

## Technische Schutzmaßnahmen



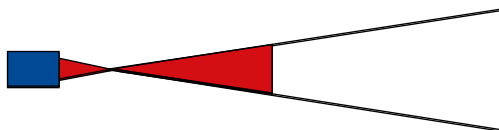
ID 082824

## Laseranwendung

Rohstrahl



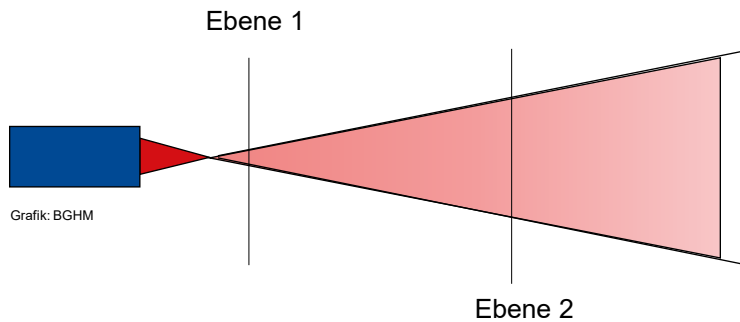
fokussierter Strahl



Grafik: BGHM

ID 090123

## Laserleistung

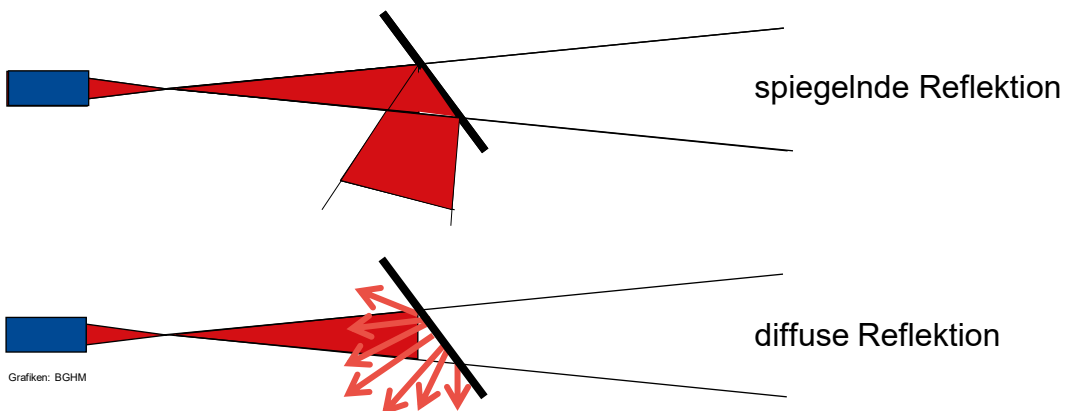


In welcher Ebene ist die auftreffende Laserleistung größer ?

In welcher Ebene ist die Leistungsdichte (= Bestrahlungsstärke) größer ?

