

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.

Klassifiziert gemäß EU-Richtlinie 1999/45/EC

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

Ausgabe 4, revidiert 01.2012 nicht gedruckt

Bei Änderungen wird zuerst die englische Version dieser Broschüre aktualisiert.

Sie finden sie auf unserer Website unter www.uddeholm.com



SS-EN ISO 9001
SS-EN ISO 14001

UDDEHOLM CALDIE

STEIGENDE ANSPRÜCHE BEI DER WERKZEUGHERSTELLUNG

In der Industrie werden kontinuierlich neue und anspruchsvollere Werkstoffe eingeführt. Als Folge des Einsatzes von extra- und ultrahochfesten Stählen müssen die Umformwerkzeuge höheren Belastungen standhalten, insbesondere stärkerem adhäsiven und abrasiven Verschleiß. Oft muss das Werkzeug beschichtet werden, um den Anforderungen der Produktion gewachsen zu sein. Daher sollte der Werkzeugstahl ein gutes Substrat für Oberflächenbeschichtungen bilden.

DER PROBLEMLÖSER

Uddeholm Caldie wurde als erste ESU-Marke hauptsächlich für hochbelastete Kaltarbeitsanwendungen entwickelt. Die exzellente Kombination aus Druckfestigkeit, Verschleißfestigkeit und Widerstand gegen Ausbrüche und Bruch wurde durch eine ausgewogene Matrix und durch eine reine und homogene Mikrostruktur 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 eine gute Schweißbarkeit, Gießbarkeit, 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 Stahl, 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 0,7	Si 0,2	Mn 0,5	Cr 5,0	Mo 2,3	V 0,5
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 Bruch-sicherheit notwendig ist. Dies ist z.B. der Fall wenn ultrahochfeste Bleche geschnitten bzw. verformt werden.

Uddeholm Caldie ist auch als Substrat für Beschichtungen besonders geeignet.

KALTARBEITSANWENDUNGEN

- Schneidvorgänge, 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 Daten, die im Zentrum eines Stabs gemessen wurden, sind in den folgenden Tabellen aufgeführt. Hierzu wurden Stäbe mit den Abmessungen 203 x 80 mm und Ø 102 mm verwendet.

Alle Proben wurden bei 1025°C in einem Vakuumofen gehärtet und zweimal bei 525°C je zwei Stunden auf 60–62 HRC angelassen.

Physikalische Eigenschaften

Gehärtet und angelassen auf 60–62 HRC

Temperatur	20°C	200°C	400°C
Dichte kg/m ³	7 820	–	–
Elastizitätsmodul MPa	213 000	192 000	180 000
Wärmeausdehnungskoeffizient pro °C ab 20°C	–	11,6 x 10 ⁻⁶	12,4 x 10 ⁻⁶
Wärmeleitfähigkeit W/m °C	–	24	28
Spezifische Wärme J/kg°C	460	–	–

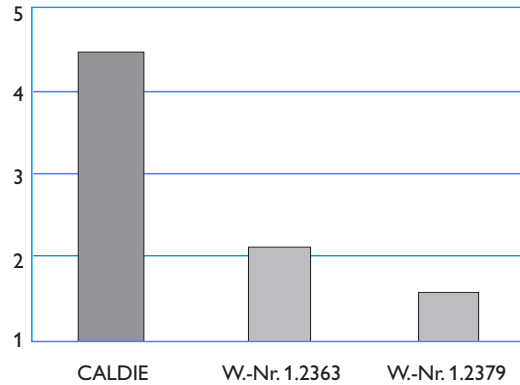
Druckfestigkeit

Folgende Zahlen sind Richtwerte.

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, W.-Nr. 1.2379 und W.-Nr. 1.2363 bei gleicher Härte.



Spannungsarmglühen

Nach der Grobzerspannung sollten die Eigenspannungen des Werkzeuges durch 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: 1000–1025°C, normalerweise 1020°C, bei größeren Abmessungen 1000°C.

Haltezeit: 30 Minuten

Schützen Sie das Teil vor Abkühlung und Oxidation während des Härtevorgangs.

Wärmebehandlung

Weichglühen

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.) Danach sollte er im Ofen um 10°C pro Stunde bis auf 650°C abgekühlt werden, dann erfolgt die Abkühlung an der Luft.

