



handgeführtes Laserstrahlschweißen

aktuelle Erfahrungen

Günter-Köhler-Institut
für Fügetechnik und
Werkstoffprüfung

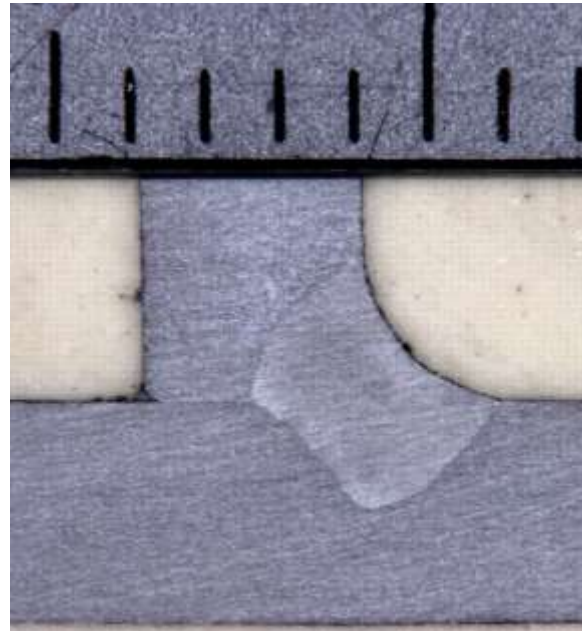
ifw Jena

Inhalt

Laserschutz



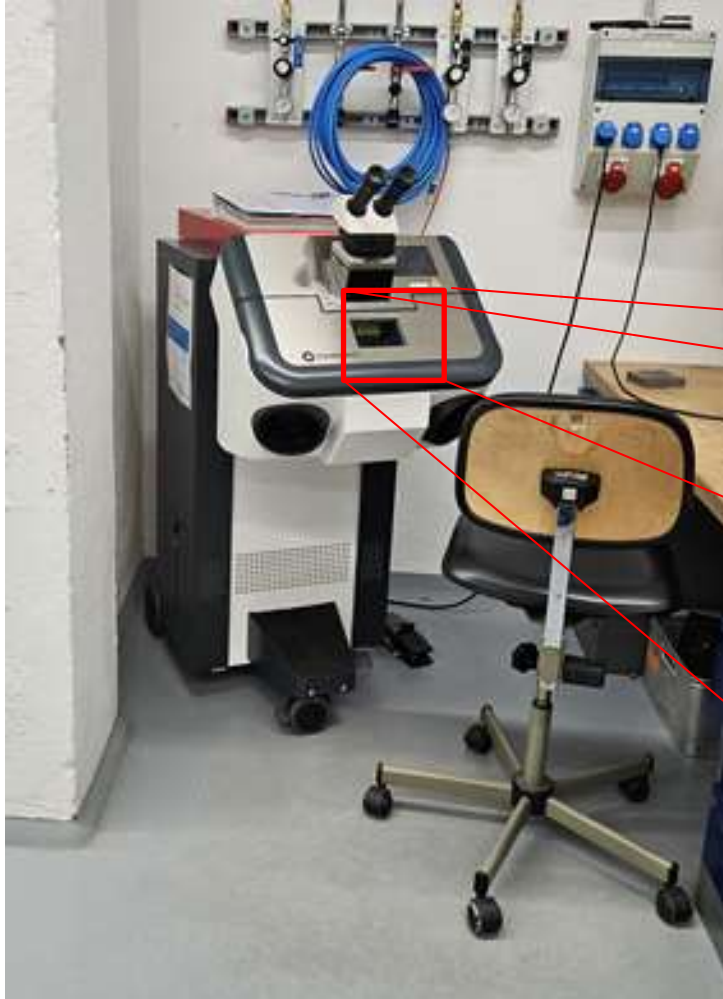
Verfahren



Geräte



Handschweißlaser – bisheriges Verständnis



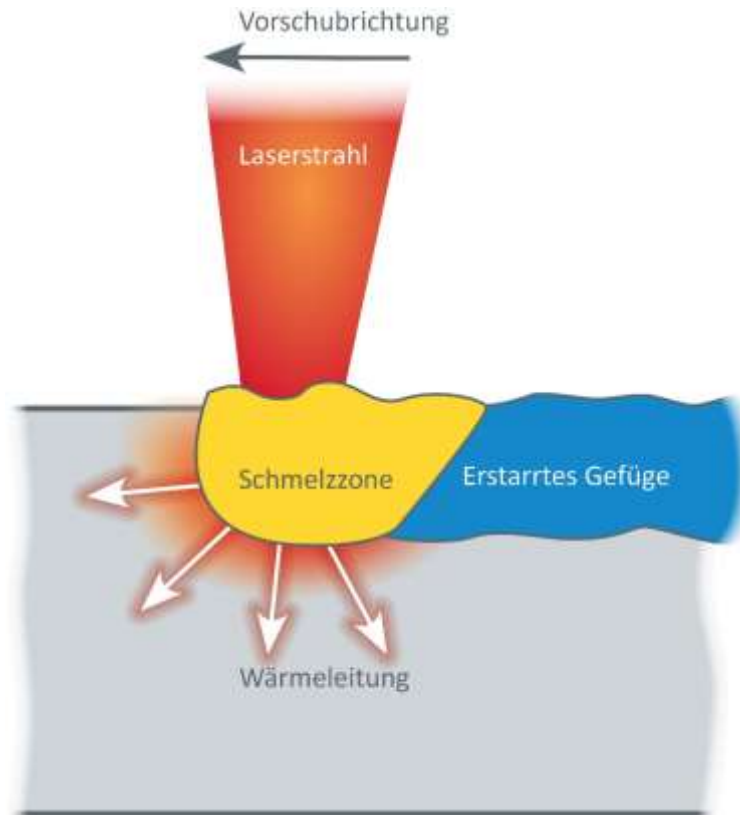
Grundlagen - Was macht Laserlicht besonders?

Quelle:	Leistungsdichte (W/cm ²)
---------	--------------------------------------

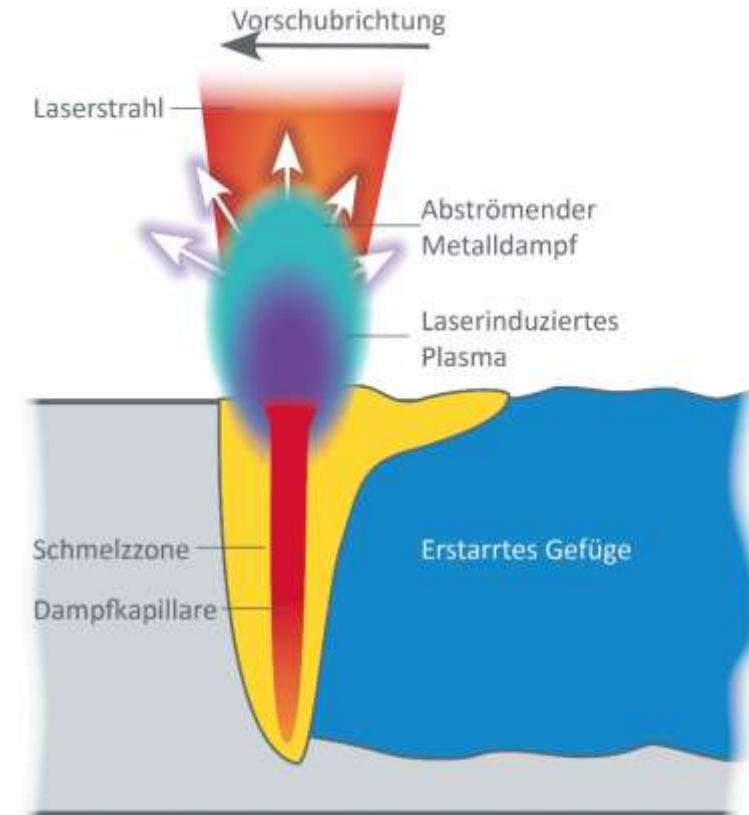
- | | |
|-----------------------------|---------------------------|
| – Sonne/Brennglas | 10² |
| – Schweißflamme | 10 ⁴ |
| – Lichtbogen (WIG) | 10⁵ |
| – Plasmabrenner | 5x10 ⁵ |
| – Elektronenstrahl | |
| • Dauerstrich | bis 10 ⁷ |
| • Puls | bis 10 ⁸ |
| – Laser | |
| • Dauerstrich | bis 10⁸ |
| • Puls | bis 10 ⁹ |
| • Superpuls | bis 10 ¹⁴ |

