

CHRONIFER® SPECIAL 35 P

1.4435 / AISI 316L – Austenitischer rostfreier Stahl für die Uhrenausstattung, TripleMelt, extra rein, δ Ferrit frei, nicht magnetisch

Merkmale und Besonderheiten

Der CHRONIFER® Special 35 P ist ein TripleMelt austenitischer rostfreier Stahl der Extra-Klasse für Komponenten der Uhrenausstattung. Er wurde für diese Anwendungen und hochanspruchsvolle 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, Korrosionsbeständigkeit und Ermüdungsfestigkeit und erhöht die Standzeit der Zerspanungswerkzeuge. Dieser Stahl ist amagnetisch (nicht ferromagnetisch) und δ (Delta) Ferrit frei.

Anwendung

Der CHRONIFER® Special 35 P Stahl wird insbesondere für die Fertigung von Teilen für die Uhrenausstattung, wie Uhrengehäuse und Armbänderkomponenten, 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-Nr.	1.4435
EN 10088-3	X2CrNiMo18-14-3
DIN	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
max. 0.030	0.25 – 0.45	1.15 – 1.65	max. 0.010	max. 0.005	17.5 – 19.0

Ni	Mo	N	Cu	Fe
13.5 – 15.0	2.50 – 3.00	max. 0.11	0.35 – 0.50	Rest

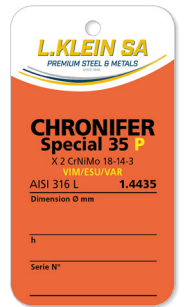
Schmelzen und Umschmelzen

TripleMelt [dreifach umgeschmolzen]:

- VIM [Vacuum Induction Melting – Vakuum Induktion Schmelzen]
- ESU [Elektroschlacke-Umschmelzen]
- VAR [Vacuum Arc Remelting – Vakuum Lichtbogen Umschmelzen]

Abmessungen und Ausführungen

- Stäbe \varnothing 14 – 60 mm: warmgewalzt, lösungsgeglüht, geschält, geschliffen, poliert, Rm 500 – 700 MPa
- Stäbe \varnothing 1 – 15 mm: lösungsgeglüht, geschält, geschliffen, poliert, Rm 700 – 1'000 MPa
- Stäbe \varnothing 1 – 3 mm: HPM kaltgezogen, kalibriert, Toleranz h4 – h5, 3 m (2 m) abgelängt, gespitzt, gefast, Rm = 750 – 1'050 MPa
- Drähte \varnothing 1 – 2.5 mm: HPM kaltgezogen, kalibriert, Toleranz h5 – h6, Rm = 800 – 950 MPa
- Walzdrähte \varnothing > 5.5 mm: lösungsgeglüht, geschält, skin pass, Rm 570 – 700 MPa, werden in "Open Source" an Umformer angeboten



CHRONIFER® SPECIAL 35 P

1.4435 / AISI 316L – Austenitischer rostfreier Stahl für die Uhrenausstattung, TripleMelt, extra rein, δ Ferrit frei, nicht magnetisch

Verfügbarkeit Standardabmessungen an Lager: siehe [Lieferprogramm](#)

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

Gefügereinheit Nach:

- EN 50602: KO max. 2 (KO max.1 angestrebt)
- ASTM E 112, Alternative: <1A, B, C und D Einschlusstyp

Korngrösse Nach ASTM E47:

- Warmgewalzte Stäbe: ASTM Nr. ≥ 5
- Kaltgezogene Stäbe: ASTM Nr. ≥ 6
- Kaltgezogene Drähte: ASTM Nr. ≥ 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:

- $Cr_{eq} = 1.5Si + Cr + Mo + 2Ti + 0.5Nb$
- $Ni_{eq} = 30(C + N) + 0.5Mn + Ni + 0.5(Cu + Co)$
- $\%_{vol} \delta$ Ferrit oder Ferrit Nummer

$$FN = \left[\left(\left[1.375 (Cr_{eq} - 16) + 10 \right] - Ni_{eq} \right) \right] 2.586$$
Negativwerte weisen auf nicht vorhandenes δ (Delta) Ferrit.

PREN

- $PREN = \%Cr + 3.3\%Mo + 18\%N$
- Berechnete PREN Eckwerte: min. 26.5 / max. 30.7

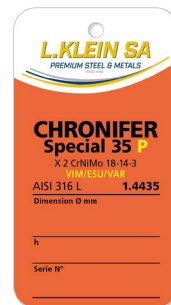
Formung Warm: 960 – 1'100°C, schnelle Abschreckung / Abkühlung

- Bei Temperatur unterhalb von 960°C wird ein Endlösungsglühen bei 1'060 – 1'080°C vorsorglich empfohlen.

