

Elektronen- und Laserstrahlverfahren zur Materialbearbeitung

Begriffe für Verfahren und Geräte

DIN
32 511

ICS 01.040.25; 25.160.10

Ersatz für Ausgabe 08.87

Electron beam process and laser beam process for material treatment;
terms for processes and equipment

Für die mit einem Stern * versehenen Begriffe ist an anderer Stelle in der Norm die entsprechende Erläuterung zu finden. Die Begriffe sind in den Abschnitten 4, 5 und 6 alphabetisch geordnet.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm erläutert verfahrens- und gerätetechnische Begriffe verschiedener Materialbearbeitungsverfahren mit Elektronen- bzw. Laserstrahlen, wie z. B.

- Schweißen
- Schneiden
- Bohren
- Perforieren
- Oberflächen- bzw. Randschichtbehandlungen
- Härten.

2 Einteilung und Kurzzeichen

Für den Elektronenstrahl ist nach DIN 1910 Teil 2 das Kurzzeichen EB (Electron Beam) festgelegt. Für den Laserstrahl ist das Kurzzeichen LB (Laser Beam) vorgesehen. Zur Unterscheidung der einzelnen Materialbearbeitungsverfahren ist folgende Schreibweise anzuwenden:

Elektronenstrahlschweißen	— EB-Schweißen
Elektronenstrahlbohren	— EB-Bohren
Laserstrahlschweißen	— LB-Schweißen
Laserstrahlschneiden	— LB-Schneiden
Laserstrahlbohren	— LB-Bohren

Elektronen- und Laserstrahlschweißen gehören zur Gruppe der Schmelzschweißverfahren mit dem Energieträger Strahl.

3 Verfahrensprinzip

Die zur Materialbearbeitung erforderliche Wärme entsteht in der Regel durch Umwandlung der Energie eines fokussierten Strahles bei dessen Auftreffen auf und beim Eindringen in das Werkstück. Bei materialabtragenden LB-Verfahren kann zusätzliche Prozeßwärme auch durch Oxidationsvorgänge entstehen.

Die EB-Materialbearbeitungsverfahren werden bevorzugt unter Vakuum, die LB-Materialbearbeitungsverfahren unter Schutzgas oder in Atmosphäre durchgeführt.

4 Allgemeine Begriffe für Elektronen- und Laserstrahlverfahren

Arbeitsabstand:

— *working distance*

Entfernung zwischen der Oberfläche der Bearbeitungsstelle und einer festgelegten Bezugsfläche (Arbeitskammerwand, Schutzschild, Linsenfassung usw.), siehe auch Bild 1 und Bild 2.

Axialschweißen:

— *axial welding*

Rundnahtschweißen mit einem zur Rotationsachse des Werkstückes parallelen Strahl, siehe auch Bild 3.

Blindnaht:

— *bead on plate weld*

Schmelznaht, die keine Werkstücke verbindet, siehe auch Bild 4.

Bohren, Einzelpuls:

— *pulse drilling*

Die Bohrung wird mit einem einzigen Puls erzeugt.

Bohren, Perkussions-:

— *percussion drilling*

Die Bohrung wird mit einer Pulsfolge erzeugt.

Bohren, Trepanier-:

— *trepaning drilling*

Die Bohrung wird mit einer Pulsfolge bei einer gleichzeitigen Relativbewegung zwischen Laserstrahlachse und Bohrungsachse erzeugt.

Defokussierung:

— *defocussing*

Abweichung von der normalen Fokusslage*.

Fokusedurchmesser:

— *focus diameter*

Kleinsten Strahldurchmesser* der Strahlkaustik nach einer fokussierenden Optik.

Fokusslage:

— *focus position*

Position des Strahlfokus entlang der Strahlachse, bezogen auf die Oberfläche der Bearbeitungsstelle, siehe auch Bild 5. Normallage ist die Fokussierung auf die Werkstückoberfläche.

Leistungsdichte:

— *power density*

Leistung der Strahlung bezogen auf die Strahlquerschnittsfläche, siehe auch DIN V 18 730.

Linsen- bzw. Spiegelausleuchtung:

— *lens irradiation/mirror irradiation*

Verhältnis der Strahlquerschnittsfläche zur freien Linsen- oder Spiegelfläche in Linsen- bzw. Spiegelebene.

Fortsetzung Seite 2 bis 16

Normenausschuß Schweißtechnik (NAS) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Pendelamplitude:

— *oscillating amplitude*

Ausschlag des pendelnden Strahles von der Ausgangsposition bzw. halbe Pendelbreite.