Absorption

Wärmeleitungsschweißen



Tiefschweißen



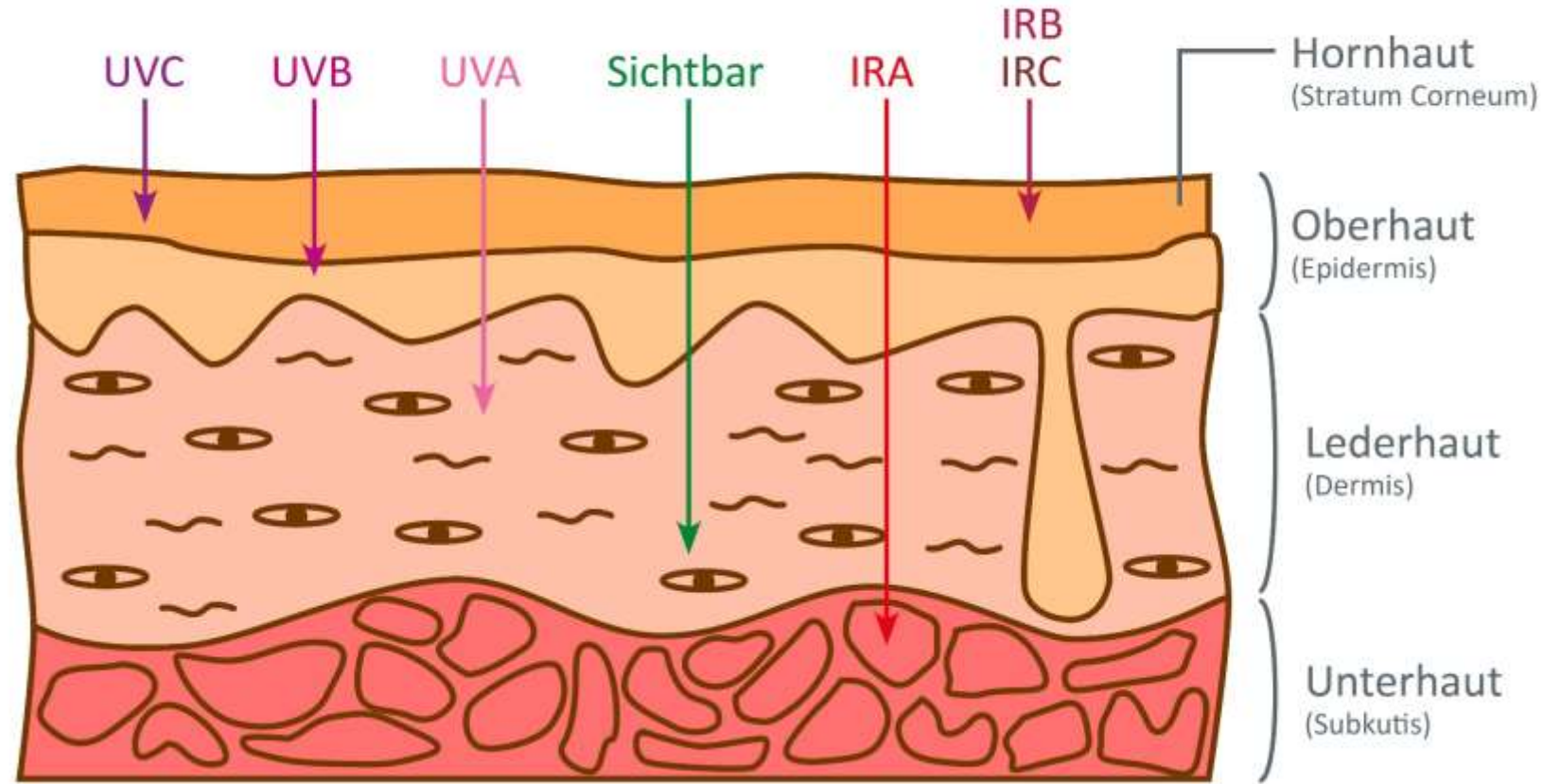
„Transmission“



Gefährdungen Laserstrahlung



Biologische Wirkung

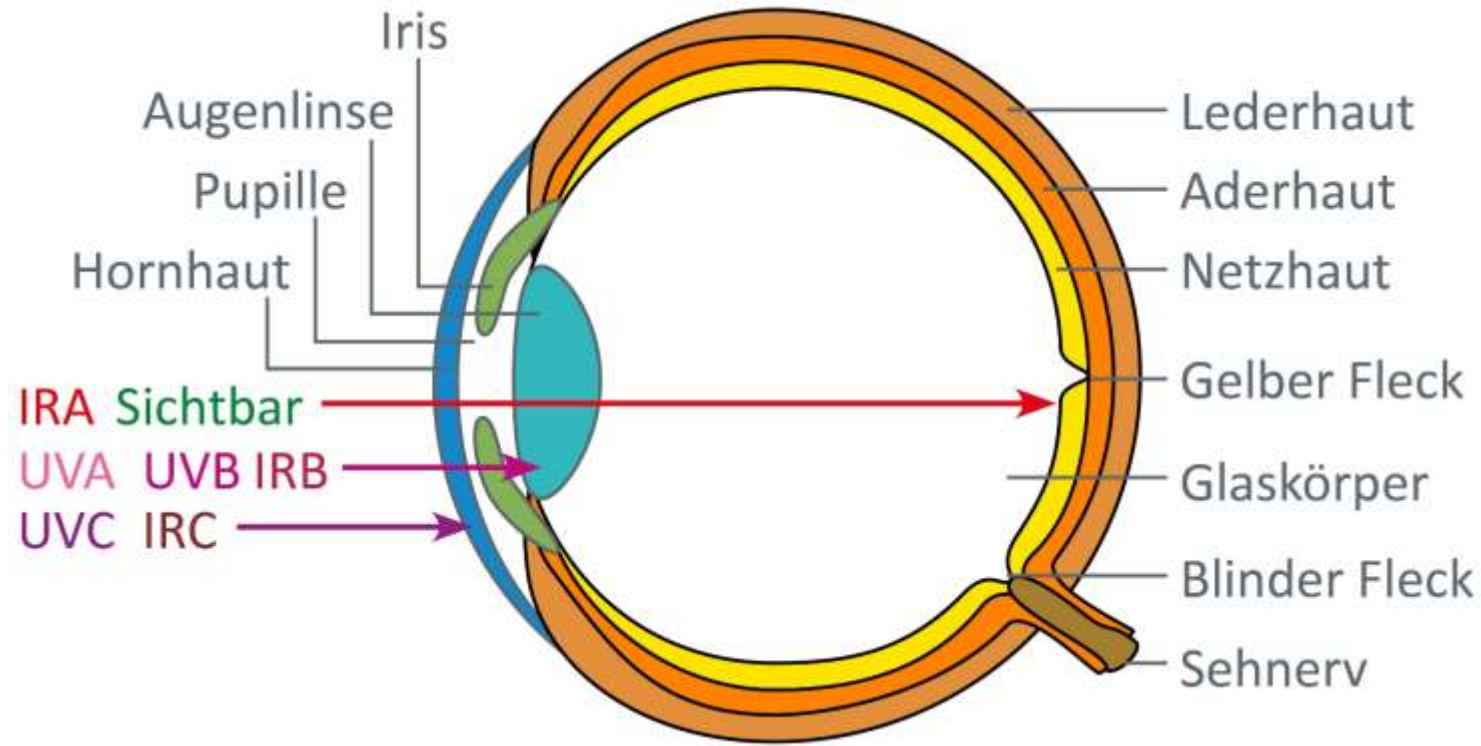


Aufbau der Haut und Eindringtiefen verschiedener Wellenlängen, in Anlehnung an: Technische Regeln Laserstrahlung

