

WORLD OF COPPERNICKEL

# EUCARO® 10

## CuNi10Fe1,6Mn

### Eigenschaften / Characteristics:

gut schweiß- und lötlbar	good welding and soldering properties
gute Kaltumformbarkeit	good cold-workability
gute Warmfestigkeit (bis ca. 300° C)	good thermal stability (up to approx. 300° C)
Beständigkeit gegen Spannungsrißkorrosion	resistant to stress corrosion
ausgezeichneter Widerstand gegen Korrosion insbesondere gegen Seewasser	in particular, excellent resistance to sea water

### Werkstoff-Normenvergleich / Material-Comparisation of standards:

Bezeichnung Designation	DIN	DIN Werkstoff Nr.	BS	EEMUA	ASTM	NF
<b>EUCARO® 10</b>	CuNi10Fe1,6Mn	2.1972	CN 102	UNS 7060x	C 70600	CuNi10Fe1Mn

### Chemische Zusammensetzung / Chemical composition:

Bezeichnung Designation	Cu	Ni	Fe	Mn	C*	Pb*	S*	Zn*	P*	Zr	Sonst. other	Dichte Density kg/dm <sup>3</sup> ca./approx.
<b>EUCARO® 10</b>	min. Rest	10,00	1,50	0,50	-	-	-	-	-	-	-	8,90
	max. Rest	11,00	1,80	1,00	0,05	0,01	0,005	0,05	0,02	0,01	0,20	8,90

Mit unserer Legierung **EUCARO® 10** haben wir den besonderen Anforderungen der Offshore- und Schiffbauindustrie an gute Schweißbarkeit und Kaltumformbarkeit durch weitgehende Einschränkung der Verunreinigungen ( \* ) Rechnung getragen.

The reduced impurities ( \* ) in **EUCARO® 10** are an important factor in achieving considerably improved weldability.

# PHYSIKALISCHE UND MECHANISCHE EIGENSCHAFTEN PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES

## Physikalische Eigenschaften / physical properties

	<b>EUCARO® 10</b>
Dichte (20° C), kg/m <sup>3</sup> Density (20° C), kg/m <sup>3</sup>	8900
Spezifische Wärme (20° C), J/kg K specific heat (20° C), J/kg K	377
Schmelzbereich °C melting range C°	1100 - 1145
Thermische Leitfähigkeit (20° C), W / mk thermal conductivity (20° C), W / mk	50
Koeffizient linearer Ausdehnung (20 - 100 °C), 10 <sup>-6</sup> /K coeff. of linear exp. (20 - 100°C), 10 <sup>-6</sup> /K	17
Elektrischer Widerstand (20° C, gegläht), microohm cm electrical resistance (20° C, annealed), microohm cm	19
Elastizitätsmodul (20° C, gegläht), GN / m <sup>2</sup> modulus of elasticity (20° C, annealed), GN / m <sup>2</sup>	138

## Mechanische Eigenschaften / mechanical properties

	<b>EUCARO® 10</b>	
	F30	F32
0,2 % Dehngrenze (Rp 0,2), N/mm <sup>2</sup> 0,2 % proof stress (Rp 0,2), N/mm <sup>2</sup>	100 - 180	160 - 220
Zugfestigkeit (Rm), N/mm <sup>2</sup> tensile strength (Rm), N/mm <sup>2</sup>	300 - 400	320 - 420
Bruchdehnung A5 % elongation A5 %	≥ 30	≥ 25
Brinellhärte HB 10 (D <sup>2</sup> /2,5/62,5) Brinell hardness HB 10 (D <sup>2</sup> /2,5/62,5)	≤ 90	≤ 100

## Abmessungen / Dimensions:

Die Abmessungen unserer Produkte entsprechen den gültigen nationalen und internationalen Normen. Abweichende Wandstärken werden lagermäßig geführt, sind in diesem Katalog aber nicht gesondert aufgeführt. Sonderkonstruktionen werden nach Machbarkeitsprüfung auf Anfrage ebenfalls geliefert.

Dimensions of our products are in acc. to the valid national and international specifications. Other wall thicknesses as mentioned in our catalogue can be delivered also by stock. Special constructions will also be delivered on request, after checking of possibility of manufacturing.

# DRUCKBERECHNUNG FÜR ROHRE UND FITTINGE AUS EUCARO® 10

## CALCULATION OF OPERATING PRESSURE FOR PIPES AND FITTINGS MADE FROM EUCARO® 10

### Symbole und Einheiten / Symbol and unit

Symbol	Beschreibung	Einheit
PB	zulässiger Betriebsüberdruck / permissible operating pressure	N/mm <sup>2</sup>
S <sub>min</sub>	geringste zulässige Wanddicke nach DIN 86019 / min. permissible wallth.	mm
K	Festigkeitskennwert / strength value	N/mm <sup>2</sup>
d <sub>a</sub>	Rohraußendurchmesser / pipe outside diameter	mm

Als Berechnungsgrundlage wurde die DIN 85004 T2 herangezogen.  
As a calculation base the DIN 85004 T2 was used

$$PB = \frac{S_{min} * 20 * K}{d_a - S_{min}}$$

Für Rohre in CuNi10Fe1,6Mn nach DIN 86019 der Festigkeit F30 wurden folgende k-Werte in Abhängigkeit der Temperatur ermittelt.

For pipes in CuNi10Fe1,6Mn according to DIN 86019 with temper F30 following K-values have been determined in dependence to the different temperatures.

Temperatur in ° C	20	50	100	150	200	250	300
K in N/mm <sup>2</sup>	62,5	60	59	57	55	54	53

Für Rohre der Festigkeitsklasse F32 wurde in der DIN 85004 T2 ein K-Wert von 80 N/mm<sup>2</sup> festgelegt.

For pipes with temper F32 the DIN 85004 T2 fixes the K-value at 80N/mm<sup>2</sup>

Zulässige Mindestwanddicken für CuNi10Fe1,6Mn Rohre (nach Vorschriften des Germanischen Lloyds)

Permissible minimum wallthickness for CuNi10Fe1,6Mn Pipes (in accordance with directions from Germanic Lloyds)

Rohraußendurchmesser / outside diameter [mm]	Mindestwanddicke / minimum wall thickness [mm]
8,00 - 10,00	0,80
12,00 - 20,00	1,00
25,00 - 44,50	1,20
57,00 - 76,00	1,50
89,00 - 108,0	2,00
133,0 - 159,0	2,50
194,0 - 267,0	3,00
324,0 - 457,0	3,50
508,0	4,00

