



Inhaltsverzeichnis

TOOLOX 33 / TOOLOX 44	Daido DCMX	33
HARDOX 450 / HARDOX 600	2 Daido DRM1	39
TOOLOX 33	3 Daido DRM3	43
TOOLOX 44	4 Daido NAK80	47
TOOLOX 33 / TOOLOX 44	7 1.2343 X 37 CrMoV 5-1	50
HARDOX 450	11 1.2343ESU X 37 CrMoV 5-1 ESU	50
HARDOX 600	12 1.2767 45 NiCrMo 16	51
HARDOX 450 / HARDOX 600	13 1.2311 40 CrMnMo 7	53
1.1730 C 45 U	18 1.2312 40 CrMnMoS 8-7	53
1.7131 16 McCr 5	18 MINKOR	54
1.2842 90 MnCrV 8	19 1.4112 X 90 CrMoV 18	55
1.2363 X 100 CrMoV 5	21 1.3343 HS 6-5-2 C	56
1.2436 X 210 CrW 12	22 Härtevergleichstabellen	58
1.2379 X 153 CrMoV 12	24 Gewichtstabellen	59
TENASTEEL	26 Allgemeine Geschäftsbedingungen	60
	Impressum	62

Ultraschallprüfung

Jedes Blech wird aufwendig geprüft, Zeugnisse 3.1 sind verfügbar, die internen Standards sind vielerorts strenger als der Industriestandard.

Oberflächenprüfung¹⁾

Gemäß EN 10 160	Abstand zwischen parallelen Prüflinien [mm]	Zu beachtende minimale Fehlerfläche [mm ²]	Maximal zulässige Fehlerfläche [mm ²]	Maximale Anzahl lokaler Fehler [Anzahl/m ²]	Entsprechende Stahl-Eisen-Lieferbedingungen
-	100	1000	10000	1	SEL 072 Klasse 5
S ₀	100	1000	5000	20	-
S ₁	100	100	1000	15	SEL 072 Klasse 3
S ₂	50	50	100	10	SEL 072 Klasse 2
S ₃	50	20	50	10	SEL 072 Klasse 1

Randzonenprüfung²⁾

Gemäß EN 10 160	Randzonenbreite ²⁾ [mm]	Zu beachtende minimale Fehlerlänge [mm]	Maximal zulässige Fehlerlänge [mm]	Maximal zulässige Fehlerfläche [mm ²]	Maximale Anzahl Fehler pro m Länge	Entsprechende Stahl-Eisen-Lieferbedingungen
E ₀	50 – 100	50	100	2000	6	-
E ₁	50 – 100	25	50	1000	5	SEL 072 Klasse 3
E ₂	50 – 100	20	40	500	4	SEL 072 Klasse 2
E ₃	50 – 100	15	30	100	3	SEL 072 Klasse 1
E ₄	50 – 100	10	20	50	2	-

1) Die Prüfung kann bestellt und durchgeführt werden als Gesamtprüfung, beispielsweise E₁S₁ oder E₂S₂, oder als Nur-Randzonen oder Nur-Oberflächenprüfung, beispielsweise E₁ oder S₁.

2) Die Breite der Randzone bei der Randzonenprüfung variiert in Abhängigkeit von der Dicke des Blechs.

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

SSAB

SSAB

Die **Dickentoleranzen** der Bleche gemäß AccuRollTech™ sind enger als DIN EN 10 029.

Nennstärke [mm]	Hardox Toleranzklasse A [mm]		Toolox Toleranzklasse C [mm]		Maximaler Dickenunterschied im Blech [mm]
	min	max	min	max	
- 4,9	-0,3	+0,4	-0,0	+0,7	0,5
5,0 - 7,9	-0,3	+0,5	-0,0	+0,8	0,6
8,0 - 14,9	-0,4	+0,6	-0,0	+1,0	0,7
15,0 - 24,9	-0,5	+0,7	-0,0	+1,2	0,8
25,0 - 39,9	-0,7	+0,8	-0,0	+1,5	1,0
40,0 - 79,9	-0,9	+1,5	-0,0	+2,4	1,1
80,0 -	-1,0	+2,2	-0,0	+3,2	1,2

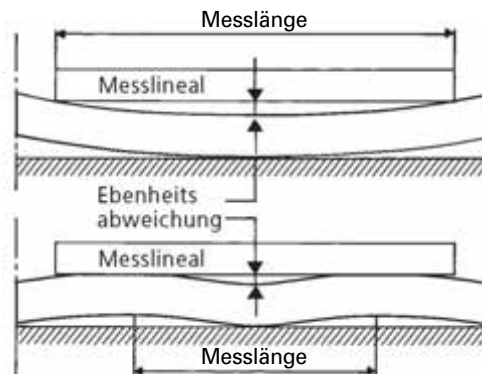


Bleche aus Hardox® und Toolox® haben standardmäßig einen Rostschutzanstrich sowie eine Einzelblech-Kennzeichnung.

Toolox® und Hardox®-Bleche haben eine erstaunliche **Ebenheit**.

		5,0-7,9	8,0-14,9	15,0-24,9	25,0-99,9	100,0-155,0
Toolox® 33	Quartblech Klasse S Messlänge 1.000mm	4mm	3mm	3mm	3mm	4mm
Toolox® 44	Quartblech Klasse S Messlänge 2.000mm	8mm	6mm	6mm	6mm	8mm

		3,2-3,9	4,0-4,9	5,0-5,9	6,0-19,9	20,0-130,0
Hardox® 450	Quartblech Klasse C Messlänge 1.000mm	15mm	7mm	5mm	4mm	3mm



		6,0-7,9	8,0-24,9	25,0-39,9	40,0-65,0
Hardox® 600	Quartblech Klasse E Messlänge 1.000mm	11mm	10mm	9mm	8mm

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

Werkstoffblatt

Toolox 33

Toolox® 33 ist ein gehärteter und angelassener Werkzeugstahl, der auf geringste Restspannungen ausgelegt ist. Dieser Werkstoff hat deshalb eine sehr gute Formstabilität bei der Bearbeitung. Toolox® 33 kombiniert sehr gute Bearbeitungseigenschaften mit einer Härte von 300 HBW. Der Werkzeugstahl ist speziell vorgesehen für Kunststoffformen und ist hervorragend polier- und narbungsgeeignet. Andere Einsatzbereiche: Gummiformen, Biegewerkzeuge, Verschleißteile und Konstruktionsteile im Maschinenbau.

Toolox® 33 ersetzt die Werkstoffe 1.2311 / 1.2312 / 1.2738 / 1.7225.

- Härte** (Garantierter Wert) HBW 275–325 (entspricht ca. 26–32,5 HRC)
- Kerbschlagarbeit** (Garantierter Wert) Prüftemperatur 20°C Kerbschlagarbeit Charpy-V in Querrichtung ≤ 130mm mind. 35 J
- Zugfestigkeit** (Umgerechneter Wert) Zugfestigkeit ca. 860–1010 MPa
- Ultraschallprüfung** (Garantierter Wert) Nach EN 10 160 (Bleche) oder EN 10 228-3 (Schmiedeteile) und zusätzlichen Anforderungen gemäß SSAB V6.
- Ätzeigenschaften** (Garantieverpflichtung) Toolox® 33 erfüllt die Anforderungen gemäß NADCA 207–2006.
- Abmessungen** Toolox® 33 wird in Blechdicken 6–130mm geliefert.
- Lieferzustand** Gehärtet und angelassen bei mind. 590°C.
- Wärmebehandlung** Nitrieren oder Beschichten ist bei Temperaturen unter 590°C möglich. Toolox® 33 ist für weitere Wärmebehandlung nicht vorgesehen. Wenn dieser Werkstoff nach der Lieferung weiterer Wärmebehandlung über 590°C unterzogen wird, sind die Eigenschaften nicht mehr garantiert.
- Prüfung** Prüfung gemäß EN 10 025 und EN ISO 6506-1. Härtegeprüft an abgefräster Oberfläche 0,5–2mm unter der Blechoberfläche.
- Toleranzen** Blech: Gemäß EN 10 029 und SSAB AccuRollTech™. Rundstahl: EN 10 060
- Schweißen** Hinweise auf Seite 73 beachten.
- Produkte** Präzisionsflachstahl (Standard- und Sonderabmessungen), EcoPlan®, P-Platten, VarioPlan® und Rohmaterial-zuschnitte. Maschinenbauteile und Führungsleisten individuell nach Ihren Angaben und Zeichnungen.

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



TOOLOX® 33

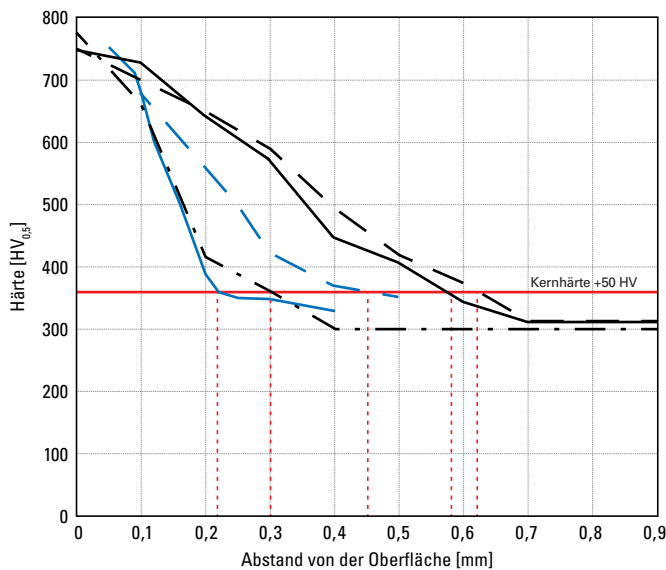
Metallurgische Information

Richtanalyse/Chemische Zusammensetzung [%]

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	Ni
max.	0,24	1,1	0,8	0,01	0,003	1,2	0,3	0,11	1,0
min.	0,22	0,6				1,0		0,10	

Härteverlauf

Ermittlung der Nitriertiefe NHD nach DIN 50190-3 bei Kernhärte +50 HV



- Gasnitrieren im Ammoniakgasstrom, 36h, 510°C: NHD=0,58mm
- - - Gasnitrieren im Ammoniakgasstrom, 84h, 510°C: NHD=0,62mm
- . . . Gas-Nitro-Carburieren, 5h, 580°C: NHD=0,30mm
- Plasmanitrieren, Kurzzeit: NHD=0,22mm, VS=7µm
- - - Plasmanitrieren, Langzeit: NHD=0,45mm, VS=7µm

Einschlussgehalt (Typenwerte)

- Einschlussquote (äquival. Durchmesser) 6µm
- Flächenanteil 0,015%
- Länge-Breite-Verhältnis 1,2

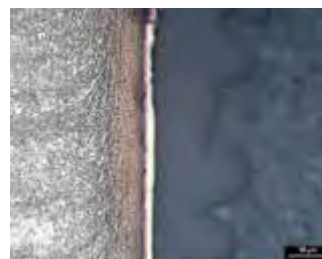
Physikalische Eigenschaften (Typenwerte)

Wärmeausdehnungskoeffizient [10⁻⁶/K]
bei +20–200°C: 13,1

Wärmeleitkoeffizient:

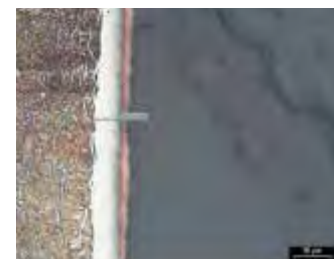
+20°C	35,0 W/mK
+200°C	35,0 W/mK
+400°C	30,0 W/mK

Kurzzeit



Diffusionszone, keine Verbindungsschicht

Langzeit

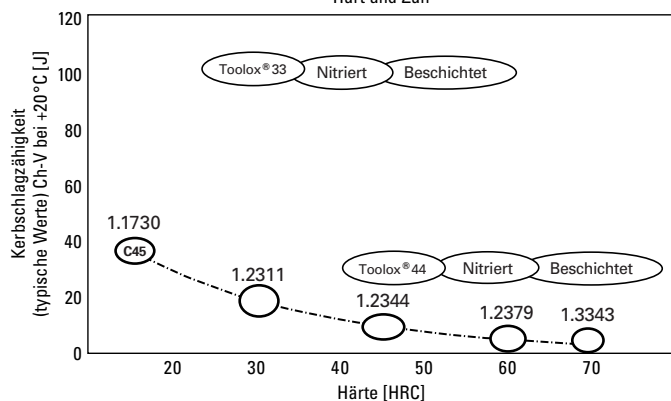


Diffusionszone, Verbindungsschicht 36 µm

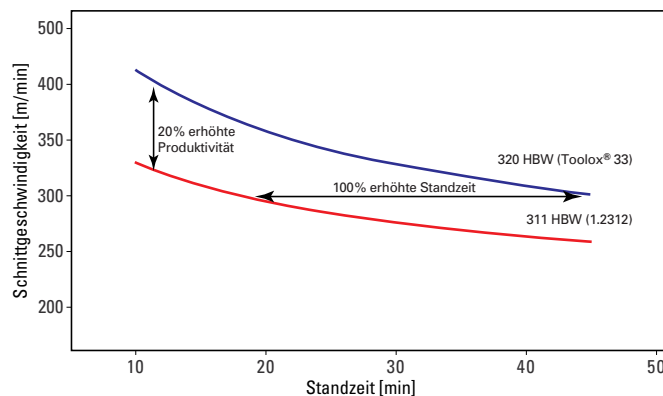
Toolox 33

Oberflächentechnik

Hart und Zäh



Werkzeugstandzeit beim Planfräsen



Mechanische Eigenschaften (typische Werte*)

	garantierte Härte [HBW]	garantierte Kerbschlagarbeit Min [J]	Kerbschlagarbeit typ. [J]*	Dehngrenze typ. R _{p0,2} [MPa]*	Zugfestigkeit typ. R _m [MPa]*	Bruchdehnung typ. A _g [%]*	Stauchgrenze typ. MPa*	Dicke [mm]
-40 °C			27					6–130
-20 °C			45					
+20 °C	275–325	35	100	850	980	16	800	
+200 °C			170	800	900	12	750	
+300 °C			180				700	
+400 °C			180				590	
+500 °C							560	

Toolox® wird bei Raumtemperatur auf Härte und Kerbschlagarbeit geprüft.

Alle anderen angegebenen Werte stammen aus ergänzenden Prüfungen und dienen nur zur Information, sind jedoch nicht garantiert.

* Richtwerte nur zur Information.

WebShop: www.stahlnetz.de



Telefon: +49 (0) 3 68 44 / 4 80 - 0 • Telefax: +49 (0) 3 68 44 / 4 80 - 55 • grp@stahlnetz.de



TOOLOX® 44



Werkstoffblatt

Toolox® 44 ist ein gehärteter und angelassener Werkzeugstahl, der auf geringste Restspannungen ausgelegt ist. Dieser Werkstoff hat deshalb eine sehr gute Formstabilität bei der Bearbeitung. Toolox® 44 besitzt trotz einer Härte von 45 HRC gute Bearbeitungseigenschaften. Der Werkzeugstahl ist speziell vorgesehen für Kunststoffformen und ist hervorragend polier- und narbungsg geeignet. Andere Einsatzbereiche: Blechumformwerkzeuge, Verschleißteile, Konstruktionsteile sowie Maschinenspindeln.

- Härte** (Garantierter Wert) HBW 410–475 (entspricht ca. 41–47 HRC)
- Kerbschlagarbeit** (Garantierter Wert) Prüftemperatur 20 °C Kerbschlagarbeit, Charpy-V in Querrichtung ≤ 130mm mind. 18 J
- Zugfestigkeit** (Umgerechneter Wert) Zugfestigkeit ca. 1450 MPa
- Ultraschallprüfung** (Garantierter Wert) Nach EN 10 160 (Bleche) oder EN 10 228-3 (Schmiedeteile) und zusätzlichen Anforderungen gemäß SSAB V6.
- Ätzeigenschaften** (Garantieverpflichtung) Toolox® 44 erfüllt die Anforderungen gemäß NADCA 207–2006.
- Abmessungen** Toolox® 44 wird in Blechdicken 6–130 mm geliefert.
- Lieferzustand** Gehärtet und angelassen bei mind. 590 °C.
- Wärmebehandlung** Nitrieren oder Beschichten ist bei Temperaturen unter 590 °C möglich. Toolox® 44 ist für weitere Wärmebehandlung nicht vorgesehen. Wenn dieser Werkstoff weiterer Wärmebehandlung über 590 °C unterzogen wird, sind die Eigenschaften nicht mehr garantiert.
- Prüfung** Prüfung gemäß EN 10 025 und EN ISO 6506-1. Härtegeprüft an abgefräster Oberfläche 0,5–2mm unter der Blechoberfläche.
- Toleranzen** Blech: Gemäß Werknorm SSAB für Werkzeugstähle, Schmiedestücke: Gemäß DIN 75 27 Rundstahl: EN 10 060
- Schweißen** Hinweise auf Seite 73 beachten.
- Produkte** Präzisionsflachstahl (Standard- und Sonderabmessungen), EcoPlan®, VarioPlan®, VarioRond® und Rohmaterialzuschnitte. Maschinenbauteile und Führungsleisten individuell nach Ihren Angaben und Zeichnungen.

WebShop: www.stahlnetz.de



Telefon: +49 (0) 3 68 44 / 4 80 - 0 • Telefax: +49 (0) 3 68 44 / 4 80 - 55 • grp@stahlnetz.de



Dämpfungseigenschaften

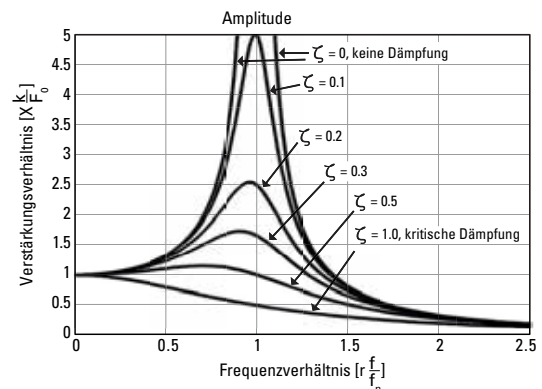
Toolox® 44 wurde in Schweden schon früh erfolgreich für Grundkörper hochwertiger Zerspanungswerkzeuge wie WP-Bohrer, Fräser und Abstechwerkzeuge eingesetzt. Dabei zeigten sich ruhiger Lauf und lange Standzeiten, gerade auch im direkten Vergleich zu bisher üblichen Werkstoffen. Mehrere wissenschaftliche Untersuchungen, unter anderem an der Königlichen Technischen Hochschule in Stockholm sowie durch Dr. Svenningsson führen dies auf hervorragende Dämpfungseigenschaften des Werkstoffes zurück. So ist die kritische Schnitttiefe von Toolox®-Fräsern größer als bei herkömmlichen Werkzeugen, schlankere, weiter ausragende Werkzeuge werden möglich.

Diese Eigenschaften empfehlen Toolox® 44-Rundmaterial auch für Wellen und Spindeln und andere Maschinenelemente, bei denen Fremdanregung den Prozess beeinflusst und Schwingungen reduziert werden sollen.

Schneller abklingende Amplituden in Folge der höheren Dämpfung verbessern zudem entscheidend die Dauerfestigkeit des Bauteiles, Materialermüdung wird reduziert.

Über einen weiten Frequenzbereich von 65Hz bis 4.000Hz ist die Dämpfung sehr gut, sie steigt mit der Anregungsfrequenz. So beträgt der Dämpfungsfaktor zwischen 1,2% bei 120Hz und 2,2% bei 4.000Hz und liegt damit erheblich über dem anderer Stähle, er erreicht in der Spitze das Niveau von Grauguss. Die Untersuchungen sind derzeit noch nicht abgeschlossen, erklären und bestätigen die bisher beobachteten Vorteile im Betrieb aber recht gut. Sprechen Sie uns an, wir unterstützen Sie gerne bei der Optimierung Ihrer Bauteile.

Amplituden bei unterschiedlichen rel. Dämpfungswerten ζ



Toolox 44

Werkstoff	Rel. Dämpfung ζ %
GG [Grauguss]	≈ 2,1 – 2,3
Toolox 44	1,9
Toolox 33	1,0
S355 [St52]	0,8
Hochfeste Stähle (vergütet)	≈ 0,1 – 0,3

WebShop:
www.stahlnetz.de



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



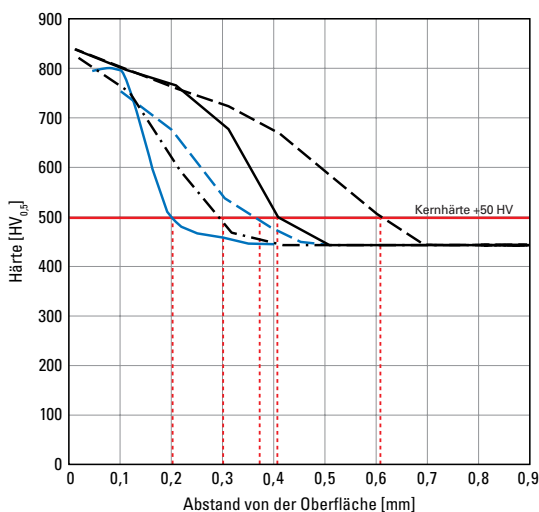
TOOLOX® 44

Metallurgische Information

Härteverlauf

Ermittlung der Nitriertiefe NHD nach DIN 50190-3 bei Kernhärte +50 HV

Hinweis: Durch die hohe Kernhärte von ca. 450 HV unterschätzt man leicht die wirksame Nitriertiefe im Vergleich zu niedrig vergüteten Werkstoffen.



- Gasnitrieren im Ammoniakgasstrom, 36h, 510°C: NHD=0,40mm
- - - Gasnitrieren im Ammoniakgasstrom, 84h, 510°C: NHD=0,60mm
- · - Gas-Nitro-Carburieren, 5h, 580°C: NHD=0,30mm
- Plasmanitrieren, Kurzzeit: NHD=0,23mm, VS=7µm
- - - Plasmanitrieren, Langzeit: NHD=0,38mm, VS=7µm

Richtanalyse/Chemische Zusammensetzung [%]

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	Ni
max.	0,32	1,1	0,8	0,01	0,003	1,35	0,8	0,14	1,0
min.		0,6							

Einschlussgehalt (Typenwerte)

- Einschlussquote (äquival. Durchmesser) 6µm
- Flächenanteil 0,015%
- Länge-Breite-Verhältnis 1,2

Physikalische Eigenschaften (Typenwerte)

Wärmeausdehnungskoeffizient [10⁻⁶/K]

bei +20–200°C: 13,5

Wärmeleitkoeffizient:

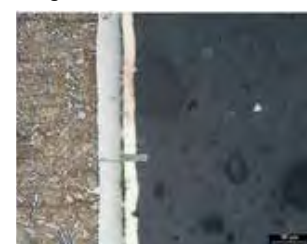
+20 °C	34,0 W/mK
+200 °C	32,0 W/mK
+400 °C	31,0 W/mK
+600 °C	21,0 W/mK

Kurzzeit



Diffusionszone, keine Verbindungsschicht

Langzeit



Diffusionszone, Verbindungsschicht 34 µm

Toolox 44

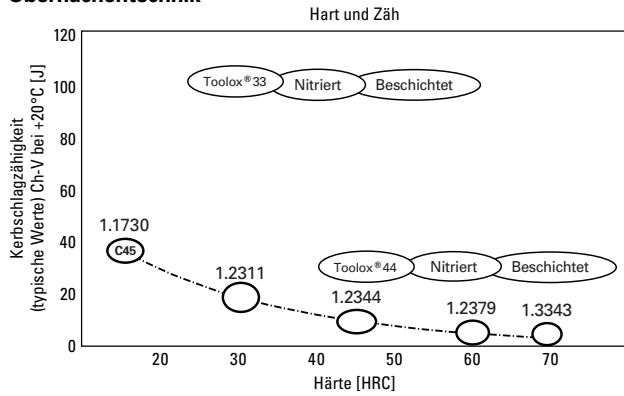
WebShop:
www.stahlnetz.de



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



Oberflächentechnik



Toolox 44

Mechanische Eigenschaften (typische Werte*)

	garantierte Härte [HBW]	Härte typ. [HRC]*	garantierte Kerbschlagarbeit Min [J]	Kerbschlagarbeit typ. [J]*	Dehngrenze typ. Rp0,2 [MPa]*	Zugfestigkeit typ. Rm [MPa]*	Bruchdehnung typ. As [%]*	Stauchgrenze typ. MPa*	Stauchgrenze nach 170 Std. Haltezeit typ. MPa*	Dicke [mm]
-40 °C				14						6-130
-20 °C				19						
+20 °C	410-475	45	18	30	1300	1450	13	1250		
+200 °C				60	1200	1380	10	1120		
+300 °C				80				1120		
+400 °C				80				1060	1060	
+500 °C								930	910	

Toolox® wird bei Raumtemperatur auf Härte und Kerbschlagarbeit geprüft.

Alle anderen angegebenen Werte stammen aus ergänzenden Prüfungen und dienen nur zur Information, sind jedoch nicht garantiert.

* Richtwerte nur zur Information.

WebShop: www.stahlnetz.de



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



TOOLOX® 44

Härtevergleichstabelle für Toolox® und Hardox®

Zugfestigkeit MPa	715	790	820	861	935	995	1011	1090	1169	1245	1328	1412	1494	1580	1758	1940	2130
Vickershärte HV	205	233	243	261	289	311	317	345	373	401	429	458	485	514	569	627	682
Brinellhärte HBW	225	250	260	275	300	320	325	350	375	400	425	450	475	500	550	600	650
Rockwell HRC	19	22,5	24	26	29	32	32,5	35,5	38	40	42,5	44,5	46,5	49	52,5	55	57,5

Toolox 44

WebShop: www.stahlnetz.de



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



Bearbeitung von Toolox®

Alle bedeutenden Werkzeughersteller sind heute auf die Bearbeitung von Toolox® vorbereitet. Es empfiehlt sich, sich über geeignete Werkzeuge und Schnittwerte beraten zu lassen. Diese Empfehlungen sollten lehrbuchmäßig eingehalten werden, um ein optimales Ergebnis und produktive Leistung zu erzielen. Es ist unbedingt zu vermeiden, aus falsch verstandener Vorsicht den Vorschub zu reduzieren. Gute Spanbildung führt zum Erfolg, Toolox® dankt es Ihnen mit langer Werkzeugstandzeit und schnellerer Bearbeitung.

Toolox 33
Toolox 44

Bohren

Das **Bohren mit HSS-Werkzeugen** ist weniger stabilen Maschinen sowie geringen Stückzahlen vorbehalten. Bewährt haben sich HSS-Co-Werkzeuge mit den unten angegebenen Schnittwerten. Achten Sie auf kontinuierlichen maschinellen Vorschub und scharfe Werkzeuge. Eine ausgespitzte Querschneide wäre vorteilhaft um optimale Spanbildung zu gewährleisten.

	Toolox® 33	Toolox® 44
Schnittgeschwindigkeit: v [m/min]	~ 15	~ 7
Durchmesser [mm]	Vorschub: f [mm/U] / Drehzahl [1/min]	
5	0,10/950	0,05/445
10	0,10/475	0,09/220
15	0,16/325	0,15/150
20	0,23/235	0,20/110
25	0,30/195	0,25/90
30	0,35/165	0,30/75
*35	0,40/136	0,35/63
*40	0,45/119	0,40/55

Bohren mit VHM-Werkzeugen ist produktiv und effizient. Dabei ist eine innere Kühlmittelzufuhr mit fetterer Konzentration zu empfehlen. Achten Sie darauf, mit kontinuierlichem Vorschub zu bohren (nicht geringer als die Empfehlung des Werkzeugherstellers).

	Toolox® 33		Toolox® 44	
Schnittgeschwindigkeit: v [m/min]	65-90		40-65	
Durchmesser [mm]	Vorschub [mm/U]			
	min.-max.	Startwert	min.-max.	Startwert
3,0-5,0	0,08-0,15	0,10	0,06-0,11	0,07
5,01-10,0	0,09-0,16	0,12	0,08-0,13	0,10
10,01-15,0	0,16-0,22	0,18	0,12-0,18	0,15
15,01-20,0	0,22-0,28	0,25	0,16-0,20	0,18

WebShop: www.stahlnetz.de

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



TOOLOX® 33 / TOOLOX® 44



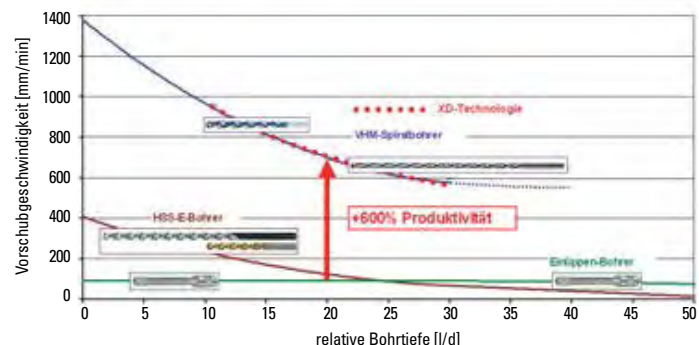
HM-Wechselschneidköpfe oder gelötete Schneiden kommen bei mittleren Durchmessern zum Einsatz. Schnittwerte entnehmen Sie der Tabelle.

	Toolox® 33		Toolox® 44	
Schnittgeschwindigkeit: v [m/min]	50-80		40-60	
Durchmesser [mm]	Vorschub [mm/U]			
	min.-max.	Startwert	min.-max.	Startwert
7,5-12,0	0,10-0,16	0,13	0,08-0,14	0,11
12,01-20,0	0,15-0,23	0,20	0,12-0,20	0,15
20,01-25,0	0,18-0,27	0,22	0,14-0,22	0,17
25,01-30,0	0,20-0,30	0,24	0,16-0,25	0,19

Überlange Bohrungen bis zu über 50 x D können auch auf Bearbeitungszentren mit IKZ sehr produktiv hergestellt werden, wenn man VHM-Bohrer mit spezieller Geometrie verwendet. Typische Schnittwerte zeigt die nachstehende Tabelle.

Werkstoff	Härte	Drm. d [mm]	Tiefe l [mm]	rel. Tiefe l/d	Schnittdaten			Kühlung Emulsion
					v _c [m/min]	f [mm]	v _f [mm/min]	
Toolox® 33	300 HB	5	10	20	50	0,15	477	IK, p=20bar
Toolox® 44	45 HRc	5	100	20	36	0,15	344	IK, p=20bar

Werkangaben Titex



WebShop: www.stahlnetz.de

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



Toolox 33
Toolox 44

Toolox 33

Toolox 44

Tiefbohren in Toolox® stellt eine besondere Herausforderung dar, die der renommierte Hersteller Botek mit einer besonderen Schneidengeometrie beherrschbar macht und wirtschaftlich löst. Die Einlippen-Vollbohrwerkzeuge Typ 110 mit Sondergeometrie für Durchmesser bis 12,0mm sowie Einlippen-Tiefbohrwerkzeuge Typ 01 mit wechselbaren Schneidplatten und Führungsleisten in Sonderausführung ab Durchmesser 12,0mm haben sich als hervorragende Lösung bewährt.

Toolox® 33	Bohr-Ø	3	4	5	6	7-8	9-10	11-12	>12	Werksangaben Botek
	Schnittgeschwindigkeit [m/min]	50	50	50	50	40-50	40-50	40-50	40-50	
	Vorschub [mm/U]	0,005	0,01	0,015	0,0175	0,02	0,03	0,04	0,1	
	Kühlschmierstoffdruck [bar]	100	100	100	90	80	70	60	40	
	Anbohr-Strecke [mm]	40	40	50	60	60	70	70	70	
	Anbohr-Vorschub [mm/U]	0,0025	0,005	0,0075	0,009	0,01	0,015	0,02	0,05	

Erreichbarer Standweg mit Öl: ca. 10-12 Meter bei optimalen Prozessbedingungen

Toolox® 44	Bohr-Ø	3	4	5	6	7	8	9-10	11-12	>12	Werksangaben Botek
	Schnittgeschwindigkeit [m/min]	50	50	50	50	40-50	40-50	40-50	40-50	40-50	
	Vorschub [mm/U]	0,005	0,01	0,012	0,015	0,015	0,0175	0,02	0,03	0,07	
	Kühlschmierstoffdruck [bar]	100	100	100	90	90	80	70	60	40	
	Anbohr-Strecke [mm]	40	40	50	50	60	60	70	70	70	
	Anbohr-Vorschub [mm/U]	0,0025	0,005	0,006	0,0075	0,0075	0,009	0,01	0,015	0,035	

Erreichbarer Standweg mit Öl: ca. 2-3 Meter bei optimalen Prozessbedingungen

Für weitere Informationen kontaktieren Sie bitte
Fa. Botek (www.botek.de) und beziehen sich gerne auf uns.

