



Verschleissfeste Bleche XAR® Verarbeitungsempfehlungen

Debrunner Acifer

klöckner & co multi metal distribution

Verschleissfest, hart und widerstandsfähig

Verschleiss kostet Geld, manchmal viel Geld. In vielen Konstruktionen tritt eine schleifende oder stossende Beanspruchung auf, und dies oft in nasser Umgebung und damit im Zusammenhang mit Korrosion. Der resultierende Verschleiss ist ein bedeutender Kostenfaktor. Wichtig für den Verschleisswiderstand ist vor allem die Härte des Stahls. Je höher die Härte, desto grösser ist im Allgemeinen auch der Verschleisswiderstand. Am gebräuchlichsten ist die Güte XAR® 400, mit der bei einer Härte von 400 Brinell rund die fünffache Lebensdauer im Vergleich zu konventionellen Baustahlgüten erreicht werden kann.

Spezielle Qualitäten erfordern vielfach auch spezielle Verarbeitungen. Mit diesen Verarbeitungsempfehlungen informieren wir Sie über die Bleieigenschaften und deren Möglichkeiten der Verarbeitung wie Warm- und Kaltumformen, Bohren, Gewindeschneiden und Schweißen.

Chemische Zusammensetzung

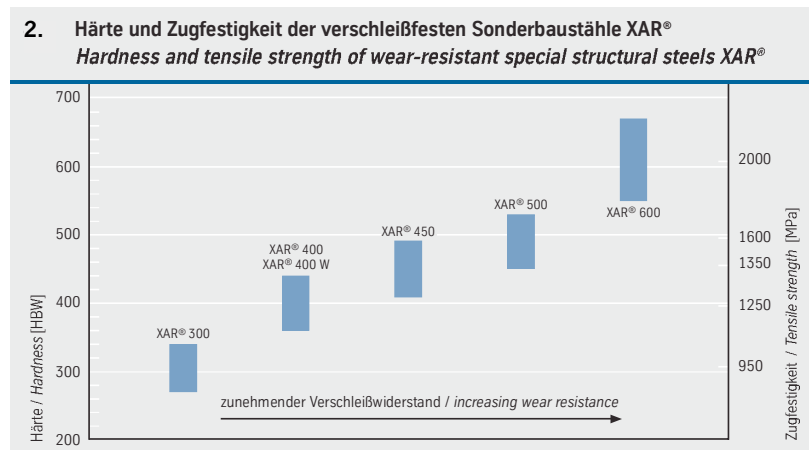
Für die gehärteten oder vergüteten XAR® - Stähle ist zur Einstellung der hohen Härte ein bestimmter Mindestgehalt an Kohlenstoff unverzichtbar. Denn für die Maximalhärte im Stahl gilt eine proportionale Beziehung zum Kohlenstoffgehalt. So muss z.B. ein Stahl mit 400 HBW mittlerer Härte mit rund 0,14 % C legiert werden. Gleichzeitig wird durch Zulegieren von Molybdän, Nickel und Bor ein über die Dicke gleichbleibendes Eigenschaftsprofil sichergestellt. Wichtig für das Verschleissverhalten ist, dass die XAR® - Stähle mit zunehmender Blechdicke und Härte bis zu 1,5 % Cr enthalten.

1. Chemische Zusammensetzung Chemical composition									
Stahlsorte Steel grade	Lieferzustand Delivery condition	Schmelzenanalyse / Heat analysis [%]							
		C max.	Si max.	Mn max.	Cr max.	Mo max.	Ni max.	B max.	typ. CET [%] *)
XAR® 300	N	0,21	0,65	1,50	1,20	0,30	–	0,005	0,36 – 0,44
XAR® 400	Q (+ T)	0,20	0,80	1,50	1,00	0,50	–	0,005	0,26 – 0,40
XAR® 400 W	Q (+ T)	0,26	0,80	1,30	1,20	0,60	–	0,005	0,38 – 0,44
XAR® 450	Q (+ T)	0,22	0,80	1,50	1,30	0,50	–	0,005	0,27 – 0,44
XAR® 500	Q (+ T)	0,28	0,80	1,50	1,00	0,50	1,50	0,005	0,38 – 0,50
XAR® 600	Q (+ T)	0,40	0,80	1,50	1,50	0,50	1,50	0,005	0,51 – 0,57

