

Lasting Connections

# HOCHLEGIERTE FÜLLDRAHTELEKTRODEN FÜR NICHTROSTENDE STÄHLE UND NICKELBASISLEGIERUNGEN



# BÖHLER WELDING

## Lasting Connections

Als Pionier für innovative Schweißzusätze bietet Böhler Welding weltweit ein einzigartiges Produktportfolio für das Verbindungsschweißen. Die über 2.000 Produkte werden kontinuierlich an die aktuellen Industriespezifikationen und Kundenanforderungen angepasst, sind von renommierten Institutionen zertifiziert und somit für die anspruchsvollsten Schweißanwendungen zugelassen. „Lasting Connections“ ist die Markenphilosophie, sowohl beim Schweißen wie auf menschlicher Ebene – als zuverlässiger Partner für den Kunden.

Unsere Kunden profitieren durch einen Partner mit

- » großer Fachkenntnis im Bereich Verbindungsschweißen und dem besten weltweit verfügbaren Anwendungssupport
- » großer Spezialisierungstiefe und erstklassigen Produktlösungen für lokale und globale Herausforderungen
- » starkem Engagement für Anforderungen und Erfolg von Kunden
- » weltweit präsenten Produktionsstätten, Büros und Vertriebsgesellschaften

## MAG Schweißen mit Fülldrähten – flexibles und produktives Verbinden von nichtrostenden Stählen

Die Fülldrähte von Böhler Welding bieten für das Schweißen von CrNi Werkstoffen und Nibas-Legierungen eine produktive und vielseitige Alternative gegenüber dem E-Hand-Schweißen mit Stabelektroden oder dem MSG Schweißen mit Massivdraht. Das Spektrum reicht von Allpositionstypen mit schnell erstarrender Schlacke und überragender Abschmelzleistung bis zu Normalpositionstypen mit langsam erstarrender Schlacke, die für das Schweißen in Wannenposition (PA, 1G/1F) und Horizontalposition (PB, 2F) und hohe Schweißgeschwindigkeiten optimiert sind. Sie übertreffen hinsichtlich der Produktivität jeden anderen manuellen Schweißprozess und bieten eine hervorragende Schweißbarkeit und ausgezeichnete Schweißqualität. Durch das Rutilschlackesystem ergeben sich eine makellose Raupenausbildung und gute Schlackenlöslichkeit. In der nachfolgenden Tabelle sind die Anwendungsvorteile durch Rutilfülldrähte von Böhler Welding zusammengefasst.



Produktmerkmale	Anwendungsvorteile
Höhere Produktivität als E-Hand Schweißen und MSG Schweißen mit Massivdraht	Deutlich geringere Schweißkosten Schnelleres Abschließen von Aufträgen
Einsatz herkömmlicher ungepulster Stromquellen	Einfache, zeitsparende Parametereinstellung Geringere Anschaffungskosten für Stromquellen
Einsatz von Schutzgas M21 und C1 möglich	Reduzierte Schutzgaskosten
Anwenderfreundlicher Sprühlichtbogenbetrieb	Geringeres Risiko von Schweißfehlern und deutlich weniger Nacharbeitsaufwand Geringere Reparaturkosten
Zuverlässige Einbrandtiefe und Flankenbindung	Geringeres Risiko von Schweißfehlern Geringere Reparaturkosten
Hervorragende Nahtoptik mit weniger Anlauffarben	Weniger Zeit- und Kostenaufwand für Reinigungen nach dem Schweißen
Produktives Schweißen hochwertiger Wurzellagen auf keramischen Schweißbadsicherungen	Reduzierte Schweißkosten Geringere Reparaturkosten



# Hochlegierte Rutilfülldrähte zum Schweißen in Wannens- und Horizontalposition

Böhler Welding Produktname	Klassifikation EN ISO 17633-A AWS A5.22/SFA-5.22	Chemische Zusammensetzung (%) *									
		Typische Werte									
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Fe	Nb	
<b>Fülldrähte für austenitische CrNi-Stähle</b>											
FOXcore 308L-T0	T 19 9 L R M21 (C1) 3 E308LT0-4/1	0,03	0,7	1,5	19,8	10,5			Bal.		
FOXcore 308L-T0 DG	T 19 9 L R M21 / C1 3 E308LT0-4/1	0,03	0,7	1,5	19,5	10,5			Bal.		
FOXcore 347-T0	T 19 9 Nb R M21 (C1) 3 E347T0-4/1	0,03	0,6	1,4	19,5	10,6			Bal.	0,37	
FOXcore 316L-T0	T 19 12 3 L R M21 (C1) 3 E316LT0-4/1	0,03	0,7	1,5	19,0	12,0	2,7		Bal.		
FOXcore 316L-T0 DG	T 19 12 3 L R M21 / C1 3 E316LT0-4/1	0,03	0,7	1,3	18,4	12,1	2,6		Bal.		
FOXcore 318-T0	T 19 12 3 Nb R M21 (C1) 3	0,03	0,6	1,3	18,8	12,2	2,7		Bal.	0,29	
FOXcore 317L-T0	T Z 19 13 4 L R M21 (C1) 3 E317LT0-4 /1	0,03	0,7	1,3	18,8	13,1	3,4		Bal.		
<b>Fülldrähte für Austenit-Ferrit Verbindungen und Pufferlagen</b>											
FOXcore 307-T0	T 18 8 Mn R M21 (C1) 3 E307T0-G (mod.)	0,10	0,8	6,8	18,8	9,0			Bal.		
FOXcore 309L-T0	T 23 12 L R M21 (C1) 3 E309LT0-4/1	0,03	0,7	1,4	23,0	12,5			Bal.		
FOXcore 309L-T0 DG	T 23 12 L R M21 / C1 3 E309LT0-4/1	0,03	0,7	1,2	23,1	12,5			Bal.		
FOXcore 309LMo-T0	T 23 12 2 L R M21 (C1) 3 E309LMoT0-4/1	0,03	0,6	1,4	23,0	12,5	2,7		Bal.		
<b>Fülldrähte für Hochtemperaturanwendungen (bismutfrei)</b>											
FOXcore 308 H-T0	T Z 19 9 H R M21 (C1) 3 E308HT0-4/1	0,05	0,6	1,2	19,0	9,7			Bal.		
FOXcore 347L H-T0	T 19 9 Nb R M21 (C1) 3 E347T0-4/1	0,030	0,6	1,3	18,5	10,5			Bal.	0,45	
FOXcore 309L H-T0	T 23 12 L R M21 (C1) 3 E309LT0-4/1	0,030	0,6	1,3	23,0	12,2			Bal.		
FOXcore 309L Nb H-T0	T 23 12 Nb R M21 3 E309LNbT0-4	0,034	0,7	1,3	22,3	12,5				0,9	

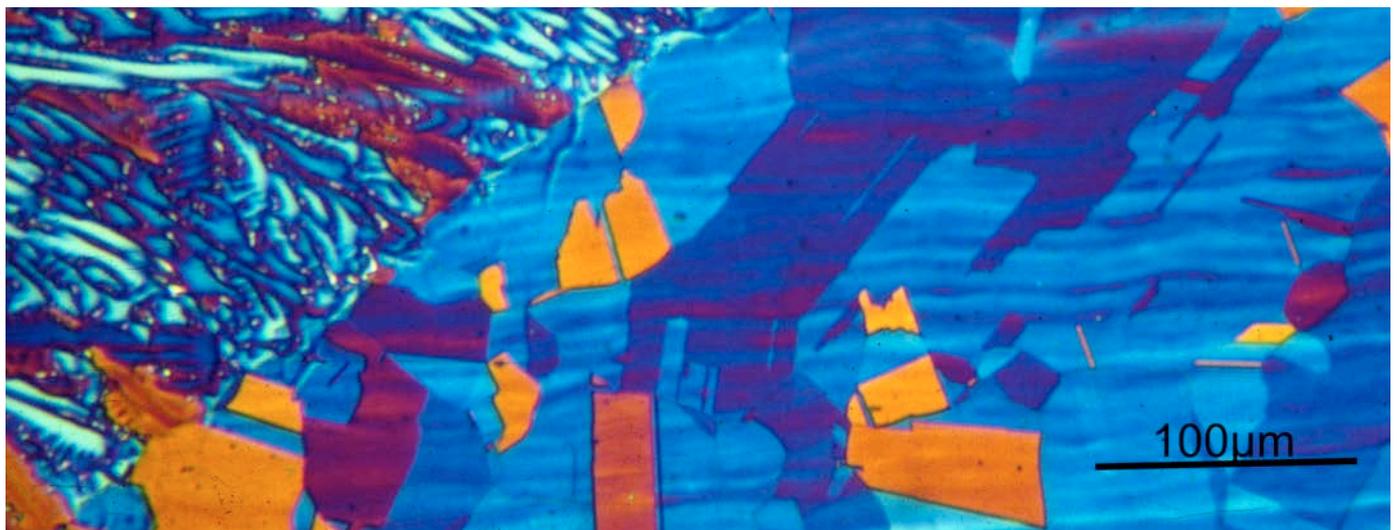
\* Typische Eigenschaften des reinen Schweißguts (Ar + 18 % CO<sub>2</sub>) im Schweißzustand.

Mechanische Eigenschaften *					Durchmesser	Merkmale und Anwendungen	Zulassungen
Typische Werte							
R <sub>p0.2</sub>	R <sub>m</sub>	A (L <sub>0</sub> =5d <sub>0</sub> )	CVN				
MPa	MPa	%	J bei °C	mm			
440	620	37	44 bei -196	1,2 1,6	AISI 304L, 304, 321, 347, 304LN, 302. Ferrit 3-10 FN. Geeignet für Betriebstemperaturen von -196 bis 350 °C.	TÜV, DB, DNV GL, CE	
365	530	39	39 bei -120	1,2 1,6	AISI 304L, 304, 321, 347, 304LN, 302. Ferrit 3-10 FN. Geeignet für Betriebstemperaturen von -196 bis 350 °C, auch gut geeignet für Schutzgas 100% CO <sub>2</sub> .	TÜV, ABS, CWB, DB, CE	
420	585	40	35 bei -120	1,2 1,6	AISI 347, 304, 321, 304L, 304LN, AISI 302. Ferrit 5-10 FN. Geeignet für Betriebstemperaturen von -120 bis 400 °C.	TÜV, CE	
410	560	34	35 bei -120	1,2 1,6	AISI 316L, 316, 316Ti, 316Cb, 316LN. Ferrit 3-12 FN. Geeignet für Betriebstemperaturen von -120 bis 400 °C.	TÜV, DB, DNV GL, LR, CE	
390	560	39	35 bei -120	1,2 1,6	AISI 316L, 316, 316Ti, 316Cb, 316LN. Ferrit 4-12 FN. Geeignet für Betriebstemperaturen von -120 bis 400 °C, auch gut geeignet für Schutzgas 100% CO <sub>2</sub> .	TÜV, ABS, CWB, DNV GL, CE	
450	600	38	40 bei -100	1,2 1,6	AISI 316Cb, 316Ti, 316, 316L. Ferrit 5-13 FN. Geeignet für Betriebstemperaturen von -120 bis 400 °C.	CE	
420	570	32	45 bei -60	1,2	Austenitische CrNiMo(N)-Stähle mit höherem Mo-Gehalt oder korrosionsbeständige Plattierung auf Baustahl. AISI 317L, 317LN, 316L, 316LN. Ferrit 3-8 FN. Geeignet für Betriebstemperaturen von -60 bis 300 °C.	CE	
395	595	40	36 bei -60 Härte 200 HB	1,2 1,6	Zäh und rissbeständig. Härtung bei Kaltverformung bis zu 400 HB. Aufschweißen von Turbinenschaufeln, Puffer- und Zwischenlagen vor dem Hartauftragen. Artfremde Verbindungen, 14 %-Mn-Stähle, 13-17 %-Cr-Stähle etc. Ferrit 2-8 FN. Betriebstemperaturen von -60 bis 650 °C (laut TÜV-Zulassung bis 300 °C).	TÜV, CE	
400	540	33	45 bei -60	1,2 1,6	Artfremde Verbindungen von hochlegierten Cr- und CrNi-Stählen mit unlegierten und niedriglegierten Stählen. Auch geeignet für Schweißplattierungen (Pufferlagen). Ferrit 14-22 FN. Geeignet für Betriebstemperaturen von -60 bis 300 °C.	TÜV, DB, DNV GL, LR, CE, RINA, BV, CE	
390	560	35	48 bei -60	1,2 1,6	Artfremde Verbindungen von hochlegierten Cr- und CrNi-Stählen mit unlegierten und niedriglegierten Stählen. Auch geeignet für Schweißplattierungen (Pufferlagen). Ferrit 14-22 FN. Geeignet für Betriebstemperaturen von -60 bis 300 °C, auch gut geeignet für Schutzgas 100% CO <sub>2</sub> .	TÜV, DB, CWB, ABS, DNV GL, LR, RINA, BV, CE	
500	680	28	35 bei -60	1,2 1,6	Artfremde Verbindungen von hochlegierten Cr- und CrNi(Mo)-Stählen mit unlegierten und niedriglegierten Stählen. Auch geeignet für Mo-haltige Plattierungen (Pufferlagen). Ferrit 14-20 FN. Geeignet für Betriebstemperaturen von -60 bis 300 °C.	TÜV, DB, ABS, DNV GL, LR, RINA, CWB, CE	
370	570	45	85 bei RT	1,2 1,6	AISI 304H, 321H, 347H, 304. Warmfeste austenitische CrNi-Stähle für erhöhte Betriebstemperaturen. Bismutfrei (Bi ≤ 20 ppm). Ferrit 3-8 FN.	TÜV, CE	
420	580	35	37 bei -196	1,2	AISI 321, 321H, 347, 347H. Warmfeste austenitische CrNi-Stähle. Bismutfrei (Bi ≤ 20 ppm). Ferrit 5-9 FN.	CE	
390	530	45	50 bei -60	1,2	Artfremde Verbindungen von hochlegierten Cr- und CrNi-Stählen mit unlegierten oder niedriglegierten Stählen. Plattierungen (Pufferlagen) auf unlegierten und niedriglegierten Stählen. Geeignet für Betriebstemperaturen bis zu -60 °C. Bismutfrei (Bi ≤ 20 ppm). Ferrit 12-18 FN.	CE	
450	625	30	50 bei -60	1,2	Hauptsächlich eingesetzt für das Auftragschweißen als Zwischenlage, bevor die Decklage mit FOXcore 347L H-T0 geschweißt wird. Auch einsetzbar für nicht Mo haltig hochlegierte Stähle und niedriglegierte Stähle sowie Mischverbindungen von hitzebeständigen Stählen mit ferritischen Stählen; Ferritgehalt: 12-18 FN. Für Betriebstemperaturen von -60°C bis 300°C. Bismutfrei (Bi ≤ 20 ppm).	CE	

## Hochlegierte Rutilfülldrähte zum Schweißen in Wannen- und Horizontalposition

Böhler Welding Produktname	Klassifikation EN ISO 17633-A AWS A5.22/SFA-5.22	Chemische Zusammensetzung (%) *									
		Typische Werte									
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Fe	Nb	
<b>Fülldrähte für Duplexstähle</b>											
FOXcore 2307-T0	T 23 7 N L R M21 (C1) 3 E2307T0-4 (1)	0,026	0,7	1,2	24,2	8,8	0,4	0,14	Bal.		
FOXcore 2209-T0	T 22 9 3 N L R M21 (C1) 3 E2209T0-4 (1)	0,025	0,7	0,9	22,8	8,9	3,2	0,14	Bal.		
<b>Fülldrähte für nickelbasierte Legierungen</b>											
FOXcore Nicro 82-T0	EN ISO 12153: T Ni 6082 R M21 3  AWS A5.34 / SFA-5.34: ENiCr3T0-4	0,03	0,4	3,2	19,5	Bal.			≤ 2,5	2,5	
FOXcore Nicro 83-T0	EN ISO 12153: T Ni 6083 R M21 3  AWS A5.34 / SFA-5.34: ENiCr3T0-4 (mod.)	0,03	0,3	5,5	19,7	Bal.			≤ 2,0	2,4	

\* Typische Eigenschaften des reinen Schweißguts (Ar + 18 % CO<sub>2</sub>) im Schweißzustand.



