

## Werkstoffblatt

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  $\leq$  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.

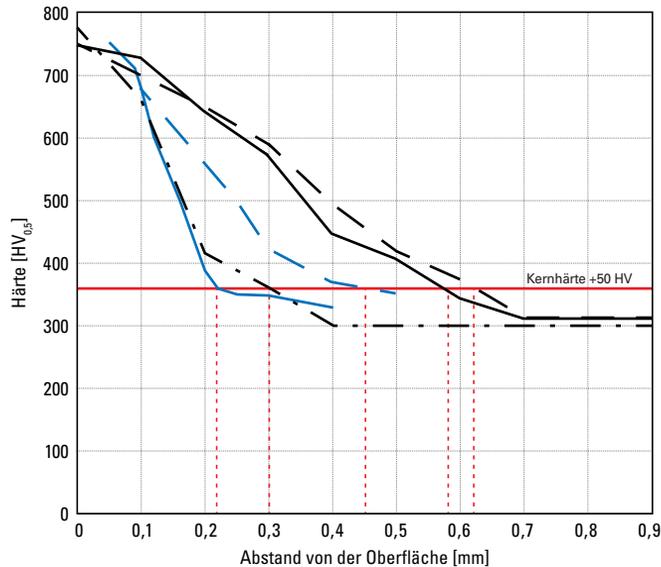
**Produkte** Präzisionsflachstahl (Standard- und Sonderabmessungen), EcoPlan®, P-Platten, VarioPlan® und Rohmaterial-zuschnitte. Maschinenbauteile und Führungsleisten individuell nach Ihren Angaben und Zeichnungen.



## Metallurgische Information

### 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

### 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	

### Einschlussgehalt (Typenwerte)

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

### Physikalische Eigenschaften (Typenwerte)

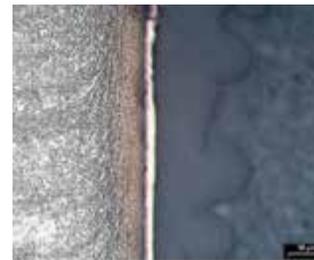
Wärmeausdehnungskoeffizient [ $10^{-6}/K$ ]

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

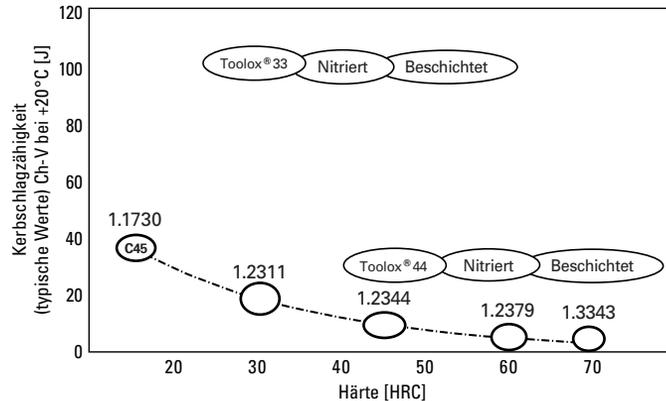
### Langzeit



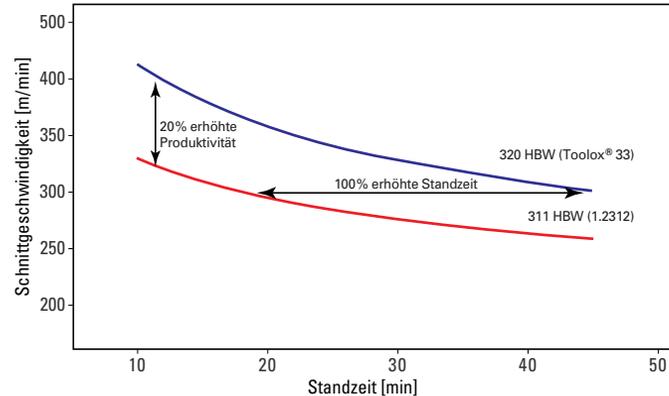
Diffusionszone,  
Verbindungsschicht 36 µm

## 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. $A_s$ [%]*	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.



## 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 narbungsgeeignet. Andere Einsatzbereiche: Blechumformwerkzeuge, Verschleißteile, Konstruktionsteile sowie Maschinenspindeln.

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



## Dämpfungseigenschaften

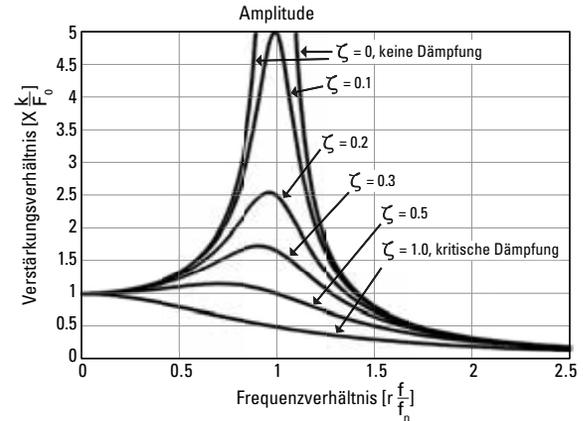
Toolox® 44 wurde in Schweden schon früh erfolgreich für Grundkörper hochwertiger Zerspanungswerkzeuge wie WP-Bohrer, Fräser und Abstechwerkzeuge eingesetzt. Dabei zeigten sich ruhiger Lauf und lange Standzeiten, gerade auch im direkten Vergleich zu bisher üblichen Werkstoffen. Mehrere wissenschaftliche 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 auskragende 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 $\zeta$



Werkstoff	Rel. Dämpfung $\zeta$ %
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

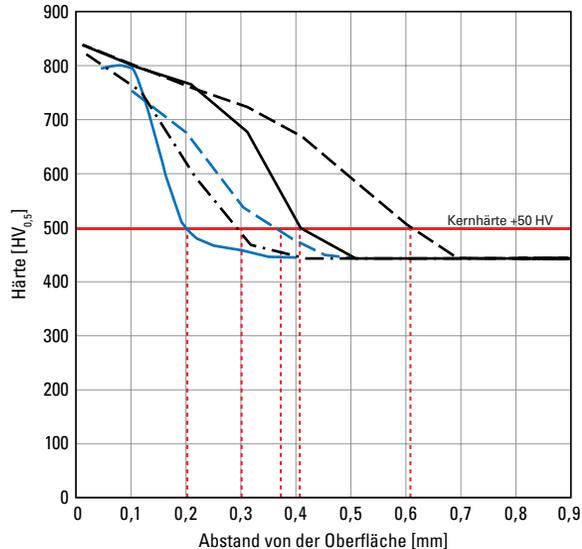
# TOOLOX® 44

## 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=7 µm
- - - Plasmanitrieren, Langzeit: NHD=0,38mm, VS=7 µm

### 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)	6 µm
Flächenanteil	0,015%
Länge-Breite-Verhältnis	1,2

### Physikalische Eigenschaften (Typenwerte)

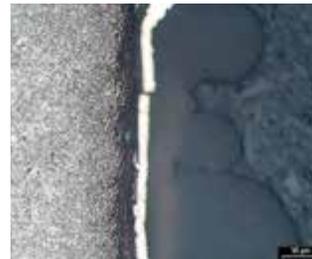
Wärmeausdehnungskoeffizient [10<sup>-6</sup>/K]

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

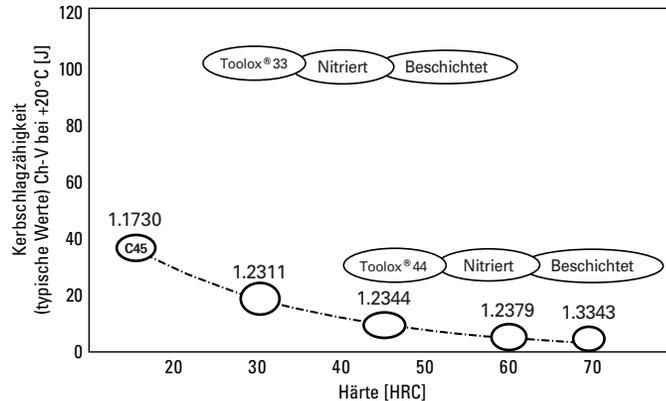


Diffusionszone,  
Verbindungsschicht 34 µm



## Oberflächentechnik

Hart und Zäh



## Mechanische Eigenschaften (typische Werte\*)

	garantierte Härte [HBW]	Härte typ. [HRC]*	garantierte Kerbschlagarbeit Min [J]	Kerbschlagarbeit typ. [J]*	Dehngrenze typ. $R_{p0,2}$ [MPa]*	Zugfestigkeit typ. $R_m$ [MPa]*	Bruchdehnung typ. $A_s$ [%]*	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.



## 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



		C <sup>(*)</sup>	Si <sup>(*)</sup>	Mn <sup>(*)</sup>	P <sup>(*)</sup>	S <sup>(*)</sup>	Cr <sup>(*)</sup>	Ni <sup>(*)</sup>	Mo <sup>(*)</sup>	B <sup>(*)</sup>
<b>Kaltband</b>	max.	0,18	0,25	1,30	0,015	0,004	0,10	0,10	0,04	0,003
<b>Warmband &amp; Quarteblech</b>	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 (Quarteblech 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



## Ebenheit

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

	<b>Dickenbereiche [mm]</b>						
	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
<b>Warmband Klasse A</b>		3 mm					
<b>Kaltband Klasse B</b>	6 mm						
<b>Quarteblech Klasse D</b>			15 mm	7 mm	5 mm	4 mm	3 mm

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

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

## Schweißbarkeit

	<b>Kohlenstoffäquivalent CET (CEV)</b>							
<b>Dicke</b>	<b>Kaltband 0,7-2,1</b>	<b>Warmband 2,0-8,0</b>	<b>Blech 3,2-4,9</b>	<b>Blech 5,0-9,9</b>	<b>Quarteblech 10,0-19,9</b>	<b>Quarteblech 20,0-39,9</b>	<b>Quarteblech 40,0-80,0</b>	<b>Quarteblech 80,1-130,0</b>
<b>Max.</b>	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)
<b>Typ.</b>	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)

$$CET = C + \frac{Mn + Mo}{10} + \frac{Cr + Cu}{20} + \frac{Ni}{40}$$

$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Cu + Ni}{15}$$

## Biegen

Die Biegebarkeit für Quarteblech entspricht der Hardox® Biegegarantie Klasse E. Bandlech 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.

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



## Werkstoffblatt

	C <sup>*)</sup>	Si <sup>*)</sup>	Mn <sup>*)</sup>	P <sup>*)</sup>	S <sup>*)</sup>	Cr <sup>*)</sup>	Ni <sup>*)</sup>	Mo <sup>*)</sup>	B <sup>*)</sup>
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 (Garantierter Wert) Mindest-Oberflächenhärte durchgehärtet.

**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.

	<b>Dickenbereiche [mm]</b>			
	6,0–7,9	8,0–24,9	25,0–39,9	40,0–65,0
<b>Klasse E</b>	11 mm	10 mm	9 mm	8 mm

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

### Schweißbarkeit

(Bitte Hinweise ab Seite 82 beachten)

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

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



# 1.1730 C 45 U

Chemische Zusammensetzung [%]

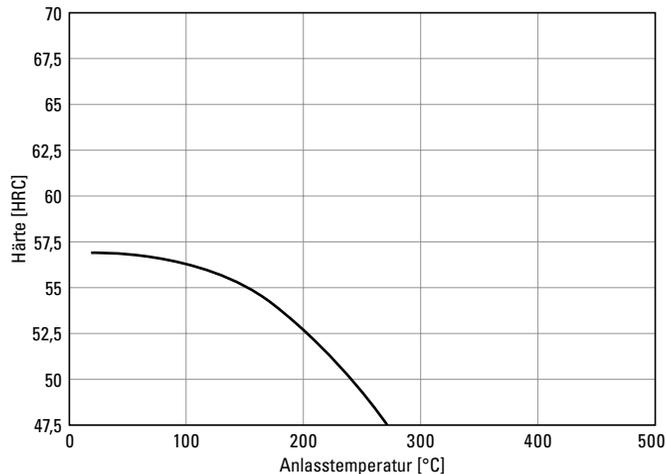
	C	Si	Mn	P	S
max.	0,50	0,40	0,80	0,03	0,03
min.	0,42	0,15	0,60		

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

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

## Anlassschaubild

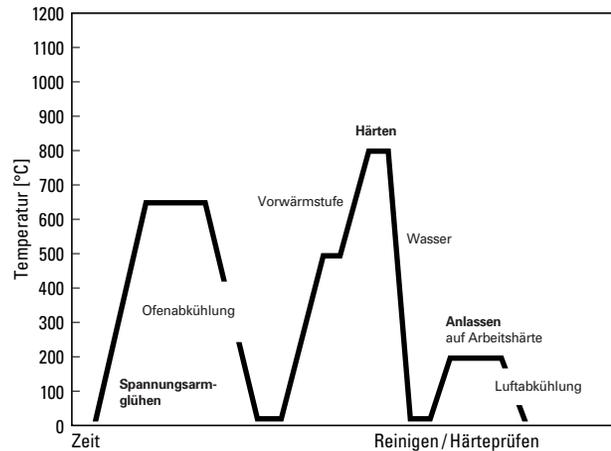
Härtetemperatur: 810° C, Probequerschnitt: Vkt. 20 mm



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

**Farbkennzeichnung: Weiß**

## Wärmebehandlungsschema



1.1730



# 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.

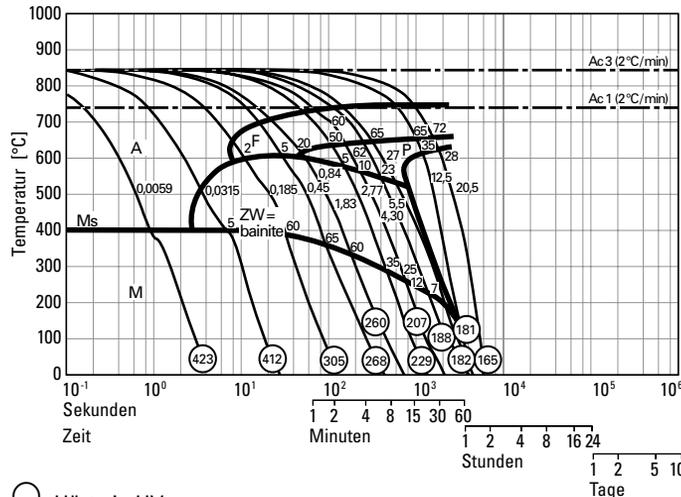
Diesen Werkstoff erhalten Sie bei uns als Präzisionsflachstahl Sonderanfertigung, EcoPlan®, VarioPlan®, VarioRond® und als Rohmaterialzuschnitt.

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

**Farbkennzeichnung: Mint**

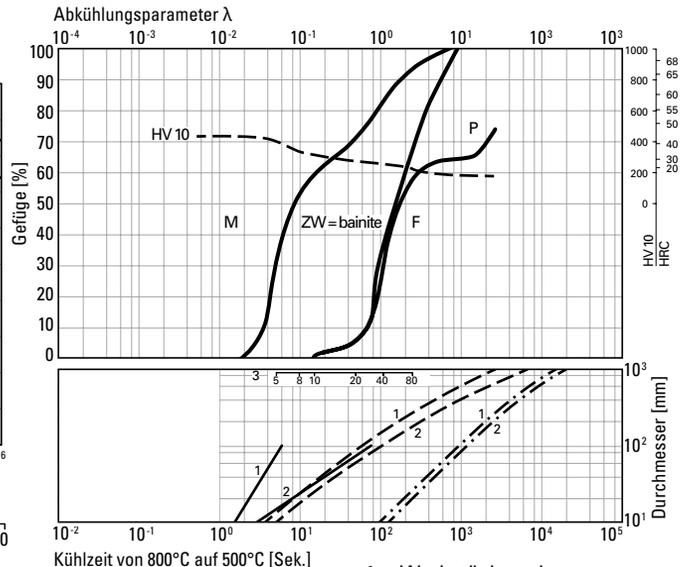
## ZTU-Schaubild für kontinuierliche Abkühlung

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  $s \times 10^{-2}$

## Gefügemengenschaubild



— Wasserkühlung  
 --- Ölbadkühlung  
 - - - Luftabkühlung

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

WebShop:  
[www.stahlnetz.de](http://www.stahlnetz.de)



Telefon: +49 (0) 3 68 44 / 480 - 0 • Telefax: +49 (0) 3 68 44 / 480 - 55 • [grp@stahlnetz.de](mailto:grp@stahlnetz.de)

GEBRÜDER  
**RECKNAGEL**  
 Präzision in Stahl

117

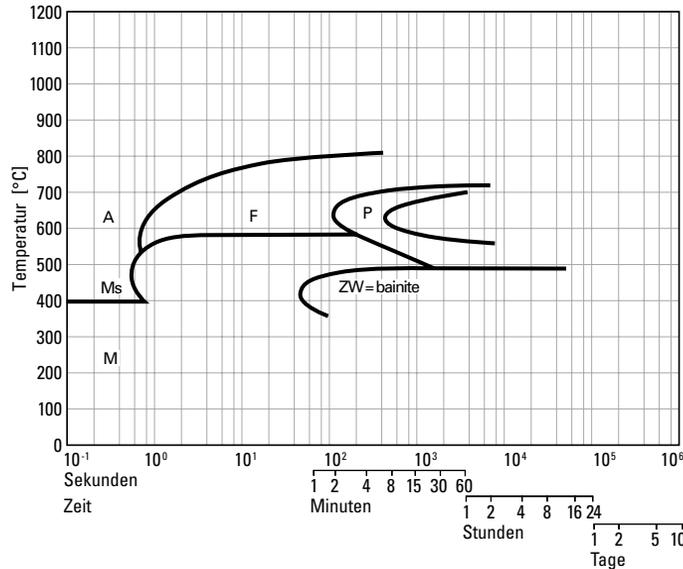
# 1.7131 16 MnCr 5

Chemische Zusammensetzung [%]

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

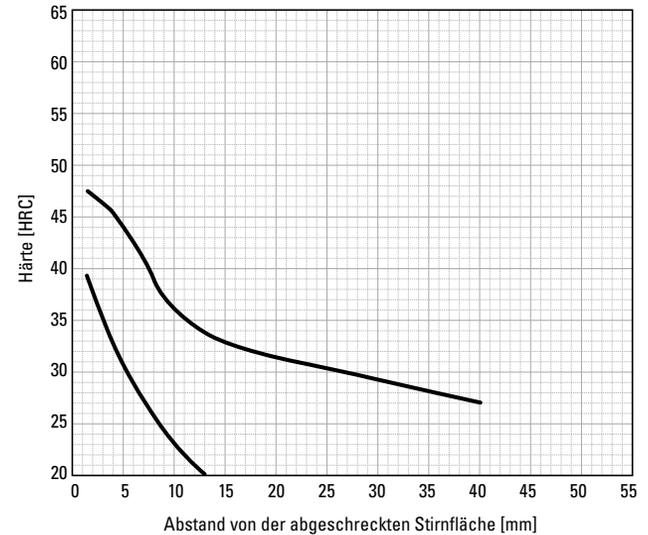
## Isothermisches ZTU-Schaubild

Austenitisierungstemperatur: 870°C, Haltedauer: 10 Minuten



## Stirnabschreckversuch

Härtetemperatur: 870°C



# 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

1.2842

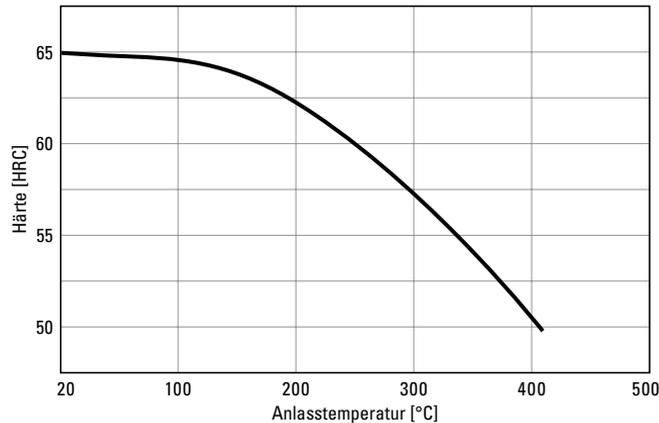
Kaltarbeitswerkzeugstahl zur Herstellung von Werkzeugen, Lehren, Vorrichtungen, Schablonen, Führungsleisten und Bauteilen aller Art.

