

Warmgewalzte Stahlbleche und -bänder

Verschleiß- und Oberflächendruck- beständige Stähle

Raex

Gehärtete, verschleißfeste Stähle, konzipiert für Beständigkeit gegen abrasiven Verschleiß und hohen Oberflächendruck. Trotz hoher Festigkeit und Härte sind diese Stähle gut schweißbar und umformbar. Die ausgezeichnete Verschleißfestigkeit minimiert die Kosten für Verschleißkomponenten. Die Eigenschaften von Optim QC begünstigen eine umweltfreundliche Konstruktion und eine nachhaltige Entwicklung. Der Eigenspannungsabbau durch den effizienten Dead Flat Prozess (Richtwalzen) sichert gute Ebenheit und minimierte Eigenspannungen.

Anwendungen

- Rahmen, Schaufeln und Verschleißleisten von Erdbaumaschinen
- Verschleißteile von bergbauindustriellen Anlagen
- Verschleißteile von Betonmischanlagen und Maschinen für die Holzverarbeitung
- Ladeflächen (Kipper)
- Schüttguttrichter
- Container
- Förderketten

Ruukki ist Ihr kompetenter und verlässlicher Partner für metallbasierte Materialien, Komponenten, Systeme und Gesamtlösungen. Wir arbeiten kontinuierlich an der Weiterentwicklung unserer Prozesse und Produkte mit dem Ziel, Ihre Anforderungen noch besser zu erfüllen.

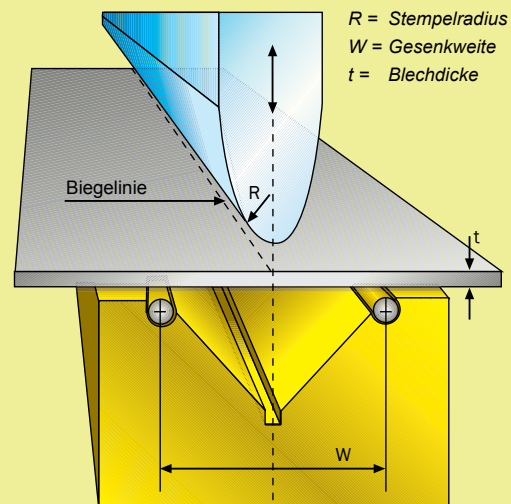
- **Bezeichnung**
Raex 400, Raex 450 und Raex 500 sind gehärtete verschleißfeste Stähle. Der Zahlenwert kennzeichnet jeweils die Härteklasse (mittlere Brinellhärte): 400 HBW, 450 HBW und 500 HBW.
- **Produktformen und Abmessungen**
Bandbleche und Quartaufbleche. Die lieferbaren Abmessungsbereiche sind der Tabelle 3 zu entnehmen.
- **Lieferzustand**
Gehärtet.
- **Maß- und Formtoleranzen**
Quartoprodukte: Dicke EN 10029 Klasse A, Breite und Länge EN 10029, Ebenheit EN 10029: Klasse N, Stahlgruppe H
Bandbleche: Dicke, Breite und Länge EN 10051, Ebenheit EN 10029: Klasse N, Stahlgruppe H
- **Chemische Zusammensetzung**
Die chemische Zusammensetzung zeigt Tabelle 1.
- **Mechanische Eigenschaften**
Die mechanischen Eigenschaften zeigt Tabelle 2.
- **Oberflächenbeschaffenheit**
EN 10163-2 Klasse A3. Reperaturschweißen ist bei der Produktion von Raex-Blechen nicht erlaubt.
- **Verschleißfestigkeit und Härte**
Das Gefüge der verschleißfesten Stähle ist martensitisch. Dies garantiert ihre hohe Härte und Zugfestigkeit. Im Vergleich zu S355 Baustahl bieten Raex 500 mehr als die dreifache Härte, Raex 450 annähernd die dreifache Härte und Raex 400 etwa zweieinhalbfache Härte. Hohe Härte und Zugfestigkeit verleihen Stahl eine hohe Beständigkeit gegen abrasiven Verschleiß. Gute Verschleißfestigkeit ist das wichtigste Auswahlkriterium für diese Stähle.
- **Materialprüfung**
Die Brinell-Härte HBW wird entsprechend der Norm EN ISO 6506-1 gemessen.
- **Dead Flat Prozess (Richtwalzen) von Bandblechen**
Beim Dead Flat (DF)-Prozess werden die Bandbleche über die gesamte Dicke kalt umgeformt. Auf diese Weise werden Eigenspannungen im Material abgebaut und es wird eine ausgezeichnete Ebenheit der Bandbleche erreicht. Der Verzug beim Schweißen wird leichter beherrschbar und die Reproduzierbarkeit beim Abkanten wird verbessert. DF-Produkte bieten minimalen Verzug beim Schneiden und können normalerweise ohne

