

Uddeholm

Calmax[®]

Uddeholm Calmax®

WERKZEUGUMGEBUNG

Viele der heute verwendeten Presswerkzeuge werden immer noch aus Standardstahlsorten hergestellt, von denen einige bereits um 1930 entwickelt wurden. Die schlechte Zähigkeit, Flamm- und Induktionshärtbarkeit dieser Sorten führt oft zu geringer Produktivität und hohen Wartungskosten aufgrund von unerwarteten Werkzeugausfällen. Uddeholm Calmax bietet aufgrund seiner höheren Zähigkeit ein höheres Maß an Sicherheit, das für eine bessere Leistung und Produktivität der Werkzeuge unerlässlich ist.

EIGENSCHAFTSPROFIL

Uddeholm Calmax ist ein Werkzeugstahl mit einem Eigenschaftsprofil, das auf eine sichere Produktion ausgerichtet ist, d.h. hohe Zerspanungs- und Rissbeständigkeit und relativ gute Verschleißfestigkeit.

ANWENDUNGEN

Aufgrund seines Eigenschaftsprofils eignet sich Uddeholm Calmax sehr gut für Werkzeuge mit geringer bis mittlerer Produktionsmenge, die hohen Belastungen ausgesetzt sind.

© UDDEHOLMS AB

Kein Teil dieser Veröffentlichung darf ohne Genehmigung des Urheberrechtsinhabers zu kommerziellen Zwecken vervielfältigt oder übertragen werden.

Diese Informationen beruhen auf unserem derzeitigen Kenntnisstand und sollen allgemeine Hinweise auf unsere Produkte und deren Verwendung geben. Sie sind daher nicht als Zusicherung bestimmter Eigenschaften der beschriebenen Produkte oder als Garantie für die Eignung für einen bestimmten Zweck auszulegen.

Eingestuft nach der EU-Richtlinie 1999/45/EG

Weitere Informationen finden Sie in unseren "Sicherheitsdatenblättern".

Ausgabe 9, 05.2021



ALLGEMEIN

Uddeholm Calmax ist ein Chrom - Molybdän Vanadium-legierter Stahl, der sich durch folgende Eigenschaften auszeichnet:

- Hohe Zähigkeit
- Gute Verschleißfestigkeit
- Gute Durchhärtungseigenschaften
- Gute Maßhaltigkeit beim Härten
- Gute Polierbarkeit
- Schweißbar

Typische Analyse %	C	Si	Mn	Cr	Mo	V
	0.6	0.35	0.8	4.5	0.5	0.2
Lieferzustand	Weichgeglüht auf ca. 200 HB					
Farbcode	weiß/violett					
Standard-spezifikationen	W. -Nr. 1.2358					

ANWENDUNGEN

Die hervorragende Kombination aus Zähigkeit und Verschleißfestigkeit macht Uddeholm Calmax für verschiedene Anwendungen geeignet.

TYPISCHE KALTARBEITSANWENDUNGEN

- Stanzen und Umformen von dicken Blechstärken
- Hochleistungsstanzen und Umformen
- Tiefziehen
- Prägen
- Kaltfließpressen
- Walzen
- Scherenmesser
- Prototyp-Werkzeuge

SPRITZGUSS ANWENDUNG

- Formen mit langen Laufzeiten
- Formen für verstärkte Kunststoffe
- Formen für das Formpressen

EIGENSCHAFTEN

Proben gehärtet bei 960°C/30min und doppelt angelassen bei 450°C.

