



BGIA/BGETE
Vortragsveranstaltung

**"Sicherheit bei der Materialbearbeitung
mit Laserstrahlung"**

23. und 24. September 2009
DGUV-Akademie in Hennef

1

Erwin Martin Heberer
Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Lasersicherheit bei Lasern der Materialbearbeitung
63150 Heusenstamm Telefon +49-6104-947518 e-mail lasergutachten.eu www.lasergutachten.eu



DIN EN 60825-4
Juni 2009

normativer
Anhang D
Prüfen von Laserschutzwänden mit
festgelegter Schutzwirkung

2

Erwin Martin Heberer
Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Lasersicherheit bei Lasern der Materialbearbeitung
63150 Heusenstamm Telefon +49-6104-947518 e-mail lasergutachten.eu www.lasergutachten.eu

Probleme bei der Prüfung von Laserschutzwänden aus der Sicht eines vereidigten Sachverständigen

Erwin Martin Heberer

Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Lasersicherheit bei Lasern der Materialbearbeitung

3

Erwin Martin Heberer
Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Lasersicherheit bei Lasern der Materialbearbeitung
63150 Heusenstamm Telefon +49-6104-947518 e-mail lasergutachten.eu www.lasergutachten.eu

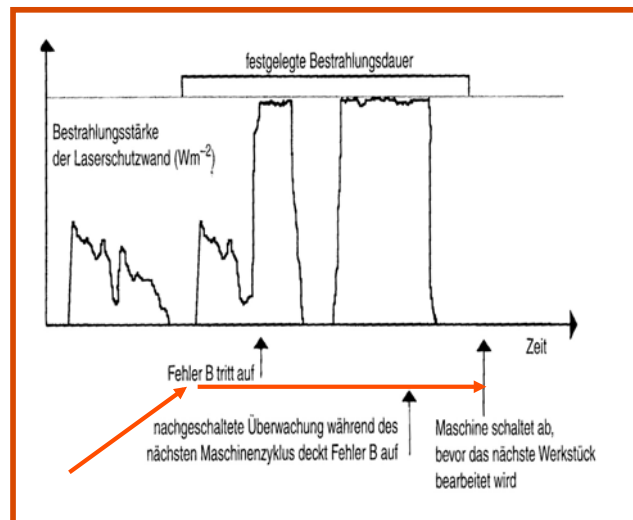
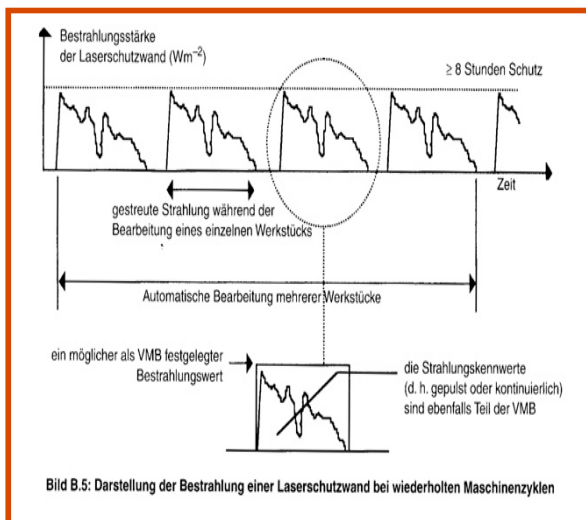
Wir bearbeiten mit dem Laser Metalle und wollen mit Metallen schützen ?

- **Lasertyp:** Scheibenlaser (Nb-YAG)
Faserlaser
Diodenlaser
Nd-YAG
CO 2
- **Laserleistung:** 4 / 6 / 8/12 > KW
- **Brennweiten:** 500 / 1000 /2000 mm
- **Strahlqualitäten:** von <6 mm mrad

4

Erwin Martin Heberer
Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Lasersicherheit bei Lasern der Materialbearbeitung
63150 Heusenstamm Telefon +49-6104-947518 e-mail lasergutachten.eu www.lasergutachten.eu

Bestrahlungsdauer bei Normalbetrieb



Auszug aus der DIN 60825-4 Juni 2009

5

Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Lasersicherheit bei Lasern der Materialbearbeitung
63150 Heusenstamm Telefon +49-6104-947518 e-mail lasergutachten.eu www.lasergutachten.eu

Erwin Martin Heberer

Prüfbedingungen

Im Rahmen von Beschussversuchen mit unterschiedlichen metallischen Materialien und Lasertypen, ergaben sich teilweise nicht reproduzierbare Ergebnisse.

