

# Uddeholm Caldie®

© UDDEHOLMS AB

Diese Broschüre und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der durch das Urheberrechtsgesetz festgelegten Grenzen ist ohne schriftliche Zustimmung des Herausgebers unzulässig.

---

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 der beispielhaft genannten Anwendungsmöglichkeiten.

Klassifiziert gemäß EU-Richtlinie 1999/45/EC

Weitere Informationen entnehmen Sie bitte unseren Datenblättern zur Materialicherheit („Material Safety Data Sheets“).

Ausgabe 20, 03.2022



---

## **Uddeholm Caldie®**

### **STEIGENDE ANSPRÜCHE IN DER KALTARBEIT**

In der Industrie werden kontinuierlich neue und anspruchsvollere Werkstoffe eingeführt. Als Folge des Einsatzes von extra- und ultrahochfesten Stählen müssen die formgebenden Werkzeuge höheren mechanischen Belastungen standhalten und sind verstärktem adhäsiven und abrasivem Verschleiß ausgesetzt. Die Werkzeuge müssen zudem häufig beschichtet werden, um den Anforderungen der Produktion gewachsen zu sein. Bei dem eingesetzten Werkzeugstahl sollte es sich daher auch um ein geeignetes Substrat für verschiedenste Beschichtungen handeln.

### **DER PROBLEMLÖSER**

Uddeholm Caldie ist die erste ESU-Marke, die mit dem Anwendungsfokus auf unterschiedliche Kaltarbeitsverfahren entwickelt wurde. Die exzellente Kombination aus Druckfestigkeit, Verschleißbeständigkeit sowie Widerstand gegen Ausbrüche und vorzeitigem Bruch wurde durch eine ausgewogene Legierungszusammensetzung im Zusammenspiel mit einem reinen und homogenen Gefüge erzielt. Entsprechend gute Wärmebehandlungseigenschaften und eine hohe Dauerfestigkeit lassen Uddeholm Caldie zu einem perfekten Substrat für Oberflächenbeschichtungen werden.

### **EIN VIELSEITIGER WERKZEUGSTAHL**

Das einzigartige Eigenschaftsprofil von Uddeholm Caldie beinhaltet weiterhin eine gute Schweißbarkeit, gute Durchhärtungseigenschaften, Bearbeitbarkeit und Schleifbarkeit. Deshalb kann Uddeholm Caldie bei vielen verschiedenen Anwendungen, insbesondere bei größeren Umformwerkzeugen, für eine ökonomische Werkzeugherstellung, Werkzeugnutzung und Wartung eingesetzt werden.

## ALLGEMEINES

Uddeholm Caldie ist ein Cr-Mo-V-legierter Werkzeugstahl, charakterisiert durch:

- einen sehr guten Widerstand gegen Ausbrüche und Bruch
- einen guten Verschleißwiderstand
- eine hohe Härte (> 60 HRC) nach dem Hochtemperaturanlassen
- gute Maßbeständigkeit bei der Wärmebehandlung und im Einsatz
- exzellente Durchhärtungseigenschaften
- gute Zerspanbarkeit und Schleifbarkeit
- exzellente Polierbarkeit
- gute Beschichtungseigenschaften
- gute Anlassbeständigkeit
- gute Erodierereigenschaften

Richtanalyse %	C	Si	Mn	Cr	Mo	V
	0,7	0,2	0,5	5,0	2,3	0,5
Normen	keine					
Lieferzustand	weichgeglüht auf ca. 215 HB					
Farbkennzeichnung	weiß/grau					

## ANWENDUNGSBEREICHE

Uddeholm Caldie ist geeignet für mittlere Serienlängen, bei denen die Gefahr von Ausbrüchen und/oder Bruch die zu erwartenden Ausfallmechanismen sind und bei denen gleichzeitig eine hohe Druckfestigkeit (Härte >60 HRC) verlangt wird. So wird Uddeholm Caldie zu einem bedeutenden Problemlöser für verschiedene hochbelastete Kaltarbeitsanwendungen, bei denen eine Kombination von Härten >60 HRC und einer hohen Bruchsicherheit notwendig ist. Dies ist z.B. der Fall wenn ultrahochfeste Bleche geschnitten, gestanzt oder umgeformt werden. Uddeholm Caldie ist auch als Substrat für Beschichtungen besonders gut geeignet.

