

Hochzäher Kaltarbeitsstahl für das Schneiden und Umformen höherfester Bleche sowie für Maschinenmesser.

TENASTEEL® wurde speziell konzipiert, um den Werkstoff 1.2379/X 153 CrMoV 12 zu ersetzen, der in diesem Anwendungsbereich weit verbreitet, aber mitunter bruchempfindlich ist.

TENASTEEL® ist ein 8%iger Chromstahl, der sich ausgezeichnet nitrieren oder beschichten lässt.

Die Bearbeitung in gehärtetem Zustand ist spürbar besser als bei 1.2379 oder 1.2436. Vielfach ist TENASTEEL® eine wirtschaftliche Alternative zu teuren PM-Stählen.

Farbkennzeichnung:

Schwarz/Blau (TENASTEEL®)



TENASTEEL®	163
EroBlock®	164
VarioPlan®	165
Rohmaterial	164
Stahllexikon	166

WebShop:
www.stahlnetz.de 

Telefon: +49 (0) 368 44 / 480 - 0 • Telefax: +49 (0) 368 44 / 480 - 55 • grp@stahlnetz.de

GEBRÜDER
RECKNAGEL 
Präzision in Stahl **163**

TENASTEEL®



EroBlock®
Erodierklötze mit garantiert senkrechter Faserrichtung

Ausführung und Toleranzen:

Breite + Länge: feingefräst +0,5 / -0mm

Dicke: geschliffen +0,5 / -0mm

Vakuumgehärtet auf beste Zähigkeit und Werkzeugstandzeit. Härtetemperatur 1050°C, nach dem Abschrecken zwei Mal angelassen bei 575°C auf eine optimale Härte von 58 HRC. Die Wärmebehandlung ermöglicht problemlos eine spätere PVD-Beschichtung oder Nitrierbehandlung.

Preise [€ / Stück]

	Dicke [mm]			
Vierkant	30	40	50	150
120mm	122	137	153	308
250mm		373		

Auslaufende Abmessung, nur so lange der Vorrat reicht.
Als Sonderanfertigung jederzeit weiter verfügbar.

Lager- und Sonderabmessungen auf Wunsch mit Startlochbohrung. Sonderabmessungen und alternative Werkstoffe kurzfristig auf Anfrage.

Rohmaterial
Bleche oder Zuschnitte daraus
Gewalzt nach EN 10020 Klasse C oder geschmiedet

	Dicke [mm]									
	9	11,3	13,4	16,7	22,4	27,7	32,7	44	54	65

- Zuschnitte sägen wir nach Ihren Vorgaben
- Vorgearbeitet als VarioPlan® lieferbar
- EroBlock fertig gehärtet ab Lager verfügbar

Günstiges Rohmaterial online aussuchen, auch als Zuschnitt: www.ResteShop.de

WebShop:
164 www.stahlnetz.de 

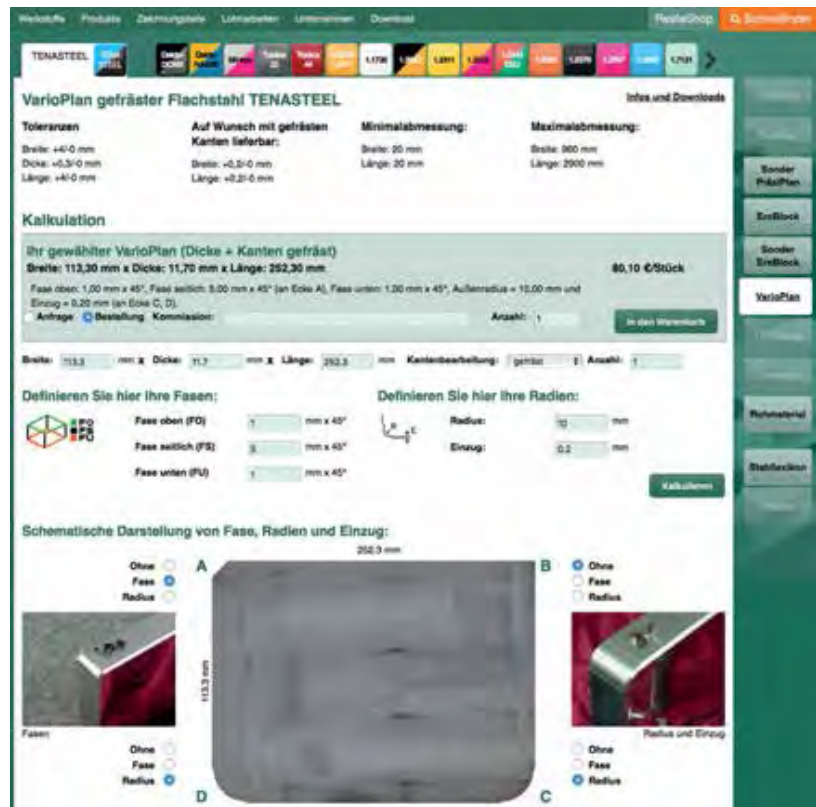
Telefon: +49 (0) 368 44 / 480 - 0 • Telefax: +49 (0) 368 44 / 480 - 55 • grp@stahlnetz.de

