

Materials Services Austria

TSP 20-4

Pulvermetallurgisch



thyssenkrupp



Herstellung von TSP-Stählen

Einleitung

Ausgehend von den Erfahrungen auf dem Gebiet der Erzeugung von Werkzeugstählen wir unsere Entwicklungen auf die neue Technologie konzentriert, die pulvermetallurgische Erzeugung von Stahl. Zertifiziert nach den entsprechenden ISO-Richtlinien engagieren wir uns ganz besonders, um auch das entgegengebrachte Vertrauen unserer Kunden zu erfüllen. Unser Ziel ist es, den Erwartungen unserer Kunden hinsichtlich technologischer Entwicklungen entgegenzukommen und schon heute zukunftsorientierte technische Lösungen anzubieten. Die Anwendung von neuen Werkstoffen mit erhöhten mechanischen Eigenschaften fordert neue Werkzeugstähle mit besseren Eigenschaften: unsere TSP-Stähle.

Herstellung von TSP-Werkzeugstählen

Die Bezeichnung „TSP“ steht für:

T = Thyssen S = Stahl P = Pulvermetallurgie

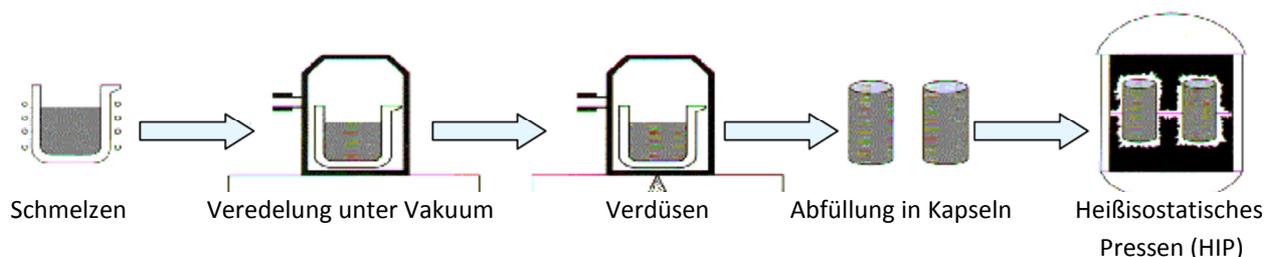
Die so bezeichneten Güten sind pulvermetallurgisch erzeugte Werkzeugstähle. Die Erzeugung von Stahl über die Pulvermetallurgie beginnt mit der Erschmelzung von den Legierungselementen in einem Induktionsofen. Sobald die genaue Analyse der in Frage kommenden Güte erreicht ist, fängt die zweite Stufe an: die Veredelung zu einem sehr hohen Reinheitsgrad.

Nach Kontrolle folgt das Verdüsen mittels eines kräftigen Stickstoffstrahls, der den flüssigen Stahl zerstäubt. Die entstehenden Tropfen erstarren in weniger als einer Sekunde zu sehr feinen Pulverkörnern von einigen tausendstel Millimetern.

Nach dem Sieben des Pulvers wird es in Kapseln abgefüllt, diese werden zugeschweißt und es die Luft wird zu 100% entfernt.

Dann folgt das heißisostatische Pressen: die Temperatur wird langsam bis ca. 1.150°C gesteigert und der Druck auf ca. 1.000 Atmosphären erhöht. Nach genügend langer Zeit bei dieser Temperatur sowie diesem Druck wird ein massiver, vollkommen 100%-ig dichter Stahlblock erzeugt. Jeder Block besteht aus Pulver von nur einer Güte. Eine Mischung von verschiedenen Pulvern geschieht nicht.

Prinzip der Herstellung TSP-Stählen



TSP 20-4 Eigenschaften

TSP 20-4 ist ein pulvermetallurgisch hergestellter, martensitischer Chrom-Stahl mit 20% Chrom.

Chemische Zusammensetzung (Richtwerte in %)

C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	V	W
1.85	0.40	0.60	20.5	≤0.30	1.05	4.10	0.70

Werkstoffeigenschaften

Seine gezielte chemische Zusammensetzung bringt eine Kombination von gutem Verschleißwiderstand, Zähigkeit und hoher Korrosionsbeständigkeit.

