

# Uddeholm

## Tyrax<sup>®</sup> ESR

Auch für die additive Fertigung erhältlich!

## Uddeholm Tyrax® ESR

Uddeholm Tyrax ESR ist ein korrosionsbeständiger Premium-Kunststoffformenstahl mit hoher Härte. Bei seiner Entwicklung lag das Hauptaugenmerk auf maximaler Bruchsicherheit sowie leichter und schneller Polierbarkeit, um eine bestmögliche Oberflächengüte zu erreichen.

Die Stahlsorte wurde für den Spritzguss von Hochleistungskunststoffen konzipiert, die oft Glasfaserverstärkungen und Zusatzstoffe wie Flammschutzmittel enthalten. Er ist auch sehr gut für die Herstellung optischer Linsen geeignet, bei denen die Oberflächenbeschaffenheit besonders wichtig ist.

### © 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 Materialicherheit („Material Safety Data Sheets“).

Ausgabe 5, 09.2024



## ALLGEMEINES

Uddeholm Tyrax ESR ist ein korrosionsbeständiger Premium-Kunststoffformenstahl mit hoher Härte und folgenden Eigenschaften:

- Gute Korrosionsbeständigkeit
- Ausgezeichnete Polierbarkeit
- Gute Verschleißfestigkeit
- Hohe Härte 55-58 HRC für Widerstand gegen Deformation
- Hervorragende Duktilität und Zähigkeit
- gute Dimensionsstabilität bei Wärmebehandlung und im Einsatz
- gleichmäßige Mikrostruktur und kleine Korngröße
- gute Härbarkeit

Uddeholm Tyrax ESR wird im weichgeglühtem Zustand mit ca. 190 HB geliefert. Uddeholm Tyrax ESR wird durch Elektro-Schlacke-Umschmelzen (DESU) hergestellt und erhält durch dieses Verfahren einen hohen Reinheitsgrad.

Richtanalyse %	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	N
	0,40	0,2	0,5	12,0	2,3	0,5	+
Lieferzustand	Weichgeglüht auf ca. 190 HB						
Farbkennzeichnung	Schwarz/lila						

## ANWENDUNGSBEREICHE

Uddeholm Tyrax ESR eignet sich für lange Serien und die Verarbeitung von verstärkten Kunststoffen. Auch der Einsatz in Plastifizierschnecken ist möglich. Uddeholm Tyrax ESR kann unter korrosiven Bedingungen, unter feuchten Arbeits- und Lagerbedingungen oder zur Verarbeitung von korrosiven Kunststoffen verwendet werden. Durch seine hohe Zähigkeit/Duktilität eignet er sich für komplexe Formen. Uddeholm Tyrax ESR eignet sich auch zur Herstellung von hochglänzenden Oberflächen.

- Hochleistungskunststoffe, gefüllt mit Glasfasern und korrosiven Additiven
- Ätzende Kunststoffe wie PVC
- Hohe Oberflächengüte, d.h. zur Herstellung optischer Teile

## EIGENSCHAFTEN

### Physikalische Daten

Gehärtet und angelassen auf 56 HRC. Die Daten beziehen sich auf Raumtemperatur und erhöhte Temperaturen.

Temperatur	20°C	200°C	400°C
Dichte, kg/m <sup>3</sup>	7.750	-	-
Elastizitätsmodul MPa	209.000	204.000	187.000
Wärmeausdehnungs- koeffizient pro °C ab 20°C	-	11,3x 10 <sup>-6</sup>	12,0 x 10 <sup>-6</sup>
Wärmeleitfähigkeit* W/m °C	22,3	24,1	25,1
Spezifische Wärme J/kg °C	460	-	-

\* Die Wärmeleitfähigkeit ist schwierig zu bestimmen. Die Abweichung kann bis zu +/- 15% betragen.

### Zugfestigkeit bei Raumtemperatur

Die Zugfestigkeitswerte sind als Richtwerte zu verstehen. Die Probe wurden bei 1050-1080 °C in einem Vakuumofen abgeschreckt und zweimal bei 530 °C für zwei Stunden auf die angegebene Härte angelassen.

Alle Proben wurden aus einem Stab mit der Abmessung 254 x 102 mm entnommen.

Härte	56 HRC	58 HRC
Zugfestigkeit, R <sub>m</sub> MPa	2.060	2.260
Streckgrenze, R <sub>p0,2</sub> MPa	1.460	1.610

### Druckfestigkeit

Die ungefähre Druckfestigkeit ist in der folgenden Tabelle angegeben. Die Testproben wurden bei 1.050 °C gehärtet, in einem Vakuumofen mit Gas abgeschreckt und zweimal bei 525 °C zwei Stunden lang auf die angegebene Härte angelassen.

Härte HRC	Druckfestigkeit Rc0,2 (MPa)
56	1.820

### Schlagbiegearbeit

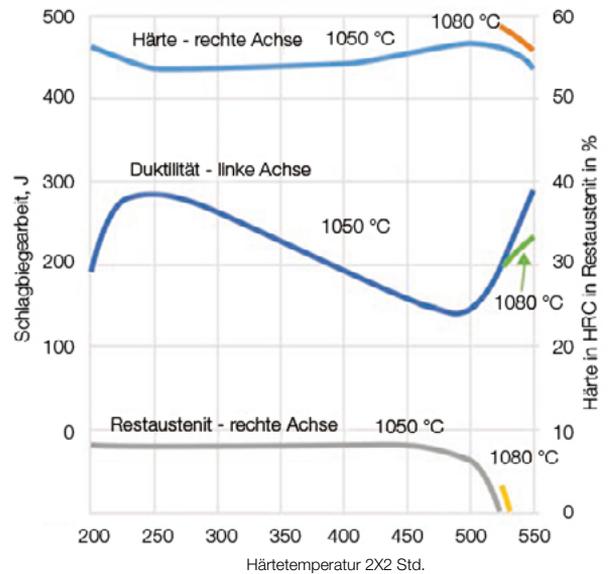
Uddeholm Tyrax ESR besitzt im Vergleich zu anderen korrosionsbeständigen Werkzeugstählen vom Typ 1.2083/AISI420/AISI440 eine wesentlich höhere Zähigkeit/Duktilität.

Die ungefähre Schlagbiegearbeit bei Raumtemperatur, gemessen an Proben, die aus der Mitte eines geschmiedeten Blocks entnommen wurden und in der kurzen Querrichtung getestet wurden, ist rechts gezeigt.

Originalstababmessung: 250 x 80 mm,  
 Probengröße: 7 x 10 x 55 mm ungekerbt.