Richtprozess weiter verarbeitet werden. Der DF-Prozess verbessert die Oberflächenqualität und reduziert die Oberflächenrauheit von Raex Bandblechen. Die ebenen und spannungsarmen Bandbleche verkürzen die Durchlaufzeiten bei der Blechbearbeitung. Der DF-Prozess wird im Prüfzeugnis vermerkt.

- **Prüfbescheinigung**
Für Raex-Stähle werden alternativ, auf Kundenwunsch, entweder ein Werkszeugnis 2.2 oder ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach der Norm EN10204 ausgestellt. Mit dem Prüfzeugnis werden die chemische Zusammensetzung des Stahls gemäß Schmelzenanalyse und die Härte des gehärteten Blechs angegeben.
- **Gesenkbiegen und freies Biegen**
Trotz ihrer hohen Härte können Raex 400 and Raex 450 durch freies Biegen oder Gesenkbiegen umgeformt werden. Jedoch sind die Biegekraft, die Rückfederung und der Mindestbiegeradius größer als bei weicheren Baustählen. Beim Biegen kommen der Verarbeitungstechnik, dem Zustand der Werkzeuge und einer sorgfältigen

● **Gesenkbiegen oder freies Biegen**

Bild 1



- Die Oberflächenhärte der Matrize muß in den Kontaktbereichen mit dem Werkstück höher sein als die Härte des zu biegenden Bleches. Bei der im Bild gezeigten Konfiguration werden 20 mm starke Eisenstäbe mit einer Härte von ca. 53 HRC eingesetzt.
- Das V-Gesenk muß sauber gehalten werden.
- Eine größere Gesenkeweite reduziert die nötige Biegekraft, erhöht jedoch die Rückfederung.
- Rückfederung:
Raex 400 9° – 13°
Raex 500 10° – 15°

Planung besondere Bedeutung zu. Allg. Empfehlungen für das Biegen von verschleißfesten Stählen sind:

- Nehme den größtmöglichen Biegeradius (Tabelle 4).
- Überschleife alle Kratzer und andere Oberflächenfehler auf der Zugseite der Bleche, um Risseinleitung durch Kerbwirkung zu vermeiden.
- Überschleife alle rauen Kanten von thermisch oder mechanisch geschnittenen Blechen, zumindest auf der Zugseite.
- Führe die Biegung in einem Hub zur Endform aus - keine Rückfederung während des Arbeitsganges.
- Glatte Stempel- und Matrizenoberflächen.
- Schmierung der Kontaktflächen reduziert die Reibung.
- Vorwärmen auf 100 - 200 °C reduziert die benötigte Biegekraft und das Risiko von Rissbildung.
- Ein Matrizentyp wie in Bild 1 gezeigt verbessert die Qualität der Biegung.

● **Arbeitssicherheit**

Gehärtete Raex verschleißfeste Stähle müssen mit besonderer Sorgfalt verarbeitet werden, wie z.B. beim Biegen. Die Instruktionen vom Stahlhersteller sowie eine gute Qualität der Verarbeitungstechnik bilden einen wesentlichen Beitrag zur Arbeitssicherheit.

● **Schweißen**

Wenn der professionelle Schweißer den folgenden Punkten besondere Aufmerksamkeit widmet, gelingt das Schweißen von gehärteten verschleißfesten Stählen mit allen konventionellen Verfahren:

- richtige Arbeitstemperatur
- richtige Wahl der Schweißzusatzwerkstoffe
- passende Streckenenergie.

Wärmebehandlungen nach dem Schweißen sollten nach Möglichkeit vermieden werden, da die Härte und damit die Verschleißfestigkeit reduziert werden können.

Kohlenstoffäquivalent (CEV)

Die Werte für die Kohlenstoffäquivalente zeigt Tabelle 9.