Reflexion

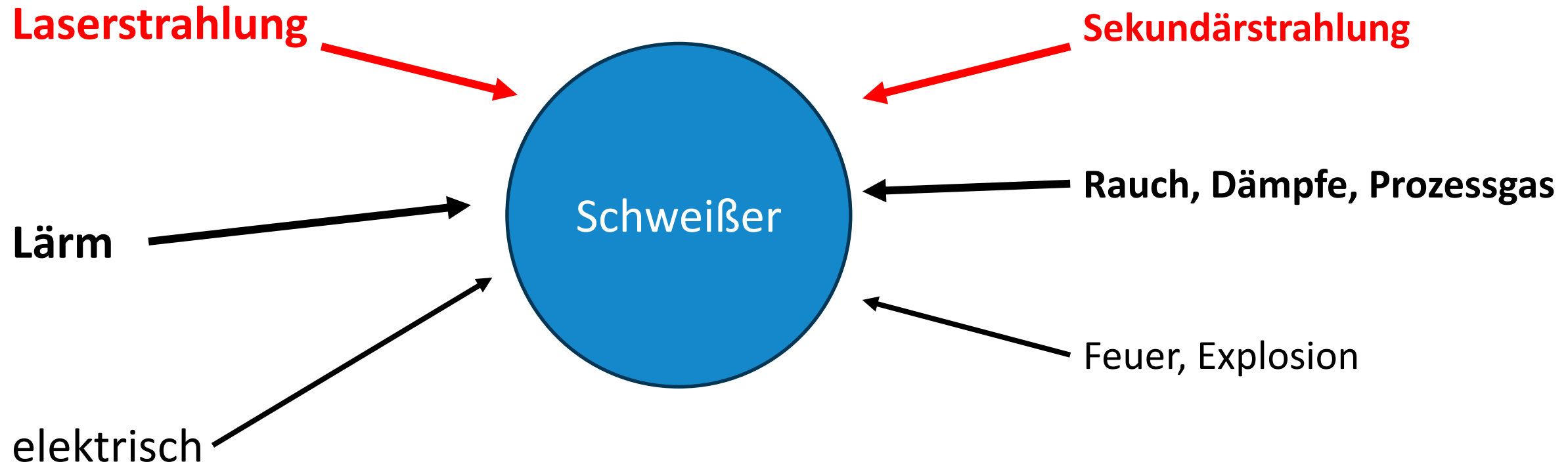


Biologische Wirkung



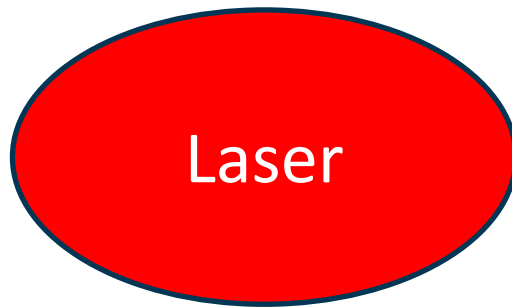
- **400 bis 1400 nm!!!**
- **werden fokussiert**
- **20 μm Spot**

Aufbau des Auges und Eindringtiefen verschiedener Wellenlängen, in Anlehnung an: Technische Regeln Laserstrahlung

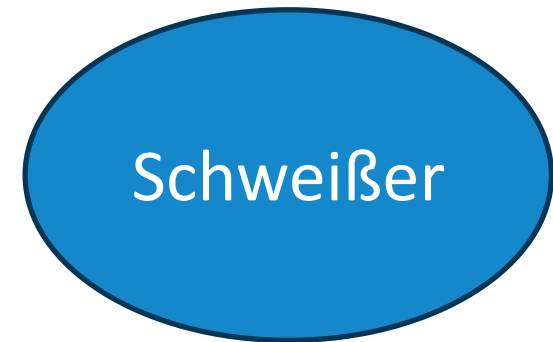


Emission

Exposition



Laserstrahl



Laserklasse

Expositionsgrenzwert

➤ **S**ubstitution?

➤ **P**ersönliche
Schutzmaßnahmen



➤ **T**echnische
Schutzmaßnahmen

➤ **O**rganisatorische
Schutzmaßnahmen

Technische Schutzmaßnahmen – Einhausung

- Abschirmung der Laserstrahlung: falls möglich **vollständige Einhausung**
- Ansonsten: **Schwer entflammbare** Wände/Vorhänge
- Abschirmung sollte **DIN EN 60825-4** entsprechen
- Dazu ist **vorhersehbare maximale Bestrahlung** nötig (Laserhersteller fragen oder selbst ausrechnen)
- Werden Abschirmungen **selbst gebaut**, wird der Anwender zum „**Hersteller**“ und ist entsprechend verantwortlich.



Kontaktschalter



Kontaktschalter



Not-Aus-Schalter



Schlüssel-schalter



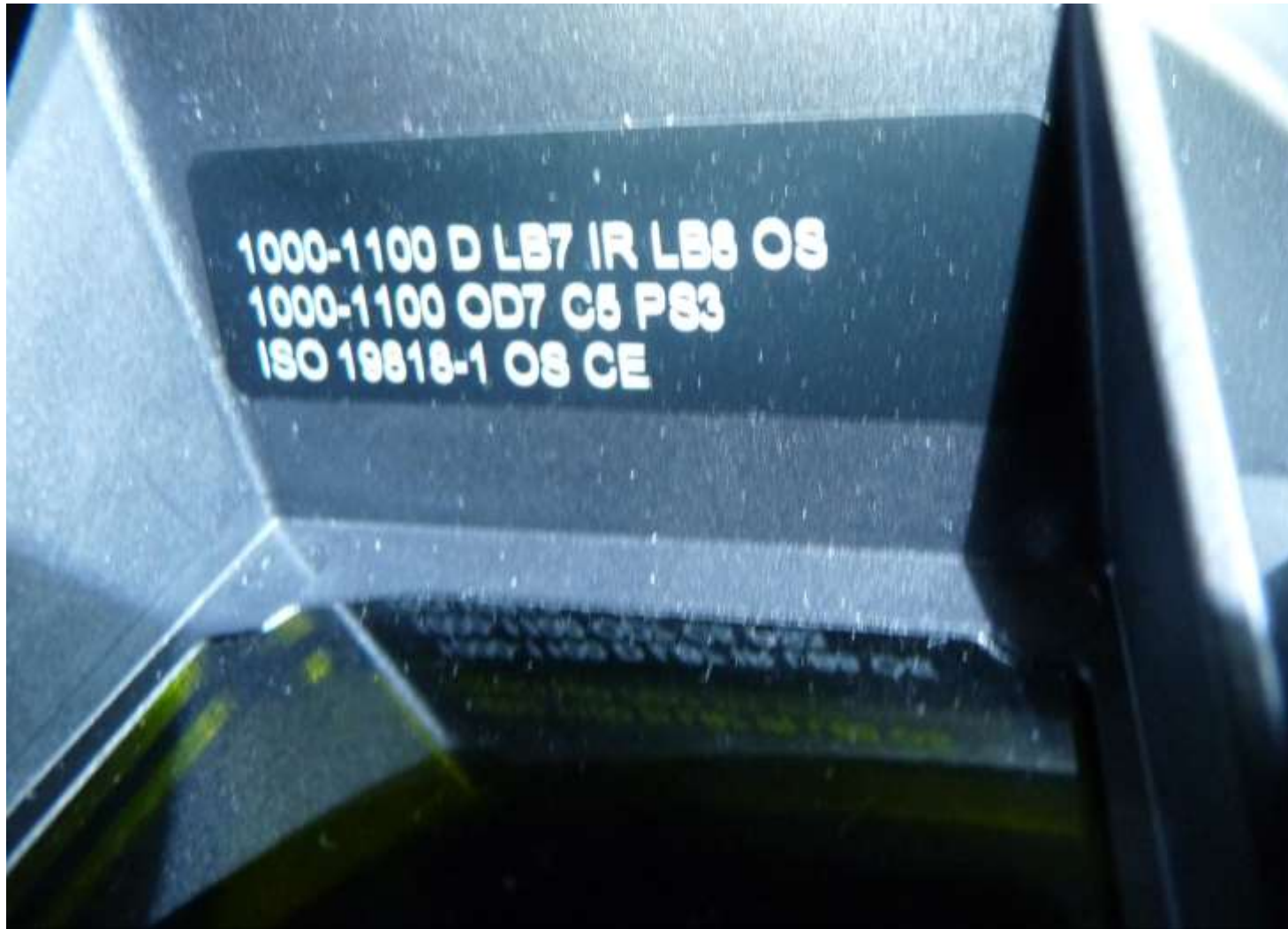
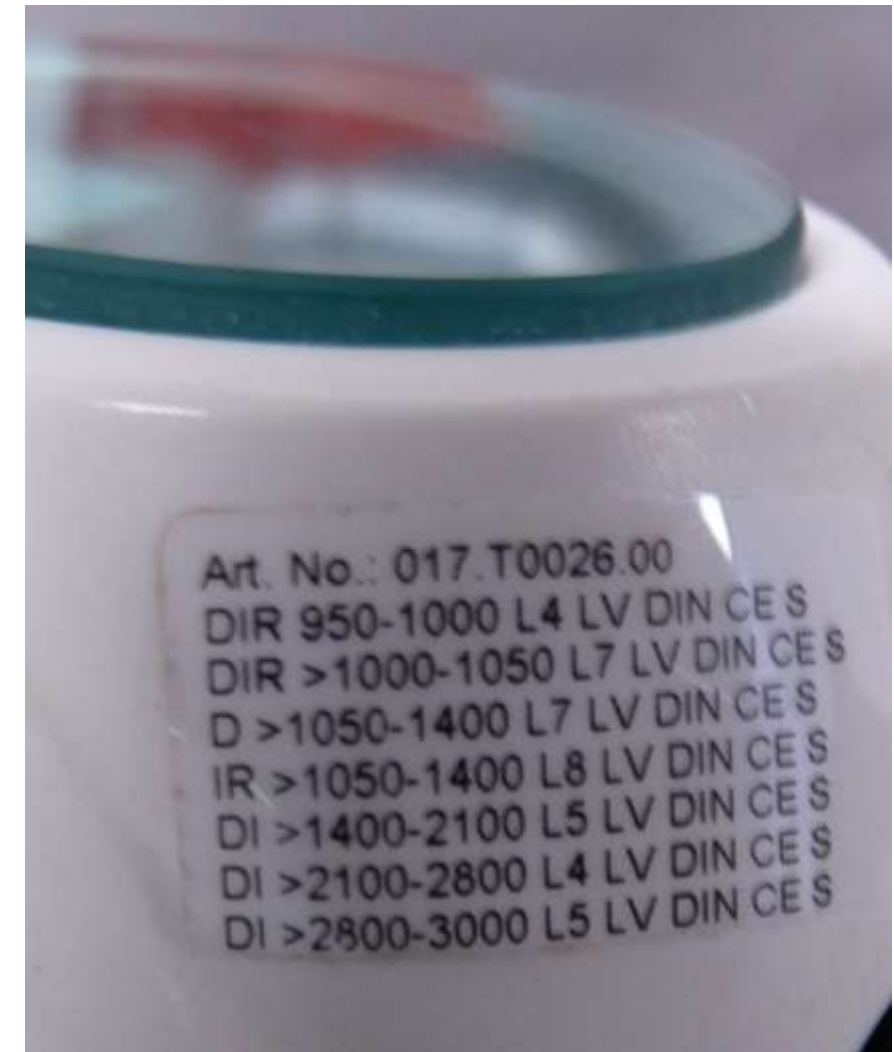
- Ist **schriftlich zu bestellen**
- muss selbst auch **unterschreiben**

