

# BUMAX<sup>®</sup> – HOCHFESTE EDELSTAHL-VERBINDUNGSELEMENTE

REYHER – der Exklusivpartner für Deutschland

**BUMAX<sup>®</sup>**  
THE WORLD'S STRONGEST  
STAINLESS STEEL BOLT





- ▶ Sortimente BUMAX 88 und BUMAX 109 aus Lagervorrat sofort lieferbar
- ▶ Große Auswahl an BUMAX-Werkstoffen für Sonderanfertigungen auf Anfrage
- ▶ Hohe Korrosionsbeständigkeit
- ▶ Einsatz im breiten Temperaturbereich von  $-200\text{ °C}$  bis  $+815\text{ °C}$  möglich
- ▶ Hohe Festigkeit
- ▶ Sehr gute Dauerfestigkeit
- ▶ Geringe Permeabilität (Magnetismus)

## Einsatzbeispiele



■ **BUMAX® – hochfeste Edelstahl-Verbindungselemente**

BUMAX steht für die stärksten Edelstahl-Verbindungselemente der Welt. Sie erfüllen höchste Anforderungen im Hinblick auf Qualität, Korrosionsbeständigkeit, Festigkeit und Dauerfestigkeit sowie Hitzebeständigkeit.

Die Kombination aus hoher Festigkeit und hoher Korrosionsbeständigkeit stellt bei Schraubverbindungen immer wieder eine Herausforderung dar. Bisher werden aufgrund ihrer hohen Festigkeiten überwiegend Stahlschrauben mit metallischen und nichtmetallischen Korrosionsschutzüberzügen verwendet, den sogenannten sich selbst opfernden Korrosionsschutzüberzügen, die je nach Umgebungsbedingungen einen adäquaten Schutz bieten. Überzüge stoßen jedoch in ihrer Anwendbarkeit immer wieder an Grenzen. Mit dem BUMAX-Sortiment stehen Verbindungselemente zur Verfügung, die sowohl hohe Festigkeiten als auch einen hervorragenden Korrosionsschutz nahezu kompromisslos miteinander verbinden. Darüber hinaus sind sie für einen Temperaturbereich von -200°C bis +815°C geeignet. BUMAX ist ein eingetragenes Warenzeichen der BUFAB Group. Die Produkte werden in BUFAB-eigenen Produktionsstätten in Schweden gefertigt, das Vormaterial stammt ausschließlich von europäischen Premium-Edelstahlherstellern.

**REYHER ist für das komplette BUMAX-Sortiment Exklusivpartner für Deutschland.**

**Das BUMAX-Sortiment umfasst**

- ▶ die Produktgruppen BUMAX 88 und BUMAX 109, die aus Lagervorrat sofort lieferbar sind. Sie entsprechen den Stahl-Festigkeitsklassen 8.8 und 10.9.
- ▶ eine Reihe weiterer BUMAX-Werkstoffe. Diese sind als Sonderanfertigungen auf Anfrage erhältlich. Einige dieser Werkstoffe, z.B. BUMAX Ultra, sind einzigartig und werden weltweit nur von BUFAB hergestellt.