Arbeitstemperatur

Durch das Erhöhen der Arbeitstemperatur wird das Abkühlen der Schweißnaht verlangsamt. Dies reduziert das Risiko der Entstehung einer zu harten, spröden und damit für Rissbildung anfälligen Mikrostruktur in der Wärmeeinflusszone (WEZ). Für die Stahlsorte RAEX 400 wird empfohlen, die Arbeitstemperatur zu erhöhen, wenn die kombinierte Blechdicke ca. 40 mm überschreitet. Die entsprechende Grenzdicke für RAEX 450 liegt bei ca. 30 mm und für RAEX 500 bei ca. 20 mm. Im Allgemeinen ist eine Arbeitstemperatur von 100 °C ausreichend, um gute Ergebnisse zu erzielen.

Beim Schweißen von massiven und komplizierten Kon-

struktionen sowie unter besonders schwierigen Bedingungen ist jedoch eine höhere Arbeitstemperatur von 150 – 200 °C empfehlenswert, siehe Tabelle 5. Bei noch höheren Arbeitstemperaturen können sich die mechanischen Eigenschaften verschlechtern.

Schweißzusatzstoffe

Als Schweißzusätze können entweder konventionelle, so genannte unlegierte Zusatzstoffe oder so genannte legierte, festeres Schweißgut erzeugende Zusatzstoffe eingesetzt werden. Die unlegierten Zusatzstoffe sind in der Regel Silizium und Mangan legiert. Die Festigkeit des von unlegierten Zusatzstoffen erzeugten Schweißgutes bleibt geringer als die Festigkeit des gehärteten Grundmaterials. In diesem Fall spricht man allgemein von „unterfesten“ oder „undermatching“ Zusatzstoffen, wie z.B. E 7018, AWS A5.17, AWS A5.18 und AWS A5.20. Bei legierten Zusatzstoffen spricht man entsprechend von „gleichfest“ oder „matching“, wie z.B. E 11018, E 9018, AWS A5.28 und AWS A5.29. Das von unlegierten Zusatzstoffen erzeugte Schweißgut nimmt Schweißspannungen sicherer auf; dies ist eine Folge des besseren Formänderungsvermögens des weichen Schweißgutes im Vergleich zum festen Schweißgut. Besonders nachdrücklich wird die Verwendung von basischen Zusatzstoffen mit geringem Wasserstoffgehalt empfohlen (Wasserstoffgehalt des Schweißgutes $HD \leq 5 \text{ ml/100 g}$), damit der für das Schweißergebnis nachteilige Wasserstoffgehalt auf einem sicheren niedrigen Niveau bleibt.

Unlegierte Zusatzstoffe werden eingesetzt, wenn die Schweißnähte der Konstruktion während der Nutzung keinem starken Verschleiß bzw. großer Belastung ausgesetzt sind. Die Anwendung von legierten Zusatzstoffen ist entsprechend erforderlich, wenn die Schweißnaht starkem Verschleiß ausgesetzt ist oder von dem Schweißgut eine hohe Festigkeit auf dem Niveau des Grundmaterials erwartet wird. Bei der Verwendung legierter Zusatzstoffe ist der Bedarf nach Erhöhung der Arbeitstemperatur größer als beim Schweißen mit unlegierten Zusatzstoffen. Beim Schweißen von mäßig dicken Blechen ist es im Allgemeinen ausreichend, 1–3 Decklagen mit einem gleichfesten Zusatzstoff zu schweißen und die Fülllagen mit einem unterfesten Zusatzstoff. Beispiele für Schweißzusätze enthält Tab. 6.

Streckenenergie

Der Höchstwert der Streckenenergie für Raex- Stähle muss begrenzt werden, einerseits zur Einschränkung des austenitischen Kornwachstums und andererseits der thermischen Anlassung des Martensits. Ein zu starkes Anwachsen der Korngröße verschlechtert die Zähigkeit der Schweißverbindung. Ein höherer Anteil

an Anlassmartensit dagegen verringert die Härte und Festigkeit. Der Mindestwert der Streckenenergie muss wiederum ausreichend groß sein, um eine zu starke Härtung der WEZ zu vermeiden. Eine Erhöhung der Arbeitstemperatur wirkt in gleicher Weise.