WebShop:
www.stahlnetz.de

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

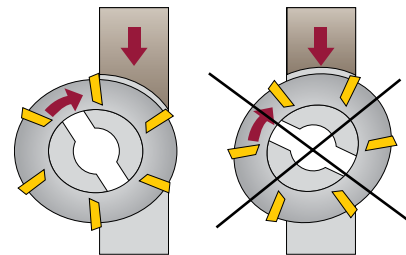
GEBRÜDER RECKNAGEL®
Präzision in Stahl

TOOLOX® 33 / TOOLOX® 44

TOOLOX®
ENGINEERING & TOOL STEEL

Fräsen

Toolox® ist aufgrund äußerst geringer Eigenspannungen besonders verzugsarm, wenn man mit optimalen Parametern zerspant und keine unnötige Wärme ins Werkstück bringt. Lange Standzeiten erreicht man durch geschickte Frässtrategie und stabile Aufspannung sowie stets hinreichende Spandicke. Toolox hat eine besondere Gefügestruktur, die die Bearbeitung trotz der hohen Härte erleichtert. Karbide sind sehr harte und verschleißbeständige Gefügebestandteile. Deren mikroskopisch feine, kugelige Form im Toolox-Gefüge vermeidet die bei anderen Werkzeugstählen typische Schneidenschädigung. Ein hinreichend hoher Zahnvorschub sichert das Abtragen der Karbide gemeinsam mit dem Span, ein zu geringer Vorschub würde dagegen zu intensivem Abrasivverschleiß an der Schneide führen. Scharfe Schneiden mit positiver Geometrie sind optimal für Toolox. Wählen Sie Werkzeuge für die Bearbeitung hochvergüteter Stähle. Werkzeuge für die Hartbearbeitung (bis 60 HRC) sind ungeeignet, deren Schneiden haben meist negative Spanwinkel.

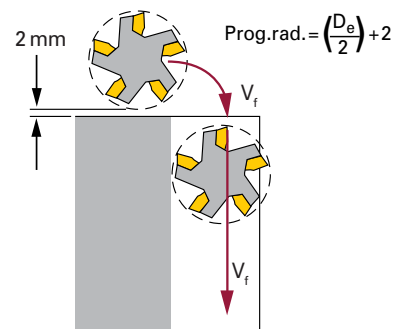
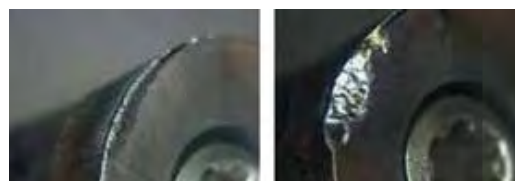


Einführen in das Schneidverfahren per "Roll-In" Verfahren



Einfahrt per „Roll-In“ Verfahren
Verschleiß nach 800 Bearbeitungsgängen

Gerade Einfahrt ins Werkstück
Verschleiß nach 390 Bearbeitungsgängen



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

Planfräsen

Unterbrochene Schnitte fräsen sich besser mit runden Wendeplatten. Besonders hohe Produktivität erreicht man mit HPC-Werkzeugen. Auch Eckmesserköpfe sind für Toolox® geeignet.

Empfehlung für Planfräser mit runden Platten

	Toolox® 33		Toolox® 44	
Schnittgeschwindigkeit: v [m/min]	180–220		140–180	
Vorschub: f _z [mm/Zahn]	min.–max.	Startwert	min.–max.	Startwert
Wendeplattengüte P30	0,10–0,25	0,15	0,10–0,25	0,15

Empfehlung für 45°-Fräser

	Toolox® 33		Toolox® 44	
Schnittgeschwindigkeit: v [m/min]	180–220		120–160	
Vorschub: f _z [mm/Zahn]	min.–max.	Startwert	min.–max.	Startwert
Wendeplattengüte P30	0,15–0,35	0,25	0,15–0,35	0,25

Empfehlung für Eckfräser / Eckmesserköpfe

	Toolox® 33		Toolox® 44	
Schnittgeschwindigkeit: v [m/min]	180–220		120–160	
Vorschub: f _z [mm/Zahn]	min.–max.	Startwert	min.–max.	Startwert
Wendeplattengüte P30	0,12–0,25	0,17	0,12–0,25	0,17

Schnittwerte für HPC-Kopier- und Planfräser

Werkstoffgruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit N/mm ²	Kopierfräsen								Tauch-/Bohrzirkularfräsen							
			Trockenbearbeitung				Nassbearbeitung				Trockenbearbeitung				Nassbearbeitung			
			Schneidstoff 1. Wahl	V _c [m/min]			Schneidstoff 1. Wahl	V _c [m/min]			Schneidstoff 1. Wahl	V _c [m/min]			Schneidstoff 1. Wahl	V _c [m/min]		
				min	Start	max		min	Start	max		min	Start	max		min	Start	max
8.2	Toolox® 33 Werkzeugstähle	900–1100	F25M	120	140	160	F25M	110	130	150	F25M	80	90	100	F25M	70	85	100
10.0	Toolox® 44 gehärtete Stähle	41–47 HRC	F15M	120	160	200	–	–	–	–	F15M	80	105	130	–	–	–	–

Werkangaben Hoffmann

WebShop: www.stahlnetz.de

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



Schaftfräsen

Beim Schlitzfräsen hat sich eine Tiefenzustellung ap von 0,5 x D bewährt, hinreichender Spanraum sollte vorhanden sein. Schaftfräsen bis hin zum Trochoidalfräsen ist mit ap in voller Schneidenlänge und ae von ca. 0,1 x D sehr produktiv. Trockenfräsen mit Druckluftkühlung zur Abfuhr von Spänen vermeidet Thermoschock und Überlast infolge eingezogener Späne.

Gewinde

Beide Toolox®-Werkstoffe können mit **Maschinengewindebohrern** bearbeitet werden. Erfahrene Schlosser bohren das Kernloch etwas größer. Besonders bewährt haben sich Schneidpaste, Schneidöl oder eine fettige Emulsion.

Gewindefräsen ist ein produktives Verfahren für hohe Fertigungssicherheit, auch bei sehr kleinen Durchmesser und gerade dort, wo Gewindegewinde schwierig ist.

Flachsensken sowie Kegelsensken sind mit Wendeplattenwerkzeugen problemlos auf Bearbeitungszentren möglich. Für weniger stabile Maschinen haben sich Senker mit mitlaufenden Führungzapfen bewährt.

	Toolox® 33	Toolox® 44
Schnittgeschwindigkeit: v [m/min]	7–10	3–5
Größe	Drehzahl [1/min]	
M5	445–635	190–320
M6	370–530	160–265
M8	270–400	120–200
M10	220–320	95–160
M12	185–265	80–130
M16	140–200	60–100
M20	110–160	45–80

	Toolox® 33	Toolox® 44
Schnittgeschwindigkeit: v [m/min]	80–110	50–70
Vorschub: f _z [mm/Zahn]	0,03–0,06	0,02–0,05

	Toolox® 33	Toolox® 44
Schnittgeschwindigkeit: v [m/min]	0,10–0,20	0,10–0,20
Durchmesser [mm]	Drehzahl [1/min]	
19	670–1340	335–840
24	530–1060	265–665
34	375–750	185–470
42	300–600	150–380
57	225–440	110–280

WebShop: www.stahlnetz.de

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



Polieren von Toolox®



1. Feinschliff mit einem groben Schleifmittel (z.B. Korngröße 120). Alle Spuren der Verarbeitung oder des Erodierens werden hierbei komplett abgeschliffen. Vorzugsweise sollte hierbei die flache Seite des Schleifmittels zum Einsatz kommen. Variieren Sie die Schleifrichtung in X-Form, um eine absolut flache Oberfläche zu erzielen, Ihre Arbeit effizienter zu gestalten und gleichzeitig Zeit zu sparen.
2. Feinschliff wie in Schritt 1, jedoch mit einer feineren Korngröße wie z.B. 320. Alle nach dem vorherigen Schliff noch verbliebenen Spuren werden hierbei komplett beseitigt.
3. Grobpolierung mit Diamantpaste auf einem Stück Messing. Korngröße 45µm. Diese Grobpolierung wird durchgeführt bis alle verbliebenen Spuren und Kratzer des vorangegangenen Arbeitsschritts (Schritt 2) gänzlich beseitigt sind.

4. Vorgehensweise wie in Schritt 3, jedoch mit 15 µm Diamantpaste bis alle nach Schritt 3 noch vorhandenen Spuren verschwunden sind.
5. In diesem Schritt gehen Sie vor wie in Schritt 4, verwenden jetzt aber eine Diamantpaste mit 7µm. Auch dieser Schritt wird fortgesetzt, bis alle aus Schritt 4 verbliebenen Spuren entfernt sind.
6. Polieren Sie mit Diamantpaste (7µm) auf einem Faser- oder Plastikelement. Fahren Sie fort bis die letzten aus Schritt 5 noch verbliebenen Unebenheiten beseitigt sind.
7. Gehen Sie jetzt vor wie in Schritt 6, verwenden Sie jedoch anstelle von 7µm-Paste eine Diamantpaste mit lediglich 3 µm. Fahren Sie fort bis die letzten aus Schritt 6 verbliebenen Nuancen von Unebenheiten beseitigt sind. (Wir wählen hier das Wort „Nuance“, da bis jetzt die Oberfläche bereits so eben und fein ist, dass man eigentlich von keinerlei für das bloße Auge noch erkennbare Kratzersprechen kann.)
8. Polierung mit 3 µm Diamantpaste auf einem Stück Filz bis alle aus dem vorangegangenen Schritt noch vorhandenen Nuancen entfernt sind.
9. Als abschließenden Schritt polieren Sie jetzt mit Diamantpaste der Korngröße 3 µm und Watte. Dieses ist Handarbeit und hierbei wird der endgültige Glanz erzielt. Fahren Sie fort bis die gesamte Oberfläche einen einheitlichen Glanz aufweist.

WebShop:
www.stahlnetz.de



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



TOOLOX® 33 / TOOLOX® 44

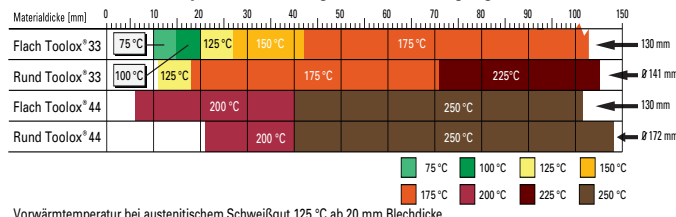


Schweißen von Toolox®

Toolox® ist unter Beachtung der nachstehenden Hinweise gut schweißbar. Das Kohlenstoffäquivalent ist für Toolox® 33 CE_{IIW} 0,62–0,71 / CET 0,4–0,44 und für Toolox® 44 CE_{IIW} 0,92–0,96 / CET 0,55–0,57. Geeignet für das Schweißen ohne Vorwärmung sind austenitische Schweißzusätze AWS 307 oder AWS 309. Es ergibt sich eine Festigkeit von ca. $R_{p0,2} = 500$ MPa in der Naht. Unlegierte oder niedrig legierte Schweißzusätze ergeben Festigkeiten bis ca. $R_{p0,2} = 930$ MPa und gute Zähigkeit. Zur Auswahl der Schweißzusätze siehe auch Seite 84.

1. Wärmen Sie beide Seiten der Schweißfuge vor, und zwar etwa 100–150mm auf jeder Seite. Die Vorwärmtemperatur sollte in der Mitte des Bleches erreicht werden. Behalten Sie die Vorwärmtemperatur während des gesamten Schweißvorgangs bei, insbesondere beim Heftschweißen.

Mindest-Vorwärmtemperatur für unlegierte und niedrig legierte Schweißzusätze



2. Verwenden Sie möglichst weiche oder rostfreie Elektroden. Die Elektroden müssen trocken sein. Der maximal zulässige Wasser-

stoffgehalt beträgt 5ml/100g Schweißgut. Um eine optimale Textur- bildungsqualität zu erzielen, sollte das Schweißen unter Anwendung des WIG-Verfahrens mit einem Zusatzdraht mit derselben chemischen Zusammensetzung wie der Grundwerkstoff durchgeführt werden. Die einfachste Methode besteht dann darin, eine Stange von einem übrig gebliebenen Teil des Grundwerkstoffs abzusägen.

3. Schweißen Sie mit einer Wärmezufuhr, die einen $\Delta t_{8/5}$ Wert zwischen 10 und 20s ergibt.
4. Beim Schweißen sollte eine Zwischenlagentemperatur von höchstens *** 170 °C für Toolox® 33** *** 225 °C für Toolox® 44** erreicht sein, bevor die nächste Lage geschweißt wird.
5. Führen Sie eine Wärmebehandlung nach dem Schweißen im Bereich von etwa 100–150mm ab jeder Seite der Schweißnaht durch. Die Durchwärmzeit sollte 5min/mm Blechdicke oder mindestens 60 Minuten betragen. Normalerweise ist eine Durchwärmzeit von 2 Stunden ausreichend. Der Beginn der Durchwärmzeit ist der Zeitpunkt, zu dem die Temperatur im gesamten Anlassvolumen erreicht ist.

* Die Wärmebehandlung nach dem Schweißen sollte mit einer Temperatur von 150–200 °C durchgeführt werden, falls nur geringe Anforderungen hinsichtlich der Formstabilität gestellt werden.

* Die Wärmebehandlung nach dem Schweißen sollte mit einer Temperatur von 560–580 °C durchgeführt werden, falls hohe Anforderungen hinsichtlich der Formstabilität gestellt werden und der Einfluss der Schweißnaht auf das Texturergebnis minimiert werden soll.

WebShop:
www.stahlnetz.de



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



Rohmaterial

**Bleche (Quartoblech, warmgewalzt) oder
Bandstahlblech (kaltgewalzt oder warmgewalzt)
und Zuschnitte daraus.**

	Dickenbereiche [mm]				
	<i>0,7-2,1</i>	<i>2,0-8,0</i>	<i>3,2-80,0</i>	<i>80,1-103,0</i>	<i>103,1-130,0</i>
Härte	425-485 HV	425-475 HBW	425-475 HBW	410-475 HBW	390-475 HBW
Herstellung	Kaltband	Warmband	Quartoblech	Quartoblech	Quartoblech



WebShop:
www.stahlnetz.de



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



HARDOX® 450

Richtanalyse/Chemische Zusammensetzung [%]

		C^{*)}	Si^{*)}	Mn^{*)}	P^{*)}	S^{*)}	Cr^{*)}	Ni^{*)}	Mo^{*)}	B^{*)}
Kaltband	max.	0,18	0,25	1,30	0,015	0,004	0,10	0,10	0,04	0,003
Warmband & Quartoblech	max.	0,26	0,70	1,60	0,025	0,010	1,40	1,50	0,60	0,005

Der Stahl ist ein Feinkornstahl. *) Vorgesehene Legierungselemente.

Werkstoffblatt

Hardox® 450 ist ein gehärteter Verschleißstahl für vielfältige Anwendungen.
Er kann durch Biegen umgeformt werden und lässt sich problemlos schweißen.

Härte HBW 425-475 (Quartoblech 3,2 – 80,0 mm Dicke, weitere Dicken siehe Tabelle Seite 78)
(Garantierter Wert)

Kerbschlagarbeit Prüftemperatur Kerbschlagarbeit
(Garantierter Wert) -40°C Charpy-V in Längsrichtung mindestens 50 J

Streckgrenze ca. 1.250 MPa
(Typischer Wert, nicht garantiert)

Lieferzustand Gehärtet und angelassen

Wärmebehandlung Hardox® 450 ist für weitere Wärmebehandlung nicht vorgesehen. Die Eigenschaften können nicht aufrecht erhalten werden, wenn der Stahl Temperaturen über 250°C ausgesetzt wird.
Hinweis: Für Anwendungen bei höheren Temperaturen bis zu 590°C empfehlen wir Toolox® 44.

Oberflächen Gemäß EN 10163-2 Klasse A, Unterklasse 1



WebShop:
www.stahlnetz.de



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



Ebenheit

Toleranzen gemäß Hardox® Ebenheitsgarantie Klasse D für Quartblech, strikter als EN 10029. Für Warmband gemäß Hardox® Ebenheitsgarantie Klasse A, enger als EN 10051, für Kaltband gemäß Hardox® Ebenheitsgarantie Klasse B.

	Dickenbereiche [mm]						
	0,7-2,1	2,0-8,0	3,2-3,9	4,0-4,9	5,0-5,9	6,0-19,9	20,0-130,0
Warmband Klasse A		3mm					
Kaltband Klasse B	6mm						
Quartblech Klasse D			15mm	7mm	5mm	4mm	3mm

Angegeben ist jeweils die Ebenheit, gemessen in mm an einem 1-m-Lineal.

Hinweis: Toolox® 44-Quartbleche erfüllen engere Ebenheitsanforderungen für Dicken von 5,0-7,9mm = 4mm/1.000mm, 8mm/2.000mm und 8,0-99,9mm = 3mm/1.000mm, 6mm/2.000mm

Schweißbarkeit

	Kohlenstoffäquivalent CET (CEV)							
Dicke	Kaltband 0,7-2,1	Warmband 2,0-8,0	Blech 3,2-4,9	Blech 5,0-9,9	Quartblech 10,0-19,9	Quartblech 20,0-39,9	Quartblech 40,0-80,0	Quartblech 80,1-130,0
Max.	0,33 (0,44)	0,35 (0,48)	0,37 (0,48)	0,38 (0,49)	0,39 (0,52)	0,41 (0,60)	0,43 (0,74)	0,41 (0,67)
Typ.	0,31 (0,39)	0,26 (0,39)	0,29 (0,39)	0,33 (0,45)	0,36 (0,48)	0,38 (0,56)	0,38 (0,61)	0,39 (0,64)

(Bitte Hinweise ab Seite 84 beachten)

$$CET = C + \frac{Mn+Mo}{10} + \frac{Cr+Cu}{20} + \frac{Ni}{40} \qquad CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+Mo+V}{5} + \frac{Cu+Ni}{15}$$

Biegen

Die Biegebarkeit für Quartblech entspricht der Hardox® Biegegarantie Klasse E. Bandblech entspricht der Hardox® Biegegarantie Klasse C für Kaltband und Klasse B für Warmband. Die Garantien entsprechen mindestens DIN EN 10025-6 und EN ISO 7438. Genannt ist das Verhältnis Biegewerkzeugradius/Blechdicke.

	Dickenbereiche [mm]					
	0,7-2,9	2,0-3,9	4,0-7,9	8,0-14,9	15,0-19,9	≥20,0
Warmband Klasse B		13,0 4,0	13,0 3,5			
Kaltband Klasse C	14,0 4,0					
Quartblech Klasse E		13,0 4,5	13,0 3,5	13,5 4,5	13,5 4,5	14,5 5,0

WebShop: www.stahlnetz.de

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



HARDOX® 600

Werkstoffblatt

	C ^(*)	Si ^(*)	Mn ^(*)	P ^(*)	S ^(*)	Cr ^(*)	Ni ^(*)	Mo ^(*)	B ^(*)
max.	0,47	0,70	1,40	0,015	0,01	1,20	2,50	0,70	0,005

Der Stahl ist ein Feinkornstahl. *) Vorgesehene Legierungselemente.

Hardox® 600 ist ein extraharter und zäher Verschleißstahl für extreme Verschleißbedingungen.

Härte

HBW 570-640 (Dicken über 51 mm: 550-640 HBW). Die Bleche sind bis auf 90% der garantierten Mindest-Oberflächenhärte durchgehärtet.

(Garantierter Wert)

Wärmebehandlung

Hardox® 600 ist für weitere Wärmebehandlung nicht vorgesehen. Die im Lieferzustand vorhandenen Eigenschaften können nicht aufrecht erhalten werden, wenn der Stahl Temperaturen über 250°C ausgesetzt wird.

Lieferzustand

Gehärtet und angelassen

Oberflächen

Gemäß EN 10163-2 Klasse A, Unterklasse 1

Ebenheit

Toleranzen gemäß Hardox®-Ebenheitsgarantien Klasse E, diese sind strikter als die Toleranzen nach DIN EN 10029 Klasse N.

	Dickenbereiche [mm]			
	6,0-7,9	8,0-24,9	25,0-39,9	40,0-65,0
Klasse E	11mm	10mm	9mm	8mm

Angegeben ist jeweils die Ebenheit, gemessen in mm an einem 1-m-Lineal.

Schweißbarkeit

	Kohlenstoffäquivalent CET [CEV]	
Dicke	6,0-35,0	35,1-65,0
Max.	0,57 (0,69)	0,61 (0,87)
Typ.	0,55 (0,66)	0,59 (0,85)

(Bitte Hinweise ab Seite 82 beachten)

$$CET = C + \frac{Mn+Mo}{10} + \frac{Cr+Cu}{20} + \frac{Ni}{40} \qquad CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+Mo+V}{5} + \frac{Cu+Ni}{15}$$

WebShop: www.stahlnetz.de

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



Schweißhinweise

Hardox® verbindet einzigartige Verschleißfestigkeit mit hervorragender Schweißbarkeit. Alle üblichen Schweißverfahren können für Verbindungen von Hardox® mit schweißbaren Stählen verwendet werden.

Für beste Schweißergebnisse achten Sie auf Trockenheit, Sauberkeit und Korrosionsfreiheit. Besonderes Augenmerk richten Sie auf die Auswahl des Schweißgutes, Temperaturen, Wärmeeintrag und die Fugengeometrie.

Niedriglegierte oder unlegierte Schweißwerkstoffe mit einer Zugfestigkeit von 500 MPa sind für Hardox® und Toolox® verwendbar. Hardox® 450 in Dicken von 0,7–6,0 mm erlauben Werkstoffe mit Festigkeiten von 900 MPa. Niedrig legierte Werkstoffe ergeben eine höhere Härte, was die Verschleißfestigkeit begünstigt. Wenn die Verschleißfestigkeit der Schweißnaht ausschlaggebend ist, so kann man an das Aufschweißen einer Verschleißschicht denken.

Rostfreie Schweißzusätze können für alle Hardox®-Stähle verwendet werden, für Toolox® 44 sollten diese bevorzugt werden. Sie erlauben das Schweißen bei 5–20°C ohne Vorwärmung, außer bei Hardox® 600 und Hardox® Extreme. SSAB empfiehlt die folgenden Werkstoffe, die eine Streckgrenze von 500 MPa ergeben.



Schweißverfahren	DIN EN ISO-Einteilung
MAG/Massivelektrode	EN ISO 14341-A- G 38x EN ISO 14341-A- G 42x
MAG/Fülldrahtelektrode	EN ISO 17632-A- T 42xH5 EN ISO 17632-A- T 46xH5
MAG/Metallpulver-Fülldrahtelektrode	EN ISO 17632-A- T 42xH5 EN ISO 17632-A- T 46xH5
MMA/Stabelektrode	EN ISO 2560-A E 42xH5 EN ISO 2560-A E 46xH5
UP Unter-Pulver-Schweißen	EN ISO 14171-A- S 42x EN ISO 14171-A- S 46x
WIG	EN ISO 636-A- W 42x EN ISO 636-A- W 46x

niedrig- oder unlegierte Zusätze

Schweißverfahren	DIN EN ISO-Einteilung
MAG/Massivelektrode	EN ISO 14343-A: B 18 8 Mn/ EN ISO 14343-B: SS307
MAG/Fülldrahtelektrode	EN ISO 17633-A: T 18 8 Mn/ EN ISO 17633-B: TS307
MAG/Metallpulver-Fülldrahtelektrode	EN ISO 17633-A: T 18 8 Mn/ EN ISO 17633-B: TS307
MMA/Stabelektrode	EN ISO 3581-A: 18 8 Mn/ EN ISO 3581-B: 307
UP Unter-Pulver-Schweißen	EN ISO 14343-A: B 18 8 Mn/ EN ISO 14343-B: SS307
WIG	EN ISO 14343-A: W 18 8 Mn/ EN ISO 14343-B: SS307

austenitische Zusätze

WebShop:
www.stahlnetz.de



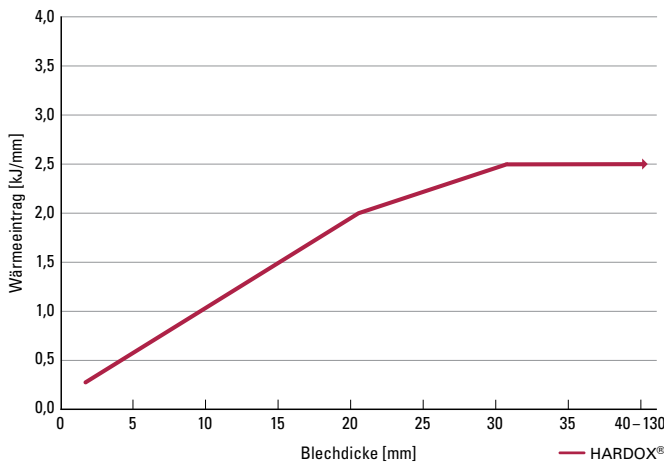
Telefon: +49 (0) 368 44 / 480 - 0 • Telefax: +49 (0) 368 44 / 480 - 55 • grp@stahlnetz.de



Als Schutzgas verwendet man beim Hardox®-Schweißen grundsätzlich die selben Gase wie beim Schweißen niedrig- oder unlegierter Stähle.

Empfehlender Wärmeeintrag max.

$$Q = \frac{k \cdot U \cdot I \cdot 60}{v \cdot 1000} \text{ kJ/mm}$$



Der Streckenenergie-Wärmeeintrag ist bei den verschiedenen Verfahren unterschiedlich. Die thermische Effizienz k beim MAG-Schweißen und MMA-Schweißen beträgt etwa 0,8, beim UP-Schweißen ca. 1,0 sowie beim WIG-Schweißen 0,6. Mit Spannung (U [V]), Strom (I [A]) und Vorschub (v [mm/min]) erhält man den Wärmeeintrag. Die Grafik zeigt die Empfehlungen für Höchstwerte. Ein sehr niedriger Eintrag mag negativen Einfluss auf die Kerbschlagzähigkeit die Schweißnaht haben, extrem hohe Werte bedeuten eine vergrößerte Wärmeeinflusszone, in der die mechanischen Werte verändert werden. Moderat niedrige Werte verbessern die Verschleißbeständigkeit, den Verzug, die Zähigkeit und die Festigkeit.



WebShop:
www.stahlnetz.de



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



Wasserstoffgehalt

Die Gefahr der Wasserstoffversprödung ist wegen des niedrigen Kohlenstoffäquivalents geringer als bei anderen Verschleißstählen. Der Gefahr begegnet man zudem durch:

- Vorwärmen des Schweißbereichs
- Messung der Vorwärmtemperatur
- Verwendung von Schweißzusatzstoffen mit höchstens 5ml Wasser/100g
- Freihalten der Schweißfuge von Rost, Fett, Öl und Kälte
- Anwenden eines geeigneten Schweißverfahrens
- Vermeidung eines Schweißspaltes über 3mm an der engsten Stelle der Schweißfuge



Vorwärmung

Vorwärmung ist äußerst wichtig für eine gute Schweißnaht. Die empfohlenen Vorwärmtemperaturen zeigt die nachfolgende Tabelle für niedrig- oder unlegierte Werkstoffe.

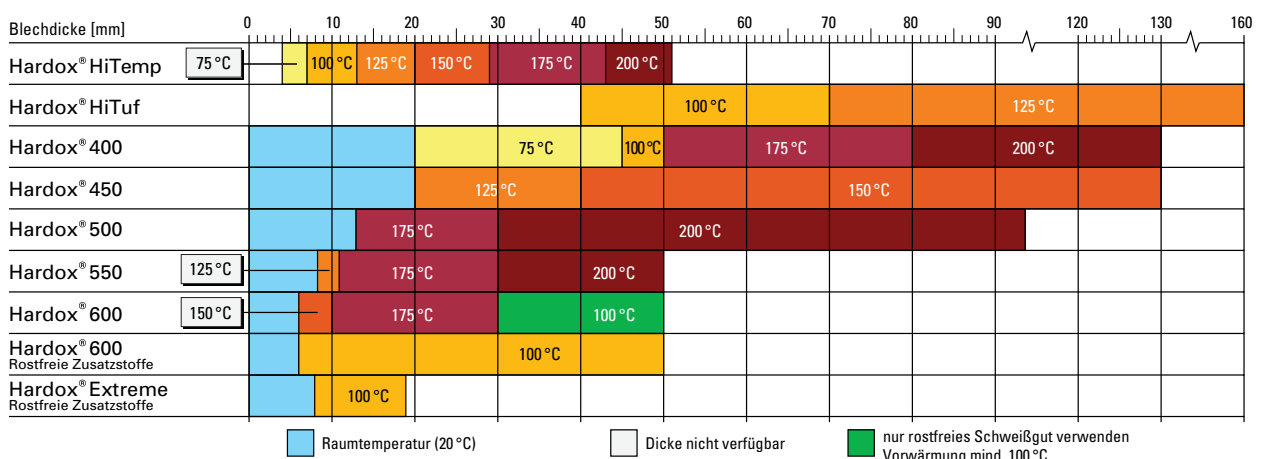
- Bitte beachten Sie:
- Für Bleche unterschiedlicher Dicke orientieren Sie sich am dickeren Blech.
 - Für unterschiedliche Blechwerkstoffe orientieren Sie sich an dem mit der höheren Vorwärmtemperatur.
 - Für Wärmeeintrag unter 1,7 kJ/mm erhöhen Sie die Temperatur um 25°C, unter 1,0 kJ/mm orientieren Sie sich bitte im WearCalc-Programm.
 - Bei niedrigen Außentemperaturen oder hoher Luftfeuchtigkeit erhöhen Sie die Temperatur um 25°C.
 - Bei DV- oder DY-Nähten legen Sie die erste Raupe außerhalb der Blechmitte an.

WebShop:
www.stahlnetz.de

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



Empfohlene Mindest-Arbeitstemperatur



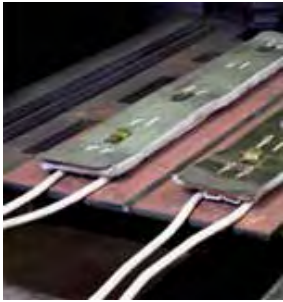
Die Höchsttemperaturen nach dem Schweißen einer Lage und vor Aufschweißen einer weiteren Lage sind:

Hardox® HiTemp	300 °C
Hardox® HiTuf	300 °C
Hardox® 400	225 °C
Hardox® 450	225 °C
Hardox® 500	225 °C
Hardox® 550	225 °C
Hardox® 600	225 °C
Hardox® Extreme	100 °C

WebShop:
www.stahlnetz.de

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





Verwendung von Heizmatten

Elektrische Vorwärmung hat sich bewährt.
Es ist praktisch, die Temperatur an der Rückseite zu messen.
Dabei empfiehlt sich, etwa 2 min/25 mm Blechdicke abzuwarten.
Die Temperatur sollte ca. 75–150 mm beidseitig der Schweißfuge erreicht sein.



Grundierte Bleche

Durch den geringen Zinkgehalt kann direkt auf der Hardox®-Grundierung geschweißt werden, gleichwohl ist es vorteilhaft, die Grundierung mit der Drahtbürste zu entfernen, um Porositäten zu vermeiden. Gute Belüftung ist wichtig für die Gesundheit des Schweißers und der Personen in der Nähe.

