

Kunststoffformenstähle

Nicht korrosionsbeständig

08.01.2009

UDDEHOLM

Systematik Werkstoffe für den Formenbau

Nicht Korrosionsbeständig		
Vorvergütete Stähle	1.2311 / 1.2312 / 1.2738 / 1.2711 / IMPAX / NIMAX	Besonders für große Abmessungen geeignet
Durchhärtende Stähle*	1.2343 / 1.2379 / 1.2767 / VANADIS 4E	gute Maßhaltigkeit bei der Wärmebehandlung, hohe Härte & Druckfestigkeit, Polierbarkeit
Einsatzstähle	1.2162 / 1.2764	Vorteile: gute Polierfähigkeit & Zerspanbarkeit Nachteile: Maßänderungen, Rissrisiko
Ausscheidungs- härtende Stähle (Maraging)	1.2709	Vorteile: gute Zerspanbarkeit, einfache Wärmebehandlung (auslagern bei 490 °C) Nachteil: geringer Verschleißwiderstand bei abrasivem Verschleiß
Korrosionsbeständig		
Vorvergütete Stähle	1.2316 / 1.2085 / RAMAX HH	Besonders für große Abmessungen geeignet
Durchhärtende Stähle*	1.2083 / MIRRAX ESR / ELMAX / STAVAX ESU	gute Maßhaltigkeit bei der Wärmebehandlung, hohe Härte & Druckfestigkeit, Polierbarkeit
Ausscheidungs- härtende Stähle (Maraging)	CORRAX	
Nichteisenmetalle	MOLDMAX / Aluminium	Sehr hohe Wärmeleitfähigkeit, sehr gute Zerspanbarkeit

*Durchhärtende Stähle werden nach DIN EN ISO 4957 noch in Kaltarbeitsstähle, Warmarbeitsstähle und Schnellstähle unterschieden

Analyse nicht korrosionsbeständig Werkstoffe

Stahlgruppe	Werkstoff Nr. Name	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V	Sonstige	Härte
Vorvergütete Stähle (Einsatzfertig)	1.2311	0,40		1,50	1,90		0,20			280-325 HB*
	1.2312	0,40		1,50	1,90		0,20		0,050 S	280-325 HB*
	IMPAX	0,37	0,30	1,40	2,00	0,20	1,00		S < 0,01	290 - 330 HB
	1.2738	0,40	0,30	1,50	1,90	0,20	1,00			280-325 HB*
	1.2711	0,55	0,25	0,70	0,70	0,30	1,70	0,10		280-415 HB
	1.2711 mod,	0,55	0,25	0,95	1,05	0,75	2,00	0,10		280-415 HB
	NIMAX	0,1	0,3	2,50	3,00	0,30	1,00			40 HRC
Durchhärtende Stähle	1.2343	0,38	1,0		5,30	1,30		0,40		46 - 52 HRC
	1.2767	0,45			1,40	0,30	4,00			50 – 56 HRC
	1.2379	1,55			12,0	0,70		1,00		58 - 62 HRC
	VANADIS 4 EXTRA	1,40	0,40	0,40	4,7	3,5		3,7		
Einsatzstähle	1.2162	0,21		1,30	1,20					Rand bis 60 HRC
	1.2764	0,19			1,30	0,20	4,10			Rand bis 60 HRC
Ausscheidungs- härtende Stähle (Maraging)	1.2709	0,03				5,00	18,00		10,0 Co 1,0 Ti	Auslagern bis 54 HRC