30 Minuten bei 1.050 °C und 1.080 °C gehärtet.  
 Im Vakuumofen abgeschreckt. 2 x 2 Std. angelassen.

### Einfluss der Anlasstemperatur auf die Schlagbiegearbeit bei Raumtemperatur



### Korrosionsbeständigkeit

Uddeholm Tyrax ESR weist die besten Korrosionseigenschaften auf, wenn bei niedriger Temperatur angelassen und hochglanzpoliert wird. Uddeholm Tyrax ESR wird nicht angegriffen durch schwach korrodierende Stoffe wie Wasser, Wasserdampf, schwache organische Säuren, wässrige Lösungen von Nitraten, Karbonaten und anderen Salzen.

Ein Werkzeug aus Uddeholm Tyrax ESR hat eine gute Beständigkeit gegen Korrosion, unter feuchten Arbeits-, Lagerbedingungen sowie bei der Herstellung von korrosiven Kunststoffen unter normalen Produktionsbedingungen.



## WÄRMEBEHANDLUNG

### Weichglühen

Den Stahl vor Oxidation schützen und auf 860 °C durchwärmen. Dann im Ofen um 10 °C die Stunde bis auf 650 °C und anschließend frei an der Luft abkühlen.

### Spannungsarmglühen

Nach der Grobzerspannung sollte die Form auf 650°C durchgewärmt und 2 Stunden auf dieser Temperatur gehalten werden. Danach langsam auf 500°C und anschließend an der Luft abkühlen.

### Härten

Verwenden Sie eine Vorwärmtemperatur von 600-850 °C. Empfohlene Austenitisierungstemperatur 1.050-1.080 °C. Haltezeit 30 Minuten.

Schutz des Materials vor Entkohlung und Oxidation während des Austenitisierens.

### Abschreckmedien

Im Allgemeinen sollten die Abschreckraten so schnell wie möglich sein. Beschleunigte Abschreckraten sind erforderlich, um die Werkzeugeigenschaften zu optimieren, insbesondere im Hinblick auf Korrosionsbeständigkeit und Zähigkeit im Betrieb. Allerdings muss das Risiko einer übermäßigen Verformung und Härterissbildung berücksichtigt werden.

Das Abschreckmedium sollte in der Lage sein, ein vollständig gehärtetes Gefüge zu erzeugen. Verschiedene Abschreckraten für Uddeholm Tyrax ESR werden durch das ZTU-Diagramm definiert.

Empfohlene Abschreckmedien:

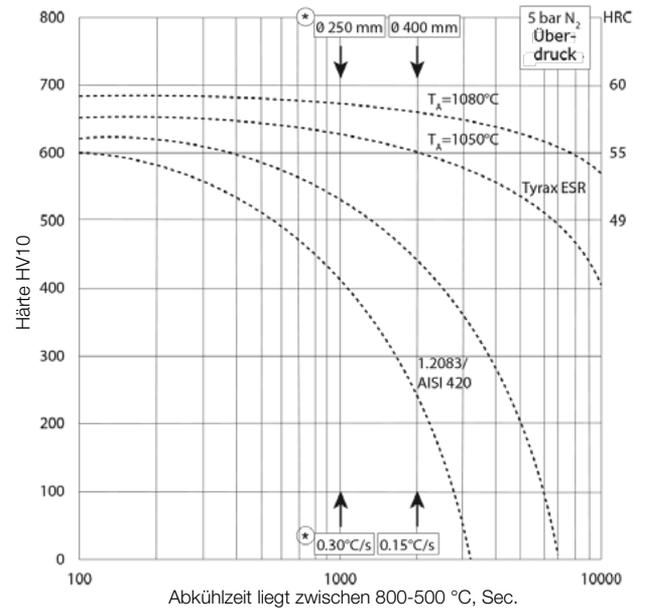
- Vakuumofen (Hochdruckgasabschreckung mit ausreichendem Überdruck).
- Salzbad bei 250-550 °C, dann Abkühlung im Luftstrom.
- Bei komplexen Geometrien wird eine unterbrochene Abschreckung bei 400-450 °C empfohlen, um den Verzug und das Risiko der Rissbildung zu verringern.
- Hochgeschwindigkeitsgas/zirkulierende Atmosphäre

Sofortiges Anlassen, wenn das Werkzeug die Raumtemperatur erreicht. Uddeholm Tyrax ESR hat eine viel bessere Härtebarkeit als die W.-Nr. 1.2083/AISI 420, sodass die hohe Härte auch in der Mitte großer Abmessungen erhalten bleibt.

Die sehr gute Härtebarkeit hat auch einen entscheidenden Einfluss auf andere Eigenschaften wie Zähigkeit und Korrosionsbeständigkeit.

### Härte in Abhängigkeit der Abkühlzeit beim Härten

Härtetemperatur 1.050 °C und 1.080 °C



\* Abkühlgeschwindigkeit im Kern zweier verschiedener Abmessungen

### Tiefkühlen

Tiefkühlen in flüssigem Stickstoff (-120 °C bis -196 °C) kann bei Werkzeugen mit hoher Anforderungen an die Dimensionsstabilität nach der Wärmebehandlung durchgeführt werden.

Das Tiefkühlen sollte vor dem Anlassen durchgeführt werden.

Komplizierte Formen sollten wegen der Gefahr von Rissen nicht tiefgekühlt werden.

Besonders interessant ist das Tiefkühlen vor dem Niedertemperatur-Anlassen. Restaustenit wird beseitigt/sehr gering, was zu erhöhter Härte und Verschleißfestigkeit führt. Die Korrosionsbeständigkeit wird durch Anlassen bei niedrigen Temperaturen von 200 °C bis 480 °C, im Vergleich zu Anlassen bei Temperaturen von 525 °C oder höher, verbessert.

Härten 1080 °C / 30 min. Tiefkühlen bei -196 °C	Anlassen 200 °C 2 x 2 Stunden
Härte	58,5 HRC
Restaustenite	<2%

### Anlassen

Die Anlasstemperatur kann je nach gewünschter Härte dem nachfolgenden Anlassdiagramm entnommen werden. Es sollte mindestens zweimal angelassen werden mit einer Zwischenkühlung auf Raumtemperatur. Die niedrigste Anlasstemperatur beträgt 250 °C, die Mindesthaltedauer 2 Stunden.

Die Werte im Anlassschaubild wurden nach der Wärmebehandlung und Abkühlung im Vakuumofen entnommen.

