

Effizientes Schweißen von Maschinenbauteilen

Jürgen Seilkopf, Burg

Poleposition in der
Elektronenstrahl-Technologie

K 6000

Technische Daten 630 m³- Elektronenstrahlanlage

- ☑ Strahlleistung: 40 kW
- ☑ Beschleunigungsspannung: 80 kV
- ☑ Mehrstrahl- und Pulstechnik
- ☑ Evakuierungszeit bis 2×10^{-3} mbar: 24 Min.
- ☑ CCD-Kamera im Strahlengang, 4 Kameras in den Ecken und elektronenoptischer Einblick
- ☑ Online-Nahtverfolgungssystem (ab 11/2005)
- ☑ Drehvorrichtungen für Axial- und Radialnähte
- ☑ Luftkissentransportpaletten zum Wechsel des Werkstückträgers



Werkstoffe und Einschweißtiefen

Werkstoffnr.	Werkstoff	Schweißaufgabe	Schweißposition	Schweißtiefe [mm]
Werkstoffkombinationen				
1.7380 mit 1.7362	10CrMo910 mit 12CrMo19.5	Axialnaht Durchschweißung	PC	60
1.0570 mit 1.7225	S235J2G3 mit 42CrMo4	Längsnaht Einschweißung	PA PA	63 55
1.0570 mit 1.4571	S355J2G3 mit X6CrNiMoTi 17122	Längsnaht Durchschweißung	PC	70
Aluminium				
AA2219	AlCu6Mn	Längsnaht Durchschweißung	PC	70
3.3547	AlMg4.5Mn07	Längsnaht Durchschweißung	PC	205
			PC	100
			PC	90
3.3547	AlMg4.5Mn07	Längsnaht Einschweißung	PC	75
3.3547	AlMg4.5Mn07	Längsnaht Einschweißung	PC	140
7000er Reihe	GAL-C330 Al-Sonderlegierung Rm = 370 Mpa	Längsnaht Durchschweißung	PC	100
Bronze				
2.0872	CuNi30Mn1Fe	Längsnaht Durchschweißung	PC PC	85 27
2.1052	CuSn12Pb	Radialnaht Durchschweißung	PC PC	55 32
2.0966	CuAl10Ni5Fe	Längsnaht Durchschweißung	PC	50
2.1293	CuCrZr	Längsnaht Einschweißung	PC	65
			PA	50
			PA	30

Werkstoffnr.	Werkstoff	Schweißaufgabe	Schweißposition	Schweißtiefe [mm]
1.0116	S235J2G3	Längsnaht Durchschweißung	PG PA	90 20
1.0116	S235J2G3	Axialrundnaht Einschweißung	PA	53
1.0570	S235J2G3	Längsnaht Durchschweißung	PG PC PC PG PC PA	80 100 70 50 40 20
1.0570	S235J2G3	Längsnaht Einschweißung	PA PA PC PG	68 65 55 55
1.0460	C22.8	Längsnaht Durchschweißung	PC	40
1.0460	C22.8	Radialnaht Durchschweißung	PC	60
ASTM A 148 Grade 80-40	GS20MN5V	Radialnaht Durchschweißung	PC	120
1.8519	31CrMo9V	Radialnaht Einschweißung	PC	85
1.7225	42CrMo4	Radialnaht Durchschweißung	PG	60
1.4404	X2CrNiMo17123	Axialnaht Durchschweißung	PG	60
1.4404	X2CrNiMo17123	Längsnaht Durchschweißung	PC	60
1.4301	X5CrNi1810	Axialnaht Durchschweißung	PA	20
1.4301	X5CrNi1810	Längsnaht Durchschweißung	PC PC	60 80
1.4429	X2CrNiMoN17133	Längsnaht Durchschweißung	PC PC PC	60 35 25
1.4468	GX2CrNiMoN 2563	Radialnaht Durchschweißung	PC	26

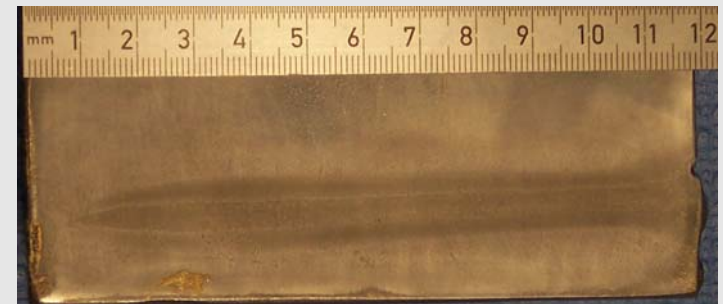
Werkstoffnr.	Werkstoff	Schweißaufgabe	Schweißposition	Schweißtiefe [mm]
Kupfer				
2.0040	Cu-OFE	Längsnaht Durchschweißung	PA PC	8 23
2.0040	Cu-OFE	Radialnaht Einschweißung	PA	9
Nickel				
1.3912	Ni36	Längsnaht Einschweißung	PA PA PA PC	38 35 20 20

Reparaturschweißungen – Zahnkränze eines Eimerkettenbaggers zum Braunkohleabbau

(MIBRAG GmbH)



Die verschlissenen Bereiche des Kettenrades werden durch Segmente aus verschleißfestem Stahl ersetzt.



