



voestalpine Böhler Welding

# Hospodárné svařování trubičkovými elektrodami struskotvornými a s kovovou náplní

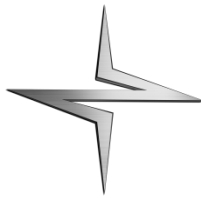
voestalpine Böhler Welding

[www.voestalpine.com/welding](http://www.voestalpine.com/welding)

**voestalpine**

EINEN SCHRITT VORAUS.

# Nové trendy ve svařování

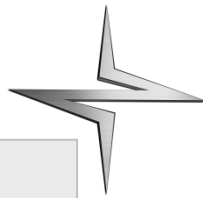


## Snižování výrobních, popř. mzdových nákladů

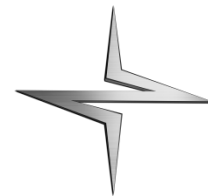
### Lze dosáhnout např. :

- **Vyšším výkonem odtavení**
- **Produktivnějšími metodami svařování**
  - MIG/MAG technologie
  - **trubčkovými, plněnými elektrodami**
  - svařováním pod tavidlem
  - svařováním „spádovými“ postupy / oproti zezdola-nahoru
- **Automatizací procesů**
  - **Zvýšení efektivního času svařování**
- **Snižování vedlejších časů, např. při**
  - **odstraňování strusky**
  - **odstarňování roztřiku**
  - **broušení**
  - **moření**





- 1. Principy při svařování trubičkovými plněnými elektrodami**
- 2. Výroba trubičkových elektrod**
- 3. Vlastnosti trubičkových elektrod**
- 4. Pokyny a doporučení pro svařování**
- 5. Sortiment a použití struskotvorných TE**
- 6. Vlastnosti vysoce leg. trubiček s kovovým práškem**

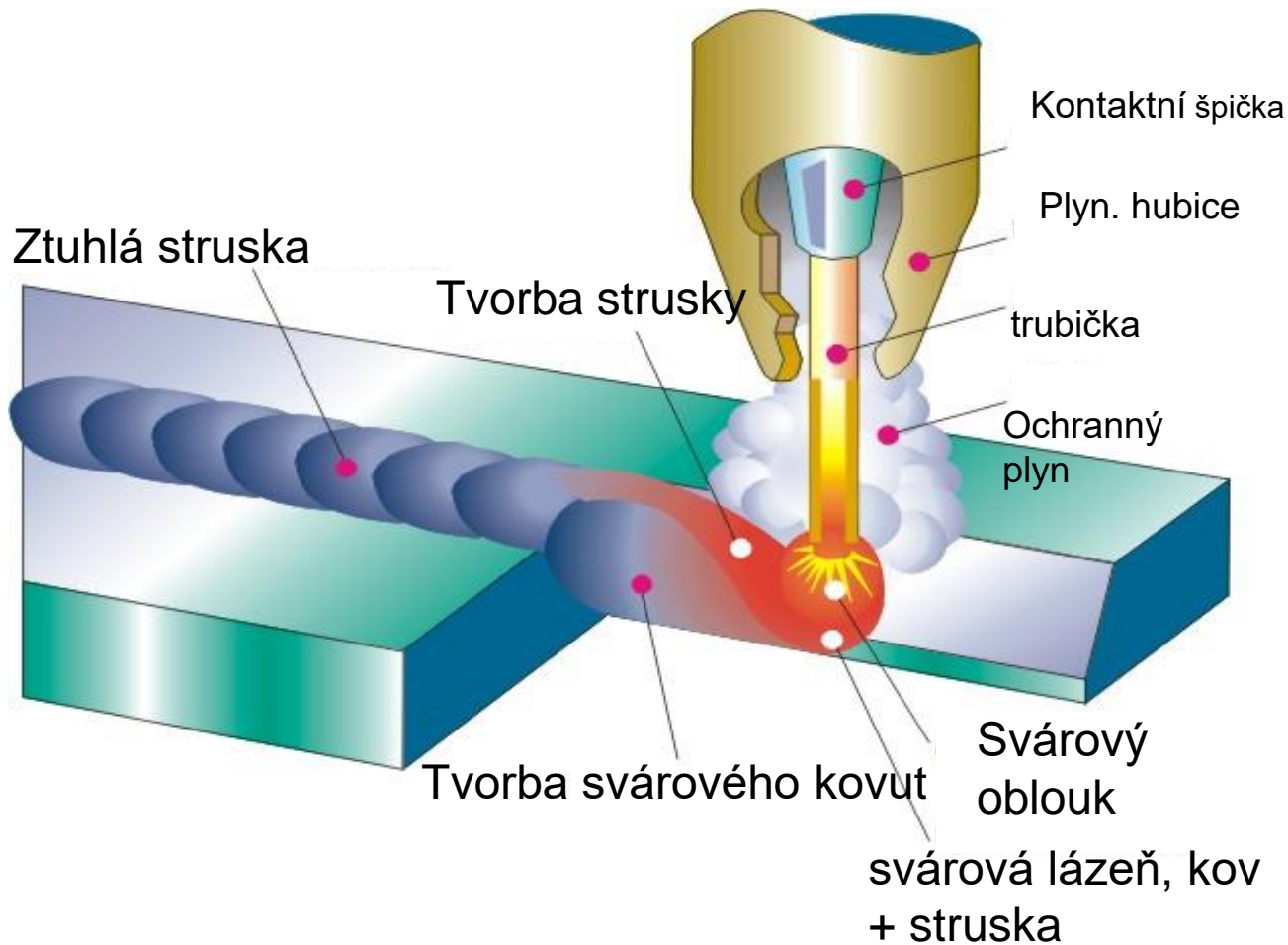


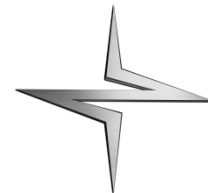
1.

## Výroba trubičkových elektrod



# Princip svařování trubičkovými elektrodami



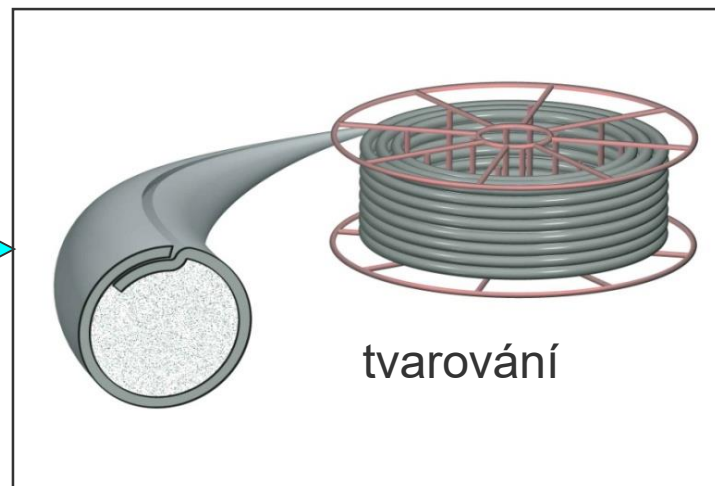
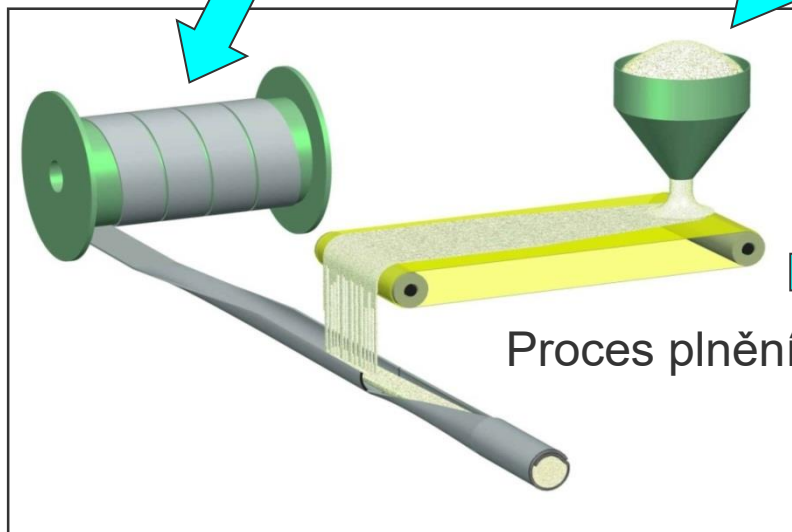
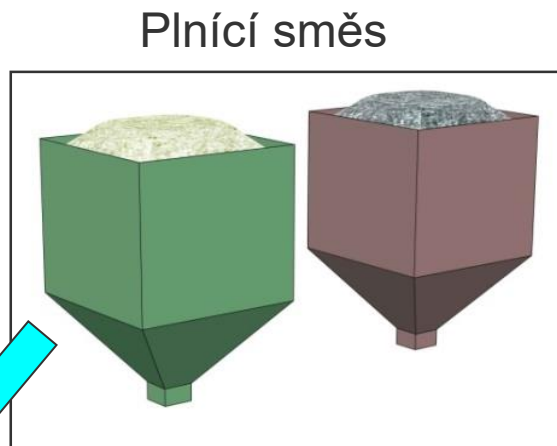
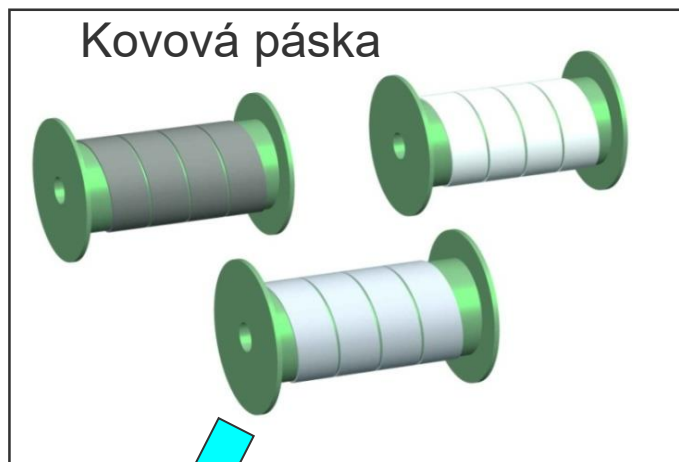
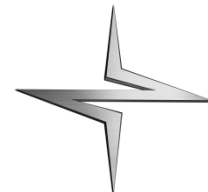


2.