Die Erzielung von optimalen Eigenschaften für Schweißnähte setzt die Auswahl der Streckenenergie in der Weise voraus, dass die Abkühlzeit $t_{8/5}$ der Schweißverbindung mindestens 10 s, aber höchstens 20 s beträgt. Beim MAG-Schweißen eines 10 mm dicken Bleches entspricht diese Anforderung beispielsweise einer Streckenenergie von 1,2 – 1,7 kJ/mm. Die Größe $t_{8/5}$ bezeichnet die Abkühlzeit der Verbindung im Temperaturbereich 800 – 500 °C, die für die Mikrostruktur der WEZ entscheidend ist.

Praktische Maßnahmen

- Möglichem Verzug durch entsprechende Wahl der Schweißparameter vorbeugen.
 - Vorwärmen, insbesondere beim Heftschweißen.
 - Eine feste Heftschweißung sollte in der Mitte des zuschweißenden Bleches erfolgen.
 - Lagerungs- und Anwendungshinweise des Lieferanten der Schweißzusätze und Hilfsstoffe beachten.
 - Schweißrichtung von der Mitte zu den Rändern hin.
 - Die zu schweißenden Bereiche sollten auf konstanter Temperatur gehalten werden, z.B. durch kontinuierliches Schweißen ohne Unterbrechungen.
 - Beim Schweißen dicker Bleche beidseitige Schweißnahtvorbereitung über ganze Blechdicke
 - Große Blechbereiche und dicke Verbindungen sollten vor zu schnellem Abkühlen geschützt werden, z.B. durch Abdeckung mit Mineralwolle.
 - An den Blechrändern wird der Einsatz von Endstücken empfohlen. Die Wurzel vorsichtig öffnen.
 - Kohle-Lichtbogen-Abtragen möglichst vermeiden; zumindest sind die Spuren hiervon vor dem Schweißen zu verschleifen.
 - Ränder und Ecken der Schweißnähte glattschleifen.
- **Wärmebehandlung**
Die Stähle sind nicht für eine Wärmebehandlung vor oder nach der Bearbeitung vorgesehen. Die einzige Wärmebehandlung, bei der die Verschleißbeständigkeit erhalten bleibt, ist Anlassen bei einer moderaten Temperatur von 150 – 200 °C.
 - **Thermisches Schneiden**
Beim thermischen Schneiden bildet sich eine Wärmeinflusszone (WEZ), ähnlich der WEZ beim Schmelzschweißen. Die Oberfläche (Schnittfläche) härtet bis zu einer Tiefe von 1 – 2 mm. Darunter bildet sich durch die Restwärme eine weichere Wärmeinflusszone.

Allgemeine Empfehlungen für das thermische Schneiden von verschleißbeständigen Stählen:

- Bleche aus einem kalten Lager dürfen nicht ohne ausreichende Vorwärmung geschnitten werden.
- Dicke Bleche sollten vorgewärmt werden; die empfohlenen Arbeitstemperaturen enthält Tabelle 7.
- Das Schneiden von Phasen über 45° an dicken Blechen erfordert in einigen Fällen eine nachfolgende kontrollierte Kühlung, z.B. durch Abdeckung mit Mineralwolle.
- Für die weitere Verarbeitung sollten die Schnittflächen durch Schleifen von gehärtetem Material und scharfen Ecken befreit werden.
- Die Schneidgeschwindigkeit hängt von der Methode und der Anlage ab.
- Die thermischen Schneideigenschaften von verschleißfesten Stählen sind normalerweise etwas besser als von Baustählen.

Bei Blechdicken über 10 mm ist es in der Praxis vorteilhaft, das zu schneidende Blech vorzuwärmen. Die Arbeitstemperatur muss unterhalb 200 °C bleiben, damit die Verschleißfestigkeit über das gesamte Blech anforderungsgemäß erhalten bleibt. Das Abkühlen im Bereich der Schnittfuge darf nicht von außen beschleunigt werden. Bei Bedarf kann das Abkühlen der Stahloberfläche verlangsamt werden, beispielsweise durch Abdecken mit Mineralwolle. Ein direkt aus einem kalten Lager gebrachtes Blech darf nicht geschnitten werden, bevor es nicht ausreichend angewärmt ist.