Werkstoffkombination: GS 52 / HARDOX 500

Schweißtiefe 110 mm

EB-Schweißen dickwandiger Rohre

(Heinz Gothe GmbH & Co. KG)



Werkstoff: 1.4430 (X2CrNiMoN17-13-3)

Durchmesser: 219 mm

Länge: 6000 mm

Einschweißtiefe: 30 mm



EB-Schweißen einer Turbinennabe

(MCE Maschinen & Apparatebau GmbH & Co.)



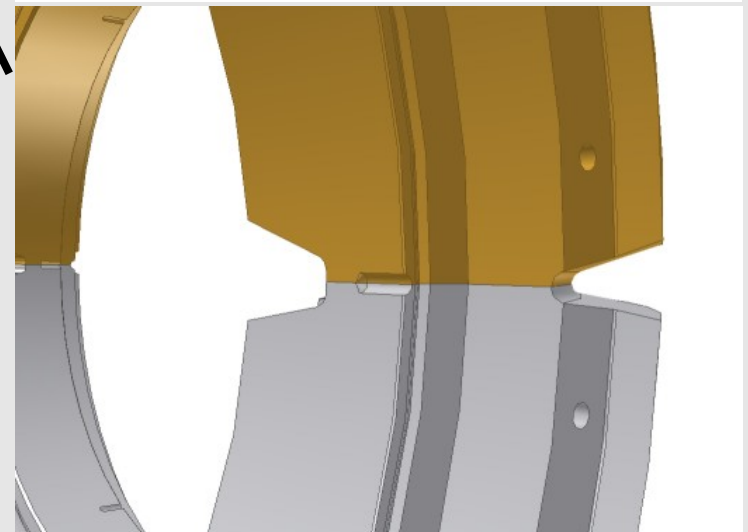
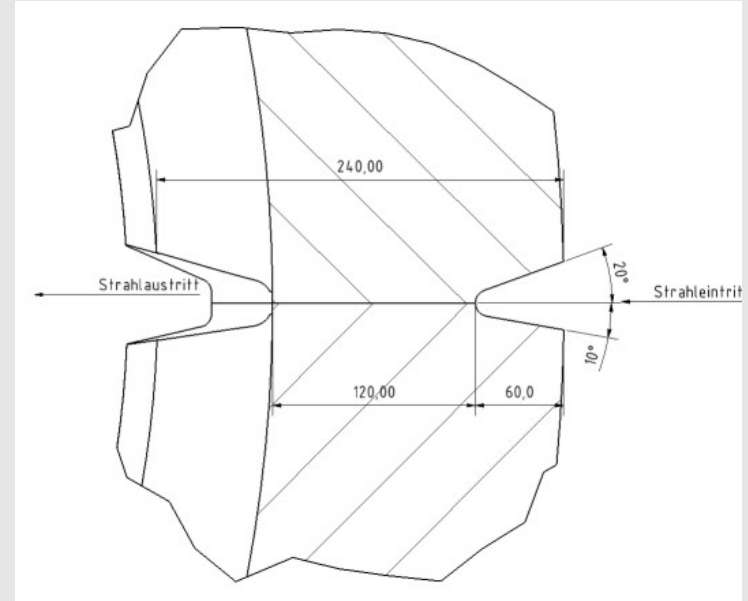
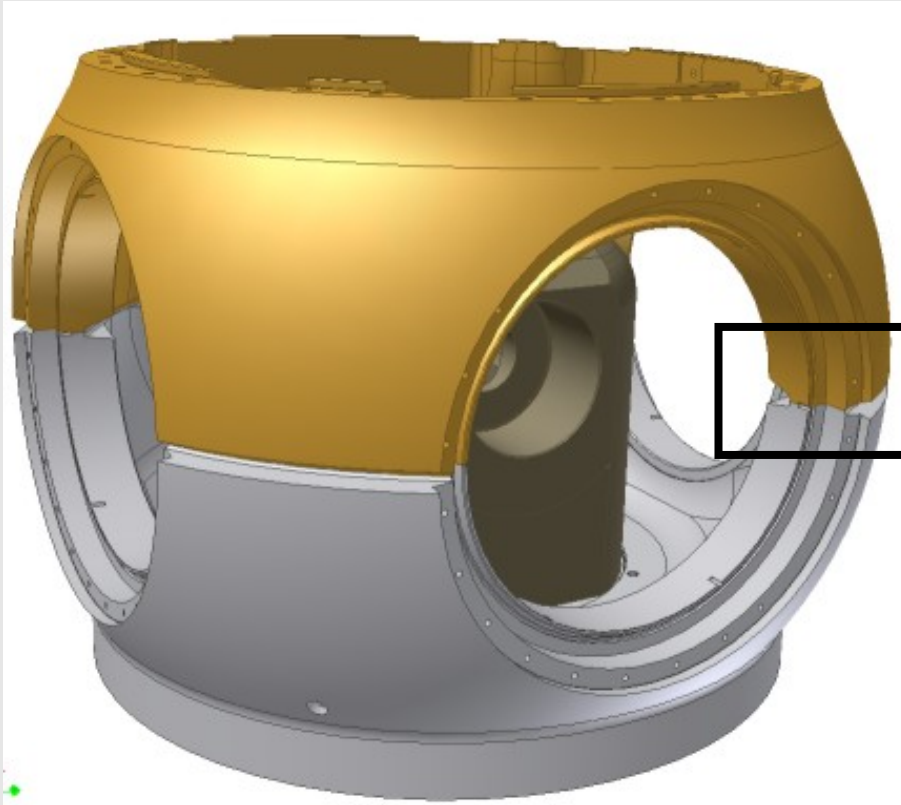
Werkstoff: ASTM A148 Grade 80-40
(GS 20Mn5V)