GEBRÜDER
RECKNAGEL 
Präzision in Stahl

VarioPlan®
Feingefräste Halbzeuge in
frei wählbaren Abmessungen

- flexibel in Breite, Dicke und Länge
- Kanten gesägt oder gefräst
- auf Wunsch mit Fasen und/oder Eckradius
- Fertigung in 2 bis 3 Tagen
- einfache Kalkulation

Nutzen Sie unsere Online-Kalkulation im WebShop: www.varioplan.de



WebShop: www.stahlnetz.de

Telefon: +49 (0) 368 44 / 480 - 0 • Telefax: +49 (0) 368 44 / 480 - 55 • grp@stahlnetz.de

GEBRÜDER RECKNAGEL **165**
Präzision in Stahl

TENASTEEL® ist ein Kaltarbeitsstahl, der hohe Druckfestigkeit mit überragender Zähigkeit kombiniert. Er zeichnet sich durch hohe Warmfestigkeit und gute Bearbeitbarkeit im Lieferzustand aus. Dieser Werkstoff wird weichgeglüht mit einer Härte von max. 250HB geliefert.

Er wurde speziell konzipiert, um den Werkstoff 1.2379 / X 153 CrMoV 12 zu ersetzen, der in diesem Anwendungsbereich weit verbreitet, aber mitunter bruchempfindlich ist. TENASTEEL® löst viele Standzeitprobleme, insbesondere bei Schneidenausbrüchen oder Rissen an 1.2379. Durch die Legierungslage und die geeignete Wärmebehandlung ist TENASTEEL® besonders für Oberflächenbeschichtungen geeignet.



Noch ausführlichere Informationen zu Metallurgie, Wärmebehandlung und Anwendung von TENASTEEL® finden Sie im TENASTEEL®-Handbuch, online unter www.stahlnetz.de/downloads.

TENASTEEL® ist ein Markenprodukt des französischen Herstellers Industeel. Gebrüder Recknagel vertreibt TENASTEEL® exklusiv in Deutschland.

- ® Eingetragenes Warenzeichen von Industeel
- © Patentierte Sorte von Industeel

WebShop: www.stahlnetz.de

Telefon: +49 (0) 368 44 / 480 - 0 • Telefax: +49 (0) 368 44 / 480 - 55 • grp@stahlnetz.de

GEBRÜDER RECKNAGEL **165**
Präzision in Stahl

Standard

Industeel: TENASTEEL®
 EURONORM: Familie der X 110 CrMoV 8

Chemische Zusammensetzung [%]

	C	S max	Mn	Cr	Mo	V	Sonstige
	1,00	0,005	0,35	7,50	2,60	0,30	Ti

Typische Werte gemäß dem Lastenheft 2001/06/08MJ1

Mechanische Eigenschaften

(Typische Werte)

Härte [HB] im geglühten Zustand	Härte [HRC] behandelter Zustand	Elastizitätsmodul [MPa]	Druckfestigkeit [MPa]	Kerbschlagzähigkeit [J/cm²] (*)
250 HB max	56	205	2210	40
	62	205	2550	25

*ungekerbte Proben

Physikalische Eigenschaften

Wärmeleitfähigkeit 20 °C [W·m ⁻¹ · K ⁻¹]	Mittlere Dehnungskoeffizienten [10 ⁻⁶ K ⁻¹]			
	20–100 °C	20–1200 °C	20–1300 °C	20–1400 °C
21	10,2	11,3	11,9	12,8

