



1.4472 IMPLANT

1.4472/ F 1586 - Austenitischer rostfreier Stahl für Implantate

Merkmale und Besonderheiten

Dieser Stahl ist PESR (Pressure ESR) umgeschmolzen. Seine C und S-Gehalte werden sehr niedrig gehalten. Er weist hohe Cr, Mn und N-Gehalte sowie ein Nb-Zusatz aus. Sein mittlerer PREN Index beträgt 35.8 (1.4441 Stahl: 28.9) was auf eine sehr gute Lochfrass-Korrosionsbeständigkeit weist. Er ist δ (Delta) Ferrit frei und nicht ferromagnetisch bis zu hohen Kaltverformungen. Der 1.4472 IMPLANT Stahl ist sehr zäh, dadurch ist seine Zerspanung relativ schwierig und verlangt eine individuelle Anpassung der Zerspan-Prozesse und Schnittbedingungen.

Einsatz und Verwendungszweck

Die hohe Korrosionsbeständigkeit, mechanische Grundeigenschaften sowie die entsprechenden Ermüdungseigenschaften machen diesen Stahl für medizinische Anwendungen wie in der Endo-Prothetik, Osteosynthese knochenchirurgische Implantate, und hochfeste Komponente für Implantat Systeme das optimale Material. Er kann auch für zahlreiche Anwendungen der verschiedensten Industriezweige, die ähnliche hohe Ansprüche fordern, eingesetzt werden.

Normen

Werkstoff Nummer	1.4472
ISO	5832-9
EN 10088-3 09/05	X4CrNiMnMo 21-9-4
DIN	X4CrNiMnMo 21-9-4
ASTM	F 1586
NF	S 94-090
UNS	S31675

Chemische Zusammensetzung (%Gew.)

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	N	Nb	Fe
max. 0.008	max. 0.75	2.00	max. 0.025	max. 0.008	19.5	8.0	2.00	0.25	0.25	Rest
0.008	0.75	4.25	0.025	0.008	22.0	11.0	3.00	0.50	0.80	

Abmessungen und Toleranzen

- Stäbe \varnothing 3 – 20 mm ISO h6 (h9)
 - Unrundheit max.: $\frac{1}{2}$ Durchmesser-toleranz
- Andere Toleranzen auf Anfrage

Ausführungen

- Standard: Stäbe 3 m (+50/0 mm),
- Stäbe $\varnothing \geq 3.00$ mm: kaltgezogen, geschliffen, poliert, Ra max. 0.4 μ m (N5)
Stabende: gespitzt und gefast

Festigkeit Rm

• Stäbe:	Zustand	Rm (MPa)	R _{0.2%} (MPa)	A _{4d} (%)
	geglüht:	≥ 740	≥ 430	> 40
	kaltgezogen:	900-1500	600-1200	35-13

Verfügbarkeit

Standardabmessungen ab Lager, siehe: [Lieferprogramm](#)

Schnittbedingungen

- Zerspanung: relativ schwierig
besser in kaltverformtem Zustand
- Schnittgeschwindigkeit: $V_c \approx 20 - 25$ m/min.
- Kühl-Schmiermittel: Individuelle Wahl
- Die optimalen Schnittbedingungen sind von Werkzeugmaschine, Schnittwerkzeuge, Spanabmessungen, Kühl-Schmiermittel, Toleranzen sowie Oberflächenrauheit direkt abhängig.



1.4472 IMPLANT

1.4472/ F 1586 - Austenitischer rostfreier Stahl für Implantate

Gefüge Reinheit	Nach: ASTM 45 (E 1122):				
	Typ	A	B	C	D
	Einschlussart	Al-Oxide	Al Oxide	Silicate	Globular
	Fein	≤ 1.5	≤ 2.0	≤ 2.0	≤ 2.5
	Grob	≤ 1.5	≤ 1.5	≤ 1.5	≤ 1.5

δ (Delta) Ferrit Dieser Stahl ist frei von δ (Delta) Ferrit und daher nicht ferromagnetisch. Nach vom Outokumpu modifizierten Schaeffler-DeLong Diagramm und Formeln:

- $Cr_{eq} = 1.5Si + Cr + Mo + 2Ti + 0.5Nb$
- $Ni_{eq} = 30(C + N) + 0.5Mn + Ni + 0.5(Cu + Co)$
- %vol. δ Ferrit oder Ferrit Nummer FN
 $FN = ([1.375 (Cr_{eq} - 16) + 10] - Ni_{eq}) 2.586$
- Negativwerte weisen auf eine Abwesenheit von δ (Delta) Ferrit hin.