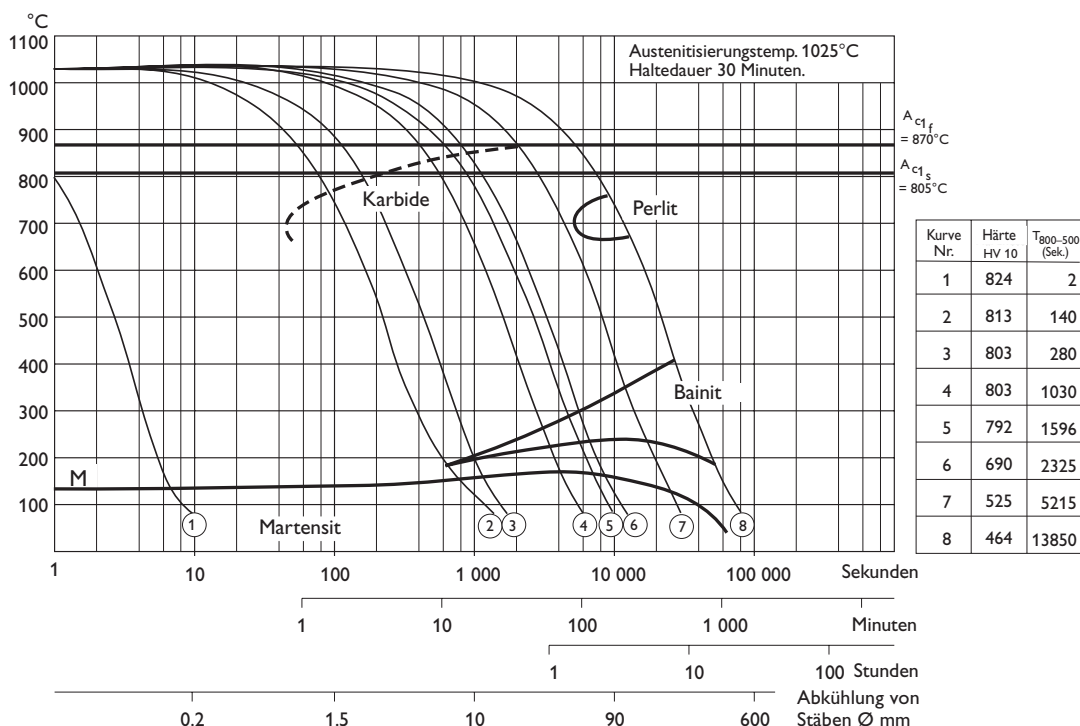
Abschreckmittel

- 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.

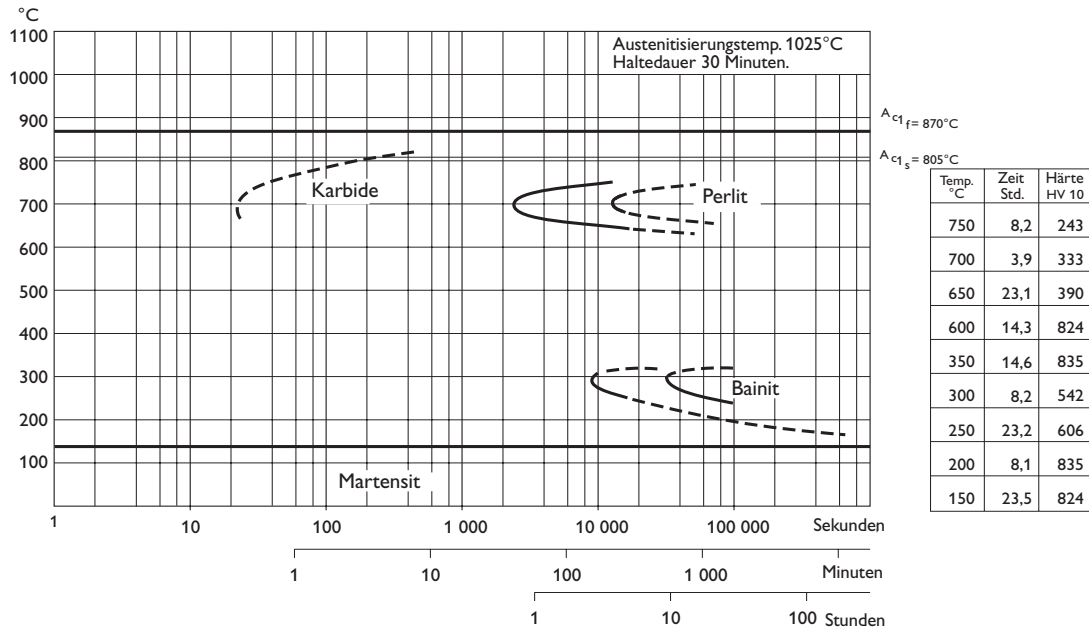
ZEIT-TEMPERATUR-UMWANDLUNGSSCHAUBILD FÜR KONTINUIERLICHE ABKÜHLUNG

Austenitisierungstemperatur 1025°C. Haltezeit 30 Minuten.