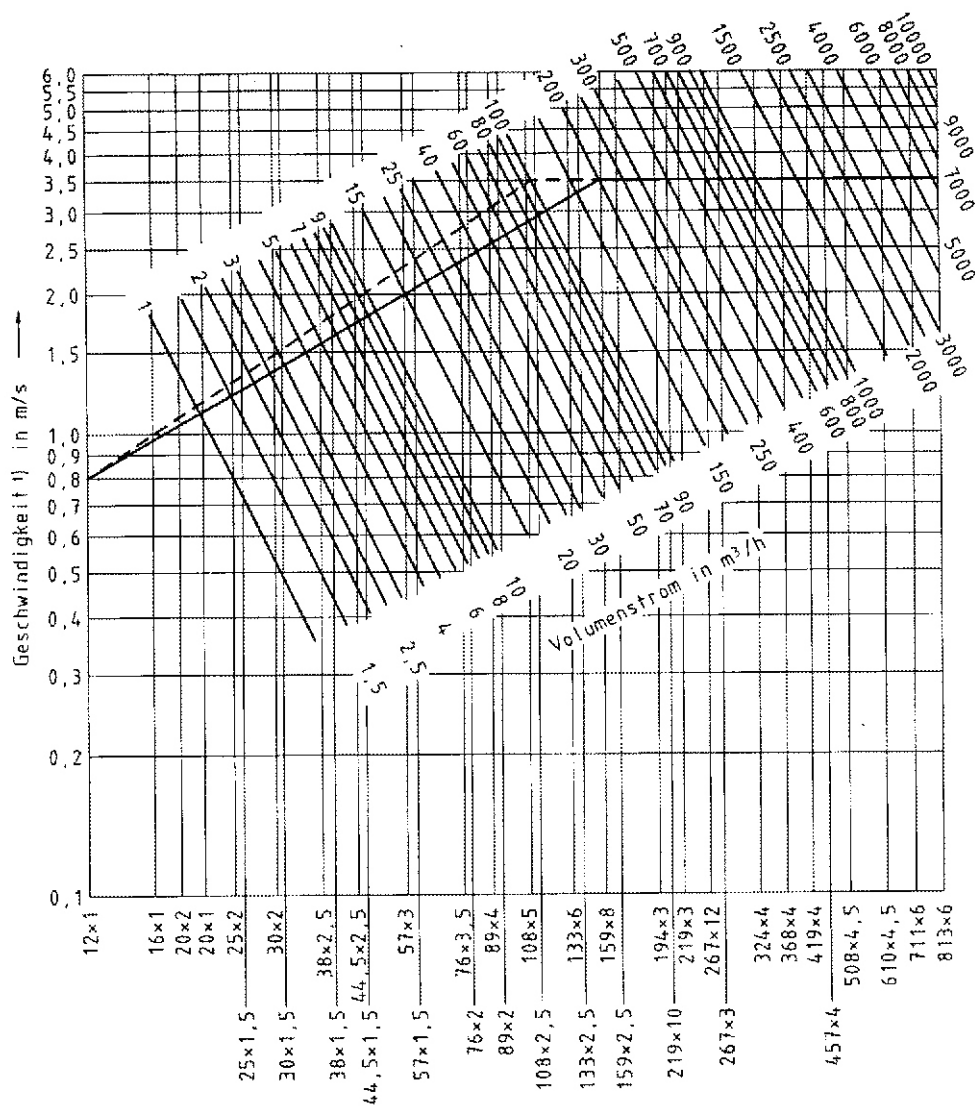
# ZULÄSSIGE BETRIEBSÜBERDRÜCKE FÜR ROHRE F30 - EUCARO® 10

## PERMISSABLE PRESSURES FOR PIPES F30 - EUCARO® 10

Rohr außen- durchmesser outside diameter of pipe	Wanddicke nominal wallthickness	zulässige Betriebsüberdrücke permissible operating pressures bar						
		t = 20° C	t = 50° C	t = 100° C	t = 150° C	t = 200° C	t = 250° C	t = 300° C
8	1,0	158	152	149	144	139	136	134
10	1,0	123	118	116	112	108	106	104
12	1,0	101	97,3	95,7	92,4	89,2	87,6	85,9
16	1,0	74,5	71,5	70,3	67,9	65,6	64,4	63,2
20	1,0	58,9	56,5	55,6	53,7	51,8	50,9	49,9
20	2,0	123	118	116	112	108	106	104
25	1,5	71,4	68,5	67,3	65,1	62,8	61,6	60,5
25	2,0	97,0	93,1	91,6	88,4	85,3	83,8	82,2
30	1,5	58,9	56,5	55,6	53,7	51,8	50,9	49,9
30	2,0	79,8	76,6	75,3	72,7	70,2	68,9	67,7
38	1,5	46,0	44,2	43,5	42,0	40,5	39,8	39,0
38	2,0	62,2	59,7	58,7	56,7	54,7	53,7	52,7
38	2,5	78,7	75,5	74,3	71,7	69,2	68,0	66,7
44,5	1,5	39,1	37,5	36,9	35,7	34,4	33,8	33,2
44,5	2,0	52,7	50,6	49,7	48,1	46,4	45,5	44,7
44,5	2,5	66,6	63,9	62,8	60,7	58,6	57,5	56,4
57	1,5	30,3	29,1	28,6	27,7	26,7	26,2	25,7
57	2,0	40,8	39,1	38,5	37,2	35,9	35,2	34,6
57	3,0	62,3	59,6	58,6	56,6	54,6	53,7	52,7
76	2,0	30,3	29,1	28,6	27,7	26,7	26,2	25,7
76	3,5	54,0	51,9	51,0	49,3	47,6	46,7	45,8
89	2,0	25,8	24,8	24,4	23,5	22,7	22,3	21,9
89	4,0	52,7	50,6	49,7	48,1	46,4	45,5	44,7
108	2,5	26,6	25,5	26,1	24,2	23,4	23,0	22,5
108	5,0	54,3	52,2	51,3	49,6	47,8	47,0	46,1
133	2,5	21,5	20,7	20,3	19,6	18,9	18,6	18,2
133	6,0	54,4	52,3	51,4	49,6	47,9	47,0	46,2
159	2,5	17,9	17,2	16,9	16,4	15,8	15,5	15,2
159	8,0	57,6	55,3	54,3	52,5	50,7	49,7	48,8
194	3,0	17,1	16,5	16,1	15,6	15,1	14,8	14,5
219	3,0	15,2	14,6	14,3	13,8	13,3	13,1	12,8
219	10,0	52,0	50,0	49,1	47,4	45,8	44,9	44,1
267	3,0	12,4	11,9	11,7	11,3	10,9	10,7	10,5
267	12,0	51,2	49,1	48,3	46,7	45,0	44,2	43,4
324	4,0	13,7	13,1	12,9	12,4	12,0	11,8	11,6
368	4,0	12,0	11,5	11,3	10,9	10,6	10,4	10,2
419	4,0	10,5	10,1	9,9	9,6	9,3	9,1	8,9

# DIAGRAMM ZUR ERMITTLUNG DER RECHNERISCHEN DURCHFLUSSGESCHWINDIGKEIT IM GERADEN ROHRSTRANG FÜR SEE- UND FRISCHWASSER

## DIAGRAMM TO FIND THE ARITHMETICAL VELOCITY IN A STRAIGHT PIPE SYSTEM FOR SEA- AND FRESHWATER



Rohrinnendurchmesser bezogen auf Rohraußendurchmesser und Wanddicke in mm.  
 Pipe inner diameter in reference to the outer diameter and wallthickness in mm.