● Flammrichten

Jedes Flammrichten sollte unter Berücksichtigung der mechanischen Eigenschaften dieser Stähle, die durch eine Wärmebehandlung erzielt wurden, durchgeführt werden. Beim Flammrichten darf die Temperatur auch örtlich maximal 450 °C nicht überschreiten, sonst kann ein örtliches Anlassen und damit ein Härteverlust auftreten. Besondere Vorsicht beim Flammrichten ist erforderlich, wenn die Struktur einer Ermüdungsbeanspruchung ausgesetzt ist. Typische Bauteile, die solche Belastungen erfahren, sind z.B. Lüfterschaukeln.

● Mechanisches Richten

Kleinere Unebenheiten an Blechen aus verschleißfestem Stahl können mit Hilfe hydraulischer und mechanischer Pressen gerichtet werden. Die beim Richten mit Pressenkraft aufzubringenden Kräfte und die Rückfederung des Stahls sind groß. Zum Richten von dünneren Blechkonstruktionen kann auch eine Kombination aus Richten mit Pressenkraft und Hämmern zum Einsatz kommen. Eine Kombination aus Flammrichten und Richten mit Pressenkraft ist in den meisten Fällen jedoch nicht empfehlenswert.

● **Mechanisches Schneiden**

Die hohe Festigkeit und Härte der verschleißfesten Stähle haben einen großen Einfluß auf das mechanische Schneiden. Das zu schneidende Blech ist fast so hart wie das Schneidmesser. Dadurch treten hohe Spannungen beim Schneiden auf und die Werkzeugbelastung ist entsprechend groß. Eine reduzierte Standzeit der Schneidmesser durch Abstumpfung und Beschädigungen ist die Folge.

Werden die Eigenschaften von verschleißfesten Stählen berücksichtigt, lassen sich diese jedoch auch mechanisch schneiden. Raex 400 kann mit entsprechend stabilen und leistungsfähigen Anlagen geschnitten werden (Siehe Bild 2 und Tabelle 8). Die Härte der Messer muß über 53 HRC liegen. Das mechanische Schneiden von Raex 500 ist nur bedingt und nur für Bleche unter 10 mm Dicke empfehlenswert.

Allgemeine Empfehlungen für das mechanische Schneiden von verschleißfesten Stählen:

- Es muss eine spielfreie Hochleistungs- Schneidanlage eingesetzt werden.
- Die Härte der Schneidmesser muß über 53 HRC liegen, wenn Raex 400 oder Raex 450 geschnitten werden und über 57 HRC für Raex 500.
- Die Standzeit der Messer kann durch Abrunden der

- Kanten mit einem Ölschleifstein verlängert werden.
- Das Schnittgut muß unterstützt werden, damit es nicht nach unten gebogen wird und diskontinuierlich abreißt Dies hätte eine ungerade Schnittführung zur Folge und die Gefahr des Ausbrechens der Messer nimmt zu.
- Während des Schneidvorganges muß das Blech fest auf der Unterlage fixiert sein.
- Das Verkleben der Schneidmesser kann durch Einsatz von Trockenschmierstoffen auf den Messeroberflächen verhindert werden.
- Beschädigungen der Messer können am Schneidgeräusch erkannt werden.
- Werkzeugspezifische Schneidparameter- Tabellen erleichtern die Bestimmung der optimalen Schneidwerte.

● **Spanende Bearbeitung**

RAEX- Stähle können mit Hochleistungsmaschinen und Hartmetallwerkzeugen spanend bearbeitet werden. Es ist sogar möglich Löcher zu bohren mit Werkzeugen aus Schnellarbeitsstahl, vorausgesetzt, Werkzeuggeometrie und Bohröl wurden passend gewählt.

● **Weitere Informationen**

Die folgenden Datenblätter haben Bezug zum Thema: Borstahl, Schweißen, Thermisches Schneiden und Flammrichten, Umformen, Mechanisches Schneiden, Spanende Bearbeitung.