PHYSIKALISCHE DATEN

Temperatur	20°C (68°F)	200°C (400°F)	400°C (750°F)
Dichte kg/m ³ lbs/in ³	7 840 0.281	7 790 0.279	7 700 0.276
Elastizitätsmodul N/mm ² Psi	210 000 30.5 x 10 ⁶	200 000 29.0 x 10 ⁶	180 000 26.1 x 10 ⁶
Koeffizient der therm. Ausdehnung per °C von 20°C per °F von 68°F	– – –	to 200°C 12.2 x 10 ⁻⁶ to 400°F 6.8 x 10 ⁻⁶	to 400°C 13.1 x 10 ⁻⁶ to 750°C 7.3 x 10 ⁻⁶
Wärmeleitfähig W/m °C Btu in (ft ² h°F)	– –	24 187	27 221
Spezifische Wärme J/kg°C Btu/lbs°F	460 0.11	– –	– –

DRUCKFESTIGKEIT

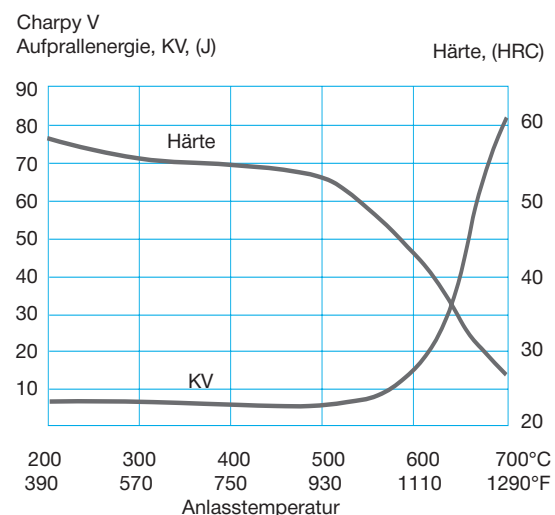
Ungefähre Werte bei Raumtemperatur.

Härte HRC	R _{cm} N/mm ²	R _{c0,2} N/mm ²
56	2300	1900
58	2500	2000
60	2700	2100

KERBSCHLAGZÄHIGKEIT UND HÄRTE

Ungefähre Werte bei Raumtemperatur für verschiedene Anlasstemperaturen. Gehärtet bei 960°C (1760°F). An der Luft abgeschreckt. Zweimal angelassen.

Stangenabmessung 315 x 80 mm. Proben aus Stabmitte in ST-Richtung (Dicke).



WÄRMEBEHANDLUNG

WEICHGLÜHEN

Den Stahl vor Oxidation schützen und auf 890°C durchwärmen. Haltezeit 2h. Anschliessend sollte er im Ofen um 20°C/h auf 770°C abkühlen, dann 10°C/h auf 650°C und schlussendlich erfolgt die Abkühlung an der Luft.

SPANNUNGSARMGLÜHEN

Nach der Grobzerspannung sollte das Werkzeug auf 650°C durchgewärmt werden, Haltezeit 2h. Langsam abkühlen auf 500°C, dann frei an Luft.

HÄRTEN

Vorwärmen: 600-750°C. Austenitisierungstemperatur: 950-970°C, normalerweise 960°C.

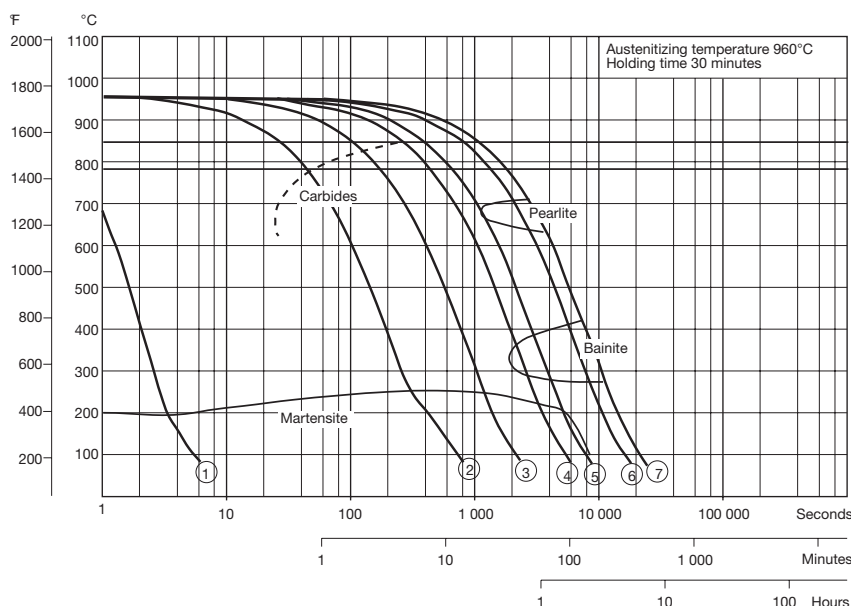
Temperatur °C °F		Haltezeit* Minuten	Härte vor dem Anlassen (HRC)
950	1740	30	62
960	1760	30	63
970	1780	30	64