Einschweißtiefe: 120 mm



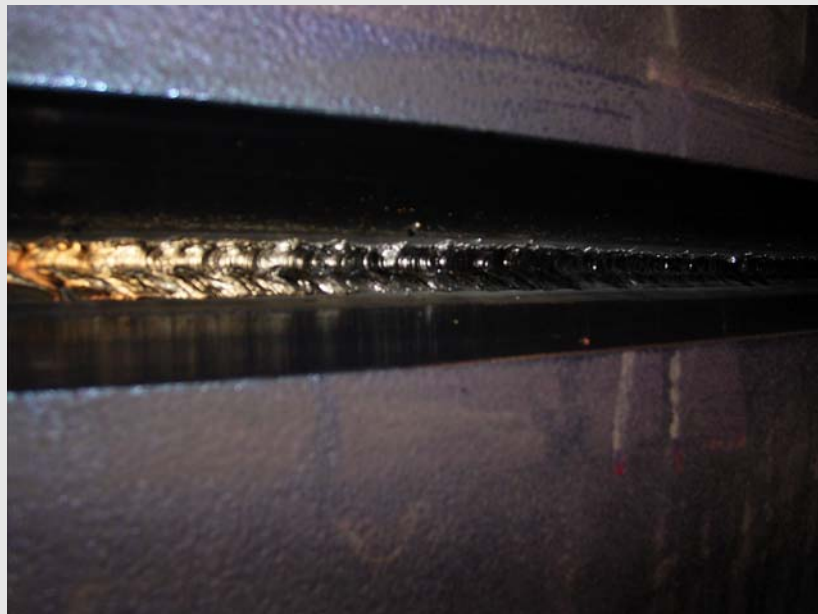
EB-Schweißen einer Turbinennabe

(MCE Maschinen & Apparatebau GmbH & Co.)



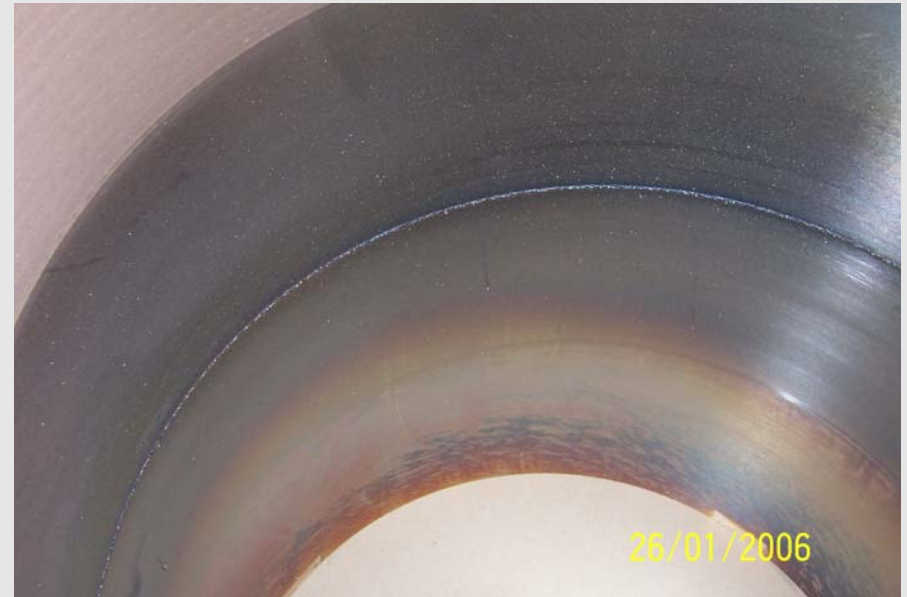
EB-Schweißen einer Turbinennabe

(MCE Maschinen & Apparatebau GmbH & Co.)



