

# *SLEIPNER* Kaltarbeitsstahl



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 Beispiel genannten Anwendungsmöglichkeiten.

## Allgemeines

*SLEIPNER* ist ein Chrom-Molybdän-Vanadium-legierter Werkzeugstahl. Seine Stärken sind zahlreich:

- Gute Verschleißfestigkeit
- Guter Widerstand gegen Ausbrüche
- Hohe Druckfestigkeit
- Hohe Härte (> 60 HRC) nach dem Hochtemperaturanlassen
- Gutes Durchhärungsverhalten
- Gute Maßbeständigkeit beim Härten
- Hohe Anlassbeständigkeit
- Gut geeignet für Funkenerosion
- Gute Zerspanbarkeit und Schleifbarkeit
- Gut geeignet für Oberflächenbehandlung

Richtanalyse %	C 0,9	Si 0,9	Mn 0,5	Cr 7,8	Mo 2,5	V 0,5
Normen	Keine					
Lieferzustand	Weichgeglüht auf ca. 235 HB.					
Farbkennzeichnung	Blau/braun					

## Anwendungen

*SLEIPNER* ist ein universell einsetzbarer Stahl für Kaltarbeitswerkzeuge. Er weist einen hohen Widerstand gegen gemischten und abrasiven Verschleiß sowie gegen Ausbrüche auf. Zudem kann eine sehr hohe Härte (> 60 HRC) nach dem Hochtemperaturanlassen erreicht werden. Dies bedeutet, dass eine Oberflächenbehandlung wie Nitrieren oder PVD-Beschichten auf einem hochfesten Substrat möglich ist. Auch diffizile Teile mit Härten über 60 HRC können leicht durch funkenerosives Drahtschneiden hergestellt werden. Selbst bei Blöcken mit relativ dickem Querschnitt besteht kaum Gefahr, dass Risse auftreten.

Wir empfehlen *SLEIPNER* für mittelgroße Produktionsserien, wenn gemischter bzw. abrasiver Verschleiß vermieden werden sollen und guter Widerstand gegen Ausbrüche und Totalbruch gefragt ist.

*Beispiele:*

- Schneiden und Feinschneiden
- Scheren
- Umformen
- Prägen
- Kaltumformen
- Gewindewalzen
- Ziehen und Tiefziehen
- Pulverpressen

## Eigenschaften

### PHYSIKALISCHE DATEN

Die Daten stammen von Proben, die auf 62 HRC gehärtet und angelassen wurden. Es wurde bei Raumtemperatur (20°C) gemessen:

Temperatur	20°C	200°C	400°C
Dichte, kg/m <sup>3</sup>	7 730	7 680	7 620
Elastizitätsmodul N/mm <sup>2</sup>	205 000	190 000	180 000
Wärmeausdehnungskoeffizient			
–nach Niedrigtemperaturanlassen (60 HRC) pro °C von 20°C	–	12,7 x 10 <sup>-6</sup>	–
–nach Hochtemperaturanlassen pro °C von 20°C	–	11,6 x 10 <sup>-6</sup>	12,4 x 10 <sup>-6</sup>
Wärmeleitzahl, W/m °C	–	20	25
Spezifische Wärme J/kg °C	460	–	–

### DRUCKFESTIGKEIT

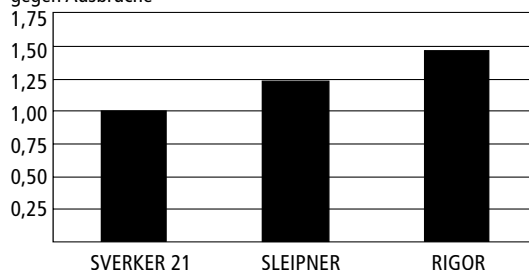
Folgende Zahlen sind Richtwerte:

Härte HRC	Druckfestigkeit R <sub>c0,2</sub>	
	MPa	ksi
50	1 700	250
55	2 050	300
60	2 350	340
62	2 500	360
64	2 650	380