* ~280-325 HB

~950-1100 MPa

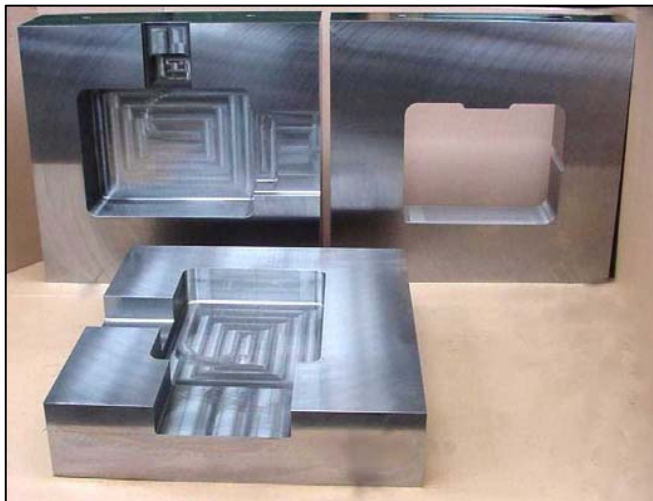
PARTNERSHIP HARDNESS NETWORK OF EXCELLENCE WORLDWIDE PRESENCE LONG DURABILITY RELIABILITY
KNOWLEDGE UNDERSTANDING MACHINABILITY TRUST IS SOMETHING YOU EARN, EVERY DAY LONG LASTING
KNOWLEDGE UNDERSTANDING MACHINABILITY TRUST IS SOMETHING YOU EARN, EVERY DAY LONG LASTING
RELIABILITY RESULTS SOLVING PROBLEMS AUTOMOTIVE A NEW WAY OF THINKING HIGH PERFORMANCE
TOOLING TOOLS TOTAL ECONOMY THE WORLD'S LEADING SUPPLIER OF TOOLING MATERIALS PARTNERSHIP
CUSTOMER BENEFITS HIGH PERFORMANCE DUCTILITY TOUGHNESS STRENGTH INNOVATION KNOWLEDGE CUSTOMER
THE WORLD'S LEADING SUPPLIER OF TOOLING MATERIALS HIGH PERFORMANCE DUCTILITY TOUGHNESS
THE WORLD'S LEADING SUPPLIER OF TOOLING MATERIALS PARTNERSHIP HARDNESS WORLDWIDE
STRENGTH INNOVATION KNOWLEDGE UNDERSTANDING MACHINABILITY TRUST IS SOMETHING YOU
PRESENCE LONG DURABILITY RELIABILITY RESULTS SOLVING PROBLEMS AUTOMOTIVE A NEW WAY
TRUST IS SOMETHING YOU EARN, EVERY DAY CUSTOMER BENEFITS LONG LASTING TOOLS TOTAL ECONOMY

Vorvergütete Stähle

Vorvergütete Stähle

Die „gebrauchsfertig“ ausgelieferten Stähle haben folgende Vorteile:

- Keine zusätzliche Wärmebehandlung nötig, d.h. schnelle Produktion der Form und keine Rissgefahr
- Für mittlere und große Formen geeignet (>2 t Gewicht)
- Keine Begrenzung durch Vakuumöfen (~2000 x 1400 x 3000 mm), Gewicht > 6 t möglich
- Preiswert auch bei größeren Abmessungen
- „Einfache“ Bearbeitung



