

DURIMPHY

1.6358/ASTM A-538 Ausscheidungshärtbarer martensitischer Stahl

Merkmale und Besonderheiten

Der DURIMPHY ist ein Ausscheidungshärtbarer Stahl mit einem niedrigen C-Gehalt. Nach einer 830°C/Abschreckung Behandlung wird er weich martensitisch. Sein Martensit ist gut bearbeitbar und ermöglicht sehr hohen plastischen Kaltverformungen. Die Ausscheidungshärtung findet beim 480°C statt. Dabei werden die Einflüsse der Kaltverformung und der Ausscheidungsreaktion kumulativ genutzt um hohe HRC Härte bis 52-55 reproduzierbar zu erreichen. Die Aushärtung bildet keine inneren Spannungen, noch verursacht Maß-Änderungen. Im gehärteten Zustand hat er hohe Rm und R_{0.2} Werte und Ermüdungseigenschaften, sowie eine gute Zähigkeit. Seine Kerbschlagzähigkeit weist keine duktil-spröde Übergangstemperatur bis zu den tiefsten Kältetemperaturen der Kryogenik. Er kann dauerhaft bis max. 400°C eingesetzt werden. Er kann gut geschweißt und hart gelötet werden.

Anwendung

Der DURIMPHY Stahl wird für sehr viele Anwendungen eingesetzt. Von Komponenten der Luft- und Raumtechnik bis zu Teilen für die Mikromechanik und die Uhrentechnik. Jedoch, seine Korrosionsbeständigkeit ist bescheiden, sie begrenzt seinen Einsatz.

Normen

Stahl Nummer	1.2709
EN/DIN	X3NiMoTi 18-9-5
ASTM/ANSI	A-538
AMS	6514
UNS	K93160

Chemische Zusammensetzung (%Gew.)

C	Si	Mn	P	S	Ni	Co	Mo	Ti	andere Fe
max. 0.03	max. 0.10	max. 0.10	max. 0.010	max. 0.010	18.00 19.00	8.50 9.50	4.60 5.20	0.50 0.80	max. 1.20 Rest

Abmessungen und Ausführungen

Runde Stäbe: 3 – 13 mm, kaltgezogen, 3m gerichtet und h6 geschliffen
Rm und A% siehe Abbildung 2

Verfügbarkeit

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

Festigkeit und Zerspanung

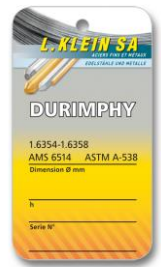
- Der hohe Ratio R_{0.2}/Rm ≥ 0.98% des DURIMPHY Stahles im geglühtem Zustand begünstigt die Spanbildung und somit die Zerspanung.
- Im kaltverformtem Zustand, seine Bearbeitbarkeit ist Funktion der Rm Wert.

Zerspanung

- Bearbeitbarkeit: vorteilhaft
- Schnittgeschwindigkeit: langsam, Vc ≈ 20-40 m/min
- Vorschub: mäßig bis hoch
- Kühl-Schmiermittel: Individuelle Wahl
- Die optimalen Schnittbedingungen sind von Werkzeugmaschine, Schnittwerkzeugen, Spanabmessungen, Kühl-Schmiermittel, Toleranzen sowie die Oberflächenrauheit direkt abhängig.
- Der DURIMPHY Stahl ist zäh. Seine Bearbeitung verlangt den Einsatz von steifen Werkzeugmaschinen, Werkzeughalter und Werkzeuge.

Verformung

- Warm: Schmieden: 1050-850°C
Tiefste Schmiede und Warmverformungstemperatur: 850°C
- Kaltverformung: max. 400°C



DURIMPHY

1.6358/ASTM A-538 Auscheidungshärtbarer martensitischef Stahl

Schmelzen

- VIM (Vacuum Induction Melting) + Umschmelzen: VAR (Vacuum Arc Remelting)