Wärmebehandlung

Eine Wärmebehandlung nach dem Schweißen ist nicht vorgesehen, um die mechanischen Eigenschaften von Hardox® zu erhalten.

WebShop:
www.stahlnetz.de



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



Thermisches Trennen von Hardox®

Hardox®-Werkstoffe sind besonders reine Stähle, ihr niedriger Legierungsgehalt bewirkt, dass diese leicht thermisch zu trennen sind. Dabei kann man sowohl laserschneiden, plasmaschneiden als auch brennschneiden.

Toolox® hingegen sollte möglichst nur kalt getrennt werden, um das einzigartig spannungsarme Gefüge zu erhalten. In Frage kommen daher das Sägen, Wasserstrahlschneiden oder Scheren; das Laserschneiden ist auf recht dünne Bleche beschränkt.

Thermisches Trennen von Hardox® ist so einfach wie bei Baustählen. Lediglich bei dickeren Abmessungen sollte man Vorkehrungen treffen, um Kantenrisse zu vermeiden. In der Wärmeeinflusszone tritt naturgemäß ein Verlust an Härte dieser vergüteten Stähle ein.

Risse an Schneidkanten sind denen durch Wasserstoffversprödung ähnlich. Sie können zwischen 48h und einigen Wochen nach dem Schnitt auftreten, es handelt sich also um einen verzögerten Prozess. Das Risiko steigt mit Härte und Blechdicke, es kann mit den nachstehenden Vorkehrungen vermindert werden:

- Vorwärmung des Werkstückes
- Nachwärmung nach dem Schnitt
- reduzierter Vorschub beim Schnitt
- Kombination aus Vorwärmung, Nachwärmung, Vorschubreduzierung und langsame Abkühlung der Wärmeeinflusszone.

Bei allen Arten des Laserschneidens sowie beim Plasmaschneiden unter Stickstoff wird Vorwärmung nicht empfohlen, da diese negativen Einfluss auf die Schnittqualität haben könnte. Die Vorwärmung beim Brennschneiden und Plasmaschneiden mit Sauerstoff empfiehlt sich im Ofen, mit Schweißflamme oder elektrischen Wärmematten durchzuführen. Ofenerwärmung ist vorzuziehen, sie ergibt gleichmäßige Temperaturen des gesamten Bleches. Die Abbildung zeigt die Vorwärmung mit Flamme. Dabei achte man darauf, dass die Flammen stets in Bewegung bleiben, um das Blech nicht lokal zu überhitzen. Die Temperatur misst man vorzugsweise an der Rückseite. Bei Verwendung elektrischer Matten erwärmt man etwa über Nacht auf 150°–200 °C und schneidet morgens.



WebShop:
www.stahlnetz.de



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



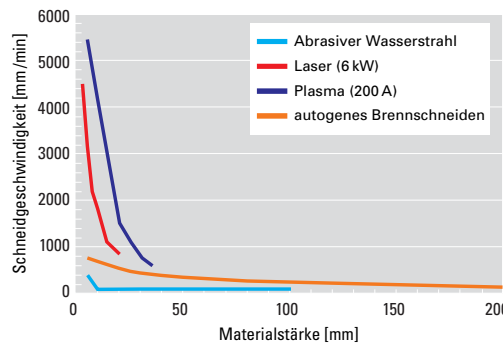
Nachwärmung ist ein zuverlässiges Verfahren zur Rissvermeidung, auch hier finden Ofen oder Flamme Verwendung. Dabei ist es wichtig, so bald wie möglich nachzuwärmen, mit höchstens 30 Minuten Wartezeit. Die Temperaturen in der unteren Tabelle sollten nicht überschritten werden. Die Nachwärmzeit im Ofen kann als Faustregel mit etwa 5 Minuten pro mm Blechdicke angenommen werden. Mit der Flamme sollten 700 °C an der Schnittkante nicht überschritten werden, das entspricht einem recht dunklen Rot, bei höheren Temperaturen muss die Nachwärmung wiederholt werden.

Vorwärmtemperaturen für Brennschneiden der Hardox®-Typen

	Plattendicke [mm]	Vorheiztemperatur [°C]	
		min	max
Hardox® HiTemp	5-51	kein Vorwärmen	500
Hardox® HiTuf	<90	kein Vorwärmen	300
	≥90	100	
Hardox® 400	<45	kein Vorwärmen	
	45-59,9	100	225
	60-80	150	
	>80	175	
Hardox® 450	<40	kein Vorwärmen	
	40-49,9	100	225
	50-69,9	150	
	≥70	175	
Hardox® 500	<25	kein Vorwärmen	
	25-49,9	100	225
	50-59,9	150	
	≥60	175	
Hardox® 550	<20	kein Vorwärmen	
	20-51	150	200
	>51	175	
Hardox® 600	<12	kein Vorwärmen	
	12-65	175	180
Hardox® Extreme*	8-19	100	100

* SSAB empfiehlt Wasserstrahlschneiden. Wenn nur Brennschneiden verfügbar ist, folgen Sie den Empfehlungen in der Tabelle.

Schnittgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Materialstärke für unterschiedliche Schneidprozesse



Bei niedriger Vorschubgeschwindigkeit wird die Wärmeeinflusszone größer, Restspannungen werden geringer, die Rissgefahr sinkt. Man bedenke, dass langsames Schneiden nicht so zuverlässig Risse vermeidet wie Vor- oder Nachwärmen. Die Geschwindigkeit in der oberen Abbildung sollte, abhängig von der Blechdicke, nicht überschritten werden.

WebShop: www.stahlnetz.de

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



Unabhängig davon, ob vorgewärmt wurde, reduziert langsame Abkühlung die Gefahr von Rissen. Hilfreich ist das enge Stapeln der Zuschnitte oder die Abdeckung mit Isoliermatten.

Brennschneiden ist auch bei sehr dicken Blechen möglich, der Druck des Schneidgases ist unabhängig von der Härte des Bleches. Die Schneidgeschwindigkeit sollte die Werte in der folgenden Tabelle nicht überschreiten.

Scharfe Ecken in der Schneidkontur begünstigen Risse, solche lassen sich am besten konstruktiv vermeiden. Das Abtrennen scharfer Ecken am Schneidrest hat sich bewährt, um das Restblech rissfrei zu halten.

		Maximale Schneidgeschwindigkeit für Brennschneiden ohne Vorwärmen [mm/min]							
		Hardox® HiTemp	Hardox® HiTuf	Hardox® 400	Hardox® 450	Hardox® 500	Hardox® 550	Hardox® 600	Hardox® Extreme
Maximale Plattendicke [mm]	12	keine Beschränkung	keine Beschränkung	keine Beschränkung	keine Beschränkung	keine Beschränkung	keine Beschränkung	keine Beschränkung	**
	15	keine Beschränkung	keine Beschränkung	keine Beschränkung	keine Beschränkung	keine Beschränkung	keine Beschränkung	300	**
	20	keine Beschränkung	keine Beschränkung	keine Beschränkung	keine Beschränkung	keine Beschränkung	keine Beschränkung	200	**
	25	keine Beschränkung	keine Beschränkung	keine Beschränkung	keine Beschränkung	300	270	180	
	30	keine Beschränkung	keine Beschränkung	keine Beschränkung	keine Beschränkung	250	230	150	
	35	keine Beschränkung	keine Beschränkung	keine Beschränkung	keine Beschränkung	230	190	140	
	40	keine Beschränkung	keine Beschränkung	keine Beschränkung	230	200	160	130	
	45	keine Beschränkung	230	230	200	170	140	120	
	50	keine Beschränkung	210	210	180	150	130	110	
	60		200	200	170	140	*	*	
	70		190	190	160	135	*	*	
	80		180	180	150	130			
>80		*	*	*	*				

* nur mit Vorwärmen möglich

Langsames Schneiden reicht nicht aus um Rissen beim Schneiden von Hardox® Extreme entgegenzuwirken.

** SSAB empfiehlt Wasserstrahlschneiden. Wenn nur das Brennschneiden zur Verfügung steht, nutzen Sie das Vorwärmen und das Nachwärmen mit einem Brenner zusammen.

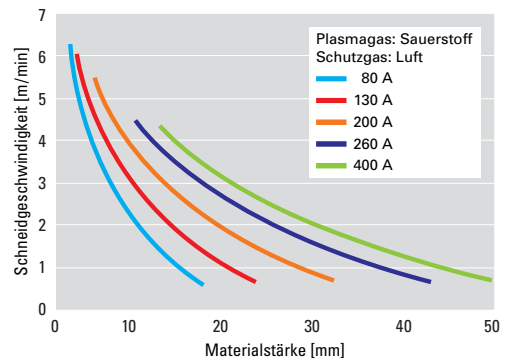
WebShop: www.stahlnetz.de

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



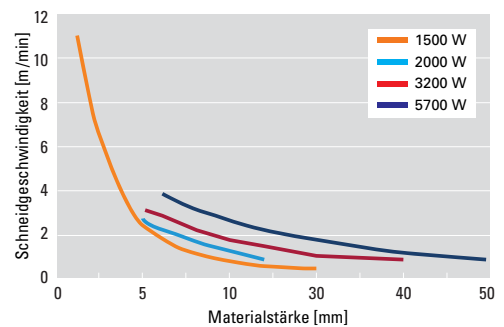
Plasmaschneiden wird hauptsächlich bis 50mm Dicke angewandt, Abbildung 1 zeigt die Vorschübe. Hardox® 600 und Hardox® Extreme müssen vor- oder nachgewärmt werden.

Abbildung 1



Laserschneiden ist bis etwa 25 mm üblich, Vorschübe zeigt die Abbildung 2. Vorwärmung ist nicht erforderlich, sie schadet eher in Hinblick auf die Schnittqualität. Hardox® wird grundiert geliefert, die Grundierung reduziert jedoch die Schnittgeschwindigkeit. Dem kann mit einem vorgelagerten „Verdampfungsschnitt“ begegnet werden.

Abbildung 2

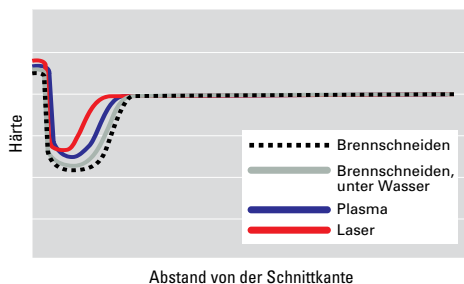


WebShop:
www.stahlnetz.de

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



Abbildung 3

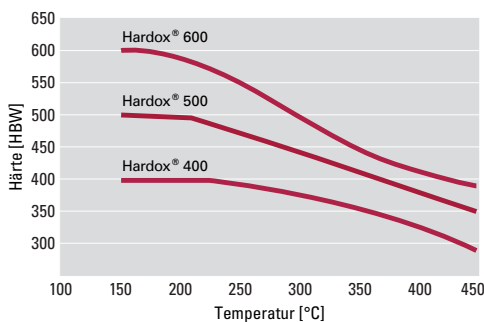


Der Eigenschaft der **Wärmeeinflusszone** hängt von

- der vorangegangenen Wärmebehandlung des Stahls,
- der Legierung sowie
- dem thermischen Einfluss des Schneidens ab.

Langsames Schneiden vergrößert die Einflusszone. Brennschneiden zeigt den größten Einfluss, gefolgt vom Plasmaschneiden, die geringste Wirkung zieht Laserschneiden nach sich. Einen Überblick gibt Abbildung 3.

Abbildung 4



Ein **Härteverlust** stellt sich bei kleinen Werkstücken besonders leicht ein. Als Anhaltswert muss man bei Blechen über 30 mm Dicke von einem vollflächigen Härteverlust ausgehen, wenn Schneidkanten weniger als 200mm voneinander entfernt sind. Hier empfehlen sich kalte Schneidverfahren, notfalls ist Laserschneiden oder Plasmaschneiden der Vorzug vor dem Brennschneiden zu geben. Unterwasserschneiden reduziert den Härteverlust in der Wärmeeinflusszone, allerdings ist hier Vorwärmung nicht möglich. Daher sollte Nachwärmung und verringerter Vorschub erwogen werden. Abbildung 4 zeigt die Härte in Abhängigkeit von der Anlasstemperatur.



WebShop:
www.stahlnetz.de

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



1.1730 C 45 U

Chemische Zusammensetzung [%]

	C	Si	Mn	P	S
max.	0,50	0,40	0,80	0,03	0,03
min.	0,42	0,15	0,60		

Unlegierter Werkzeugstahl zur Herstellung von Vorrichtung- und Maschinenteilen sowie Grundplatten und Distanzleisten von Werkzeugen – der Standardwerkstoff für einfache Maschinenteile.

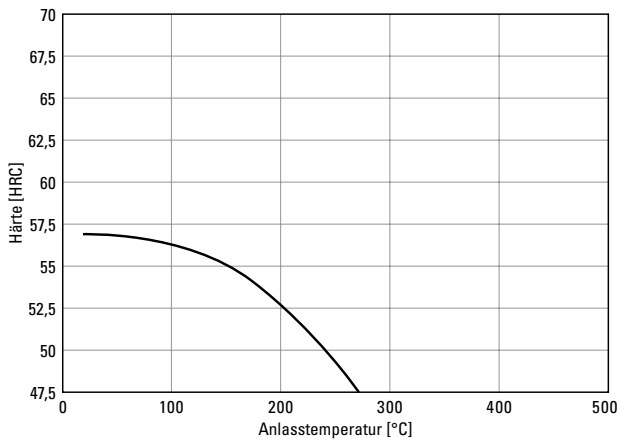
1.1730 erhalten Sie bei uns auch individuell nach Ihren Angaben als fertig bearbeitetes Zeichnungsteil.

Diesen Werkstoff erhalten Sie bei uns als Präzisionsflachstahl (Standard- und Sonderabmessungen), EcoPlan®, VarioPlan®, VarioRond® und als Rohmaterialzuschnitt.

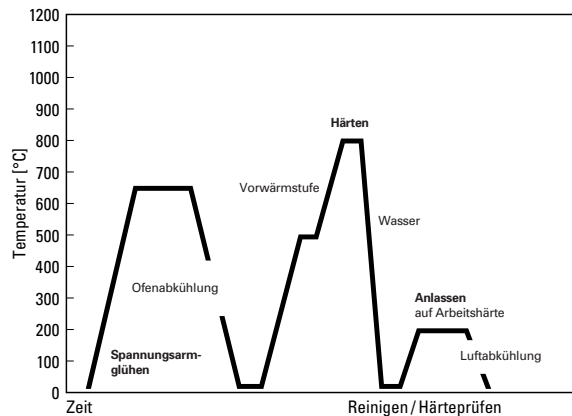
Farbkennzeichnung: Weiß

Anlassschaubild

Härtetemperatur: 810° C, Probequerschnitt: Vkt. 20 mm



Wärmebehandlungsschema



1.1730

WebShop: www.stahlnetz.de

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



1.7131 16 MnCr 5

Chemische Zusammensetzung [%]

	C	Si	Mn	Cr
max.	0,19	0,4	1,3	1,1
min.	0,14		1,0	0,8

Einsatzstahl zur Herstellung von hochbeanspruchten und verschleißfesten Bauteilen aller Art.

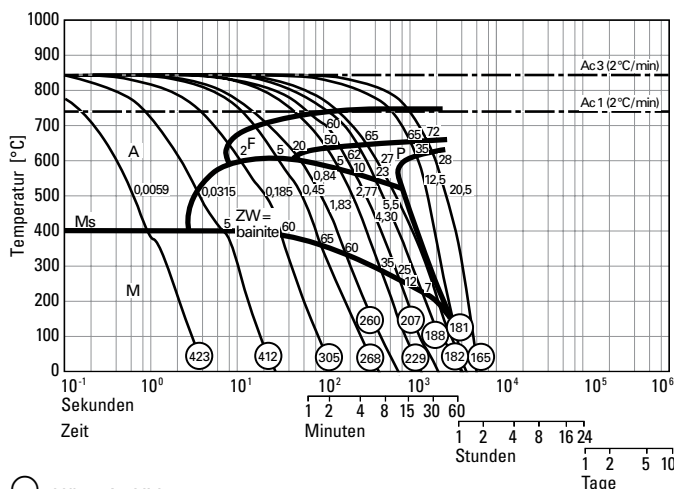
1.7131 erhalten Sie bei uns auch individuell nach Ihren Angaben als Maschinenbauteil oder fertig wärmebehandelte Führungsleiste.

Diesen Werkstoff erhalten Sie bei uns als Präzisionsflachstahl Sonderanfertigung, EcoPlan®, VarioPlan®, VarioRond® und als Rohmaterialzuschnitt.

Farbkennzeichnung: Mint

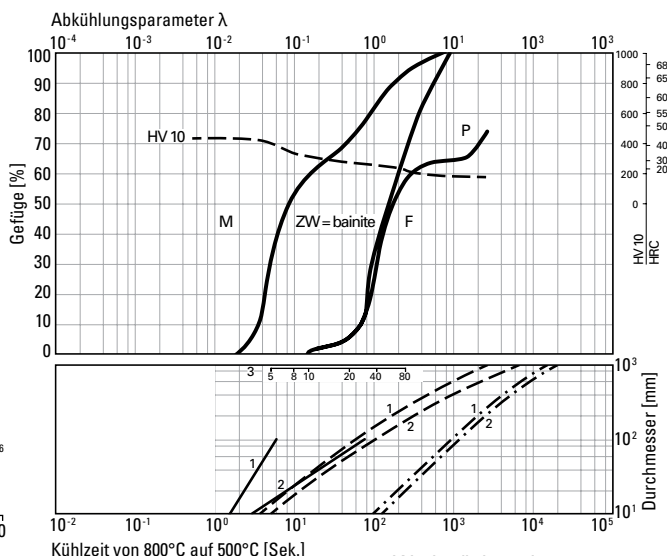
ZTU-Schaubild für kontinuierliche Abkühlung

Austenitisierungstemperatur: 870°C, Haltedauer: 10 Minuten



○ Härte in HV
2 ... 72 Gefügeanteile in %
0,0059 ... 20,6 Abkühlungsparameter,
d. h. Abkühlungsdauer von 800–500°C in s x 10⁻²

Gefügemengenschaubild



— Wasserkühlung
--- Ölabkühlung
-.- Luftabkühlung

1 ... Werkstückrand
2 ... Werkstückzentrum
3 ... Jominy Probe:
Abstand von der Stirnfläche

WebShop: www.stahlnetz.de

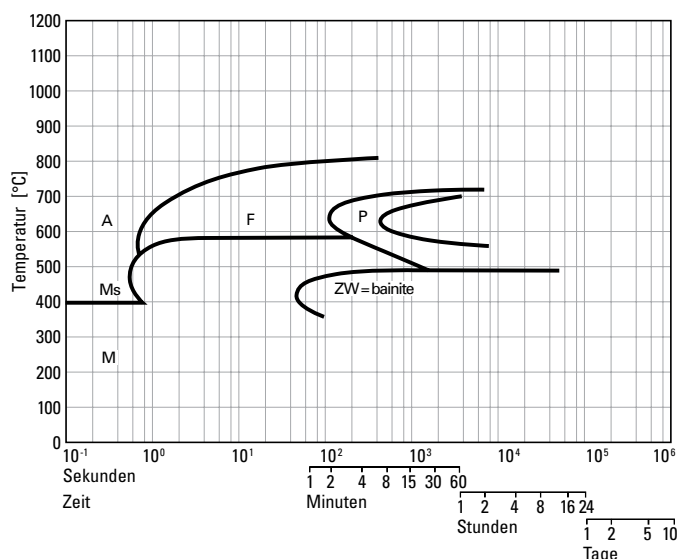
Telefon: +49(0)368 44/480-0 • Telefax: +49(0)368 44/480-55 • grp@stahlnetz.de



	C	Si	Mn	Cr
max.	0,19	0,4	1,3	1,1
min.	0,14		1,0	0,8

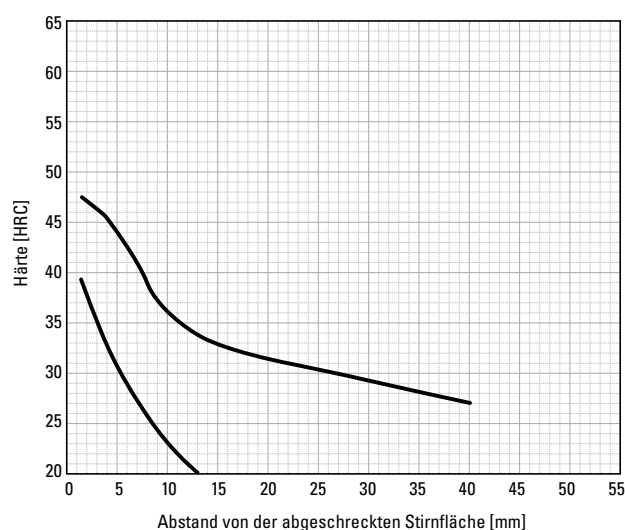
Isothermisches ZTU-Schaubild

Austenitisierungstemperatur: 870°C, Haltedauer: 10 Minuten



Stirnabschreckversuch

Härtetemperatur: 870°C



1.7131

WebShop:
www.stahlnetz.de



Telefon: +49(0)36844/480-0 • Telefax: +49(0)36844/480-55 • grp@stahlnetz.de

GEBRÜDER RECKNAGEL
Präzision in Stahl

1.2842 90 MnCrV 8

Chemische Zusammensetzung [%]

	C	Si	Mn	Cr	V
max.	0,95	0,40	2,20	0,50	0,20
min.	0,85	0,10	1,80	0,20	0,05

Kaltarbeitswerkzeugstahl zur Herstellung von Werkzeugen, Lehren, Vorrichtungen, Schablonen, Führungsleisten und Bauteilen aller Art.

Diesen Werkstoff erhalten Sie bei uns als Präzisionsflachstahl (Standard- und Sonderabmessungen), VarioPlan®, VarioRond® und als Rohmaterialzuschnitt.

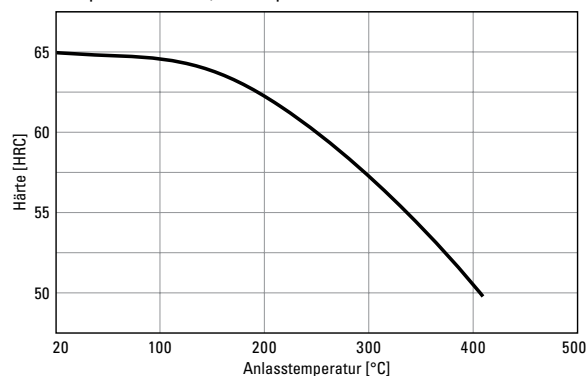
1.2842 erhalten Sie bei uns auch individuell nach Ihren Angaben als Standardwerkstoff für Maschinenbauteile und gehärtete Führungsleisten bis 40mm Dicke.

Bei der Wärmebehandlung ist darauf zu achten, dass 1.2842 ein Durchhärter ist, der bei der Wärmebehandlung eine Volumenveränderung von ca. 1% erfährt, sich jedoch sehr verzugsarm verhält. Werkstückquerschnitte über 40mm Dicke könnten teilweise niedrigere Härten als 58–62 HRC nach sich ziehen. Für größere Bauteilquerschnitte von Führungsleisten empfehlen wir 1.2363 oder 1.2379, für Verschleißteile auch 1.2436. Für ungehärtete Bauteile empfehlen wir Toolox 33: günstiger trotz höherer Festigkeit! Die Bearbeitbarkeit ist gut und problemlos.

Die Gefahr von Rissen beim Reparaturschweißen ist, wie allgemein bei Werkzeugstählen, vorhanden.

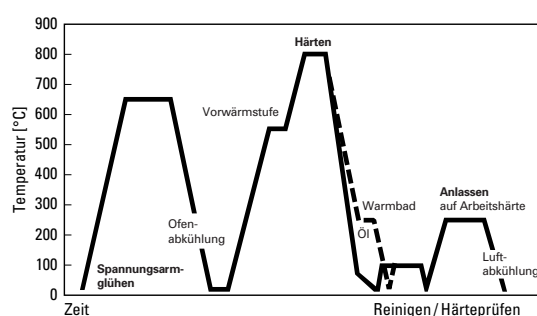
Anlassschaubild

Härtetemperatur: 810°C, Probequerschnitt: Vkt. 20mm



Farbkennzeichnung: Blau

Wärmebehandlungsschema



WebShop:
www.stahlnetz.de



Telefon: +49(0)36844/480-0 • Telefax: +49(0)36844/480-55 • grp@stahlnetz.de

GEBRÜDER RECKNAGEL
Präzision in Stahl

1.2842

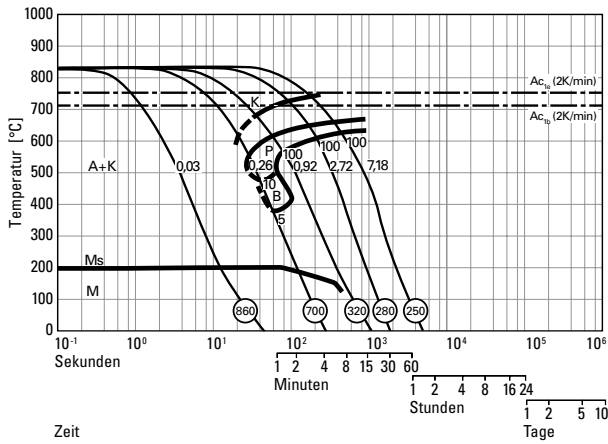
1.2842 90 MnCrV 8

Chemische Zusammensetzung [%]

	C	Si	Mn	Cr	V
max.	0,95	0,40	2,20	0,50	0,20
min.	0,85	0,10	1,80	0,20	0,05

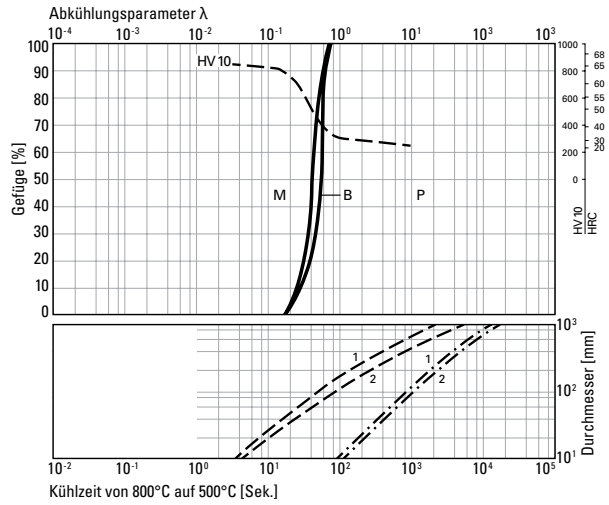
ZTU-Schaubild für kontinuierliche Abkühlung

Austenitisierungstemperatur: 820 °C, Haltedauer: 15 Minuten



○ Härte in HV
 5 ... 100 Gefügeanteile in %
 0,03 ... 7, 18 Abkühlungsparameter,
 d. h. Abkühlungsdauer von 800–500 °C in $s \times 10^{-2}$
 B..... Bainit

Gefügemengenschaubild



--- Ölabkühlung
 - - - Luftabkühlung
 1 Werkstückrand
 2 Werkstückzentrum

WebShop:
www.stahlnetz.de

Telefon: +49(0)36844/480-0 • Telefax: +49(0)36844/480-55 • grp@stahlnetz.de



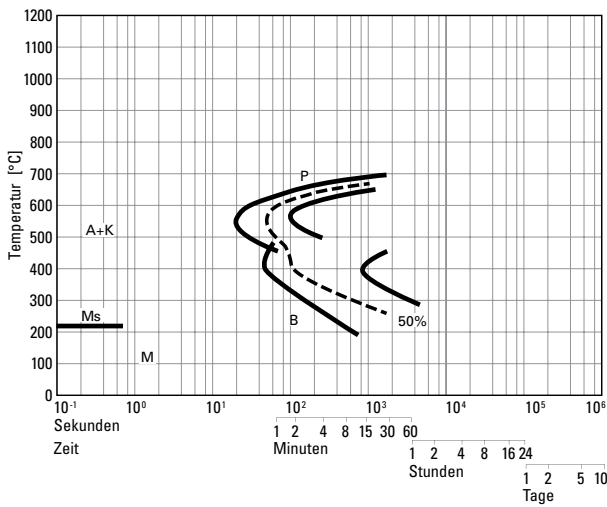
1.2842 90 MnCrV 8

Chemische Zusammensetzung [%]

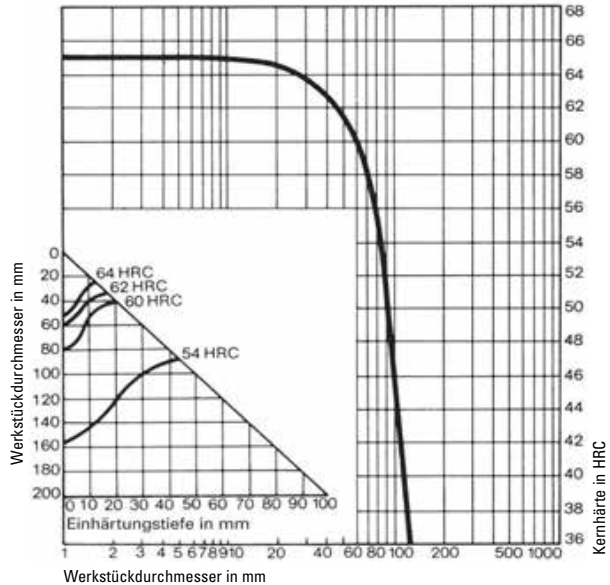
	C	Si	Mn	Cr	V
max.	0,95	0,40	2,20	0,50	0,20
min.	0,85	0,10	1,80	0,20	0,05

Isothermisches ZTU-Schaubild

Austenitisierungstemperatur: 820 °C, Haltedauer: 15 Minuten



Abhängigkeit der Kernhärte und der Einhärtetiefe vom Werkstückdurchmesser



Härtetemperatur: 820 °C
 Härtemittel: Öl

WebShop:
www.stahlnetz.de

Telefon: +49(0)36844/480-0 • Telefax: +49(0)36844/480-55 • grp@stahlnetz.de



1.2363

1.2363 X 100 CrMoV 5

Chemische Zusammensetzung [%]

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V
max.	1,05	0,4	0,8	0,03	0,03	5,5	1,2	0,35
min.	0,95	0,1	0,4			4,8	0,9	0,15

Kaltarbeitswerkzeugstahl zur Herstellung von Schneidwerkzeugen, Gewindewalzbacken sowie Scherenmessern und gehärteten Führungsleisten großer Querschnitte.

Der Werkstoff 1.2363 schließt eine Lücke zwischen dem 1.2842 und dem 1.2379. Er lässt sich ähnlich dem 1.2842 problemlos bearbeiten. Auch das Schleifen gehärteter Bauteile ist einfach verglichen mit dem 1.2379. 1.2363 ist ähnlich 1.2379 sehr gut im Vakuum härtbar.

1.2363 sollte dann verwendet werden, wenn für die Anwendungsaufgabe wegen der Verschleißfestigkeit oder Durchhärbarkeit der 1.2842 nicht ausreichend ist, der 1.2379 aber noch nicht unbedingt erforderlich oder zu wenig zäh ist.

1.2363 lässt sich gut bearbeiten und nimmt Härten von bis zu 63 HRC an, durch Sekundärhärten erzielt man gute Verschleißigenschaften. Auch größere Bauteilquerschnitte von Führungsleisten sind gut durchhärbar, hier ist 1.2363 der ideale Werkstoff für gehärtete Führungsleisten über 40 mm Dicke.

Den Werkstoff erhalten Sie bei uns als Präzisionsflachstahl (Standard- und Sonderabmessungen), VarioPlan®, in Form von einbaufertigen, gehärteten Führungsleisten nach Ihren Zeichnungen sowie als Halbzeug individuell nach Ihren Angaben.

