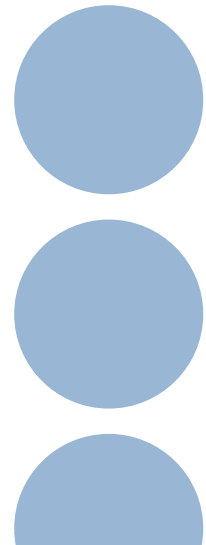


## Persönliche Schutzmaßnahmen bei der Laser-Materialbearbeitung

ID 090154



## Schutzmaßnahmen

- Rangfolge der Schutzmaßnahmen

**Substitution**

**Technische und bauliche Maßnahmen**

**Organisatorische und hygienische Maßnahmen**

**Persönliche Schutzmaßnahmen**



- Kombination von Schutzmaßnahmen oft notwendig
- Schutzmaßnahmen auch zum Schutz anderer Beschäftigter

ID 082847

## Laserschutzbrille nach EN 207



Quelle: Laservision GmbH & Co. KG



Quelle: Protect-Laserschutz GmbH

ID 030934

## Normen

### Laserschutzbrillen

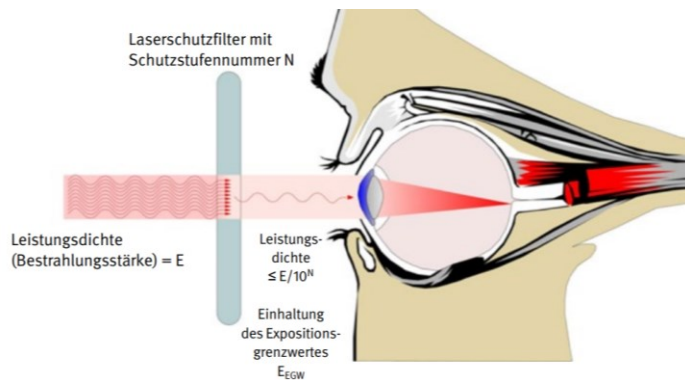
**DIN EN 207** Persönlicher Augenschutz - Filter und Augenschutzgeräte gegen Laserstrahlung (Laserschutzbrillen)

### Laserjustierbrillen

**DIN EN 208** Persönlicher Augenschutz - Augenschutzgeräte für Justierarbeiten an Lasern und Laseraufbauten (Laser-Justierbrillen)

ID 030935

## Laserschutzbrillen



Beständig gegen Laserstrahlung unter Norm-Bedingungen

→ 5 Sekunden bzw.

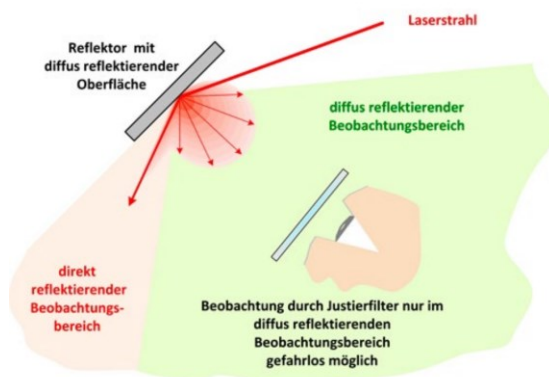
→ 50 Pulse

- Unfallsituation muss erkannt werden
- Gefahrenbereich muss verlassen werden

Quelle: Abbildung aus DGUV Information 203-042, [www.dguv.de/publikationen](http://www.dguv.de/publikationen) > Webcode: p203042

ID 082848

## Laserjustierbrillen



- Laserjustierbrillen reduzieren die Strahlungsleistung auf Werte unter 1 mW (Wellenlängenbereich 400 bis 700 nm; Laserklasse 2).
- Direkter Blick in den Strahl muss vermieden werden.
- Bei versehentlichem Blick in den direkten Laserstrahl unbedingt abwenden.

Quelle: Abbildung aus DGUV Information 203-042, [www.dguv.de/publikationen](http://www.dguv.de/publikationen) > Webcode: p203042

ID 082849

## Achtung!

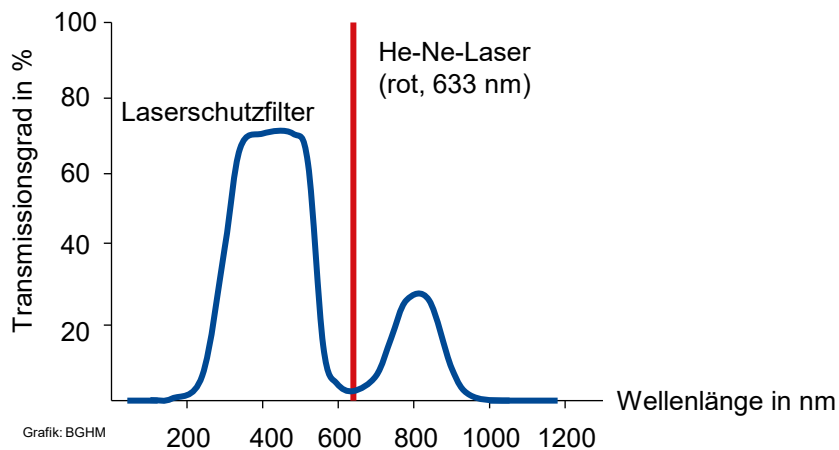
Die **Laser-Schutzbrillen** und **Laser-Justierbrillen** sind nicht für den dauernden Blick in einen Laserstrahl geeignet. Niemals direkt in den Laserstrahl blicken.



