



Dienstleistungsunternehmen



- Die Fa. SwissBeam ist auf das Elektronenstrahlschweissen von Metallen spezialisiert und alle damit verbundenen Tätigkeiten
- Kundensegment umfasst sämtliche metallverarbeitenden Unternehmen und Forschungsinstitute aus dem In- und Ausland
- 5 Mitarbeiter mit Geschäftssitz Rudolfstetten – Friedlisberg
- Gründung Aug. 2013

Slide 2



Elektronenstrahlanlagen

Swiss
Beam

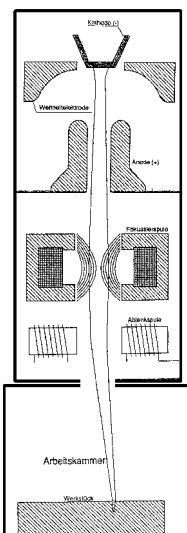


Slide 3



Schema einer EB Anlage

Swiss
Beam




- Zwischen Kathode und ringförmigen Anode wird eine Hochspannung von bis zu 150'000 Volt angelegt.
- Eine Wehneltzylinder regelt mit einer Differenzspannung bis 2000 V gegenüber der Kathode den Strahlstrom.
- Aus der glühenden Kathode (2750°C) werden negative Elektronen gelöst und auf 2/3 Lichtgeschwindigkeit zu einem Strahl beschleunigt.
- Beim Auftreffen des Elektronenstrahls wird ein grossteil der kinetische Energie in Wärme umgewandelt
- Die Strahlleistungsdichte liegt bei 1 bis 10 Mio. W/cm²
- Die Strahlgeometrie ist sehr schlank und kann aufgrund der hohen Energiedichte tief in den Werkstoff eindringen (Tiefschweisseffekt)

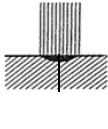
Slide 4



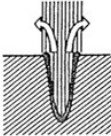
Prinzip Tiefenschweissung



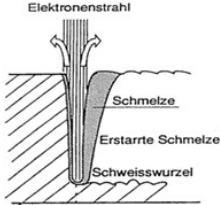
Tiefenschweisseffekt



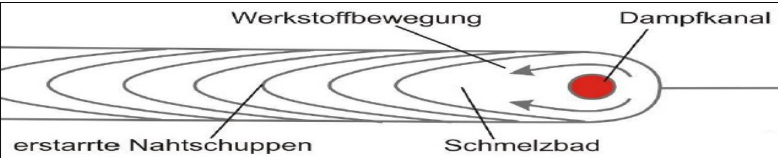
Elektronenstrahl schmilzt die Werkstückoberfläche




Im Kern bildet sich ein Dampfkapillare, welche ein weiteres Eindringen der Elektronen ermöglicht




Dampfkanal und Schmelzkanal haben die gewünschte Tiefe im Werkstück erreicht



Slide 5



EB-Schweissprozess




↓

Elektronenstrahl = roter Pfeil

1. 4 Heftpunkte am Umfang
2. Kontrolle Heftung 1 & 3
3. Leichte Heftnaht am kpl. Umfang
4. Schweissung axial in 4.7 mm Tiefe.

Slide 6



Beweggründe für Mischverbindungen





- Konstruktionsleitsatz „Stets das richtige Material in der richtigen Menge am richtigen Ort“ anwenden
- Durch Werkstoffkombinationen entstehen interessante Funktionen
- Die vorteilhaften Eigenschaften ungleicher Metalle innerhalb eines «Aufbaus» bieten viele Lösungen
- Zahlreiche wirtschaftliche und technisch raffinierte Einsparungslösungen von wertvollen Werkstoffen
- Industrieller Einsatztauglichkeit und preislich interessant
- Mischverbindung, z.B. Schneckenrad aus Bronze/Stahl oder Bimetalle für Fahrzeugbau

Slide 7




Auf was muss geachtet werden Kupfer/Stahl



Durch Puffern (Reinickel) kann die Loteindringung unterbunden werden und der Schmelzbereich von der Pufferschicht nähert sich an die Werte des Stahls.