### BRUCHSICHERHEIT

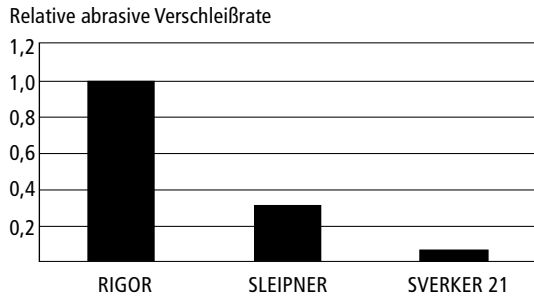
Das folgende Diagramm vergleicht den relativen Widerstand gegen Ausbrüche von *SVERKER 21*, *SLEIPNER* und *RIGOR* bei gleicher Härte.

Relativer Widerstand gegen Ausbrüche



### ABRASIVE VERSCHLEISSFESTIGKEIT

Das Diagramm vergleicht die relative abrasive Verschleißfestigkeit für *SVERKER 21*, *SLEIPNER* und *RIGOR* bei gleicher Härte (geringere Werte bedeuten besseren Verschleißwiderstand)



## Wärmebehandlung

### WEICHLÜHEN

Schützen Sie den Stahl vor Oxidation und wärmen Sie ihn auf 850°C durch. Danach sollte er im Ofen um 10°C pro Stunde bis auf 650°C abgekühlt werden, danach erfolgt die Abkühlung an der Luft.

### SPANNUNGSARMGLÜHEN

Nach der Grobzerspannung sollte das Werkzeug auf 650°C durchgewärmt und für 2 Stunden auf dieser Temperatur gehalten werden. Kühlen Sie es zunächst langsam bis 500°C ab, danach kann es frei an der Luft abkühlen.

### HÄRTEN

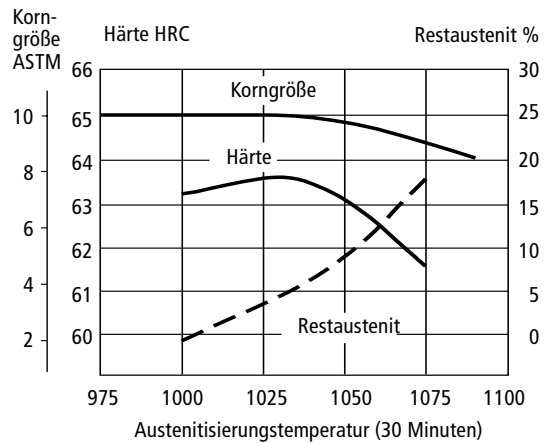
Vorwärmtemperatur: 700°C und 850°C  
 Austenitisierungstemperatur: 950–1080°C, normalerweise 1030–1050°C. Haltedauer: 30 Minuten  
*Schützen Sie das Teil vor Abkühlung und Oxidation während des Härtevorgangs.*

### ABSCHRECKMITTEL

- Gasgebläse/ zirkulierende Luft
- Vakuum (Vakuumanlage mit genügend Überdruck)
- Warmbad oder Fließbett bei 500–550°C
- Warmbad oder Fließbett bei ca. 200–350°C
- Öl (nur für sehr einfaches Design)

