

# RIGOR

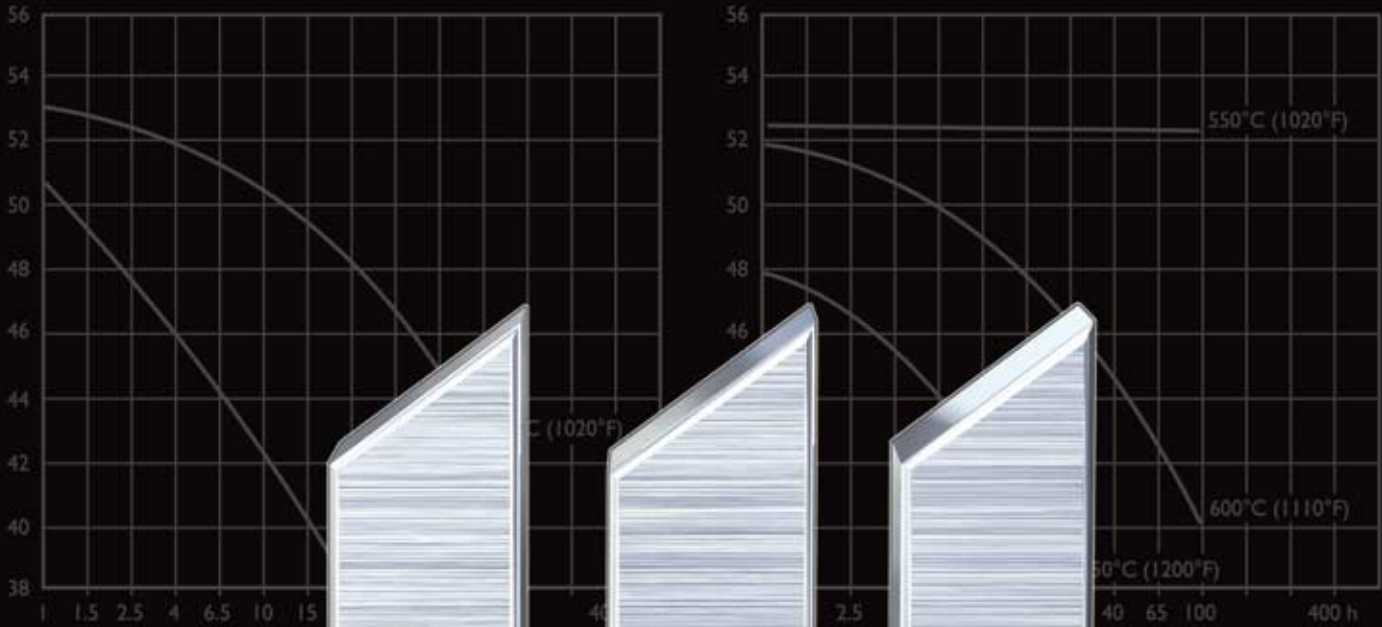
## Kaltarbeitsstahl

COLD WORK

PLASTIC MOULDING

HOT WORK

HIGH PERFORMANCE STEEL



Typical analysis %	C 2,05	Mn 0,8	Cr 4,5	W 0,2
Standard specification	AISI D6, (1020)	DIN EN 10083 (W.Nr. 1.2796)		
Delivery condition	Soft annealed	to approx. 200 HB		
Colour code	Red	Colour code		

Temperature	20°C (68°F)	200°C (390°F)	400°C (750°F)
Density kg/m <sup>3</sup> lbs/m <sup>3</sup>	7 770 0,281	7 700 0,277	7 650 0,275
Modulus of elasticity N/mm <sup>2</sup> psi	194 000 28,1 × 10 <sup>6</sup>	188 000 27,3 × 10 <sup>6</sup>	178 000 25,8 × 10 <sup>6</sup>
Coefficient of thermal expansion per °C from 20°C per °F from 68°F	to 100°C 11,7 × 10 <sup>-6</sup> to 212°F 6,5 × 10 <sup>-6</sup>	to 200°C 12 × 10 <sup>-6</sup> to 400°F 6,7 × 10 <sup>-6</sup>	to 400°C 13,0 × 10 <sup>-6</sup> to 750°F 7,3 × 10 <sup>-6</sup>
Thermal conductivity W/m °C Btu in (ft <sup>2</sup> h°F)	- -	27 187	32 221
Specific heat K/kg °C Btu/lbs °F	455 0,109	525 0,126	608 0,145

## Allgemeines

RIGOR ist ein zum Luft-, Öl- oder Warmbadhärten geeigneter, mit Chrom, Molybdän und Vanadin legierter Sonderstahl, der folgende charakteristische Merkmale aufweist:

- Gute Zerspanbarkeit
- Gute Maßbeständigkeit beim Härten
- Hohe Druckfestigkeit
- Gute Härbarkeit
- Hohe Verschleißbeständigkeit.