ZTU-DIAGRAMM FÜR ISOTHERMISCHE WÄRMEFÜHRUNG

Austenitisierungstemperatur 1025°C. Haltedauer 30 Minuten.

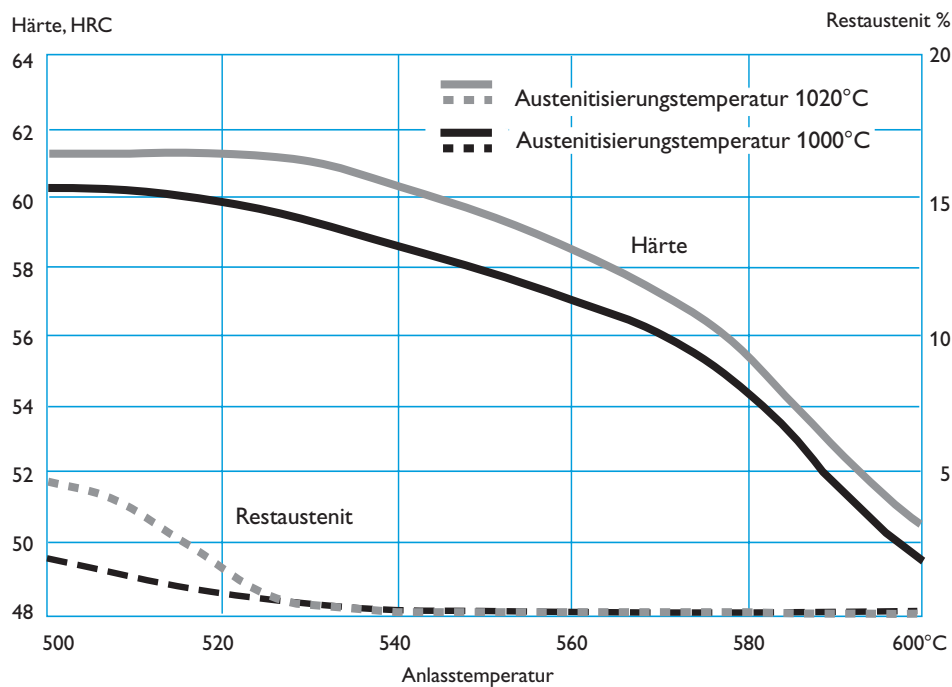


Anlassen

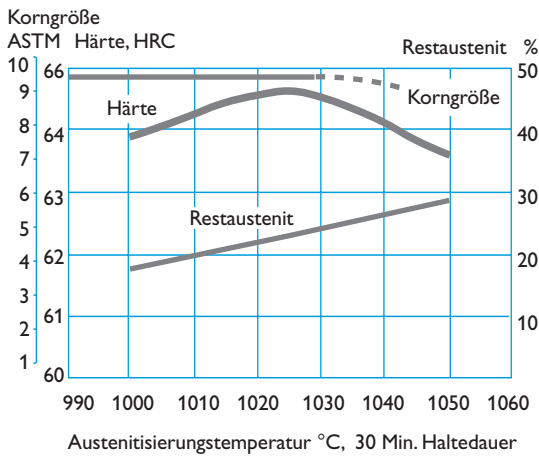
Die Anlasstemperatur können Sie je nach gewünschter Härte dem nachfolgenden Anlassdiagramm entnehmen. Es sollte zweimal angelassen werden mit einer Zwischenkühlung auf Raumtemperatur.

Die niedrigste Anlasstemperatur beträgt 525°C, die Mindesthaltungsdauer 2 Stunden.