PREN	• $PREN = \%Cr + 3.3\%Mo + 18\%N$		
	• Berechnete PREN Eckwerte:	min.	30.6
		max.	40.9

Formen Warm: 1050 – 1150°C, Abschreckung/ schnelle Abkühlung
 Kalt: ohne Einschränkung
 starke Kaltverfestigung

Lösungsglügen 1050-1150°C/Abschreckung/ schnelle Abkühlung

- Eine Kaltverformung ≥ 10 – 15% vor dem Glühen wird empfohlen, um das Risiko ein zu starken und schnellen Kornwachstum zu vermeiden.
- Der Temperaturbereich 450 - 970°C muss vermieden werden, da er zu inter-kristalliner Ausscheidung der σ(Sigma) und / oder ψ(Chi) Phase führen kann.
- Die Bildung dieser Phasen verursacht eine Versprödung, die Minderung der Duktilität, inter-kristalline Korrosionsbeständigkeit und Polierfähigkeit.
 In diesem Fall, wird ein nachträgliches Lösungsglügen beim 1050-1080°C immer empfohlen.

Aushärtung Verfestigung

- Der 1.4472 IMPLANT Stahl kann nicht thermisch ausgehärtet werden.
- Dieser Stahl kann kaltverfestigt werden.

Mikrostrukturen Lieferzustand, warm gewalzt: Austenit, gegläht
 Für die Zerspanung und Polieren: Austenit, gegläht oder kaltverformt

Polieren Hochglanz Polieren: geeignet
 Elektropolieren: geeignet

Laser Markierung Die normal erwärmte HAZ (Heat Affected Zone) Zone der Lasermarkierung dürfte die Mikrostruktur nicht schädlich beeinflussen. [Mehr Info](#)

δ (Delta) Ferrit • Der 1.4472 IMPLANT Stahl ist δ (Delta) Ferrit frei.

Oberflächenoxydation Eine thermische Oxydation bildet Oxyde, die entweder mechanisch oder chemisch eliminiert werden müssen.

- Restzunder und gefärbte Oxyden können die Korrosions-Beständigkeit stark beeinträchtigen.



1.4472 IMPLANT

1.4472/ F 1586 - Austenitischer rostfreier Stahl für Implantate

Beizen und Passivieren

Eine thermische Oxydation bildet Oxyde, die entweder mechanisch oder chemisch eliminiert werden müssen.

- Restzunder und gefärbte Oxyden können die Korrosions-Beständigkeit stark beeinträchtigen

Korrosions-Beständigkeit

Beiz- und Passivierungsprozesse wie die dafür verwendeten Produkte, müssen an die spezifischen Anforderungen der austenitischen rostfreien Stähle angepasst sein.

- Um eine potentielle "Flash back" Reaktion zu vermeiden, wird prinzipiell das Beizen vor dem Passivieren empfohlen. [Mehr Info](#)
- Das Passivieren nach dem Elektropolieren ist nicht erforderlich.

Elementare Vorsichtsmaßnahmen

- Optimaler Oberflächenzustand: Saubere Oberfläche, gegläht und passiviert
- Die Tabelle 1 gibt die Korrosionsbeständigkeit der CHRONIFER® Special 35 P Stahl Qualität für Teile für die Uhrenausstattung.

- Der einfachste Schutz der Oberflächen ist, diese ständig sauber, fein poliert und passiviert zu halten.
- Die Teile gut reinigen (keine Arbeitsrückstände dulden) und trocknen.
- Nur geeignete chlorfreie Desinfektionslösungen, Reinigungs- und Waschmittel verwenden. [Mehr Info](#)

Physikalische Eigenschaften

Eigenschaften	Einheit	Temperatur (°C)				
		20	200	300	400	500
Dichte	g cm ⁻³	7.90				
E Modul	GPa	195				
Poisson Koeffizient		0.29				
Elektrischer Widerstand	Ω.mm ² .m ⁻¹	0.75				
Thermische Ausdehnung	m m ⁻¹ K ⁻¹ 10 ⁻⁶	20-100°C	20-200°C	20-300°C	20-400°C	20-600°C
Thermische Leitfähigkeit	W.m ⁻¹ .K ⁻¹	14			15.2	
Spezifische Wärme	J.kg ⁻¹ .K ⁻¹	500				
Schmelzbereich	°C	--				
Magnetismus	Nicht magnetisch					
Relative Permeabilität	μr	max. 1.01				

Verzichtserklärung: Die Informationen und Angaben dieses Datenblattes sind nur Hinweise. Sie gelten nicht als Verwendungsinstruktionen. Der Anwender dieses Materials muss dies von Fall zu Fall selber bestimmen und verantworten.