- Reines Kupfer hat zu unlegierter Stahl eine fast 7-fach höhere Wärmeleitfähigkeit bei 22°C und eine 15-fache bei 1000°C
- Kupfer hat eine um Faktor 1,4 höhere Wärmedehnung und eine doppelt so grosse Schrumpfung beim Erstarren zu Stahl
- Auftreffpunkt des Strahls punktgenau auf Kupfer setzen, so dass beide Werkstoffe auch mit ungleichen Schmelzpunkten synchron schmelzen. Design der Verbindung beachten
- Die Mischungs- und Abkühlungsbedingungen in der Schmelzzone mit gezielter Wärmeverteilung synchronisieren
- Kupfer als Nichteisenmetall hat Affinität zur Bildung von Oxiden mit Luftsauerstoff.
- Geringe intermetallischen Phasen, aber Gefahr der Löttrissigkeit.

Slide 8



Welche Schwierigkeiten können auftreten



Kupfer mit Stahl

- Die Grösste Herausforderung beim Schweißen von Kupfer mit Stahl ist die Heissrissbildung in der Wärmeeinflusszone
- Gefahr der Lötrissigkeit und Probleme wenn Schweissenergie zuerst durch den Stahl fliesst
- Beim Kupfer wirkt erschwerend als Nichteisenmetall seine Affinität zur Bildung von Oxiden mit Luftsauerstoff.
- Schweissnaht mit inhomogenen Strukturen und Wasserstoff-beeinflusste Kaltrisse

Slide 9



Bevorzugter Werkstoffe

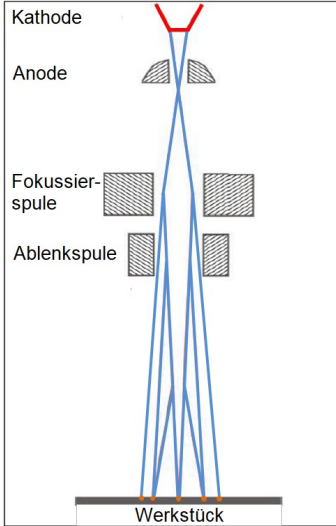


- Rostfreie Stahlwerkstoffe (Schmelzpunkt ca. 1450°C) sind: 1.4301, 1.4306 und 1.4401. Der 1.4436 ist kein empfohlener Werkstoff, da er eine etwas höher legierte Version des 1.4401 darstellt und eher schlechte Schweisseigenschaften mit Kupfer besitzt
- Kupferlegierungen (Schmelzpunkt ca. 1080°C) umfassen die Klasse der sauerstofffreien Kupfer (OFC) - und sauerstofffreien Legierungen mit hoher Wärmeleitfähigkeit (OFHC). Diese Legierungen haben sehr geringen Mengen an Sauerstoff und typischerweise eine Reinheit von 99,9% und damit keine anderen Bestandteile ausser Kupfer.
- Anhand von Phasendiagrammen kann im Vorfeld abgeschätzt werden, ob Phasen, insbesondere intermetallische Phasen für sprödes Materialverhalten bei der Verschmelzung und der Erstarrung auftreten.

Slide 10




Mehrstrahltechnik




The diagram illustrates the multi-beam electron beam welding process. At the top, a red V-shaped cathode (Kathode) emits a beam. This beam passes through an anode (Anode) and is then focused by a focusing coil (Fokussierspule). The beam is then deflected by a deflection coil (Ablenkspule) to create multiple parallel beams. These beams strike a workpiece (Werkstück) at the bottom, creating multiple welds simultaneously.

Aufgrund einer besonders schnellen Ablenkung kann der Strahl eine oder mehrere Schmelzen so schnell verlassen und wieder zu ihr zurückkehren ohne das die Schmelzbäder während der Abwesenheit des Strahls zusammenbrechen.