- \_\_\_\_\_ ständiger Durchfluß / continous flow
- nicht ständiger Durchfluß / non continous flow

# VERARBEITUNGSEIGENSCHAFTEN MACHINING PROPERTIES

## Spanende Bearbeitung

Innerhalb der Kupferlegierungen werden die Werkstoffe in 3 Hauptspanungsgruppen eingeteilt, wobei die in eine Gruppe zusammengefaßten Werkstoffe als ähnlich spanbar betrachtet werden können. Typische Vertreter der Hauptgruppen sind in Tabelle 1 zusammengefaßt.

## Machining Processes

Copper alloys are divided into three main machining groups. The materials belonging to one group are considered to have similar machinability. Table 1 shows typical examples of the main groups.

**Tabelle 1 / Table 1**

Legierung / alloy	Hauptgruppe / main group		
	I	II	III
	CuZn39Pb2	CuZn37	CuZn20
	CuZn35Pb2	CuZn40	CuNi10Fe1,6Mn
	CuPb55Zn5	CuSi3	CuAl9Mn2

Hauptgruppe/Main group I: sehr gut spanbar / very good chipping quality  
 II: gut bis mäßig spanbar / good chipping quality  
 III: mäßig bis schwer spanbar / medium to difficult chipping quality

Die Hauptgruppe III zu der auch CuNi10Fe1,6Mn gehört, umfaßt die schwerer spanbaren Kupferwerkstoffe, die mit ihrem homogenen Gefüge und ausgezeichneten Kaltumformbarkeit höhere Spanungskräften erfordern und lange, zähe Späne erzeugen (Wendel-, Wirr-Bandspan). Innerhalb der Hauptgruppen werden die Kupferwerkstoffe wiederum in Untergruppen eingeteilt. Danach sind Kupferwerkstoffe der Gruppe F besser spanbar und Werkstoffe der Gruppe T am schlechtesten spanbar. Einige Beispiele sind in Tabelle 2 aufgeführt.

The main group III, to which the material CuNi10Fe1.6Mn belongs, comprises the hard-to-machine copper materials. Due to their homogenous structure and excellent cold forming properties they require increased machining forces and produce long, tough chips (helical chips, snarl chips and ribbon chips). Within the main groups the copper materials are again divided into sub-groups. Copper materials of group F are easier to machine and the materials of group T are the most difficult. Some examples are shown in table 2.

**Tabelle 2 / Table 2**

Legierung / alloy	Spanung Untergruppe/ Machinability sub group
CuZn20	F27
CuSn2	F26
SF-Cu	
CuAsP	F20
CuNi10Fe	
CuAl9Mn2	F50
CuAl10Ni5Fe4	F65
CuBe2	
	F
	G
	H
	I
	M
	O
	Q
	T

### Drehen

Die Wahl des Schneidstoffes, der Spannungsmethode, der Schnittdaten und der Kühlschmiermittel hängt von mehreren Faktoren ab. Nähere Informationen können hier auf Anfrage übermittelt werden.

### Tabelle 3

Richtwert für das Drehen von CuNi10Fe1,6Mn  
Schnittgeschwindigkeitsempfehlung  $V_c$  in m/min  
Abhängigkeit von der Spanungsdicke  $H$  in mm

	Hartmetall HM / hard metal HM K10 (K20) VB = 0,6 mm; T = 30 ... 60 min			Hochleistungsschellstähle HSS / High speed steel HSS S10-4-3-10 VB = 0,6 mm; T = 45 ... 90 min		
	Spanungsdicke $h$ in mm / chip thickness $h$ in mm					
	0,1	0,32	0,8	0,1	0,32	0,63
$V_c$ cm/min	280	213	169	50	36	28

- T - Werkzeugstandzeit / tool life
- VB - Verschleißmarkenbreite / wear land width
- $V_c$  - Schnittgeschwindigkeit / cutting speed

### Turning

The selection of the cutting material, the machining method, the cutting data and the cooling lubricant depends on several factors. We are happy to provide more information on request. Table 3 shows general guide values for CuNi10Fe1.6Mn.

### Table 3

Guide values for the turning of CuNi10Fe1.6Mn:  
Recommendations for the cutting speed  $V_c$  in m/min  
as a function of the chip thickness  $h$  in mm



## Sägen

Das Sägen von CuNi10Fe1,6Mn erfolgt vorzugsweise mittels Bandsägen. Das Material der Sägeblätter ist von entscheidender Bedeutung für die Schnittqualität. Bevorzugt benutzt werden hier Bimetallsägeblätter des Typs.

bi-alfa cobal Z RP mit Zahnsitzen aus HSS-M42. Der Spanwinkel der Zahnsitze beträgt 16°. Nähere Angaben über Schnittgeschwindigkeiten können auf Anfrage von EUCARO bezogen werden.

## Cutting

Sawing CuNi10Fe1.6Mn is preferably carried out with band saws. The material of the band saw blade is of decisive importance for the cutting quality. Bimetallic saw blades of the type bi-alfa cobal Z RP with tooth points of HSS-M42 are preferred. The recommended back-rake angle of the tooth point is 16°. More details about cutting speeds can be obtained on request from EUCARO.



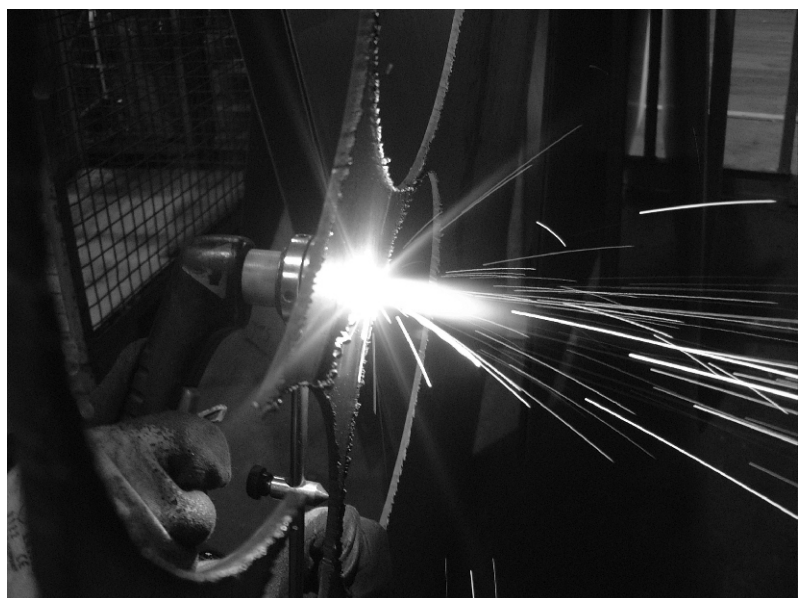
## Plasmaschneiden

Andere Trennverfahren sind ebenfalls möglich. Zu den gebräuchlichsten gehört hier das Plasmaschneiden.

Flammschneiden ist mit CuNi10Fe1,6Mn nicht möglich.

## Plasma arc cutting

Other processes are also possible, the most popular being plasma cutting. Flame cutting is not possible with CuNi10Fe1.6Mn.





## Umformung

CuNi10Fe1,6Mn kann sowohl kalt als auch warm geformt werden. Eine Kaltumformung ist aber aufgrund der besseren Kaltformeigenschaften zu bevorzugen.