- Durch das sehr feine und gleichmäßige Gefüge sowie durch den 20%igen Chrom-Gehalt resultiert eine ausgezeichnete Korrosionsbeständigkeit.
- Der gute Verschleißwiderstand wird durch die Karbide von V, Mo, W und Cr erzeugt.
- Die optimierte Analyse bringt eine hohe Härteannahme.

Physikalische Eigenschaften

- Dichte bei 20°C: 7,61 kg/dm³
- Elastizitätsmodul: 213,7 N/mm² (vergütet 58 HRC)
- Wärmeleitfähigkeit bei 20°C: 13,9 W/m*K
- Wärmeausdehnung zwischen 20°C und 500°C

Von 20°C	Bis 100°C	Bis 200°C	Bis 300°C	Bis 400°C	Bis 500°C
Koeffizient 10 ⁻⁶ m/mK	10,9	11,2	11,8	12,1	12,3

Einsatzgebiete

TSP 20-4 ist für Werkzeuge geeignet, welche eine hohe Korrosionsbeständigkeit, guten Verschleißwiderstand und beste Zähigkeit erfordern.

Beispiele

- Komponenten für die Plastifiziereinheit in Spritzgießmaschinen
- Formen für die Herstellung von Teilen in chemisch angreifender Pressmassen mit oder ohne abrasierten Füllstoff wie zum Beispiel CD, DVD, Chips für Elektroindustrie
- Medizinaltechnik/Kunststoffteile, welche im Reinraum unter speziellen Bedingungen gespritzt werden
- Lebensmittelindustrie, bei Anwendungen bei denen keine Korrosion auftreten darf
- Hochbelastete Formteile mit Korrosionsanspruch

Wärmebehandlung

TSP 20-4 kann in Vakuumöfen oder in Öfen mit kontrollierter Atmosphäre wärmebehandelt werden. Vorsichtsmaßnahmen zur Vermeidung von Entkohlung sollten beachtet werden.

Normalisierung

Ist nicht empfohlen für den TSP 20-4

Spannungsarmglühen

Bei der Bearbeitung eines Bauteils werden Restspannungen in dieses induziert. Um die Maßstabilität des Bauteils zu garantieren, wird ein Spannungsarmglühen empfohlen.

Die empfohlenen Spannungsarmglühzyklen sind:

- Nach der Bearbeitung des Werkzeuges in geglühtem Zustand:

Temperatur: 600 bis 650°C für 1 Stunde je 25mm Werkzeugdicke (min. 4 Std.) in neutraler Atmosphäre. Langsames Abkühlen ($\leq 10^\circ\text{C} / \text{Std.}$) im Ofen bis 300°C und anschließend Luftkühlung.

- Nach der Bearbeitung des Bauteils in gehärtetem Zustand

Temperatur: 20°C unter der Temperatur der letzten Vergütung 1h je 25mm Werkzeugdicke mit einem Minimum von 2 Std. in neutraler Atmosphäre. Langsames Abkühlen ($\leq 10^\circ\text{C} / \text{Std.}$) im Ofen bis 300°C und anschließend Luftkühlung

Härten

TSP 20-4 kann in Vakuumöfen, Salzbad oder in Öfen mit kontrollierter Atmosphäre wärmebehandelt werden. Vorsichtsmaßnahmen sollten zur Vermeidung von Entkohlung getroffen werden. Um homogene Eigenschaften zwischen Kern und Oberfläche, ein größtmögliche Maßstabilität und eine feine Kornstruktur zu garantieren, sollte folgender Wärmebehandlungszyklus mit 2 Vorwärmstufen eingehalten werden:

Vakuumöfen

Vorwärmstufe

Vorwärmstufe 1: Temperatur 380-400 °C für 1 Std. pro 100mm Werkzeugdicke

Vorwärmstufe 2 Temperatur 780 °C für 1 Std. pro 100mm Werkzeugdicke

Die Erwärmungsgeschwindigkeit zwischen den 2 Stufen sollte ca. 20°C / Std. betragen.

Härte-Austenitisierung

Nach der Vorwärmung sollte schnell die Austenitisierungstemperatur von

- 1120-1130°C, empfohlen für bessere Zähigkeit
- 1160-1170°C, empfohlen für besseren Verschleißwiderstand

erreicht werden.

Haltezeit: 30 Min.