317LMN (1.4439/UNS S31726) Grundwerkstoff geschweißt mit Schweißzusatz 317L.  
Links: Schweißgut, rechts: Grundwerkstoff.

Mechanische Eigenschaften *				Durchmesser	Merkmale und Anwendungen	Zulassungen
Typische Werte						
R <sub>p0.2</sub>	R <sub>m</sub>	A (L <sub>0</sub> =5d <sub>0</sub> )	CVN			
MPa	MPa	%	J bei °C	mm		
570	760	28	41 bei -60	1,2	Konzipiert für das Schweißen von Lean-Duplex-Stahl LDX 2101®, UNS S32101, S32001, 1.4162 und ähnlichen Legierungen. Überlegiert mit Nickel um die austenitischen Phasenanteile im Duplex zu stabilisieren. Ferrit ≥ 30 FN. Geeignet für Betriebstemperaturen von -60 bis 250 °C.	TÜV, ABS, CE
620	800	27	45 bei -30	1,2	1.4462 und ähnliche Legierungen. Erfüllt die Korrosionsprüfanforderungen gemäß ASTM A262, ASTM A923-C und ASTM G48-A (24 Std.) bei bis zu 22 °C im Schweißzustand und 30 °C im lösungsgeglühten Zustand. Überlegiert mit Nickel um die austenitischen Phasenanteile im Duplex zu stabilisieren. Ferrit 40-50 FN. Geeignet für Betriebstemperaturen von -40 bis 250 °C.	TÜV, BV, CWB, ABS, DNV GL, LR, RINA, DB, CE
380	650	39	115 bei -196	1,2 1,6	Legierungen 600, 600 L, 800/800H. Nickelbasierter Draht für das Schweißen von nickelbasierten Legierungen, hitzebeständigen und kaltzähen Stählen, artfremden Verbindungen und Pufferlagen. Geeignet für die Druckbehälterfertigung bei Betriebstemperaturen von -196 bis 550 °C, anderenfalls Zunderbeständigkeit bis zu 1.200 °C in S-freier Atmosphäre.	-
380	640	41	115 bei -196	1,2	Legierungen 600, 600 L, 800/800H. Nickelbasierter Draht für das Schweißen von nickelbasierten Legierungen, hitzebeständigen und kaltzähen Stählen, artfremden Verbindungen und Pufferlagen. Höherer Mn-Gehalt für höhere Beständigkeit gegen Erstarrungsrisssbildung. Geeignet für die Druckbehälterfertigung bei Betriebstemperaturen von -196 bis 550 °C.	-

# Hochlegierte Rutilfülldrähte für das Allpositionsschweißen

Böhler Welding Produktname	Klassifikation EN ISO 17633-A AWS A5.22/SFA-5.22	Chemische Zusammensetzung (%) *									
		Typische Werte									
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Fe	Nb	
<b>Fülldrähte für austenitische CrNi-Stähle</b>											
FOXcore 308L-T1	T 19 9 L P M21 (C1) 1 E308LT1-4 (1)	0,03	0,7	1,4	19,6	10,4				Bal.	
FOXcore 308L-T1 C1	T 19 9 L P C1 1 E308LT1-1	0,03	0,6	1,3	19,9	10,6					
FOXcore 308L-T1 Cryo	T 19 9 L P M21 (C1) 1 E308LT1-4 (1)  Erfüllt auch AWS A5.22 E308LT1-4/1J	0,03	0,6	1,4	19,3	10,9				Bal.	
FOXcore 347-T1	T 19 9 Nb P M21 (C1) 1 E347T1-4 (1)	0,03	0,7	1,4	19,0	10,4				Bal.	0,35
FOXcore 316L-T1	T 19 12 3 L P M21 (C1) 1 E316LT1-4 (1)	0,03	0,7	1,5	19,0	12,0	2,7			Bal.	
FOXcore 316L-T1 C1	19 12 3 L P C1 1 E316LT1-1	0,03	0,6	1,3	18,5	12,4	2,8				
FOXcore 316L-T1 Cryo	T Z 19 12 3 L P M21/C1 1 E316LT1-4/1  Erfüllt auch AWS A5.22 E316LT1-4/1J	0,03	0,7	1,4	18,1	12,5	2,1			Bal.	
FOXcore 318-T1	T 19 12 3 Nb P M21 (C1) 1	0,03	0,6	1,3	18,8	12,2	2,7			Bal.	0,46
FOXcore 317L-T1	T Z19 13 4 L P M21 (C1) 1 E317LT1-4 (1)	0,03	0,7	1,3	18,8	13,1	3,4			Bal.	
<b>Fülldrähte für artfremde Verbindungen und Pufferlagen</b>											
FOXcore 307-T1	T 18 8 Mn P M21 (C1) 2 E307T1-G (mod.)	0,1	0,8	6,8	18,8	9,0				Bal.	
FOXcore 309L-T1	T 23 12 L P M21 (C1) 1 E309LT1-4 (1)	0,03	0,7	1,4	23,0	12,5				Bal.	
FOXcore 309L-T1 C1	T 23 12 L P C1 1 E309LT1-1	0,03	0,6	1,3	23,0	12,4					
FOXcore 309LMO-T1	T 23 12 2 L P M21 (C1) 1 E309LMO-T1-4 (1)	0,03	0,7	1,4	23,0	12,5	2,7			Bal.	

\* Typische Eigenschaften des reinen Schweißguts (Ar + 18 % CO<sub>2</sub>) im Schweißzustand.

Mechanische Eigenschaften *					Durchmesser	Merkmale und Anwendungen	Zulassungen
Typische Werte							
R <sub>p0,2</sub>	R <sub>m</sub>	A (L <sub>0</sub> =5d <sub>0</sub> )	CVN				
MPa	MPa	%	J bei °C	mm			
380	535	40	36 bei -196	0,9 1,2 1,6	AISI 304L, 304, 321, 347, 304LN, 302. Ferrit 3–12 FN. Geeignet für Betriebstemperaturen von -196 bis 350 °C.	TÜV, DB, ABS, CWB, DNV GL, CE	
390	530	41	40 bei -196	1,2	AISI 317L, 317LN, 317LMN, 316L, 316LN. Austenitische CrNiMo(N)-Stähle mit höherem Mo-Gehalt oder korrosionsbeständige Plattierungen auf Baustählen. Ferrit 3–8 FN. Geeignet für Betriebstemperaturen von -60 bis 300 °C.	CE	
390	550	40	40 bei -196	1,2 1,6	AISI 304L, 304, 321, 347, 304LN, 302. Gute Zähigkeit. Laterale Ausdehnung bei -196 °C ≥ 0,38 mm. Ferrit 3–6 FN. Geeignet für Flüssigerdgas-Anwendungen. Geeignet für Betriebstemperaturen von -196 bis 350 °C.	CE	
450	600	35	40 bei -120	1,2	AISI 347, 304, 321, 304L, 304LN, 302. Ferrit 5–13 FN. Geeignet für Betriebstemperaturen von -120 bis 400 °C.	TÜV, CE	
410	550	34	40 bei -120	0,9 1,2 1,6	AISI 316L, 316, 316Ti, 316Cb, 316LN. Ferrit 4–13 FN. Geeignet für Betriebstemperaturen von -120 bis 400 °C.	TÜV, ABS, BV, CWB, DB, DNV GL, LR, CE	
420	545	38	37 bei -120	1,2	AISI 317L, 317LN, 317LMN, 316L, 316LN. Austenitische CrNiMo(N)-Stähle mit höherem Mo-Gehalt oder korrosionsbeständige Plattierungen auf Baustählen. Ferrit 3–8 FN. Geeignet für Betriebstemperaturen von -60 bis 300 °C.	CE	
400	550	36	35 bei -196	1,2	AISI 316L, 316Ti, 316Cb. Gute Tieftemperaturzähigkeit und laterale Ausdehnung bis zu -196 °C, wie für Flüssigerdgas-Anwendungen vorgeschrieben. Ferrit 2–6 FN. Geeignet für Betriebstemperaturen von -196 bis 350 °C.	TÜV, RINA, DNV GL, CE, LR	
480	665	32	40 bei -100	1,2	AISI 316Cb, 316Ti, 316L, 316. Stabilisiert mit Niob. Ferrit 5–13 FN. Geeignet für Betriebstemperaturen von -120 bis 400 °C.	CE	
430	560	36	50 bei -60	1,2	AISI 317L, 317LN, 317LMN, 316L, 316LN. Austenitische CrNiMo(N)-Stähle mit höherem Mo-Gehalt oder korrosionsbeständige Plattierungen auf Baustählen. Ferrit 2–10 FN. Geeignet für Betriebstemperaturen von -60 bis 300 °C.	BV, CE	
390	600	38	40 bei -100 Härte 200 HB	1,2	Zäh und rissbeständig. Härtung bei Kaltverformung bis zu 400 HB. Aufschweißen von Turbinenschaufeln, Puffer- und Zwischenlagen vor dem Hartauftragen. Artfremde Verbindungen, 14 %-Mn-Stähle, 13–17 %-Cr-Stähle etc. Ferrit 2–8 FN. Geeignet für Betriebstemperaturen von -100 bis 650 °C (Laut TÜV-Zulassung bis 300 °C).	TÜV, CE	
420	540	36	50 bei -60	0,9 1,2 1,6	Artfremde Verbindungen von hochlegierten Cr- und CrNi-Stählen mit unlegierten und niedriglegierten Stählen. Auch geeignet für Schweißplattierungen (Pufferlagen). Ferrit 14–22 FN. Geeignet für Betriebstemperaturen von -60 bis 300 °C.	TÜV, ABS, BV, CSS, LR, CWB, DB, DNV GL, RINA, CE	
395	535	36	47 bei -60	1,2	Für Austenit-Ferrit Mischverbindungen mit Schutzgas 100% CO <sub>2</sub> . Auch geeignet für Pufferlagen bei Plattierungen. Für Betriebstemperaturen von -60°C bis 300°C.	CE	
540	705	28	44 bei -60	0,9 1,2	Artfremde Verbindungen von hochlegierten Cr- und CrNi(Mo)-Stählen mit unlegierten und niedriglegierten Stählen. Auch geeignet für Mo-haltige Plattierungen. Ferrit 15–23 FN. Geeignet für Betriebstemperaturen von -60 bis 300 °C.	ABS, TÜV, BV, LR, CWB, DNV GL, CE	

## Hochlegierte Rutilfülldrähte für das Allpositionsschweißen

Böhler Welding Produktname	Klassifikation EN ISO 17633-A AWS A5.22/SFA-5.22	Chemische Zusammensetzung (%) *									
		Typische Werte									
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Fe	Nb	
<b>Fülldrähte für Hochtemperaturanwendungen (bismutfrei)</b>											
FOXcore 308 H-T1	T Z 19 9 H P M21 (C1) 1 E308HT1-4 (1)	0,05	0,6	1,4	19,6	10,4				Bal.	
FOXcore 347 H-T1	T 19 9 Nb P M21 (C1) 1 E347HT1-4 (1)	0,045	0,6	1,3	18,5	10,5				Bal.	0,45
FOXcore 309L H-T1	T 23 12 L P M21 (C1) 1 E309LT1-4 (1)	0,035	0,7	1,3	23,0	12,5				Bal.	
<b>Fülldrähte für Duplex-Stahl</b>											
FOXcore 2307-T1	T 23 7 N L P M21 (C1) 1 E2307T1-4/1	0,025	0,6	1,1	24,9	9,1	0,4	0,14		Bal.	
FOXcore 2209-T1	T 22 9 3 N L P M21 (C1) 1 E2209T1-4 (1)	0,026	0,6	1,1	23,0	9,1	3,2	0,14		Bal.	
FOXcore 2209-T1 HD	T 22 9 3 N L P M21 (C1) 1 E2209T1-4(1)	0,029	0,7	0,9	23,2	9,0	3,2	0,14		Bal.	
FOXcore 2594-T1	T 25 9 4 N L P M21 (C1) 2 E2594T1-4 (1)	0,025	0,7	0,9	25,2	9,4	3,7	0,24		Bal.	
FOXcore 2594-T1 HD	T 25 9 4 N L P M21 (C1) 2 E2594T1-4 (1)	0,03	0,7	0,9	25,3	9,8	3,7	0,23		Bal.	
<b>Fülldrähte für nickelbasierte Legierungen</b>											
FOXcore 625-T1	T Ni 6625 P M21 2 ENiCrMo3T1-4	0,02	0,5	0,03	20,7	Bal.	8,5			< 1,0	3,3
FOXcore 625-T1 PF	EN ISO 12153: T Ni 6625 P M21 2  AWS A5.34 / SFA-5.34: ENiCrMo3T1-4	0,05	0,4	0,4	21,0	Bal.	8,5			< 1,0	3,3

\* Typische Eigenschaften des reinen Schweißguts (Ar + 18 % CO<sub>2</sub>) im Schweißzustand.