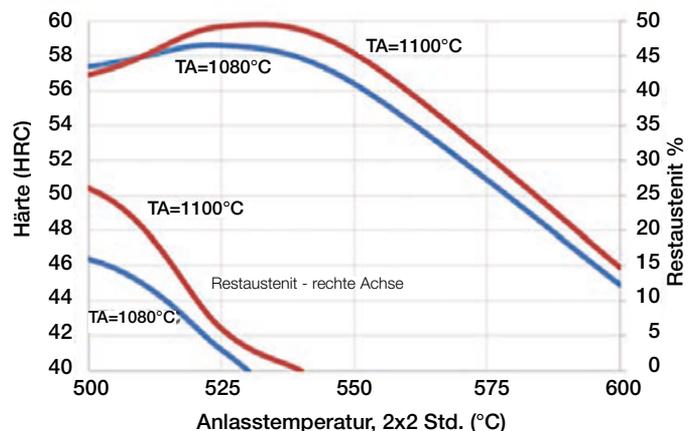
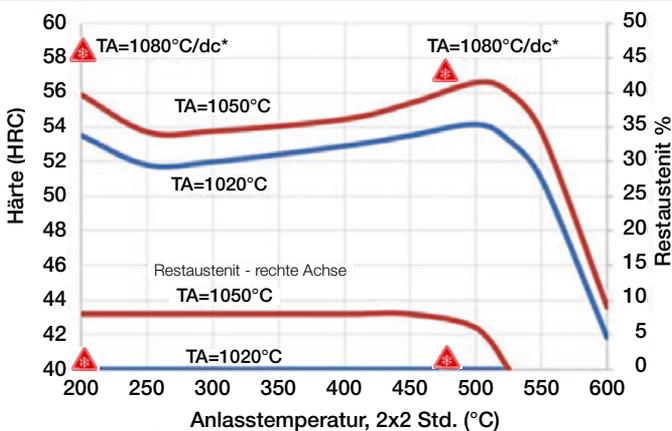
Probengröße: 15 x 15 x 40 mm

**Anmerkung:** Ein Anlassen bei 200–250 °C ergibt die bestmögliche Kombination aus Zähigkeit, Härte und Korrosionsbeständigkeit. Diese Anlasstemperaturen eignen sich aber nur für kleine, einfache Formen. Für große Formen und/oder komplizierte Geometrien sollte eine hohe Anlasstemperatur (niedrigste 525 °C) verwendet werden, um Restspannungen auf ein Minimum zu halten.

Durch Härten bei 1.080 °C und Anlassen bei 530 °C wird eine Härte von ca. 58 HRC erreicht, die eine gute Duktilität aufweist.

In besonderen Fällen kann eine Härtetemperatur von 1.100 °C verwendet werden. Durch das Anlassen bei 525–530 °C erhöht sich die Härte auf ca. 60 HRC. Eine Härtetemperatur von 1.100 °C wird nur empfohlen, wenn die Zähigkeit zweitrangig ist.

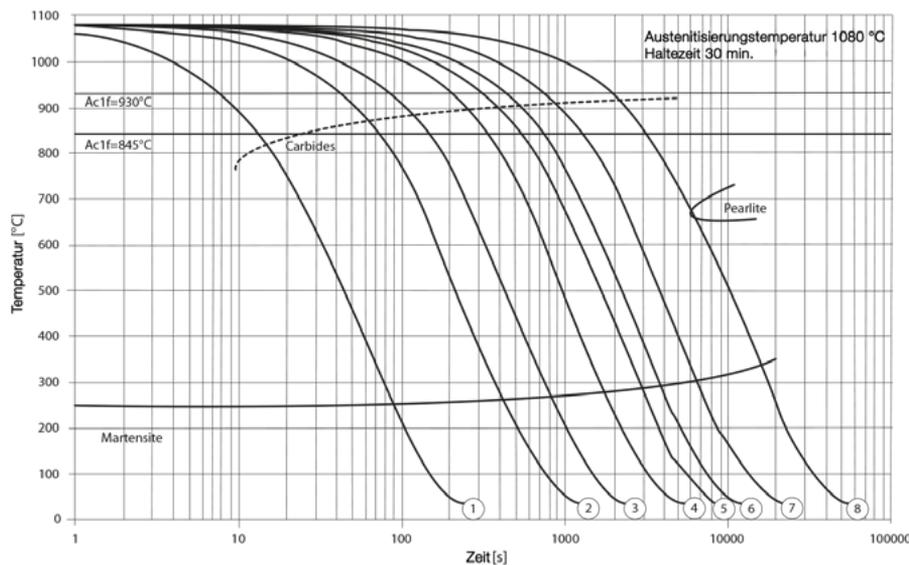
Uddeholm Tyrax ESR kann auch mit einer normalen 1.2083-Härte von 52 HRC verwendet werden, wobei 1020 °C als Härtetemperatur und zweimaliges Anlassen bei 250 °C für zwei Stunden verwendet werden, wodurch der Restaustenitgehalt <2% beträgt.



▲ \*dc=deep cooled - Kryo-Behandlung in flüssigem Stickstoff (-170 bis -196°C)

### ZTU-Diagramm

Austenitisierungstemperatur 1.080 °C Haltezeit 30 Minuten



Kühlkurve Nr.	Härte HV10	T800-500 (Sek.)
1	685	28
2	664	140
3	681	280
4	680	630
5	677	1030
6	688	1390
7	654	2400
8	609	6240

## Massänderungen

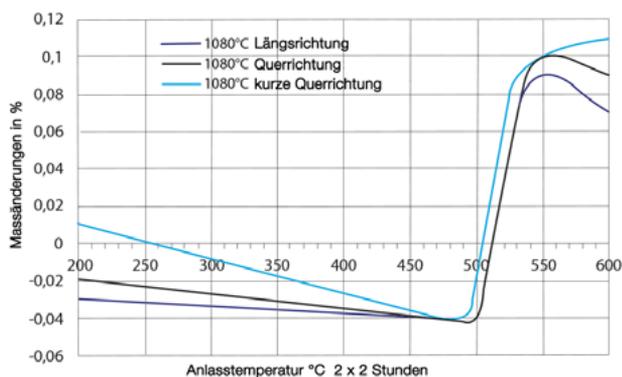
Maßänderungen wurden nach dem Härten und Anlassen gemessen.

Austenitisierung: 1.080 °C/30 min. Abkühlen im Vakuumofen bei 0,64 °C/Sek. zwischen 800 °C und 500 °C.

Anlassen: 2 x 2 Stunden bei verschiedenen Temperaturen.

Probengröße: 100 x 40 x 20 mm.

Für Uddeholm Tyrax wird eine Bearbeitungszugabe von 0,15% empfohlen.



