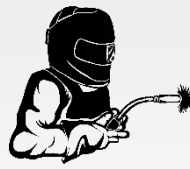




Mit finanzieller Unterstützung
durch das EU-Programm
Erasmus+



MODUL 5

Spezielle Schmelzschweißmethoden

Laserschweißen



Das Laserprinzip

- Laser ist eine elektromagnetische Strahlungsquelle, unterscheidet sich jedoch von herkömmlichen Quellen (z. B. Glühlampe, Lampe) im Folgenden charakteristisch

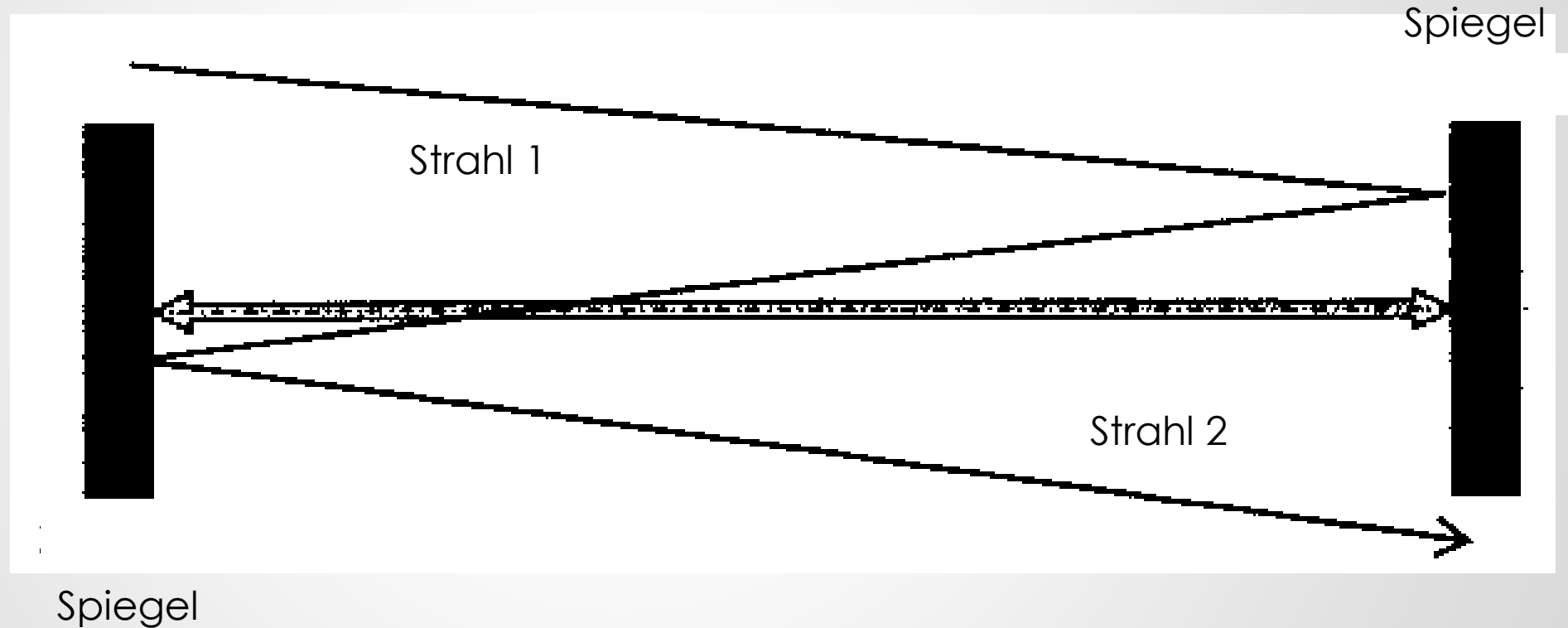
Charakteristik	Klassische Quelle	Laser
Richtung der Strahlung	omnidirektional	Parallelstrahl
Spektralbereich	breites Spektrum	Schmalband
Strahlungs-synchronisation	nicht synchronisiert	synchronisierte Wellen

- Der Laser besteht im Allgemeinen aus zwei grundlegenden Teilen: einem optischen Resonator und einer aktiven Umgebung.
- Der optische Resonator besteht in seiner einfachsten Form aus zwei zueinander parallelen Planspiegeln, zwischen denen der Lichtstrahl reflektiert werden kann.

KUBÍČEK, J. DANĚK, L. KANDUS, B. *Technologie svařování a zařízení. Učební texty pro kurzy svařovacích inženýrů a technologů.* Plzeň: ŠKODA WELDING, s. r. o., 2011. s. 146.



Optischer Resonator mit zwei Varianten der Strahlausbreitung



KUBÍČEK, J. DANĚK, L. KANDUS, B. *Technologie svařování a zařízení. Učební texty pro kurzy svařovacích inženýrů a technologů.* Plzeň: ŠKODA WELDING, s. r. o., 2011. s. 146.