**Laserstrahlung**  
**Nicht in den Strahl blicken**

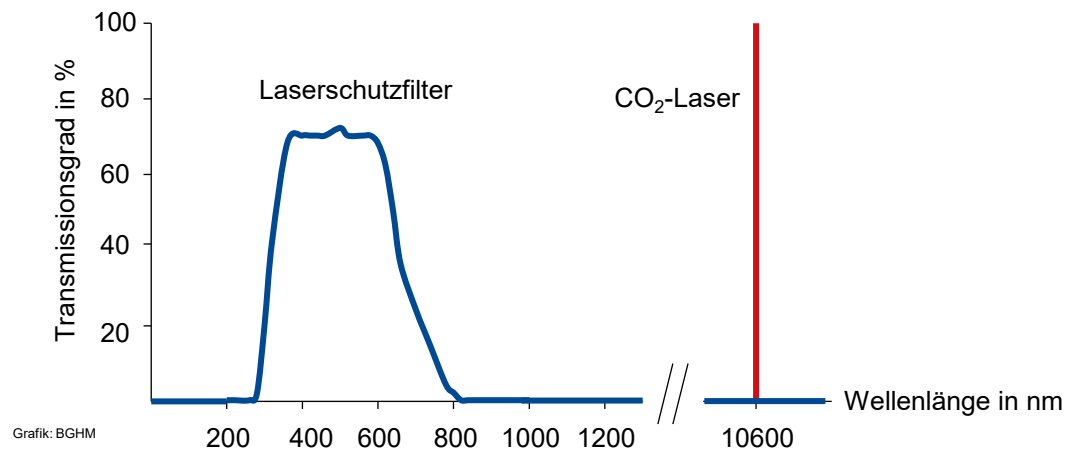
ID 082850

## Transmissionsgrad eines Laserschutzfilters



ID 030936

## Transmissionsgrad eines Laserschutzfilters



ID 030937

## Schutzstufenermittlung für Laserschutzbrillen

1. Laserart (Wellenlänge)
2. Laserbetriebsart (Dauerstrichlaser, Impulslaser, ...)
3. maximale Leistungs- bzw. Energiedichte
  - zulässiger Transmissionsgrade  $\tau(\lambda)$
  - Schutzstufe LB

ID 030938



### Schutzstufe Laserschutzbrille (1)

DGUV-I 203-042  
Tab. 3

(4) Transmissionsgrad

(5) Schutzstufe

(1) Wellenlänge

(2) Betriebsart

(3) max. Bestrahlungsstärke

Schutzstufe	Maximaler spektraler Transmissionsgrad bei der Laserwellenlänge $\tau(\lambda)$	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									(2) Betriebsart		
		D	I, R	M	D	I, R	M	D	I, R	M			
		$E_D$ W/m <sup>2</sup>	$H_{I,R}$ J/m <sup>2</sup>	$E_M$ W/m <sup>2</sup>	$E_D$ W/m <sup>2</sup>	$H_{I,R}$ J/m <sup>2</sup>	$E_M$ W/m <sup>2</sup>	$E_D$ W/m <sup>2</sup>	$H_{I,R}$ J/m <sup>2</sup>	$E_M$ W/m <sup>2</sup>			
	$10^{-1}$	0,01	$3 \times 10^2$	$3 \times 10^{11}$	$10^2$	0,05	$1,5 \cdot 10^{-3}$	$10^4$	$10^3$	$10^{12}$			
	$10^{-2}$	0,1	$3 \times 10^3$	$3 \times 10^{12}$	$10^3$	0,5	$1,5 \cdot 10^{-2}$	$10^5$	$10^4$	$10^{13}$			
LB 3	$10^{-3}$	1	$3 \times 10^4$	$3 \times 10^{13}$	$10^4$	5	0,15	$10^6$	$10^5$	$10^{14}$			
LB 4	$10^{-4}$	10	$3 \times 10^5$	$3 \times 10^{14}$	$10^5$	50	1,5	$10^7$	$10^6$	$10^{15}$			
LB 5	$10^{-5}$	$10^2$	$3 \times 10^6$	$3 \times 10^{15}$	$10^6$	$5 \times 10^2$	15	$10^8$	$10^7$	$10^{16}$			
LB 6	$10^{-6}$	$10^3$	$3 \times 10^7$	$3 \times 10^{16}$	$10^7$	$5 \times 10^3$							
LB 7	$10^{-7}$	$10^4$	$3 \times 10^8$	$3 \times 10^{17}$	$10^8$	$5 \times 10^4$							
LB 8	$10^{-8}$	$10^5$	$3 \times 10^9$	$3 \times 10^{18}$	$10^9$	$5 \times 10^5$	$1,5 \times 10^4$	$10^{11}$	$10^{10}$	$10^{19}$			
LB 9	$10^{-9}$	$10^6$	$3 \times 10^{10}$	$3 \times 10^{19}$	$10^{10}$	$5 \times 10^6$	$1,5 \times 10^5$	$10^{12}$	$10^{11}$	$10^{20}$			
LB 10	$10^{-10}$	$10^7$	$3 \times 10^{11}$	$3 \times 10^{20}$	$10^{11}$	$5 \times 10^7$	$1,5 \times 10^6$	$10^{13}$	$10^{12}$	$10^{21}$			