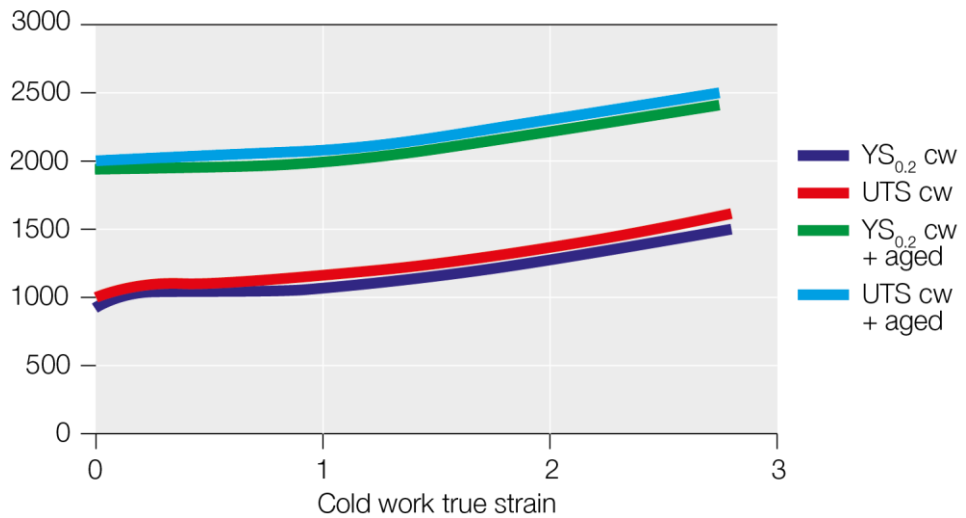
Gefüge Reinheit

- Saubere Mikrostruktur, Vakuum geschmolzen und umgeschmolzen

Verfestigung

UTS/Rm & $YS_{0.2}/R_{0.2}$ (MPa)

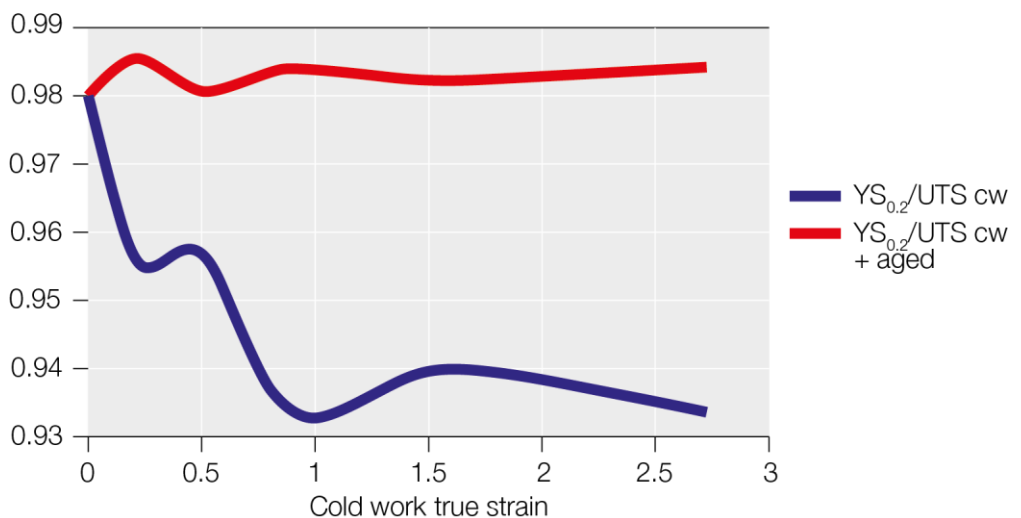
Abbildung 1
Einfluss der Kaltverformung auf UTS/Rm und $YS_{0.2}/R_{0.2}$ mit oder ohne eine 480°C/3h Aushärtung



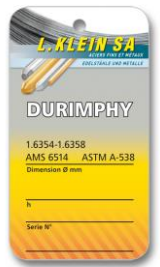
- Die Hauptbesonderheit des DURIMPHY Stahles ist seine vorteilhafte hohe $R_{0.2}$ Elastizitätsgrenze in sämtlichen Zustände, gegläht, kaltverformt und ausgehärtet. Die immer sehr nah an die Bruchfestigkeit Rm liegt.
- Abbildung 2 zeigt der Ratio $YS_{0.2}/R_{0.2} / UTS/Rm$. Er beträgt 98%, sowohl im geglähtem, kaltverformtem und kaltverformtem und ausgehärtet Zustand.
- Der DURIMPHY Stahl wird mehrheitlich wegen seine hohe Elastizitätsgrenze $R_{0.2}$ eingesetzt.