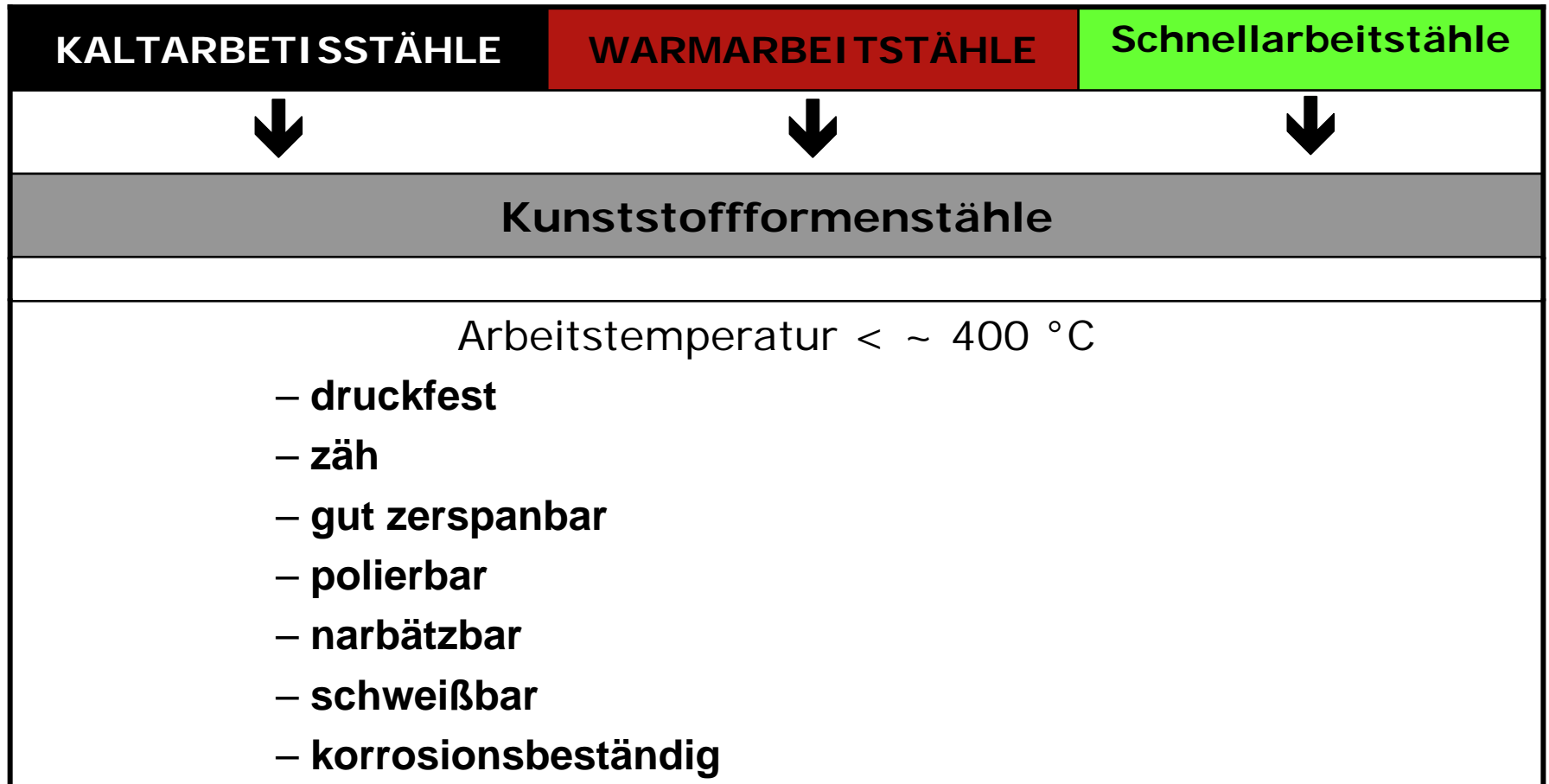
Einsatzgebiet vorvergüteter Stähle

Stahl	Einsatzgebiet
1.2311	Vorvergütet auf ca. 30 HRC werden Gewalzte und geschmiedete Abmessungen bis 400 mm Dicke eingesetzt. Darüber hinaus gibt es einen deutlicher Abfall der Kernhärte. Eingesetzte vor allem für Matrizen, bessere Oberflächengüte als 1.2312, da ohne Schwefel.
1.2312	Vorvergütet auf ca. 30 HRC werden Gewalzte und geschmiedete Abmessungen bis 400 mm Dicke eingesetzt, Darüber hinaus gibt es einen deutlicher Abfall der Kernhärte. Bessere Bearbeitbarkeit als 1.2311 aufgrund des S-Gehaltes, darum für Kernteile und für leicht bearbeitbare Prototype-Formen ohne besondere Oberflächenanforderungen geeignet. Aber schlechte Zähigkeit als 1.2311.
1.2738	Vorvergütet auf ca. 30 HRC werden geschmiedete Abmessungen über 400 mm bis 1000 mm Dicke eingesetzt. Einsatz für große Matrizen aufgrund der besseren Härbarkeit gegenüber 1.2311
IMPAX	Vorvergüte auf 290 -330 HB, mit einer Analyse analog 1.2738 jedoch mit kontrolliertem Schwefelanteil (<0,01%). Dieses bewirkt ein ausgewogene Verhältnis zwischen Polierbarkeit /Narbätzbarkeit und Zerspanbarkeit
Weiterentwickl. 1.2738	Vorvergütet auf ca. 31 HRC, Sondervarianten bis 36 HRC werden geschmiedete Abmessungen über 400 mm bis 1000 mm Dicke eingesetzt. Modifikationen bis 1250 mm Dicke. Bei höchsten Qualitätsanforderungen bezüglich Oberfläche und Verschleißfestigkeit.
1.2711	Vorvergütet auf 38 HRC, geschmiedet bis ca. 1000mm Einsatz für verschleißbeanspruchte Kunststoffformen und Matrizen mit Hochglanzpolitur.
1.2711 mod.	Einsatzgebiet gleich 1.2711. Bei größeren Abmessungen kann aber alternativ zur Vergütung im geglühten Zustand vorbearbeitet und auf 44 HRC anschließend vergütet werden. Der Vorteil ist eine Vereinfachung der Bearbeitung und die Erzielung einer hohen Härte und gleichzeitig besonders homogener Oberflächengüten.
NIMAX	Vorvergütet auf ~40 HRC, gute Härteannahme über den Querschnitt. Aufgrund der Legierungslage hat NIMAX eine ca. 4 x höhere Zähigkeit als 1.2738 und ist aufgrund seiner Reinheit sehr gut polierbar und narbätzbar. Auch seine Zerspanungseigenschaften sind hervorragend, so lassen sich höhere Schnittgeschwindigkeiten fahren.