Pendelbreite:

— *oscillating width*

Doppelte Amplitude des pendelnden Strahles.

Radialschweißen:

— *radial welding*

Rundnahtschweißen mit einem zum Drehteilradius des Werkstücks parallel stehenden Strahl, siehe auch Bild 3.

Randkerbe:

— *undercut*

Kerbe im Randbereich der Nahtraupe, auch Einbrandkerbe genannt.

Schmelzzonentiefe:

— *depth of fusion zone*

Tiefe des aufgeschmolzenen Werkstoffes (Schmelze), gemessen von der Werkstückoberfläche, siehe auch Bild 4.

slope-in:

Gesteuerte Veränderung der Einstelldaten am Anfang einer Schweißnaht.

slope-out:

Gesteuerte Veränderung der Einstelldaten am Ende einer Schweißnaht.

Spaltbreite:

— *gap width*

Fertigungsbedingter Abstand der Stirnflächen, siehe auch Bild 6.

Spalt, ungeschweißt:

— *gap unwelded*

Konstruktiv bedingter Spalt bei Stirnflächen mit Absatz, der nicht geschweißt ist, siehe auch Bild 4.

Strahlablenken:

— *beam deflecting*

Konstantes oder nichtperiodisches Ablenken des Strahles von der Ausgangslage.

Strahl-Beschichten, Auftragschweißen:

— *cladding/hardfacing, resurface by welding*

Auftragschweißen nach DIN 1910 Teil 1 mit Elektronen- bzw. Laserstrahl.

Strahldurchmesser:

— *beam diameter*

Durchmesser des kleinsten Kreises in der Ebene senkrecht zur Strahlachse, innerhalb dessen $u\%$ der gesamten Strahlungsenergie bzw. -leistung auftreten.

Beispiel: d_{90} für $u = 90\%$.

Strahl-Glühlen:

— *beam annealing*

Glühen nach DIN 17 014 Teil 3 mit Elektronen- bzw. Laserstrahl.

Strahl-Härten:

— *beam hardening*

Härten nach DIN 17 014 Teil 3 mit Elektronen- bzw. Laserstrahl.

Strahl-Legieren:

— *beam alloying*

Thermochemische Behandlung nach DIN 17 014 Teil 3 mit Elektronen- bzw. Laserstrahl und einem örtlichen Schmelz- und Erstarrungsprozeß.

Strahlpendeln:

— *beam oscillating*

Periodisches Ablenken des Strahles von der Ausgangslage.

Strahl-Randschichtbehandlung:

— *beam surface treatment*

Oberbegriff für Elektronen- bzw. Laserstrahl-Behandlungsverfahren, deren Wirkung auf die Randschicht des Werkstücks beschränkt ist.

Strahl-Umschmelzen:

— *beam remelting*

Kurzzeitiges Schmelzen der Werkstückrandschicht mit Elektronen- bzw. Laserstrahl zum Verbessern der Gebrauchseigenschaften.

Strahlwedeln:

— *beam waving*

Siehe Strahlpendeln*.

Tastverhältnis:

— *pulse-duty factor*

Verhältnis von Pulsdauer zur Summe aus Pulsdauer und Pulspause.

Tiefschweißeffekt:

— *deep penetration effect*

Ein beim Schweißen oberhalb einer Mindestleistungsdichte auftretender Effekt, durch den der Strahl unter Bildung eines Dampfkanals besonders tief in das Werkstück eindringt.

Wirkungsgrad, Prozeß-:

— *process efficiency*

Verhältnis der Wärmemenge im Schweißgut bei Schmelztemperatur zur Leistung des auftreffenden Strahles.

Wirkungsgrad der Strahlführung und -formung:

— *efficiency of beam guiding system and beam forming*

Verhältnis der Leistung des auftreffenden Strahles zur Leistung des aus der Strahlquelle austretenden Strahles.

Wirkungsgrad, gerätetechnischer:

— *system efficiency*

Verhältnis der Leistung des aus der Strahlquelle austretenden Strahles zur benötigten Leistung der gesamten Anlagenkomponenten (ohne Bewegungseinrichtungen).

Wirkungsgrad, Gesamt-:

— *total efficiency*

Produkt aus dem Prozeßwirkungsgrad*, dem Wirkungsgrad der Strahlführung und der Strahlformung* und dem gerätetechnischen Wirkungsgrad*.