■ **Technische Kompetenz**

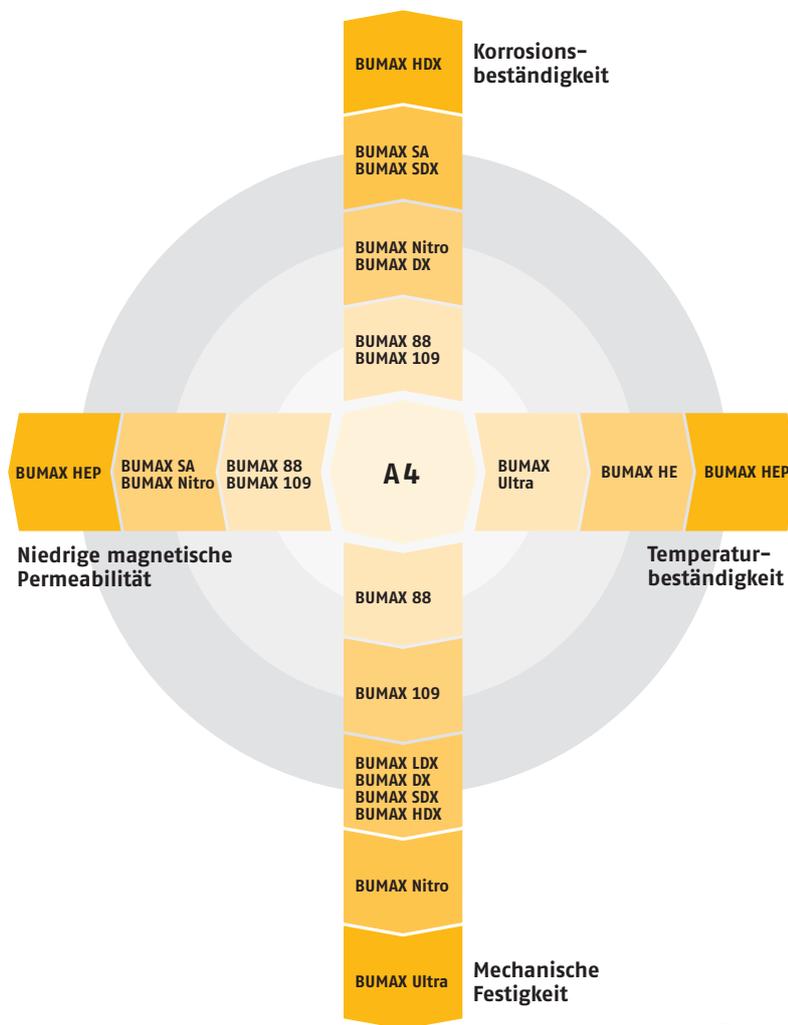
Das REM – REYHER Engineering Management beschäftigt sich mit allen technischen Belangen und Details rund um Verbindungselemente und Befestigungstechnik. Durch kontinuierliche Weiterbildung halten unsere Mitarbeiter ihr umfangreiches Fachwissen immer auf dem neuesten Stand. Unsere kompetenten Ingenieure und Techniker stehen Ihnen für Fragen zu BUMAX gern beratend zur Seite.

Technische Beratung:  
Telefon 040 85363-999



■ **Auswahldiagramm für BUMAX®-Werkstoffklassen**

Edelstahl-Verbindungselemente verfügen über Eigenschaften, die sie für viele Anwendungen interessant machen. Für die Auswahl sind erforderliche Eigenschaften wie Korrosionsbeständigkeit, Temperaturbeständigkeit, mechanische Festigkeit und magnetische Permeabilität wesentlich. Die Auswahl des richtigen Materials gewährleistet eine störungsfreie Lebensdauer und niedrige Lebenszykluskosten. Das Diagramm der Werkstoffklassen soll helfen, das für die jeweiligen Zwecke am besten geeignete Material auszuwählen.



## ■ Produkte BUMAX 88 und BUMAX 109

### ✓ Einsatz im breiten Temperaturbereich von –200 °C bis +400 °C

Bei tiefen Temperaturen wird bei BUMAX 109 immer noch eine Kerbschlagzähigkeit von 29,5 Joule erreicht, bei Bumax 88 sogar 47,4 Joule. Bei Temperaturen von +400 °C reduziert sich die 0,2%-Mindestdehngrenze um nicht mehr als 20% gegenüber dem Wert bei Raumtemperatur. Dadurch ergibt sich ein breites Einsatzfeld, speziell bei Anwendungen, die großen Temperaturschwankungen unterliegen.

### ✓ Hohe Korrosionsbeständigkeit

BUMAX 88 und BUMAX 109 verfügen aufgrund des größeren Molybdängehaltes über eine höhere Korrosionsbeständigkeit im Vergleich zu herkömmlichen Verbindungselementen der Werkstoffgruppe A4.

### ✓ Hohe Festigkeit

In ihrer Belastbarkeit entsprechen BUMAX 88 und BUMAX 109 den Stahl-Festigkeitsklassen 8.8 und 10.9. BUMAX 109 besteht aus demselben Material wie BUMAX 88, weist jedoch aufgrund eines speziellen Herstellungsprozesses eine höhere Festigkeit auf.