PARTNERSHIP HARDNESS NETWORK OF EXCELLENCE WORLDWIDE PRESENCE LONG DURABILITY RELIABILITY
KNOWLEDGE UNDERSTANDING MACHINABILITY TRUST IS SOMETHING YOU EARN, EVERY DAY LONG LASTING
KNOWLEDGE UNDERSTANDING MACHINABILITY TRUST IS SOMETHING YOU EARN, EVERY DAY LONG LASTING
RELIABILITY RESULTS SOLVING PROBLEMS AUTOMOTIVE A NEW WAY OF THINKING HIGH PERFORMANCE
TOOLS TOTAL ECONOMY THE WORLD'S LEADING SUPPLIER OF TOOLING MATERIALS PARTNERSHIP
CUSTOMER BENEFITS HIGH PERFORMANCE DUCTILITY TOUGHNESS STRENGTH INNOVATION KNOWLEDGE CUSTOMER
THE WORLD'S LEADING SUPPLIER OF TOOLING MATERIALS HIGH PERFORMANCE DUCTILITY TOUGHNESS
THE WORLD'S LEADING SUPPLIER OF TOOLING MATERIALS PARTNERSHIP HARDNESS WORLDWIDE
STRENGTH INNOVATION KNOWLEDGE UNDERSTANDING MACHINABILITY TRUST IS SOMETHING YOU
PRESENCE LONG DURABILITY RELIABILITY RESULTS SOLVING PROBLEMS AUTOMOTIVE A NEW WAY
TRUST IS SOMETHING YOU EARN, EVERY DAY CUSTOMER BENEFITS LONG LASTING TOOLS TOTAL ECONOMY

Durchhärtende Formstähle

Durchhärtende Formstähle



Einteilung der Durchhärtende Formstähle

Zähigkeit

Max. Härte	Warmarbeits-Stähle (Cr- leg.)	Ni- leg. Stähle
50 HRC	DIEVAR/VIDAR SUPE	1.2767
53 HRC	1.2343 ESU	
54 HRC	ORVAR SUPR	
58 HRC	UNIMAX	
61 HRC	CALDIE	

Verschleißfestigkeit

Kar-bide	Konven-tionell	Verschleiß-widerstand	PM
+	ARNE	+	VANDIS 4 Extra
++	SLEIPNER	+++	VANADIS 10
+++	SVERKER 21	0 antiadhäsiv	VANCRON 40