Bei Umformgraden über 40 % kann ein Zwischenglühen bei ca. 720 ° - 750 ° C notwendig werden. Eine Endglühung ist nicht erforderlich, wenn eine Bruchdehnung am umgeformten Rohr von min. 15 % gewährleistet wird und der Bereich der Spannkraften infolge der Kaltumformung im Umformbereich nicht mehr durch z. B. Schweißen erwärmt wird.

Falls eine Endglühung erforderlich wird, ist mindestens ein Spannungsarmglühen bei ca. 400 ° C und einer Haltezeit von ca. 30 Minuten vorzusehen.

Rohrbiegungen mit einem Biegeradius ab 2 x Rohraußendurchmesser können mit Rohrbiegemaschinen durchgeführt werden.

Rohrbiegungen mit einem Biegeradius unter 2 x Rohraußendurchmesser müssen mit speziellen Pressen durchgeführt werden.

## Forming

CuNi10Fe1.6Mn may be cold and hot formed. However, cold forming is preferred due to its better cold forming properties.

For forming degrees of more than 40 % intermediate annealing at approx. 720 750 °C may become necessary. Final annealing is not required if a minimum 15 % elongation of the formed tube is guaranteed and the region of the tension forces due to cold forming in the forming area is not heated by e. g. welding operations.

If final annealing becomes necessary, stress-relief annealing at approx. 400 °C with a holding time of approx. 30 minutes should be considered the minimum.

Tube bending with a bending radius of 2 x tube outside diameter or larger can be carried out using standard tube bending machines. However, for bends with a radius below 2 x tube outside diameter special presses should be used.



# SCHWEISSEN WELDING

## Allgemeines

Für das Schweißen von CuNi10Fe1,6Mn werden im wesentlichen zwei Verfahren verwendet. Das verbreitetste Verfahren ist das WIG (Wolfram Inert Gas) Schweißen. Die Vorteile dieses Verfahrens liegen in einer hohen Kontrollierbarkeit des Schweißprozesses und eine sehr saubere Naht ohne aufwendige Nacharbeiten.

Das zweite Verfahren ist das MIG (Metall Inert Gas) Verfahren. Der Vorteil dieses Verfahrens liegt in der hohen Schweißgeschwindigkeit. Aufgrund der schlechten Nahtqualität wird dieses Verfahren vorzugsweise für Kehlnähte eingesetzt.

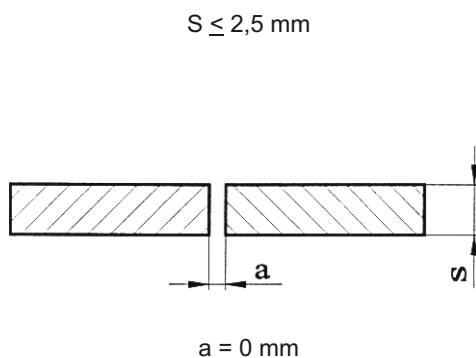
## Ausrüstung und Verbrauchsstoffe

Schweißzusatzwerkstoffe:	SG - CuNi30 Fe
Schutzgas:	Argon 99,996 %
Formiergas:	Argon 99,996 %
Schweißstromquelle:	WIG-Schweißstromquelle mit Stromabsenkung und Hochfrequenzzündung (Pulsstrom verbessert die Nahtqualität).

Der Schweißzusatzwerkstoff SG - CuNi10Fe sollte **nicht** verwendet werden, da hier eine Porenhäufung im Schweißgut wahrscheinlich ist.

## Nahtvorbereitung

- I - Naht für Wandstärken  $\leq 2,5$  mm (DIN 85004)
- V - Naht für Wandstärken  $> 2,5$  mm (DIN 85004)



## General

For the welding of CuNi10Fe1.6Mn essentially two processes are used. The most common is TIG welding (Tungsten Inert Gas). The advantages of this process are the high controllability of the welding process and a very clean weld seam without expensive weld dressing.

The second process is MIG welding (Metal Inert Gas). This process has the advantage of a high welding speed. Due to the poor weld quality this process is preferably used for fillet welds.

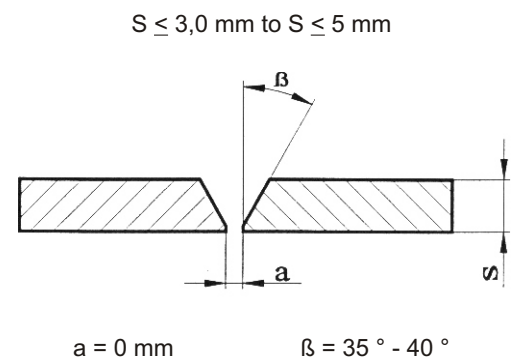
## Equipment and consumables

Welding filler metal	SG - CuNi30 Fe
Shielding gas	Argon 99.996 %
Forming gas:	Argon 99.996 %
Welding power supply:	TIG welding power supply with down slope and high-frequency initiation ( pulsed current improves the weld quality)

The welding filler metal SG-CuNi10Fe should **not** be used as clusters of pores in the weld metal are likely to occur.

## Weld preparation

- Plain butt weld for wall thicknesses = 2.5 mm (DIN 85004)
- V weld for wall thicknesses  $> 2.5$  mm (DIN 85004)



Die Nahtoberflächen müssen sauber und gratfrei sein. In einem Abstand von mind. 10 mm zur Fuge muß die Werkstoffoberfläche metallisch blank sein. Die Werkstoffoberfläche kann sowohl mechanisch als auch mit chemischen Mitteln (Aceton) gereinigt werden. Bei mechanischen Reinigen (schleifen) sollten nur kunststoffgebundene Schleifscheiben verwendet werden. Es ist unbedingt zu vermeiden, daß Eisenpartikel in die Naht oberfläche eindringen. bei der Benutzung von Drahtbürsten sollten nur Edelstahlbürsten verwendet werden.

### Heften

Um Poren zu vermeiden muß das Heften unter Schutzgas durchgeführt werden. Schon während des Heftens muß mit Gegengas (Formiergas) gearbeitet werden.

### Schweißen

Das WIG-Schweißen von CuNi10Fe1,6Mn wird mit Gleichstrom und der Elektrode am Minuspol durchgeführt. Die Wurzellage und erste Füllage sind mit Gegengas (Formiergas) zu schweißen. Für alle weiteren Lagen ist kein Formiergas notwendig. Bei Unterbrechung des Schweißvorganges sind oxydierte Drahtenden anzukneifen und die Naht von Oxydationsrückständen zu säubern. Während des Schweißens darf der Brenner nicht gependelt werden.

The weld surfaces should be clean and free of burrs. For a distance of 10 mm from the groove the material surface should be metallically bright. The material surface may be cleaned both mechanically and by chemical agents (acetone). For mechanical cleaning only plastic-bonded grinding wheels should be used. Under no circumstances should iron particles be allowed to penetrate the seam surface. When using wire brushes only those with stainless steel bristles should be used.

