

**“ONCE
TOOLOX[®]
ALWAYS
TOOLOX[®]”**

TOOLOX[®]

ENGINEERING & TOOL STEEL

Oxelösund (Schweden)



GLÜCK AUF! AUS SCHWEDEN

SSAB ist seit 1878 im Stahlgeschäft. Damals begann die Stahlfabrik Domnarvet mit der Stahlherstellung aus hochwertigem Eisenerz aus schwedischen Bergwerken. Wir haben diese stolze Tradition durch die Entwicklung neuer, innovativer Stähle fortgeführt. Diese Entwicklungen basieren auf der Erschmelzung aus reinem Eisenerz, der weltweit führenden Produktionstechnologien und umfassenden Werkstoffkenntnissen.

Die Vision unseres Unternehmens ist es, einen Beitrag zu einer stärkeren, leichteren und nachhaltigeren Welt zu leisten. Zusammen mit unseren Kunden gehen wir weiter als alle anderen, wenn es darum geht, das Potential von leichteren, stärkeren und haltbareren Stahlprodukten auszuschöpfen.

Spezialisiert auf Spezialstähle

SSAB ist ein hochspezialisiertes Stahlunternehmen mit der führenden Stellung bei hochfesten Stählen, die den Kunden einen Mehrwert bieten. Unser Produktportfolio umfasst nicht nur Toolox® Maschinenbau- und Werkzeugstahl, sondern auch unsere weiteren namhaften Marken – Hardox® Verschleißblech, Strenx® Hochleistungsstahl und Armox® Panzerstahl. Diese Marken sind alle Teil von SSAB Special Steels, dem größten internationalen Hersteller in diesem Segment.

Als Toolox® Kunde werden Sie bei allen Anwendungsbereichen von der ausgezeichneten Lebensdauer des Stahls profitieren ob bei Präzisionsmaschinen, Automation, Instandhaltung, Druckguss, Stanzen, Werkzeugbau, Pressformen oder Kunststoffformen.



EINE KULTUR DER ZUSAM- MENARBEIT

Enge Partnerschaften mit unseren Kunden waren immer ein Eckpfeiler des Geschäftsmodells von SSAB. Die Zusammenarbeit bei Konstruktion und Entwicklung von neuen Produkten führt zu besseren Produktionsprozessen und einer optimierten Leistung.

Durch die enge Zusammenarbeit bekommen wir ein gutes Verständnis für die vorhandenen und zukünftigen Anforderungen unserer Kunden. Dies hilft uns enorm bei der Weiterentwicklung unserer Werkstoffe.

Die Arbeitsweise von SSAB ist immer auf die Schaffung eines maximalen Kundenwerts ausgerichtet. Dies gilt nicht nur für die Bereitstellung von erstklassigen hochfesten Stählen. Das gesamte Unternehmen ist darauf ausgerichtet, auf eine direkte und persönliche Weise die Bedürfnisse der Kunden zu erfüllen.

Vielleicht ist es unsere skandinavische Tradition beim Aufbau von flachen, kundenorientierten Organisationen, die Ihnen einen wesentlichen Vorteil bietet. Uns ist bewusst, dass dies von Kunden aus der ganzen Welt wertgeschätzt wird.



SO STELLEN WIR TOOLOX® HER

Die Grundlage von Toolox® bildet reines Eisenerz, das in unserem schwedischen Werk in Oxelösund weiterverarbeitet wird. Der Stahl wird einer Vakuummentgasung und einem Stranggussverfahren unterzogen. Der Spezialprozess wurde in Schweden entwickelt und heißt CSR (Controlled Soft Reduction). Dieser Prozess sorgt für einen sehr homogenen Stahl mit einem geringen Anteil von Einschlüssen.

Dank der hohen metallurgischen Reinheit und dem sehr geringen Schwefelgehalt ist Toolox® hinsichtlich seiner Eigenschaften mit umgeschmolzenen Stählen vergleichbar (ESU).

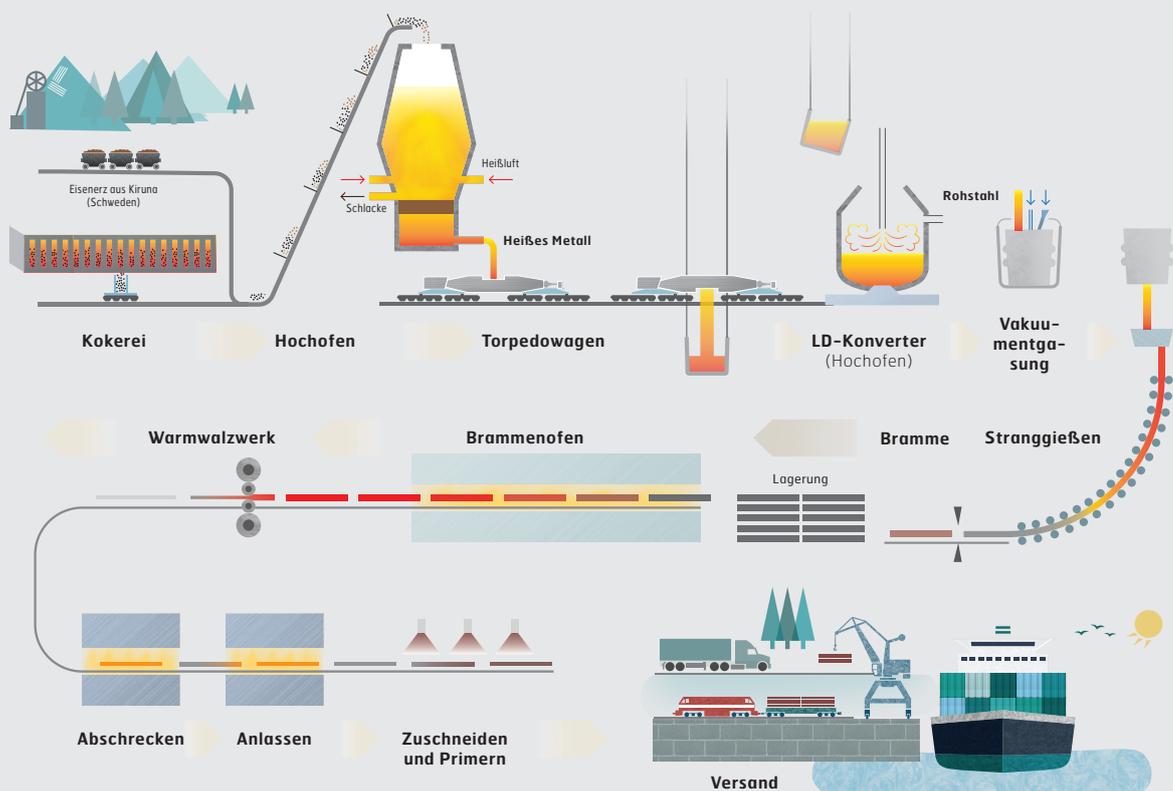
Der nächste Schritt ist das Walzen der Platten auf die gewünschte Dicke und Breite. Das Warmwalzwerk von SSAB in Oxelösund besitzt eine Kraft von bis zu 100.000 kN (10.000 Tonnen). Dadurch ist es eines der leistungsstärksten Walzwerke der Welt.