nur dann wirksam bestellt!

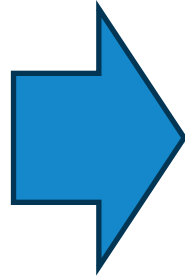
- Transmission



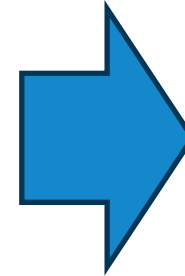
Persönliche Schutzmaßnahmen - Augenschutz



Persönliche Schutzmaßnahmen - Augenschutz



Copilot / Bing Image Creator



		Ja	Nein
Frage	Prüfmerkmal		
Notwendige technische Schutzmaßnahmen			
1	Ist die HLM mit einem Typschild mit vollständiger Herstelleradresse, CE-Kennzeichnung und Laser-Beschilderung einschließlich Laser-Warnzeichen gekennzeichnet?	☐	☐
2	Ist eine Betriebsanleitung in Landessprache bzw. in verständlicher Sprache vorhanden?	☐	☐
3	Liegt eine EU-Konformitätserklärung nach Maschinenrichtlinie 2006/42/EG mit Nennung von z. B. ISO 11553-2, IEC 60204-1, ISO 13849-1, IEC 61000-6-2 und IEC 61000-6-7 vor?	☐	☐
4	Ist eine Autorisierungseinrichtung, z. B. ein Schlüsselschalter, vorhanden?	☐	☐
5	Ist eine Schnittstelle für externe Sicherheitseinrichtungen, z. B. Türkontaktschalter, und eine Beschreibung zum bestimmungsgemäßen Anschluss dieser Sicherheitseinrichtung in der technischen Dokumentation vorhanden (ISO 13849-1 PL d)?	☐	☐
6	Ist eine Faserbruch- und Faserstecker-Erkennung vorhanden und sind Hinweise dazu in der Betriebsanleitung bzw. der technischen Dokumentation zu finden (ISO 13849-1 PL d)?	☐	☐
7	Ist ein abschließbarer Hauptschalter mit Not-Aus- bzw. Not-Halt-Funktion vorhanden (ISO 13849-1 PL d)?	☐	☐
8	Ist eine Emissions-Warneinrichtung sowohl an der Laserquelle als auch am Hand-Laser-Kopf vorhanden?	☐	☐

Quelle: BG ETEM

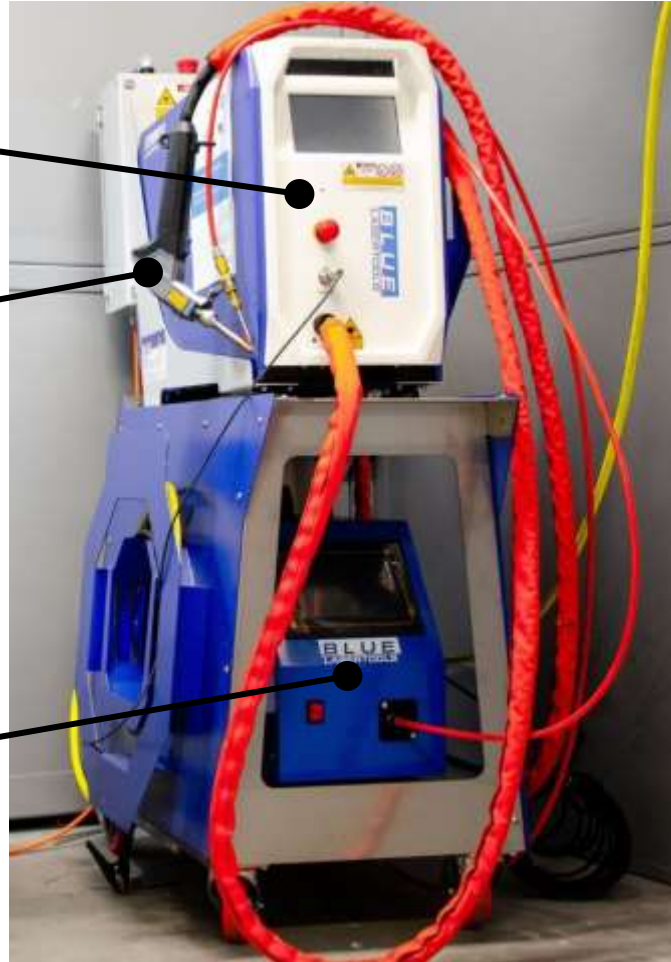
Handgeführte Laserprozesse - Systemtechnik

Strahlquelle

Laserkopf

(Griffstück)