EB-Schweißen einer Bronzebuchse

(M. Luck GmbH)



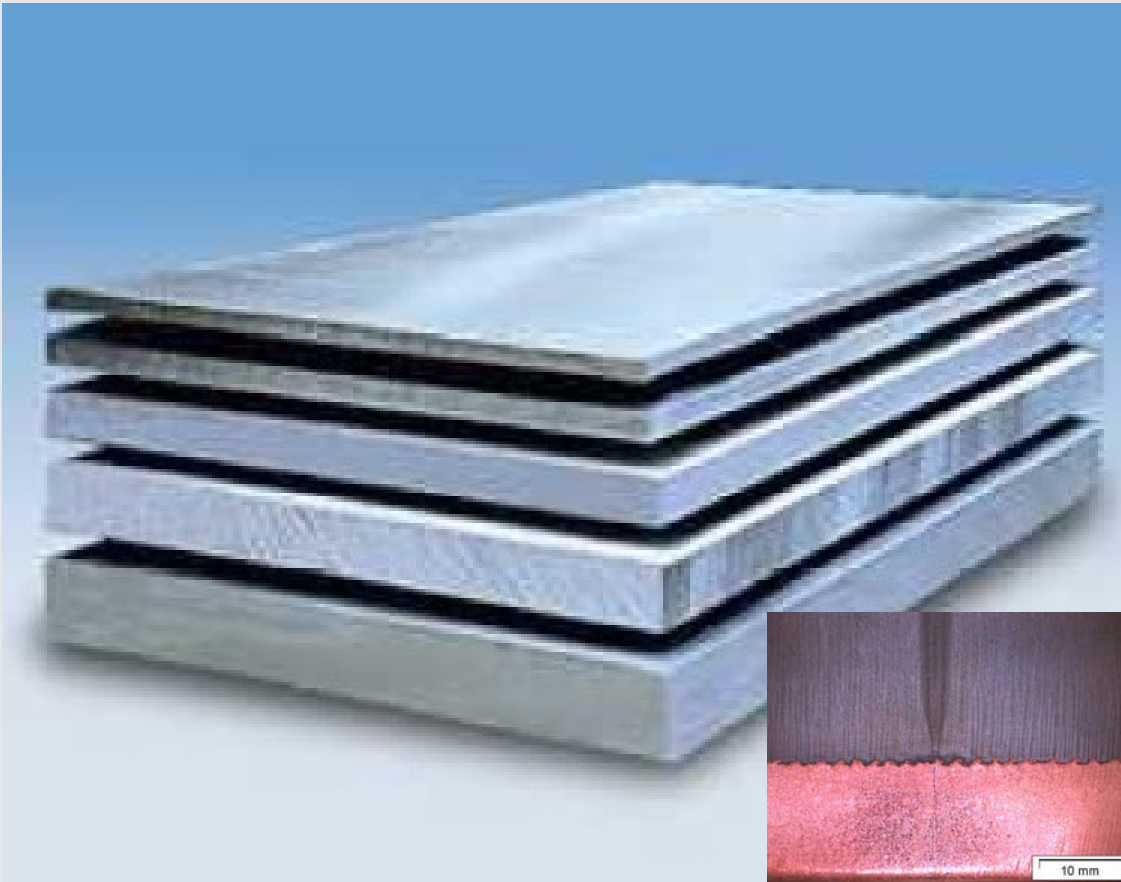
Werkstoff: CuSn 12 PB
Durchmesser: 774 mm
Einschweißtiefe: 68 mm



Herstellung großformatiger Halbzeuge

Sonderwerkstoff Aluminium (alimex Metallhandelsgesellschaft mbH)

Aus handelsüblichen Tafelformaten können Halbzeugen in Abmessungen bis zu 12 m x 5 m hergestellt werden.



Beispiel: Aluminium, 100 mm dick

Weitere interessante Werkstoffe:
Kupfer, Titan, Werkstoffkombinationen
walz- und sprengplattierte Bleche

EB-Schweißen einer Aluminium – Platte

(MT Aerospace AG)



Werkstoff: AA 2219 (AlCu6Mn)

Durchmesser: 6000 mm

Durchschweißung: 70 mm



EB-Schweißen eines Kupfermantels

(SDMS)