Mechanische Eigenschaften *				Durchmesser	Merkmale und Anwendungen	Zulassungen
Typische Werte						
R <sub>p0.2</sub>	R <sub>m</sub>	A (L <sub>0</sub> =5d <sub>0</sub> )	CVN			
MPa	MPa	%	J bei °C	mm		
370	560	45	90 bei 20	1,2	AISI 304H, 321H, 347H, 304. Warmfeste austenitische CrNi-Stähle für erhöhte Betriebstemperaturen. Bismutfrei (Bi ≤ 20 ppm). Ferrit 2-8 FN.	TÜV, CE
370	560	45	38 bei -196	1,2	AISI 321, 321H, 347, 347H. Warmfeste austenitische CrNi-Stähle für erhöhte Betriebstemperaturen. Bismutfrei (Bi ≤ 20 ppm). Ferrit 4-8 FN.	CE
390	530	35	60 bei -60	1,2	Artfremde Verbindungen von hochlegierten Cr- und CrNi-Stählen mit unlegierten oder niedriglegierten Stählen sowie Plattierungen (Pufferlagen) auf unlegierten und niedriglegierten Stählen. Geeignet für Betriebstemperaturen bis zu -60 °C. Bismutfrei (Bi ≤ 20 ppm). Ferrit 10-23 FN.	CE
580	750	31	50 bei -40	1,2	Entwickelt für das Schweißen an Lean Duplexstählen wie z.B. LDX 2101® (1.4162) und 2304 (1.4362). PREN ≥ 27. Überlegiert mit Nickel um die austenitischen Phasenanteile im Duplex zu stabilisieren. Ferrit ≥ 30 FN. Geeignet für Betriebstemperaturen von -50 bis 250 °C.	ABS, CE
600	800	27	45 bei -40	1,2 1,6	1.4462, 1.4162, 1.4362. Erfüllt die Korrosionsprüfanforderungen gemäß ASTM G48 (25 °C). Überlegiert mit Nickel um die austenitischen Phasenanteile im Duplex zu stabilisieren. PREN ≥ 35. Ferrit 40-60 FN. Geeignet für Betriebstemperaturen von -50 bis 250 °C.	TÜV, BV, ABS, CCS, CWB, DNV GL, LR, RINA, CE
635	825	28	52 bei -50	1,2	Für Verbindungen an Duplex-Stählen wie z.B. 1.4462, 1.4362 und 1.4162. Hält die strengen Vorgaben des Norsok M-601 und ähnlicher Regelwerke ein. Ni überlegiert für ausreichenden Austenitgehalt im Schweißgut. Geeignet für Betriebstemperaturen von -50°C bis 250°C.	CE
690	890	27	38 bei -40	1,2	25 %-Cr-Superduplex-Stahl und Gusserzeugnisse wie etwa 1.4410 und 1.4501. PREN ≥ 41. Geeignet für Verbindungen zwischen Superduplex-Güten und austenitischen Stählen oder Kohlenstoffstählen. Ferrit 35-55 FN. Geeignet für Betriebstemperaturen von -40 bis 220 °C.	CE
640	880	26	41 bei -50	1,2	25 %-Cr-Superduplex-Stahl und Gusserzeugnisse wie etwa 1.4410 und 1.4501. Entwickelt zum Erfüllen hoher Anforderungen wie in Norsok M-601 und ähnlichen Normen. Ferrit 40-55 FN. Geeignet für Betriebstemperaturen von -50 bis 220 °C.	CE
475	750	42	72 bei -196	1,2	Für Verbindungen an Ni-Basislegierungen wie Alloy 600, 600L, 625, 800 / 800H, 825, UNS, N07080, N0810, N08367, N08926, S31254. sowie Austenit-Ferrit Verbindungen und Schweißungen an warmfesten, hitzebeständigen als auch 9% Ni Stählen für LNG Anwendungen. Geeignet für Betriebstemperaturen bis -196°C. Herausragende Schweißigenschaften in Zwangslage inkl. Rohrschweißungen mit fester Rohrachse und Überkopf-Schweißungen.	TÜV, DNV GL
460	740	40	80 bei -196	1,2	Legierungen 600, 600L, 625, 800 / 800H, 825, UNS, N07080, N0810, N08367, N08926 und S31254. Für stark Mo-haltige, nickelbasierte Legierungen und artfremde Verbindungen sowie warmfeste, hitzebeständige und 9 %-Ni-Stähle für Tieftemperaturanwendungen (z. B. Flüssigerdgas). Geeignet für Betriebstemperaturen bis -196 °C. Zunderbeständigkeit bis zu 1.200 °C in S-freier Atmosphäre.	-

## Hochlegierte Rutilfülldrähte für das Allpositionsschweißen

Böhler Welding Produktname	Klassifikation EN ISO 17633-A AWS A5.22/SFA-5.22	Chemische Zusammensetzung (%) *								
		Typische Werte								
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Fe	Nb
Fülldrähte für weichmartensitische rostfreie Stähle										
FOXcore 13/4-T1	T 13 4 P M21 (C1) 1 (H5) E410NiMoT1-4 (1) (H4)	0,03	0,7	0,9	12,0	4,5	0,5		Bal.	

\* Typische Eigenschaften des reinen Schweißguts (Ar + 18 % CO<sub>2</sub>) im Schweißzustand.    \*\* Wärmenachbehandlung: 580 °C/8 Std.



Mechanische Eigenschaften *				Durchmesser	Merkmale und Anwendungen	Zulassungen
Typische Werte						
R <sub>p0.2</sub>	R <sub>m</sub>	A (L <sub>0</sub> =5d <sub>0</sub> )	CVN			
MPa	MPa	%	J bei °C	mm		
790**	920	17	40 bei -50	1,2 1,6	Produktions- und Reparaturschweißen von weichmartensitischen 13Cr-4Ni-Wasserturbinenkomponenten (UNS S41500). Sehr gute Kerbschlagzähigkeit nach der Wärmenachbehandlung. Besonders geringer Gehalt an diffusiblem Wasserstoff von 1-3 ml/100 g.	CE

Unter der Marke Böhler weldCare bieten wir ein großes Produktportfolio für das Beizen und Passivieren von rostfreien Stählen an. Das Beizen von Stahl stellt das technisch überlegene Verfahren zum Erhalt von makellosen Edelstahloberflächen und erstklassiger Korrosionsbeständigkeit dar.

# Hochlegierte Metallpulverfülldrähte

Böhler Welding Produktname	Klassifikation  EN ISO 17633-A  AWS A5.22/SFA-5.22	Chemische Zusammensetzung (%) *									
		Typische Werte									
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Fe	Nb	
<b>Metallpulverfülldrähte für austenitische CrNi-Stähle</b>											
FOXcore 308L-MC	T 19 9 L M M12 2 EC308L	0,025	0,6	1,4	19,8	10,5					
FOXcore 316L-MC	T 19 12 3 L M M12 2 EC316L	0,025	0,6	1,4	18,8	12,2	2,7				
<b>Metallpulverfülldrähte für Austenit-Ferrit Verbindungen und Pufferlagen</b>											
FOXcore 307-MC	T 18 8 Mn M M12 1 EC307 (mod.)	0,10	0,6	6,3	18,8	9,2					
FOXcore 309L-MC	T 23 12 L M M12 2 EC309L	0,025	0,6	1,4	23,0	12,5					
<b>Metallpulverfülldrähte für Hochtemperaturanwendungen/austenitischen Stähle</b>											
BÖHLER CAT 409L Ti-MC	EC409	0,03	0,55	0,63	11,3				1,10		
BÖHLER CAT 439L Ti-MC	T Z 17 Ti L M M12/M13 1 EC439	0,02	0,5	0,7	18,5				0,85		
BÖHLER CAT 430L Cb-MC	T Z 17 Nb M M12/M13 1 EC439Nb	0,02	0,5	0,7	18,5				0,12	0,65	
BÖHLER CAT 430L CbTi-MC	T Z 17 Nb Ti L M M12/M13 1 EC430 (mod.), EC439Nb	0,02	0,5	0,7	18,5				0,35	0,55	

\* Typische Eigenschaften des reinen Schweißguts (Ar + 2,5 % CO<sub>2</sub>) im Schweißzustand.

Mechanische Eigenschaften *					Durchmesser	Merkmale und Anwendungen	Zulassungen
Typische Werte							
R <sub>p0.2</sub>	R <sub>m</sub>	A (L <sub>0</sub> =5d <sub>0</sub> )	CVN				
MPa	MPa	%	J bei °C	mm			
420	560	36	40 bei -196	1,2	AISI 304, 304L, 321, 347, 304LN. Stabilisierte oder nicht stabilisierte austenitische CrNi-Stähle. Ferrit 4–12 FN. Geeignet für Betriebstemperaturen von -196 bis 350 °C.	TÜV, CWB, CE	
420	560	34	40 bei -120	1,2	AISI 316L, 316Ti, 316Cb. Stabilisierte oder nicht stabilisierte austenitische CrNi(Mo)-Stähle. Ferrit 4–12 FN. Geeignet für Betriebstemperaturen von -196 bis 400 °C.	TÜV, CWB, CE	
410	610	40	40 bei -60	1,2 1,6	Zäh und rissbeständig. Aufschweißen von Turbinenschaufeln und Puffer- und Zwischenlagen. Artfremde Verbindungen, 14 %-Mn-Stähle, 13–17 %-Cr-Stähle etc. Ferrit 2–7 FN. Geeignet für Betriebstemperaturen von -90 bis 650 °C. Zunderbeständigkeit bis zu 850 °C.	TÜV, DB, CE	
380	540	33	51 bei -120	1,2	Artfremde Verbindungen von hochlegierten Cr- und CrNi-Stählen mit unlegierten und niedriglegierten Stählen. Auch geeignet für Schweißplattierungen (Pufferlagen). Ferrit 12–23 FN. Geeignet für Betriebstemperaturen von -120 bis 300 °C.	CWB, CE	
			Härte 150 HB	1,2	Für Verbindungen an ferritischen AISI 409 Stählen. Speziell für Roboterschweißen an Abgasanlagen. Ti stabilisiert. Niedriger C Gehalt	–	
			Härte 180 HB	1,2	Ferritische rostfreie Stähle AISI 430, 439; UNS S43000 und S43035. Geeignet für das Roboterschweißen von Abgassystemen. Stabilisiert (Ti). Geringer Kohlenstoffgehalt. Zunderbeständigkeit bis zu 850 °C.	CE	
			Härte 180 HB	1,2	Ferritischer Stahl AISI 430 und UNS S43000. Geeignet für das Roboterschweißen von Abgassystemen. Stabilisiert. Geringer Kohlenstoffgehalt. Zunderbeständigkeit bis zu 900 °C.	CE	
			Härte 180 HB	1,2	Ferritische rostfreie Stähle AISI 430, 441; UNS S43000 und S43940. Geeignet für das Roboterschweißen von Abgassystemen. Zweifach stabilisiert (Nb + Ti). Geringer Kohlenstoffgehalt mit verringerter Anfälligkeit für Kornvergrößerungen. Zunderbeständigkeit bis zu 900 °C.	CE	

## Metallpulverfülldrähte

Böhler Welding Produktname	Klassifikation EN ISO 17633-A AWS A5.22/SFA-5.22	Chemische Zusammensetzung (%) *									
		Typische Werte									
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Fe	Nb	
Metallpulverfülldrähte für weichmartensitische rostfreie Stähle											
FOXcore 13/4-MC	T 13 4 M M12 2 EC410NiMo (mod.)	0,03	0,7	0,9	12,0	4,6	0,6		Bal.		
FOXcore 13/4-MC HD	T 13 4 M M12 2 EC410NiMo (mod.)	0,014	0,3	0,6	12,0	4,7	0,5		Bal.		
FOXcore 13/4-MC F	T 13 4 M M12 2 EC410NiMo (mod.)	0,023	0,7	0,9	12,2	4,6	0,6		Bal.		

\* Typische Eigenschaften des reinen Schweißguts (Ar + 2,5 % CO<sub>2</sub>) im Schweißzustand.

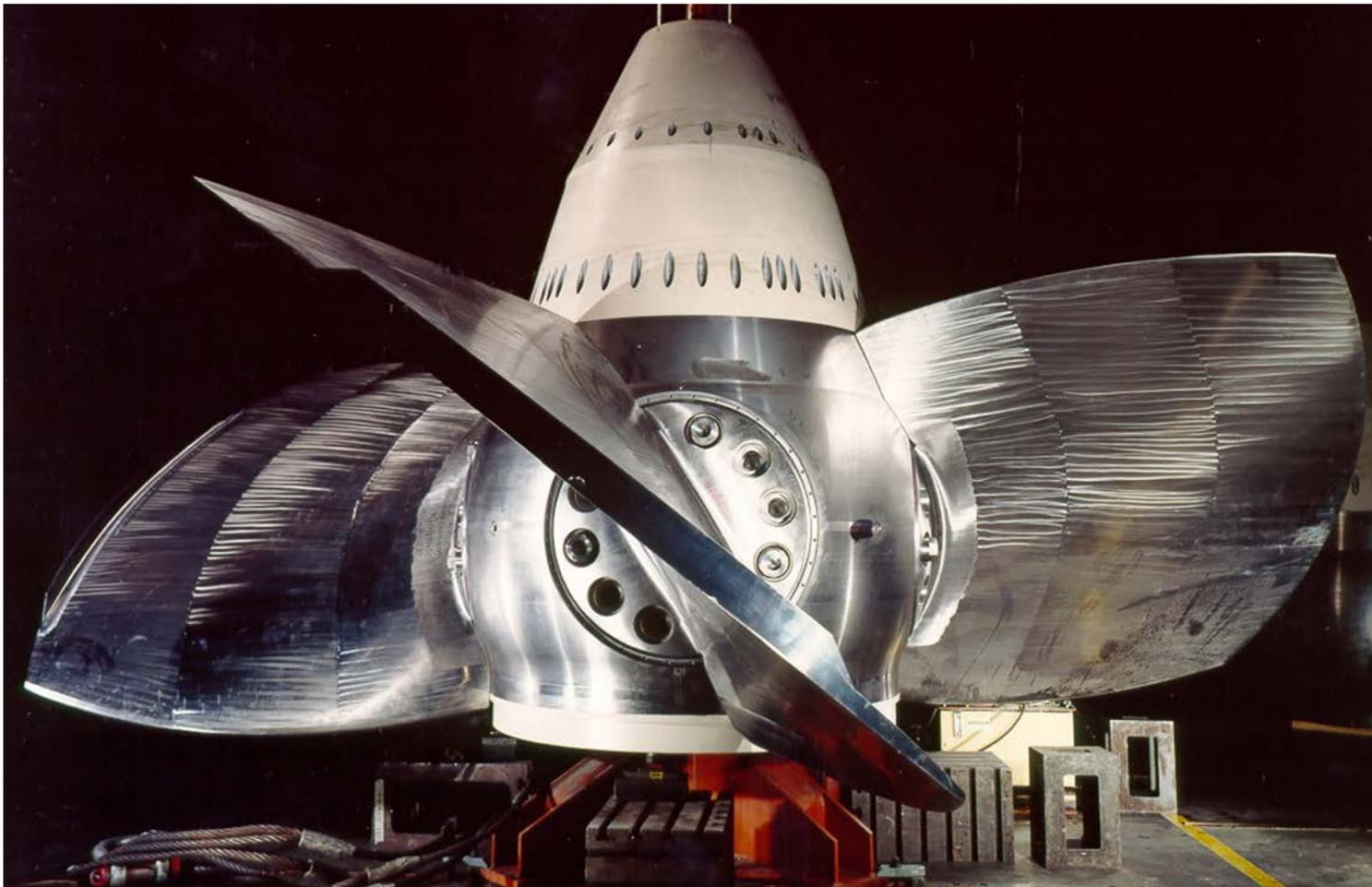
\*\* Wärmenachbehandlung: 580 °C/8 Std.

