

**DIN 32532****DIN**

ICS 01.040.25; 25.160.10

**Schweißen –  
Laserstrahlverfahren zur Materialbearbeitung –  
Begriffe für Prozesse und Geräte**

Welding –  
Laser beam process for material treatment –  
Terms for processes and equipment

Soudage –  
Procédé par faisceau laser pour le traitement de matériaux –  
Termes pour procédés et matériels

Gesamtumfang 35 Seiten

Normenausschuss Schweißtechnik (NAS) im DIN

# Inhalt

|                                                                                                           | Seite     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Vorwort .....</b>                                                                                      | <b>3</b>  |
| <b>1 Anwendungsbereich .....</b>                                                                          | <b>4</b>  |
| <b>2 Normative Verweisungen .....</b>                                                                     | <b>4</b>  |
| <b>3 Einteilung und Kurzzeichen .....</b>                                                                 | <b>4</b>  |
| <b>4 Verfahrensprinzip .....</b>                                                                          | <b>4</b>  |
| <b>5 Begriffe für Laserstrahlprozesse und -geräte .....</b>                                               | <b>4</b>  |
| 5.1 Laseranlagentechnik .....                                                                             | 4         |
| 5.1.1 Laserstrahlquelle .....                                                                             | 5         |
| 5.1.2 Strahlführung/Strahlformung .....                                                                   | 10        |
| 5.1.3 Sonstige Anlagenkomponenten .....                                                                   | 12        |
| 5.2 Laserstrahl .....                                                                                     | 13        |
| 5.3 Allgemeine Begriffe für Lasermaterialbearbeitungsprozesse .....                                       | 18        |
| 5.4 Begriffe für spezifische Lasermaterialbearbeitungsprozesse .....                                      | 20        |
| 5.4.1 Laserstrahlabtragen .....                                                                           | 20        |
| 5.4.2 Laserstrahlaufragschweißen .....                                                                    | 20        |
| 5.4.3 Laserstrahlbeschriften .....                                                                        | 20        |
| 5.4.4 Laserstrahlbohren .....                                                                             | 21        |
| 5.4.5 Laserstrahlgenerieren .....                                                                         | 21        |
| 5.4.6 Laserstrahlhärten .....                                                                             | 23        |
| 5.4.7 Laserstrahl-Lichtbogen-Hybridschweißen .....                                                        | 23        |
| 5.4.8 Laserstrahlschneiden .....                                                                          | 23        |
| 5.4.9 Laserstrahlschweißen .....                                                                          | 24        |
| <b>Literaturhinweise .....</b>                                                                            | <b>33</b> |
| <b>Stichwortverzeichnis .....</b>                                                                         | <b>34</b> |
| <br><b>Bilder</b>                                                                                         |           |
| <b>Bild 1 — Komponenten einer Laseranlage zur Materialbearbeitung .....</b>                               | <b>4</b>  |
| <b>Bild 2 — Schematischer Aufbau einer CO<sub>2</sub>-Laseranlage zur Materialbearbeitung .....</b>       | <b>25</b> |
| <b>Bild 3 — Nd:YAG-Laser mit Stahlteiler und Lichtleitkabel .....</b>                                     | <b>26</b> |
| <b>Bild 4 — Arbeitsabstand und Fokusbereich am Beispiel von<br/>Laser-Schweißbearbeitungsköpfen .....</b> | <b>27</b> |
| <b>Bild 5a — Dauerstrichbetrieb .....</b>                                                                 | <b>28</b> |
| <b>Bild 5b — Pulsbetrieb .....</b>                                                                        | <b>28</b> |
| <b>Bild 6 — Divergenzwinkel und Bereich der Strahlkaustik .....</b>                                       | <b>28</b> |
| <b>Bild 7 — Beispiele Defokussierung .....</b>                                                            | <b>29</b> |
| <b>Bild 8 — Beispiel eines Laserstrahlabtragprozesses .....</b>                                           | <b>29</b> |
| <b>Bild 9 — Einzelpuls-, Perkussions- und Trepanierbohren .....</b>                                       | <b>30</b> |
| <b>Bild 10 — Prozess des Laserstrahlgenerierens aus dem Pulverbett .....</b>                              | <b>30</b> |
| <b>Bild 11 — Benennungen beim Laserstrahlgenerierprozess .....</b>                                        | <b>31</b> |
| <b>Bild 12 — Wärmeleit- und Tiefschweißen .....</b>                                                       | <b>31</b> |
| <b>Bild 13 — Maßbuchstaben an einer Schweißnaht .....</b>                                                 | <b>32</b> |

## **Vorwort**

Diese Norm wurde vom Gemeinschaftsausschuss NA 092-00-21 AA „Laserstrahlschweißen und -schneiden (DVS AG V 9.2)“ im Normenausschuss Schweißtechnik (NAS) erstellt.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt prozess- und gerätetechnische Begriffe verschiedener Materialbearbeitungsverfahren mit dem Laserstrahl fest.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments 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).