Richtanalyse %	C 1,0	Si 0,3	Mn 0,6	Cr 5,3	Mo 1,1	V 0,2
Normen	W.-Nr. 1.2363, AISI A2, (BA2)					
Lieferzustand	Weichgeglüht 215 HB					
Farbkennzeichnung	Rot/grün					

## Verwendungszwecke

RIGOR nimmt unter den Werkzeugstählen von Uddeholm Tooling eine Mittelstellung zwischen ARNE und SVERKER 21 ein. Dieser Kaltarbeitsstahl bietet eine erstklassige Kombination von hoher Verschleißbeständigkeit und Zähigkeit. Er kann deshalb als „Universalstahl“ beachtet werden.

Die hervorragende Zähigkeit von RIGOR ergibt bei Stanzwerkzeugen einwandfreie Widerstandsfähigkeit gegen Ausbröckelung der Schneide. In vielen Fällen haben Werkzeuge aus diesem Stahl bessere Wirtschaftlichkeit im Einsatz erzielt, als Stähle vom Typ BD3/W.Nr. 2080 mit hohem Kohlenstoff- und Chromgehalt. RIGOR weist weit bessere Bearbeitungs- und Schleifeigenschaften auf, als dieser 12-prozentige Chromstahl.

### SCHNEIDEN UND STANZEN

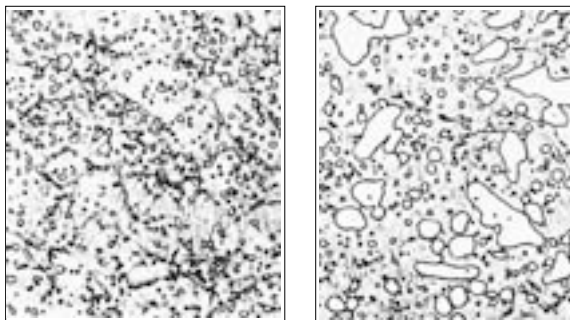
	Werkstoff Dicke mm	Härte HRC
<i>Werkzeuge zum:</i> Kaltschneiden, Lochstanzen, Schopfen, Abscheren, Abgraten	bis 3	60–62
	3–6	56–60
	6–10	54–56
Kurze Kaltscheren, Hackmesser für Kunststoffabfälle, Granulatormesser Abgratwerkzeuge für Schmiedestücke		56–60
	warm	58–60
	kalt	56–58

### FORMWERKZEUGE

	Härte HRC
<i>Werkzeuge zum:</i> Biegen, Tiefziehen, Drehen und Drücken	56–62
Prägematrizen für Kaltarbeit	56–60
Prägestempel für Kaltarbeit	58–62
Rohr- und Profilmwalzen	58–60
Schmiedebacken	56–60
Lehren, Meßgeräte, Führungsschienen, Buchsen	58–62
Formwerkzeuge für abrasiv wirkende Kunststoffe	58–62

## Lieferformen

RIGOR ist in verschiedenen Ausführungen, darunter auch warmgewalzt, vorbearbeitet und fertigbearbeitet erhältlich. Außerdem gibt es Hohlprofile und Ringe.



Vergleich zwischen dem feinkörnigen Gefüge von RIGOR und einem Stahl mit hohem Kohlenstoff- und Chromgehalt vom Typ W.-Nr. 2080/AISI D3.

Die Angaben in dieser Broschüre basieren auf unserem gegenwärtigen Wissensstand und vermitteln nur allgemeine Informationen über unsere Produkte und deren Anwendungsmöglichkeiten. Sie können nicht als Garantie ausgelegt werden weder für die spezifischen Eigenschaften der beschriebenen Produkte noch für die Eignung für die als Beispiele genannten Anwendungsmöglichkeiten.