### Tack welding

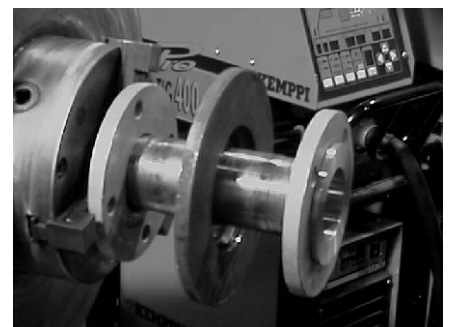
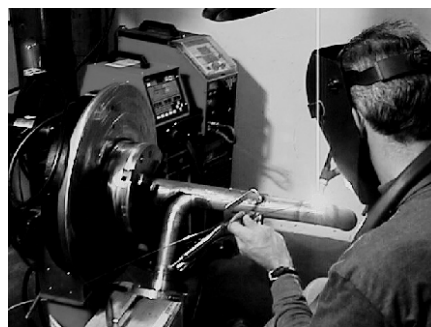
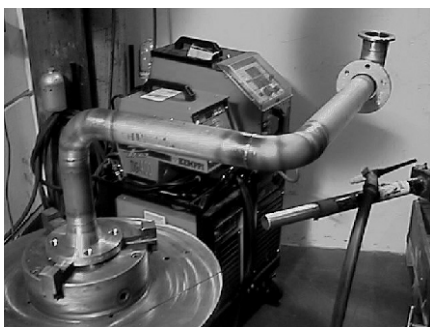
In order to avoid pores, tack welding should be carried out under shielding gas. During tack welding it is necessary to work with forming gas.

### Welding

TIG welding of CuNi10Fe1.6Mn is carried out with direct current and a negative electrode. The root pass and first filler pass should be carried out with forming gas. For all further passes no forming gas is required. In the case of an interruption of the weld process oxidised wire ends should be cut off and the weld seam must be cleaned of oxidation residues. During welding the torch must not be oscillated.

### Schweißdaten für das WIG-Schweißen von CuNi10Fe1,6Mn Welding data for TIG welding of CuNi10Fe1.6Mn

Blechdicke Sheet Thickn.	Elektrodendurchmesser Diameter of Electrode		Zusatzwerkstoff Consumable		Strom Current		Argon Argon
	Wurzel Root	Füll / Deck Interpass / Top	Wurzel Root	Füll / Deck Interpass / Top	Wurzel Root	Füll / Deck Interpass / Top	
1,5	1,6	-	1,6	-	60	-	6
2,0	1,6	-	2,0	-	75	-	7
2,5	1,6	2,4	1,6	2,4	100	90	7
3,0	1,6	2,4	1,6	3,2	125	115	8
4,0 - 5,0	1,6	2,4	1,6	3,2	160 - 180	150 - 170	8



## KORROSIONSBESTÄNDIGKEIT GEGENÜBER SEEWASSER SEA WATER CORROSION RESISTANCE

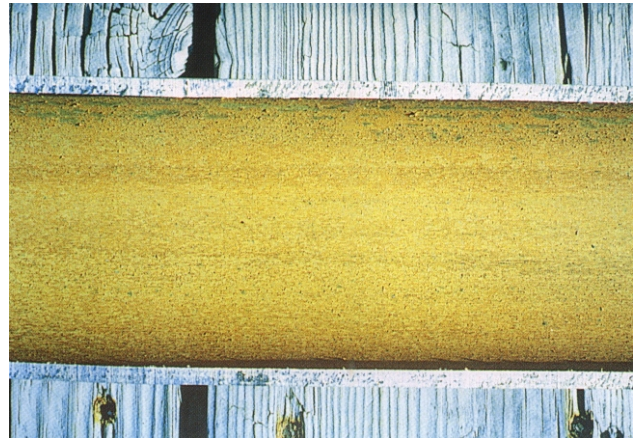


Bild 1 / Figure 1:

Schutzschicht in einem seekühlwasserführenden Rohr aus CuNi10Fe1,6Mn  
Protection film of a sea water pipe made from CuNi10Fe1,6Mn

Die Beständigkeit von Kupfer-Nickel-Legierungen gegen Seewasser-Korrosion ist das Ergebnis der Bildung einer dünnen, festhaftenden, Schutzschicht, die sich natürlich und schnell unter Einwirkung von sauberem Seewasser ausbildet. Die Schicht ist komplex und besteht vorwiegend aus Kupfer(I)-oxid, wobei die Schutzwirkung durch das Vorhandensein von Nickel und Eisen verbessert wird. Die Ausgangsschicht bildet sich ziemlich schnell innerhalb der ersten paar Tage, benötigt jedoch bis zu drei Monate, um voll ausgebildet zu sein. Entscheidend für das Langzeitverhalten von Kupfer-Nickel ist die anfängliche Einwirkung (Exposition).

Sobald sich eine gute Oberflächenschicht ausgebildet hat, nimmt die Korrosionsgeschwindigkeit im Laufe der Jahre kontinuierlich ab. Aus diesem Grunde war es schon immer schwierig, bei kurzer Einwirkungszeit die Lebensdauer von Kupfer-Nickel-Legierungen vorherzusagen. Normalerweise können Korrosionsgeschwindigkeiten von 0,02 bis 0,002 mm/Jahr erwartet werden.

### Strömungsgeschwindigkeiten

Mit zunehmender Strömungsgeschwindigkeit des Seewassers bleibt die Korrosion aufgrund der Elastizität der Oberflächenschutzschicht gering. Wenn jedoch die Geschwindigkeit für eine gegebenen Geometrie so groß ist, daß die Wirkung der Scherspannung des Seewassers auf die Schicht ausreicht, diese zu schädigen, kann dies zur Aufprallerosion führen.

Die allgemeine Erfahrung hat gezeigt, daß Kupfer-Nickel 90-10 in Kondensatoren und Wärmeaustauschern bei Geschwindigkeiten von bis zu 2,50 m/s erfolgreich eingesetzt werden kann.

Für Rohrleitungssysteme können bei Rohren mit größerem Durchmesser höhere Seewassergeschwindigkeiten sicher eingesetzt werden. Bei Rohren von 100 mm Durchmesser und größer wird für Kupfer-Nickel 90-10 eine maximale

The resistance to sea water corrosion of copper-nickel alloys results from the formation of a thin, adherent, protective surface film which forms naturally and quickly on exposure to clean sea water. The film is complex and predominantly cuprous oxide with the protective value enhanced by the presence of nickel and iron. The initial film forms fairly quickly over the first couple of days but takes up to three months to fully mature. This initial exposure is crucial to the long-term performance of copper-nickel.

Once a good surface film forms, the corrosion rate will continue to decrease over a period of years. For this reason, it has always been difficult to predict the life of copper-nickel alloys based on short-term exposures. Normally, corrosion rates of 0.02-0.002mm/yr are anticipated.