Kalt: ohne Einschränkung, siehe die Kaltverfestigungskurve Seite 3

Glühen Lösungsglühen: 1'060 – 1'080°C, schnelle Abschreckung / Abkühlung

- 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 1'060 – 1'080°C immer empfohlen.



CHRONIFER[®] SPECIAL 35 P

1.4435 / AISI 316L – Austenitischer rostfreier Stahl für die Uhrenausstattung, TripleMelt, extra rein, δ Ferrit frei, nicht magnetisch

Aushärtung Der CHRONIFER[®] Special 35 P Stahl kann nicht thermisch ausgehärtet werden.

Verfestigung Dieser Stahl kann nur durch eine Kaltverformung verfestigt werden. Siehe Abbildung 1

Mikrostrukturen Lieferzustand, warmgewalzt: Austenit, gegläht
Für Zerspanung und Polieren: Austenit, gegläht oder kaltverformt

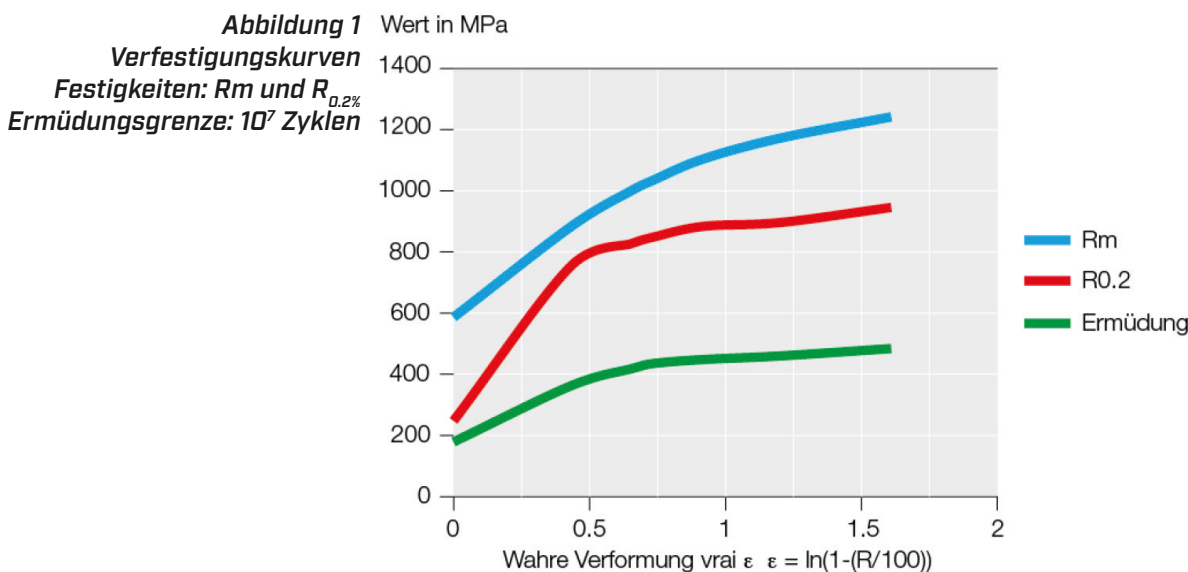
Polieren Höchste "Haut de gamme" Anforderungen: geeignet
Elektropolieren: geeignet.

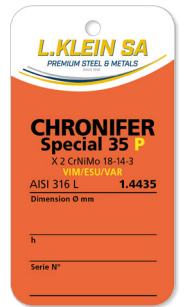
- Der CHRONIFER[®] Special 35 P Stahl ist frei von δ (Delta) Ferrit.
- Falls eine σ (Sigma) Phase unbeabsichtigt gebildet wird, kann ein Lösungsglühen bei 1'060 – 1'080°C erforderlich werden, um das Polieren und die Korrosionsbeständigkeit nicht zu beeinträchtigen. [mehr Info](#)

Schweissen Machbar

Lasermarkierung Die normal erwärmte Zone HAZ (Heat Affected Zone) der Lasermarkierung dürfte die Mikrostruktur nicht negativ beeinflussen. [mehr Info](#)