• **Chemische Zusammensetzung**

Tabelle 1

	Dicke mm		Gehalt %, maximal (Schmelzanalyse)									
	Bandbleche	Quartobleche	C	Si	Mn	P	S	Al	Cr	Ni	Mo	B
Raex 400	2.5 – 12	5 – 30	0.23	0.70	1.70	0.030	0.015	0.060	1.50	0.40	0.50	0.004
	–	(30) – 60	0.24	0.70	1.70	0.030	0.015	0.060	1.00	0.70	0.50	0.004
Raex 450	3 – 12	6 – 60	0.26	0.70	1.70	0.030	0.015	0.060	1.00	0.70	0.50	0.004
Raex 500	3 – 12	5 – 60	0.30	0.70	1.70	0.030	0.015	0.060	1.00	0.80	0.50	0.004

Aluminium (Al) und/oder Titan (Ti) wird zum Abbinden von Stickstoff (N) genutzt.

• **Mechanische Eigenschaften**

Tabelle 2

	Dicke mm		Streckgrenze	Zugfestigkeit	Bruchdehnung	Härte	Kerbschlagarbeit	
	Bandbleche	Quartobleche	R _{p0.2} N/mm ²	R _m N/mm ²	A ₅ %	HBW	t °C	KV J
Raex 400	2.5 – 12	5 – 15	1000	1250	10	360 – 420	-40	40
	–	(15) – 30	1000	1250	10	360 – 450	-40	20
	–	(30) – 60	1100	1400	8	360 – 480	-40	20
Raex 450	3 – 12	6 – 60	1200	1450	8	425 – 475	-40	20
Raex 500	3 – 12	5 – 60	1250	1600	8	450 – 530	-30	20

Richtwerte.

• **Abmessungen**

Tabelle 3

Bandbleche

	Dicke mm	Breite mm ¹⁾	max. Länge mm
Raex 400	2.5 – 6	1000 – 1560	12 000
Raex 400	(6) – 12	1000 – 1540	6 000
Raex 450	3 – 6	1000 – 1560	12 000
Raex 450	(6) – 12	1000 – 1540	6 000
Raex 500	3 – (4)	1000 – 1350	6 000
Raex 500	4 – 12	1000 – 1540	6 000

¹⁾ Die exakten Werte hängen von der Dicke ab.

Quartobleche

	Dicke mm ¹⁾	Breite mm ²⁾	max. Länge mm
Raex 400/450/500	5 – 60	1750 – 2500	6 000

¹⁾ Blechdicken über 60 mm und Blechlängen über 6 m nach Absprache. Die Mindestdicke von Raex 450 ist 6 mm.

²⁾ Die exakten Werte hängen von der Dicke ab.

• **Freies Biegen**

Tabelle 4

Dicke mm	Freies Biegen < 90°				90° Biegen	
	Stempelradius / Blechdicke R/t		Gesenkweite / Blechdicke W/t		V-Gesenk W/t	
	Lage der Biegelinie in Bezug auf die Walzrichtung					
	quer	längs	quer	längs		
Raex 400 2.5 – 6	3	3	9	9	≈ 15	
Raex 400 (6) – 20	3	4	9	11	≈ 15	
Raex 450 3 – 20	4	5	11	13	≈ 15	
Raex 500 5 – 20	≈ 10	≈ 12	23	27	–	

Richtwerte für das Biegen.

Für das Biegen von Blechen über 20 mm Dicke wenden Sie sich bitte an unsere technische Kundenberatung.

• **Empfohlene Arbeitstemperaturen beim Schweißen, °C**

Tabelle 5

	Schweißprozess Wasserstoffgehalt der Schweißnaht HD	Minimum Streckenenergie E kJ/mm	Kombinierte Blechdicke t, mm											
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Raex 400	MAG Drahtelektrode Fülldrahtelektrode, Stabelektrode HD ≤ 5 ml/100 g	1.5	20		50		75	125	150					
		2	20					125			150			
		2.5	20					100			125			
	Fülldrahtelektrode, Stabelektrode HD = 5 – 10 ml / 100 g	1.5	20	100		125		175			200			
		2	20			100	125	150		175				
		2.5	20			75		125	150		175			
	Unterpulverschweißen HD = 5 – 10 ml / 100 g	1.5	20	50		100	125	150	175					
		2	20			75		125	150		175			
		2.5	20					100	125	150				
Raex 500	MAG Drahtelektrode Fülldrahtelektrode, Stabelektrode HD ≤ 5 ml/100 g	1.5	20	75	125	150		175						
		2	20	75		125		150			175			
		2.5	20			75	125		150		175			
	Fülldrahtelektrode, Stabelektrode HD = 5 – 10 ml / 100 g	1.5	20	150	175	200 ¹⁾								
		2	20	100	150	175	200 ¹⁾							
		2.5	20	50	100	150	200 ¹⁾							
	Unterpulverschweißen HD = 5 – 10 ml / 100 g	1.5	20	100	150	175	200 ¹⁾							
		2	20	50	100	150	200 ¹⁾							
		2.5	20			50	100	200 ¹⁾						