### Überblick der Unternehmen, die bereits von Fülldrähten von Böhler Welding profitieren



Mechanische Eigenschaften *				Durchmesser	Merkmale und Anwendungen	Zulassungen
Typische Werte						
R <sub>p0.2</sub>	R <sub>m</sub>	A (L <sub>0</sub> =5d <sub>0</sub> )	CVN			
MPa	MPa	%	J bei °C	mm		
730 **	860	17	60 bei -20	1,2 1,6	Produktions- und Reparaturschweißen von weichmartensitischen 13Cr-4Ni-Wasserturbinenkomponenten (UNS S41500). Sehr gute Kerbschlagzähigkeit nach der Wärmenachbehandlung. Besonders geringer Gehalt an diffusiblem Wasserstoff von max. 3 ml/100 g.	TÜV, LR, CE
685 **	770	21	75 bei -20	1,2	Produktions- und Reparaturschweißen von weichmartensitischen 13Cr-4Ni-Wasserturbinenkomponenten (UNS S41500). Besonders hohe Kerbschlagzähigkeitswerte für wärmebehandeltes Schweißgut. Besonders geringer Gehalt an diffusiblem Wasserstoff von max. 3 ml/100 g.	CE
700 ***	840	18	50 bei -20	1,2 1,6	Produktions- und Reparaturschweißen von weichmartensitischen 13Cr-4Ni-Wasserturbinenkomponenten (EN 1.4407). Höchste Fließeigenschaften für das Reparaturschweißen in Gießereien. Besonders geringer Gehalt an diffusiblem Wasserstoff von max. 4 ml/100 g.	CE

\*\*\* Wärmenachbehandlung: 580 °C/12 Std.



# OPTIMIERTE LEISTUNG DURCH FÜLLDRÄHTE

Das Verfahren beim Fülldrahtelektrodenschweißen (MAGF) ähnelt dem normalen MAG Prozess mit Massivdraht, aber es ist deutlich einfacher anzuwenden und erzielt zumeist bessere Ergebnisse. Speziell Rutilfülldrähte bieten eine optimierte Leistung und Flexibilität bei der Wahl der Schweißposition. Trotz eines höheren Preises für den Schweißzusatz sinken die gesamten Schweißkosten in den meisten Fällen durch die deutlich höhere Produktivität und den verringerten Nacharbeitsaufwand.



Beim Fülldrahtelektrodenschweißen wird das Schweißbad sowohl durch die Schlacke als auch das Schutzgas geschützt. Die Schlacke bedeckt die Oberfläche des Schweißbads und auch die Rückseite der Wurzel. Dadurch eignet sich das Verfahren besonders gut für einseitiges Schweißen in Aussenbereichen und auf der Baustelle. Bei dem am weitesten verbreiteten Rutil-schlackesystem werden zwei Schlackentypen verwendet: schnell und langsam erstarrende Schlacke.

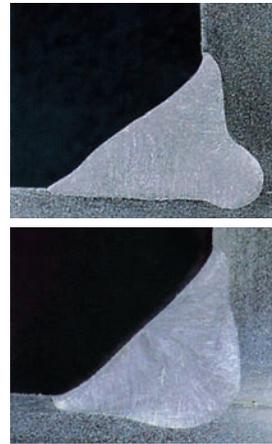
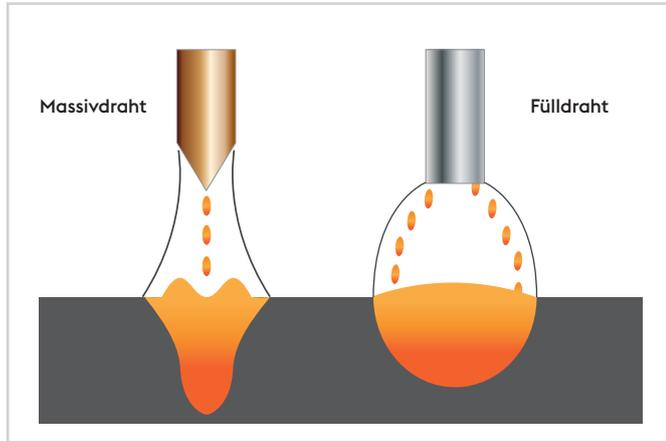
Mit den Allpositions-rutilfülldrähten (Typ P nach EN ISO 17632) wird eine schnell erstarrende Rutil-schlacke erzeugt. Beim Schweißen in Zwangslage stützt die Schlacke das Schweißbad und kann viel mehr flüssiges Schweißgut einbringen, als es mit Massivdraht möglich wäre. Daher können in Steigposition zwei- bis dreimal höhere Abschmelzleistungen als mit Stabelektroden oder MSG mit Massivdrähten erreicht werden, was einen entscheidenden Produktivitätsvorteil darstellt. Diese Fülldrahttypen sind universell einsetzbar. Sie werden gemäß der AWS-Norm als T1-Typen bezeichnet.

Mit den Waagrecht- oder Horizontalpositions-rutilfülldrähten (Typ R nach EN ISO 17632) wird eine langsam erstarrende Rutil-schlacke erzeugt. Die Schlacke ist dafür konzipiert, dem Lichtbogen nachzufolgen. Sie schützt die Naht bei hoher Schweißgeschwindigkeit in Wannen- und Horizontalposition (PA/1G, PB/2F). Es wird ein ausgezeichnetes Nahtbild mit leicht gewellter Oberfläche, gleichmäßiger Benetzung und nur wenig Anlauffarbe erzeugt. Geht es um das äußere Erscheinungsbild der Schweißbraupe, sind diese Drähte stets die erste Wahl. Auch hier können deutlich höhere Schweißgeschwindigkeiten als mit Massivdraht erreicht werden. Für das Schweißen in Steig- und Überkopfposition eignen sie sich nicht. Sie werden gemäß AWS-Norm als T0-Typen bezeichnet.

In der Regel wird mit dem Allpositions-Rutilfülldraht eine höhere Kerbschlagzähigkeit und eine höhere Beständigkeit des Schweißguts gegen Erstarrungsrisssbildung erreicht. Daher werden sie auch eher in Wannen- und Horizontalpositionen verwendet, wenn größere Werkstoffstärken ( $\geq 25$  mm) geschweißt werden.

## Lichtbogentypen und -eigenschaften

Im Gegensatz zu Massivdrähten entsteht bei Fülldrähten aufgrund ihres Designs ein eher glockenförmiger Lichtbogen. Durch diese Eigenschaft entsteht ein gleichförmiges und zuverlässiges Einbrandprofil mit guter Flankenbindung, welches das Risiko von Bindefehlern im Vergleich zum MSG-Prozess deutlich reduziert. Auch die Porenanfälligkeit ist durch die besseren Ausgasungsbedingungen des Schweißgutes merklich reduziert.



Massivdraht

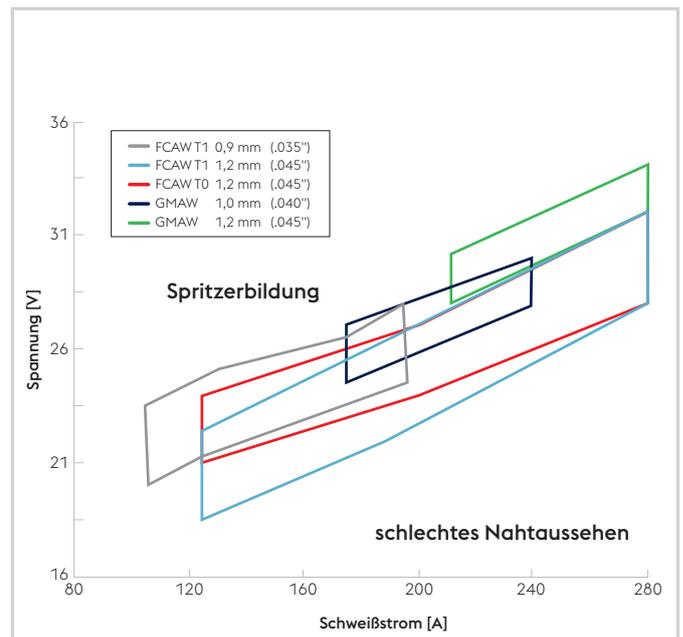
Fülldraht

Die beiden Lichtbogentypen weisen charakteristische Unterschiede auf. Fülldrähte erzeugen ein gleichförmigeres Einbrandprofil als Massivdrähte. Das verringert das Risiko von Bindefehlern.

## Breiteres Spektrum anwendbarer Schweißparameter

Ein weiteres charakteristisches Merkmal von Fülldrähten zeigt sich durch das große (und breitere) Spektrum anwendbarer Schweißparameter beim vorteilhaften Sprühlichtbogenbetrieb, das durch das typische Design und den Einsatz des Rutilschlackesystems eröffnet wird. Fülldrähte können mit herkömmlichen ungelulsten Stromquellen geschweißt werden. Beim Schweißen mit Massivdrähten wird dagegen ein Pulslichtbogen bevorzugt, der kostenintensive Schweißausrüstung erforderlich macht.

Rutilfülldrähte bieten Schweißern einen höheren Komfort. Das breitere Anwendungsspektrum vereinfacht das Finden der korrekten Schweißparameter und das hervorragende Benetzungsverhalten reduziert die Nachjustierungen des Brenners. Die bei Rutilfülldrähten anzuwendende schleppende Brennerhaltung beansprucht den Schweißer nicht so sehr wie die stechende Brennerhaltung, bei der er seine Hand ständig über das heiße Schweißbad bewegen muss. Außerdem wird beim Fülldrahtelektrodenschweißen ein längeres freies Drahtelektrodenende verwendet als beim MSG-Schweißen mit Massivdraht, sodass schwierig zu erreichende Verbindungen – wie etwa HV Nähte am T-Stoß – besser zugänglich sind. Höhere Schweißgeschwindigkeiten bedeuten kürzere Lichtbogenbrennzeiten und damit weniger Ermüdungserscheinungen beim Schweißer. Das Fülldrahtelektroden-Schweißverfahren eignet sich ideal für das Stepp- und Heftnahtschweißen. Die einfache Handhabung vereinfacht nicht nur die Ausbildung und Nachschulung von Schweißern, sondern sie hilft auch bei Einhaltung und Verbesserung der Schweißqualität.



Gegenüber Massivdrähten bieten T0- und T1-Fülldrähte ein viel breiteres Spektrum an anwendbaren Schweißparametern.

## Abschmelzleistung

Eine der attraktivsten Eigenschaften von Fülldrähten ist ihre überragende Abschmelzleistung, die sie ihrem Produktdesign zu verdanken haben. Im Vergleich zu Massivdrähten mit dem gleichen Durchmesser ist ihr stromleitender Querschnitt viel schmaler und daher ist die Widerstandserhitzung in der Mantelung ( $I^2R$  eff.) bei gleichem Schweißstrom höher. Aus diesem Grund ergibt sich eine höhere Drahtabbrandrate. Bei Rutilfülldrähten ist das Schlackesystem so ausgelegt, dass es die

höhere Abbrandrate aufnehmen und in eine höhere Abschmelzleistung (Allpositionstypen) oder eine höhere Kehlnahtschweißgeschwindigkeit (Normalpositionstypen) umwandeln kann. Die Produktivitätssteigerungen sind geradezu verblüffend. Sie können 20–50 % im Vergleich zum MSG-Schweißen mit Massivdraht und sogar noch mehr im Vergleich zum Metall-Lichtbogen- und WIG-Schweißen erreichen.

Erhöhte Produktivität in Steigposition (3G/PF)				Verfahren	Schweißlänge	Abschmelzleistung
				WIG		
				Ø 2,4 mm	41 mm	1,0 kg/h
				E Hand Schweißen		
				Ø 3,2 mm	68 mm	1,8 kg/h
				MAG Massivdraht (Impuls)		
				Ø 1,2 mm	105 mm	3,1 kg/h
				MAG Fülldraht		
				Ø 1,2 mm	210 mm	4,3 kg/h
WIG	E-Hand	MAG Massivdraht	MAG Fülldraht			

Edelstahl-Schweißprozesse:

Vergleich der Schweißlängen bei Kehlnähten in Steigposition (PF/3G) mit einer Nahthöhe von 3 mm und einer Schweißzeit von 1 Min.

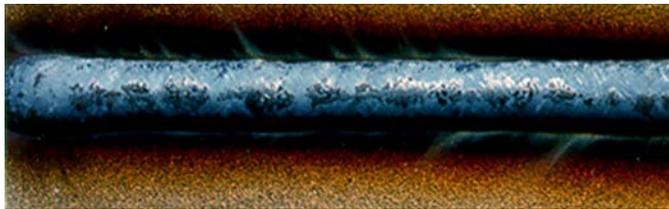
Erhöhte Produktivität in Horizontalposition (PB/2F)		Verfahren	Schweißlänge	Abschmelzleistung
MAG Fülldraht		MAG Fülldraht		
		Ø 1,2 mm	800 mm	3,4 kg/h
MAG Massivdraht		MAG Massivdraht		
		Ø 1,0 mm	570 mm	2,9 kg/h
E-Hand Schweißen		E Hand Schweißen		
		Ø 3,2 mm	280 mm	1,2 kg/h

Edelstahl-Schweißprozesse:

Vergleich der Schweißlängen bei Kehlnähten in Wannenposition (PB/2F) mit einer Nahthöhe von 3 mm und einer Schweißzeit von 1 Min.