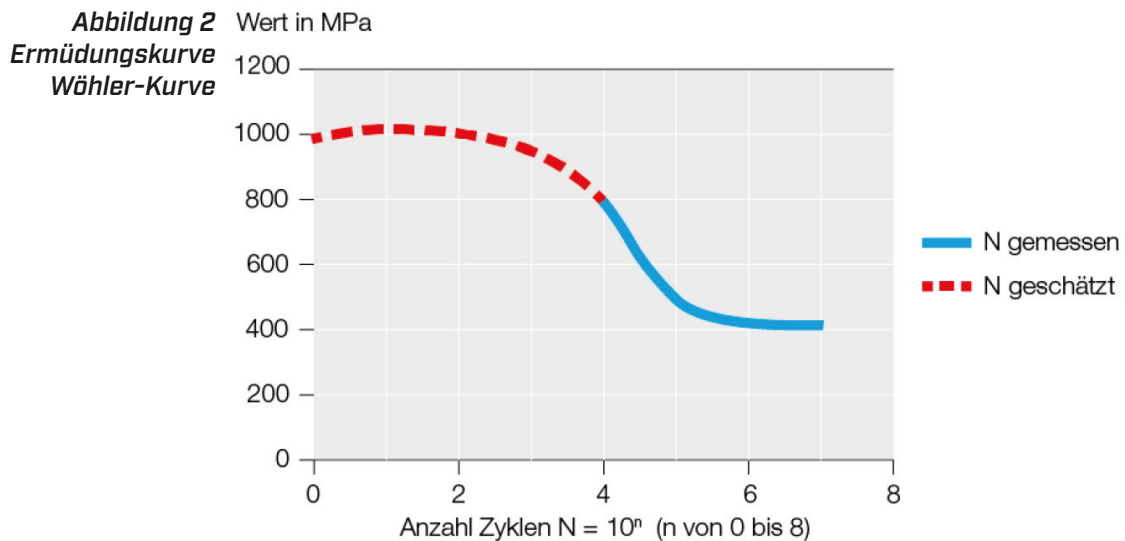
Verfestigung Der CHRONIFER[®] Special 35 P Stahl kann nur durch Kaltverformung verfestigt werden. Abbildung 1 zeigt die Verfestigungskurven für R_m und $R_{0.2\%}$ sowie die 10^7 Zyklenermüdungsgrenze (Umlaufbiegeermüdung) in Funktion der Kaltverformung. Abbildung 2 zeigt die Wöhler-Kurve.





CHRONIFER® SPECIAL 35 P

1.4435 / AISI 316L – Austenitischer rostfreier Stahl für die Uhrenausstattung, TripleMelt, extra rein, δ Ferrit frei, nicht magnetisch

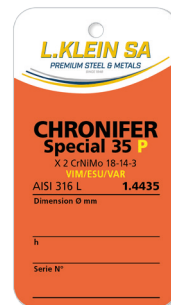


Eckwerte Die Eckwerte des CHRONIFER® Special 35 P Stahles sind:

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

Oberflächenoxydation Eine thermische Oxydation bildet Oxyde und/oder Zunder, die entweder mechanisch oder chemisch eliminiert werden müssen. Restzunder und gefärbte Oxyden können die Korrosionsbeständigkeit stark beeinträchtigen

Beizen und Passivieren Die Beiz- und Passivierenprozesse 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.



CHRONIFER® SPECIAL 35 P

1.4435 / AISI 316L – Austenitischer rostfreier Stahl für die Uhrenausstattung, TripleMelt, extra rein, δ Ferrit frei, nicht magnetisch

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

Korrosionsart	Zustand	Korrosionsempfindlichkeit
Lochfrasskorrosion	alle	beständig
Salzsprühtest	alle	beständig
Meerwasser	alle	beständig
Spannungsrisskorrosion	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](#)

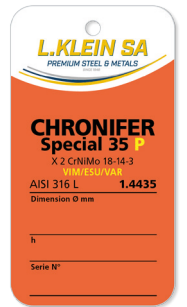
Elementare Vorsichtmassnahmen

- 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 μ_r : 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 eine Bildung von α (Alpha) Martensit verursachen.



CHRONIFER[®] SPECIAL 35 P

1.4435 / AISI 316L – Austenitischer rostfreier Stahl für die Uhrenausstattung, TripleMelt, extra rein, δ Ferrit frei, nicht magnetisch

Physikalische Eigenschaften

Eigenschaften	Einheiten	Temperatur [°C]				
		20	200	300	400	500
Dichte	g cm ⁻³	7.95				
E Modul	GPa	186.4				
Poisson Koeffizient ν	GPa	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	1'370 – 1'400°C bildet kein δ Ferrit (Delta)					
Magnetismus	Nicht magnetisch					
Relative Permeabilität	$\mu_r \geq 1.003$					

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.