## Výroba trubičkových elektrod



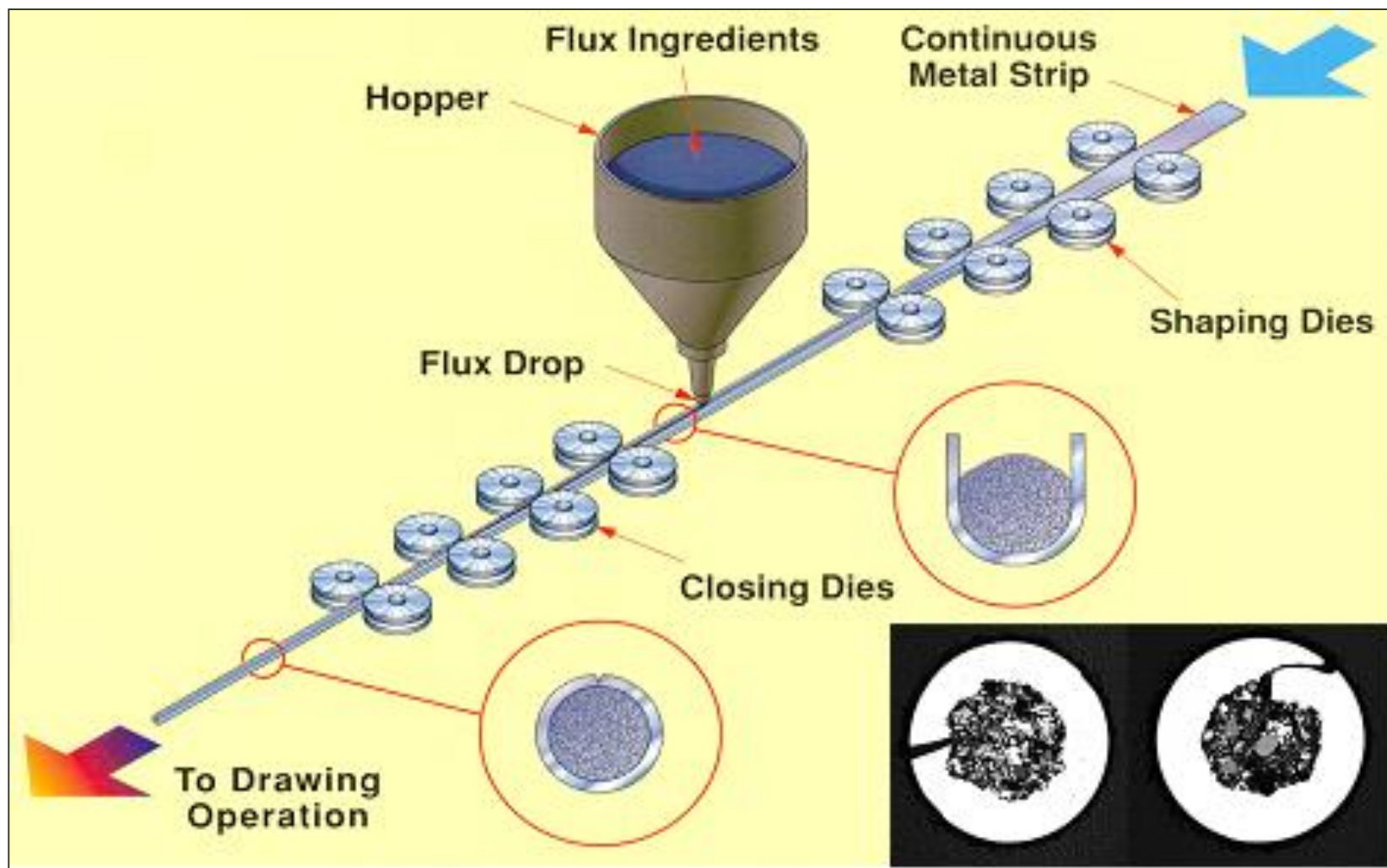
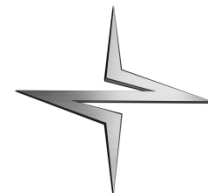
# Postup výroby



voestalpine Böhler Welding

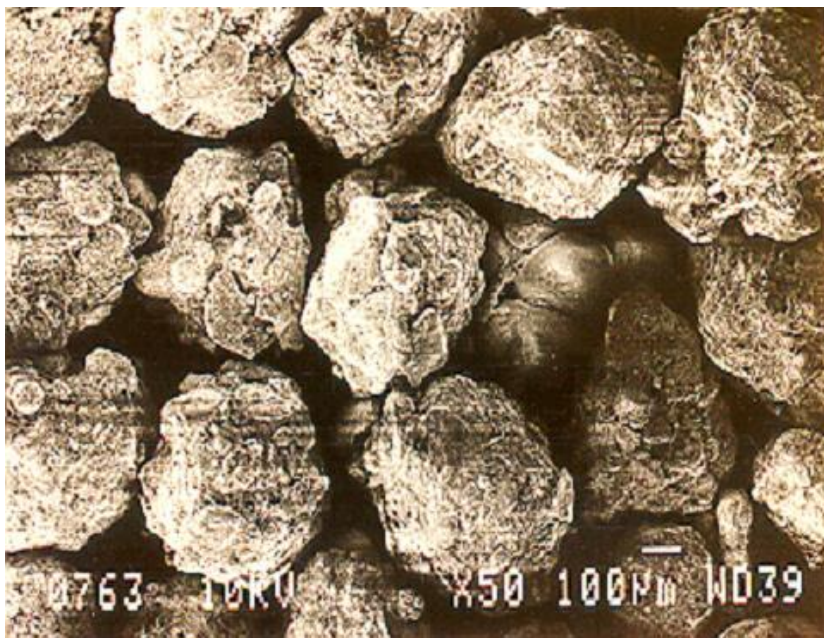
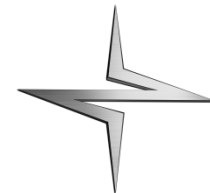
voestalpine

# Výroba - postup

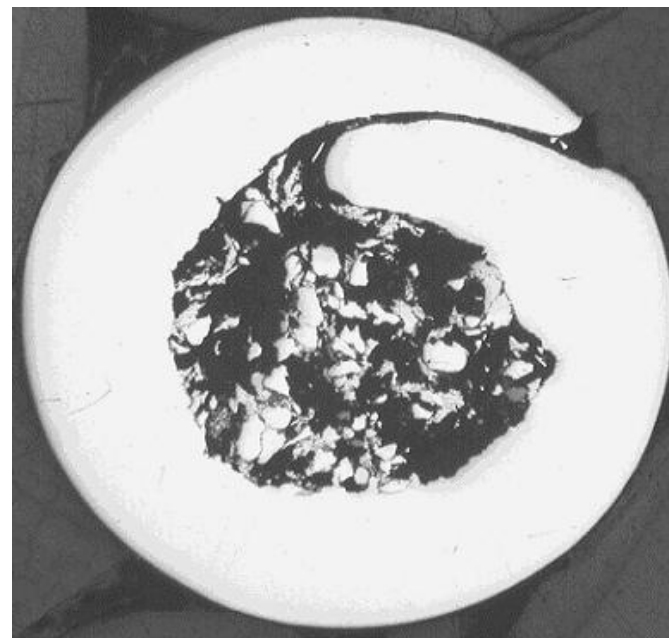




# Náplně a profilování trubičky

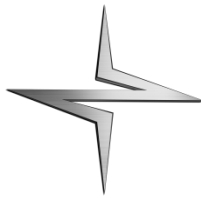


**Aglomerovaná náplň**

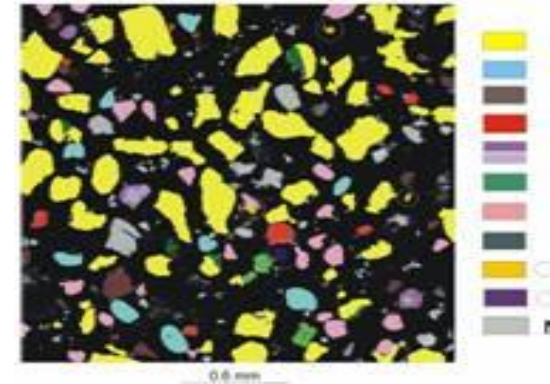
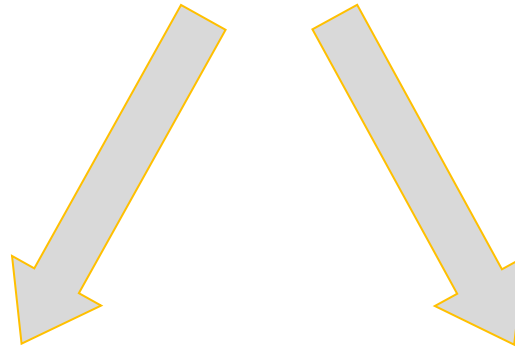


**Přeplátovaný profil, Ø 1,2mm**

# Vlastnosti plnicí směsi



Náplň zajišťuje

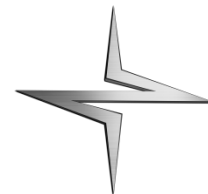


## Umožňuje

- Desoxydace svárové lázně
- Kresba strusky
- Stabilizace oblouku
- Navýšený výkon kovovou náplní

## Ovlivňuje

- Svařovací proces
- Výkon odtavení
- Svařování v pozicích, mechanické a technologické hodnoty