Quelle: DGUV/BGHM

ID 030939



### Transmissionsgrad und Schutzstufe

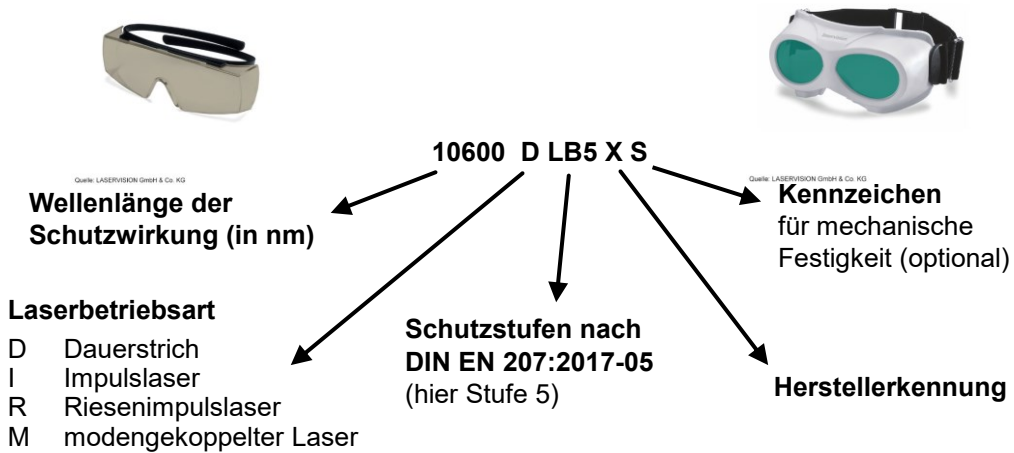
Transmissionsgrad

Schutzstufe

100 %	1	$10^0$	
10 %	0,1	$10^{-1}$	LB1
1 %	0,01	$10^{-2}$	LB2
0,1 %	0,001	$10^{-3}$	LB3
0,01 %	0,0001	$10^{-4}$	LB4
0,001 %	0,00001	$10^{-5}$	LB5
...			

ID 030940

## Kennzeichnung Laserschutzbrille



ID 030941

## Beschussversuch Laserschutzbrille CO<sub>2</sub> - Laser

Video - Beschuss des Schutzglases



(anklicken)

Video - Beschuss des Gehäuses



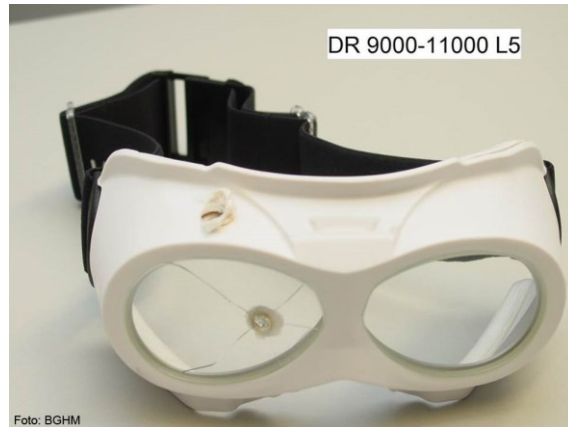
(anklicken)

Quelle: BGHM

ID 030962

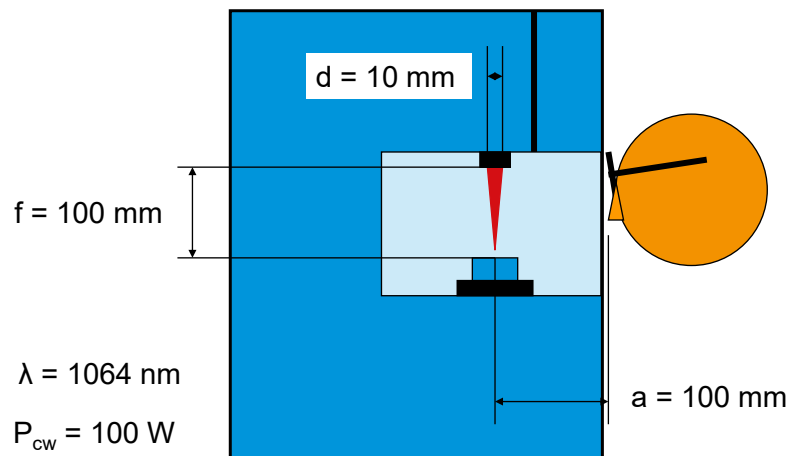
## Beschussversuch – Laserschutzbrille CO<sub>2</sub>-Laser

Beschuss des Gehäuses



ID 030963

## Laserbeschriftungssystem



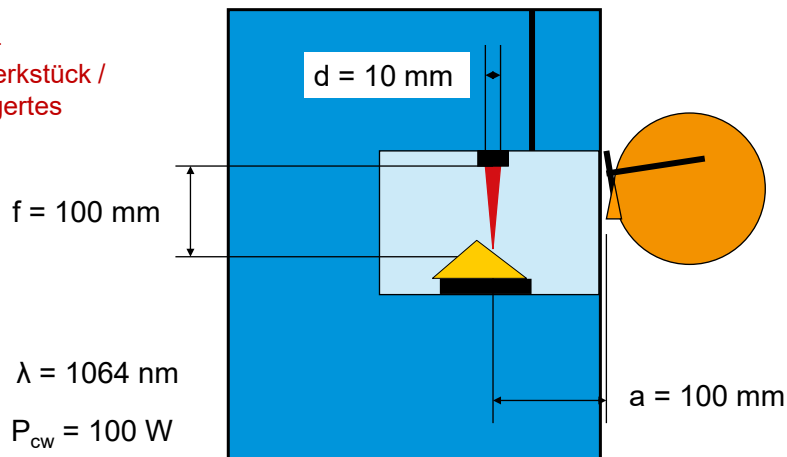
Grafik: BGHM

ID 030945



## Laserbeschriftungssystem

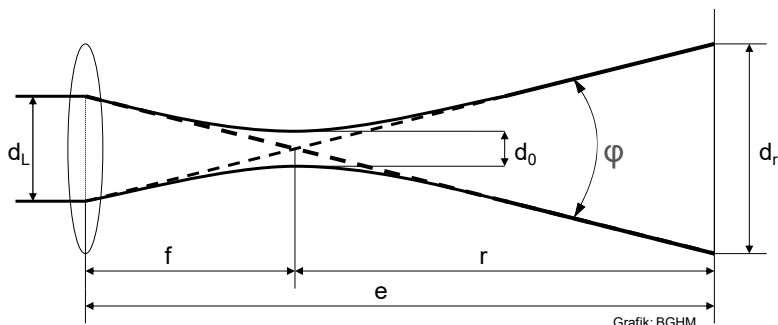
worst case –  
schräges Werkstück /  
schräg gelagertes  
Werkstück