### Flow rates

With increasing sea water flow rate, corrosion remains low due to the resilience of the protective surface film. But when the velocity for a given geometry is such that the shear stress action of the seawater on the film is sufficient to damage it, impingement attack can result. General experience has shown that 90-10 copper-nickel can successfully be used in condensers and heat exchangers with velocities up to 2.5m/s. For pipeline systems, higher sea water velocities can safely be used in larger diameter pipes as indicated a maximum design velocity of 3.5mm/s in pipes of 100mm and larger for 90-10 copper-nickel. Although these guideline values are now considered to be conservative, they work well because they take into account effects from things like bends which cause areas of high local flow rate. Nevertheless, extreme turbulence has to be avoided from elements like tight radius bends, partial blockages and areas downstream of partially

Auslegungsgeschwindigkeit von 3,5 mm/s angegeben. Obgleich diese Richtwerte heute als konservativ angesehen werden, sind sie sehr praktikabel, denn sie berücksichtigen die Auswirkung von Geometrien wie Bögen, die zu Bereichen mit hoher lokaler Durchflußgeschwindigkeit führen. Nichtsdestoweniger ist es notwendig, extreme Turbulenzen durch Elemente wie Bögen mit engen Biegeradien, partielle Blockierungen und Bereiche, die sich im Unterlauf von teilweise gedrosselten Ventilen befinden, zu vermeiden.

Mindest-Durchflußgeschwindigkeiten von mehr als 1 m/s werden allgemein bevorzugt, um den Aufbau von Ablagerungen zu vermeiden.

Die bis jetzt erwähnten Seewassergeschwindigkeiten gelten für kontinuierlichen Durchfluß. Für Testzwecke und Brände werden normalerweise Feuerlöschhauptleitungen mit intermittierenden Geschwindigkeiten von bis zu 12 - 15 m/s verwendet. Die Erfahrung hat gezeigt, daß diese hohen Durchflußgeschwindigkeiten für kurzzeitige Anwendungen akzeptabel sind.

#### Abrieb durch Sand

Die Auswirkung von Sandabrieb im Seewasser ist schwierig zu quantifizieren. Eine Sandbelastung von weniger als 200 ppm führt selten zu einer Schädigung von guten Schutzschichten auf Kupfer-Nickel-Legierungen. Sehr feiner Sand (unter 0,05 mm) ist bis zu 1.000 ppm tolerierbar. Sandpartikel mit größerem Durchmesser führen im Bereich von 200 - 1.000 ppm zu einem zunehmenden Abrieb der Schutzschicht.

#### Lokalkorrosion

Kupfer-Nickel besitzt eine gute Eigenbeständigkeit gegen Chlorid- und Spaltkorrosion. Spaltkorrosion kommt selten vor. Der Mechanismus ist eine Metallionenkonzentration an der Metalloberfläche, ein Korrosionstyp der völlig anders als derjenige von rostfreien Stählen ist. Wenn Korrosion vorkommt, tritt sie außerhalb des Spalts auf und ist flächig.

Kupfer-Nickel-Werkstoffe neigen nicht zu Chlorid- oder Sulfid-Spannungsrißkorrosion oder zum Auftreten von Wasserstoffkrankheit und im Gegensatz zu den Messingen tritt keine Rißbildung aufgrund von Ammoniak auf, können höhere Korrosionsgeschwindigkeiten verursachen, obgleich Kupfer-Nickel-Werkstoffe beständiger als viele andere Kupferbasislegierungen sind. Kupfer-Nickel-Rohre sind beständig gegen Chlorierung in Dosierungen, wie sie für die Kontrolle von Biokorrosion verwendet werden. Allerdings kann eine zu starke Chlorierung schädlich sein, da sie die Erosions-Korrosions-Beständigkeit reduziert.

Selektive Korrosion ist bei Kupfer-Nickel-Legierungen nicht üblich. Ammoniak im Seewasser kann jedoch eine Art von selektiver Korrosion verursachen, die ähnlich wie die Überhitzungskorrosion aussieht und ungefähr bei Umgebungstemperatur stattfindet, jedoch nur unter Wärmeübertragungsbedingungen. Diese Korrosion kann durch die Zugabe von Eisen(II)-sulfat zum Seewasser kontrolliert werden.

#### Umgang mit Sulfiden

Unter Einwirkung von verschmutztem Wasser können vorhandene Sulfide die Bildung der Oberflächenschicht

throttled valves.

Minimum flow rates of more than 1 m/s are usually preferred to avoid sediment build up.

The sea water velocities considered until now have been for continuous flow. Firemains are normally used for test purposes and fires, at intermittent velocities as high as 12-15m/s.

Experience has shown that these high flow rates are acceptable in such short-term operations.

#### Sand abrasion

The effect on sand abrasion in sea water is difficult to quantify. Sand loading on less than 200ppm rarely damage good protective films on copper-nickel alloys. Very fine sand (under 0.05mm) is tolerable up to about 1000ppm. Larger diameter sand particles tend to be increasingly abrasive to the film in the 200-1000ppm range.

#### Localised corrosion

Copper-nickel have good inherent resistance to chloride pitting and crevice corrosion. Crevice corrosion is seldom found. The mechanism is a metal ion concentration cell type totally different to that of stainless steels. Any corrosion is outside the crevice and shallow.

Copper-nickels are not susceptible to chloride or sulphide stress corrosion cracking or hydrogen embrittlement and unlike brasses do not suffer cracking due to ammonia can cause higher corrosion rates, although copper-nickels are more resistant than many other copper-based alloys. Copper-nickel tubing is resistant to chlorination at the dosing levels used to control biofouling. Excessive chlorination can be detrimental, as it reduces erosion-corrosion resistance.

Dealloying is not common with copper-nickel alloys. Ammonia in sea water can produce a type of dealloying which looks similar to hot spot corrosion. This happens at around ambient temperature, but only under heat transfer conditions. It can be controlled by adding ferrous sulphate to the sea water.

#### Handling sulphides

If exposed to polluted water, any sulphides present can interfere with surface film formation, producing a black film

stören und eine Schicht erzeugen, die Kupfer(I)-oxid und Sulfid enthält. Diese Schicht hat keine solche Schutzwirkung wie sauberes Wasser und daher kann sowohl eine höhere allgemeine Korrosionsgeschwindigkeit als auch Lochfraß auftreten. Wenn die Sulfidschicht anschließend belüfteten Bedingungen ausgesetzt wird, kann sie nach und nach durch eine Oxidschicht ersetzt werden, obgleich in der Zwischenzeit hohe Korrosionsgeschwindigkeiten erwartet werden können.

Wenn jedoch bereits eine ausgebildete Kupfer(I)-oxid-Schicht vorhanden ist, kann die periodische Einwirkung von verschmutztem Wasser ohne Schädigung der Schutzschicht toleriert werden.

### Elektrochemisches Verhalten

Kupfer-Nickel-Legierungen liegen in der Mitte der elektrochemischen Spannungsreihe. Sie sind kompatibel mit anderen Kupferlegierungen, jedoch edler als Zink, Aluminium und Stahl und weniger edel als rostfreie Stähle, Nickel-Legierungen und Titan. Eine Möglichkeit zur Vermeidung der galvanischen Korrosion könnte die galvanische Trennung zweier verschiedener Werkstoffe durch eine Plastikscheibe sein (Bild 2).

containing cuprous oxide and sulphide. This is not as protective as films formed in clean water and higher general corrosion rates and pitting can result. The sulphide film can be gradually replaced by an oxide film with subsequent exposure to aerated conditions, although high corrosion rates can be expected in the interim.