ANLASSSCHAUWILD



**HÄRTE, RESTAUSTENIT UND KORNGRÖSSE
BEI UNTERSCHIEDLICHEN
AUSTENITISIERUNGSTEMPERATUREN**

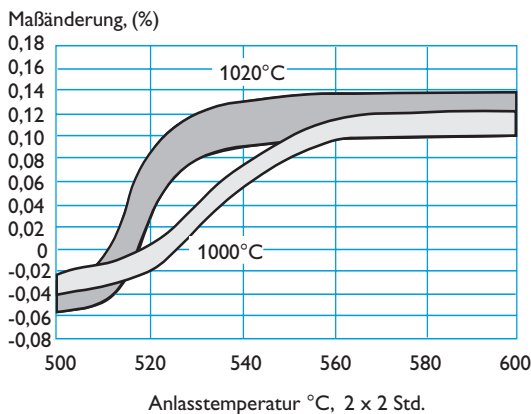


Maßänderungen

Die Maßänderungen wurden nach dem Austenitisieren bei 1000°C/30 Min. und 1020°C/30 Min. Haltedauer unter folgenden Bedingungen gemessen: Gasabschreckung in N₂ mit einer Abschreckgeschwindigkeit von 1,1°/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

Einige Kaltarbeitsstähle werden 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 Caldrie 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_{0,2 kg}. 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 Schnittdaten

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.

HARTMETALLBOHRER

Schnittparameter	Bohrertyp		
	Wendepplattenbohrer	Vollhartmetall	Kühlkanalbohrer mit Hartmetallschneide ¹⁾
Schnittgeschwindigkeit (v_c) m/Min.	160–200	110–140	60–90
Vorschub (f) mm/U	0,05–0,15 ²⁾	0,10–0,25 ³⁾	0,15–0,25 ⁴⁾

¹⁾ Bohrer mit einer auswechselbaren oder einer angelöteten Hartmetallschneide

²⁾ Vorschub für Bohrer Durchmesser 20–40 mm

³⁾ Vorschub für Bohrer Durchmesser 5–20 mm

⁴⁾ Vorschub für Bohrer Durchmesser 10–20 mm

Fräsen

PLAN- UND ECKFRÄSEN

Schnittparameter	Fräsen mit Hartmetall	
	Schruppen	Schichten
Schnittgeschwindigkeit (v_c) m/Min.	110–160	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	P10–20 beschichtetes Hartmetall oder Cermet

SCHAFTFRÄSEN

Schnittparameter	Fräser typ		
	Vollhartmetall	Fräser mit Wendeschneidplatten	Schnellarbeitsstahl
Schnittgeschwindigkeit (v_c) m/Min.	110–140	100–140	18–23 ¹⁾
Vorschub (f_z) mm/Zahn	0,01–0,20 ²⁾	0,06–0,20 ²⁾	0,01–0,30 ²⁾
Bearbeitungsgruppe ISO	–	P20–P30	–

¹⁾ Für beschichtete Schaftfräser aus Schnellarbeitsstahl $v_c = 32–38$ m/min.

²⁾ Abhängig von radialer Schnitttiefe und vom Fräserdurchmesser

Schleifen

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

SCHLEIFSCHEIBENEMPFEHLUNGEN

Schleifverfahren	weichgeglüht	gehärtet
Flächenschleifen (Flachscheiben)	A 46 HV	A 46 HV
Flächenschleifen (Segmentscheiben)	A 24 GV	A 36 GV
Rundschleifen	A 60 KV	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 sorgfältig gearbeitet wird und entsprechende Vorkehrungen wie Vorwärmen, Wärmebehandeln nach dem Schweißen, Vorbereiten der Schweißnaht, Auswahl des geeigneten Schweißzusatzwerkstoffs sowie des geeigneten Schweißverfahrens usw. getroffen werden.

Für optimale Ergebnisse nach dem Polieren und Fotoätzen sollten Schweißzusatzwerkstoffe mit einer zum Formenstahl passenden chemischen Zusammensetzung verwendet werden.

Schweißmethode	WIG	SMAW
Arbeitstemperatur	200–250°C	200–250°C
Schweißzusatzwerkstoff	Caldie WIG-Weld UTP A696 UTP ADUR600 UTPA 73G2	UTP 69 UTP 67S UTP 73G2
Max. Interpass-temperatur	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		
in gehärtetem Zustand	Anlassen 2 Stunden bei 510°C	
in weichgeglühtem Zustand	Weichglühen – siehe „Wärmebehandlung“	

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

Funkenerosive Bearbeitung

Wenn der Stahl im gehärteten und angelassenen Zustand funkenerosiv bearbeitet wird, sollte die Bearbeitung mit einem „Schlichtvorgang“ (d. h. niedriger Strom, hohe Frequenz) beendet werden.

Für eine optimale Werkzeugleistung sollten die funkenerosiv bearbeiteten Flächen geschliffen/poliert werden. Anschließend sollte das Werkzeug nochmals bei einer Temperatur von etwa 25°C unter der letzt benutzten Anlassstemperatur entspannt werden.