Grafik: BGHM

ID 030945

## Laserstrahl – Relevante Kenngrößen



Leistung	$P$	[W]
Leistungsdichte = Bestrahlungsstärke	$E = P / A$	[W/m <sup>2</sup> ]
Energie	$Q$	[J]
Energiedichte = Bestrahlung	$H = Q / A$	[J/m <sup>2</sup> ]
Fläche	$A = \pi d^2 / 4$	
Strahlensatz	$d_L / f = d_r / r$	

$d_L$  = Rohstrahldurchmesser  
 $d_0$  = Fokusbereich  
 $d_r$  = Strahldurchmesser im Abstand  $r$  zum Fokuspunkt

$f$  = Brennweite der Linse  
 $\phi$  = Divergenzwinkel

ID 030241



Ermittlung Leistungsdichte

P = 100 W  
d = 10 mm

$A = (\pi / 4) d^2 = (\pi / 4) (10^{-2} \text{ m})^2 = 0,79 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

$E = P / A = 100 \text{ W} / (0,79 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2) = 1,27 \cdot 10^6 \text{ W/m}^2$

ID 090158



Schutzstufe Laserschutzbrille (2)

DGUV-I 203-042  
Tab. 3

(4) L6

Schutzstufe  
1064 DLB 6

Quelle: DGUV/BGHM

Schutz- stufe	Maximaler spektraler Transmissionsgrad bei der Laserwellenlänge $\tau(\lambda)$	Maximale Leistungs- (E) und/oder Energiedichte (H) im Wellenlängenbereich								
		180 nm bis 315 nm			> 315 nm bis 1400 nm			> 1400 nm bis 1000 µm		
					Für die Laser					
		D	I, R	M	D	I, R	M	D	I, R	M
		$E_D$ W/m <sup>2</sup>	$H_{I,R}$ J/m <sup>2</sup>	$E_M$ W/m <sup>2</sup>	$E_D$ W/m <sup>2</sup>	$H_{I,R}$ J/m <sup>2</sup>	$E_M$ W/m <sup>2</sup>	$E_D$ W/m <sup>2</sup>	$H_{I,R}$ J/m <sup>2</sup>	$E_M$ W/m <sup>2</sup>
LB 1	10 <sup>-1</sup>	0,01	3 x 10 <sup>2</sup>	3 x 10 <sup>11</sup>	10 <sup>2</sup>	0,05	1,5 · 10 <sup>-3</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>12</sup>
LB 2	10 <sup>-2</sup>	0,1	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>12</sup>	10 <sup>3</sup>	0,5	1,5 · 10 <sup>-2</sup>	10 <sup>5</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>13</sup>
LB 3	10 <sup>-3</sup>	1	3 x 10 <sup>4</sup>	3 x 10 <sup>13</sup>	10 <sup>4</sup>	5	0,15	10 <sup>6</sup>	10 <sup>5</sup>	10 <sup>14</sup>
LB 4	10 <sup>-4</sup>	10	3 x 10 <sup>5</sup>	3 x 10 <sup>14</sup>	10 <sup>5</sup>	5	1,5	10 <sup>7</sup>	10 <sup>6</sup>	10 <sup>15</sup>
LB 5	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>2</sup>	3 x 10 <sup>6</sup>	3 x 10 <sup>15</sup>	10 <sup>6</sup>	5 x 10 <sup>2</sup>	15	10 <sup>8</sup>	10 <sup>7</sup>	10 <sup>16</sup>
LB 6	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>7</sup>	3 x 10 <sup>16</sup>	10 <sup>7</sup>	5 x 10 <sup>3</sup>	1,5 x 10 <sup>2</sup>	10 <sup>9</sup>	10 <sup>8</sup>	10 <sup>17</sup>
LB 7	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>4</sup>	3 x 10 <sup>8</sup>	3 x 10 <sup>17</sup>	10 <sup>8</sup>	5 x 10 <sup>4</sup>	1,5 x 10 <sup>3</sup>	10 <sup>10</sup>	10 <sup>9</sup>	10 <sup>18</sup>
LB 8	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>5</sup>	3 x 10 <sup>9</sup>	3 x 10 <sup>18</sup>	10 <sup>9</sup>	5 x 10 <sup>5</sup>	1,5 x 10 <sup>4</sup>	10 <sup>11</sup>	10 <sup>10</sup>	10 <sup>19</sup>
LB 9	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>6</sup>	3 x 10 <sup>10</sup>	3 x 10 <sup>19</sup>	10 <sup>10</sup>	5 x 10 <sup>6</sup>	1,5 x 10 <sup>5</sup>	10 <sup>12</sup>	10 <sup>11</sup>	10 <sup>20</sup>
LB 10	10 <sup>-10</sup>	10 <sup>7</sup>	3 x 10 <sup>11</sup>	3 x 10 <sup>20</sup>	10 <sup>11</sup>	5 x 10 <sup>7</sup>	1,5 x 10 <sup>6</sup>	10 <sup>13</sup>	10 <sup>12</sup>	10 <sup>21</sup>