$CET = C + (Mn + Mo) / 10 + (Cr + Cu) / 20 + Ni / 40$
*) je nach Blechdicke / as a function of plate thickness

N = normalisiert / normalized
Q = gehärtet / quenched
T = angelassen / tempered

Die Abbildung gibt einen Überblick über die chemische Zusammensetzung, den Lieferzustand und die typischen Kohlenstoffäquivalente der XAR®-Stähle.



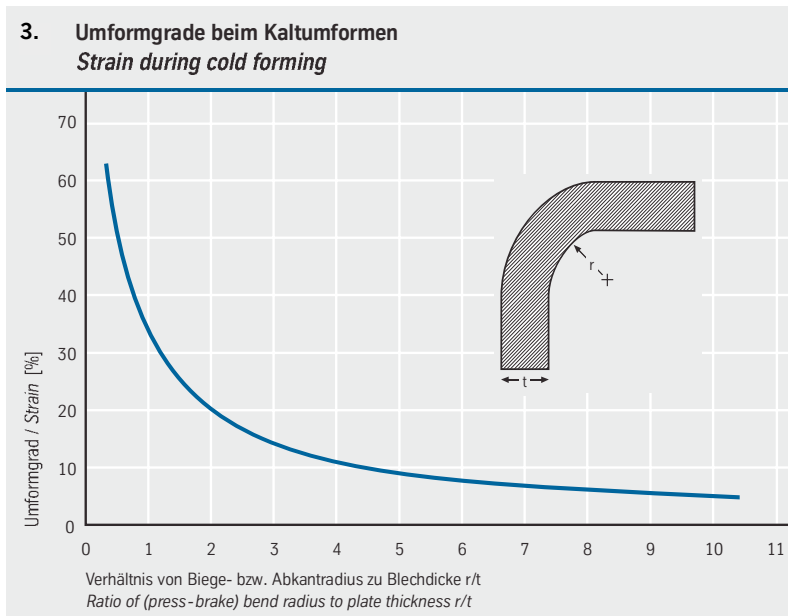
Ergänzend zeigt diese Abbildung die in den Stählen erreichten Härten, die auch wesentliche Grundlagen ihrer Namensgebung sind und deren typischen Streubereich.

Warmumformen

Es ist zu beachten, dass der ursprüngliche Wärmebehandlungszustand des Werkstoffes durch eine Warmverformung wieder aufgehoben wird. Das bedeutet, dass dann der Verschleisswiderstand des Bleches und die Härte des Lieferzustandes erst durch eine komplette, neue Wärmebehandlung wieder eingestellt werden muss, wenn die Bauteile nicht direkt aus der Umformwärme gehärtet werden können. Erfahrungsgemäss ist dieses Verfahren nur in Sonderfällen von Bedeutung. Zur Vermeidung von Härteverlusten darf der Stahl nicht über 250°C erwärmt werden.

Kaltumformen

Die vorherrschenden Umformverfahren sind das Kaltbiegen auf Drei-Walzen-Biegemaschinen und das Abkanten im 90°-V-Gesenk auf Gesenkbiegepressen. Im Vergleich zu Stählen mit niedriger Streckgrenze müssen beim Umformen hochfester Stähle jedoch zwei zusätzliche Grössen berücksichtigt werden: Der erhöhte Kraftaufwand und die verstärkte Rückfederung. Höhere Kräfte sind erforderlich wegen des höheren Formänderungswiderstandes. Durch eine gute Schmierung der Matrizenkanten kann allerdings die Biegekraft um bis zu 25 % gesenkt werden. Auch eine Vergrösserung der Matrizenweite verringert die Biegekraft. Die Rückfederung ist stärker als bei konventionellen Stählen, da der Anteil der elastischen Verformung an der Gesamtverformung grösser ist.



