

DIN EN 207**DIN**

ICS 13.340.20

Einsprüche bis 2008-03-31
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 207:2002-12**Entwurf**

**Persönlicher Augenschutz –
Filter und Augenschutzgeräte gegen Laserstrahlung
(Laserschutzbrillen);
Deutsche Fassung prEN 207:2008**

Personal eye-protection –

Filters and eye-protectors against laser radiation (laser eye-protectors);

German version prEN 207:2008

Protection individuelle de l'oeil –

Filtres et protecteurs de l'oeil contre les rayonnements laser (lunettes de protection laser);

Version allemande prEN 207:2008

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2008-01-28 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an nafuo@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Feinmechanik und Optik (NAFuO) im DIN (Hausanschrift: Alexander-Wellendorff-Str. 2, 75172 Pforzheim).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevante Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 29 Seiten

Normenausschuss Feinmechanik und Optik (NAFuO) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 207:2008) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 85 „Augenschutzgeräte“ (Sekretariat: AFNOR, Frankreich) erarbeitet. Im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. ist hierfür der NA 027-01-01 AA „Augenschutz“ im Normenausschuss Feinmechanik und Optik (NAFuO) zuständig.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 207:2002-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) ein Korrekturfaktor $N-1/4$ für die Energiedichte in Tabelle 1 wurde eingeführt;
- b) ein Abschnitt, der auswechselbare Filter zulässt, wenn der Tragkörper nicht zur Sicherheit der Laser beiträgt, wurde hinzugefügt;
- c) der Durchmesser des Laserstrahls für die Prüfung wurde auf 1 mm festgelegt.

Persönlicher Augenschutz — Filter und Augenschutzgeräte gegen Laserstrahlung (Laserschutzbrillen)

Protection individuelle de l'oeil — Filtres et protecteurs de l'oeil contre les rayonnements laser (lunettes de protection laser)

Personal eye-protection — Filters and eye-protection against laser radiation (laser eye-protectors)

ICS:

Deskriptoren

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Anforderungen	5
3.1 Spektraler Transmissionsgrad von Filtern und Tragkörper	5
3.2 Lichttransmissionsgrad der Filter	5
3.3 Beständigkeit gegen Laserstrahlung von Filtern und Tragkörper	5
3.4 Brechwerte von Filtern und Augenschutzgeräten	7
3.5 Werkstoff- und Oberflächengüte von Filtern	7
3.5.1 Werkstoff- und Oberflächenfehler	7
3.5.2 Streulicht	7
3.5.3 UV-Strahlungsbeständigkeit	7
3.5.4 Thermische Beständigkeit	8
3.6 Beständigkeit von Filtern und Tragkörpern gegen Entflammen	8
3.7 Gesichtsfeld von Augenschutzgeräten	8
3.8 Filteraufbau	8
3.9 Mechanische Festigkeit von Filtern und Augenschutzgeräten	9
3.9.1 Grundanforderung	9
3.9.2 Wahlfreie Anforderungen	9
4 Prüfung	9
4.1 Spektraler Transmissionsgrad von Filtern und Tragkörpern	11
4.2 Lichttransmissionsgrad von Filtern	11
4.3 Beständigkeit von Filtern und Tragkörpern gegen Laserstrahlung	11
4.4 Brechwerte von Filtern und Augenschutzgeräten	12
4.5 Werkstoff- und Oberflächengüte von Filtern	12
4.5.1 Werkstoff- und Oberflächenfehler	12
4.5.2 Streulicht	12
4.6 Beständigkeit gegen Ultraviolettstrahlung	12
4.7 Beständigkeit von Filtern und Tragkörpern gegen Entflammen	12
4.8 Gesichtsfeld von Augenschutzgeräten	12
4.9 Filteraufbau	13
4.10 Tragkörper	13
4.11 Mechanische Festigkeit	13
5 Herstellerinformation	14
6 Kennzeichnung	14
6.1 Augenschutzgeräte	14
6.2 Laserschutzfilter	16
Anhang A (informativ) Grundlagen	17
A.1 Grenzwerte und Zeitbasis	17
A.2 Grenzdurchmesser	18
A.3 Winkelabhängigkeit	18
A.4 Beispiel eines Prüfberichts	19

	Seite
Anhang B (informativ) Leitfaden für die Verwendung von Laserschutzbrillen	21
B.1 Laserarten	21
B.2 Bestimmung der Schutzstufe.....	22
B.2.1 Dauerstrichlaser (D)	22
B.2.2 Gepulste Laser (I und R), Impulsdauer $\geq 10^{-9}$ s.....	22
B.2.3 Modengekoppelte Laser: Impulsdauer $< 10^{-9}$ s (M)	24
B.3 Zeitbasis	24
B.4 Filter in Geräten	24
Anhang C (informativ) Grundlegende technische Änderungen dieser europäischen Norm gegenüber der vorhergehenden Norm.....	25
Anhang ZA (informativ) Abschnitte in dieser Europäischen Norm, die grundlegende Anforderungen oder andere Vorgaben der EG-Richtlinie 89/686/EWG betreffen.....	26
Literaturhinweise	27

Vorwort

Dieses Dokument (prEN 207:2008) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 85 „Augenschutzgeräte“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 207:1998 ersetzen.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EG-Richtlinien.

Zum Zusammenhang mit EG-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm gilt für Filter und Augenschutzgeräte, entsprechend der IEC 60825-1:2007 (d. h. Strahlung von LEDs (Licht Emittierenden Dioden) ist eingeschlossen), die beim Umgang mit Laserstrahlung im Spektralbereich zwischen 180 nm (0,18 µm) und 1 000 µm Verwendung finden. Sie legt die Anforderungen, Prüfmethoden und Kennzeichnung fest. Einen Leitfaden für die Auswahl und die Anwendung gibt Anhang B.

Für Laser-Justierbrillen gilt EN 208.

ANMERKUNG Bevor Filter nach dieser Norm ausgewählt werden, sollte eine Risikoanalyse durchgeführt werden (siehe Anhang B).

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieser Europäischen Norm 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).

EN 166:2001, *Persönlicher Augenschutz – Anforderungen*

EN 167:2001, *Persönlicher Augenschutz – Optische Prüfverfahren*

EN 168:2001, *Persönlicher Augenschutz – Nichtoptische Prüfverfahren*

IEC 60825-1:2007, *Sicherheit von Lasereinrichtungen — Teil 1: Klassifizierung von Anlagen und Anforderungen*

ISO/CIE 10526:1999, *CIE Standard Colorimetric Illuminants*

ISO/CIE 10527:1993, *CIE Standard Colorimetric Observers*

3 Anforderungen

3.1 Spektraler Transmissionsgrad von Filtern und Tragkörper

Bei Prüfung nach 4.1 darf 1 an der (den) Laserwellenlänge(n), an der (denen) sie Schutz bieten, für die einzelnen Schutzstufen der maximale spektrale Transmissionsgrad nach Tabelle 1 nicht überschritten werden.

3.2 Lichttransmissionsgrad der Filter

Bei Prüfung nach 4.2 muss der Lichttransmissionsgrad der Laserschutzfilter, bezogen auf Normlichtart D65 (siehe ISO/CIE 10526:1999), mindestens 20 % betragen, es sei denn, in den Herstellerinformationen wird empfohlen, die Beleuchtungsstärke am Arbeitsplatz entsprechend zu erhöhen.

3.3 Beständigkeit gegen Laserstrahlung von Filtern und Tragkörper

Bei Prüfung nach 4.3 müssen Filter und Tragkörper die Anforderungen von 3.1 einhalten. Bei Bestrahlung mit der Strahlung eines Lasers der in Tabelle 1 angegebenen Leistungs- (E) und Energiedichten (H) für eine Dauer von mindestens 5 s, und 50 Impulse dürfen die Laser-Justierfilter und die Tragkörper ihre Schutzwirkung nicht verlieren und keine induzierte Transmission (reversibles Ausbleichen) zeigen. Von der dem Auge zugewandten Seite des Laserschutzfilters dürfen sich unter dem Einfluss der Laserstrahlung keine Splitter ablösen. Solange die Schutzwirkung sichergestellt ist, werden Oberflächenschmelzen oder Beschädigungen nicht als negativ berücksichtigt.