Weitere Informationen über die funkenerosive Bearbeitung sind in der Uddeholm Broschüre „Funkenerosive Bearbeitung von Werkzeugstählen“ zu finden.

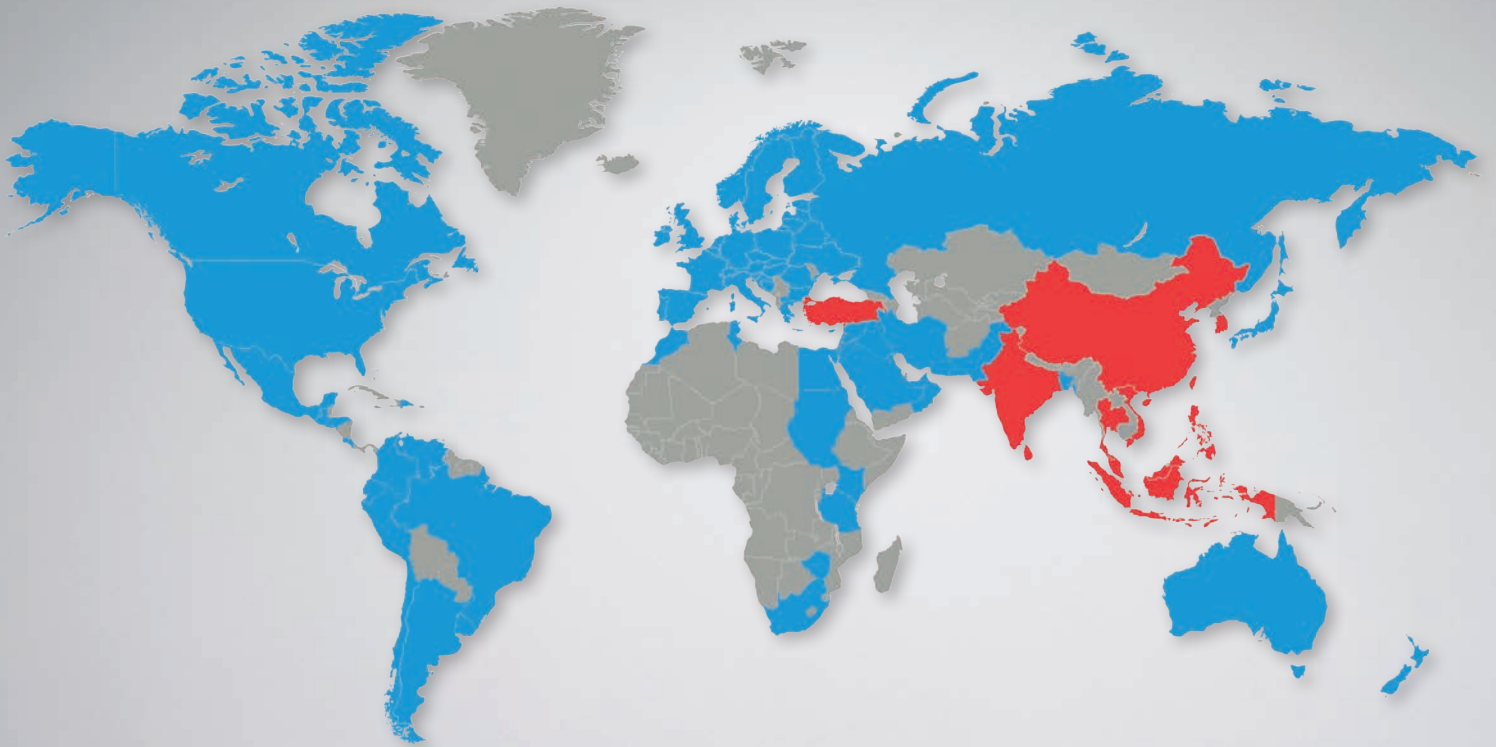
Relativer Vergleich der Kaltarbeitsstähle von Uddeholm

Materialeigenschaften und Widerstand gegen Ausfallmechanismen

Uddeholm Stahl	Härte/ Widerstand gegen plast. Verformung	Zerspan- barkeit	Schleif- barkeit	Maßbestän- digkeit	Widerstand gegen		Widerstand gegen	
					abrasiven Verschleiß	adhäsiven Verschleiß	Duktilität/ Ausbrüche	Zähigkeit/ Totalbruch
ARNE	■	■	■	■	■	■	■	■
CALMAX	■	■	■	■	■	■	■	■
CALDIE (ESR)	■	■	■	■	■	■	■	■
RIGOR	■	■	■	■	■	■	■	■
SLEIPNER	■	■	■	■	■	■	■	■
SVERKER 21	■	■	■	■	■	■	■	■
SVERKER 3	■	■	■	■	■	■	■	■
VANADIS 4 EXTRA	■	■	■	■	■	■	■	■
VANADIS 6	■	■	■	■	■	■	■	■
VANADIS 10	■	■	■	■	■	■	■	■
VANADIS 23	■	■	■	■	■	■	■	■
VANCRON 40	■	■	■	■	■	■	■	■