Das Walzen ist ein Hightech-Prozess, bei dem die Walzmeister im Kontrollraum über langjährige Erfahrungen verfügen müssen.

Alle Toolox® Güten haben eigene Walzparameter, durch die der Stahl für den letzten Schritt vorbereitet wird: Abschrecken durch Schnellabkühlen mit Wasser und anschließendes Anlassen verleihen Toolox® seine endgültigen Eigenschaften.

Toolox® Maschinenbau- und Werkzeugstahl wird nach exakten Spezifikationen im Stahlwerk von SSAB in Oxelösund (Schweden) hergestellt. Vom Eisenerz bis zu den Endprodukten findet der gesamte Herstellprozess im Werk in Oxelösund statt. Dies sorgt für gleichbleibende Qualität, sehr gute Zerspanbarkeit und extrem hohe Verschleißbeständigkeit.

Scannen Sie den QR-Code, um mehr zu erfahren





AUF DEN WEG IN EINE FOSSILFREIE ZUKUNFT

Die grundlegende Technologie zur Herstellung von Stahl hat sich seit Jahrhunderten praktisch nicht verändert. Dies wandelt sich jetzt. Mittels der HYBRIT-Technologie wird SSAB zum ersten Stahlhersteller auf der Welt werden, der fossilfreien Stahl auf den Markt bringt. Dies soll bis 2016 in die Tat umgesetzt werden. Mit der Errichtung einer weltweit einzigartigen Pilotanlage, auf der Wasserstoff für die Herstellung von fossilfreies Eisen verwendet wird, ist der erste Schritt dazu bereits vollzogen.



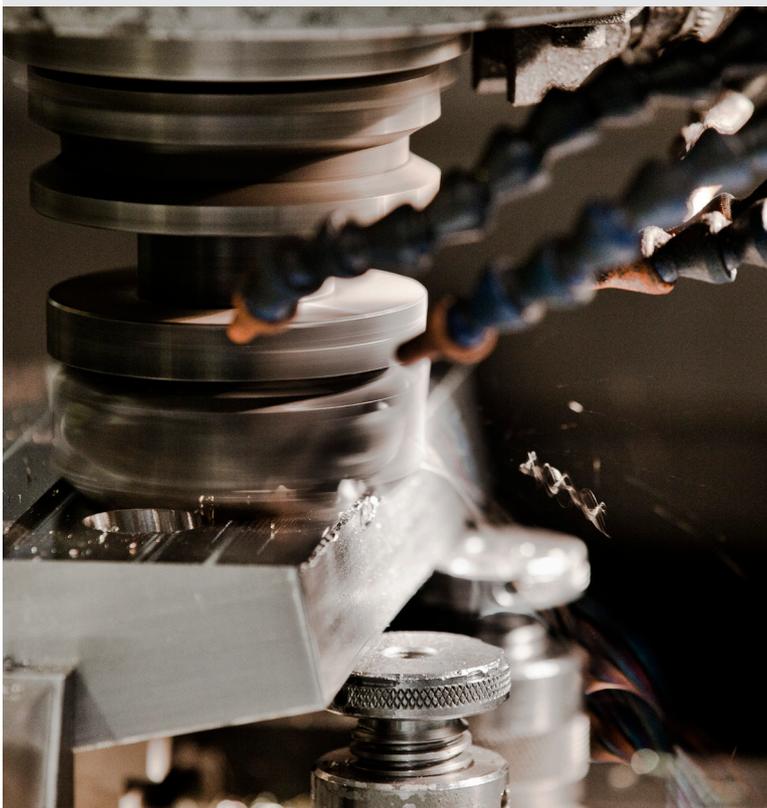
Schweden hat für ein solches Projekt einzigartige Bedingungen. Wir haben Zugang zum reinsten Eisenerz in Europa, welches in der hochspezialisierten, innovativen Stahlindustrie verarbeitet wird. Hinzu kommt, dass wir Zugang zu fossilfreier Elektrizität haben. Diese ist zur Erzeugung von Wasserstoffgas auf eine nachhaltige Weise zwingend erforderlich.

Da Wasserstoff als Reduktionsmittel dienen wird, entsteht als Nebenprodukt Wasser anstelle von Kohlendioxid. Dadurch werden praktisch alle CO₂-Emissionen aus der Stahlproduktion eliminiert. Mit Hilfe der HYBRIT-Technologie ist es angedacht bis 2045 die gesamte Produktion auf fossilfreien Stahl umzustellen.

TOOLOX[®], SCHWEDISCHER STAHL ENT-WICKELT FÜR EINE ERSTKLASSIGE PERFORMANCE

„Einmal Toolox[®], immer Toolox[®]“.
So fassen wir die Leistung dieses
erstklassigen Maschinenbau- und
Werkzeugstahls zusammen. Toolox[®] stellt
viele herkömmlich verwendete Stähle
aus dem Maschinen- und Werkzeugbau
in den Schatten.

Toolox[®] spart Zeit bei der Herstellung
von verschiedensten hochwertigen
Komponenten und sorgt dafür, dass die
Endprodukte eine maximale Leistung,
Produktivität und Lebensdauer bieten.



DIE IDEE:

Entwicklung eines Maschinenbau- und Werkzeugstahls, der äußerst zäh ist und gleichzeitig problemlos verarbeitet werden kann.



DER PROZESS:

Ausnutzen der Erfahrung von SSAB bei der Herstellung von hochfestem Stahl, um eine einzigartige Kombination von Eigenschaften zu erreichen.



DAS ERGEBNIS:

Ein vielseitig einsetzbarer Maschinenbau- und Werkzeugstahl der Endnutzern eine top Performance bietet.