Wärmekapazität (20 °C) [J·kg ⁻¹ · K ⁻¹]	Dichte (20 °C) [kg · dm ⁻³]
460	7,75



WebShop:  www.stahlnetz.de

Telefon: +49 (0) 368 44 / 480 - 0 • Telefax: +49 (0) 368 44 / 480 - 55 • grp@stahlnetz.de

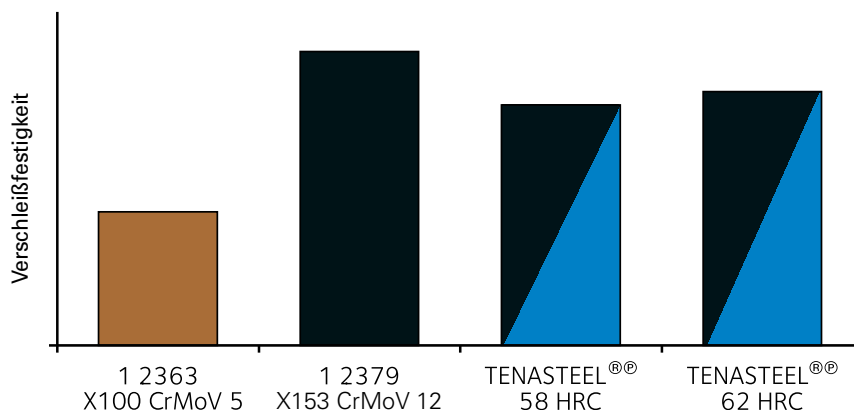
GEBRÜDER RECKNAGEL 
 Präzision in Stahl

167

Verschleißfestigkeit

Die Verschleißfestigkeit von TENASTEEL® liegt nahe der des Stahls 1.2379 / X 153 CrMoV 12, wobei die niedrigeren Gehalte an Kohlenstoff und Chrom durch eine Zugabe von Legierungselementen ausgeglichen werden, die feinere und härtere Karbide bilden als Chromkarbide.

Hinweis: Die Verschleißfestigkeit wird nur im Fall unbeschichteter Werkzeuge berücksichtigt. Ist eine Beschichtung vorhanden (PVD/CVD), die der Abnutzung entgegenwirkt, werden die Zähigkeit und die Druckfestigkeit des Grundmaterials berücksichtigt.



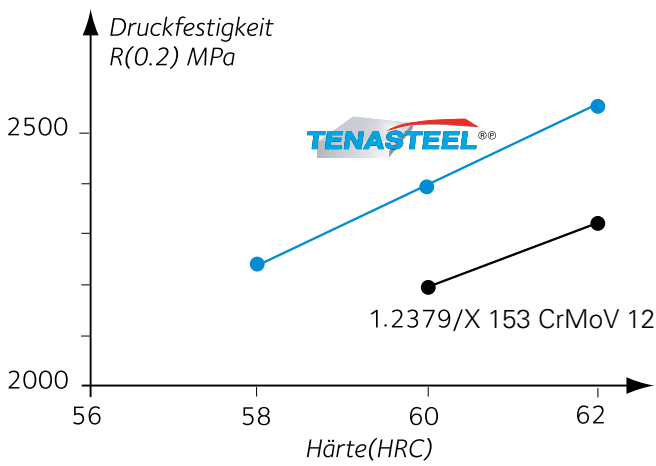
WebShop:  www.stahlnetz.de

168

Telefon: +49 (0) 368 44 / 480 - 0 • Telefax: +49 (0) 368 44 / 480 - 55 • grp@stahlnetz.de

GEBRÜDER RECKNAGEL 
 Präzision in Stahl

Druckfestigkeit



Metallurgische Eigenschaften

Einschlussreinheit

Die Einschlussreinheit des Stahls TENASTEEL® wird gemäß NFA 04-106 Methode A garantiert.

Wert	A	B	C	D
Index	≤ 1,5	≤ 1,5	≤ 1	≤ 1,5

WebShop:
www.stahlnetz.de

Telefon: +49 (0) 368 44 / 480 - 0 • Telefax: +49 (0) 368 44 / 480 - 55 • grp@stahlnetz.de

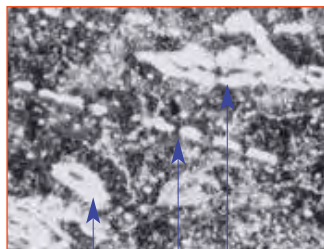
GEBRÜDER RECKNAGEL
Präzision in Stahl 169

Mikrostruktur

Im Lieferzustand besteht die Mikrostruktur von TENASTEEL® aus einer ferritischen Matrix. Kleine Primärkarbide, die sich ab der Erstarrung der Legierung bilden, sowie sehr feine Sekundärkarbide, die sich beim Glühen ergeben, sind in dieser Matrix homogen verteilt.