Abbildung 2
Ratio $YS_{0.2}/R_{0.2} / UTS/Rm$

Ratio $YS_{0.2}/R_{0.2} / UTS/Rm$



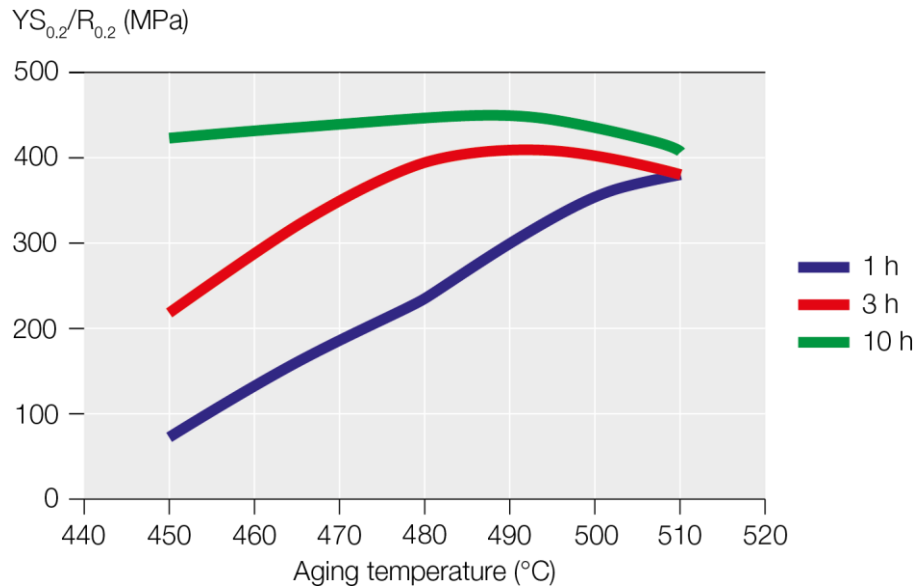
- Die Ausscheidungshärtung des DURIMPHY Stahles ist primär auf die Ausscheidung des intermetallische Verbindung Ni_3Ti und sekundär der Fe_2Mo Verbindungen zurückzuführen. Diese Ausscheidungen sind sehr fein, von nanometrischer Natur.



DURIMPHY

1.6358/ASTM A-538 Auscheidungshärtbarer martensitischer Stahl

Abbildung 3
Relative Einflüsse der Temperatur und Dauer des Aushärtung auf $YS_{0.2}/R_{0.2}$



Thermische Behandlungen: Glühen

- Glühen: 830°C/1-4h/schnelle Abkühlung
kleine Teile: 830°C/0.5-1h/ schnelle Abkühlung
- Lösungsglühen: 830°C/1-4h/ schnelle Abkühlung
- Die schnelle Abkühlung verhindert die Erhaltung von Austenit Resten

Mikrostrukturen

- Lieferzustand: gegläht: Martensit + kaltverformtem Martensit
Mikrostruktur für die Zerspanung: weicher Martensit, 830°C/schnell abgekühlt
Mikrostruktur für das Polieren: weicher Martensit oder kaltverformt
- Der DURIMPHY Stahl ist gut an die "Haut de gamme" Anforderungen der Uhrenindustrie angepasst.

Aushärtung

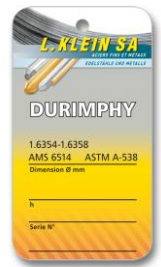
- Optimale Behandlung: 480°C/3h
- Die Intensität der Aushärtung ist unabhängig der vorherigen Kaltverformung oder Formgebung.
- Eine zu lange Aushärtung verursacht eine progressive Abnahme der Kerbschlagzähigkeit.
- Die Kontributionen der Aushärtung auf R_m und $R_{0.2}$ sind additiv. Sie addieren sich zu die, die vor diese Aushärtung schon vorhanden waren.
- Für jeder Ausgangszustand, die additiven Anteile einer optimaler Aushärtung beim 480°C/3h beträgt durchschnittlich 940 MPa für R_m und 920 MPa für $R_{0.2}$.

Schutzatmosphäre

- Der DURIMPHY Stahl ist empfindlich für die H_2 Wasserstoff-Versprödung.
- Alle Schutzatmosphären die H_2 beinhalten sind zu vermeiden.
- Eine empfohlene H_2 Degorgieren-Behandlung ist 150°C/1-3h. Somit, wird das absorbierte H_2 wieder frei gelassen, entgast.