### ✓ Sehr gute Dauerfestigkeit

Eine Materialermüdung tritt auf, wenn Verbindungselemente einer permanenten Belastung ausgesetzt sind. Aufgrund von Spannungskonzentrationen in Einschlüssen oder Schlacken kann es zu Oberflächenschäden oder gar zum Ermüdungsbruch kommen. BUMAX ist ein homogenes Material, das kaum Einschlüsse und Schlacken aufweist. Im Vergleich zu den herkömmlichen A4-Werkstoffen ist BUMAX aufgrund seiner hochwertigen Beschaffenheit ganz klar im Vorteil.

### ✓ BUMAX 88 entspricht der Druckgeräterichtlinie (DGRL)

BUMAX 88-Schrauben und -Muttern in einem Durchmesserbereich von M 6 bis M 36 und einer Mindestlänge von 3 x d können im Druckbehälterbereich nach der Druckgeräterichtlinie 97/23/EG und dem AD 2000-Regelwerk eingesetzt werden. Die Eignung wird über eine Abnahmeprüfbescheinigung 3.1, die standardmäßig verfügbar ist, bestätigt. Die Anforderungen sind in einem Einzelgutachten vom TÜV Nord (PMA Nr. 1326W101430\_rev\_01) festgelegt.

### ✓ Geringe Permeabilität (Magnetismus)

BUMAX-Verbindungselemente werden u. a. in vielen Anwendungen eingesetzt, bei denen eine äußerst geringe magnetische Permeabilität erforderlich ist. Die magnetische Permeabilität bei BUMAX ist mit <1,01 µ um ein Vielfaches niedriger als bei standardmäßigen A2-/A4-Verbindungselementen.

### ✓ Chargenrückverfolgung

Auf dem Etikett der gelieferten Ware sind alle relevanten Informationen abgebildet, die eine Rückverfolgbarkeit bis zur Materialschmelze ermöglichen.

### ✓ Definierte Anziehdrehmomente und Vorspannkräfte durch eingestellte Reibwerte

Durch die Schmierung der BUMAX-Verbindungselemente können, im Gegensatz zu den handelsüblichen Verbindungselementen aus A2 und A4, über das Drehmomentverfahren definierte Vorspannkräfte in der Verbindung aufgebracht werden.

**Hinweis:** Das BUMAX 88-Sortiment ist auch für den Metallbau nach EN 15048 mit „SB“-Kennzeichnung auf Anfrage lieferbar!

## Kerbschlagzähigkeit

Bezeichnung	Kerbschlagzähigkeit in Joule [J]				
	20 °C	–50 °C	–100 °C	–140 °C	–196 °C
BUMAX 88	79,5	74,5	69,0	60,0	47,4
BUMAX 109	36,0	34,0	32,9	31,0	29,5

## Mechanische Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen

Bezeichnung	Verbleibende Dehngrenze $R_{p0,2}$ in % in Bezug auf $R_{p0,2}$ bei Raumtemperatur			
	100 °C	200 °C	300 °C	400 °C
BUMAX 88	90	90	85	80
BUMAX 109	95	95	95	90



## ■ BUMAX 88 und BUMAX 109 – REYHER-Lagerware

Norm	Bezeichnung	Abmessungen	Werkstoff, Festigkeit	Artikelcode
<b>BUMAX 88</b>				
DIN 938	Stiftschrauben, Einschraubende ≈ 1 d	M 6 x 25 – M 20 x 80	A 4 BUMAX 88	00938.941
DIN 976	Gewindebolzen, Form B	BM 5 x 1000 – BM 36 x 1000	A 4 BUMAX 88	00976.943
ISO 4014	Sechskantschrauben mit Schaft	M 6 x 30 – M 36 x 200	A 4 BUMAX 88	04014.941
ISO 4017	Sechskantschrauben mit Gewinde bis Kopf	M 4 x 10 – M 36 x 150	A 4 BUMAX 88	04017.941
ISO 4032	Sechskantmuttern, ISO-Typ 1	M 6 – M 36	A 4 BUMAX 88	04032.941
ISO 4762	Zylinderschrauben mit Innensechskant	M 3 x 6 – M 24 x 150	A 4 BUMAX 88	04762.941
ISO 7089	Flache Scheiben, normale Reihe, Produktklasse A, ohne Fase	5 – 36	A 4 BUMAX 88 200 HV	07089.941
<b>BUMAX 109</b>				
ISO 4014	Sechskantschrauben mit Schaft	M 6 x 35 – M 16 x 120	A 4 BUMAX 109	04014.942
ISO 4017	Sechskantschrauben mit Gewinde bis Kopf	M 4 x 16 – M 20 x 80	A 4 BUMAX 109	04017.942
ISO 4032	Sechskantmuttern, ISO-Typ 1	M 6 – M 20	A 4 BUMAX 109	04032.942
ISO 4762	Zylinderschrauben mit Innensechskant	M 4 x 12 – M 16 x 140	A 4 BUMAX 109	04762.942
ISO 7089	Flache Scheiben, normale Reihe, Produktklasse A, ohne Fase	6 – 20	A 4 BUMAX 109 300 HV	07089.942