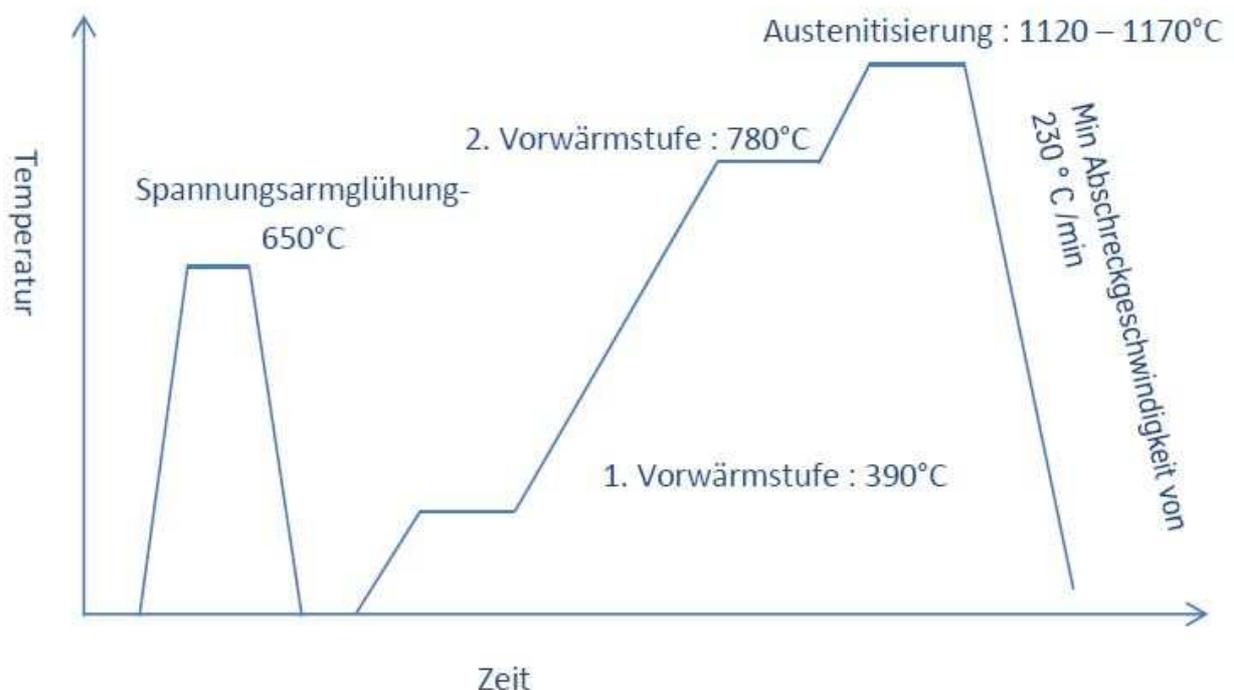
(die Zeit, wo der Kern des Bauteils die Austenitisierungstemperatur erreicht hat)

Abschrecken

Um die beste und homogene Struktur des Bauteils zu erreichen, sollte möglichst schnell abgeschreckt werden. Eine minimale Abschreckgeschwindigkeit von 230°C/Min. (mehr als 4 Bar Überdruck) wird empfohlen, damit der PM-Stahl die optimale Eigenschaft erhält.

Mit einer schlechten Abschreckgeschwindigkeit wird die Karbidausscheidung an den Korngrenzen gefördert und die Zähigkeit und Korrosionsbeständigkeit des Stahls wird verringert.

Das schroffe Abkühlen kann bei Erreichen von 480°C eingestellt werden.



Salzbad oder Ofen mit kontrollierter Atmosphäre

Vorwärmstufe

Vorwärmstufe 1:	Temperatur 380-410 °C	für 1 Std.
Vorwärmstufe 2	Temperatur 850-900 °C	für 30 Min.