## BEARBEITUNGSEMPFEHLUNGEN

Die nachfolgenden Schnittdaten sind als Richtwerte zu verstehen und müssen den jeweiligen örtlichen Voraussetzungen angepasst werden.

Die Empfehlungen in den folgenden Tabellen sind gültig für Uddeholm Tyrax ESR im weichgeglühten Zustand, ~190HB

Wendepplatten zum Fräsen: ISO P-Bezeichnung wählen auch kompatibel zum M- und S-Bereich.

Ausführlichere Informationen finden Sie in unserer Broschüre „Schnittdatenempfehlungen“.

## Drehen

Schnittparameter	Drehen mit Hartmetall		Drehen mit Schnellarbeitsstahl Schichten
	Schruppen	Schlichten	
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
Schneidplattengruppe ISO	P20-P30 C6-C5 beschichtetes Hartmetall	P10 C7 beschichtetes Hartmetall oder Keramik	- -

## Bohren

Spiralbohrer aus Schnellarbeitsstahl

Bohrerdurchmesser Ø mm	Schnittgeschwindigkeit ( $v_c$ ) m/Min.	Vorschub (f) mm/U
-5	12-16*	0,05-0,15
5-10	12-16*	0,15-0,20
10-15	12-16*	0,20-0,25
15-20	12-16*	0,25-0,35

\* Für beschichtete Schnellarbeitsstähle  $v_c \sim 22-24$  m/Min.

## Hartmetallbohrer

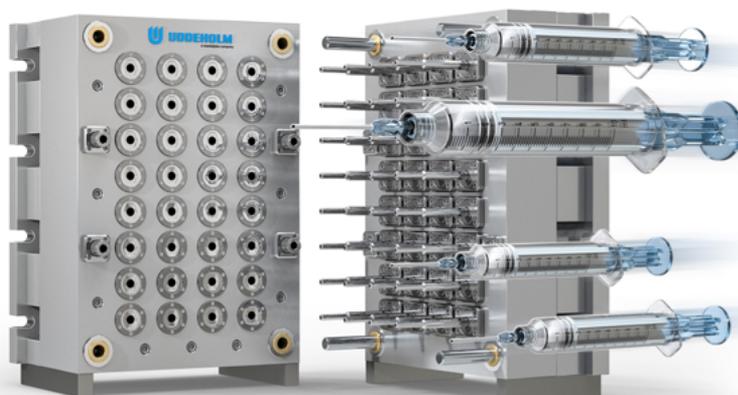
Schnittparameter	Bohrertyp		
	Wendeschneidplattenbohrer	Vollhartmetall	Hartmetallschneide <sup>1)</sup>
Schnittgeschwindigkeit ( $v_c$ ) m/Min.	160-200	80-100	60-90
Vorschub (f) mm/U	0,03-0,10 <sup>2)</sup>	0,10-0,25 <sup>3)</sup>	0,15-0,25 <sup>4)</sup>

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

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

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

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



Die Empfehlungen in den folgenden Tabellen sind gelten für Uddeholm Tyrax ESR im gehärteten und angelassenen Zustand, 54-58 HRC.

Wendeplatten zum Fräsen: ISO P-Bezeichnung wählen, auch kompatibel zu den Bereichen M, S und H.

### Drehen

Schnittparameter	Fräsen mit Hartmetall	
	Schruppen	Schlichten
Schnittgeschwindigkeit ( $v_c$ ) m/Min.	40-60	60-80
Vorschub ( $f_2$ ) mm/r	0,1-0,2	0,05-0,1
Schnitttiefe ( $a_p$ ) mm	0,5-2,0	0,2-0,5
Schneidplattengruppe ISO	K10-K20 P10-P20 beschichtetes Hartmetall, CBN	K10, P05-P15 C7 beschichtetes Hartmetall, Keramik, CBN

- Schneidflüssigkeit wird empfohlen
- Vermeiden Sie CBN bei unterbrochenen Schnittbedingungen
- Bei Verwendung einer Keramikplatte die Schnittgeschwindigkeit während des unterbrochenen Schnittes erhöhen
- Hochtemperaturbeständige Beschichtung verwenden

### Bohrer

#### Hartmetall-Bohrer

Schnittparameter	FRÄSERTYP	
	Vollhartmetall	Hartmetall-Spitze
Schnittgeschwindigkeit ( $v_c$ ) m/Min.	30-40	40-50
Vorschub ( $f$ ) mm/r	0,05-0,20 <sup>2)</sup>	0,10-0,20 <sup>3)</sup>

- 1.) Bohrer mit auswechselbarer oder gelöter Hartmetallspitze
- 2.) Vorschubgeschwindigkeit für Bohrerdurchmesser 5-20 mm
- 3.) Vorschubgeschwindigkeit für Bohrerdurchmesser 10-20 mm

### Fräsen

#### Plan- und Eckfräsen

Schnittparameter	Fräsen mit Hartmetall	
	Schruppen	Schlichten
Schnittgeschwindigkeit ( $v_c$ ) m/Min.	30-50	50-70
Vorschub ( $f_2$ ) mm/Zahn	0,05-0,2	0,1-0,5
Schnitttiefe ( $a_p$ ) mm	0,5-2,0	0,1-0,5
Schneidplattengruppe ISO	P10-P20 C7-C6 beschichtetes Hartmetall*	P10-P20 C7-C6 beschichtetes Hartmetall*

\* Hochtemperaturbeständige Beschichtung verwenden



## Schafffräsen

Schnittparameter	FRÄSERTYP	
	Vollhartmetall	Fräser mit Wendeschneidplattenbohrer
Schnittgeschwindigkeit (v <sub>c</sub> ) m/Min.	60-80	40-80
Vorschub (f <sub>z</sub> ) mm/Zahn	0,01-0,10 <sup>4)</sup>	0,06-0,20 <sup>2)</sup>
Schneidplattengruppe ISO	Semi-Finishing Bereich wählen, der für 55-60 HRC geeignet ist <sup>2)</sup>	P10-P30 <sup>2)</sup> H20-H30 <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Abhängig von radialer Schnitttiefe und dem Fräserdurchmesser

<sup>2)</sup> Hochtemperaturbeständige Beschichtung verwenden

## Schleifen

Allgemeine Schleifscheibenempfehlungen finden Sie in der folgenden Tabelle. Bei Interesse an weiteren Informationen zum Thema Schleifen, fordern Sie unsere Broschüre „Schleifen von Werkzeugstahl“ an.

