

Quelle: <https://www.arbeitssicherheit.de//document/23cfc718-498a-3738-a7c9-736b3b450520>

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

Abschnitt 4 TROS Laser Teil 2 - Einflussfaktoren bei der Ermittlung der Expositionsgrenzwerte

(1) Die Expositionsgrenzwerte für Expositionen von Beschäftigten an Arbeitsplätzen gegenüber Laserstrahlung sind in [Anhang 4 Abschnitt A4.1 dieser TROS Laserstrahlung](#) aufgeführt.

(2) Die Expositionsgrenzwerte werden in Abhängigkeit von der Wellenlänge, der Expositionsdauer und teilweise der Winkelausdehnung der Quelle angegeben. Die Angabe erfolgt in $W \cdot m^{-2}$ (Bestrahlungsstärke) oder in $J \cdot m^{-2}$ (Bestrahlung).

Hinweis:

Hilfen für die Berechnung von Expositionen durch Laserstrahlung findet man auch in der Reihe DIN EN 60825 mit ihren diversen Teilen. Die Messungen können in Anlehnung an die einschlägigen Normen durchgeführt werden. Spezielle Normen zur Messung von Expositionen durch Laserstrahlung liegen zurzeit noch nicht vor.

4.1 Relevante Expositionsdauern

(1) Die OStrV umfasst Bewertungen je nach Arbeitsplatzanalyse mit Expositionsdauern bis zu 30 000 s pro Tag. Im Folgenden werden zur Orientierung einige wichtige Zeiten genannt, die für bestimmte Expositionsbedingungen typisch sind. Diese Expositionsdauern werden zum Teil auch bei der Klassifizierung vom Hersteller verwendet.

(2) Als typische relevante Expositionsdauern kommen 30 000 s (entspricht einem achtstündigen Arbeitstag), 100 s (typisch für Laserstrahlung mit Wellenlängen größer als 400 nm bei unterstelltem nichtbeabsichtigtem zufälligem Blick), 10 s oder 5 s (typisch für die Auswahl von Laser-Schutzbrillen und Laser-Schutz-Filtern je nach Ausgabedatum der Norm, nach der der Filter geprüft wurde), 2 s (typisch für den bewussten Blick eines unterwiesenen Beschäftigten in einen Laser der Klasse 2 beim Justieren eines feststehenden Lasers) und die Zeitdauer von 0,25 s für den kurzzeitigen, zufälligen Blick (z. B. in den sichtbaren Strahl eines handgehaltenen oder -geführten Laserpointers) zur Anwendung (siehe Tabelle 2).

Tab. 2
Typische Expositionsdauer für verschiedene Anwendungsfälle

Expositionsdauer	Anwendungen
0,25 s	typisch für den kurzzeitigen, zufälligen Blick in den sichtbaren Laserstrahl eines handgehaltenen oder -geführten Laserpointers oder eines anderen Lasers
2 s	typisch für den bewussten Blick eines unterwiesenen Beschäftigten in den Laserstrahl eines Klasse-2-Lasers beim Justieren (feststehender Laser)

Expositionsdauer	Anwendungen
5 s	typisch für die Auswahl von Laser-Schutzbrillen und Filtern je nach Ausgabedatum der Norm, nach der der Filter geprüft wurde (seit 2010)
10 s	typisch für die Auswahl von Laser-Schutzbrillen und Filtern je nach Ausgabedatum der Norm, nach der der Filter geprüft wurde (bis 2010)
100 s	typisch für Laserstrahlung mit Wellenlängen größer als 400 nm bei unterstelltem nichtbeabsichtigtem zufälligen Blick
30 000 s	typisch für Laserstrahlung mit unterstelltem beabsichtigtem Blick in Richtung Laserstrahlungsquelle über längere Zeiträume, d. h. länger als 100 s

4.2

Strahlung mehrerer Wellenlängen

(1) Bei Expositionen, die Laserstrahlung mit unterschiedlichen Wellenlängen beinhalten, muss zunächst geprüft werden, ob die zulässigen Expositionsgrenzwerte für die einzelnen Wellenlängen überschritten sind. Daneben ist aber für verschiedene Wellenlängenbereiche eine Additivität der Wirkung der Strahlung zu berücksichtigen. Beispielsweise kann eine Bestrahlung im UV-A-Wellenlängenbereich ebenso zur Ausbildung eines Grauen Stars beitragen, wie die Einwirkung von IR-A-Strahlung. Einen Überblick bezüglich der Additivität gibt Tabelle 3.

Tab. 3

Additive Wirkung der Strahlungseinwirkung verschiedener Wellenlängenbereiche für Auge und Haut

Wellenlängenbereich	100 nm bis 315 nm	315 nm bis 400 nm	400 nm bis 1 400 nm	1 400 nm bis 10 6 nm
100 nm bis 315 nm	Auge/Haut			
315 nm bis 400 nm		Auge/Haut	Haut	Auge/Haut
400 nm bis 1 400 nm		Haut	Auge/Haut	Haut
1 400 nm bis 10 6 nm		Auge/Haut	Haut	Auge/Haut

(2) Liegt eine additive Wirkung von i verschiedenen Wellenlängen λ_i vor, so muss die Summe der Quotienten aus der Bestrahlungsstärke E_i und der jeweiligen Expositionsgrenzwerte E_{EGW, λ_i} für alle Werte von i gebildet werden. Der Grenzwert ist eingehalten, wenn diese Summe kleiner als 1 ist:

$$\sum_{\lambda_i} \frac{E_i}{E_{EGW, \lambda_i}} \leq 1 \tag{Gl. 4.1}$$

(3) Entsprechendes gilt für H_i , falls der Expositionsgrenzwert als Bestrahlung angegeben wird.

(4) Liegt keine additive Wirkung vor, so muss jeder einzelne Expositionsgrenzwert eingehalten werden.

4.3

Ermittlung des Korrekturfaktors C_E ausgedehnter Quellen

Beim Betrachten nahezu paralleler Laserstrahlung (direkter Blick in den Laserstrahl) kann auf der Netzhaut ein minimaler Fleck von ca. 25 μm Durchmesser entstehen. Auf diesen ungünstigsten Fall beziehen sich die Expositionsgrenzwerte. Im Fall des Blicks in eine ausgedehnte Quelle kann der Expositionsgrenzwert um einen Korrekturfaktor C_E angehoben werden. Dieser berücksichtigt die Vergrößerung des Abbilds auf der Netzhaut. Die Größe des Laserstrahlflecks auf der Netzhaut wird durch die Winkelausdehnung α gegeben, unter dem die Quelle erscheint ([Anhang 2 Abschnitt A2.3 dieser TROS Laserstrahlung](#)). Der Korrekturfaktor C_E ist Tabelle A4.6 zu entnehmen.

Hinweis:

Die Anwendung des Korrekturfaktors wird in den [Abschnitten 5.4 und 5.7 dieser TROS Laserstrahlung](#) mit Beispielrechnungen erläutert.