Tabelle 1 — Schutzstufen (maximaler spektraler Transmissionsgrad und Beständigkeit gegen Laserstrahlung) der Laserschutzfilter bzw. Laserschutzbrillen

Schutzstufe	Maximaler spektraler Transmissionsgrad bei den Laserwellenlängen $\tau(\lambda)$	Leistungs- bzw. Energiedichte (E, H) zur Prüfung der Schutzwirkung und der Beständigkeit gegen Laserstrahlung im Wellenlängenbereich								
		180 nm bis 315 nm			> 315 nm bis 1 400 nm			> 1 400 nm bis 1 000 μm		
		Für Prüfbedingung/Impulsdauer in s								
		D	I, R	M	D	I, R	M	D	I, R	M
		$\geq 3 \cdot 10^4$	10^{-9} bis $3 \cdot 10^4$	$< 10^{-9}$	$> 5 \cdot 10^{-4}$	10^{-9} bis $5 \cdot 10^{-4}$	$< 10^{-9}$	$> 0,1$	10^{-} bis $0,1$	$< 10^{-9}$
E_D W/m^2	$H_{I,R}$ J/m^2	E_M W/m^2	E_D W/m^2	$H_{I,R}$ J/m^2	H_M J/m^2	E_D W/m^2	$H_{I,R}$ J/m^2	E_M W/m^2		
LB1	10^{-1}	0,01	3×10^2	3×10^{11}	10^2	0,05	$1,5 \times 10^{-3}$	10^4	10^3	10^{12}
LB2	10^{-2}	0,1	3×10^3	3×10^{12}	10^3	0,5	$1,5 \cdot 10^{-2}$	10^5	10^4	10^{13}
LB3	10^{-3}	1	3×10^4	3×10^{13}	10^4	5	0,15	10^6	10^5	10^{14}
LB4	10^{-4}	10	3×10^5	3×10^{14}	10^5	50	1,5	10^7	10^6	10^{15}
LB5	10^{-5}	100	3×10^6	3×10^{15}	10^6	5×10^2	15	10^8	10^7	10^{16}
LB6	10^{-6}	10^3	3×10^7	3×10^{16}	10^7	5×10^3	$1,5 \times 10^2$	10^9	10^8	10^{17}
LB7	10^{-7}	10^4	3×10^8	3×10^{17}	10^8	5×10^4	$1,5 \times 10^3$	10^{10}	10^9	10^{18}
LB8	10^{-8}	10^5	3×10^9	3×10^{18}	10^9	5×10^5	$1,5 \times 10^4$	10^{11}	10^{10}	10^{19}
LB9	10^{-9}	10^6	3×10^{10}	3×10^{19}	10^{10}	5×10^6	$1,5 \times 10^5$	10^{12}	10^{11}	10^{20}
LB10	10^{-10}	10^7	3×10^{11}	3×10^{20}	10^{11}	5×10^7	$1,5 \times 10^6$	10^{13}	10^{12}	10^{21}

Die Bedeutung von D, I, R und M ist bezüglich der Prüfbedingungen in Tabelle 4 erläutert.

3.4 Brechwerte von Filtern und Augenschutzgeräten

Bei Prüfung nach 4.4 müssen die maximalen Brechwerte von Filtern und Augenschutzgeräten ohne Korrektionswirkung Tabelle 2 entsprechen. Sie gelten für den in 7.1.2 von EN 166:2001 festgelegten Bereich.

Tabelle 2 — Maximal zulässige Brechwerte von Laserschutzfiltern und Laserschutzbrillen ohne Korrektionswirkung

Sphärische Wirkung	Astigmatische Wirkung	Prismatische Wirkungsdifferenz		
		Horizontal		vertikal
		Basis außen	Basis innen	
m^{-1}	m^{-1}	cm/m	cm/m	cm/m
$\pm 0,09$	$\pm 0,09$	0,75	0,25	0,2 5

ANMERKUNG Für Laserschutzfilter mit Korrektionswirkung gelten für die Korrektionswirkung die Anforderungen der nationalen Normen bis zur Erarbeitung einer Europäischen Norm.

3.5 Werkstoff- und Oberflächengüte von Filtern

3.5.1 Werkstoff- und Oberflächenfehler

Die Werkstoff- und Oberflächengüte von Filtern ist nach 4.5.1 zu bestimmen. Außer in einer Randzone von 5 mm Breite dürfen die Laserschutzfilter keine den Verwendungszweck störenden Werkstoff- und Oberflächenfehler wie Blasen, Kratzer, Einschlüsse, Trübungen, Löcher, Formabdrücke, Ziehstreifen und andere fertigungsbedingte Fehler aufweisen. In den Filtern sind an keiner Stelle Löcher erlaubt.

3.5.2 Streulicht

Bei Prüfung nach 4.5.2 dürfen Laserschutzfilter keinen größeren reduzierten Leuchtdichtekoeffizienten l^* aufweisen als

$$l^* = 0,50 \frac{cd/m^2}{lx} \tag{1}$$

Beständigkeit von Filtern und Augenschutzgeräten gegen UV-Strahlung und erhöhte Temperatur

3.5.3 UV-Strahlungsbeständigkeit

Durch eine UV-Bestrahlung nach 4.6 dürfen die Filter und Augenschutzgeräte keine Veränderungen ihrer Eigenschaften erfahren, durch die sie die Anforderungen von 3.1 und 3.3 bis 3.5 nicht mehr erfüllen.

Die relative Änderung des Lichttransmissionsgrades muss $\leq \pm 10 \%$ sein:

$$\left| \frac{\Delta \tau_v}{\tau_v} \right| \leq 10 \% \tag{2}$$

Der spektrale Transmissionsgrad für die Laserwellenlängen darf jedoch in keinem Fall den maximalen spektralen Transmissionsgrad für die angegebene Schutzstufe überschreiten.

3.5.4 Thermische Beständigkeit

Im Anschluss an eine Lagerung der Filter und Augenschutzgeräte von 5 h im Klimaschrank bei $(55 \pm 2)^\circ\text{C}$ und einer relativen Luftfeuchte von mindestens 95 % müssen sie nach mindestens 2 h Lagerung bei Raumtemperatur die Anforderungen von 3.1 bis 3.5 erfüllen. Die relative Änderung des Lichttransmissionsgrades muss $\leq \pm 5\%$ sein:

$$\left| \frac{\Delta \tau_v}{\tau_v} \right| \leq 5\% \quad (3)$$

Der spektrale Transmissionsgrad für die Laserwellenlänge darf jedoch in keinem Fall den maximalen spektralen Transmissionsgrad für die angegebene Schutzstufe überschreiten.

3.6 Beständigkeit von Filtern und Tragkörpern gegen Entflammen

Die Filter und Tragkörper dürfen bei der Prüfung nach 4.7 nicht entflammen oder weiterglimmen.

3.7 Gesichtsfeld von Augenschutzgeräten

Augenschutzgeräte müssen bei Prüfung nach 4.8 in vertikaler und in horizontaler Richtung ein freies Gesichtsfeld von mindestens 40° für jedes Auge aufweisen (siehe Bild 1).

3.8 Filteraufbau

Laserschutzfilter müssen so aufgebaut sein, dass sich bei der Prüfung nach 4.3 und 4.9 keine Splitter von der dem Auge zugewandten Seite ablösen. Bestehen die Laserschutzfilter aus mehreren Teilfiltern, so müssen diese so verbunden sein, dass die Teilfilter nicht vertauscht werden können.

3.8.1 Die Filter dürfen im Tragkörper nicht auswechselbar sein. Eine Ausnahme ist dann möglich, falls der Schutz vor Laserstrahlung nur durch das Filter bestimmt wird und kein Teil des Tragkörpers in dem geschützten Bereich wie er in 3.8.2 definiert ist, liegt. In einem solchen Fall muss die Kennzeichnung des Augenschutzes auf dem Filter sein und der Tragkörper muss allen anderen Anforderungen dieser Norm entsprechen, wobei ein Test für die Strahlungsbeständigkeit des Tragkörpers nicht zwingend erforderlich ist. Allerdings muss garantiert sein, dass die Bestrahlung des Tragkörpers mit der Wellenlänge und entsprechend der Schutzstufe des Filters keine schädlichen Auswirkungen auf den Benutzer hat.

3.8.2 Der Tragkörper muss so konstruiert sein, dass das unbeabsichtigte seitliche Eindringen von Laserstrahlen verhindert wird. Diese Anforderung ist erfüllt, wenn für einen horizontalen Winkelbereich α von -50° (nasale Seite) bis $+90^\circ$ (temporale Seite) der vertikale Winkelbereich β innerhalb der folgenden Winkelgrenzen in Grad ($^\circ$) geschützt ist.