### Empfohlene Schleifscheiben

Schleifverfahren	Weichgeglüht	Gehärtet
Planschleifen	A 46 HV	A 46 HV
Stirnschleifen (Segment)	A 24 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

## Polieren

Uddeholm Tyrax ESR ist im gehärteten und angelassenen Zustand hervorragend polierbar. Er lässt sich in wenigen Schritten bis zu höchster Oberflächengüte polieren. Nähere Informationen zum Polieren von Uddeholm Tyrax ESR finden Sie in unserer Broschüre „Polieren von Werkzeugstahl“.

## 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 Vorwärmtemperatur, 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	TIG
Schweißzusatzstoff	TYRAX TIG WELD STAVAX TIG WELD MIRRAX TIG WELD
Vorwärmtemperatur*	250 °C +/- 25 °C
Max. Temperatur im Umgebungsbereich	150 °C Über der Vorwärmtemperatur
Abkühlung nach Schweißen	20–40 °C/Std. die ersten 2 Stunden und anschließend an der Luft.
Härte nach Schweißen	48-58 HRC
Wärmebehandlung nach dem Schweißen	
Gehärtet	Anlassen bei 25 °C unter der letzten Anlasstemperatur
Weichgeglüht	Weichglühen bei 860 °C in einer geschützten Atmosphäre. Die anschließende Abkühlung sollte im Ofen bei 10 °C /Std. bis 650 °C mit anschließender Luftabkühlung erfolgen

Weitere Informationen finden Sie in unserer Broschüre „Schweißen von Werkzeugstahl“.

## WEITERE INFORMATIONEN

Für weitere Informationen wenden Sie sich an Ihren Uddeholm-Vertriebskontakt oder schreiben Sie uns an [info@uddeholm.de](mailto:info@uddeholm.de) und fordern Sie Broschüren oder Auskünfte über Wärmebehandlung, Anwendungsbereiche und Verfügbarkeit der Uddeholm-Stähle an. Wir helfen Ihnen gerne!

Sie finden uns im Internet unter [www.uddeholm.com](http://www.uddeholm.com)

# ADDITIVE FERTIGUNG

Uddeholm Tyrax ESR ist auch als Pulver für additive Fertigungsverfahren wie Laser Powder Bed Fusion (LPBF) und Laser Metal Deposition (LMD) erhältlich. Dieses Pulver ist ein gasverdüstes Uddeholm Tyrax ESR-Produkt mit physikalischen Eigenschaften innerhalb der normalen Schwankungen für ESR-Materialien.

## ALLGEMEINES

Uddeholm Tyrax für die Additive Fertigung bietet mehrere Vorteile und eine einzigartige Kombination von Eigenschaften im Vergleich zu anderen AM-Werkzeugstählen:

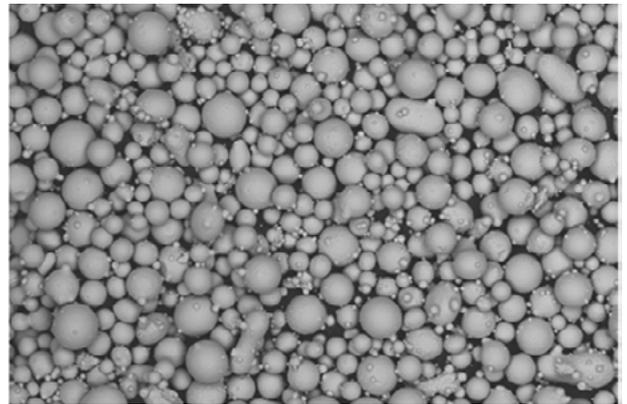
- Hohe Härte von bis zu 58-60 HRC
- Direktes Anlassen kann verwendet werden
- Gute Dimensionsstabilität, da es möglich ist einen Restaustenitgehalt <2 % nach der Wärmebehandlung zu erreichen
- Ausgezeichnete Polierbarkeit, d.h. sehr hohe Dichte 99,997% kombiniert mit sehr hohem Glanzgrad
- Isotropie und hohe Zähigkeit sowohl im gehärtetem + angelassenem Zustand als auch im direkt angelassenen Zustand
- Gute Korrosionsbeständigkeit
- Sehr gute Verschleißfestigkeit bei hoher Härte nach dem Härten und Anlassen in Kombination mit mit harten Karbiden im Gefüge
- Sehr gute Eignung für Hybride, insbesondere wenn Tyrax ESR als Basis verwendet wird
- Sehr hohe Anlassbeständigkeit insbesondere im dem direkt angelassenen Zustand

## ANWENDUNGEN

- Kerne und Kavitäten für korrosive und verstärkte Kunststoffe
- optische Teile
- Teile mit komplexem Design
- lange Serienproduktion
- Technische Teile

## PULVER EIGENSCHAFTEN

Die chemische Zusammensetzung ist die gleiche wie bei dem ESU-Material hinsichtlich der Kernelemente zuzüglich eines Sauerstoffgehalt von maximal 200 ppm im Pulver.



### Formverteilung und Dichte

Typische Werte

Sphärizität	0,94
Streckungsverhältnis	0,90
Scheinbare Dichte g/cm <sup>3</sup>	4,0
Klopfichte g/cm <sup>3</sup>	4,8
Wahre Dichte g/cm <sup>3</sup>	7,8

### Partikelgröße und Streuung

Tyrax für AM hat eine gesiebte Partikelgröße, die zwischen 20-50 µm liegt.

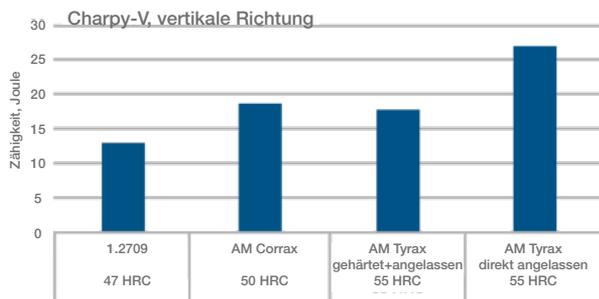
Typische Werte

D10	D50	D90
22 µm	34 µm	48 µm

## EIGENSCHAFTEN

### Zähigkeit

Tyrax für die additive Fertigung hat eine hohe herausragende Zähigkeit bei hohen Härten, ungefähre Werte sind in der nachstehenden Grafik zu sehen.



Die Zähigkeit wurde auch an Proben mit den Abmessungen 77x77x80 mm gemessen, was zeigt, dass die Zähigkeit in zwei verschiedenen Richtungen (vertikal und horizontal) sehr isotrop ist.