Die Abbildung zeigt, welche Kaltumformung sich beim Abkanten und Biegen ergibt. Dabei wird vorausgesetzt, dass durch Scheren verfestigte Blechkanten abgearbeitet und vor dem Umformen kerbfrei geschliffen und entgratet werden. Es ist auf ein gutes Gleiten der Bleche zu achten, d.h. auf Schmierung der Matrize und des Biegestempels sowie auf ständiges Säubern der Werkzeuge von losem, abgeblättertem Glühzunder.

4. Biegeradien und Matrizenweiten beim Kaltbiegen und Abkanten
Bending radii and die widths for cold bending and press brake bending

Stahlsorte Steel grade	Dicke Thickness [mm]	r/t		$W^{(3)}/t$	
		I ¹⁾	II ²⁾	I ¹⁾	II ²⁾
XAR® 300	$t \leq 8$	2,5	3,0	8,5	10,0
XAR® 400	$8 < t \leq 20$	3,0	4,0	10,0	10,0
	$t > 20$	auf Anfrage / upon request			
XAR® 400 W	auf Anfrage / upon request				
XAR® 450	$t \leq 8$	4,0	4,5	10,0	12,0
	$8 < t \leq 15$	4,5	5,0	12,0	12,0
XAR® 500	$t \leq 8$	5,0	6,0	12,0	13,0
	$t > 8$	auf Anfrage / upon request			
XAR® 600	wird nicht empfohlen / not recommended				

Unter günstigen Bedingungen haben sich Mindestbiegeradien und -matrizenweiten bei den XAR® - Stählen bewährt. Naturgemäss ist das Umformverhalten quer zur Hauptwalzrichtung günstiger als längs, da die sulfidischen und/oder oxidischen Einschlüsse weniger zur Auswirkung kommen.

1) Biegelinie senkrecht zur Walzrichtung / Bending line transverse to the rolling direction

2) Biegelinie parallel zur Walzrichtung / Bending line parallel to the rolling direction

3) W = lichte Weite, empfohlenes W bei 3-Rollen-Biegemaschine $2r + 5t$ / W = clearance, recommended W for 3-roll bending machines $2r + 5t$

Bohren

Beim Bohren sind nachfolgende, erschwerende Merkmale von Bedeutung:

- Die bis auf Null abfallende Schnittgeschwindigkeit in der Bohrermitte
- Der mit zunehmender Bohrtiefe schwierigere Abtransport der Späne
- Die ungünstigere Wärmeverteilung in der Schnittstelle
- Stabilitäts- und Schwingungsprobleme des Werkzeugs

Für die Bearbeitung der Stähle bis 400 oder 450 HBW (Mittelwert) empfehlen wir den Einsatz hochwertiger kobalt-legierter HSS-E-Spiralbohrer. Für die Stähle XAR® 500 und XAR® 600 sind Hartmetallbohrer erforderlich.

Der im normalisierten Zustand vorliegende Stahl XAR® 300 ist mit herkömmlichen Werkzeugen gut zerspanbar.

Bohrungen mit einem Durchmesser von mehr als 16 mm können auch mit Wendepplattenbohrern in speziellen Bohrmaschinen ausgeführt werden.

Beim Bohren sind folgende Bedingungen zu beachten:

- Vibrationen sind zu vermeiden
- Werkstück möglichst dicht an der Bohrstelle fest einspannen
- Werkstück und Bohrkopf möglichst dicht an die Maschinensäule legen
- Kurze Bohrer in kurzer Maschinenspindel verwenden