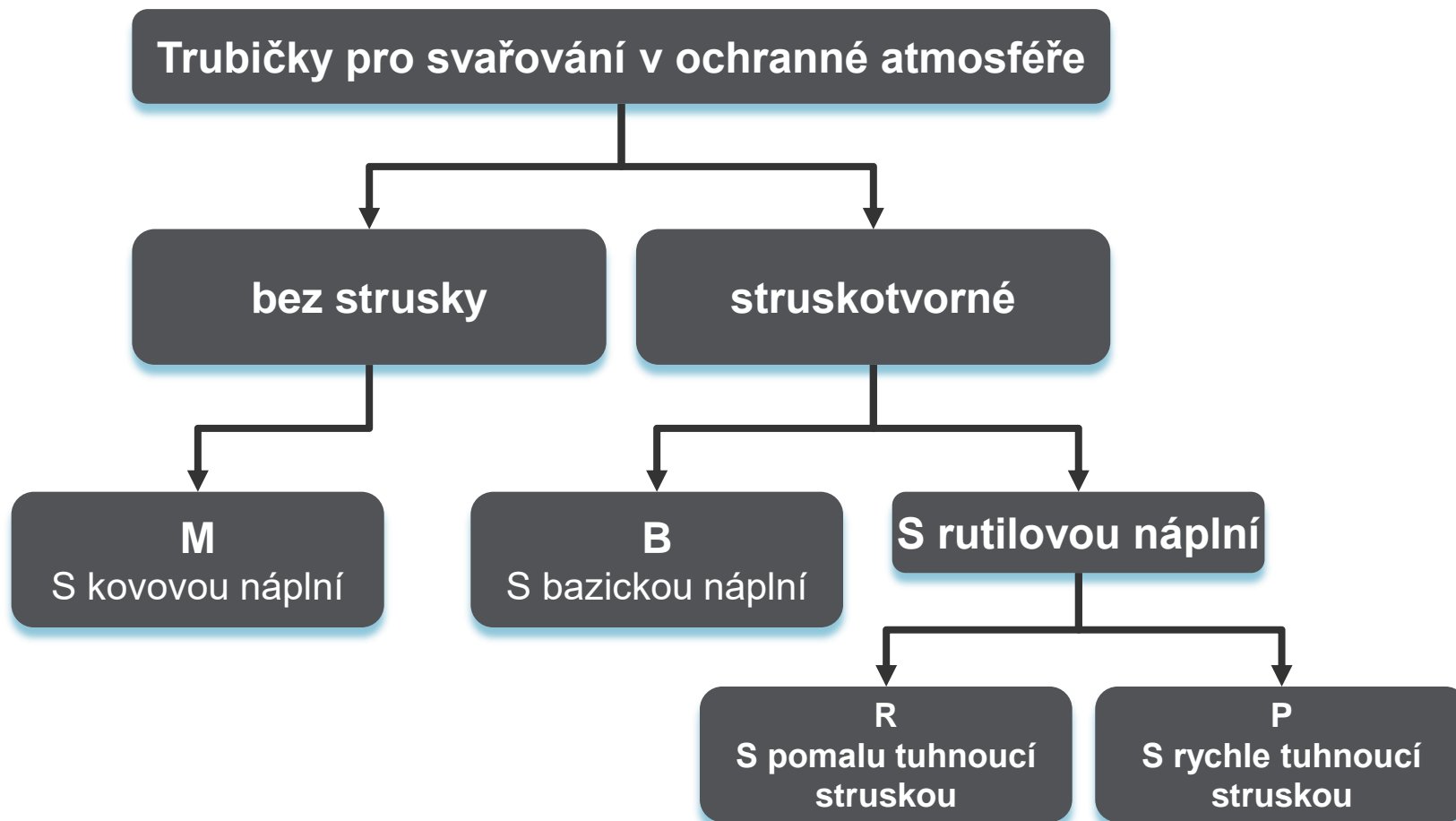
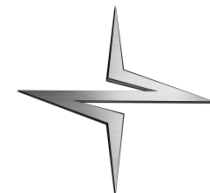


**3.**

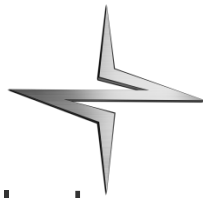
## Vlastnosti trubičkových elektrod



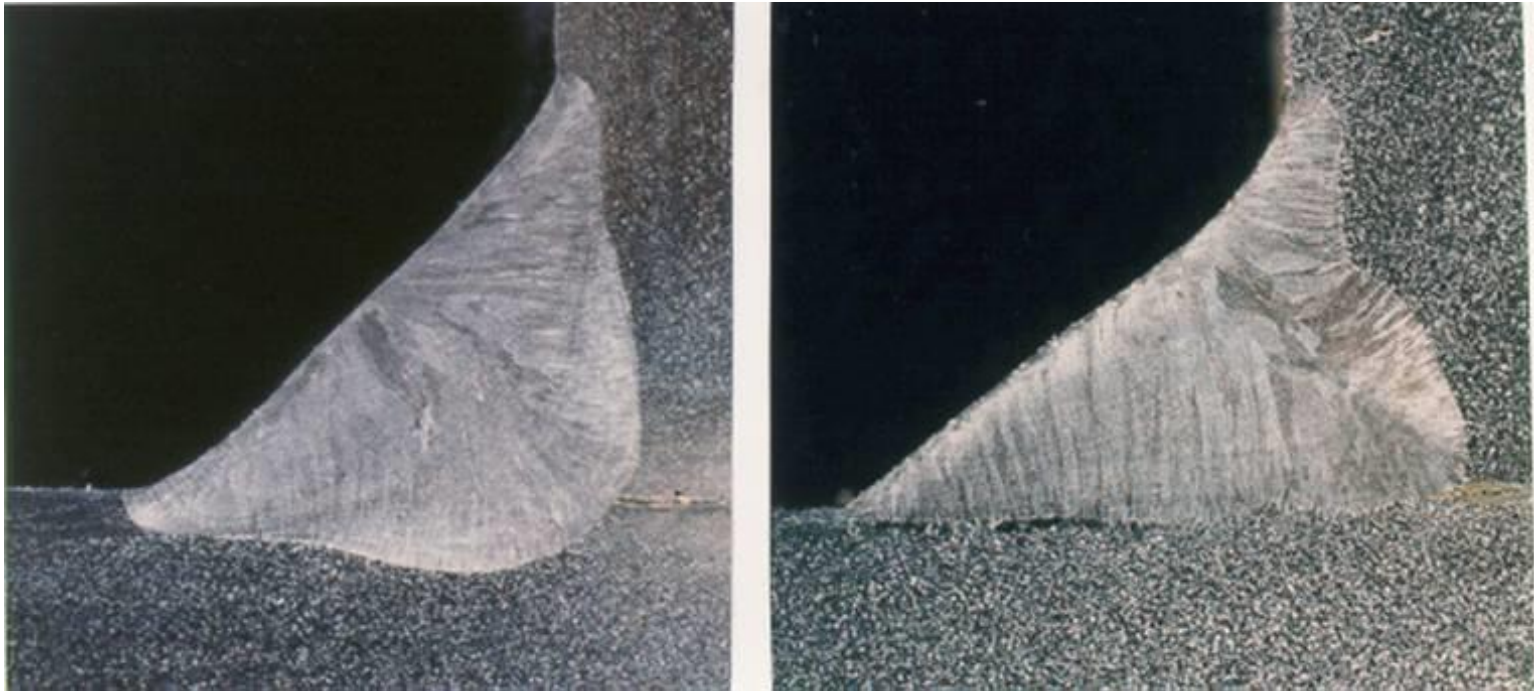
# Typy trubičkových elektrod



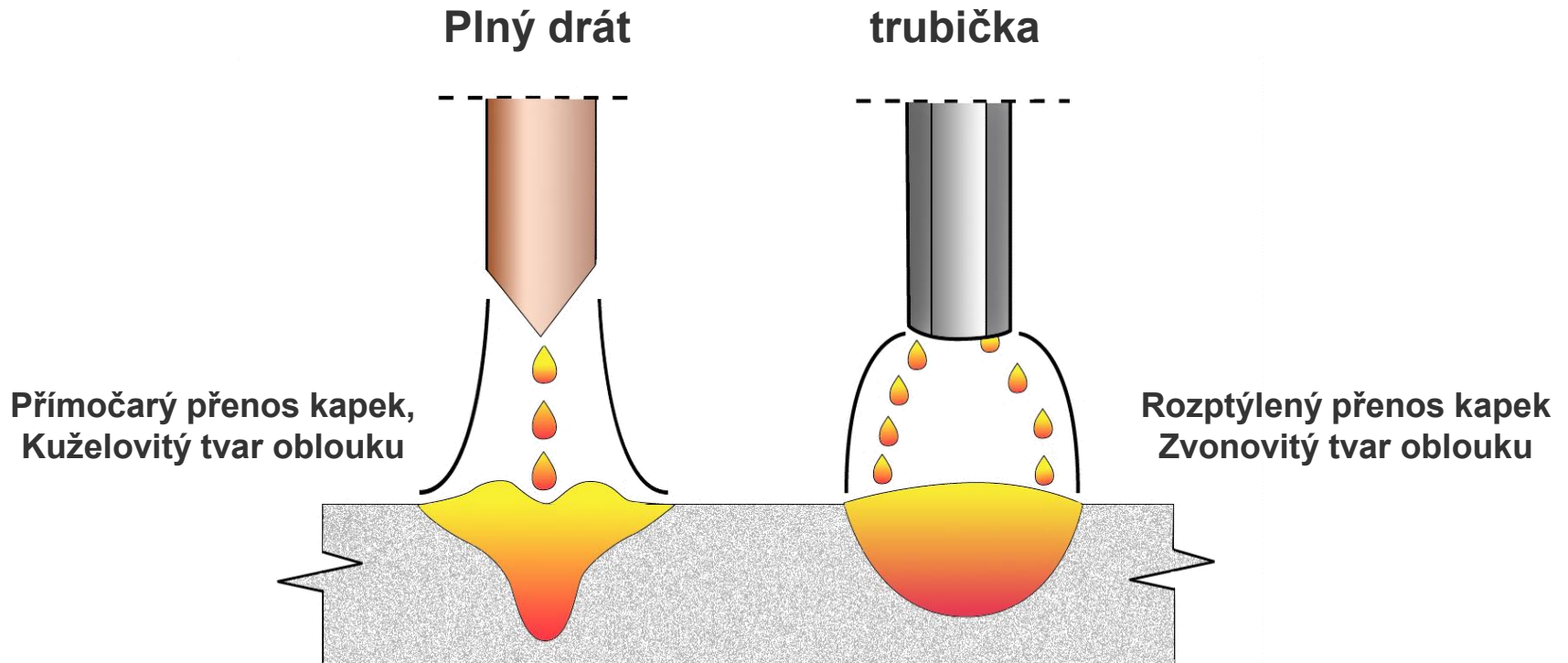
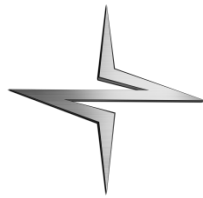
# Vlastnosti trubičkových elektrod a příklad



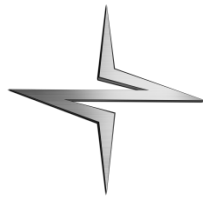
- Trubičky mají, v porovnání se svařováním plným drátem, širší oblouk
- Z toho vyplývá i bezrizikový průvar
- Minimalizuje se tím i nebezpečí vzniku neprůvarů.



