

## DIN EN ISO 11146-2



ICS 31.260

**Laser und Laseranlagen –  
Prüfverfahren für Laserstrahlabmessungen, Divergenzwinkel und  
Beugungsmaßzahlen –  
Teil 2: Allgemein astigmatische Strahlen (ISO 11146-2:2005);  
Deutsche Fassung EN ISO 11146-2:2005**

Lasers and laser-related equipment –

Test methods for laser beam widths, divergence angles and beam propagation ratios –

Part 2: General astigmatic beams (ISO 11146-2:2005);

German version EN ISO 11146-2:2005

Lasers et équipements associés aux lasers –

Méthodes d'essai des largeurs du faisceau, angles de divergence et facteurs de limite de diffraction –

Partie 2: Faisceaux astigmatiques généraux (ISO 11146-2:2005);

Version allemande EN ISO 11146-2:2005

Gesamtumfang 21 Seiten

Normenausschuss Feinmechanik und Optik (NAFuO) im DIN

## Nationales Vorwort

Diese europäische Norm wurde vom CEN/TC 123 „Laser und Photonik“ (Sekretariat: Deutschland) aus der Arbeit des ISO/TC 172/SC 9 „Elektrooptische Systeme“ übernommen.

Im DIN Deutsches Institut für Normung e.V. ist im Normenausschuss Feinmechanik und Optik (NAFuO) hierfür der AK 1 „Begriffe, Prüfgeräte und Prüfverfahren“ des AA O 18 „Laser“ zuständig.

ISO 11146 besteht aus den folgenden Teilen, die unter dem Haupttitel *Lasers and laser-related equipment – Test methods for laser beam widths, divergence angles and beam propagation ratios* veröffentlicht werden:

- *Part 1: Stigmatic and simple astigmatic beams*
- *Part 2: General astigmatic beams*
- *Part 3: Intrinsic and geometrical laser beam classification, propagation and details of test methods (Technical Report)*

Die Teile 1 und 2 der EN ISO 11146 enthalten Verweise auf ISO/TR 11146-3. Der Teil 3 der ISO 11146 ist nur als ISO Technischer Bericht und nur in englischer Sprache verfügbar. Er wurde nicht als CEN Technischer Bericht übernommen.

Für die im Abschnitt 2 zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

|             |                               |
|-------------|-------------------------------|
| IEC 61040   | siehe DIN EN 61040 (VDE 0835) |
| ISO 11145   | siehe DIN EN ISO 11145        |
| ISO 11146-1 | siehe DIN EN ISO 11146-1      |

## Nationaler Anhang NA (informativ)

### Literaturhinweise

DIN EN 61040 (VDE 0835), *Empfänger, Messgeräte und Anlagen zur Messung von Leistung und Energie von Laserstrahlen (IEC 61040:1990); Deutsche Fassung EN 61040:1992*

DIN EN ISO 11145, *Optik und optische Instrumente — Laser und Laseranlagen — Begriffe und Formelzeichen*

DIN EN ISO 11146-1, *Laser und Laseranlagen — Prüfverfahren für Laserstrahlmessungen, Divergenzwinkel und Beugungsmaßzahlen — Teil 1: Stigmatische und einfach astigmatische Strahlen (ISO 11146-1:2004); Deutsche Fassung EN ISO 11146-1:2004.*

Deutsche Fassung

Laser und Laseranlagen – Prüfverfahren für  
Laserstrahlabmessungen, Divergenzwinkel und  
Beugungsmaßzahlen – Teil 2: Allgemein astigmatische Strahlen  
(ISO 11146-2:2005)

Lasers and laser-related equipment – Test methods for  
laser beam widths, divergence angles and beam  
propagation ratios – Part 2: General astigmatic beams  
(ISO 11146-2:2005)

Lasers et équipements associés aux lasers – Méthodes  
d'essai des largeurs du faisceau, angles de divergence et  
facteurs de limite de diffraction – Partie 2: Faisceaux  
astigmatiques généraux (ISO 11146-2:2005)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 3. Februar 2005 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG  
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION  
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