Drahtzufuhr



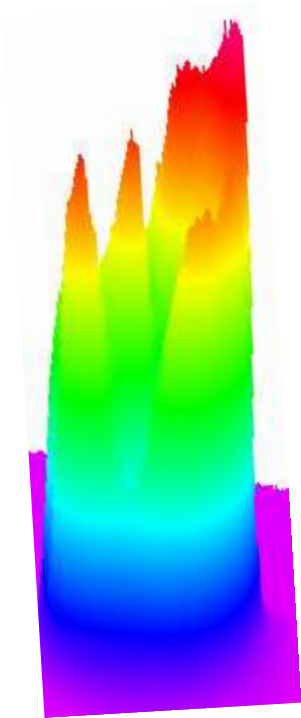
- multimode
- singlemode
- luftgekühlt
- Wassergekühlt
- Eifachdraht
- Doppeldraht
- Dreifachdraht

multimode

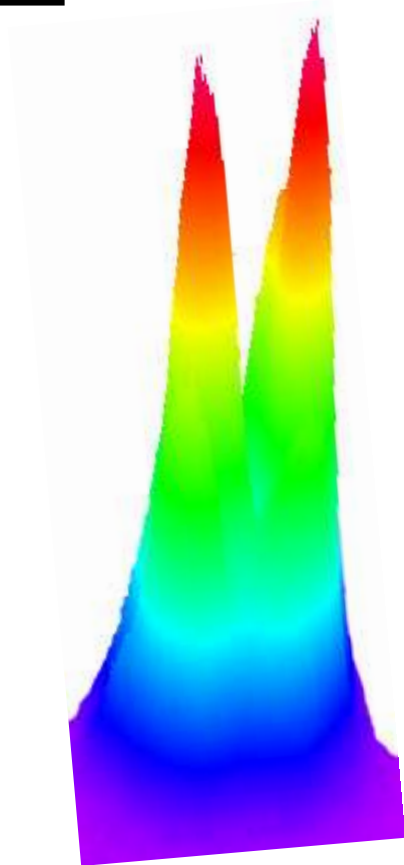
singlemode

- Leistungsverteilung
- Spot-Durchmesser
- **Leistungsdichte**

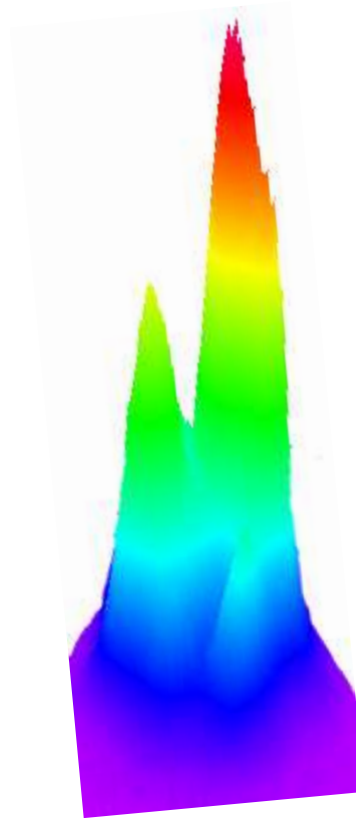
multimode real



im Fokus



10 mm über Fokus



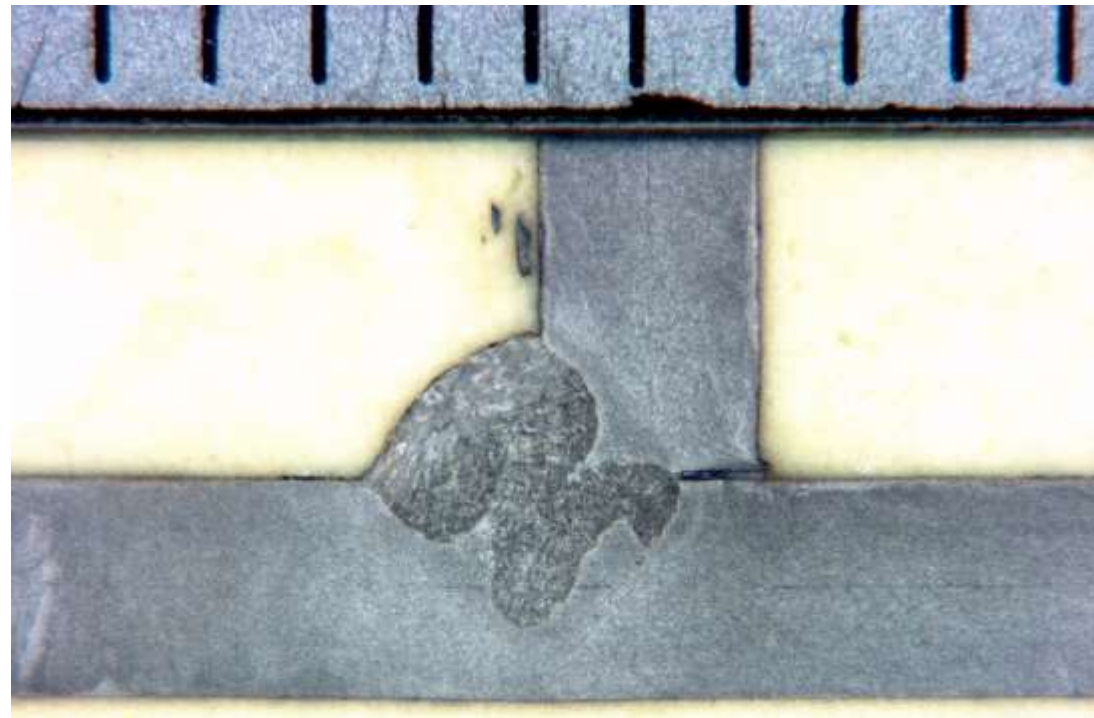
10 mm unter Fokus

- Leistung oft ungleichmäßig verteilt
- Verteilung ändert sich mit Fokusslage

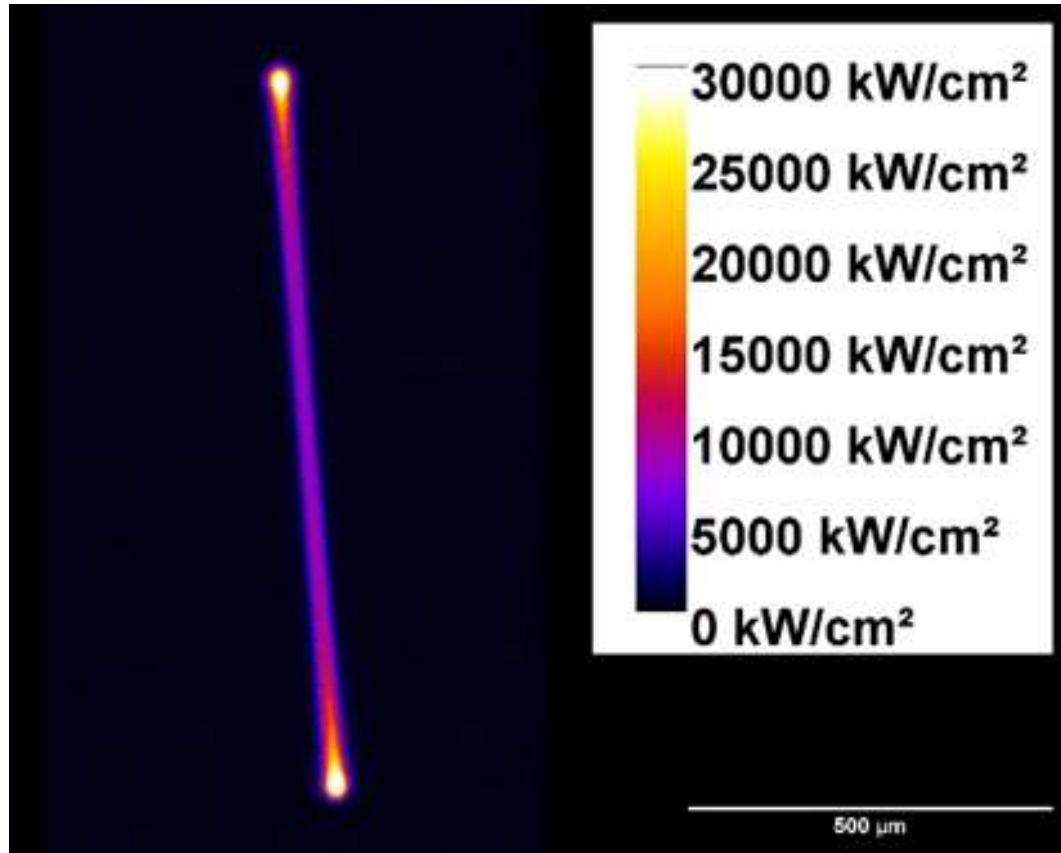
Handgeführtes Laserschweißen

Die wichtigsten Parameter sind:

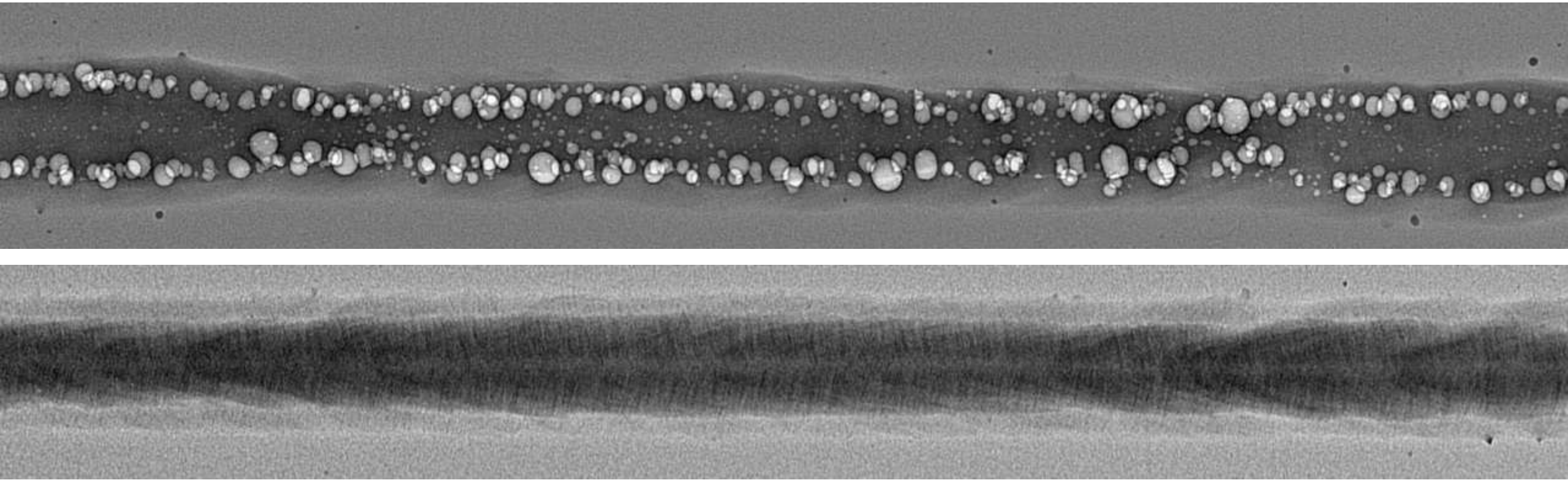
- › Laserleistung
- › Drahtgeschwindigkeit
- › Fokusslage
- › Schweißwinkel
- › Pendelbreite
- › **Pendelfrequenz**
- › (Pendelfigur)
- › Schutzgas/Schutzgasmenge



Stand der Schweißtechnik

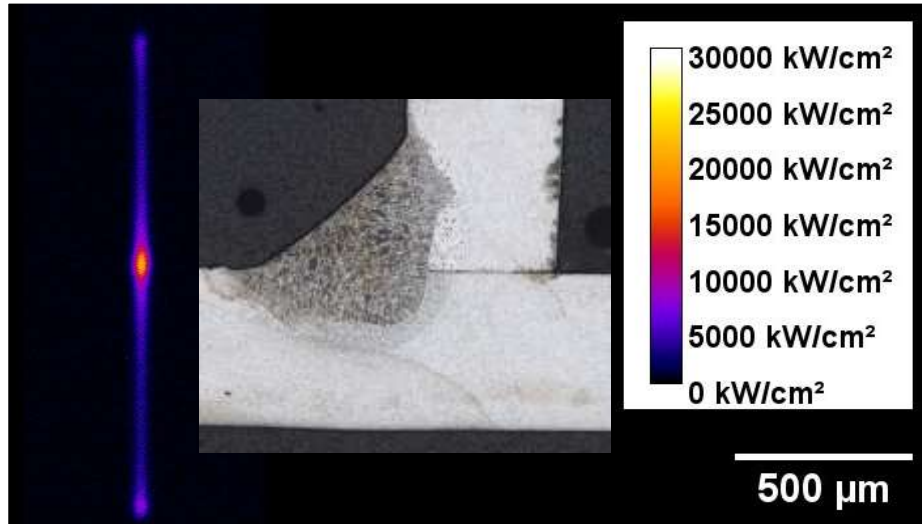


Einachsiges Pendeln - Auswirkungen

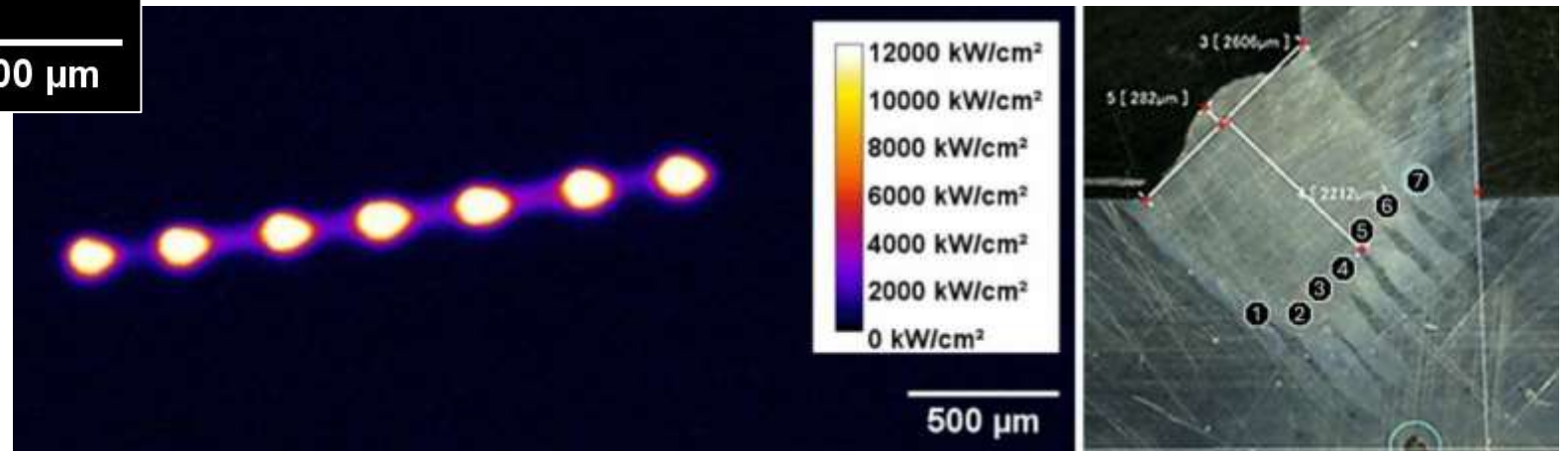


CrNi

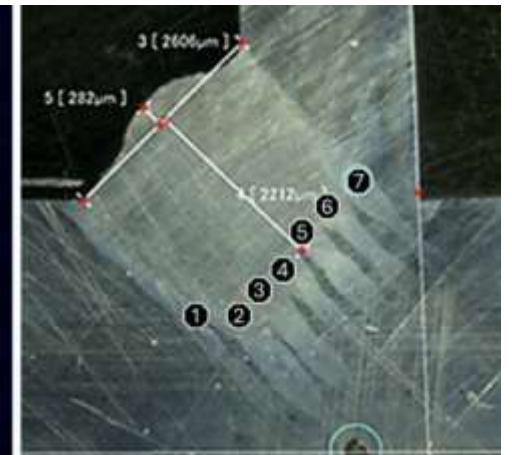
Stand der Schweißtechnik - Leistungskompensation