## BUMAX®-Sonderanfertigungen – lieferbar auf Anfrage!

### ■ Weitere Werkstoffe

**BUMAX Nitro** ist ein austenitischer Edelstahl mit hohem Stickstoffanteil, der sich durch seine sehr hohe Festigkeit und Dauerbeständigkeit, einhergehend mit einer guten Korrosionsbeständigkeit, auszeichnet. Die Produkte dieser Klasse sind sogar in der Festigkeitsklasse 12.9 noch bis zu einem Durchmesser von M42 möglich.

**BUMAX Super Austenite (SA)** ist ein hochlegierter austenitischer Edelstahl, der sich sowohl zum Einsatz in Meerwasser als auch in anderen aggressiven chloridhaltigen Medien hervorragend eignet. Er weist ausgezeichnete Beständigkeit gegenüber jeglicher Art von Korrosion auf.

**BUMAX Lean Duplex (LDX)** ist eine ökonomische Lösung für hochfeste Verbindungselemente in mäßig korrodierenden Umgebungen.

**BUMAX Duplex (DX)** zeichnet sich durch ausgezeichnete Festigkeit, Duktilität und Dauerbeständigkeit aus. Zudem verfügen die Produkte dieser Klasse über eine sehr gute Beständigkeit gegenüber Korrosion.

**BUMAX Super Duplex (SDX)** zeichnet sich aus durch sehr gute mechanische Eigenschaften und eine ausgezeichnete Beständigkeit gegenüber Korrosion, Spalt-, Lochfraß- und Spannungsrisskorrosion in chloridhaltigen Medien.

**BUMAX Hyper Duplex (HDX)** ist eine bahnbrechende Legierung und wird in den anspruchsvollsten Anwendungen eingesetzt. Zum Beispiel in stark korrodierenden Umgebungen wie heißem chloriertem Meerwasser und aggressiven säurehaltigen, chloridhaltigen Medien in der chemischen und petrochemischen Industrie sowie der Öl-, Gas- und Schiffbauindustrie.

**BUMAX Ultra** – ein einzigartiger, durch Dispersionshärteverfahren ausgehärteter Edelstahl, der in extrem hohen Festigkeitsklassen (14.9–16.9) geliefert werden kann. BUMAX Ultra ist das stärkste Edelstahl-Verbindungselement auf dem Markt und verfügt über gute Korrosionsbeständigkeit in chloridhaltigen Umgebungen.

**BUMAX Heat (HE)** ist ein hochtemperaturbeständiges Material für Anwendungen, bei denen hohe Festigkeit und gute Oxidationsbeständigkeit bei Temperaturen bis zu 700 °C erforderlich sind. Es kann durch Dispersionshärteverfahren ausgehärtet werden.

**BUMAX Heat Plus (HEP)** ist ein durch Dispersionshärteverfahren aushärtbares, hochtemperaturbeständiges Material mit ausgezeichneter Oxidationsbeständigkeit sowie einer hohen Zugfestigkeit und guten Kriecheigenschaften bei Temperaturen bis zu 815 °C.

Siehe weitere technische Details auf den Folgeseiten.