Die nachstehend abgebildeten Mikrofotografien veranschaulichen perfekt den allgemeinen Verfeinerungszustand der mit TENASTEEL® erzielten Struktur im Vergleich zum 1.2379 / X 153 CrMoV 12.

1.2379 / X 153 CrMoV 12



Grobe Chromkarbide

TENASTEEL®



Feine Chrom-, Molybdän-/ Vanadiumkarbide
Titanausscheidungen

WebShop:
170 www.stahlnetz.de

Telefon: +49 (0) 368 44 / 480 - 0 • Telefax: +49 (0) 368 44 / 480 - 55 • grp@stahlnetz.de

GEBRÜDER RECKNAGEL
Präzision in Stahl

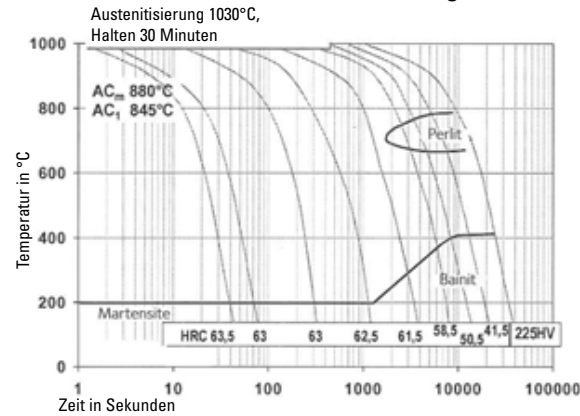
Dieser Unterschied in der Mikrostruktur ergibt eine deutliche Verbesserung an Zähigkeit und Bearbeitbarkeit, während die Verschleißfestigkeit dank der Gegenwart von Karbiden, die härter sind als die, die gewöhnlich im 1.2379 / X 153 CrMoV 12 vorhanden sind, auf gutem Niveau gehalten wird.

Umformpunkte

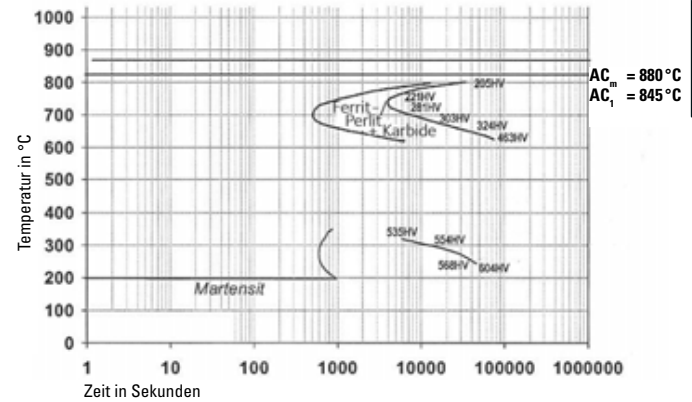
Versuchsbedingungen: Erwärmen um 150°C/Stunde bis 1.000°C und schnelles Abkühlen.

AC ₁ °C	AC _m °C	M _s °C
845	880	200

ZTU-Schaubild für kontinuierliche Abkühlung



Isothermisches ZTU-Schaubild



WebShop:
www.stahlnetz.de

Telefon: +49 (0) 368 44 / 480-0 • Telefax: +49 (0) 368 44 / 480-55 • grp@stahlnetz.de

GEBRÜDER RECKNAGEL
Präzision in Stahl

Wärmebehandlung

Austenitisierung

Erwärmen mit mäßiger Geschwindigkeit bis 750°C und Ausgleichhalten.
Langsames Erwärmen bis 1.030/1.050°C, Halten ½ Std. pro 25 mm.

Hinweis:

Der Heizzyklus muss unter Vakuum oder Schutzgas erfolgen, um ein Oxidieren und Entkohlen der Oberfläche zu vermeiden.

Härten

Das Abkühlen nach der Austenitisierung erfolgt vorzugsweise unter Gasdruck, anderenfalls in einem Salzbad oder einem Wirbelbett bei Temperaturen zwischen 250 und 350°C.