DIN EN ISO 11145:2006-07, *Optik und Photonik — Laser und Laseranlagen — Begriffe und Formelzeichen (ISO 11145:2006); Deutsche Fassung EN ISO 11145:2008*

DIN ISO 857-1, *Schweißen und verwandte Prozesse — Begriffe — Teil 1: Metallschweißprozesse*

## 3 Einteilung und Kurzzeichen

Für den Laserstrahl ist nach DIN ISO 857-1 das Kurzzeichen LB (Laser Beam) festgelegt. Zur Unterscheidung der einzelnen Materialbearbeitungsverfahren ist folgende Schreibweise anzuwenden:

Laserstrahlschweißen — LB-Schweißen

Laserstrahlschneiden — LB-Schneiden

Laserstrahlbohren — LB-Bohren

Laserstrahlabtragen — LB-Abtragen

## 4 Verfahrensprinzip

Die zur Materialbearbeitung erforderliche Wärme entsteht in der Regel durch Umwandlung der optischen Energie eines Laserstrahles bei dessen Auftreffen auf und beim Eindringen in das Werkstück. Zusätzliche Prozesswärme kann durch Oxidationsvorgänge entstehen.

## 5 Begriffe für Laserstrahlprozesse und -geräte

### 5.1 Laseranlagentechnik

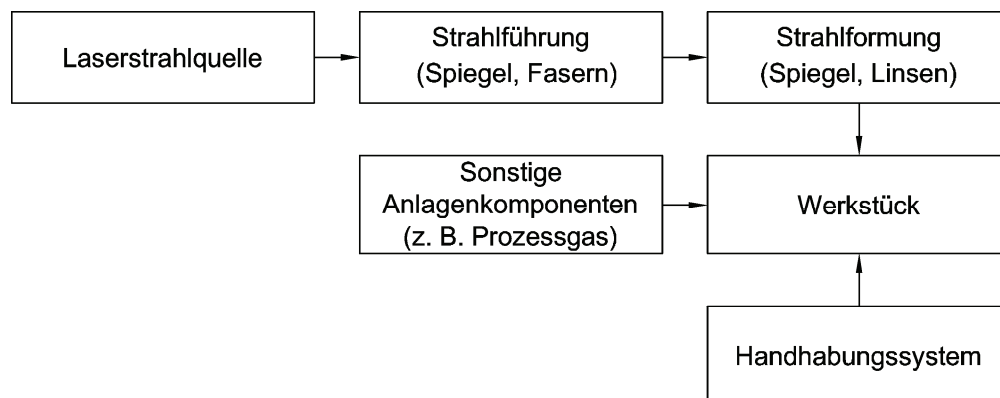


Bild 1 — Komponenten einer Laseranlage zur Materialbearbeitung

## 5.1.1 Laserstrahlquelle

### 5.1.1.1

#### **aerodynamisches Fenster**

(en: aerodynamic window)

Strahldurchtrittsöffnung, ausgebildet als Gasstrahleinrichtung, durch welche die Druckdifferenz zwischen dem laseraktiven Medium (Gas) und der umgebenden Normalatmosphäre stabilisiert wird

### 5.1.1.2

#### **Anregung**

(en: excitation, pumping)

Pumpen

Energieübertragung auf das aktive Medium im Laser

### 5.1.1.3

#### **Auskoppelfenster**

(en: outcoupling window)

für die Wellenlänge der Laserstrahlung durchlässiges Fenster zum Trennen des Resonatorraumes gegen Atmosphäre (Gaslaser)

### 5.1.1.4

#### **Auskoppelspiegel**

(en: outcoupling mirror)

teildurchlässiger Resonatorspiegel, durch welchen der Laserstrahl aus dem Resonator austritt

### 5.1.1.5

#### **Betriebsart**

(en: operation mode)

Arbeitsweise des Lasers

ANMERKUNG Betriebsarten sind z. B. Pulsbetrieb oder Dauerstrichbetrieb (siehe Bild 5).