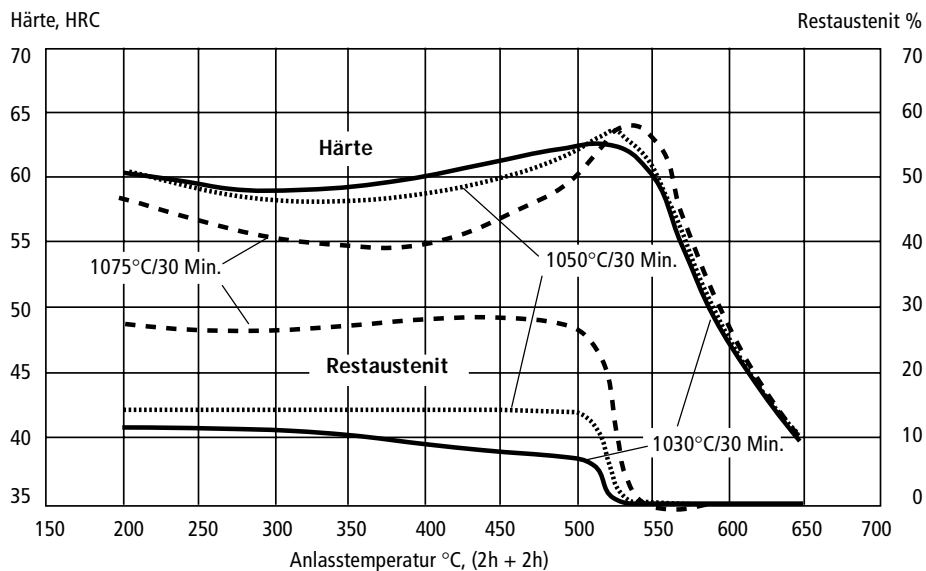
*Hinweis:* Lassen Sie das Werkzeug an, sobald die Temperatur im Kern 50–70°C erreicht.

### Härte, Restaustenit und Korngröße bei unterschiedlicher Austenitisierungstemperatur



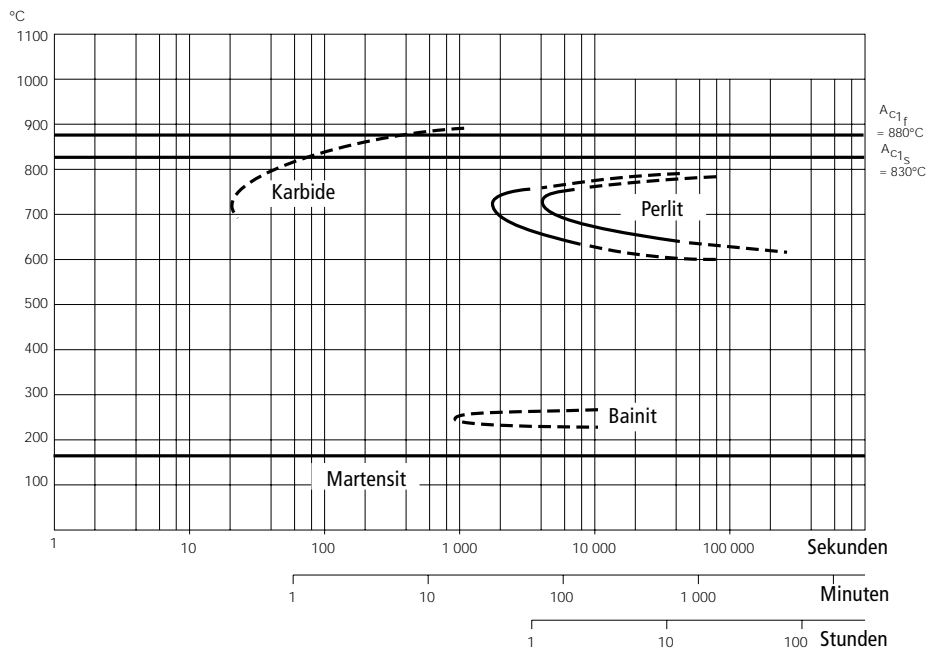
### ANLASSEN

Wählen Sie die Anlasstemperatur je nach gewünschter Härte in Anlehnung an die Anlasskurve aus. Lassen Sie mindestens zweimal an mit Zwischenabkühlung auf Raumtemperatur. Die niedrigste Anlasstemperatur, die Sie verwenden sollten, liegt bei 180°C, die minimale Haltedauer beträgt 2 Stunden.