Laser Markierung

- Die Aufgewärmte HAZ (Heat Affected Zone) anlässlich einer normal durchgeführte Laser Markierung, ohne Überhitzung, sollte die Mikrostruktur, Ermüdungs-Eigenschaften nicht beeinflussen. [Mehr Info](#)



DURIMPHY

1.6358/ASTM A-538 Auscheidungshärtbarer martensitischer Stahl

Abbildung 4
Ausscheidungshärtung
Kontraktion

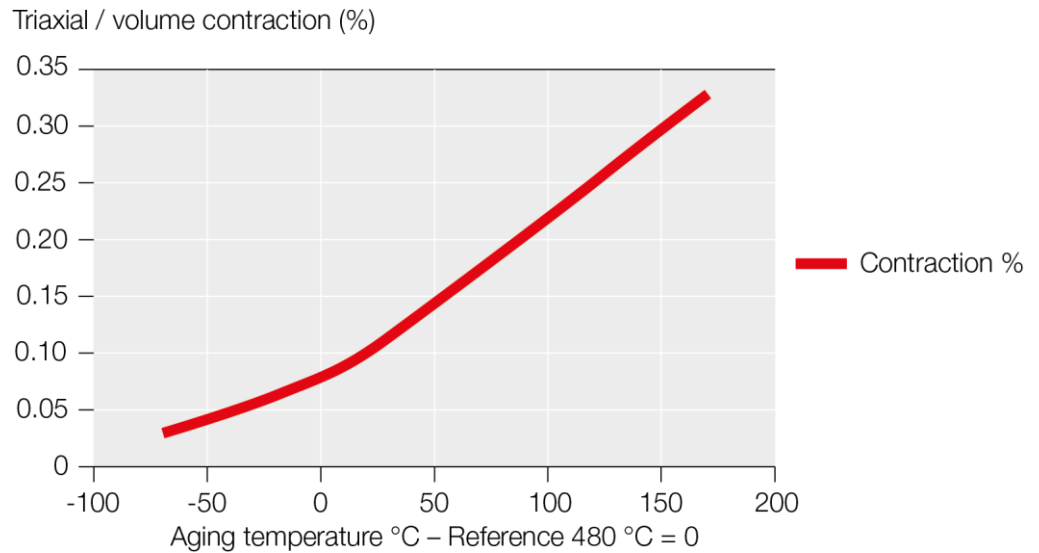


Abbildung 5
Einfluss der Haltezeit
beim 480°C auf der
Charpy Kerbschlagzäh-
igkeit
la résilience Charpy

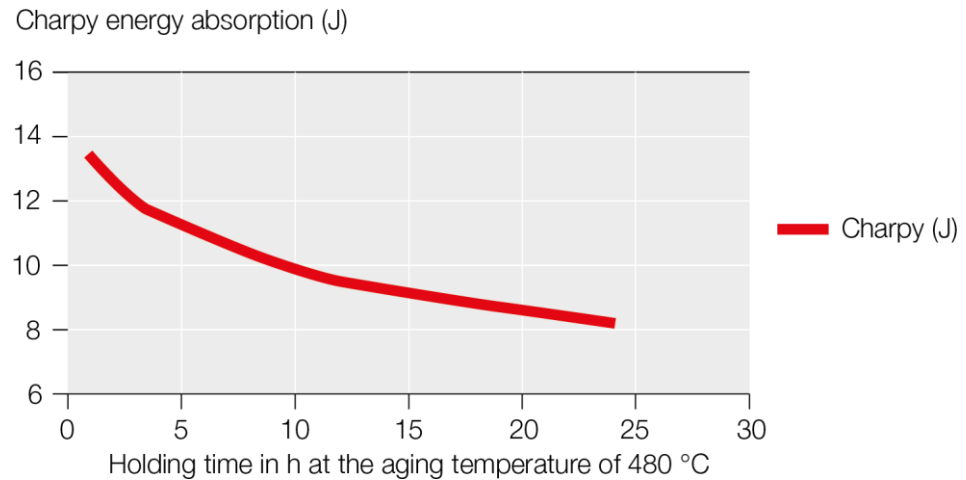
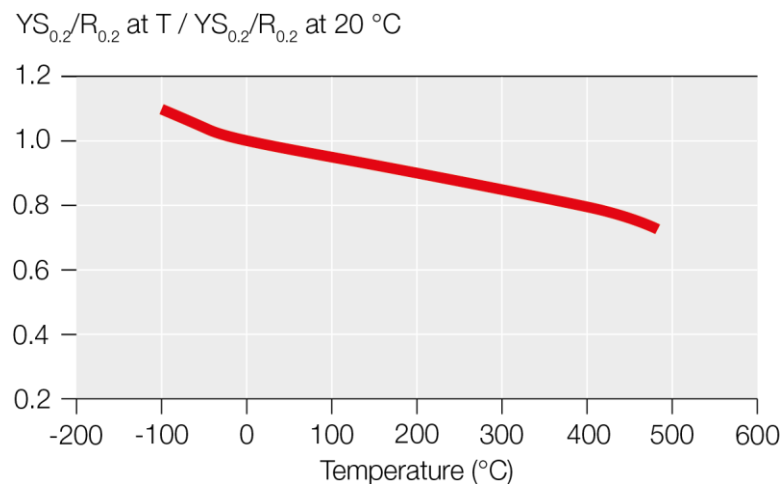
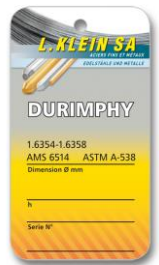


