

DIN EN ISO 15367-1

ICS 01.040.31; 31.260

**Laser und Laseranlagen –
Prüfverfahren für die Bestimmung der Wellenfrontform von
Laserstrahlen –
Teil 1: Begriffe und grundlegende Aspekte (ISO 15367-1:2003);
Deutsche Fassung EN ISO 15367-1:2003**

Lasers and laser-related equipment –

Test methods for determination of the shape of a laser beam wavefront –

Part 1: Terminology and fundamental aspects (ISO 15367-1:2003);

German version EN ISO 15367-1:2003

Lasers et équipements associés aux lasers –

Méthodes d'essai pour la détermination de la forme du front d'onde du faisceau laser –

Partie 1: Terminologie et aspects fondamentaux (ISO 15367-1:2003);

Version allemande EN ISO 15367-1:2003

Gesamtumfang 30 Seiten

Normenausschuss Feinmechanik und Optik (NAFuO) im DIN

Die Europäische Norm EN ISO 15367-1:2003 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm wurde vom CEN/TC 123 „Laser und Geräte, die in Verbindung mit Lasern verwendet werden“ (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.

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

ISO 9334	siehe DIN ISO 9334
ISO 10110-5	siehe DIN ISO 10110-5
ISO 11145	siehe DIN EN ISO 11145
ISO 11146	siehe DIN EN ISO 11146
ISO 13694	siehe DIN EN ISO 13694
ISO 15367-2	siehe E DIN EN ISO 15367-2
IEC 60825	siehe DIN EN 60825
IEC 61040	siehe DIN EN 61040

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60825 (alle Teile), *Sicherheit von Laser-Einrichtungen*.

DIN EN 61040, *Detektoren, Messgeräte und Einrichtungen zur Messung von Laserleistung und Laserenergie (IEC 61040:1990)*; Deutsche Fassung EN 61040:1992.

DIN EN ISO 11145, *Optik und optische Instrumente — Laser und Laseranlagen — Begriffe und Formelzeichen (ISO 11145:2001)*; Deutsche Fassung EN ISO 11145:2001.

DIN EN ISO 11146, *Laser und Laseranlagen — Prüfverfahren für Laserstrahlparameter — Strahlabmessungen, Divergenzwinkel und Strahlpropagationsfaktor (ISO 11146:1999)*; Deutsche Fassung EN ISO 11146:1999.

DIN EN ISO 13694, *Optik und optische Instrumente — Laser und Laseranlagen — Prüfverfahren für die Leistungs-(Energie-)dichteverteilung von Laserstrahlen (ISO 13694:2000)*; Deutsche Fassung EN ISO 13694:2000.

E DIN EN ISO 15367-2, *Laser und Laseranlagen — Prüfverfahren für die Bestimmung der Wellenfrontform von Laserstrahlen — Teil 2: Hartmann-Shack-Sensoren (ISO/DIS 15367-2:2003)*; Deutsche Fassung prEN ISO 15367-2:2003.

DIN ISO 9334, *Optik und optische Instrumente — Optische Übertragungsfunktion — Begriffe und mathematische Beziehungen (ISO 9334:1995)*.

DIN ISO 10110-5, *Optik und optische Instrumente — Erstellung von Zeichnungen für optische Elemente und Systeme — Teil 5: Passfehler (ISO 10110-5:1996 + Technische Korrektur 1:1996)*.

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Laser und Laseranlagen
**Prüfverfahren für die Bestimmung der Wellenfrontform von
Laserstrahlen**
Teil 1: Begriffe und grundlegende Aspekte
(ISO 15367-1:2003)

Lasers and laser-related equipment —
Test methods for determination of the shape of a laser
beam wavefront —
Part 1: Terminology and fundamental aspects
(ISO 15367-1:2003)

Lasers et équipements associés aux lasers —
Méthodes d'essai pour la détermination de la forme du
front d'onde du faisceau laser —
Partie 1: Terminologie et aspects fondamentaux
(ISO 15367-1:2003)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 1. September 2003 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, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, der Slowakei, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn und dem Vereinigten Königreich.



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

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

Inhalt

Seite

Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
3.1 Allgemeine Definitionen	6
3.2 Begriffe, die die Leistungs-(Energie-)dichteverteilung betreffen.....	8
3.3 Begriffe, die den Astigmatismus betreffen.....	9
3.4 Begriffe, die die Kennwerte und die Topografie von Wellenfronten betreffen	10
3.5 Begriffe, die die Messung der Wellenfrontgradienten betreffen	12
4 Prüfverfahren	13
4.1 Lasertypen	13
4.2 Sicherheitsvorkehrungen.....	13
4.3 Prüfumgebung.....	13
4.4 Modifikation des Laserstrahls	14
4.4.1 Abtastung.....	14
4.4.2 Optik zur Beeinflussung des Strahls	14
4.5 Detektorsystem	14
4.6 Geräte zur Messung der Wellenfront	15
4.6.1 Messtechnik.....	15
4.6.2 Messgeräte zur Messung des Gradienten der Wellenfront	15
4.6.3 Selbstreferenz-Interferometer	15
5 Prüf- und Messverfahren	16
5.1 Ausrichtung	16
5.2 Kalibrierung	16
5.2.1 Transversale räumliche Kalibrierung.....	16
5.2.2 Kalibrierung von Neigung und Defokussierung	16
5.3 Sichtprüfung der automatisierten Datenanalyse	16
5.4 Messverfahren	17
6 Analyse der Qualität der Wellenfront	17
6.1 Polynomdarstellung von Wellenfronten	17
6.2 Berechnung der Qualität der Wellenfront.....	17
6.2.1 Beseitigung von Neigungseffekten	17
6.2.2 Ermittlung des Azimuthwinkels der Wellenfront	18
6.2.3 Ermittlung des astigmatischen Zustands.....	18
6.2.4 Ermittlung der astigmatischen Wellenfrontkrümmungen	18
6.2.5 Ermittlung der angenäherten Kugelfläche	18
6.2.6 Ermittlung der Wellenfrontaberrationsfunktion.....	18
6.2.7 Ermittlung der gewichteten effektiven Wellenfrontverformung	18
7 Messunsicherheit	19
7.1 Anforderungen für die Schätzung der Unsicherheit	19
7.2 Quellen der Messunsicherheit	19
7.2.1 Unsicherheit bei der Datenerfassung	19
7.2.2 Unsicherheit aufgrund von Umgebungseffekten.....	19
7.2.3 Unsicherheit aufgrund optischer und mechanischer Mängel	20
8 Prüfbericht	20