T <sub>aust</sub> °C	T <sub>temp</sub> °C	HRC	Zähigkeit J vertikal	Zähigkeit J horizontal
1050/30 min	520/2x2 Std.	55	17	15
-	570/2X2 Std.	52	33	33

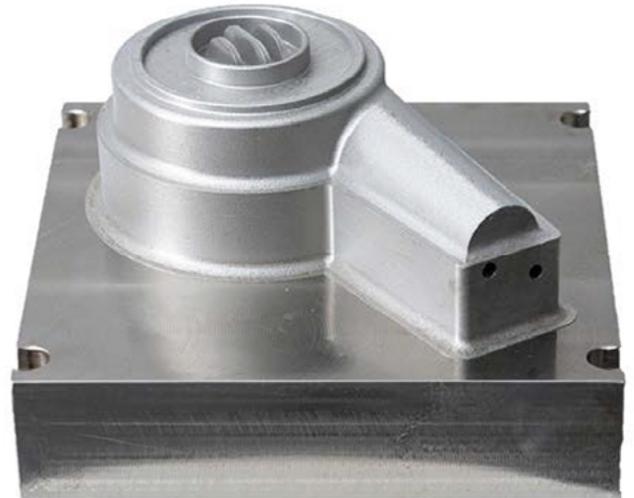
### Zugfestigkeit

Die Zugfestigkeit und die Dehnung wurden in der vertikalen Richtung gemessen

	Gehärtet + angelassen auf 56 HRC*	Direkt angelassen auf 52 HRC **
Streckgrenze R <sub>P0,2</sub>	1600	1520
Zugfestigkeit R <sub>m</sub> MPa	2070	1830
Dehnung A <sub>5%</sub>	9	13

\* 1050°C + 540°C / 2 x 2 Std.

\*\* 570°C / 2 x 2 Std.



### Korrosionsbeständigkeit

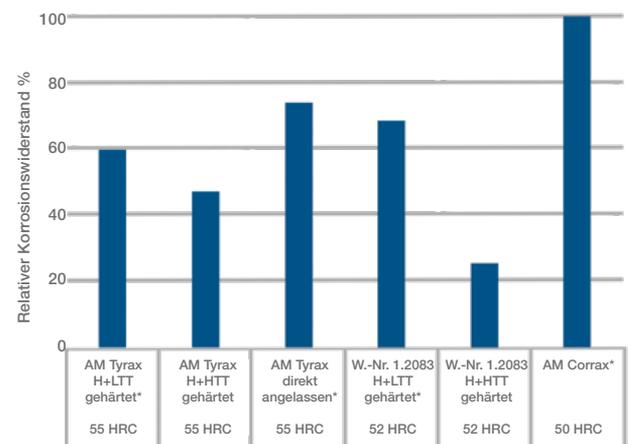
Tyrax für die additive Fertigung weist eine gute Korrosionsbeständigkeit auf, die durchaus mit der von Tyrax ESR vergleichbar ist.

Im Allgemeinen zeigen martensitische nichtrostende Stähle die beste Korrosionsbeständigkeit, wenn sie bei niedriger Temperatur angelassen und auf Hochglanz poliert werden - dies gilt auch für Tyrax für AM gilt. Bei Tyrax für AM zeigt sich jedoch eine noch bessere Korrosionsbeständigkeit im direkt angelassenen Zustand.

Relative Korrosionsbeständigkeit.

H+LTT = gehärtet + bei niedriger Temperatur angelassen, H+HTT = gehärtet + hochtemperaturvergütet.

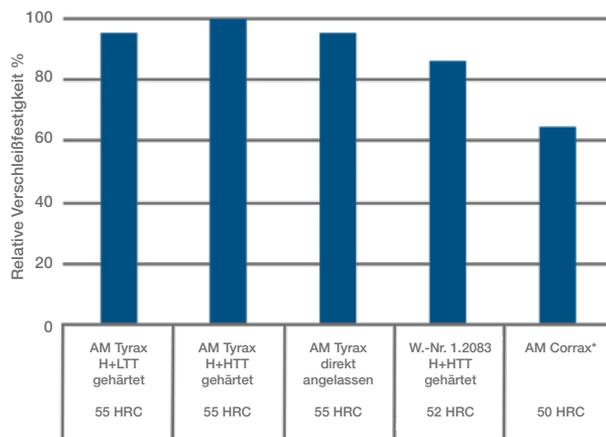
Mit \* gekennzeichnete Stähle bilden einen passiven Film in einer 0,1M NaCl-Lösung.



# ADDITIVE FERTIGUNG

## Verschleißfestigkeit

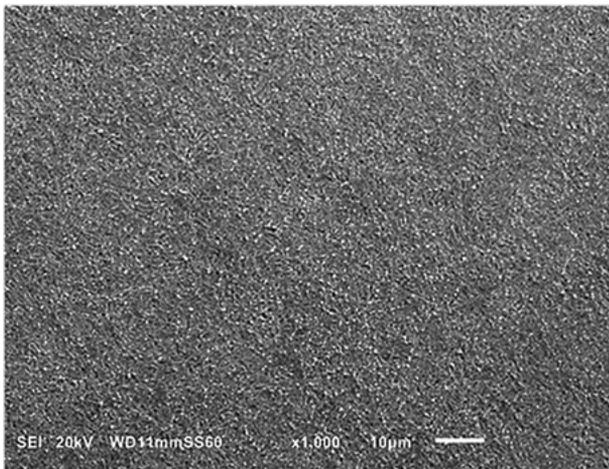
Aufgrund einer hohen Härte in Verbindung mit harten Karbiden im Gefüge hat Uddeholm AM Tyrax eine ausgezeichnete Verschleißfestigkeit gegenüber den meisten abrasiven Medien.



Relative Verschleißfestigkeit.

H+LTT = gehärtet + niedrigangelassen,

H+HTT = gehärtet + hochangelassen.



Gefüge im gehärteten und angelassenen Zustand. Die weißen Partikel sind gleichmäßig verteilte Karbide in einer harten martensitischen Matrix.

## Polieren

Uddeholm AM Tyrax bietet eine extrem hohe Polierfähigkeit, die zu einer hervorragenden Oberflächengüte und einer hochglanzpolierten Oberfläche führt. Bei korrekter Verarbeitung entspricht Uddeholm AM Tyrax vollständig dem Uddeholm Tyrax ESR mit seinem geringen

Anteil an Porosität und Einschlüsse, was ihm perfekte Oberflächen für anspruchsvolle Werkzeuganwendungen verleiht.

AM Tyrax kann auf die gleiche Weise poliert werden wie Tyrax ESR, was bedeutet, dass im Vergleich zu 1.2083 weniger Arbeitsschritte erforderlich sind.

