

# SSAB OX

## TechSupport

Information from  
SSAB Oxelösund.

#60

## Zusatzwerkstoffe zum Schweißen von WELDOX- und HARDOX-Stahl

Im vorliegenden TechSupport empfiehlt SSAB Oxelösund Zusatzwerkstoffe zum Schweißen von WELDOX Konstruktionsblech und HARDOX Verschleißblech. Die aufgeführten Zusatzwerkstoffe sind als Beispiele aus einer Palette von Möglichkeiten ausgewählt. Es gibt zahlreiche weitere geeignete Produkte, die ebenfalls den Empfehlungen von SSAB Oxelösund entsprechen. Die Zusatzwerkstoffe werden in zwei Hauptgruppen gegliedert: unlegierte und niedriglegierte Zusatzwerkstoffe (letztere sind die am häufigsten eingesetzten) sowie Zusatzwerkstoffe aus rostfreiem Edelstahl.

### Unlegierte und niedriglegierte Zusatzwerkstoffe

#### Allgemeines

Unlegierte und niedriglegierte Zusatzwerkstoffe müssen die vorgegebenen Festigkeitskriterien erfüllen. Der Wasserstoffgehalt muss gering sein, d. h. er sollte unter 5 ml/100 g Schweißgut liegen.

#### Festigkeit

Festigkeitsklassen von Zusatzwerkstoffen, die für das Schweißen von WELDOX und HARDOX geeignet sind, zeigt die Tabelle auf der nächsten Seite.

#### Wasserstoffgehalt

Der Wasserstoffgehalt des Schweißgutes hängt von verschiedenen Faktoren ab – z.B. von dem verwendeten Schweißverfahren. Zusatzwerkstoffe für MAG-Massivdraht- und TIG-Schweißen erfüllen immer den Richtwert für den Wasserstoffgehalt. Für das MAG Schweißen mit Fülldraht gibt es sowohl basische als auch rutile Zusatzwerkstoffe, die den Empfehlungen zum Wasserstoffgehalt entsprechen. Einige Sorten von Metallpulverfülldraht für das MAG Schweißen haben einen geeigneten Wasserstoffgehalt.

Auch für das UP Schweißen gibt es Kombinationen von Massivdraht und basischem Pulver, die zu ausreichend geringem Wasserstoffgehalt im Schweißgut führen.

Genaue Informationen über den Wasserstoffgehalt bestimmter Zusatzwerkstoffe sind auch immer über die Herstellerfirma zu beziehen.



Außerdem werden hier von SSAB Oxelösund einige geeignete Zusatzwerkstoffe empfohlen. Sie sind nach Schweißverfahren und Festigkeitsklasse geordnet.