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.

## Anlassschaubild

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

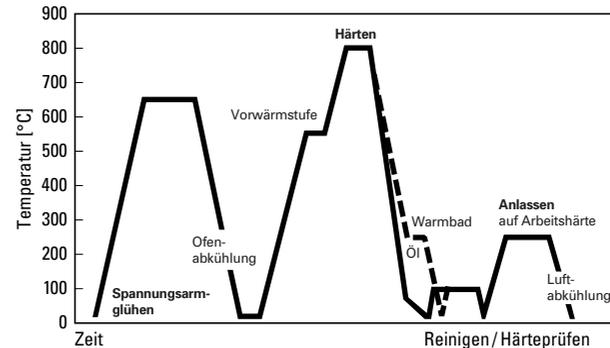


Bei der Wärmebehandlung ist darauf zu achten, dass 1.2842 ein Durchhärter ist, der bei der Wärmebehandlung eine Volumenveränderung von ca. 1% erfährt, sich jedoch sehr verzugsarm verhält. Werkstückquerschnitte über 40mm Dicke könnten teilweise niedrigere Härten als 58–62 HRC nach sich ziehen. Für größere 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.

## Farbkennzeichnung: Blau

## Wärmebehandlungsschema





# 1.2842 90 MnCrV 8

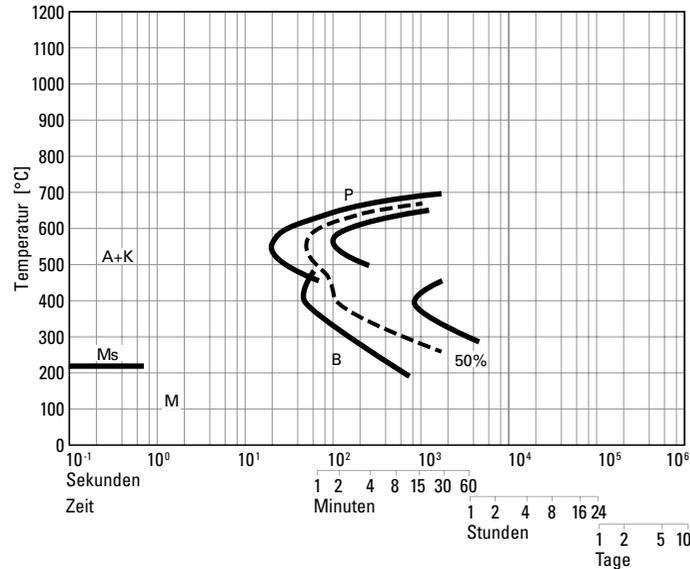
Chemische Zusammensetzung [%]

	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

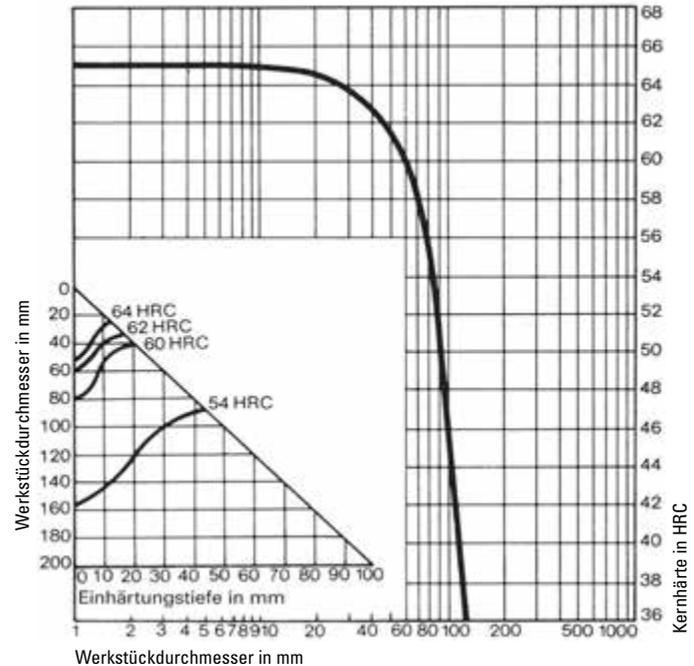
1.2842

## Isothermisches ZTU-Schaubild

Austenitisierungstemperatur: 820°C, Haltedauer: 15 Minuten



## Abhängigkeit der Kernhärte und der Einhärtetiefe vom Werkstückdurchmesser



Härtetemperatur: 820°C  
Härtemittel: Öl

## 1.2363 X 100 CrMoV 5

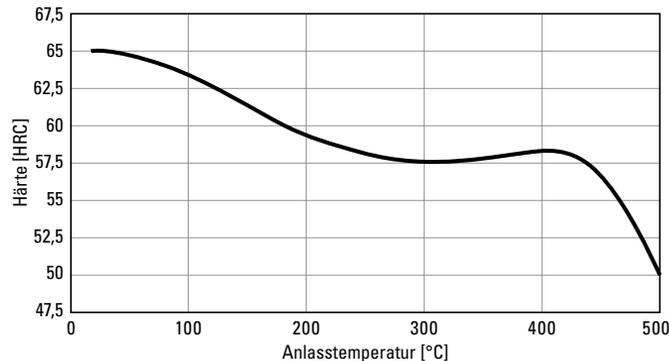
Kaltarbeitswerkzeugstahl zur Herstellung von Schneidwerkzeugen, Gewindewalzbacken sowie Scherenmessern und gehärteten Führungsleisten großer Querschnitte.

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.

### Anlassschaubild

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



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

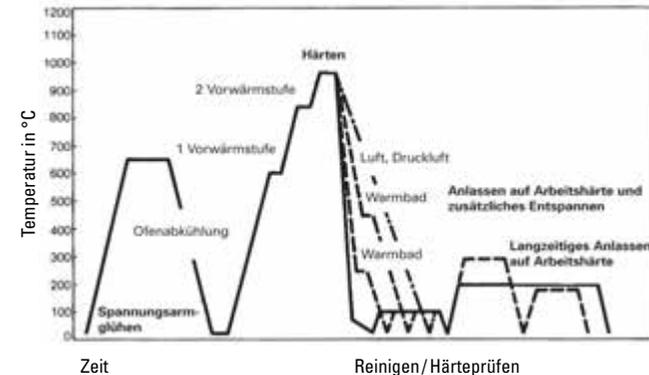
1.2363 lässt sich gut bearbeiten und nimmt Härten von bis zu 63 HRC an, durch Sekundärhärten erzielt man gute Verschleißigenschaften. Auch größere Bauteilquerschnitte von Führungsleisten sind gut durchhärbar, hier ist 1.2363 der ideale Werkstoff für gehärtete Führungsleisten über 40mm Dicke.

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

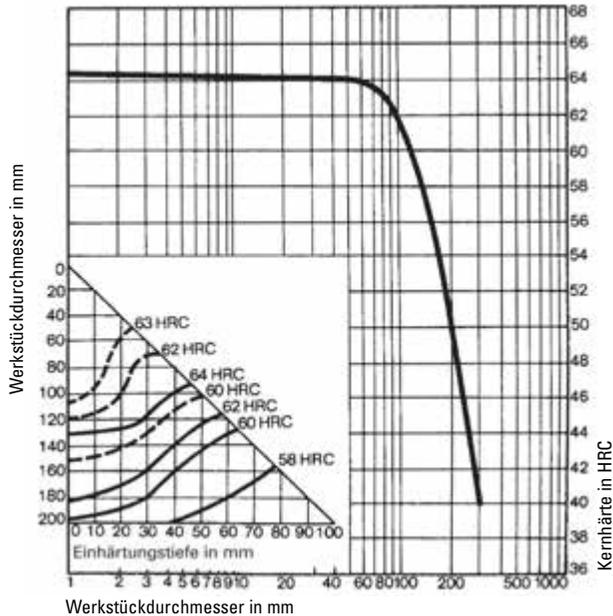


# 1.2363 X 100 CrMoV 5

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

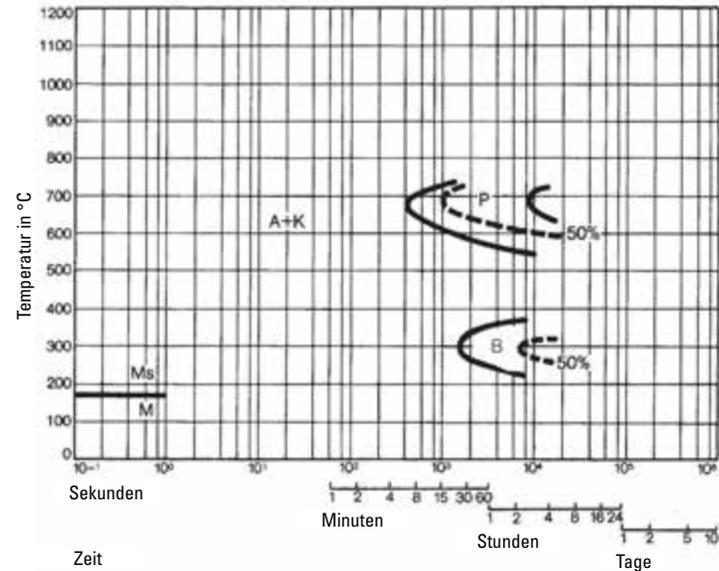
## Abhängigkeit der Kernhärte und der Einhärtetiefe vom Werkstückdurchmesser



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

## Isothermisches ZTU-Schaubild

Austenitisierungstemperatur: 960°C, Haltedauer: 15 Minuten



1.2363

# 1.2363 X 100 CrMoV 5

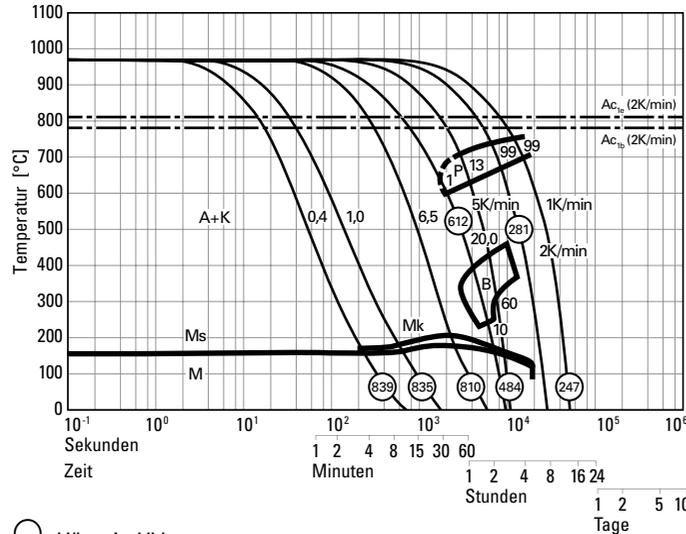
Chemische Zusammensetzung [%]

	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

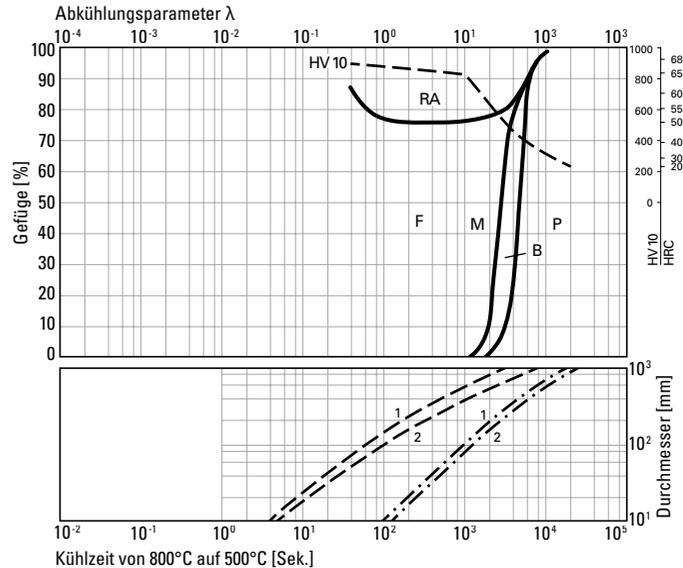
## ZTU-Schaubild für kontinuierliche Abkühlung

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 x 10<sup>-2</sup>
- 5 . . . 1K/min Abkühlungsgeschwindigkeit in K/min im Bereich von 800–500 °C
- Mk .....Korngrößenmartensit
- B .....Bainit

## Gefügemengenschaubild



- Ölbadkühlung
- - - Luftabkühlung
- 1 ..... Werkstückrand
- 2 ..... Werkstückzentrum

WebShop:



140 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

# 1.2436 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®.

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

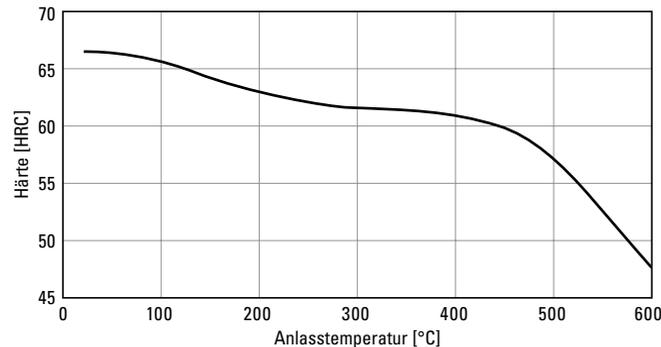
1.2436 erhalten Sie bei uns auch individuell nach Ihren Angaben als fertig bearbeitetes Zeichnungsteil.

**Farbkennzeichnung: Grün**

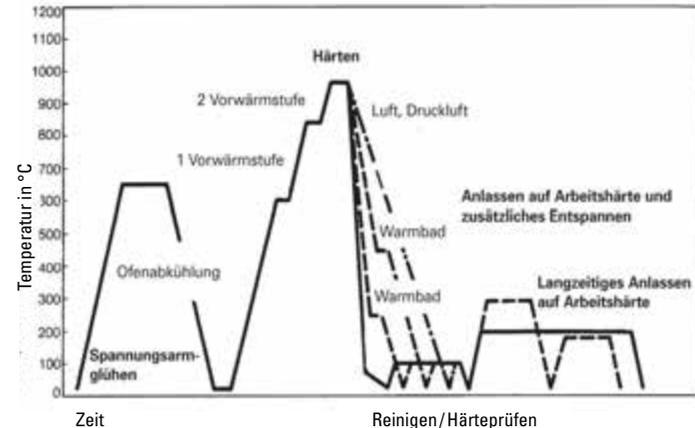
1.2436

## Anlassschaubild

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



## Wärmebehandlungsschema



# 1.2436 X 210 CrW 12

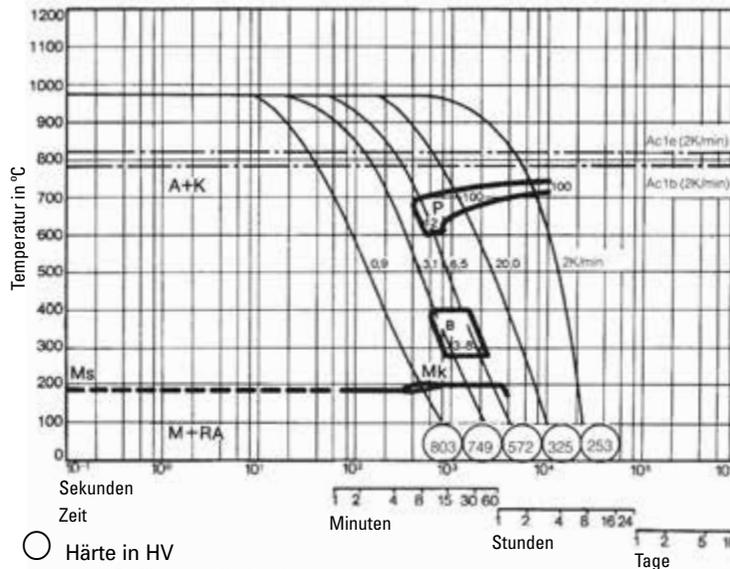
Chemische Zusammensetzung [%]

	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

1.2436

## 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/mins ..... Abkühlungsgeschwindigkeit

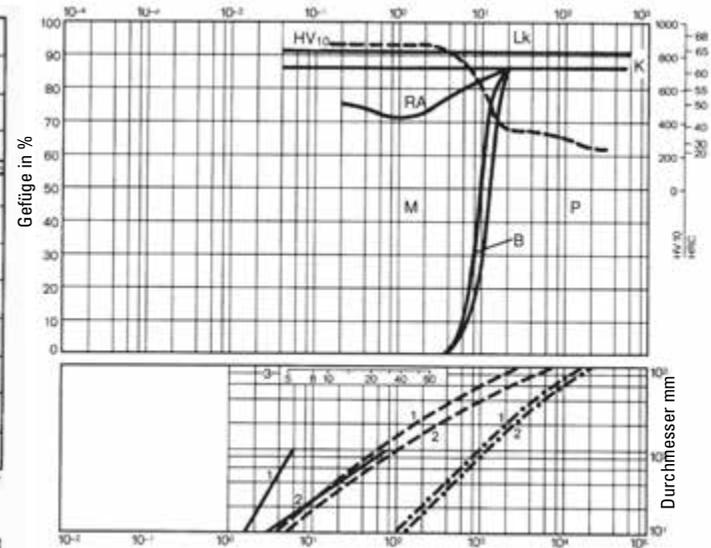
in K/min im Bereich von 800–500 °C

Mk ..... Korngrenzenmartensit

B ..... Bainit

## Gefügemengenschaubild

Abkühlungsparameter  $\lambda$



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

WebShop:

146 [www.stahlnetz.de](http://www.stahlnetz.de)



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

GEBRÜDER  
**RECKNAGEL**  
Präzision in Stahl

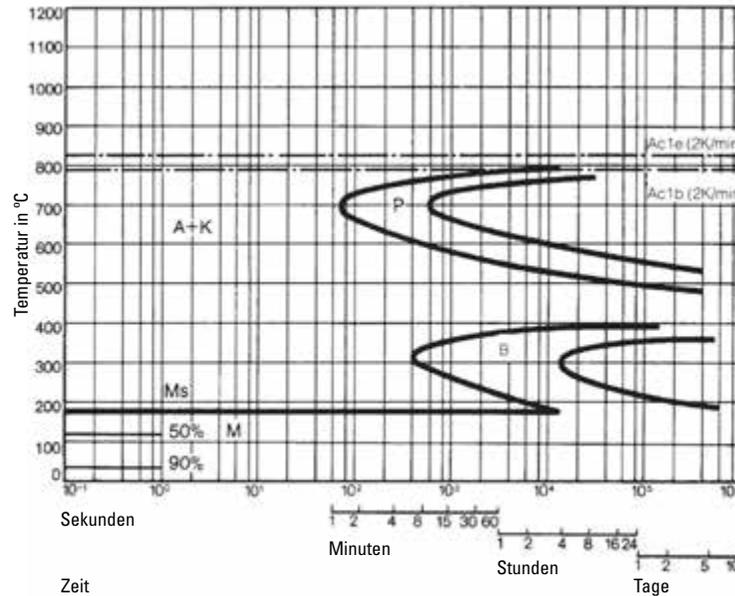
# 1.2436 X 210 CrW 12

Chemische Zusammensetzung [%]