Es kann eine extrem hohe Dichte von  $99,997 \pm 0,003$  % erreicht werden, wodurch der Glanz hervorragend ist.

## AM VERFAHREN

Maschine	EOS M290
Schutzgas	Argon
Schichtdicke	60 µm
Laserleistung	338 W
Scan-Geschwindigkeit	1008 mm/s
Hatch-Abstand	0,094 mm
Hatch-Modus	Streifen 9,75 mm
Temperatur der Bauplatte	200 °C

Grundplatte ( $\geq 55$  mm) und Hybridmaterial mit ähnlichen thermischen Eigenschaften, z. B. Tyrax ESR, wird empfohlen.

## NACHBEARBEITUNG

Nach dem Druck liegt die Härte bei etwa 60 HRC und enthält bis zu 25 % Restaustenit. Nach den empfohlenen Wärmebehandlungen kann dieser Anteil auf ein Minimum reduziert werden. Eine Tiefkühlung ist nicht erforderlich. Tiefkühlung kann jedoch verwendet werden, wenn eine Kombination aus hoher Korrosionsbeständigkeit (Anlassen bei niedriger Temperatur) und hoher Härte gewünscht wird.

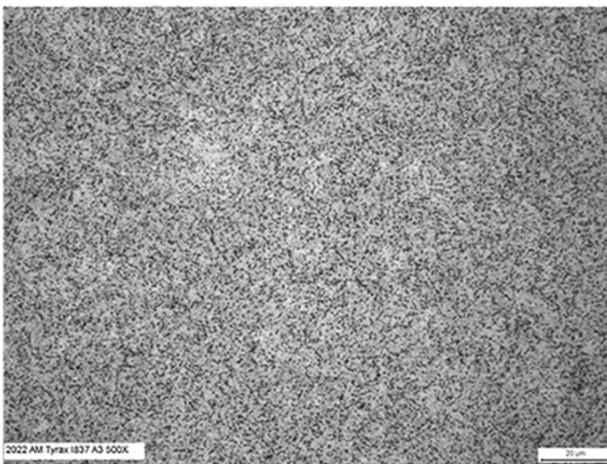
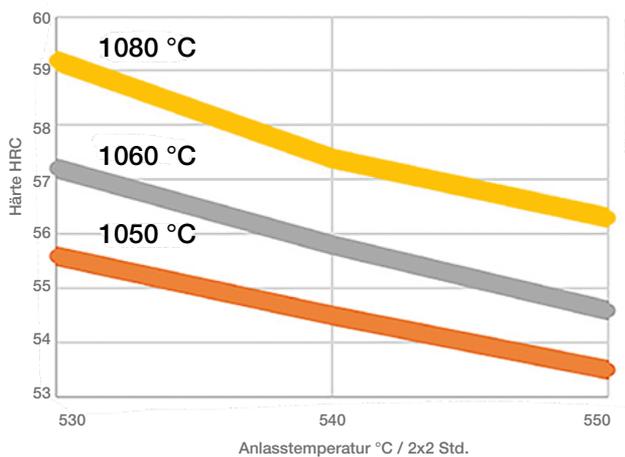
### Vorwärmen vor dem Härten

Nach dem Druck enthält das gefertigte Teil eine Reihe von Eigenspannungen. Um die schädlichen Spannungen zu verringern und zusätzliche thermische Spannungen zu vermeiden, wird ein Vorwärmen vor dem Härten empfohlen.

Aufheizrate von 7 °C/Minute, Vorwärmstufen: 650 °C/10 Minuten und 850 °C/10 Minuten.

## Härten und Anlassen

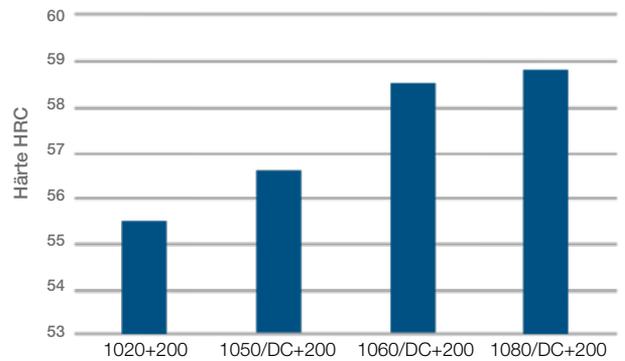
Tyrax für die additive Fertigung kann mit einem Restaustenitgehalt < 2 % gemäß den nachstehenden Anlaßkurven gehärtet und angelassen werden. Die Haltezeit beim Austenitisieren beträgt 30 Minuten.



Gefüge im gehärteten und angelassenen Zustand

Es ist auch möglich, den Werkstoff bei niedriger Temperatur anzulassen (LTT), um die Korrosionsbeständigkeit im Vergleich zum Anlassen bei hoher Temperatur zu verbessern (HTT).

Die im nachstehenden Diagramm aufgeführten Wärmebehandlungen ergeben <2% Restaustenit. Es ist jedoch zu beachten, dass HTT im Vergleich zum Anlassen bei niedriger Temperatur (LTT) mehr Spannungen abbaut.

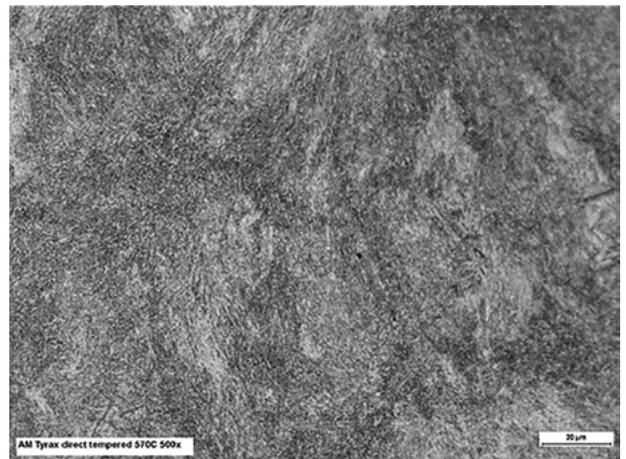


Erreichte Härtegrade nach Härten + Anlassen bei 200 °C / 2x2 Std. mit oder ohne Tiefkühlung, dc = Tiefkühlung auf -196 °C