Werkstoff: SE-Cu

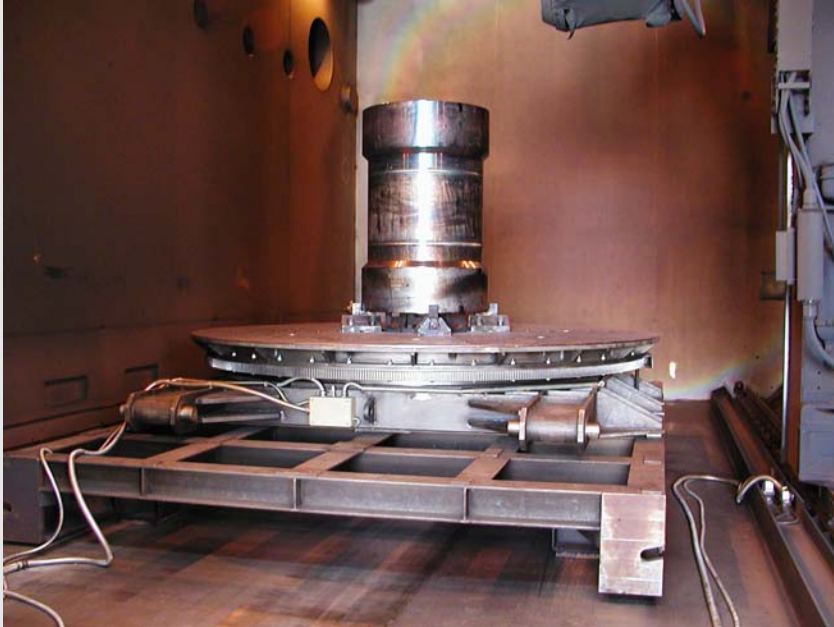
Einschweißtiefe 8 mm

Nahtlängen: 5.000 mm



EB-Schweißen eines Verdichtermantels

(Aktiengesellschaft Kühnle, Kopp & Kausch
Geschäftseinheit PGW-Turbo Leipzig)



Verdichtermantel



Werkstoff: C22.8
Einschweißtiefe: 60mm
Prüfdruck: 65 bar

EB-Schweißen einer Schieberplatte



Durchmesser: 2110 mm
Wandstärke = Einschweißtiefe: 40mm
Axialnaht
Werkstoff: 1.4841
X15CrNiSi25-20
(Hitzebeständiger Stahl)



Erste Kundenbauteilebauteile – Zylinderrohre für den Hochdruckbereich

(Metso Minerals (Deutschland) GmbH)

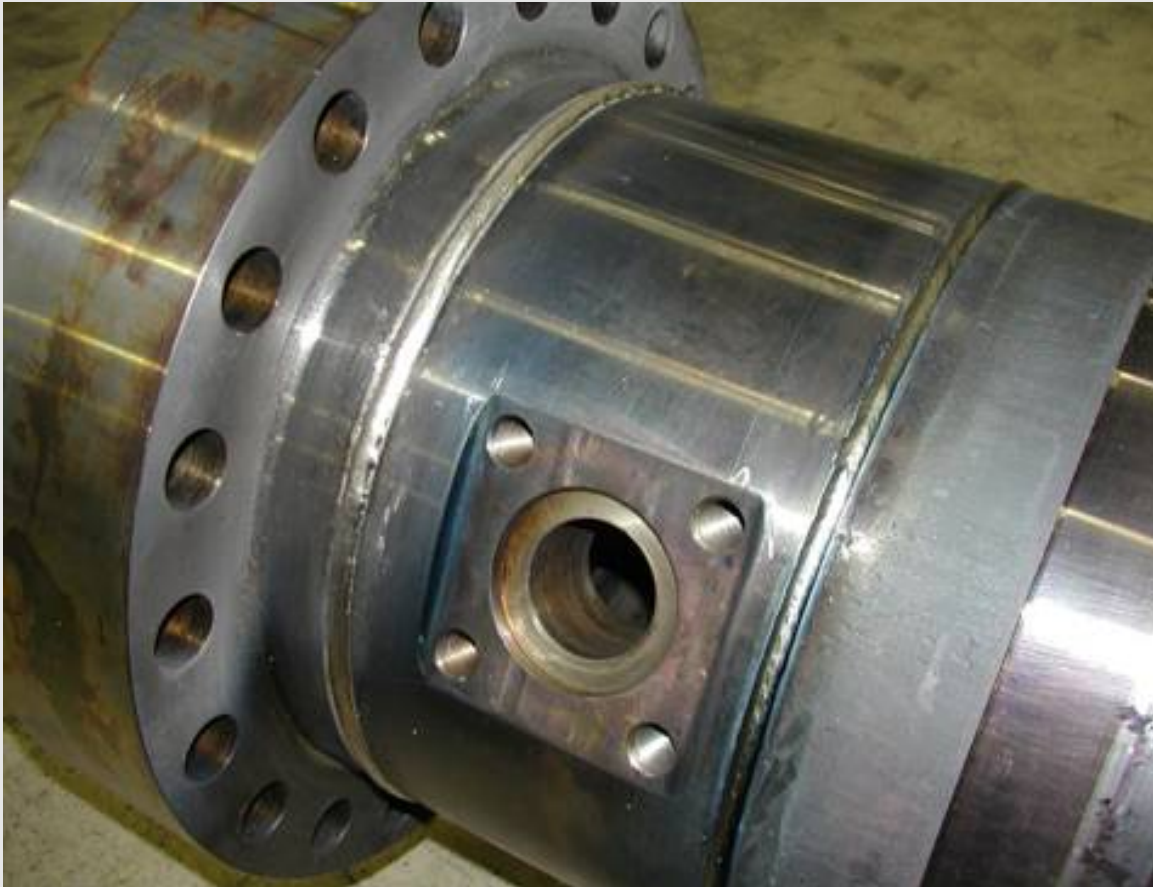


In senkrechter Lage (siehe oben) können Zylinder bis 6 m und in horizontaler Lage bis 12 m Länge verschweißt werden.