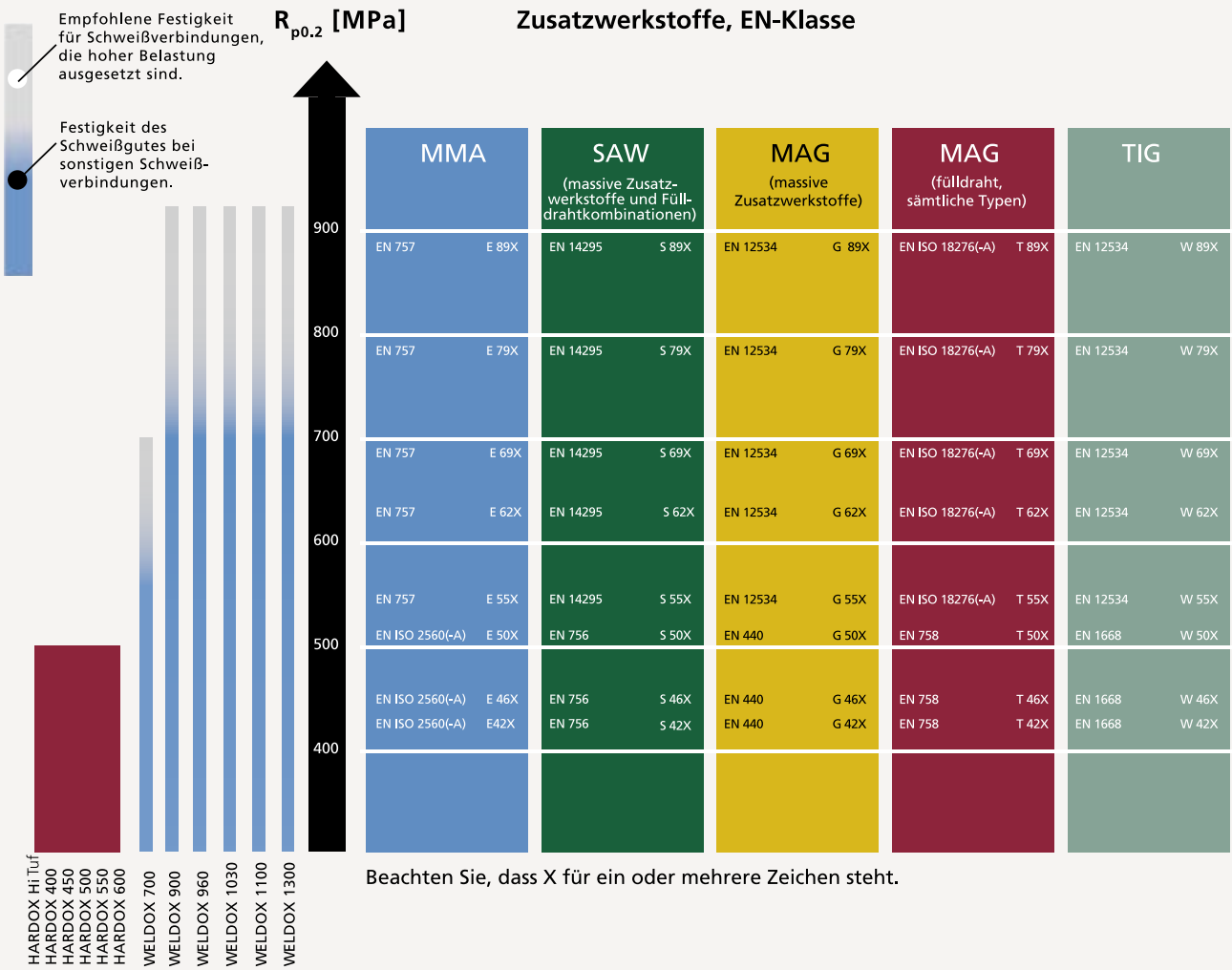
#### Arbeitstemperatur

Zusatzwerkstoffe mit Streckgrenzen ( $R_{p0,2}$ ) bis zu 700 MPa haben normalerweise niedrigere Kohlenstoffäquivalente als der Grundwerkstoff in der Schweißverbindung.