Wirkungsgrad, thermischer:

— *thermal efficiency*

Verhältnis der zum Aufschmelzen des Schweißnahtvolumens eingesetzten Wärme (bei Schmelztemperatur) zur ins Werkstück eingekoppelten Strahlleistung

5 Begriffe für Elektronenstrahlverfahren und -geräte

Ablenkensystem:

— *deflection system*

Anordnung elektromagnetischer Spulen zum Ablenken des Elektronenstrahles, siehe auch Bild 8.

Arbeitsdruck:

— *working pressure*

Druck P_A des die Schweißstelle umgebenden Gases, siehe auch Bild 9.

Atmosphäre-Schweißmaschine:

— *non vacuum welding machine*

Maschine mit einem Arbeitsdruck, der dem umgebenden Atmosphärendruck entspricht.

Beschleunigungsspannung:

— *accelerating voltage*

Elektrische Potentialdifferenz zwischen Katode und Anode.

Blanking-System:

— *blanking system*

Vorrichtung zum Ablenken des Elektronenstrahles als Unterbrechung des Materialbearbeitungsvorganges, insbesondere beim Elektronenstrahlbohren.

Druckstufe:

— *pressure stage*

Blende oder Drossel in Strahlachse zwischen Strahlerzeuger und Arbeitskammer zum Stabilisieren einer Druckdifferenz, siehe auch Bild 9.

Durchtrittstrom:

— *through current*

Der beim Schweißen eines Werkstücks an der Nahtwurzel austretende Elektronenstrom, siehe auch Bild 10.

Emissionsfläche:

— *emission area*

Durch thermische Emission wirksamer Teil der Katode.

Entlüftungsöffnung:

— *vent*

Öffnung zum Evakuieren von Hohlräumen in Werkstücken.

Feinvakuum-Schweißmaschine:

— *partial (soft) vacuum welding machine*

Maschine mit einem Arbeitsdruck von etwa 10^{-2} mbar.

Fliegendes Bohren:

— *„flying“ drilling*

Bohren, ohne die Werkstückbewegung zu unterbrechen.

Fokusabstand:

— *focus distance*

Entfernung zwischen Mitte Fokussieroptik und Strahlfokus, siehe auch Bild 1.

Fokussieroptik:

— *focussing optics*

Elektromagnetische Linse zum Fokussieren des Elektronenstrahles, siehe auch Bild 1.

Glättungsschweißen:

— *cosmetic welding*

Aufschmelzen von Schweißnahtbereichen mit dem Elektronenstrahl zum Glätten der Nahtoberfläche.

Hochvakuum-Schweißmaschine:

— *high (hard) vacuum welding machine*

Maschine mit einem Arbeitsdruck $\leq 10^{-3}$ mbar.

Justierspulen:

— *alignment coils*

Elektromagnetische Spulen in der Elektronenstrahlkanone zur Justierung des Elektronenstrahles in die elektronenoptische Achse der Fokussieroptik.

Kanonendruck:

— *gun vacuum*

Druck P_E im Strahlerzeuger* der Elektronenstrahlkanone, siehe auch Bild 9.

Linsenstrom:

— *lens current*

Strom, der die elektromagnetische Linse zum Fokussieren des Elektronenstrahles durchfließt.

Spikes:

— *seam spikes*

Örtlich unterschiedliche Schmelzzonentiefen als Folge instabiler Vorgänge beim Eindringen des Strahles in den Werkstoff.

Steuerelektrode:

— *bias cup — bias electrode — grid cup*

Elektrode im Strahlerzeuger zum Steuern des Strahlstromes, auch Wehnelt-Zylinder genannt, siehe auch Bild 8.

Steuerspannung:

— *bias voltage — control voltage — wehnelt voltage*

Elektrische Potentialdifferenz zwischen Katode und Steuerelektrode, auch Wehnelt-Spannung genannt.

Stigmator:

— *stigmator*

Elektromagnetische Spulen in der Elektronenstrahlkanone zur Korrektur bestimmter (astigmatischer) Fehler des Elektronenstrahles.

Strahlauffänger:

— *Faraday cup*

1. Als Faraday-Käfig Vorrichtung zum Messen des Strahlauftreffstromes.

2. Vorrichtung zum Auffangen (thermisches Ableiten) des auftreffenden bzw. durchtretenden Elektronenstrahles.

Strahlauftreffstrom:

— *beam impingement current*

Der auf das Werkstück auftreffende Elektronenstrom, siehe auch Bild 10.

