

Uddeholm Formvar®

FORMVAR® ist eine in der Europäischen Union eingetragene Marke.

© 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 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, 09.2018



ALLGEMEINES

Uddeholm Formvar ist ein Hochleistungs-Warmarbeitsstahl mit sehr gutem Widerstand gegen Warmverschleiß und plastische Verformung. Uddeholm Formvar ist charakterisiert durch:

- gute Anlassbeständigkeit
- gute Warmfestigkeit
- erstklassige Härbarkeit
- gute Maßbeständigkeit während der Wärmebehandlung und Beschichtung

Richtanalyse %	C	Si	Mn	Cr	Mo	V
	0,35	0,2	0,5	5,0	2,3	0,6
Lieferzustand	Weichgeglüht auf ca. 229 HB					
Farbkennzeichnung	Gelb/grau					

ANWENDUNGSBEREICHE

WERKZEUGE FÜR DAS STRANGPRESSEN

Teile	Kupfer, Kupferlegierungen HRC	Aluminium, Magnesiumlegierungen HRC
Matrizen	-	46-52
Büchsen, Pressscheiben, Dorne	46-52	44-52

WERKZEUGE FÜR DAS SCHMIEDEN

Teile	Stahl, Aluminium
Einsätze	44-52 HRC

EIGENSCHAFTEN

PHYSIKALISCHE DATEN

Werte bei Raumtemperatur sowie erhöhten Temperaturen.

Temperatur	20 °C	400 °C	600 °C
Wärmeleitfähigkeit W/(m °C)	-	31	32

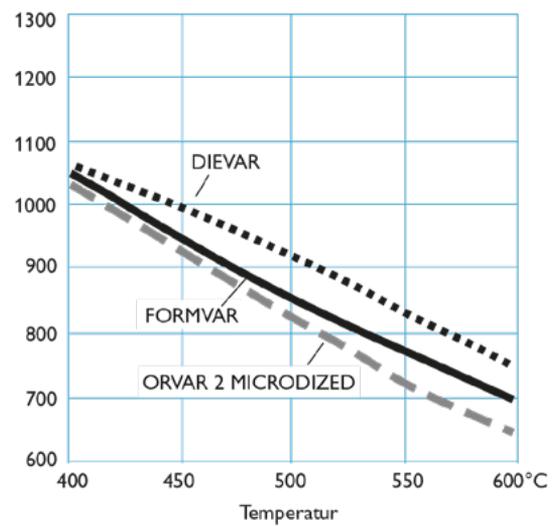
MECHANISCHE EIGENSCHAFTEN

Werte aus dem Zugversuch bei Raumtemperatur, kurze Querrichtung.

Härte	44 HRC	48 HRC	52 HRC
Zugfestigkeit R_m	1480 MPa	1640 MPa	1900 MPa
Streckgrenze $R_{p0,2}$	1210 MPa	1380 MPa	1560 MPa

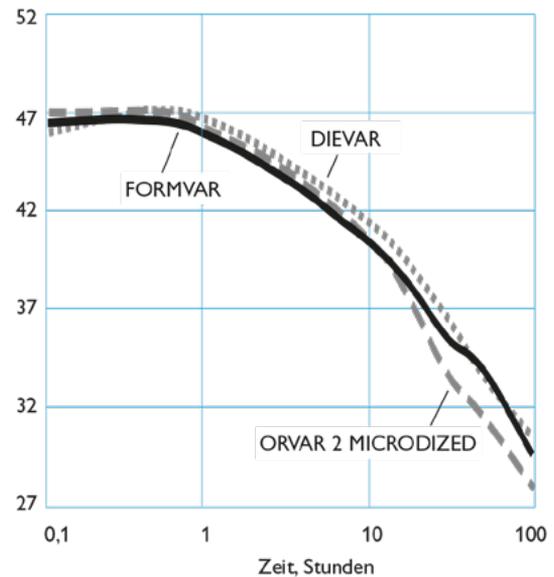
WIDERSTAND GEGEN PLASTISCHE VERFORMUNG BEI ERHÖHTER TEMPERATUR

Warmstreckgrenze, $R_{p0,2}$, (MPa)



ANLASSBESTÄNDIGKEIT BEI 600 °C

Härte, HRC



WÄRMEBEHANDLUNG — ALLGEMEINE EMPFEHLUNGEN

WEICHLÜHEN

Schützen Sie den Stahl vor Oxidation und Randentkohlung und wärmen Sie ihn auf 850 °C durch. Dann kühlen Sie ihn im Ofen um 10 °C pro Stunde bis auf 600 °C und anschließend an der Luft ab.