# Inhalt

|                                                                               | Seite     |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Vorwort</b> .....                                                          | <b>3</b>  |
| <b>Einleitung</b> .....                                                       | <b>4</b>  |
| <b>1 Anwendungsbereich</b> .....                                              | <b>5</b>  |
| <b>2 Normative Verweisungen</b> .....                                         | <b>5</b>  |
| <b>3 Begriffe</b> .....                                                       | <b>5</b>  |
| <b>4 Koordinatensystem</b> .....                                              | <b>9</b>  |
| <b>5 Kurzbeschreibung der Verfahren</b> .....                                 | <b>9</b>  |
| 5.1 Allgemeines .....                                                         | 9         |
| 5.2 Räumliche Momente zweiter Ordnung der Wigner-Verteilung.....              | 9         |
| 5.3 Momente zweiter Ordnung der Wigner-Verteilung .....                       | 9         |
| 5.4 Abgeleitete Größen .....                                                  | 9         |
| <b>6 Messaufbau und Prüfgerät</b> .....                                       | <b>10</b> |
| 6.1 Allgemeines .....                                                         | 10        |
| 6.2 Vorbereitung .....                                                        | 10        |
| 6.3 Kontrolle der Umgebung .....                                              | 10        |
| 6.4 Detektorsystem .....                                                      | 10        |
| 6.5 Strahlformende Optiken und optische Abschwächer .....                     | 11        |
| <b>7 Messung der Momente zweiter Ordnung</b> .....                            | <b>11</b> |
| 7.1 Allgemeines .....                                                         | 11        |
| 7.2 Messung der Momente zweiter Ordnung von Leistungsdichteverteilungen ..... | 11        |
| 7.3 Messung aller Momente zweiter Ordnung der Wigner-Verteilung .....         | 13        |
| <b>8 Bestimmung der effektiven Beugungsmaßzahl</b> .....                      | <b>16</b> |
| <b>9 Bestimmung des intrinsischen Astigmatismus</b> .....                     | <b>16</b> |
| <b>10 Bestimmung des Twistparameters</b> .....                                | <b>16</b> |
| <b>11 Prüfbericht</b> .....                                                   | <b>16</b> |
| <b>Literaturhinweise</b> .....                                                | <b>19</b> |

## Vorwort

Dieses Dokument EN ISO 11146-2:2005 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 172 „Optics and photonics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 123 „Laser und Photonik“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis August 2005, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis August 2005 zurückgezogen werden.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Slowakei, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn und Vereinigtes Königreich.

### Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 11146-2:2005 wurde vom CEN als EN ISO 11146-2:2005 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

## Einleitung

Die Ausbreitungseigenschaften von Laserstrahlen können durch zehn unabhängige Parameter charakterisiert werden, wenn das Verfahren der Momente zweiter Ordnung angewandt wird (siehe ISO/TR 11146-3). Für die meisten Laserstrahlen werden auf Grund ihrer Symmetrieeigenschaften für eine vollständige Beschreibung weniger Parameter benötigt. Laser emittieren Strahlen, die auf Grund ihrer Resonatorgestaltung stigmatisch oder einfach astigmatisch sind.

Teil 1 der ISO 11146 beschreibt die Messverfahren für stigmatische und einfach astigmatische Strahlen, während dieser Teil der ISO 11146 die Messverfahren für allgemein astigmatische Strahlen behandelt. Dieser Teil der ISO 11146 wird auch bei Strahlen unbekannter Art angewandt. Strahlcharakterisierung, die auf dem Verfahren der zweiten Momente beruht, wie es in Teil 1 und diesem Teil der ISO 11146 beschrieben ist, ist nur in der paraxialen Näherung gültig.

Sowohl die theoretische Beschreibung der Charakterisierung und Ausbreitung von Laserstrahlen als auch deren Klassifizierung sind in ISO/TR 11146-3 angegeben, der einen informativen Technischen Bericht darstellt. In ISO/TR 11146-3 sind auch die Verfahren zur Hintergrundsubtraktion und Offsetkorrektur angegeben.

In ISO 11146 werden zur Bestimmung der Strahlabmessungen die Momente zweiter Ordnung der Leistungs-(Energie-)dichteverteilung verwendet. Falls bei der direkten Messung dieser Größen Probleme auftreten, dürfen andere indirekte Verfahren zum Messen der Momente zweiter Ordnung angewendet werden, vorausgesetzt, es werden vergleichbare Ergebnisse erzielt.

In ISO/TR 11146-3 sind drei alternative Verfahren zur Messung von Strahlabmessungen und ihre Korrelation mit dem in ISO 11146 angewendeten Verfahren beschrieben. Diese Verfahren sind:

- das Verfahren der variablen Apertur;
- das Verfahren der bewegten Messerschneide;
- das Verfahren des bewegten Schlitzes.