* Haltezeit= Zeit bei Austenitisierungstemperatur, nachdem das Werkzeug vollständig durchgewärmt ist

Schützen Sie das Teil vor Entkohlung und Oxidation während des Härtens.

ZEIT - TEMPERATUR - UMWANDLUNGS-SCHAUBILD FÜR KONTINUIERLICHE ABKÜHLUNG

Austenitizing temperature 960°C (1760°F).
Holding time 30 minutes.



Abkühlkurve No.	Härte HV10	T ₈₀₀₋₅₀₀ sec.
1	820	1
2	762	107
3	743	423
4	734	1071
5	657	1596
6	455	3228
7	413	4292

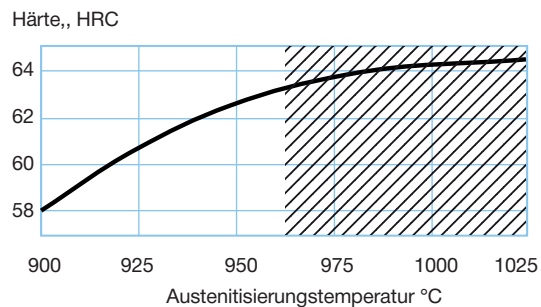
ABSCHRECKMITTEL

- Gas mit Überdruckumwälzung / zirkulierende Luft.
- Vakuum-Ofen mit ausreichendem Überdruck.
- Warmbad oder Fließbett bei 200-550°C, gefolgt von Kühlung an Zirkulierenden Luft.
- Öl.

Anmerkung 1: Das Abschrecken in Öl birgt ein erhöhtes Risiko für Maßänderungen und Risse.

Anmerkung 2: Das Werkzeug anlassen, sobald die Temperatur 50-70°C erreicht hat.

Härte und Restaustenit in Abhängigkeit von der Austenitisierungstemperatur.



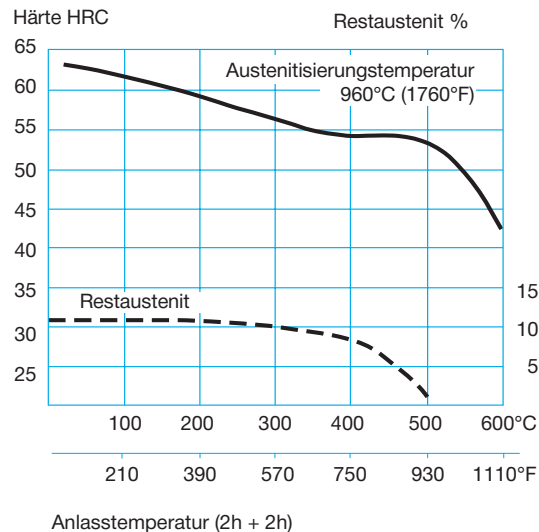
▨ Gefahr von Kornwachstum und verminderter Zähigkeit.

ANLASSEN

Wählen Sie die Anlasstemperatur entsprechend der gewünschten Härte anhand der Anlasstabelle.

Zweimaliges Anlassen mit zwischenzeitlicher Abkühlung auf Raumtemperatur. Niedrigste Anlasstemperatur 180°C. Haltezeit bei der Temperatur mindestens 2h.