SPANNUNGSARMGLÜHEN

Nach der Grobzerspannung soll das Werkzeug auf 650 °C durchgewärmt und zwei Stunden auf dieser Temperatur gehalten werden. Dann kühlen Sie das Werkzeug langsam auf 500 °C und anschließend an der Luft ab.

HÄRTEN

Vorwärmtemperatur: 600–900 °C.
Normalerweise wird mindestens in zwei Stufen bei 600–650 °C und 820–850 °C vorgewärmt. Bei drei Vorwärmdurchgängen wird der zweite bei 820°C und der dritte bei 900°C durchgeführt.

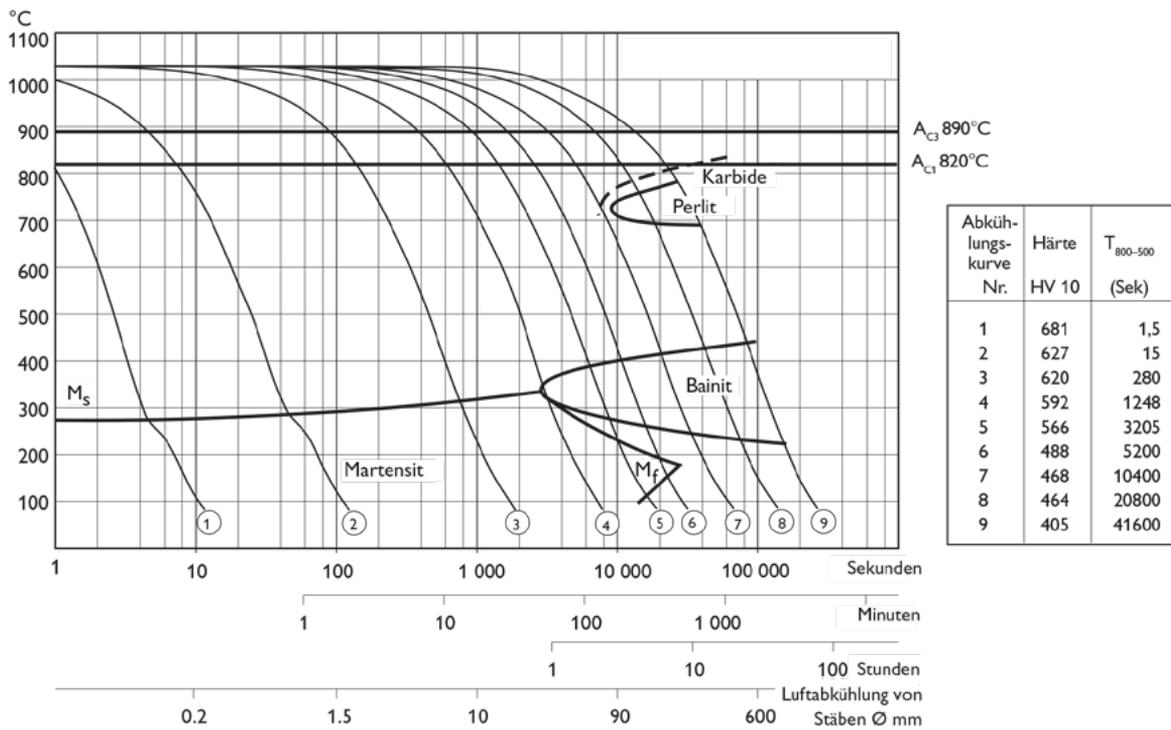
Austenitisierungstemperatur: 1000–1030 °C



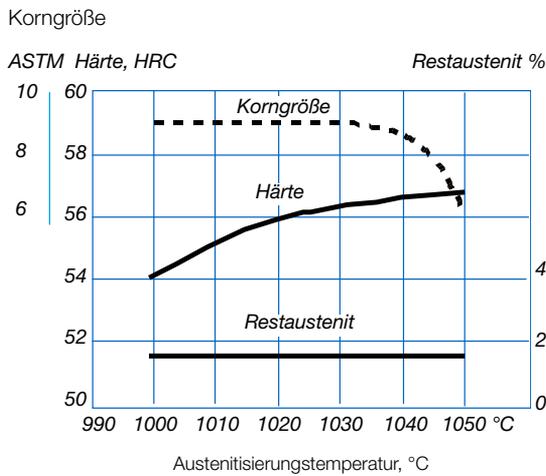
Kurbelwelle und Pleuelstangen.
Illustration: GRAPHICS, Sweden.