Die obere Grenze β_u des geschützten Bereich beträgt:

$$\beta_u = 55 - 0,0013 \cdot (\alpha - 12)^2 - 1,3 \times 10^{-6} \cdot (\alpha - 12)^4 \quad (4)$$

Die untere Grenze β_l des geschützten Bereichs beträgt:

$$\beta_l = -70 + 10^{-5} \cdot (\alpha - 22)^2 + 2,3 \times 10^{-6} \cdot (\alpha - 22)^4 \quad (5)$$

3.9 Mechanische Festigkeit von Filtern und Augenschutzgeräten

3.9.1 Grundanforderung

Die Laserschutzfilter müssen mindestens 1,4 mm dick sein oder der Anforderung an die Mindestfestigkeit nach 7.1.4.1 von EN 166:2001 genügen.

Die Tragkörper der Laserschutzbrillen müssen den Anforderungen nach 7.1.4.2 oder 7.2.2 von EN 166:2001 genügen.

3.9.2 Wahlfreie Anforderungen

Soll die mechanische Festigkeit der Filter und Augenschutzgeräte erhöhten Anforderungen entsprechen, so müssen sie 7.1.4.2 oder 7.2.2 von EN 166:2001 erfüllen.

4 Prüfung

Das in der Tabelle 3 beschriebene Prüfprogramm gilt für die Typprüfung von Filtern, Tragkörpern und kompletten Augenschutzgeräten. Die Reihenfolge, in der die Prüfungen 1 bis 9 bzw. 13 bis 16 erfolgen, darf geändert werden. Mindestens 16 Filter oder 8 vollständige Augenschutzgeräte sind für die Prüfung erforderlich. Wenn die Prüfung mit verschiedenen Wellenlängen (Wellenlängenbereichen), Prüfbedingungen nach 4.3 und/oder wahlfreien Anforderungen erfolgen muss, können mehr als 16 Proben erforderlich sein.

Tabelle 3 — Prüfprogramm für Filter, Tragkörper und komplette Augenschutzgeräte zum Schutz gegen Laserstrahlung

Reihenfolge der Prüfung	Anforderungen	entsprechend Abschnitt	Filter/Tragkörper Nummer			
			1-3	4-6	7-16	Entsprechend der Anforderung
1	Kennzeichnung	6	+	+		
2	Werkstoff- und Oberflächenfehler	3.5.1	+	+		
3	Gesichtsfeld	3.8	1 Tragkörper			
4	Schutzfilter	3.9	+	+		
5	Tragkörper	3.10	+	+		
6	Streulicht	3.5.2	+	+		
7	Lichttransmissionsgrad	3.2	+	+		
8	Brechwerte	3.4	+	+		
9	Prismatische Wirkungsdifferenz	3.4	3 Tragkörper	+		
10	Spektraler Transmissionsgrad bei der Wellenlänge λ	3.1	+	+	3 Filter/Tragkörper pro λ und Prüfbedingung	3 Filter/Tragkörper pro λ und Prüfbedingung
11	UV-Strahlungsbeständigkeit	3.6.1		+		
12	Thermische Beständigkeit	3.6.2	+			
13	Werkstoff- und Oberflächenfehler	3.5.1	+	+		
14	Streulicht	3.5.2	+	+		
15	Lichttransmissionsgrad	3.2	+	+		
16	Brechwerte	3.4	+			
17	Spektraler Transmissionsgrad	3.1	+	+		
18	Mechanische Festigkeit	3.11			+	
19	Beständigkeit gegen Laserstrahlung und spektraler Transmissionsgrad bei Wellenlänge λ	3.3			3 Filter/Tragkörper pro λ und Prüfbedingung	3 Filter/Tragkörper pro λ und Prüfbedingung
20	Entflammbarkeit	3.7			Filter/Tragkörper 7-9	
21	Wahlfreie Anforderungen entsprechend der EN 166:2001	Nach entsprechendem Abschnitt von EN 166:2001				Abhängig von Anforderung/ Prüfverfahren

Es bedeutet: + Prüfung erfolgt an den angegebenen Proben
Leeres Feld Keine Prüfung festgelegt

4.1 Spektraler Transmissionsgrad von Filtern und Tragkörpern

Der spektrale Transmissionsgrad wird für senkrechten Einfall bestimmt. Filtern für den Wellenlängenbereich 400 nm bis 1 400 nm mit winkelabhängigem Transmissionsgrad (wie Interferenzschichten) sind bei Einfallswinkeln zwischen 0° und 30° mit polarisierter Strahlung zu messen. Filter für andere Wellenlängen mit winkelabhängigem Transmissionsgrad sind bei Einfallswinkeln zwischen 0° und 90° mit polarisierter Strahlung zu messen. Die Schutzstufe ergibt sich dann aus dem höchsten gemessenen spektralen Transmissionsgrad.

4.2 Lichttransmissionsgrad von Filtern

Der Lichttransmissionsgrad wird für senkrechten Einfall, bezogen auf Normlichtart D65 (siehe ISO/CIE 10526:1993 und ISO/CIE 10527:1993), bestimmt.

4.3 Beständigkeit von Filtern und Tragkörpern gegen Laserstrahlung

Die Prüfung erfolgt mit Laserstrahlung der vorgesehenen Wellenlängen und den in Tabelle 1 angegebenen Leistungs- bzw. Energiedichten. Während der Bestrahlung ist der spektrale Transmissionsgrad bei der jeweiligen Laserwellenlänge zu messen.

Die Belastung des Tragkörpers durch Laserstrahlung erfolgt für alle verwendeten Werkstoffe jeweils an der Stelle mit der geringsten Wanddicke (ausgenommen Kopfbänder).

Der Durchmesser d_{63} des Laserstrahls während der Prüfung muss 1 mm betragen.

Für Impulsdauern < 1 ns muss der Durchmesser d_{63} des Laserstrahls $\geq 0,5$ mm sein.

Die Werte der Energiedichte (H), wie in Tabelle 1 für die Prüfung der Beständigkeit gegen Laserstrahlung für gepulste Laser (I, R, M) angegeben, sollten mit dem Faktor $N^{1/4}$ multipliziert werden, wobei N die Anzahl der Impulse in 5 Sekunden ist.

Im Falle rechteckiger Laserstrahlen ist an Stelle des Durchmessers die kürzere Seite des Rechtecks zu verwenden.

Die Dauer der Prüfung muss der Tabelle 4 entnommen werden.

Tabelle 4 — Prüfdauer für Laserschutzfilter und Laserschutzbrillen

Prüfbedingungen für Laserart	Typische Laserart	Prüfdauer s	Impulsanzahl
D	Dauerstrichlaser	5	1
I	Impulslaser	$>10^{-6}$ bis 0,25	50
R	Riesenimpulslaser	$>10^{-9}$ bis 10^{-6}	50
M	Modengekoppelte Impulslaser	$< 10^{-9}$	50

Die Prüfung muss mindestens 5 s, aber nie mit weniger als 50 Impulsen erfolgen.

ANMERKUNG Die Prüfdauer für die Prüfbedingung I und R schließen sich nicht lückenlos aneinander und an die Prüfbedingung D an. Die angegebene Prüfdauer sind Werte typischer Laser. Laser mit Prüfdauern in diesen Wertebereichen werden für die Prüfung empfohlen.

Alle Laserschutzfilter sind bei der Prüfbedingung D zu prüfen. Falls handelsübliche Dauerstrichlaser existieren, muss die Prüfung für Betriebsart D mit einem solchen Laser erfolgen. Falls nicht, muss die Prüfung mit einem Impulslasersystem mit einer Impulswiederholrate ν von $\nu \geq 25$ Hz durchgeführt werden. Wenn kein Impulslasersystem mit einer Wiederholfrequenz ν von $\nu \geq 25$ Hz verfügbar ist, darf zur Prüfung der Betriebsart D auch ein Impulslaser mit einer Wiederholfrequenz von mindestens 5 Hz benutzt werden.

Falls ein zusätzlicher Schutz gegen Impulslaser erforderlich ist, müssen die Laserschutzfilter und die Laserschutzbrille bei einer oder mehreren Prüfbedingungen I, R oder M geprüft werden.

Es dürfen nur Laser benutzt werden, die am Anfang der Ausstrahlung kein Schwingungsverhalten zeigen. Das räumliche und zeitliche Strahlungsprofil muss dokumentiert werden, nicht aber das zeitliche Profil eines Lasers der Betriebsart M.