Das Problem der Abhängigkeit der Messergebnisse von den Integrationsgrenzen wurde in einem 1997 durchgeführten internationalen Vergleichstest untersucht und ausgewertet. Die Ergebnisse dieses Vergleichstests wurden in diesem Dokument berücksichtigt.

Die Internationale Normenorganisation (ISO) weist darauf hin, dass die Übereinstimmung mit diesem Dokument die Verwendung eines Patentes hinsichtlich der Bestimmung der Strahlkenngrößen durch Messung entlang der Strahlkaustik eines durch eine Linse erzeugten transformierten Strahles, wie in 5.3 und 5.4 beschrieben, bedeuten kann.

Die ISO nimmt keine Stellung zur Rechtmäßigkeit, zur Gültigkeit und zum Anwendungsbereich dieser Patentrechte.

Der Halter dieser Patentrechte hat ISO zugesichert, dass er bereit ist, auf sein Patent (U.S. No. 5,267,012) an Antragsteller aus der ganzen Welt Lizenzen ohne Nutzungsgebühr zu vergeben. In diesem Zusammenhang ist die Erklärung des Halters dieser Patentrechte bei ISO registriert. Informationen sind erhältlich bei:

Coherent Inc.  
5100 Patrick Henry Drive  
Santa Clara, CA 95056-0980  
USA

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können, ohne dass diese vorstehend identifiziert wurden. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

## 1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der ISO 11146 legt Verfahren zum Messen der Strahlabmessungen (Strahldurchmesser), Divergenzwinkel und Beugungsmaßzahlen von Laserstrahlen fest. Dieser Teil der ISO 11146 ist für allgemein astigmatische Strahlen oder Strahlen unbekannter Art anzuwenden. Bei stigmatischen und einfach astigmatischen Strahlen kann ISO 11146-1 angewendet werden.

In diesem Teil der ISO 11146 wird die Beschreibung von Laserstrahlen durch die Momente zweiter Ordnung der Wigner-Verteilung gegenüber der Beschreibung durch physikalische Größen wie Strahlabmessungen und Divergenzwinkel bevorzugt. Diese physikalischen Größen stehen jedoch in engem Zusammenhang mit den Momenten zweiter Ordnung der Wigner-Verteilung. In ISO/TR 11146-3 sind Gleichungen zur Berechnung aller relevanten physikalischen Größen aus den Momenten zweiter Ordnung angegeben.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 11145, *Optics and optical instruments — Lasers and laser-related equipment — Vocabulary and symbols*

ISO 11146-1:2005, *Lasers and laser-related equipment — Test methods for laser beam widths, divergence angles and beam propagation ratios — Part 1: Stigmatic and simple astigmatic beams*

IEC 61040:1990, *Power and energy measuring detectors, instruments and equipment for laser radiation*

## 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die in ISO 11145, ISO 11146-1 und IEC 61040 angegebenen sowie die folgenden Begriffe.

**ANMERKUNG** Die  $x$ -,  $y$ - und  $z$ -Achsen in den folgenden Begriffsdefinitionen beziehen sich auf das Laborsystem (wie in Abschnitt 4 beschrieben). Im gesamten Dokument bezieht sich der Begriff „Leistungsdichteverteilung  $E(x,y,z)$ “ auf Dauerstrichlaserquellen. Im Fall von Puls laserquellen ist dieser Begriff durch „Energiedichteverteilung  $H(x,y,z)$ “ zu ersetzen.

### 3.1

#### verallgemeinerter Strahldurchmesser

$d_g$

Maß für den Umfang der Leistungsdichteverteilung eines Strahls über einen Querschnitt an einer axialen Position  $z$ , das aus den zentrierten Momenten zweiter Ordnung abgeleitet wurde durch

$$d_g = 2\sqrt{2} \sqrt{\langle x^2 \rangle + \langle y^2 \rangle} \quad (1)$$

**ANMERKUNG** Diese Definition ist der Definition des Strahldurchmessers in ISO 11145 oder ISO 11146-1 ähnlich. Jedoch ist in diesem Zusammenhang die Definition nicht auf kreisförmige Leistungsdichteverteilungen beschränkt.

### 3.2

#### verallgemeinerte Tailenlage

$z_{0,g}$

Position, an der der verallgemeinerte Strahldurchmesser seinen kleinsten Wert entlang der Ausbreitungsachse annimmt