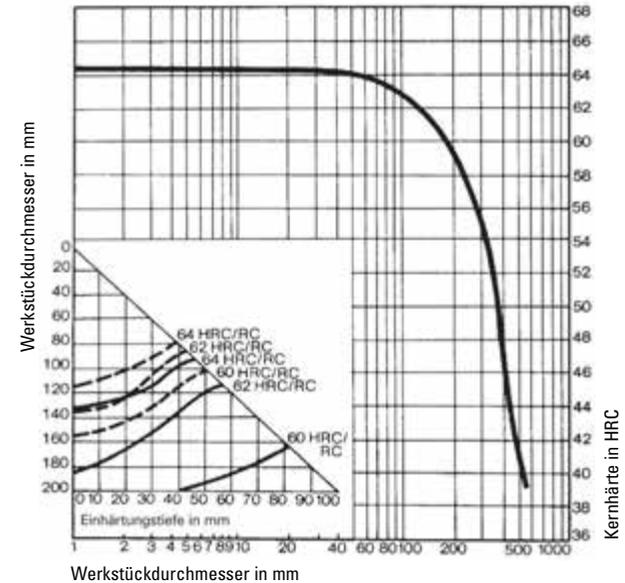
	C	Si	Mn	Cr	W
max.	2,3	0,4	0,6	13,0	0,8
min.	2,0	0,1	0,3	11,0	0,6

## Isothermisches ZTU-Schaubild

Austenitisierungstemperatur: 980°C, Haltedauer: 30 Minuten



## Abhängigkeit der Kernhärte und der Einhärtetiefe vom Werkstückdurchmesser



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

1.2436

# 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.

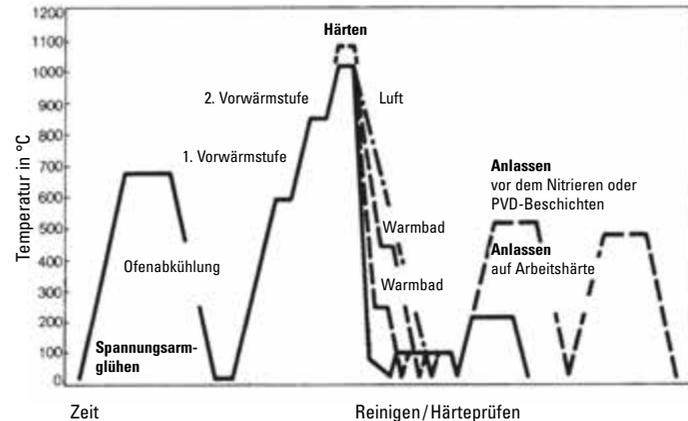
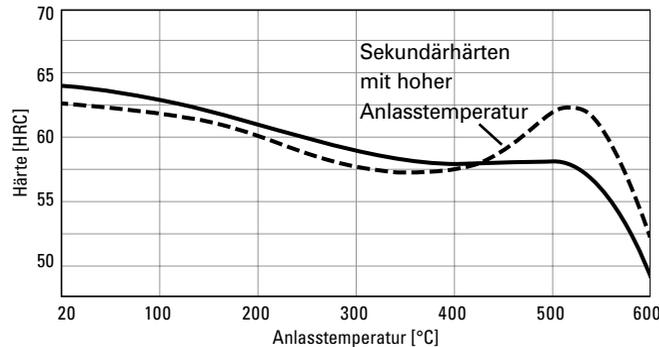
**Farbkennzeichnung: Schwarz**

## Wärmebehandlungsschema

Austenitisierungstemperatur: 1020°C, Haltedauer: 30 Minuten

1.2379

## Anlassschaubild



WebShop:



158 [www.stahlnetz.de](http://www.stahlnetz.de)

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

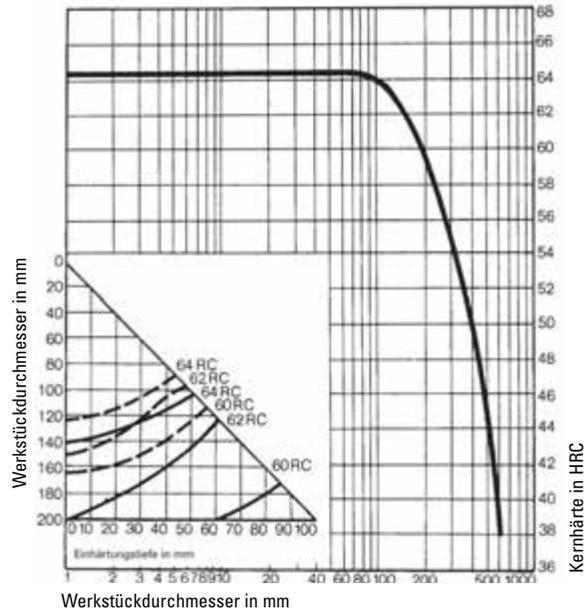
**GEBRÜDER RECKNAGEL**  
Präzision in Stahl

# 1.2379 X 153 CrMoV 12

Chemische Zusammensetzung [%]

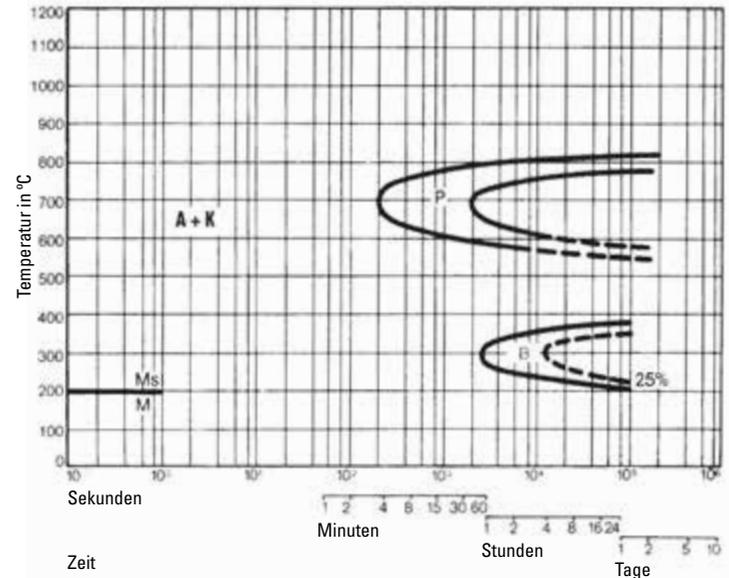
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V
max.	1,60	0,6	0,6	0,03	0,03	13,0	1,0	1,0
min.	1,45	0,1	0,2			11,0	0,7	0,7

## Abhängigkeit der Kernhärte und der Einhärte tiefe vom Werkstückdurchmesser



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

## Isothermisches ZTU-Schaubild



1.2379

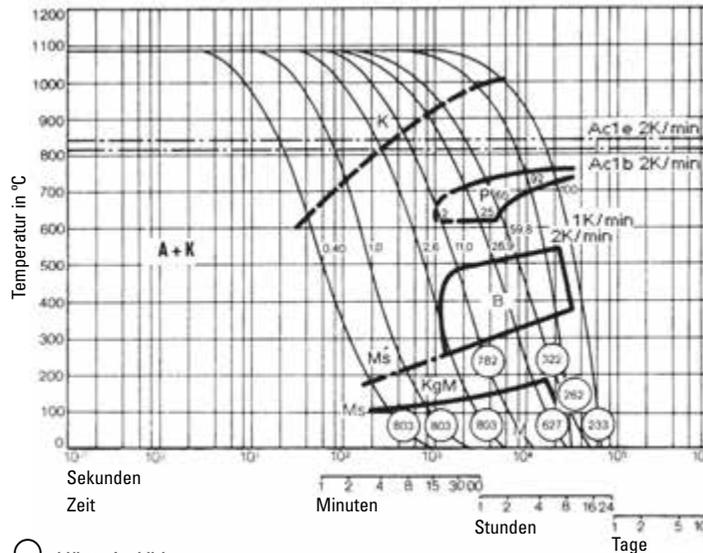
# 1.2379 X 153 CrMoV 12

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  $s \times 10^{-2}$

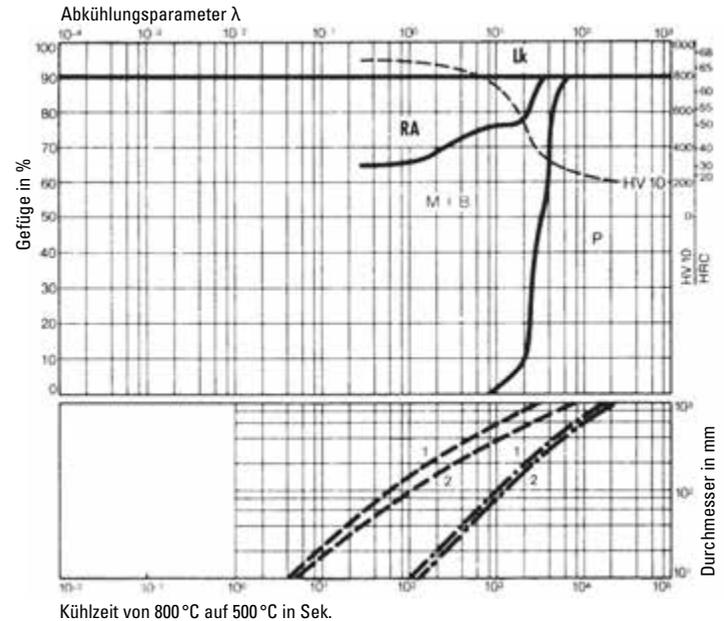
2 . . . 1K/min Abkühlungsgeschwindigkeit

in K/min im Bereich von 800–500°C

Ms'-Ms ..... Bereich der Korngrenzenmartensitbildung

KgM ..... Korngrenzenmartensit

## Gefügemengenschaubild



Lk .....Ledeburitkarbid

RA .....Restaustenit

B .....Bainit

P .....Perlit

K .....Karbide

--- Ölabkühlung

- · - Luftabkühlung

1 ..... Werkstückrand

2 ..... Werkstückzentrum

WebShop:



160 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

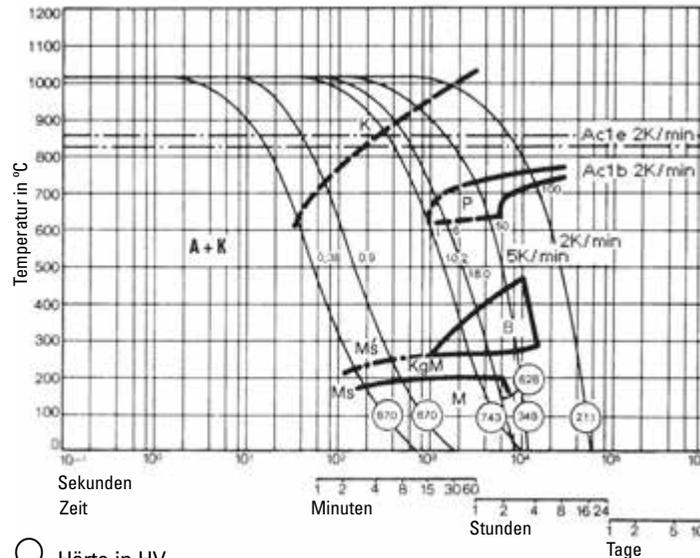
# 1.2379 X 153 CrMoV 12

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

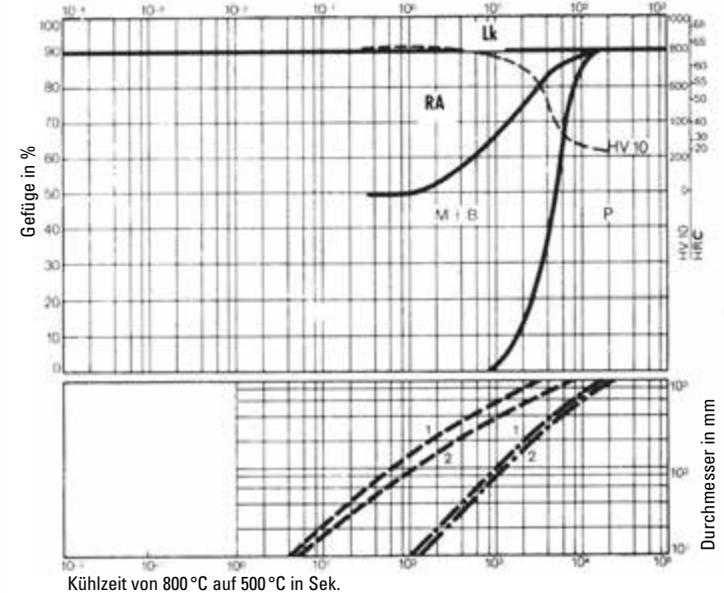
Austenitisierungstemperatur: 1020°C, Haltedauer: 30 Minuten



- 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  $\lambda$



- Lk .....Ledeburitkarbid
- RA .....Restaustenit
- B .....Bainit
- P .....Perlit
- K .....Karbid
- Ölabkühlung
- - - Luftabkühlung
- 1 ..... Werkstückrand
- 2 ..... Werkstückzentrum

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](http://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

**Standard**

Industeel: TENASTEEL®

EURONORM: Familie der X 110 CrMoV 8

**Chemische Zusammensetzung [%]**

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

Typische Werte gemäß dem Lastenheft 2001/06/08MJ1

**Mechanische Eigenschaften**

(Typische Werte)

Härte [HB] im geglühten Zustand	Härte [HRC] behandelter Zustand	Elastizitätsmodul [MPa]	Druckfestigkeit [MPa]	Kerbschlagzähigkeit [J/cm <sup>2</sup> ] (*)
250 HB max	56	205	2210	40
	62	205	2550	25

\*ungekerbte Proben

**Physikalische Eigenschaften**

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

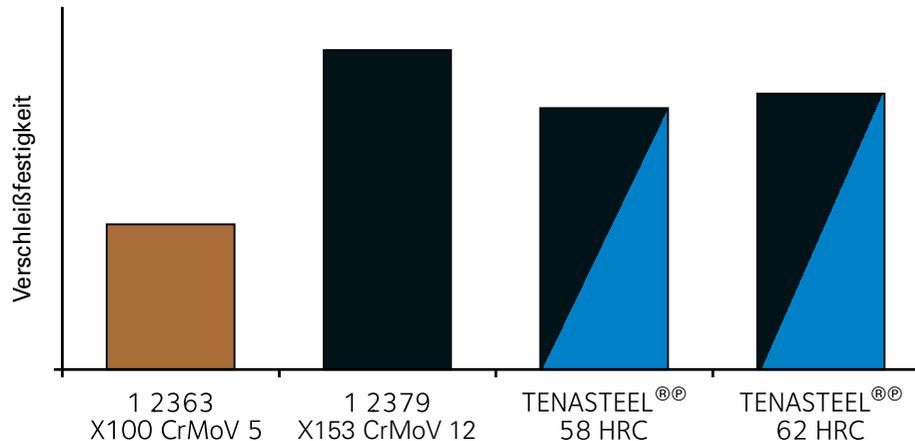
Wärmekapazität (20 °C) [J·kg <sup>-1</sup> · K <sup>-1</sup> ]	Dichte (20 °C) [kg · dm <sup>-3</sup> ]
460	7,75



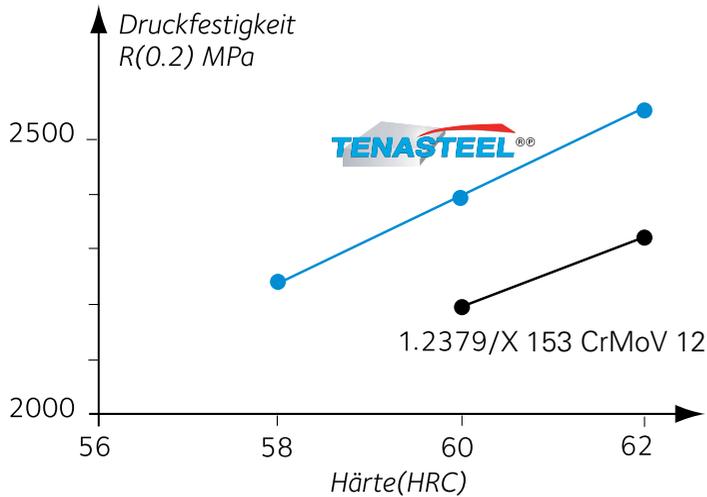
## Verschleißfestigkeit

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.



### 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

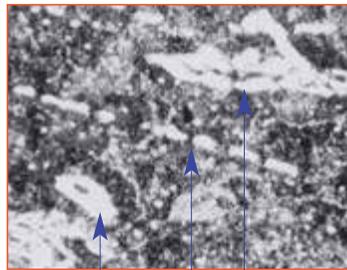


## Mikrostruktur

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

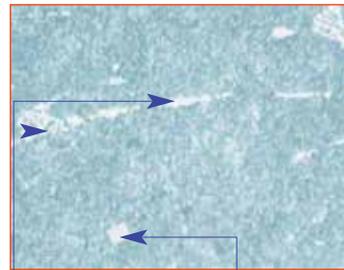
Die nachstehend abgebildeten Mikrofotografien veranschaulichen perfekt den allgemeinen Verfeinerungszustand der mit TENASTEEL® erzielten Struktur im Vergleich zum 1.2379 / X 153 CrMoV 12.

1.2379 / X 153 CrMoV 12



Grobe Chromkarbide

TENASTEEL®



20 µm

Feine Chrom-,  
Molybdän-/  
Vanadiumkarbide  
Titanaus-  
scheidungen



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.

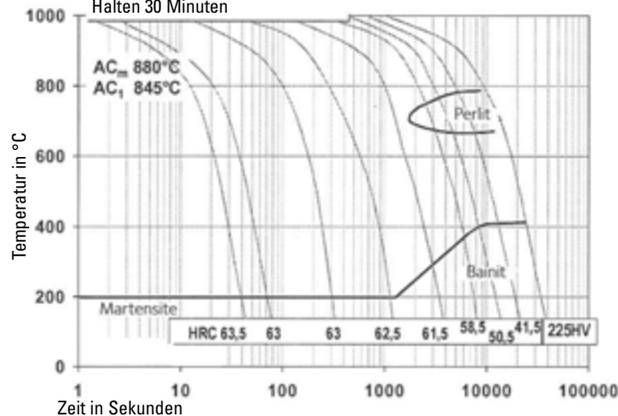
**Umformpunkte**

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

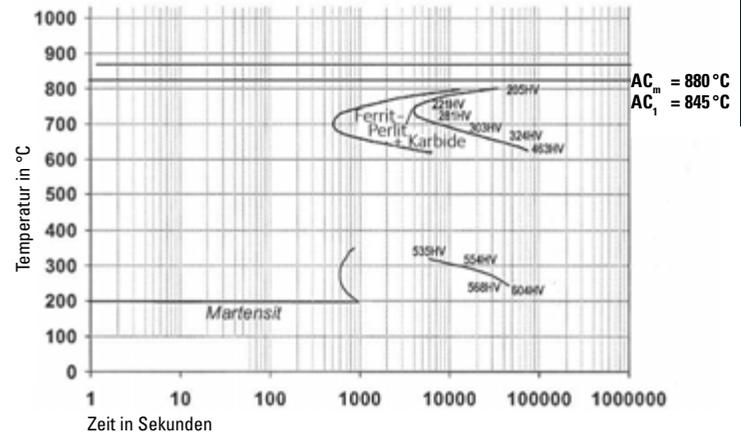
AC <sub>1</sub> °C	AC <sub>m</sub> °C	M <sub>s</sub> °C
845	880	200

**ZTU-Schaubild für kontinuierliche Abkühlung**

Austenitisierung 1030°C,  
Halten 30 Minuten



**Isothermisches ZTU-Schaubild**



## 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.

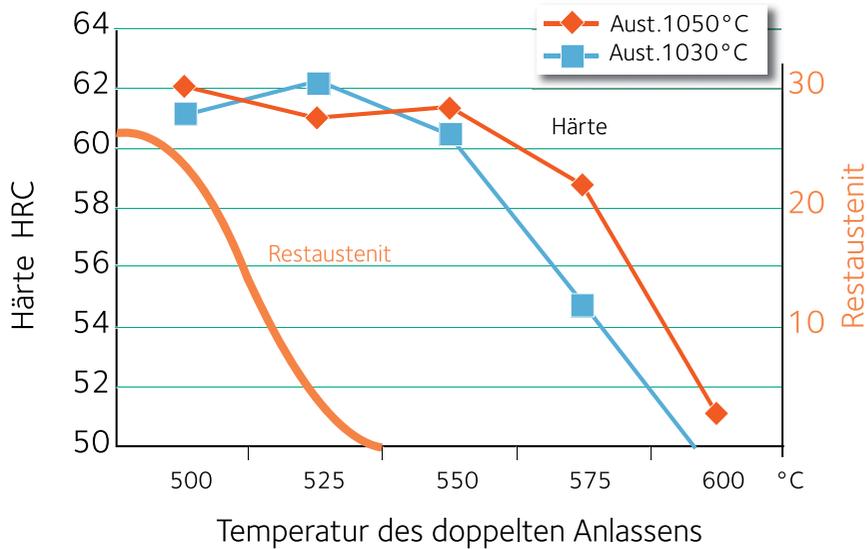
Das Ölhärten ist Werkzeugen mit einfacher Geometrie vorzubehalten, wenn die anderen erwähnten Methoden nicht ausreichen, um eine ausreichende Abkühlgeschwindigkeit sicherzustellen (siehe ZTU-Schaubilder).