### 5.1.1.6

#### **Blitzlampe**

(en: flash lamp)

Gasentladungslampe, bei der die Gasentladung impulsförmig abläuft und die Lichtemission ebenfalls nur kurzzeitig während weniger Millisekunden erfolgt

### 5.1.1.7

#### **Bogenlampe**

(en: arc lamp)

Lampe, deren kontinuierlich brennender Lichtbogen durch Plasma oder durch zur Weißglut erhitzte Elektroden erzeugt wird

### 5.1.1.8

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

(en: CO<sub>2</sub> laser)

Gaslaser, der Kohlendioxid als aktives Medium verwendet

### 5.1.1.9

#### **Dauerstrichbetrieb**

(en: continuous wave operation)

**cw**

kontinuierlicher Betrieb von Dauerstrichlasern, als cw (en: continuous wave) bezeichnet

#### 5.1.1.10

##### **Dauerstrichlaser**

(en: continuous wave laser)

Laser, der Strahlung über Zeitdauern größer oder gleich 0,25 s kontinuierlich emittiert

[DIN EN ISO 11145:2006-07, 3.26]

#### 5.1.1.11

##### **Dauerstrichleistung**

(en: continuous wave power)

Ausgangsleistung eines Dauerstrichlasers

[DIN EN ISO 11145:2006-07, 3.45]

#### 5.1.1.12

##### **Diodenbarren**

(en: diode bar)

lineare Anordnung von mehreren Laserdioden zwecks Leistungsskalierung

#### 5.1.1.13

##### **diodengepumpter Festkörperlaser**

(en: diode-pumped solid-state laser, DPSSL)

optisch gepumpter Festkörperlaser, bei dem Laserdioden als Energiequelle zum Pumpen dienen

#### 5.1.1.14

##### **Diodenlaser**

(en: diode laser)

Laserprinzip mit p-n Übergang als aktivem Medium

ANMERKUNG Zwecks Leistungsskalierung werden die Dioden zu Diodenbarren nebeneinander angeordnet und die Diodenbarren zu Stacks zweidimensional gestapelt.

#### 5.1.1.15

##### **Diodenstack**

(en: diode laser stack)

zweidimensionale Stapelung mehrerer Diodenbarren

#### 5.1.1.16

##### **Excimerlaser**

(en: excimer laser)

Laser mit Edelgas-Halogeniden in angeregtem Zustand als aktives Medium

ANMERKUNG Edelgas-Halogenide sind z. B. ArF, KrF, XeCl, XeF.

#### 5.1.1.17

##### **Faserlaser**

(en: fiber laser)

Festkörperlaser, dessen aktives Medium in einer Lichtleitfaser eingelagert ist

ANMERKUNG Ein aktives Medium ist z. B. Ytterbium.

#### 5.1.1.18

##### **Festkörperlaser**

(en: solid-state laser)

Laser, bei dem das laseraktive Medium aus einem Festkörper besteht

**5.1.1.19****Gaslaser**

(en: gas laser)

Laser, bei dem das laseraktive Medium aus einem Gas besteht

**5.1.1.20****Güteschalter**

(en: Q-switch)

schnell schaltende elektrooptische Einrichtung innerhalb des Resonators, um die Verstärkung des Resonators zu verändern

ANMERKUNG Wird eingesetzt zur Erzeugung von Pulsen höchster Intensität.

**5.1.1.21****Helium-Neon-Laser**

(en: helium-neon laser)

Gaslaser, dessen aktives Medium aus einem Gemisch der Edelgase Helium und Neon besteht

ANMERKUNG Durch Veränderung des Gas-Mischungsverhältnisses sind die emittierten Wellenlängen einstellbar.

**5.1.1.22****Hochfrequenzanregung**

(en: RF excitation)

Energieeinbringungsprinzip (Pumpen) beim CO<sub>2</sub>-Laser mit außerhalb des Resonators angebrachten Elektroden

ANMERKUNG Die elektrische Energie wird kapazitiv eingekoppelt.