ZTU-Diagramm für isothermisches Umwandeln

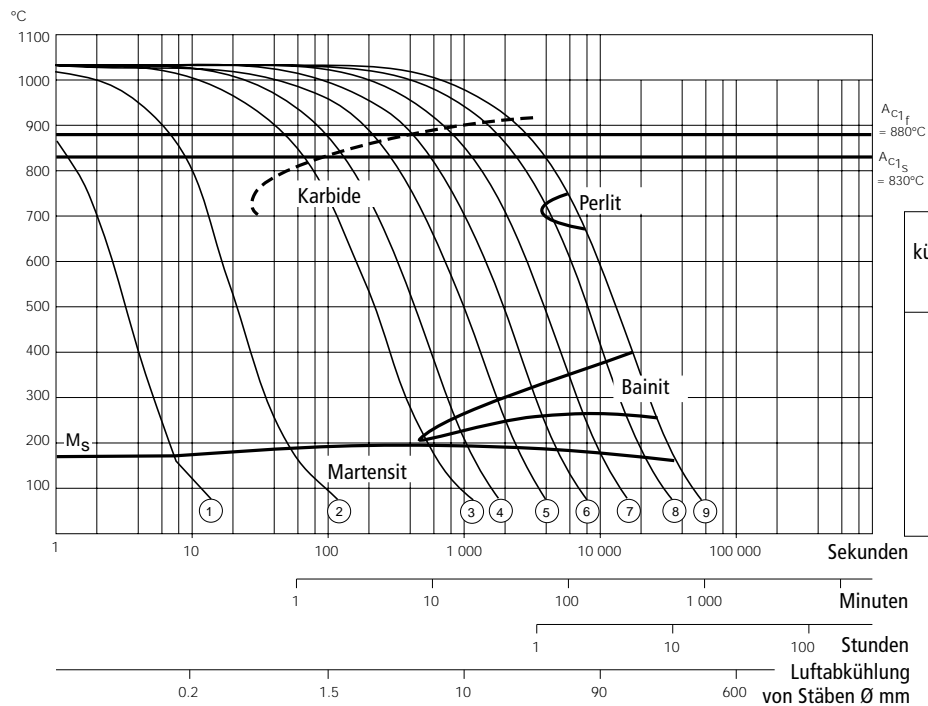
Austenitisierungstemperatur 1030°C. Haltedauer 30 Minuten.



Temp. °C.	Zeit Std.	Härte HV10
800	31,0	498
750	3,1	266
725	1,6	309
700	3,0	304
650	19,6	239
600	23,3	724
300	7,0	813
250	16,3	803
200	23,4	813

ZTU-Diagramm für kontinuierliche Abkühlung

Austenitisierungstemperatur 1030°C. Haltedauer 30 Minuten.



Abkühlungskurve Nr.	Härte HV 10	T <sub>800-500</sub> (Sek.)
1	824	2
2	824	11
3	813	140
4	813	280
5	813	630
6	813	1241
7	724	2482
8	649	5215
9	572	8360

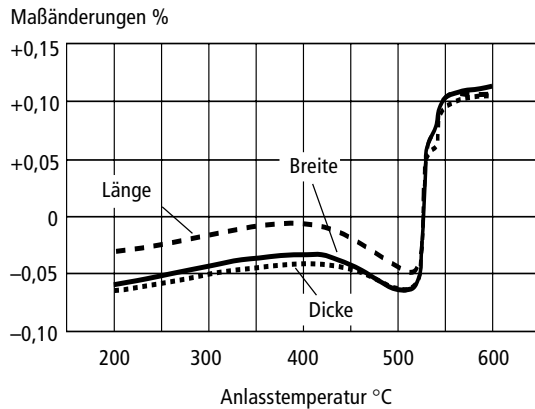
## MAßÄNDERUNG

Die Maßänderungen wurden nach dem Abschrecken und Anlassen gemessen.

**Austenitisieren:** 1030°C/30 Min., Abkühlung im Vakuumofen mit 0,75°C/s zwischen 800°C und 500°C. Anlassen: 2 x 2 Stunden bei unterschiedlichen Temperaturen.