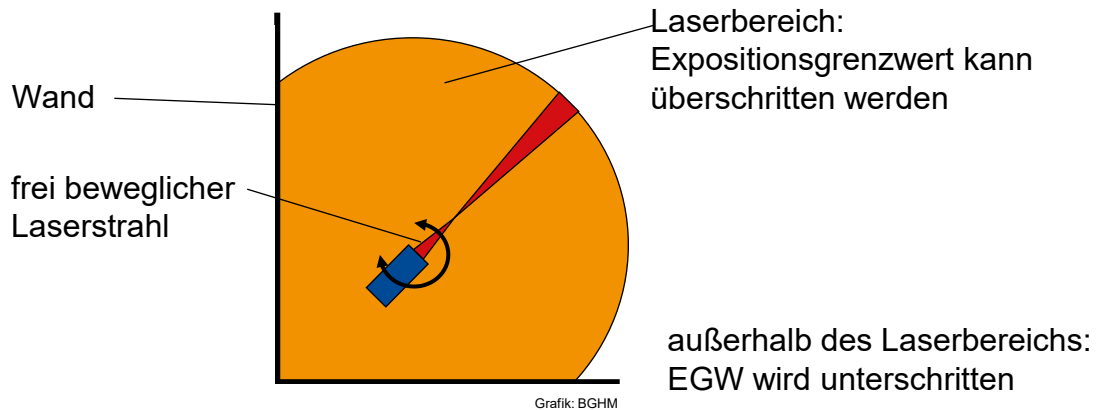
ID 090124

## Spiegelnde und diffuse Reflektion



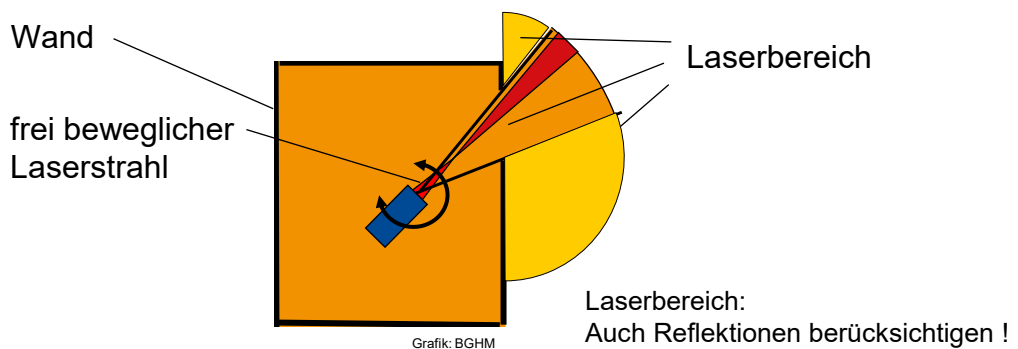
ID 013463

## Laserbereich



ID 030915a

## Laserbereich



ID 090125

## Gefährdungen

### Direkte Gefährdungen durch Laserstrahlung

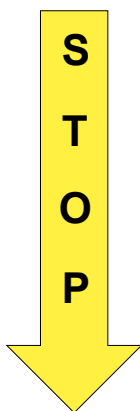
- direkte Strahlung
- spiegelnd reflektierte Strahlung
- diffus reflektierte Strahlung

### Indirekte Gefährdungen

- Brand und Explosion
- Gefahrstoffe
  - die entstehen,
  - die vorhanden sind
- Lärm
- mechanische Bewegungen
- Elektrische Gefährdungen .....

ID 090126

## Reihenfolge der Schutzmaßnahmen



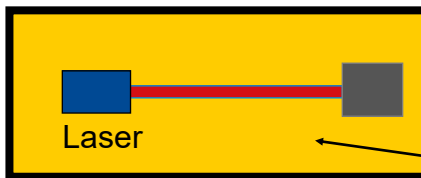
- **S**ubstitution
- **T**echnische Schutzmaßnahmen
- **O**rganisatorische Schutzmaßnahmen
- **P**ersönliche Schutzausrüstung

ID 090127

## Gekapselte Lasereinrichtung

- Vollständig gekapselte Lasereinrichtung
- Die Laserstrahlung ist im Normalbetrieb NIE zugänglich