### KALTARBEITSANWENDUNGEN

- Schneid- und Stanzvorgänge, bei denen hohe Zähigkeit und Duktilität notwendig sind, um Ausbrüche/Bruch zu vermeiden
- Kaltumformvorgänge, bei denen eine hohe Druckfestigkeit kombiniert mit einem hohen Widerstand gegen Ausbrüche/Bruch notwendig ist

- Maschinenmesser
- Gewindewalzbacken
- Substrat für Oberflächenbeschichtungen.

### UDDEHOLM COMPONENT BUSINESS ANWENDUNGEN (KONSTRUKTIONSELEMENTE)

Uddeholm Caldie kann für Konstruktionselemente eingesetzt werden, bei denen eine hohe Druckfestigkeit in Verbindung mit hoher Duktilität und/oder Zähigkeit verlangt wird. Messer zum Zerkleinern von Kunststoffen und Metallen sowie Profilwalzen sind dafür gute Beispiele.

## EIGENSCHAFTEN

Die folgenden Daten sind jeweils aus dem Kern von Stäben der Abmessungen 203 x 80 mm und Ø 102 mm ermittelt worden. Alle Proben wurden bei 1025 °C in einem Vakuumofen gehärtet und zweimal bei 525 °C je zwei Stunden auf 60–61 HRC angelassen.

### PHYSIKALISCHE DATEN

Gehärtet und angelassen auf 60–61 HRC

Temperatur	20 °C	200 °C	400 °C
Dichte kg/m <sup>3</sup>	7820	-	-
Elastizitätsmodul MPa	213.000	192.000	180.000
Wärmeausdehnungskoeffizient pro °C ab 20 °C	-	11,6 x 10 <sup>-6</sup>	12,4 x 10 <sup>-6</sup>
Wärmeleitfähigkeit W/m °C	-	24	28
Spezifische Wärme J/kg C	460	-	-

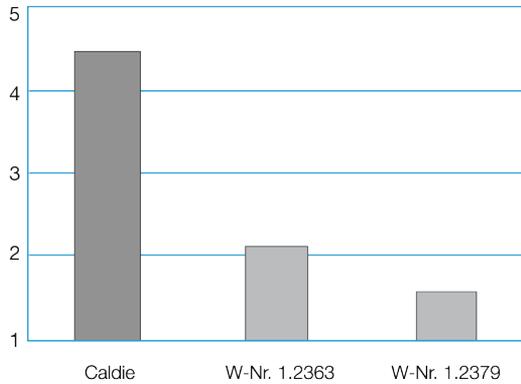
### DRUCKFESTIGKEIT

Ungefähre Werte bei Raumtemperatur.

Härte HRC	Druckfließgrenze Rc0,2 (MPa)
58	2230
60	2350
61	2430

### BRUCHSICHERHEIT

Das folgende Diagramm vergleicht den relativen Widerstand gegen Ausbrüche von Uddeholm Caldie gegenüber den Werkstoffen 1.2379 und 1.2363 bei gleicher Härte.



## WÄRMEBEHANDLUNG

### WEICHLÜHEN

Schützen Sie den Stahl vor Oxidation und wärmen Sie ihn auf 820 °C durch. (Die Haltezeit für das Durchwärmen hängt von der Größe des Werkzeugs ab.) Anschließend sollte er im Ofen um 10 °C pro Stunde bis auf 650 °C abgekühlt werden, gefolgt von einer Abkühlung an Luft bis auf Raumtemperatur.

### SPANNUNGSARMGLÜHEN

Nach der Grobzerspannung sollten die Eigenspannungen des Werkzeuges durch ein Durchwärmen auf 650 °C reduziert werden. Das Werkzeug sollte für 2 Stunden auf dieser Temperatur gehalten werden. Kühlen Sie es zunächst langsam bis 500 °C ab, danach kann es frei an der Luft bis auf Raumtemperatur abkühlen.