Slide 11




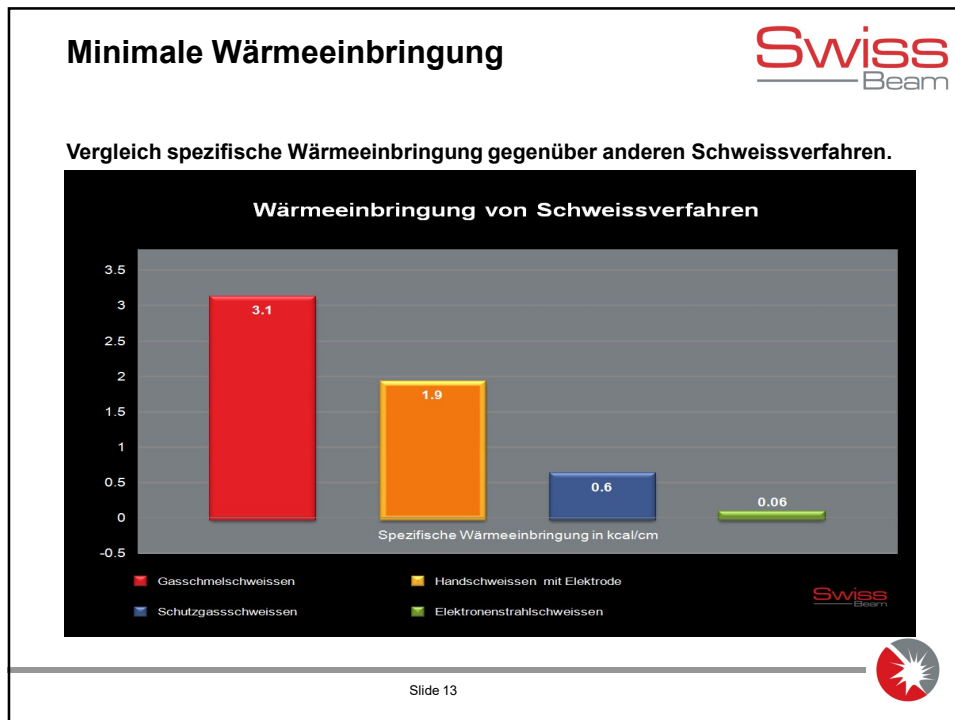
Mehrstrahltechnik




The content of this slide is completely blacked out, obscuring any text or diagrams that might have been present.

Slide 12






Beispiel Kupfer/Stahl


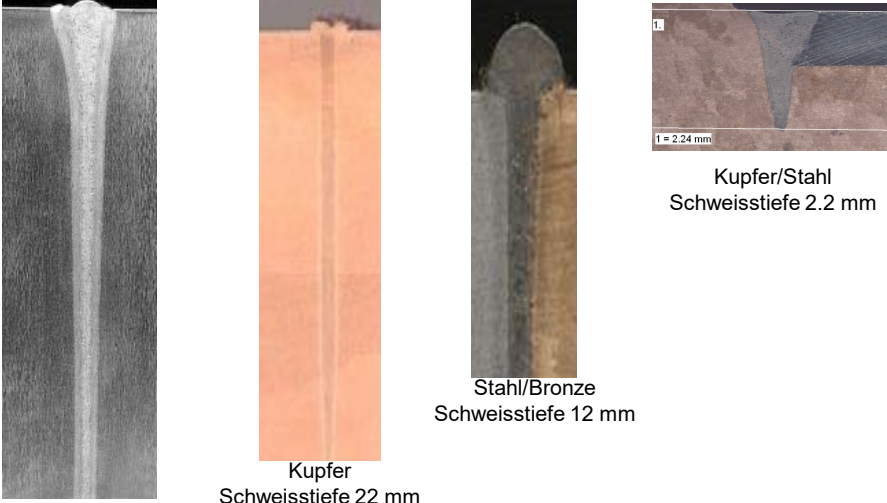



Mehrere Folien, sind mit kompakten Anschlussstücken aus Edelstahl zu einem Stromband gefügt.
Vorteil: Bestmögliche Stromübertragung mit Integration von Stahl-Schutz-Folien.