	Seite
Anhang A (informativ) Astigmatismus und Laserstrahlen	21
A.1 Einleitung	21
A.2 Übliche Begriffe	21
A.3 Der astigmatische Laserstrahl	22
A.4 Die drei Maße für den Astigmatismus	24
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	25
Literaturhinweise	26

Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 15367-1:2003) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 172 „Optics and optical instruments“, in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 123 „Lasers and laser-related equipment“, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird, erarbeitet.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis März 2004, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis März 2004 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.

ISO 15367 besteht aus folgenden Teilen unter dem allgemeinen Titel „Laser und Laseranlagen — Prüfverfahren für die Bestimmung der Wellenfrontform von Laserstrahlen“:

- *Teil 1: Terminologie und Grundlagen*
- *Teil 2: Hartmann-Shack-Sensoren*

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm ISO 15367-1:2003 wurde vom CEN als Europäische Norm EN ISO 15367-1:2003 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

ANMERKUNG Die normativen Verweisungen auf internationale Publikationen sind im Anhang ZA (normativ) aufgeführt.

Einleitung

Die wichtigsten Aspekte bei Entwurf, Betrieb und Wartung eines Lasersystems sind die Sicherung der Wiederholbarkeit, die Voraussage des Ausbreitungsverhaltens des Laserstrahls und die Bewertung der Sicherheitsrisiken. Zur Beschreibung eines Laserstrahls können vier Parametergruppen gemessen werden:

- Leistungs-(Energie-)dichteverteilung (ISO 13694),
- Strahlmessungen, Divergenzwinkel und Beugungsmaßzahl (ISO 11146),
- Phasenverteilung (ISO 15367 Normenreihe),
- räumliche Strahlkohärenz.

Diese Internationale Norm legt Terminologie und Formelzeichen zur Bezeichnung oder Messung der Phasenverteilung in einer transversalen Ebene eines Laserstrahls fest. Es werden Verfahren angegeben

- zur Messung des Azimuths der Hauptebenen der Phasenverteilung,
- zur Messung der Größe der astigmatischen Aberrationen,
- zur Auswertung der Wellenfrontaberrationsfunktion und der effektiven Wellenfrontverformung.

Eine hilfreiche Technik zur qualitativen Bewertung eines Strahls ist die Sichtprüfung der Interferenzerscheinungen in Interferogrammen oder eine isometrische Ansicht der Wellenfrontfläche. Zur Qualitätssicherung und Übertragung von Verfahrenstechnologien sind jedoch quantitative Verfahren erforderlich. Die in dieser Internationalen Norm angegebenen Messverfahren ermöglichen die numerische Analyse der Phasenverteilung in einem sich ausbreitenden Strahl und liefern protokollierbare quantitative Ergebnisse.

Obwohl es möglich ist, einem Laserstrahl die bekannten Aberrationen (z.B. Koma oder sphärische Abberation) sowie Astigmatismus zuzuordnen, werden diese in der Regel nicht benutzt. Stattdessen wird die Qualität einer Wellenfront üblicherweise durch die ihrer Abweichung von einer idealen Fläche angegeben. Andererseits bewirken Abweichungen von der Rotationssymmetrie eine wesentlich größere Spielart von Effekten als sie normalerweise mit den durch konventionelle optische Systeme verursachten Astigmatismus assoziiert werden. Aus diesem Grund werden hier mehrere Arten und Kennwerte von Astigmatismus in Strahlen im Einzelnen definiert.

Das Ziel dieser Internationalen Norm ist es, Vorgaben für die Erstellung eines Prüfberichts mit Messungen oder Analysen einer Auswahl von Kennwerten von Laserstrahlen festzulegen. Messungen des Astigmatismus sind für Systementwickler wichtig, die optische Elemente zur Korrektur von astigmatischen Strahlen konstruieren wollen. Die in der vorliegenden Internationale Norm festgelegten Messtechniken dienen auch zur Bewertung des Restastigmatismus nach dem Hinzufügen von Korrektur-elementen und zur Unterstützung der Ausrichtung.

Eine Hauptanwendung der Messungen der Phasenverteilung ergibt sich aus der Möglichkeit der Kombination dieser Messungen mit einer gleichzeitigen Messung der Leistungs-(Energie-)dichteverteilung (ISO 13694) an derselben Stelle im Strahlenweg. Die digitale Verarbeitung der Daten kann zu sehr viel genaueren Kennwerten des sich ausbreitenden Strahls führen als Messungen der Leistungs-(Energie-)hüllkurve, die sich aus der Berechnung der Beugungsmaßzahl (ISO 11146) ergibt. Diese genaueren Daten liefern wichtige Grundlagen für Gutachter von Laserschäden und Sicherheitsrisiken sowie für Ingenieure der Verfahrensentwicklung, die die Leistungs-(Energie-)dichteverteilung am Ort der jeweiligen Anwendung kennen müssen.