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.



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



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.

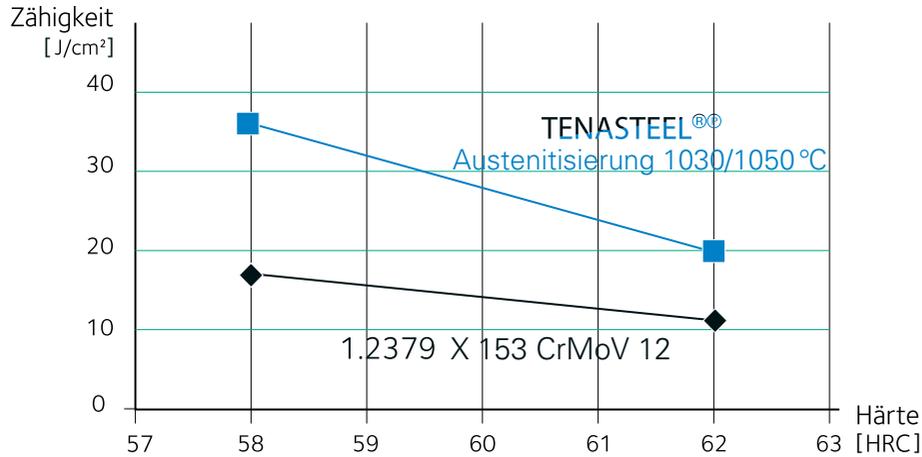
Umgekehrt können an Teilen, die unter 500°C angelassen wurden (20% Restaustenit), nach der Behandlung noch Maßänderungen vorkommen.

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.



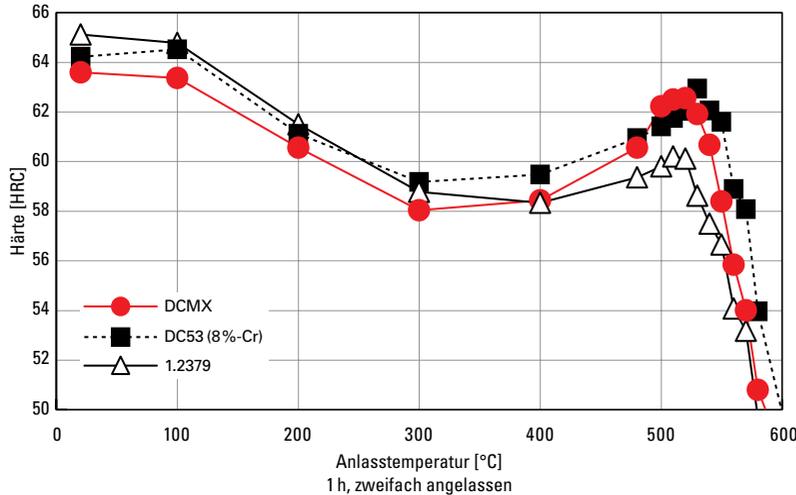


<b>Anlasstemperatur (°C) (Aust. 1030 °C)</b>	560	555	550	540	525	°C
<b>Anlasstemperatur (°C) (Aust. 1050 °C)</b>	580	575	565	550	525	°C

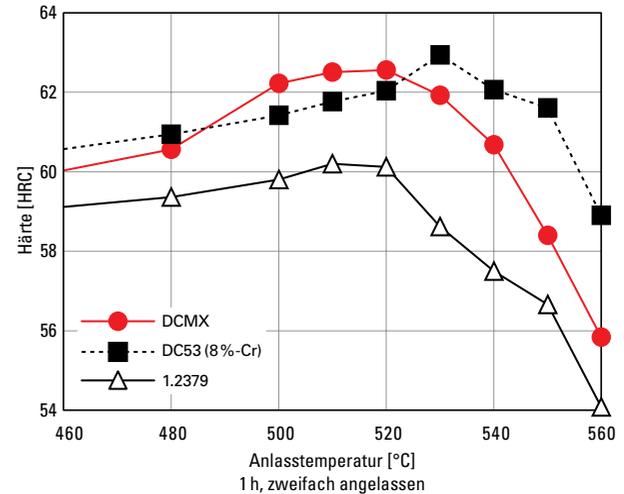


	C	Si	Mn	Cr	Mo	V
Richtanalyse Gew.-%	0,7	2,0	1,0	6,8	1,4	0,2

## Anlassbehandlung



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

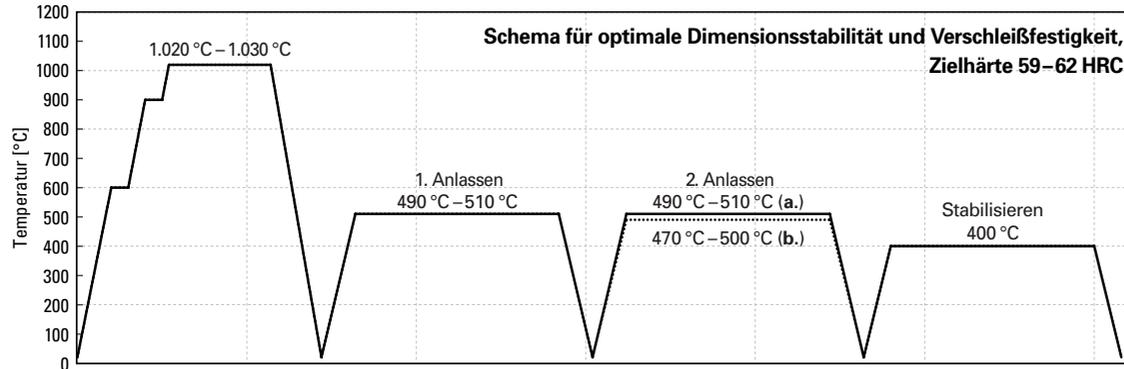


Hochfeste Stähle werden immer häufiger zur Gewichtsreduzierung an Kraftfahrzeugen verwendet. Daraus ergeben sich besondere Anforderungen an Werkzeugstähle in Hinblick auf Abplatzungen, Risse, Abrasiv- und Reibverschleiß. Kosteneffizienz und sichere Herstellungsverfahren des Werkzeugs sind gefragt. Dabei 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.



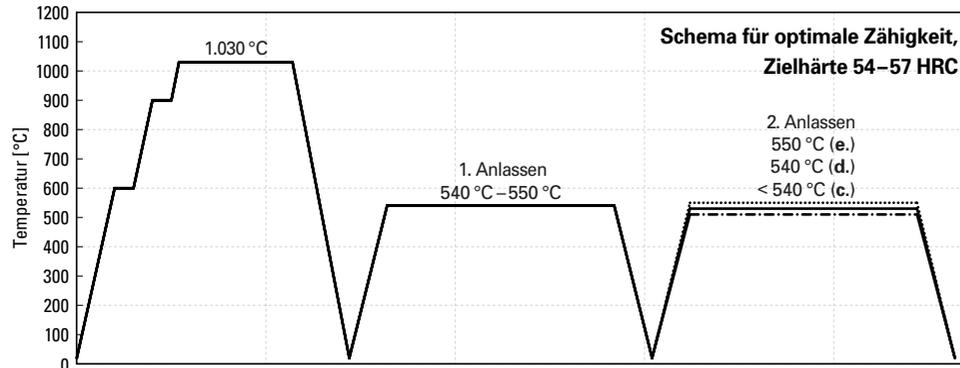
	C	Si	Mn	Cr	Mo	V
Richtanalyse Gew.-%	0,7	2,0	1,0	6,8	1,4	0,2

## 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



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

<b>Warmumformung</b>	<b>Behandlungstemperaturen</b>				<b>Härte</b>	
	<b>Glühen</b>	<b>Härten</b>	<b>Anlassen</b>	<b>Stabilisierung</b>	<b>Geglüht</b>	<b>Gehärtet</b>
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.

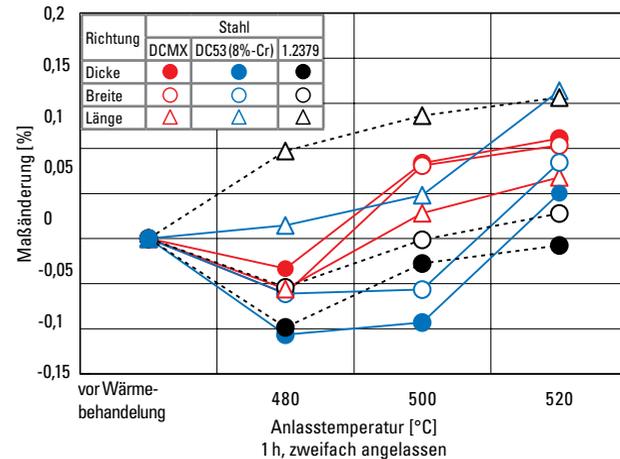
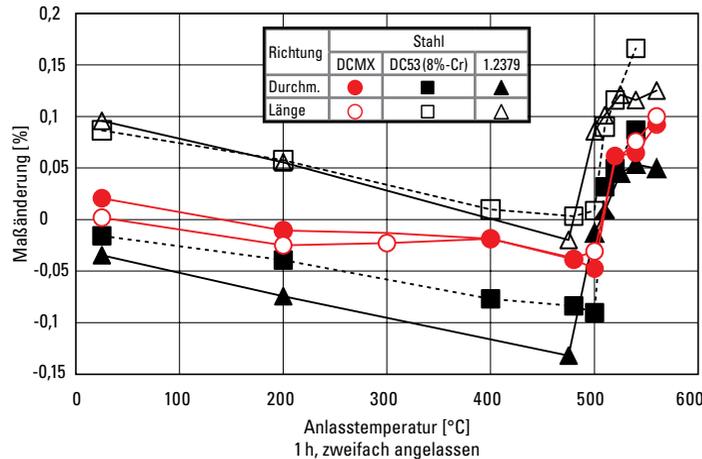
	C	Si	Mn	Cr	Mo	V
Richtanalyse Gew.-%	0,7	2,0	1,0	6,8	1,4	0,2

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



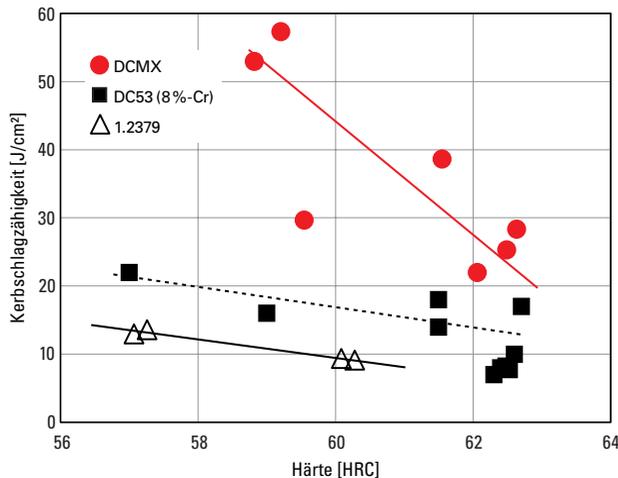
	C	Si	Mn	Cr	Mo	V
Richtanalyse Gew.-%	0,7	2,0	1,0	6,8	1,4	0,2

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,

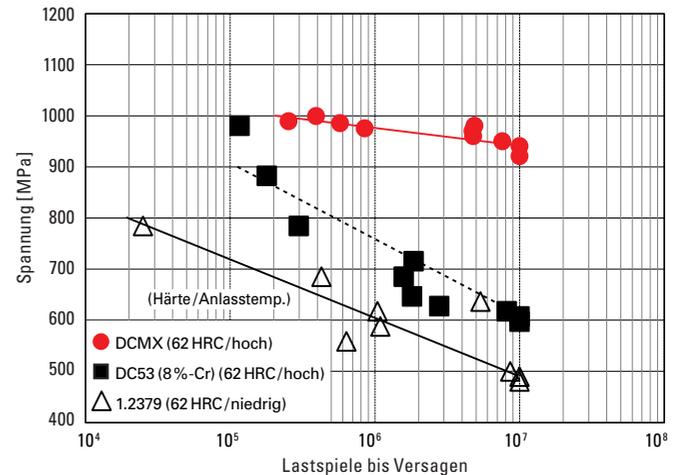
Härten 1.030°C, Anlasstemperatur hoch



## Dauerfestigkeit / Materialermüdung

Wöhlerversuch (Längsrichtung),

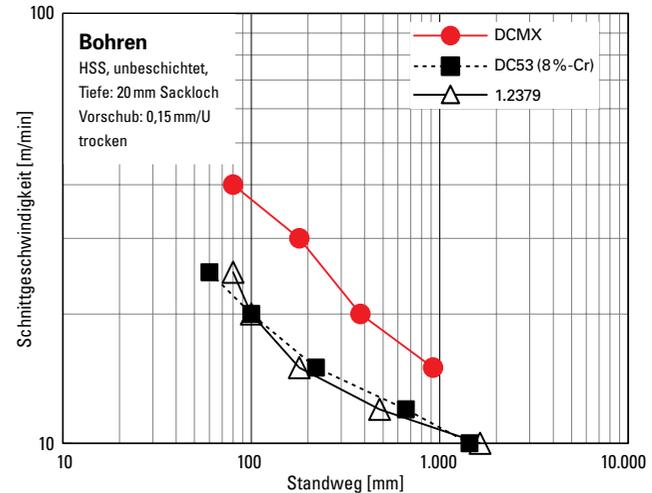
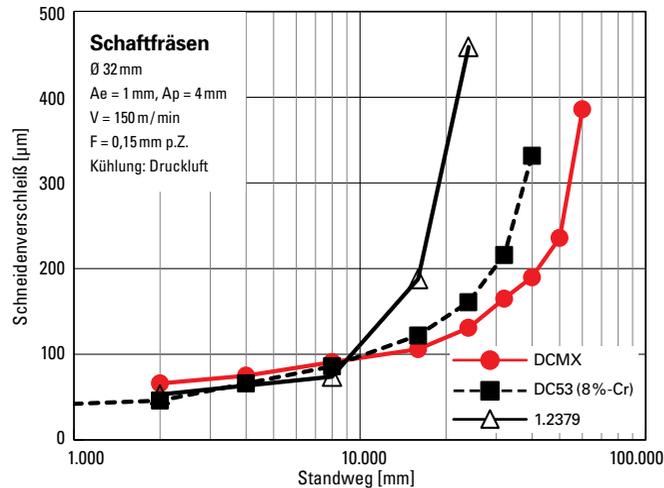
Härten 1.030°C, Gasabkühlung



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

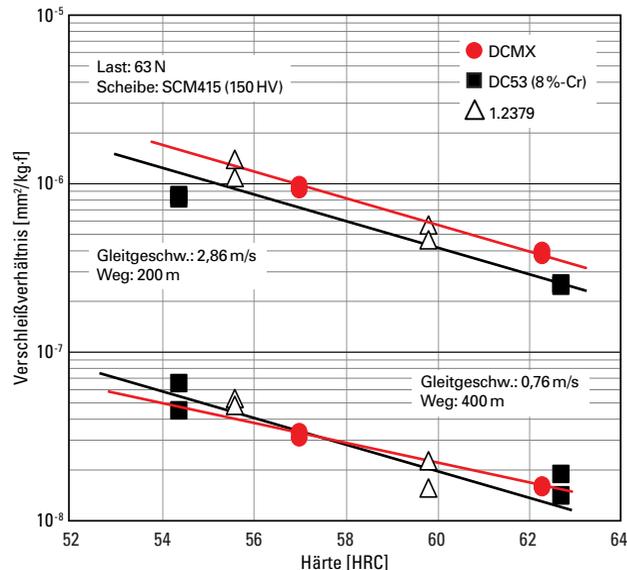
Sowohl in ungehärtetem, als auch insbesondere in gehärtetem Zustand ist die Bearbeitbarkeit unvergleichlich gut, verbunden mit längerer Werkzeugstandzeit oder der Möglichkeit schnellerer Bearbeitung.

## Bearbeitbarkeit im Vergleich (in geglühtem Zustand)



	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 62 HRC 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.

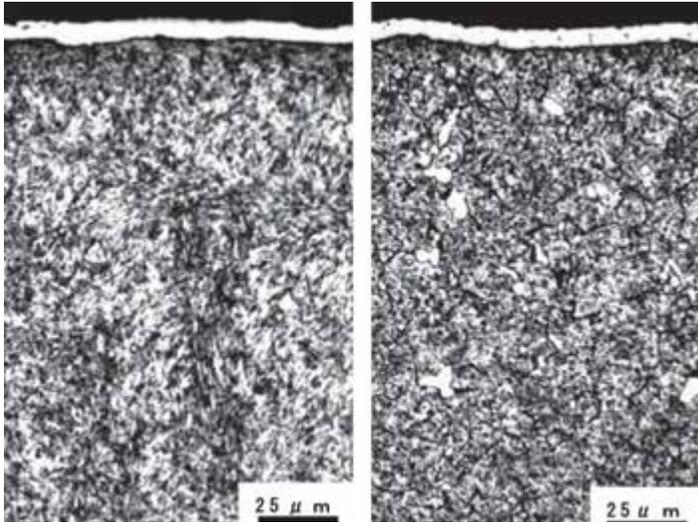
	C	Si	Mn	Cr	Mo	V
Richtanalyse Gew.-%	0,7	2,0	1,0	6,8	1,4	0,2

## Beschichtung

Thermoreaktive Diffusionsschicht: DOWA Thermo Engineering.

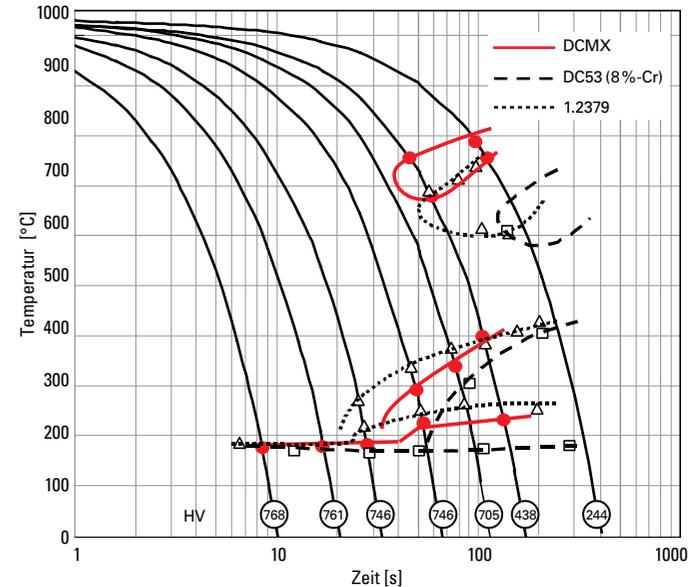
DCMX

1.2379



## 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.

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

## Physikalische Eigenschaften

<i>Wärmeausdehnungskoeffizient [10<sup>-6</sup>/K]</i>						
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

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

<i>Spezifische Wärme [J/kgK]</i>					
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/dm<sup>3</sup>,

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.