4.4 Brechwerte von Filtern und Augenschutzgeräten

Die Prüfung erfolgt nach Abschnitt 3 von EN 167:2001.

4.5 Werkstoff- und Oberflächengüte von Filtern

4.5.1 Werkstoff- und Oberflächenfehler

Die Prüfung erfolgt nach dem Abschnitt 5 von EN 167:2001.

ANMERKUNG Besonders sorgfältig sollten Filter mit dünnen Schichten untersucht werden, da die Schutzwirkung bei Beschädigung der Schicht (z.B. durch Kratzer und Löcher) beeinträchtigt sein könnte.

4.5.2 Streulicht

Die Prüfung erfolgt nach Abschnitt 4 von EN 167:2001.

4.6 Beständigkeit gegen Ultraviolettstrahlung

Die Prüfung erfolgt nach Abschnitt 6 von EN 168:2001; dabei wird die Lampe mit 450 W betrieben und die Bestrahlungsdauer beträgt $(50 \pm 0,2)$ h.

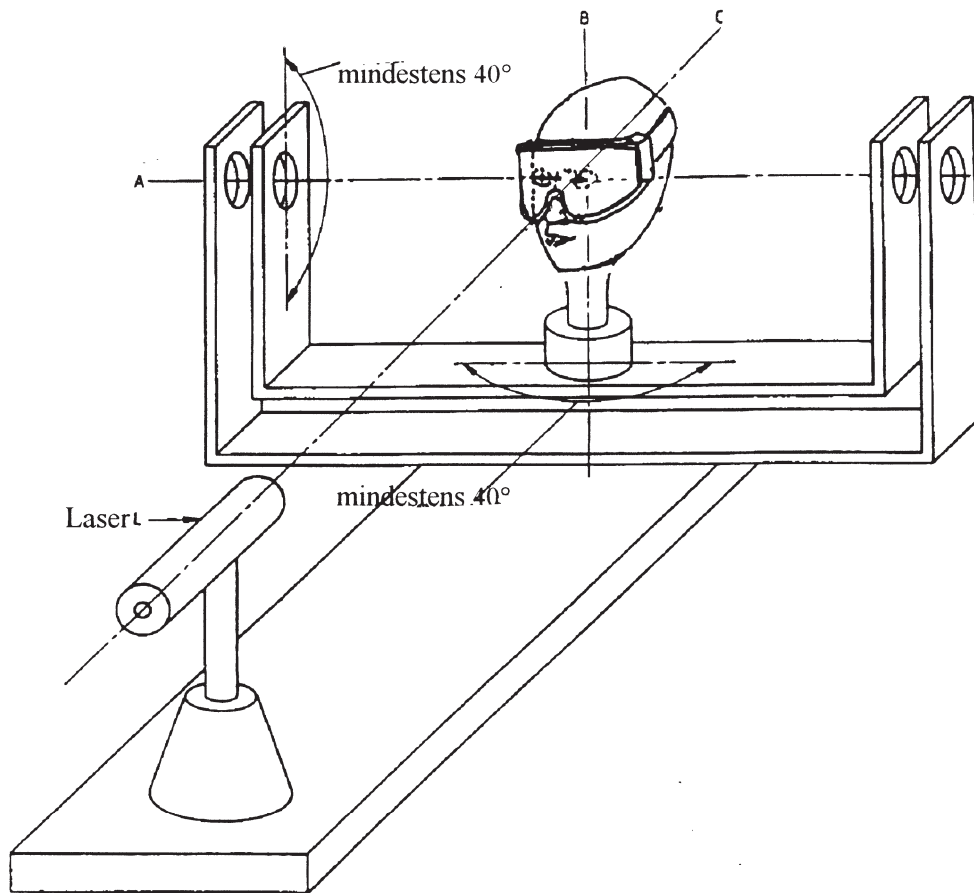
4.7 Beständigkeit von Filtern und Tragkörpern gegen Entflammen

Die Prüfung erfolgt nach Abschnitt 7 von EN 168:2001.

4.8 Gesichtsfeld von Augenschutzgeräten

Zur Messung des Gesichtsfeldes ist der Prüfkopf nach EN 168:2001 mit der Laserschutzbrille ohne Filter auf der Anordnung nach Bild 1 so zu montieren, dass sich in dem dargestellten Aufbau die beiden Drehachsen A und B und die optische Achse C in der Mitte der Vorderseite eines Auges schneiden. Als Strahlung dient z.B. ein Laserbündel mit maximal 5 mm Durchmesser entlang der Achse C. Bei Drehung um die Achse A ergibt die Differenz der Winkelstellungen, bei denen das Lichtbündel das Auge gerade nicht mehr trifft, das vertikale Gesichtsfeld, bei Drehung um die Achse B die Differenz der Winkeleinstellungen bei seitlicher Abdeckung des Lichtbündels und einer Blickrichtung des Prüfkopfes parallel zur optischen Achse C das halbe horizontale Gesichtsfeld.

Andere Verfahren sind zulässig, falls sie zu den gleichen Ergebnissen führen.



Legende

- 1 Laser
- 2 mindestens 40°

Bild 1 — Beispiel für eine Prüfanordnung zur Messung des Gesichtsfeldes

4.9 Filteraufbau

Die Prüfung erfolgt durch Besichtigen.

4.10 Tragkörper

4.10.1 Es ist durch Besichtigen zu prüfen, ob die Filter auswechselbar sind.

4.10.2 Die Prüfung ist nach dem unter 4.8 angegebenen Verfahren durchzuführen. Die Nullwerte der Winkel α und β werden erreicht, wenn die Achsen A, B und C der Prüfanordnung zueinander senkrecht stehen.

4.11 Mechanische Festigkeit

Die Prüfung erfolgt nach Abschnitt 4 von EN 168:2001

5 Herstellerinformation

Die Information ist in der (den) Sprache(n) des Landes auszuführen, in das die Laserschutzbrille verkauft wird.

Die Auswahlkriterien und die Gebrauchsanweisung müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

- a) Lichttransmissionsgrad ;
- b) Falls der Lichttransmissionsgrad kleiner als 20 % ist, so ist darauf hinzuweisen und dem Benutzer zu empfehlen, die Beleuchtungsstärke am Arbeitsplatz zu erhöhen;
- c) Im Falle farbiger Laserschutzfilter ein Warnhinweis, dass der Benutzer prüfen sollte, ob die Erkennung von Warnlichtern oder Warnzeichen gestört ist;
- d) Der Hinweis, dass Laserschutzbrillen nur gegen zufällige Bestrahlung schützen sollen und dass sowohl den Grenzwerten als auch der Beständigkeitsprüfung eine maximale Zeit von 10 s zugrunde liegt;
- e) Der Hinweis, dass Laserschutzbrillen und Laserschutzfilter mit Beschädigungen oder Farbänderungen nicht mehr verwendet werden sollten;
- f) Eine Erklärung der in der Kennzeichnung verwendeten Kurzzeichen;
- g) Der Hinweis, dass die Grenzwerte nach Anhang A gegenüber den Grenzwerten nach IEC 60825-1:2007 zur sicheren Seite vereinfacht sind. Falls der Benutzer die Werte von IEC 60825-1:2007 benutzen will, muss er besonders prüfen, ob die Beständigkeit der Laserschutzbrillen gegen Laserstrahlung für den vorgesehenen Verwendungszweck ausreichend ist;
- h) Hinweis auf ein geeignetes Reinigungsverfahren;
- i) Die Warnung, dass beschädigte Schutzbrillen bzw. Schutzbrillen mit belasteten Gläsern ausgetauscht werden müssen.

In der Gebrauchsanweisung ist auch darauf hinzuweisen, dass durch zufällige Reflexion von Laserstrahlung, z. B. durch Reflexe an spiegelnden Teilen (auch an Brillen), Kippen oder Dejustieren optischer Bauteile eine Gefährdung entstehen kann.

In der Gebrauchsanweisung ist auch darauf hinzuweisen, dass alle, die sich in Bereichen aufhalten, in denen die Möglichkeit einer Bestrahlung durch gefährliche Laserstrahlung besteht, Laserschutzbrillen tragen sollten.

Ferner soll der Hersteller mit dem Laserschutzfilter bzw. der Laserschutzbrille zusätzliche Angaben in Form von Transmissionskurven bzw. -tabellen liefern.