Dies kann zu Fehlinterpretationen für die Schutzgrenzbestrahlung und zu einer überschätzten Lebensdauer von Laserschutzwänden führen.

6

Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Lasersicherheit bei Lasern der Materialbearbeitung
63150 Heusenstamm Telefon +49-6104-947518 e-mail lasergutachten.eu www.lasergutachten.eu

Erwin Martin Heberer

Die Fehler entstehen durch

Das Material:

reflektierende Oberflächen, bei denen sich das Reflexionsvermögen durch Oxydation oder Kontamination ändert.

Den Laser:

Bei Hochleistungslaser (Multi KW Laser) wie Faser und Scheibenlaser, wurden Reaktionen beobachtet, die erheblichen Einfluss auf die effektive Leistungsdichte auf der Oberfläche der Laserschutzwände haben können.

Auszug aus der DIN 60825-4 Entwurf Juni 2009

7

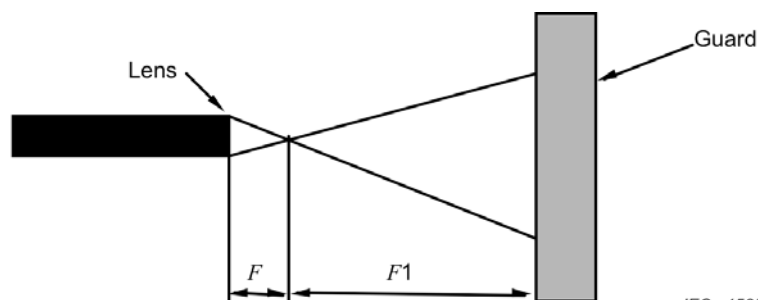
Erwin Martin Heberer
Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Lasersicherheit bei Lasern der Materialbearbeitung
63150 Heusenstamm Telefon +49-6104-947518 e-mail lasergutachten.eu www.lasergutachten.eu

Was ist zu beachten?

Während der Prüfung dürfen zwischen Strahlaustritt und Auftreffpunkt auf der Schutzwand keine

mechanischen
oder
physikalischen

Effekte auftreten, die die optischen Eigenschaften nachteilig beeinflussen



IEC 1585/06

Auszug aus der DIN 60825-4 Entwurf Juni 2009

8

Erwin Martin Heberer
Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Lasersicherheit bei Lasern der Materialbearbeitung
63150 Heusenstamm Telefon +49-6104-947518 e-mail lasergutachten.eu www.lasergutachten.eu

bisher bekannte, beeinflussende Effekte

„Thermal blooming und Mie-Effekt“

Bildung eines feinen metallischen Rauches, wobei die Laserstrahlung in diesem metallischen Rauch gestreut oder absorbiert wird.

„Thermisch induzierte Brennpunktverschiebung“

Verlagerung des Brennpunktes in Richtung der strahlformenden Optik.

Dadurch verändert sich die Leistungsdichte auf der Oberfläche der Laserschutzwand.

Auszug aus der DIN 60825-4 Entwurf Juni 2009

9

Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Lasersicherheit bei Lasern der Materialbearbeitung
63150 Heusenstamm Telefon +49-6104-947518 e-mail lasergutachten.eu www.lasergutachten.eu