ZTU-SCHAUBILD

Austenitisierungstemperatur 1025°C, Haltezeit 30 Minuten.



HÄRTE, KORNGRÖSSE UND RESTAUSTENIT IN ABHÄNGIGKEIT VON DER AUSTENITISIERUNGSTEMPERATUR



ABSCHRECKEN

EMPFOHLENE ABSCHRECKMITTEL

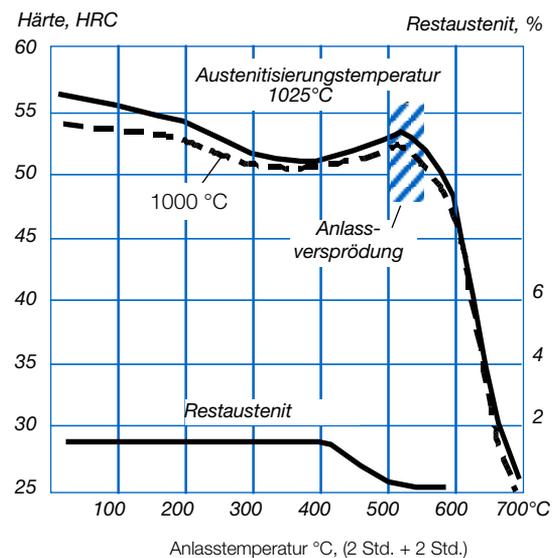
- Bewegte Luft (Gasumwälzung mit hoher Geschwindigkeit)
- Vakuum (Inertgas mit hoher Geschwindigkeit und genügend Überdruck). Es ist empfehlenswert, die Abkühlung für einen Temperaturengleich bei 320–450 °C zu unterbrechen, wenn die Verzugs- und Rissgefahr weiter minimiert werden muss
- Warmbad (Salz oder Wirbelbett) bei 450–550 °C
- Warmbad (Salz oder Wirbelbett) bei 180–200 °C
- Warmes Öl (ca. 80 °C)

Anmerkung: Der Abschreckvorgang sollte bei 50–70 °C unterbrochen und das Werkzeug dann sofort angelassen werden.



ANLASSEN

Je nach gewünschter Härte können Sie die Anlasstemperatur in Anlehnung an das Anlassdiagramm wählen. Lassen Sie mindestens zweimal an – je mit einer Zwischenkühlung auf Raumtemperatur. Die Mindesthaltezeit beträgt zwei Stunden. Ein Anlassen zwischen 500–550 °C zur Einstellung der gewünschten Arbeitshärte führt zu einer geringeren Zähigkeit.



Dieses Anlassschaubild wurde nach der Wärmebehandlung von Proben der Größe 15 x 15 x 40 mm, abgekühlt durch Gebläseluft/Umluft, erstellt. In Abhängigkeit von Faktoren wie Werkzeuggröße und Wärmebehandlungsparametern können niedrigere Härten erzielt werden.

NITRIEREN UND NITROKARBURIEREN

Durch Nitrieren und Nitrokarburieren entsteht eine harte Oberflächenschicht, die die Verschleißbeständigkeit und den Widerstand gegen frühzeitige Brandrisse erhöht. Uddeholm Dievar kann entweder im Plasma-, Gas-, Wirbelbett- oder Salzbadverfahren nitriert oder nitrokarburiiert werden. Vor dem Nitrieren sollte das Werkzeug gehärtet und dann bei einer Temperatur, die mindestens 25–50 °C über der Nitriertemperatur liegt, angelassen werden. Ansonsten muss mit einem Härteverlust im Grundwerkstoff mit einem Festigkeitsverlust und/oder mit Maß- bzw. Formänderung gerechnet werden.

Während des Nitrierens und Nitrokarburierens kann sich eine spröde Schicht, im allgemeinen als die sogenannte weiße Schicht bekannt, bilden. Diese weiße Schicht ist sehr spröde und kann reißen oder abplatzen, wenn sie Schlagbeanspruchungen oder plötzlichen Temperaturwechseln ausgesetzt ist. Die Entstehung dieser weißen Schicht ist zu vermeiden.