### HÄRTEN

**Vorwärmtemperatur:** 600–650 °C und 850–900 °C. Bei größeren Abmessungen wird eine dritte Vorwärmstufe bei 930 °C empfohlen.  
**Austenitisierungstemperatur:** 1000–1050 °C, normalerweise 1020 °C, bei größeren Abmessungen 1000 °C.

**Haltezeit:** 30 Minuten

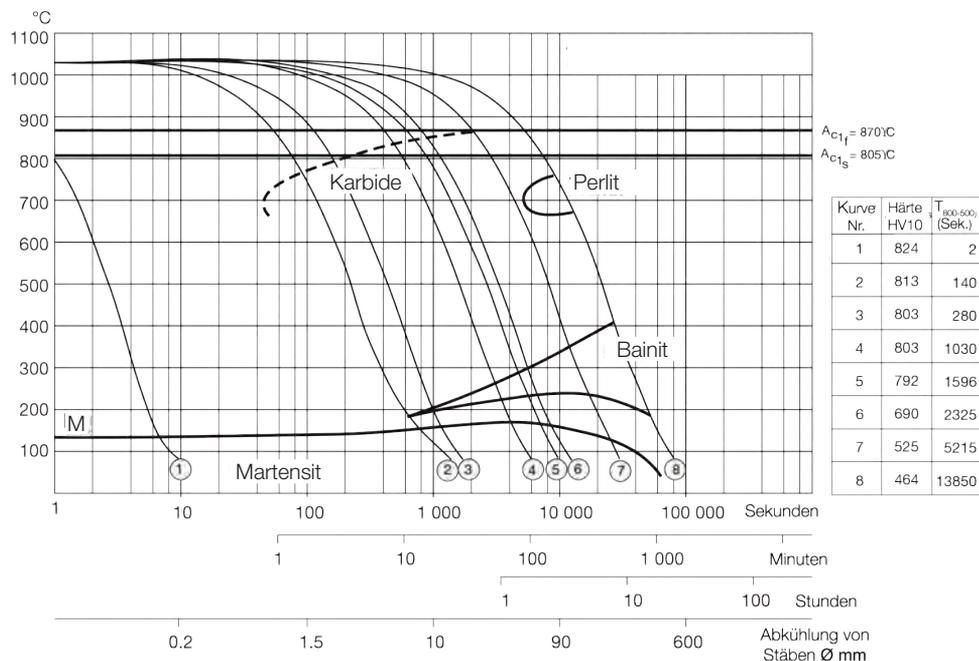
**Hinweis:** Haltezeit = Zeit beim Härten, nachdem der Kern die Austenitisierungstemperatur erreicht hat. Eine Absenkung der Haltezeit führt zu einem Verlust an Härte.

**Schützen Sie das Teil vor Entkohlung und Oxidation während des Härten.**

Weitere Informationen finden Sie im Uddeholm Broschüre „Wärmebehandlung von Werkzeugstählen“.

### ZTU-SCHAUBILD FÜR DIE KONTINUIERLICHE ABKÜHLUNG

Austenitisierungstemperatur 1025 °C. Haltezeit 30 Minuten.



### ABSCHRECKMITTEL

- Gas mit Überdruckumwälzung/zirkulierende Luft
- Vakuum (Vakuumanlage mit genügend Überdruck)
- Warmbad oder Fließbett bei 500–550 °C
- Warmbad oder Fließbett bei ca. 200–350 °C