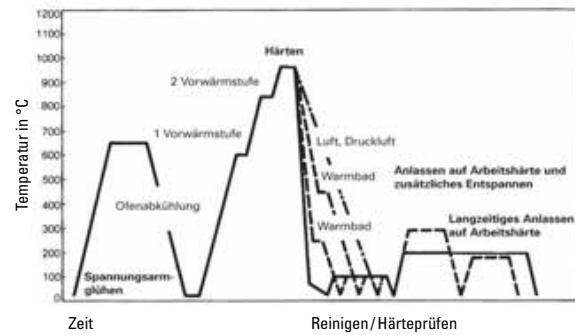
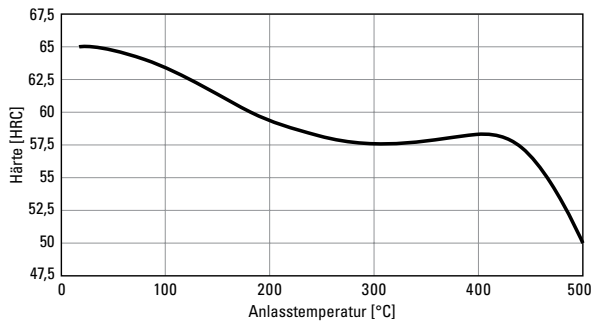
Die Gefahr von Rissen beim Reparaturschweißen ist, wie allgemein bei Werkzeugstählen, vorhanden.

Farbkennzeichnung: Braun

Wärmebehandlungsschema

Anlassschaubild

Härtetemperatur: 970°C / Öl, Probequerschnitt: Vkt. 20 mm



WebShop:
www.stahlnetz.de



Telefon: +49(0)36844/480-0 • Telefax: +49(0)36844/480-55 • grp@stahlnetz.de

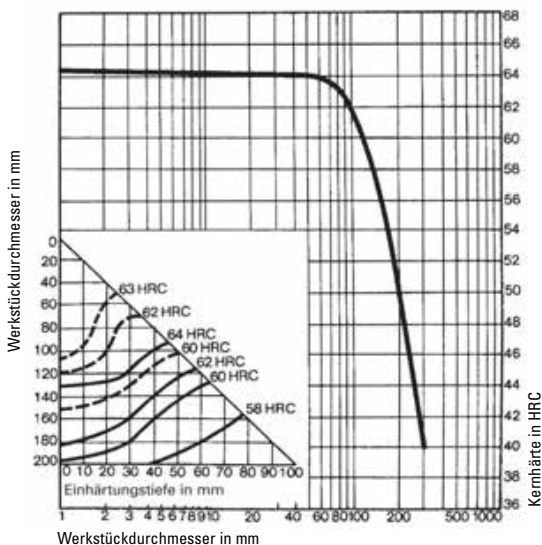


1.2363 X 100 CrMoV 5

Chemische Zusammensetzung [%]

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V
max.	1,05	0,4	0,8	0,03	0,03	5,5	1,2	0,35
min.	0,95	0,1	0,4			4,8	0,9	0,15

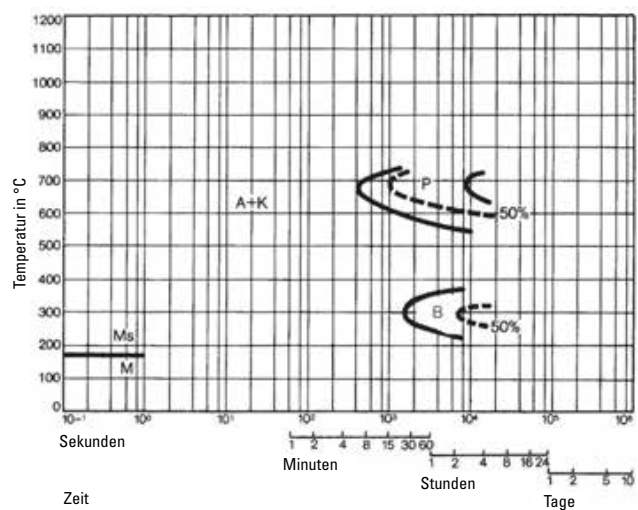
Abhängigkeit der Kernhärte und der Einhärtetiefe vom Werkstückdurchmesser



Härtetemperatur: 960°C
Härtemittel: — Öl
--- Luft

Isothermisches ZTU-Schaubild

Austenitisierungstemperatur: 960°C, Haltedauer: 15 Minuten



1.2363

WebShop:
www.stahlnetz.de



Telefon: +49(0)36844/480-0 • Telefax: +49(0)36844/480-55 • grp@stahlnetz.de



1.2363 X 100 CrMoV 5

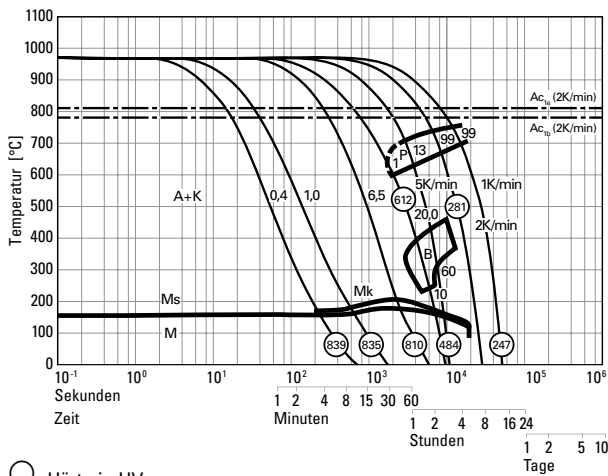
Chemische Zusammensetzung [%]

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V
max.	1,05	0,4	0,8	0,03	0,03	5,5	1,2	0,35
min.	0,95	0,1	0,4			4,8	0,9	0,15

1.2363

ZTU-Schaubild für kontinuierliche Abkühlung

Austenitisierungstemperatur: 960°C, Haltedauer: 15 Minuten

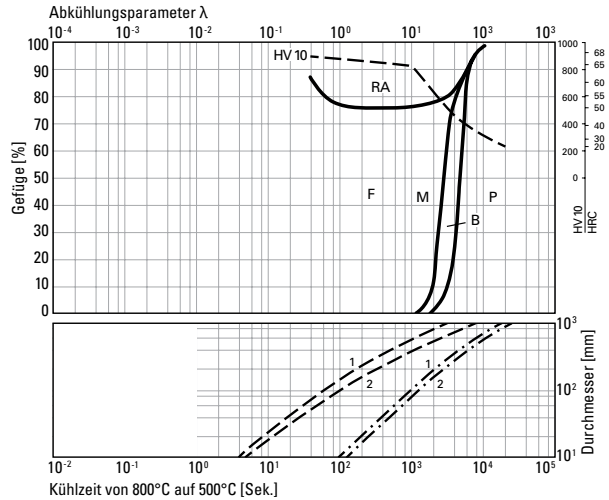


- Härte in HV
- 1 ... 99 Gefügeanteile in %
- 0,4 ... 20,0 Abkühlungsparameter,
- d. h. Abkühlungsdauer von 800–500°C in $s \times 10^{-2}$
- 5 ... 1K/min Abkühlungsgeschwindigkeit
- in K/min im Bereich von 800–500°C
- Mk.....Korngrenzenmartensit
- B.....Bainit

WebShop:
www.stahlnetz.de

Telefon: +49(0)36844/480-0 • Telefax: +49(0)36844/480-55 • grp@stahlnetz.de

Gefügemengenschaubild



- Ölabkühlung
- - - Luftabkühlung
- 1 Werkstückrand
- 2 Werkstückzentrum

GEBRÜDER
RECKNAGEL
Präzision in Stahl

1.2436 X 210 CrW 12

Chemische Zusammensetzung [%]

	C	Si	Mn	Cr	W
max.	2,3	0,4	0,6	13,0	0,8
min.	2,0	0,1	0,3	11,0	0,6

Kaltarbeitswerkzeugstahl zur Herstellung von Schnitt-, Biege-, Press- und Prägwerkzeugen, Stempeln, Abkantschienen und Messern.

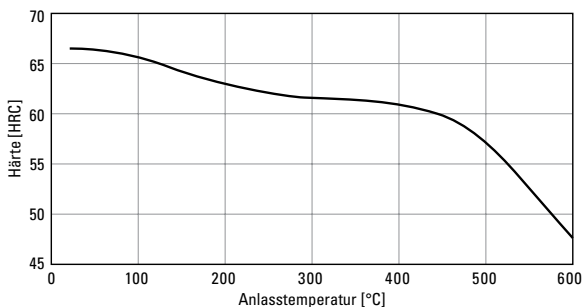
Aufgrund des hohen Kohlenstoffgehaltes eignet sich 1.2436 besonders gut für verschleißfeste Anwendungen.

Es handelt sich bei 1.2436 um einen ledeburitischen 12%igen Chromstahl, der noch mit einfachen Mitteln zu härten ist.

Die mechanische Bearbeitbarkeit ist im Allgemeinen problemlos, verbesserte Bearbeitbarkeit in gehärtetem Zustand bieten 1.2379 und vor allem TENASTEEL[®] sowie Daido DCMX[®].

Anlassschaubild

Härtetemperatur: 950°C, Probequerschnitt: Vkt. 20 mm



WebShop:
www.stahlnetz.de

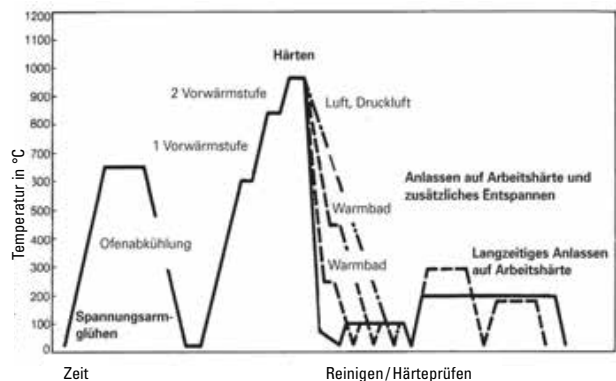
Telefon: +49(0)36844/480-0 • Telefax: +49(0)36844/480-55 • grp@stahlnetz.de

Diesen Werkstoff erhalten Sie bei uns als Präzisionsflachstahl (Standard- und Sonderabmessungen) und als Rohmaterialzuschnitt.

1.2436 erhalten Sie bei uns auch individuell nach Ihren Angaben als fertig bearbeitetes Zeichnungsteil.

Farbkennzeichnung: Grün

Wärmebehandlungsschema



GEBRÜDER
RECKNAGEL
Präzision in Stahl

1.2436

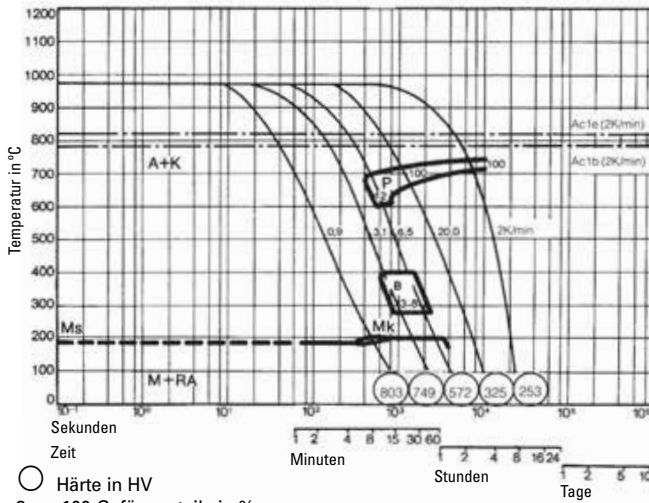
1.2436 X 210 CrW 12

Chemische Zusammensetzung [%]

	C	Si	Mn	Cr	W
max.	2,3	0,4	0,6	13,0	0,8
min.	2,0	0,1	0,3	11,0	0,6

ZTU-Schaubild für kontinuierliche Abkühlung

Austenitisierungstemperatur: 980°C, Haltedauer: 30 Minuten



- Härte in HV
- 3 ... 100 Gefügeanteile in %
- 0,9 ... 20,0 Abkühlungsparameter, d. h. Abkühlungsdauer von 800–500°C in $s \times 10^{-2}$
- 2K/minsAbkühlungsgeschwindigkeit in K/min im Bereich von 800–500°C
- MkKorngrenzenmartensit
- BBainit

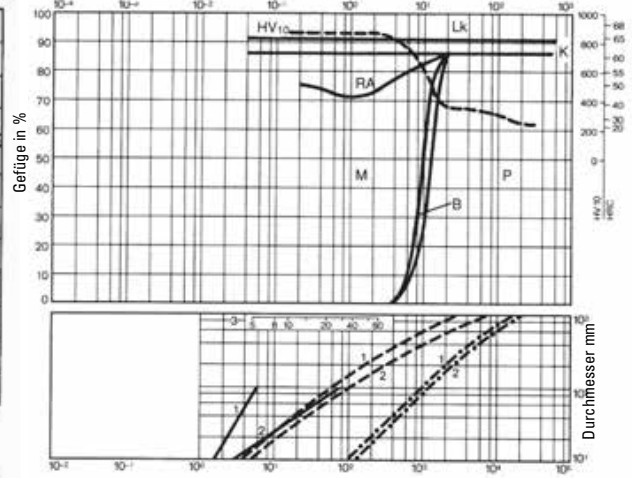
WebShop:
www.stahlnetz.de

Telefon: +49(0)36844/480-0 • Telefax: +49(0)36844/480-55 • grp@stahlnetz.de

GEBRÜDER RECKNAGEL
Präzision in Stahl

Gefügemengenschaubild

Abkühlungsparameter λ



Kühlzeit von 800°C auf 500°C in Sek.

- Lk Ledeburitkarbid
- B Bainit

- Wasserkühlung
- - - Ölabkühlung
- · - Luftabkühlung

- 1 Werkstückrand
- 2 Werkstückzentrum
- 3 Jominy Probe:
Abstand von der Stirnfläche

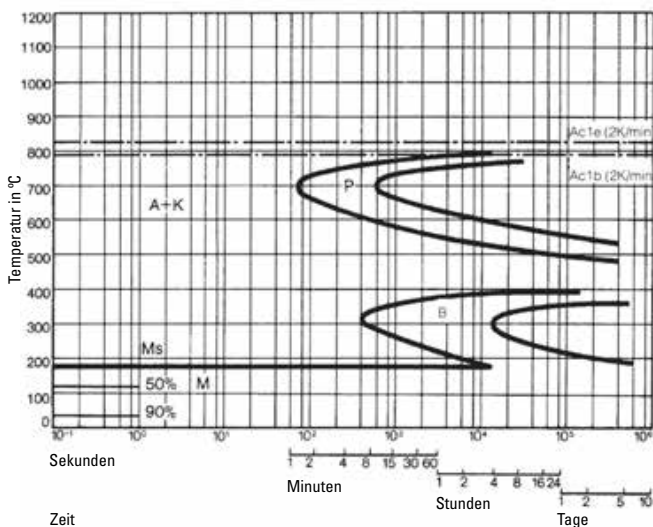
1.2436 X 210 CrW 12

Chemische Zusammensetzung [%]

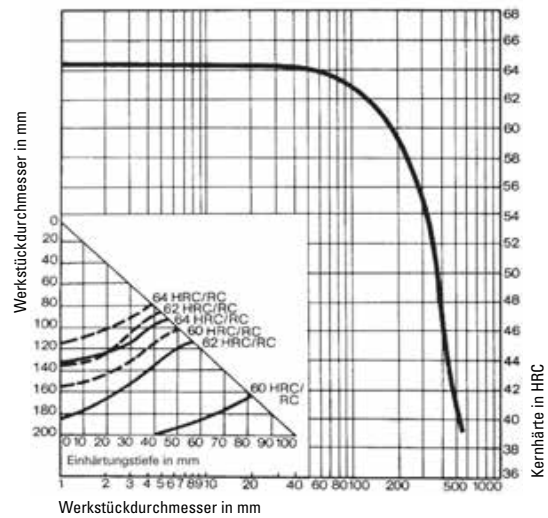
	C	Si	Mn	Cr	W
max.	2,3	0,4	0,6	13,0	0,8
min.	2,0	0,1	0,3	11,0	0,6

Isothermisches ZTU-Schaubild

Austenitisierungstemperatur: 980°C, Haltedauer: 30 Minuten



Abhängigkeit der Kernhärte und der Einhärtetiefe vom Werkstückdurchmesser



- Härtetemperatur: 950°C
- Härtemittel: — Öl
- Luft

WebShop:
www.stahlnetz.de

Telefon: +49(0)36844/480-0 • Telefax: +49(0)36844/480-55 • grp@stahlnetz.de

GEBRÜDER RECKNAGEL
Präzision in Stahl

1.2379 X 153 CrMoV 12

Chemische Zusammensetzung [%]

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V
max.	1,60	0,6	0,6	0,03	0,03	13,0	1,0	1,0
min.	1,45	0,1	0,2			11,0	0,7	0,7

Kaltarbeitswerkzeugstahl zur Herstellung von maßbeständigen Hochleistungsschnittwerkzeugen mit guter Zähigkeit und höchster Verschleißhärte.

1.2379 ist ein ledeburitischer 12%iger Chromstahl, der eine sehr hochwertige Wärmebehandlung erfordert. Die Härtetemperatur liegt über 1000 °C.

In gehärtetem Zustand ist dieser Werkstoff aufgrund seiner Verschleißfestigkeit mit geeigneten Werkzeugen gut zerspanbar.

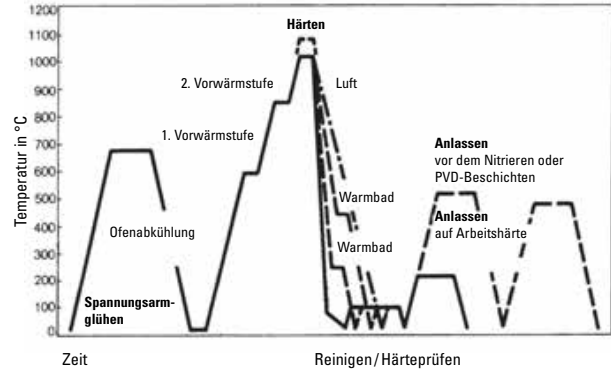
Diesen Werkstoff erhalten Sie bei uns als Präzisionsflachstahl (Standard- und Sonderabmessungen), EcoPlan®, EroBlock® gegläht oder gehärtet, VarioPlan®, VarioRond® und als Rohmaterialzuschnitt.

1.2379 erhalten Sie bei uns auch individuell nach Ihren Angaben als Maschinenbauteil oder fertig wärmebehandelte Führungsleiste sowie als Maschinenmesser.

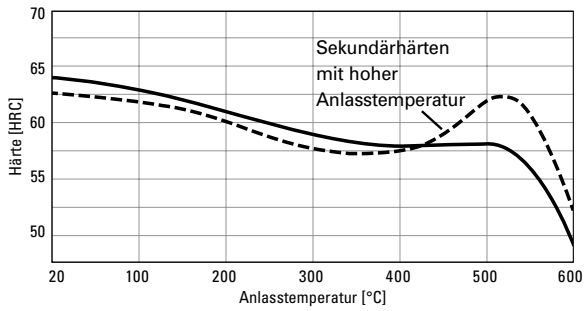
Farbkennzeichnung: Schwarz

Wärmebehandlungsschema

Austenitisierungstemperatur: 1020 °C, Haltedauer: 30 Minuten



Anlassschaubild



WebShop:
www.stahlnetz.de



Telefon: +49(0)36844/480-0 • Telefax: +49(0)36844/480-55 • grp@stahlnetz.de

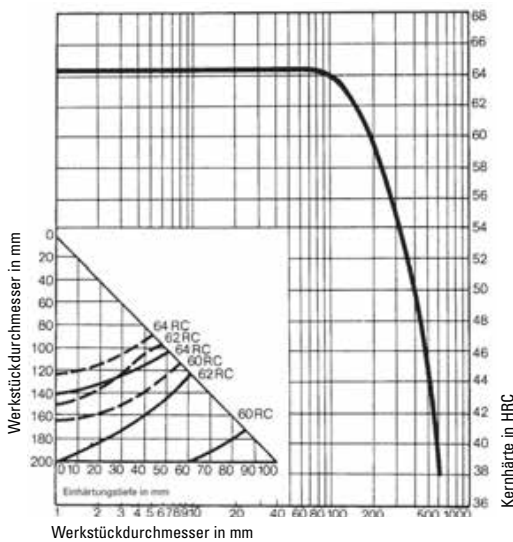


1.2379 X 153 CrMoV 12

Chemische Zusammensetzung [%]

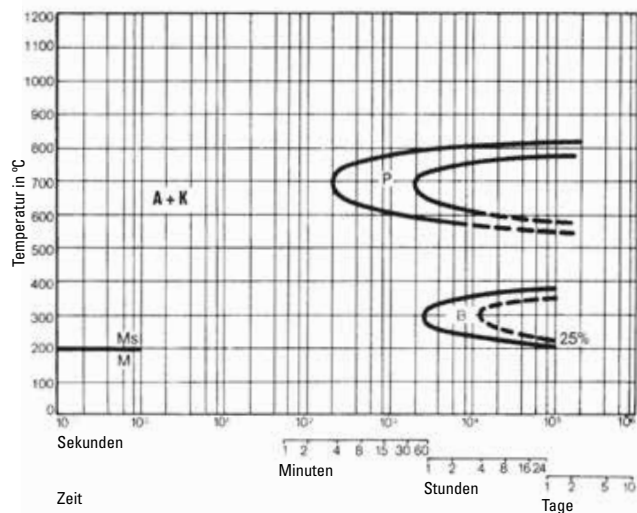
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V
max.	1,60	0,6	0,6	0,03	0,03	13,0	1,0	1,0
min.	1,45	0,1	0,2			11,0	0,7	0,7

Abhängigkeit der Kernhärte und der Einhärtetiefe vom Werkstückdurchmesser



Härtetemperatur: 1030 °C
Härtemittel: — Öl
--- Luft

Isothermisches ZTU-Schaubild



1.2379

WebShop:
www.stahlnetz.de



Telefon: +49(0)36844/480-0 • Telefax: +49(0)36844/480-55 • grp@stahlnetz.de



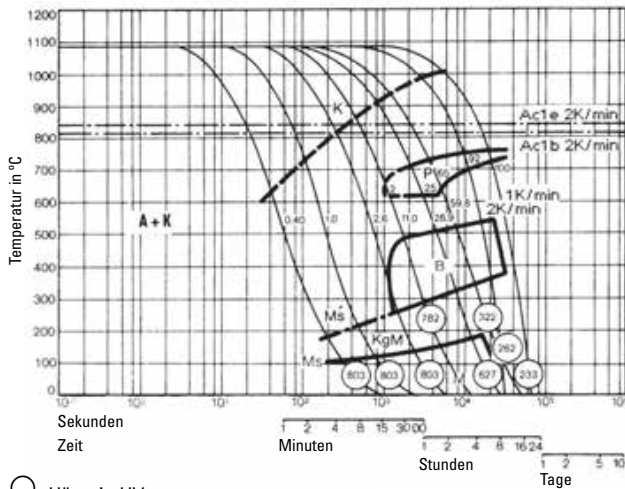
1.2379 X 153 CrMoV 12

Chemische Zusammensetzung [%]

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V
max.	1,60	0,6	0,6	0,03	0,03	13,0	1,0	1,0
min.	1,45	0,1	0,2			11,0	0,7	0,7

ZTU-Schaubild für kontinuierliche Abkühlung

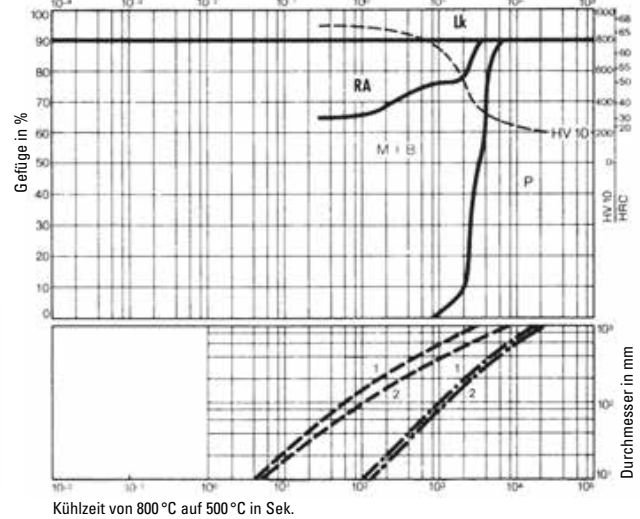
Austenitisierungstemperatur: 1080°C, Haltedauer: 30 Minuten



- Härte in HV
- 2... 100 Gefügeanteile in %
- 0,40... 59,8 Abkühlungsparameter, d. h. Abkühlungsdauer von 800–500°C in $s \times 10^{-2}$
- 2... 1K/min Abkühlungsgeschwindigkeit in K/min im Bereich von 800–500°C
- Ms'-Ms Bereich der Korngrenzenmartensitbildung
- KgM Korngrenzenmartensit

Gefügemengenschaubild

Abkühlungsparameter λ



- LkLedeburitkarbid
- RARestaustenit
- BBainit
- PPerlit
- KKarbide
- Ölabkühlung
- - - Luftabkühlung
- 1 Werkstückrand
- 2 Werkstückzentrum

WebShop:
www.stahlnetz.de



Telefon: +49(0)36844/480-0 • Telefax: +49(0)36844/480-55 • grp@stahlnetz.de



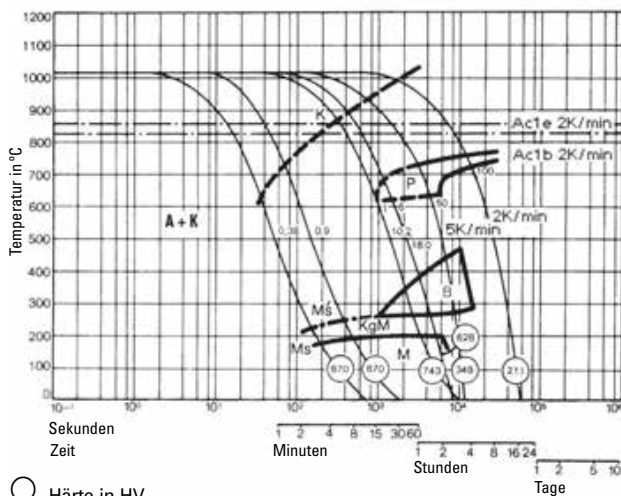
1.2379 X 153 CrMoV 12

Chemische Zusammensetzung [%]

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V
max.	1,60	0,6	0,6	0,03	0,03	13,0	1,0	1,0
min.	1,45	0,1	0,2			11,0	0,7	0,7

ZTU-Schaubild für kontinuierliche Abkühlung

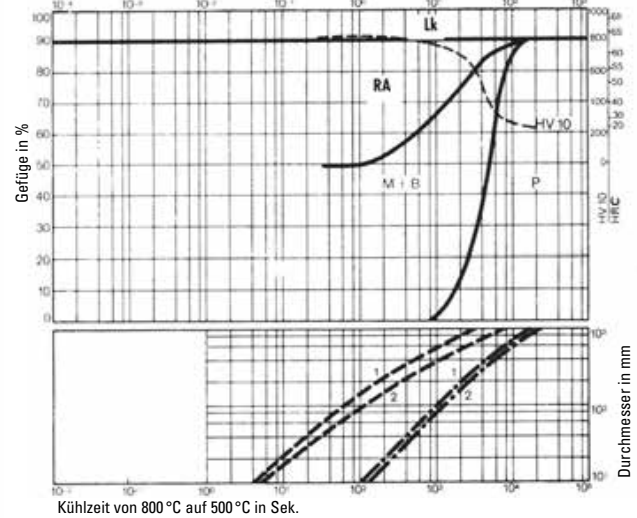
Austenitisierungstemperatur: 1020°C, Haltedauer: 30 Minuten



- Härte in HV
- 1... 100 Gefügeanteile in %
- 0,38... 18 Abkühlungsparameter, d. h. Abkühlungsdauer von 800–500°C in $s \times 10^{-2}$
- 5... 2K/min Abkühlungsgeschwindigkeit in K/min im Bereich von 800–500°C
- Ms'-Ms Bereich der Korngrenzenmartensitbildung
- KgM Korngrenzenmartensit

Gefügemengenschaubild

Abkühlungsparameter λ



- LkLedeburitkarbid
- RARestaustenit
- BBainit
- PPerlit
- KKarbide
- Ölabkühlung
- - - Luftabkühlung
- 1 Werkstückrand
- 2 Werkstückzentrum

WebShop:
www.stahlnetz.de



Telefon: +49(0)36844/480-0 • Telefax: +49(0)36844/480-55 • grp@stahlnetz.de



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



TENASTEEL®



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 geglähten Zustand	Härte [HRC] behandelter Zustand	Elastizitätsmodul [MPa]	Druckfestigkeit [MPa]	Kerbschlagzähigkeit [J/cm²] (*)
250 HB max	56	205	2 210	40
	62	205	2 550	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

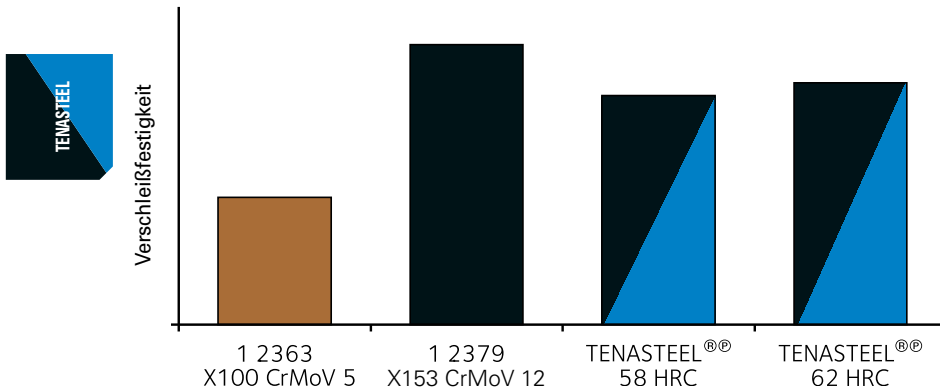
Telefon: +49 (0) 368 44/480-0 • Telefax: +49 (0) 368 44/480-55 • grp@stahlnetz.de



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.

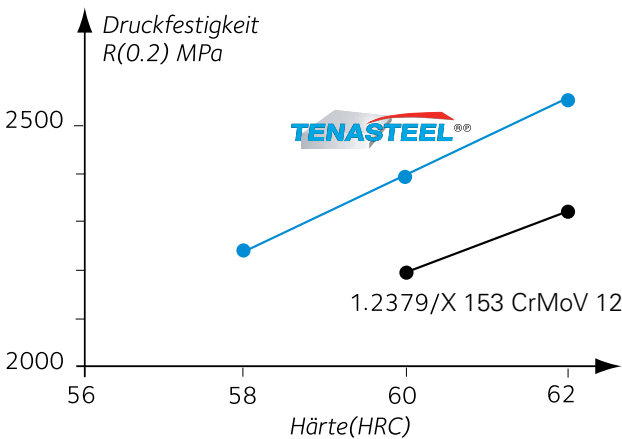


WebShop:
www.stahlnetz.de

Telefon: +49(0)36844/480-0 • Telefax: +49(0)36844/480-55 • 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)36844/480-0 • Telefax: +49(0)36844/480-55 • grp@stahlnetz.de

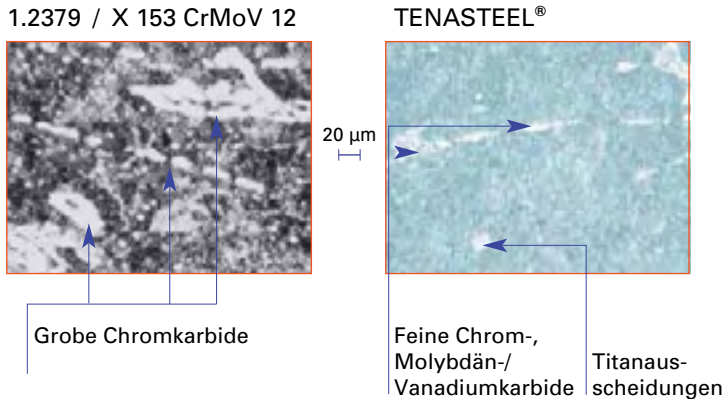
GEBRÜDER
RECKNAGEL
Präzision in Stahl



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.