“

Für mich ist „Einmal Toolox®, immer Toolox®“ eine gute Beschreibung des Materials. Wenn Sie eine Anwendung haben, bei der Toolox® eine Lösung für heute ist, ist er auch die Lösung für morgen, weil Sie auf die gleichbleibende Qualität und Metallurgie von Toolox® vertrauen können.

Peter Recknagel, Gebrüder Recknagel Präzisionsstahl GmbH.

”



Ein all in one Stahl

Als Erstes hat Toolox® eine ausgezeichnete Verarbeitbarkeit und Maßstabilität bei der mechanischen Bearbeitung haben. Durch Vorhärten des Stahls haben wir die Verarbeitbarkeit mit einer hohen Härte kombiniert, damit der Bedarf einer zusätzlichen Wärmebehandlung nach dem Bearbeiten entfällt. Dies wurde durch einen niedrigen Kohlenstoffgehalt, eine passende Mischung an Legierungselementen und einen sorgfältigen Vergütungsprozess ermöglicht.

Die Verarbeitbarkeit und die vorgehärteten Merkmale sparen Zeit und machen Ihre Produktion sehr viel kosteneffektiver im Vergleich zu Standardstählen. Wenn Ihre Kunden eine schnelle Lieferung wünschen, können Sie dies ohne Abstriche bei Qualität und Leistung umsetzen.

Die chemische Zusammensetzung und der Produktionsprozess verleihen Toolox® seine hohe Schlagzähigkeit und Rissbeständigkeit, Eigenschaften, die eine makellose Leistung in der Ausrüstung der Endbenutzer sicherstellen. Ermüdungsbeständigkeit ist eine weitere wichtige Eigenschaft von Toolox®, da dies eine lange Lebensdauer der Komponenten gewährleistet. Dies wird durch die ausgezeichnete Reinheit des Stahls gesichert, die ihn besonders geeignet für Oberflächentechnik, Polieren und Strukturieren macht.

Scannen Sie den QR-Code, um mehr zu erfahren



EIN STAHL – ZWEI GEWINNER

IN DER PRAXIS

Endnutzer profitieren von Toolox® durch kurze Vorlaufzeiten und eine hohe Präzision der endgültigen Teile.

ENDNUTZER

Endbenutzer profitieren von Toolox®, weil ihre Maschinenteile und Werkzeuge bessere Standzeiten haben.

ANWENDUNGEN, BEI DENEN SICH MIT TOOLOX® ZEIT SPAREN LÄSST SOWIE DIE PERFORMANCE ERHÖHT WIRD.

MASCHINENKOMPONENTEN

Maschinenpark



Zahnräder und Zahnstangen



Werkzeughalter



Führungen

Prozessindustrie



Kettenräder



Steuerräder



Kohlewagen

Recycling



Hammerachsen



Messer



Wellen

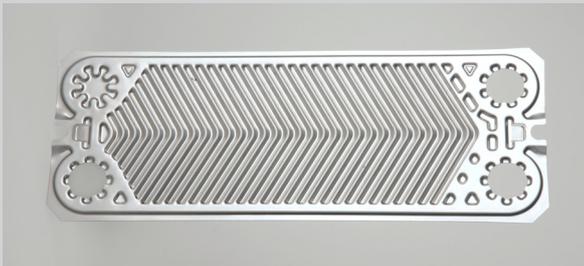
Dies sind einige übliche Anwendungsbereiche für Toolox® Maschinenbau- und Werkzeugstahl. Besuchen Sie toolox.com hier finden Sie Präsentationen über die Verwendung von Toolox® für Maschinenbauteile, Werkzeuge und Formen.

Scannen Sie den QR-Code, um mehr zu erfahren



WERKZEUGE UND FORMEN

Kaltarbeit



Kaltumformwerkzeuge



Stanzwerkzeuge

Temperaturanwendungen



Druckgussformen



Schmiedeformen

Kunststoff



Spritzformen



Kunststoffformen

EIN GROSSES SORTIMENT AN BLECHEN UND RUNDSTÄBEN

In Standardabmessungen ist Toolox® als Bleche von 6 bis 130 mm und als Rundmaterial mit Durchmesser von 21 bis 172 mm in den Längen bis 5.000 mm erhältlich.

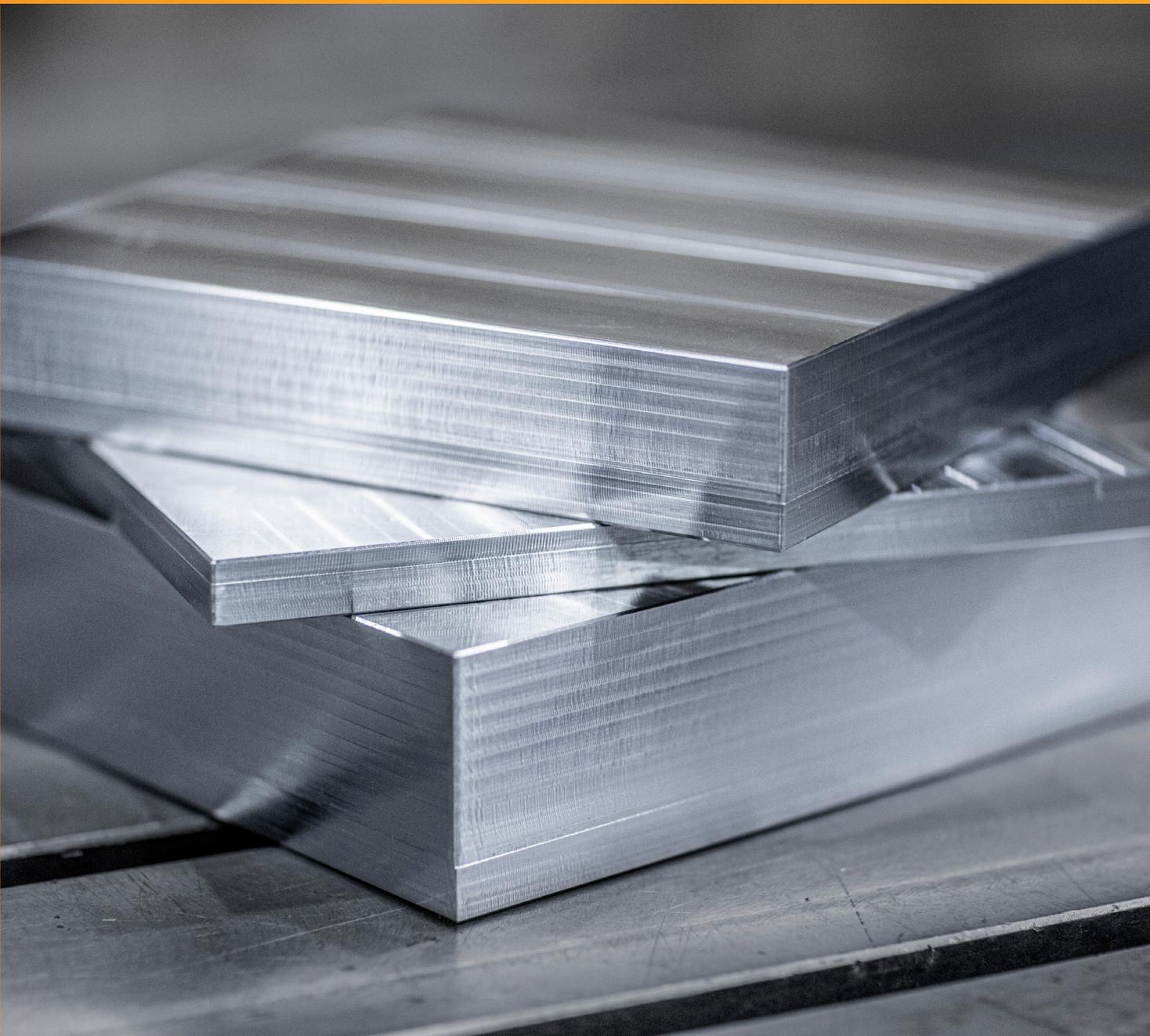
Für Blechdicken bis zu 165 mm und Rundstäbe im Durchmesser bis 353 mm kontaktieren Sie uns bitte.