Strahlerzeuger, Strahlquelle:

— *beam generator, beam source*

System bestehend aus Katode, Steuerelektrode und Anode zur Erzeugung und Bündelung des Elektronenstrahles, siehe auch Bild 8.

Strahlfleck:

— *beam spot, working spot*

Auftreffstelle des Elektronenstrahles an der Oberfläche des Werkstückes.

Strahlfleckdurchmesser:

— *beam spot diameter*

Durchmesser des auftreffenden Elektronenstrahles an der Oberfläche des Werkstückes, siehe Strahldurchmesser*.

Strahlflecklage:

— *beam spot position*

Position des Strahlflecks auf der Oberfläche des Werkstückes.

Strahlflecklagekonstanz:

— *beam spot stability*

Konstanz der Strahlflecklage während der Materialbearbeitungszeit.

Strahlkanone:

— *beam gun*

System zur Strahlerzeugung, -steuerung und -bündelung sowie zur Strahlfokussierung, -ablenkung und -pendelung, siehe auch Bild 8.

Strahlkanonenventil:

— *column valve*

Ventil in Strahlachse zum vakuumtechnischen Trennen zwischen Strahlerzeuger und Arbeitskammer, siehe auch Bild 9.

Strahlknick:

— *beam tilt*

Ablenkung des Elektronenstrahls in der Strahlkanone mit konstantem Winkel.

Strahlleistung:

— *beam power*

Produkt aus Beschleunigungsspannung und Strahlstrom.

Strahlmitführung:

— *beam following*

Zur Werkstückbewegung synchrones Mitführen des Strahls.

Strahlmodulation:

— *beam modulation*

Periodisches Verändern des Strahlstromes.

Strahlpulsen:

— *beam pulsing*

Strahlmodulation* bis Strahlstrom* = 0.

Strahlstrom:

— *beam current*

Von der Katode emittierter Elektronenstrom, wird auch als Emissionsstrom bezeichnet, siehe auch Bild 10.

Wehnelt-Spannung:

Siehe Steuerspannung*.

Wehnelt-Zylinder:

Siehe Steuerelektrode*.

Werkstückstrom:

— *workpiece current*

Der vom Werkstück zur Masse fließende Elektronenstrom, siehe auch Bild 10.

6 Begriffe für Laserstrahlverfahren und -geräte

Ablenksystem:

— *deflection system*

Anordnung feststehender oder beweglicher Optiken (Linsen, Spiegel) zum Ablenken des Laserstrahles, z.B. Galvanometerspiegel.

Aerodynamisches Fenster:

— *aerodynamic window*

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

Akustooptischer Güteschalter:

— *acustooptic Q-Switch*

Siehe Güteschalter*.

Anregung:

— *pumping*

Energieübertragung auf das aktive Medium im Laser.

Antireflexionsschicht:

— *antireflection coating*

Dünne Schicht auf optischen Komponenten, z.B. Linsen, Spiegel, um die Reflexion der Laserstrahlung an den Oberflächen zu verringern.

Arbeitsgas:

— *process gas*

Gas, welches in die Wechselwirkungszone von Laserstrahl und Werkstück zugeführt wird.

Ausgangsleistung:

— *power output*

Strahlleistung unmittelbar hinter dem Auskoppelspiegel*.

Auskoppelfenster:

— *output window*

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

Auskoppelspiegel:

— *output mirror*

Teildurchlässiger Resonatorspiegel, durch welchen der Laserstrahl aus dem Resonator austritt.

Axial durchströmter Laser:

— *axial flow laser*

Laser (i.a. Gaslaser), bei dem die Strömung des aktiven Mediums längs zur optischen Achse des Resonators und damit parallel zum Laserstrahl verläuft.

Bearbeitungskopf:

— *processing head*

Baugruppe, bestehend aus der Fokussieroptik, Arbeitsgasdüse, Abstandsregelung usw.

Betriebsart:

— *mode of operation*

Arbeitsweise des Lasers, z.B.:

- Pulsbetrieb
- Dauerstrichbetrieb (cw)
- Betrieb mit Pulsüberhöhung (z.B. Superpulsbetrieb, Riesenpulsbetrieb), siehe auch Bild 11.

Betriebsgas:

Siehe Lasergas*.

Brennweite:

— *focal distance (length)*

Abstand von optischer Hauptebene bis Fokuspunkt.