# Eigenschaften

## PHYSIKALISCHE DATEN

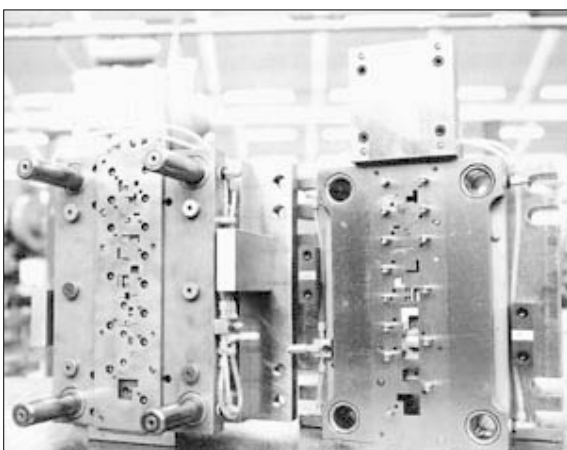
Gehärtet und angelassen auf 62 HRC. Daten bei Raumtemperatur und erhöhten Temperaturen.

Temperatur	20°C	200°C	400°
Dichte kg/m <sup>3</sup>	7 750	7 700	7 650
Elastizitätsmodul N/mm <sup>2</sup> kp/mm <sup>2</sup>	190 000 19 500	185 000 19 000	170 000 17 500
Wärmeausdehnungskoeffizient pro °C von 20°	–	11,6 x 10 <sup>-6</sup>	11,3 x 10 <sup>-6</sup>
Wärmeleitzahl W/m • °C	26	27	28,5
Spezifische Wärme J/kg °C	460	–	–

## DRUCKFESTIGKEIT

Die Zahlenangaben sind als Richtwerte zu betrachten.

Härte HRC	R <sub>cm</sub> N/mm <sup>2</sup>	R <sub>c0,2</sub> N/mm <sup>2</sup>
62	3000	2200
60	2700	2150
55	2200	1800
50	1700	1350



# Wärmebehandlung

## WEICHLÜHEN

Den Stahl vor Oxidation schützen und auf 850°C durchwärmen. Dann im Ofen um 10°C pro Stunde bis auf 650°C und anschließend frei an Luft abkühlen.

## SPANNUNGSARMGLÜHEN

Nach dem Schrumpfen ist das Werkzeug auf 650°C durchzuwärmen. Haltedauer 2 Stunden. Im Ofen auf 500°C anschließend frei an Luft abkühlen.

## ANLASSEN

*Vorwärmtemperatur:* 650–750°C

*Austenitisierungstemperatur:* 925–970°C normalerweise 940–960°C.

Temperatur °C	Haltedauer* Minuten	Härte vor dem Anlassen
925	40	~ 63 HRC
950	30	~ 64 HRC
970	20	~ 64 HRC

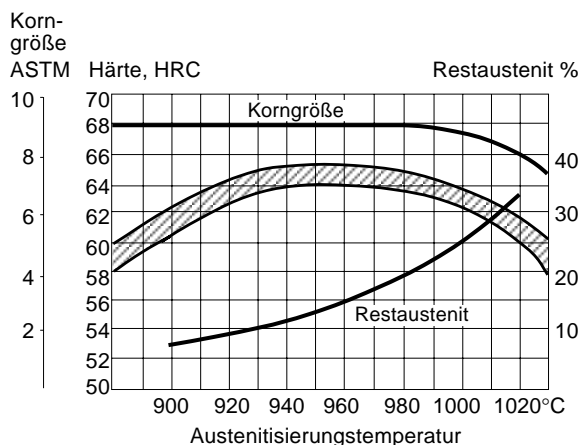
\* Haltedauer = Zeitspanne des Haltens bei Härtetemperatur, beginnend mit dem Erreichen dieser Temperatur im Kern des Werkzeugs.