Scannen Sie den
QR-Code, um
mehr zu erfahren



Toolox® Maschinenbau- und Werkzeugstahl (typische Werte)

Temperatur °C (°F)	Härte HBW	Schlag- Zähigkeit Charpy-V, J	Streckgrenze R _{p0,2} MPa (ksi)	Zugfestigkeit R _m MPa (ksi)	Bruchdehnung A ₅ (%)	Blechdicke mm	Stab- durchmesser mm
Toolox® 33 – Ein vorvergüteter Werkzeugstahl, der für eine geringe Eigenspannung und somit für eine optimale Maßstabilität entwickelt wurde.							
-40°C (-40 °F)						6–130 mm (0,236"–5,12")	21–141 mm (0,827"–5,55")
-20 °C (-4 °F)							
20 °C (68 °F)	300	100	850 (123)	980 (142)	16		
200 °C (392 °F)	305	170	690 (116)	900 (131)	12		
300 °C	290	180	680 (99)				
400 °C (752 °F)	270	180	590 (86)				
500 °C (932 °F)			560 (81)				



Temperatur °C (°F)	Härte HBW	Schlag- Zähigkeit Charpy-V, J	Streckgrenze $R_{p0,2}$ MPa (ksi)	Zug- festigkeit R_m MPa (ksi)	Bruchdehnung A_5 (%)	$R_{c0,2}$ nach 170 Stunden Einweichzeit bei tatsächlicher Temperatur* MPa (ksi)	Blechdicke mm	Stab- durchmesser mm
Toolox 44® – Ein vorvergüteter Werkzeugstahl mit sehr geringer Eigenspannung. Trotz einer Härte von 45 HRC hat er eine sehr gute Bearbeitbarkeit, die auf dem Markt unerreicht ist.								
-40 °C (-40 °F)							6 – 130 mm (0,236" – 5,12")	21 – 172 mm (0,826" – 6,771")
-20 °C (-4 °F)								
20 °C (68 °F)	450	30	1.300 (189)	1.450 (210)	13			
200 °C (392 °F)	440	60	1.150 (174)	1.340 (194)	10			
300 °C	415	80	1.040 (151)	1.270 (184)	12			
400 °C (752 °F)	380	80	980 (142)	1.190 (173)	14	1.060 (154)		
500 °C (932 °F)	345		825 (120)	1.010 (147)	19	910 (132)		

Die Bleche sind in Querrichtung geprüft worden. Die Stäbe sind in Längsrichtung geprüft worden.
 Die typische Prüftemperatur für Toolox® ist Raumtemperatur.
 Alle anderen Werte werden willkürlich getestet und dienen lediglich Informationszwecken.

WARUM TOOLOX® JEDER HERAUSFORDERUNG STANDHÄLT



HÄRTE UND ZÄHIGKEIT



ERMÜDUNGSBESTÄNDIGKEIT



VERARBEITBARKEIT



OBERFLÄCHENBEHANDLUNG



HITZEBESTÄNDIGKEIT



SCHWEISSEN UND SCHNEIDEN



PRODUKTIONSEFFIZIENZ



LÄNGERE LEBENSDAUER



GARANTIEN





HÄRTE UND ZÄHIGKEIT

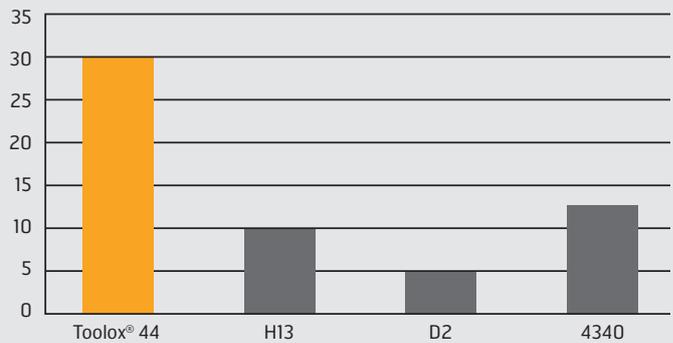
DAS BESTE AUS BEIDEN WELTEN

Die Herstellung eines harten Stahls ist einfach, wenn es ausschließlich auf die Härte ankommt. Schwierig wird es, wenn der Stahl hart und zäh zugleich sein soll. Ein Stahl wie Toolox®. Die Härte garantiert auch bei stark abrasiven Anwendungen eine lange Lebensdauer. Die gute Zähigkeit hilft enorm gegen Rissbildung und Materialermüdung.

Hart bis zum Kern

Alle Toolox® Güten haben durch den gesamten Querschnitt eine gleichbleibende Härte. Sie können Toolox® Bleche und Rundstäbe problemlos zu allen komplexen Formen verarbeiten.