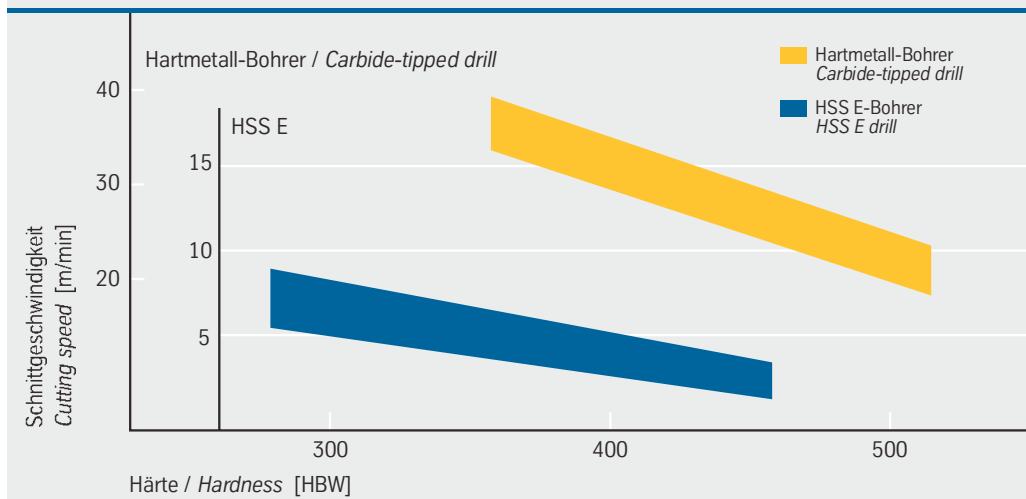
5. Richtwerte für das Bohren Guide values for drilling		Bohrer / Drill							
Stahlsorte Steel grade	Schnittgeschwindigkeit Cutting speed [m/min]	6 mm Ø		8 mm Ø		10 mm Ø		12 mm Ø	
		Upm Rpm	Vorschub Feed ²⁾	Upm Rpm	Vorschub Feed ²⁾	Upm Rpm	Vorschub Feed ²⁾	Upm Rpm	Vorschub Feed ²⁾
XAR® 300	6 – 8	360	0,08	280	0,10	225	0,15	190	0,20
XAR® 400	3 – 5	210	0,05	160	0,08	130	0,10	100	0,15
XAR® 450	3 – 5	210	0,05	160	0,08	130	0,10	100	0,15
XAR® 500 ¹⁾	20 – 25	1300	0,05	1000	0,05	800	0,08	670	0,08
XAR® 600 ¹⁾	auf Anfrage / upon request								

Die empfohlene Schnittgeschwindigkeit (m/min) mit Drehzahl (Upm) und Vorschub (mm/U) für die XAR® - Stähle ist aus den Abbildungen ersichtlich.

1) Hartmetall-Bohrer / Carbide-tipped drill

2) mm/U / mm/R

6. Schnittgeschwindigkeiten beim Bohren Cutting speeds in drilling



Als Kühlmittel empfehlen wir Hochleistungs-Spezial-Schneidöl. Die Verwendung von Kühl- und Schmiermitteln verlängert die Standzeit der Bohrer.

Gewindeschneiden

7. Richtwerte für das Gewindeschneiden mit TiCN-beschichteten HSS-E-Gewindebohrer
Guide values for thread cutting with TiCN-coated HSS-taps

Stahlsorte Steel grade	Zugfestigkeit Tensile strength [N/mm ²]	Schnittgeschwindigkeit *) Cutting speed *) [m/min]	Drehzahl verschiedener Gewinde [Upm] Revolutions for different threads [Rpm]			
			M 6	M 8	M 10	M 12
			XAR® 300	950	6	318
XAR® 400	1250	4	212	159	127	106
XAR® 450	1350	3	159	119	95	80
XAR® 500	1600	2	106	80	64	53
XAR® 600	2000	auf Anfrage / upon request				

*) bei Verwendung von Schneidöl / under application of cutting oil

In dieser Abbildung sind einige Richtwerte für gängige ISO-Gewinde ersichtlich

Schweißen

Die verschleißfesten Sonderbaustähle XAR® wurden im Hinblick auf möglichst niedrige Kohlenstoffäquivalente optimiert und zeichnen sich deshalb durch eine hervorragende Eignung zum Schweißen aus. Sie lassen sich nach allen gängigen Verfahren schweißen, bevorzugt nach dem MAG- und dem Lichtbogenhandverfahren. Als Schweißzusätze finden sowohl ferritische als auch austenitische Elektroden Anwendung. Ist mit hohen Eigenspannungen zu rechnen oder ein Vorwärmen des Schweißbereichs nicht möglich, empfiehlt sich der Einsatz austenitischer Elektroden.