*Das Werkstück ist beim Härten vor Entkohlung und Oxidation zu schützen.*

## ABSCHRECKMITTEL

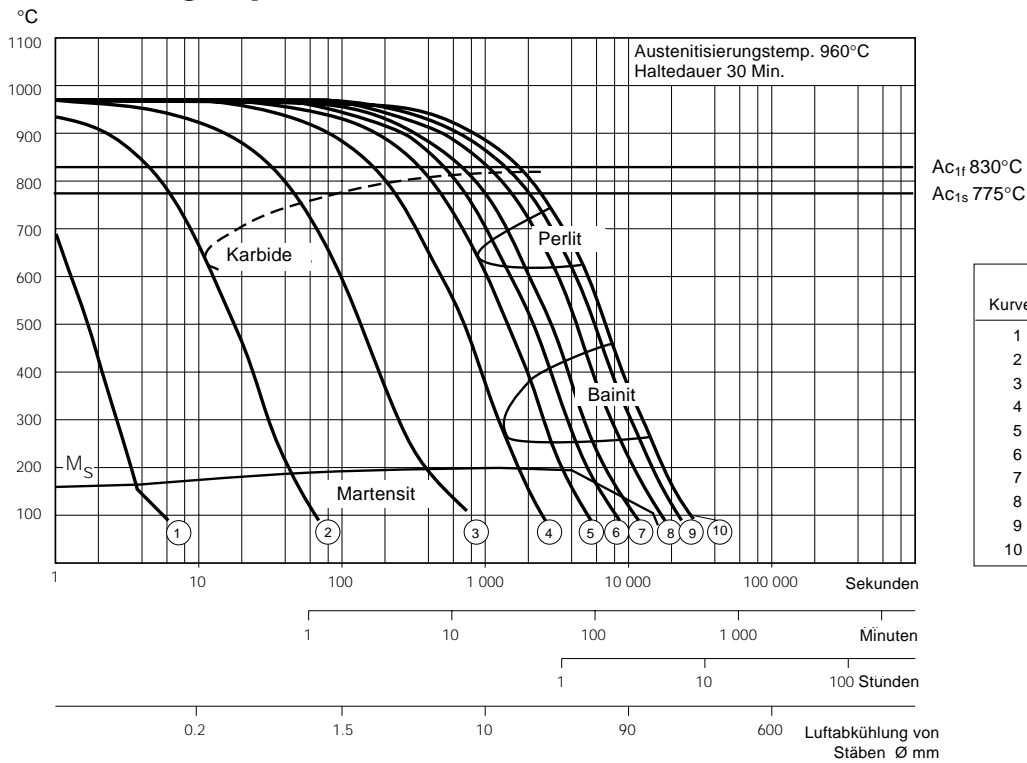
- Warmbadhärtung bei 180–220°C oder 450–550°C, anschließend Abkühlung und der Luft.
- Gebläseluft
- Vakuum (Vakuumanlage mit genügend Gasüberdruck)
- Öl (nur sehr einfache Geometrien).

*Härte, Korngröße und Restaustenit in Abhängigkeit von der Austenitisierungstemperatur.*



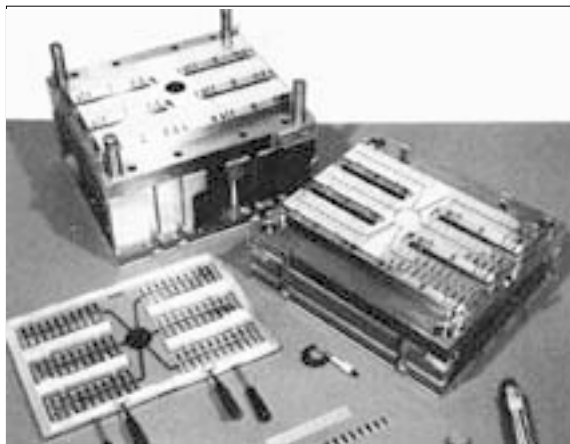
ZTU-Schaubild

Austenitisierungstemperatur 960°C. Haltedauer 30 Minuten.