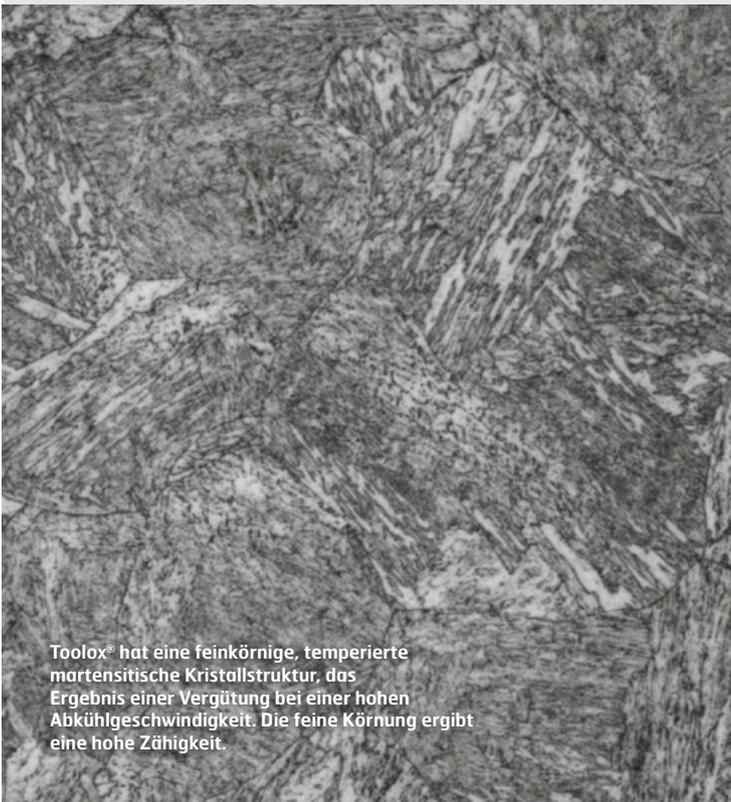
Schlagzähigkeit, Charpy-V (J) bei 20 °C



Die Tabelle zeigt die Zähigkeit von Toolox® 44 im Vergleich zu einigen Standardstählen, die auf 45 bis 55 HRC gehärtet wurden. Die Zähigkeitswerte für Toolox® bei -20 °C sind auf den Produktzertifikaten angegeben.

Güte	Härte (HB)	Streckgrenze (MPa)	Zugfestigkeit (MPa)	Bruchdehnung A ₅ (%)	Zähigkeit bei +20 °C (J)
Toolox® 33	275-325	850	980	14	100
Toolox® 44	410-475	1.300	1.450	13	30

Toolox® 33 hat eine Härte von 300 HBW. Toolox® 44 hat eine Härte von 45 HRC, was ihn zum härtesten vorvergüteten Werkzeugstahl der Welt macht. Datenblätter für alle Toolox® Güten finden Sie auf toolox.com.



Toolox® hat eine feinkörnige, temperierte martensitische Kristallstruktur, das Ergebnis einer Vergütung bei einer hohen Abkühlgeschwindigkeit. Die feine Körnung ergibt eine hohe Zähigkeit.

“

Wir haben von 1.2379 mit 56 HRC auf Toolox® 44 umgestellt. Früher bildeten sich am Werkstück nach 5.000 Stück Risse, doch das Werkstück aus Toolox® 44 zeigt auch nach über 40.000 Stück noch keine Anzeichen für Verschleiß.

Ulus Metal, Istanbul

”





HOHE LEISTUNG BEI ZYKLISCHER BELASTUNG

Die Wichtigkeit einer hohen Ermüdungsbeständigkeit kann nicht hoch genug eingeschätzt werden. Schätzungsweise 75 bis 90 % der Maschinenbauteile fallen nach einer bestimmten Zahl von Lastzyklen aufgrund von Ermüdung aus, auch wenn der Stahl unterhalb seiner Streckgrenze beansprucht wird.

Die Ermüdungsbeständigkeit eines Stahls ist unmittelbar mit seiner Reinheit verbunden. Dank des erstklassigen metallurgischen Prozesses von SSAB hat Toolox® eine Reinheit, die mit den hochwertigsten Elektroschlacke-Umschmelzstählen (ESU) verglichen werden kann.

Lange Lebensdauer

Die Ermüdungsbeständigkeit von Bauteilen aus Toolox® steigert die Zuverlässigkeit und Lebensdauer von Maschinen aller Art. Das macht Toolox® zur bevorzugten Wahl für anspruchsvolle Kunden.

Nachgewiesene hohe Ermüdungsbeständigkeit

Toolox® 44 ist umfangreichen Ermüdungstests durch das schwedische Metallforschungsinstitut SWERIM unterzogen worden. Vergleich von Toolox® mit einem 42CrMo4 – im Lieferzustand, plasmanitriert und induktionsgehärtet.

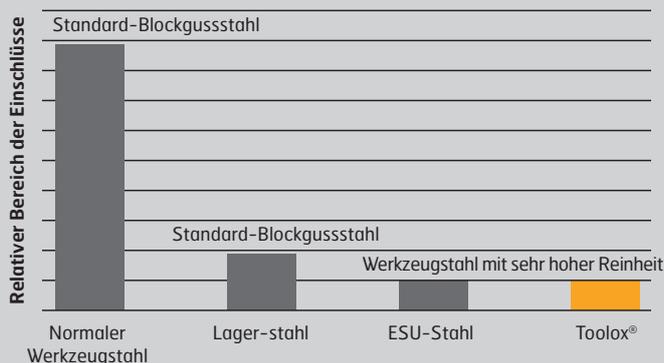
Dank der hohen Kernhärte erfordert Toolox® 44 kein tiefes Induktionshärten, anders als 42CrMo4. Das Oberflächenhärten führt zu höheren Druckspannungen in der Oberfläche, die ist immer auch günstig für die Ermüdungsfestigkeit.

Die Ermüdungstests wurden mit eingekerbten Rundstabmustern in einer Rundbiegemaschine mit 2 Millionen Umdrehungen durchgeführt. Die Tests zeigten, dass Toolox® 44 eine hohe Ermüdungsfestigkeit im Lieferzustand hat. Durch Oberflächenhärten mit Plasmanitrierung und Induktionshärten wird die Ermüdungsfestigkeit weiter erhöht, wie in der Tabelle Dauerfestigkeit zu sehen. SWERIM zieht den Schluss, dass Toolox® 44 für beanspruchte Komponenten geeignet ist. Desweiteren wird Oberflächenhärten für besonders beanspruchte Anwendungen empfohlen.