Härte-Austenitisierung

Nach der Vorwärmung sollte schnell die Austenitisierungstemperatur von

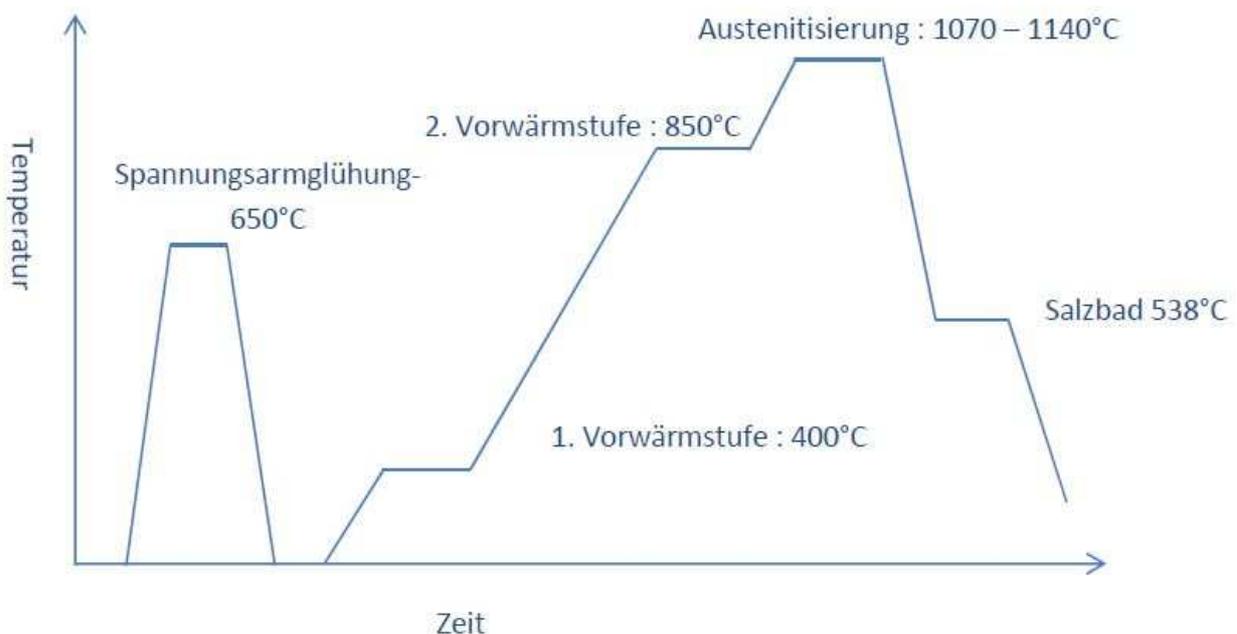
- 1070-1080°C, empfohlen für bessere Zähigkeit
 - 1130-1140°C, empfohlen für besseren Verschleißwiderstand
- erreicht werden.

Haltezeit: 30 Min.

(die Zeit, wo der Kern des Bauteils die Austenitisierungstemperatur erreicht hat)

Abschrecken

Um die beste und homogene Struktur des Bauteils zu erreichen, sollte möglichst schnell abgeschreckt werden. Abschrecken mit 538°C Salzbad ist empfohlen, um die Leistungen des TSP 20-4 zu optimieren. Das Abschrecken sollte gestoppt werden, sobald das Werkzeug schwarz ist. Mit einer schlechten Abschreckgeschwindigkeit wird die Karbidausscheidung an den Korngrenzen gefördert und die Zähigkeit und Korrosionsbeständigkeit des Stahls verringert werden.



Tiefkühlen

Bei den Austenitisierungstemperaturen von über 1150°C (Zyklus für einen besseren Verschleißwiderstand mit dem Vakuumofen) ist eine Tiefkühlung empfohlen, um die Menge des Restaustenits zu verringern.

Nach dem Abschrecken, wenn das Bauteil bei 130-150°C liegt, soll für 1 Std. bei -73°C gekühlt werden.

Nach dem Tiefkühlen das Bauteil nochmals bis ca. 20°C an ruhiger Luft erwärmen.

Anlassen

Das Anlassen muss unmittelbar nach dem Abschrecken des Werkzeuges durchgeführt werden, wenn die Temperatur von ca. 80°C erreicht ist. Falls das Anlassen verzögert wird, besteht die Gefahr von Werkzeugrissbildung. Ein Werkzeugbruch durch Restaustenit kann große Spannungen im Bauteil lösen und Personen in Gefahr bringen.

Um eine vollständige Umwandlung des instabilen Martensit zu stabilem Martensit zu erzielen, müssen mindestens 2 Anlasszyklen erfolgen.