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

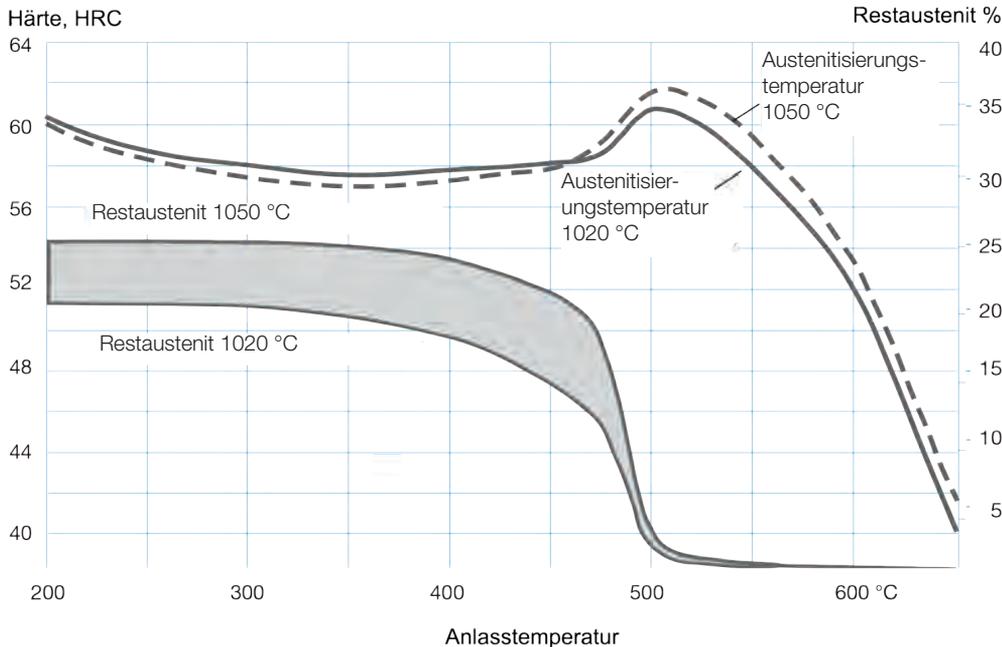
Um optimale Werkzeugeigenschaften zu erhalten, sollte die Abkühlrate, unter Berücksichtigung des tolerierbaren Verzuges, so schnell wie möglich sein. Eine langsame Abschreckrate führt zu einem Härteverlust im Vergleich zu den angegebenen Anlasskurven.

Nach dem Warmbad sollte eine Druckluftabkühlung folgen, wenn die Wandstärke 50 mm überschreitet.

### ANLASSEN

Die Anlassstemperatur kann in Abhängigkeit der benötigten Härte dem nachfolgendem Anlassdiagramm entnommen werden. Es sollte mindestens zweimal angelassen werden mit einer Zwischenkühlung auf Raumtemperatur.

#### Anlassdiagramm



Die Anlasskurven wurden an Proben mit den Abmessungen 15 x 15 x 40 mm nach dem Härten unter Druckluft mit ( $T_{800-300} = 300$  Sek.) ermittelt. Eine etwas geringere Härte ist auf Grund von Einflussgrößen wie z.B. der Werkzeuggröße und den genauen Wärmebehandlungsparametern möglich.

Für höchste Maßbeständigkeit und Duktilität wird eine Mindestanlassstemperatur von 540 °C und ein dreimaliges Anlassen empfohlen.

Das Anlassen bei einer niedrigeren Temperatur als 540 °C kann die Härte und Druckfestigkeit zwar erhöhen, aber auch die Rissbeständigkeit und Maßbeständigkeit beeinträchtigen. Eine Anlassstemperatur von 520 °C soll nicht unterschritten werden. Die Haltezeit beträgt beim zweimaligen Anlassen 2 Stunden, beim dreimaligen Anlassen mindestens 1 Stunde.

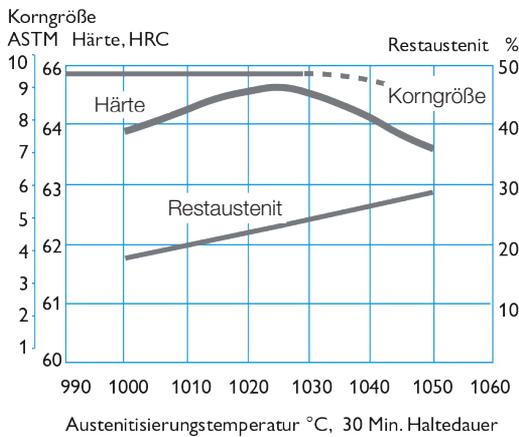
#### Härtetabelle

Härtetemperatur	Anlassstemperatur		
	540 °C	550 °C	560 °C
1000 °C*	57-59 HRC	56-58 HRC	54-56 HRC
1020 °C	58-60 HRC	57-59 HRC	55-57 HRC
1050 °C	59-61 HRC	58-60 HRC	56-58 HRC

Für hohe Maßbeständigkeit sollte mindestens bei 540 °C für 3 x 1Std. angelassen werden.