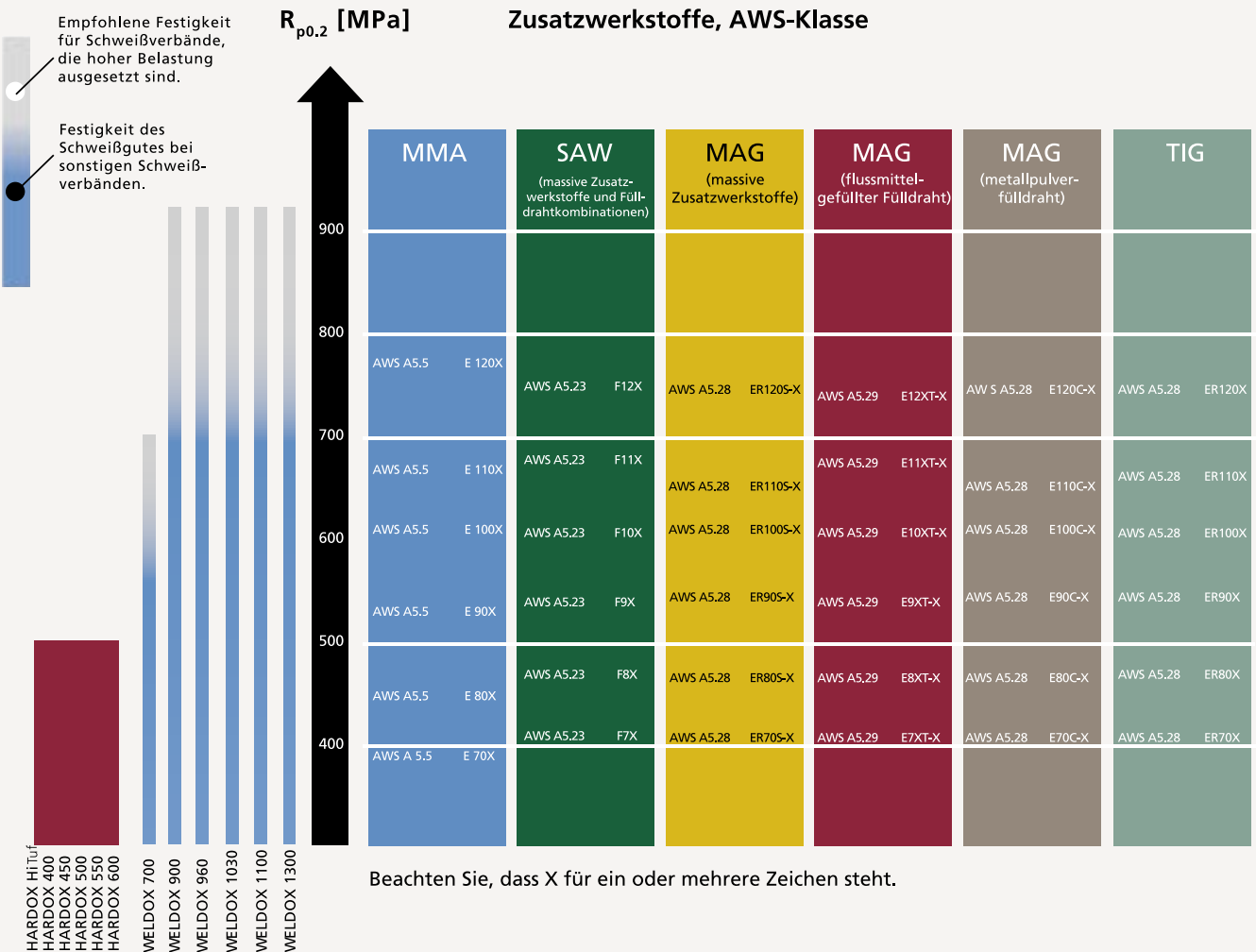
Unter dieser Voraussetzung wird die Arbeitstemperatur beim Schweißen durch den Grundwerkstoff bestimmt.

Zusatzwerkstoffe mit hoher Festigkeit und Streckgrenzen über 700 MPa haben meistens Kohlenstoffäquivalente, die höher sind als im Grundwerkstoff der Schweißverbindung. Somit beeinflusst auch der Zusatzwerkstoff die zu wählende Arbeitstemperatur. Die im Vergleich Zusatzwerkstoff / Grundwerkstoff gefundene höchste Arbeitstemperatur ist anzuwenden. Zusatzwerkstoffe mit Streckgrenzen über 700 MPa stellen hohe Anforderungen an die Bedingungen beim Schweißen, wie beispielsweise die Arbeitstemperatur. Aus diesem Grund werden diese Faktoren eingehender in einem gesonderten Abschnitt behandelt.

## Zusatzwerkstoffe, EN-Klasse



## Zusatzwerkstoffe, AWS-Klasse



# Hochfeste und niedriglegierte Zusatzwerkstoffe mit Streckgrenzen ( $R_{p0,2}$ ) über 700 MPa

Die Stahlgüten WELDOX 900-1300 werden häufig mit Zusatzwerkstoffen geschweißt, die Streckgrenzen von etwa 750 – 900 MPa im reinem Schweißgut aufweisen. Aktuell ist kein Zusatzwerkstoff mit höherer Festigkeit auf dem Markt erhältlich.

Hersteller von Zusatzwerkstoffen geben gewöhnlich keine erhöhten Arbeitstemperaturen für diese Arten von Zusatzwerkstoffen an. Die geeignete Temperatur kann beispielsweise nach EN 1011-2, Methode B, bestimmt werden. Ergänzend gibt es fundierte Einschätzungen von SSAB Oxelösund über niedrigstmögliche Arbeitstemperaturen wie in der untenstehenden Tabelle aufgeführt. Dies ist bei ähnlichen Legierungskonzepten für die jeweils relevanten Zusatzwerkstoffe anwendbar.