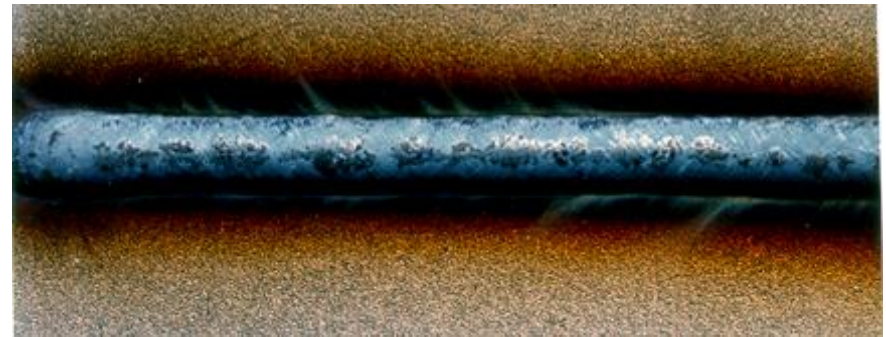
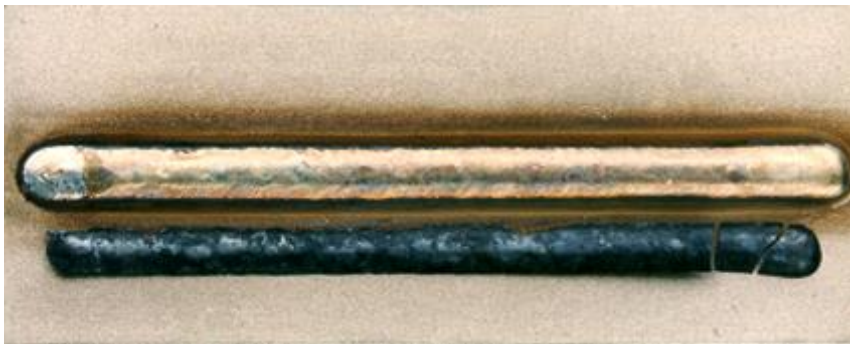
# Vlastnosti trubičkových elektrod



# Vlastnosti trubičkových elektrod

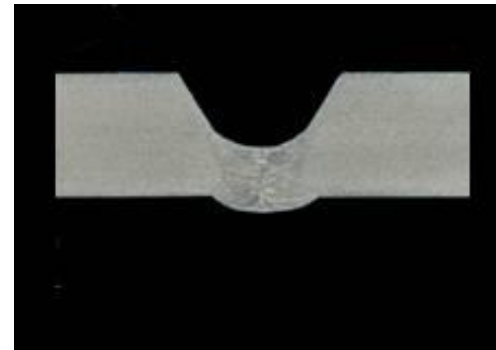
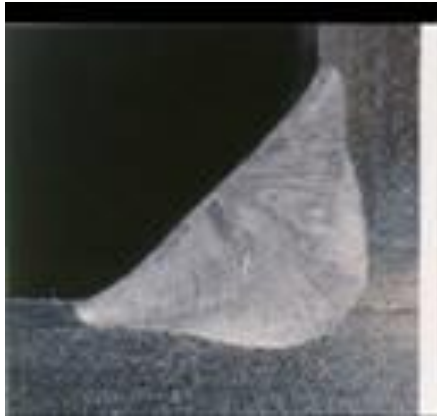
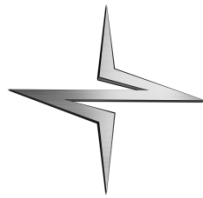


- Hladký povrch sváru
- Okraje sváru bez vrubů
- Minimální rozstřík
- Samoodstranitelná struska
- Minimální, lehce odstranitelná oxidace povrchu sváru
- Svárový kov je bez pórů, s velice nízkým obsahem C, dobře odolává MKK



# Vlastnosti trubičkových elektrod

## Požadované zákazníky



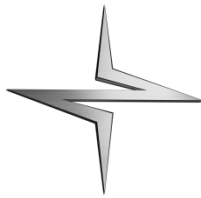
### Požadavek zákazníka

- Zjednodužit svařovací proces
- Zvýšit produktivitu
- Snížit celkové náklady
- Snížit riziko vzniku vad sváru

Trubičkové elektrody umožňují jak kvalitativní, tak ekonomické požadavky



# Vlastnosti trubičkových elektrod

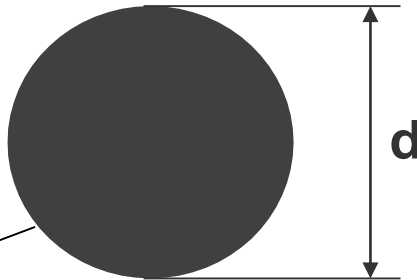


## Co znamená proudová hustota při svařování

Proudová hustota  $J$  [A/mm<sup>2</sup>] je závislost mezi proudem [A] a průřezem  $A$  [mm<sup>2</sup>] drátu, popř. trubičky:

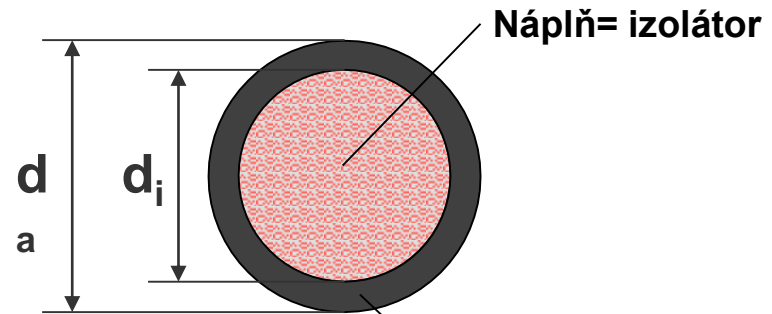
$$J = \frac{I}{A} = \frac{I}{\frac{d^2 * \pi}{4}} = \frac{I}{\frac{(d_a^2 - d_i^2) * \pi}{4}} \quad \left[ \frac{\text{A}}{\text{mm}^2} \right]$$

plný drát



Přenos proudu  
přes celý průřez

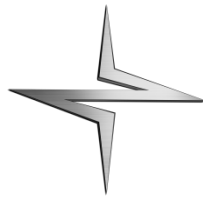
trubička



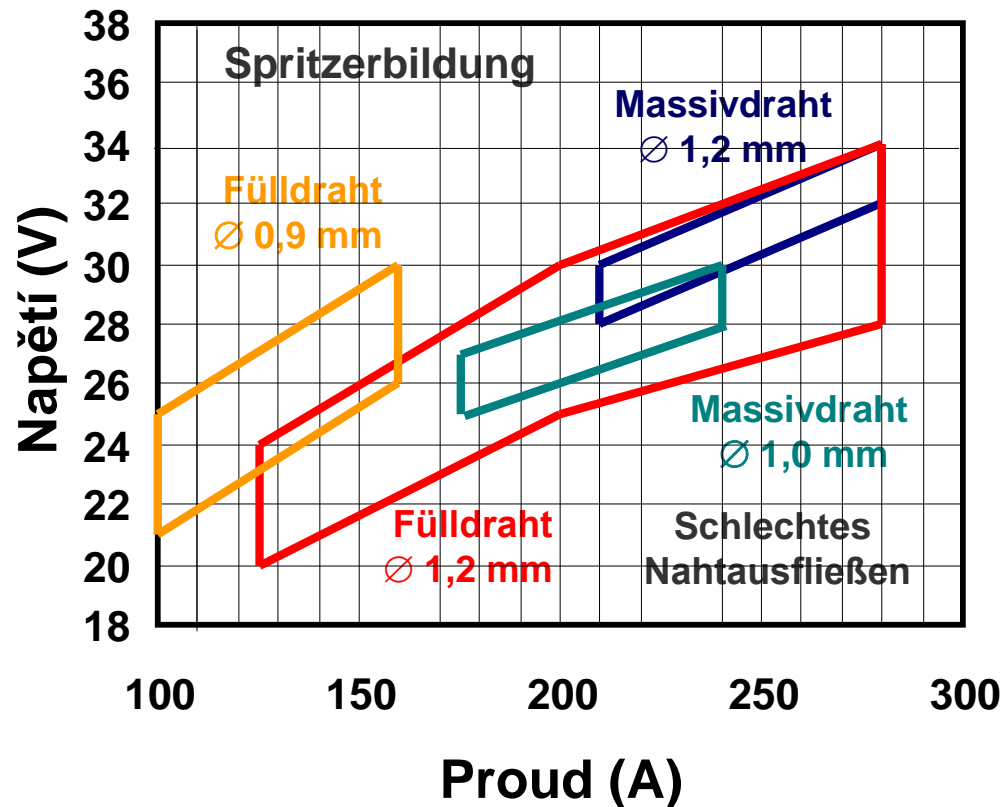
přenos proudu přes  
mezikruží z pásky

# Vlastnosti trubičkových elektrod

## Parametry svařování

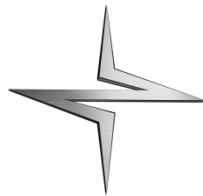


- Snadná ovladatelnost
  - Klidný proces svařování
  - Spolehlivost při aplikaci
- 
- Široký výběr parametrů pro svařování.
  - Výběr optimálních parametrů je jednoduchý.
  - Vhodné parametry je možno volit v širokém rozsahu proudu i napětí.
  - Nepředpokladatelné změny vlivem obsluhy nezpůsobují zhoršení kvality svárů, z důvodů velice široké oblasti možného nastavení svařovacích parametrů.
  - Klidný a bezrozstříkový proces hoření oblouku v rozsahu ca od :  
ca. 150 A, 24 V, 6,5 m/min.  
(u plného drátu to je pro  $\varnothing$  1,2 mm nejdříve od ca. 210A, 28V, 7 m/min)