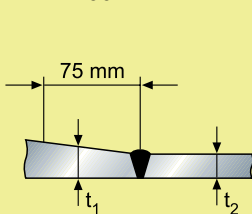
¹⁾ Arbeitstemperaturen über 200°C können die mechanischen Eigenschaften der Schweißverbindung beeinflussen. Bei Bedarf kontaktieren Sie bitte unseren Kundenservice.

$$E = \frac{60 \cdot U \cdot I}{100 \cdot v}$$

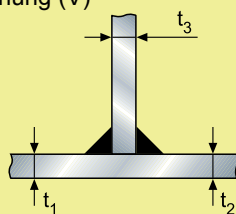
mit

E = Streckenenergie (kJ/mm)
U = Spannung (V)

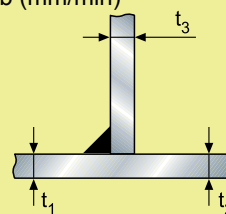
I = Schweißstrom (A)
v = Vorschub (mm/min)



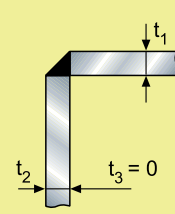
t₁ = mittlere Dicke über eine Distanz von 75 mm
kombinierte Dicke = t₁ + t₂



beide Seiten werden gleichzeitig geschweißt
kombinierte Dicke = ½ • (t₁ + t₂ + t₃)



kombinierte Dicke = (t₁ + t₂ + t₃)



• **Empfohlene Schweißzusätze für das Schweißen von Raex verschleißfesten Stählen**

Tabelle 6

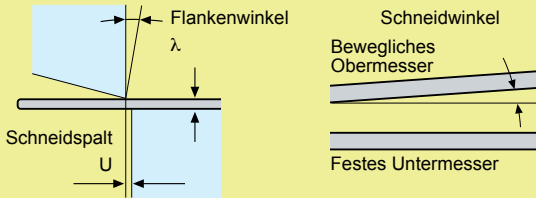
Schweißverfahren	Hersteller / Anbieter	Schweißzusätze	
		niedrig legiert, 'undermatching' (die Streckgrenze des Schweißgutes ist geringer als beim Grundmaterial)	hoch legiert, 'matching' (die Streckgrenzen des Schweißgutes und des Grundmaterial liegen auf vergleichbarem Niveau)
Stabelektrode Universalelektrode	ELGA	P62 MR	P110
	ESAB	OK 48.00	OK 78.16
	FILARC	Filarc 35	Filarc 118
	IMPOMET OY	Oerlikon Supercito	Oerlikon Cromocord Kb
	LINCOLN ELECTRIC	CONARC 48	CONARC 85
	RETCO OY	COMET J 50+	MOLYCROM 15
	OY UDDEHOLM AB	Fox EV 50	SH Schwartz 3 K Ni
Stabelektrode Hochleistungselektrode	ELGA	MAXETA 24	MAXETA 110
	ESAB	OK 38.65	OK 38.65
	FILARC	Filarc C6HH	
	IMPOMET OY	Oerlikon Febacito 160S	Oerlikon Febacito 160S
	LINCOLN ELECTRIC	CONARC V 180	
	RETCO OY	COMET J 160	
MAG- Drahtelektrode	ELGA	Elgamatic 100	Elgamatic 135
	ESAB	OK Autrod 12.51	OK Autrod 13.12
	IMPOMET OY	Oerlikon Carbofil 1	Oerlikon Carbofil CrMo 1
	LINCOLN ELECTRIC	LNM 26	LNM MONIVA
	RETCO OY	IS-10 BRONZE	
	OY UDDEHOLM AB	EMK6	Union NiMoCr
Metallpulver- Fülldrahtelektrode	ESAB	OK Tubrod 14.12	OK Tubrod 14.03
	FILARC	Filarc PZ 6102	Filarc PZ 6102
	IMPOMET OY	Oerlikon Fluxofil M8	Oerlikon Fluxofil 36
	LINCOLN ELECTRIC	OS MC 710-H	OS MC 1100
	RETCO OY	Trimark METALLOY-76	
	OY UDDEHOLM AB	MV 70	
Rutil- Fülldrahtelektrode	ELGA	DWA 50	110B
	ESAB	OK Tubrod 15.14	OK Tubrod 15.09
	FILARC	Filarc PZ 6113	Filarc PZ 6148
	IMPOMET OY	Oerlikon Fluxofil 14HD	Oerlikon Fluxofil 14HD
	LINCOLN ELECTRIC	OS 71 E-H	
	RETCO OY	Trimark TM-770	
	OY UDDEHOLM AB	RV 71	
Unterpulverschweißen Drahtelektrode / Schweißpulver	ELGA	Elfasaw 102 / Elgaflux 251 B	
	ESAB	OK Autrod 12.22 / OK Flux 10.71	OK Autrod 13.43 / OK Flux 10.62
	IMPOMET OY	Oerlikon OE-S2 / Oerlikon OP 122	Oerlikon OE-S3NiMo1/ Oerlikon OP 121TT
	LINCOLN ELECTRIC	L-61 / FX P 230	LNS168 / FX P230