Nitrieren in Ammoniakgas bei 510 °C oder Plasmanitrieren bei 480 °C führt zu einer Oberflächenhärte von ca. 1100 HV_{0,2}. Im Allgemeinen wird das Plasmanitrieren bevorzugt, weil dabei das N₂-Potential besser kontrolliert werden kann. Durch ein sorgfältig ausgeführtes Gasnitrieren können jedoch ebenfalls gute Ergebnisse erzielt werden.

Die Oberflächenhärte nach dem Nitrokarburieren im Gas- oder Salzbad bei 580 °C beträgt ca. 1100 HV_{0,2}.

NITRIERTIEFE

Prozess	Zeit Std.	Tiefe*	Härte HV _{0,2}
Gasnitrieren bei 510 °C	10	0,16 mm	1100
	30	0,22 mm	1100
Plasmanitrieren bei 480 °C	10	0,15 mm	1100
Nitrokarburieren – in Gas bei 580 °C – im Salzbad bei 580 °C	2	0,13 mm	1100
	1	0,08 mm	1100

* Nitriertiefe = Abstand von der Oberfläche, bei dem die Härte 50 HV_{0,2} über der Grundhärte liegt.



Gesenk zum Schmieden von Pleuelstangen.

EMPFOHLENE SCHNITT-DATEN

Die folgenden Angaben sind Richtwerte. Die örtlichen Voraussetzungen und Bedingungen müssen immer berücksichtigt werden. Weitere Einzelheiten finden Sie in der Uddeholm Druckschrift „Schnittdatenempfehlungen“.

Die Angaben in den folgenden Tabellen beziehen sich auf Uddeholm Formvar in weichgeglühtem Zustand.

DREHEN

Schnittparameter	Drehen mit Hartmetall		Drehen mit Schnellarbeitsstahl Schichten
	Schruppen	Schichten	
Schnittgeschwindigkeit (v_c) m/Min.	150-200	200-250	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	0,5-2
Bearbeitungsgruppe ISO US	P20-P30 C6-C5 beschichtetes Hartmetall	P10 C7 beschichtetes Hartmetall oder Cermet	-

FRÄSEN

PLAN- UND ECKFRÄSEN

Schnittparameter	Fräsen mit Hartmetall	
	Schruppen	Schichten
Schnittgeschwindigkeit (v_c) m/Min.	130-180	180-220
Vorschub (f_2) mm/Zahn	0,2-0,4	0,1-0,2
Schnitttiefe (a_p) mm	2-4	-2
Bearbeitungsgruppe ISO US	P20-P40 C6-C5 beschichtetes Hartmetall	P10 C7 beschichtetes Hartmetall oder Cermet

SCHAFTFRÄSEN

Schnittparameter	FRÄSERTYP		
	Vollhartmetall	Fräser mit Wende-schneidplattenbohrer	Schnellarbeitsstahl
Schnittgeschwindigkeit (v_c) m/Min.	130-170	120-160	25-30 ¹⁾
Vorschub (f_2) mm/Zahn	0,03-0,20 ²⁾	0,08-0,20 ²⁾	0,05-0,35 ²⁾
Bearbeitungsgruppe ISO US	-	P20-P30 C6-C5	-

¹⁾ Für beschichtete Schaftfräser aus Schnellarbeitsstahl $v_c = 45-50$ m/Min.

²⁾ Abhängig von der radialen Schnitttiefe und dem Fräserdurchmesser

BOHREN

SPIRALBOHRER AUS SCHNELLARBEITSSTAHL

Bohrerdurchmesser	Schnittgeschwindigkeit (v_c)	Vorschub (f)
mm	m/Min.	mm/U
- 5	15-20*	0,05-0,15
5-10	15-20*	0,15-0,20
10-15	15-20*	0,20-0,25
15-20	15-20*	0,25-0,35

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

HARTMETALLBOHREN

Schnittparameter	Bohrertyp		
	Wende-schneidplattenbohrer	Vollhartmetall	Kühlkanalbohrer mit Hartmetallschneide ¹⁾
Schnittgeschwindigkeit (v_c) m/Min.	180-220	120-150	60-90
Vorschub (f) mm/U	0,05-0,25 ²⁾	0,10-0,25 ³⁾	0,15-0,25 ⁴⁾