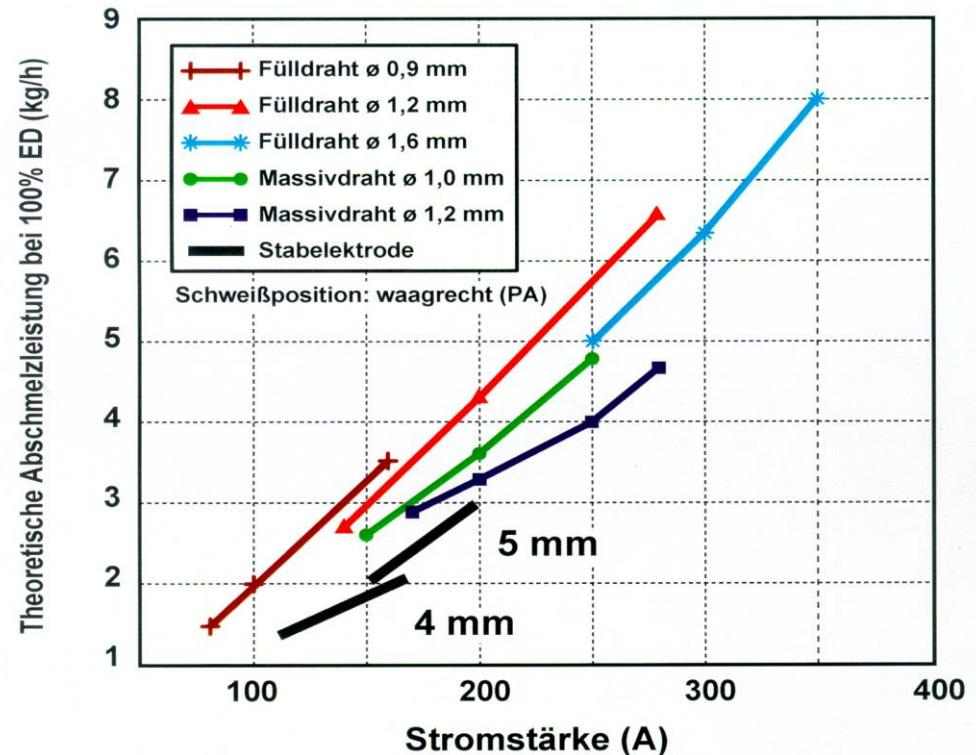


# Vlastnosti trubičkových elektrod

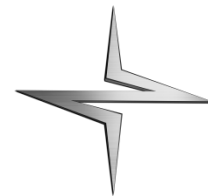
## Porovnání výkonu odtavení



- Svařování trubičkovými elektrodami platí vedle metody svařování pod tavidlem, mezi nejproduktivnější metody
- Vysoká proudová hustota ( $A/mm^2$ ), z důvodů převodu proudu přes tenkou pásku
- Z tohoto důvodu také rychlejší a vyšší odtavení a tím i vyšší výkon



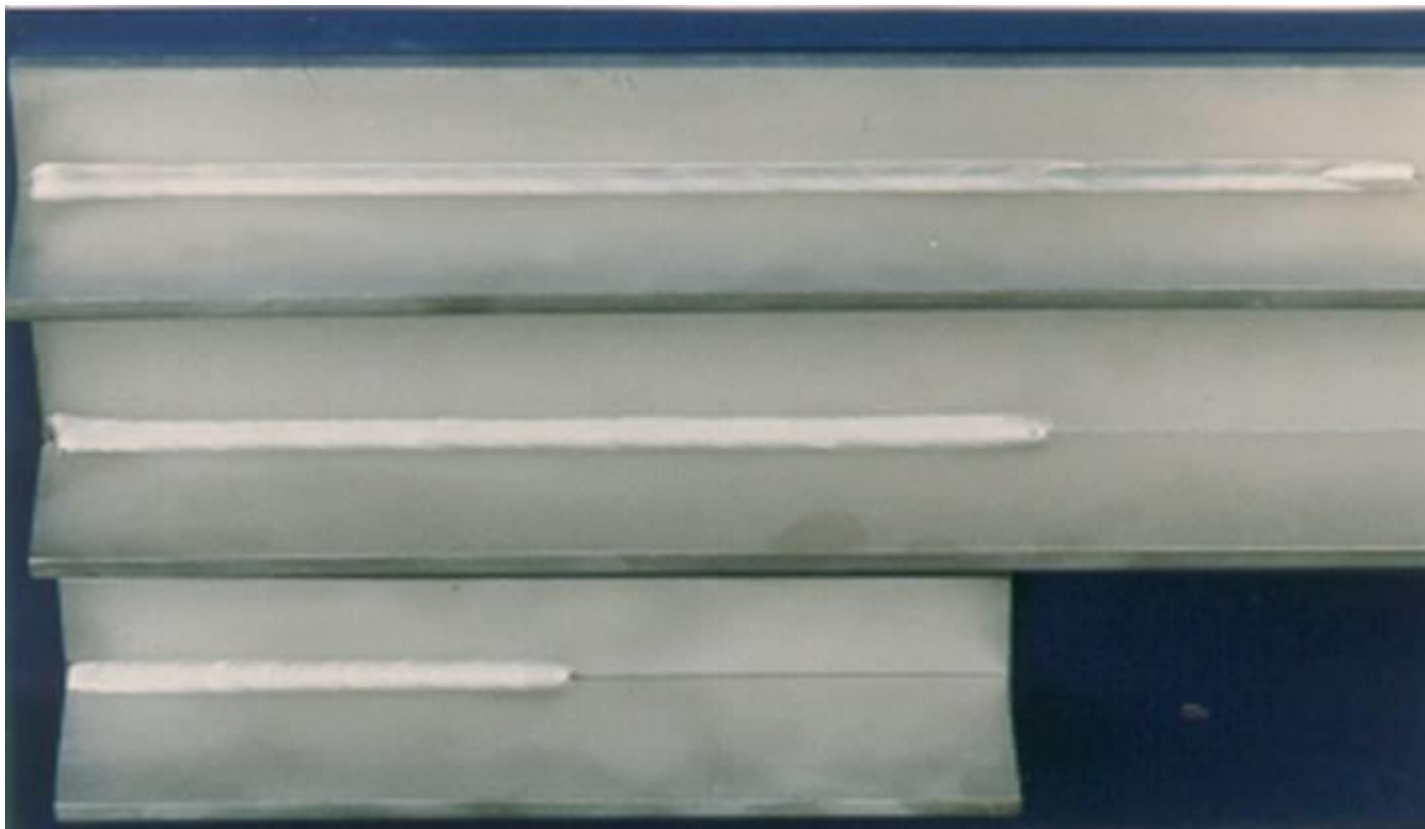
Fülldraht		
ø 0,9 mm	Argon + 18% CO <sub>2</sub>	Kontaktrohrabstand 15 mm
ø 1,2 / 1,6 mm	Argon + 18% CO <sub>2</sub>	Kontaktrohrabstand 20 mm
Massivdraht	Argon + 2% CO <sub>2</sub>	Kontaktrohrabstand 12 mm



# Vlastnosti při svařování trubičkovými elektrodami

## Porovnání formou délky svárů

**Tloušťka sváru 3 mm, čas svařování 1 min**



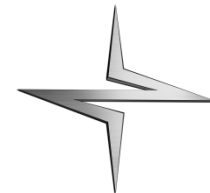
trubička  
Ø 1,2 mm

Plný drát Ø  
1,2 mm

Obalovaná  
elektroda  
Ø 3,2 mm

# Vlastnosti trubičkových elektrod

Odtavování kapek a ochranná struska



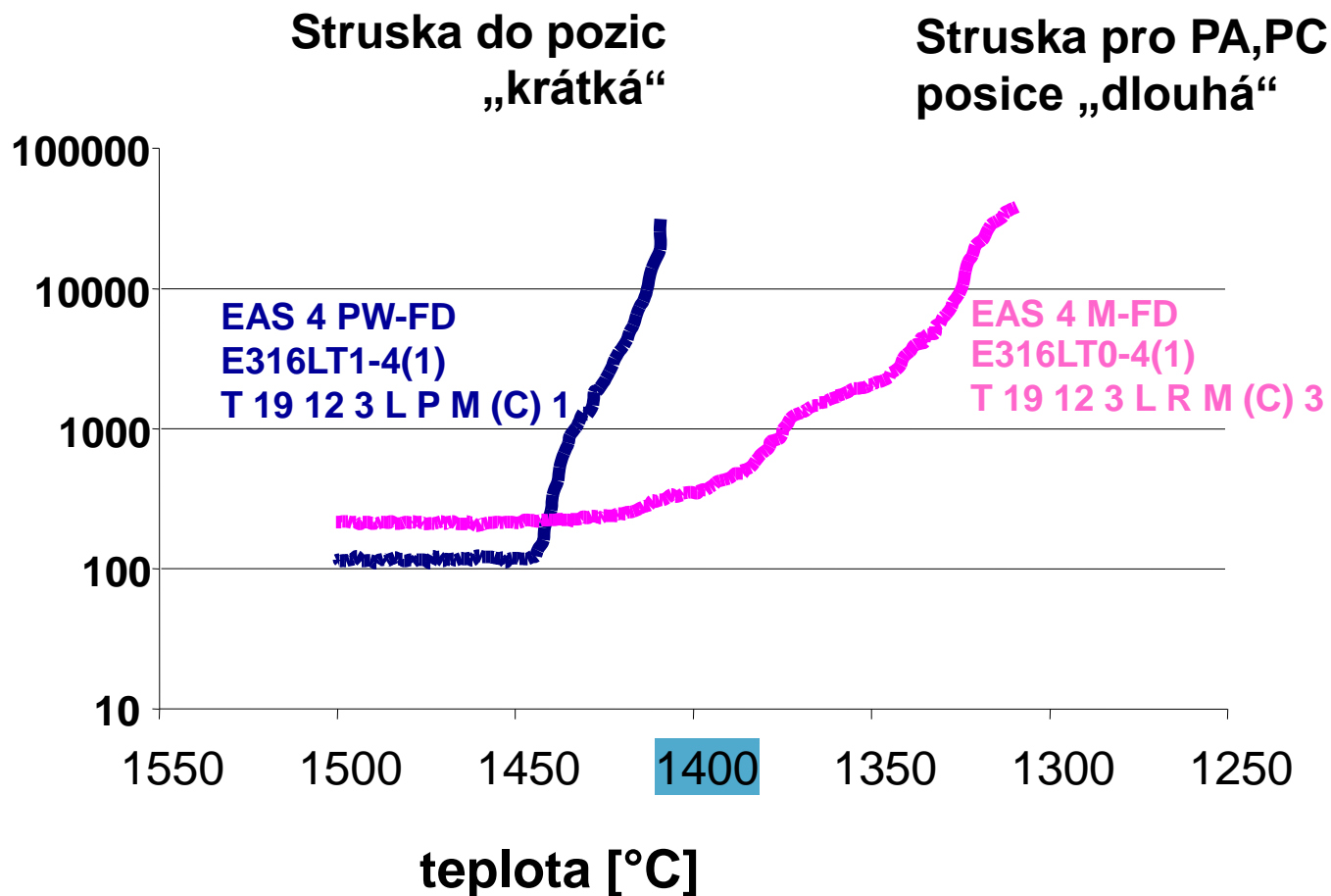
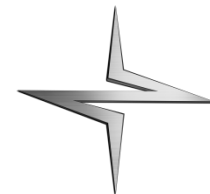
**Ochranná vrstva strusky  
rutilového typu**



**Částečně odstraněná struska po  
ochlazení**

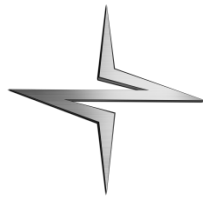
# Vlastnosti trubičkových elektrod

Porovnání typu „krátké“ a „dlouhé“ strusky“



# Vlastnosti trubičkových elektrod

## Porovnání produktivity

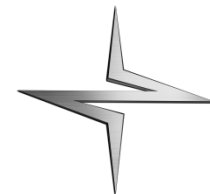


- 3x vyšší produktivita v porovnání s obalovanou elektrodou
- 1 kg svárového kovu za ca 40 min., k ca 120 min. s elektrodami
- = 2/3 ÚSPORA
- > 20 % kvalitnější výtěžnost oproti ztrátám / včetně zbytků elektrody atd./ ( 88 % zu 65 %)
- Ca. 20 až 30 % vyšší výkon odtavení v porovnání s plným drátem
- 1 kg svárového kovu za ca 40 min. oproti ca 50 min. u plného drátu.