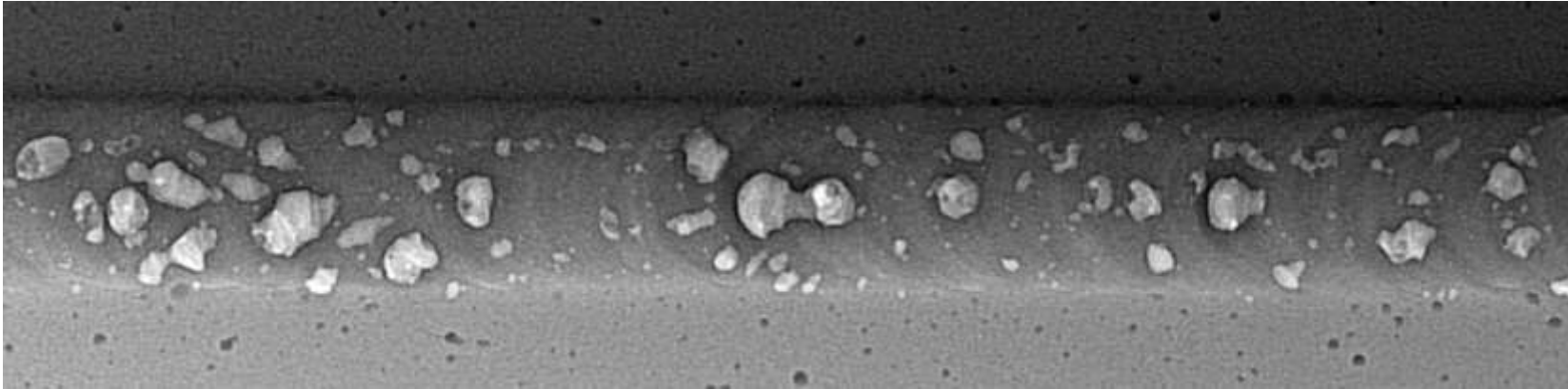
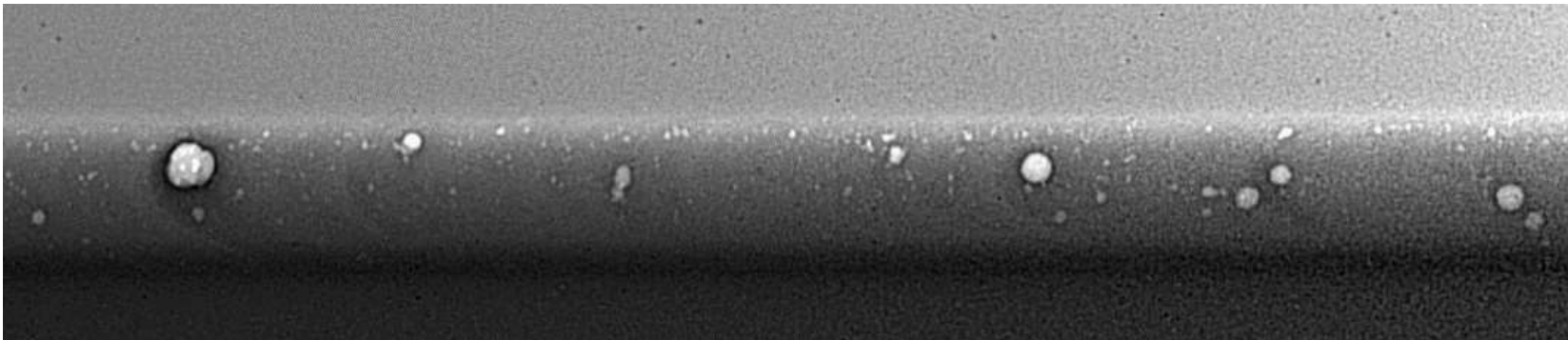
Leistungsverringierung in
den Umkehrpunkten



Zwischenstops



Poren

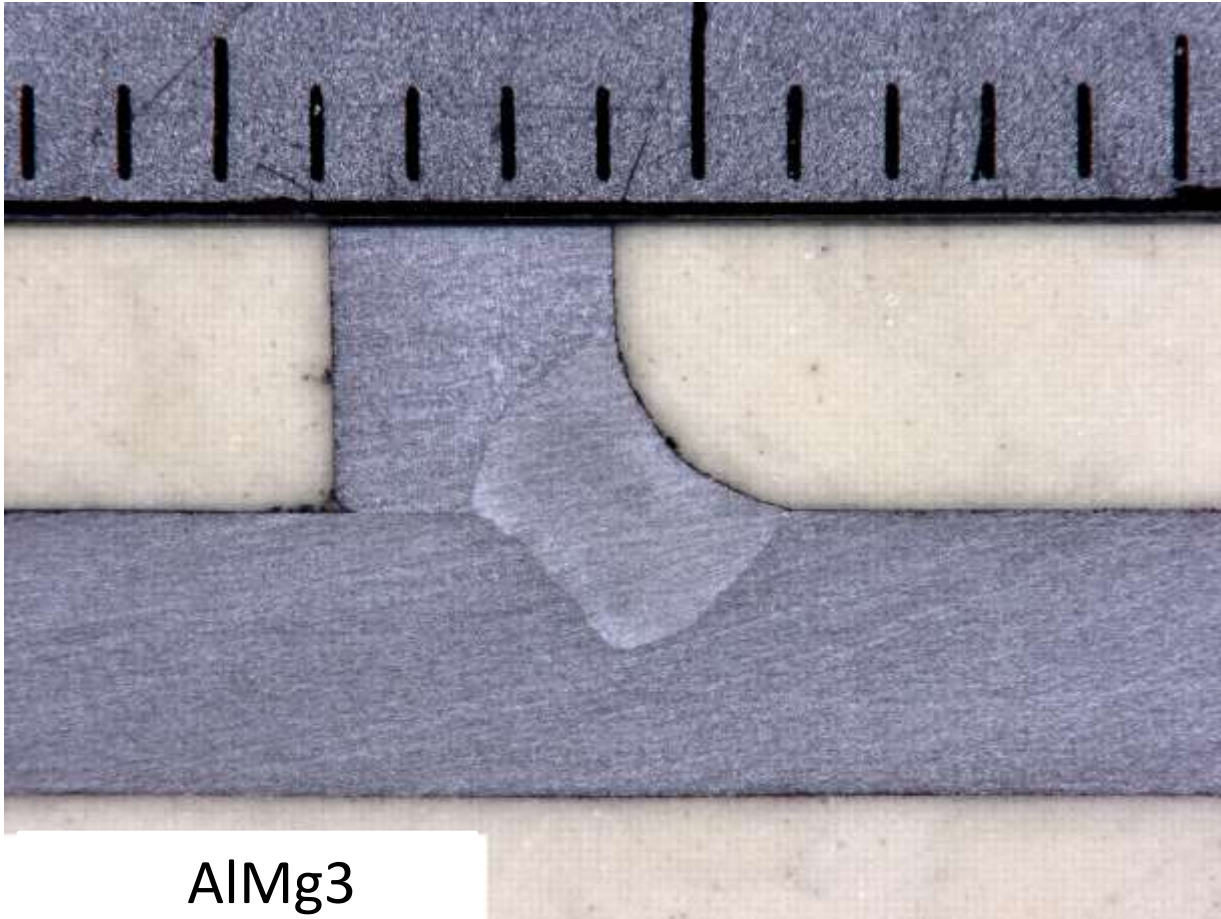
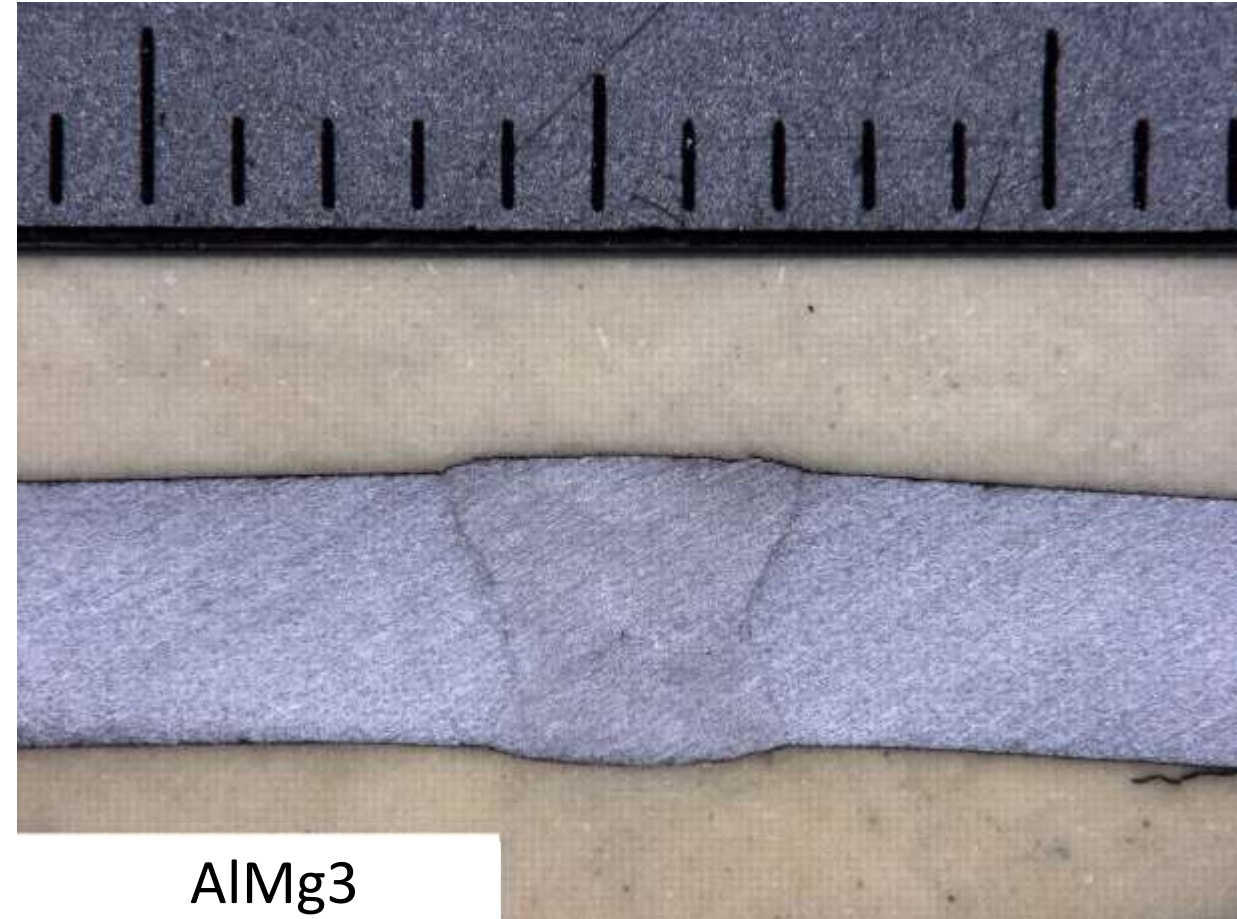