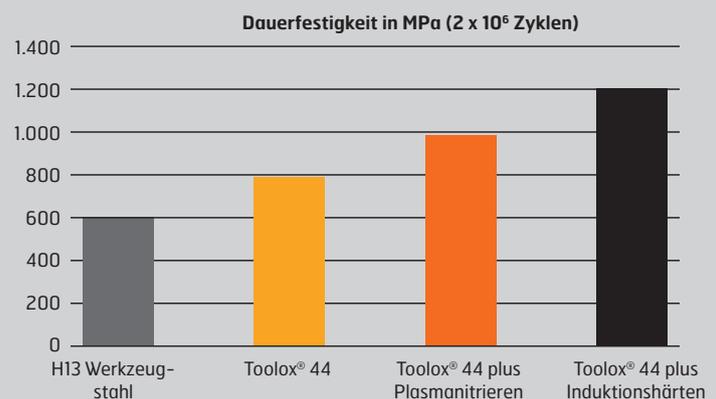
Toolox® Einflussmöglichkeiten zur Verbesserung der Ermüdungsfestigkeit

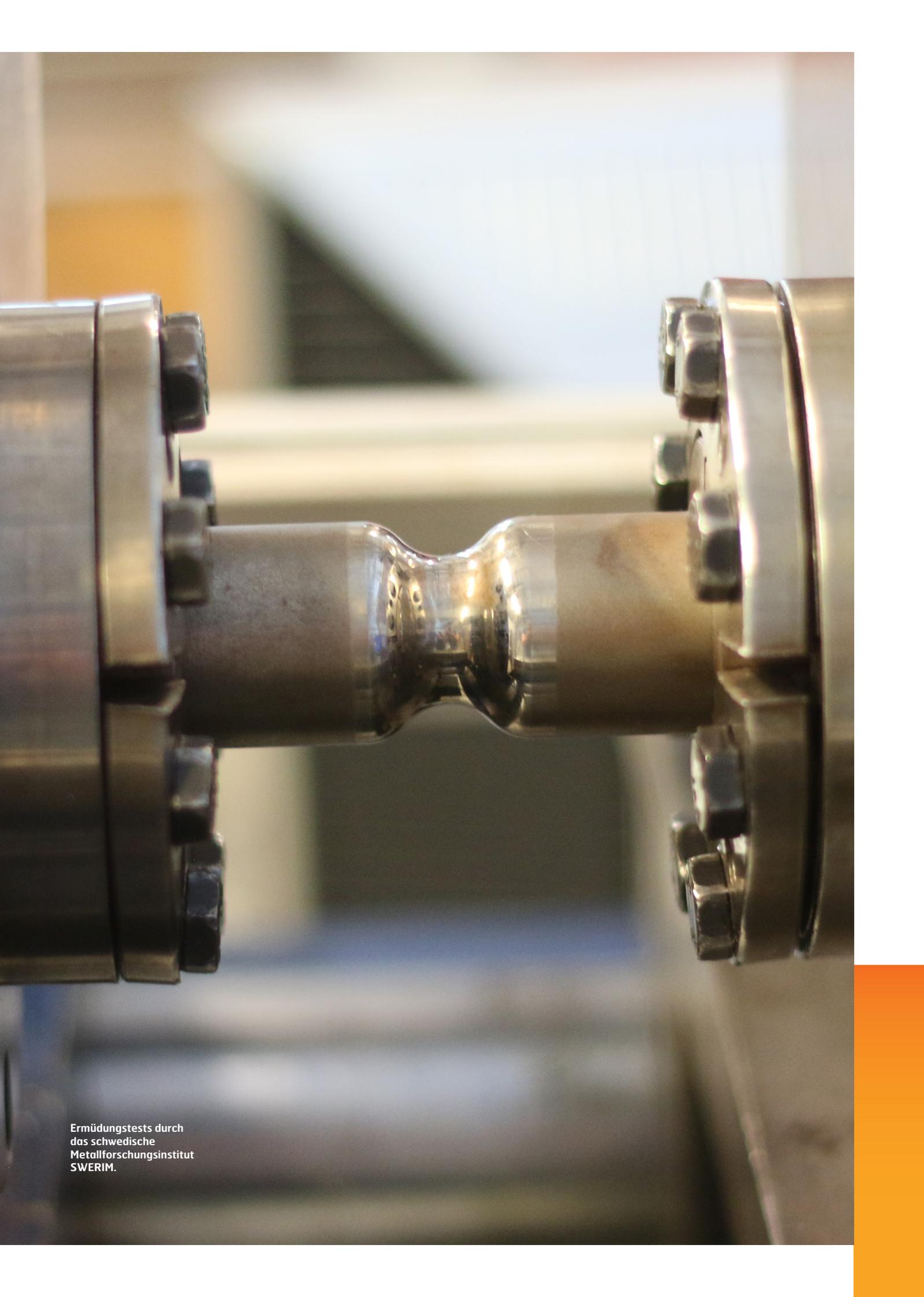
- Außergewöhnlich reiner Stahl
- Hohe Oberflächenglätte ist möglich
- Hohe Kernfestigkeit widersteht schwerer Beanspruchung
- Hohe Zähigkeit vermeidet Brüche
- Keine weitere Wärmebehandlung mehr nötig.
- Geeignet für Oberflächenhärten

Außergewöhnliche Reinheit sorgt für hohe Ermüdungsbeständigkeit



Dauerfestigkeit für Toolox® 44 (getestet von SWERIM)





Ermüdungstests durch
das schwedische
Metallforschungsinstitut
SWERIM.



VERARBEITBARKEIT

HOHE VERARBEIT- BARKEIT FÜR HOHE PRODUKTIVITÄT

Toolox® basiert auf einem Konzept mit niedrigem Kohlenstoffgehalt und einem geringen Karbidgehalt. Karbide sind schwer zu bearbeiten, so dass der geringe Karbidgehalt der Grund für die ausgezeichnete Verarbeitbarkeit von Toolox® ist. Der Stahl ist auch mit Molybdän, Niob und anderen Legierungselementen legiert, welche die Verarbeitbarkeit weiter verbessern.

Die homogene Struktur von Toolox® ist eine weitere Eigenschaft, welche die Verarbeitbarkeit verbessert und den Werkzeugverschleiß bei der mechanischen Bearbeitung reduziert.