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

## Werkstoffvergleich

<b>Eigenschaft</b>		<b>DCMX</b>	<b>Daido-8%-Cr-Stahl</b>	<b>1.2379</b>
Anlass- temperatur	Niedrig (200 °C)	61HRC	61HRC	61HRC
	Hoch (500 °C)	62HRC	60HRC	58HRC
	Hoch (520 °C)	60HRC	62HRC	58HRC
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



	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

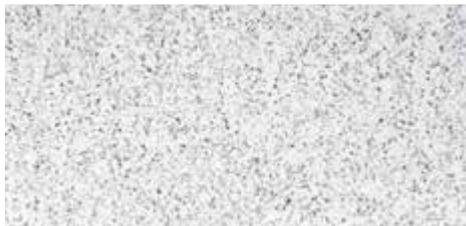
Physikalische Eigenschaften								
Wärmeausdehnungs- koeffizient [10 <sup>-6</sup> /K]	20–100 °C	20–200 °C	20–300 °C	20–400 °C	20–500 °C	20–600 °C	20–700 °C	20–800 °C
	11,2	11,4	11,7	11,9	12,2	12,4	12,7	12,3
Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	25 °C	200 °C	300 °C	400 °C	500 °C	600 °C	700 °C	
	22,4	26,3	27,3	28,6	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

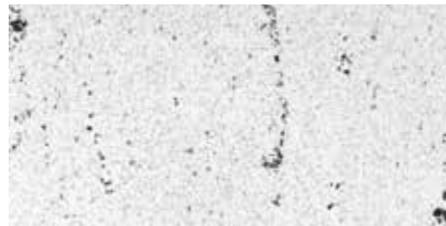
(in der Mitte eines Stabes Ø 100 mm)



50 µm

### Konventioneller Warmarbeitsstahl

(Daido)

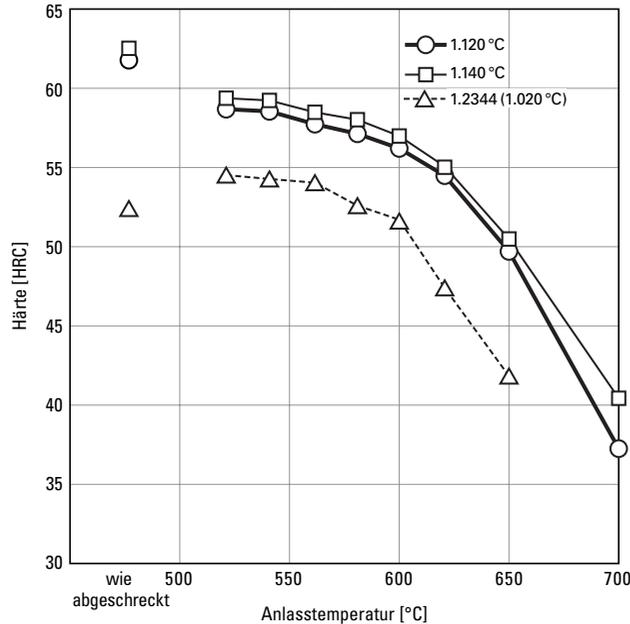


	C	Si	Mn	Cr	Mo	W	V	Co
Richtanalyse Gew.-%	0,5	0,2	0,5	4,2	1,0	3,0	1,3	2,0

## Anlassbehandlung

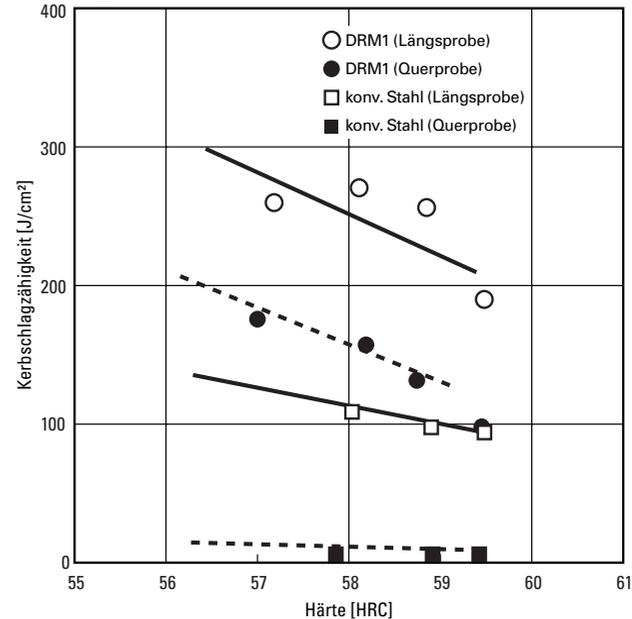
Probe: Vierkant 15 mm, Ölabschreckung,

Anlassen mit Luftabkühlung



## Kerbschlagzähigkeit

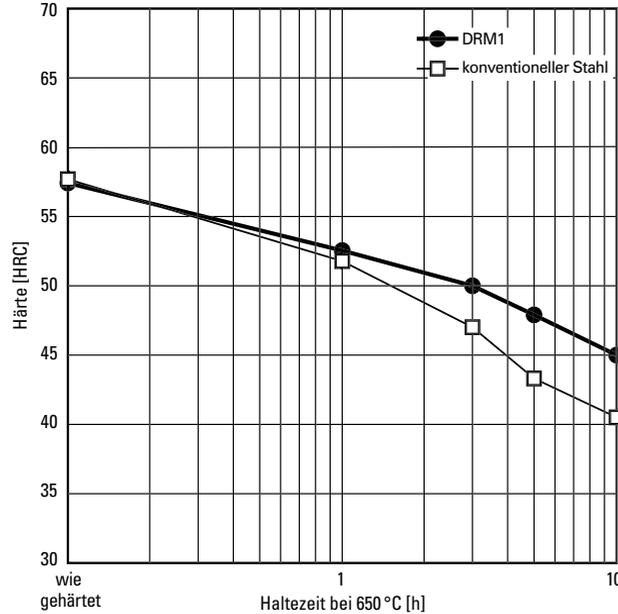
Proben: entnommen aus Stabstahl, im Zentrum des Ø 100 mm, gekerbte U-Probe



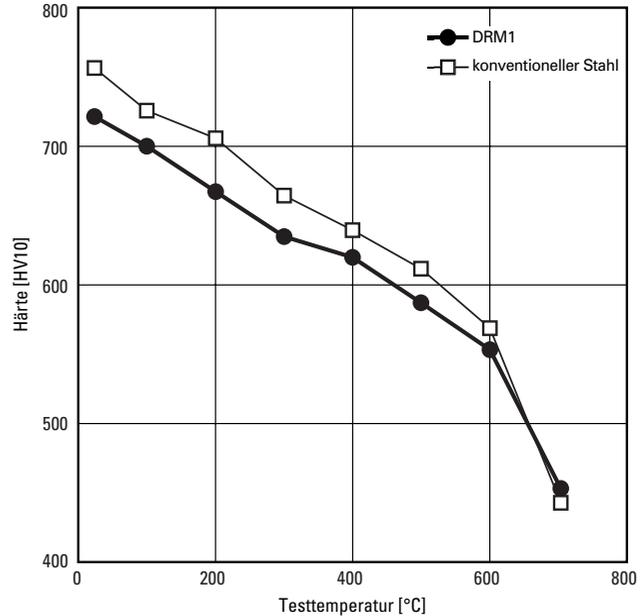
	Wärmebehandlung	
	Härten	Anlassen
<b>DRM1</b>	1.140 °C, ölgehärtet	540–600 °C, zweifach angelassen
<b>Konventioneller Stahl</b>	1.120 °C, ölgehärtet	540–600 °C, zweifach angelassen

	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
<b>DRM1</b>	1.140 °C, ölgehärtet	600 °C, zweifach angelassen
<b>Konventioneller Stahl</b>	1.120 °C, ölgehärtet	610 °C, zweifach angelassen

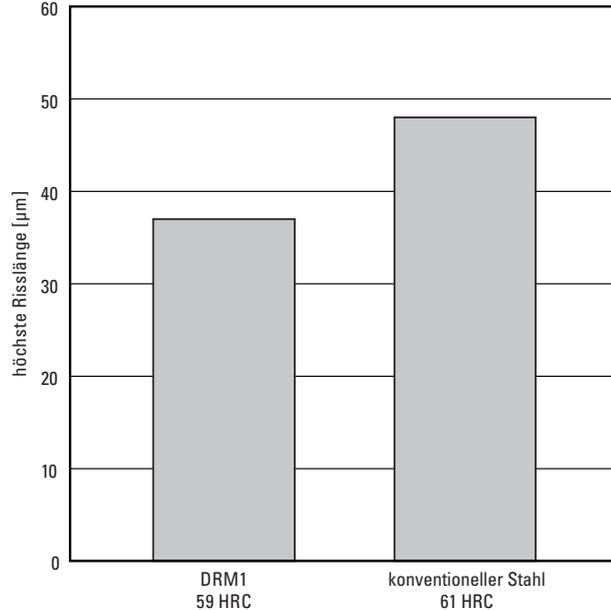
	Wärmebehandlung	
	Härten	Anlassen
<b>DRM1</b>	1.140 °C, ölgehärtet	560 °C, zweifach angelassen
<b>Konventioneller Stahl</b>	1.140 °C, ölgehärtet	560 °C, zweifach angelassen



	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

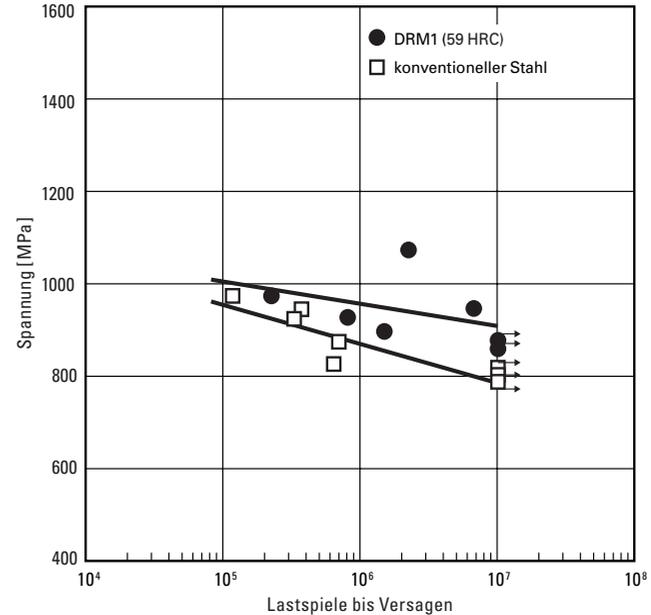
## Brandrissbeständigkeit

Probe: Ø 15 mm, 10 mm dick



## Dauerfestigkeit / Materialermüdung

Proben: aus dem Zentrum eines Stabstahls Ø 100 mm



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

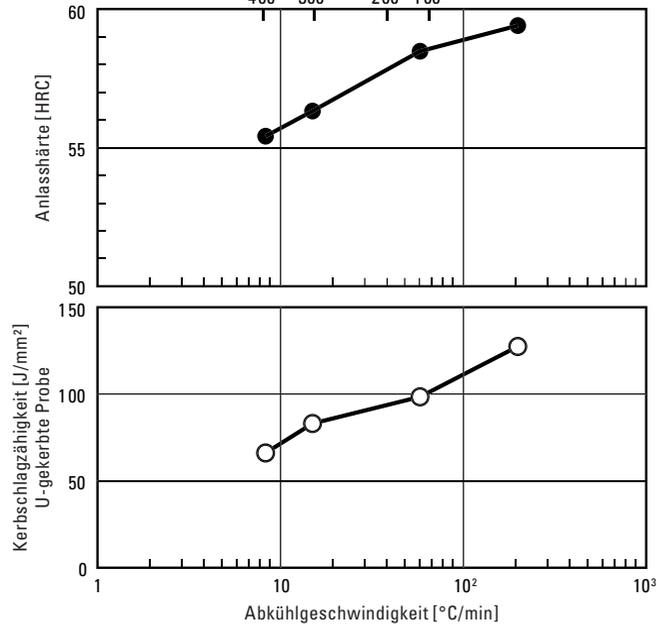
	Wärmebehandlung	
	Härten	Anlassen
<b>DRM1</b>	1.140 °C, ölgehärtet	560 °C, zweifach angelassen
<b>Konventioneller Stahl</b>	1.140 °C, ölgehärtet	560 °C, zweifach angelassen
<b>Testmethode</b>	Wöhlerversuch bei Raumtemperatur	

	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

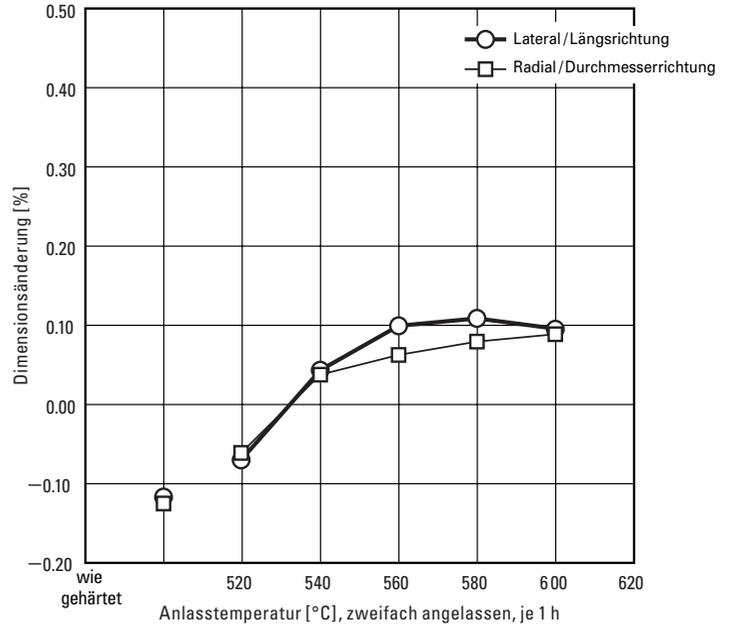
Probe: Rundstahl Ø 100 mm

Äquivalentdurchmesser bei 6 bar Gasabschreckung [mm]



## Dimensionsänderung beim Härten

Proben: Stabstahl Ø 100 mm x 60 mm Länge



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

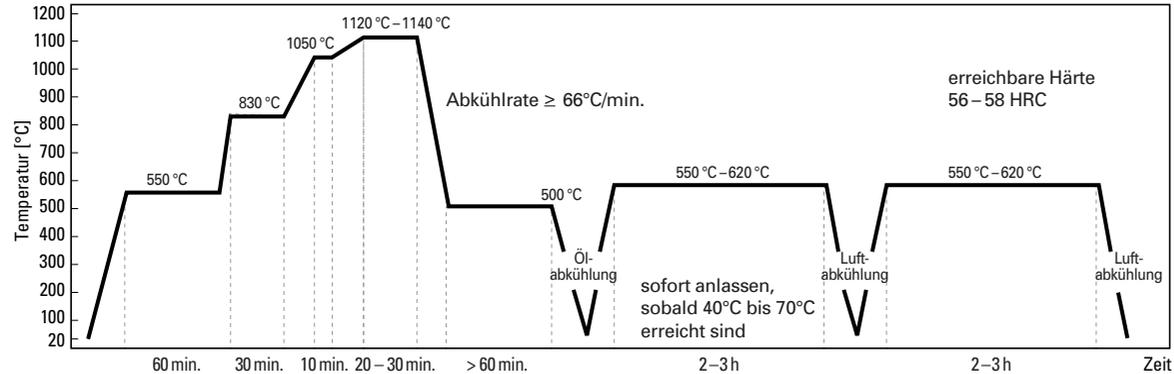
	Wärmebehandlung
	Härten
DRM1	1.140°C, ölgehärtet



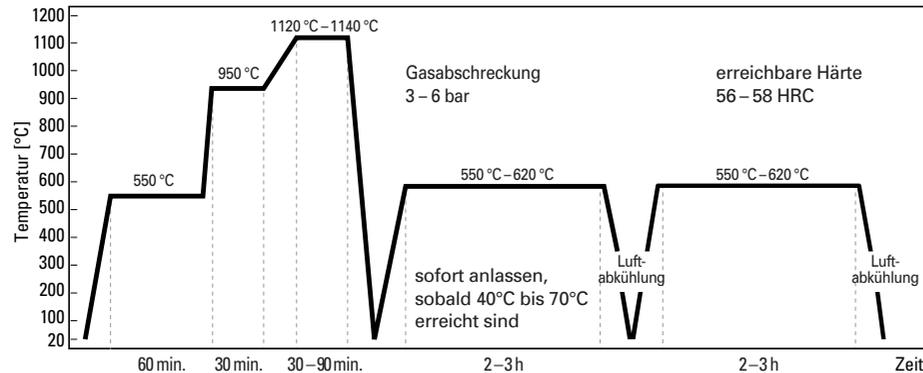
	C	Si	Mn	Cr	Mo	W	V	Co
Richtanalyse Gew.-%	0,5	0,2	0,5	4,2	1,0	3,0	1,3	2,0

## Härteverfahren

### Salzbad



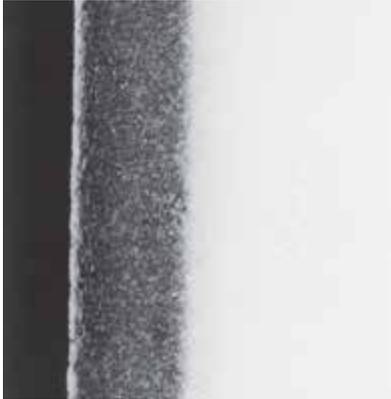
### Vakuum



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

	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

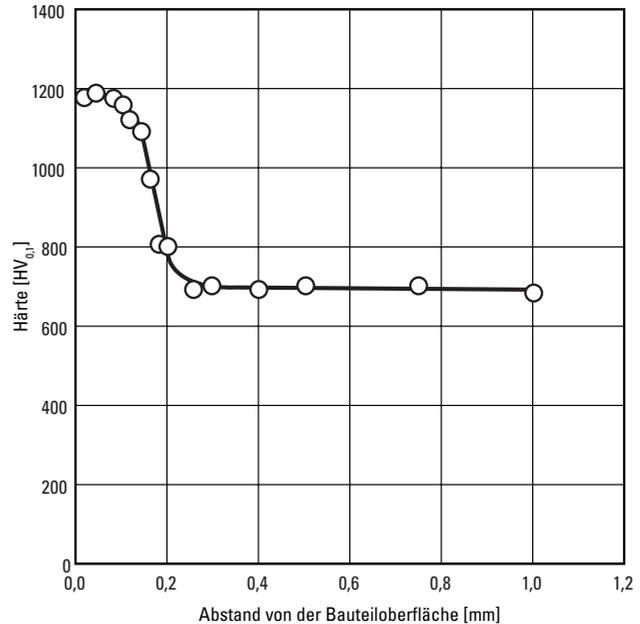
## Nitrieren



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

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.