ANLASSEN

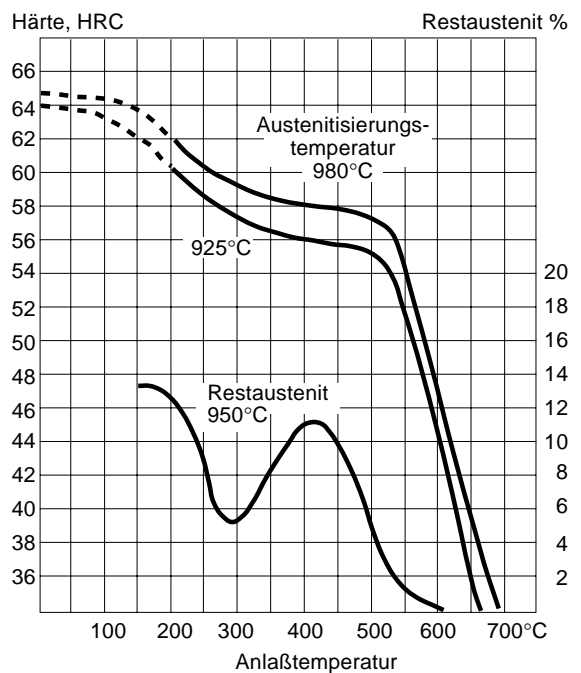
Die Anlaßtemperatur ist entsprechend der gewünschten Härte nach dem Anlaßdiagramm zu wählen. Zweimal anlassen und dazwischen auf Raumtemperatur abkühlen lassen. Niedrigste Anlaßtemperatur 180°C. Haltedauer mindestens 2 Stunden.



Spritzpreßwerkzeug mit Einsätzen aus RIGOR für die Herstellung von gekapselten elektronischen Komponenten.

Die Anlaßkurven gelten für kleine Proben. Die tatsächlich erreichbare Endhärte hängt von der Größe der Form ab.

Anlaßdiagramm

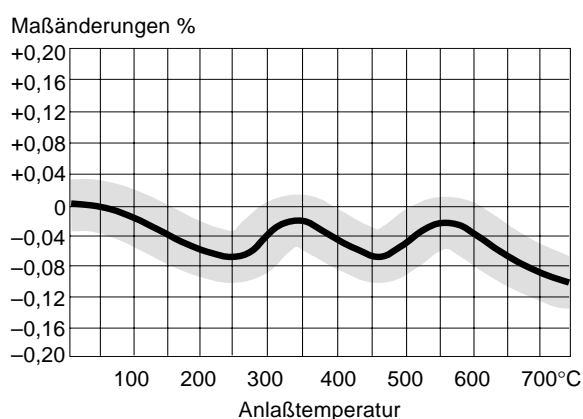


### MASSÄNDERUNGEN BEIMHÄRTEN

Probestück 100 x 100 x 25 mm.

		Breite %	Länge %	Dicke %
Abschrecken in Öl aus 960°C	Min.	-0,10	-0,02	-
	Max.	-0,05	+0,06	-0,05
Warmbadhärten aus 960°C	Min.	+0,04	+0,06	-
	Max.	+0,05	+0,08	+0,04
Abschrecken in Luft aus 960°C	Min.	+0,08	+0,13	-
	Max.	+0,14	+0,15	+0,04

### MASSÄNDERUNGEN BEIMANLASSEN



*Anmerkung:* Die Maßänderungen beim Härten und Anlassen sind zu addieren.

### TIEFTEMPERATURBEHANDLUNG UND ALTERUNG

Wenn von den Werkstücken hohe Maßhaltigkeit verlangt wird, sind sie auf Tieftemperaturen zu kühlen und/oder durch künstliche Alterung auszuwärmen, damit keine Volumenänderungen im Laufe der Zeit auftreten. Dies gilt z.B. für Lehren und andere Maßwerkzeuge sowie gewisse Bauteile.

#### Tieftemperaturbehandlung

Unmittelbar nach dem Abschrecken ist das Werkstück auf  $-40$  bis  $-80^{\circ}\text{C}$  abzukühlen (Haltedauer 2–3 Stunden) und anschließend anzulassen oder auszuhärten. Tieftemperaturbehandlung steigert die Härte um 1–3 HRC. Komplizierte Formen sind mit Rücksicht auf die Reißgefahr nach Möglichkeit nicht mit diesem Verfahren zu behandeln.