WebShop:
www.stahlnetz.de

Telefon: +49(0)36844/480-0 • Telefax: +49(0)36844/480-55 • grp@stahlnetz.de

GEBRÜDER RECKNAGEL®
Präzision in Stahl

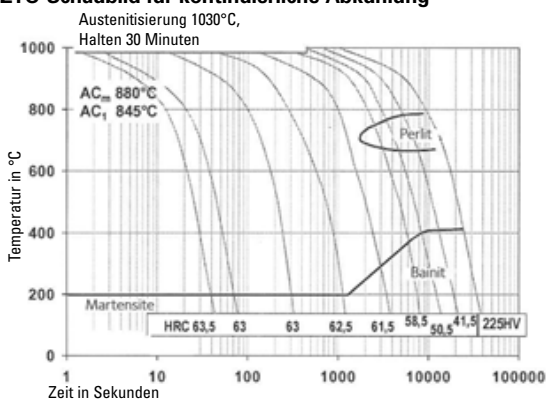
Dieser Unterschied in der Mikrostruktur ergibt eine deutliche Verbesserung an Zähigkeit und Bearbeitbarkeit, während die Verschleißfestigkeit dank der Gegenwart von Karbiden, die härter sind als die, die gewöhnlich im 1.2379 / X 153 CrMoV 12 vorhanden sind, auf gutem Niveau gehalten wird.

Umformpunkte

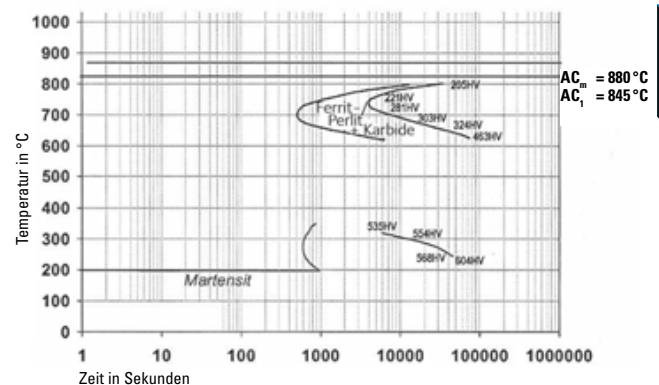
Versuchsbedingungen: Erwärmen um 150°C/Stunde bis 1.000°C und schnelles Abkühlen.

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)36844/480-0 • Telefax: +49(0)36844/480-55 • 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.

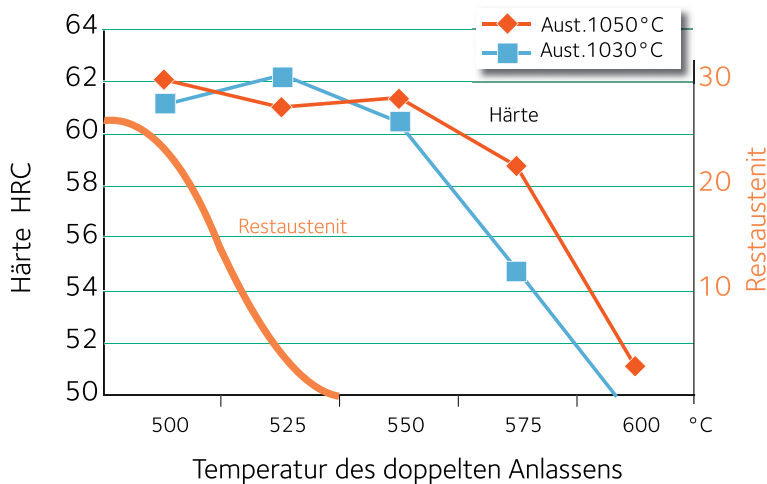
Nach dem ersten Anlassen erfolgt ein fast identisches zweites Anlassen bei einer leicht niedrigeren Temperatur, um eine völlig angelassene Endstruktur zu erzielen und die maßliche Beständigkeit des behandelten Teils sicherzustellen.



WebShop:
www.stahlnetz.de



Telefon: +49(0)36844/480-0 • Telefax: +49(0)36844/480-55 • grp@stahlnetz.de



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)36844/480-0 • Telefax: +49(0)36844/480-55 • grp@stahlnetz.de



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.

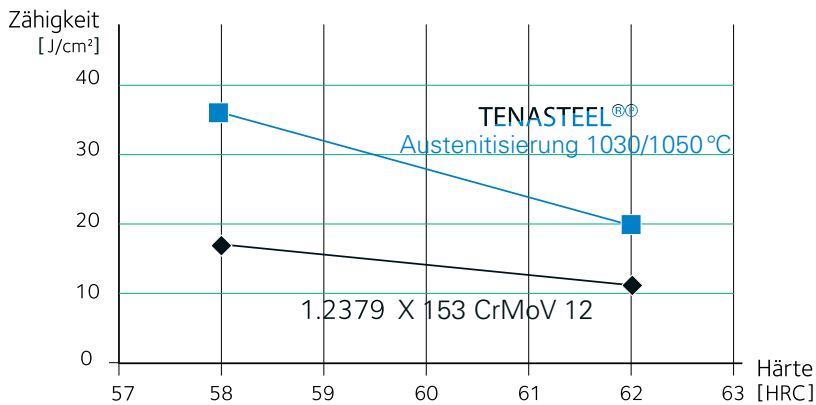
In Zweifelsfällen sprechen Sie uns bitte an. Wir beraten Sie gerne.

WebShop:
www.stahlnetz.de



Telefon: +49(0)36844/480-0 • Telefax: +49(0)36844/480-55 • 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



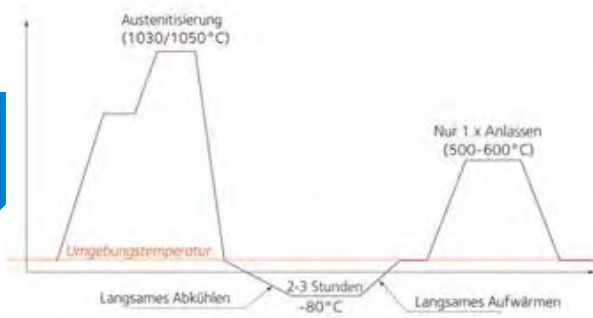
Telefon: +49(0)36844/480-0 • Telefax: +49(0)36844/480-55 • grp@stahlnetz.de

GEBRÜDER
RECKNAGEL
Präzision in Stahl

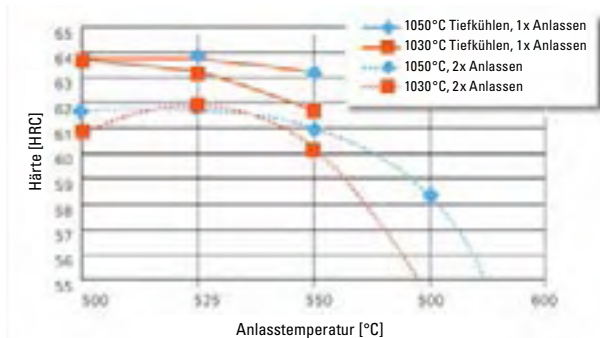
Tiefkühlbehandlung

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:
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.

WebShop:
www.stahlnetz.de



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

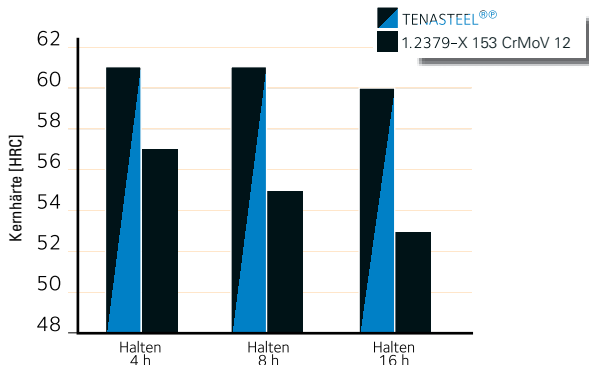
GEBRÜDER
RECKNAGEL
Präzision in Stahl

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.

WebShop: www.stahlnetz.de

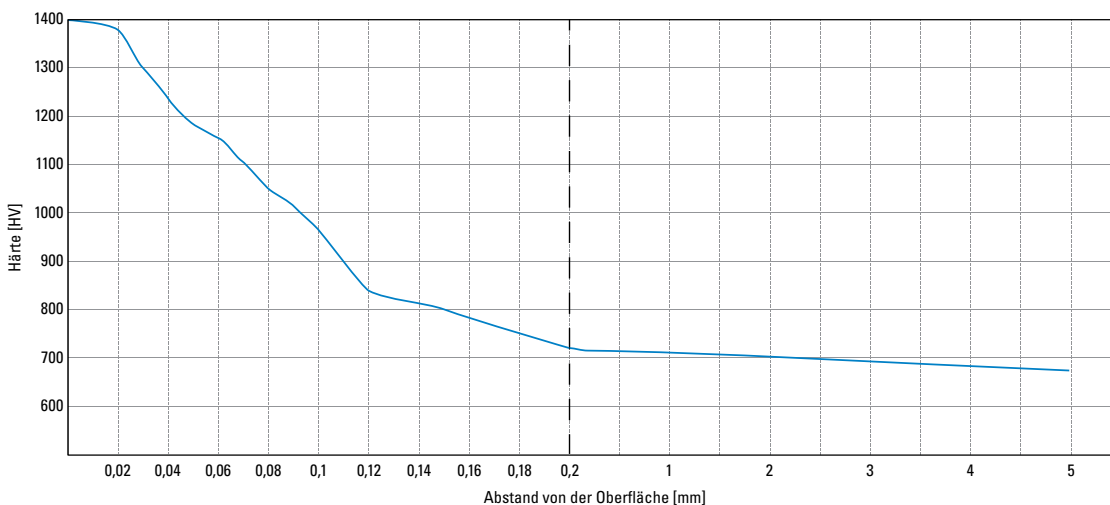


Telefon: +49(0)36844/480-0 • Telefax: +49(0)36844/480-55 • grp@stahlnetz.de



Nitrieren

Härteverlauf für das Gasnitrieren 16 Stunden



WebShop: www.stahlnetz.de



Telefon: +49(0)36844/480-0 • Telefax: +49(0)36844/480-55 • grp@stahlnetz.de



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	$\varnothing \leq 10$	$\varnothing 10-20$
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:
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

Daido DCMX™

 **DAIDO STEEL, JAPAN**

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

DCMX® bietet überragende Eigenschaften beim Schneiden und Umformen, als Matrix-Kaltarbeitsstahl kann man hohe Härte für hohe Verschleißfestigkeit kombinieren mit hoher Zähigkeit zur Vermeidung von Rissen oder Abplatzungen. Darüber hinaus bietet DCMX sehr guten Widerstand gegen Reibverschleiß oder die Gefahr der Ablösung von Beschichtungen.

Das isotrope Verhalten bei der Wärmebehandlung sorgt für eine einzigartige Form- und Dimensionsstabilität in allen Raumrichtungen. Das ist etwa bei Folge-Verbundwerkzeugen oder Feinschnittwerkzeugen von besonderer Bedeutung.

Die Bearbeitbarkeit wurde gegenüber gängigen 8%-Chrom-Stählen nochmals verbessert, denn diese Sonderlegierung bildet feinstverteilte Karbide aus. Mit geeigneter Wärmebehandlung, abgestimmt auf den Verwendungsfall, optimiert man die Standzeit gezielt. Vielfach ist DCMX® eine wirtschaftlichere Alternative zu teuren PM-Stählen. DCMX® ist auch in dicken Schmiedeaabmessungen erhältlich.

DCMX® ist ein patentiertes Markenprodukt des japanischen Herstellers Daido Steel. Gebr. Recknagel vertreibt DCMX als lagerhaltender Alleinvertrieb für Zentraleuropa.



WebShop:
www.stahlnetz.de

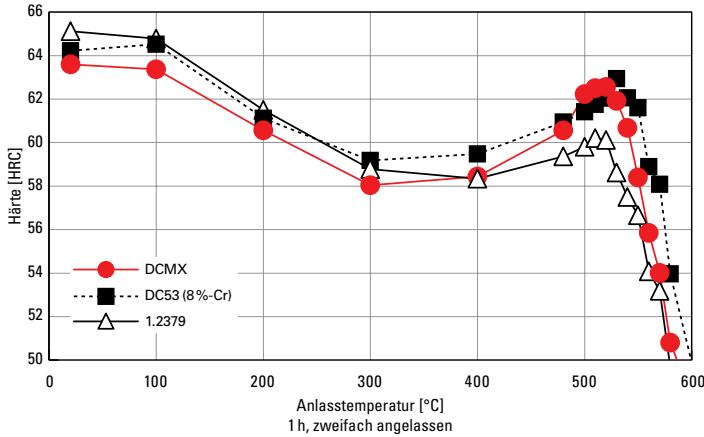


Telefon: +49 (0) 368 44/480-0 • Telefax: +49 (0) 368 44/480-55 • grp@stahlnetz.de

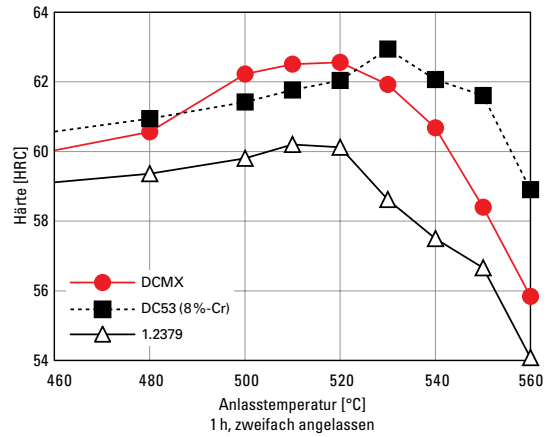
GEBRÜDER
RECKNAGEL
Präzision in Stahl

	C	Si	Mn	Cr	Mo	V
Richtanalyse Gew.-%	0,7	2,0	1,0	6,8	1,4	0,2

Anlassbehandlung



Probe: 15mm, kubisch
Härten von 1030 °C, Gasabschreckung



Hochfeste Stähle werden immer häufiger zur Gewichtsreduzierung an Kraftfahrzeugen verwendet. Daraus ergeben sich besondere Anforderungen an Werkzeugstähle in Hinblick auf Abplatzungen, Risse, Abrasiv- und Reibverschleiß. Kosteneffizienz und sichere Herstellungsverfahren des Werkzeugs sind gefragt. Dabei kommen einem optimierten Gleichgewicht zwischen Härte und Zähigkeit sowie guter Zerspanbarkeit besondere Bedeutung zu. Bisher ungelöst war die Dimensionsstabilität und Berechenbarkeit bei der Wärmebehandlung und im Dauerbetrieb. Der neu entwickelte Matrix-Kaltarbeitsstahl DCMX® unseres Technologiepartners Daido aus Japan zeigt hier außerordentliches Potential.



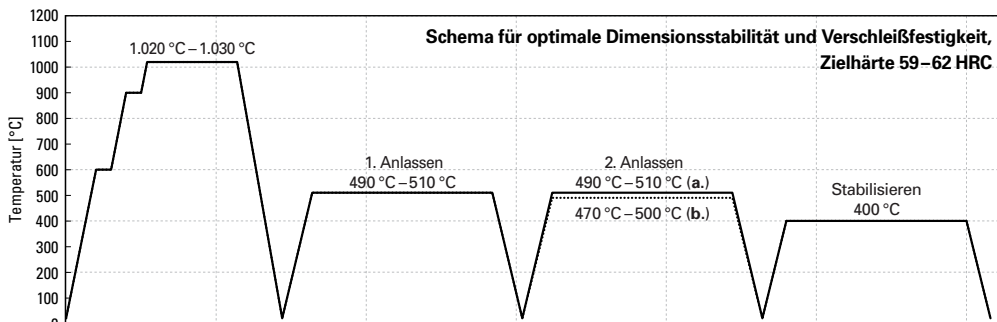
WebShop:
www.stahlnetz.de

Telefon: +49(0)36844/480-0 • Telefax: +49(0)36844/480-55 • grp@stahlnetz.de



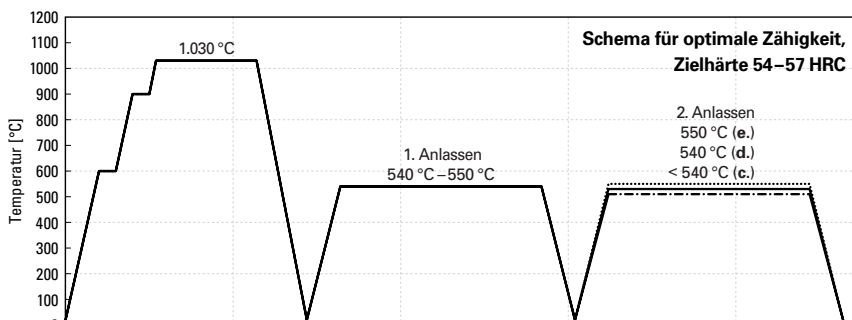
	C	Si	Mn	Cr	Mo	V
Richtanalyse Gew.-%	0,7	2,0	1,0	6,8	1,4	0,2

Wärmebehandlung



Härte prüfen nach dem ersten Anlassen, falls:

- Härte zu hoch
-> zweites Anlassen bei gleicher Temperatur
- Härte wie gewünscht
-> zweites Anlassen 10-20°C niedriger
Anschließend Stabilisieren bei 400°C, eine Stunde



Härte prüfen nach dem ersten Anlassen, falls:

- Zielhärte erreicht
-> zweites Anlassen unter 540°C
- Härte um 1-2 HRC zu hoch
-> zweites Anlassen bei 540°C
- Härte um 3 HRC oder mehr zu hoch
-> zweites Anlassen bei 550°C



WebShop:
www.stahlnetz.de

Telefon: +49(0)36844/480-0 • Telefax: +49(0)36844/480-55 • grp@stahlnetz.de



	C	Si	Mn	Cr	Mo	V
Richtanalyse Gew.-%	0,7	2,0	1,0	6,8	1,4	0,2

Warmumformung	Behandlungstemperaturen				Härte	
	Glühen	Härten	Anlassen	Stabilisierung	Geglüht	Gehärtet
900–1.160 °C	920–980 °C langsame Ofenabkühlung	1.000–1.050 °C Abkühlung an Luft oder Gas	Niedrig: 150–200 °C Hoch: 480–560 °C mind. 2x	400 °C für mind. 1 h	≤ 235 HB	56–62 HRC

Gefügestruktur

Daido DCMX® zeigt eine besonders feine Mikrostruktur, nahezu frei von groben Primärkarbiden.



DCMX



Daido-DC53 (8%-Cr-Stahl)



1.2379

Konventionelle Stähle zeigen langgestreckte Primärkarbide, der Unterschied der Volumenänderung beim Härten in Längs- und Querrichtung wird dadurch verursacht, ein hoher Gehalt verstärkt den Effekt. DCMX wurde entwickelt, um diesem Problem zu begegnen. Hier werden Primärkarbide entscheidend reduziert. In anderen Worten, es wurde ein Matrix-Kaltarbeitsstahl entwickelt, der kaum große Primärkarbide zeigt. Das resultiert neben einer optimalen Maßstabilität auch in deutlich verbesserter Zähigkeit und Bearbeitbarkeit.



WebShop:
www.stahlnetz.de

Telefon: +49(0)36844/480-0 • Telefax: +49(0)36844/480-55 • grp@stahlnetz.de



Daido DCMX™

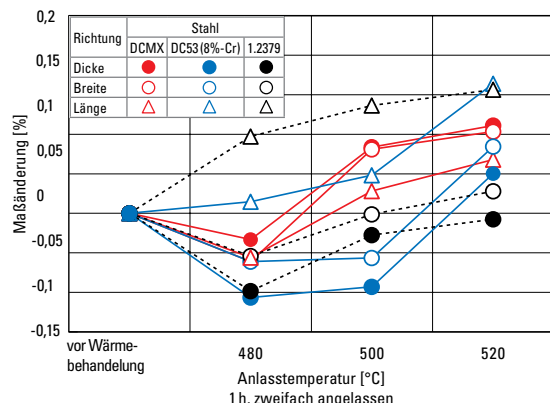
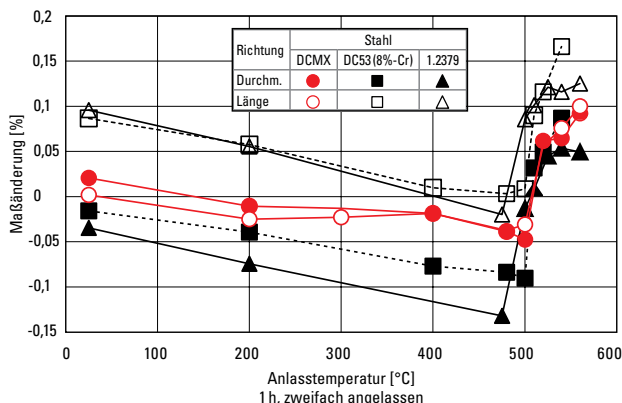
	C	Si	Mn	Cr	Mo	V
Richtanalyse Gew.-%	0,7	2,0	1,0	6,8	1,4	0,2

Heute werden größere Stanz- und Biegewerkzeuge segmentiert, um den bekannten Problemen mit der Dimensionsänderung beim Härten zu begegnen. Übliche Stähle wie 1.2379 / X 153 CrMoV 12 und auch bisher bekannte 8%-Cr-Werkzeugstähle zeigen beim Härten anisotropes Verhalten in den drei Raumrichtungen. Aufwendige Nachbearbeitung und Aufteilung der Funktionsteile in kleinere Segmente werden notwendig.

Der geringste Unterschied in Hinblick auf die Maßänderungen in den Raumrichtungen zeigt sich bei der höchsten Härte von 62HRC durch Anlassen bei 500°C. Dimensionsänderung über die Zeit ist ein bekanntes Phänomen bei hohen Anlasstemperaturen. Eine Stabilisierungsbehandlung bei 400°C nach dem Anlassen schafft hier wirksam Abhilfe.

Form und Dimensionsstabilität (isotropes Verhalten)

Härten: an offener Atmosphäre, 1030°C, Ölbadkühlung



WebShop:
www.stahlnetz.de

Telefon: +49(0)36844/480-0 • Telefax: +49(0)36844/480-55 • grp@stahlnetz.de

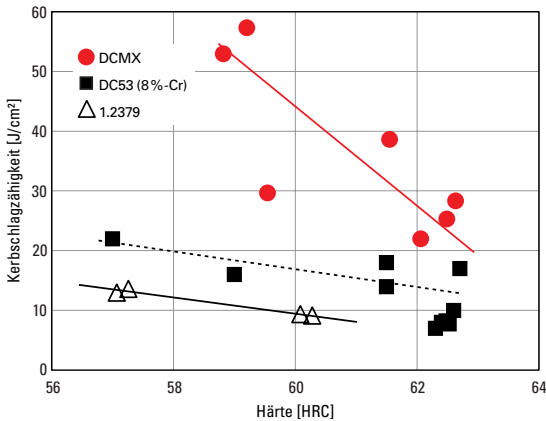


	C	Si	Mn	Cr	Mo	V
Richtanalyse Gew.-%	0,7	2,0	1,0	6,8	1,4	0,2

DCMX zeigt eine hohe Kerbschlagzähigkeit, nicht nur im Vergleich zu 1.2379 / X 153 CrMoV 12, sondern sogar gegenüber 8%-Cr-Stählen wie DC53 oder TENASTEEL®. Dies führt zu spürbar geringerer Neigung zu Abplatzungen oder Rissen. Auch die Dauerfestigkeitseigenschaften sind herausragend.

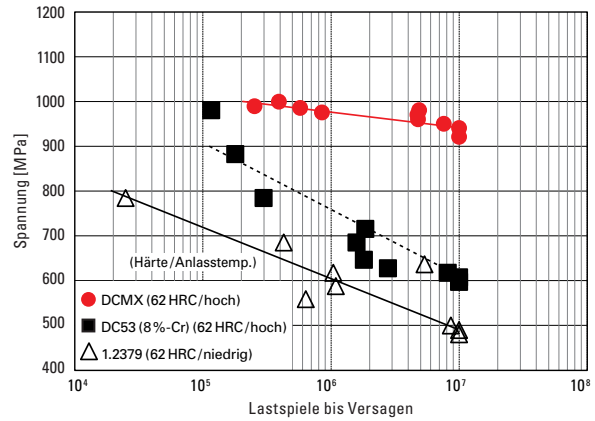
Kerbschlagzähigkeit

U-Probe, R=1 mm, Längsrichtung,
Härten 1.030°C, Anlasstemperatur hoch



Dauerfestigkeit / Materialermüdung

Wöhlerversuch (Längsrichtung),
Härten 1.030°C, Gasabkühlung



WebShop:
www.stahlnetz.de

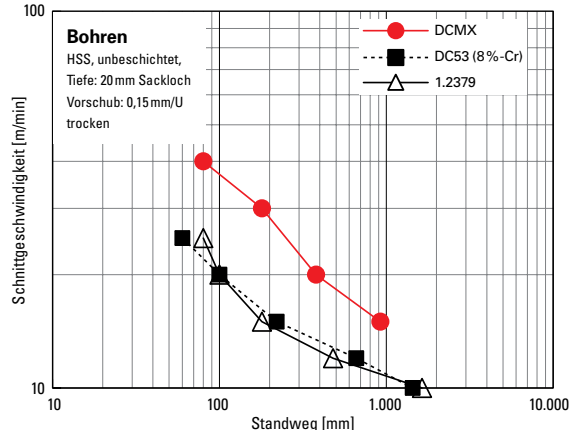
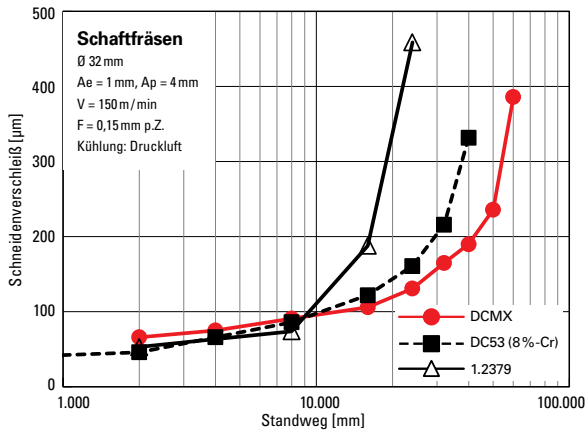
Telefon: +49(0)36844/480-0 • Telefax: +49(0)36844/480-55 • grp@stahlnetz.de



	C	Si	Mn	Cr	Mo	V
Richtanalyse Gew.-%	0,7	2,0	1,0	6,8	1,4	0,2

Sowohl in ungehärtetem, als auch insbesondere in gehärtetem Zustand ist die Bearbeitbarkeit unvergleichlich gut, verbunden mit längerer Werkzeugstandzeit oder der Möglichkeit schnellerer Bearbeitung.

Bearbeitbarkeit im Vergleich (in geglühtem Zustand)



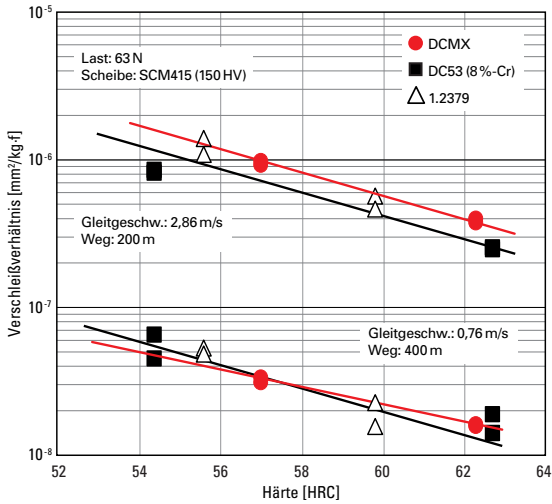
WebShop:
www.stahlnetz.de

Telefon: +49(0)36844/480-0 • Telefax: +49(0)36844/480-55 • grp@stahlnetz.de



	C	Si	Mn	Cr	Mo	V
Richtanalyse Gew.-%	0,7	2,0	1,0	6,8	1,4	0,2

Verschleißfestigkeit (Stift-Scheibe-Versuch)



Die Verschleißfestigkeit ist ein entscheidendes Kriterium für die Stahlauswahl. Es ist wichtig, die verschiedenen Verschleißformen zu unterscheiden, um eine geeignete Auswahl treffen zu können. Adhäsivverschleiß, wie er etwa bei Biege- und Tiefziehooperationen auftritt, kann mit Hilfe des Stift-Scheibe-Versuchs beurteilt werden. Hier zeigt sich, dass die Härte ausschlaggebend für das Verschleißverhalten ist, auch bei 62HRC zeigt DCMX hervorragende Zähigkeit, dadurch hebt sich dieser neue Werkstoff vom Üblichen deutlich ab. Abrasivverschleiß kann mit dem Reibrad-Sand-Test beurteilt werden. Obgleich DCMX durch die sehr feine Karbidverteilung keine groben Primärkarbide aufweist, schlägt sich dieser Werkstoff im Vergleich recht ordentlich. Beide Prüfverfahren zeigen, dass mit DCMX ein optimal ausgewogener Werkstoff zur Verbesserung der Standzeit vorliegt.



WebShop: www.stahlnetz.de

Telefon: +49 (0) 36844/480-0 • Telefax: +49 (0) 36844/480-55 • grp@stahlnetz.de

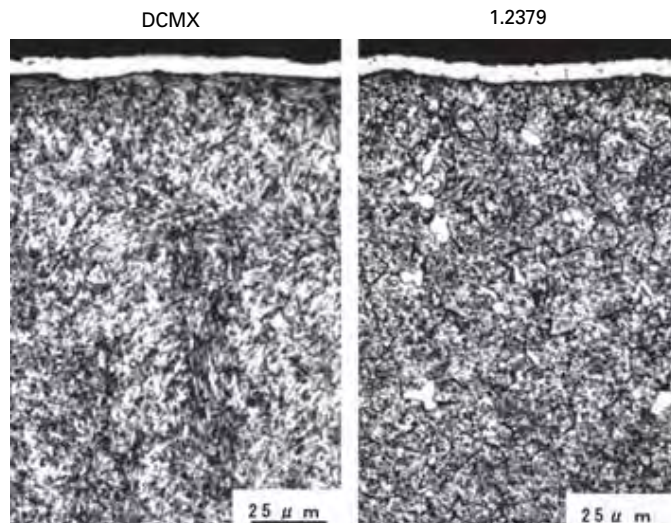


Daido DCMX™

	C	Si	Mn	Cr	Mo	V
Richtanalyse Gew.-%	0,7	2,0	1,0	6,8	1,4	0,2

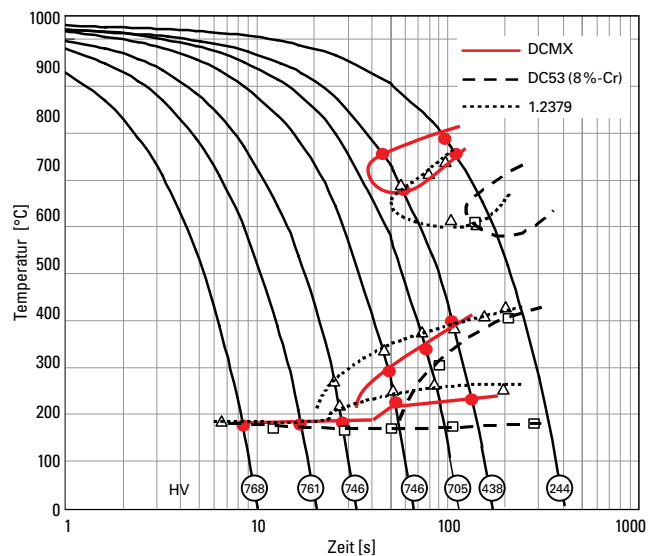
Beschichtung

Thermoreaktive Diffusionsschicht: DOWA Thermo Engineering.