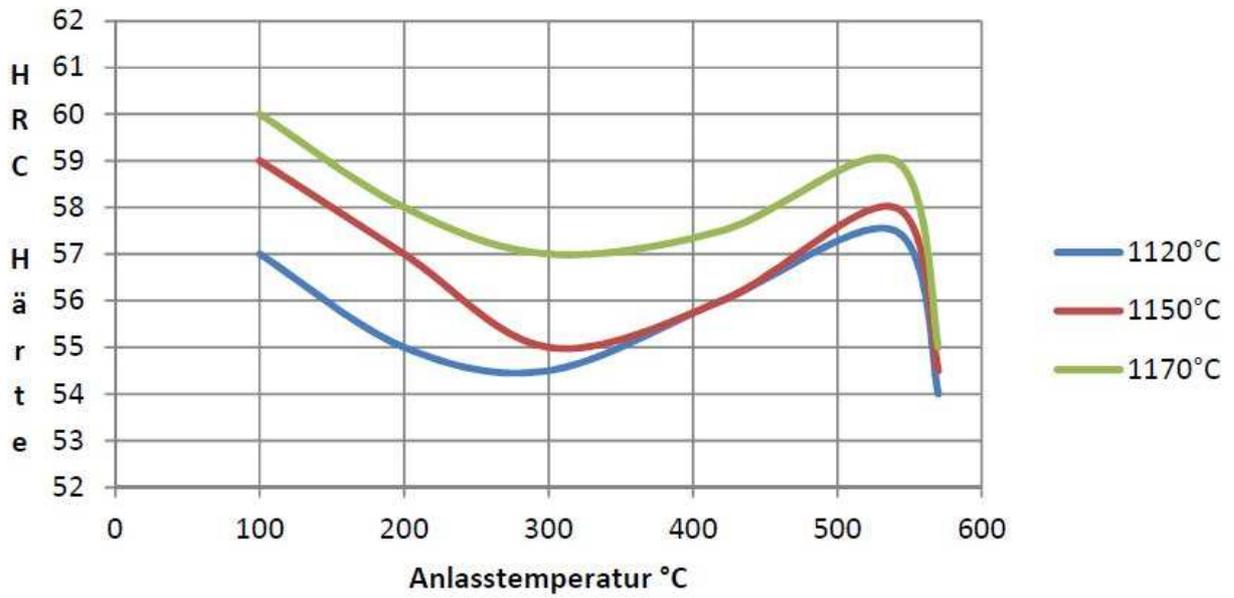
Für große Teile und auch zur Garantie der besseren Stabilität und Lebensdauer des Werkzeuges im Einsatz, wirkt ein drittes Anlassen als Spannungsarmglühen, bei einer Temperatur von 20-30 °C unter der Temperatur der letzten Anlasstemperatur.

Für bessere Korrosionsbeständigkeit ist die empfohlene Härte von 57-59 HRC anzustreben, mit den Anlasszyklen zwischen 200 und 300 °C. Eine Haltezeit von 1 Stunde je 25mm Werkzeugdicke mit einer Minimalzeit von 2 Stunden sollte erreicht werden. Am Ende jedes Temperzyklus muss das Werkzeug auf Raumtemperatur abgekühlt werden.

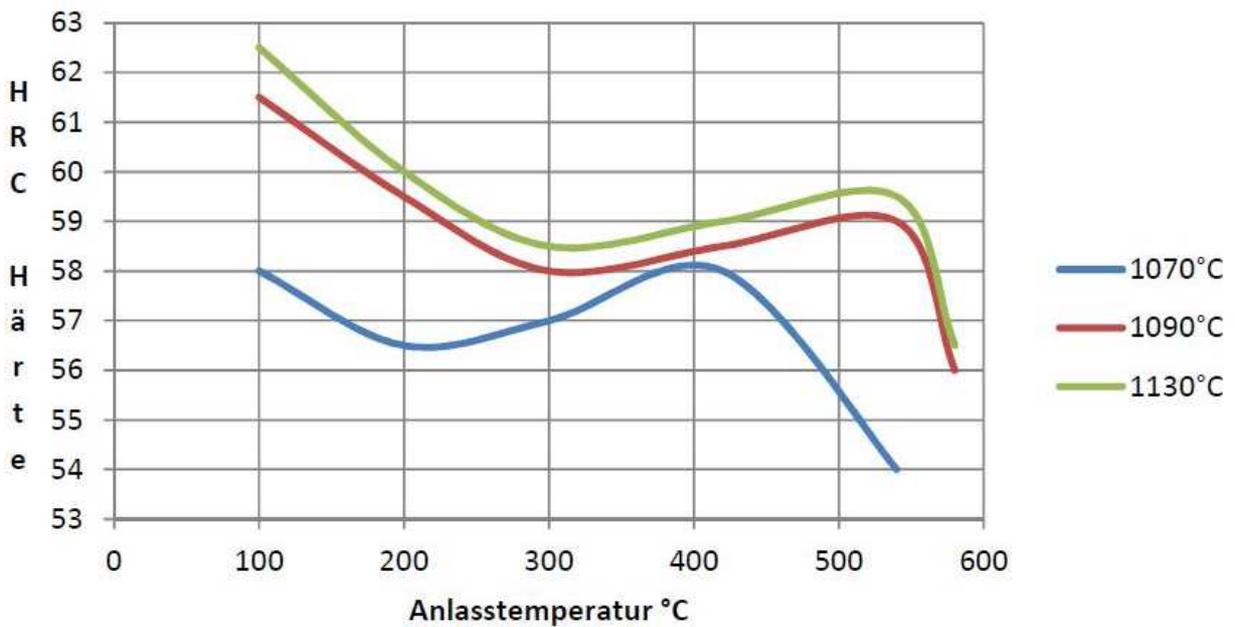
Für einen besseren Verschleißwiderstand ist eine Härte von 62-63 HRC anzustreben. Am Ende jedes Temperzyklus muss das Werkzeug auf Raumtemperatur abgekühlt werden.