Erwin Martin Heberer

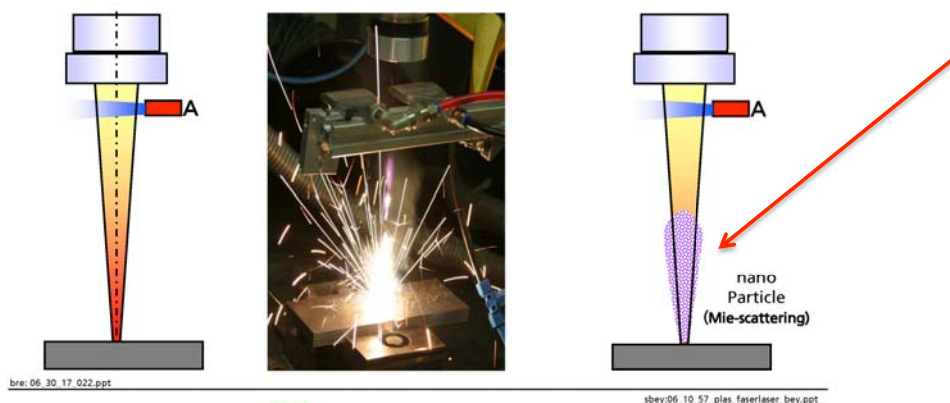
Auswirkung des Mie Effectes

Copyright: Fraunhofer IWS Dresden

Influence of shielding gas on welding processes



Abnormal penetration behavior



bre:06.30.17.022.ppt

sbey:06.10.57.plas_faserlaser_bey.ppt

Fraunhofer
Institut
Werkstoff- und
Strahltechnik

10

Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Lasersicherheit bei Lasern der Materialbearbeitung
63150 Heusenstamm Telefon +49-6104-947518 e-mail lasergutachten.eu www.lasergutachten.eu

Erwin Martin Heberer

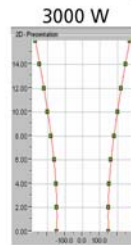
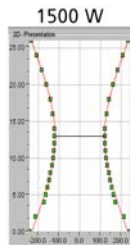
Thermisch induzierte Brennpunktverschiebung

Copyright: Fraunhofer IWS Dresden

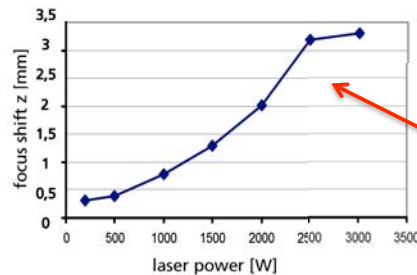
Influence of shielding gas on welding processes



Focal shift at clean optics



Collimation $f = 50$
Focal length $f = 254$
Precitec optic
Primes FocusMonitor



Collimation $f = 120$
Focal length $f = 500$
Optoskand optic
Primes MicroSpotMonitor

sbey:06.10.57_plas_faserlaser_bey.ppt

Fraunhofer
Institut
Werkstoff- und
Strahltechnik

11

Erwin Martin Heberer
Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Lasersicherheit bei Lasern der Materialbearbeitung
63150 Heusenstamm Telefon +49-6104-947518 e-mail lasergutachten.eu www.lasergutachten.eu

Prüfung des Bestrahlungsgrenzwertes I

Angabe (in) für

- Dauerstrichlaser cw $W \cdot m^{-2}$

- gepulste Laser $J \cdot m^{-2}$

Die Probe muss von repräsentativer Stärke und Zusammensetzung sein, mit einer so vorbehandelten Testoberfläche, dass sich die ungünstigste Absorption für die Laserstrahlung ergibt.

Die Probe darf nicht kleiner sein als das Dreifache der Strahlabmessung am Ort der Bestrahlung, damit der Wärmefluss berücksichtigt wird.

Auszug aus der DIN 60825-4 Entwurf Juni 2009

12

Erwin Martin Heberer
Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Lasersicherheit bei Lasern der Materialbearbeitung
63150 Heusenstamm Telefon +49-6104-947518 e-mail lasergutachten.eu www.lasergutachten.eu

Prüfung des Bestrahlungsgrenzwertes II

Anmerkung im Draft zur 60825-4

Es ist erforderlich die Geometrie des Teststrahles anzugeben, da sie die Wärmeverteilung in der Probe beeinflusst.