Schneidwerkzeuge aus Toolox® 44 ermöglichen tiefere Schnitte und eine längere Lebensdauer der Werkzeuge, verglichen mit herkömmlichen Werkzeugstählen. Werkzeughersteller können ihren Kunden Werkzeuge anbieten, die eine höhere Zerspanleistung und bessere Oberflächenbeschaffenheit beim bearbeiteten Werkstück ergeben.

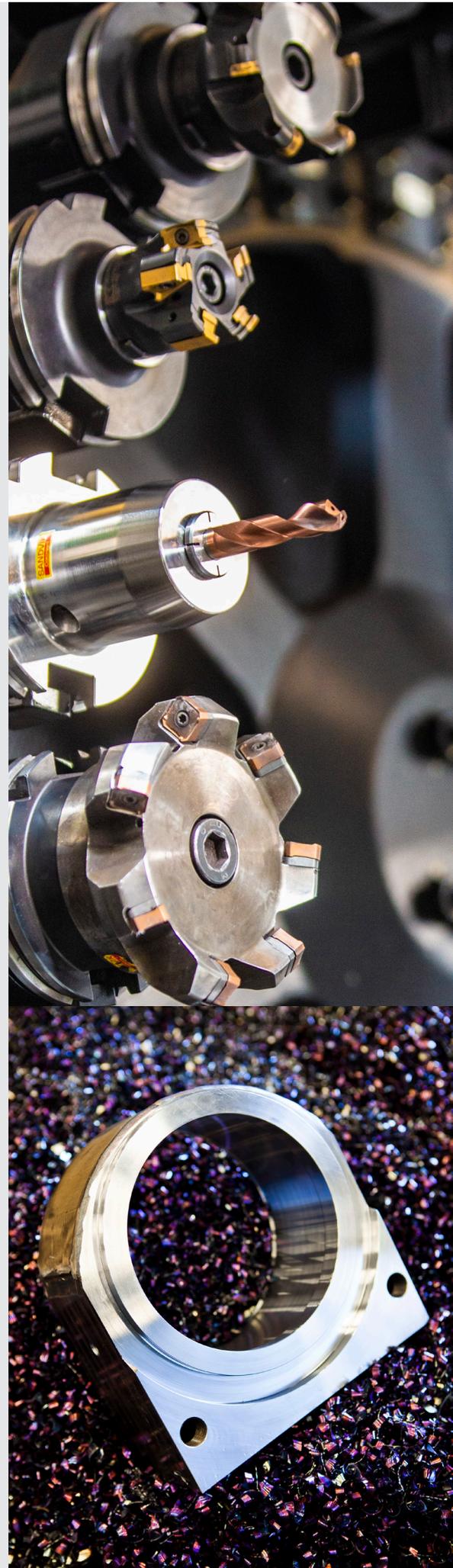
Beim Fräsen von Toolox® entstehen bläuliche Späne, was anzeigt, dass die erzeugte Wärme in die Späne und nicht ins Werkstück übertragen wird.

Nachweis für schnelle, kosteneffiziente Produktion

Ein Vergleich von Toolox® 33 mit dem Standardstahl 1.2312/P20 bei derselben Fräsgeschwindigkeit ergibt eine um das Dreifache längere Lebensdauer der Einsätze oder eine um 20 % höhere Fräsgeschwindigkeit für Toolox®.

Ein weiterer Bearbeitungsversuch hat die Vorteile der Verwendung von Toolox® im Vergleich zu 1.2312/P20 bei der maximal möglichen Schneidgeschwindigkeit und der Eliminierung von Spannungsarmglühen nachgewiesen. Die Untersuchung zeigte eine Reduzierung der Gesamtkosten bei den Bauteilen und eine Reduzierung der Herstellungszeit um 16 %. Da bei Toolox® kein Spannungsarmglühen nach dem Bearbeiten erforderlich ist, konnte der Hersteller zwei Tage bei der Vorlaufzeit einsparen.

Die Verarbeitbarkeit und die vorgehärteten Merkmale sparen Zeit und machen Ihre Produktion sehr viel kosteneffektiver im Vergleich zu Standardstählen. Wenn Ihre Kunden eine schnelle Lieferung wünschen, können Sie dies ohne Abstriche bei Qualität und Leistung umsetzen.



“

Die hergestellten Zahnstangen sind absolut gerade: 0,004 mm seitliche Durchbiegung und 0,136 mm Längsdurchbiegung bei einer Messlänge von 1,80 m!

Tommy Petterson, Stena Stål

”

Spannungsfrei nach dem Bearbeiten

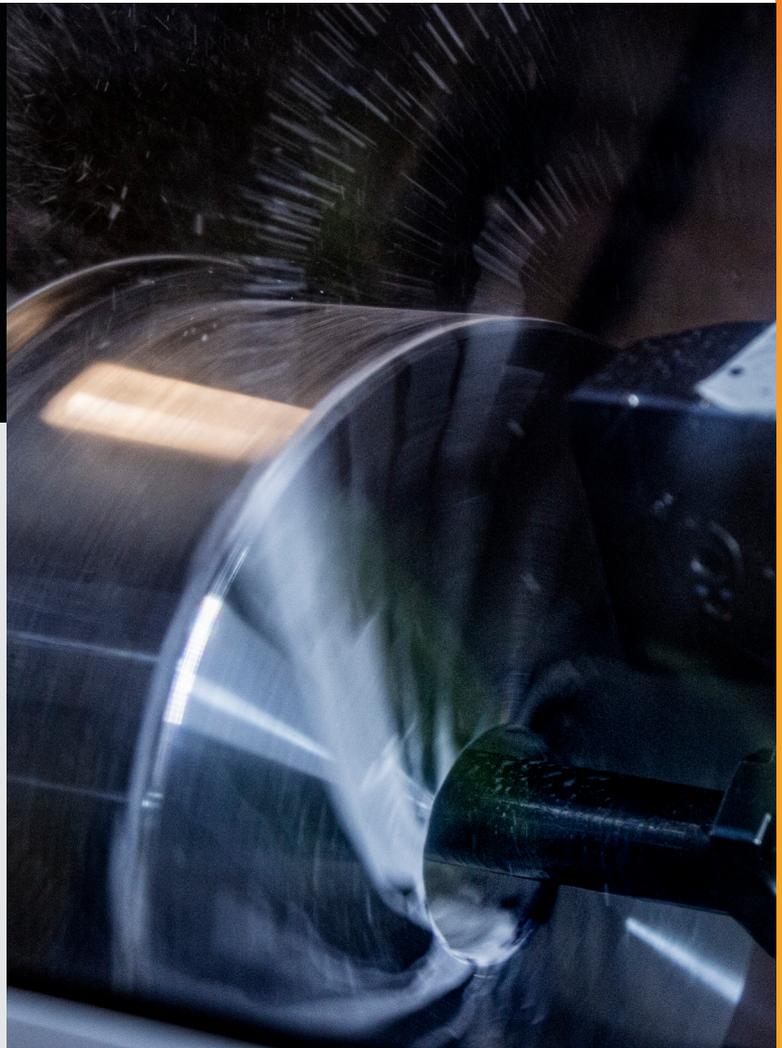
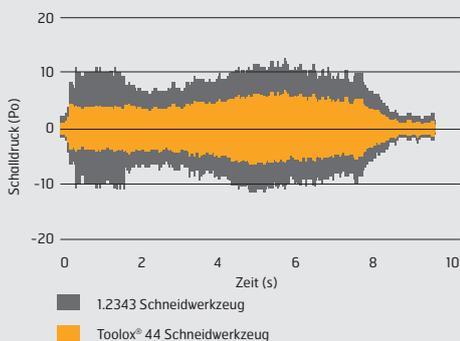
Selbst nach einer harten Bearbeitung ist Toolox® formbeständig und erfordert in der Regel kein Spannungsarmglühen. Dies ist besonders nützlich beim Bearbeiten von langen, dünnen Profilen wie Zahnstangen. Auch bei der Bearbeitung hauptsächlich von einer Seite bleibt das Material äußerst flach und erfordert kein Richten und Nachbearbeiten.