ID 030946

## DGUV-Information 203-042

Standzeit von Laserschutzbrillen gemäß DIN EN 207:  
5 Sekunden

Verwendung einer Überhöhungsfunktion  $F(d)$

Vorgehensweise bei der Auswahl von Laserschutzbrillen  
bei gepulsten Lasern



Quelle: DGUV

ID 090094b

## Überhöhungsfunktion $F(d)$

Referenzstrahldurchmesser  $d_{63} = 1 \text{ mm}$

Ist tatsächlicher Strahldurchmesser  $d_{63} > 1 \text{ mm}$ , gilt

$$F(d) = d[\text{mm}]^{1,7}$$

$$E' = E \cdot F(d)$$

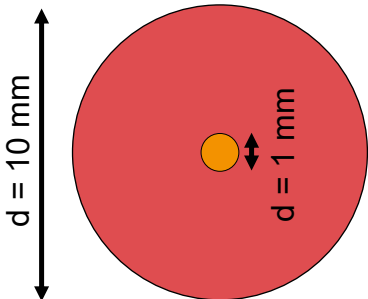
für  $d = 1 \dots 15 \text{ mm}$   
 $E > 10^5 \text{ W/m}^2$   
 $P > 10 \text{ W}$

(Exponent 1,7 wurde empirisch ermittelt)

**Sofern die tatsächliche  
(spezifische)  
Überhöhungsfunktion  
nicht bekannt ist.**

ID 090159

Überhöhungsfunktion F(d)



Strahl auf  
Brillenoberfläche

$E = 1,27 \times 10^6\text{ W/m}^2$  Schutzstufe DLB6

Überhöhungsfunktion

$F = d[\text{mm}]^{1,7} = 10^{1,7} = 50,12$

$E' = E \times F$

$E' = 1,27 \times 10^6\text{ W/m}^2 \times 50,12$   
 $= 6,37 \times 10^7\text{ W/m}^2$

Schutzstufe Laserschutzbrille (2)

DGUV-I 203-042  
Tab. 3

(4) L7

Schutzstufe  
1064 DLB 7

(1) 315 bis 1400 nm

(2) D

(3)  $10^8$

Schutzstufe	Maximaler spektraler Transmissionsgrad bei der Laserwellenlänge $\tau(\lambda)$	Maximale Leistungs- (E) und/oder Energiedichte (H) im Wellenlängenbereich								
		180 nm bis 315 nm			> 315 nm bis 1400 nm			> 1400 nm bis 1000 $\mu\text{m}$		
		D	I, R	M	D	I, R	M	D	I, R	M
		$E_0$ W/m <sup>2</sup>	$H_{I,R}$ J/m <sup>2</sup>	$E_M$ W/m <sup>2</sup>	$E_0$ W/m <sup>2</sup>	$H_{I,R}$ J/m <sup>2</sup>	$E_M$ W/m <sup>2</sup>	$E_0$ W/m <sup>2</sup>	$H_{I,R}$ J/m <sup>2</sup>	$E_M$ W/m <sup>2</sup>
LB 1	$10^{-1}$	0,01	$3 \times 10^2$	$3 \times 10^{11}$	$10^2$	0,05	$1,5 \cdot 10^{-3}$	$10^4$	$10^3$	$10^{12}$
LB 2	$10^{-2}$	0,1	$3 \times 10^3$	$3 \times 10^{12}$	$10^3$	0,5	$1,5 \cdot 10^{-2}$	$10^5$	$10^4$	$10^{13}$
LB 3	$10^{-3}$	1	$3 \times 10^4$	$3 \times 10^{13}$	$10^4$	5	0,15	$10^6$	$10^5$	$10^{14}$
LB 4	$10^{-4}$	10	$3 \times 10^5$	$3 \times 10^{14}$	$10^5$	5	1,5	$10^7$	$10^6$	$10^{15}$
LB 5	$10^{-5}$	$10^2$	$3 \times 10^6$	$3 \times 10^{15}$	$10^6$	$5 \times 10^2$	15	$10^8$	$10^7$	$10^{16}$
LB 6	$10^{-6}$	$10^3$	$3 \times 10^7$	$3 \times 10^{16}$	$10^7$	$5 \times 10^3$	$1,5 \times 10^2$	$10^9$	$10^8$	$10^{17}$
LB 7	$10^{-7}$	$10^4$	$3 \times 10^8$	$3 \times 10^{17}$	$10^8$	$5 \times 10^4$	$1,5 \times 10^3$	$10^{10}$	$10^9$	$10^{18}$
LB 8	$10^{-8}$	$10^5$	$3 \times 10^9$	$3 \times 10^{18}$	$10^9$	$5 \times 10^5$	$1,5 \times 10^4$	$10^{11}$	$10^{10}$	$10^{19}$
LB 9	$10^{-9}$	$10^6$	$3 \times 10^{10}$	$3 \times 10^{19}$	$10^{10}$	$5 \times 10^6$	$1,5 \times 10^5$	$10^{12}$	$10^{11}$	$10^{20}$
LB 10	$10^{-10}$	$10^7$	$3 \times 10^{11}$	$3 \times 10^{20}$	$10^{11}$	$5 \times 10^7$	$1,5 \times 10^6$	$10^{13}$	$10^{12}$	$10^{21}$

## DGUV-Information 203-042

Standzeit von Laserschutzbrillen gemäß DIN EN 207:  
5 Sekunden

Verwendung einer Überhöhungsfunktion  $F(d)$

Vorgehensweise bei der Auswahl von Laserschutzbrillen  
bei gepulsten Lasern



Quelle: DGUV

ID 090094c

## Kennzeichnung (3)

$P_0 = 100 \text{ W}$   
 $P_p \leq 5,5 \text{ kW}$   
 $t = 0,1 \text{ ms} - 20 \text{ ms}$   
 $F = \text{Einzelimpuls bis } 300 \text{ Hz}$   
 $\lambda = 1064 \text{ nm}$