Lasereinrichtung der **Laserklasse 1**



Grafik: BGHM

**Laserbereich** nur im Inneren

ID 030885

## Lasereinrichtung Klasse 1



**Achtung:**  
im Inneren sind meistens  
gefährliche Laser mit einer  
höheren Laserklasse  
vorhanden !

ID 082825

## Technische Schutzmaßnahmen (1)

- **Schlüsselschalter**

- für Lasersysteme ("Laserquellen") der Klassen 3B oder 4

- **Warneinrichtung: Warnlampe oder Hupe**

- für Lasereinrichtungen der Klassen 3R<sub>unsichtbar</sub>, 3B oder 4

ID 030900

## Technische Schutzmaßnahmen (2)

- **fernbedienbare Sicherheitsverriegelung**

- für Lasersysteme ("Laserquellen") der Klassen 3B oder 4

- **Strahlfänger oder Strahlabschwächer (Shutter)**

- für Lasersysteme ("Laserquellen") der Klassen 3B oder 4

ID 013465

## Technische Schutzmaßnahmen (3)

### Steuer- und Bedieneinrichtungen

keine Gefährdung > Klasse 2 M

### Zustimmschalter oder Tippschalter, erreichbarer Not-Aus

bei Tätigkeit in Bereichen der Klasse 3B oder 4

ID 030902

## Technische Schutzmaßnahmen - Laserschutzwände

Europäische Norm  
DIN EN 60825-4  
Laserschutzwände

DEUTSCHE NORM		Dezember 2011
	<b>DIN EN 60825-4</b> (VDE 0837-4)	<b>DIN</b>
	Diese Norm ist zugleich eine <b>VDE-Bestimmung</b> im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „Liste Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	<b>VDE</b>
<b>Vervielfältigung – auch für innerbetriebliche Zwecke – nicht gestattet.</b>		
ICS 13.280; 31.260	Ersatz für DIN EN 60825-4 (VDE 0837-4):2009-06 Siehe Anwendungsbeginn	
<b>Sicherheit von Lasereinrichtungen – Teil 4: Laserschutzwände (IEC 60825-4:2006 + A1:2008 + A2:2011); Deutsche Fassung EN 60825-4:2006 + A1:2008 + A2:2011</b>		

Quelle: DIN EN 60825-4 Sicherheit von Lasereinrichtungen, Dezember 2011; wiedergegeben mit Erlaubnis des DIN, Deutsches Institut für Normung e.V.

ID 082826

## Technische Schutzmaßnahmen - Laserschutzwände

Begriffe aus der DIN EN 60825-4:

- Schutzgrenzbestrahlung: Was hält die Wand aus ?
- Wartungsintervall: Wie oft wird die Wand beobachtet ?
- vorhersehbare Maximalbestrahlung: Was kommt von der Maschine ?
- passive / aktive Laserschutzwand

ID 082827

## Technische Schutzmaßnahmen - Laserschutzwände

Klassifizierung von Laserschutzwänden nach DIN EN 60825-4:

Tabelle D.1 – Klassifizierung der Laserschutzwände

Prüfklasse	Wartungsintervall (s)	Empfohlene Verwendung der Schutzwand
T1	30 000	Für Benutzung in automatischen Maschinen
T2	100	Für zyklischen Kurzzeitbetrieb und zwischenzeitliche Überprüfung
T3	10	Für kontinuierliche Überwachung durch Beobachtung