ZTU-Schaubild

Härtetemperatur 1.030°C x 10 min



In Japan werden mehr und mehr Stanz- und Biegewerkzeuge PVD-beschichtet, um die Standzeit zu optimieren. DCMX® ist auch hierfür hervorragend geeignet. Er bietet eine sehr gute Haftung, auch durch höhere Grundhärte im Vergleich zu 1.2379 / X 153 CrMoV 12.

WebShop: www.stahlnetz.de

Telefon: +49 (0) 36844/480-0 • Telefax: +49 (0) 36844/480-55 • grp@stahlnetz.de



	C	Si	Mn	Cr	Mo	V
Richtanalyse Gew.-%	0,7	2,0	1,0	6,8	1,4	0,2

Physikalische Eigenschaften

Wärmeausdehnungskoeffizient [10 ⁻⁶ /K]						
20–100 °C	20–200 °C	20–300 °C	20–400 °C	20–500 °C	20–600 °C	20–700 °C
13,3	13,7	14,0	14,4	14,7	14,9	14,9

Wärmeleitfähigkeit [W/mK]					
RT	100 °C	200 °C	300 °C	400 °C	500 °C
17,1	18,8	20,9	22,6	24,0	25,7

Spezifische Wärme [J/kgK]					
RT	100 °C	200 °C	300 °C	400 °C	500 °C
507	535	570	611	654	719

E-Modul = 202 GPa, Spez. Gewicht = 7,67 kg/dm³,
 Probe gehärtet bei 1.030 °C, Luftabkühlung, 2x angelassen bei 500 °C

In gewissen Fällen wird **Reparaturschweißen** notwendig. Hierfür bietet DCMX vergleichsweise gute Voraussetzungen. Vorwärmung bei 350 °C und nach dem Schweißen Wärmebehandlung bei 400 °C führt zu gleichmäßiger Härteverteilung und Sicherheit gegen Schweißrisse.

DCMX wird erfolgreich auch für größere automobiltypische Werkzeuge verwendet. Kunden schätzen dabei die Vorhersagbarkeit und Zuverlässigkeit der Dimensionsstabilität sowie insbesondere die teils mehrfach höhere Lebensdauer der Werkzeuge.

Zusammenfassend kann man festhalten, dass ein Matrix-Kaltarbeitsstahl, der sich auf die Reduzierung der Primärkarbide stützt, drei Vorteile in sich vereinigt: fast vollständige Vermeidung von Problemen durch Dimensionsänderung beim Härten, deutlich verbesserte Bearbeitbarkeit sowie hohe Zähigkeit und Bruchsicherheit.

(zusammenfassende Übersetzung eines Fachartikels von Takayuki Shimizu, Koichiro Inoue, Atsushi Sekiya aus „Denki-Seiko (Electric Furnace Steel), Ausgabe 81 (2010), Nr. 1, Seite 53 ff.)

Angegeben sind stets repräsentative technische Werte auf Grundlage unserer Untersuchungen. Sie stellen, wenn nicht anders angegeben, keine Garantien dar. Bitte lassen Sie sich im Einzelfall beraten.



WebShop: www.stahlnetz.de

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



	C	Si	Mn	Cr	Mo	V
Richtanalyse Gew.-%	0,7	2,0	1,0	6,8	1,4	0,2

Werkstoffvergleich

Eigenschaft	DCMX	Daido-8%-Cr-Stahl	1.2379
Anlass-temperatur	Niedrig (200 °C)	61 HRC	61 HRC
	Hoch (500 °C)	62 HRC	58 HRC
	Hoch (520 °C)	60 HRC	58 HRC
Isotropie	⊙	○	△
Volumenänderung über Zeit *1	○(○)	△(○)	○(○)
Härtbarkeit	○	⊙	○
Zähigkeit	⊙	○	△
Materialermüdung	⊙	○	△
Bearbeitbarkeit	⊙	○	△
Verschleißfestigkeit (Reibverschleiß)	⊙	⊙	○
Verschleißfestigkeit (abrasiv)	△	○	⊙
Drahterosion *2	○	⊙	○
PVD-Beschichtung *2	○	⊙	○

*1 Vergleich der Volumenänderung in stabilisiertem Zustand: △: Durchschnittlich, ○: Gut, ⊙: Hervorragend

*2 Vergleich des Härteverlusts durch Anlassen bei 520 °C für Erodieren und PVD Beschichtung



WebShop: www.stahlnetz.de

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



Daido DRM1 ist ein hochzäher Matrix-Warmarbeitschnellstahl. Dieser Werkstoff übertrifft die bekannten Warmarbeitsstähle deutlich, er vereinigt exzellente Brandrissbeständigkeit, hohe Zähigkeit und hohe Härte. Die gute Anlassbeständigkeit sichert die hohe Verschleißhärte auch nach vielen Zyklen. Eine feine Mikrostruktur bewirkt eine bessere Zähigkeit, als man sie von konventionellen Schnellstählen kennt.

DRM1 ist ideal für Gesenke, Metall-Druckgussformen und Warm-Schnittwerkzeuge.

DRM1 ist ein Markenprodukt des japanischen Herstellers Daido Steel. Gebr. Recknagel vertreibt DRM1 als lagerhaltender Alleinvertrieb für Zentraleuropa.



WebShop:
www.stahlnetz.de 

Telefon: +49(0)36844/480-0 • Telefax: +49(0)36844/480-55 • grp@stahlnetz.de

GEBRÜDER RECKNAGEL
Präzision in Stahl 

Daido DRM™1

Chemische Zusammensetzung [%]

	C	Si	Mn	Cr	Mo	W	V	Co
Richtanalyse Gew.-%	0,5	0,2	0,5	4,2	1,0	3,0	1,3	2,0

Warmumformung	Behandlungstemperaturen			Härte	
	Glühen	Härten	Anlassen	Geglüht	Gehärtet
(bitte anfragen)	800–880 °C langsame Abkühlung	1.100–1.140 °C Abkühlung in Öl, Gas oder Salzbad	550–620 °C min. 2x Anlassen, Luftabkühlung	≤ 235 HB	56–58 HRC

Physikalische Eigenschaften								
Wärmeausdehnungs- koeffizient [10 ⁻⁶ /K]	20–100 °C	20–200 °C	20–300 °C	20–400 °C	20–500 °C	20–600 °C	20–700 °C	20–800 °C
	11,2	11,4	11,7	11,9	12,2	12,4	12,7	12,3
Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	25 °C	200 °C	300 °C	400 °C	500 °C	600 °C	700 °C	
	22,4	26,3	27,3	28,6	28,4	29,1	28,8	
Spezifische Wärme [J/kgK]	25 °C	200 °C	300 °C	400 °C	500 °C	600 °C	700 °C	
	413	487	519	562	616	705	840	

E-Modul = 210 GPa, Probe gehärtet bei 1.140 °C, 2x angelassen bei 560 °C.

Mikrostruktur

DRM1
(in der Mitte eines Stabes Ø 100 mm)



50µm

Konventioneller Warmarbeitsstahl
(Daido)



WebShop:
www.stahlnetz.de 

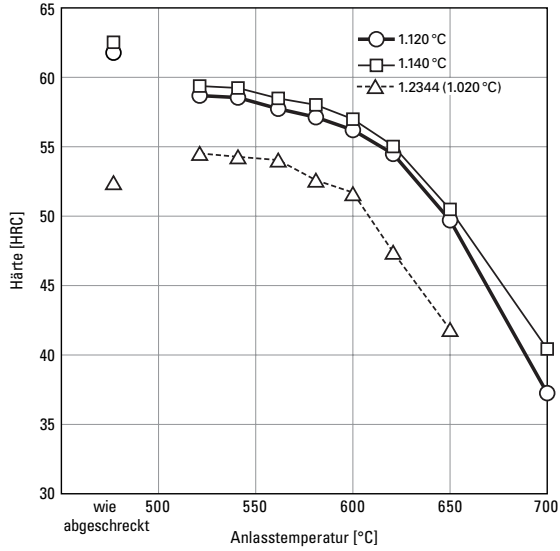
Telefon: +49(0)36844/480-0 • Telefax: +49(0)36844/480-55 • grp@stahlnetz.de

GEBRÜDER RECKNAGEL
Präzision in Stahl 

	C	Si	Mn	Cr	Mo	W	V	Co
Richtanalyse Gew.-%	0,5	0,2	0,5	4,2	1,0	3,0	1,3	2,0

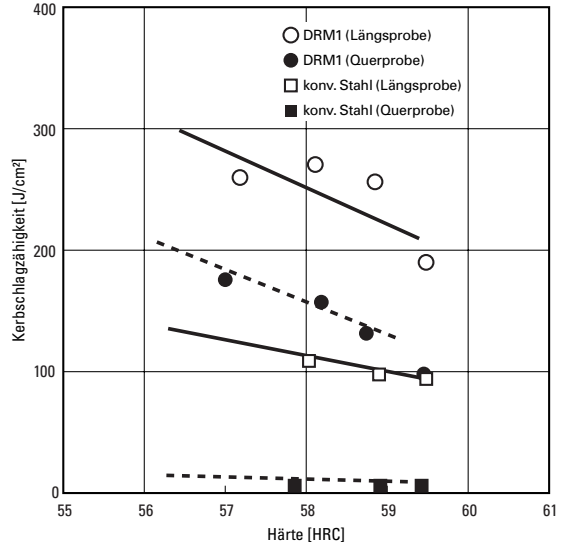
Anlassbehandlung

Probe: Vierkant 15 mm, Ölabschreckung,
Anlassen mit Luftabkühlung



Kerbschlagzähigkeit

Proben: entnommen aus Stabstahl, im Zentrum des Ø 100 mm,
gekerbte U-Probe



	Wärmebehandlung	
	Härten	Anlassen
DRM1	1.140 °C, ölgehärtet	540–600 °C, zweifach angelassen
Konventioneller Stahl	1.120 °C, ölgehärtet	540–600 °C, zweifach angelassen



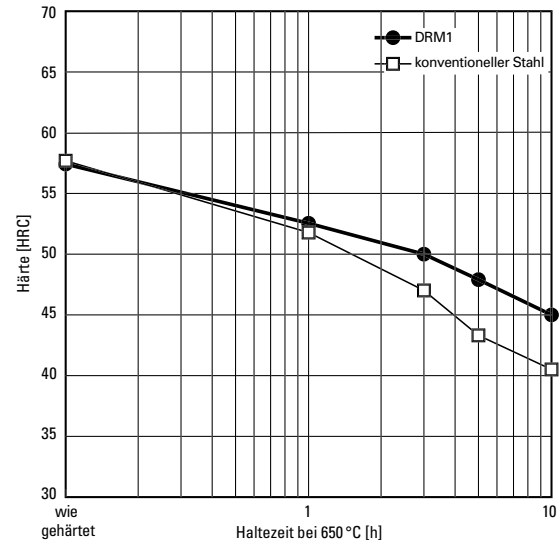
WebShop: www.stahlnetz.de

Telefon: +49(0)36844/480-0 • Telefax: +49(0)36844/480-55 • grp@stahlnetz.de

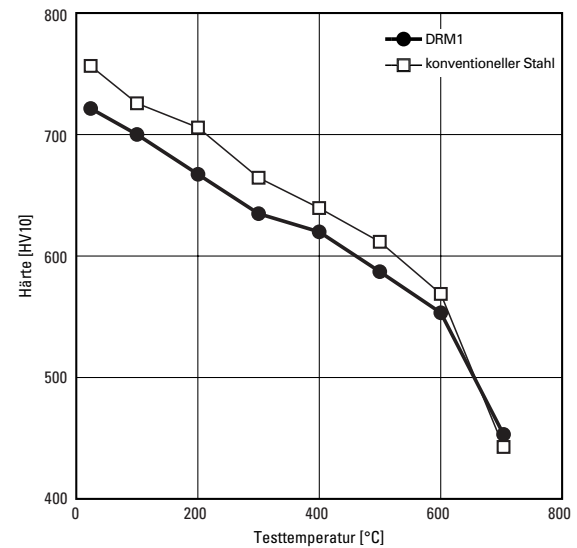


	C	Si	Mn	Cr	Mo	W	V	Co
Richtanalyse Gew.-%	0,5	0,2	0,5	4,2	1,0	3,0	1,3	2,0

Anlassbeständigkeit über Zeit



Härte bei erhöhten Temperaturen



	Wärmebehandlung	
	Härten	Anlassen
DRM1	1.140 °C, ölgehärtet	600 °C, zweifach angelassen
Konventioneller Stahl	1.120 °C, ölgehärtet	610 °C, zweifach angelassen

	Wärmebehandlung	
	Härten	Anlassen
DRM1	1.140 °C, ölgehärtet	560 °C, zweifach angelassen
Konventioneller Stahl	1.140 °C, ölgehärtet	560 °C, zweifach angelassen



WebShop: www.stahlnetz.de

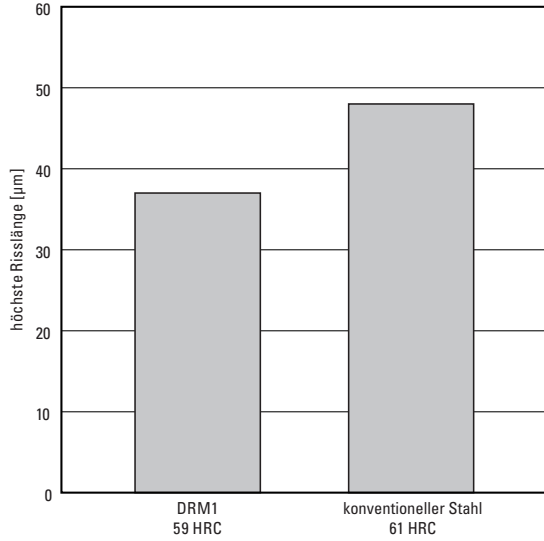
Telefon: +49(0)36844/480-0 • Telefax: +49(0)36844/480-55 • grp@stahlnetz.de



	C	Si	Mn	Cr	Mo	W	V	Co
Richtanalyse Gew.-%	0,5	0,2	0,5	4,2	1,0	3,0	1,3	2,0

Brandrissbeständigkeit

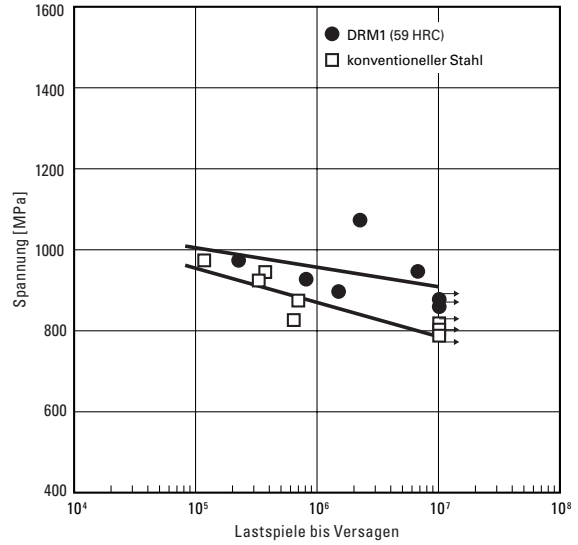
Probe: Ø 15mm, 10mm dick



	Wärmebehandlung	
	Härten	Anlassen
DRM1	1.140 °C, ölgehärtet	560 °C, zweifach angelassen
Konventioneller Stahl	1.140 °C, ölgehärtet	560 °C, zweifach angelassen
Testmethode	1.000x induktiv erwärmen auf 700 °C und abkühlen auf 20 °C	

Dauerfestigkeit / Materialermüdung

Proben: aus dem Zentrum eines Stabstahls Ø 100 mm



	Wärmebehandlung	
	Härten	Anlassen
DRM1	1.140 °C, ölgehärtet	560 °C, zweifach angelassen
Konventioneller Stahl	1.140 °C, ölgehärtet	560 °C, zweifach angelassen
Testmethode	Wöhlerversuch bei Raumtemperatur	

WebShop: www.stahlnetz.de

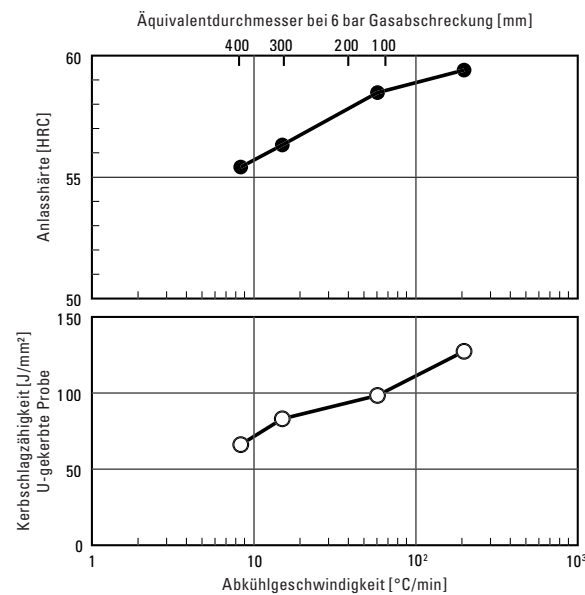
Telefon: +49(0)36844/480-0 • Telefax: +49(0)36844/480-55 • grp@stahlnetz.de



	C	Si	Mn	Cr	Mo	W	V	Co
Richtanalyse Gew.-%	0,5	0,2	0,5	4,2	1,0	3,0	1,3	2,0

Härtbarkeit

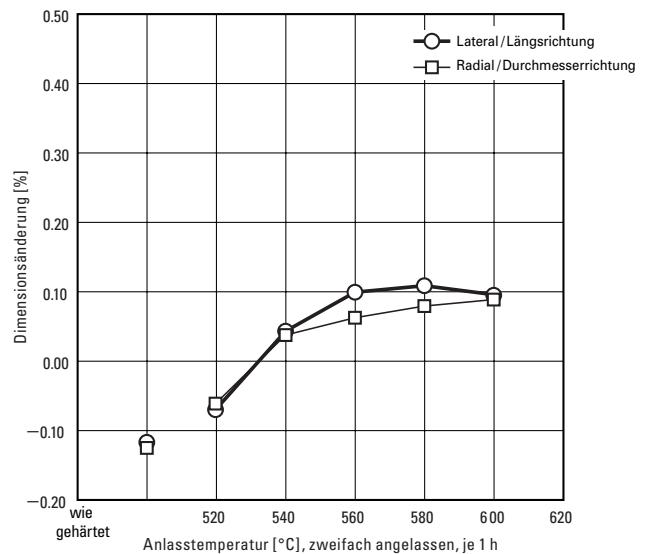
Probe: Rundstahl Ø 100 mm



	Wärmebehandlung	
	Härten	Anlassen
DRM1	1.140 °C, 200 °C/min entsprechend Ölhärtung	560 °C, zweifach angelassen

Dimensionsänderung beim Härten

Proben: Stabstahl Ø 100 mm x 60 mm Länge



	Wärmebehandlung
DRM1	1.140 °C, ölgehärtet

WebShop: www.stahlnetz.de

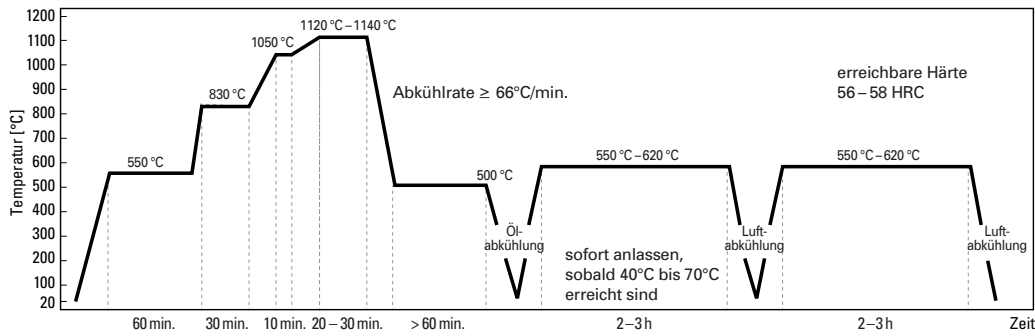
Telefon: +49(0)36844/480-0 • Telefax: +49(0)36844/480-55 • grp@stahlnetz.de



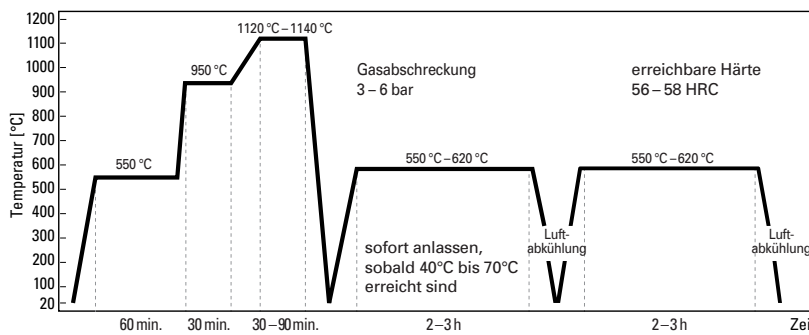
	C	Si	Mn	Cr	Mo	W	V	Co
Richtanalyse Gew.-%	0,5	0,2	0,5	4,2	1,0	3,0	1,3	2,0

Härteverfahren

Salzbad



Vakuum



Dicke [mm]	Salzbad Haltzeiten [min]	Vakuum Haltzeiten [min]
bis 12	8-10	20-30 pro 25mm Dicke
bis 25	10-15	
bis 37,5	15-20	
bis 50	20-25	10-20 pro 25mm Dicke
bis 100	30-40	
über 100	30-40	

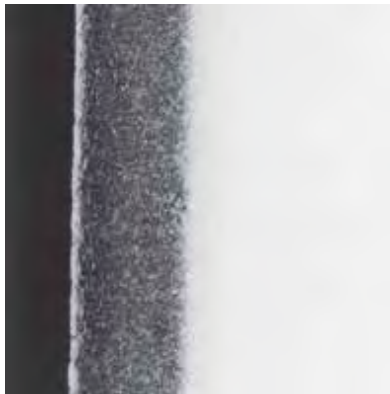
WebShop: www.stahlnetz.de

Telefon: +49(0)36844/480-0 • Telefax: +49(0)36844/480-55 • grp@stahlnetz.de



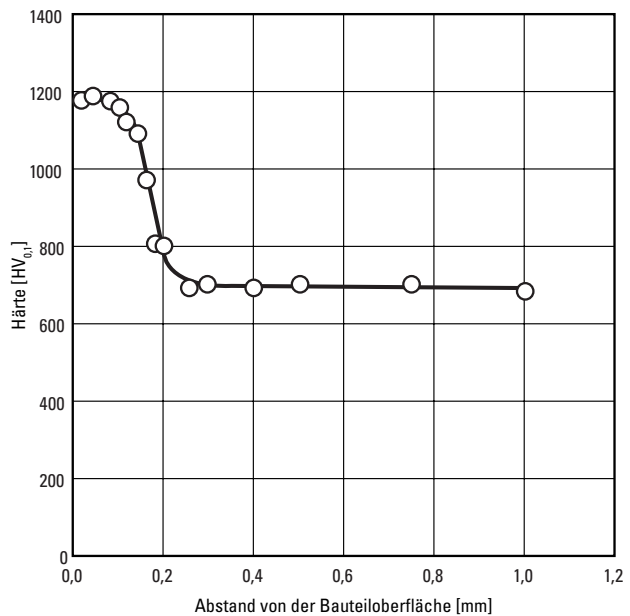
	C	Si	Mn	Cr	Mo	W	V	Co
Richtanalyse Gew.-%	0,5	0,2	0,5	4,2	1,0	3,0	1,3	2,0

Nitrieren



Beispiel der Mikrostruktur einer nitrierten Oberfläche nach dem PS-Verfahren von Daido Amistar.

Härteverlauf nach dem Nitrieren



Die Oberflächenhärtigkeit erreicht hier 1.200 HV mit NHD = 0,2mm.

Angegeben sind stets repräsentative technische Werte auf Grundlage unserer Untersuchungen. Sie stellen, wenn nicht anders angegeben, keine Garantien dar. Bitte lassen Sie sich im Einzelfall beraten.

WebShop: www.stahlnetz.de

Telefon: +49(0)36844/480-0 • Telefax: +49(0)36844/480-55 • grp@stahlnetz.de



Daido DRM3 ist ein exzellent härtbarer und hochzäher Matrix-Kaltarbeitschnellstahl. Die feine Karbidverteilung gewährleistet Zähigkeit und Dauerfestigkeit auf dem Niveau von 1.3343. Die Härte erreicht bis zu 66 HRC.

DRM3 ist ideal für Schnitt-, Stanz- und Biegewerkzeuge, Walzen sowie Gesenke, Präge- und Umformwerkzeuge.

DRM3 ist ein Markenprodukt des japanischen Herstellers Daido Steel. Gebr. Recknagel vertreibt DRM3 als lagerhaltender Alleinvertrieb für Zentraleuropa.

WebShop:
www.stahlnetz.de 

Telefon: +49(0)36844/480-0 • Telefax: +49(0)36844/480-55 • grp@stahlnetz.de

GEBRÜDER
RECKNAGEL 
Präzision in Stahl



Daido DRMTM3

Chemische Zusammensetzung [%]

	C	Si	Mn	Cr	Mo	W	V
Richtanalyse Gew.-%	0,8	0,7	0,3	5,4	4,5	1,0	1,2

Warmumformung	Behandlungstemperaturen			Härte	
	Glühen	Härten	Anlassen	Geglüht	Gehärtet
(bitte anfragen)	800–880 °C langsame Abkühlung (≤ 20 °C/min)	1.100–1.140 °C Abkühlung in Öl, Gas oder Salzbad	550–620 °C min. 2x Anlassen, Luftabkühlung	≤ 235 HB	62–66 HRC

Physikalische Eigenschaften						
Wärmeausdehnungs- koeffizient [10 ⁻⁶ /K]	20–100 °C	20–200 °C	20–300 °C	20–400 °C	20–500 °C	20–600 °C
	11,1	11,5	11,9	12,2	12,4	12,7
Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	25 °C	200 °C	300 °C	400 °C	500 °C	600 °C
	18	21,5	23,1	24,4	25,2	26,0
Spezifische Wärme [J/kgK]	25 °C	200 °C	300 °C	400 °C	500 °C	600 °C
	424	480	520	560	698	830

E-Modul = 210 GPa, Probe gehärtet bei 1.140 °C, 2x angelassen bei 560 °C.

Mikrostruktur

DRM3
(in der Mitte eines Stabes Ø 100 mm)



Konventioneller Kaltarbeitsstahl
(Daido)



50µm

WebShop:
www.stahlnetz.de 

Telefon: +49(0)36844/480-0 • Telefax: +49(0)36844/480-55 • grp@stahlnetz.de

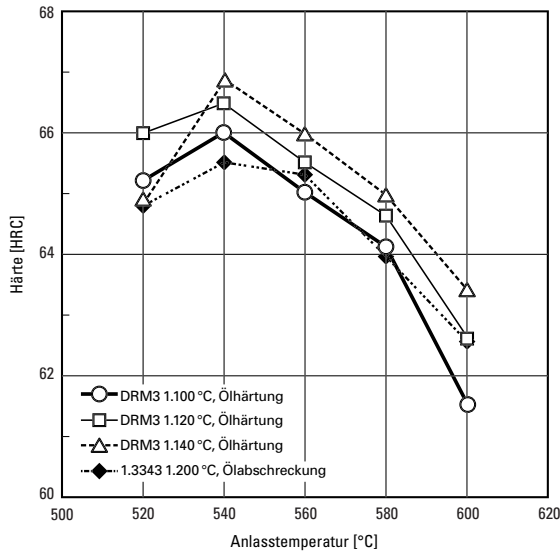
GEBRÜDER
RECKNAGEL 
Präzision in Stahl



	C	Si	Mn	Cr	Mo	W	V
Richtanalyse Gew.-%	0,8	0,7	0,3	5,4	4,5	1,0	1,2

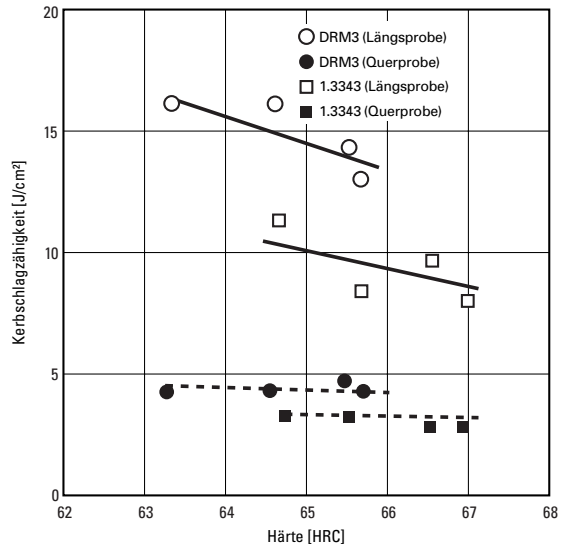
Anlassbehandlung

Probe: Vierkant 15 mm, Ölabschreckung,
Anlassen mit Luftabkühlung



Kerbschlagzähigkeit

Proben: entnommen aus Stabstahl, im Zentrum des Ø 100 mm,
gekerbte U-Probe



	Wärmebehandlung	
	Härten	Anlassen
DRM3	1.140 °C, ölgehärtet	540–600 °C, zweifach angelassen
1.3343	1.210 °C, ölgehärtet	540–600 °C, zweifach angelassen

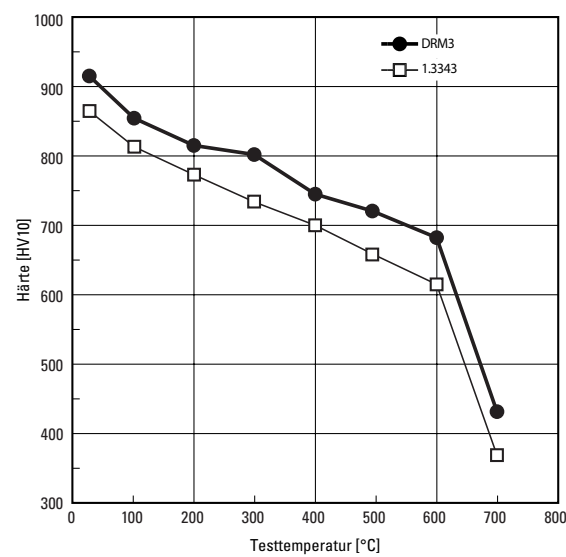
WebShop:
www.stahlnetz.de

Telefon: +49(0)36844/480-0 • Telefax: +49(0)36844/480-55 • grp@stahlnetz.de



	C	Si	Mn	Cr	Mo	W	V
Richtanalyse Gew.-%	0,8	0,7	0,3	5,4	4,5	1,0	1,2

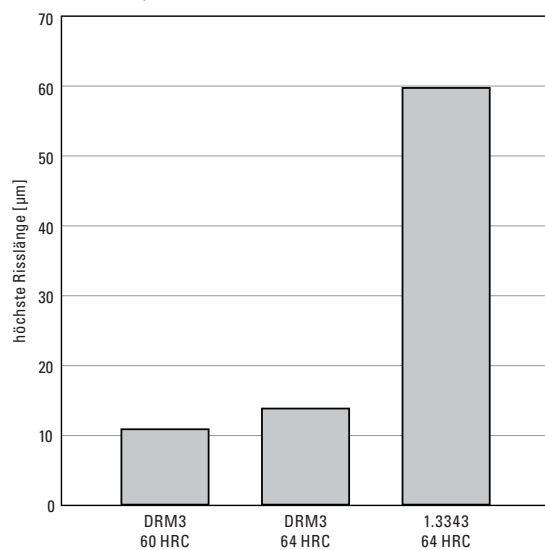
Härte bei erhöhten Temperaturen



	Wärmebehandlung	
	Härten	Anlassen
DRM3	1.140 °C, ölgehärtet	560 °C, zweifach angelassen
1.3343	1.200 °C, ölgehärtet	580 °C, zweifach angelassen

Brandrissbeständigkeit

Probe: Ø 15 mm, 10 mm dick



	Wärmebehandlung	
	Härten	Anlassen
DRM3	1.120 °C, ölgehärtet	560–620 °C, zweifach angelassen
1.3343	1.200 °C, ölgehärtet	560 °C, zweifach angelassen
Testmethode	1.000x induktiv erwärmen auf 600 °C und abkühlen auf 20 °C	

