

# OK Tubrod 14.11 1,2 mm

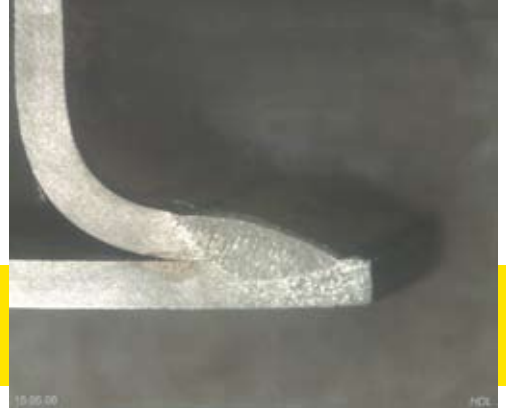
Metallpulverfülldraht für Hochleistungsschweißungen im Dünoblechbereich

OK Tubrod 14.11 1,2 mm ist ein neuer Metallpulverfülldraht für unlegierte und niedrig legierte Stähle, der speziell für Hochgeschwindigkeitsschweißungen an dünnen Blechen (1-4 mm Wanddicke) entwickelt wurde. Ausgestattet mit einer innovativen Oberflächenbeschichtung setzt er neue Maßstäbe bei der Senkung der Schweißkosten speziell an Robotern und mechanisierten Schweißstationen.

**M**etallpulverfülldrähte gibt es seit über 20 Jahren. Ihre Verbreitung bei industriellen Anwendungen ist jedoch bis heute begrenzt. Ursache dafür ist hauptsächlich der im Vergleich zum herkömmlichen Massivdraht (G3Si1/G4Si1) relativ hohe Schweißzusatzpreis. Ein wirtschaftlicher Einsatz von Metallpulverfülldrähten ist nur gegeben, wenn dessen Vorteile hinsichtlich Einbrandverhalten und höherer Schweißgeschwindigkeit in der Fertigung auch praktisch umgesetzt und kalkulatorisch bewertet werden können.

Mit dem neuen OK Tubrod 14.11 ist dies in den allermeisten Fällen problemlos möglich. Der Unterschied in der Schweißleistung gegenüber dem Massivdraht ist im Dünoblechbereich frappierend. Ein Großteil der Anwendungen kann mit Schweißgeschwindigkeiten von min. 150 cm/min. geschweißt werden, ganz gleich, ob es sich um dünne Kehlnähte (a = 2-2,5 mm) oder Überlappnähte handelt. Dabei neigt der OK Tubrod 14.11 nicht zu Kerbwirkung, sondern erzeugt flache Nähte mit weichem Übergang in den Grundwerkstoff.

**Einbrandprofil an Überlappnaht  
an einem Querträger  $t = 2 \text{ mm}$ ,  $I = 225 \text{ A}$ ,  
Schweißgeschwindigkeit:  $130 \text{ cm/min}$ .**



### Spritzerarm schweißen

OK Tubrod 14.11 1,2 mm schweißt bereits ab 160 A im Sprühlichtbogen und erreicht damit einen maximalen Arbeitsbereich für spritzerarmes Schweißen mit feinem Tropfenübergang. Speziell im Dünnblechbereich ergeben sich deutliche Vorteile gegenüber Massivdrahtelektroden, die hier nur im Kurzlichtbogen oder Mischlichtbogen verarbeitet werden können.

### Schnell schweißen

Der Schlüssel zur Reduzierung der Schweißkosten bei mechanisierten Anwendungen liegt in der Senkung der Schweißzeit. Dies ist über eine Erhöhung der Schweißgeschwindigkeit realisierbar. Mit herkömmlichen Massivdrahtelektroden sind die Grenzen im Dünnblechbereich jedoch eng gesteckt. Hohe Schweißgeschwindigkeiten gehen meist zu Lasten der Nahtoptik und -güte, weshalb die Mehrzahl der Anwendungen im Kurz- und Mischlichtbogen bei geringen Schweißgeschwindigkeiten  $< 100 \text{ cm/min}$  gefahren werden. Mit dem OK Tubrod 14.11 1,2 mm sind dagegen Schweißgeschwindigkeiten von  $150 - 250 \text{ cm/min}$  in der Praxis möglich (Bild unten). Dies gilt nicht nur für gerade durchlaufende Nähte, sondern auch für gekrümmte und in engen Radien verlaufende Nähte.