CO₂-Laser:

Gaslaser, dessen aktives Medium aus einer Mischung von Stickstoff, Kohlendioxid und Helium besteht. Der Laserübergang findet im CO₂-Molekül statt, wobei Strahlung von überwiegend 10,6 µm Wellenlänge frei wird.

Cross-Jet:

Schnelles, quer zum Laserstrahl strömendes Gas (i.a. Luft), das die Aufgabe hat, bei der Lasermaterialbearbeitung entstehende Spritzer vom Fokussierelement fernzuhalten.

CW:

— *continuous wave*

Siehe Betriebsart*.

Dauerstrichbetrieb:

— *continuous wave*

Siehe Betriebsart*.

Dauerstrichleistung:

— *continuous wave power*

Siehe Laserleistung*.

Divergenz:

— *divergence*

Öffnungswinkel des Laserstrahles, der durch Zunahme des Strahlquerschnittes in Ausbreitungsrichtung im Fernfeld gebildet wird, siehe auch DIN V 18 730.

Einstecken:

— *punching*

Erzeugung des Startloches im Werkstück für den nachfolgenden Schneidprozeß.

Elektrooptischer Schalter:

— *electrooptical switch*

Einrichtung zum Modulieren und Güteschalten der Laserstrahlung.

Excimerlaser:

— *Excimer laser*

Laser mit Edelgas-Halogeniden in angeregtem Zustand als aktives Medium (ArF, KrF, XeCl, XeF).

Fade in:

Siehe slope in*.

Fade out:

Siehe slope out*.

Fast-Flow-Laser:

— *fast flow laser*

Axial bzw. transversal* schnell durchströmte Laser ($v > 50 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$).

Fernfeld:

— *far field*

Strahlungsfeld eines Lasers im Abstand Z von der Strahltaile, wobei der Abstand groß gegenüber der Rayleigh-Länge* Z_R ist, siehe auch DIN V 18 730.

Festkörperlaser:

— *solid state laser*

Laser, bei dem das laseraktive Medium aus einem Festkörper besteht.

Fliegende Optik:

— *moving (flying) optics*

Strahlführung durch die Bewegung optischer Komponenten (Spiegel, Fokussierungsoptik).

Fokussieroptik:

— *focussing optics*

Anordnung von optischen Elementen (Linsen, Spiegel) zur Bündelung von Laserstrahlung, siehe auch Bild 13.

Fokussierzahl:

— *F-number*

F = Quotient aus Brennweite der Optik und Strahldurchmesser des auf diese einfallenden Strahles.

Fokustiefe:

— *depth of focus*

Die Fokustiefe ist der Abstand zwischen den beiden Strahlquerschnittsflächen, die doppelt so groß sind wie die Strahlquerschnittsfläche im Fokuspunkt.

Gaslaser:

— *gas laser*

Laser, bei denen das laseraktive Medium aus einem Gas besteht.

Gastransportlaser:

— *gas transport laser*

Gaslaser, bei denen ein Gasgemisch durch den Resonatorraum strömt.

Grundmode:

— *Gaussian (fundamental) mode*

Siehe Mode*.

Güteschalter:

— *Q-switch*

Schnell schaltende Einrichtung innerhalb des Resonators, um die Verluste (Güte) des Resonators zu verändern. Wird eingesetzt zur Erzeugung von Impulsen höchster Intensität.

Hot Spot:

Lokale Überhitzung in der Bearbeitungsstelle als Folge der Spikes*.

Kohärente Strahlung:

— *coherent radiation*

Elektromagnetische Strahlung, deren Phase und Amplitude räumlich und zeitlich korrelieren.

Kollimator:

— *collimator*

Optisches System, das ein divergierendes Strahlenbündel annähernd parallel macht.

Längsgeströmter Laser:

— *axial flow laser*

Siehe axialdurchströmte Laser*.

Laseraktives Medium:

— *laser active material*

Gase, Festkörper, Flüssigkeiten, in denen die Laserstrahlung erzeugt wird.

Lasergas:

— *laser gas*

Gas oder Gasgemisch, siehe laseraktives Medium*.

Laserschutzglas:

— *laser protective glass*

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

Laserspiegel:

— *laser mirror*

End- und Auskoppelspiegel im Resonator*.

Laserstrahlquelle:

— *laser (beam) source*

Siehe Strahlerzeuger*.

Leistungsstabilität:

— *power stability*

Zeitliche Konstanz der Laserleistung.



Documents

Document Sharing Hub