ID 082828



## Technische Schutzmaßnahmen - Laserschutzwände

### Laserschutzkabinen



ID 082829

## Technische Schutzmaßnahmen - Laserschutzwände

### Laserschutzvorhänge und mobile Stellwände



ID 082830

## Laserschutzkabine

Laserwarnlampe

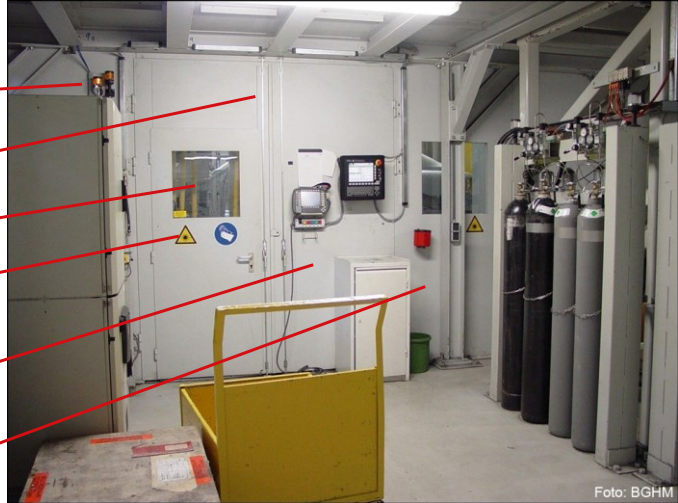
Sicherheitsendschalter

Laserschutzscheibe

Kennzeichnung

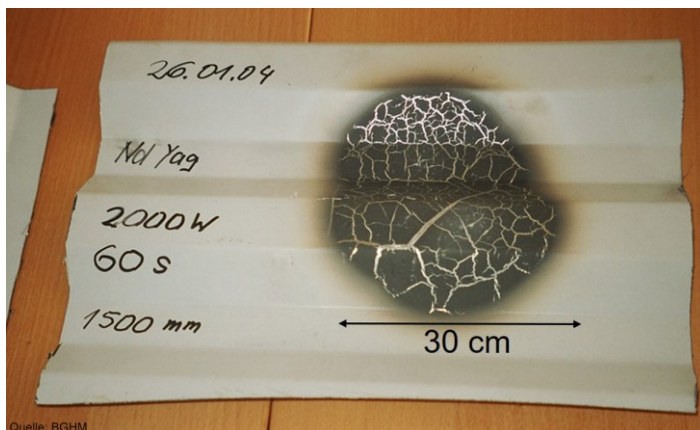
Tür abgeschlossen /  
elektrisch abgefragt

passive Schutzwand



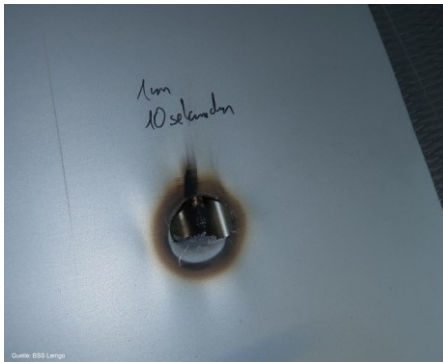
ID 030891

## Bestrahtes Wandmaterial



ID 030893

## Bestrahltes Wandmaterial



Beschossen mit:  
Handschweißlaser  
1,5 KW CW 1080nm

ID 082831

## Beispiele Durchbrennzeiten (1)

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

Leistung	$P_{cw}$	8 kW
Rohstrahldurchmesser	$d_R$	45 mm
Brennweite	$f$	200 mm
Abstand Optik – Blech	$l$	800 mm
Blechstärke	$s$	1,5 mm

### Durchbrennzeiten

Blech 1	schwarz beschichtet/verzinkt	5 s
Blech 2	schwarz beschichtet/Stahlblech	18 s
Blech 3	schwarz beschichtet/Stahlblech	15 s

ID 030894

## Beispiele Durchbrennzeiten (2)

### Nd: YAG - Laser

Leistung	$P_{CW}$	3 kW
Rohstrahldurchmesser	$d_R$	40 mm
Brennweite	$f$	100 mm
Abstand Optik – Blech	$l$	s.u.
Blechstärke	$s$	1,5 mm

### Durchbrennzeiten

Blech 1	$l = 400 \text{ mm}$	schwarz beschichtet/verzinkt	$>> 15 \text{ min}$
Blech 2	$l = 400 \text{ mm}$	schwarz beschichtet/Stahlblech	$>> 5 \text{ min}$
Blech 3	$l = 200 \text{ mm}$	schwarz beschichtet/Stahlblech	20 s

ID 030895

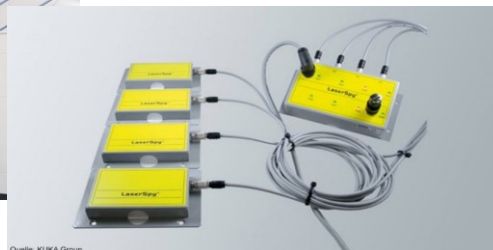
## Technische Schutzmaßnahmen - Laserschutzwände