\*Eine Härtetemperatur von 1000 °C sollte für Querschnitte >150 mm verwendet werden.

### HÄRTE, RESTAUSTENIT UND KORNGRÖSSE BEI UNTERSCHIEDLICHEN AUSTENITISIERUNGSTEMPERATUREN



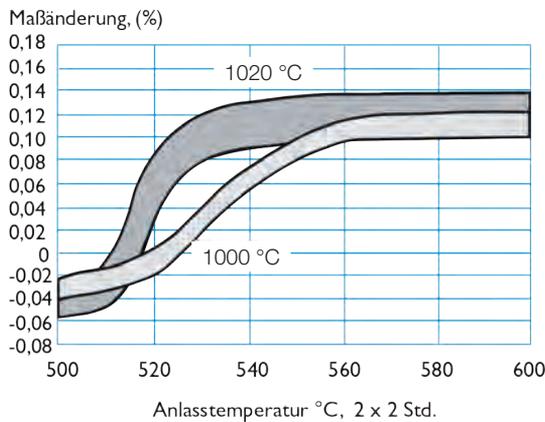
### MASSÄNDERUNGEN

Die Maßänderungen wurden nach dem Austenitisieren bei 1000 °C/30 Min. und 1020 °C/30 Min.

Haltedauer unter folgenden Bedingungen gemessen: Gasabschreckung in N<sub>2</sub> mit einer Abschreckgeschwindigkeit von 1,1°C/Sek. zwischen 800–500 °C in einem Kaltkammer-Vakuumofen.

Probengröße: 100 x 100 x 100 mm

Werte für alle Richtungen innerhalb des markierten Bereiches.



### OBERFLÄCHENBEHANDLUNG

Kaltarbeitsstähle werden teilweise einer Oberflächenbehandlung unterzogen, um die Reibung zu verringern und den Verschleißwiderstand zu erhöhen.

Die häufigsten Behandlungsarten sind das Nitrieren und das Aufbringen von verschleißfesten Schichten per PVD- und CVD-Verfahren.

Die hohe Härte und Zähigkeit zusammen mit der guten Maßbeständigkeit machen Uddeholm Caldie zum idealen Substrat für verschiedene Oberflächenbeschichtungen.

### NITRIEREN UND NITROKARBURIEREN

Durch das Nitrieren und Nitrokarburieren entsteht eine harte Randschicht mit erhöhtem Widerstand gegen Verschleiß und Kaltaufschweißungen.

Die Oberflächenhärte nach dem Nitrieren beträgt ca. 1000–1200 HV<sub>0,2 kg</sub>. Die zu erzielende Nitrierschichtdicke richtet sich nach der jeweiligen Anwendung.

### PVD

Physical Vapour Deposition, PVD, wird angewandt, um eine verschleißfeste Beschichtung bei Temperaturen zwischen 200–500 °C aufzubringen.

### CVD

Chemical Vapour Deposition, CVD, wird angewandt, um verschleißfeste Oberflächenbeschichtungen bei einer Temperatur von ca. 1000 °C aufzubringen.

## EMPFOHLENE SCHNITT-DATEN

Die nachfolgenden Schnittdaten sind als Richtwerte zu verstehen und müssen den jeweiligen örtlichen Voraussetzungen angepasst werden. Weitere Informationen finden Sie in der Uddeholm Druckschrift „Schnittdatenempfehlungen“.

Die Angaben in den folgenden Tabellen beziehen sich auf Uddeholm Caldie in weichgeglühtem Zustand ~220 HB.