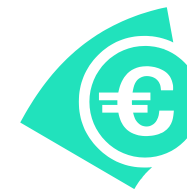
# Vlastnosti trubičkových elektrod

## Hospodářský efekt



### zjednodušené následné operace z důvodů :

- Bezvrubového okraje / zápaly/hladkého a plochého sváru. Minimalizace následného broušení
- Rovněž okolí sváru je bez rozstříku
- Menší deformace z důvodů vyšších rychlostí svařování
- Pouze omezené operace moření
- Snížení počtu oprav ( pórů, struskových vměstků a vad spoje)





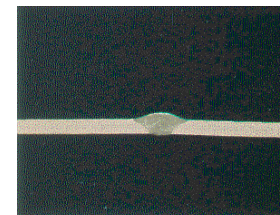
# Vlastnosti trubičkových elektrod

Vysocelegované trubičky Ø 0,9 mm

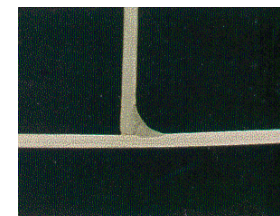


- Struska je rutilového typu, se střední rychlostí chladnutí / typ P- podle EN norem/.
- Použití : pro všechny pozice svařování
- Pro Tl. stěn : od 1,5 mm (sváty koutové a horizontální
- od 5,0 mm (zespoda-nahoru
- Velké „okno“ parametrů sprchového procesu (9 m/min, 24 - 26 V, 110 A bis 160 A)
- Vysoká rychlost svařování a tím malé průřezy svárů a minimální deformace !!
- Mechanické hodnoty, odolnosti proti korozi – stejné jako u Ø 1,2 und 1,6 mm

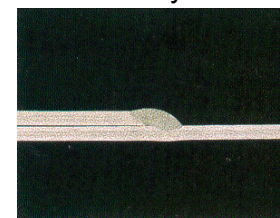
2mm tl. plechu



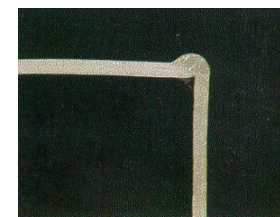
Tupý spoj



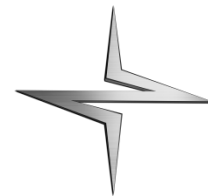
Koutový svár



Přeplátovaný spoj



Rohový spoj

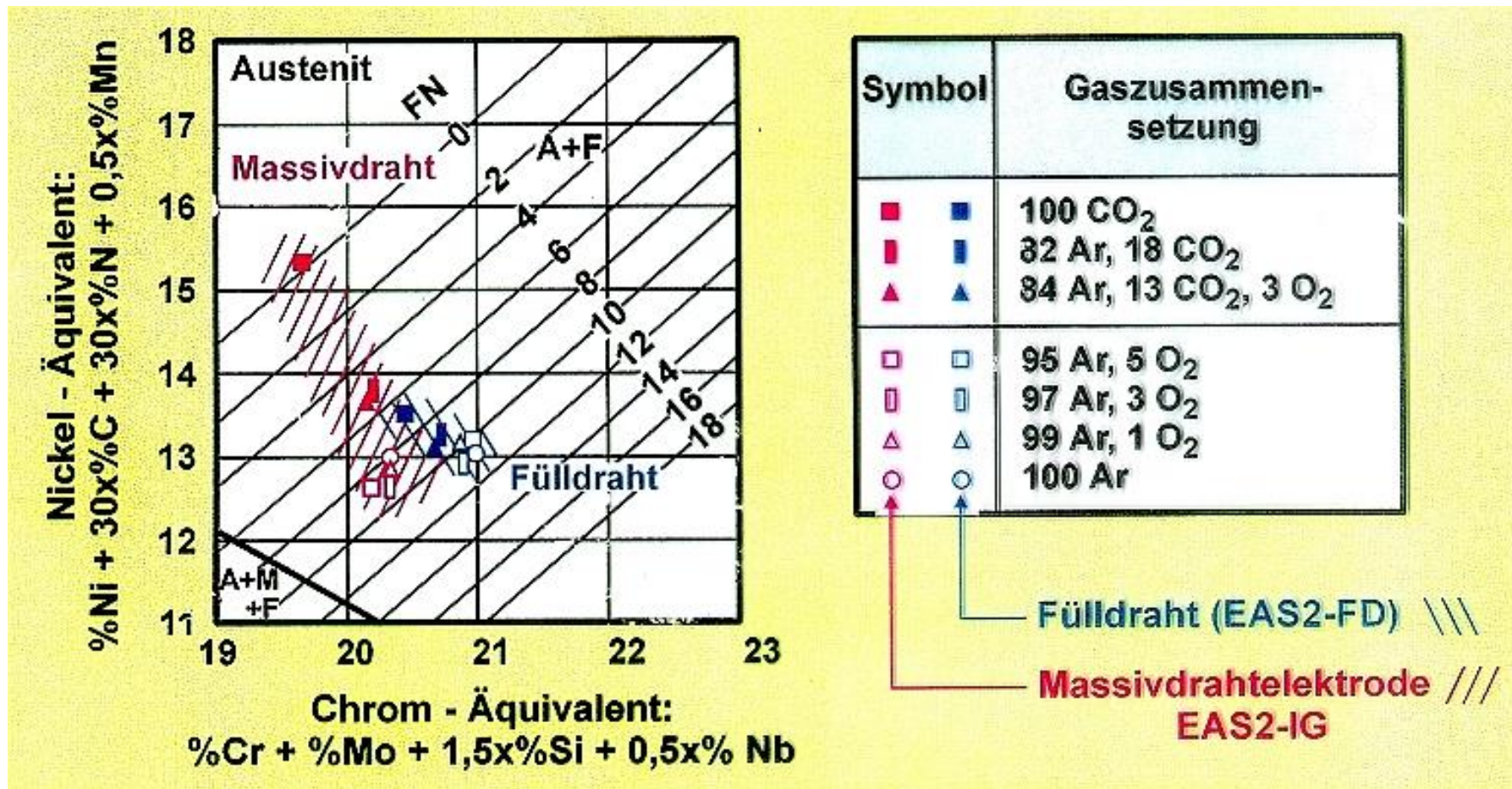


4.

## Pokyny a doporučení pro svařování

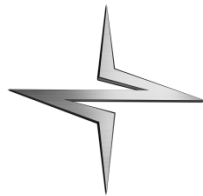


# Pokyny pro použití vliv ochranného plynu na obsah feritu



# Pokyny a doporučení pro svařování

Doporučení tl. Stěny pro jednotlivé D- trubičky



Typ sváru	Posice	Min. tl. stěny (mm)	
		Ø 0,9mm	Ø 1,2mm
Koutový svár	2F (příčný)	1,5	3,0
Koutový svár	3F (spádový)	1,5	3,0
Koutový stykový	3F (zespoda-nahoru)	5,0	5,0
	1G (vodorovný)	1,5	3,0
Stykový	3G (spádový)	2,0	3,0
Stykový	3G (zespoda-nahoru)	5,0	5,0

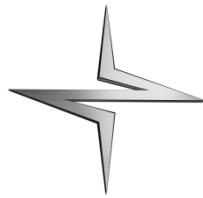


voestalpine Böhler Welding

**voestalpine**

# Pokyny a doporučení pro svařování

## Doporučení ke zdrojům



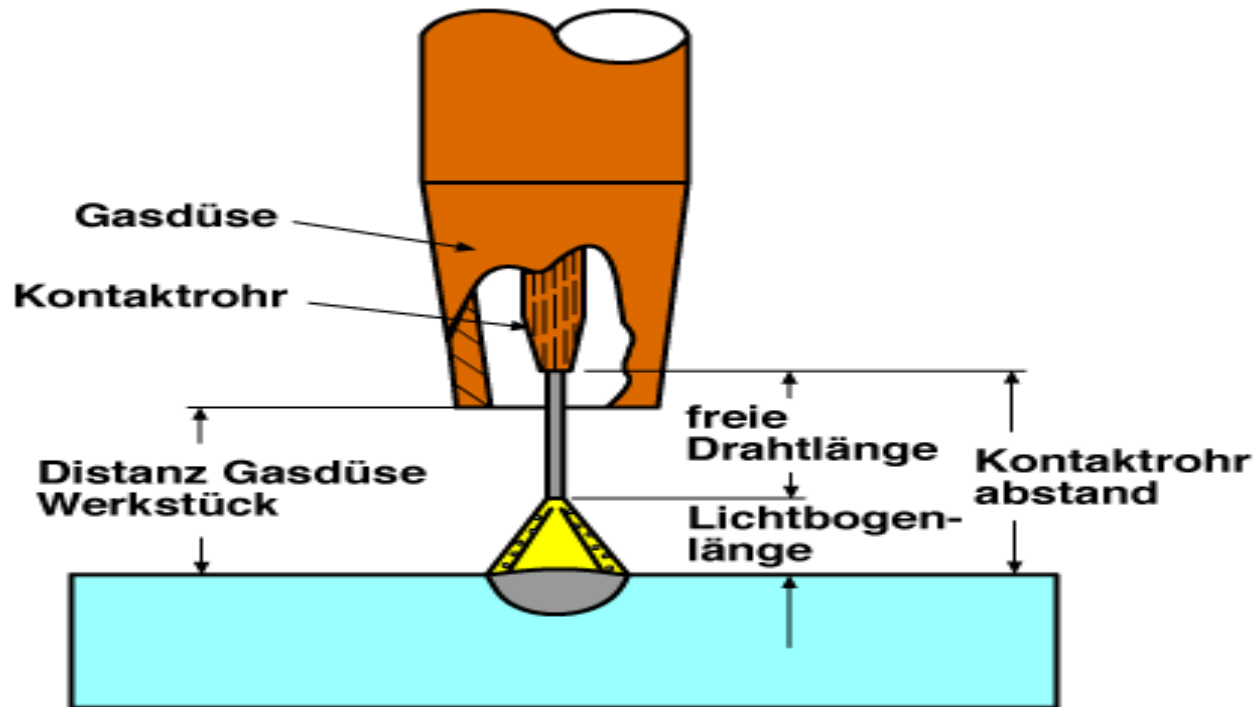
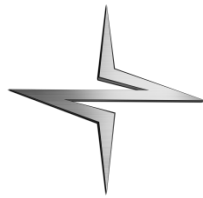
- Běžné hladké podávací kladky, popř. V-tvar. Výhodnější je 4-kladkové podávání.
- Ochranný plyn : Argon + 15 - 25 % CO<sub>2</sub> nebo i 100 % CO<sub>2</sub>.  
Potřeba : 15 - 18 l/min