Die Vorbereitung der Proben erfordert besondere Sorgfalt bei der Prüfung von Laserschutzwänden unter Verwendung von Aluminium, Kupfer Edelstahl und von Materialien mit verzinkten Oberflächen.

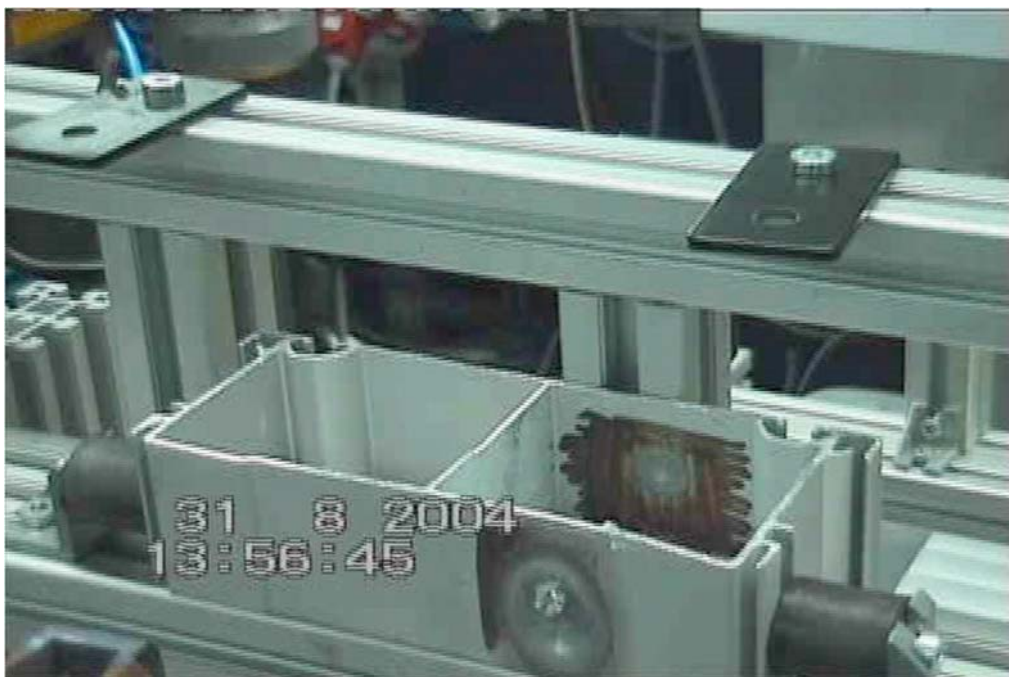
Bei Bewertung der ungünstigsten Absorption sollte das Reflexionsvermögen der Schutzwand und die Änderungen der Oberfläche des Abschirmmaterials über die vorhersehbare Lebensdauer der Laserschutzwand berücksichtigt werden.

Auszug aus der DIN 60825-4 Entwurf Juni 2009

13

Erwin Martin Heberer
Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Lasersicherheit bei Lasern der Materialbearbeitung
63150 Heusenstamm Telefon +49-6104-947518 e-mail lasergutachten.eu www.lasergutachten.eu

Beschussversuch ALU blank



Versuche des LZH

14

Erwin Martin Heberer
Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Lasersicherheit bei Lasern der Materialbearbeitung
63150 Heusenstamm Telefon +49-6104-947518 e-mail lasergutachten.eu www.lasergutachten.eu

Beschussversuch ALU geschwärzt



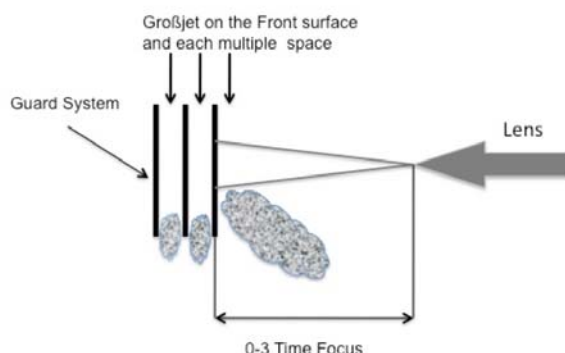
Versuche des LZH

Erwin Martin Heberer

15

Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Lasersicherheit bei Lasern der Materialbearbeitung
63150 Heusenstamm Telefon +49-6104-947518 e-mail lasergutachten.eu www.lasergutachten.eu

Prüfung des Bestrahlungsgrenzwertes III



Probenanordnung.