Zusatzwerkstoffe reagieren empfindlich auf hohe Zwischenlagentemperaturen. Alle empfohlenen Zusatzwerkstoffe erreichen aufgrund der hochfesten Mikrogefüge, wie z. B. Martensit, hohe Festigkeiten im Schweißgut. Wegen des hohen Gehalts an Legierungselementen erfolgt die Martensitumwandlung bei niedrigen Temperaturen. Daher geht SSAB Oxelösund davon aus, dass die Zwischenlagentemperatur auf maximal 175°C begrenzt werden sollte.

Einzelblechdicke, Schweißverbindung, (mm)	Mindestarbeits-temperatur (°C)
< 10	100
10 - 20	125
> 20	150

Niedrigste empfohlene Arbeitstemperatur.

Hochfeste Zusatzwerkstoffe reagieren empfindlich auf hohen Wärmeeintrag. Extrem hoher Wärmeeintrag beeinträchtigt die mechanischen Eigenschaften der Schweißverbindung. Der zulässige Wärmeeintrag in unseren Richtlinien richtet sich nach der jeweilige Stahlsorte. Im Übrigen gelten die üblichen Schweißbedingungen für WELDOX-Stähle.

## Beispiele für geeignete niedriglegierte Zusatzwerkstoffe

### Beispiele für geeignete niedriglegierte Zusatzwerkstoffe

Die folgenden Tabellen enthalten Vorschläge für verschiedene, geeignete Zusatzwerkstoffe. Die Anordnung erfolgt nach der offiziellen Streckgrenzen-Klassifizierung. Zusatzwerkstoffe können allerdings durchaus höhere Streckgrenze besitzen als angegeben. Die exakten mechanischen Eigenschaften eines bestimmten Zusatzwerkstoffes können beim Hersteller erfragt werden.

#### MAG-Massivdraht

Mindeststreckgrenze (MPa)	400	470	540	610	680	745
AWS-Klasse	ER 70S-X*	ER 80S-X*	ER 90S-X*	ER 100S-X*	ER 110S-X*	ER 120S-X*
ELGA	Elgamatic 100 Elgamatic 103	Elgamatic 162	Elgamatic 163	Elgamatic 135 Elgamatic 147		Elgamatic 138
ESAB	OK Autrod 12.51 OK Autrod 12.64	OK Autrod 13.09		OK Autrod 13.13	OK Autrod 13.29	OK Autrod 13.31
LINCOLN	SUPRA MIG SUPRA MIG ULTRA LNM 27	LNT/LNM Ni1 LNT/LNM Ni2,5		LNM Moniva LA-100	LA 100	
OERLIKON	Carbofil 1 Carbofil 1a	Carbofil 2,5 Ni	Carbofil NiMo1	Carbofil NiMoCr		
SAF	NERTALIC 70S NERTALIC 70A	NERTALIC 86		NERTALIC 86		
BÖHLER	EMK 7 EMK 8	NiCu-1G	NiMo 1-IG		NiCrMo 2.5-IG X 70-IG	X 90-IG
THYSSEN	Union K52 Union K56	Union K5 Ni	Union MoNi	Union NiMoCr	Union X 85	Union X90 Union X96

\* Beachten Sie, dass X für ein oder mehrere Codezeichen stehen kann.

## MAG, Fülldraht mit Flußmittel gefüllt

Mindeststreckgrenze (MPa)	400	470	540	610	680	745
AWS-klass	E7XT-X*	E8XT-X*	E9XT-X*	E10XT-X*	E11XT-X*	E12XT-X*
ELGA	DWA 51B				Elgacore 110B	
ESAB	OK Tubrod 15.00 OK Tubrod 15.25				OK Tubrod 15.27	Filarc PZ 6149
LINCOLN	Outershield T55-H					
OERLIKON	Fluxofil 30 Fluxofil 31	Fluxofil 40 Fluxofil 48	Fluxofil 41		Fluxofil 42	Fluxofil 45
SAF	Safdual 31 Safdual 400					
BÖHLER	Kb 52-FD					
THYSSEN	Thyssen TG50B					

\* Beachten Sie, dass X für ein oder mehrere Codezeichen stehen kann.