Das Ölhärten ist Werkzeugen mit einfacher Geometrie vorzubehalten, wenn die anderen erwähnten Methoden nicht ausreichen, um eine ausreichende Abkühlgeschwindigkeit sicherzustellen (siehe ZTU-Schaubilder).

Das Anlassen muss durchgeführt werden, sobald die Temperatur des Werkzeugs 40 bis 60°C erreicht, außer im Fall einer Tiefkühlbehandlung (siehe Absatz „Tiefkühlbehandlung“, Seite 176).

Anlassen

Je nach Anwendung erzielt man die angestrebte Endhärte durch Anpassen der Anlasstemperaturen, die für die Zielhärte mit den nachfolgend dargestellten Anlasskurven durchgeführt werden.

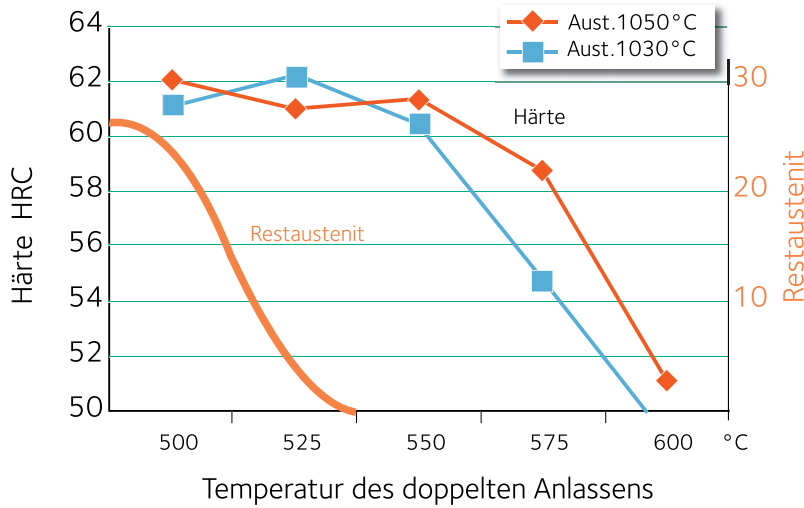
Nach dem ersten Anlassen erfolgt ein fast identisches zweites Anlassen bei einer leicht niedrigeren Temperatur, um eine völlig angelassene Endstruktur zu erzielen und die maßliche Beständigkeit des behandelten Teils sicherzustellen.



WebShop:
172 www.stahlnetz.de

Telefon: +49 (0) 368 44 / 480-0 • Telefax: +49 (0) 368 44 / 480-55 • grp@stahlnetz.de

GEBRÜDER RECKNAGEL
Präzision in Stahl



Die Grafik zeigt, dass eine hohe Austenitisierungstemperatur (1.050°C) auch nach einem Anlassen bei 575°C zu einer Härte von 58 HRC führt.

WebShop:
www.stahlnetz.de

Telefon: +49 (0) 368 44 / 480 - 0 • Telefax: +49 (0) 368 44 / 480 - 55 • grp@stahlnetz.de

GEBRÜDER RECKNAGEL®
Präzision in Stahl 173

TENASTEEL® erlaubt hohe Anlasstemperaturen. Nach einem Anlassen bei hoher Temperatur (z.B. 550°C) ist der Gehalt an Restaustenit sehr gering. Die so behandelten Teile weisen im Gebrauch sehr gute maßliche Stabilität auf.

Umgekehrt können an Teilen, die unter 500°C angelassen wurden (20% Restaustenit), nach der Behandlung noch Maßänderungen vorkommen.

Das bei der Wärmebehandlung angestrebte Härteniveau wirkt sich stark auf die Zähigkeit aus. Je nach den Gebrauchsbedingungen (Druck, Stöße, mechanische Eigenschaften des umgeformten Stahls), aber auch je nach der eventuell vorgesehenen Oberflächenbehandlung und Beschichtung des Werkzeugs ist es möglich, den jeweils besten Kompromiss zwischen Verschleißfestigkeit und Zähigkeit mittels Härte- und Anlasstemperatur einzustellen.

Das folgende Diagramm kann bei der Auswahl helfen. In jedem Fall bietet TENASTEEL® einen besseren Härte-/Zähigkeitskompromiss als 1.2379 / X 153 CrMoV 12.