¹⁾ Bohrer mit einer auswechselbaren oder einer angelöteten Hartmetallschneide

²⁾ Vorschub für Bohrerdurchmesser 20–40 mm

³⁾ Vorschub für Bohrerdurchmesser 5–20 mm

⁴⁾ Vorschub für Bohrerdurchmesser 10–20 mm

EMPFOHLENE SCHNITTDATEN

Die folgenden Angaben sind Richtwerte. Die örtlichen Voraussetzungen und Bedingungen müssen immer berücksichtigt werden. Weitere Einzelheiten finden Sie in der Uddeholm Druckschrift „Schnittdatenempfehlungen“.

Die Angaben in den folgenden Tabellen beziehen sich auf Uddeholm Formvar in gehärtetem und angelassenem Zustand 44–46 HB.

DREHEN

Schnittparameter	Drehen mit Hartmetall	
	Schruppen	Schlichten
Schnittgeschwindigkeit (v_c) m/Min.	40-60	70-90
Vorschub (f) mm/U	0,2-0,4	0,05-0,2
Schnitttiefe (a_p) mm	1-2	0,5-1
Bearbeitungsgruppe ISO US	P20-P30 C6-C5 beschichtetes Hartmetall	P10 C7 beschichtetes Hartmetall oder gemisch- tes Keramik

BOHREN

SPIRALBOHRER AUS SCHNELLARBEITSSTAHL (TICN-BESCHICHTET)

Bohrerdurchmesser	Schnittgeschwindigkeit (v_c)	Vorschub (f)
mm	m/Min.	mm/U
- 5	4-6	0,05-0,10
5-10	4-6	0,10-0,15
10-15	4-6	0,15-0,20
15-20	4-6	0,20-0,30

HARTMETALLBOHREN

Schnittparameter	Bohrertyp		
	Wendeschneidplattenbohrer	Vollhartmetall	Kühlkanalbohrer mit Hartmetallschneide ¹⁾
Schnittgeschwindigkeit (v_c) m/Min.	60-80	60-80	40-50
Vorschub (f) mm/U	0,05-0,25 ²⁾	0,10-0,25 ³⁾	0,15-0,25 ⁴⁾

¹⁾ Bohrer mit einer auswechselbaren oder einer angelöteten Hartmetallschneide

²⁾ Vorschub für Bohrerdurchmesser 20–40 mm

³⁾ Vorschub für Bohrerdurchmesser 5–20 mm

⁴⁾ Vorschub für Bohrerdurchmesser 10–20 mm

FRÄSEN

PLAN- UND ECKFRÄSEN

Schnittparameter	Fräsen mit Hartmetall	
	Schruppen	Schlichten
Schnittgeschwindigkeit (v_c) m/Min.	50-90	90-130
Vorschub (f_2) mm/Zahn	0,2-0,4	0,1-0,2
Schnitttiefe (a_p) mm	2-4	-2
Bearbeitungsgruppe ISO US	P20-P40 C6-C5 beschichtetes Hartmetall	P10 C7 beschichtetes Hartmetall oder Cermet

SCHAFTFRÄSEN

Schnittparameter	FRÄSERTYP		
	Vollhartmetall	Fräser mit Wendeschneidplattenbohrer	Schnellarbeitsstahl
Schnittgeschwindigkeit (v_c) m/Min.	60-80	70-90	5-10
Vorschub (f_2) mm/Zahn	0,03-0,20 ¹⁾	0,08-0,20 ¹⁾	0,05-0,35 ¹⁾
Bearbeitungsgruppe ISO US	-	P10-P20 C6-C5	-