Das Anlassen soll anschließend bei 520-530°C mit einer Haltezeit von 1 Std. je 25mm Wanddicke erfolgen.

Anlassschaubild (Vakuuöfen)



Anlassschaubild (Salzbad)



Bearbeitung

Die Bearbeitung des TSP 20-4 (weichgeglüht 280HB) ist ca. 40% schlechter zu verarbeiten als ein 100Cr6, welcher GKZ geglüht wurde.

Richtwerte für die Bearbeitung von TSP 20-4 weichgeglüht 280HB

Fräsen mit Pokolm RDHC 1604 MOT- r=8mm

- Fräsen Ø: 80 mm
Vorschub: 0,19 mm/Zahn
Schnittgeschwindigkeit Vc: 88 m/min.
- Fräsen Ø: 10 mm
Vorschub: 0,01 mm/Zahn
Schnittgeschwindigkeit Vc: 42 m/min.

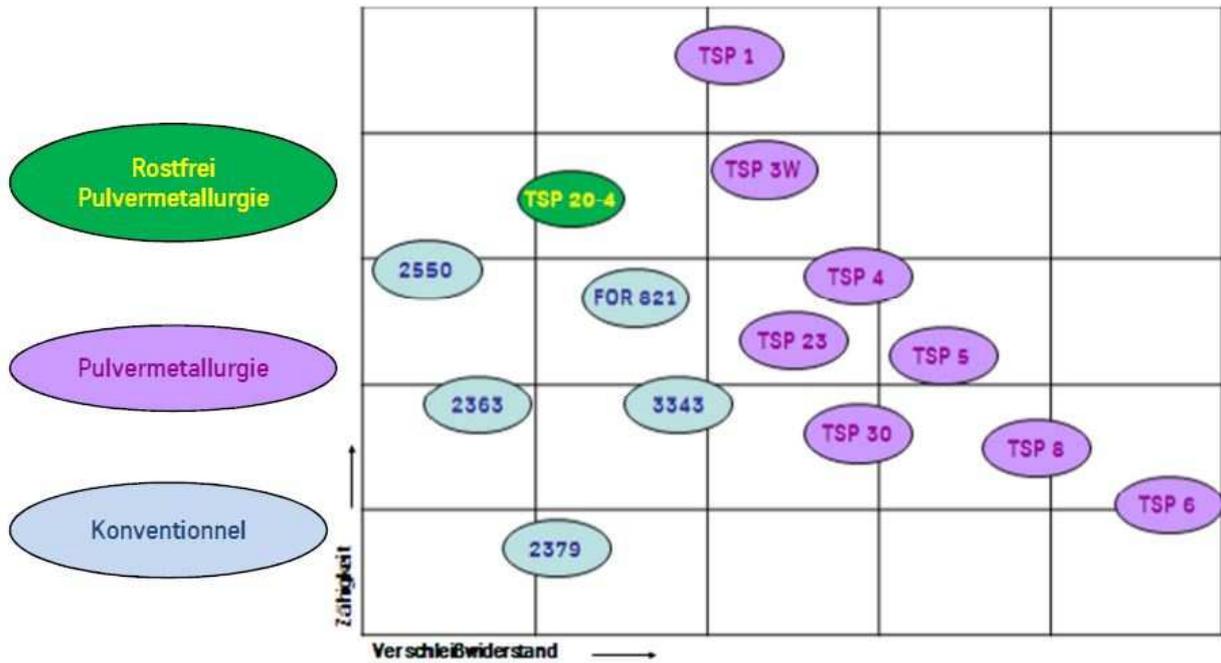
Drehen mit Schnellarbeitsstahl (DIN S10-4-3-10)