6 Kennzeichnung

6.1 Augenschutzgeräte

Für die Identifizierung müssen folgende Angaben auf den Laserschutzfiltern oder Tragkörpern dauerhaft gekennzeichnet sein:

- a) Wellenlänge(n) oder Wellenlängenbereich (in nm), bei denen das Filter schützt;
- b) Kennzeichen für die Prüfbedingung;

c) Schutzstufe;

Ist Schutz in einem oder mehreren Spektralbereichen durch das Laserschutzfilter sichergestellt, so muss die niedrigste Schutzstufe in dem jeweiligen Spektralbereich angegeben sein.

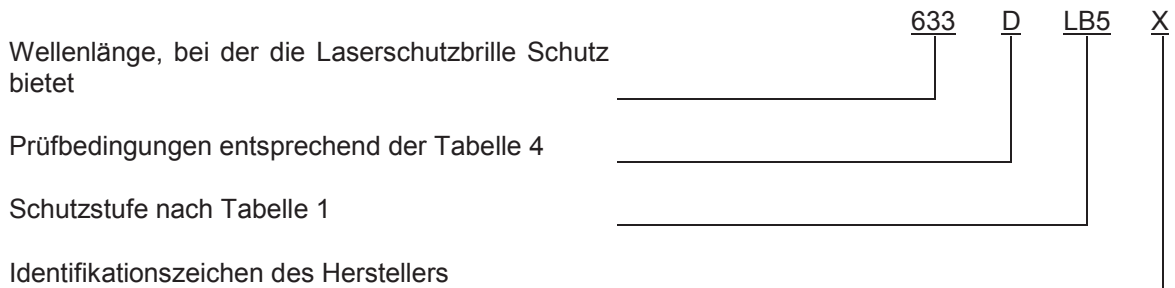
d) Identifikationszeichen des Herstellers;

Um Mehrfachbenutzung zu vermeiden, dürfen nur Zeichen verwendet werden, die auf europäischer oder nationaler Ebene vergeben wurden.

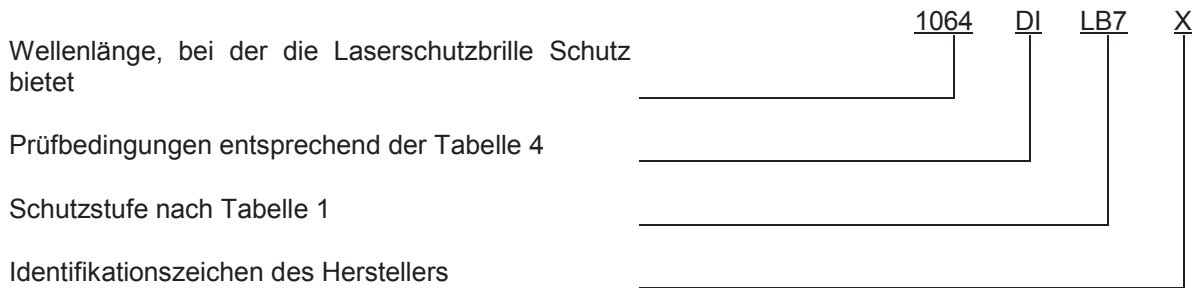
e) Erfüllt die Laserschutzbrille die Anforderung an die mechanische Festigkeit nach 3.11, ist zusätzlich eines der Kurzzeichen nach Abschnitt 9 von EN 166:2001 anzubringen.

Falls die Kennzeichnung auf den Laserschutzfiltern angebracht wird, darf sie die Durchsicht nicht behindern und die Schutzwirkung nicht beeinträchtigen.

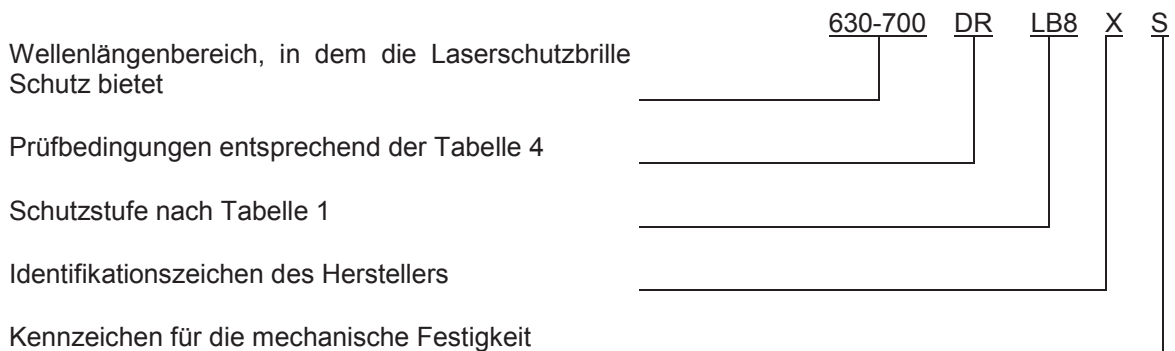
Beispiel 1:



Beispiel 2:



Beispiel 3:



Sind für eine Laserschutzbrille mehrere Kennzeichnungen zutreffend, so sind alle diese Kennzeichen anzubringen, oder wahlweise sind das Identifikationszeichen des Herstellers, das Prüfzeichen und das Kennzeichen für die mechanische Festigkeit nur einmal anzubringen, die übrigen Kennzeichenelemente sind mit einem + zu trennen.

Beispiel 4:

Die Kennzeichnung kann sehr ausgedehnt werden, wenn ein Filter oder ein Tragkörper gegen mehrere Wellenlängen schützt. In diesen Fällen kann die Kennzeichnung wie folgt zusammengefasst werden:

10 600 D LB3 + IR LB4

1 064 DI LB8 + R LB9

633 D LB4 + IR LB5

X S

Dabei haben die Symbole die gleiche Bedeutung wie in den vorhergehenden Beispielen.

6.2 Laserschutzfilter

Da Laserschutzfilter in Laserschutzbrillen nicht auswechselbar sein dürfen, ist bei Kennzeichnung der Laserschutzbrillen eine Filterkennzeichnung nicht erforderlich.

Laserschutzfilter zur Benutzung als Sichtfenster in Geräten und Anlagen sind wie in 6.1 zu kennzeichnen.

Anhang A (informativ)

Grundlagen

A.1 Grenzwerte und Zeitbasis

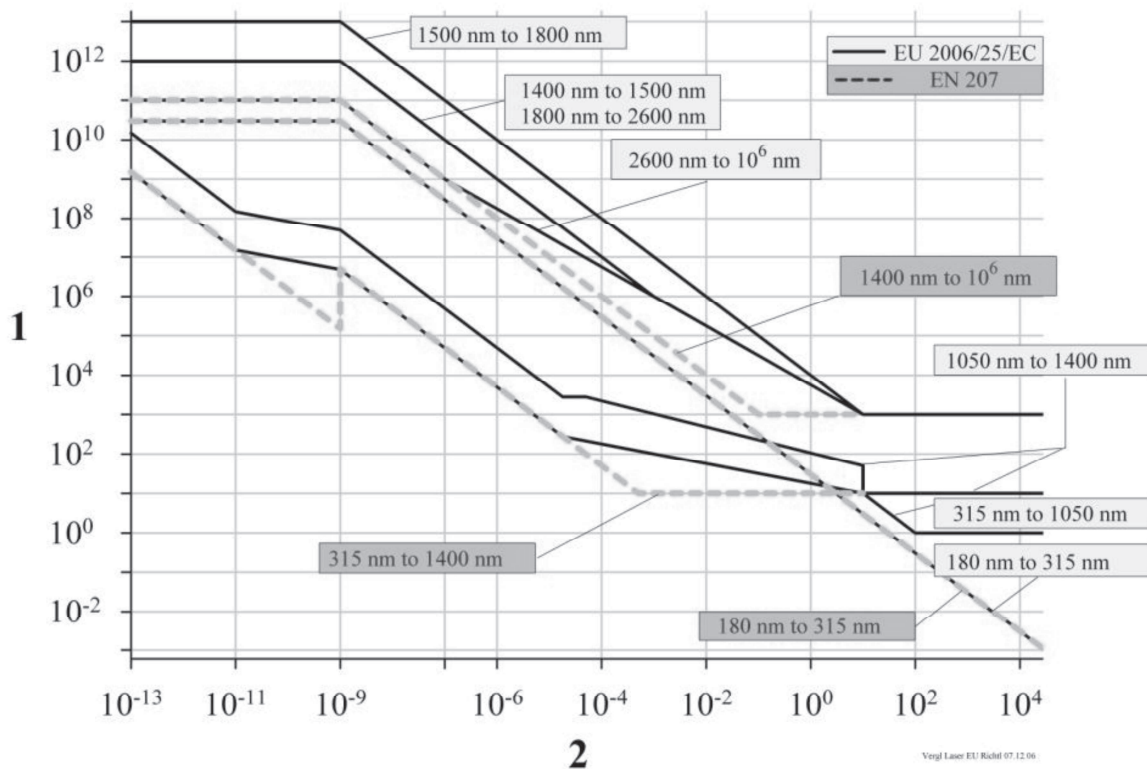
Die maximal zulässige Bestrahlung der Hornhaut des Auges ist in IEC 60825-1:2007 festgelegt. Diese Grenzwerte weisen eine komplizierte Zeit- und Wellenlängenabhängigkeit auf. In der vorliegenden Norm wird daher ein vereinfachter Zahlensatz verwendet, der mit diesen Grenzwerten entweder übereinstimmt oder auf der sicheren Seite liegt. Dabei wurden im Wellenlängenbereich von 180 nm bis 315 nm die zulässigen Grenzwerte für 30 000 s verwendet, sonst die zulässigen Grenzwerte für 10 s Bestrahlungsdauer. Die vereinfachten Werte sind Tabelle A.1 zu entnehmen.