## Härteverlauf nach dem Nitrieren



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



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

<b>Warmumformung</b>	<b>Behandlungstemperaturen</b>			<b>Härte</b>	
	<b>Glühen</b>	<b>Härten</b>	<b>Anlassen</b>	<b>Geglüht</b>	<b>Gehärtet</b>
(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

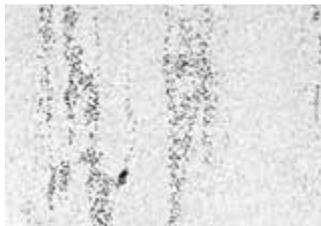
<b>Physikalische Eigenschaften</b>						
<b>Wärmeausdehnungs- koeffizient</b> [10 <sup>-6</sup> /K]	20–100 °C	20–200 °C	20–300 °C	20–400 °C	20–500 °C	20–600 °C
	11,1	11,5	11,9	12,2	12,4	12,7
<b>Wärmeleitfähigkeit</b> [W/mK]	25 °C	200 °C	300 °C	400 °C	500 °C	600 °C
	18	21,5	23,1	24,4	25,2	26,0
<b>Spezifische Wärme</b> [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)



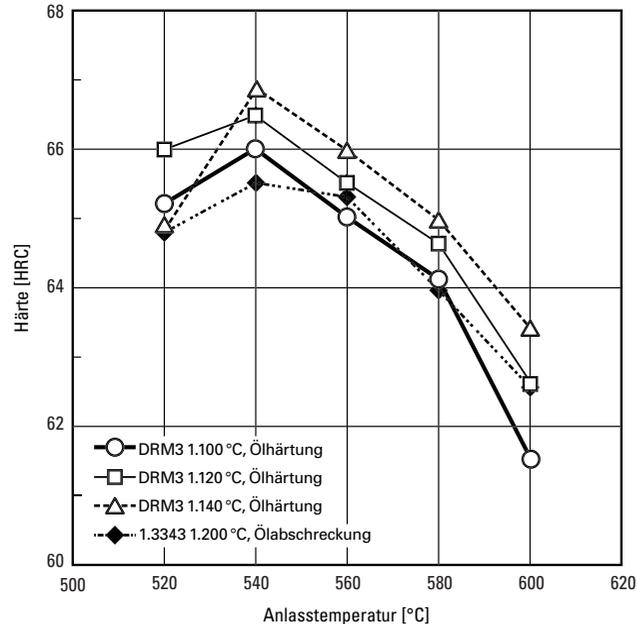
50µm



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

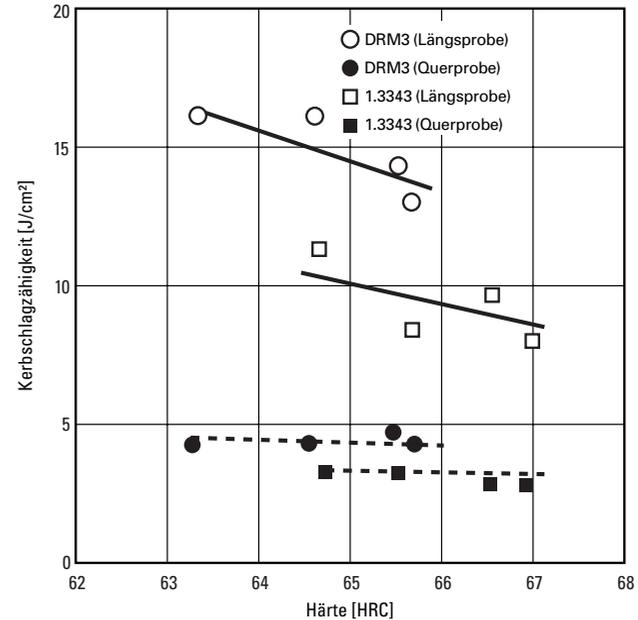
## Anlassbehandlung

Probe: Vierkant 15 mm, Ölabschreckung,  
Anlassen mit Luftabkühlung



## Kerbschlagzähigkeit

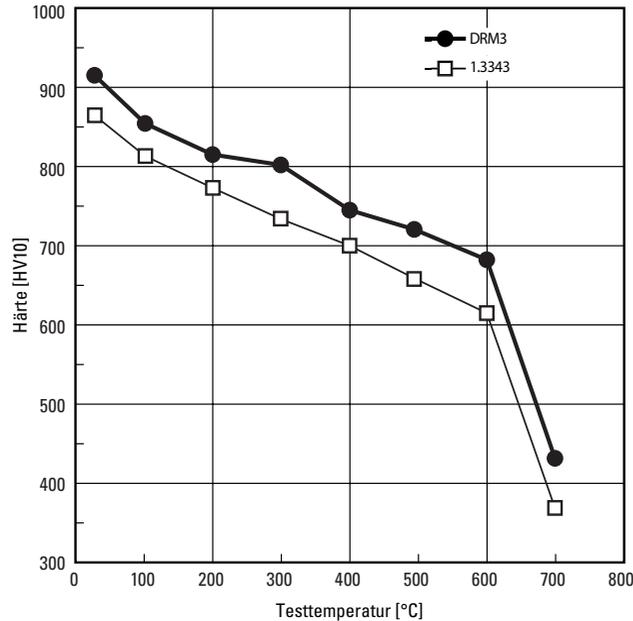
Proben: entnommen aus Stabstahl, im Zentrum des Ø 100 mm,  
gekerbte U-Probe



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

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

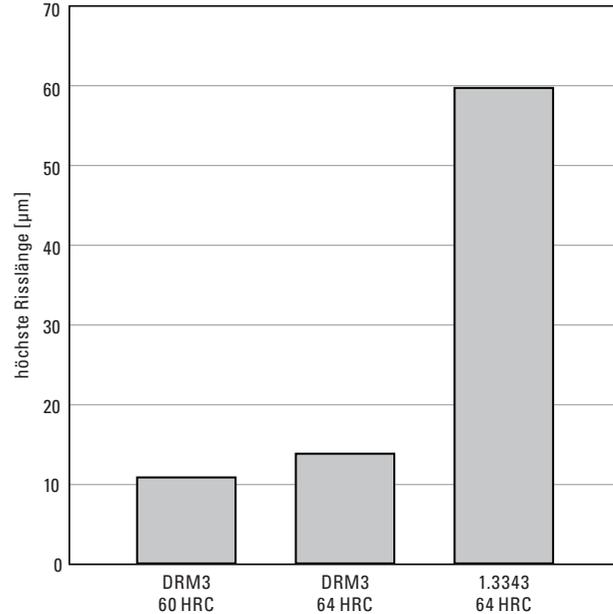
## Härte bei erhöhten Temperaturen



	Wärmebehandlung	
	Härten	Anlassen
<b>DRM3</b>	1.140°C, ölgehärtet	560°C, zweifach angelassen
<b>1.3343</b>	1.200°C, ölgehärtet	580°C, zweifach angelassen

## Brandrissbeständigkeit

Probe: Ø 15 mm, 10 mm dick



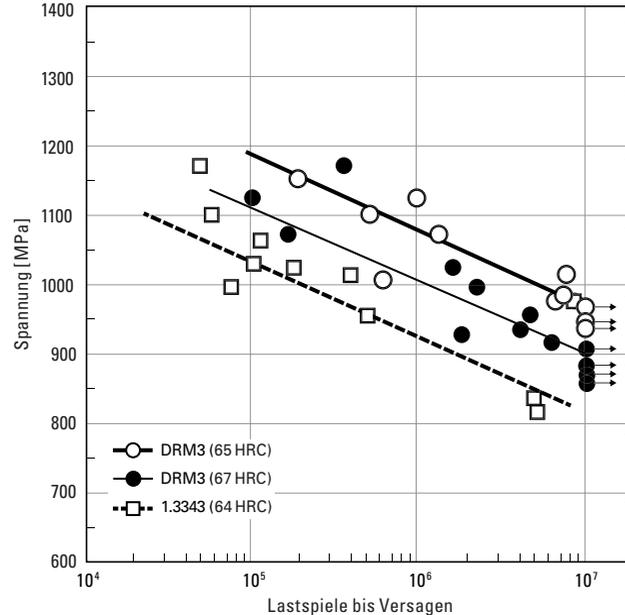
	Wärmebehandlung	
	Härten	Anlassen
<b>DRM3</b>	1.120°C, ölgehärtet	560–620°C, zweifach angelassen
<b>1.3343</b>	1.200°C, ölgehärtet	560°C, zweifach angelassen
<b>Testmethode</b>	1.000 x induktiv erwärmen auf 600°C und abkühlen auf 20°C	



	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

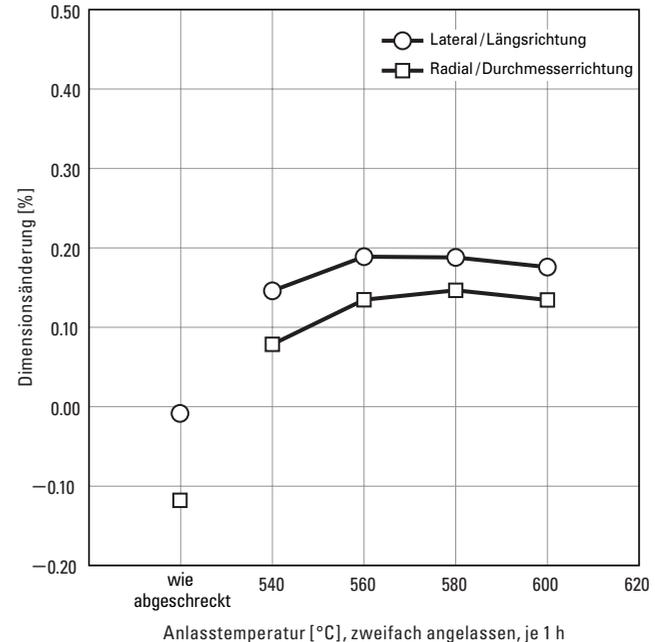
Proben: aus dem Zentrum eines Stabstahls Ø 100 mm



	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

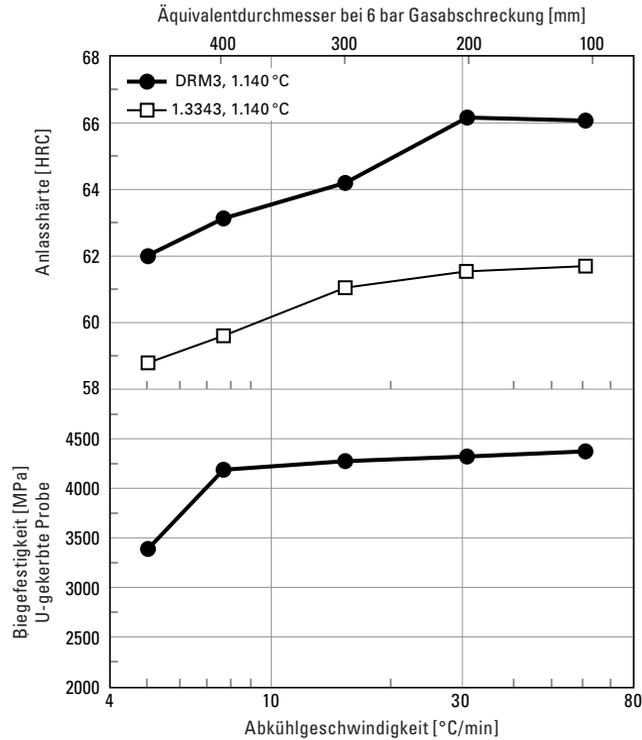


Wärmebehandlung	
Härten	
DRM3	1.140 °C, im Salzbad gehärtet

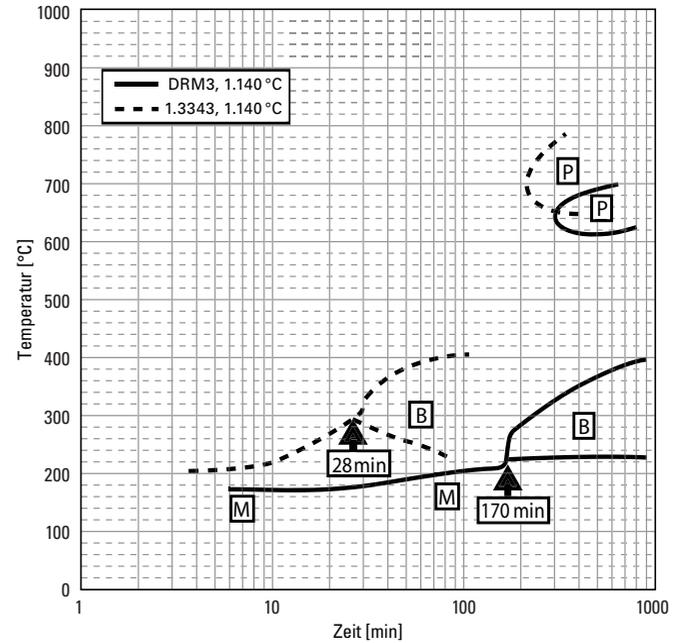
	C	Si	Mn	Cr	Mo	W	V
Richtanalyse Gew.-%	0,8	0,7	0,3	5,4	4,5	1,0	1,2

## Härtbarkeit

Einfluss der Abkühlgeschwindigkeit auf die Biegefestigkeit



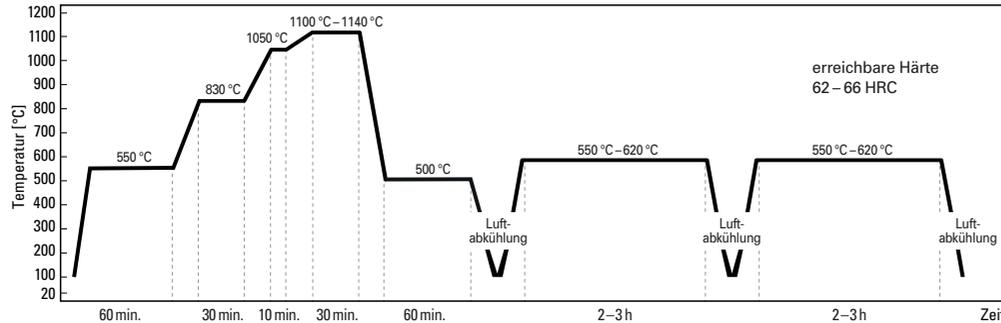
## ZTU-Schaubild für kontinuierliche Abkühlung



	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



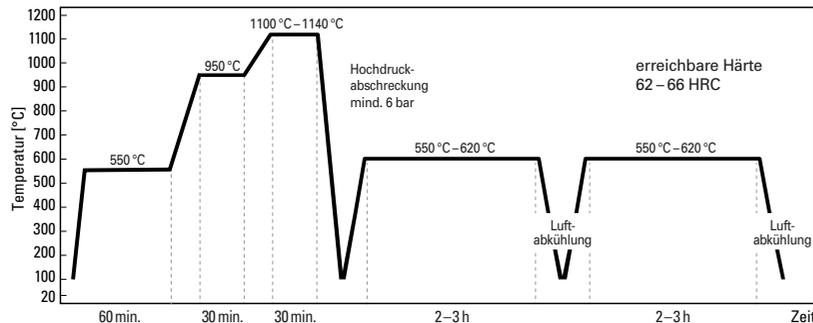
Umwandlungstemperaturen:

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

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.



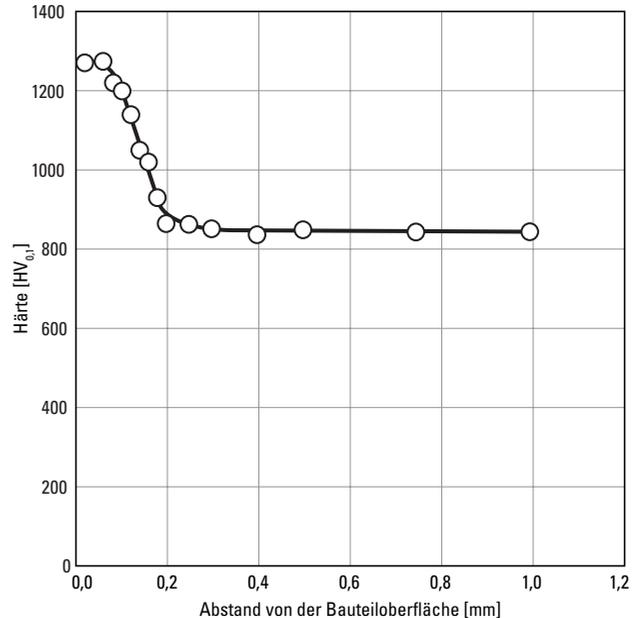
	C	Si	Mn	Cr	Mo	W	V
Richtanalyse Gew.-%	0,8	0,7	0,3	5,4	4,5	1,0	1,2

## Nitrieren



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

## Härteverlauf nach dem Nitrieren

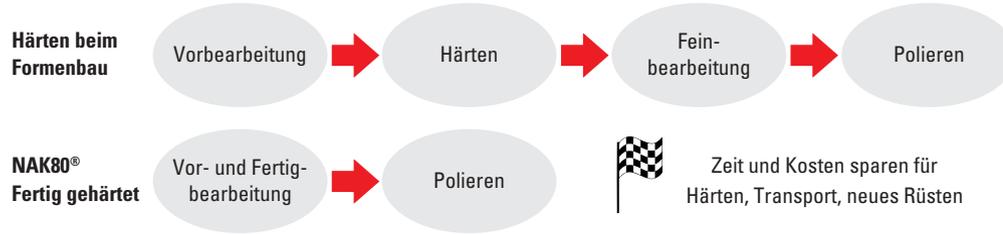


Die Oberflächenhärtigkeit erreicht hier 1.280 HV mit NHD = 0,2mm.

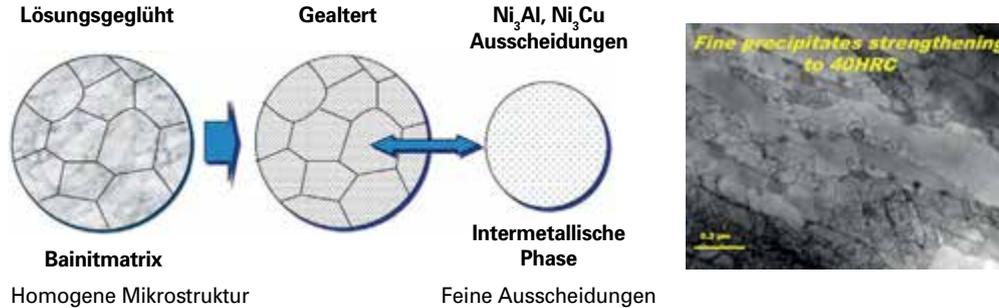
Angegeben sind stets repräsentative technische Werte auf Grundlage unserer Untersuchungen. Sie stellen, wenn nicht anders angegeben, keine Garantien dar. Bitte lassen Sie sich im Einzelfall beraten.