## MAG, Fulldraht mit Metallpulver gefüllt

Mindeststreckgrenze (MPa)	400	470	540	610	680	745
AWS-klass	E7XT-X*	E8XT-X*	E9XT-X*	E10XT-X*	E11XT-X*	E12XT-X*
ELGA	MXA 100 MX 100T	MXA 55T				
ESAB	Filarc PZ 6102 Filarc PZ 6105R				OK Tubrod 14.03	
LINCOLN	Outershield MC710-H Outershield MC715-H				Outershield MC1100	
OERLIKON	Fluxofil M8 Fluxofil M10				Fluxofil M42	
SAF	Safdual 200 Safdual 206	Safdual 202	Safdual 255		Safdual 270	
BÖHLER	HL 50-FD HL 52-FD					
THYSSEN	Thyssen TG55Fe Thyssen MV70					

\* Beachten Sie, dass X für ein oder mehrere Codezeichen stehen kann.

## Hocheffiziente Zusatzwerkstoffe

Mindeststreckgrenze (MPa)	399	399	460	530	600	670	740
AWS klass	E 7016 E 7018	E 7028	E 8016 E 8018	E 9018	E 10018	E 11018	E 12018
ELGA	P48S P51 P62MR	Maxeta 21	P48K P65MR	P70		P110MR Maxeta 110	
ESAB	OK 48.00 OK 48.08 OK 53.68	OK Femax 38.65	OK 73.68 OK 73.15	OK 74.78 FILARC 985		OK 75.75	OK 75.78
LINCOLN	Baso 100 Conarc 48 Conarc 49 Kryo 1	Conarc V180 Conarc V250 Conarc L150	Kryo 1-180 Kryo 1N Kryo 3	Kryo 2 Conarc 60G Conarc 70G		Conarc 80	Conarc 85 Conarc 85-150
OERLIKON	Tenacito Tenacito 38 R	Febacito 160S Ferrocord B250	Tenacito 70 Tenacito 70B	Tenacito 65 Tenacito 65R	Tenacito 75	Tenacito 80	Tenacito 100
SAF	Safer MF48  Safer NF59A Safer Prestige	Safer NF52 Safer NF53	Safer NF59 Safer MD56	Safer ND65	Safer MD70	Safer ND80	Safer ND100
BÖHLER	FOX EV 47 FOX EV 50-W		FOX EV 60 FOX EV 63 FOX EV 65	FOX EV 70 FOX U 80 N	FOX EV 75	FOX EV 85	
THYSSEN	SH Grün K50W SH Grün K52W Phoenix 120K		SH V 370 SH V 1 SH Ni 2 K70	SH Schwarz 3 K Ni	SH Ni2 K90 ThyssenNiMo100	SH Ni2 K100	SH Ni2 K130

## SAW-Draht-Pulver-Kombinationen

Mindeststreckgrenze (MPa)	400	470	540	610	680	745
	ER 70S-X*	ER 80S-X*	ER 90S-X*	ER 100S-X*	ER 110S-X*	ER 120S-X*
AWS klass	Elgaflux 251B/ Elgasaw 102					
ELGA						
ESAB	OK Flux 10.71/ OK Autrod 12.20 OK Autrod 12.22	OK Flux 10.62/ OK Autrod 12.24			OK Flux 10.62/ OK Autrod 13.43	
LINCOLN	P 230/L-61 P 230/LNS 133 U Lincolnweld 860/L61	P 230/LNS140A Lincolnweld 8500/ L-70	P240/LNS151	P230/LNS 168		
OERLIKON	OP121TT/ OE-SD3	OP121TT/ OE-S2Mo	OP121TT/ OE-S3NiMo1		UV421TT/ Union S3NiMoCr	
SAF	AS589/AS37**		AS589/AS 40A**			
BÖHLER	BB24/ EMS2		BB24/ 3NiMo 1-UP	BB24/ 3 NiCrMo 2.5-UP		
THYSSEN	UV 420TT / Union S2	UV421TT/ Union S2NiMo	UV421TT/ Union S3NiMo			

\* Beachten Sie, dass X für ein oder mehrere Codezeichen stehen kann.