# Technische Informationen

## Chemische Analyse

Werkstoff-klasse	Werkstoffnummer/ Norm	Gefügestruktur	C max.	Cr	Ni	Mo	Andere	PRE <sup>1</sup>
A 4	ISO 3506	austenitisch	0,08	16-18,5	10-15	2-3	Cu	25
BUMAX 88	1.4432, 1.4436, 1.4435	austenitisch	0,03	17	11,5	2,7	-	27
BUMAX 109	1.4432, 1.4436, 1.4435	austenitisch	0,03	17	11,5	2,7	-	27
BUMAX Nitro	-	austenitisch	0,035	20,5	10	2,4	N 0,4	35
BUMAX SA	1.4547	austenitisch	0,01	20	18	6,2	N, Cu	43
BUMAX LDX <sup>2</sup>	1.4162	ferritisch-austenitisch	-	21,5	1,5	0,3	N 0,22 Mn 5	26
BUMAX DX	1.4462	ferritisch-austenitisch	0,03	22	5,2	3,2	N 0,18	36
BUMAX SDX	1.4410	ferritisch-austenitisch	0,03	25	7	4	N 0,3	42
BUMAX HDX	1.4658	ferritisch-austenitisch	0,03	27	6,5	4,8	N 0,4, Co	49
BUMAX Ultra	-	martensitisch	0,02	12	9	4	Al, Ti, Cu	25
BUMAX HE	1.4980	austenitisch	0,08	15	26	1,5	Ti, V	-
BUMAX HEP	2.4952	austenitisch	0,10	19	>65	-	Al, Ti, Co	-

<sup>1</sup> PRE (Pitting Resistance Equivalent, auch Wirksumme genannt) stellt die Beständigkeit gegenüber Loch- und Spaltkorrosion des rostfreien Stahls dar. Ein höherer PRE-Wert weist auf bessere Korrosionsbeständigkeit hin. Formel:  $PRE = \% Cr + 3,3 \times \% Mo + 16 \times \% N$ .

<sup>2</sup> Standardmäßig verwenden wir für BUMAX Lean Duplex 1.4162 (PRE 26), aber es kann auch 1.4661 (PRE 33) bestellt werden.

## Physikalische Eigenschaften bei 20 °C

Werkstoff-klasse	Wärmeausdehnung, Durchschnittswerte im Temperaturbereich (x10 <sup>-6</sup> ) per °C						Magnetische Permeabilität
	20-100 °C	20-200 °C	20-300 °C	20-400 °C	20-500 °C	20-600 °C	
BUMAX 88	16,5	17	17,5	17,5	18	18	1,006
BUMAX 109	16,5	17	17,5	17,5	18	18	1,007
BUMAX Nitro	-	15,5	16	16,5	17	17	1,003
BUMAX SA	16	16	16,5	16,5	17	17	1,003
BUMAX LDX	12,5	13	13,5	13,5	14	14,5	100
BUMAX DX	12,5	13	13,5	13,5	14	14,5	100
BUMAX SDX	12,5	13	13,5	13,5	14	14,5	100
BUMAX HDX	12,5	13	13,5	13,5	14	14,5	100
BUMAX Ultra	11,5	12	12	12,5	12,5	13	1000
BUMAX HE	16,5	16,5	17	17	17,5	17,5	1,007
BUMAX HEP	12	13	13	13,5	13,5	14	1,001

## Korrosionsbeständigkeit

Werkstoff-klasse	Urban	Maritim, Salzwasser		Salzsäure (HCl) bei 50 °C				Schwefelsäure (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) bei 50 °C		
	Hoch <sup>2</sup>	Niedrig <sup>1</sup>	Hoch <sup>2</sup>	0,1 %	1 %	2 %	3 %	1 %	10 %	30 %
BUMAX 88	○	○	○	○	●	●	●	○	●	●
BUMAX 109	○	○	○	○	●	●	●	○	●	●
BUMAX Nitro	○	○	○	○	○	●	●	○	○	○
BUMAX SA	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○
BUMAX LDX	○	○	○	○	●	●	●	○	○	●
BUMAX DX	○	○	○	○	○	●	●	○	○	●
BUMAX SDX	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○
BUMAX HDX	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
BUMAX Ultra	○	○	●	●	●	●	●	○	●	●