Optischer Resonator mit zwei Varianten der Strahlausbreitung

- Der Strahl 1 verlässt den Resonator nach zwei Reflexionen, wobei der Strahl 2, der sich parallel zur optischen Achse ausbreitet, theoretisch unendlich zwischen den Spiegeln reflektiert werden kann.
- Da reale Spiegel jedoch ein Reflexionsvermögen von weniger als 100% haben, nimmt die Intensität mit der Zeit exponentiell ab.
- Die zweite Komponente von Las ist die sogenannte aktive Umgebung.
- Wenn der Lichtstrahl diese Umgebung durchläuft, erhöht er seine Intensität.
- Diese Verstärkung ist jedoch selektiv - abhängig von der Art der aktiven Umgebung - nimmt sie nur bei einer bestimmten Wellenlänge (Lichtfarbe) zu.
- Der Verstärkungseffekt wird durch das Phänomen der stimulierten Emission ermöglicht. Jede Substanz (bestehend aus Atomen oder Molekülen) kann auftreffende Energie (Strahlung, kinetische Energie von Partikeln usw.) absorbieren.
- Normalerweise erfolgt jedoch eine spontane Emission von überschüssiger Energie unmittelbar nach dem Zurückkehren des teilchenbildenden Stoffes zu seinem grundlegenden Energieniveau.



Laser nach Art der aktiven Umgebung

- Gas
- flüssig
- Deponie
- Halbleiter



Laser nach Art der aktiven Umgebung der Anregung

- ➔ Pumpen durch elektrische Entladung
- ➔ optisches Pumpen
- ➔ Pumpen durch chemische Reaktion

Darüber hinaus unterscheiden Laser den Puls- oder Dauerbetrieb.



Laserschweißen

- ▶ Bei dieser Technologie wird wieder eine hohe Strahlungsdichte verwendet.
- ▶ Durch die Kombination der Schweißparameter (Laserleistung, Schweißgeschwindigkeit) bewirkt das sogenannte "Schlüsselloch": Das überhitzte Material wird sofort verdampft (bis zum elektrisch leitenden Plasma), um einen mit Dampf gefüllten Hohlraum des verdampften Materials zu bilden, dessen Wände sich befinden aus geschmolzenem Material.
- ▶ Wenn sich der Laserstrahl entlang der geschweißten Oberfläche bewegt, tritt ein quasistatischer Prozess auf, bei dem sich der Hohlraum mit der gleichen Geschwindigkeit wie der Laserstrahl bewegt.
- ▶ Hinter dem Hohlraum wird ein Schweißbereich gebildet.
- ▶ Dank dieses Effekts kann der Laserstrahl im Vergleich zu anderen Verfahren Schweißnähte mit einem guten Verhältnis von Breite zu Tiefe erzeugen.
- ▶ In den Schweißbereich wird eine Schutzatmosphäre eingeführt, um eine Sauerstoffzufuhr und Porenbildung der Schweißstelle zu verhindern. Die Wahl des Schutzgases beeinflusst auch die Schweißgeometrie (Ar, He usw.).

KUBÍČEK, J. DANĚK, L. KANDUS, B. *Technologie svařování a zařízení. Učební texty pro kurzy svařovacích inženýrů a technologů.* Plzeň: ŠKODA WELDING, s. r. o., 2011. s. 153.



Laserschweißen

- Diese Schweißung ist ohne zusätzliche Materialien noch nicht abgeschlossen.
- In Bezug auf die Schweißbarkeit des Materials ähnelt es der WIG-Methode.
- Der Kohlenstoffgehalt darf nicht größer als 0,2% sein.
- Der Wärmeeintrag dieser Schweißart ist sehr gering, so dass auch bei hochlegierten Stählen qualitativ hochwertige Schweißnähte erzielt werden können.
- Materialien, die sowohl hohe Schmelztemperaturen als auch Wärmeleitfähigkeit aufweisen, werden erfolgreich geschweißt.



Laserschweißen

- Das Laserschweißen kann für alle Arten von Schweißnähten verwendet werden, die mit anderen Heißschmelzverfahren hergestellt werden.
- Einer der Hauptvorteile des Laserschweißens ist jedoch die Schaffung von Fugen durch Überlappung, bei der mehrere Lagen miteinander verschweißt werden können.
- Zusätzlich kann durch eine geeignete Leistungsregelung die untere Schicht nicht vollständig gekocht werden, und die Unterseite wird dann durch Schweißen intakt.
- Der Zustand ist perfektes Pressen der Materialien aneinander.



Schweißgeräte

- Da es in der technischen Praxis erforderlich ist, räumlich zu schweißen, befindet sich der Schweißkopf am mehrachsigen Roboterarm.
- Beim Laserschweißen ist das Erfordernis einer genauen Positionierung der geschweißten Teile ziemlich kritisch.
- Heutzutage gibt es zusätzliche Systeme, mit denen sich der Schweißkopf dynamisch relativ zur aktuellen Schweißposition positionieren kann.
- Mit einer Schweißleistung von mehreren zehn Kilowatt können mehr als 25 mm geschweißt werden - im Vergleich zum Lichtbogenschweißen bedeutet dies einen großen Sprung in der Arbeitsproduktivität.