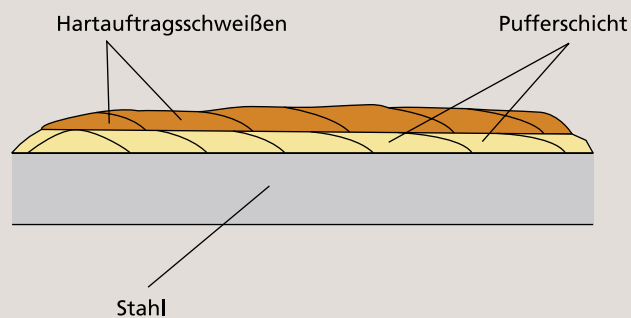
\*\* Keine Informationen zur Klassifizierung der Fülldraht-Kombination (Füllung/Ummantelung) gemäß der entsprechenden AWS-Norm

# Zusatzwerkstoffe aus rostfreiem Edelstahl

HARDOX- und WELDOX-Stähle können immer mit Zusatzwerkstoffen aus austenitischem, rostfreiem Edelstahl von der Sorte AWS 307 geschweißt werden. Dieser Zusatzwerkstoff setzt sich in der Regel aus 18% Cr, 8% Ni, 6% Mn zusammen. Nach dem Schweißen wird in diesem Fall hohe Beständigkeit gegen Wasserstoffrisse und Heißrisse erreicht. Die Struktur des Schweißguts ist austenitisch, was zur hohen Zähigkeit des Schweißguts beiträgt. Die Streckgrenze ( $R_{p0,2}$ ) dieser Zusatzwerkstoffsorte liegt bei 450 – 500 MPa.

Weitere wichtige Vorzüge des Schweißens mit Zusatzwerkstoffen aus rostfreiem Edelstahl:

- Eine erhöhte Arbeitstemperatur, d. h. eine Temperatur über +20°C ist beim Schweißen von HARDOX- und WELDOX-Stählen nicht nötig. Eine Ausnahme stellt allerdings HARDOX 600 dar. Weiterführende Informationen sind der Schweißbroschüre von SSAB Oxelösund zu entnehmen.
- Der Zusatzwerkstoff eignet sich für das Verschweißen von HARDOX und WELDOX mit anderen Stahlsorten, z. B.:
  - Rostfreier Edelstahl
  - Manganstähle (Hadfield-Stahl)
  - Stähle, die schwierig zu schweißen sind, z. B. Federstahl



Der Zusatzwerkstoff eignet sich als Pufferschicht bei Hartauftragungen.

Eine Alternative zu AWS 307 ist ein Zusatzwerkstoff aus austenitischem rostfreiem Edelstahl wie z. B. AWS 309. Jedoch ist die Gefahr von Heißrissen beim Einsatz von AWS 309 etwas höher als mit AWS 307. Zusatzwerkstoffe von AWS 307 werden in der Tabelle auf der nächsten Seite aufgeführt.

# Beispiele für geeignete Zusatzwerkstoffe aus rostfreiem Edelstahl

Schweißmethode	MMA	MAG, Massivdraht	MAG, Fülldraht- elektrode	MAG, Metallpulver- fülldraht
AWS-klass	A5.4: E307-X*	A5.9: ER307		A5.22: E307T-X*
ELGA	Cromarod 307B	Cromamig 307Si		
ESAB	OK 67.45 OK 67.52	OK Autrod 16.95	OK Tubrod 15.34	OK Tubrod 14.71
LINCOLN	Jungo 307 Arosta 307	LNМ 307		
AVESTA WELDING	307	307-Si		
SAF	Safinox R 307	Nertalic 51	Safdual 651	
OERLIKON	Citochromax N Citochromax R Citochromax RS	Inertfil 18 8 6	Fluxinox 307 Fluxinox 307-PF	Fluxinox M 307
SANDVIK	18.8.MnR	Sandvik 18.8.Mn Sandvik 18.8.CMn		
BÖHLER	FOX A 7	A 7-IG	A 7-FD	
THYSSEN	Thermanit X Thermanit XW	Thermanit X		

\* Beachten Sie, dass X für ein oder mehrere Codezeichen stehen kann.



SSAB Oxelösund  
SE-613 80 Oxelösund  
Schweden

Tel. +46 155 25 40 00  
Fax +46 155 25 40 73  
www.ssabox.com

Bei Unstimmigkeiten ist die in britischem Englisch verfasste Version dieses Dokuments maßgeblich. Die neueste Fassung dieses Dokuments kann von [www.ssabox.com/publications](http://www.ssabox.com/publications) heruntergeladen werden.

Diese Broschüre enthält allgemeine Vorschläge und Hinweise. SSAB Oxelösund AB übernimmt keine Verantwortung für deren Eignung im Einzelfall. Die erforderliche Anpassung an die Bedingungen im individuellen Fall erfolgt daher unter der Verantwortung des Anwenders.