**Probe:** 100 x 100 x 100 mm

### Maßänderungen in Abhängigkeit von der Anlass-temperatur



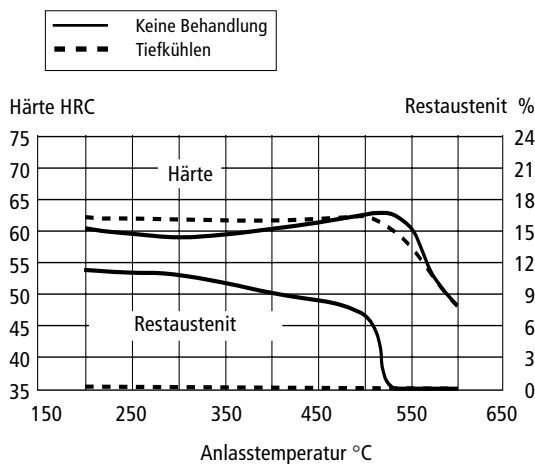
## TIEFKÜHLEN

Teile, für die maximale Maßstabilität Voraussetzung ist, sollten tiefgekühlt werden. Das Tiefkühlen senkt den Restaustenitgehalt und ändert die Härte, wie Sie im folgenden Diagramm erkennen können.

**Austenitisierung:** 1030°C/30 Minuten

**Anlassen:** 2 x 2 Stunden bei unterschiedlichen Temperaturen

### Härte und Restaustenit in Abhängigkeit von der Anlasstemperatur und einer Tiefkühlbehandlung



## Oberflächenbehandlung

Einige Kaltarbeitswerkzeuge werden oberflächenbehandelt, um die Reibung zu minimieren und den Verschleißwiderstand zu erhöhen. Die üblichen Behandlungen sind das Nitrieren und die Oberflächenbeschichtung mit verschleißfesten Schichten durch das PVD oder CVD-Verfahren. Die hohe Härte und der gute Widerstand gegen Ausbrüche kombiniert mit der guten Maßbeständigkeit, machen SLEIPNER zu einem idealen Substrat für Oberflächenbeschichtungen.

### NITRIEREN UND NITROKARBURIEREN

Nitrieren und Nitrokarburieren führen zu einer harten Randschicht mit sehr gutem Widerstand gegen Verschleiß und Kaltaufschweißungen.

Die Oberflächenhärte liegt nach dem Nitrieren bei ca. 1100 HV<sub>0,2kg</sub>. Die Dicke der Schicht richtet sich nach der gewünschten Anwendung.

### PVD

Beim PVD-Verfahren (physikalisches Bedampfungsverfahren/Physical Vapour Deposition) werden harte Schichten zwischen 200°C und 500°C abgeschieden.

### CVD

Harte Schichten werden auch bei höheren Temperaturen, ca. 1000°C abgeschieden. Hier arbeitet man dann nach dem CVD-Verfahren (chemisches Abscheidungsverfahren/Chemical Vapour Deposition). Wir empfehlen separates Härten und Anlassen der Werkzeuge in einem Vakuumofen nach dieser Oberflächenbehandlung.



## Schnittdaten

Die folgenden Schnittdaten sind Richtwerte. Es müssen immer örtliche Gegebenheiten und besondere Voraussetzungen berücksichtigt werden, um die richtigen Werte zu wählen. Weitere Einzelheiten finden Sie in der Uddeholm Druckschrift „Schnittdaten-Empfehlungen“.

Zustand: Weichgeglüht auf ca. 235 HB

### DREHEN

Schnittparameter	Drehen mit Hartmetall		Drehen mit Schnellarbeitsstahl Schlichten
	Schruppen	Schlichten	
Schnittgeschwindigkeit ( $v_c$ ) m/Min	100–150	150–200	17–22
Vorschub (f) mm/U	0,2–0,4	0,05–0,2	0,05–0,3
Schnitttiefe ( $a_p$ ) mm	2–4	0,5–2	0,5–3
ISO Bearbeitungsgruppe	K20, P20 Beschichtetes Hartmetall	K10, P15 Beschichtetes Hartmetall	–

### BOHREN

#### Spiralbohrer aus Schnellarbeitsstahl

Bohrerdurchmesser mm	Schnittgeschwindigkeit ( $v_c$ ) m/Min.	Vorschub (f) mm/U
– 5	13–18*	0,05–0,10
5–10	13–18*	0,10–0,20
10–15	13–18*	0,20–0,25
15–20	13–18*	0,25–0,30

<sup>1)</sup> Für beschichtete Bohrer aus Schnellarbeitsstahl  
 $v_c$  25–35 m/Min.