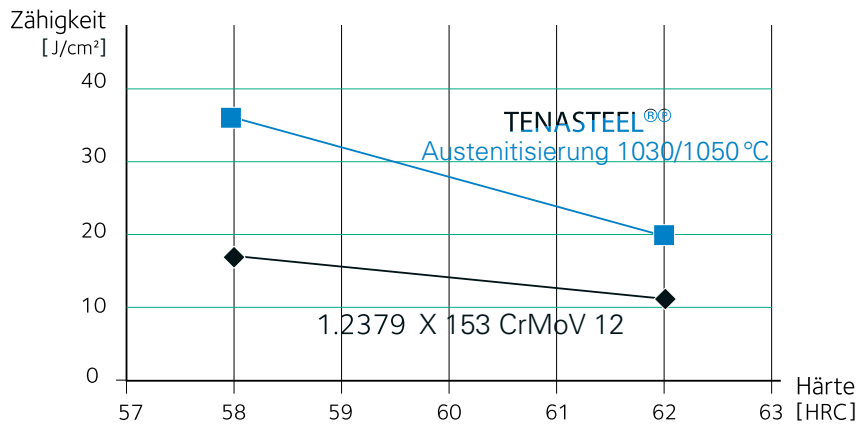
In Zweifelsfällen sprechen Sie uns bitte an. Wir beraten Sie gerne.



174 WebShop:
www.stahlnetz.de

Telefon: +49 (0) 368 44 / 480 - 0 • Telefax: +49 (0) 368 44 / 480 - 55 • grp@stahlnetz.de

GEBRÜDER RECKNAGEL®
Präzision in Stahl



Anlasstemperatur (°C) (Aust. 1030 °C)	560	555	550	540	525	°C
Anlasstemperatur (°C) (Aust. 1050 °C)	580	575	565	550	525	°C



WebShop:
www.stahlnetz.de

Telefon: +49 (0) 368 44 / 480 - 0 • Telefax: +49 (0) 368 44 / 480 - 55 • grp@stahlnetz.de

GEBRÜDER RECKNAGEL®
Präzision in Stahl 175

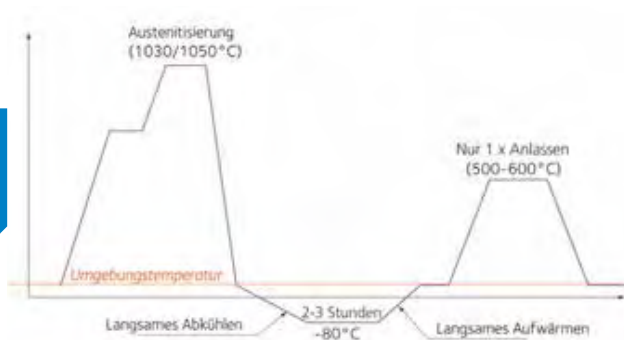
TENASTEEL®



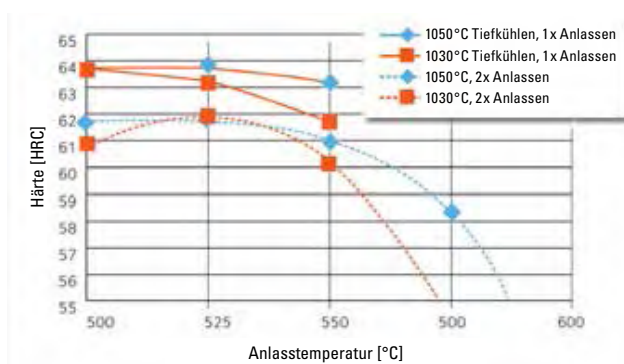
Tiefkühlbehandlung

Der in dem Stahl nach dem Härten verbleibende Restaustenit wird durch die Kältebehandlung sicher auf nahezu Null reduziert. Maßänderungen auf Grund späterer Restaustenitumwandlungen werden dadurch vermieden. Bei Bedarf kann die Tiefkühlbehandlung wie folgt vorgenommen werden:

Tiefkühlbehandlungszyklus



Anlasskurve nach Tiefkühlbehandlung



WebShop:
176 www.stahlnetz.de

Telefon: +49 (0) 368 44 / 480 - 0 • Telefax: +49 (0) 368 44 / 480 - 55 • grp@stahlnetz.de

GEBRÜDER RECKNAGEL®
Präzision in Stahl

Oberflächenbeschichtung

Beschichtungen auf den Werkzeugen dienen, wie die Oberflächenhärtung, einer hohen Verschleißfestigkeit und einem merklichen Rückgang der Reibungskoeffizienten.