- senkrecht
- max. dreifache Brennweite der fokussierenden Linse
- ausreichende Belüftung

Während der Prüfbestrahlung darf die zugängliche Laserstrahlung auf der Probenrückseite den GZS der Klasse 1 nicht übersteigen, wobei die Bestrahlungsdauer von der Bestrahlungszeit abhängt die vom Hersteller der Schutzwand mit festgelegter Schutzwirkung bestimmt wurde.

Auszug aus der DIN 60825-4 Entwurf Juni 2009

16

Erwin Martin Heberer

Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Lasersicherheit bei Lasern der Materialbearbeitung
63150 Heusenstamm Telefon +49-6104-947518 e-mail lasergutachten.eu www.lasergutachten.eu

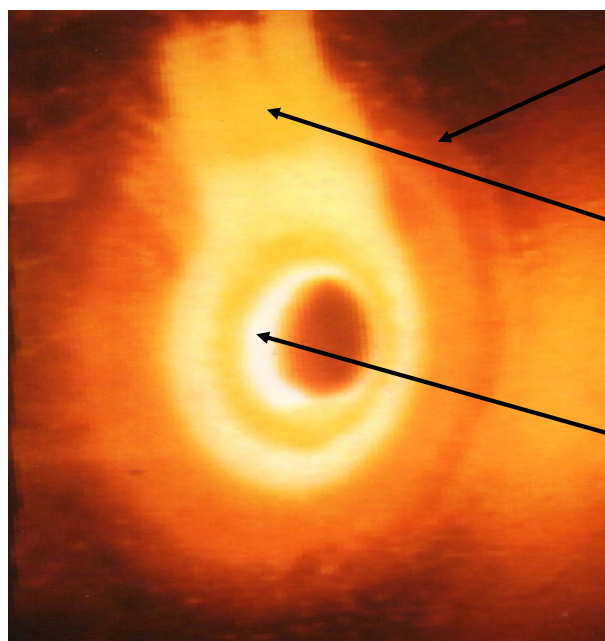
Klassifizierung der Laserschutzwände

Prüfklasse	Inspektionsintervalls	Empfohlene Verwendung der Schutzwand
T1	30 000	Für automatische Produktion
T2	100	Für zyklischen Kurzzeitbetrieb und zwischenzeitlicher Überprüfung
T3	10	Für kontinuierliche Überwachung durch Beobachtung

Die Inspektionsintervalle von Schutzwänden mit festgelegter Schutzwirkung sollten durch den Hersteller unter Verwendung der Prüfklasse T1, T2 oder T3 wie in der Tabelle definiert, angegeben werden.

Auszug aus der DIN 60825-4 Entwurf Juni 2009

Was ist entscheidend für die Sicherheit einer Laserschutzwand ?



Wärmeleitung ?

ist nicht der dominierende Wärmeverlustprozess da mehrere Ringe zu sehen sind

Luft-Konvektion ?

wäre dieses ein wesentlicher Faktor des Leistungsverlustprozesses so sollte die Kühlung unten deutlich besser sein

Wärmestrahlung ?

ist der dominierende Verlustprozess bei einer Laserschutzwand

Zusammenfassung

Reflektion ist **kein** Mechanismus um die Sicherheit bei Laserkabinen herzustellen, da sich der Abfall der Reflektivität durch Verschmutzung, Oxidation etc vorhersehen lässt.

Die Maschinenrichtlinie fordert:

„Die Maßnahmen müssen darauf abzielen, Unfallrisiken während der voraussichtlichen Lebensdauer der Maschine, einschliesslich der Zeit, in der die Maschine montiert und demontiert wird, selbst in den Fällen auszuschliessen, in denen sich die Unfallrisiken aus vorhersehbaren ungewöhnlichen Situationen ergeben.“