

CHRONIFER® Special 35 P

1.4435/AISI 316L - Austenitischer rostfreier Stahl für die Uhrenausrüstung TripleMelt, extra rein, δ Ferrit frei und nicht magnetisch

Merkmale und Besonderheiten

Der CHRONIFER® Special 35 P ist ein TripleMelt austenitischer rostfreier Stahl der Extra-Klasse für Komponenten der Uhrenausrüstung. Er wurde für diese Anwendungen und hoch anspruchsvolle industrielle Anwendungen prinzipiell konzipiert. Er wird dreifach in modernsten Stahlerzeugungsanlagen VIM geschmolzen und ESU und VAR doppelt umgeschmolzen. Sein extra reines feines Gefüge begünstigt seine Polierbarkeit, Korrosions-Beständigkeit und Ermüdungs-Festigkeit und erhöht die Standzeit der Zerspanungswerkzeuge. Dieser Stahl ist amagnetisch (nicht ferromagnetisch) und δ (Delta) Ferrit frei.

Einsatz und Verwendungszweck

Der CHRONIFER® Special 35 P Stahl wird insbesondere für die Fertigung von Teilen für die Uhrenausrüstung, wie Uhregehäuse und Armbänder-Komponenten, sowie weitere hochwertige industrielle Anwendungen eingesetzt. Er erfüllt die höchsten Anforderungen an Zuverlässigkeit und Reproduzierbarkeit wie diese für eine IoT-gesteuerte und kontrollierte Fertigung (Industrie 4.0) erforderlich sind.

Normen

Werkstoff Nummer	1.4435
DIN - EN 10088-3	X2CrNiMo18-14-3
AFNOR	X2CrNiMo 18-13-3 (früher Z3CND18-14-03)
AISI/SAE/ASTM	ähnlich 316L
JIS	SUS 316
NF S 94-090	X2CrNiMo18-14-3

Chemische Zusammensetzung (%Gew.)

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	N	Cu	Fe
max. 0.030	0.25	1.15	max. 0.010	max. 0.002	17.5	13.5	2.50	max. 0.10	0.35	Rest
	0.45	1.65			19.0	15.0	3.00		0.50	

Schmelzen und Umschmelzen

- TripleMelt
- VIM (Vacuum Induction Melting – Vakuum Induktion Schmelzen)
 - ESU Elektroschlack-Umschmelzen
 - VAR (Vacuum Arc Remelting - Vakuum Lichtbogen Umschmelzen)

Abmessungen und Ausführungen

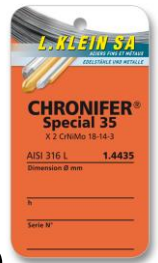
- Stäbe ø 14-60 mm: warmgewalzt, lösungsgeglüht, geschält, geschliffen, poliert, Rm 500-700 MPa
- Stäbe ø 1-15 mm: lösungsgeglüht, geschält, geschliffen, poliert Rm 700-1000 MPa
- Stäbe ø 1-3 mm: HPM kaltgezogen, kalibriert, Toleranz h4-h5, 3m (2m) abgelängt, gespitzt, gefast, Rm = 750-1050 MPa
- Drähte ø 1-2.5 mm: HPM kaltgezogen, kalibriert, Toleranz h5-h6, Rm = 800-950 MPa
- Walzdrähte ø >5.5 mm: lösungsgeglüht, geschält, skin pass Rm 570-700 MPa werden in „Open Source“ an Umformer angeboten

Verfügbarkeit

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

Schnittbedingungen

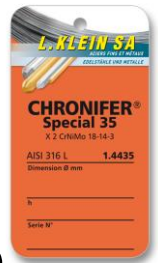
- Zerspanung: relativ schwierig, besser in kaltverformten Zustand
 Schnittgeschwindigkeit: $V_c \approx 30 - 40$ m/min.
 Kühl-Schmiermittel: Individuelle Wahl
- Die optimalen Schnittbedingungen sind von Werkzeugmaschine, Schnittwerkzeug, Spanabmessungen, Kühl-Schmiermittel, Toleranzen sowie der Oberflächenrauheit direkt abhängig.