**5.1.1.23****instabiler Resonator**

(en: unstable resonator)

durch zwei Spiegel begrenzter Resonator, bei dem die Wege der achsnahen Strahlen nach endlich vielen Umläufen den Resonator verlassen

[DIN EN ISO 11145:2006-07, 3.58]

**5.1.1.24****längsgeströmter Laser**

(en: axial flow laser)

Laser, bei dem die Strömung des aktiven Mediums längs zur optischen Achse des Resonators und damit parallel zum Laserstrahl verläuft

BEISPIEL Zum Beispiel Gaslaser.

**5.1.1.25****Laser**

Lichtverstärkungsprozess in einer Laserstrahlquelle durch stimulierte Emission von Strahlung

ANMERKUNG 1 Wird auch als Synonym für Laserstrahlquelle verwandt.

ANMERKUNG 2 Laser ist ein Akronym für „Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation“.

**5.1.1.26****laseraktives Medium**

(en: laser active material)

Gase, Festkörper, Flüssigkeiten, in denen Laserstrahlung erzeugt wird

**5.1.1.27**

**Lasergas**

(en: laser gas)

Gas oder Gasgemisch, das das aktive Medium in einem Gaslaser bildet

**5.1.1.28**

**Laserstrahlquelle**

(en: laser source, laser beam source)

Strahlerzeuger

technisches Gerät zur Erzeugung von Laserstrahlung

ANMERKUNG In der Regel bestehend aus einem Resonator mit laseraktivem Medium und peripherer Gerätetechnik zur Anregung und Kühlung.

**5.1.1.29**

**Mehrmodenbetrieb**

(en: multimode operation)

Erzeugung verschiedener Moden im Laser-Resonator

**5.1.1.30**

**Mode**

(en: mode)

longitudinale bzw. transversale Schwingungsform der Laserstrahlung

**5.1.1.31**

**Nd:Glas**

(en: Nd:glass)

laseraktives Medium, bestehend aus in Glas eingebetteten Neodym-Ionen

ANMERKUNG Die Wellenlänge der Laserstrahlung beträgt etwa 1,06 µm.

**5.1.1.32**

**Nd:YAG**

(en: Nd:YAG)

laseraktives Medium, das aus mit Neodym-Ionen dotiertem Yttrium-Aluminium-Granat besteht

ANMERKUNG Die Wellenlänge der Laserstrahlung beträgt etwa 1,06 µm.

**5.1.1.33**

**Pulsbetrieb**

(en: pulse mode)

**pw**

diskontinuierliche Leistungsabgabe der Laserstrahlung

ANMERKUNG 1 Auch als pw (en: pulse wave) bezeichnet.

ANMERKUNG 2 Siehe Bild 5b.

**5.1.1.34**

**Pulsformung**

(en: pulse shaping)

Anpassung der Pulsform an den Bearbeitungsprozess

**5.1.1.35**

**quergeströmter Laser**

(en: cross-flow laser)

Laser, bei dem der Gasdurchfluss senkrecht zur Resonatorachse ist

**5.1.1.36****optischer Resonator**

(en: optical resonator)

System mit mindestens zwei Spiegeln zwischen denen sich das laseraktive Medium befindet

ANMERKUNG 1 Der Resonator beeinflusst u. a. Mode, Wellenlänge und Ausgangsleistung.

ANMERKUNG 2 Siehe Bild 2 und Bild 3.

**5.1.1.37****Resonatorspiegel**

(en: laser mirror)

End- und Auskopplungsspiegel, ggf. auch Umlenkspiegel im Resonator

**5.1.1.38****Scheibenlaser**

(en: disc laser)

Laser mit einem scheibenförmigen laseraktiven Medium

**5.1.1.39****Shutter**

(en: shutter)

mechanischer Schalter, der den Strahl unterbricht

**5.1.1.40****Slablaser**

(en: slab laser)

Laser mit einem plattenförmigen laseraktiven Medium

**5.1.1.41****stabiler Resonator**

(en: stable resonator)

durch zwei Spiegel begrenzter Resonator, bei dem die Wege der achsnahen Strahlen den Resonator nach einer unendlichen Zahl von Umläufen nicht verlassen

[DIN EN ISO 11145:2006-07, 3.57]

**5.1.1.42****Stablaser**

(en: rod laser)

Laser mit zylindrischem, stabförmigen laseraktiven Medium

**5.1.1.43****Strahlabsorber**

(en: beam absorber)

Strahlfalle

Gerät, das in der Lage ist, die auftreffende Laserstrahlung vollständig zu absorbieren

ANMERKUNG Siehe Bild 2 und Bild 3.