ANLASSKURVE

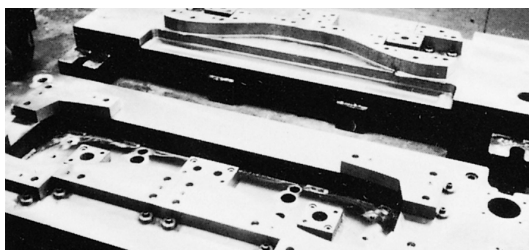


Die obige Anlaßkurve wurde nach der Wärmebehandlung von Proben mit einer Größe von 15 x 15 x 40 mm und Abkühlung mit Schutzatmosphäre ermittelt. Eine geringere Härte ist zu erwarten nach der Wärmebehandlung von Werkzeugen und Matrizen aufgrund von Faktoren wie der tatsächlichen Werkzeuggröße und den Wärmebehandlungsparametern.

MASSÄNDERUNG BEIM HÄRTEN

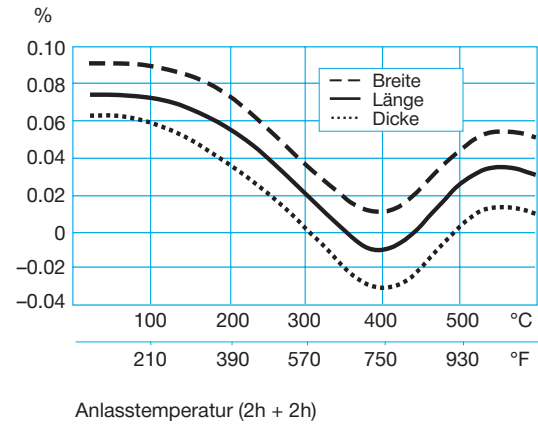
Die Maßänderungen beim Härten und Anlassen hängen von der Temperatur, der Art der Verfahren und den bei der Wärmebehandlung verwendeten Kühlmitteln ab.

Auch die Größe und die geometrische Form des Werkzeugs sind von wesentlicher Bedeutung. Daher sollte das Werkzeug immer mit einem ausreichenden Arbeitsaufmaß hergestellt werden, um die Verformung auszugleichen. Verwenden Sie 0.20% als Richtwert für Uddeholm Calmax.



Typisches Stanzwerkzeug, bei dem Uddeholm Calmax wegen der hohen Anforderungen an die Zähigkeit verwendet werden könnte.

Die nachstehende Abbildung zeigt ein Beispiel für die Maßänderung eines Blechs von 100 x 100 x 10 mm, das unter idealen Bedingungen gehärtet und vergütet wurde. Härtung: 960°C (1760°F)/30 min./Luft.



OBERFLÄCHENBEHANDLUNG

Werkzeuge werden einer Oberflächenbehandlung unterzogen, um die Reibung zu verringern und die Verschleißfestigkeit zu erhöhen. Die am häufigsten verwendeten Behandlungen sind das Nitrieren und die Oberflächenbeschichtung mit verschleißfesten Schichten aus Titankarbid und Titanitrid (CVD, PVD).

Zwei gängige Nitrierverfahren sind das Ionennitrieren und das Gasnitrieren. Das Ionen-Nitrierverfahren wird normalerweise bei einer niedrigeren Temperatur als das Gas-Nitrierverfahren durchgeführt und ist daher die bevorzugte Methode für Uddeholm Calmax, wenn eine Substrat-Härte von ~54 HRC erforderlich ist.

Nitrierverfahren	Temp. °C (°F)	Zeit (h)	Einsatztiefe µm	Härte des Substrats HRC	Gehäusehärte HV
Ion	465* (870*)	18	200	54	1075
Gas	510* (950*)	12	200	52	1075

* Die verwendete Nitriertemperatur sollte 15-25°C (59-77°F) niedriger sein als die zuvor verwendete Anlasstemperatur.

Eine große Nitrierschichtdicke verringert die Zähigkeit des Werkzeugs erheblich. Die Nitrierschichtdicke, die über die Nitrierdauer gesteuert werden kann, sollte entsprechend der jeweiligen Anwendung gewählt werden.