○ Keine Korrosion unter normalen Bedingungen

● Nicht geeignet, mit Korrosion ist zu rechnen

○ Wahrscheinlichkeit der Korrosion, dennoch kann das gewählte Material je nach Anforderung, Umgebung, Auslegung der Applikation und entsprechender Wartung geeignet sein

<sup>1</sup> **Niedrig:** milde Bedingungen, niedrige Konzentration bei niedrigen Temperaturen

<sup>2</sup> **Hoch:** harte Bedingungen, hohe Konzentration bei erhöhten Temperaturen

## ■ Mechanische Eigenschaften im Anlieferungszustand

Material	Abmessung	Festigkeits- klasse	Schrauben und Stehbolzen				Muttern	Scheiben			
			Zugfestigkeit $R_m$ , min.		Streckgrenze $R_{p0,2}$ , min.				Dehnung, min.	Beanspruchung unter Prüflast, min.	Härte, min.
			MPa	ksi	MPa	ksi					
BUMAX 88	M 3 – M 36	88	800	116	640	92	0,3 d	800	200		
BUMAX 88, PED	M 6 – M 30	88	800	116	640	92	0,4 d	800	200		
BUMAX 109	M 3 – M 12 > M 12	109 109	1000 1000	145 145	900 800	130 116	0,2 d	1000	300		
BUMAX Nitro	≤ M 42	109 129	1000 1200	145 174	900 1080	130 156	0,2 d	Anm. <sup>2</sup>	Anm. <sup>2</sup>		
BUMAX SA	≤ M 42	88 109	800 1000	116 145	640 800	92 116	0,2 d	Anm. <sup>2</sup>	Anm. <sup>2</sup>		
BUMAX LDX	≤ M 42	88 109 129	800 1000 1200	116 145 174	640 900 1080	92 130 156	0,3 d	Anm. <sup>2</sup>	Anm. <sup>2</sup>		
BUMAX DX	≤ M 42	88 109 129	800 1000 1200	116 145 174	640 900 1080	92 130 156	0,3 d	Anm. <sup>2</sup>	Anm. <sup>2</sup>		
BUMAX SDX	≤ M 42	88 109 129	800 1000 1200	116 145 174	640 900 1080	92 130 156	0,3 d	Anm. <sup>2</sup>	Anm. <sup>2</sup>		
BUMAX HDX	≤ M 8	88 109 129	800 1000 1200	116 145 174	640 900 1080	92 130 156	0,3 d	Anm. <sup>2</sup>	Anm. <sup>2</sup>		
BUMAX Ultra <sup>1</sup>	≤ M 16	149 159 169	1400 1500 1600	203 217 232	1260 1350 1440	182 195 208	0,2 d	Anm. <sup>2</sup>	Anm. <sup>2</sup>		

<sup>1</sup> BUMAX Ultra ist eine Legierung, maßgeschneidert für hohe Anforderungen hinsichtlich Festigkeit, Ermüdungs- und Verschleißbeständigkeit. Die Werte in der Tabelle sind typische Festigkeitswerte. Höhere Festigkeiten bis hin zu Zugfestigkeiten von 2500 MPa können erreicht werden, dies muss individuell geprüft werden.

<sup>2</sup> Die Daten in der Tabelle sind typische und repräsentative Testergebnisse. Änderungen sind vorbehalten, abhängig von Abmessung und Design.

## ■ Eigenschaften bei hohen Temperaturen

Bei hohen Temperaturen verändern sich die Eigenschaften von Verbindungselementen. Zu den typischen Streckgrenzverlusten (siehe Diagramme) müssen zudem Veränderungen weiterer mechanischer Eigenschaften berücksichtigt werden, die bei längerem Einsatz unter höheren Temperaturen auftreten. Hierzu gehören Alterung und Kriechverformung. Alterung, die in allen Edelstahlmaterialien mit der Zeit auftritt, wird durch dauerhaft hohe Spannungen im Material hervorgerufen und im Zusammenspiel mit hohen Temperaturen oder Temperaturschwankungen verstärkt. Es kann zu Duktilitätsverlusten im Material kommen. Unter Kriechverformung versteht man eine langsame plastische Verformung unter dem Einfluss mechanischer Beanspruchung. Diese kann durch langfristig einwirkende Spannungen entstehen, die auch unterhalb der Dehngrenze des Materials liegen kann. Durch hohe Temperaturen wird dieses Verhalten zusätzlich verstärkt. BUMAX HE und BUMAX HEP sind hochtemperaturbeständige Materialien, die für den Einsatz unter hohen Temperaturen optimiert wurden. Im Vergleich zu normalen Edelstählen sind sie wesentlich beständiger gegen Alterung, Gasoxidation, Kriechen und Festigkeitsverluste.