- Schnitttiefe: 0,5 mm
Vorschub: 0,1 mm/U
Schnittgeschwindigkeit Vc: 28 m/min.
- Schnitttiefe: 5 mm
Vorschub: 0,7 mm/U
Schnittgeschwindigkeit Vc: 15 m/min.

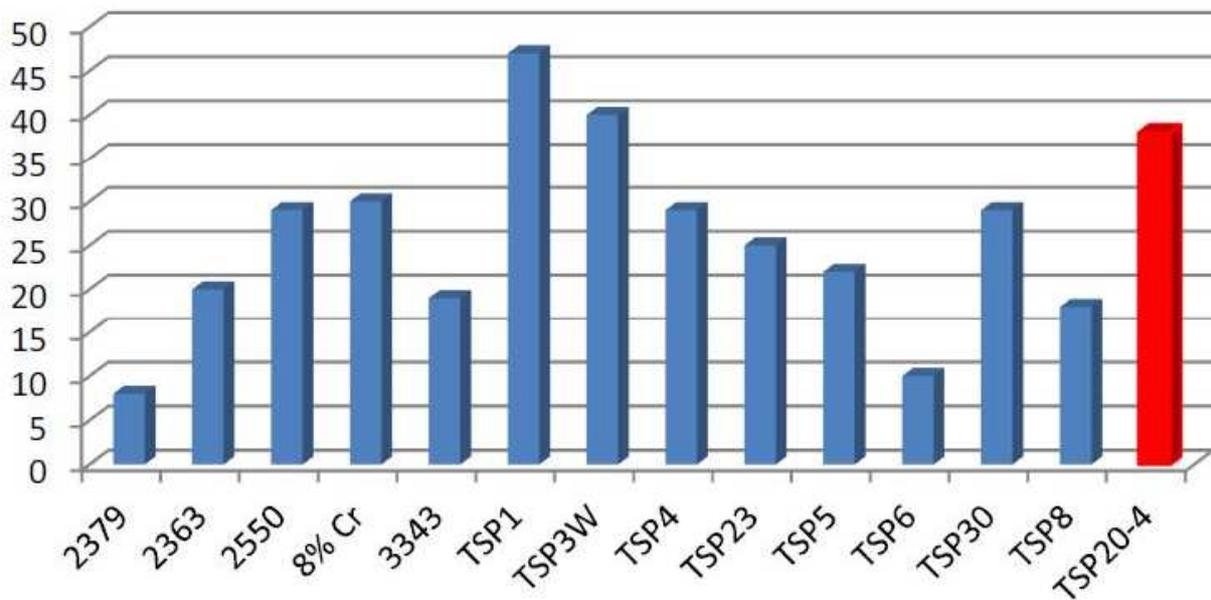
Bohren mit Hartmetall (ISO K10)

- Bohren Ø: 5 mm
Vorschub: 0,05 mm/U
Schnittgeschwindigkeit Vc: 40 m/min.
- Bohren Ø: 10 mm
Vorschub: 0,08 mm/U
Schnittgeschwindigkeit Vc: 45 m/min.
- Bohren Ø: 20 mm
Vorschub: 0,13 mm/U
Schnittgeschwindigkeit Vc: 50 m/min.
- Bohren Ø: 40 mm
Vorschub: 0,2 mm/U
Schnittgeschwindigkeit Vc: 45 m/min.

Vergleich der Eigenschaften



Zähigkeit



Materials Services Austria

thyssenkrupp Materials Austria GmbH
Freuenauer Hafestraße 26
Postfach 55
A-1024 Wien
P: +43 1 72731-0
F: +43 1 72731-510
werkzeugstahl.tkma@thyssenkrupp.com
www.thyssenkrupp.at