In Bild A.1 werden die Werte aus Tabelle A.1 mit denen verglichen, die in der europäischen Richtlinie 2006/25/EG für künstliche Strahlung festgelegt sind. Das Diagramm zeigt, dass die Werte der Tabelle A.1 verglichen mit den Grenzwerten der EG-Richtlinie auf der sicheren Seite liegen.

Tabelle A.1 — Vereinfachte maximal zulässige Bestrahlungswerte auf der Hornhaut des Auges

Wellenlängenbereich	Bestrahlungsstärke <i>E</i>				Bestrahlung <i>H</i>			
	D		M		M		I, R	
nm	Impulsdauer s	W/m ²	Impulsdauer s	W/m ²	Impulsdauer s	W/m ²	Impulsdauer s	W/m ²
180 bis 315	30 000	0,001	< 10 ⁻⁹	3 × 10 ¹⁰	—	—	> 10 ⁻⁹ bis 3 × 10 ⁴	30
> 315 bis 1 400	> 5 × 10 ⁻⁴ bis 10	10	—	—	> 10 ⁻⁹	1,5 × 10 ⁻⁴	> 10 ⁻⁹ bis 5 × 10 ⁻⁴	0,005
> 1 400 bis 10 ⁶	> 0,1 bis 10	1 000	< 10 ⁻⁹	10 ¹¹	—	—	> 10 ⁻⁹ bis 0,1	100

Für wiederholt gepulste Laser siehe Anhang B.2.2 und IEC 60825-1:2007.



Legende

- 1 Bestrahlungsstärke [W/m²]
- 2 Einwirkungsdauer [s]

Bild A.1 — Vergleich der Grenzwerte nach EG 2006/25/EG mit den vereinfachten Werten dieser EN 207

A.2 Grenzdurchmesser

IEC 60825-1:2007 legt Durchmesser fest, über die bei der Berechnung der Energie-/Leistungsdichte des Laserstrahls zu mitteln ist. Im Wellenlängenbereich zwischen 400 nm und 1 400 nm ist dies ein Durchmesser von 7 mm entsprechend einer Fläche von 38,5 mm². Da in diesem Wellenlängenbereich eine Vielzahl typischer Laser (z. B. Argon-Laser, He-Ne-Laser, Nd-YAG-Laser) einen Strahldurchmesser von etwa 1 mm hat, ist die Leistungs-/Energiedichte in deren Strahl wesentlich höher, als bei Mittelung über die genannte Fläche errechnet würde. Wird bei der Berechnung der Leistungs-/Energiedichte der tatsächliche Strahldurchmesser benutzt, dann ergibt sich bei Auswahl der Schutzstufen nach Anhang B ein höherer Schutz als erforderlich. Da die Laserschutzfilter technisch nicht durch ihre Absorption, sondern durch ihre Beständigkeit gegen Laserstrahlung begrenzt sind, wird in dieser Norm bei der Berechnung der Leistungs-/Energiedichte der tatsächliche Strahldurchmesser verwendet.

Üblicherweise wird für die Berechnung der kleinste zugängliche Strahldurchmesser verwendet.

Bei divergenter Laserstrahlung (z. B. von Lichtwellenleiterenden oder Diodenlasern) kann der Strahldurchmesser in 10 cm Abstand vom Divergenzpunkt den Berechnungen der Leistungs-/Energiedichte zugrunde gelegt werden.

A.3 Winkelabhängigkeit

Die Messung der Winkelabhängigkeit des spektralen Transmissionsgrades ist bei Filtern für den Wellenlängenbereich von 400 nm bis 1 400 nm auf den Winkelbereich von 0° bis 30° begrenzt. Diese Begrenzung ist dadurch gerechtfertigt, dass beim Fixieren eines Objektes Augenbewegungen meist nur bis maximal 15° erfolgen. Bei Objekten, die unter einem größeren Winkel erscheinen, würde der Kopf bewegt.

A.4 Beispiel eines Prüfberichts

Der Bericht über die Prüfung der Strahlungsbeständigkeit sollte mindestens die folgenden Informationen beinhalten.

Tabelle A.2 — Prüfbericht

Laserparameter	Parameter			Symbol	Einheit	Betrag
	Wellenlänge			λ		
	Mittlere Leistung			P_m		
	Impulsfrequenzbereich			F		
	Impulsenergie			Q_{pulse}		
	Spitzenleistung			P_{peak}		
	Optische Impulsdauer			T_{pulse}		
	Strahldurchmesser an der Apertur			$D_{86,5}$		
	Strahlqualität			M^2		
	Strahldivergenz (Vollwinkel)			θ		
	Strahlpolarisation			—		
Ausrüstung zur Laserstrahlidiagnose und Detektion	Messmittel			Typ		Hersteller
	Leistungsmessung					
	Energiesmessung					
	Strahlprofil					
	Transmissionsmessung					
Bericht Nr.				Datum		
Beispiel Nr.				Ausführender		
Testbedingungen				Beobachtungen		
Schutzstufe	D LB		—	Während der Bestrahlung:		
Benötigte Energiedichte	E		W/m ²			
Strahldurchmesser auf der Probenoberfläche	d_{63}		mm	Laserseite:		
Bestrahlungsfeld	A_{63}		m ²			
Impulsdauer	cw	—	—	Augenseite:		
Mittlere Leistung extern gemessen	P		W			
Gemessene Schutzstufe	—		*D LB	Transmission:		
Prüfdauer	T_{test}		s			
Schutzstufe	I R M LB		—	Während der Bestrahlung:		
Benötigte Energiedichte	H		J/m ²			

Tabelle A.2 (fortgesetzt)

Testbedingungen				Beobachtungen
Strahldurchmesser auf der Probenoberfläche	D_{63}		s	Laserseite:
Bestrahlungsfeld	A_{63}		mm ²	
Impulsdauer	t_{pulse}		m ²	Augenseite:
Wiederholrate	F		Hz	
Mittlere Leistung extern gemessen	P_m		W	
Gemessene Schutzstufe	—		* I R LB	Transmission:
Prüfdauer	t_{test}		s	

Zeichnung des Prüfungsaufbaus	
Anmerkungen:	

Anhang B (informativ)

Leitfaden für die Verwendung von Laserschutzbrillen

Dieser Anhang gibt Empfehlungen für die Auswahl von Laserschutzbrillen entsprechend dem Lasertyp und den Einsatzbedingungen.

Vor der Auswahl von Augenschutz ist zunächst eine Risikoanalyse durchzuführen und das Risiko durch konstruktive und administrative Maßnahmen soweit wie möglich zu verringern. Solche Kontrollmaßnahmen finden sich in IEC 60825-1:2007 und zutreffenden nationalen Regeln.

Filter für Sichtfenster sollten so ausgewählt werden, dass sie auftreffender Laserstrahlung so lange standhalten wie diese vorhanden sein könnte.

ANMERKUNG Der Inhalt von Tabelle B.1 entspricht dem von Tabelle 1 von 3.1; er wurde wiederholt, um die Anwendung dieser Norm zu erleichtern.