CHRONIFER® Special 35 P

1.4435/AISI 316L - Austenitischer rostfreier Stahl für die Uhrenausrüstung TripleMelt, extra rein, δ Ferrit frei und nicht magnetisch

Gefüge Reinheit	Nach: EN 50602: K0 max. 2 (K0 max.1 angestrebt) ASTM E 112, Alternative: < 1 A, B, C und D Einschlusstyp
Korngrösse	Nach ASTM E47: <ul style="list-style-type: none"> • Warmgewalzte Stäbe: ASTM Nr. \geq 5 • Kaltgezogene Stäbe: ASTM Nr. \geq 6 • Kaltgezogene Drähte: ASTM Nr. \geq 7
δ (Delta) Ferrit	Der CHRONIFER® Special 35 P ist frei von δ (Delta) Ferrit und nicht ferromagnetisch. Nach vom Outokumpu modifizierten Schaeffler-DeLong Diagramm und Formeln: <ul style="list-style-type: none"> • $Cr_{eq} = 1.5Si + Cr + Mo + 2Ti + 0.5Nb$ • $Ni_{eq} = 30(C + N) + 0.5Mn + Ni + 0.5(Cu + Co)$ • $\%vol \delta \text{ Ferrit oder Ferrit Nummer FN} = ([1.375 \{Cr_{eq} - 16\} + 10] - Ni_{eq}) 2.586$ • Negativwerte weisen auf nicht vorhandenes δ (Delta) Ferrit
PREN	<ul style="list-style-type: none"> • $PREN = \%Cr + 3.3\%Mo + 18\%N$ • Berechnete PREN Eckwerte: min. 26.5 max. 30.7
Formgebung	Warm: 960 – 1100°C, schnelle Abschreckung/Abkühlung <ul style="list-style-type: none"> • Bei Temperatur unterhalb von 960°C wird ein Endlösungsglühen bei 1060-1080°C vorsorglich empfohlen. Kalt: ohne Einschränkung, siehe die Kalt-Verfestigungskurve Seite 3
Lösungsglühen	1060-1080°C, schnelle Abschreckung/Abkühlung <ul style="list-style-type: none"> • Eine Mindest Kaltverformung \geq 10 – 15% vor dem Glühen wird empfohlen, um das Risiko eines zu starken und schnellen Kornwachstums zu vermeiden. • Der Temperaturbereich 500 - 960°C muss vermieden werden, da er zur Ausscheidung einer σ Phase (Sigma) führen kann. • Die Bildung einer σ (Sigma) Phase verursacht eine Versprödung sowie die Herabsetzung der Duktilität, Korrosionsbeständigkeit und Polierfähigkeit. In diesem Fall, wird ein nachträgliches Lösungsglühen bei 1060-1080°C immer empfohlen.
Aushärtung	Der CHRONIFER® Special 35 P Stahl kann nicht thermisch ausgehärtet werden.
Verfestigung	Dieser Stahl kann nur durch eine Kaltverformung verfestigt werden. Siehe Seite 3
Mikrostrukturen	Lieferzustand, warm gewalzt: Austenit, gegläht Für Zerspanung und Polieren: Austenit, gegläht oder kaltverformt
Polieren	Höchste „Haut de gamme“ Anforderungen: geeignet Elektropolieren: geeignet <ul style="list-style-type: none"> • Der CHRONIFER® Special 35 P Stahl ist frei von δ (Delta) Ferrit. • Falls eine σ (Sigma) Phase unbeabsichtigt gebildet wird, kann ein Lösungsglühen bei 1060-1080°C erforderlich werden, um das Polieren und die Korrosionsbeständigkeit nicht zu beeinträchtigen.
Schweißen	Machbar
Laser Markierung	Die normal erwärmte Zone HAZ (Heat Affected Zone) der Lasermarkierung dürfte die Mikrostruktur nicht negativ beeinflussen. Mehr Info



CHRONIFER® Special 35 P

1.4435/AISI 316L - Austenitischer rostfreier Stahl für die Uhrenausrüstung TripleMelt, extra rein, δ Ferrit frei und nicht magnetisch

