

# Elektronenstrahlschweissen am PSI

## Schweisstechnik nach Mass für Ihren Prototypenbau

### Funktionsprinzip

Das Elektronenstrahlschweissen gehört gemäss DIN 1910 zur Verfahrensgruppe des Schmelz-Verbindungsschweisens.

In einem Elektronenstrahl-Generator werden durch thermische Emission erzeugte Elektronen bei hoher Spannung im Vakuum beschleunigt.

Dieser Generator ist an der evakuierbaren Prozesskammer montiert und die beschleunigten Elektronen werden mittels elektromagnetischer Ablenkspulen berührungsfrei auf die Nahtstelle des zu bearbeitenden Werkstückes fokussiert.

Bei der am Paul Scherrer Institut verfügbaren Anlage entstehen hohe Leistungsflussdichten bis zu  $75 \text{ kW/mm}^2$  am Schweißpunkt. Dabei liegt die Wärmeabsorption

des Werkstücks bei einem äusserst vorteilhaften energetischen Wirkungsgrad von ca. 90–95%.

### Einsatzbereich

Typische Anwendungen des Elektronenstrahlschweisens am PSI sind hochschmelzende metallische Werkstoffe, insb. solche Werkstoffpaarungen die mit herkömmlichen Verfahren nicht oder unzureichend gefügt werden können.

Das Spektrum möglicher Nahttiefen liegt je nach Material zwischen  $> 0,025 \text{ mm}$ – $50 \text{ mm}$  (Al),  $55 \text{ mm}$  (Stahl),  $20 \text{ mm}$  (Cu),  $30 \text{ mm}$  (Ti).

Das PSI bietet für dieses Verfahren mehr als 25 Jahre Erfahrung aus dem wiss. Apparatebau. Es findet heute breite Anwendung

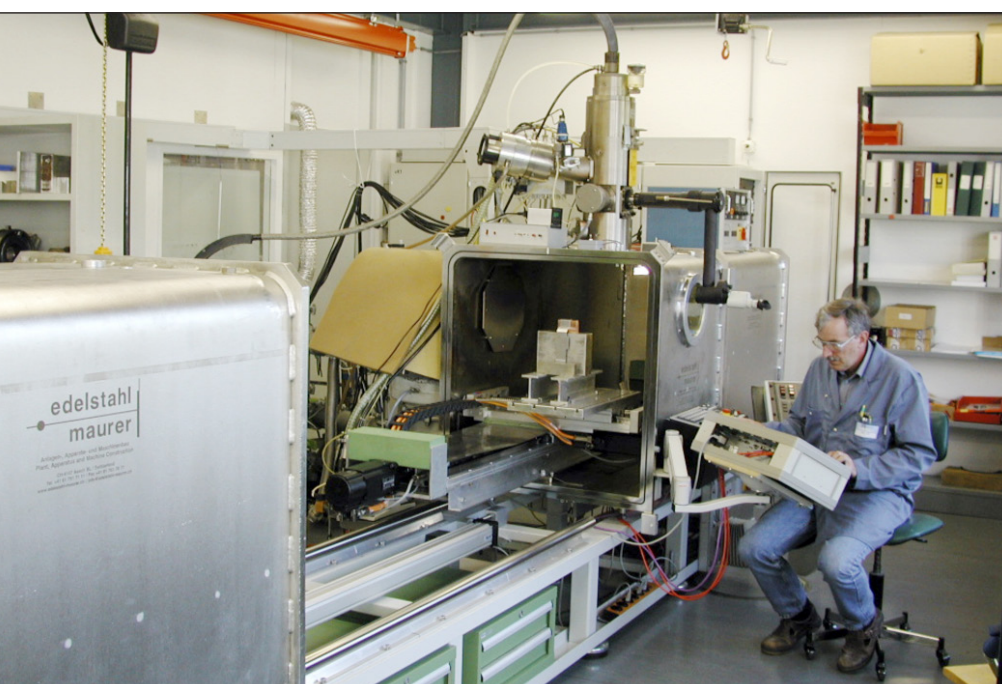


für die Erzeugung UHV-tauglicher Verbindungen in der Wissenschaft, im Apparatebau der Beschleunigertechnologie, im Behälterbau, der Sensortechnik, dem Automobilbau, der Reaktortechnik, Feinwerktechnik, Medizintechnik und anderen Anwendungsbereichen höchster Qualitätsanforderungen.

Durch die Konzeption einer speziell eingerichteten Vakuumkammer können am PSI Bauteile mit komplexen Geometrien, rotationssymmetrische Komponenten und insb. Werkstücke mit länglichen Dimensionen bis zu  $3000 \text{ mm}$  verschweisst werden. (längere Dimensionen auf Anfrage) Kurze Evakuierungszyklen von 6–7 Min gestatten eine flexible Handhabung der Versuchsführung.

Das Team des Paul Scherrer Instituts empfiehlt sich für die fachgerechte Schweißung von metallischen Mischverbindungen unterschiedlichster Metalle und bietet seinen reichhaltigen Erfahrungshintergrund der industriellen Kundschaft an.