### DREHEN

Schnittparameter	Drehen mit Hartmetall		Drehen mit Schnellarbeitsstahl Schichten
	Schruppen	Schichten	
Schnittgeschwindigkeit ( $v_c$ ) m/Min.	140-190	190-240	15-20
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
Bearbeitungsgruppe ISO	P20-P30 beschichtetes Hartmetall	P10 beschichtetes Hartmetall oder Cermet	-

### BOHREN

#### SPIRALBOHRER AUS SCHNELLARBEITSSTAHL

Bohrerdurchmesser mm	Schnittgeschwindigkeit ( $v_c$ ) m/Min.	Vorschub (f) mm/U
- 5	15-20*	0,05-0,10
5-10	15-20*	0,10-0,20
10-15	15-20*	0,20-0,30
15-20	15-20*	0,30-0,35

\* Für beschichtete Schnellarbeitsstähle  $v_c = 35-40$  m/Min.

### HARTMETALLBOHREN

Schnittparameter	Bohrertyp		
	Wendeschneidplattenbohrer	Vollhartmetall	Kühlkanalbohrer mit Hartmetallschneide <sup>1)</sup>
Schnittgeschwindigkeit ( $v_c$ ) m/Min.	160-200	110-140	60-90
Vorschub (f) mm/U	0,05-0,15 <sup>2)</sup>	0,08-0,20 <sup>3)</sup>	0,15-0,25 <sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> Bohrer mit einer auswechselbaren oder einer angelöteten Hartmetallschneide

<sup>2)</sup> Vorschub für Bohrerdurchmesser 20–40 mm

<sup>3)</sup> Vorschub für Bohrerdurchmesser 5–20 mm

<sup>4)</sup> Vorschub für Bohrerdurchmesser 10–20 mm

### FRÄSEN

#### PLAN- UND ECKFRÄSEN

Schnittparameter	Fräsen mit Hartmetall	
	Schruppen	Schichten
Schnittgeschwindigkeit ( $v_c$ ) m/Min.	130-160	160-200
Vorschub ( $f_z$ ) mm/Zahn	0,2-0,4	0,1-0,2
Schnitttiefe ( $a_p$ ) mm	2-4	0,5-2
Bearbeitungsgruppe ISO	P20-P40 beschichtetes Hartmetall	P10-P20 beschichtetes Hartmetall oder Cermet

### SCHAFTFRÄSEN

Schnittparameter	FRÄSERTYP		
	Vollhartmetall	Fräser mit Wendeschneidplattenbohrer	Schnellarbeitsstahl
Schnittgeschwindigkeit ( $v_c$ ) m/Min.	110-140	100-140	18-23 <sup>1)</sup>
Vorschub ( $f_z$ ) mm/Zahn	0,01-0,20 <sup>2)</sup>	0,06-0,20 <sup>2)</sup>	0,01-0,30 <sup>2)</sup>
Bearbeitungsgruppe ISO	-	P20-P30	-

<sup>1)</sup> Für beschichtete Schaftfräser aus Schnellarbeitsstahl  $v_c = 32-38$  m/Min.

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

### SCHLEIFEN

Allgemeine Schleifscheibenempfehlungen finden Sie in der folgenden Tabelle. Haben Sie Interesse an weiteren Informationen über das Schleifen, so fordern Sie unsere Broschüre „Schleifen von Werkzeugstahl“ an.

#### EMPFOHLENE SCHLEIFSCHEIBEN

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

## FLAMMHÄRTEN

Ein Sauerstoff-Acetylen-Schweißbrenner mit einem Durchfluß von 800–1250 l/Std. (Sauerstoffüberdruck 2,5 bar, Acetylenüberdruck 1,5 bar) sollte benutzt werden. Eine neutrale Flamme soll eingestellt werden.

**Temperatur:** 980–1020 °C

**Abkühlung:** frei an der Luft

Die Oberflächenhärte wird 58–62 HRC betragen. In einer Tiefe von 3–3,5 mm beträgt die Härte ca. 41 HRC.