## ■ Eigenschaften bei niedrigen Temperaturen

Typisch für alle Stähle ist eine zunehmende Sprödigkeit bei Temperaturen unter  $-20\text{ °C}$ . Die Sprödigkeit ist hauptsächlich abhängig von seiner Gefügestruktur, der chemischen Zusammensetzung und der Eigenspannung. Austenitischer Edelstahl hat im Allgemeinen bei sehr niedrigen Temperaturen eine höhere Kerbschlagzähigkeit als eine Duplex-Legierung, ferritischer und martensitischer Edelstahl.

Streckgrenze  $R_{p0,2}$  (MPa)

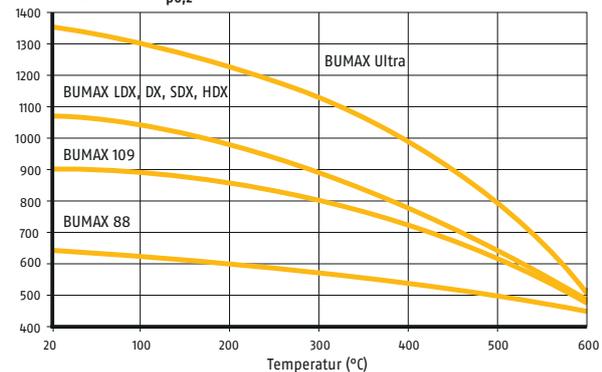


Diagramm 1: Typische Streckgrenzverluste bei erhöhten Temperaturen für Edelstähle

Streckgrenze  $R_{p0,2}$  (MPa)

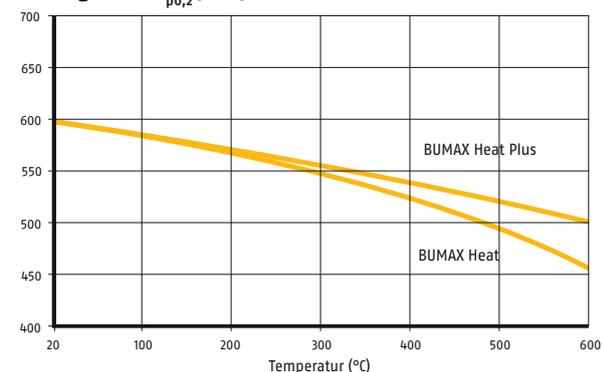


Diagramm 2: Typische Streckgrenzverluste für hitzebeständige Legierungen



040 85363-0



mail@reyher.de



www.reyher.de

**F. REYHER Nchfg. GmbH & Co. KG**

**Haferweg 1**

**22769 Hamburg**



### ■ **BUMAX® – exklusiv bei REYHER**

- ✓ „Stärkste“ Edelstahl-Verbindungselemente der Welt
- ✓ BUMAX-Sortimente:
  - ▶ BUMAX 88 und BUMAX 109 (≈ FK 8.8 und 10.9) aus Lagervorrat sofort lieferbar
  - ▶ Weitere BUMAX-Werkstoffe für Sonderanfertigungen auf Anfrage
- ✓ Temperaturbereich von -200 °C bis +815 °C möglich
- ✓ Hohe Korrosionsbeständigkeit
- ✓ Hohe Festigkeit
- ✓ Sehr gute Dauerfestigkeit
- ✓ Geringe Permeabilität (Magnetismus)

**Hinweis:** REYHER ist nicht Hersteller der BUMAX-Produkte. Der Hersteller behält sich technische Änderungen vor. Verständlicherweise setzt die Anwendung der aufgeführten Produkte Fachkenntnis über Einsatz und Montage sowie Normen voraus.