Kommentare zu den Cr-legierten Stählen

- ESU-Warmarbeitsstähle sind Standardstähle des Präzisionswerkzeugbaus. Sie sind verschleißfest, warmfest und zäh zugleich und lassen sich wegen der hohen Anlasstemperatur nach dem PVD-Verfahren beschichten, um z.B. "Fresser" zu vermeiden.
- Wegen des Ein- und Aufhärtungsverhaltens der Stähle 1.2343 ESU und 1.2344 ESU gibt es für größere Formen Neuentwicklungen. Dieses sind die Stähle DIEVAR und UNIMAX, welche ein günstigeres Härungsverhalten aufweisen
- Wegen des Chromgehalts von ~5% verhalten sich diese Stähle „korrosionsträge“, sie sind aber nicht korrosionsbeständig
- Diese Stähle sind hochglanzpolierbar (besonders UNIMAX) und für feinste Strukturen narbätzbar

Max. Härte	Warmarbeitsstähle (Cr- leg.)
50 HRC	DIEVAR/ VIDAR SUPE
53 HRC	1.2343 ESU
54 HRC	ORVAR SUPR
58 HRC	UNIMAX
61 HRC	CALDIE

Kommentare zu den Ni-legierten Stählen

- Nur 1.2767 von praktischer Bedeutung, es gehören aber alle 1.27XX Stähle zu dieser Gruppe
- Die Arbeitshärte richtet sich nach der Anlasstemperatur, welche mindestens so hoch sein sollte wie die Temperatur der Kunststoffschmelze
- Diese Stähle werden vonvergleichsweise niedrigen Temperaturen aus gehärtet
- Diese Stähle weisen ein hohe Zähigkeit und gute Polierbarkeit (nur 1.2767) auf
- Wegen ihrer vergleichsweise niedrigen Anlasstemperatur sind diese nicht nach allen Methoden beschichtbar

Ni- leg.Stähle
1.2767

Kommentare Durchhärtende Stähle, allgemein

Vorteil

- Einfachere und verzugsärmere Wärmebehandlung als Einsatzstähle
- Spähte Korrektur der Gravur möglich, ohne erneute Wärmebehandlung oder Zerstörung der Einsatzhärtungsschicht
- Hohe Druckfestigkeit, besonders für Werkzeuge mit flachen Gravuren geeignet, bei denen hohe Druckspitzen zu erwarten sind.
- Auch für Einsätze geeignet
- Oberflächenhärte kann durch Nitrieren erhöht werden

Nachteil

- Bruchgefahr bei Werkzeuge mit großen Gravurtiefen
- Durchhärter mit niedrigem C-Gehalt ($\sim 0,4\%$ C) erreichen nicht die gewünschte Oberflächenhärte von ca. 60 HRC
- Polierbarkeit nicht bei allen Güten gegeben

Kommentare zu Verschleißbeständig konventionell

- Beste Kombination Zähigkeit, Verschleißfestigkeit und Härte aus verschiedenen Stählen auswählbar (SVERKER 21, SLEIPNER, RIGOR)
- Schweißbarkeit gegeben, d.h. Reparatur und auch Design-Änderungen möglich
- Hohe Härten und Verschleißfestigkeit, wichtig bei Glasfasern und anderen Verschleißwirkenden Zusätzen
- Polierbarkeit nur eingeschränkt möglich