## SCHWEISSEN

Beim Schweißen von Werkzeugstahl lassen sich gute Ergebnisse erzielen, wenn gründliche Vorkehrungen getroffen werden. Dies bezieht sich vor allem auf die Wahl der erhöhten Arbeitstemperatur, die Vorbereitung der Schweißnaht, die Wahl des geeigneten Schweißzusatzwerkstoffes sowie des Schweißverfahrens und einer kontrollierten Abkühlung nach dem Schweißen. Einzelheiten erfahren Sie in der Broschüre „Schweißen von Werkzeugstählen“.

Die folgenden Richtlinien fassen die wichtigsten Parameter während des Schweißvorgangs zusammen:

Schweißmethode	WIG	SMAW
Arbeitstemperatur	200-250 °C	200-250 °C
Schweißzusatzwerkstoff	Caldie TIG-Weld UTP A696 UTP ADUR600 UTP A 73G2	Caldie Weld UTP 69 UTP 67S UTP 73G2
Max. Interpasstemperatur	400 °C	400 °C
Abkühlungsgeschwindigkeit	20–40 °C/Stunde die ersten zwei Stunden, dann frei an der Luft	
Härte nach dem Schweißen	54–62 HRC	55–62 HRC
Wärmebehandlung nach dem Schweißen		
im gehärtetem Zustand	Anlassen 2 Stunden bei 510 °C	
im weichgeglühtem Zustand	Weichglühen – siehe „Wärmebehandlung“	

Kleine Reparaturen können mittels WIG-Schweißen bei Raumtemperatur vorgenommen werden.

## FUNKENEROSIVE BEARBEITUNG

Nach dem Erodieren hat die Oberfläche eine wiedererstartete (weiße Zone) und eine neugehärtete unangelassene Schicht. Diese steht unter hohen Zugspannungen und ist sehr spröde.

Dadurch kann das Werkzeug brechen. Deshalb muss die weiße Schicht komplett durch z.B. Schleifen oder Läppen entfernt werden. Das Werkzeug sollte anschließend bei etwa 25 °C unter der letzten Anlasstemperatur angelassen werden.

Haben Sie Interesse an weiteren Informationen, so fordern Sie unsere Broschüre „Funkenerosive Bearbeitung von Werkzeugstählen“ an.

## RELATIVER VERGLEICH DER KALTARBEITSTÄHLE VON UDDEHOLM

### 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
Konventioneller Kaltarbeitsstähle								
Arne	■	■	■	■	■	■	■	■
Calmax	■	■	■	■	■	■	■	■
Caldie (ESR)	■	■	■	■	■	■	■	■
Rigor	■	■	■	■	■	■	■	■
Sleipner	■	■	■	■	■	■	■	■
Sverker 21	■	■	■	■	■	■	■	■
Sverker 3	■	■	■	■	■	■	■	■
Pulvermetallurgischer Werkzeugstähle								
Vanadis 4 Extra*	■	■	■	■	■	■	■	■
Vanadis 8*	■	■	■	■	■	■	■	■
Vanadis 23*	■	■	■	■	■	■	■	■
Vancron*	■	■	■	■	■	■	■	■

\* Uddeholm PM SuperClean Stähle

## WEITERE INFORMATIONEN

Für weitere Informationen wenden Sie sich an die Uddeholm Niederlassung in Ihrer Nähe und fordern Broschüren oder Auskünfte über Wärmebehandlung, Anwendungsbereiche und Verfügbarkeit der Uddeholmstähle an. Wir helfen Ihnen gerne. Noch leichter geht es im Internet unter [www.uddeholm.com](http://www.uddeholm.com)



Manufacturing solutions for Generations to come

# SHAPING THE WORLD®

Wir gestalten die Welt gemeinsam mit der globalen Fertigungsindustrie.

Uddeholm stellt Stahl her, der Produkte formt, die wir in unserem täglichen Leben verwenden. Wir tun dies nachhaltig, fair gegenüber Mensch und Umwelt. So können wir die Welt weiter gestalten - heute und für kommende Generationen.