However, if an established cuprous oxide film is already present, then periodic exposure to polluted water can be tolerated without damage to the film.

### Galvanic behaviour

Copper-nickel alloys lie mid-way in the galvanic series they are compatible with other copper alloys but more noble than zinc, aluminium and steel and less noble than stainless steels, nickel alloys and titanium.

One possibility to avoid the galvanic corrosion could be the galvanic cut between two different materials by plastic disc (figure 2).

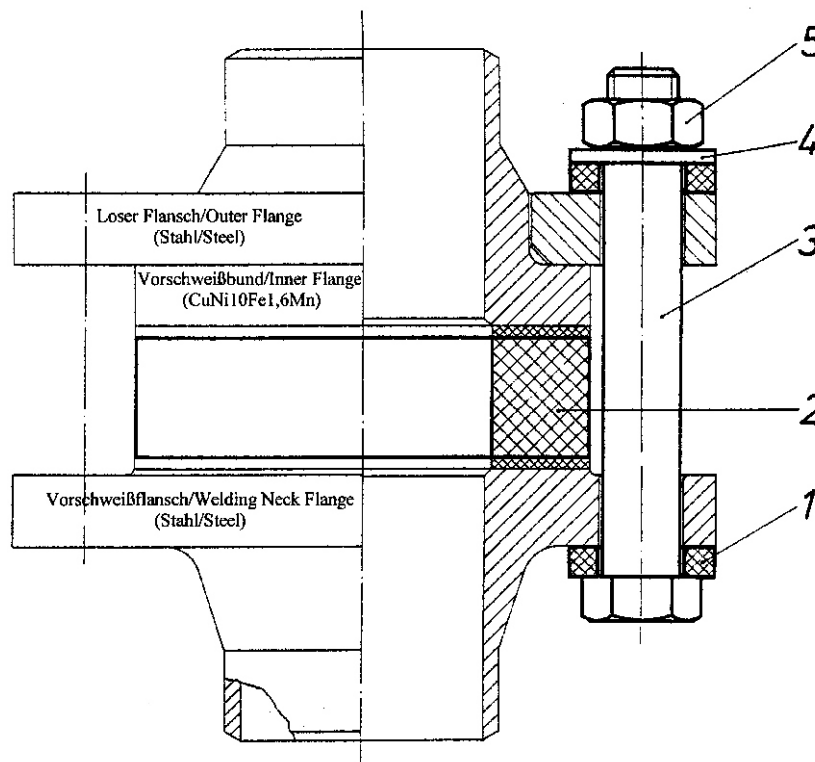
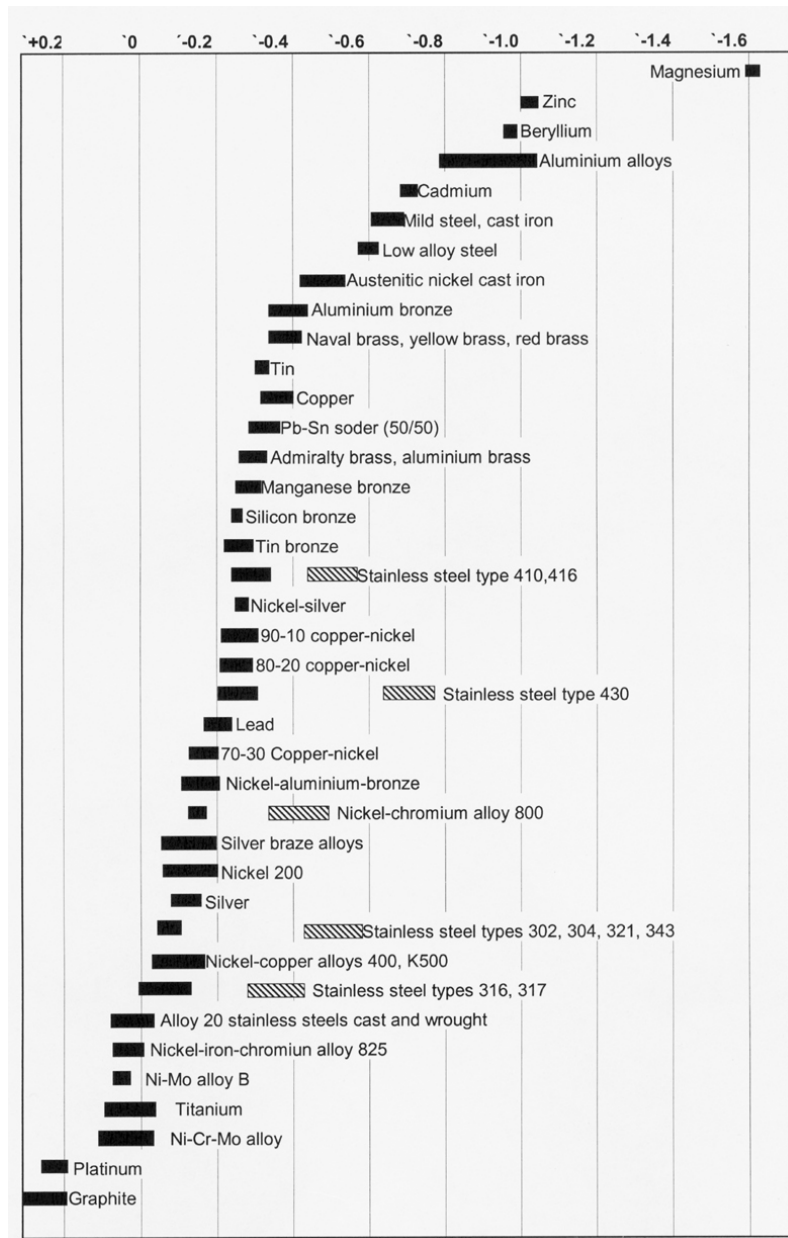


Bild 2 / Figure 2: Isolierflanschverbindung / Insulating Flange Connection

- 1 - Isolierring / Insulating Disc
- 2 - Isolierring / Insulating Disc
- 3 - Schraube / Screw
- 4 - Scheibe / Disc
- 5 - Sechskantmutter / Nut

- Material: Plastic
- Material: Plastic
- Material: Stahl mit Schrumpfschlauch/Steel with shrinking hose
- Material: Stahl/Steel
- Material: Stahl/Steel

# GALVANISCHE REIHE GALVANIC SERIES



Die Legierungen sind in der Reihenfolge des Korrosionspotentials aufgeführt, welches sie in fließendem Seewasser (2,5-4 m/s, 10-17 °C) zeigen.

Legierungen, die im Diagramm mit gekennzeichnet sind, können in langsam fließenden oder schlecht belüfteten Wässern und in abgeschirmten (*geschützten*) Bereichen aktiv werden und ein Potential von fast 0,5 V aufweisen.

Alloys are listed in the order of the corrosion potential they exhibit in flowing sea water (2.5-4m/sec, 10-17°C).

Alloys indicated by in the chart may become active and exhibit a potential near-0.5volts in low-velocity or poorly aerated water, and in shielded areas.