• **Empfohlene Arbeitstemperaturen für das thermische Schneiden, °C**

Tabelle 7

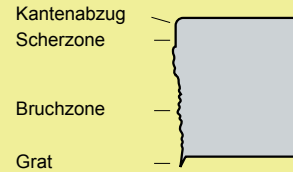
	Dicke mm	Temperatur °C
Raex 400	15 – 30	50 – 75
	(30) – 60	75 – 125
Raex 450	15 – 60	75 – 125
Raex 500	10 – 60	125 – 175

• **Schnittgeometrie und Begriffe**



Bereiche der Schnittfläche

Bild 2



• **Mechanisches Schneiden von Raex 400**

Tabelle 8

	Zugfestigkeit	Bruchdehnung	Mechanisches Schneiden, Richtwerte				
	R_m N/mm ²	A_5 %	Blechdicke mm, e	Schneidspalt mm, U	Schneidwinkel α °	Flankenwinkel λ °	Schneidkraft x 10 ³ N
Raex 400	1200	10	6	0.60 – 0.72	3 – 4	0 – 3	150 – 200
			8	0.80 – 1.28	3 – 5	0 – 5	250 – 350
			10	1.00 – 1.80	4 – 6	0 – 5	300 – 450
			12	1.20 – 2.16	4 – 6	0 – 5	400 – 600

• **Kohlenstoffäquivalent (CEV)**

Tabelle 9

	Dicke mm	CEV	Produkt
Raex 400	2.5 – 12	0.49	Bandblech
Raex 400	5 – 12	0.45	Quartblech
Raex 400	(12) – 30	0.50	Quartblech
Raex 400	(30) – 60	0.56	Quartblech
Raex 450	3 – 12	0.49	Bandblech
Raex 450	6 – 30	0.50	Quartblech
Raex 450	(30) – 60	0.58	Quartblech
Raex 500	3 – 12	0.54	Bandblech
Raex 500	5 – 60	0.64	Quartblech

Typische Werte.

$$CEV = C + Mn / 6 + (Cr + Mo + V) / 5 + (Ni + Cu) / 15$$

• **Unser Kundenservice gibt Ihnen gerne weitere Informationen**

Verkauf, technischer Kundenservice

info.metals@ruukki.com

Rautaruukki Corporation, P.O. Box 138, FI-00811 Helsinki, Finland. tel. +358 20 5911

www.ruukki.com

Ruukki Deutschland GmbH, Schifferstrasse 92, D-47059 Duisburg, Tel. +49 (0)203-31739- 0

Die Angaben in diesem Datenblatt wurden sorgfältig geprüft. Wir übernehmen dennoch keine Haftung für mittelbare oder unmittelbare Schäden, die aus eventuellen Fehlern oder fehlerhafter Anwendung von Daten entstehen. Änderungen vorbehalten

Copyright © 2008 Rautaruukki Corporation. Alle Rechte vorbehalten
 Ruukki, More With Metals und Rautaruukki sind Warenzeichen der Rautaruukki Corporation.
 Raex ist eingetragenes Warenzeichen der Rautaruukki Corporation.