Uddeholm Calmax kann auch CVD-beschichtet werden, aber die Beschichtungstemperatur sollte 960°C (1760°F) nicht überschreiten. Das Werkzeug sollte nach der Beschichtung erneut gehärtet werden.

PVD-Beschichtungen werden normalerweise bei Temperaturen zwischen 200°C und 500°C abgeschieden. Wenn eine Erweichungstemperatur über 200°C gewählt wird, verliert der Grundwerkstoff an Härte. Die PVD-Beschichtungstemperatur sollte ca. 20°C niedriger sein als die zuvor verwendete Anlasstemperatur.

EMPFOHLENE SCHNITTDATEN

Die nachstehenden Schnittdaten sind als Richtwerte zu betrachten, die an die vorhandenen örtlichen Gegebenheiten angepasst werden müssen.

Die Schnittdatenempfehlungen in den folgenden Tabellen gelten für Uddeholm Calmax im weichgeglühten Zustand bis ca. 200 HB.

DREHEN

Schnittdatenparameter	Schruppdrehen Hartmetall	Feindrehen Hartmetall	Feindrehen Schnellarbeitsstahl
Schnittgeschw. (v_c) m/min f.p.m	150–200 492–656	200–250 656–820	20–25 66–82
Vorschub (f) mm/r i.p.r	0.2–0.4 0.008–0.016	0.05–0.2 0.002–0.008	0.05–0.3 0.002–0.01
Schnitttiefe (a_p) mm Zoll	2–4 0.08–0.16	0.5–2 0.02–0.08	0.5–3 0.02–0.12
Hartmetallbezeichnung ISO US	P20–P30 C6–C5 Coated carbide	P10 C7 Coated carbide or cermet	– –

BOHREN

SPIRALBOHRER AUS SCHNELLARBEITSSTAHL

Bohrerdurchm.		Schnittgeschw. (v_c)		Vorschub (f)	
mm	inch	mm	inch	mm/r	i.p.r.
–5	–3/16	13–15*	43–49*	0.05–0.10	0.002–0.004
5–10	3/16–3/8	13–15*	43–49*	0.10–0.20	0.004–0.008
10–15	3/8–5/8	13–15*	43–49*	0.20–0.25	0.008–0.010
15–20	5/8–3/4	13–15*	43–49*	0.25–0.30	0.010–0.012

* Für beschichtete HSS-Bohrer $v_c=23-25$ m/min. (75–82 f.p.m.)

HARTMETALLBOHRER

Schnittdatenparameter	Bohrertyp		
	Vollhartmetall	Hartmetallwendes.	Bohrer mit HM-Schneide ¹⁾
Schnittgeschw. (v_c) m/min f.p.m	120–150 394–492	210–230 689–755	70–100 230–328
Vorschub (f) mm/r i.p.r	0.10–0.35 ²⁾ 0.004–0.014 ²⁾	0.03–0.12 ³⁾ 0.001–0.005 ³⁾	0.15–0.40 ⁴⁾ 0.006–0.016 ⁴⁾

¹⁾ Bohrer mit auswechselbarer oder gelöteter Hartmetallplatten

²⁾ Vorschubgeschwindigkeit für Bohrer Durchmesser 20–40 mm (0,8"–1,6")

³⁾ Vorschub für Bohrer Durchmesser 5–20 mm (0,2"–0,8")

⁴⁾ Vorschub für Bohrer Durchmesser 10–20 mm (0,4"–0,8")

FRÄSEN

PLAN- UND ECKFRÄSEN

Schnittdatenparameter	Grobfräsen Hartmetall	Feinfräsen Hartmetall
Schnittgeschw. (v_c) m/min f.p.m	160–240 525–787	240–280 722–919
Vorschub (f_z) mm/Zahn in/Zahn	0.2–0.4 0.008–0.016	0.1–0.2 0.004–0.008
Depth of cut (a_p) mm Zoll	2–5 0.08–0.20	–2 0.08
Hartmetallbezeichnung ISO US	P20–P40 C6–C5 Coated carbide	P10–P20 C6–C7 Coated carbide or cermet

