

Quelle: <https://www.arbeitssicherheit.de//document/bcff0d5e-49db-3704-bc47-75321fdc008d>

<b>Bibliografie</b>	
<b>Titel</b>	Technische Regeln zur Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung TROS Laserstrahlung Teil 2: Messungen und Berechnungen von Expositionen gegenüber Laserstrahlung
<b>Redaktionelle Abkürzung</b>	TROS Laser Teil 2
<b>Normtyp</b>	Technische Regel
<b>Normgeber</b>	Bund
<b>Gliederungs-Nr.</b>	Keine FN

## Anhang 1 TROS Laser Teil 2 - Messgrößen und Parameter zur Charakterisierung von Laserstrahlung

Die Beschreibung der Eigenschaften der von Laser-Einrichtungen emittierten Strahlung erfolgt durch Angabe verschiedener Messgrößen bzw. Parameter aus den Tabellen A1, A2 und A3. Die Tabellen enthalten die wesentlichen Messgrößen und Parameter, die bei Berechnungen oder Messungen von Laserstrahlung berücksichtigt werden müssen. Erläuterungen zu diesen Größen sind im [Anhang 2](#) aufgeführt. Umfassendere Auflistungen können je nach Anwendungsfall z. B. DIN EN ISO 11145 [7] oder DIN EN 60825-1 [4] entnommen werden. Für die Erstellung einer Gefährdungsbeurteilung wird die Anzahl der Messgrößen und Parameter auf das Mindestmaß beschränkt, das eine vollständige und sachgerechte Analyse ermöglicht. In der Mehrzahl der Fälle sind als wesentliche Messgrößen die Leistung oder Energie, die Wellenlänge sowie das Strahlprofil des Laserstrahls zu bestimmen.

Tab. A1  
Geometrische Größen und Größen zur Laserstrahlcharakterisierung

Formelzeichen	Bezeichnung	Beschreibung	Einheit
$\alpha$	ebener Winkel, $\alpha = k / r$	Quotient aus dem vom ebenen Winkel aus einem Kreis herausgeschnittenen Kreisbogen $k$ und dem Radius des Kreises $r$	rad
$\Omega$	Raumwinkel $\Omega = A/r^2$	Quotient der vom räumlichen Winkel aus einer Kugel herausgeschnittenen Oberfläche $A$ und dem Quadrat des Kugelradius	sr
$A$	Strahlquerschnittsfläche	kleinste Fläche, die einen bestimmten Anteil der Strahlungsleistung enthält	m <sup>2</sup>
$d$	Strahldurchmesser	Durchmesser des kleinsten Kreises in einer Ebene senkrecht zur Strahlachse, der einen bestimmten Anteil der Strahlungsleistung enthält	m

Formelzeichen	Bezeichnung	Beschreibung	Einheit
$\varphi, \theta$	Strahldivergenz, Divergenzwinkel, Fernfelddivergenzwinkel, Fernfeldöffnungswinkel	Vollwinkel, der durch das Geradenpaar gebildet wird, das asymptotisch die Einhüllende der zunehmenden Strahlabmessung enthält (wird bezüglich eines vorgegebenen Leistungsanteils definiert)	rad
tH	Impulsdauer	Intervall zwischen den Zeitpunkten, bei denen die momentane Leistung 50 % der Spitzenleistung zum ersten und zum letzten Mal erreicht	s
F, fp	Impulsfolgefrequenz, Impulswiederholfrequenz	Anzahl der Laserimpulse je Sekunde bei einem wiederholt gepulsten Laser	Hz
$\lambda$	Wellenlänge		nm
$\Delta\lambda_H$	wellenlängenbezogene spektrale Bandbreite	maximale Differenz zwischen den Wellenlängen, für die die spektrale Leistungsdichte die Hälfte ihres Maximalwertes erreicht	nm

Tab. A2  
Radiometrische Größen

Formelzeichen	Bezeichnung	Beschreibung	Einheit
<b>P, dP</b> <b>Pm, Pav</b> <b>Ppk</b>	Strahlungsleistung, $P = dQ/dt$ mittlere Leistung Spitzenleistung	Energiemenge pro Zeiteinheit zeitlich gemittelte Leistung Maximalwert der Strahlungsleistung (innerhalb eines Laserimpulses)	W
<b>Q, dQ</b>	Strahlungsenergie		J
<b>E, E(t)</b>	Bestrahlungsstärke (Leistungsdichte), $E = dP/dA$	die auf eine Fläche einfallende Strahlungsleistung je Flächeneinheit; E und E(t) (zeitlich variierende Bestrahlungsstärke) werden aus Messungen gewonnen oder können vom Hersteller der Laseranlage angegeben werden	$W \cdot m^{-2}$
<b>H</b>	Bestrahlung (Energiedichte), $H = dQ/dA$	zeitliches Integral der Bestrahlungsstärke	$J \cdot m^{-2}$
<b>t</b>	Zeit, Dauer der Strahlungseinwirkung		s
<b>G</b>	zeitlich integrierte Strahldichte	Integral der Strahldichte über eine bestimmte Expositionsdauer	$J \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$

Tab. A3  
Laserschutzrelevante Parameter

Formelzeichen	Bezeichnung	Beschreibung/Bemerkung	Einheit
CA, CB, CC	wellenlängenabhängige Wichtungsfaktoren	Wellenlänge in nm einsetzen	-
T1	wellenlängenabhängiger Zeitparameter	zur Auswahl des relevanten Strahlungsgrenzwertes	s
$\alpha_{\min}$	kleinster Grenzwinkel, $\alpha_{\min} = 1,5 \text{ mrad}$	oberhalb dieses Grenzwinkels erscheinen Laserstrahlungsquellen als ausgedehnt	rad
$\alpha_{\max}$	größter Grenzwinkel, $\alpha_{\max} = 100 \text{ mrad}$	größter anzuwendender Winkel zur Beschreibung ausgedehnter Quellen	rad
$\alpha$	Winkelausdehnung der scheinbaren Quelle	der ebene Winkel unter dem die scheinbare Quelle von einem Raumpunkt aus erscheint	rad
CE	Korrekturfaktor für ausgedehnte Quellen	abhängig von der Winkelausdehnung der scheinbaren Quelle	-
T2	Zeitparameter, abhängig von der Winkelausdehnung der scheinbaren Quelle	zur Auswahl des relevanten thermischen Grenzwertes	s
$\gamma$	Empfangswinkel	derjenige Winkel, innerhalb dessen ein Strahlungsempfänger anspricht	rad
CP	$CP = N^{-0,25}$ , Korrekturfaktor für den Fall wiederholt gepulster Laserstrahlung	Reduktionsfaktor für den Einzelimpulsgrenzwert, N ist die Anzahl der Impulse	-
T <sub>min</sub>	wellenlängenabhängiger Zeitparameter	Zeitdauer, unterhalb derer kürzere Einzelimpulse zu addieren sind	s
NOHD	Augensicherheitsabstand (engl.: nominal ocular hazard distance)	Entfernung, in der die Bestrahlungsstärke oder die Bestrahlung gleich dem entsprechenden Expositionsgrenzwert des Auges ist. Die zugrunde gelegte Zeit, z. B. 0,25 s oder 100 s ist in der Regel mit anzugeben.	m
ENOHD	erweiterter Augensicherheitsabstand (engl.: enlarged nominal ocular hazard distance)	Wie bei NOHD, aber mit der Berücksichtigung der Beobachtung mit vergrößernden optischen Instrumenten.	m
t, $\Delta t$	Expositionsdauer	Zeitdauer, die einer Sicherheitsanalyse zugrunde liegt	s