Zylinderrohre für den Hochdruckbereich

(Metso Minerals (Deutschland) GmbH)

Die zwei oder drei Einzelteile der Zylinderrohre können vor dem Schweißen endbearbeitet werden.



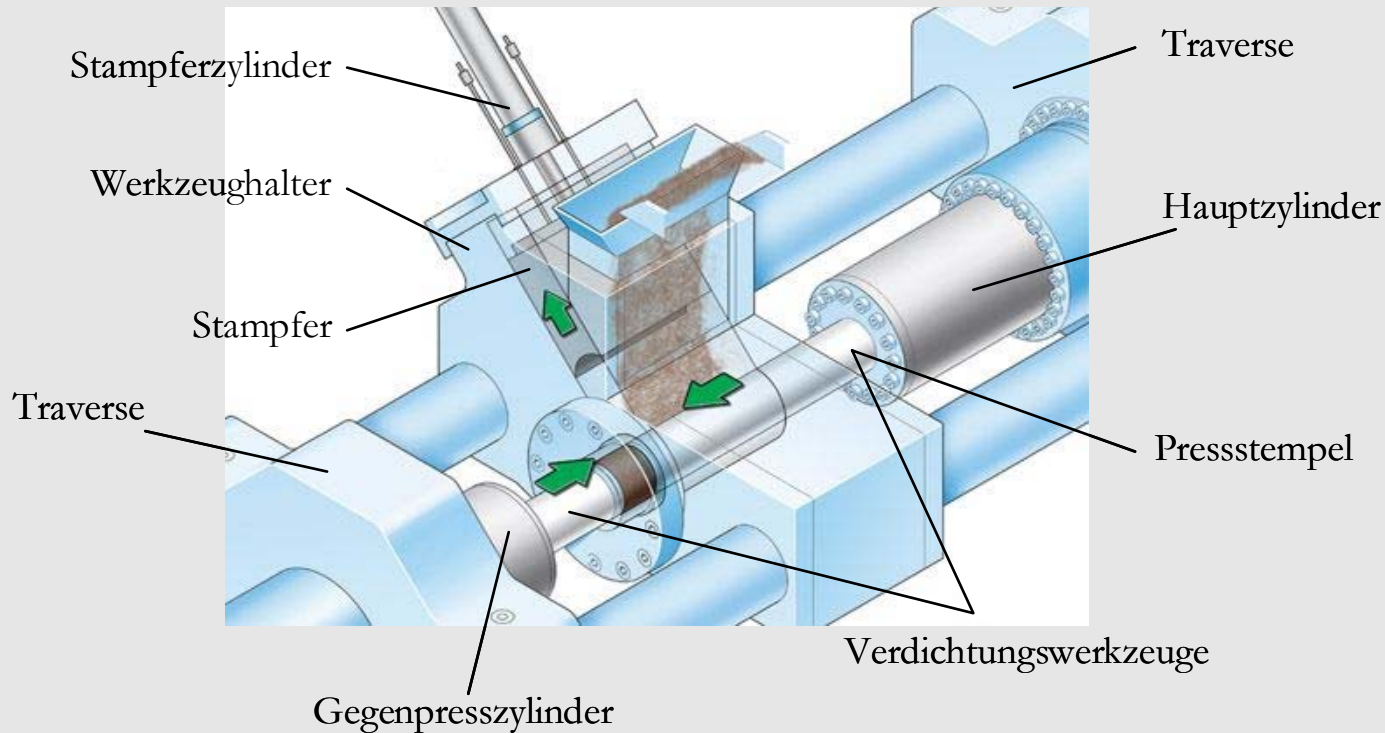
Werkstoff: S 355 J2G3
Schweißtiefe: 63 mm und 97 mm



Beispiel: typische EB-Naht
mit Tiefe 63 mm

Kostenvergleich (nach VDMA)

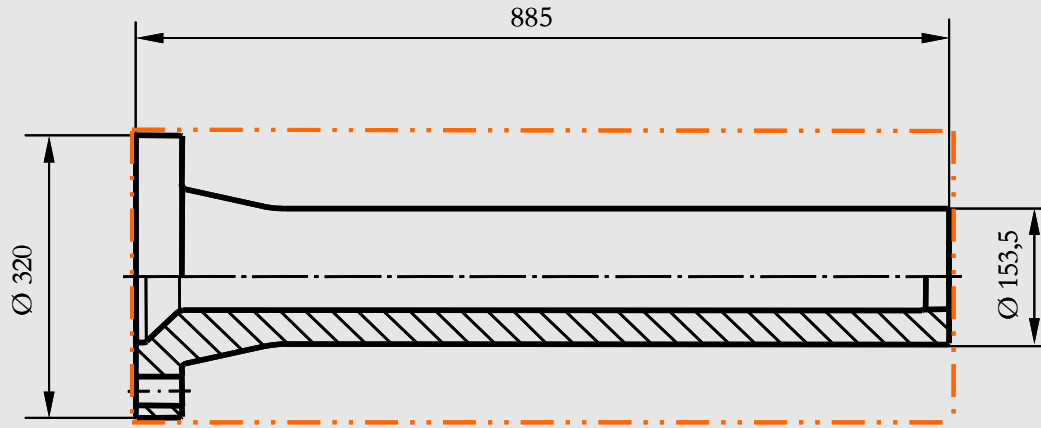
Presstempel aus Vollmaterial und elektronenstrahlgeschweißten Presstempel