**Umlaufende Kehlnaht**  
 $t = 2 \text{ mm}$ ,  $I/U: 280 \text{ A} / 22 \text{ V}$ ,  
 $V_s = 150 \text{ cm/min}$ .



### Kalt schweißen / verzinkte Bleche schweißen

Aufgrund der hohen Schweißgeschwindigkeiten gepaart mit einer außergewöhnlich niedrigen Lichtbogenleistung ist der Wärmeeintrag ins Bauteil sehr gering. Kehlnähte an 1,5 mm dicken Blechen in Position PB können mit Geschwindigkeiten von  $200 \text{ cm/min}$  und mehr geschweißt werden. Hierbei liegt der Wärmeeintrag bei weniger als  $2 \text{ kJ/cm}$ ! Der Einsatz des OK Tubrod 14.11 ist somit eine direkte Alternative zu den modernen, sogenannten „Kalt“-Schweißprozessen beim Verarbeiten unlegierter und niedrig legierter Stähle. (Bild oben) Die Vorteile können auch hervorragend beim Schweißen verzinkter Bleche genutzt werden. OK Tubrod 14.11 zeichnet sich hier durch sehr geringe Porenneigung und geringe Spritzerneigung aus.

**Überlappnaht an verzinkten Blechen  $T = 1,2 \text{ mm}$ ;  
(Schichtdicke  $< 10 \mu\text{m}$ ), Schutzgas: (EN ISO 14175)  
M20 (92%Ar / 8%  $\text{CO}_2$ );  $240 \text{ A} / 21 \text{ V}$ ;  $V_s = 170 \text{ cm/min}$**



### Sicher zünden

Mit dem OK Tubrod 14.11 1,2 mm lassen sich auch kurze Nähte mit häufigen Start/Stop-Vorgängen sehr spritzerarm schweißen. Ein stabiler Lichtbogen wird innerhalb von Sekundenbruchteilen nach dem Zünden aufgebaut.

### Spalte überbrücken

Ein Problem bei Hochgeschwindigkeitsschweißungen ist oftmals die nicht ausreichende Spaltüberbrückbarkeit der Drahtelektrode im Sprühlichtbogenbereich. Der OK Tubrod 14.11 1,2 mm kann dagegen Luftspalte sehr gut überbrücken. Seine Unempfindlichkeit gegenüber Fertigungstoleranzen bei der Schweißnahtvorbereitung bedeutet weniger Nacharbeitsaufwand und eine geringere Ausschussquote in der Serienfertigung.

## Einfach einstellen

Mit dem OK Tubrod 14.11 1,2 mm ist die Programmierung der Schweißparameter unkompliziert. Die Lichtbogenspannung liegt im Dünoblechbereich bei 22-24 V, unabhängig davon, ob mit geringen Drahtvorschubgeschwindigkeiten von 7 m/min oder im oberen Leistungsbereich mit 14 m/min geschweißt wird. Voreingestellte Synergiekennlinien an den ESAB-Stromquellen der Aristo-Serie reduzieren den Aufwand für die Parametereinstellung noch weiter. (rechts)

## Sicher einbrennen unter verschiedenen Mischgasen

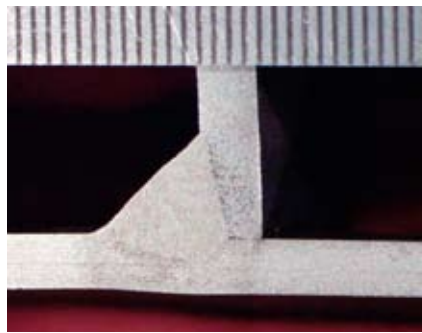
OK Tubrod 14.11 1,2 mm kann mit verschiedenen Mischgaszusammensetzungen verschweißt werden. Optimale Ergebnisse hinsichtlich Nahtoptik und Spritzerarmut erzeugt das Schutzgas M20 (EN ISO 14175) mit 92 % Ar und 8 % CO<sub>2</sub> Anteil. Aber auch unter dem Standardgas M21 (82 %Ar/18 % CO<sub>2</sub>) sind sehr gute Ergebnisse erzielbar. Der Einbrand wird vom CO<sub>2</sub>-Anteil im Schutzgas nicht wesentlich beeinflusst. (Bilder rechts) Zu berücksichtigen ist jedoch der höhere Anteil an Silikatinselfen auf der Nahtoberfläche bei steigenden Aktivgasanteilen.

## Zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten

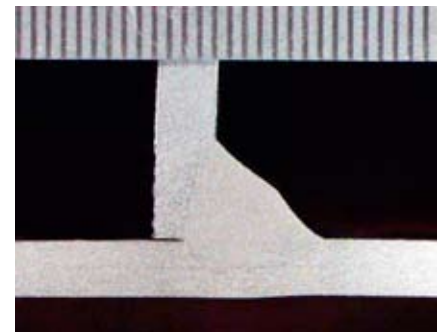
Die Einsatzmöglichkeiten für den OK Tubrod 14.11 sind vielfältig. Überall, wo an dünnen Blechen bis ca. 4 mm Wanddicke voll mechanisiert bzw. mit Industrierobotern geschweißt wird und die Schweißstation einen Produktionsengpass darstellt, kann sich der Einsatz des Tubrod 14.11 besonders lohnen. Die Taktzeit der Station kann durch die deutlich höhere Schweißgeschwindigkeit merklich reduziert werden. Je nach Bauteilart ergeben sich so Produktivitätssteigerungen von 20-40 % und dadurch eine entsprechende Senkung der Schweißkosten. Anwendungen finden sich in der allgemeinen Schweißbaugruppenfertigung, der Automobil- und Zuliefererindustrie, dem allg. Fahrzeugbau und Stahlbau sowie beispielsweise der Möbelfertigung.

Tabelle:  
Schweißparameter für Dünoblechanwendungen  
(Schutzgas (M20 (92% Ar/8% CO<sub>2</sub>)))

Anwendung	Wanddicke mm	Vdr m/min	I A	U V	Vs cm/min
Überlappstoß	1,5	7,0 - 8,5	225 - 250	22,5 - 24	130 - 180
Kehlnaht, a = 2 mm	2 - 3	13 - 14	310 - 340	22,5	220
Kehlnaht, a = 4 mm	> 8	13 - 14	310 - 340	26,5	70



Einbrandprofil Kehlnaht  
a = 2 mm; t = 2 mm; Vs = 150 cm/min  
Schutzgas: 92 % Ar/8 % CO<sub>2</sub>



Einbrandprofil Kehlnaht  
a = 2 mm; t = 2 mm; Vs = 150 cm/min  
Schutzgas: 82 % Ar/18 % CO<sub>2</sub>

Fertigung von Achsträgern  
mit OK Tubrod 14.11 1,2 mm



## Kostenkalkulation

Wie bereits oben erwähnt, liegt der Schlüssel für den wirtschaftlichen Einsatz des Metallpulverfülldrahtes in der korrekten Erfassung der Schweißkosten. Für die Frage, ob sich der Einsatz des OK Tubrod 14.11 lohnen würde, hilft zunächst ein grober Überblick über den Ist-Zustand an der Schweißstation bei Massivdrahteinsatz. Dazu sind lediglich folgende Informationen nötig:

- Akt. Lichtbogenbrennzeit in Sekunden/Minuten pro Bauteil
- Akt. Schweißgeschwindigkeit
- Nahtgewicht pro Bauteil
- Maschinenstundensatz der Anlage inkl. Bediener

Prinzipiell ist der höhere Drahtpreis in Euro/kg, der ja höhere Schweißzusatzkosten pro Bauteil bedeutet, der zu erwartenden Fertigungskosteneinsparung, die sich aus der geringeren Taktzeit ergibt, entgegenzusetzen.

Für die Berechnungsformeln gelten folgende Abkürzungen:

Symbol	Einheit	Bezeichnung
$\Delta_{FK}$	Euro	Fertigungskosteneinsparung pro Bauteil
$G_B$	g	Nahtgewicht pro Bauteil
$SZW_{MK}$	Euro	Schweißzusatzmehrkosten pro Bauteil durch Fülldrahteinsatz
$V_{DB}$	m	Drahtvorschub pro Bauteil
$SG_D$	g/m	Spezifisches Drahtgewicht
$\Delta_{KB}$	Euro	Schweißkosteneinsparung pro Bauteil