Slide 15



Typische Nahtprofile & Tiefen


Stahl
Schweisstiefe 45 mm

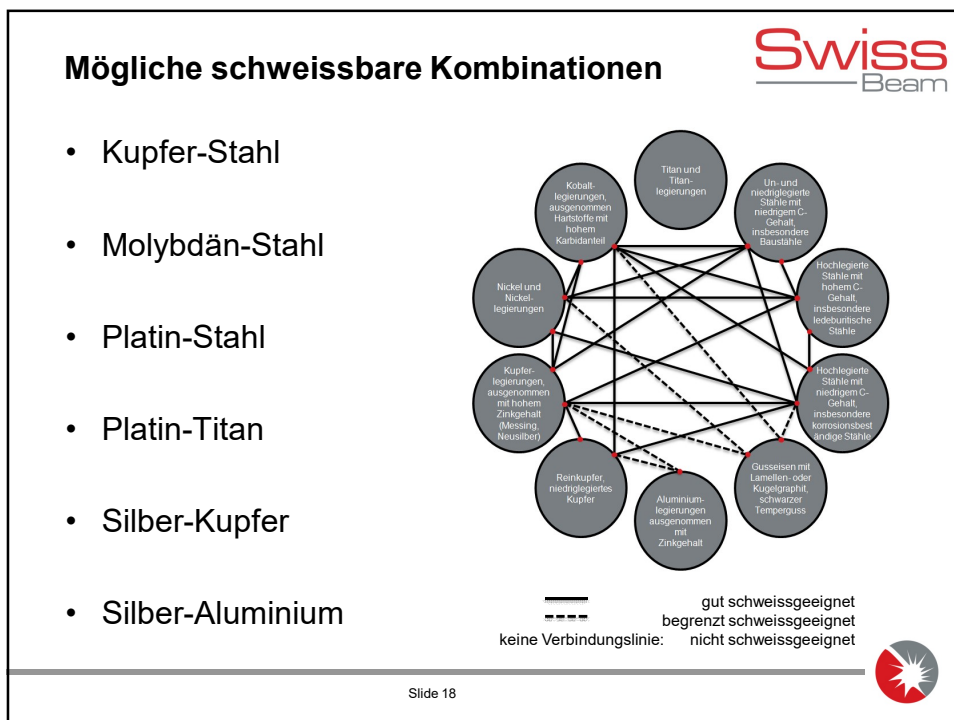
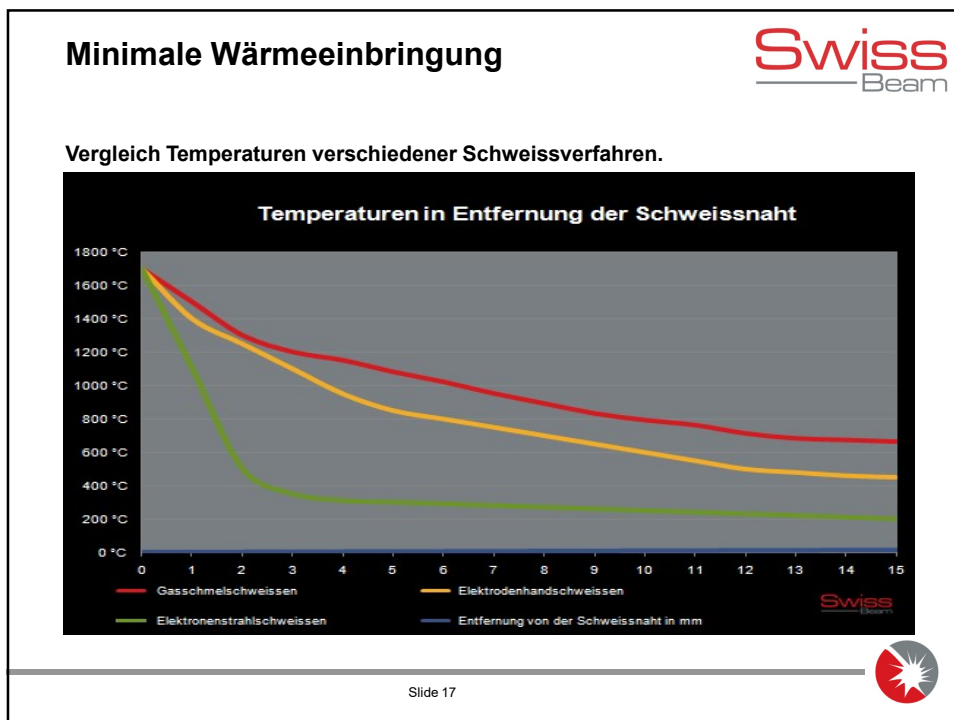
Kupfer
Schweisstiefe 22 mm