#### Hartmetallbohrer

Schnittparameter	Bohrertyp		
	Wendepplattenbohrer	Vollhartmetall	Kühlkanalbohrer mit Hartmetallschneide <sup>1)</sup>
Schnittgeschwindigkeit ( $v_c$ ) m/Min	140–160	80–100	45–55
Vorschub (f) mm/U	0,05–0,15 <sup>2)</sup>	0,10–0,25 <sup>2)</sup>	0,15–0,25 <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Bohren mit Kühlkanälen und einer angelöteten Hartmetallschneide

<sup>2)</sup> Abhängig vom Bohrerdurchmesser

### FRÄSEN

#### Plan- und Eckfräsen

Schnittparameter	Fräsen mit Hartmetall	
	Schruppen	Schlichten
Schnittgeschwindigkeit ( $v_c$ ) m/Min	110–180	180–220
Vorschub ( $f_z$ ) mm/Zahn	0,2–0,4	0,1–0,2
Schnitttiefe ( $a_p$ ) mm	2–5	–2
ISO Bearbeitungsgruppe	K20, P20 Beschichtetes Hartmetall	P10–P20 Beschichtetes Hartmetall

#### Schaftfräsen

Schnittparameter	Fräserstyp		
	Vollhartmetall	Fräser mit Wendeschneidplatten	Schnellarbeitsstahl
Schnittgeschwindigkeit ( $v_c$ ) m/Min	80–120	100–140	13–18 <sup>1)</sup>
Vorschub ( $f_z$ ) mm/Zahn	0,006–0,20 <sup>2)</sup>	0,06–0,20 <sup>2)</sup>	0,01–0,35 <sup>2)</sup>
ISO Bearbeitungsgruppe	K10, P40	P15–P40	–

<sup>1)</sup> Für beschichtete Schaftfräser aus Schnellarbeitsstahl  
 $v_c$  30–35 m/Min.

<sup>2)</sup> Abhängig von der radialen Schnitttiefe und dem Schnittdurchmesser

### SCHLEIFEN

Sie finden allgemeine Empfehlungen zum Schleifen in der folgenden Tabelle. Genauere Informationen können Sie in der Broschüre „Schleifen von Werkzeugstählen“ nachlesen.

#### Schleifscheiben

Schleifverfahren	weichgeglüht	gehärtet
Umfangsschleifen	A 46 HV	A 46 GV
Stirnschleifen (Segment)	A 24 GV	A 36 GV
Außenrundscheifen	A 46 LV	A 60 KV
Innenrundscheifen	A 46 JV	A 60 IV
Profilschleifen	A 100 LV	A 120 JV

## Schweißen

Schweißen von Werkzeugstahl kann mit gutem Ergebnis vorgenommen werden, wenn folgendes beachtet wird:

1. Die Schweißnaht sollte sorgfältig vorbereitet werden.
2. Reparaturschweißen sollte mit Vorwärmen durchgeführt werden. Verwenden Sie für die ersten beiden Schichten denselben Elektrodendurchmesser und dieselbe Stromstärke.
3. Halten Sie den Lichtbogen immer so kurz wie möglich. Die Elektrode sollte einen Winkel von 90°C zu der Schweißstelle haben, um Unterschnitt zu vermeiden. Zudem sollte die Elektrode in einem Winkel von 75–80°C zu der Richtung der Vorwärtsbewegung angesetzt werden.
4. Bei größeren Reparaturen ist es ratsam, die erste Schicht mit einem weicherem Schweißzusatzstoff (Pufferschicht) durchzuführen.

### SCHWEISSZUSATZWERKSTOFF

#### WIG-Elektroden

Schweißzusatz	Härte nach dem Schweißen
Typ AWS ER312 UTP A675 UTP A696 CastoTig 5*	300 HB (für die Pufferschicht) 55–58 HRC 60–64 HRC 60–64 HRC

\* Es sollten wegen der erhöhten Rissgefahr nicht mehr als 4 Schichten geschweißt werden.