Diese Verfahren unterscheiden sich von den vorhergehenden durch die Tatsache, dass eine exogene Materialschicht aufgebracht wird, die nicht mit dem Basismaterial reagiert und sich wie eine zusätzliche „Haut“ verhält.

PVD: Physikalische Dampfphasenabscheidung

Diese Ablagerungstypen können bei relativ niedriger Temperatur (200 bis 500°C) erfolgen und beeinträchtigen die Härte der Unterlage nicht. Die erzielten Härten können auf einigen Mikrometern 2.000 HV erreichen.

Bitte beachten Sie, dass für eine nach dem Härten folgende PVD-Beschichtung bei über 500°C angelassen werden muss.

CVD: Chemische Dampfphasenabscheidung

Die Temperatur, die zum Aktivieren der Reaktionen der CVD Behandlung erforderlich ist, ist so hoch (800 bis 1.000°C), dass eine erneute Wärmebehandlung zum Einstellen der Härte des Teils nach dem Beschichten notwendig ist. Die Härten der Beschichtungen können 2.500 HV erreichen und sogar überschreiten.

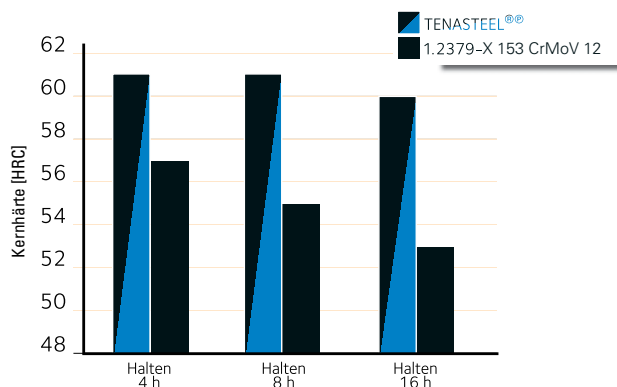


Nitrieren

Die Nitrierbehandlung soll die Oberflächenhärte und die Verschleißfestigkeit steigern und die Reibungskoeffizienten durch Anreichern eines oder mehrerer Elemente in der Oberflächenschicht des Teils verringern.

TENASTEEL® ist dank seiner hohen Härte und sehr guten Anlassbeständigkeit für das Nitrieren sehr gut geeignet.

Herkömmliches Gas- und Plasmanitrieren bei Temperaturen in der Größenordnung von 500°C bis 525°C erlauben das Erzielen einer harten Schicht in der Größenordnung von über 1.100 HV mit mehreren Mikrometer Stärke.



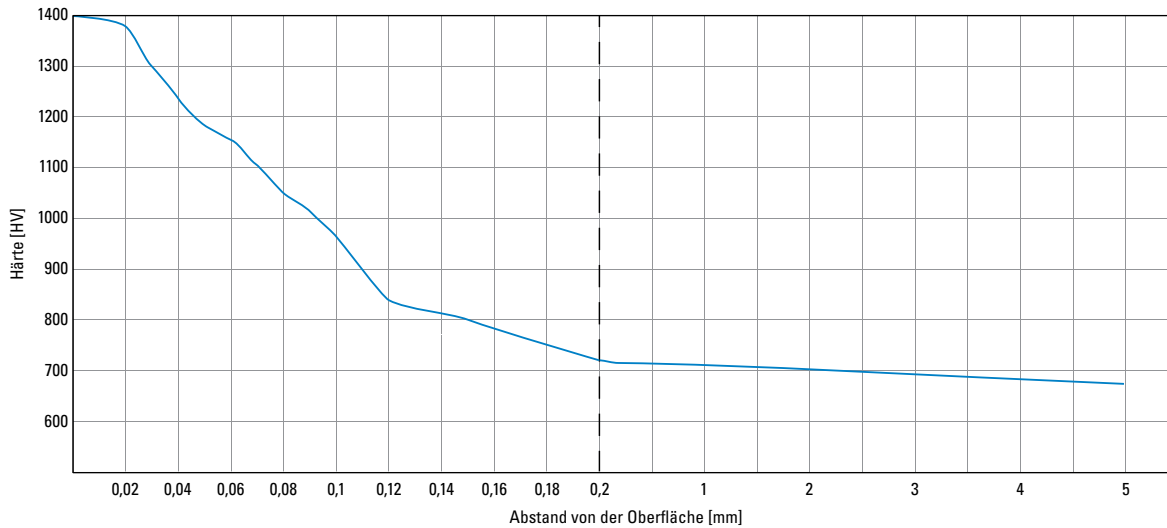
Bitte beachten Sie, dass für eine nach dem Härten folgende Nitrierbehandlung bei mindestens 525°C angelassen werden muss.