**Gerne beraten wir Sie für den Bau und die Konzeption von Ihren zukünftigen Prototypen.**

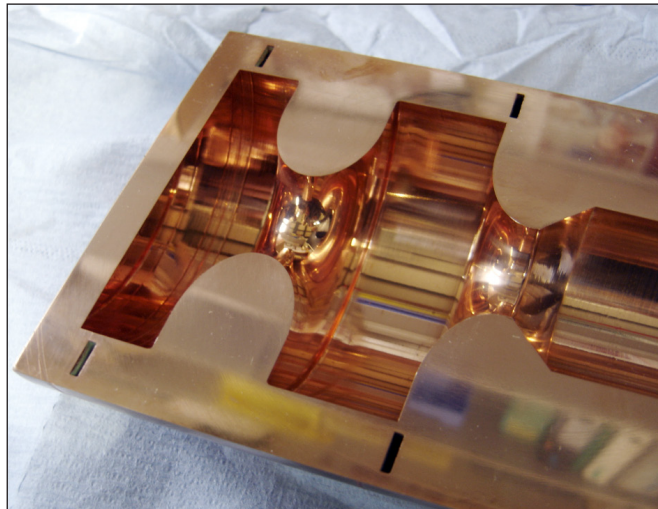


### Am PSI Schweissbare metallische Werkstoffe

- Hochlegierte rostfreie Stähle (Fe)
- Nickel und Nickellegierungen (Ni)
- Schwer schweisssbare Kohlenstoffstähle
- Aluminium und Aluminiumlegierungen (Al, Si, Li, kein Zn)
- Kupfer und Kupferlegierung (Cu), ausser Messing und Neusilber (CuNiZn)
- Zircaloy (Zr)
- Titan und Titanlegierungen (Ti)
- Sondermetalle: Wolfram (W), Molybdän (Mo), Vanadium (V), Tantal (Ta), Niob (Nb), Hafnium (Hf)
- Kobalt und Kobaltlegierungen
- Graugusslegierungen (GG, GGG)

### Am PSI realisierte Werkstoffpaarungen

- Rostfreier Stahl mit Kupfer
- Rostfreier Stahl mit Kovar
- Rostfreier Stahl mit Baustahl
- Rostfreier Stahl mit Wolfram
- Nickellegierungen mit Kupfer
- Molybdän mit Cu, Ta, Ti, W, Kovar
- Niob mit Tantal
- Niob mit Titan
- Tantal mit Titan
- Wolfram mit Kupfer, Mo, Nb



Zirkular geschweisste Beschleunigerkavität, hochreines Elektrolytkupfer, Nahtdicke 5 mm.

### Leistungsdaten der PSI-Anlage

Beschleuniger-Spannung:	60 kV
Max. Leistung:	7.5 kW
Max. Schweisstiefe in rostfr. Stahl:	35 mm

Innenmasse der Vakuumkammer:	3100 x 850 x 900 mm
Erweiterbar mit Vakuumrohren:	Nennweite 500/300
Evakuierzeit:	6 – 7 min

Verfahrweg x-Achse:	2100 mm
Verfahrweg y-Achse:	330 mm
Max. Werkstückhöhe/ max. Ø:	400 mm (radial)

- Wegfall der üblichen Schweiss-Zusatzstoffe und Schutzgase
- Erzeugung absolut UHV – dichter, formschlüssiger Verbindungen
- Hohe mechanische Festigkeit der gefertigten Baugruppen
- Hohe Prozessicherheit und hohe Reproduzierbarkeit der Nahtqualität
- Zuverlässige Realisierung «exotischer» metallischer Werkstoffpaarungen im Apparatebau
- Zuverlässiges Verbinden von ungleichen und schwerschweisbaren Metallen

### Wirtschaftliche und technische Vorteile

- Niedrigster spezifischer Wärmeeintrag gegenüber allen anderen Schmelz-Schweisverfahren
- Günstiger energetischer Wirkungsgrad
- Hohe Wirtschaftlichkeit
- Sehr schmale, robuste Schweissnähte: Verhältnis Breite / Tiefe = 1/50 (!)
- Praktisch keine Nachbearbeitung
- Geringer Wärmeverzug und Vermeidung von Eigenspannungen
- Gleichmässige Gefügestruktur in der Schweissnaht
- Realisierung hoher Schweissgeschwindigkeiten

#### Kontakt

Markus Mähr  
Leiter Schweisstechnik, PSI  
Tel. +41 (0)56 310 54 25  
markus.maehr@psi.ch

#### Technologietransfer PSI

Tel. +41 (0)56 310 27 20  
techtransfer@psi.ch

#### Paul Scherrer Institut

5232 Villigen PSI, Schweiz  
Tel. +41 (0)56 310 21 11  
www.psi.ch



Rostfreier Stahl (1.4435) / Cu – OF (2.0040)  
Hochspannungsstecker (Luft/UHV) 500kV.