$f = 100 \text{ mm}$

$d_L = 10 \text{ mm}$

Bedingungen wie bei  
vorherigem Beispiel

$E' = 6,02 \times 10^7 \text{ W/m}^2$

ID 030905a

## Schutzstufe Laserschutzbrille (3)

DGUV-I 203-042  
Tab. 3

(4) L7

Schutzstufe  
1064 DLB 7

Quelle: DGUV/BGHM

Schutz- stufe	Maximaler spektraler Transmissionsgrad bei der Laserwellenlänge $\tau(\lambda)$	Maximale Leistungs- (E) und/oder Energiedichte (H) im Wellenlängenbereich								
		180 nm bis 315 nm			> 315 nm bis 1400 nm			> 1400 nm bis 1000 $\mu\text{m}$		
					Für die Laser					
		D	I, R	M	D	I, R	M	D	I, R	M
		$E_0$ W/m <sup>2</sup>	$H_{I,R}$ J/m <sup>2</sup>	$E_M$ W/m <sup>2</sup>	$E_0$ W/m <sup>2</sup>	$H_{I,R}$ J/m <sup>2</sup>	$E_M$ W/m <sup>2</sup>	$E_0$ W/m <sup>2</sup>	$H_{I,R}$ J/m <sup>2</sup>	$E_M$ W/m <sup>2</sup>
LB 1	$10^{-1}$	0,01	$3 \times 10^2$	$3 \times 10^{11}$	$10^2$	0,05	$1,5 \cdot 10^{-3}$	$10^4$	$10^3$	$10^{12}$
LB 2	$10^{-2}$	0,1	$3 \times 10^3$	$3 \times 10^{12}$	$10^3$	0,5	$1,5 \cdot 10^{-2}$	$10^5$	$10^4$	$10^{13}$
LB 3	$10^{-3}$	1	$3 \times 10^4$	$3 \times 10^{13}$	$10^4$	5	0,15	$10^6$	$10^5$	$10^{14}$
LB 4	$10^{-4}$	10	$3 \times 10^5$	$3 \times 10^{14}$	$10^5$	5	1,5	$10^7$	$10^6$	$10^{15}$
LB 5	$10^{-5}$	$10^2$	$3 \times 10^6$	$3 \times 10^{15}$	$10^6$	$5 \times 10^2$	15	$10^8$	$10^7$	$10^{16}$
LB 6	$10^{-6}$	$10^3$	$3 \times 10^7$	$3 \times 10^{16}$	$10^7$	$5 \times 10^3$	$1,5 \times 10^2$	$10^9$	$10^8$	$10^{17}$
LB 7	$10^{-7}$	$10^4$	$3 \times 10^8$	$3 \times 10^{17}$	$10^8$	$5 \times 10^4$	$1,5 \times 10^3$	$10^{10}$	$10^9$	$10^{18}$
LB 8	$10^{-8}$	$10^5$	$3 \times 10^9$	$3 \times 10^{18}$	$10^9$	$5 \times 10^5$	$1,5 \times 10^4$	$10^{11}$	$10^{10}$	$10^{19}$
LB 9	$10^{-9}$	$10^6$	$3 \times 10^{10}$	$3 \times 10^{19}$	$10^{10}$	$5 \times 10^6$	$1,5 \times 10^5$	$10^{12}$	$10^{11}$	$10^{20}$
LB 10	$10^{-10}$	$10^7$	$3 \times 10^{11}$	$3 \times 10^{20}$	$10^{11}$	$5 \times 10^7$	$1,5 \times 10^6$	$10^{13}$	$10^{12}$	$10^{21}$

(1) 315 bis 1400 nm

(2) D

(3)  $10^8$

ID 030946

## Impuls

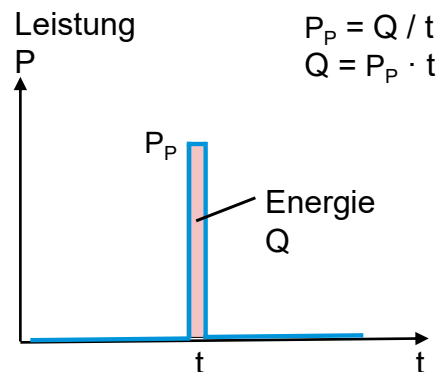
$$P_P = 5,5 \text{ kW}$$

Annahme: Maximalleistung bei  $t = 1 \text{ ms}$

$$Q = P_P \cdot t = 5,5 \text{ kW} \times 0,001 \text{ s} = 5,5 \text{ J}$$

$$H = Q / A = 5,5 \text{ J} / 0,79 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$H = 3,9 \cdot 10^4 \text{ J/m}^2$$