#### MMA (SMAW) Schweißelektroden

Schweißzusatz	Härte nach dem Schweißen
Typ AWS E312 CASTOLIN 2 UTP 675 UTP 69 CASTOLIN 6	300 HB (für die Pufferschicht) 54–60 HRC 55–58 HRC 60–64 HRC 60–64 HRC

### VORWÄRMUNGSTEMPERATUR

Die Temperatur sollte während der Reparatur konstant gehalten werden.

	weichgeglüht	gehärtet
Härte	230 HB	60–62 HRC
Vorwärmungs- temperatur	250°C	250°C
Max. Interpass- temperatur	400°C	400°C

### WÄRMEBEHANDLUNG NACH DEM SCHWEISSEN

	weichgeglüht	gehärtet
Härte	230 HB	60–62 HRC
Abkühlungs- geschwindigkeit	20–40°C/h die ersten zwei Stunden dann frei an der Luft	
Wärme- behandlung	Weichglühen Härten Anlassen	Anlass 10–20°C unter der letzten Anlasstemperatur

Weiter Information finden Sie in der Broschüre „Schweißen von Werkzeugstahl“.

## Flammhärten

Verwenden Sie Autogengas Ausrüstungen (Sauerstoff-Acetyl) mit einer Kapazität von 800–1250 L/Std.

Der Sauerstoffdruck beträgt 2,5 bar, der Acetyldruck 1,5 bar. Stellen Sie eine neutrale Flamme ein.

Temperatur: 980–1020°C, kühlen Sie frei an der Luft ab.

Die Oberflächenhärte liegt normalerweise zwischen 58–62 HRC, und in einer Tiefe von 3–3,5 mm liegt die Härte bei ca. 41 HRC.

## Funkenerosive Bearbeitung

Wenn der Stahl im gehärteten und angelassenem Zustand erodiert werden soll, ist es ratsam, die Bearbeitung mit einem „Schlichtvorgang“ (niedriger Strom, hohe Frequenz) zu beenden.

Für optimale Ergebnisse sollte die Erodierschicht mechanisch (z. B. durch Schleifen oder Polieren) entfernt werden. Anschließend sollte das Werkzeug etwa 25°C unter der letzten Anlasstemperatur nochmals entspannt werden.

Beim Erodieren größerer oder komplizierterer Teile sollte SLEIPNER hinter dem Sekundärhärtemaximum angelassen werden >500°C (Hochtemperatur-anlassen).



# Vergleich der Eigenschaften von Uddeholm Kaltarbeitsstählen

## MATERIALEIGENSCHAFTEN UND WIDERSTAND GEGEN AUSFALLMECHANISMEN

Uddeholm Stahl	Härte/ Widerstand gegen plast. Verformung	Zerspan- barkeit	Schleif- barkeit	Maßbestän- digkeit	Widerstand gegen		Widerstand gegen Ermüdungsrisse	
					Abrasiven Verschleiß	Adhäsiven Verschleiß	Duktilität/ Ausbrüche	Zähigkeit/ Totalbruch
ARNE	■	■■■■■	■■■■■	■	■	■	■	■
CALMAX	■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
RIGOR	■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■	■	■■■■■
SLEIPNER	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■	■■■■■
SVERKER 21	■	■■■■■	■	■■■■■	■■■■■	■	■	■■■■■
SVERKER 3	■	■	■	■■■■■	■■■■■	■	■	■
VANADIS 4	■	■■■■■	■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
VANADIS 6	■■■■■	■	■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■
VANADIS 10	■■■■■	■	■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■	■
VANADIS 23	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■

## Weitere Informationen

Bitte nehmen Sie Kontakt mit der Uddeholm Niederlassung in Düsseldorf, Bad Soden oder Nellingen auf, wenn Sie Fragen zur Auswahl der richtigen Stahlsorte, Anwendung und Verfügbarkeit des Uddeholm Stahls sowie Wärmebehandlung haben. Sie finden uns auch im Internet unter: [www.uddeholm.de](http://www.uddeholm.de)