Vermeiden von Kaltrissen

Dem Kaltrissverhalten ist bei allen verschleißfesten Stählen eine besondere Beachtung zu schenken. Kaltrisse sind zeitlich verzögert auftretende Risse in der Wärmeeinflusszone oder im Schweißgut, die sich unter Einwirkung von Wasserstoff und Spannungen bilden können. Das Vorwärmen ist ein wirksames Mittel, um diese Risse zu vermeiden. Es verzögert die Abkühlung des Nahtbereiches und begünstigt damit die Wasserstoffeffusion. Weiterhin sind Massnahmen zu treffen, die einen möglichst geringen Eintrag von Wasserstoff in das Schweißgut sicherstellen, z.B. die Säuberung und das Trocknen der Nahtfugen, die Einstellung eines stabilen Schutzgasstromes beim MAG-Schweißen und die Verwendung von rückgetrockneten basischen Stabelektroden beim Lichtbogenhandschweißen. Die Schweißfolge soll auf eine möglichst geringe Eigenspannung ausgerichtet sein.

Die Gefahr, dass Kaltrisse im Schweißgut entstehen, ist bei Verwendung von austenitischen Schweißzusätzen am geringsten. Auf ein Vorwärmen kann bei austenitischem Schweißgut im Allgemeinen verzichtet werden. Wird mit Rücksicht auf die Kosten ferritisch geschweisst, sollte das MAG-Schweißen bevorzugt werden.

8. Typische Kohlenstoffäquivalente CET*)
Typical carbon equivalents CET*)

Stahlsorte Steel grade	Blechdicke / Plate thickness [mm]												
	≤ 8	10	15	20	25	30	35	40	50	60	70	80	90
XAR® 300	0,40 %												
XAR® 400	0,28 %	0,32 %		0,33 %			0,37 %						
XAR® 400 W	0,41 %												
XAR® 450	0,30 %	0,35 %			0,40 %								
XAR® 500	0,41 %				0,44 %				0,46 %				
XAR® 600	0,54 %												

*) CET = C + (Mn + Mo) / 10 + (Cr + Cu) / 20 + Ni / 40

Das Kaltrissverhalten wird neben der chemischen Zusammensetzung des Grundwerkstoffes und des Schweißgutes von der Blechdicke, dem Wasserstoffgehalt des Schweißgutes und durch das Wärmeeinbringen beim Schweißen sowie durch den Eigenspannungszustand im Nahtbereich bestimmt. Die Kaltrissempfindlichkeit eines Stahls lässt sich anhand seiner chemischen Zusammensetzung abschätzen. Dazu eignet sich in besonderem Masse das aus umfangreichen Kaltrissuntersuchungen abgeleitete Kohlenstoffäquivalent CET.

Typische CET-Werte der verschleißfesten Sonderbaustähle XAR® sind in der Abbildung enthalten.

Bei der Verarbeitung verschleissfester Sonderbaustähle kommen vorzugsweise Kehlnähte zum Einsatz.

Die Abbildung gibt Auskunft über die je nach Blechdicke und Kohlenstoffäquivalent erforderliche Vorwärmtemperatur beim MAG-Schweißen von Kehlnähten. Ein Vorwärmen ist im Allgemeinen mit zunehmender Blechdicke erforderlich, wenn das CET über 0,32 % liegt und eine dem Diagramm zu entnehmende Blechdicke überschritten wird.