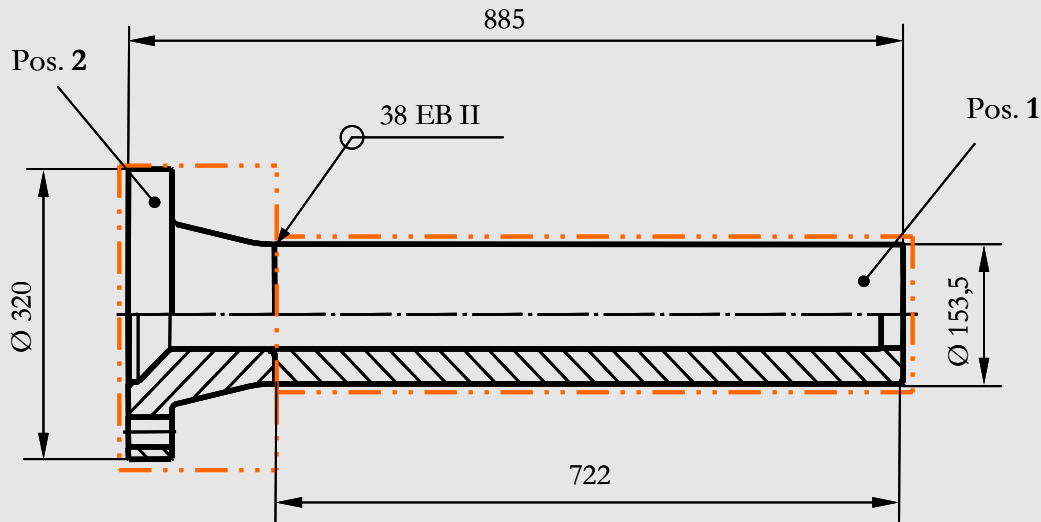
Metso Lindemanns Brikettierpresse der Baureihe MUB (Presstempel schiebt das Material zusammen)

Kostenvergleich (nach VDMA)

Presstempel aus Vollmaterial und elektronenstrahlgeschweißten Presstempel



Presstempel aus Vollmaterial



Presstempel elektronenstrahlgeschweißte Variante

Kostenvergleich (nach VDMA)

Presstempel aus Vollmaterial und elektronenstrahlgeschweißten Presstempel

Nr.	Arbeitsschritt	Arbeitszeit
1	Pos. 1 und 2 entmagnetisieren, Protokoll	6 min
2	Einzelteile im Bereich der Schweißnaht bzw. Schweißnahtfläche säubern (Alkohol), Einzelteile montieren	8 min
3	Presstempel in eine geeignete Schweißvorrichtung aufnehmen, Positionierung der Schweißvorrichtung in der EB-Schweißmaschine K30	6 min
4	EB-Schweißmaschine einschalten und Prozessvakuum (3×10^{-3} mbar) erzeugen	5 min
5	Vorwärmen der Teile auf 150°-200°C mittels Elektronenstrahl	10 min
6	Elektronenstrahlschweißen der vorgewärmten Teile	3,5 min
7	Belüften der EB-Kammer	6 min
8	Entnahme der geschweißten Teile aus der Schweißvorrichtung	5 min
9	Verpackung und Versand des Presstempels	