Stahl/Bronze
Schweisstiefe 12 mm

Kupfer/Stahl
Schweisstiefe 2.2 mm

Slide 16





Beispiel Bronze/Stahl





Bronze, Mat. 2.0975.04
Stahl Mat. 1.4301
Schweisstiefe 4mm
1x radial plus 1x axial

Diese Anwendung zeigt eine Mischverbindung aus Chromstahl und Bronze, die aus einer physikalischen Notwendigkeit heraus entwickelt wurde.

Die Verbindung zeichnet sich durch stark Unterschiedliche Schmelztemperaturen, Ausdehnungskoeffizienten und Wärmeleitfähigkeiten aus, was sich beim Aufschmelzverhalten widerspiegelt

Slide 19



Vorteile / Nachteil Elektronenstrahlschweissen



Vorteile:

- **Geringste Wärmeeinbringung**
 - Minimale Schrumpfung, weniger Eigenspannung
 - Geringe thermische Belastung (schlanke Nähte)
 - Einsatz am Ende der Fertigungskette möglich

- **Verfahrenstechnischer Variantenvielfalt**
 - Mischverbindungen
 - Werkstoffe auch mit Stähle > 0.4% C-Gehalt
 - Potential für neue Materialtechnologien (Mehrbad)
 - Tiefenschweisseffekt

- **Höchste Prozesssicherheit**
 - CNC gesteuerte Prozessführung (hohe Reproduzierbarkeit)
 - Keine Reflexionsprobleme

- **Hervorragender Gesamtwirkungsgrad**
 - EB = 60% vs. Co2 – Laser > 5% (Quelle: DVS 3209)
 - Wirtschaftlichkeit (hohe Schweissgeschwindigkeit etc.)
 - kurze Schweisszeiten, geringer Energieverbrauch

Nachteile:

- Hohe Investitionskosten

- Nötige Abschirmung der Arbeitskammer (Röntgenstrahlen)

- Vakuumkammer begrenzt die Grösse der Werkstücke

- Notwendigkeit des Entmagnetisierens

- Grosse spezifische Erfahrung notwendig

Slide 20



Stärken des Werkplatz Schweiz






- Seit Aufhebung des Mindestkurses wurde die Marktbearbeitung Deutschland intensiviert
- Preisführerschaft als strategisches Ziel definiert
- Benchmark des Produktportfolio bei Schlüsselkunden durchgeführt
- Aufträge angenommen bzw. realisiert welche Mitbewerber nicht wollten oder konnten
- Gut ausgebildetes und zufriedenes Team was am Werkplatz Schweiz vorhanden ist

Slide 21



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Peter Schmidt
SwissBeam AG
Grossmatrain 3
8964 Rudolfstetten

Tel. +41 44 545 20 80
Fax +41 44 545 20 84
peter.schmidt@swissbeam.ch
www.swissbeam.ch