9. Vorwärmtemperatur beim Schutzgasschweißen (Wärmeeinbringen Q = 1,0 kJ/mm, Wasserstoffgehalt HD = 2 ml/100)
Preheat temperatures for gas metal-arc welding (Heat input Q = 1.0 kJ/mm, hydrogen content HD = 2 ml/100 g)

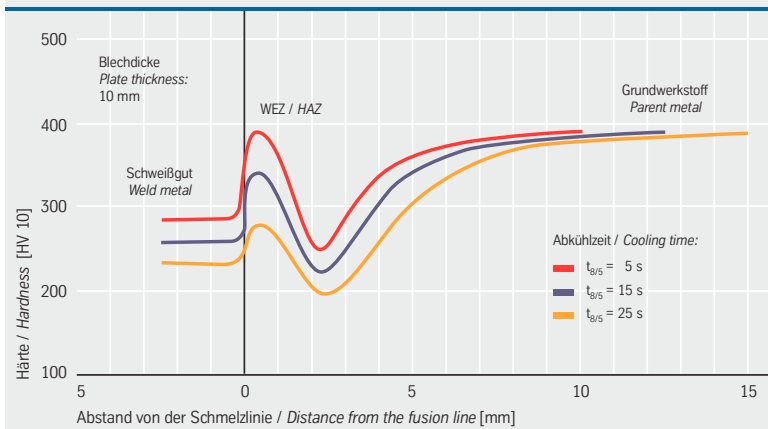
Stahlsorte Steel grade	Blechdicke / Plate thickness [mm]														
	≤ 5	≤ 10	≤ 15	≤ 20	≤ 25	≤ 30	≤ 35	≤ 40	≤ 45	≤ 50	≤ 55	≤ 60	≤ 65	≤ 70	> 70
XAR® 300	–	75 °C	100 °C	125 °C	150 °C	175 °C									
XAR® 400		–		75 °C	125 °C	150 °C	175 °C								
XAR® 450		–		75 °C	125 °C	150 °C	175 °C								
XAR® 500	–	100 °C	125 °C	150 °C	175 °C	200 °C	200 °C	200 °C	200 °C	200 °C	200 °C	200 °C	200 °C	200 °C	200 °C + PH*
XAR® 600	150 °C	175 °C	200 °C	Austenitische Schweißzusätze austenitic filler metals ohne/without 100 – 150 °C											

*) Nachwärmen 200 °C, 1 Stunde / * Post-heating 200 °C, 1 hour

Wahl der Schweißbedingungen

In der Wärmeeinflusszone der Schweißnaht ergibt sich infolge des Temperatur-Zeit-Verlaufes beim Schweißen eine Veränderung der Eigenschaften. Der Temperatur-Zeit-Verlauf ist abhängig von den Schweißbedingungen, die sich durch die Abkühlzeit t_{8/5} kennzeichnen lassen. Das ist die Zeit, die während des Abkühlens nach dem Schweißen einer Raupe benötigt wird, um den Temperaturbereich von 800 auf 500°C zu durchlaufen. Eine zu schnelle Abkühlung der Schweißraupen führt zu einer hohen Härte an der Schmelzlinie und erhöht die Kaltrissgefahr im Schweißnahtbereich.

10. Schweißen von XAR® 400 (Härteverlauf in der Wärmeeinflusszone)
Welding of XAR® 400 (Hardness distribution in the heat-affected zone)



Eine zu langsame Abkühlung hat zur Folge, dass die Wärmeeinflusszone nahe der Schmelzlinie eine schlechtere Zähigkeit aufweist und die Härte in der Anlasszone, wie in dieser Abbildung für den XAR® 400 dargestellt, deutlich unter die des Grundwerkstoffes abfallen kann. Die Schweißbedingungen, ausgedrückt durch die Abkühlzeit, beeinflussen zum einen das Härteminimum, zum anderen die Breite der Erweichungszone.

11. Definition der Streckenenergie E [kJ/mm]
Definition of heat input E [kJ/mm]

$E = \frac{U \cdot I \cdot 60}{v \cdot 10000}$	U	Schweißspannung Welding voltage	[V]
	I	Schweißstrom Welding current	[A]
	v	Schweißgeschwindigkeit Welding speed	[cm/min]