Karbide	Konventionell
+	ARNE
++	SLEIPNER
+++	SVERKER 21

Kommentare zu Verschleißbeständig PM

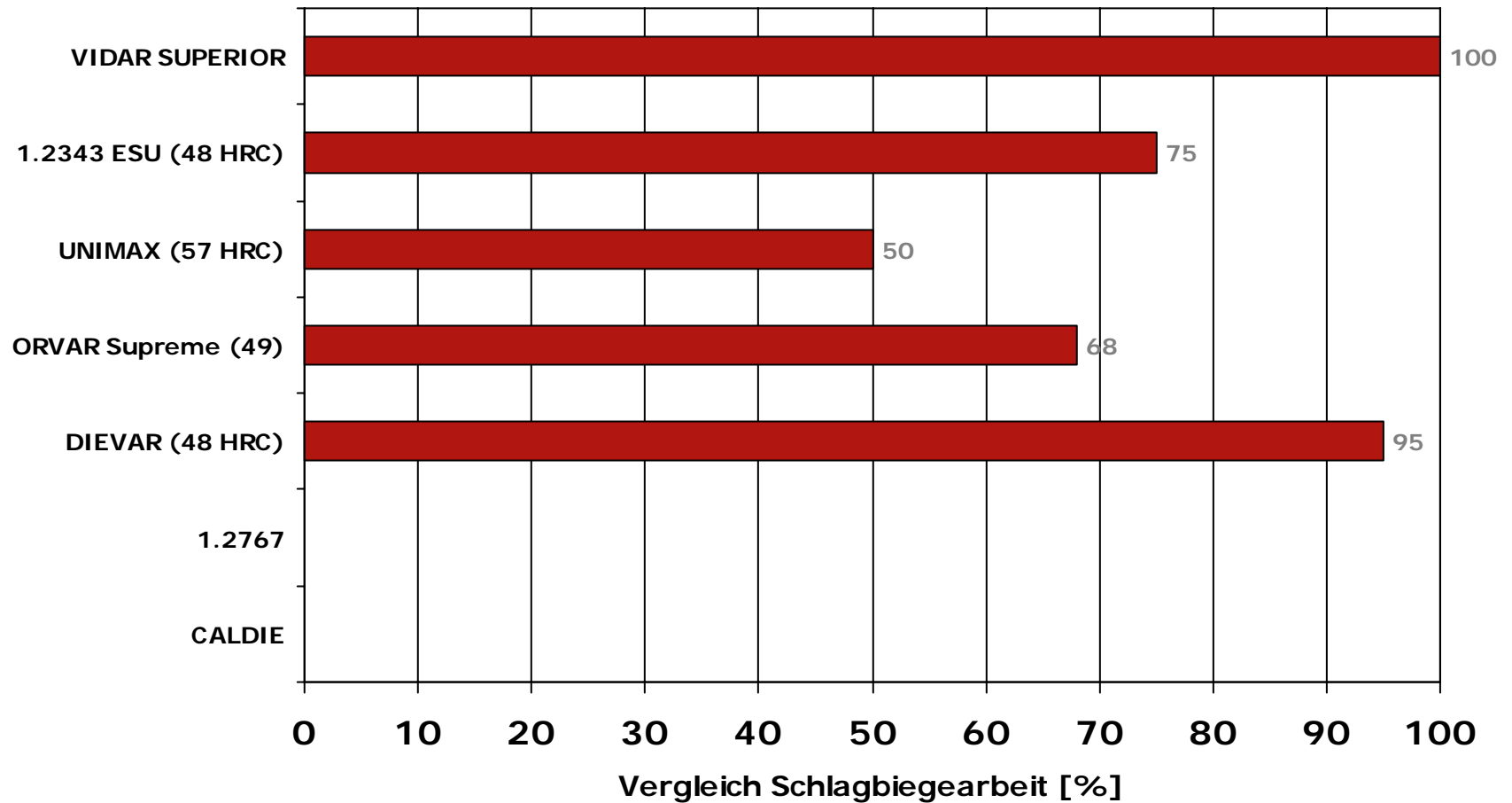
- Höchste Zähigkeit in Kombination mit höchster Verschleißfestigkeit
- Sehr gute Polierbarkeit aller Güten aufgrund von PM Herstellung
- Anwendung überwiegend als Schieber und Einsätze

Verschleiß-widerstand	PM
+	VANDIS 4 Extra
+++	VANADIS 10
0 antiadhäsiv	VANCRON 40

Übersicht Stähle Warmarbeit

relativer Vergleich Schlagbiegearbeit

Ausgangswert VIDAR SUPERIOR mit durchschnittlich 400 J



Partnership Hardness Network of Excellence Worldwide Presence Long Durability Reliability Knowledge Understanding Machinability Trust is something you earn, every day Long Lasting Tools Total Economy The World's Leading Supplier of Tooling Materials Partnership High Performance Ductility Toughness Strength Innovation Knowledge Customer Benefits Long Lasting Tools Total Economy The World's Leading Supplier of Tooling Materials Partnership Hardness Worldwide Presence Long Durability Reliability Results Solving Problems Automotive A New Way of Thinking High Performance Ductility Toughness Strength Innovation Knowledge Understanding Machinability Trust is something you earn, every day Customer Benefits Long Lasting Tools Total Economy