Der Arbeitsablauf des
elektronenstrahlgeschweißten
Presstempels

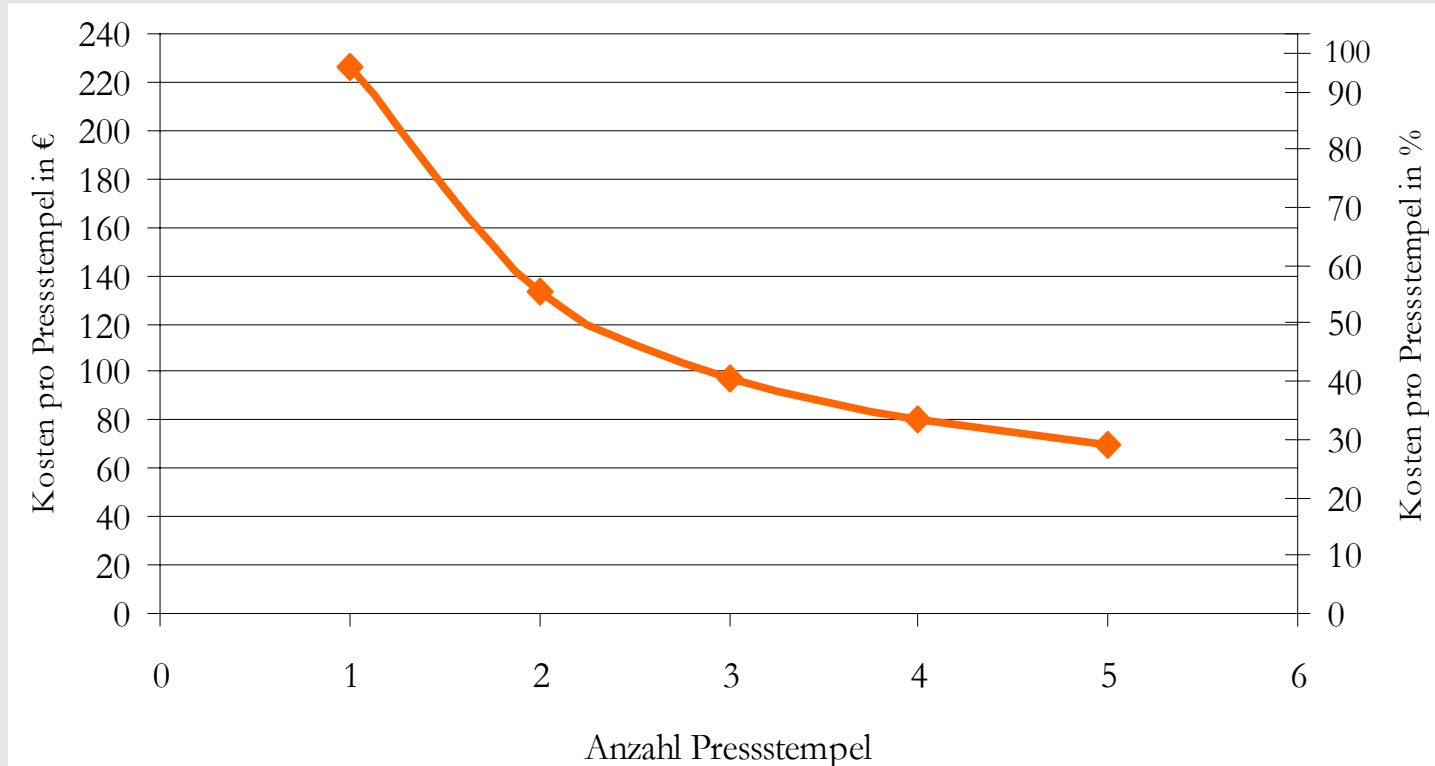
Kostenvergleich (nach VDMA)

Presstempel aus Vollmaterial und elektronenstrahlgeschweißten Presstempel

	Presstempel (Vollmaterial)	Presstempel (EBW)
	RD 323 x 900 mm Werkstoff 56 NiCrMoV 7	Pos.1 RD 162 x 730 mm Werkstoff 30 CrNiMo 8
	1690,-€	376,- €
		Pos. 2 RD 330 x 180 mm Werkstoff 30 CrNiMo 8
		312,- €
Materialkosten	1690,-€	688,-€
	Fertigungskosten (Zerspanung) inkl. Drehbearbeitung, Schleifen, Bohren, Verputzen	Fertigungskosten (1) (Zerspanung Pos.1) inkl. Drehbearbeitung, Verputzen
	1634,- €	665,- €
		Fertigungskosten (2) (Zerspanung Pos.2) inkl. Drehbearbeitung, Bohren, Verputzen
		288,- €
		Fertigungskosten (3) (Zerspanung Pos.1 und Pos.2) nach dem EB-Schweißen Drehen, Schleifen, Verputzen
		403,- €
	keine	Sondereinzelkosten der Fertigung (1) (Schweißvorgang) inkl. Säubern der Schweißfläche, Entmagnetisieren der Einzelteile, Montage, Vorwärmen mittels EB, EB-Heften und -Schweißen
	0,- €	226,- €
	keine	Sondereinzelkosten der Fertigung (2) (Transport) bei Verladung auf einen LKW Hin- und Rückfahrt nach Burg bei Magdeburg
	0,- €	190,- €
Fertigungskosten	1634,- €	1772,-€
Herstellkosten (Zwischenprodukt)	3324,- €	2460,- €

Kostenvergleich (nach VDMA)

Presstempel aus Vollmaterial und elektronenstrahlgeschweißter Presstempel



Schweißtechnische Gesamtkosten pro Presstempel

- durch den Einsatz von Großkammeranlagen kann das Einsatzspektrum des Elektronenstrahlschweißens deutlich erweitert werden
- die technische Machbarkeit konnte an ersten Anwendungen nachgewiesen werden
- kostengünstige Alternative zu herkömmlichen Schweißverfahren
- durch den Einsatz hochproduktiver Schweißverfahren können wir einen kleinen Beitrag dazu leisten, damit Arbeit auch an einem Hochlohnstandort wie Deutschland erhalten bleibt

März 2007



Ich danke für Ihre Aufmerksamkeit!

pro·beam