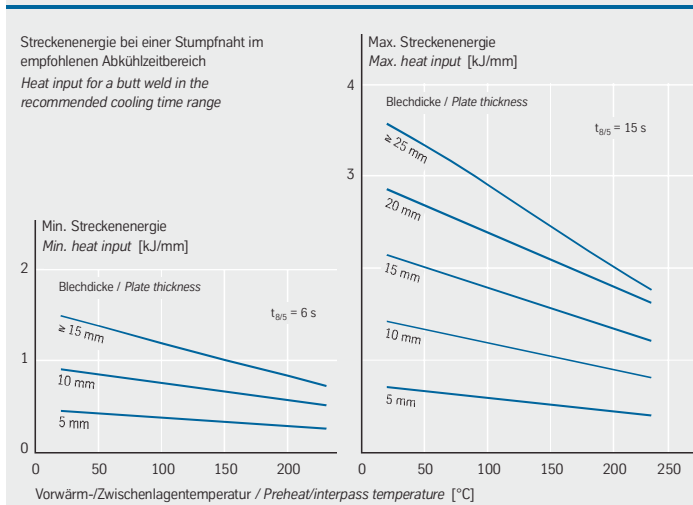
Das Schweißen mit angemessener Streckenenergie, die gemäss Abbildung berechnet wird, erweist sich in diesem Zusammenhang als vorteilhaft.

12. Empfohlener Abkühlzeitbereich
Recommended cooling time range

Stahlsorte Steel grade	Abkühlzeit / Cooling time $t_{8/5}$	
	min.	max.
XAR® 400, XAR® 450	5 s	20 s
XAR® 300, XAR® 500	6 s	15 s
XAR® 600	8 s	15 s

Für die verschleissfesten Sonderbaustähle finden im Allgemeinen die in der Abbildung aufgeführten Abkühlzeiten Anwendung.

13. Streckenenergie beim MAG-Schweißen von XAR® 500
Heat input during MAG welding of XAR® 500



Ausgehend von der Nahtgeometrie, der Blechdicke und -temperatur sowie dem thermischen Wirkungsgrad des Schweißverfahrens kann man die geeignete Streckenenergie festlegen, wie z.B. für das Schutzgasschweißen von Stumpfnähten in der Abbildung gezeigt wird. Dabei ist sicherzustellen, dass die gewählte Vorwärm- bzw. Zwischenlagentemperatur ausreicht, um Kaltrisse zu vermeiden. Kehlnähte lassen aufgrund der stärkeren Wärmeableitung höhere Streckenenergien als Stumpfnähte zu. Bei der Kehlnaht am T-Stoss führt eine etwa um 20 bis 40% höhere Streckenenergie zur gleichen Abkühlzeit wie bei der Stumpfnäht.

Auftragsschweißen

14. Schweißzusatzwerkstoffe für das Auftragsschweißen
Welding filler metals for surface layer welding

Bezeichnung Brand name	Verfahren Process	Belastung Load	Chemische Zusammensetzung / Chemical composition [%]										Bemerkung Remark
			C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	Nb	W	Ti	B	
SK 900-0	FD	R	3,0	0,3	0,35	3,0					50,0		62 – 67 HRC
SK 785-0	FD	R	5,0	0,8	0,3	30,0							57 – 62 HRC
Thermanit 600 Violet	E	S + R	0,35	3,2	1,0	8,5							57 – 62 HRC
SK 258-0	FD	S + R	0,45	0,9	1,6	6,0	1,5				1,5		52 – 57 HRC
SK 600-G	FD	S + R	0,55	1,0	1,6	6,0	0,75						57 – 62 HRC
Union A600 IG	MAG	S	0,45	3,0	0,4	9,5							57 – 62 HRC
SK TO 43	FD	R	5,0	1,5	0,2	22,0			7,0				57 – 62 HRC
SK 258 TIC-0	FD	S + R	1,7	0,5	1,2	6,5	1,4				5,0		52 – 57 HRC
SK A 45-0	FD	R	5,3	0,7	0,2	21,0	6,3		6,0	1,9			63 HRC
SK 600-G	FD	R	0,4	0,6	0,9	5,5	1,4			1,6			58 HRC
SK A 70-G	FD	R	2,6	0,6	1,7	14,8			4,7			2,2	67 HRC
Thermanit X	WIG/E/MAG		0,1		7,0	18,5		8,0					175 – 225 HBW kalverfestigt / strain-hardened 400 HBW R _{0,2} ≥ 320 N/mm ² R _m ≥ 600 N/mm ² A ₅ ≥ 40 %
SK 402-0	FD		0,1		6,5	18,5		8,0					