# BEHANDLUNG VON ROHREN AUS EUCARO® 10 BEI STILLSTÄNDEN DES KÜHLWASSERSYSTEMS TREATMENT OF NIPES MADE FROM EUCARO® 10 IN THE CASE OF SHUTDOWN PERIODS OF THE COLLING WATER SYSTEM

Randbedingungen Boundary conditions	Stillstandszeit Shut-down period	
	1 bis 3 Tage 1 to 3 days	> 3 Tage > 3 days
<b>Absperrarmatur vorhanden Rohre ohne Verschmutzung</b>	<b>salzreiches Kühlwasser(1) Cooling water rich in salt(1)</b>	
<b>Shut-off device existing Tubes without contamination</b>	Rohr mit Kühlwasser gefüllt halten. Keep tube filled with cooling water.	Zusätzlich alle 3 Tage Kühlwasserbetrieb. In addition every 3 days cooling water operation.
	<b>salzarmes Kühlwasser(2) Cooling water poor in salt(2)</b>	
	Rohr mit Kühlwasser gefüllt halten. Keep tuber filled with cooling water.	Zusätzlich alle 3 Tage Kühlwasserbetrieb. In addition every 3 days cooling water operation.
<b>Absperrarmatur vorhanden Rohre mit Verschmutzung</b>	<b>salzreiches Kühlwasser(1) Cooling water rich in salt(1)</b>	
<b>Shut-off device existing Tubes with contamination</b>	Rohr entleeren, reinigen, wieder auffüllen mit Kühlwasser. Discharge, clean, refill tube with cooling water.	Zusätzlich alle 3 Tage Kühlwasserbetrieb oder wahlweise: - Rohr entleeren, spülen, auffüllen und mit Füllstandspumpe gefüllt halten (3) - entleeren, spülen, trocknen, trocken halten (3)  In addition every 3 days cooling water operation or alternatively: - Discharge, rinse, refill pipe and keep filling level, pump filled (3)
	<b>salzarmes Kühlwasser(2) Cooling water poor in salt(2)</b>	
	Rohr entleeren, reinigen, wieder auffüllen mit Kühlwasser. Discharge, clean refill tube with cooling water.	Zusätzlich - alle 3 Tage Kühlwasserbetrieb oder - entleeren, trocknen und trocken halten  In addition - every 3 days cooling water operations or - discharge, dry and keep dry

(1) Salzreiches Kühlwasser / Cooling water rich in salt (>500 mg/l Chloride)

(2) Salzarmes Kühlwasser / Cooling water poor in salt (<500 mg/l Chloride)

(3) Verwendung von Deionat oder salzarmen Trinkwasser / Use deionised water or drinking water poor in salt



## KORROSIONSBESTÄNDIGKEIT VON EUCARO® 10

## CORROSION RESISTANCE OF EUCARO® 10

Medien/medium	Beständigkeit/Resistance
---------------	--------------------------

### Alkaline / Alkalies

Aluminium-Hydroxid / Aluminium Hydroxide	sehr gut / excellent
Ammonium -Hydroxid / Ammonium Hydroxide	nicht empfehlenswert / poor
Barium-Carbonat / Barium Carbonate	sehr gut / excellent
Calcium-Hydroxid / Calcium Hydroxide	sehr gut / excellent
Kalk / lime	sehr gut / excellent
Magnesium-Hydroxid / Magnesium Hydroxide	sehr gut / excellent
Kalium Carbonat / Potassium Carbonate	sehr gut / excellent

### Luft / Atmosphere

Industrieluft / Atmosphere Industrial	sehr gut / excellent
Seeluft / Atmosphere Marine	sehr gut / excellent

### Gase / Gases

Ammoniak trocken /Ammonia Dry	sehr gut / excellent
Ammoniak feucht / Ammonia Moist	nicht empfohlen / poor
Kohlendioxid feucht / Carbon Dioxide Moist	gut / very good
Wasserstoff / Hydrogen	sehr gut / excellent
Stickstoff / Nitrogen	sehr gut / excellent
Sauerstoff / Oxygen	sehr gut / excellent

### Kohlenwasserstoff / Hydrocarbon

Azetylen / Acetylene	nicht empfohlen / poor
Benzol / Benzol	sehr gut / excellent
Butan / Butane	sehr gut / excellent
Rohöl / Crude Oil	gut / very good
Benzin / Gasoline	sehr gut / excellent
Kerosin / Kerosene	sehr gut / excellent
Teer / Tar	nicht geeignet / not acceptable

### Anorganische Säuren nichtoxidierend / Inorganic Acid non-oxidizing

Borsäure / Boric acid	sehr gut / excellent
Kohlensäure / Carbolic acid	gut / very good
Salzsäure / Hydrochlorid acid	ausreichend / good
Phosphorsäure / Phosphoric acid	gut / very good
Schwefelsäure 80-95% / Sulfuric Acid 80-95%	gut / very good

### Anorganische Säuren oxydierend / Inorganic Acid oxidizing

Chromsäure / Chromic Acid	nicht empfohlen / poor
Schwefelsäure / Sulfuric Acid	ausreichend / good

---

Medien/medium	Beständigkeit / resistance
---------------	----------------------------

---

 Flüssiges Metall / Liquid Metal
 

---

Quecksilber / Mercury	nicht empfohlen / poor
-----------------------	------------------------

---

 Organische Bestandteil / Organic Compounds
 

---

Formaldehyd / Formaldehyde	sehr gut / excellent
Glukose / Glucose	sehr gut / excellent
Glyzerin / Glycerine	sehr gut / excellent

---

 Medien/medium, Organische Lösungsmittel / Organic solvents
 

---

Azeton / Acetone	sehr gut / excellent
Alkohole / Alcohols	sehr gut / excellent
Äther / Ethers	sehr gut / excellent
Methylalkohol / Methyl Alcohol	sehr gut / excellent

---

 Oxydierende Salze / Oxidizing Salts
 

---

Ammoniumnitrat / Ammonium Nitrate	nicht empfohlen / poor
Kupferchlorid / Copper Chloride	ausreichend / good
Kupfernitrat / Copper Nitrate	ausreichend / good
Kupfersulfat / Copper Sulfate	gut / very good
Eisenchlorid / Ferric Chloride	gut / very good
Eisensulfat / Ferric Sulfate	gut / very good
Wasserstoffperoxyd / Hydrogen Peroxide	gut / very good
Natriumperoxyd / Sodium Peroxide	gut / very good

---

 Schwefel / Sulfur
 

---

Schwefelwasserstoff trocken / Hydrogen Sulfur dry	sehr gut / excellent
Schwefelwasserstoff feucht / Hydrogen Sulfur Moist	nicht empfohlen / poor
Schwefelchlorid trocken / Sulfur Chloride	sehr gut / excellent
Schwefeldioxyd trocken / Sulphur Dioxide Dry	sehr gut / excellent
Schwefeldioxyd feucht / Sulphur Dioxide Moist	ausreichend / good

---

 Wasser / Water
 

---

Salzwasser / Brines	sehr gut / excellent
Bergwergwasser / Mine Water	ausreichend / good
Meerwasser / Sea Water	sehr gut / excellent
Dampf / Steam	sehr gut / excellent