Verfestigung

Der CHRONIFER® Special 35 P Stahl kann nur durch Kaltverformung verfestigt werden. Abbildung 1 zeigt die Verfestigungskurven für Rm und R_{0.2%} sowie die 10⁷ Zyklen-Ermüdungsgrenze (Umlaufbiege-Ermüdung) in Funktion der Kaltverformung. Abbildung 2 zeigt die Wöhler-Kurve

Abbildung 1
Verfestigungskurven
Festigkeits:
Rm und R_{0.2%}
Ermüdungsgrenze:
10⁷ Zyklen

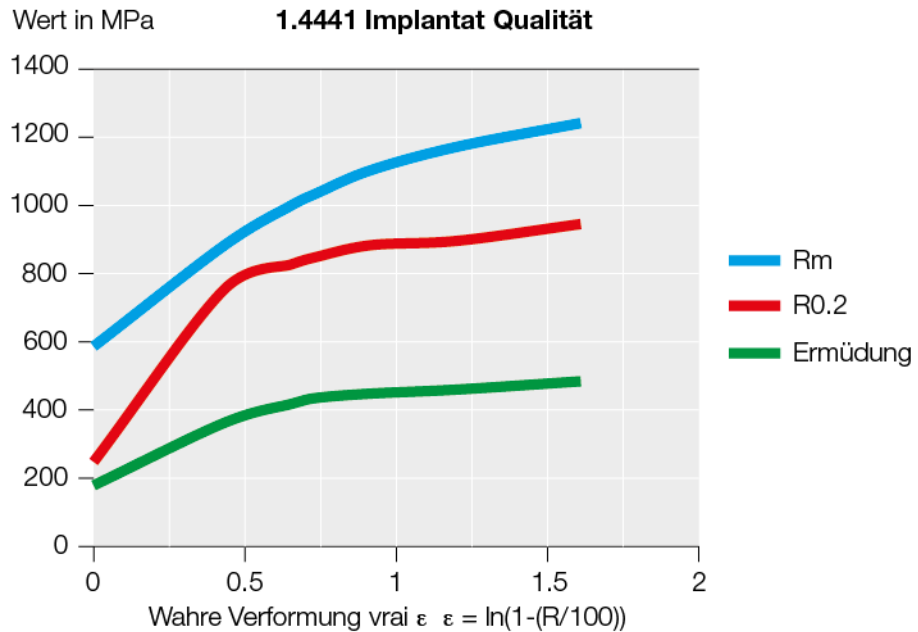
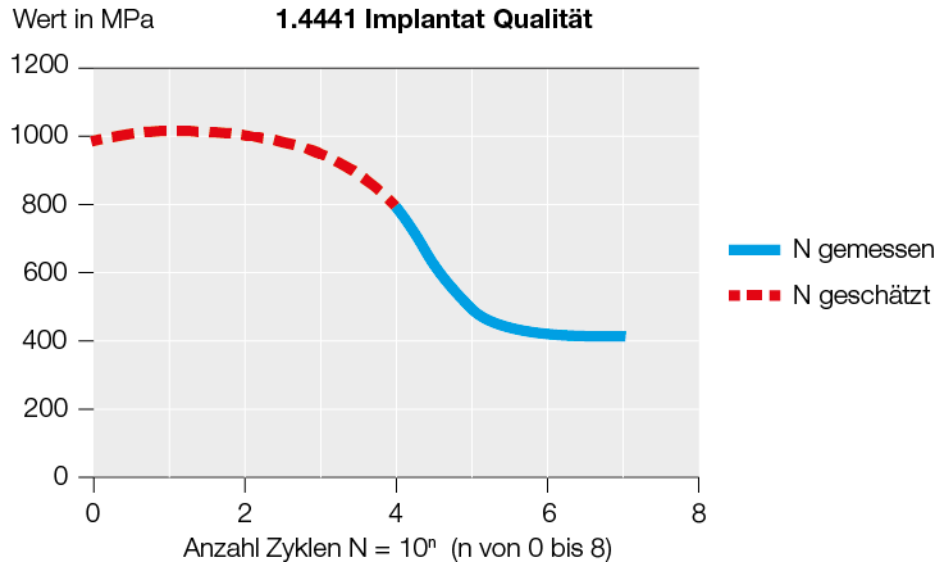