END MILLING

Schnittdatenparameter	Fräser typ		
	Vollhartmetall	Hartmetall-Wendeschneidplatte	Schnellarbeitsstahl
Schnittgeschw. (v_c) m/min f.p.m	120–150 394–492	150–200 492–656	40–45 ¹⁾ 131–148 ¹⁾
Vorschub (f_z) mm/Zahn in/Zahn	0.006–0.20 ²⁾ 0.0002–0.008 ²⁾	0.06–0.20 ²⁾ 0.002–0.008 ²⁾	0.01–0.35 ²⁾ 0.0004–0.014 ²⁾
Hartmetallbezeichnung ISO US	– –	P15–P40 C6–C5	– –

¹⁾ Für beschichtete HSS-Schaftfräser $v_c=55-60$ m/min. (180–197 f.p.m.).

²⁾ Abhängig von der radialen Schnitttiefe und dem Fräserdurchmesser.

SCHLEIFEN

Nachstehend finden Sie eine allgemeine Empfehlung für Schleifscheiben. Weitere Informationen finden Sie in der Uddeholm-Broschüre "Schleifen von Werkzeugstahl".

Art der Schleifens	Weichgegl. Zustand	Gehärteter Zustand
Planschleifen gerade Scheibe	A 46 HV	A 46 HV
Planschleifsegmente	A 24 GV	A 36 GV
Rundschleifen	A 46 LV	A 60 KV
Innenschleifen	A 46 JV	A 60 JV
Profilschleifen	A 100 LV	A 120 JV

WIDERSTAND GEGEN VERSAGENSMECHANISMEN

Uddeholm grade	Abrasive wear	Adhesive wear	Chipping	Gross cracking	Deformation
Arne	■	■	■	■	■
Calmax	■	■	■	■	■
Caldie	■	■	■	■	■
Rigor	■	■	■	■	■
Sleipner	■	■	■	■	■
Sverker 21	■	■	■	■	■
Sverker 3	■	■	■	■	■



Kaltarbeitsprodukt, bei dem Uddeholm Calmax eine gute Wahl für die Matrice wäre.

SCHWEISSEN

Beim Schweißen von Uddeholm Calmax können gute Ergebnisse erzielt werden, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden.

1. Halten Sie die Lichtbogenlänge immer so kurz wie möglich. Die Elektrode sollte in einem Winkel von 90° zu den Fugenseiten gehalten werden, um den Unterschnitt zu minimieren. Die Elektrode sollte in einem Winkel von 75-80° zur Vorschubrichtung gehalten werden.
2. Bei großen Reparaturen schweißen Sie die ersten Lagen mit einem weichen Schweißgut. Die ersten beiden Lagen sind mit dem gleichen Elektrodendurchmesser und Strom zu schweißen.
3. Große Reparaturschweißungen sollten bei erhöhter Temperatur durchgeführt werden.
4. Die Schweißnähte sollten gut vorbereitet werden.

EMPFEHLUNGEN ZUM WIG-SCHWEISSEN

Verbrauchsmaterial	Härte geschw. Zustand	Härte nach Nachhärtung	Vorwärmzustand
UTPA 73G2	53-56 HRC	51 HRC	200-250°C (390-480°F)
UTPA 67S	55-58 HRC	52 HRC	
CALMAX/CARMO TIG WELD	58-61 HRC	58-61 HRC	

MMA (SMAW) SCHWEISSEMPFEHLUNGEN

Verbrauchsmaterial	Härte geschw. Zustand	Härte nach Nachhärtung	Vorwärmzustand
UTP 67S	55-58 HRC	52 HRC	200-250°C (390-480°F)
CALMAX/CARMO WELD	58-61 HRC	58-61 HRC	

WÄRMEBEHANDLUNG NACH DEM SCHWEISSEN

GEHÄRTETER ZUSTAND

Anlassen bei 10-20°C (50-70°F) unter der ursprünglichen Anlasstemperatur.