Abbildung 6
Einfluss der
Temperatur auf
dem Ratio
 $YS_{0.2}/R_{0.2}$ auf T /
 $YS_{0.2}/R_{0.2}$ beim 20°C





DURIMPHY

1.6358/ASTM A-538 Ausscheidungshärtbarer martensitischer Stahl

Korrosions-Beständigkeit

- Der DURIMPHY Stahl weist nur eine begrenzte Korrosionsbeständigkeit aus. Die Luftfeuchtigkeit genügt um eine Rostschicht zu bilden.

Beizen Lösungen

- Lösung 1:
Salzsäure: 4 Teile
Wasser: 3 Teile
Temperatur: 70°C
Haltezeit: 20-30 min.
Intensiv spülen und trocknen
- Lösung 2:
Salpetersäure 70%: 5 Teile
Fluorsäure 5%: 1 Teil
Wasser: 14 Teile
Temperatur: 25-30°C
Haltezeit: 90-120 sec.
Intensiv spülen und trocknen
- Lösung 3:
Schwefelsäure 93%: 3 Teile
78%: 4 Teile
Wasser: 20 Teile
Temperatur: 65-75°C
Haltezeit: 15 min.
Intensiv spülen und trocknen
- Lösung 4:
Schwefelsäure: 18%
Temperatur: 65°C
Intensiv spülen und trocknen

Oberflächenzustand

- Der DURIMPHY Stahl wird überwiegend eingesetzt wegen seiner hohen Elastizitätsgrenze, die sehr nah an die Bruchfestigkeit liegt. Demzufolge, der Oberflächenzustand vor und nach dem Beizen sollte immer mikrokerbenfrei bleiben, um seinen Einsatz nicht ein zu schränken.

Nitrifikation

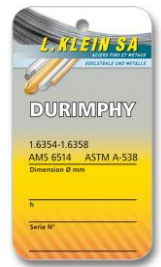
- Simultan mit der Ausscheidungshärtung, der DURIMPHY Stahl kann nitrifiziert werden, um Oberflächenhärte von 800 Hv zu bilden, um die Verschleißfestigkeit zu verbessern.

Schweißen

- Der DURIMPHY Stahl ist einfach zu schweißen.
- Es wird empfohlen ein 820°C Glühen nach dem Schweißen durchzuführen.

Löten

- Der DURIMPHY Stahl ist einfach zu löten.
- Als Vorsichtsmaßnahme wird eine Entgasung bei 150°C nach dem Löten empfohlen.



DURIMPHY

1.6358/ASTM A-538 Auscheidungshärtbarer martensitischef Stahl

Physikalische Eigenschaften

Eigenschaften	Einheit	Temperatur (°C)				
		20	200	300	400	500
Densität	g cm ⁻³	8.0				
Modul E						
Kaltverformt und gehärtet	GPa	186-190				
Modul G, geglüht		72-73				
Poisson Koeffizient	-	0.30				
Thermische Leitfähigkeit	W.m ⁻¹ .K ⁻¹ 10 ⁻⁶	20°C	100	200	300	400
			21	23	26	27
	10 ⁻⁶		480			
			28			
Elektrischer Widerstand	μΩ.cm	20°C				
Zustand geglüht 820°C	10 ⁻⁶	60-70				
gehärtet 480°C/3h	10 ⁻⁶	35-70	1128	1153	1179	
Ausdehnung Koeffizient	m/m ⁻¹ .K ⁻¹ 10 ⁻⁶	20-100°C	20-200°C	20-300°C	20-400°C	20-480°C
		9.9	10.2	10.6	11.0	11.3
Spezifische Wärme	J.kg ⁻¹ .K ⁻¹	460				
Curie Temperatur	°C	450				
Magnetische Sättigung	T	1.9				
Lineare Kontraktion beim Härten	%	0.08				
Koerzitivkraft	Oe			A/m		
		geglüht	23-24	1750-2700		
gehärtet		21-54	1670-4300			
Remanenz Br	T	0.55				
Schmelzbereich	°C	1430-1460				

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.