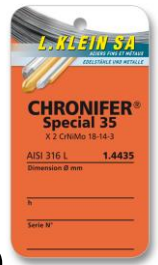
Abbildung 2
Ermüdungskurve
Wöhler-Kurve



Eckwerte

Die Eckwerte des CHRONIFER® Special 35 P Stahles sind:

- Cr_{eq}: <21.5
- Ni_{eq}: >18.0
- Cr_{eq}/Ni_{eq}: ≤1.16
- δ(Delta) Ferrit: -2.2
- PREN: ≥27



CHRONIFER® Special 35 P

1.4435/AISI 316L - Austenitischer rostfreier Stahl für die Uhrenausrüstung TripleMelt, extra rein, δ Ferrit frei und nicht magnetisch

Oberflächenoxydation

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

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

Beizen und Passivieren

Die Beiz- und Passivierungsprozesse und 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.

Korrosions-Beständigkeit

- Optimaler Oberflächenzustand: sehr saubere Oberfläche, gegläht und passiviert
- Die Tabelle 1 gibt die Korrosionsbeständigkeit der CHRONIFER® Special 35 P Stahlqualität für:
 - Teile der Uhrenausrüstung.

Tabelle 1 Korrosions-Beständigkeit

Korrosionsart	Zustand	Korrosionsempfindlichkeit
Lochfrass-Korrosion	alle	beständig
Salzsprühtest	alle	beständig
Meerwasser	alle	beständig
Spannungsriß-Korrosion	geglüht	beständig
	kaltverformt kaltverfestigt $R \leq 63\%$; $\epsilon=1$	allgemein nicht empfindlich
	Gegebenenfalls sollte ein thermisches Entspannungsglühen bei 250-300°C/1h vorsorglich erfolgen.	

Galvanische Korrosion

- Der CHRONIFER® Special 35 P Stahl ist wesentlich edler als viele andere Metalle, wie z.B. die gängigen 18/8 rostfreien Stähle.
- Elektrolyt und die Metalle der unmittelbaren Konfiguration der Montage und Umgebung können unter Umständen eine galvanische Zelle bilden, die zu galvanischer Korrosion führen kann. [Mehr Info](#)

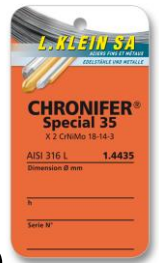
Elementare Vorsichtsmaßnahmen

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

Magnetismus

Der CHRONIFER® Special 35 P Stahl ist amagnetisch (nicht ferromagnetisch).
Relative Permeabilität max. 1.003

- Der δ (Delta) Ferrit ist weder mit dem „Ferritoscope“ messbar noch metallographisch bei 100X-Vergrößerung feststellbar.
- Die berechneten δ (Delta) Ferrit-Eckwerten des CHRONIFER® Special 35 P Stahles beträgt: -2.2 (nicht vorhanden)
- Eine intensive Kaltverformung bis z.B. $\epsilon = 1$ ($\approx 63\%$) kann keinen Ferromagnetismus durch die Bildung von α (Alpha) Martensit verursachen.



CHRONIFER® Special 35 P

1.4435/AISI 316L - Austenitischer rostfreier Stahl für die Uhrenausrüstung TripleMelt, extra rein, δ Ferrit frei und nicht magnetisch

Physikalische Eigenschaften

Eigenschaften	Einheit	Temperatur (°C)				
		20	200	300	400	500
Dichte	g cm ⁻³	7.95				
E Modul	GPa	186.4				
Poisson Koeffizient		0.29				
Elektrischer Widerstand	Ω.mm ² .m ⁻¹	0.74				
Thermische Ausdehnung	m m ⁻¹ K ⁻¹ 10 ⁻⁶	20-100°C 16.5	20-200°C 17.5	20-300°C 17.5	20-400°C 18.5	20-500°C 19
Thermische Leitfähigkeit	W.m ⁻¹ .K ⁻¹	16			15.2	
Spezifische Wärme	J.kg ⁻¹ .K ⁻¹	500				
Schmelzbereich	°C	1370-1400 bildet kein δ Ferrit (Delta)				
Magnetismus	Nicht magnetisch					
Relative Permeabilität	μr ≤1.003					

Verzichterklärung: 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.