WEICHGEGLÜHTER ZUSTAND

Durchwärmen auf 860°C (1580°F) in Schutzatmosphäre. Abkühlen im Ofen bei 10°C/h bis 650°C (18°F/h bis 1200°F), dann frei an Luft. Weitere Informationen zum Schweißen von Werkzeugstahl finden Sie in der Uddeholm-Broschüre "Schweißen von Werkzeugstahl".

FUNKENEROSION

Wird das Funkenerodieren im gehärteten und angelassenen Zustand durchgeführt, sollte das Werkzeug zusätzlich bei einer Temperatur von etwa 25°C (35°F) unter der letzten Anlasstemperatur nochmals angelassen werden. Weitere Informationen finden Sie in der Uddeholm-Broschüre "EDM of Tool Steel".

POLIEREN

Uddeholm Calmax hat ein sehr homogenes Gefüge. Zusammen mit dem geringen Gehalt an nichtmetallischen Einschlüssen (aufgrund der Vakuumgussung während der Herstellung) gewährleistet dies eine gute Oberflächengüte nach dem Polieren. Weitere Informationen finden Sie in der Uddeholm-Broschüre "Polishing Mould Steel".

WEITERE INFORMATION

Bitte wenden Sie sich an Ihr lokales Büro, um weitere Informationen über die Auswahl, Wärmebehandlung, Anwendung und Verfügbarkeit von Uddeholm-Werkzeugstahl zu erhalten, einschließlich der Veröffentlichung "Steel for Cold Work Tooling".

DAS KONVENTIONELLE WERKZEUGSTAHLVERFAHREN

Das Ausgangsmaterial für unseren Werkzeugstahl wird sorgfältig aus hochwertigem, wiederverwertbarem Stahl ausgewählt. Zusammen mit Ferrolegerungen und Schlackenbildnern wird der wiederverwertbare Stahlschrott in einem Elektrolichtbogenofen geschmolzen. Der geschmolzene Stahl wird dann in einen Pfannenofen gegeben.

Die Entschlackungsanlage entfernt sauerstoffreiche Schlacke, und nach der Desoxidation erfolgt das Legieren und Aufheizen des Stahlbads im Pfannenofen. Durch die Vakuumentgasung werden Elemente wie Wasserstoff, Stickstoff und Schwefel entfernt.

Beim steigenden Blockguss werden die vorbereiteten Formen mit einem kontrollierten Strom von geschmolzenem Stahl aus der Pfanne gefüllt. Von dort aus gelangt der Stahl direkt in unser Walzwerk oder in die Schmiedepresse, um zu Rund- oder Flachstangen geformt zu werden.