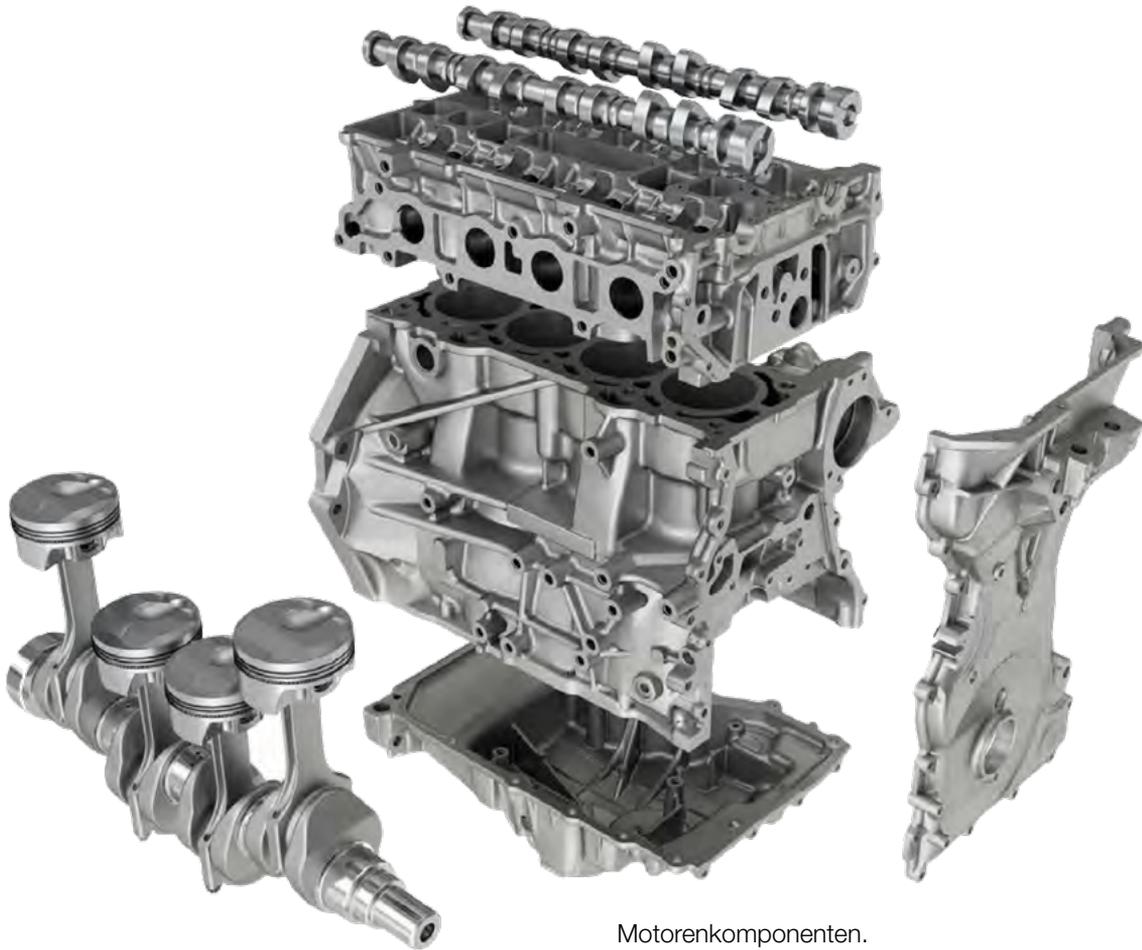
¹⁾ Abhängig von der radialen Schnitttiefe und dem Fräserdurchmesser