- Stejnoseměrný proud, (+) pól, Běžné MIG/MAG zdroje
- „Výlet“ trubičky : 15 - 25 mm

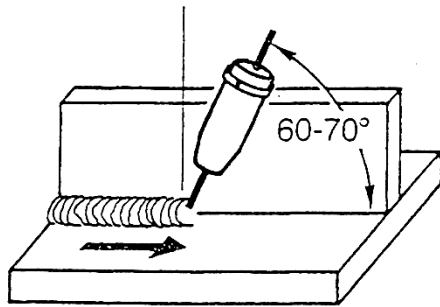
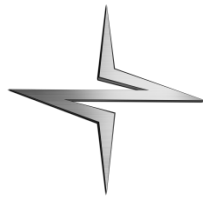


# Pokyny a doporučení pro svařování

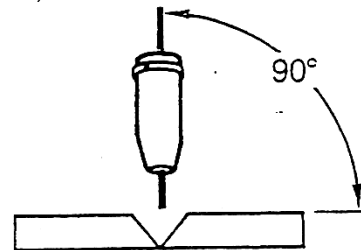
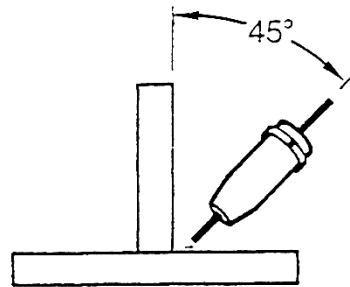
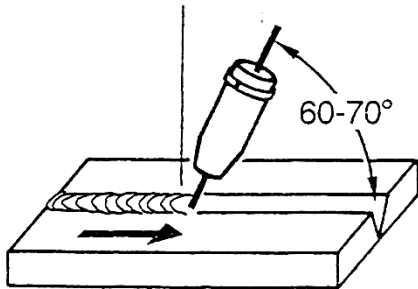
## Nastavení hořáku



# Pokyny a doporučení pro svařování

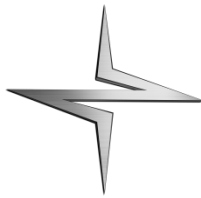


Backhand

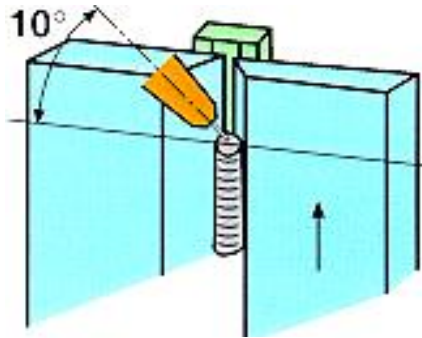


- Držení hořáku – typ „vzad“, /tažením/umožňuje dobrou kontrolu vlastní svárové lázně i strusky, stejně tak i velikost průvaru.
- V porovnání se svařováním plným drátem je nutný větší posuv drátu
- např.:  
Ø 1,2 mm / 200 A 11 : 7,3 m/min  
250 A 16 : 10 m/min

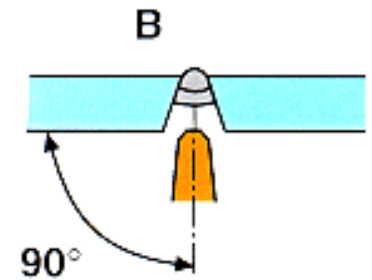
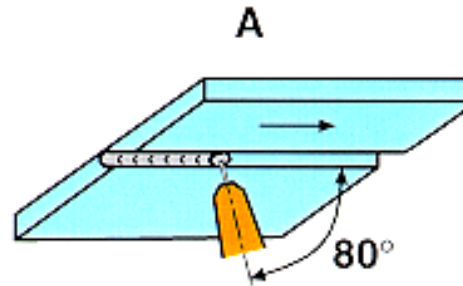
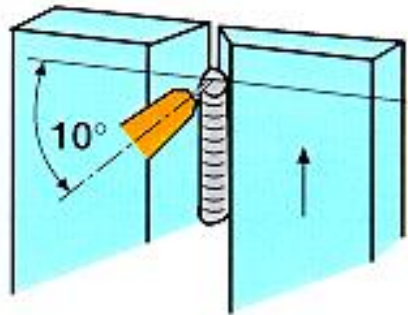
# Pokyny a doporučení pro svařování



## Keramická podložka



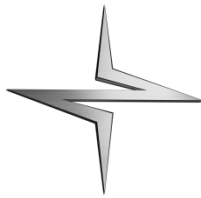
Kořen



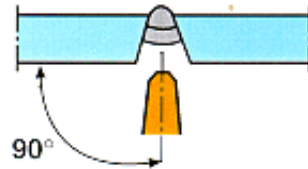
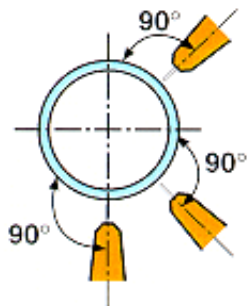
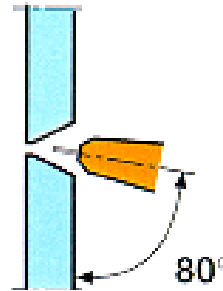
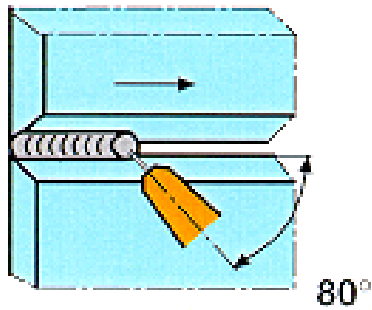
**Doporučuje se mírný rozkryv  
ve všech pozicích**



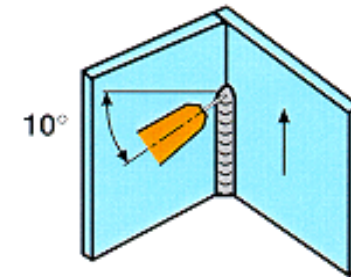
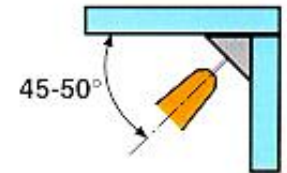
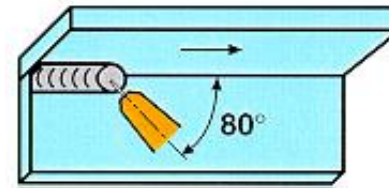
# Pokyny a doporučení pro svařování



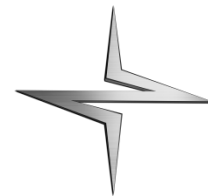
## Stykový svár



## koutový svár

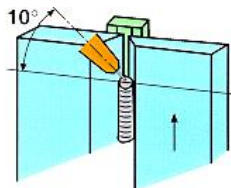


**Doporučuje se mírný rozkvy ve všech pozicích**



# Pokyny a doporučení pro svařování

## Doručené parametry svařování

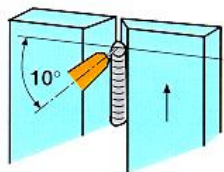


Wurzel

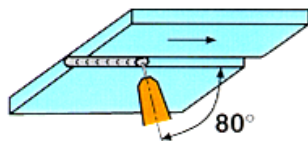


**Zespona-nahoru**

**PF/3G, 3F 130-200A 22-30V 6-11cm/min**

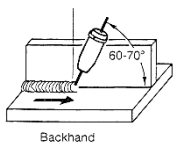


A

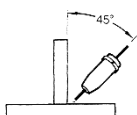


**Nad hlavou**

**PE/4G, 4F 130-200A 22-30V 6-11cm/min**

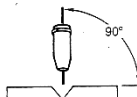
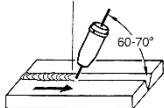


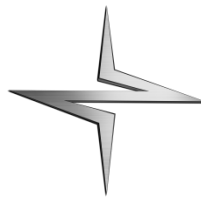
Backhand



**Vodorovný, „zhora“**

**PA/1G 130-280A 22-34V 6-15cm/min**





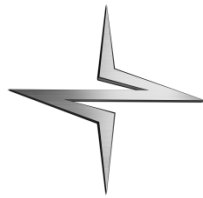
# Pokyny a doporučení pro svařování

## Doporučení pro skladování a přesoušení nerezových trubiček

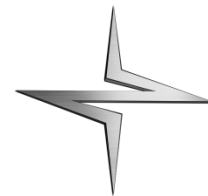
- Skladovací prostory by měly mít možnost kontroly podmínek, zejména teploty a vlhkosti vzduchu. / max. 60% relativní vlhkost a min. 15°C)
- Trubičky by neměly být skladovány v teplotách pod 10°C. Vzniká reálné nebezpečí kondenzace po rozbalení.
- Vzniká reálné nebezpečí kondenzace na povrchu po rozbalení
- Svařovat je vhodné pouze s „aklimatizovanými trubičkami“.
- Trubičky je nutno skladovat tak, aby nedošlo k poškození vakuovaného obalu.

# Pokyny a doporučení pro svařování

## Doporučení pro skladování a přesoušení



- Přesušení provádět – pokud je to nutné
- Při vyjmutí trubičky z originálního, nepoškozeného obalu, je možné svařovat bez úvodního přesušení.
- Trubičku je vhodné během následujících ca 2 dnů zpracovat.
- Pokud se trubička průběžně nepoužívá, je možné zbytek zabalit zpět do Al-folie, popř. i PVC-obalu, z původního balení.
- Při prvních náznacích pórovitosti sváru, lze trubičku přesušit při
- 150°C/ 24 hod. / u kompletní cívky/.



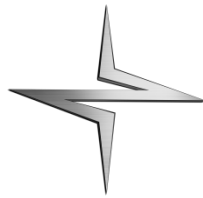
5.