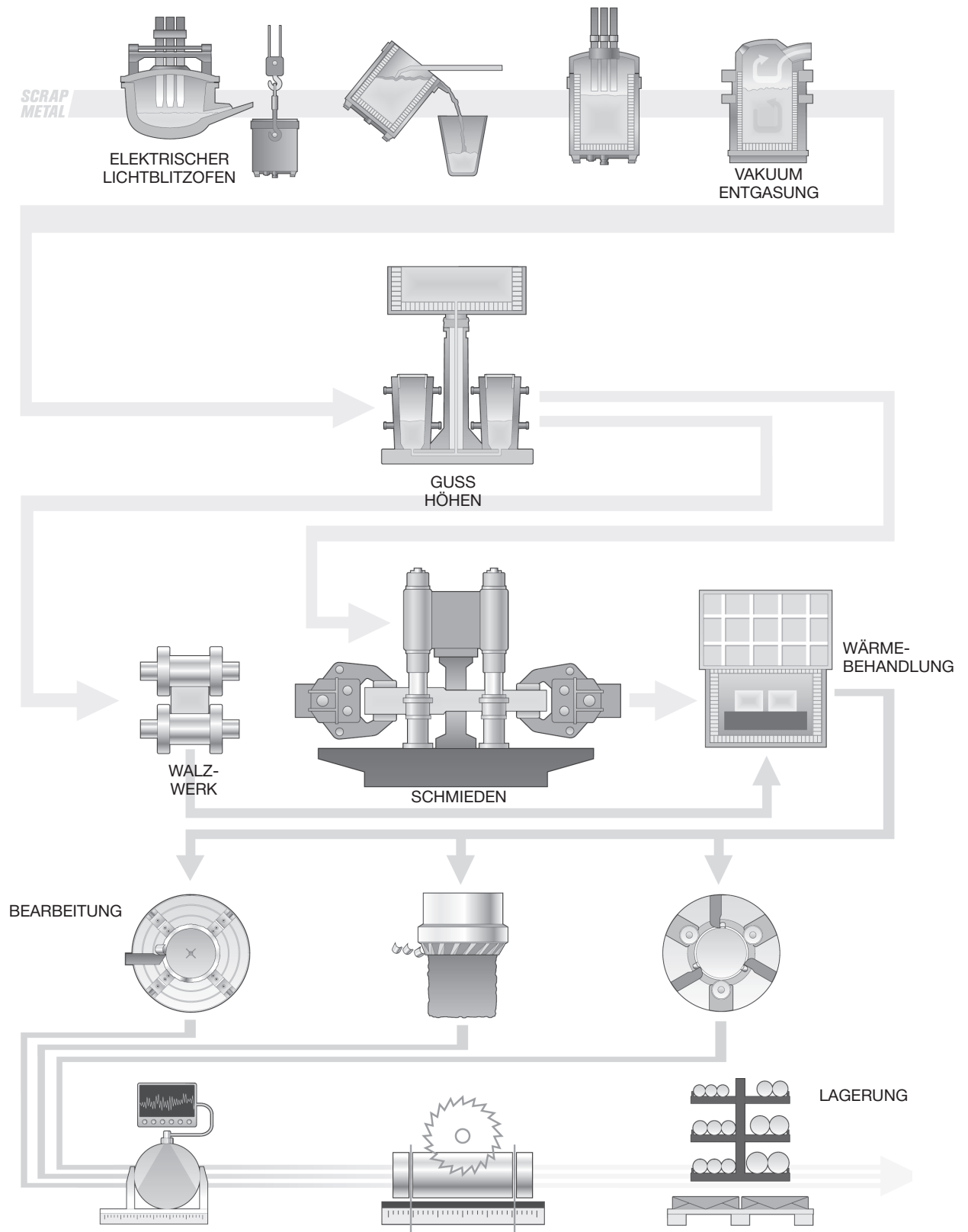
WÄRMEBEHANDLUNG

Vor der Auslieferung werden die verschiedenen Stangenmaterialien einer Wärmebehandlung unterzogen, entweder als Weichglühen oder als Härten und Anlassen. Durch diese Verfahren erhält der Stahl das richtige Gleichgewicht zwischen Härte und Zähigkeit.

BEARBEITUNG

Bevor das Material fertiggestellt und auf Lager gelegt wird, werden die Stangenprofile auf das gewünschte Maß und die genauen Toleranzen vorbearbeitet. Bei der Drehbearbeitung großer Abmessungen rotiert der Stabstahl gegen ein feststehendes Schneidwerkzeug. Beim Schälen kleinerer Abmessungen drehen sich die Schneidwerkzeuge um die Stange.

Um unsere Qualität zu sichern und die Unversehrtheit des Werkzeugstahls zu gewährleisten, führen wir an allen Stäben sowohl Oberflächen- als auch Ultraschallkontrollen durch. Anschließend entfernen wir die Stangenenden und alle bei der Prüfung festgestellten Mängel.



Manufacturing solutions for generations to come

SHAPING THE WORLD

Since 1668 we have been providing a wide range of innovative cutting-edge solutions for our customers in demanding segments. Our dedicated employees work in almost ninety countries and together we deliver improved competitiveness to clients worldwide. Welcome to Uddeholm.