### Aktive Laserschutzwände



Quelle: KUKA Group

„Laser-Spy“

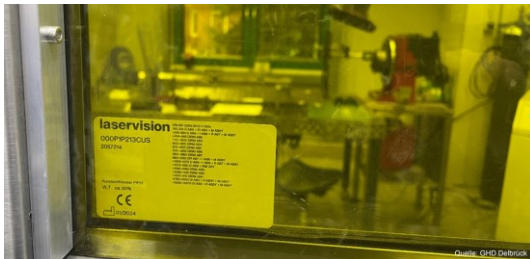


Quelle: KUKA Group

ID 090137

## Technische Schutzmaßnahmen - Laserschutzwände

### Laserschutzfenster

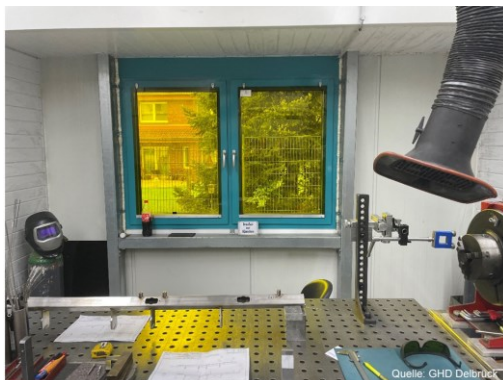


**Wichtig:** Fenster auf die Wellenlänge des Lasers abstimmen !

ID 082832

## Technische Schutzmaßnahmen - Laserschutzwände

### Laserschutzfenster



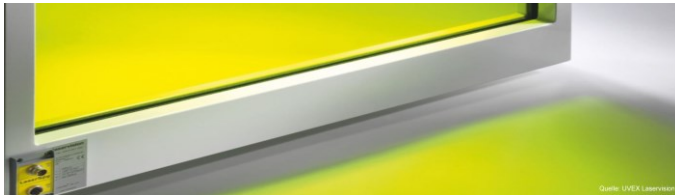
**Wichtig:** Auch Fenster nach draußen berücksichtigen !

ID 082833



## Technische Schutzmaßnahmen - Laserschutzwände

### Aktive Laserschutzfenster



**Wichtig:** Fenster auf die Wellenlänge des Lasers abstimmen !

ID 082834

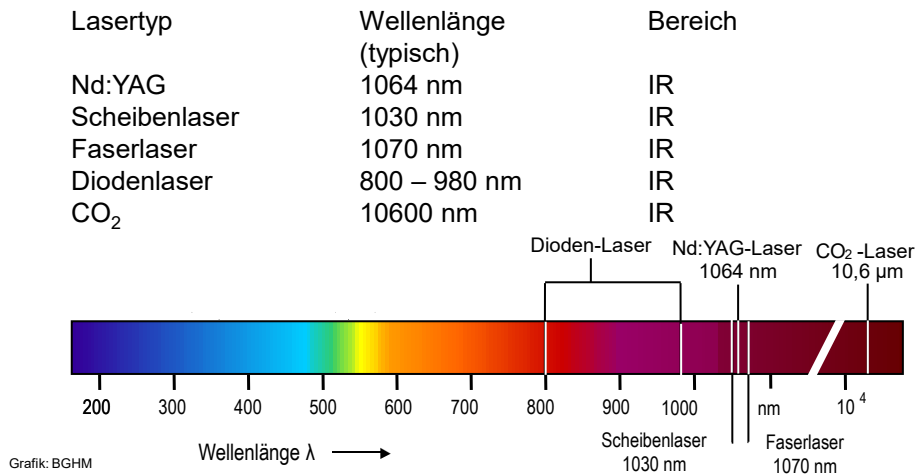
## Technische Schutzmaßnahmen - Laserschutzwände

### Laserschutzfenster beschossen



ID 082835

## Typische Laser zur Materialbearbeitung



ID 030954

## Messung an Laserschutzscheibe



ID 090138



## Sichtscheiben

### Laserart

CO<sub>2</sub>

Nd:YAG-,  
Scheiben-, Faser-,

Diodenlaser

Auslegung nach  
DIN EN 60825-4  
DIN EN 207

### Scheibenmaterial

oft Polycarbonat

entsprechend der geforderten Schutzstufe  
- spezielle Laserschutzfenster

- spezielle Kunststoffscheiben

- Herstellererklärung

ID 030898



## Türen und zu öffnende Verkleidungen

### Betrieb und Wartung

- elektrisch verriegelt  
wenn Laserstrahlung zugänglich wird

### Service

- nur mit Werkzeug zu öffnen  
oder
- elektrisch verriegelt

ID 030899





## Steuerungen

Sicherheitsrelevante Funktionen

**Kategorie 3**      bzw.      **Performance Level d**

nach DIN EN ISO 13849-1

➡ bei möglicher Gefährdung durch Laser

ID 030901