## Sortiment a použití trubičkových elektrod



# Sortiment a použití trubičkových elektrod

Výrobní proces

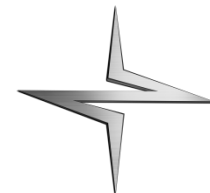


voestalpine Böhler Welding

**voestalpine**

# Sortiment a použití trubičkových elektrod

Trubičkové el. vysocelegované, pro svařování v pozicích PA, PC



označení	EN	AWS	Rozměr /mm/		
Böhler EAS 2-FD	T 19 9 L R M21(C1) 3	E308LT0-4 (1)	0,9	1,2	1,6
Böhler SAS 2-FD	T 19 9 Nb R M21 (C1) 3	E347T0-4 (1)	-	1,2	1,6
Böhler EAS 4 M-FD	T 19 12 3 L R M21 (C1) 3	E316LT0-4 (1)	0,9	1,2	1,6
Böhler SAS 4-FD	T 19 12 3 Nb R M21 (C1) 3	E318T0-4 (1)	-	1,2	1,6
Böhler E 317L-FD	T Z19 13 4 L R M21 (C1) 3	E317LT0-4 (1)	-	1,2	-
Böhler CN 22/9 N-FD	T 22 9 3 N L R M21 (C1) 3	E2209T0-4 (1)	-	1,2	-
Böhler CN 24/9 LDX-FD	T 23 7 N L R M21 (C1) 3	E2307T0-4 (1)	-	1,2	-
Böhler CN 23/12-FD	T 23 12 L R M21 (C1) 3	E309LT0-4 (1)	0,9	1,2	1,6
Böhler CN 23/12 Mo-FD	T 23 12 2 L R M21 (C1) 3	E309LMoT0-4 (1)	0,9	1,2	1,6
Böhler A7-FD	T 18 8 Mn R M21 (C1) 3	E307T0-G (mod.)	-	1,2	1,6
Böhler E 308 H-FD	TZ 19 9 H R M21 (C1) 3	E308HT0-4 (1)	-	1,2	-

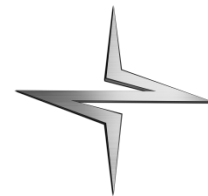


# Sortiment a použití trubičkových elektrod

Trubičkové el. vysocelegované, pro svařování ve všech pozicích

označení	EN ISO	AWS	rozměr /mm/	
<b>Böhler EAS 2 PW-FD</b>	<b>T 19 9 L P M21 (C1) 1</b>	<b>E308LT1-4 (1)</b>	<b>1,2</b>	<b>1,6</b>
<b>Böhler EAS 2 PW-FD (LF)</b>	<b>T 19 9 L P M21 (C1) 1</b>	<b>E308LT1-4 (1)</b>	<b>1,2</b>	<b>1,6</b>
<b>Böhler SAS 2 PW-FD</b>	<b>T 19 9 Nb P M21 (C1) 1</b>	<b>E347T1-4 (1)</b>	<b>1,2</b>	<b>-</b>
<b>Böhler SAS 2 PW-FD (LF)</b>	<b>T 19 9 Nb P M21 (C1) 1</b>	<b>E347T1-4 (1)</b>	<b>1,2</b>	<b>-</b>
<b>Böhler EAS 4 PW-FD</b>	<b>T 19 12 3 L P M21 (C1) 1</b>	<b>E316LT1-4 (1)</b>	<b>1,2</b>	<b>1,6</b>
<b>Böhler EAS 4 PW-FD (LF)</b>	<b>T Z19 12 3 L P M21 (C1) 1</b>	<b>E316LT1-4 (1)</b>	<b>1,2</b>	<b>1,6</b>
<b>Böhler SAS 4 PW-FD</b>	<b>T 19 12 3 Nb P M21 (C1) 1</b>	<b>E318T1-4 (1)</b>	<b>1,2</b>	<b>-</b>
<b>Böhler E 317L PW-FD</b>	<b>T Z19 13 4 L P M21 (C1) 1</b>	<b>E317LT1-4 (1)</b>	<b>1,2</b>	<b>-</b>
<b>Böhler CN 22/9 PW-FD</b>	<b>T 22 9 3 N L P M21 (C1) 1</b>	<b>E2209T1-4 (1)</b>	<b>1,2</b>	<b>-</b>
<b>Böhler CN 24/9 LDX PW-FD</b>	<b>T 23 7 N L P M21 (C1) 1</b>	<b>E2307T1-4 (1)</b>	<b>1,2</b>	<b>-</b>
<b>Böhler CN 25/9 PW-FD</b>	<b>T 25 9 4 N L P M21 (C1) 2</b>	<b>E2594T1-4</b>	<b>1,2</b>	<b>-</b>
<b>Böhler CN 23/12 PW-FD</b>	<b>T 23 12 L P M21 (C1) 1</b>	<b>E309LT1-4 (1)</b>	<b>1,2</b>	<b>1,6</b>
<b>Böhler CN 23/12 Mo PW-FD</b>	<b>T 23 12 2 L P M21 (C1) 1</b>	<b>E309LMoT1-4 (1)</b>	<b>1,2</b>	<b>-</b>
<b>Böhler A 7 PW-FD</b>	<b>T 18 8 Mn P M21 (C1) 2</b>	<b>E307T1-G (mod.)</b>	<b>1,2</b>	<b>-</b>
<b>Böhler E 308 H PW-FD</b>	<b>T Z 19 9 H P M21 (C1) 1</b>	<b>E308HT1-4 (1)</b>	<b>1,2</b>	<b>-</b>

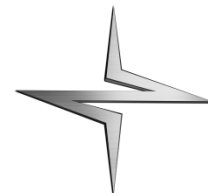




6.

## Vlastnosti vysoce leg. trubiček s kovovou náplní



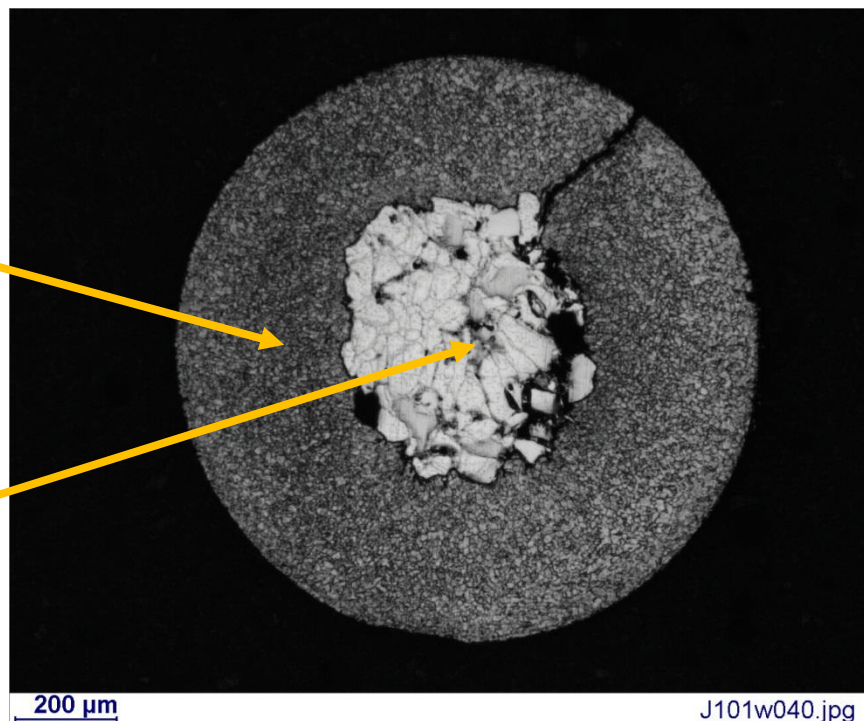


# Vlastnosti vysoce leg. trubiček s kovovou náplní

## Typ, základní popis

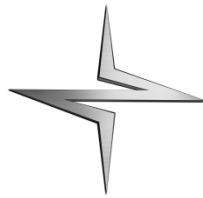
Páska z Cr-oceli

Další přísady jsou dodávány  
náplní



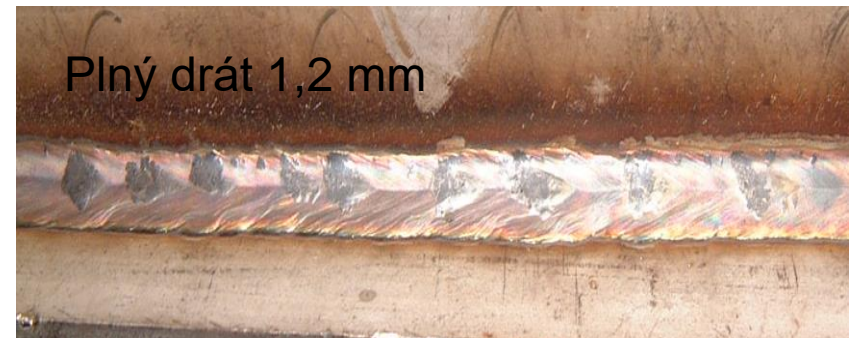
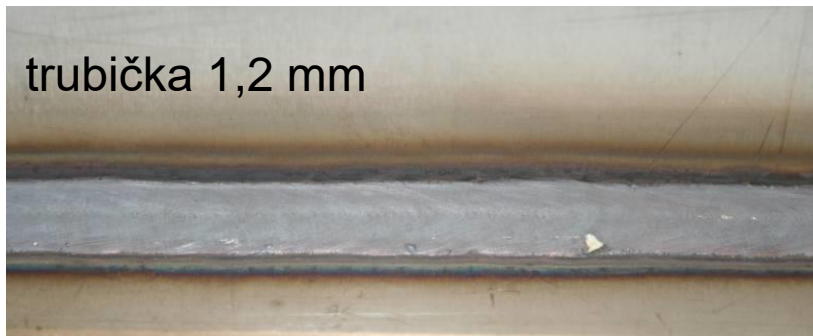
# Vlastnosti vysoce leg. Trubiček s kovovou náplní

## Výhody při použití trubiček s kovovou náplní



### Výhody v porovnání s plným drátem

- Vlastnosti „tečení“ svárového kovu
- Širší oblast parametrů sprchového procesu svařování
- Vyšší výkon odtavení
- Zkrácení časů svařování
- Jistější průvar a tím následně méně vad ve spoji
- Méně náchylná na přesazení hran svařence
- Použitelná pro tl. Stěn od 0,6 mm



# Vlastnosti vysoce leg. trubičkových elektrod s kovovou náplní

## Svařovací parametry



Platí pro  $D = 1,2 \text{ mm}$