Lieferant / Supplier: Böhler Thyssen Schweißtechnik Deutschland GmbH, Hamm, Germany

Zeichenerklärung: E/G = Stabelektrode/Gasschweißstab, FD = Fülldraht, WIG/E/MAG = WIG-Stab/Stabelektrode/MAG-Massivdrahtelektrode, S = Schlagverschleiß, R = Reibverschleiß

Explanation of symbols: E/G = Coated electrode/Gas welding rod, FD = Flux-cored wire, WIG/E/MAG = WIG rod/coated electrode/MAG solid-wire electrode, S = Impact induced wear, R = Abrasive wear

In Konstruktionen, die ein gutes Zähigkeitsverhalten des verschleisswiderstandsfähigen Stahls, z.B. XAR® 400, erfordern, aber auch bei Einsatz des verschleissfesten Sonderbaustahls XAR® 500, können sich örtlich Beanspruchungen ergeben, die einen zusätzlichen Schutz erforderlich machen. Dieser Schutz lässt sich durch Auftragsschweißen sowohl von Hand als auch automatisch aufbringen. Die Flächen müssen frei von Rost, Zunder, Fett und anderen Verunreinigungen sein.

Um den Charakter einer Auftragsschweißung und die Verschleisseigenschaften des Auftragswerkstoffes nicht zu verändern, muss die Vermischung des Schweißgutes mit dem Blechwerkstoff so gering wie möglich bleiben. Dies bedeutet für das Lichtbogenschweißen niedrige Stromstärken, die das Schweißverfahren bei geringstem Einbrand eben noch gestattet.

Hinweis: Die technischen Informationen basieren auf den Publikationen (Werkstoffblätter und Broschüren) der ThyssenKrupp Steel AG.

Bearbeitungscenter für Stahlplatten



Unser Blechbearbeitungscenter ermöglicht bei einem einzigen Durchgang die hauptsächlichen Bearbeitungen wie:

- Plasmaschneiden 4 - 40 mm
- Autogenschneiden 4 - 130 mm
- Bohren bis Ø 30 mm (grösser auf Anfrage)
- Gewindschneiden
- Schweisskantenfräsen
- Planfräsen (auf Anfrage)
- Markieren
- Entgraten

Wir liefern Ihnen fertig bearbeitete Stahlplatten in den Qualitäten S235JR, S355J2+N und XAR® 400 - 500 nach den gebräuchlichen Toleranzen nach DIN 2310/II B bzw. EN ISO 9013.



Ihr Nutzen, der sich für Sie bestimmt bezahlt macht:

- alles aus einer Hand
- Zeit- und Kostenersparnis in der AVOR und Bearbeitung
- präzise Anarbeitung
- kürzere Durchlaufzeit des kompletten Teils bei Ihnen
- kein Verschnitt, keine Resten
- kurze Liefertermine
- elektronischer Datenaustausch via E-Mail in dxf- oder dwg-File
- Datenspeicherung für Folgeaufträge

Debrunner Acifer

klöckner & co multi metal distribution

Carouge/GE 022 307 94 20
Crissier 021 637 53 18
Emmenbrücke 041 259 63 18
Frenkendorf 061 905 23 18
Giubiasco 091 850 13 08
Givisiez 026 460 23 18
La Chaux-de-Fonds 032 911 40 40

Landquart 081 307 27 26
Näfels 055 618 83 18
Neuchâtel 032 737 88 32
Nyon 021 637 53 18
Ostermundigen 031 939 30 10
Regensdorf 044 843 53 53
Sierre 027 455 15 05

St.Gallen 071 274 33 18
Visp 027 948 31 30
Weinfelden 071 626 53 18
Wettingen 056 437 83 18

Ein Unternehmen der Debrunner Koenig Gruppe



www.d-a.ch