Weitere Informationen

Für weitere Informationen über Auswahl, Wärmebehandlung, Anwendungsbereiche und Verfügbarkeit der Uddeholm Werkzeugstähle wenden Sie sich bitte an die Uddeholm Verkaufsniederlassung in Ihrer Nähe. Wir helfen Ihnen gerne. Sie finden uns auch im Internet unter www.uddeholm.de



Netzwerk der Extraklasse

UDDEHOLM ist auf allen Kontinenten tätig. Deshalb können wir Sie mit qualitativ hochwertigem, schwedischem Werkzeugstahl versorgen und vor Ort betreuen – ganz gleich, wo Sie sich befinden. ASSAB ist unsere hundertprozentige Tochter und vertritt uns als exklusiver Vertriebspartner im asiatisch pazifischen Raum. Gemeinsam sichern wir unsere Position als weltweit führender Anbieter von Werkzeugstählen.

UDDEHOLM ist der weltweit führende Anbieter von Werkzeugstahl. Diese Position haben wir erreicht, weil wir immer unser Bestes geben, um die tägliche Arbeit unserer Kunden zu erleichtern. Aufgrund langjähriger Erfahrung und intensiver Forschungsarbeit sind wir in der Lage, für jede Herausforderung bei der Werkzeugherstellung eine überzeugende Lösung zu finden. Dieser Anspruch ist hoch, aber unser Ziel ist so klar wie nie zuvor: Wir wollen Ihr Partner und Werkzeugstahllieferant Nr. 1 sein.

Die globale Ausrichtung unseres Unternehmens garantiert Ihnen, dass Sie immer und überall Werkzeugstahl in der gleichen, hohen Qualität erhalten. ASSAB ist unsere hundertprozentige Tochter und vertritt uns als exklusiver Vertriebspartner im asiatisch pazifischen Raum. Gemeinsam sichern wir unsere Position als der international führende Anbieter von Werkzeugstählen. Hierfür haben wir ein weltweites Netzwerk aufgebaut. Daher ist immer ein Uddeholm- oder ASSAB-Mitarbeiter in Ihrer Nähe, um Sie vor Ort zu beraten oder zu unterstützen. Unser wichtigstes Ziel ist dabei, Ihr Vertrauen in eine langfristige Partnerschaft zu erhalten. Wir wissen, dass man sich Vertrauen verdienen muss – jeden Tag aufs Neue.

Weitere Informationen finden Sie unter www.uddeholm.com, www.assab.com oder unter unserer lokalen Website.

UD
WOR
RUST IS SOM
TRUST IS I
AUTOMOTIVE
KNOWING SU
TOUGHNESS STR
MATERIALS M
EDDING WATER
UNDERSTANDIN
RESULTS. M
CUSTOMER B
BILITY TRUST IS
AUTOMOTIVE
LEADING SU
INNOVATION
STRENGTH INNOVATION
WORLDWIDE PRE
SOMETHING YO
PROBLEM
THE WORL
NOMY THE
DUCTILITY TO
COMMITMENT PART
KNOWLEDGE UP
KNOWLEDGE
RELIAB
OF EXCEL
AUTOMOTIVE A
ECONOMY THE
TOTAL ECONOMY
DUCTILITY TOUGHNE
HARDNESS WORLDW
TRUST IS SOMETH
UNDERSTANDING MACHIN
RESULTS. SOLVING PRO
ECONOMY THE WORL
STRENGTH IN
TOUGHNESS STRENGTH I
MATERIALS PARTN
UNDERSTANDING MACHIN
BILITY RELIABILITY RESU
LASTING TOOLS TOTAL
YOU EARN, EVERY DAY. LO
OF THINKING HIGH PE
OFTOOLING MATERIALS C
INNOVATION KNOWLEDGE
STRENGTH INNOVATION KNOW
REFERENCE LONG DURABILITY
TRUST IS SOMETHING YOU EARN,
PROBLEMS AUTOMOTIVE