## Fazit

Das Beispiel zeigt, dass mit dem OK Tubrod 14.11 1,2 mm trotz höherer Schweißzusatzkosten die Produktivität deutlich erhöht werden kann bei niedrigeren Gesamtschweißkosten. Zusätzliches Einsparpotential ergibt sich dadurch, dass bei Einsatz des Fülldrahtes die Gaskosten, die in der Beispielrechnung nicht enthalten sind, niedriger ausfallen. Zwar wird der Fülldraht mit etwas höherer Gasdurchflussrate von ca. 15 l/min. verschweißt, jedoch ist der

### Berechnung der Fertigungskosteneinsparung

$$\Delta_{FK} = \text{Maschinenstundensatz inkl. Lohnkosten [Euro/h]} \times \text{Taktzeitreduzierung [s]/3600}$$

### Berechnung der Schweißzusatzmehrkosten pro Bauteil

Die Schweißzusatzmehrkosten für den Fülldraht gegenüber dem Massivdraht betragen etwa 0,002 Euro/g. Pro Bauteil ergibt sich:

$$SZW_{MK1} = 0,002 \text{ Euro/g} \times G_B$$

Alternativ kann zur Berechnung der Schweißzusatzmehrkosten auch der Drahtverbrauch pro Bauteil über Drahtvorschubmessgeräte oder entsprechende Dokumentationsfunktionen der Stromquelle ermittelt werden. Multipliziert mit dem spezifischen Drahtgewicht pro Meter (7,8 g/m für OK Tubrod 14.11) ergibt sich der effektive Schweißzusatzbedarf pro Bauteil. Diese Methode hat den Vorteil, dass auch Spritzer- und Abbrandverluste mit berücksichtigt werden.

$$SZW_{MK2} = 0,002 \text{ Euro/g} \times V_{DB} \times SG_D$$

### Berechnung der Schweißkosteneinsparung pro Bauteil

$$\Delta_{KB} = \Delta_{FK} - SZW_{MK1/2}$$

#### Beispiel: Fertigung von Achsbauteilen

An einer Schweißroboteranlage mit einem Maschinenstundensatz inkl. Bediener von 60 Euro/h wird mit Massivdraht G3Si1 1,0 mm bei Überlappnähten an 2 mm Wanddicke eine Schweißgeschwindigkeit von 12 mm/s entsprechend 72 cm/min. erreicht. Die gesamte Nahtlänge pro Bauteil beträgt 2.500 mm. Das Nahtgewicht pro Bauteil beträgt 300 g (Differenzgewicht ungeschweißt/geschweißt). Die Lichtbogenbrennzeit berechnet sich auf 208 s (2.500 mm / 12 mm/s).

Mit dem OK Tubrod 14.11 1,2 mm kann die Schweißgeschwindigkeit auf 25 mm/s entsprechend 150 cm/min erhöht werden. Dadurch ergibt sich für den Fülldrahteinsatz eine neue Lichtbogenbrennzeit von 100 s (2.500 mm / 25 mm/s).

Die Nebenzeiten (Verfahrwege des Roboters, drehen des Manipulators, etc) bleiben gleich.

#### Die Taktzeitreduzierung durch Einsatz des OK Tubrod 14.11 1,2 mm beläuft sich somit auf 108 s.

Die Fertigungskosteneinsparung pro Stück beträgt:

$$\Delta_{FK} = 60 \text{ Euro/h} \times 108 \text{ s} / 3.600 = 1,80 \text{ Euro}$$

Die Schweißzusatzmehrkosten pro Bauteil betragen:

$$SZW_{MK1} = 0,002 \text{ Euro/g} \times 300 \text{ g} = 0,60 \text{ Euro}$$

### Berechnung der Schweißkosteneinsparung pro Bauteil:

$$\Delta_{KB} = 1,80 - 0,60 \text{ Euro} = 1,20 \text{ Euro/kg}$$

Geht man bei einer Gesamtaktzeit inkl. Nebenzeiten von ca. 240 s (Massivdrahteinsatz) von Schweißkosten inkl. Schweißzusatz in Höhe von ca. 4,50 Euro/Stck aus,

**so entspricht dies einer Einsparung von ca. 27%.**

Gasverbrauch durch die deutlich kürzere Schweißzeit insgesamt geringer. Die Vorteile des OK Tubrod 14.11 1,2 mm liegen sowohl im wirtschaftlichen als auch im qualitativen Bereich. ESAB bietet seinen Kunden mit diesem neuen Produkt eine hervorragende Möglichkeit, die Forderungen nach effizienteren und kostengünstigeren Schweißverfahren in der Fertigung umzusetzen.