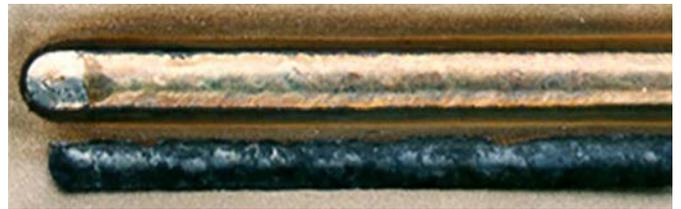
## Nahtverfärbungen

Rutilfülldrähte weisen auch die allgemeinen Eigenschaften von Rutil-Verbrauchsmaterialien auf: gleichmäßige und flache Nähte ohne Spritzer und – im Gegensatz zu Massivdrähten – keine schwierig zu entfernenden „eingeschlossenen Schlackerückstände“ in der Nahtoberfläche. Außerdem verursachen sie weniger Nahtverfärbungen als Massivdrähte, weil die noch heiße Nahtdurch die Schlacke geschützt wird. All diese



MSG-Prozess mit Massivdraht

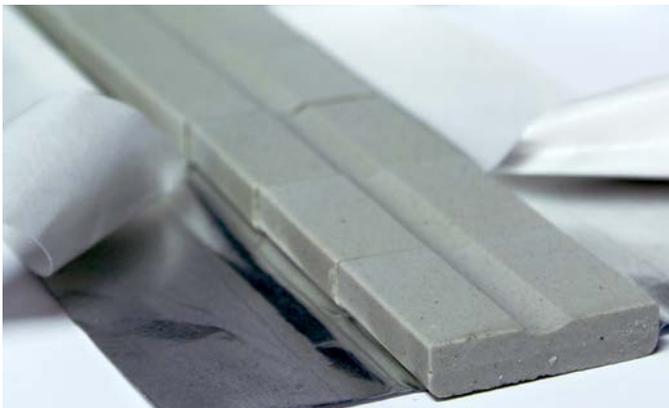
Faktoren zusammen ergeben eine deutliche Verkürzung der Reinigungszeit nach dem Schweißen (weil das Abbürsten von Hand einfacher ist) und der zum Erhalt der Korrosionsbeständigkeit erforderlichen Beizzeit (Böhler weldCare bietet ein großes Portfolio an Chemikalien für das Beizen und Passivieren an).



Nahtoberfläche bei Rutilfülldrahteinsatz

## Schutzgase

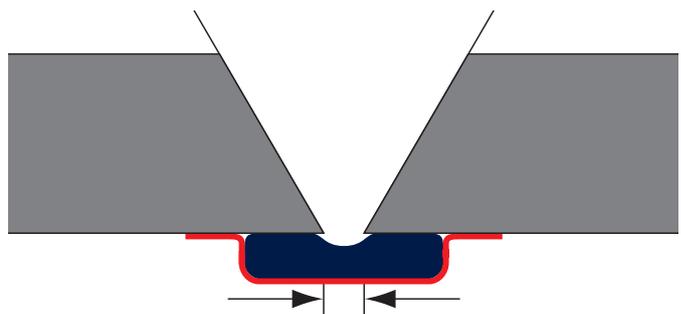
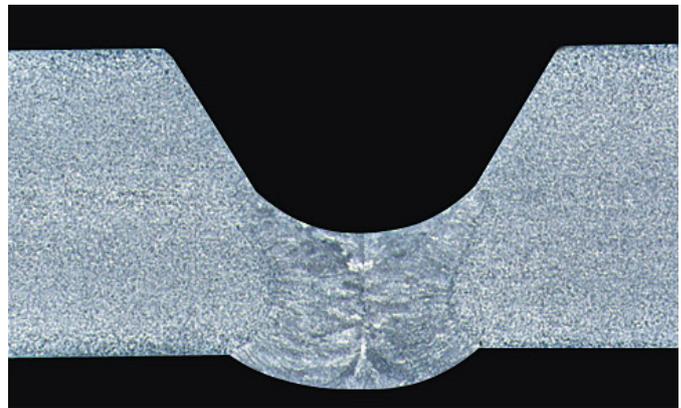
Rutilfülldrähte für CrNi-Stähle werden mit den handelsüblichen Schutzgasen Ar + 15–25 % CO<sub>2</sub> oder 100 % CO<sub>2</sub> geschweißt. Massivdrähte werden dagegen mit Ar + 2 % CO<sub>2</sub> geschweißt. Der Kostenvorteil für Anwender ergibt sich aus den geringeren Gaskosten und aufgrund der kürzeren Schweißzeiten auch aus dem geringeren Gasverbrauch. Beim Schweißen von Nickelbasis-Legierungen fallen die potenziellen Kosteneinsparungen sogar noch höher aus, weil beim Metall-Schutzgasschweißen mit Massivdrahtelektrode bevorzugt Ar + 30 % He + 2 % CO<sub>2</sub> verwendet wird, um die Fließigenschaften der Schmelze zu verbessern.



Wurzellagenschweißen auf keramischer Badsicherung ist ein überaus wirtschaftliches Verfahren zum Erstellen hochwertiger Wurzellagen. Auch einseitiges Schweißen ist möglich. Die Wurzellage wurde mit einem Draht mit Ø 1,2 mm erzeugt.

## Schweißbadsicherungen

Durch Einsatz einer keramischen Schweißbadsicherung zum Fülldrahtelektrodenschweißen von Wurzellagen ist es möglich, die gesamte Verbindung – von der Wurzel bis bis zur Decklage – von nur einer Seite zu schweißen. Es ist ein sehr produktives Verfahren zum Einbringen hochwertiger Wurzellagen mit hervorragendem Einbrand und guter Benetzung, bei dem das zeitaufwendige Fugenhobeln/Schleifen der Rückseite entfällt.



# HOCHLEGIERTE FÜLLDRÄHTE VON BÖHLER WELDING

Böhler Welding bietet stabile, präzise und konsequent hochwertige Fülldrähte. Durch das klare Konzept für Legierung und Schlacke lassen sich Schweißungen mit ausgezeichneter Korrosionsbeständigkeit und sehr guten mechanischen Eigenschaften anfertigen. Während der Fertigung überwacht ein automatisches System permanent die gleichmäßige Verteilung der Pulverfüllung über die gesamte Drahtlänge.

Die hochlegierten Fülldrähte von Böhler Welding werden gemäß des Qualitätsmanagementsystems EN ISO 9001 in Europa hergestellt. Alle Drähte erfüllen die hohen Anforderungen entsprechend der Normen EN ISO und AWS. Ein Beispiel: Die Norm AWS A5.22 erlaubt 2,0–3,0 Gew.-% Mo in 316L-Drähten, wohingegen die strengere Norm EN ISO 17633-A 2,5–3,0 Gew.-% Mo festlegt. Molybdän ist ein teures Legierungselement, aber es erhöht die Korrosionsbeständigkeit des Schweißguts. Deswegen bietet Böhler Welding ausschließlich 316L-Drähte mit 2,5–3,0 Gew.-% Mo an.



Vor-Ort-Schweißen von Edelstahltanks ist eine typische Anwendung für die Allpositionsrutillfülldrähte von Böhler Welding. Die Tanks aus 1.4162 werden mit FOXcore 2307-T1 geschweißt.

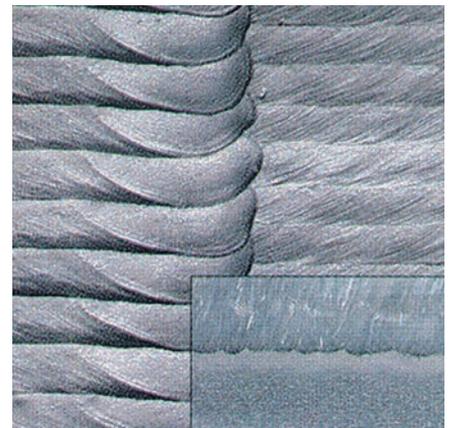
## Rutillfülldrähte (T0-Typ nach AWS) zum Schweißen in Wannen- und Horizontalposition

Die Drähte sind einfach zu handhaben und bieten einen breiten Parameterbereich. Die hohe Abschmelzleistung ermöglicht eine hohe Produktivität mit herausragender Schweißleistung und sehr geringer Spritzerbildung. Durch die ausgezeichnete Lichtbogenstabilität, aufgrund der sehr kleinen Tropfengröße, behält der Schweißer die volle Kontrolle über Schweißbad und Schlacke. Der breite Lichtbogen gewährleistet eine gute Benetzung mit gleichmäßigem Einbrand und guter Flankenbindung, was Bindefehler verhindert. Schweißer berichten von einem sehr sauberen Schweißbad, was das Risiko von Nahtfehlern verringert und weniger Nacharbeiten erforderlich macht.

Die Drähte für Wannen- und Horizontalposition (T0-Typen) von Böhler Welding verfügen auch bei höheren Strömen über sanfte Schweißigenschaften, wodurch die Abschmelzleistung deutlich erhöht wird. Die T0-Drähte erzeugen ein glattes Nahtprofil mit einem feinwelligen Oberflächenmuster. Die Schlacke ist selbstablösend und hinterlässt eine glatte Oberfläche. Die T0-Drahttypen eignen sich auch sehr gut für das Plattieren von korrosionsbeständigen Beschichtungen auf unlegierten oder niedriglegierten Stählen.



Kehlnaht in Horizontalposition (PB/2F): Der Grundwerkstoff ist AISI 304L und der Zusatz FOXcore 308L-T0 DG mit  $\varnothing$  1,2 mm.



Plattieren mit FOXcore 309L Mo-T0 für die erste und FOXcore 316L-T0 für die zweite Lage. Das Ergebnis sind sehr gleichförmige Ferritabstufungen.

## Rutilfülldrähte (T1-Typ nach AWS) für alle Positionen

Die von Böhler Welding hergestellten Rutilfülldrähte für alle Positionen verfügen über eine dickere Mantelung als vergleichbare andere Drähte auf dem Markt. Daher können sie mit einer höheren Drahtvorschubgeschwindigkeit von bis zu 2 m/min und mit 1–2 Volt höherer Spannung eingesetzt werden. Dadurch werden Abschmelzleistung, Schweißgeschwindigkeit und Produktivität erhöht. Da sie mit diesen Drähten höhere Drahtvorschubgeschwindigkeiten erreichen und Verbindungen schneller füllen konnten, waren Kunden in der Lage, die Anzahl der Schweißraupen zu reduzieren. Bei höheren Schweißgeschwindigkeiten ist es möglich, die Wärmeeinbringung niedrig zu halten und Verformungen zu minimieren. Im Vergleich zu Mitbewerberprodukten ist durch die dickere Mantelung weniger Pulverfüllung erforderlich und die Rauchentwicklung geringer.

Die Allpositionsdrähte von Böhler Welding sind dafür bekannt, dass sie eine dünne Schlacke bilden, die die gesamte Nahtoberfläche von Anfang bis Ende schützt. Dazu gehört auch die sehr gute Schlackenlöslichkeit und die sich daraus

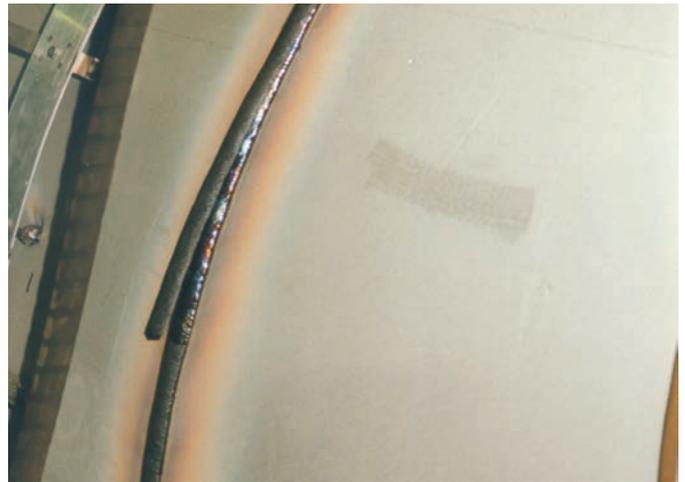


Plattieren mit FOXcore 309L-T1 zum Erhalt einer hochwertigen Oberfläche – auch beim Schweißen in Zwangslage.

Allpositionsdrähte von Böhler Welding sind echte T1-Typen. Das heißt, dass Schweißer diesen Draht für das Überkopfschweißen verwenden können, ohne fürchten zu müssen, die Kontrolle über das Schweißbad zu verlieren. Die T1-Allpositionsdrähte bieten einen breiten Parameterbereich und gewährleisten saubere Übergänge zwischen unterschiedlichen Schweißpositionen, ohne dass dazu Parametereinstellungen geändert werden müssen. So ist es möglich, ein Rohr in Steigposition von 6 bis 12 Uhr (feste Position PH/5G) mit nur einer Parametereinstellung zu schweißen. Das bedeutet, dass der Schweißer länger schweißen kann, bevor er seine Körperposition ändern muss, und dass er zum Weiterschweißen keine Parameter verändern muss. Außerdem haben Anwender berichtet, dass diese Drähte beständiger gegen Endkraterrisse

ergebende glatte Nahtoberfläche. Die Abschmelzleistung und die Ausbringung dieser Drähte sind überragend. Das Schlackensystem bietet nicht nur die bestmögliche Ausbringrate mit weniger abgeplatzter Schlacke auf dem Boden, sondern auch eine hervorragende Kerbschlagzähigkeit und Korrosionsbeständigkeit. Die hohe Lichtbogenintensität gewährleistet in allen Positionen gute Flankenbindung und ein stark reduziertes Risiko von Bindefehlern. Die mit diesen Drähten hergestellten Nähte weisen ausgezeichnete Durchstrahlungsergebnisse hinsichtlich Porenbildung und Schlackeneinschlüsse auf.

Durch die erhöhten Schweißgeschwindigkeiten und die selbstablösende Schlacke, die den Reinigungs- und Beizbedarf stark verringert, können beträchtliche Zeit- und Kosteneinsparungen erzielt werden. Es müssen keine Schweißspritzer abseits der Naht entfernt werden. Die Fülldrähte von Böhler Welding können Stillstandzeiten verkürzen helfen, indem kostspielige Nacharbeiten wie Schleifen und Entfernen von Schlacke und Spritzern vermieden werden.



FOXcore 316L-T1 mit selbstablösender Schlacke.

sind und weniger Schleifaufwand zwischen den Lagen erfordern, sodass sie nach dem Entfernen der Schlacke praktisch sofort weiterschweißen konnten.