B.1 Laserarten

Die Laserbetriebsarten unterscheiden sich durch Betriebsdauer und Impulslänge. Die Bedeutung der Formelzeichen D, I, R und M ist in Tabelle 4 angegeben.

Tabelle B.1 — Empfohlene Schutzstufen für die Verwendung der Laserschutzfilter bzw. Laserschutzbrillen

Schutzstufe	Maximaler spektraler Transmissionsgrad bei den Laserwellenlängen $\tau(\lambda)$	Maximale Leistungs- (E) und/oder Energiedichte (H) im Wellenlängenbereich								
		180 nm bis 315 nm			> 315 nm bis 1 400 nm			> 1 400 nm bis 1 000 μm		
		Für die Laserbetriebsart/Einwirkungsdauer in s								
		D $\geq 3 \cdot 10^4$	I, R 10^{-9} bis $3 \cdot 10^4$	M $< 10^{-9}$	D $> 5 \cdot 10^{-4}$	I, R 10^{-9} bis $5 \cdot 10^{-4}$	M $< 10^{-9}$	D $> 0,1$	I, R 10^{-9} bis 0,1	M $< 10^{-9}$
E_D W/m ²	$H_{I,R}$ J/m ²	E_M W/m ²	E_D W/m ²	$H_{I,R}$ J/m ²	H_M J/m ²	E_D W/m ²	$H_{I,R}$ J/m ²	E_M W/m ²		
LB1	10^{-1}	0,01	3×10^2	3×10^{11}	10^2	0,05	$1,5 \times 10^{-3}$	10^4	10^3	10^{12}
LB2	10^{-2}	0,1	3×10^3	3×10^{12}	10^3	0,5	$1,5 \times 10^{-2}$	10^5	10^4	10^{13}
LB3	10^{-3}	1	3×10^4	3×10^{13}	10^4	5	0,15	10^6	10^5	10^{14}
LB4	10^{-4}	10	3×10^5	3×10^{14}	10^5	50	1,5	10^7	10^6	10^{15}
LB5	10^{-5}	100	3×10^6	3×10^{15}	10^6	5×10^2	15	10^8	10^7	10^{16}
LB6	10^{-6}	10^3	3×10^7	3×10^{16}	10^7	5×10^3	$1,5 \times 10^2$	10^9	10^8	10^{17}
LB7	10^{-7}	10^4	3×10^8	3×10^{17}	10^8	5×10^4	$1,5 \times 10^3$	10^{10}	10^9	10^{18}
LB8	10^{-8}	10^5	3×10^9	3×10^{18}	10^9	5×10^5	$1,5 \times 10^4$	10^{11}	10^{10}	10^{19}
LB9	10^{-9}	10^6	3×10^{10}	3×10^{19}	10^{10}	5×10^6	$1,5 \times 10^5$	10^{12}	10^{11}	10^{20}
LB10	10^{-10}	10^7	3×10^{11}	3×10^{20}	10^{11}	5×10^7	$1,5 \times 10^6$	10^{13}	10^{12}	10^{21}

B.2 Bestimmung der Schutzstufe

Bei den folgenden Berechnungen der Leistungs- oder Energiedichte ist der tatsächliche Strahldurchmesser (kleinster Kreis, der 63 % der Laserleistung bzw. -energie enthält) zu verwenden. Bei nichtkreisförmigen Querschnitten ist analog zu verfahren und das kleinste Rechteck zu verwenden, das 63 % der Laserleistung bzw. -energie enthält.

Für die verschiedenen Laserbetriebsarten D, I, R und M sind Schutzstufen festgelegt. Für gepulste Laser kann eine Schutzstufe für eins der Symbole I, R oder M ermittelt werden und eine Schutzstufe für die Laserart D. Für jedes der beiden Arten kann eine eigene Schutzstufe ermittelt werden oder es wird der größere der beiden verwendet.

Falls andere Strahlungsdurchmesser d als 1 mm (Durchmesser gemäß Prüfung der Strahlungsbeständigkeit) benutzt werden um die Schutzstufe für ein angemessenes Filter zu bestimmen, sollten Leistungs- und Energiedichte aus Tabelle B.1 mit den folgenden Funktionen multipliziert werden (d ist der Strahldurchmesser in mm), je nach dem, welches der Hauptbestandteil des Schutzfilters ist:

$$\text{Glas} \quad F(d) = d^{1,1693}$$

$$\text{Plastik} \quad F(d) = d^{1,2233}$$

ANMERKUNG Aufgrund der Wärmeausbreitung hängt die Strahlungsbeständigkeit nicht nur von der Leistungs- und Energiedichte ab, sondern auch von dem Durchmesser des Bestrahlungsfeldes.

B.2.1 Dauerstrichlaser (D)

Die Leistungsdichte E des Laserstrahls errechnet sich aus der Laserleistung P und dem Strahlquerschnitt (bzw. der Grenzfläche) A wie folgt:

$$E = \frac{P}{A} \quad (\text{B.1})$$

Anschließend kann die erforderliche Schutzstufe aus der Spalte D von Tabelle B.1, die der Wellenlänge des Lasers entspricht, entnommen werden.

B.2.2 Gepulste Laser (I und R), Impulsdauer $\geq 10^{-9}$ s

Für die Bestimmung der Schutzstufen müssen grundsätzlich zwei Kriterien – Impulskriterium und Kriterium für die mittlere Leistung – wie im Folgenden beschrieben, angewandt werden. Aus dem ersten Kriterium ergibt sich eine Schutzstufe bezüglich der Betriebsarten I oder R (abhängig von der Impulsdauer des Lasers) und aus dem zweiten resultiert eine Schutzstufe gemäß der Laserart D, obwohl die Sicherheitsanforderungen eines gepulsten Lasers analysiert wurden.

B.2.2.1 Berechnung bei Impulsbetrieb

Die Energiedichte H des Laserstrahls errechnet sich aus der Impulsenergie Q und dem Strahlquerschnitt (bzw. der Grenzfläche) A wie folgt:

$$H = \frac{Q}{A} \quad (\text{B.2})$$

Für Laser im Wellenlängenbereich zwischen 400 nm bis 10^6 nm, einer Impulsdauer von $< 0,25$ s und einer Pulsfrequenz $\nu > 1$ Hz muss diese Energiedichte für den Einzelimpuls mit dem Korrekturfaktor k multipliziert werden.

$$H' = H \cdot k \quad (\text{B.3})$$

k wird anhand der Anzahl der Laserimpulse N , die während der Bestrahlungsdauer $T = 5$ s freigesetzt werden, wie folgt berechnet:

$$k = N^{1/4} \tag{B.4}$$

Anschließend kann die Schutzstufe für den größeren der beiden Werte H und H' der Spalte I oder R in Tabelle B.1 abhängig von der Wellenlänge entnommen werden. Für Impulsdauern von weniger als 10^{-6} s gilt Symbol R sonst I. Falls die Impulsdauer länger ist als die Bestrahlungsdauer, die in Tabelle B.1 angegeben ist, muss keine Schutzstufe für I ermittelt werden, sondern nur für D gemäß Absatz B.2.2.2.

Anmerkung zu der Berechnung des Faktors k :

Aus der Impulswiederholfrequenz ν des Lasers wird die Gesamtzahl der Impulse während der Bestrahlungsdauer berechnet durch

$$N = \nu \cdot 5 \text{ s} \tag{B.5}$$

und dann k nach Gleichung B.4.

Die Beziehung (B.5) muss nur dann angewendet werden, wenn die zeitliche Trennung zwischen aufeinander folgenden Einzelimpulsen $\delta T = 1/\nu$ länger ist als die wellenlängenabhängigen Perioden T_i wie in Tabelle B.3 angegeben. Für kürzere Impulsabstände als T_i muss die Energie aller Impulse addiert werden, die während T_i auftreten. In diesem Fall ist der Korrekturfaktor für die Energiedichte der einzelnen Laserimpulse gegeben durch das Produkt aus k und einem zusätzlichen Faktor k_{Ti} , welcher gleich der Anzahl der Impulse in der Zeit T_i ist.