	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:

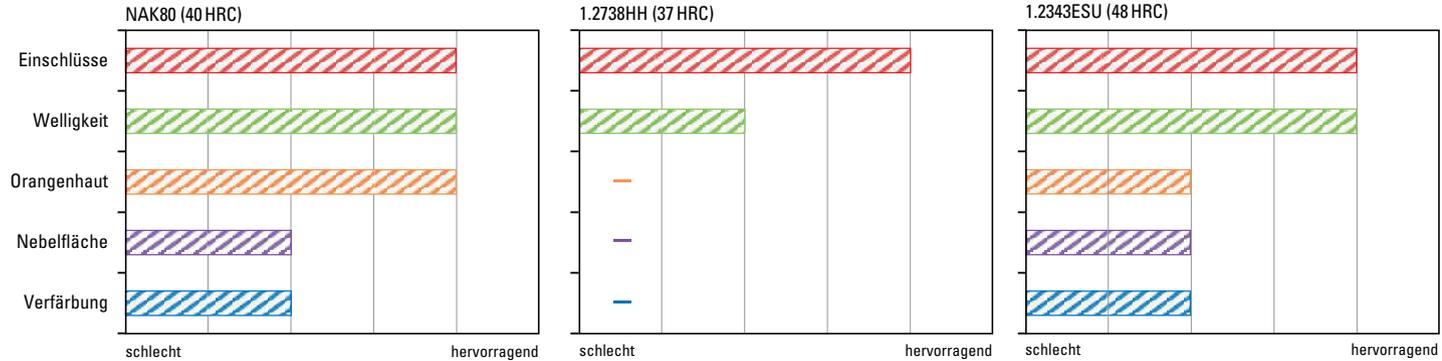


## Gefüge:



	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

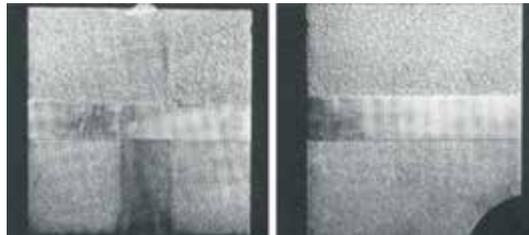


## Spiegelglanz – Politur – Vergleich (nach Poliertest mit Körnung 8000)

## 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

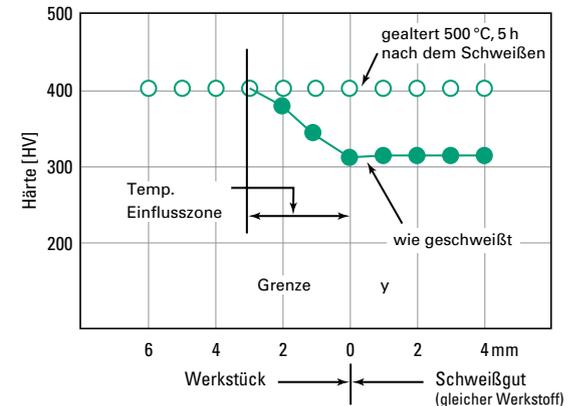
Schweißen:

WIG-Schweißen unter Argon

Vorwärmen: 300 °C bis 400 °C

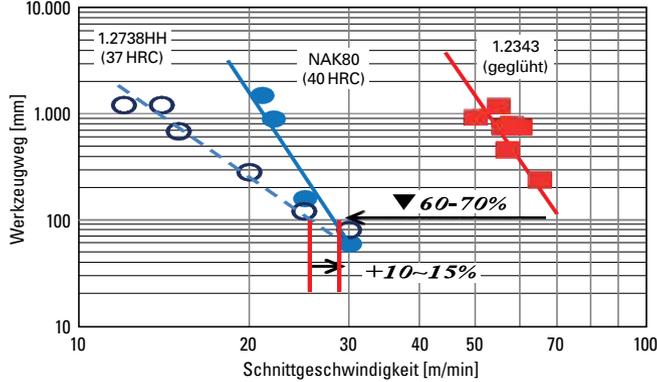
Schweißstrom: 150 A bis 170 A

Schweißgut NAK80, werkstoffgleich

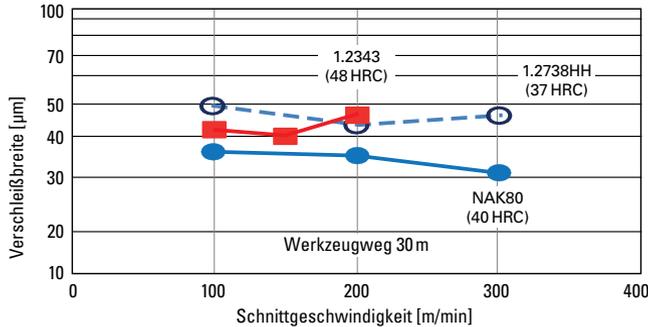


## Sehr gute Bearbeitbarkeit

### Bohren

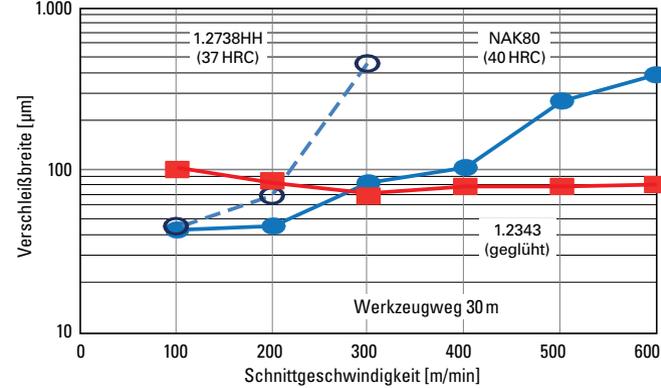


### Schlichtfräsen



	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

### Schrupfräsen

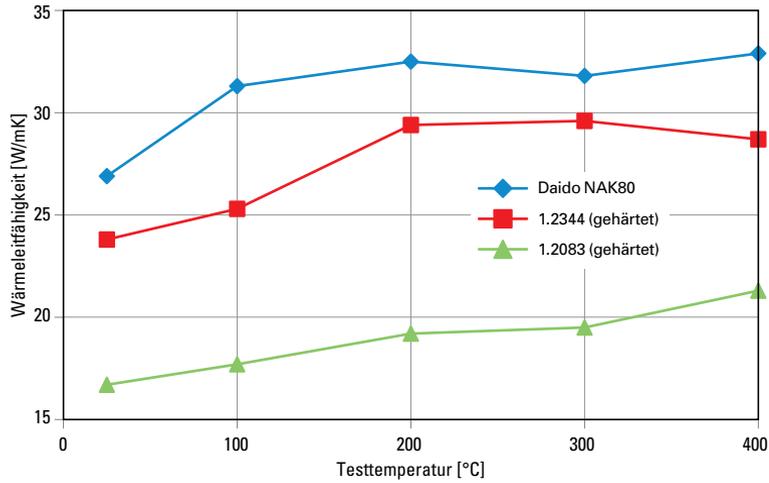


### Schnittwertempfehlungen NAK80

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

	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

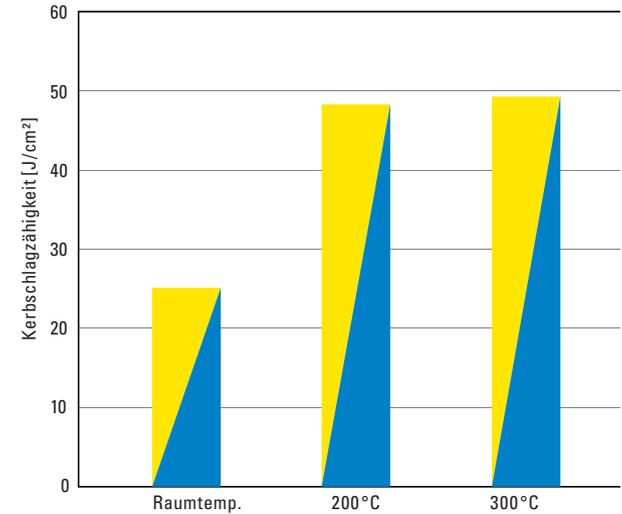
## Wärmeleitfähigkeit



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

## Kerbschlagzähigkeit

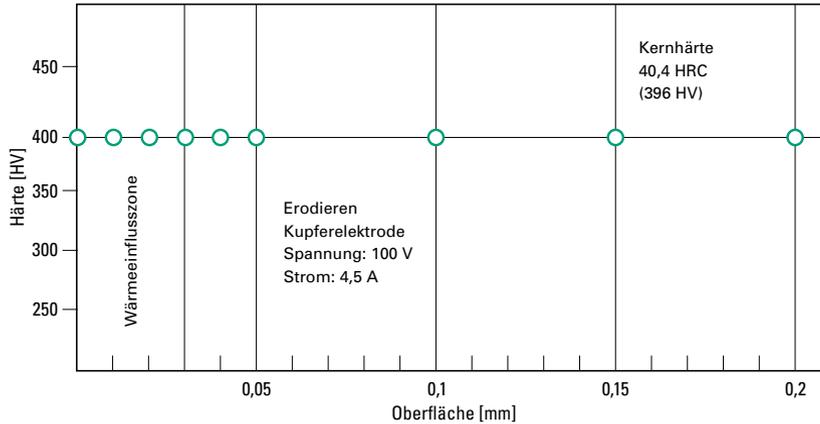
gekerbte U-Probe



## Erodieren

Einfach feinsterdieren ohne Härtezunahme der erodierten Fläche

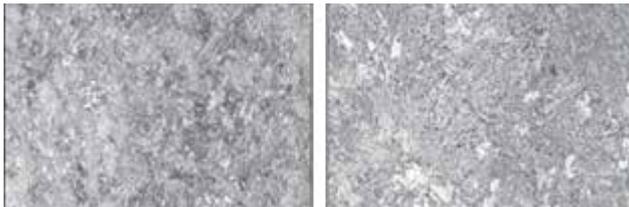
### Härteverlauf unter der Erodierfläche



## Mikrostruktur

Oberfläche (41,8 HRC)

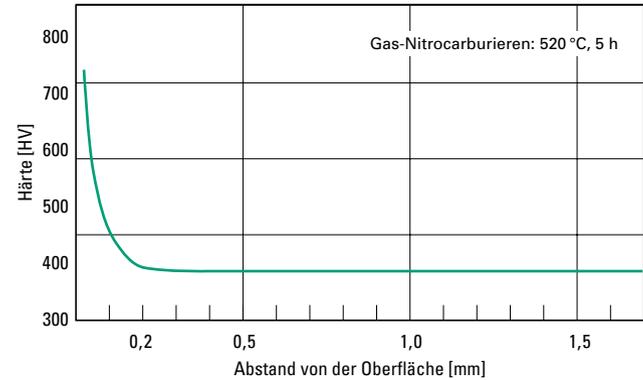
Kern (41,2 HRC)



## 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.

# 1.2343 X 37 CrMoV 5-1

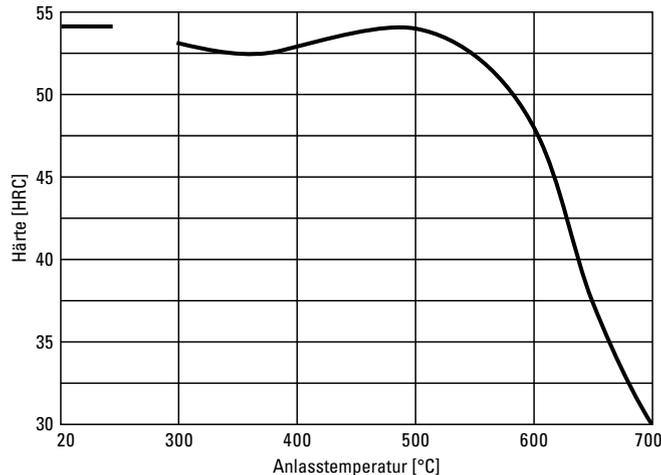
## 1.2343ESU X 37 CrMoV 5-1 ESU

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



Chemische Zusammensetzung [%]

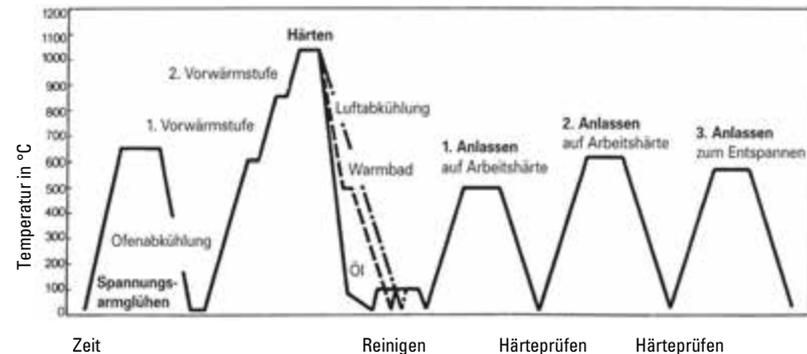
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V
max.	0,41	1,2	0,50	0,03	0,02	5,5	1,5	0,21	0,5
min.	0,33	0,8	0,25			4,8	1,1		0,3

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**

### Wärmebehandlungsschema



# 1.2343 X 37 CrMoV 5-1

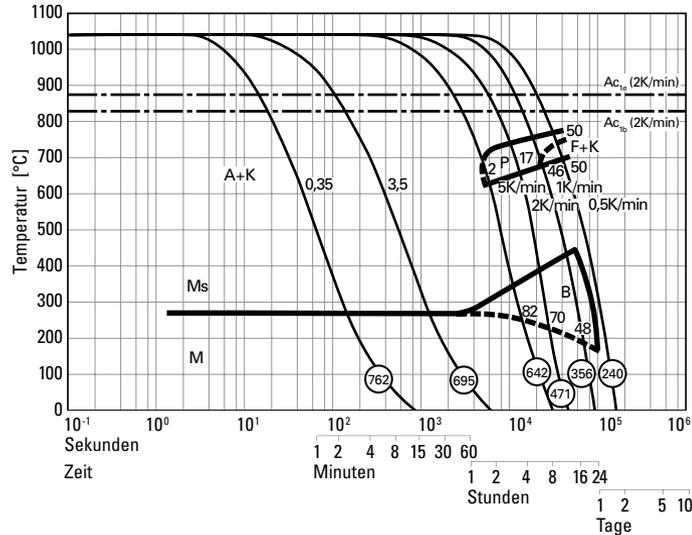
## 1.2343ESU X 37 CrMoV 5-1 ESU

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

### ZTU-Schaubild für kontinuierliche Abkühlung

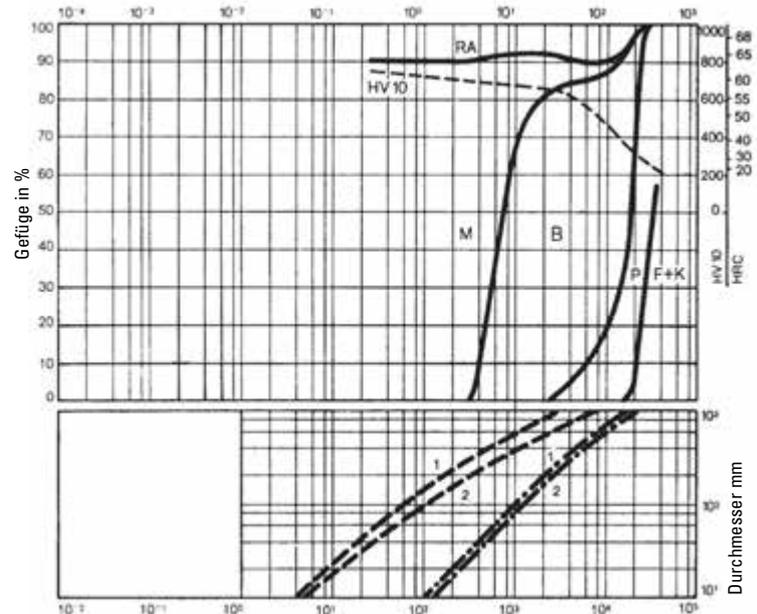
Austenitisierungstemperatur: 1080°C, Haltedauer: 15 Minuten



○ 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  $\lambda$



Kühlzeit von 800°C auf 500°C in Sek.

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

WebShop:

238 [www.stahlnetz.de](http://www.stahlnetz.de)



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

GEBRÜDER  
**RECKNAGEL**  
 Präzision in Stahl



1.2343

1.2343  
 ESU

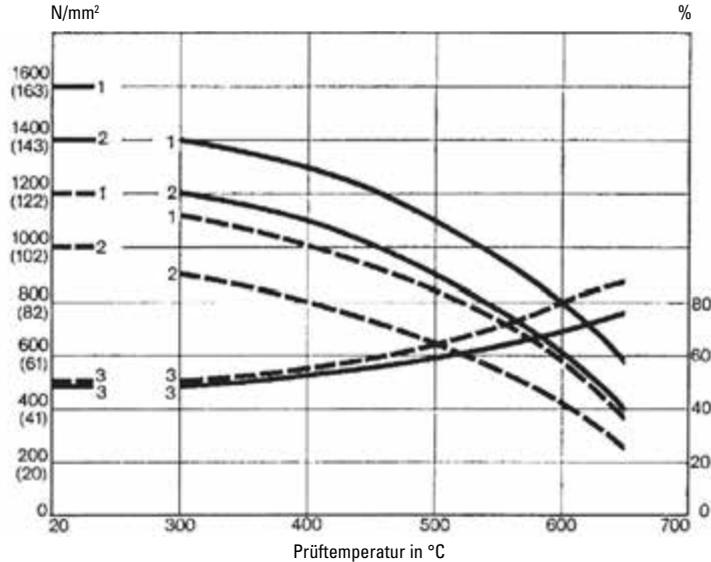
# 1.2343 X 37 CrMoV 5-1

## 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

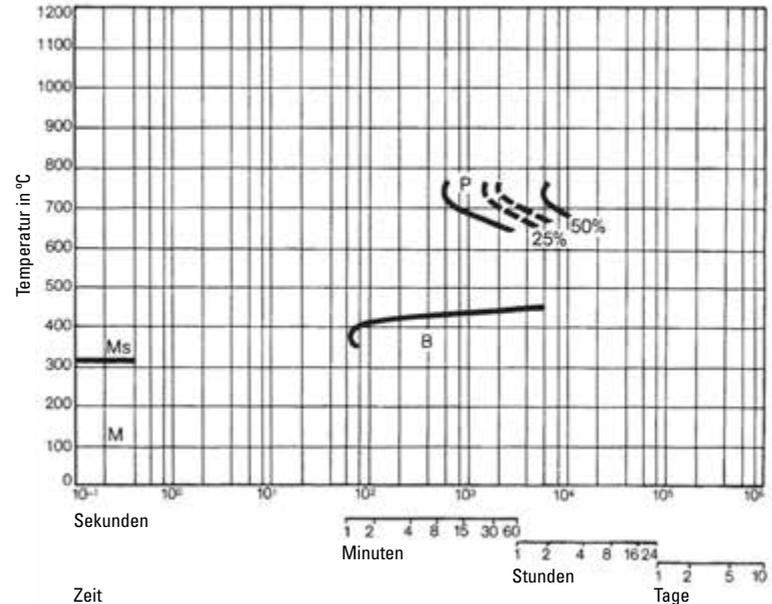
### Warmfestigkeitsschaubild



- vergütet 1600 MPa
  - - - vergütet 1200 MPa
  - · · vergütet 41 MPa
- 1 Zugfestigkeit MPa (kp/mm<sup>2</sup>)
  - 2 0,2-Grenze MPa (kp/mm<sup>2</sup>)
  - 3 Einschnürung %

### Isothermisches ZTU-Schaubild

Austenitisierungstemperatur: 1030 °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

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

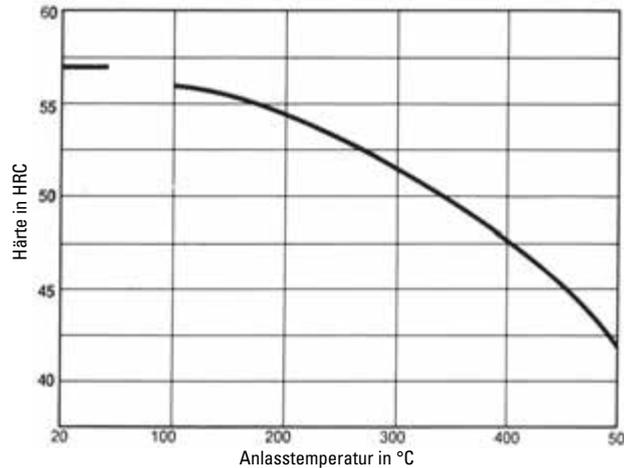
Diesen Werkstoff erhalten Sie bei uns als Präzisionsflachstahl (Standard- und Sonderabmessungen), VarioPlan®, VarioRond® und als Rohmaterialzuschnitt.