## Direktes Anlassen

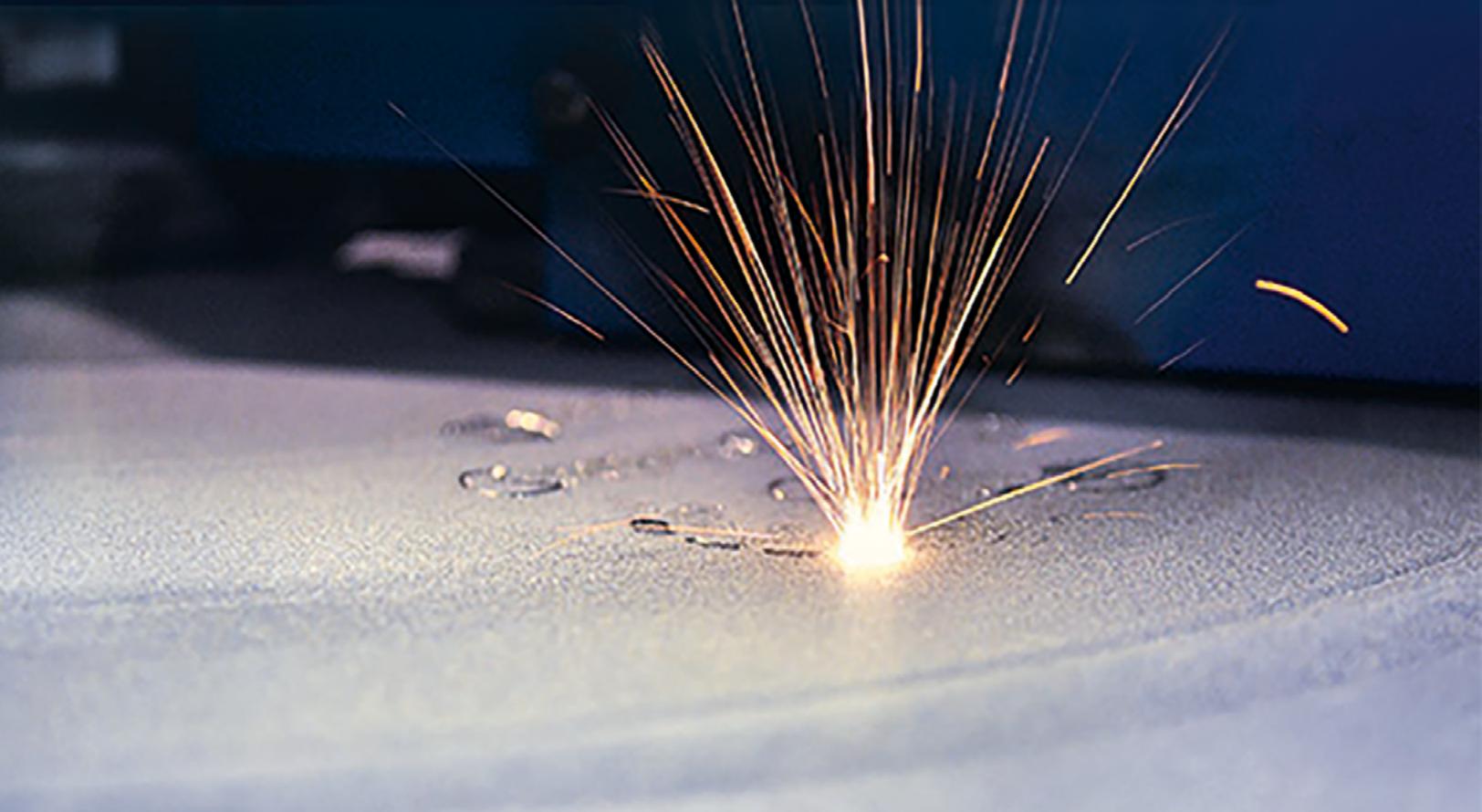
Nach dem Drucken kann Tyrax für AM alternativ mit einem Restaustenitgehalt < 2 % gemäß der nachstehenden Tabelle direkt angelassen werden.

Anlasstemperatur / -zeit	Härte
560 °C / 2x2 Std.	55 ±1 HRC
565 °C / 2x2 Std.	54 ±1 HRC
570 °C / 2x2 Std.	53 ±1 HRC



Gefüge im direkt angelassenen Zustand

# ADDITIVE MANUFACTURING

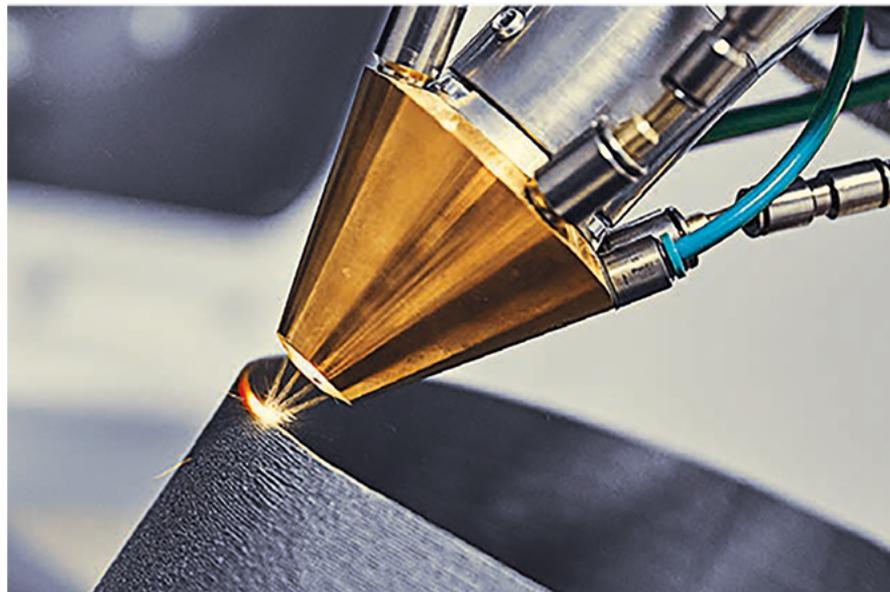


## LMD

AM Tyrax kann im Laser Metal Deposition Verfahren eingesetzt werden und ist daher in der Größenfraktion 50-125  $\mu\text{m}$  erhältlich.

Die empfohlene Nachbehandlung nach dem Auftragschweißen ist das Anlassen bei 25 °C unter der vorherigen Anlasstemperatur des Grundmaterials.

Eine Härte von 57-59 HRC kann erreicht werden, wenn die folgende Wärmebehandlung nach dem Beschichten durchgeführt wird: Anlassen bei 550 °C für 5 Stunden





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 den Menschen und  
der Umwelt. So können wir die Welt weiter gestalten  
- Heute und für kommende Generationen.