine gedachte verlustfreie isotrope Antenne erzeugt wird

### **Auflösung** (Auflösungsgrenze)

*resolution*

kleinste Änderung in einer Messgröße, die eine von einer zufälligen Änderung unterscheidbare Änderung des Messwerts verursacht

[in Anlehnung an IEV 311-03-10]

### **Auswertzeit**

*evaluation time*

in s

Zeit für die Analyse von aufgenommenen Rohdaten

### **Bandbreite** ( $\Delta f$ )

*bandwidth*

in Hz

Differenz zwischen der oberen und der unteren Frequenz in einem zusammenhängenden Frequenzbereich

**Anmerkung:** Die genaue Bestimmung der Bandbreite hängt vom Messverfahren und Messobjekt ab.

### **Basislinienkorrektor**

*baseline correction*

Korrektur von Spektren oder Bildern durch Abzug des Hintergrundspektrums

### **Bedienoberfläche** (Benutzeroberfläche,

Benutzerschnittstelle)

*user interface*

Schnittstelle zur Bedienung und Konfigurierung des Systems durch einen Nutzer

### **bildgebendes Verfahren**

*imaging technique*

Verfahren, das aus Messgrößen eines realen Objekts ein Abbild erzeugt, wobei die Messgröße oder eine daraus abgeleitete Information den Bildinhalt darstellt

### **Brechungsindex** (Brechzahl, *n*)

*refractive index*

Verhältnis der Phasengeschwindigkeit im Vakuum zu derjenigen in einem gegebenen Medium

[in Anlehnung an DIN 58629-1]

**Anmerkung:** Der Brechungsindex ist der Realteil des komplexen Brechungsindex.