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

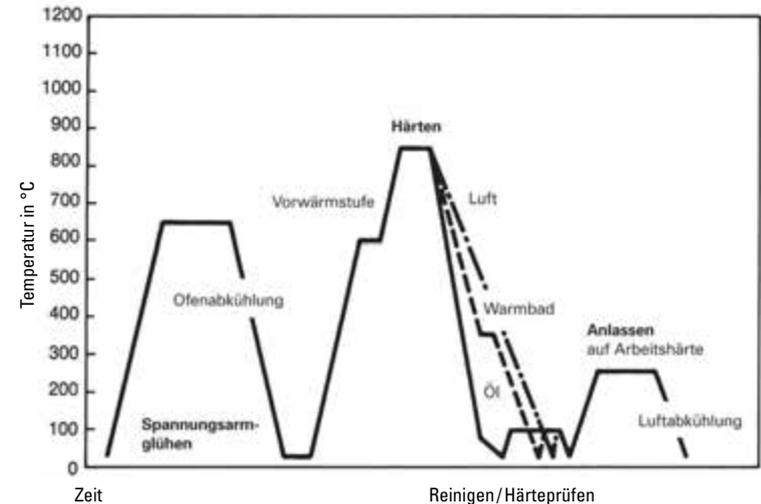
**Farbkennzeichnung: Lila**

## Anlassschaubild

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



## Wärmebehandlungsschema



1.2767

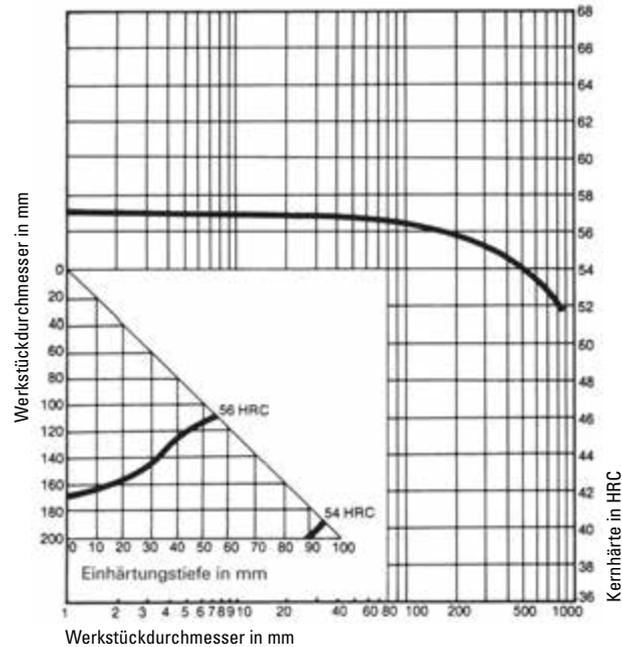


# 1.2767 45 NiCrMo 16

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

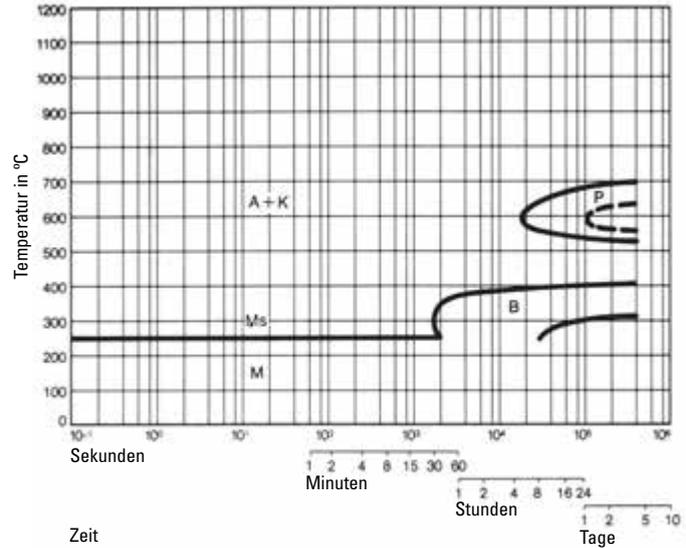
## Abhängigkeit der Kernhärte und der Einhärtetiefe vom Werkstückdurchmesser



Härtetemperatur: 960 °C  
 Härtemittel: Öl

## Isothermisches ZTU-Schaubild

Austenitisierungstemperatur: 840 °C, Haltedauer: 15 Minuten



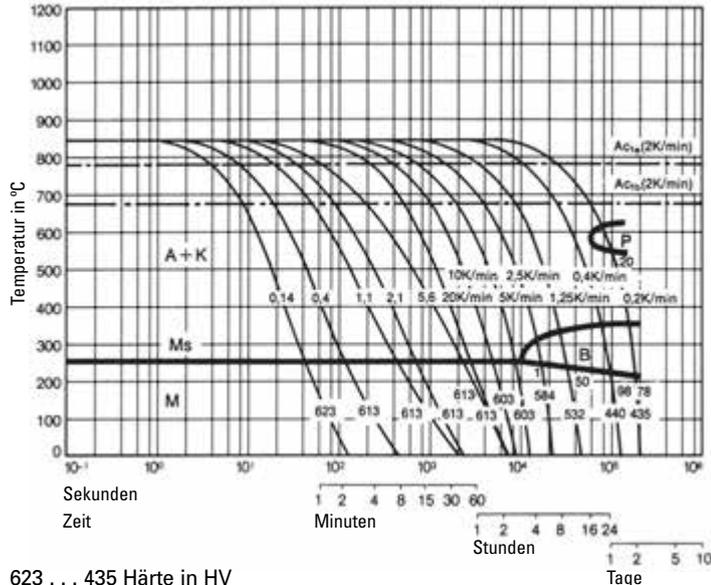
# 1.2767 45 NiCrMo 16

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

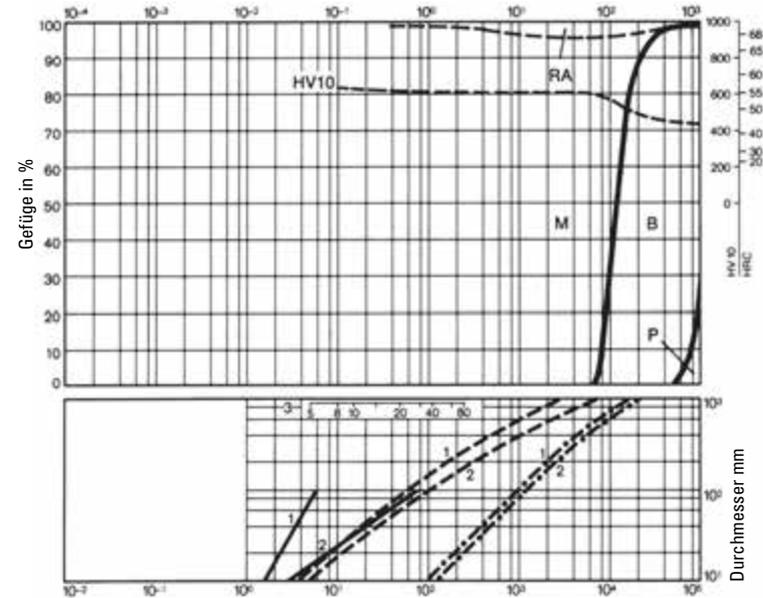
Austenitisierungstemperatur: 840°C, Haltedauer: 15 Minuten



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

## Gefügemengenschaubild

Abkühlungsparameter  $\lambda$



Kühlzeit von 800°C auf 500°C in Sek.

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

1.2767



## 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.

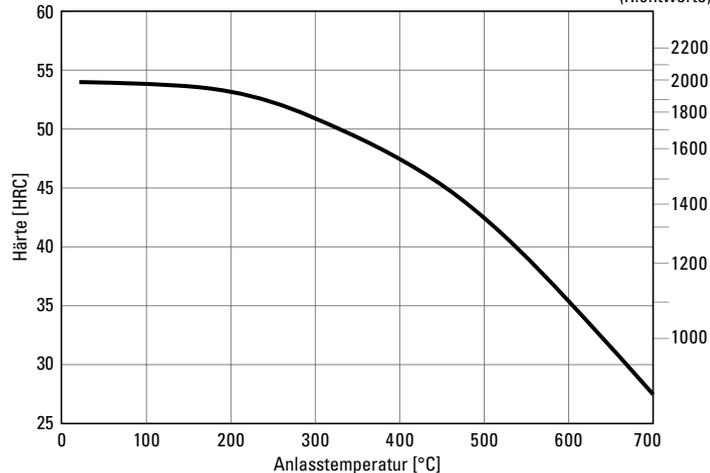
1.2312 erhalten Sie bei uns als Präzisionsflachstahl Sonderabmessung, als VarioRond® und als Rohmaterialzuschnitt.

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

**Farbkennzeichnung:** 1.2311: Gelb  
1.2312: Orange/Lila

### Anlassschaubild

Härtetemperatur: 850°C, Probequerschnitt: Vkt. 50 mm  
Zugfestigkeit [n/mm<sup>2</sup>] (Richtwerte)

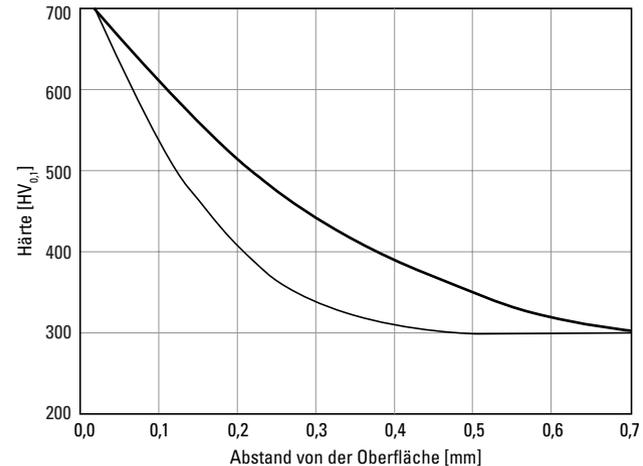


### Oberflächenbehandlung Nitrieren

Härteverlauf in der Nitrierschicht

— Gasnitrierung im Ammoniakstrom 50 Stunden bei 520°C

— Badnitrierung (Teniferverfahren) 2 Stunden bei 570°C



WebShop:

256 [www.stahlnetz.de](http://www.stahlnetz.de)



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

GEBRÜDER  
**RECKNAGEL**  
Präzision in Stahl

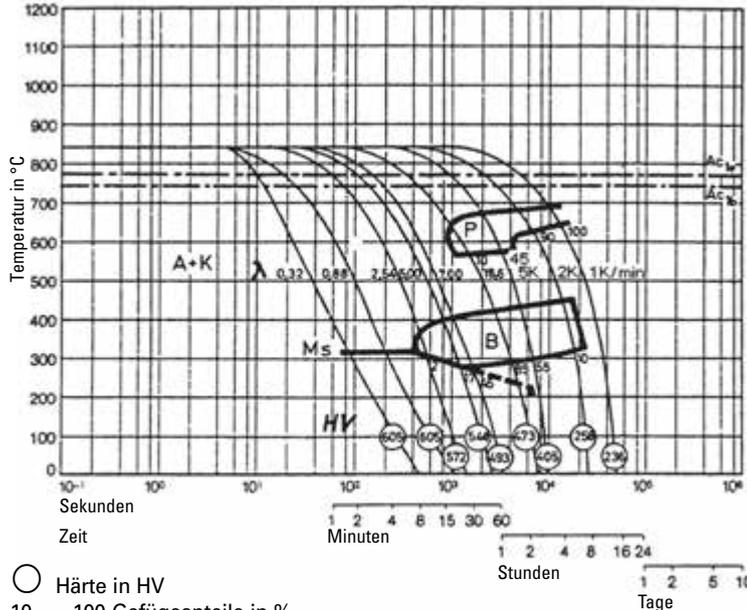
# 1.2312 40 CrMnMoS 8-7

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

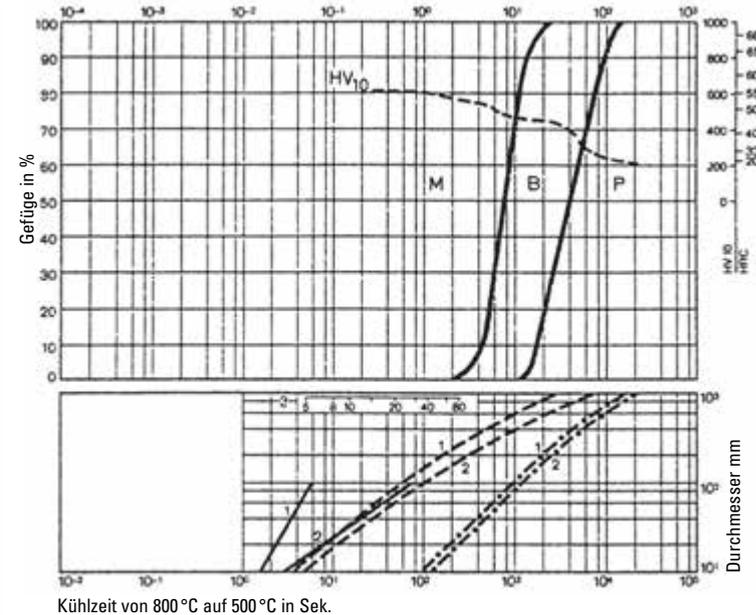
Austenitisierungstemperatur: 840°C, Haltedauer: 15 Minuten



- 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  $\lambda$



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



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



	<b>C</b>	<b>Si</b>	<b>Mn</b>	<b>S</b>	<b>Cr</b>	<b>Ni</b>	<b>Mo</b>	<b>N</b>
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	

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

- sehr gut fräsbar mit hohem Vorschub

## MINKOR® – einfach schneller fertig

### Lagerdicken (Rohmaterial)

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

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	



# 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

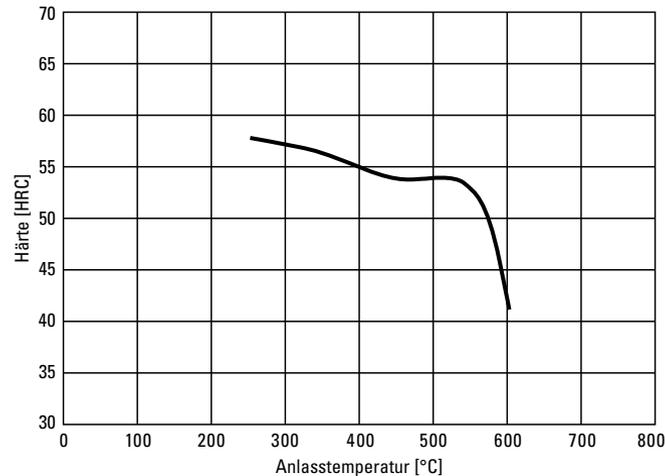
Weichglühen: 780–840 °C, Ofenabkühlung, Glühhärtigkeit max. 265 HB

Spannungsarmglühen: 600–650 °C, Ofenabkühlung

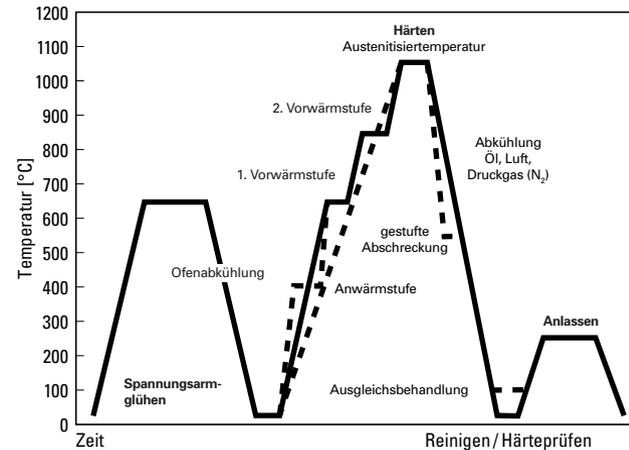
Härten: 1.000–1.050 °C, Abkühlung Öl, Druckgas, Luft, Warmbad 500–550 °C

## Anlassschaubild

Härtetemperatur: 1.020 °C



## Wärmebehandlungsschema



# 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

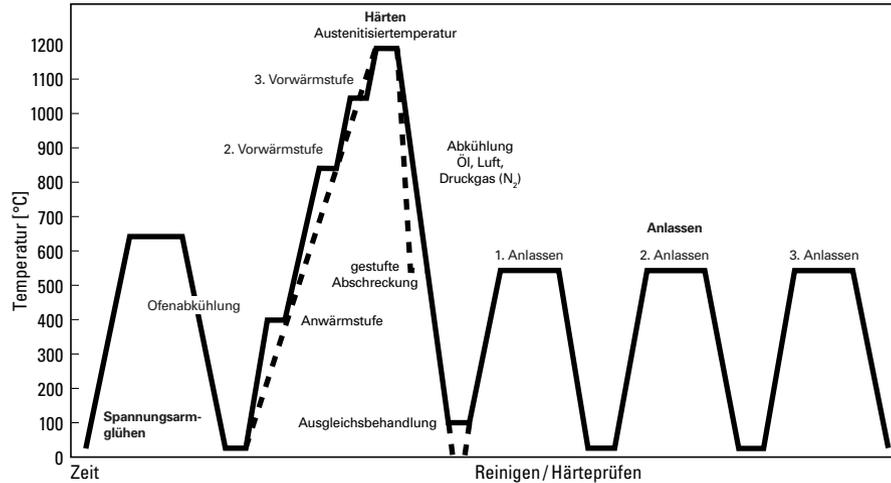
## Wärmebehandlung

Weichglühen: 790–820 °C, Ofenabkühlung, Glühhärtigkeit max. 269 HB

Spannungsarmglühen: 600–650 °C, Ofenabkühlung

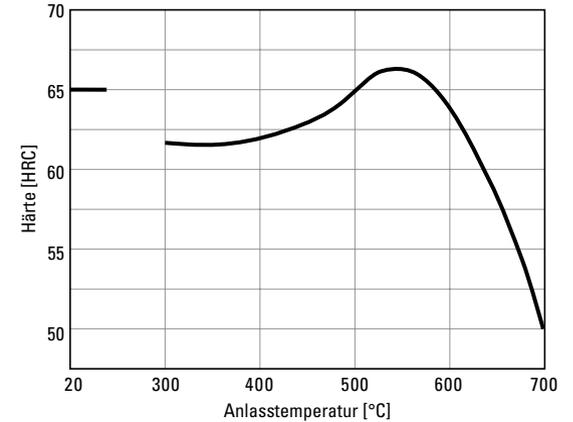
Härten: 1.180–1.230 °C, Abkühlung Öl, Druckgas, Luft, Warmbad 500–550 °C

## Wärmebehandlungsschema



## Anlassschaubild

Härtetemperatur: 1.210 °C



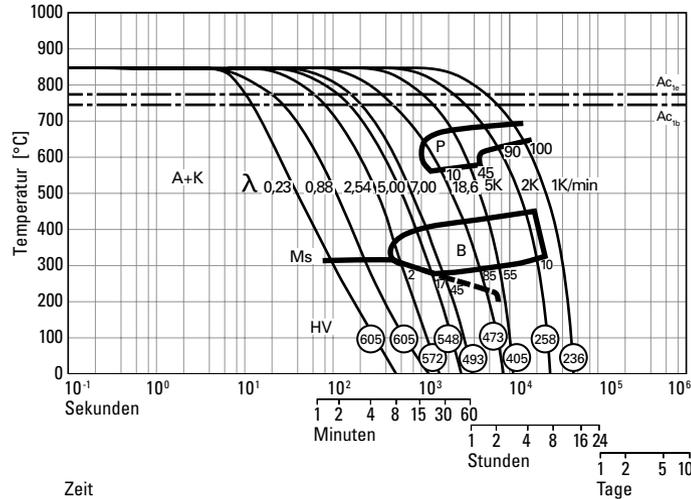
# 1.3343 HS 6-5-2 C

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,

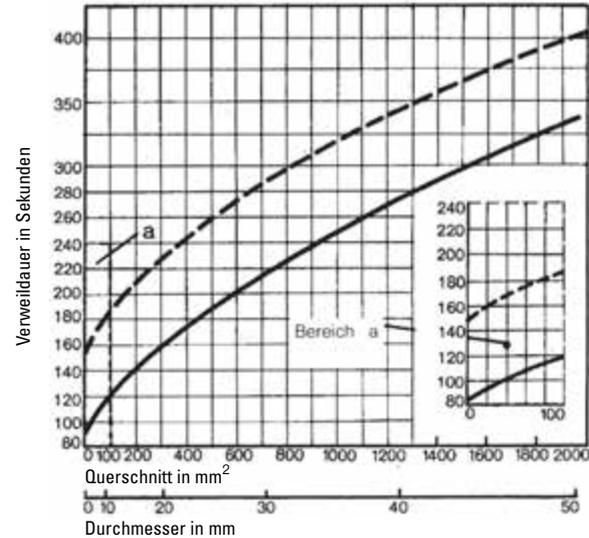
d. h. Abkühlungsdauer von 800–500°C in  $s \times 10^{-2}$

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