#### Altern

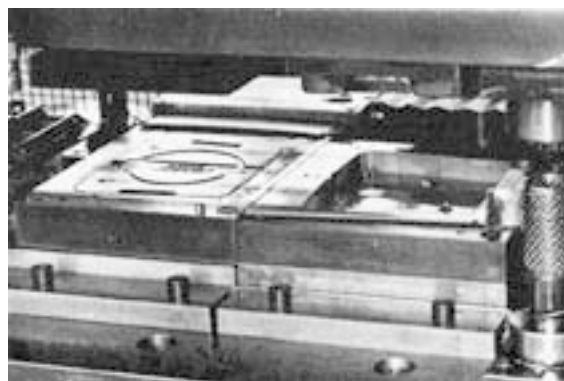
Das Anlassen nach dem Abschrecken wird durch Alterung bei  $110$ – $140^{\circ}\text{C}$  ersetzt. Haltedauer 25–100 Stunden.

### NITRIEREN

Durch Nitrieren entsteht eine harte Randschicht, die sehr beständig gegen Abnutzung und Auskolkung ist und auch die Korrosionsbeständigkeit steigert. Nitrieren in Ammoniakgas bei  $525^{\circ}\text{C}$  ergibt eine Oberflächenhärte von etwa  $1100\text{ HV}_1$ .

Nitriertemperatur °C	Nitrierdauer Stunden	Nitriertiefe ca. mm
525	20	0,20
525	30	0,30
525	60	0,40

Zweistündige Nitrokarburierung bei  $570^{\circ}\text{C}$  ergibt eine Oberflächenhärte von ca.  $900\text{ HV}_1$ . Die Randschicht mit dieser Härte ist etwa  $10$ – $20\text{ }\mu\text{m}$  dick.



*Mit diesem Werkzeug aus RIGOR konnten 3.000.000 Teile hergestellt werden, ehe es nachgeschliffen werden mußte.*

# Empfohlene Schnittdaten

Die untenstehenden Zerspanbarkeitsdaten sind Richtwerte und müssen den jeweiligen örtlichen Voraussetzungen angepaßt werden.

## DREHEN

Schnitt- parametern	Drehen mit Hartmetall		Drehent mit Schnell- arbeitsstahl Schruppen
	Schruppen	Schlichten	
Schnittge- schwindigkeit ( $v_c$ ) m/Min.	100–150	150–200	20
Vorschub (f) mm/U	0,3–0,6	–0,3	–0,3
Schnitttiefe ( $a_p$ ) mm	2–6	–2	–2
Bearbeitungs- gruppe ISO	P20–P30 beschichtetes Hartmetall	P10 beschichtetes Hartmetall oder Cermet	–

## BOHREN

### Spiralbohrer aus Schnellarbeitsstahl

Bohrerdurch- messer, $\varnothing$ mm	Schnittgeschwindig- keit ( $v_c$ ), m/Min	Vorschub (f) mm/U
–5	50*	0,08–0,20
5–10	50*	0,20–0,30
10–15	50*	0,30–0,35
15–20	50*	0,35–0,40

\*) Für beschichtete Schnellarbeitsstähle  $v_c \sim 21$  m/Min.

### Hartmetallbohrer

Schnitt- parametern	Bohrertyp		
	Wende- plattenbohrer	Vollhart- metall	Kühlkanal- bohrer mit Hartmetall- schneide <sup>1)</sup>
Schnittge- schwindigkeit ( $v_c$ ) m/Min.	120–170	60	50
Vorschub (f) mm/U	0,05–0,25 <sup>2)</sup>	0,10–0,25 <sup>2)</sup>	0,15–0,25 <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Bohrer mit Kühlkanälen und einer angelöteten Hartmetall-schneide.

<sup>2)</sup> Abhängig von Bohrerdurchmesser.

## FRÄSEN

### Plan- und Eckfräsen

Schnitt- parametern	Fräsen mit Hartmetall		Fräsen mit Schnell- arbeitsstahl Schlichten
	Schruppen	Schlichten	
Schnittge- schwindigkeit ( $v_c$ ) m/Min.	110–140	140–180	18
Vorschub ( $f_z$ ) mm/Zahn	0,2–0,4	0,1–0,2	0,1
Schnitttiefe ( $a_p$ ) mm	2–5	–2	–2
Bearbeitungs- gruppe ISO	P20–P40 beschichtetes Hartmetall	P10–P20 beschichtetes Hartmetall oder Cermet	–

### Schaftfräsen

Schnitt- parametern	Fräser typ		
	Vollhart- metall	Fräser mit Wendeschneid- platten	Schnell- arbeitsstahl
Schnittge- schwindigkeit ( $v_c$ ) m/Min.	50	120–170	18 <sup>1)</sup>
Vorschub ( $f_z$ ) mm/Zahn	0,03–0,2 <sup>2)</sup>	0,08–0,2 <sup>2)</sup>	0,05–0,35 <sup>2)</sup>
Bearbeitungs- gruppe ISO	K20	P20–P40	–

<sup>1)</sup> Für beschichtete Schaftfräser aus Schnellarbeitsstahl  $v_c \approx 24$  m/Min.