WebShop:
www.stahlnetz.de

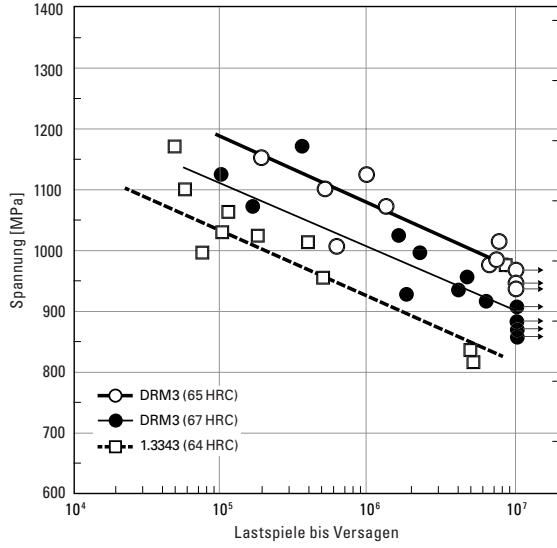
Telefon: +49(0)36844/480-0 • Telefax: +49(0)36844/480-55 • grp@stahlnetz.de



	C	Si	Mn	Cr	Mo	W	V
Richtanalyse Gew.-%	0,8	0,7	0,3	5,4	4,5	1,0	1,2

Dauerfestigkeit / Materialermüdung

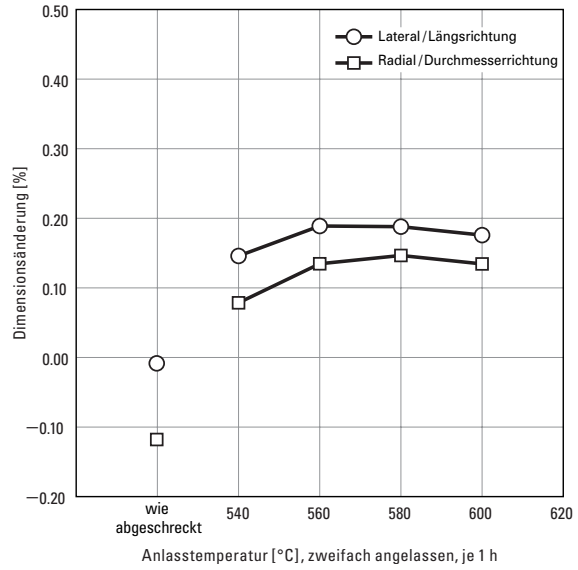
Proben: aus dem Zentrum eines Stabstahls Ø 100 mm



	Wärmebehandlung	
	Härten	Anlassen
DRM3 (65 HRC)	1.100 °C, ölgehärtet	560 °C, zweifach angelassen
DRM3 (67 HRC)	1.140 °C, ölgehärtet	550 °C, zweifach angelassen
1.3343	1.140 °C, ölgehärtet	560 °C, zweifach angelassen
Testmethode	Wöhlerversuch bei Raumtemperatur	

Dimensionsänderung beim Härten

Proben: Stabstahl Ø 100 mm x 60 mm Länge



	Wärmebehandlung	
	Härten	Anlassen
DRM3	1.140 °C, im Salzbad gehärtet	

WebShop: www.stahlnetz.de

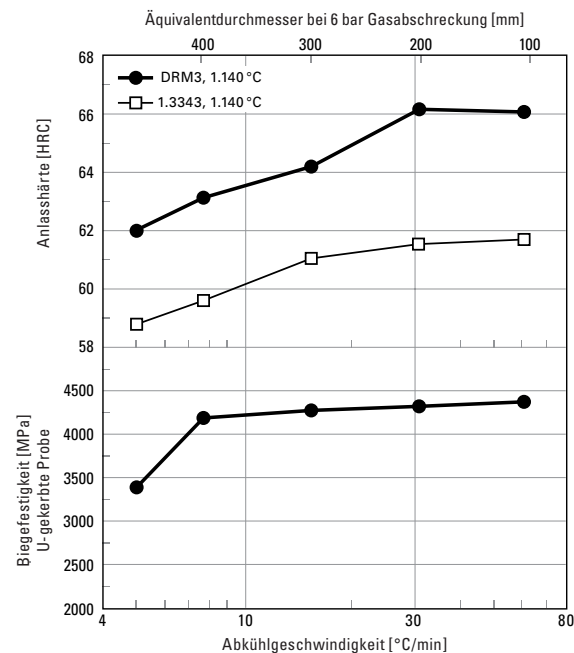
Telefon: +49 (0) 368 44 / 480 - 0 • Telefax: +49 (0) 368 44 / 480 - 55 • grp@stahlnetz.de



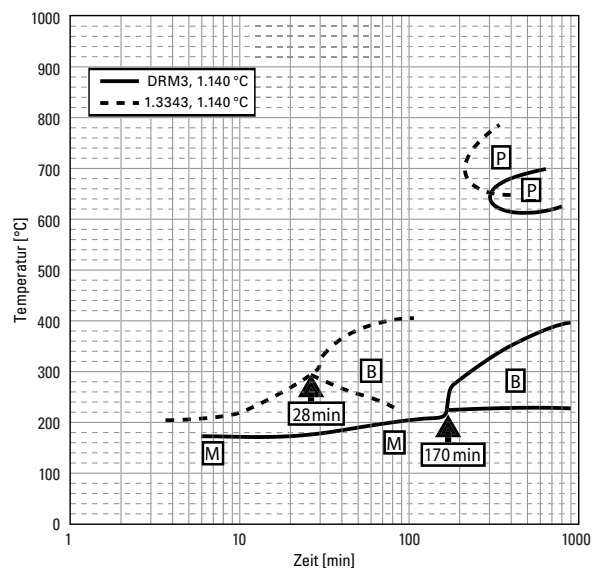
	C	Si	Mn	Cr	Mo	W	V
Richtanalyse Gew.-%	0,8	0,7	0,3	5,4	4,5	1,0	1,2

Härtbarkeit

Einfluss der Abkühlgeschwindigkeit auf die Biegefestigkeit



ZTU-Schaubild für kontinuierliche Abkühlung



WebShop: www.stahlnetz.de

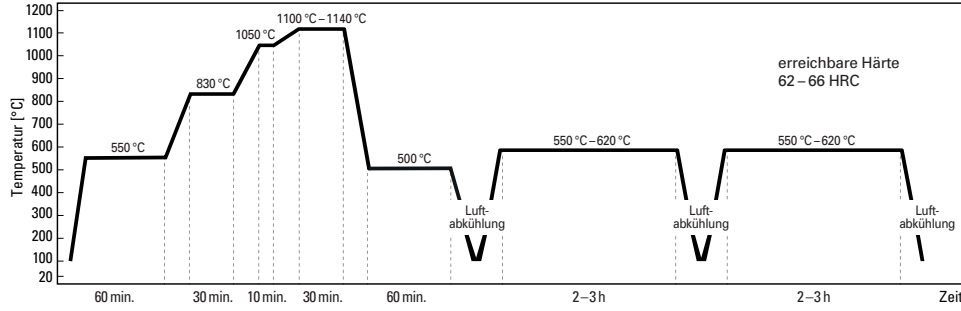
Telefon: +49 (0) 368 44 / 480 - 0 • Telefax: +49 (0) 368 44 / 480 - 55 • grp@stahlnetz.de



	C	Si	Mn	Cr	Mo	W	V
Richtanalyse Gew.-%	0,8	0,7	0,3	5,4	4,5	1,0	1,2

Härteverfahren

Salzbad



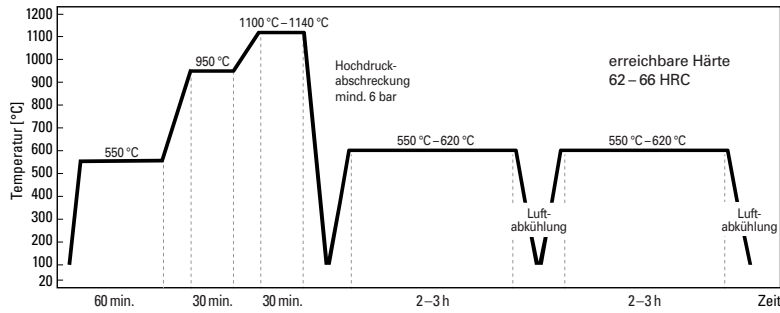
Umwandlungstemperaturen:

$AC_1 = 830\text{ °C}$, $Ms = 175\text{ °C}$

Die Härtetemperatur des DRM3 beträgt 1.100 – 1.140 °C

Dicke [mm]	Salzbad Haltzeiten [min]	Vakuum Haltzeiten [min]
bis 12	8-10	20-30 pro 25 mm Dicke
bis 25	10-15	
bis 36	15-20	
bis 50	20-25	10-20 pro 25 mm Dicke
bis 100	30-40	
über 100	30-40	

Vakuum



Bitte beachten:

Luftabkühlung ab 500 °C bei Salzbadhärtung.

Anlassen umgehend beginnen bei Erreichen von 100 °C.

Zu tiefe Abkühlung bei Vakuumhärtung vermeiden, falls scharfe Kanten oder ungünstige Geometrie vorliegen.

WebShop:
www.stahlnetz.de



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



Daido DRM™3

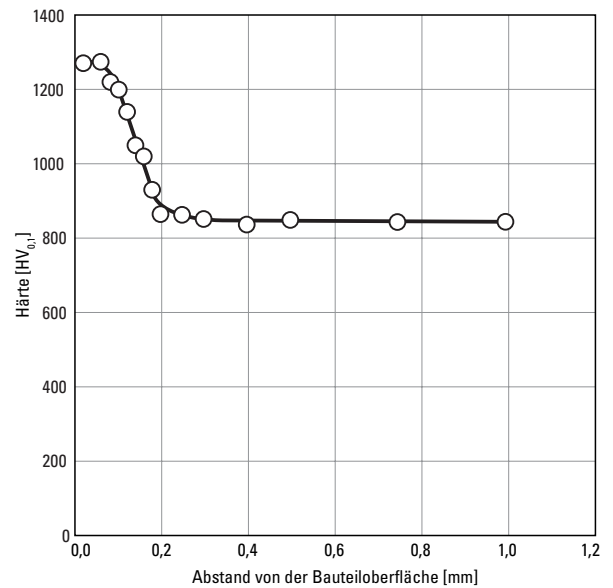
	C	Si	Mn	Cr	Mo	W	V
Richtanalyse Gew.-%	0,8	0,7	0,3	5,4	4,5	1,0	1,2

Nitrieren



Beispiel der Mikrostruktur einer nitrierten Oberfläche nach dem PS-Verfahren von Daido Amistar.

Härteverlauf nach dem Nitrieren



Angegeben sind stets repräsentative technische Werte auf Grundlage unserer Untersuchungen. Sie stellen, wenn nicht anders angegeben, keine Garantien dar. Bitte lassen Sie sich im Einzelfall beraten.

Die Oberflächenhärte erreicht hier 1.280 HV mit NHD = 0,2mm.



WebShop:
www.stahlnetz.de



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





Spiegelglanzpolierbarer Kunststoffformenstahl, fertig ausscheidungsgehärtet auf 40 HRC. Das Vakuum-Umschmelzverfahren gewährleistet höchste Reinheit dieses Stahls. Er ist mit artgleicher Legierung schweißbar, dabei erzeugt nachfolgendes Warm-Auslagern ein homogenes Gefüge mit gleichmäßiger Härte ohne Wärmeeinflusszone.

Aus NAK80 werden Kunststoffformen großer Querschnitte mit sehr hohen Anforderungen an die Politur hergestellt. Besonders bewährt hat sich NAK80 bei Formen für Scheinwerfer, Stoßfänger, Armaturentafel und allgemein Formen für optisch anspruchsvolle Teile. NAK80 ist geeignet für Duroplaste und Thermoplaste. Faserverstärkte Kunststoffe erfordern meist eine PVD-Beschichtung.

NAK80 ist ein Markenprodukt des japanischen Herstellers Daido Steel. Gebr. Recknagel vertreibt NAK80 als lagerhaltender Alleinvertrieb für Zentraleuropa.

WebShop:
www.stahlnetz.de 

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

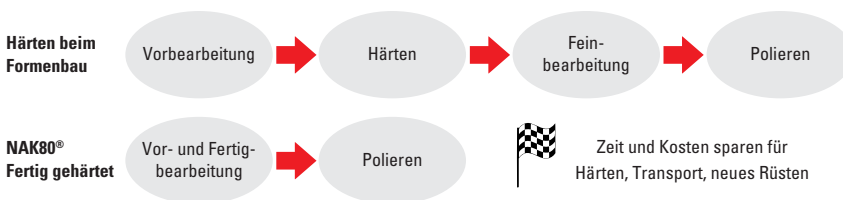


Chemische Zusammensetzung [%]

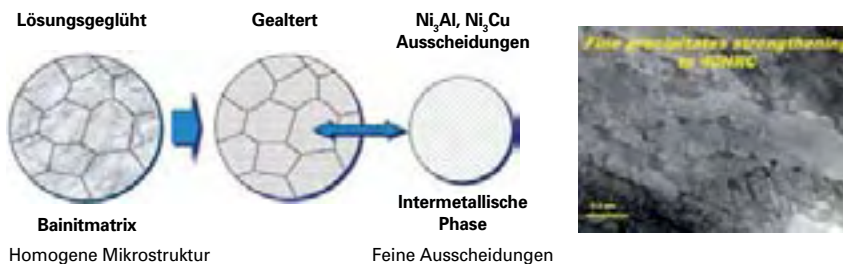
	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	Al	Cu
Richtanalyse Gew.-%	0,12	0,3	1,5	0,3	0,3	3,2	1,0	1,0



Zeit und Kosten sparen:



Gefüge:



WebShop:
www.stahlnetz.de 

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



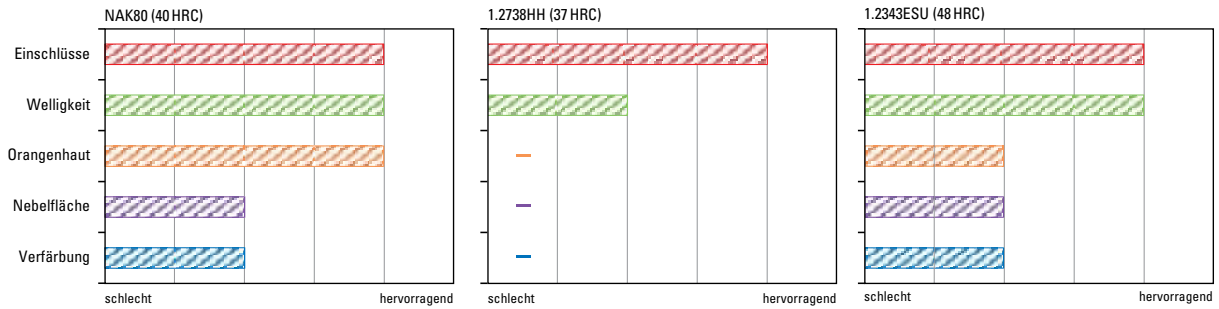


Daido NAK™80

Chemische Zusammensetzung [%]

	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	Al	Cu
Richtanalyse Gew.-%	0,12	0,3	1,5	0,3	0,3	3,2	1,0	1,0

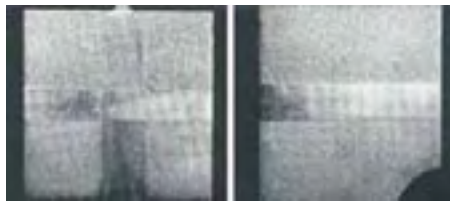
Hervorragende Polierbarkeit



Spiegelglanz – Politur – Vergleich (nach Poliertest mit Körnung 8000)

Problemlose Schweißbarkeit
typische Härteverteilung bei geschweißtem NAK80

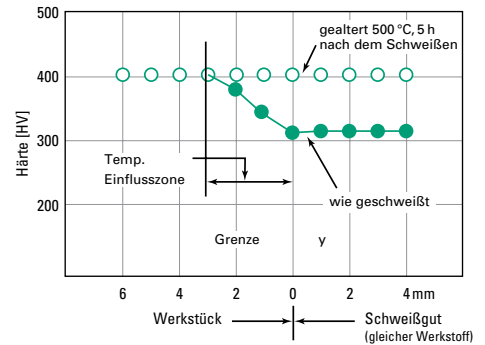
Keine Härteunterschiede nach dem Schweißen, wenn anschließend warmausgelagert wird.



Wie geschweißt

Ausgelagert 500 °C / 5 h nach dem Schweißen

Schweißen:
WIG-Schweißen unter Argon
Vorwärmen: 300°C bis 400°C
Schweißstrom: 150 A bis 170 A
Schweißgut NAK80, werkstoffgleich



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

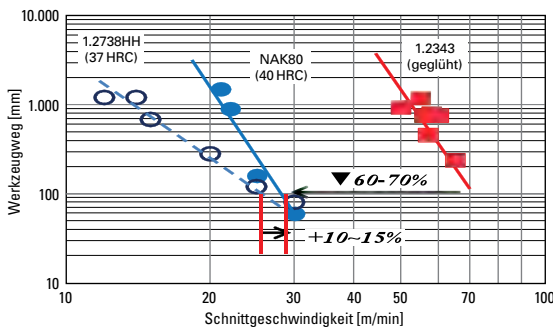
Daido NAK™80

Chemische Zusammensetzung [%]

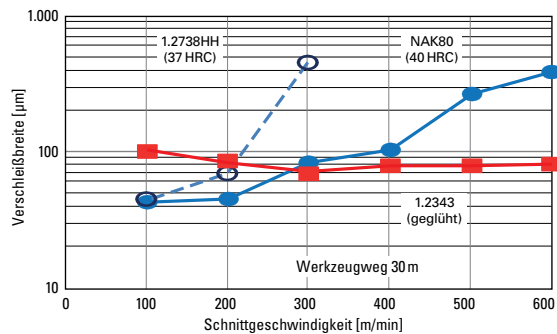
	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	Al	Cu
Richtanalyse Gew.-%	0,12	0,3	1,5	0,3	0,3	3,2	1,0	1,0

Sehr gute Bearbeitbarkeit

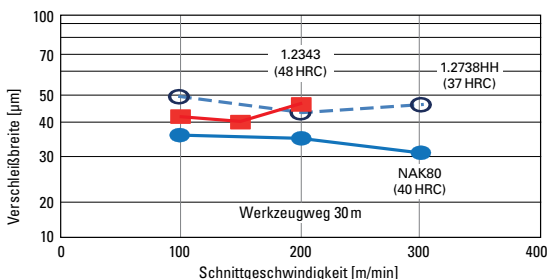
Bohren



Schrupfräsen



Schlichtfräsen



Schnittwertempfehlungen NAK80

Verfahren	Werkzeug / Bedingung	Schnittgeschwind.
Bohren	HSS, unbeschichtet Tiefe: 20 mm Vorschub: 0,15 mm/U, trocken	20–30 m/min
Fräsen	Schrupp MMC WP-Fräser, Ø 25 mm Wendelpl. VP15TF (P20-30, beschichtet) ae = 1 mm, ap = 4 mm Vorschub 0,2 mm/z, Luftkühlung trocken	100–300 m/min
	Schlicht MMC Kugelfräser, Ø 12 mm, 4 Schneiden Wendelpl. VP15TF (P20-30, beschichtet) ae = 1 mm, ap = 1 mm Vorschub 0,1 mm/z, Luftkühlung	100–300 m/min

WebShop:
www.stahlnetz.de

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

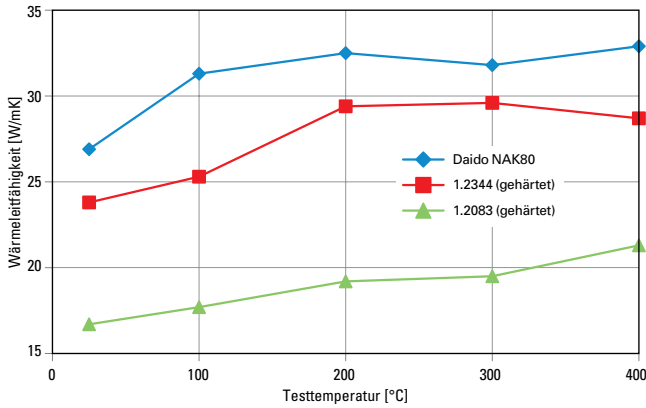
GEBRÜDER RECKNAGEL
Präzision in Stahl





Daido NAK™80

Wärmeleitfähigkeit

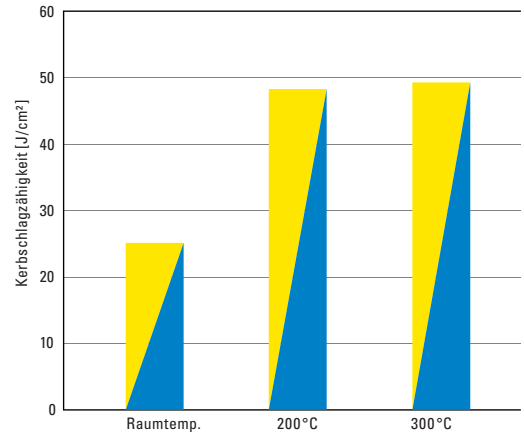


NAK80® zeigt durch besonders günstige Legierungslage eine hohe Wärmeleitfähigkeit, kürzere Abkühlzeiten sind die Folge.

Chemische Zusammensetzung [%]

	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	Al	Cu
Richtanalyse Gew.-%	0,12	0,3	1,5	0,3	0,3	3,2	1,0	1,0

Kerbschlagzähigkeit gekerbte U-Probe



WebShop:
www.stahlnetz.de

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

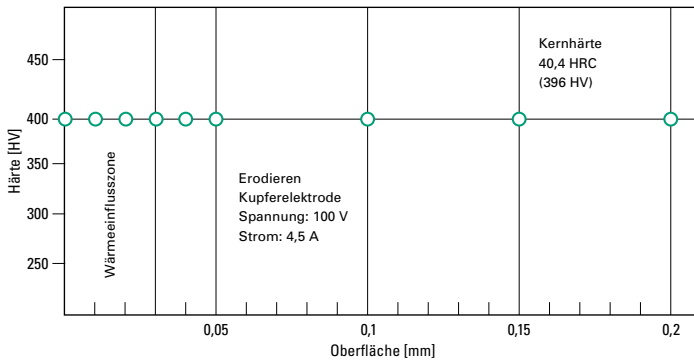


Daido NAK™80

Erodieren

Einfach feinsterodieren ohne Härtezunahme der erodierten Fläche

Härteverlauf unter der Erodierfläche



Mikrostruktur

Oberfläche (41,8 HRC)

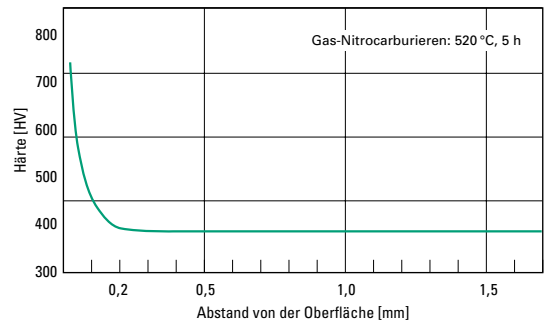
Kern (41,2 HRC)



Chemische Zusammensetzung [%]

	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	Al	Cu
Richtanalyse Gew.-%	0,12	0,3	1,5	0,3	0,3	3,2	1,0	1,0

Nitrieren



Härteabfall oder/und Verzug können auftreten bei jeglicher Behandlung über 520°C.

Angegeben sind stets repräsentative technische Werte auf Grundlage unserer Untersuchungen. Sie stellen, wenn nicht anders angegeben, keine Garantien dar. Bitte lassen Sie sich im Einzelfall beraten.

WebShop:
www.stahlnetz.de

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



1.2343 X 37 CrMoV 5-1

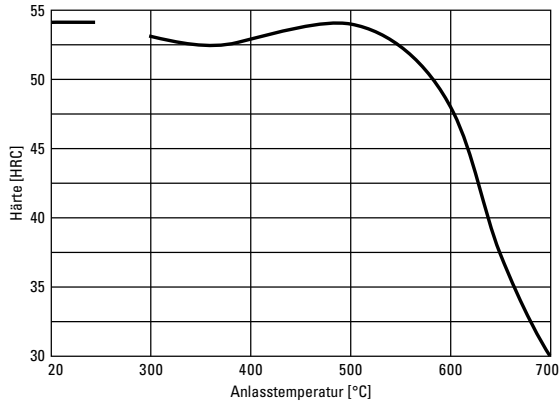
1.2343ESU X 37 CrMoV 5-1 ESU

Warmarbeitsstahl zur Herstellung von hochbeanspruchten Warmarbeitswerkzeugen, Warmfließpresswerkzeugen, Druckgießwerkzeugen, Warmscherenmessern und Formteilpressgesenken.

Diesen Werkstoff erhalten Sie bei uns als Präzisionsflachstahl (Standard- und Sonderabmessungen, VarioPlan®, VarioRond® und als Rohmaterialzuschnitt.

Anlassschaubild

Härtetemperatur: 1020° C, Probequerschnitt: Vkt. 50 mm



1.2343 ESU erhalten Sie als VarioPlan® und EcoPlan®.

1.2343 erhalten Sie bei uns auch individuell nach Ihren Angaben als fertig bearbeitetes Zeichnungsteil.

Farbkennzeichnung: Rot/Schwarz

Chemische Zusammensetzung [%]									
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V
max.	0,41	1,2	0,50	0,03	0,02	5,5	1,5	0,21	0,5
min.	0,33	0,8	0,25			4,8	1,1		0,3

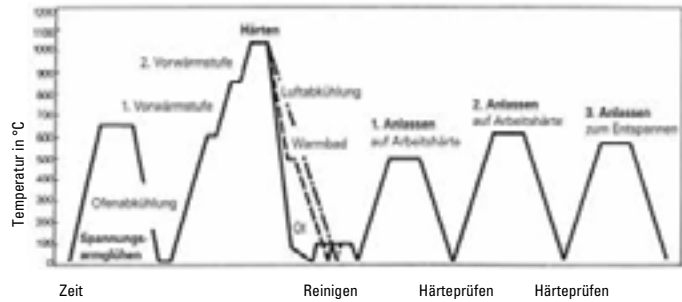


WebShop:
www.stahlnetz.de

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



Wärmebehandlungsschema

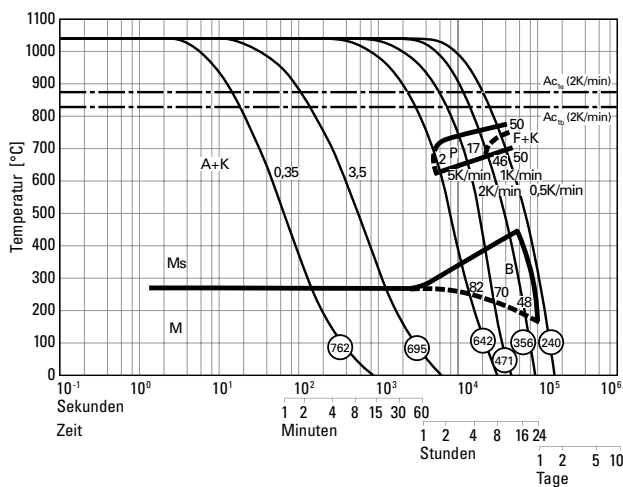


1.2343 X 37 CrMoV 5-1

1.2343ESU X 37 CrMoV 5-1 ESU

ZTU-Schaubild für kontinuierliche Abkühlung

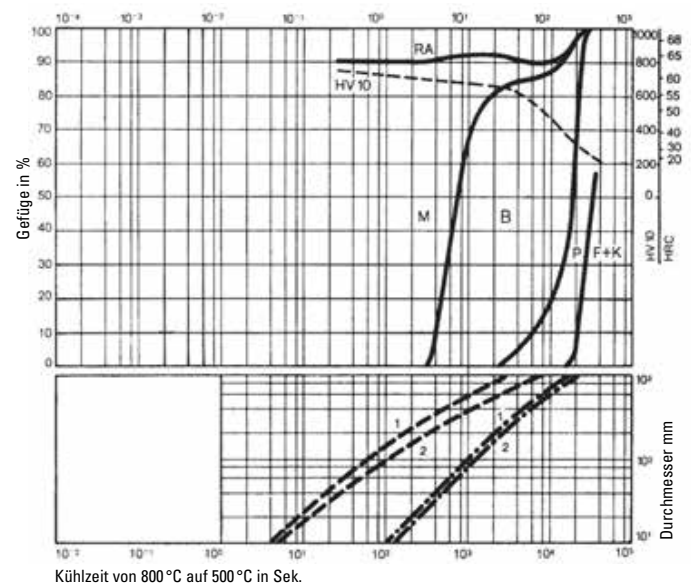
Austenitisierungstemperatur: 1080°C, Haltedauer: 15 Minuten



○ Härte in HV
2,46 Gefügeanteile in %
0,35 ... 7,5 Abkühlungsparameter,
d. h. Abkühlungsdauer von 800–500°C in $s \times 10^{-2}$
5 ... 0,5 K/min Abkühlungsgeschwindigkeit
im Bereich von 800–500°C

Gefügemengenschaubild

Abkühlungsparameter λ



Kühlzeit von 800°C auf 500°C in Sek.

--- Ölabbkühlung
--- Luftabbkühlung
1 Werkstückrand
2 Werkstückzentrum

WebShop:
www.stahlnetz.de

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



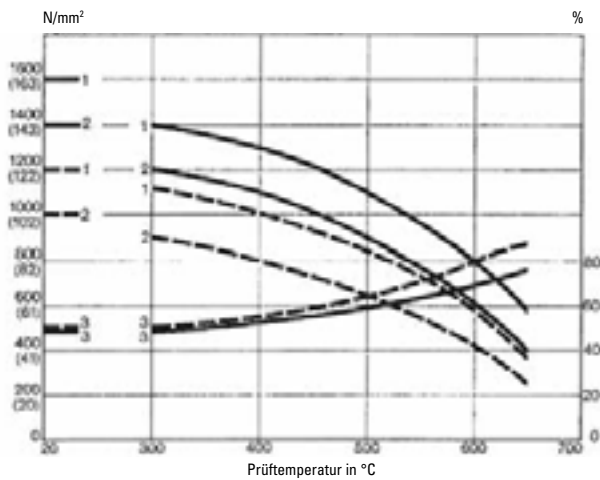
1.2343 X 37 CrMoV 5-1

1.2343ESU X 37 CrMoV 5-1 ESU

Chemische Zusammensetzung [%]

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V
max.	0,41	1,2	0,50	0,03	0,02	5,5	1,5	0,21	0,5
min.	0,33	0,8	0,25			4,8	1,1		0,3

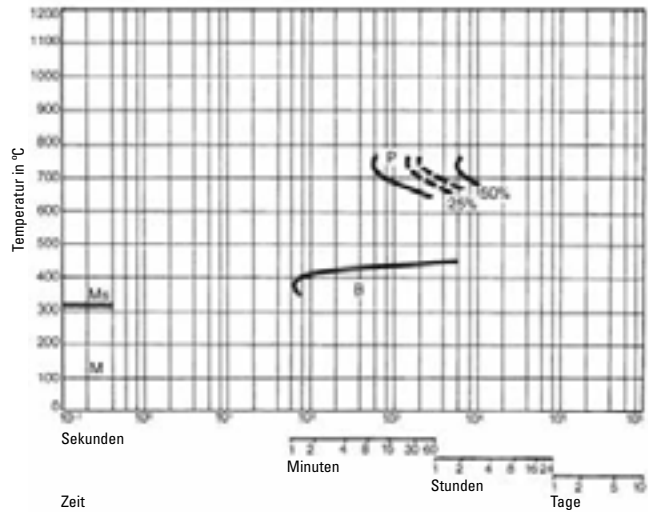
Warmfestigkeitsschaubild



- vergütet 1600 MPa
- - - vergütet 1200 MPa
- 1 Zugfestigkeit MPa (kp/mm²)
- 2 0,2-Grenze MPa (kp/mm²)
- 3 Einschnürung %

Isothermisches ZTU-Schaubild

Austenitisierungstemperatur: 1030 °C, Haltedauer: 15 Minuten



WebShop:
www.stahlnetz.de



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



1.2767 45 NiCrMo 16

Chemische Zusammensetzung [%]

	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni
max.	0,5	0,4	0,5	1,5	0,35	4,3
min.	0,4	0,1	0,2	1,2	0,15	3,8

Werkzeugstahl für hochbeanspruchte Massivprägwerkzeuge, Kalteisenwerkzeuge, Kaltscherenmesser sowie zur Herstellung von Kunststoffformen.