oben: AlMg3 unten: CrNi

Unterscheidung:

- prozessbedingt
- werksoffbedingt

Poren



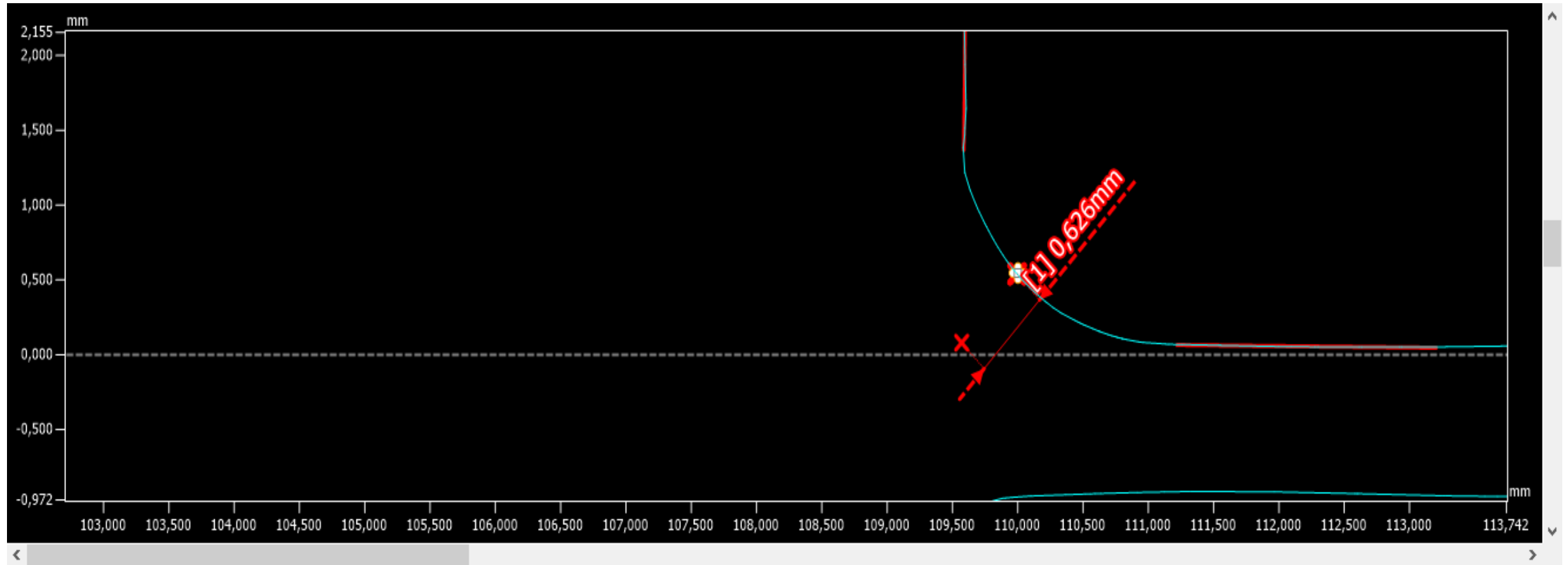


Einfachdraht (1,2 mm



Doppeldraht (2x1,6 mm

Kehlnahtprüfung – FW



Zusammenfassung – Vorteile und Nachteile

- + **Akzeptable Schweißergebnisse** auch **bei wenig Erfahrung** /Können/ Handfertigkeit (insbesondere bei Drahtprozessen, Drahtvorschub gibt Geschwindigkeit vor – „der Vorschub schiebt einen weiter“) im Vergleich zu anderen Schweißverfahren
- + Schneller Schweißen bzw. **höhere Produktivität**
- + **Geringerer Verzug**
- Nicht für alle Geometrien / Abschnitte / Nahtanforderungen geeignet
- Falls noch kein Laser vorhanden → **Lasersicherheit!** (Laserschutzbeauftragter, Schutzausrüstung)

Schweißerprüfung nach DIN EN ISO 9606-1

LEHRGANG – Schweißerausbildung Laser-Handschiweißen (Prüfung nach DIN EN ISO 9606-1)



INHALTE

- Grundlagen der Lasermaterialbearbeitung
- **Laserschutzmaßnahmen**
- **Laserstrahlschweißen – Material, Schweißseignung, Wechselwirkung und Verfahren**
- Einführung in die Anlagentechnik für das handgeführte Laserstrahlschweißen
- Praktische Übungen an Stumpfstößen und Kehlnähten
- Praktische und schriftliche Schweißerprüfung nach DIN EN ISO 9606-1

TEILNAHMENACHWEIS

Der 3-tägige Lehrgang endet mit einer Schweißerprüfung nach DIN EN ISO 9606-1. Prüfungsbescheinigung für das Schweißen von CrNi-Stahl nach bestandener Schweißerprüfung.

Laserschutzbeauftragter

- › Seminar- Ausbildung zum Laserschutzbeauftragten am ifw Jena
 - › Nächster Termin: 02. bis 03. Dezember 2026



Sicherer Einsatz von Schweißsystemen

2nd International Conference on Handheld Laser Beam Welding

 June 9 & 10 2027

 Jena, Germany
High-Tech-Hotspot for Photonics & Optics



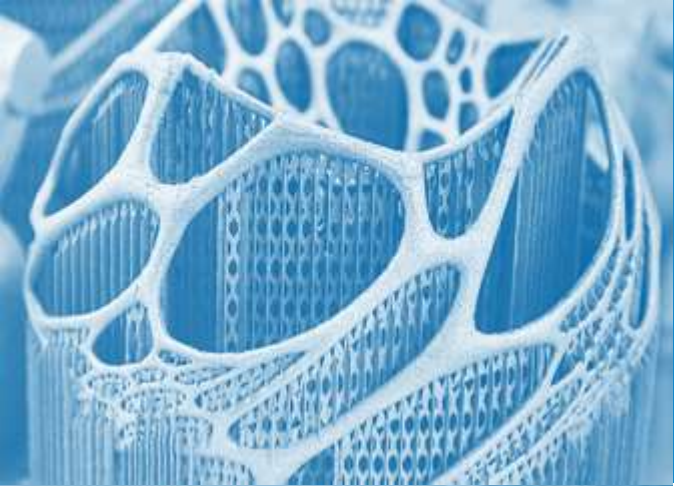
 Kick-Off-Dinner, June 8

 Check-Out-Brunch, June 11



Günter-Köhler-Institut
für Fügetechnik und
Werkstoffprüfung

ifw Jena



Martin Schmitz

+49 3641 204-240

mschmitz@ifw-jena.de



Ernst-Ruska-Ring 3 | 07745 Jena

Tel: +49 3641 204-100 | Fax: +49 3641 204-210

info@ifw-jena.de | www.ifw-jena.de

[in/company/ifw-jena](https://www.linkedin.com/company/ifw-jena) | [f/ifwJena/](https://www.facebook.com/ifwJena/)