**5.1.1.44****Strahlleistungsmodulation**

(en: beam modulation)

gezielte zeitliche Veränderung der Ausgangsleistung

#### 5.1.1.45

##### **Geräte-Wirkungsgrad**

(en: system efficiency)

Verhältnis der gesamten Leistung (Energie) im Laserstrahl zu der gesamten Eingangsleistung(-energie) inklusive aller Untersysteme

[DIN EN ISO 11145:2006-07, 3.18]

### 5.1.2 Strahlführung/Strahlformung

#### 5.1.2.1

##### **Ablenkensystem**

(en: deflection system)

Anordnung feststehender oder beweglicher Optiken (Linsen, Spiegel) zum Ablenken des Laserstrahles

BEISPIEL Galvanometerspiegel

#### 5.1.2.2

##### **Aperturblende**

(en: aperture diaphragm)

Blende zur Querschnittsbegrenzung des in ein optisches System eintretenden Strahlenbündels

ANMERKUNG Vorteile sind eine Reduktion von Abbildungsfehlern und eine Optimierung des Lichtstromes.

#### 5.1.2.3

##### **Bearbeitungskopf**

(en: processing head)

letzte technische Baugruppe im Strahlenverlauf vom Laser zum Bearbeitungsort bei der Laser-Materialbearbeitung

ANMERKUNG Im Bearbeitungskopf werden notwendige optische, elektrische und mechanische Konstruktionselemente (z. B. Fokussieroptik, Prozessgasdüse und Abstandsregelung) zusammengefasst, die als letztes Element zum Material als kompakte Vorrichtung bewegt werden können.

#### 5.1.2.4

##### **Brennweite**

(en: focal length)

Abstand Hauptebene Fokussieroptik bis Fokuspunkt

ANMERKUNG Siehe Bild 4.

#### 5.1.2.5

##### **fliegende Optik**

(en: flying optic)

Strahlführung durch die Bewegung des Bearbeitungskopfes in einem kartesischen System bei üblicherweise feststehendem Werkstück

#### 5.1.2.6

##### **Fokussieroptik**

(en: focusing optics (AE), focussing optics (BE))

Anordnung von optischen Elementen (Linsen, Spiegel) zur Bündelung von Laserstrahlung

ANMERKUNG Siehe Bild 2.

**5.1.2.7****Fokussierzahl**

(en: F-number)

**F-Zahl** $F$ 

Quotient aus Brennweite der Optik und Durchmesser des einfallenden Strahles

**5.1.2.8****Kollimator**

(en: collimator)

optisches System, das ein divergierendes Strahlenbündel annähernd parallel macht

**5.1.2.9****Lichtleitkabel**

(en: fiber)

**LLK**

Kabel zur flexiblen Übertragung von Laserstrahlung, inkl. Sicherheitseinrichtung

**5.1.2.10****Schutzglas**

(en: laser protective glass)

Glas, das für die Wellenlänge eines bestimmten Lasers durchlässig ist und als Schutz vor Verschmutzung der fokussierenden Optik eingesetzt wird

**5.1.2.11****Strahlaufweitsystem**

(en: beam expander)

optisches System, bestehend aus Linsen oder Spiegeln, welches den Durchmesser des durchtretenden Lichtstrahls vergrößert

**5.1.2.12****Strahlführung/Strahlformung**

(en: beam guiding, beam delivery/beam forming)

optische und mechanische Komponenten (Spiegel, Linsen, Strahlteiler usw.), die den Laserstrahl vom Auskoppelfenster des Lasers zur Bearbeitungsstelle führen und für den Bearbeitungsprozess geeignet formen

ANMERKUNG Siehe Bild 2 und Bild 3.

**5.1.2.13****Strahllage**

(en: pointing stability)

Abweichung der Strahlachse relativ zur festen mechanischen Achse des optischen Systems in einer festgelegten Ebene senkrecht zur mechanischen Achse des optischen Systems

[DIN EN ISO 11145:2006-07, 3.8]

**5.1.2.14****Strahlteiler**

(en: beam splitter)

Optik, welche den Laserstrahl in Teilstrahlen aufteilt

**5.1.2.15****Strahlweiche**

(en: beam deflector)

optische Anordnung, mit der der Strahl gesteuert umgelenkt wird