Einsatzstähle

Einsatzstähle

- Einsatzstähle sind Stähle mit einem verhältnismäßig niedrigen Kohlenstoffgehalt (0,15 bis 0,25% C), die zum Aufkohlen oder Carbonitrieren mit anschließendem Härten vorgesehen sind.
- Nach der Behandlung zeichnen sich Einsatzstähle durch eine harte, verschleißfeste Oberfläche und einen zähen Kern aus. Die Kernhärte ist abhängig von den Legierungsbestandteilen und dem Kohlenstoffgehalt.

Die Oberfläche wird auf ca. 0,7 % C angereichert bei der Wärmebehandlung und eine übliche Aufkohltiefe von 0,6 bis 1,6 mm angestrebt. Damit wird in der Regel eine Randhärte von 58 bis 62 HRC erreicht.

- Besonders bei schwingenden und verschleißender Beanspruchung z.B. Zahnrädern oder Wellen.

Durch die hohe Oberflächenhärte sowie bedingt durch ein exzellentes Reinheitsgrad bieten Einsatzstähle die Voraussetzung für beste Polierbarkeit, darum findet man Einsatzstähle auch im Formen- und Werkzeugbau.

- z.B. 1.2162 oder 1.2764

Einsatzstähle Vor-/Nachteile

Vorteile

- Vorteilhaft der „weiche“ Übergang zwischen der hohen Härte am Rand und dem relativ weichen Kern.
- Niedrige Festigkeit im weichgeglühten Zustand, im Vergleich mit anderen Stählen. Hierdurch eignen sich Einsatzstähle ausgezeichnet für das Einsenken bei kleineren Gravuren oder Vielnesterformen.
- Gute Narbätzbarkeit
- Gute Bearbeitbarkeit

Nachteile

- Maß- und Formänderungen sind nicht zu vermeiden und erfordern einen zusätzlichen Aufwand bei der Fertigbearbeitung. Dieses muss bei der Aufkohlungstiefe berücksichtigt werden.
- Rissrisiko bei der Wärmebehandlung

Partnership Hardness Network of Excellence Worldwide Presence Long Durability Reliability
Knowledge Understanding Machinability Trust is something you earn, every day Long Lasting
Tools Total Economy The World's Leading Supplier of Tooling Materials Partnership
Hardness Worldwide Presence Long Durability Reliability Results Solving Problems Automotive
A New Way of Thinking High Performance Ductility Toughness Strength Innovation Knowledge
Customer Benefits Long Lasting Tools Total Economy The World's Leading Supplier of Tooling
Materials Partnership Hardness Worldwide Presence Long Durability Reliability Results
Solving Problems Automotive A New Way of Thinking High Performance Ductility Toughness
Strength Innovation Knowledge Understanding Machinability Trust is something you earn, every
day Customer Benefits Long Lasting Tools Total Economy

Martensitaushärtende

Maragin = Martensit aging = Martensintaushärtend

Martensitaushärtende Stähle I

- Diese Stähle sind hochlegierte, kohlenstoffarme Stähle. Ihr Kohlenstoffgehalt liegt bei etwa 0,03 %, der Nickelgehalt üblicherweise bei 18 % und die Elemente Cobalt, Molybdän und Titan betragen in der Summe etwas 15 %.
- Bei Abkühlen aus dem Austenitgebiet bildet sich zäher, verformbarer Martensit. Aus diesem scheidet sich bei dem nachfolgendem Anlassen die Legierungselemente in fein verteilten Verbindungen aus und verspannen so das Gefüge, Man spricht von einer Ausscheidungshärtung.
- Im Formenbau wird hauptsächlich der Stahl 1.2709 eingesetzt. Im ausgelieferten Zustand ist dieser Stahl lösungsgeglüht mit einer Festigkeit von 1.000 bis 1.100 MPa. Trotz dieser hohen Festigkeit lässt sich der Ni-Martensit relativ gut zerspanen.
- Nach einem Glühen bei 480 bis 490 °C wird eine Festigkeit von ca. 2000 MPa erreicht.