Tabelle B.2 — Zeitperioden unter denen die Energien der Einzelimpulse addiert werden müssen und die maximalen Impulsfrequenzen $\nu_{\max} = 1/T_i$ für die Anwendung von (B.4)

	T_i / [s]	ν_{\max} / [Hz]
$400 \leq \lambda/\text{nm} < 1\ 050$	18×10^{-6}	$55,56 \times 10^3$
$1\ 050 \leq \lambda/\text{nm} < 1\ 400$	50×10^{-6}	20×10^3
$1\ 400 \leq \lambda/\text{nm} < 1\ 500$	10^{-3}	10^3
$1\ 500 \leq \lambda/\text{nm} < 1\ 800$	10	0,1
$1\ 800 \leq \lambda/\text{nm} < 2\ 600$	10^{-3}	10^3
$2\ 600 \leq \lambda/\text{nm} < 10$	10^{-7}	10^7

B.2.2.2 Berechnung der mittleren Leistung

Die mittlere Leistungsdichte E_m des Laserstrahls wird berechnet aus der mittleren Laserleistung P_m und aus dem Bestrahlungsfeld A :

$$E_m = \frac{P_m}{A} \tag{B.6}$$

oder, falls nur die Impulsenergie bekannt ist:

$$E_m = \frac{Q \cdot N / 5 \text{ s}}{A} \tag{B.7}$$

N ist die Anzahl der Impulse während der Bestrahlungsdauer, Q ist die Einzelimpulsenergie. Im Falle eines regelmäßig gepulsten Laserstrahls ist $(N / 5 \text{ s})$ die Laserfrequenz gemäß (B.5).

Die benötigte Schutzstufe kann anschließend in Spalte D von Tabelle B.1 für die Laserwellenlänge abgelesen werden. Das Symbol der Laserbetriebsart ist D .

B.2.3 Modengekoppelte Laser: Impulsdauer $< 10^{-9}$ s (M)

Für die Bestimmung der Schutzstufen müssen grundsätzlich zwei Kriterien – Impulskriterium und Kriterium für die mittlere Leistung – wie im Folgenden beschrieben, angewandt werden. Aus dem ersten Kriterium ergibt sich eine Schutzstufe für Betriebsart M und aus dem zweiten eine Schutzstufe für Betriebsart D, obwohl die Sicherheitsanforderungen eines gepulsten Lasers untersucht wurden.

B.2.3.1 Berechnung bei Impulsbetrieb

B.2.3.1.1 Wellenlängenbereich 400 nm bis 1 400 nm

Die Vorgehensweise ist analog zu der in B.2.2.1 beschriebenen. Für den maximalen Wert von H und H' kann die erforderliche Schutzstufe für diesen Wellenlängenbereich aus Spalte M von Tabelle B.1 abgelesen werden. Das Symbol für diese Betriebsart ist M .

B.2.3.1.2 Wellenlängenbereiche < 400 nm und $> 1 400$ nm

Die Spitzenleistungsdichte muss unter Benutzung der Einzelimpulsspitzenleistung P_P berechnet werden:

$$E_P = \frac{P_P}{A} \quad (\text{B.8})$$

Die benötigte Schutzstufe kann anschließend in Spalte M von Tabelle B.1 für die Wellenlänge des Lasers abgelesen werden. Das Symbol der Betriebsart ist M .

B.2.3.2 Berechnung der mittlere Leistung

Die Berechnung ist analog zu der in B.2.2.1 beschriebenen.

Die benötigte Schutzstufe kann anschließend in Spalte D von Tabelle B.1 für die Wellenlänge des Lasers abgelesen werden. Das Symbol der Betriebsart ist D .

B.3 Zeitbasis

Die Laserschutzbrillen nach Tabelle B.1 sind nicht für dauernden Blick in einen Laserstrahl geeignet. Der Schutz ist im Hinblick auf die Transmission (Abschwächung des Laserstrahls) für Wellenlängen im Wellenlängenbereich über 400 nm auf 10 s sonst auf 30 000 s angelegt. Die Beständigkeit gegen Laserstrahlung wird in beiden Fällen für 10 s geprüft.

Möchte ein Anwender in Sonderfällen auch für Wellenlängen über 400 nm eine Zeitbasis zugrunde legen, die größer als 10 s ist, so muss er unter Beachtung der Grenzwerte in EN 60825-1:2001 entsprechend höhere Schutzstufen auswählen.

B.4 Filter in Geräten

Laserschutzfilter nach dieser Norm können als Sichtfenster in Abschirmungen und Lasergeräten verwendet werden. Entsprechend der verwendeten Zeitbasis (siehe Abschnitt B.3) und den Prüfbedingungen (siehe 4.3) sollen sie hauptsächlich gegen zufällige Bestrahlung schützen.

Soll die Strahlung unter die Grenzwerte für Dauerbestrahlung abgeschwächt werden, so ist unter Beachtung von IEC 60825-1:2007 ein Laserschutzfilter einer entsprechend höheren Schutzstufe zu verwenden.

Der Gerätehersteller hat sicherzustellen, dass die Stabilität des Beobachtungsfensters gegen Laserstrahlung über die gesamte Betriebsdauer gegeben ist.

Anhang C
(informativ)

Grundlegende technische Änderungen dieser europäischen Norm gegenüber der vorhergehenden Norm

Abschnitt, Absatz, Tabelle, Bild	Änderungen
Tabelle 1, 6.1 und B.1	Der Schutzstufe gehen die Buchstaben LB voraus um zwischen den alten und den neuen Normen zu unterscheiden.
3.3	Korrekturfaktor $N^{-1/4}$ für die Energiedichte in Tabelle 1 wurde eingeführt.
3.9	Ein Abschnitt, der auswechselbare Filter zulässt, wenn der Tragkörper nicht zur Sicherheit der Laser beiträgt, wurde hinzugefügt.
4.3	Der Durchmesser des Laserstrahls für die Prüfung wurde auf mm festgelegt, die kleinste Impulswiederholffrequenz für Quasi-Dauerstrichlaser zur Prüfung wurde auf 25 Hz angehoben und ein Abschnitt wurde hinzu gefügt, dass Laser mit Einschwingverhalten für die Prüfung nicht benutzt werden dürfen. Der vom Durchmesser des Laserstrahls abhängige Faktor f wurde in den Anhang B verschoben.
A.1	Ein Abschnitt über die einschränkenden Werte der Richtlinie 2006/25/EC wurde ergänzt.
A.4	Ein Beispiel für den Prüfbericht wurde hinzugefügt.
ANMERKUNG Die aufgeführten technischen Änderungen beinhalten die grundlegenden technischen Änderungen aus der überarbeiteten EN, aber es ist keine vollständige Liste über alle Änderungen seit der vorhergehenden Version.	

Anhang ZA (informativ)

Abschnitte in dieser Europäischen Norm, die grundlegende Anforderungen oder andere Vorgaben der EG-Richtlinie 89/686/EWG betreffen

Diese Europäische Norm wurde im Rahmen eines Mandates, das dem CEN von der Europäischen Kommission und der Europäischen Freihandelszone erteilt wurde, erarbeitet und unterstützt grundlegende Anforderungen der EG-Richtlinie 89/686/EWG.

WARNHINWEIS: Für Produkte, die in den Anwendungsbereich dieser Norm fallen, können weitere Anforderungen und weitere EG-Richtlinien anwendbar sein.

Die folgenden Abschnitte dieser Norm sind geeignet, Anforderungen der Richtlinie 89/686/EWG zu unterstützen.

EG-Richtlinie 89/686/EWG, Anhang II	Abschnitt dieser Norm
1.1 Grundsätze der Gestaltung	3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.8
1.2 Unschädlichkeit der PSA	3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8
1.3 Bequemlichkeit und Effizienz	3.2, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.11
1.4 Informationsbroschüre des Herstellers	5, 6
2.3 PSA für Gesicht, Augen und Atemwege	3.8
2.4 PSA, die einer Alterung ausgesetzt sind	3.6
2.12 PSA mit einer oder mehreren direkt oder indirekt gesundheits- und sicherheitsrelevanten Markierungen oder Kennzeichnungen	6
3.1 Schutz gegen mechanische Stöße	3.11
3.9.1 Strahlenschutz	3.1, 3.3, 3.10

Die Übereinstimmung mit den Abschnitten dieser Norm ist eine Möglichkeit, die relevanten grundlegenden Anforderungen der betreffenden Richtlinie und der zugehörigen EFTA-Vorschriften zu erfüllen.

Literaturhinweise

- [1] EN 208, *Personal eye protection — Eye-protectors for adjustment work on lasers and laser systems (laser adjustment eye-protectors)*
- [2] DIRECTIVE 2006/25/EC on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to risks arising from physical agents (artificial optical radiation), April 2006