Das Fülldrahtelektrodenschweißen ist auch ein beliebtes Verfahren für das Reparaturschweißen von Gussfehlern in Gießereien, weil es eine deutlich höhere Produktivität als das E-Hand Schweißen und MAG Schweißen mit Massivdraht bietet. Es ist mit allen Allpositionsdrähten möglich in unterschiedlichen Positionen zu schweißen, ohne dazu große Werkstücke umdrehen zu müssen. So wurden beispielsweise Massivdrähte bei der Reparatur von Superduplex-Gusslegierungen größtenteils von Superduplex-Fülldrähten abgelöst, was nicht zuletzt auch an der höheren Anfälligkeit des MAG Verfahrens für Porenbildung liegt.



Schneckenwelle aus AISI 316Ti für die Zellstoff- und Papierindustrie, geschweißt mit  $\varnothing$  1,2-mm-Draht FOXcore 316L-T0. Mit freundlicher Genehmigung der Andritz AG aus Österreich.



Schweißen eines Rohrs aus Superduplex UNS S32750 mit FOXcore 2594-T1 HD.



Ladetanks aus 1.4462 in einem Chemikalienschiff, geschweißt mit 100 % CO<sub>2</sub>-Schutzgas. Die Nähte wurden in Wannen- und Horizontalpositionen mit FOXcore 2209-T0 auf einem keramischen Trägermaterial für die Wurzellage geschweißt. FOXcore 2209-T1 wird für das Schweißen in Zwangslage verwendet. FOXcore 309L-T0 DG und FOXcore 309L-T1 finden bei artfremden Schweißungen Anwendung.



Es werden glatte und glänzende Kehlnähte produziert. In dieser Anwendung wird die Welle eines Scheibenfilters für eine Zellstoff- und Papierfabrik geschweißt. Der Grundwerkstoff ist AISI 316Ti und der verwendete Draht ein FOXcore 316L-T0.

## Auf die richtige Schweißtechnik kommt es an

Während beim MAG Verfahren mit Massivdraht die Technik mit stechender Brennerhaltung (Vorhandschweißen) angewendet wird, um Kaltschweißstellen in Wannen- und Horizontalpositionen zu vermeiden, kommt beim Fülldrahtelektrodenschweißen die Technik mit schleppender Brennerhaltung zum Einsatz. Als Merkhilfe könnte man salopp sagen: „Mit Schlacke immer schleppend“. Die schleppende Brennerstellung ermöglicht eine gute Schweißbadkontrolle und dabei gleichzeitig eine fehlerfreie Flankenbindung mit hoher Abschmelzleistung. Zudem verbessert diese Technik die Schlackenlöslichkeit, minimiert die Spritzerbildung und erzeugt einen tieferen Einbrand.

Das Fülldrahtelektrodenschweißen kann in allen Positionen angewendet werden, wobei jedoch die Steigposition (PF, 3G/3F)

der Fallposition (PG, 3G/3F) vorgezogen wird. Beim Einsatz von Fülldrähten in Fallposition entsteht ein flacher Einbrand, bei dem ein erhöhtes Risiko von Schlackeneinschlüssen und Bindefehlern besteht. Außerdem wird die Schlacke dünner, was sich negativ auf die Schlackentfernung auswirken kann.

Die optimale Parametereinstellung hängt von den Eigenschaften der Stromquelle ab. Die eingestellte Spannung sollte einen Lichtbogen mit einer Länge von 3–4 mm erzeugen. Ein längerer Lichtbogen tendiert dazu, weicher zu werden und die Naht breiter zu machen, ein kürzerer dagegen verbessert den Einbrand. Das wird durch das Absenken der Spannung erreicht. Das freie Drahtelektrodenende sollte bei Drähten mit 1,2–1,6 mm Durchmesser 15–20 mm und bei Drähten mit 0,9 mm Durchmesser 10–15 mm lang sein.

Fülldraht	Schutzgas	Freies Drahtende
Ø 0,9 mm	Ar + 18-25 % CO <sub>2</sub>	10-15 mm
Ø 1,2/1,6 mm	Ar + 18-25 % CO <sub>2</sub>	15-20 mm
Massivdraht Ø 1,2 mm	Ar + 2 % CO <sub>2</sub>	12 mm

Beim Schweißen von CrNi-Stählen mit Fülldraht werden mit Ar + 18-25 % CO<sub>2</sub> als Schutzgas die besten Ergebnisse und die größte Schlackenkontrolle erzielt. Mischgas hat einen überaus positiven Einfluss auf die Lichtbogenstabilität, weil es einen feinen, spritzerfreien Tropfenübergang produziert. Für die meisten Schweißanwendungen in Außenbereichen beträgt der typische Gasfluss 20-25 l/min. Für das Schweißen in Steig- und Überkoppositionen kann ein geringerer Gasfluss von 15-20 l/min vorteilhafter sein. Es kann auch 100 % CO<sub>2</sub> verwendet werden, aber dann muss die Spannung um 2-3 V höher sein, damit die korrekte Lichtbogenlänge erreicht wird. Der Hauptvorteil von reinem CO<sub>2</sub> besteht darin, dass es einen tieferen

Einbrand erzeugt, was beim Schweißen dickerer Werkstoffe hilfreich ist. Der Prozess läuft heißer ab, was ein Vorteil sein kann, aber gleichzeitig macht es das Schweißen dünner Bleche oder in Zwangslage auch weitaus schwieriger. Außerdem entsteht dabei mehr Schweißrauch, die Oberfläche oxidiert stärker und einige der Legierungsstoffe können abbrennen. Letzteres kann Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften und die Korrosionsbeständigkeit haben. In Anwendungen, bei denen es auf den Ferritgehalt ankommt, muss berücksichtigt werden, dass der Einsatz von reinem CO<sub>2</sub> als Schutzgas zu einem erhöhten Austenitgehalt in der Naht führen kann.

## Weitere Anwendungen mit Duplex-Stahl



Schweißen von 1.4462 in Steig- und Überkopposition mit FOXcore 2209-T1.



Steigrohre für die Wassereinspritzung in den Beinen einer Offshore-Plattform. Schweißen von Superduplex mit FOXcore 2594-T1 HD.



Reparaturschweißen von Superduplex-Edelstahlguss mit FOXcore 2594-T1 HD.



Seewasserpumpen aus Duplex-Edelstahl 1.4462, geschweißt mit FOXcore 2594-T1 um die höchstmögliche Korrosionsbeständigkeit zu erreichen.

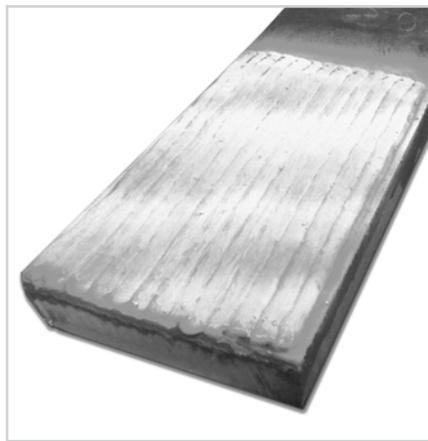
## Bismutfreie Drähte für Anwendungen bei erhöhten Temperaturen

Das American Petroleum Institute (API) hat in seiner Richtlinie API RP 582 „Welding Guidelines for the Chemical, Oil, and Gas Industries“ (Schweißrichtlinien für die Chemie-, Öl- und Gasindustrie) eine Obergrenze von 20 ppm Bismut für das Schweißgut beim Fülldrahtelektrodenschweißen von austenitischem Edelstahl eingeführt. Der Grenzwert findet Anwendung, wenn das Schweißgut während der Produktion und/oder Reparaturen Temperaturen von über 538 °C ausgesetzt wird. AWS A5.22:2012 legt fest, dass rostfreie Fülldrähte, die Bismutzusätze enthalten, für Hochtemperaturanwendungen oder zur Wärmenachbehandlung (PWHT) oberhalb von 500 °C nicht verwendet werden dürfen.

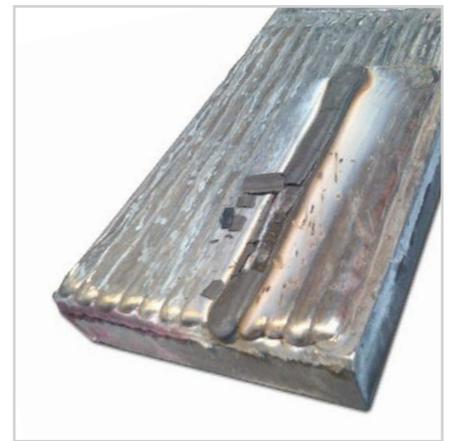
Aus diesem Grund sollten bismutfreie Fülldrähte mit nicht mehr als 20 ppm (0,002 Gew.-%) Bismut im Schweißgut eingesetzt werden. Kritische Prozessausrüstung wird für gewöhnlich bei Temperaturen unterhalb von 500 °C eingesetzt, aber abhängig vom Grundwerkstoff und den Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften wird die abschließende Wärmenachbehandlung bei 600–710 °C durchgeführt. Bismutfreie Fülldrähte weisen nach einer Wärmenachbehandlung bei 700 °C eine verbesserte Beständigkeit gegen Versprödung auf und die Werte bei Kerbschlagzähigkeit und lateraler Ausdehnung sind höher als bei bismuthaltigen Drähten. Das Beispiel unten zeigt, dass bismutfreie Fülldrähte auch für das Plattieren geeignet sind.



Plattierung der ersten Lage mit FOXcore 309L H-T0 mit guter Schlackenlöslichkeit.



Farbeindringprüfung nach der ersten Lage mit FOXcore 309L H-T0. Keine Anzeichen von Rissen oder Porenbildung.



Die zweite Lage mit FOXcore 347L H-T0 zeigt eine ähnliche Schlackenlöslichkeit wie die erste Lage.

Die erste Lage mit FOXcore 309L H-T0 zeigt eine gute Schlackenlöslichkeit ohne Risse oder Unregelmäßigkeiten. Die Schlackenlöslichkeit bei der zweiten Lage, die mit FOXcore 347L H-T0 geschweißt wurde, ähnelt der des FOXcore 309L H-T0. Beide Drähte bieten ein gutes Nahtbild mit gleichmäßigen Erstarrungslinien auf der Oberfläche. Das Nahtbild weist keine Spritzerbildung auf und ist vergleichbar mit dem von normalen bismutlegierten Drähten.

### Chemische Zusammensetzung der ersten und zweiten Lage mit T0-Drähten in Gew.-%.

Schweißzusatz	Lage	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Nb	Ferrit*
FOXcore 309L H-T0	1	0,048	0,529	1,30	19,80	10,33	0,148	< 0,004	8,9 FN
FOXcore 347L H-T0	2	0,034	0,593	1,49	19,28	10,21	0,083	0,39	6,5–7,5 FN

### Chemische Zusammensetzung der ersten und zweiten Lage mit T1-Drähten in Gew.-%.

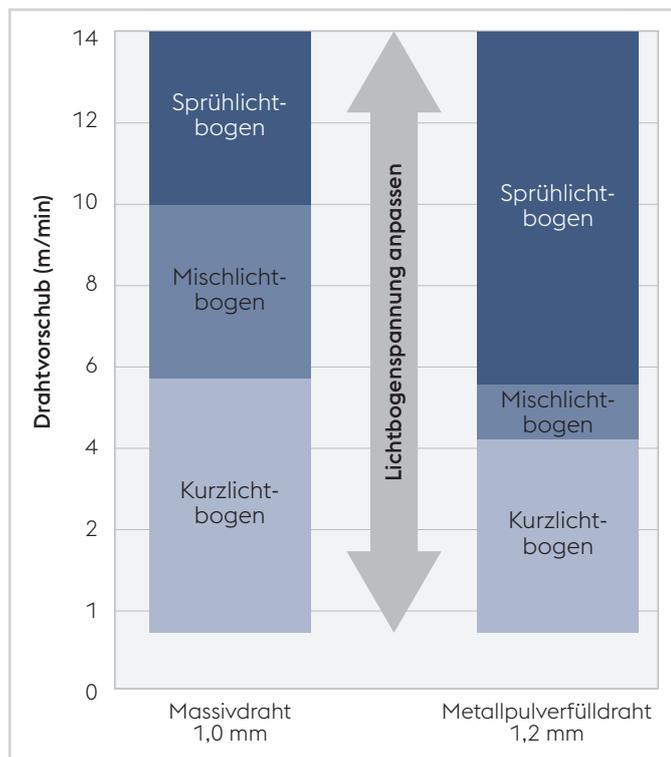
Schweißzusatz	Lage	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Nb	Ferrit*
FOXcore 309L H-T1	1	0,042	0,743	1,21	23,56	12,48	0,034	< 0,004	9,3 FN
FOXcore 347L H-T1	2	0,044	0,712	1,46	18,52	10,55	0,082	0,424	6,1 FN

\*Ferritmessung mit Fischer FeritScope MP30.

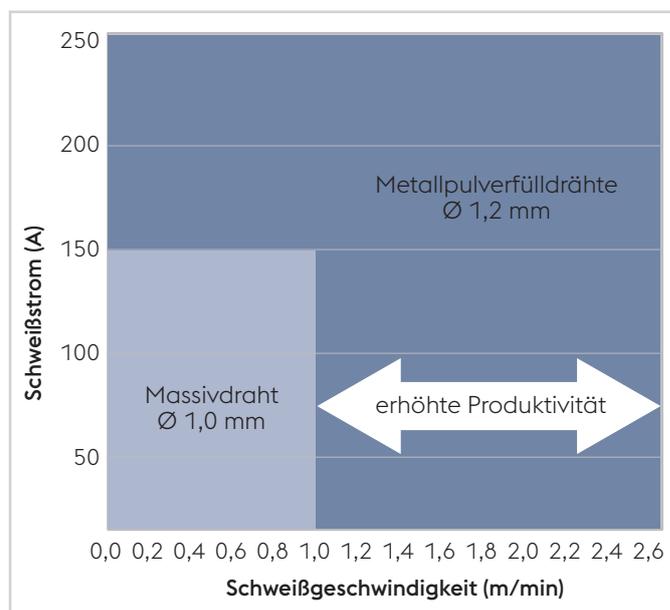
# METALLPULVERFÜLLDRÄHTE – VORTEILE GEGENÜBER MASSIVDRAHTELEKTRODEN

Anders als Rutilfülldrähte sind Metallpulverfülldrähte nicht mit Schweißpulver gefüllt, sondern ihr Kern enthält ein Metallpulver. Sie werden mit MSG-Stromquellen geschweißt und nutzen Ar + 2–3 % CO<sub>2</sub> oder Ar + 1–2 % O<sub>2</sub> (M12 oder M13) als Schutzgas. Ebenso wie bei Massivdrähten kann das Verfahren durch (synergisches) Impulsschweißen optimiert werden.

Metallpulverfülldrähte mit Durchmesser 1,2 mm decken praktisch den gesamten Schweißparameterbereich (Kurz- und Sprühlichtbogen) von Ø 1,0 mm und Ø 1,2 mm Massivdrähten ab.