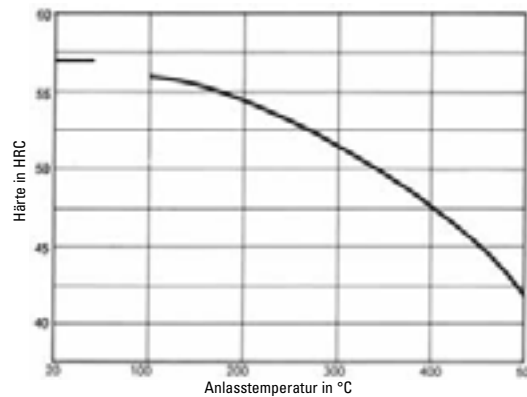
Diesen Werkstoff erhalten Sie bei uns als Präzisionsflachstahl (Standard- und Sonderabmessungen), VarioPlan®, VarioRond® und als Rohmaterialzuschnitt.

1.2767 erhalten Sie bei uns auch individuell nach Ihren Angaben als fertig bearbeitetes Zeichnungsteil.

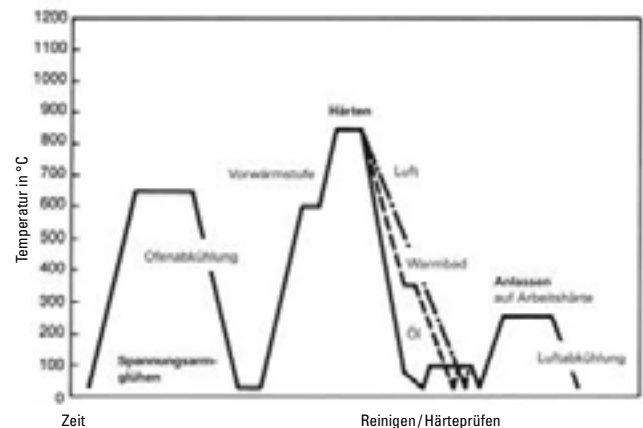
Farbkennzeichnung: Lila

Anlassschaubild

Härtetemperatur: 850 °C, Probequerschnitt: Vkt. 20 mm



Wärmebehandlungsschema



WebShop:
www.stahlnetz.de



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

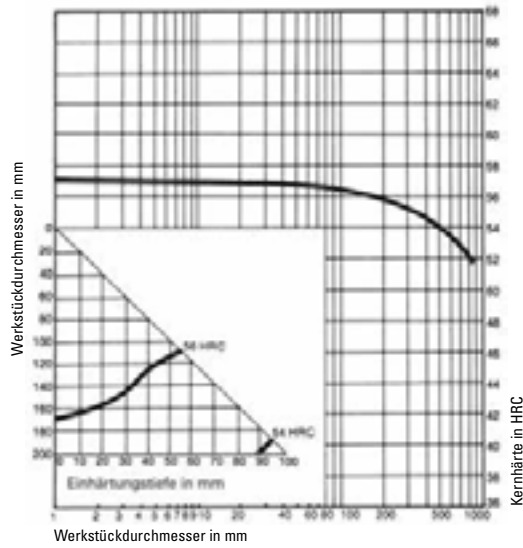


1.2767 45 NiCrMo 16

Chemische Zusammensetzung [%]

	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni
max.	0,5	0,4	0,5	1,5	0,35	4,3
min.	0,4	0,1	0,2	1,2	0,15	3,8

Abhängigkeit der Kernhärte und der Einhärtetiefe vom Werkstückdurchmesser



Härtetemperatur: 960 °C
Härtemittel: Öl

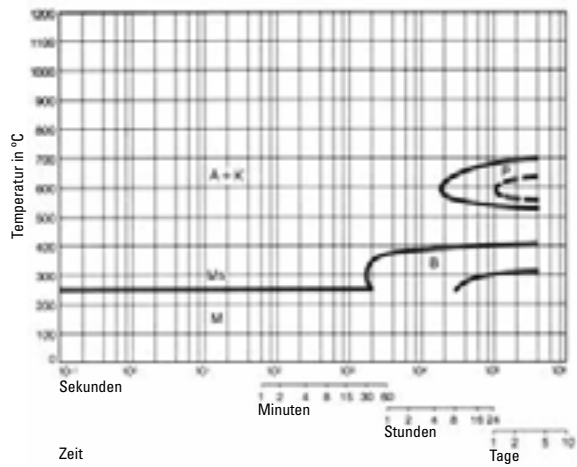
WebShop:
www.stahlnetz.de

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

GEBRÜDER RECKNAGEL
Präzision in Stahl

Isothermisches ZTU-Schaubild

Austenitisierungstemperatur: 840 °C, Haltedauer: 15 Minuten



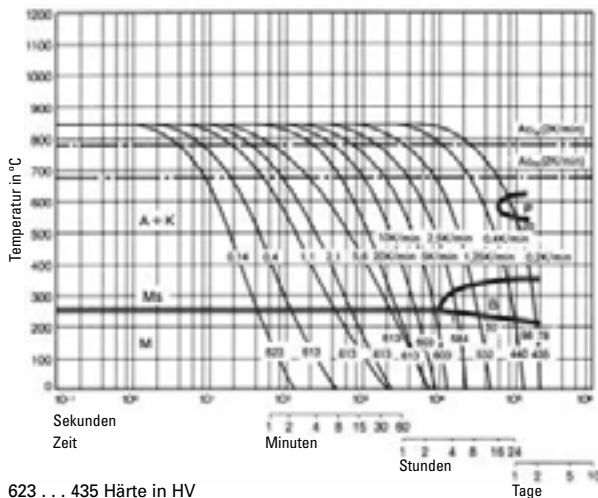
1.2767 45 NiCrMo 16

Chemische Zusammensetzung [%]

	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni
max.	0,5	0,4	0,5	1,5	0,35	4,3
min.	0,4	0,1	0,2	1,2	0,15	3,8

ZTU-Schaubild für kontinuierliche Abkühlung

Austenitisierungstemperatur: 840 °C, Haltedauer: 15 Minuten



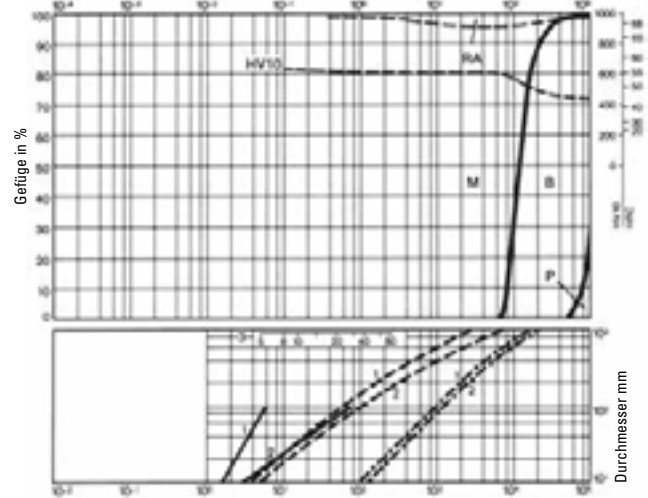
623 ... 435 Härte in HV
1 ... 98 Gefügeanteile in %
0,14 ... 5,6 Abkühlungsparameter,
d. h. Abkühlungsdauer von 800–500 °C in $s \times 10^{-2}$
20 ... 0,2K/mins Abkühlungsgeschwindigkeit in K/min
im Bereich von 800–500 °C
B.....Bainit

WebShop:
www.stahlnetz.de

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

Gefügemengenschaubild

Abkühlungsparameter λ



Kühlzeit von 800 °C auf 500 °C in Sek.

— Wasserkühlung
--- Ölabkühlung
- - - Luftabkühlung

1 Werkstückrand
2 Werkstückzentrum
3 Jominy Probe:
Abstand von der Stirnfläche

GEBRÜDER RECKNAGEL
Präzision in Stahl

1.2311 40 CrMnMo 7

1.2312 40 CrMnMoS 8-7

Kunststoffformenstahl für mittlere und große Formen. Da dieser Werkstoff im Lieferzustand vorvergütet auf 950–1.100 MPa ist, eignet er sich gleichfalls für Teile des allgemeinen Maschinenbaus.

Im Vergleich ist 1.2312 durch den Gehalt an Schwefel leichter zerspanbar, aber nicht polierbar. 1.2311 ist polier- und fotoätzbar. Beide Werkstoffe sind gas- und badnitrierbar und eignen sich zur Einsatzhärtung.

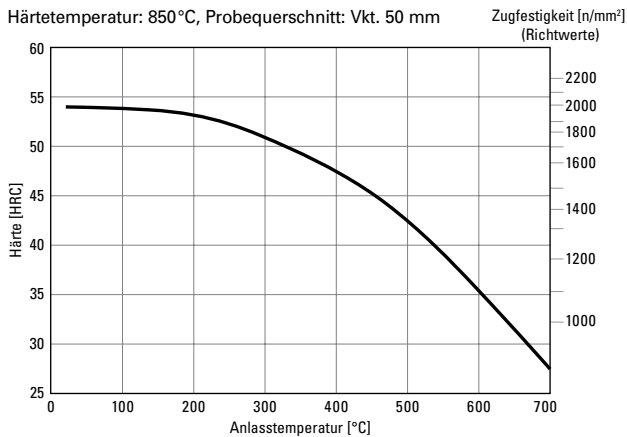
1.2311 erhalten Sie bei uns als Präzisionsflachstahl (Standard- und Sonderabmessungen), als VarioPlan® und als Rohmaterialzuschnitt.

1.2312 erhalten Sie bei uns als Präzisionsflachstahl Sonderabmessung, als VarioRond® und als Rohmaterialzuschnitt.

Beide Werkstoffe erhalten Sie bei uns auch individuell nach Ihren Angaben als fertig bearbeitete Zeichnungsteile.

Farbkennzeichnung: 1.2311: Gelb
1.2312: Orange/Lila

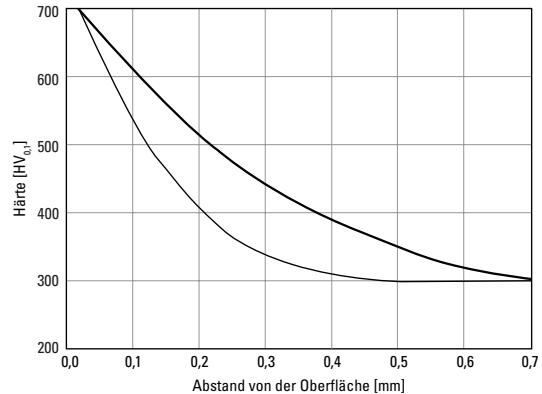
Anlassschaubild



Oberflächenbehandlung Nitrieren

Härteverlauf in der Nitrierschicht

— Gasnitrierung im Ammoniakstrom 50 Stunden bei 520°C
— Badnitrierung (Teniferverfahren) 2 Stunden bei 570°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

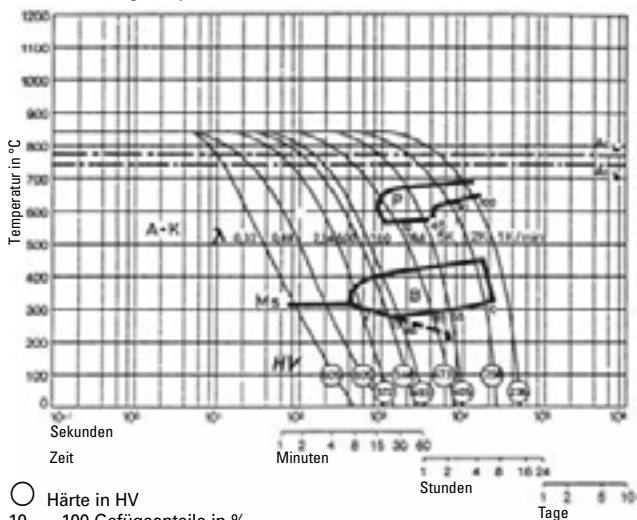
1.2312 40 CrMnMoS 8-7

Chemische Zusammensetzung [%]

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu
max.	0,45	0,5	1,6	0,03	0,10	2,0	0,25	0,16	0,11
min.	0,35	0,3	1,4		0,05	1,8	0,15		

ZTU-Schaubild für kontinuierliche Abkühlung

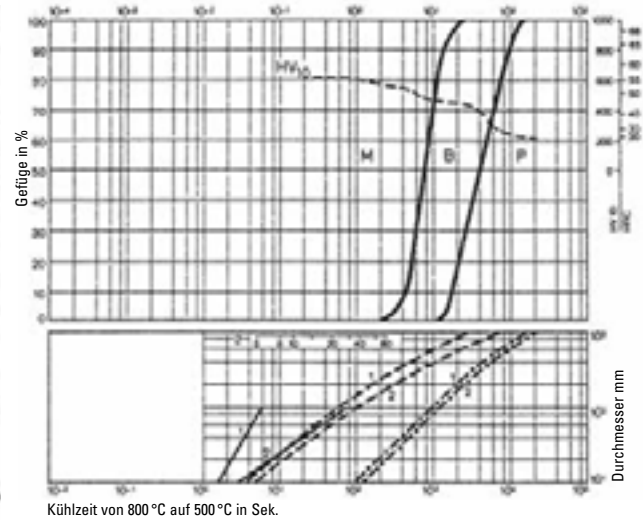
Austenitisierungstemperatur: 840°C, Haltedauer: 15 Minuten



○ Härte in HV
10 ... 100 Gefügeanteile in %
0,32 ... 18,6 Abkühlungsparameter,
d. h. Abkühlungsdauer von 800–500°C in $s \times 10^{-2}$
5 ... 1K/mins Abkühlungsgeschwindigkeit in K/min
im Bereich von 800–500°C
B.....Bainit

Gefügemengenschaubild

Abkühlungsparameter λ



— Wasserkühlung
--- Ölabkühlung
- - - Luftabkühlung

1 Werkstückrand
2 Werkstückzentrum
3 Jominy Probe:
Abstand von der Stirnfläche

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



Korrosionsbeständiger Werkzeugstahl und leichte Bearbeitung waren bislang oft unvereinbare Gegensätze. Mit MINKOR® ist das Bohren merklich einfacher, mit höheren Standzeiten des Werkzeuges und zuverlässigeren Prozessen.

Tiefe Kühlbohrungen und aufwändige Fräsarbeiten sind nun um fast ein Drittel schneller machbar.

Bei der Verwendung korrosiver Kunststoffe ist die Auswahl eines beständigen Formenbaustahls ausschlaggebend für die Lebensdauer der Form.

MINKOR® – Eigenschaften, technische Daten und Verarbeitung:

- durchvergütet auf 280–325 HBW
- gut schweißbar (*vorwärmen auf 100 °C*)
- korrosionsbeständig (*vergleichbar mit 1.2085/1.2316*)
- maßbeständig
- deutlich zäher als andere (*Kerbschlagarbeit ISO V-Probe: MINKOR®: 10–12 Joule; 1.2085/1.2316: 4–6 Joule*)
- sehr gut bohrbar auch bei Kühlbohrungen



Wärmeleitkoeffizient

+20°C	21,6 W/mK
+50°C	23,2 W/mK
+350°C	24,9 W/mK

Wärmeausdehnungskoeffizient [10⁻⁶/K]

20–100 °C	20–200 °C	20–300 °C	20–400 °C	20–500 °C
10,0	10,6	11,0	11,3	11,6

Spez.Wärme: 460 J/kgK

WebShop:
www.stahlnetz.de



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



MINKOR®

Chemische Zusammensetzung [%]

	C	Si	Mn	S	Cr	Ni	Mo	N
max.	0,09	0,40	1,70	0,15	13,5	1,00	0,15	0,05
min.		0,15	0,90	0,10	11,5	0,25	0,05	

Tieflochbohren ø 12mm	MINKOR	1.2316	1.2085
Schnittgeschwindigkeit (m/min)	49	45	45
Vorschub (mm/min)	35	20	25
Standzeit (min)	650	400	650
Zeitspanvolumen (cm ³ /min)	13,19	7,50	9,42

- sehr gut fräsbearbeitbar mit hohem Vorschub

MINKOR® – einfach schneller fertig

Lagerdicken (Rohmaterial)

Dicken für Formate 500x1.000mm oder 1.020x2.000mm

15 mm	18 mm	20 mm	25 mm	28 mm	30 mm	35 mm	40 mm
45 mm	50 mm	60 mm	65 mm	70 mm	80 mm	90 mm	100 mm
120 mm	140 mm	170 mm	205 mm	225 mm	255 mm	305 mm	



WebShop:
www.stahlnetz.de



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



1.4112 X 90 CrMoV 18

Korrosionsbeständiger martensitischer Werkzeugstahl mit hoher Verschleißbeständigkeit, magnetisch, polierbar und gut bearbeitbar zur Herstellung von Messern, Schneidwaren, chirurgischen Instrumenten, Kugellagern, Spritzdüsen und Messerscheiben.

1.4112 erhalten Sie bei uns als PräziPlan-Sonderabmessung sowie als Zeichnungsteil oder Führungsleiste.

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



1.4112 X 90 CrMoV 18

Chemische Zusammensetzung [%]

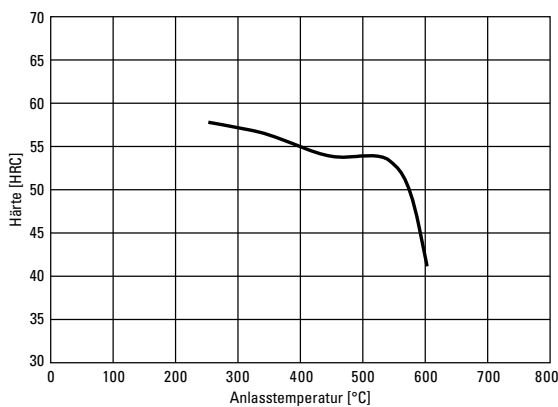
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V
max.	0,95	1,0	1,0	0,04	0,015	19,0	1,3	0,12
min.	0,85					17,0	0,9	0,07

Wärmebehandlung

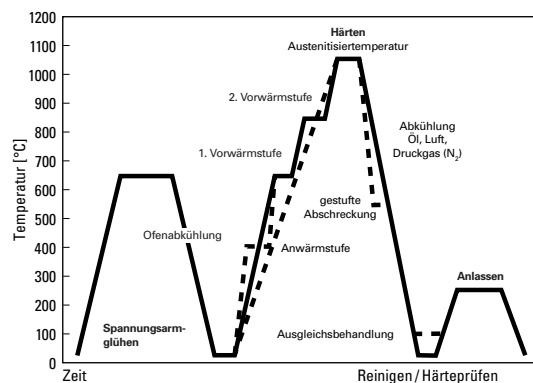
Weichglühen: 780–840°C, Ofenabkühlung, Glühhärt max. 265 HB
Spannungsarmglühen: 600–650°C, Ofenabkühlung
Härten: 1.000–1.050°C, Abkühlung Öl, Druckgas, Luft, Warmbad 500–550°C

Anlassschaubild

Härtetemperatur: 1.020°C



Wärmebehandlungsschema



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

1.3343 HS 6-5-2 C

AISI M2

Schnellarbeitsstahl (HSS) mit guter Zähigkeit, hoher Warmfestigkeit und hoher Verschleißfestigkeit zur Herstellung von Zerspanungswerkzeugen, Schneid- und Feinschneidstempeln, Kaltfließpressstempeln und Matrizen, gut geeignet zur Beschichtung mit PVD- und CVD-Verfahren.

1.3343 erhalten Sie bei uns als VarioPlan sowie als PräziPlan-Sonderabmessung.

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



1.3343 HS 6-5-2 C

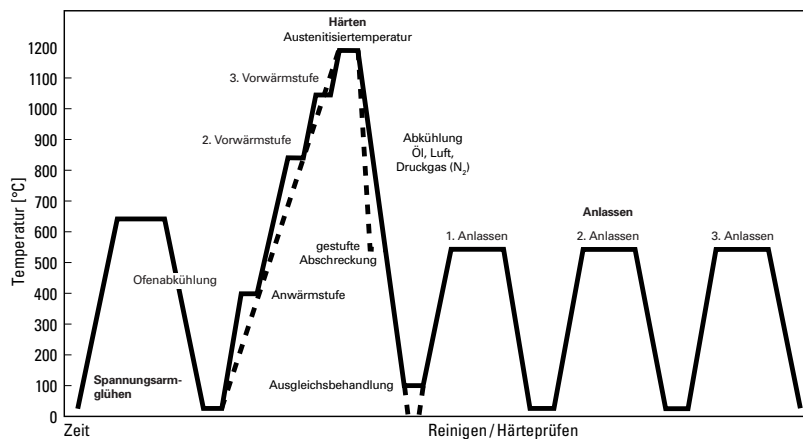
Chemische Zusammensetzung [%]

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	W
max.	0,94	0,45	0,4	0,03	0,03	4,5	5,2	2,1	6,7
min.	0,86					3,8	4,7	1,7	5,9

Wärmebehandlung

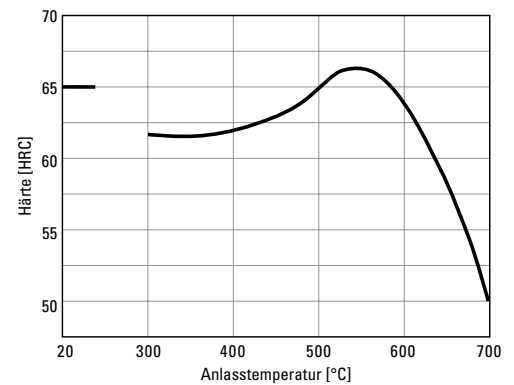
Weichglühen: 790–820°C, Ofenabkühlung, Glühhäte max. 269 HB
Spannungsarmglühen: 600–650°C, Ofenabkühlung
Härten: 1.180–1.230°C, Abkühlung Öl, Druckgas, Luft, Warmbad 500–550°C

Wärmebehandlungsschema



Anlassschaubild

Härtetemperatur: 1.210° 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

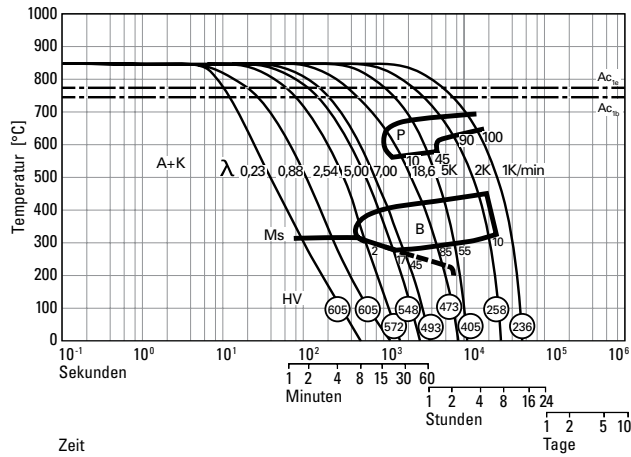
1.3343 HS 6-5-2 C

Chemische Zusammensetzung [%]

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	W
max.	0,94	0,45	0,4	0,03	0,03	4,5	5,2	2,1	6,7
min.	0,86					3,8	4,7	1,7	5,9

ZTU-Schaubild für kontinuierliche Abkühlung

Austenitisierungstemperatur: 840°C, Haltedauer: 15 Minuten



○ Härte in HV

2...100 Gefügeanteile in %

0,23...18,6 Abkühlungsparameter,

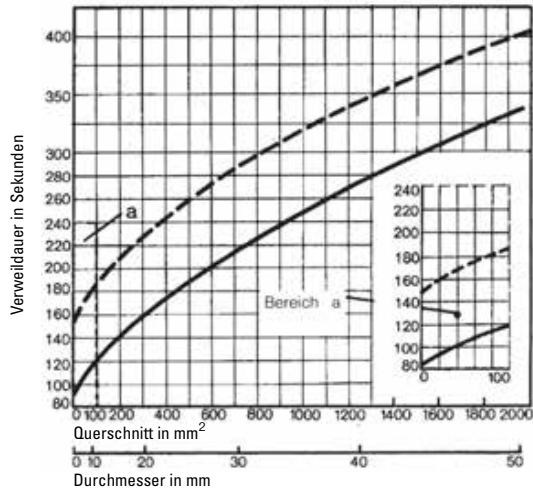
d. h. Abkühlungsdauer von 800-500°C in $s \times 10^{-2}$

5...1 K/min Abkühlungsgeschwindigkeit

im Bereich von 800-500°C

B.....Bainit

Verweildauer-Diagramm



Austenitisierungsdauer:

— 80 Sekunden

--- 150 Sekunden

Vorwärmung bei 550°C, 850°C und 1.050°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

1.3343

ALLGEMEINE GESCHÄFTSBEDINGUNGEN

für Bestellungen bei den Firmen Gebrüder Recknagel Präzisionsstahl GmbH, Christes und Recknagel Präzisionsstahl GmbH, Hückeswagen, Stand 1. Oktober 2019

Vorbemerkung

Unsere Arbeit soll dem Wohlstand, der Freiheit und dem Frieden der Menschen dienen. Die leidvollen Erfahrungen der Gründergeneration unserer Firma in Zeiten des Krieges und der Unfreiheit verpflichten uns zu diesen Zielen. Wir respektieren in jeder Hinsicht das Feld Ihrer wirtschaftlichen Tätigkeit, bitten aber für unser Unternehmen von Aufträgen abzusehen, die der Herstellung von Kriegswaffen dienen.

A. ALLGEMEINES /GELTUNGSBEREICH

[...]

AGB

www.stahlnetz.de

B. TECHNISCHER TEIL

B 1. Toleranzen und Bearbeitung (z.B. Feingeschliffen, Gefräst o.ä.)

Präzisionsflachstähle werden stets mit den im Katalog angegebenen Toleranzen und Ausführungen gefertigt. Sonderanfertigungen aus im Katalog /WebShop genannten Werkstoffen werden in Breite und Dicke mit den im Katalog/WebShop für den Werkstoff genannten Toleranzen und Bearbeitungen und in der Länge mit Allgemeintoleranzen nach DIN 2768-mittel gefertigt, sofern keine andere Ausführung vereinbart wird.

Für Sonderabmessungen aus anderen Werkstoffen und andere Produkte sind die Toleranzen und Ausführungen zu vereinbaren. Wird keine spezielle Vereinbarung getroffen, wird das Erzeugnis entsprechend des Standardproduktes gefertigt, mit dem es die größte Übereinstimmung aufweist.

B 2. Gehärtete Führungsleisten

Wie in der DIN 69 056-1:1992-01 für Führungsleisten berücksichtigt, erfahren gehärtete Leisten bei der Wärmebehandlung eine Volumenänderung von ca. +/- 1 %. Zur Positionstoleranz von Bohrungen beachten Sie bitte Punkt B4. Nuten, die nach der Wärmebehandlung nicht mehr bearbeitet werden, können ggf. abweichend von der Zeichnungsvorschrift nach DIN 69 056 (siehe unter „Erläuterungen“) mit vergrößertem Maß ausgeführt werden.

AGB

B 3. Nitrierte Leisten

Nitrieren ist eine sehr verzugsarme Möglichkeit, verschleißfeste Oberflächen zu erzeugen. Nitrierte Flächen bringen aber zwangsläufig gewisse Druckspannungen in der Oberfläche mit sich. Es ist daher damit zu rechnen, dass insbesondere für dünne Werkstücke eine Volumenänderung von ca. 1 % auftritt. Zur Positionstoleranz von Bohrungen beachten Sie bitte Punkt B4.

B 4. Positionstoleranz

Die Positionstoleranz der Bohrungsabstände (auch für Passbohrungen) richtet sich daher ggf. abweichend von der Zeichnungsvorschrift nach DIN 69 056-1:1992-01 für Führungsleisten. Durchgangslöcher und Senkungen können ggf. abweichend von der Zeichnungsvorschrift nach DIN 69 056 mit vergrößerten Durchmessern ausgeführt werden.

B 5. Kennzeichnung

Alle Produkte werden eindeutig gekennzeichnet mit der Werkstoffnummer und Farbkennzeichnung, ggf. auch mit der Abmessung und weiteren Daten. Die Farbkennzeichnung erfolgt entsprechend der im Katalog/WebShop verwendeten Farben.

B 6. Verpackung

Alle Präzisionsflachstähle werden einzeln korrosionsschützend verpackt. Größere, eigens angefertigte Mengen können in Verpackungseinheiten zusammengefasst werden. Als Transportverpackung wählen wir stets eine geeignete Möglichkeit. In der Regel werden kleinere Lieferungen in stabilen Kartons, größere Lieferungen in Holzkisten oder auf Paletten verpackt. Unbeschädigte Transportverpackungen werden bei freier Anlieferung zurückgenommen.

AGB

www.stahlnetz.de

C. KAUFMÄNNISCHER TEIL

[...]

C 12. Haftungsbegrenzung bei Lohnarbeiten

Bei Aufträgen zur Lohnbearbeitung beigestellter Produkte haftet der Auftraggeber dafür, dass sich die beigestellten Produkte für die vorgesehene Lohnbearbeitung eignen. Der Auftraggeber ist zu einer entsprechenden Warenausgangsprüfung vor Anlieferung seiner Produkte verpflichtet. Der Auftraggeber ist verpflichtet, rechtzeitig lesbare und verständliche Begleitdokumente zur Verfügung zu stellen. Für Fehler oder Mängel, die aus für die vorgesehene Bearbeitung ungeeigneten Werkstücken oder aus fehlenden, fehlerhaften oder undeutlichen Begleitdokumenten folgen, haften wir nicht.

Führt eine von uns durchgeführte Lohnarbeit nicht zum vereinbarten Ergebnis, haben wir die Wahl, ob wir auf unsere Berechnung der Lohnarbeit ganz oder teilweise verzichten oder ob wir die Lohnarbeit erneut durchführen, ggf. an einem Ersatzbauteil. Für am Bauteil entstandene Schäden haften wir höchstens in Höhe des Wertes unserer an diesem Bauteil erbrachten Lohnarbeit. Für Folgeschäden oder Verzugsschäden haften wir nicht. Stellt sich eine vereinbarte Lohnarbeit als nicht oder nicht wie vereinbart durchführbar heraus, haben wir das Recht, die weitere Lohnbearbeitung oder Ersatzlohnbearbeitung abzulehnen, ohne dass wir zum Ersatz eines eventuell entstandenen Schadens verpflichtet wären, gleich aus welchem Grund, es sei denn, eine gesetzliche Regelung verbietet den Haftungsausschluss unabdingbar.

[...]

AGB

IMPRESSUM

5. Auflage 2019

Stahllexikon

Gebrüder Recknagel Präzisionsstahl GmbH

Metzeler Straße 21–25
98547 Christes/Thüringen

Tel.: +49 (0) 3 68 44/4 80-0
Fax: +49 (0) 3 68 44/4 80-55
grp@stahlnetz.de

Geschäftsführer: Lutz und Peter Recknagel,
HRB-Nr. 301583, Amtsgericht Jena,
USt-IdNr.: DE 150 928 119

Recknagel Präzisionsstahl GmbH

Stahlschmidtsbrücke 14
42499 Hückeswagen/Rheinland

Tel.: +49 (0) 21 92/855-0
Fax: +49 (0) 21 92/855-50
rps@stahlnetz.de

Geschäftsführer: Lutz und Peter Recknagel,
HRB-Nr. 37616, Amtsgericht Köln,
USt-IdNr.: DE 123 238 137