Martensitaushärtende Stähle II

- Nachteilig ist, dass es bei der Auslagerung zu einem Volumenzwachs von ca. 0,1% kommt, welches bei dem Aufmaß berücksichtigt werden muss.
- Anwendung finden diese Stähle bei besonders komplexen Gravuren sowie Formkernen, welche einer extremen Biegebelastung ausgesetzt sind.
- In der Praxis wird ein Nitrieren der Oberfläche empfohlen, da bei Martensitaushärtenden Stählen die Oberflächehärte aufgrund des fehlenden Kohlenstoffgehaltes nur unzureichend ist.

PARTNERSHIP HARDNESS NETWORK OF EXCELLENCE WORLDWIDE PRESENCE LONG DURABILITY RELIABILITY
KNOWLEDGE UNDERSTANDING MACHINABILITY TRUST IS SOMETHING YOU EARN, EVERY DAY LONG LASTING
KNOWLEDGE UNDERSTANDING MACHINABILITY TRUST IS SOMETHING YOU EARN, EVERY DAY LONG LASTING
RELIABILITY RESULTS SOLVING PROBLEMS AUTOMOTIVE A NEW WAY OF THINKING HIGH PERFORMANCE
TOOLS TOTAL ECONOMY THE WORLD'S LEADING SUPPLIER OF TOOLING MATERIALS PARTNERSHIP
CUSTOMER BENEFITS HIGH PERFORMANCE DUCTILITY TOUGHNESS STRENGTH INNOVATION KNOWLEDGE CUSTOMER
THE WORLD'S LEADING SUPPLIER OF TOOLING MATERIALS HIGH PERFORMANCE DUCTILITY TOUGHNESS
THE WORLD'S LEADING SUPPLIER OF TOOLING MATERIALS PARTNERSHIP HARDNESS WORLDWIDE
STRENGTH INNOVATION KNOWLEDGE UNDERSTANDING MACHINABILITY TRUST IS SOMETHING YOU EARN
PRESENCE LONG DURABILITY RELIABILITY RESULTS SOLVING PROBLEMS AUTOMOTIVE A NEW WAY OF
TRUST IS SOMETHING YOU EARN, EVERY DAY CUSTOMER BENEFITS LONG LASTING TOOLS TOTAL ECONOMY

Danke, für Ihre Aufmerksamkeit !!



PARTNERSHIP HARDNESS NETWORK OF EXCELLENCE WORLDWIDE PRESENCE LONG DURABILITY RELIABILITY
KNOWLEDGE UNDERSTANDING MACHINABILITY TRUST IS SOMETHING YOU EARN, EVERY DAY LONG LASTING
KNOWLEDGE UNDERSTANDING MACHINABILITY TRUST IS SOMETHING YOU EARN, EVERY DAY LONG LASTING
RELIABILITY RESULTS SOLVING PROBLEMS AUTOMOTIVE A NEW WAY OF THINKING HIGH PERFORMANCE
TOOLS TOTAL ECONOMY THE WORLD'S LEADING SUPPLIER OF TOOLING MATERIALS PARTNERSHIP
CUSTOMER BENEFITS HIGH PERFORMANCE DUCTILITY TOUGHNESS STRENGTH INNOVATION KNOWLEDGE CUSTOMER
THE WORLD'S LEADING SUPPLIER OF TOOLING MATERIALS HIGH PERFORMANCE DUCTILITY TOUGHNESS
THE WORLD'S LEADING SUPPLIER OF TOOLING MATERIALS PARTNERSHIP HARDNESS WORLDWIDE
STRENGTH INNOVATION KNOWLEDGE UNDERSTANDING MACHINABILITY TRUST IS SOMETHING YOU EARN
PRESENCE LONG DURABILITY RELIABILITY RESULTS SOLVING PROBLEMS AUTOMOTIVE A NEW WAY OF
TRUST IS SOMETHING YOU EARN, EVERY DAY CUSTOMER BENEFITS LONG LASTING TOOLS TOTAL ECONOMY