Parameterbereich von Massivdraht im Vergleich zu Metallpulverfülldraht



Metallpulverfülldrähte weisen eine höhere Stromdichte als Massivdrähte auf und erreichen den Sprühlichtbögen schon bei geringeren Stromstärken.

Im Vergleich zu Massivdraht erzielen sie bei gleichem Durchmesser eine deutlich höhere Abschmelzleistung und Schweißgeschwindigkeit. Da sie Schweißgeschwindigkeiten von bis zu 2,6 m/min erreichen können, sind sie für das hochproduktive Schweißen in mechanisierten Anwendungen die beste Wahl. Das Sprühlichtbogenschweißen wird für hochproduktive Anwendungen in Position PA und PB eingesetzt und bei dickeren Blechen auch in Horizontalposition eingesetzt. Das

Schweißen im Kurzlichtbogen in Pos. PC und PF ist möglich, die Leistung ist hier aber mit dem Massivdraht vergleichbar.

Im Vergleich zu Massivdrähten erzeugen Metallpulverfülldrähte einen breiteren Lichtbogen, der eine gleichförmige und sichere Flankenbindung gewährleistet. Dadurch ergibt sich eine höhere Beständigkeit gegen Bindefehler und eine geringere Anfälligkeit gegenüber Kantenversatz und Abweichungen bei der Spaltbreite. Das Verfahren eignet sich ideal zum Schweißen kleiner, einlagiger Kehlnähte mit hoher Schweißgeschwindigkeit. Es können auch dünnere Werkstoffe mit einer Wanddicke ab 0,6 mm geschweißt werden.



0,6 mm dünner Auspuffkrümmer, geschweißt mit Ø 1,2 mm FOXcore 308L-MC. Bei 2,6 m/min Drahtvorschubgeschwindigkeit, 80–85 A und 20 V lag die Schweißgeschwindigkeit bei 85 cm/min. Für diese Anwendung konnte kein Massivdraht verwendet werden.



Schweißung von Rohrschlangen mit Ø 1,2 mm FOXcore 316L-MC. Mit freundlicher Genehmigung von: Neuman Anlagentechnik, Deutschland

Weitere Vorteile von Metallpulverfülldrähten bestehen in der hervorragenden Benetzung und der glatten Oberfläche mit weniger Oxidation und Schlackereesten. Weil der Lichtbogen extrem stabil ist, entstehen nur sehr wenig Spitzer.



Metallpulverfülldraht



Massivdraht

## Metallpulverfülldrähten in der Automobilindustrie

In der Automobilindustrie haben sich Metallpulverfülldrähte als überaus effizient erwiesen, weil mit ihnen Kosteneinsparungen und Qualitätsverbesserungen erzielt werden können. Daher werden hochlegierte Metallpulverfülldrähte von Böhler Welding zum Beispiel auch für das Roboterschweißen von Abgassystemen eingesetzt. Für das Schweißen der unterschiedlichen Güten bei verschiedenen Komponenten werden ferritische und austenitische Drahttypen eingesetzt. Diese Drähte sind für das Hochgeschwindigkeitsschweißen von Dünnblechen optimiert. Sie weisen bei unterschiedlichen Lichtbogentypen gute Eigenschaften in den Bereichen Lichtbogenstabilität, Einbrand und Spaltüberbrückung auf.

Die Kosteneinsparungen werden durch kürzere Zykluszeiten, höhere Produktionsleistung und verbesserte Schweißqualität erreicht. Das breitere Einbrandprofil hilft bei der Vermeidung von Bindefehlern und den daraus entstehenden Ausschussteilen und Reparaturen. Ein Hersteller von Katalysatoren hat aufgrund von Durchbränden mit Massivdrähten von einer Ausschussrate von 1 % und einer Nacharbeitsquote von 10 % berichtet. Durch Einsatz der Metallpulverfülldrähte von Böhler Welding in einem Roboterschweißsystem mit präziser Parametersteuerung über die gesamte Nahtlänge konnte die Ausschussrate auf 0 % und die Nacharbeitsquote auf 0,3 % gesenkt werden. Die Zeit- und Kostenersparnis war beachtlich.

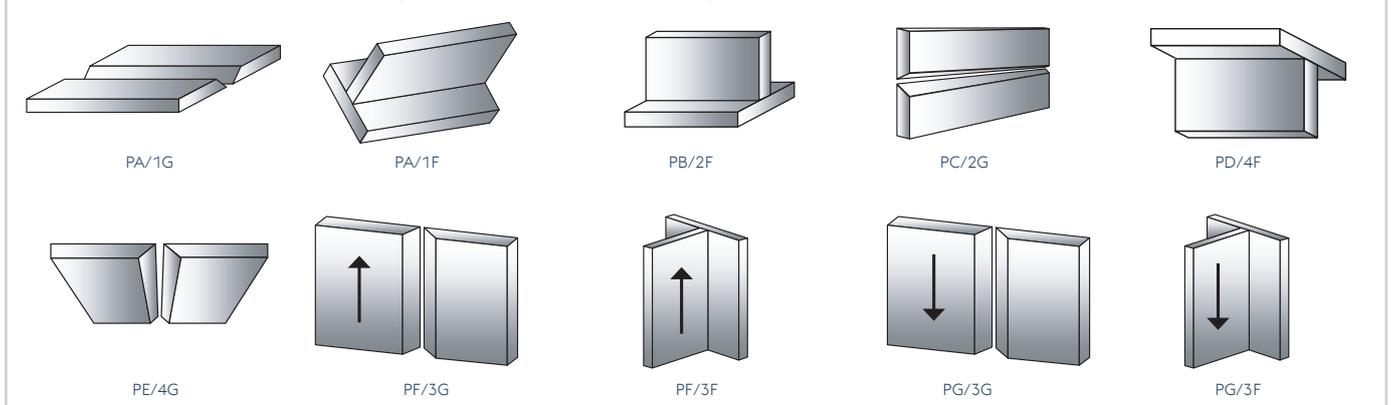
### Typische Schweißparameter für Metallpulverfülldrähte.

Durchmesser Ø	Freies Drahtende	Lichtbogenlänge	Drahtvorschub- geschwindigkeit	Strom	Spannung
mm	mm	mm	m/min	A	V
1,2	15	~ 3	3,5–13,0	100–280	10–27
1,6	20	~ 3	1,5–8,0	110–380	10–27



# SCHWEISSPARAMETER FÜR UNTERSCHIEDLICHE POSITIONEN

## EN- und AWS-Schweißpositionen – Stumpf- und Kehlnähte

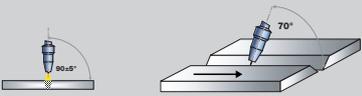


Nachfolgend sind typische Schweißparameter für verschiedene Legierungs- und Drahttypen aufgeführt. Die tatsächlichen Schweißparameter hängen zudem auch von Schweißposition, Verbindungstyp und Schutzgas ab. Hier werden die typischen Werte für Ar + 18 % CO<sub>2</sub> gezeigt. Mit 100 % CO<sub>2</sub> als Schutzgas liegt die Spannung normalerweise 2-3 V höher. Die Lichtbogen-Spannung hängt stark von der Stromquelle ab, daher können für unterschiedliche Ausrüstungen unterschiedliche Werte erforderlich sein.

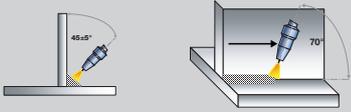
### Typischer Schweißparameterbereich von T0- und T1-Typen mit unterschiedlichen Legierungen.

Ø	Drahtvorschubgeschwindigkeit	Lichtbogenlänge	Strom	Spannung
mm	m/min	mm	A	V
<b>Austenitische T0-Drähte</b>				
1,2	5,0-15,0	~ 3	130-280	22-30
1,6	4,5-9,5	~ 3	200-350	25-30
<b>Austenitische T1-Drähte</b>				
0,9	8,0-15,0	~ 3	100-160	22-27
1,2	6,0-13,0	~ 3	150-280	22-30
1,6	4,5-9,5	~ 3	200-360	23-28
<b>T0-Duplexdrähte</b>				
1,2	6,5-15,5	~ 3	150-280	24-30
1,6	5,0-9,5	~ 3	200-350	26-30
<b>T1-Duplexdrähte</b>				
1,2	5,5-11,5	~ 3	130-230	23-30
1,6	5,0-9,0	~ 3	200-320	25-30
<b>Nickelbasierte T0-Drähte</b>				
1,2	5,0-15,0	max. 3	130-280	22-30
1,6	4,5-9,5	max. 3	200-350	25-30
<b>Nickelbasierte T1-Drähte</b>				
1,2	6,0-12,0	max. 3	130-230	23-27

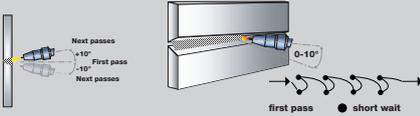
Wannenposition PA/1G, 1F – typischer Parameterbereich für 1,2 mm T0-Draht mit Ar + 18 % CO<sub>2</sub>

	Freies Drahtende	Strom	Spannung	Drahtvorschub	Lage
	mm	A	V	m/min	
	15	140–190	22,0–26,5	6,5–9,0	Wurzellage (keramische Sicherung)
	15	165–220	24,5–28,0	8,5–11,5	Fülllage
	15	165–250	24,5–29,0	9,0–13,5	Kapplage

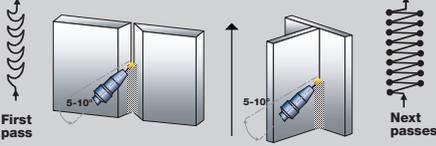
Horizontalposition PB/2F – typischer Parameterbereich für 1,2 mm T0-Draht mit Ar + 18 % CO<sub>2</sub>

	Freies Drahtende	Strom	Spannung	Drahtvorschub	Lage
	mm	A	V	m/min	
	15	160–260	25,0–29,0	8,5–15,0	Fülllage (10 mm Werkstoffstärke)
	15	135–215	22,5–27,5	6,5–11,0	Fülllage (5 mm Werkstoffstärke)

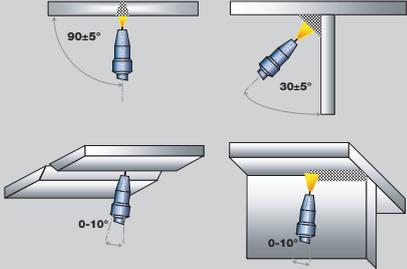
Querposition PC/2G – typischer Parameterbereich für 1,2 mm T1-Draht mit Ar + 18 % CO<sub>2</sub>

	Freies Drahtende	Strom	Spannung	Drahtvorschub	Lage
	mm	A	V	m/min	
	15	130–170	21,0–23,5	6,0–8,0	Wurzellage (keramische Sicherung)
	15	155–235	22,5–24,0	7,0–10,5	Fülllage
	15	160–235	22,5–24,0	7,0–10,5	Kapplage

Steigposition PF/3G, 3F – typischer Parameterbereich für 1,2 mm T1-Draht mit Ar + 18 % CO<sub>2</sub>

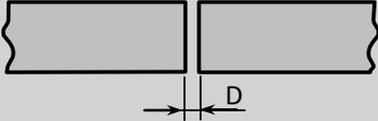
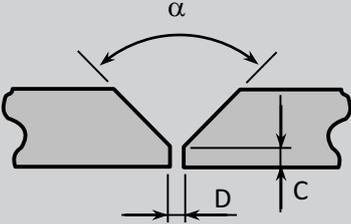
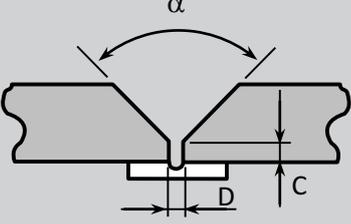
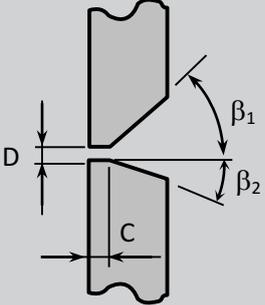
	Verb.-typ	Freies Drahtende	Strom	Spannung	Drahtvorschub	Lage
		mm	A	V	m/min	
	Stumpfnah	15	140–175	20,5–23,5	6,0–8,5	Wurzellage (keramische Sicherung)
	Stumpfnah	15	145–230	22,5–26,5	6,0–12,5	Fülllage
	Kehlnah	15	130–280	21,0–26,5	5,5–13,5	Fülllage

Überkopposition PD, PE/4G, 4F – typischer Parameterbereich für 1,2 mm T1-Draht mit Ar + 18 % CO<sub>2</sub>

	Verb.-typ	Freies Drahtende	Strom	Spannung	Drahtvorschub	Lage
		mm	A	V	m/min	
	PE-Stumpfnah	15	160–200	21,0–22,5	6,5–8,5	Wurzellage (keramische Sicherung)
	PE-Stumpfnah	15	165–220	22,0–24,0	7,0–12,0	Fülllage
	PD-Kehlnah	15	170–250	22,0–24,0	7,0–11,5	Fülllage

# SCHWEISSNAHTVORBEREITUNG

Bei der Auswahl der Nahtvorbereitung für eine bestimmte Schweißverbindung gilt es einige Faktoren zu berücksichtigen. Dabei spielen Schweißprozess, Schweißposition sowie Art und Stärke des Werkstoffs eine wichtige Rolle.

Verbindungstyp	Geometrie	Stärke	Schweißseiten
I-Naht, Spaltbreite $D = 1,0-2,0$ mm		$< 2,5$ mm	Eine
I-Naht, Spaltbreite $D = 2,0-2,5$ mm		$< 4$ mm	Zwei
V-Naht, Spaltbreite $\alpha = 60^\circ$ $C = 0,5-1,5$ mm $D = 2,0-4,0$ mm		4-16 mm	Eine
V-Naht, Spaltbreite $\alpha = 60^\circ$ <sup>1)</sup> $C = 2,0-2,5$ mm $D = 2,5-3,5$ mm		4-16 mm	Zwei
V-Naht, Spaltbreite $\alpha = 60^\circ$ <sup>1)</sup> $C = 1,5-2,5$ mm $D = 4,0-6,0$ mm		4-20 mm	Einseitig auf keramischer Sicherung
V-Naht, Spaltbreite $\beta_1 = 45^\circ$ $\beta_2 = 15^\circ$ $C = 1,0-2,0$ mm $D = 2,0-3,0$ mm		4-16 mm	Eine
V-Naht, Spaltbreite $\beta_1 = 45^\circ$ $\beta_2 = 15^\circ$ $C = 2,0-2,5$ mm $D = 2,0-2,5$ mm		4-16 mm	Zwei

<sup>1)</sup> Der Stoßwinkel bei Sondergütern beträgt  $60-70^\circ$ .