SCHLEIFEN

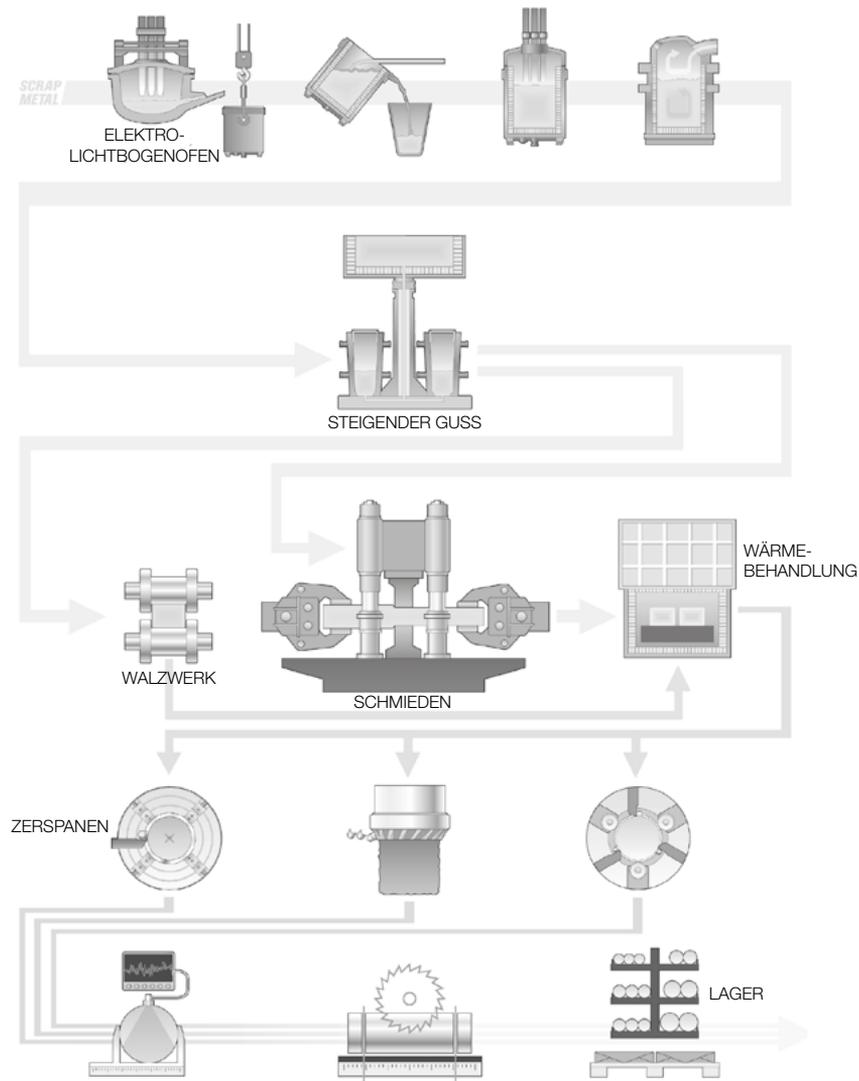
Allgemeine Schleifscheibenempfehlungen finden Sie in der folgenden Tabelle. Haben Sie Interesse an weiteren Informationen über das Schleifen, so fordern Sie unsere Broschüre „Schleifen von Werkzeugstahl“ an.

EMPFOHLENE SCHLEIFSCHEIBEN

Schleifverfahren	Weichgeglüht	Gehärtet
Planschleifen	A 46 HV	A 46 HV
Stirnschleifen (Segment)	A24 GV	A 36 GV
Rundschleifen	A 46 LV	A 60 KV
Innenschleifen	A 46 JV	A 60 IV
Profilschleifen	A 100 LV	A 120 JV



Motorenkomponenten.
Illustration: GRAPHICS, Sweden.



DER STAHLERZEUGUNGS-PROZESS

Das Ausgangsmaterial für unseren Werkzeugstahl besteht aus sorgfältig ausgewähltem Stahlschrott. Dieser Schrott wird zusammen mit Eisenlegierungen und Schlackenbildnern in einem Elektro-Lichtbogenofen (ELO) erschmolzen und dann in einen Pfannenofen gegeben. Dabei wird zuerst die Schlacke mit Hilfe einer Entschlackungsvorrichtung abgezogen. Die weitere Desoxidation, das Legieren und die Temperaturführung des Stahlbades werden in der Pfanne ausgeführt. Elemente wie Wasserstoff, Stickstoff und Schwefel werden anschließend durch Vakuumentgasung entfernt.

WARMFORMGEBUNG

Beim steigenden Guss werden die Kokillen durch einen kontrollierten Fluss geschmolzenen Stahls senkrecht aufsteigend gefüllt. Nach dem Erstarren kann der Stahl direkt in unserem Walzwerk oder in der Schmiedepresse weiter verarbeitet werden. Dort wird er zu Rund- oder Flachstahl geformt. Nach der Formgebung werden alle Rund- und

Flachstähe einer Wärmebehandlung unterzogen. Dabei werden sie entweder weichgeglüht oder gehärtet und angelassen. Hierdurch wird eine gute Ausgewogenheit zwischen Härte und Zähigkeit erreicht.

MECHANISCHE BEARBEITUNG

Bevor das Material fertig ist und gelagert wird, bearbeiten wir es bis zur gewünschten Größe und exakten Toleranz. Beim Drehen von großen Abmessungen rotiert der Stahlbarren in einer festen Zerspanungsstation. Beim Abschälen kleinerer Abmessungen umläuft das Zerspanungswerkzeug den Stab. Mögliche Defekte des Stahls werden durch Kontrolldurchläufe aufgespürt, z. B. durch die Oberflächenoder Ultraschallprüfung. So sichern wir die hohe Qualität und Unversehrtheit unseres Werkzeugstahls.

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.