<sup>2)</sup> Abhängig von radialer Schnitttiefe und vom Fräser-durchmesser.

## SCHLEIFEN

Allgemeine Schleifscheibenempfehlungen sind in der Tabelle zu finden. Weitere Informationen können der Uddeholm-Druckschrift „Schleifen von Werkzeugstahl“ entnommen werden.

Schleifverfahren	Empfohlene Schleifscheiben	
	Weichgeglüht	Gehärtet
Planschleifen	A 46 HV	A 46 GV
Planschleifen (Segment)	A 24 GV	A 36 GV
Rundschleifen	A 46 LV	A 60 JV
Innenschleifen	A 46 JV	A 60 IV
Profilschleifen	A 100 LV	A 120 JV

<sup>1)</sup> Für diese Anwendungen sollten wenn möglich, CBN-Scheiben verwendet werden.

<sup>2)</sup> Schleifscheibe der Firma Norton Co.

## Schweißen

Das Schweißen von Werkzeugstahl kann erfolgreich durchgeführt werden, wenn hierbei sorgfältig gearbeitet wird (erhöhte Arbeitstemperatur, Vorbereitung der Schweißnaht, Wahl des geeigneten Schweißwerkstoffes und Schweißverfahrens).

Schweißmethode	Arbeits-temperatur	Schweiß-zusatz	Härte nach dem Schweißen
MMA	200–250°C	AWS E312 ESAB OK 84.52 UTP 67S Castolin 2 Castolin N 102	300 HB 53–54 HRC 55–58 HRC 54–60 HRC 54–60 HRC
TIG	200–250°C	AWS ER312 UTPA 67S UTPA 73G2 Castotig 5	300 HB 55–58 HRC 53–56 HRC 60–64 HRC

## Elektroerosive Bearbeitung

Wenn der Stahl im gehärteten und angelassenen Zustand elektroerosiv bearbeitet wird, sollte das Werkzeug anschließend mit etwa 25°C unter der früheren Anlaßtemperatur entspannt werden.

## Ausführlichere Information

Bitte lassen Sie sich von Ihrer Uddeholm-Verkaufsstelle über die Auswahl, die Wärmebehandlung und die Liefermöglichkeiten von Uddeholm-Werkzeugstählen informieren und fordern Sie die Druckschrift „Stähle für Kaltarbeitswerkzeuge“ an.

## Relativer Vergleich der Kaltarbeitsstähle von Uddeholm

### MATERIALEIGENSCHAFTEN UND WIDERSTAND GEGEN AUSFALLMECHANISMEN

Uddeholm Marke	W.-Nr	Härte/ Widerstand gegen plas- tische Ver- formung	Zerspan- barkeit	Schleif- barkeit	Maßbe- ständigkeit	Abrasier Verschleiß	Adhäsi- ver Verschleiß	Widerstand gegen Ermüdungsrisse	
								Ausbrüche	Totalbruch
ARNE	1.2510	■■■■	■■■■	■■■■	■	■	■	■■■	■■■
CALMAX	1.2358	■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■	■■■	■■■■	■■■■
RIGOR	1.2363	■■■■	■■■■	■■■	■■■■	■■■	■■■	■■■	■■■
SVERKER 21	1.2379	■■■■	■■■■	■■■	■■■	■■■■	■	■	■■■
SVERKER 3	1.2436	■■■■	■■■	■	■■■	■■■■	■	■	■
VANADIS 4	–	■■■■	■■■■	■■■	■■■■	■■■	■■■	■■■	■■■
VANADIS 6	–	■■■■	■■■	■■■	■■■■	■■■■	■■■	■■■	■■■
VANADIS 10	–	■■■■	■■■	■	■■■■	■■■■	■■■	■■■	■■■
VANADIS 23	–	■■■■	■■■■	■■■	■■■■	■■■■	■■■	■■■	■■■