In der abgebildeten Grafik sieht man, dass die Kernhärte des TENASTEEL® von der Nitrierbehandlung nicht beeinträchtigt wird, während 1.2379 / X 153 CrMoV 12 unter der nitrierten Schicht einen Härteabfall von 5 bis 10 HRC erfährt.



Nitrieren

Härteverlauf für das Gasnitrieren 16 Stunden



WebShop:
www.stahlnetz.de



Telefon: +49 (0) 368 44 / 480-0 • Telefax: +49 (0) 368 44 / 480-55 • grp@stahlnetz.de

GEBRÜDER
RECKNAGEL
Präzision in Stahl

179

Bearbeiten – im geglähten Zustand

Fräsen mit beschichteten Hartmetallwerkzeugen

Schnittwerte	Schruppen	Schlichten
Schnittgeschwindigkeit (v_c) – m/Min	130–190	170–210
Vorschub (F_z) – mm/Zahn	0,15–0,4	0,1–0,2
Schneidtiefe (a_p) – mm	2–5	≤ 1,5

Bohren mit HSS-Werkzeugen

Schnittwerte	$\phi \leq 10$	$\phi 10-20$
Schnittgeschwindigkeit (v_c) – m/Min	15	15
Vorschub (F_z) – mm/Umdrehung	0,05–0,2	0,2–0,3

Verglichen mit 1.2379 / X 153 CrMoV 12 gewährleistet die Feinheit der Karbide des TENASTEEL® eine um mindestens 25% erhöhte Standzeit der Werkzeuge für Bearbeitungen im geglähten Zustand und **um mindestens 70% für Bearbeitungen im gehärteten Zustand.**



Erodieren – Funkenerosion

TENASTEEL® eignet sich für alle Funkenerosionsvorgänge vor und nach der Wärmebehandlung.

Wenn das Erodieren im gehärteten Zustand erfolgt, sollte unverzüglich fertig bearbeitet, die Erodierflächen poliert oder spannungsarmgeglüht werden (20°C unter der letzten Anlasstemperatur).

Schweißen

Die Reparatur oder das Auftragsschweißen von Werkzeugen aus TENASTEEL® kann unter Einhaltung einiger unerlässlicher Vorsichtsmaßnahmen bei Verwendung entsprechender Auftragswerkstoffe in Betracht gezogen werden. Für weitere Informationen senden wir Ihnen gern das TENASTEEL®-Handbuch. Sie finden es auch unter www.stahlnetz.de/downloads.

WebShop:
180 www.stahlnetz.de



Telefon: +49 (0) 368 44 / 480-0 • Telefax: +49 (0) 368 44 / 480-55 • grp@stahlnetz.de

GEBRÜDER
RECKNAGEL
Präzision in Stahl

Anwendung

Der Stahl TENASTEEL®® ersetzt vorteilhaft den genormten Stahl 1.2379 / X 153 CrMoV 12 bei allen seinen Anwendungen: Schnittwerkzeuge, Extrusionsziehdüsen, Umformwerkzeuge, Prägwerkzeuge, Maschinenmesser usw.

Lieferbare Produkte

Rohmaterial

Gewalzte Bleche und Zuschnitte in Dicken von 9 bis 150 mm

VarioPlan®

Sechseckig feingefrästes Halbzeug, individuell konfigurierbar im WebShop: www.varioplan.de

EroBlock®

Erodierklötze, vakuumgehärtet auf beste Zähigkeit und Werkzeugstandzeit

PräziPlan®

Präzisionsflachstahl nach DIN 59350 – Sonderabmessungen

Werkstücke nach Ihren Zeichnungen

Hinweis:

Alle Angaben sind Richtwerte und können nicht als Betriebsgarantie ausgelegt werden. Bei Fragen zu konkreten Anwendungen beraten wir Sie gerne!

WebShop:
www.stahlnetz.de



Telefon: +49 (0) 368 44 / 480-0 • Telefax: +49 (0) 368 44 / 480-55 • grp@stahlnetz.de

GEBRÜDER
RECKNAGEL
Präzision in Stahl

181