<sup>2)</sup> Geschweißt auf keramischer Sicherung (Rundtyp).

<sup>3)</sup> Für Öffnungen, wie etwa Mannlöcher, Sichtfenster, Düsen etc.

Naht- oder Fugenvorbereitungen können auf verschiedene Weise vorgenommen werden: maschinell durch Schneiden oder durch Schleifen.

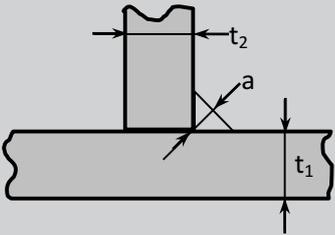
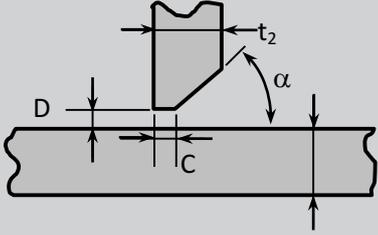
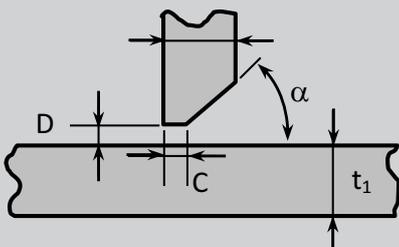
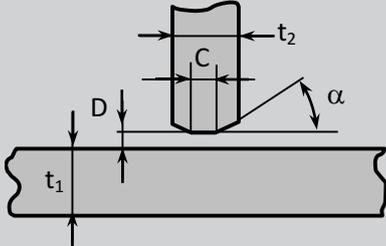
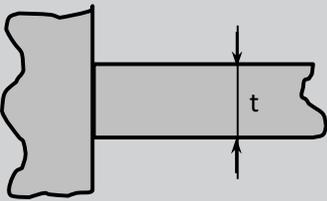
Verbindungstyp	Geometrie	Stärke	Schweißseiten
V-Naht, Spaltbreite $\beta_1 = 45^\circ$ $\beta_2 = 15^\circ$ $C = 2,0-2,5 \text{ mm}$ $D = 2,0-2,5 \text{ mm}$		4-20 mm	Einseitig gegen Sicherung
X-Naht, Spaltbreite $\alpha = 60^\circ$ <sup>1)</sup> $C = 2,0-3,0 \text{ mm}$ $D = 2,0-2,5 \text{ mm}$		14-305 mm	Zwei
X-Naht, Spaltbreite $\beta_1 = 45^\circ$ $\beta_2 = 15^\circ$ $C = 1,5-2,5 \text{ mm}$ $D = 2,5-3,0 \text{ mm}$		14-30 mm	Zwei
U-Naht $\beta = 10^\circ$ $R = 8 \text{ mm}$ $C = 2,0-2,5 \text{ mm}$ $D = 2,0-2,5 \text{ mm}$		< 50 mm	Zwei

<sup>1)</sup> Der Stoßwinkel bei Sondergütern beträgt  $60-70^\circ$ .

<sup>2)</sup> Geschweißt auf keramischer Sicherung (Rundtyp).

<sup>3)</sup> Für Öffnungen, wie etwa Mannlöcher, Sichtfenster, Düsen etc.

Naht- oder Fugenvorbereitungen können auf verschiedene Weise vorgenommen werden: maschinell durch Schneiden oder durch Schleifen.

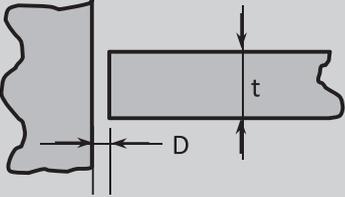
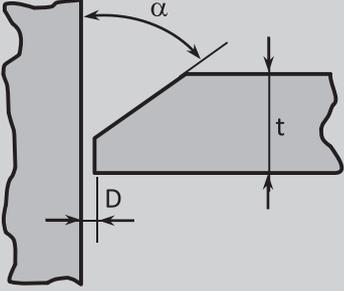
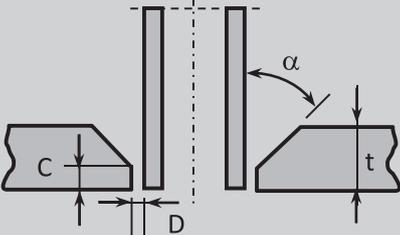
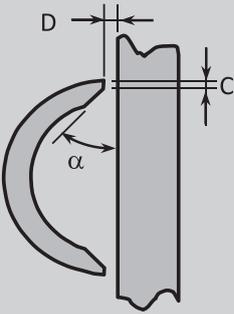
Verbindungstyp	Geometrie	Stärke	Schweißseiten
Kehlnaht, kein Spalt $a \approx 0,7 \times t$ $a$ = Nahthöhe		> 2 mm	Eine/zwei
Halbe V-Naht, Spaltbreite $\alpha = 50^\circ$ $C = 1,0-2,0$ mm $D = 2,0-4,0$ mm		4-16 mm	Eine
Halbe V-Naht, Spaltbreite $\alpha = 50^\circ$ $C = 1,5-2,5$ mm $D = 2,0-3,0$ mm		4-16 mm	Zwei
Halbe X-Naht, Spaltbreite $\alpha = 50^\circ$ $C = 1,5-2,5$ mm $D = 2,0-4,0$ mm		14-30 mm	Zwei <sup>2</sup>
Kehlnaht, kein Spalt		< 2 mm	Zwei

<sup>1)</sup> Der Stoßwinkel bei Sondergütern beträgt  $60-70^\circ$ .

<sup>2)</sup> Geschweißt auf keramischer Sicherung (Rundtyp).

<sup>3)</sup> Für Öffnungen, wie etwa Mannlöcher, Sichtfenster, Düsen etc.

Naht- oder Fugenvorbereitungen können auf verschiedene Weise vorgenommen werden: maschinell durch Schneiden oder durch Schleifen.

Verbindungstyp	Geometrie	Stärke	Schweißseiten
Kehlnaht, Spaltbreite $D = 2,0-2,5 \text{ mm}$		2-4 mm	Zwei
Halbe V-Naht, Spaltbreite $\alpha = 50^\circ$ $C = 1,5-2,5 \text{ mm}$ $D = 2,0-4,0 \text{ mm}$		4-16 mm	Eine <sup>2</sup>
Halbe V-Naht, Spaltbreite $\alpha = 50^\circ$ $C = 1,5-2,5 \text{ mm}$ $D = 1,5-2,5 \text{ mm}$		14-30 mm	Zwei
Halbe V-Naht <sup>3</sup> , Spaltbreite $\alpha = 50^\circ$ $C = 1,0-2,0 \text{ mm}$ $D = 2,0-3,0 \text{ mm}$		4-16 mm	Zwei
Halbrohr $\alpha = 60^\circ$ $C = 3,0-4,0 \text{ mm}$ $D = 2,0-3,0 \text{ mm}$		4-16 mm	Eine

<sup>1)</sup> Der Stoßwinkel bei Sondergütern beträgt  $60-70^\circ$ .

<sup>2)</sup> Geschweißt auf keramischer Sicherung (Rundtyp).

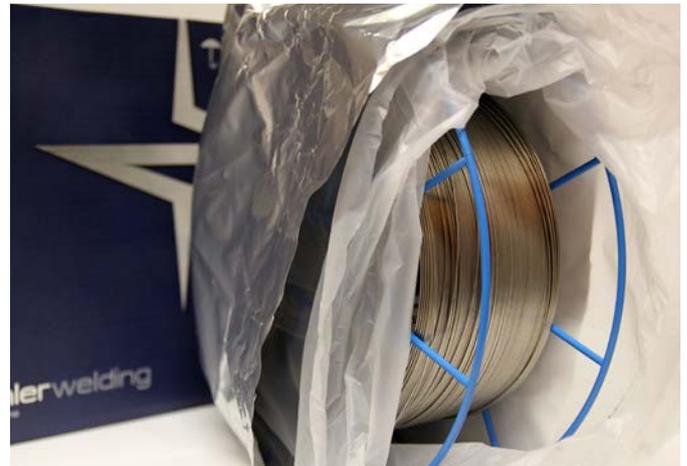
<sup>3)</sup> Für Öffnungen, wie etwa Mannlöcher, Sichtfenster, Düsen etc.

Naht- oder Fugenvorbereitungen können auf verschiedene Weise vorgenommen werden: maschinell durch Schneiden oder durch Schleifen.

## Verpackung

Fülldrähte von Böhler Welding sind auf Drahtkörben oder Kunststoffspulen erhältlich. Sie verfügen über eine präzise Lagenwicklung und ausgezeichnete Vorschubeigenschaften. Alle Edelstahlfülldrähte werden vakuumverpackt und durch feuchtigkeitsbeständige und aluminisierte Beutel maximal geschützt. In der Verpackung befinden sich die Spulen in einem Kunststoffbeutel. Das vereinfacht den Schutz des Drahtes, wenn er nicht in Gebrauch ist. Das Einlagern geöffneter Packungen kann die Lebensdauer von Fülldrähten deutlich

verkürzen. Es wird empfohlen, nicht verwendete Drähte in ihrer Originalverpackung zu verstauen. Für die Lagerung sollte ein Raum mit kontrollierter Luftfeuchtigkeit gewählt werden. Die Lagertemperatur sollte so konstant wie möglich sein und stets oberhalb von 15 °C und bei max. 60 % Luftfeuchtigkeit gehalten werden. Die Drähte können auch bei niedrigeren Temperaturen gelagert werden, aber sie müssen dann vor Gebrauch in einem wärmeren Bereich aufgewärmt werden, um der Kondenswasserbildung an ihrer Oberfläche vorzubeugen.



Zum Erreichen der besten Lagersicherheit werden Spulen in Kunststoff- oder aluminisierten Beuteln ausgeliefert.

Im Folgenden finden Sie die Angaben zu Standardgewichten und Verpackung. 5 kg Kunststoffspulen werden für Kompakt-Schweißanlagen angeboten; Fässer für vollautomatisierte Prozesse. Weitere Informationen erhalten Sie von Ihrem voestalpine Böhler Welding Vertriebsbeauftragten.

### Rutilfülldrähte

Ø Drahtdurchmesser	Gewicht
0,9 mm	12,5 kg
1,2 mm	15 kg
1,6 mm	15 kg

### Metallpulverfülldrähte

Ø Drahtdurchmesser	Gewicht
1,2 mm	16 kg
1,6 mm	16 kg

## Verpackungsabmessungen

	<b>Blauer Drahtkorb BS300, präzisionslagengewickelt</b>	
	$\varnothing$ außen	300 mm
	$\varnothing$ innen	52 mm
	Breite	95 mm
	<b>Blaue Kunststoffspule S300, präzisionslagengewickelt</b>	
	$\varnothing$ außen	300 mm
	$\varnothing$ innen	52 mm
	Breite	110 mm
	<b>Kunststoffspule S200, 5 kg, präzisionslagengewickelt</b>	
	$\varnothing$ außen	200 mm
	$\varnothing$ innen	52 mm
	Breite	47 mm
	<b>EcoDrum</b>	
	Höhe	865 mm
	$\varnothing$	580 mm

Die faltbaren achteckigen Fässer benötigen nach Gebrauch nur wenig Lagerplatz.

Das Drahtfasssystem kann insbesondere bei mechanisierten und Robotersystemen für zusätzliche Einsparungen sorgen. Es kann die Stillstandzeiten für Spulenwechsel drastisch reduzieren und die Lichtbogenbrennzeiten verlängern. Während des Schweißens laufen keine Spulen leer und es müssen keine nicht fertiggeschweißten Teile repariert oder entsorgt werden. Das achteckige Fass wiegt typisch 120–200 kg und kann nach Gebrauch platzsparend zusammengefaltet werden.

Draht mit einem Durchmesser von  $\varnothing$  0,9 mm und  $\varnothing$  1,6 mm, Kunststoffspulen mit 5 kg und Fassverpackungen sind nicht für alle Produkte verfügbar. Bitte wenden Sie sich an Ihren voestalpine Böhler Welding Vertriebsbeauftragten, um weitere Informationen zu erhalten.



# JOIN! voestalpine Böhler Welding

Als führendes Unternehmen in der Welt des Schweißens mit mehr als 100 Jahren Erfahrung sind wir mit mehr als 50 Tochterunternehmen und 4.000 Vertriebspartnern weltweit in Ihrer Nähe. Durch unser umfassendes Produktportfolio, unsere Schweißkompetenz und globale Ausrichtung kennen wir Ihre Bedürfnisse und stellen als Gesamtlösungsanbieter die besten Resultate für Ihre anspruchsvollsten Herausforderungen sicher. Perfekt miteinander verzahnt und so einzigartig wie Ihr Unternehmen.



**Lasting Connections** – Die perfekte Abstimmung von Schweißgeräten, Schweißzusätzen und Technologien in Kombination mit unserem renommierten Anwendungs- und Prozess-Know-how bietet die beste Lösung für Ihre Anforderungen: Eine echte und dauerhafte Verbindung zwischen Menschen, Produkten und Technologien. Das Ergebnis ist, was wir versprechen: Komplettlösungen für dauerhafte Verbindungen.



**Tailor-Made Protectivity™** – Durch die Kombination unserer hochwertigen Produkte und Anwendungskompetenz schützen, warten und reparieren Sie nicht nur Metalloberflächen und -komponenten. Unser erfahrenes Team von Ingenieuren bietet zudem maßgeschneiderte Lösungen für anspruchsvollste Herausforderungen, die höhere Produktivität garantieren. Das Ergebnis ist, was wir versprechen: Maßgeschneiderter Schutz für maximale Produktivität. Tailor-Made Protectivity™.



**In-Depth Know-How** – Als Produzent von in Deutschland hergestellten Lötzusätzen bieten wir bewährte Lösungen basierend auf 60 Jahren Industrieerfahrung, getesteten Prozessen und Verfahren. Dieses fundierte Know-how macht uns zum international bevorzugten Partner, der Ihre komplexen Herausforderungen durch innovative Ideen und Kundennähe löst. Das Ergebnis ist, was wir versprechen: Innovation basierend auf fundiertem Know-how.

The Management System of voestalpine Böhler Welding Group GmbH, Peter-Mueller-Strasse 14-14a, 40469 Duesseldorf, Germany has been approved by Lloyd's Register Quality Assurance to: ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, OHSAS 18001:2007, applicable to: Development, Manufacturing and Supply of Welding and Brazing Consumables. More information: [www.voestalpine.com/welding](http://www.voestalpine.com/welding)