ID 090163

Schutzstufe Laserschutzbrille - Impuls

DGUV-I 203-042  
Tab. 3

(4) ILB 7

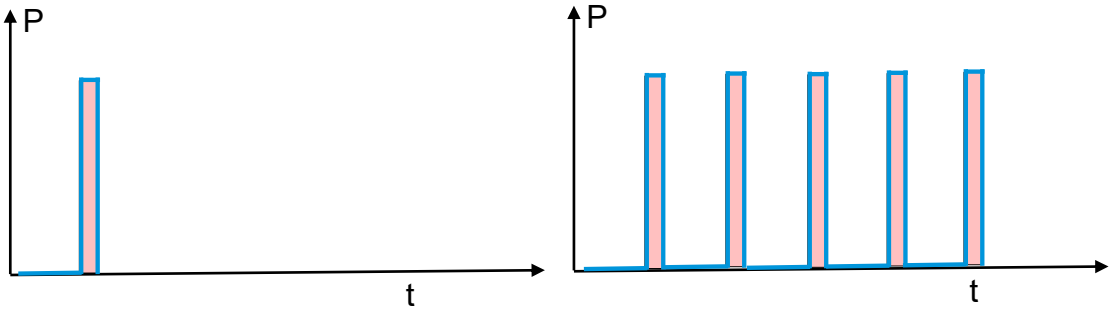
Schutzstufe  
1064 ILB 7

Quelle: DGUV/BGHM

Schutz- stufe	Maximaler spektraler Transmissionsgrad bei der Laserwellenlänge $\tau(\lambda)$	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 $\mu\text{m}$			
		Für die Laserbetriebsart									(2) I
		D	I, R	M	D	I, R	M	D	I, R	M	
		$E_D$ W/m <sup>2</sup>	$H_{I,R}$ J/m <sup>2</sup>	$E_M$ W/m <sup>2</sup>	$E_D$ W/m <sup>2</sup>	$H_{I,R}$ J/m <sup>2</sup>	$E_M$ W/m <sup>2</sup>	$E_D$ W/m <sup>2</sup>	$H_{I,R}$ J/m <sup>2</sup>	$E_M$ W/m <sup>2</sup>	
LB 1	$10^{-1}$	0,01	$3 \times 10^2$	$3 \times 10^{11}$	$10^2$	0,05	$1,5 \cdot 10^{-3}$	$10^4$	$10^3$	$10^{12}$	
LB 2	$10^{-2}$	0,1	$3 \times 10^3$	$3 \times 10^{12}$	$10^3$	0,5	$1,5 \cdot 10^{-2}$	$10^5$	$10^4$	$10^{13}$	
LB 3	$10^{-3}$	1	$3 \times 10^4$	$3 \times 10^{13}$	$10^4$		0,15	$10^6$	$10^5$	$10^{14}$	
LB 4	$10^{-4}$	10	$3 \times 10^5$	$3 \times 10^{14}$	$10^5$	50	1,5	$10^7$	$10^6$	$10^{15}$	
LB 5	$10^{-5}$	$10^2$	$3 \times 10^6$	$3 \times 10^{15}$	$10^6$	$5 \times 10^2$	15	$10^8$	$10^7$	$10^{16}$	
LB 6	$10^{-6}$	$10^3$	$3 \times 10^7$	$3 \times 10^{16}$	$10^7$	$5 \times 10^3$	$1,5 \times 10^2$	(3) $5 \times 10^4$	$10^{10}$	$10^9$	$10^{17}$
LB 7	$10^{-7}$	$10^4$	$3 \times 10^8$	$3 \times 10^{17}$	$10^8$	$5 \times 10^4$	$1,5 \times 10^3$		$10^{11}$	$10^{10}$	$10^{18}$
LB 8	$10^{-8}$	$10^5$	$3 \times 10^9$	$3 \times 10^{18}$	$10^9$	$5 \times 10^5$	$1,5 \times 10^4$	$10^{12}$	$10^{11}$	$10^{19}$	
LB 9	$10^{-9}$	$10^6$	$3 \times 10^{10}$	$3 \times 10^{19}$	$10^{10}$	$5 \times 10^6$	$1,5 \times 10^5$	$10^{13}$	$10^{12}$	$10^{20}$	
LB 10	$10^{-10}$	$10^7$	$3 \times 10^{11}$	$3 \times 10^{20}$	$10^{11}$	$5 \times 10^7$	$1,5 \times 10^6$	$10^{14}$	$10^{13}$	$10^{21}$	

ID 030946

Impulsfolge



ID 090164



## Berücksichtigung Impulsfolge

Berücksichtigung Impulsfolge innerhalb 5 s

$$H' = H \cdot N^{0,25} \quad (\text{empirisch ermittelt})$$

$$N = f \cdot 5 \quad \text{Impulszahl innerhalb von 5 s}$$

für  $\lambda = 400 \text{ nm} \dots 10^6 \text{ nm}$

$$t < 0,25 \text{ s}$$

$$f > 1 \text{ Hz}$$

ID 090165



## Berücksichtigung Impulsfolge

Berücksichtigung Impulsfolge innerhalb von 5 s

$$f = 300 \text{ Hz}$$

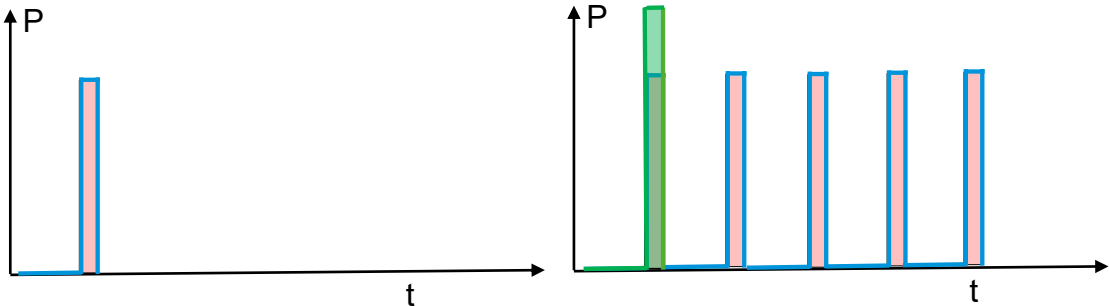
$$\begin{aligned} N &= f \cdot 5 \\ &= 1500 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H' &= H \cdot N^{0,25} \\ &= 3,9 \cdot 10^4 \text{ J/m}^2 \cdot 1500^{0,25} \\ &= 3,9 \cdot 10^4 \text{ J/m}^2 \cdot 6,22 \\ &= 2,4 \cdot 10^5 \text{ J/m}^2 \end{aligned}$$

ID 090166



Impulsfolge



ID 090164

Schutzstufe Laserschutzbrille - Impuls

DGUV-I 203-042  
Tab. 3

(4) ILB 8

Schutzstufe  
1064 ILB 8

(1) 315 bis 1400 nm

(2) I

(3)  $5 \times 10^5$

Schutz- stufe	Maximaler spektraler Transmissionsgrad bei der Laserwellenlänge $\tau(\lambda)$	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 $\mu$ m			
		Für die Laservetriebsart									(2) I
		D	I, R	M	D	I, R	M	E <sub>0</sub>	I, R	M	
		E <sub>0</sub> W/m <sup>2</sup>	H <sub>I, R</sub> J/m <sup>2</sup>	E <sub>M</sub> W/m <sup>2</sup>	E <sub>0</sub> W/m <sup>2</sup>	H <sub>I, R</sub> J/m <sup>2</sup>	E <sub>M</sub> W/m <sup>2</sup>	E <sub>0</sub> W/m <sup>2</sup>	H <sub>I, R</sub> J/m <sup>2</sup>	E <sub>M</sub> W/m <sup>2</sup>	
LB 1	10 <sup>-1</sup>	0,01	3 x 10 <sup>2</sup>	3 x 10 <sup>11</sup>	10 <sup>2</sup>	0,05	1,5 · 10 <sup>-3</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>12</sup>	
LB 2	10 <sup>-2</sup>	0,1	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>12</sup>	10 <sup>3</sup>	0,5	1,5 · 10 <sup>-2</sup>	10 <sup>5</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>13</sup>	
LB 3	10 <sup>-3</sup>	1	3 x 10 <sup>4</sup>	3 x 10 <sup>13</sup>	10 <sup>4</sup>		0,15	10 <sup>6</sup>	10 <sup>5</sup>	10 <sup>14</sup>	
LB 4	10 <sup>-4</sup>	10	3 x 10 <sup>5</sup>	3 x 10 <sup>14</sup>	10 <sup>5</sup>	50	1,5	10 <sup>7</sup>	10 <sup>6</sup>	10 <sup>15</sup>	
LB 5	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>2</sup>	3 x 10 <sup>6</sup>	3 x 10 <sup>15</sup>	10 <sup>6</sup>	5 x 10 <sup>2</sup>	15	10 <sup>8</sup>	10 <sup>7</sup>	10 <sup>16</sup>	
LB 6	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>7</sup>	3 x 10 <sup>16</sup>	10 <sup>7</sup>	5 x 10 <sup>3</sup>	1,5 x 10 <sup>2</sup>				
LB 7	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>4</sup>	3 x 10 <sup>8</sup>	3 x 10 <sup>17</sup>	10 <sup>8</sup>	5 x 10 <sup>4</sup>	1,5 x 10 <sup>3</sup>	10 <sup>10</sup>	10 <sup>9</sup>	10 <sup>18</sup>	
LB 8	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>5</sup>	3 x 10 <sup>9</sup>	3 x 10 <sup>18</sup>	10 <sup>9</sup>	5 x 10 <sup>5</sup>	1,5 x 10 <sup>4</sup>	10 <sup>11</sup>	10 <sup>10</sup>	10 <sup>19</sup>	
LB 9	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>6</sup>	3 x 10 <sup>10</sup>	3 x 10 <sup>19</sup>	10 <sup>10</sup>	5 x 10 <sup>6</sup>	1,5 x 10 <sup>5</sup>	10 <sup>12</sup>	10 <sup>11</sup>	10 <sup>20</sup>	
LB 10	10 <sup>-10</sup>	10 <sup>7</sup>	3 x 10 <sup>11</sup>	3 x 10 <sup>20</sup>	10 <sup>11</sup>	5 x 10 <sup>7</sup>	1,5 x 10 <sup>6</sup>	10 <sup>13</sup>	10 <sup>12</sup>	10 <sup>21</sup>	

Quelle: DGUV/BGHM

ID 030946

## Helme, Visiere – handgeführtes Laserschweißen

Laserschweißhelm MASTR – [www.laser2000.com](http://www.laser2000.com)

Laserschutzvisier FS1 – [www.uvex-laservision.de](http://www.uvex-laservision.de)

Laserschweißhelm Passive ALF – [www.lasermetgmbh.de](http://www.lasermetgmbh.de)

Laserschweißhelm Panoramaxx Hybrid – [www.optrel.de](http://www.optrel.de)

Laserschweißhelm MAXIMUS – [www.protect-laserschutz.de](http://www.protect-laserschutz.de)

ID 082851

## Laserschutzhandschuhe/ -textilien

Die Schutzwirkung der PSA bis zur spezifizierten Leistungsdichte wird erreicht durch:

- den definierten Wärmetransport zur Haut, um den Energieeintrag zu fühlen (Reflexverhalten)
- die definierte Mindeststandzeit des Textils bis zum Eintreten von Verbrennungen 2. Grades



Quelle: BAuA

leichter Baumwollhandschuh  
 $E = 2,7 \cdot 10^5 \text{ W/m}^2$   
Flammenbildung: 1,5 s  
Lochbildung: 2 s



Quelle: BAuA

Schweißerschutzhandschuh  
 $E = 3,7 \cdot 10^5 \text{ W/m}^2$   
Schrumpfen: sofort  
Lochbildung: 5,5 s

ID 082852

## Anforderungen an Laserschutzhandschuhe

- Ausreichend geringer Transmissionsgrad, so dass die maximal zulässige Bestrahlung der Haut ( $EGW_{\text{Haut}}$  gem. TROS Laserstrahlung) nicht überschritten wird.
- Ausreichender Widerstand gegen Lochbildung, so dass keine Schädigungen der Haut durch Überschreitung der  $EGW_{\text{Haut}}$  auftreten.
- Ausreichend lange Toleranzzeit, d. h. bei Absorption der Laserstrahlung begrenzter Wärmetransport des Schutzsystems an die Haut, so dass innerhalb der Reaktionszeit (zum Entfernen des Körperteils aus dem Expositionsbereichs) keine Schädigungen (Verbrennungen 2. Grades oder höher) der Haut auftreten.
- Sie dürfen keine Gefahr mit sich bringen, z. B. durch Entflammen, Einbrennen in die Haut, Schrumpfen etc.

ID 082853

## DGUV-Informationen

DGUV- Information 203-042  
Auswahl und Benutzung von  
Laser-Schutz- und -Justierbrillen

erhältlich über: [www.bghm.de](http://www.bghm.de)



Quelle: DGUV

ID 090094a