Eigenschaften für Schwingungsdämpfung

Werkzeuge aus Toolox® ergeben eine höhere Produktivität und bessere Oberflächenqualität bei den bearbeiteten Teilen dank der speziellen Eigenschaften bei der Schwingungsdämpfung des Stahls.



Eine Studie der Königlichen Technischen Hochschule (KTH) in Stockholm zeigt, dass Schneidwerkzeuge aus Toolox® eine höhere Schwingungsbeständigkeit aufweisen.



Scannen Sie den QR-Code, um die Bearbeitungsempfehlungen für Toolox® herunterzuladen.





OBERFLÄCHENBEHANDLUNG

TOOLOX® ALS SUBSTRAT

Die Härte, Zähigkeit und Homogenität von Toolox® macht ihn zum perfekten Substrat für Oberflächenbehandlungen. Nitridieren, Elektronenstrahlaufdampfung (PVD), Plasma-, Laser- und Induktionshärten können alle zur weiteren Verbesserung der Oberflächenhärte des Materials eingesetzt werden.

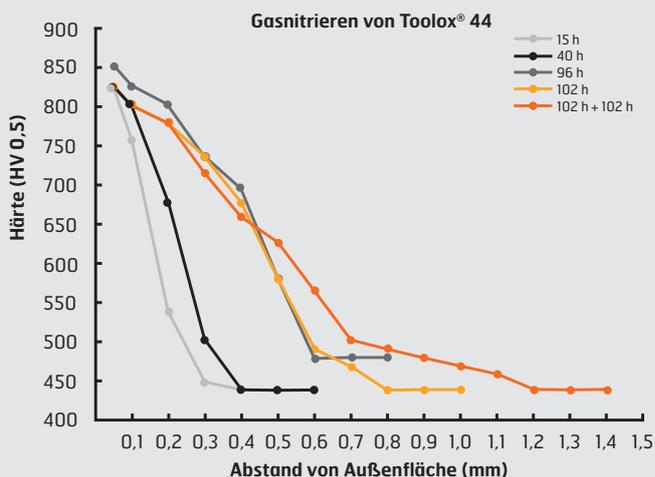
Eine Oberflächenbehandlung auf Toolox® verbessert das Verhalten des Materials in einer großen Palette an Anwendungen, die einer hohen Flächenpressung und Verschleiß ausgesetzt sind, wie etwa Maschinenbauteile, Klemm- und Haltevorrichtungen, Recyclingmesser und -schneiden, Gussformen und so weiter.

Toolox® kann auch mit ausgezeichnetem Ergebnis poliert, geätzt und strukturiert werden. Die Reinheit und der sehr geringe Anteil von Einschlüssen von Toolox® macht ihn für die meisten anspruchsvollen Oberflächenanwendungen geeignet. Der Stahl erreicht einen A1 Glanz beim Polieren.

Höhere Ermüdungsbeständigkeit

Durch Oberflächenhärten wird die Ermüdungsbeständigkeit des Bauteils erhöht, was dessen Lebensdauer verlängert. Wenn in der oberflächenschicht ein Riss auftritt, widersteht Toolox® einer weiteren Ausbreitung des Risses ins Substrat.

Durch Nitrierung von Toolox® können Sie eine Oberflächenhärte von 58 bis 65 HRC erzielen, wodurch der Stahl eine hohe Verschleißbeständigkeit und lange Lebensdauer der Anwendungen ermöglicht. Durch Beschichtung der nitrierten Oberfläche durch PVD kann eine noch höhere Härte oder Korrosionsbeständigkeit erzielt werden. Die hohe Festigkeit von Toolox® minimiert die Gefahr von Rissbildung und Absplitterung der oberflächenschicht.



Aus Prototypen werden Produktionsteile

Gehärtet durch Laser

Laserhärten von Toolox® ist eine sehr effiziente Methode, um eine hohe Oberflächenhärte mit einer relativ großen Dicke zu erzielen. Je nach Anwendung kann die gehärtete Schicht 0,2 bis 2 mm erreichen.

Laserhärten von Toolox® 44 ergibt außergewöhnlich gute Ergebnisse aufgrund seiner hohen Streckgrenze. Es verbessert die Lebensdauer von Maschinenbauteilen, die unter sehr anspruchsvollen Bedingungen eingesetzt werden. SSAB verwendet lasergehärteten Toolox® 44 zum Schneiden von Hardox® und Strenx® Stahlblechen.

Lasergehärtete Oberflächen haben den weiteren Vorteil, sehr glatt zu sein. Dies verringert Reibung und die Gefahr, dass Material an der Oberfläche haften bleibt.

Um die Härte der Oberfläche weiter zu steigern, kann die Metalloberfläche während des Prozesses mit Kohlenstoffpulver bedeckt werden. Auf diese Weise kann Toolox® eine Oberflächenhärte von bis zu 800 HV erreichen. Für Toolox® 33 kann 700 HV erreicht werden.

Scannen Sie den QR-Code, um mehr zu erfahren

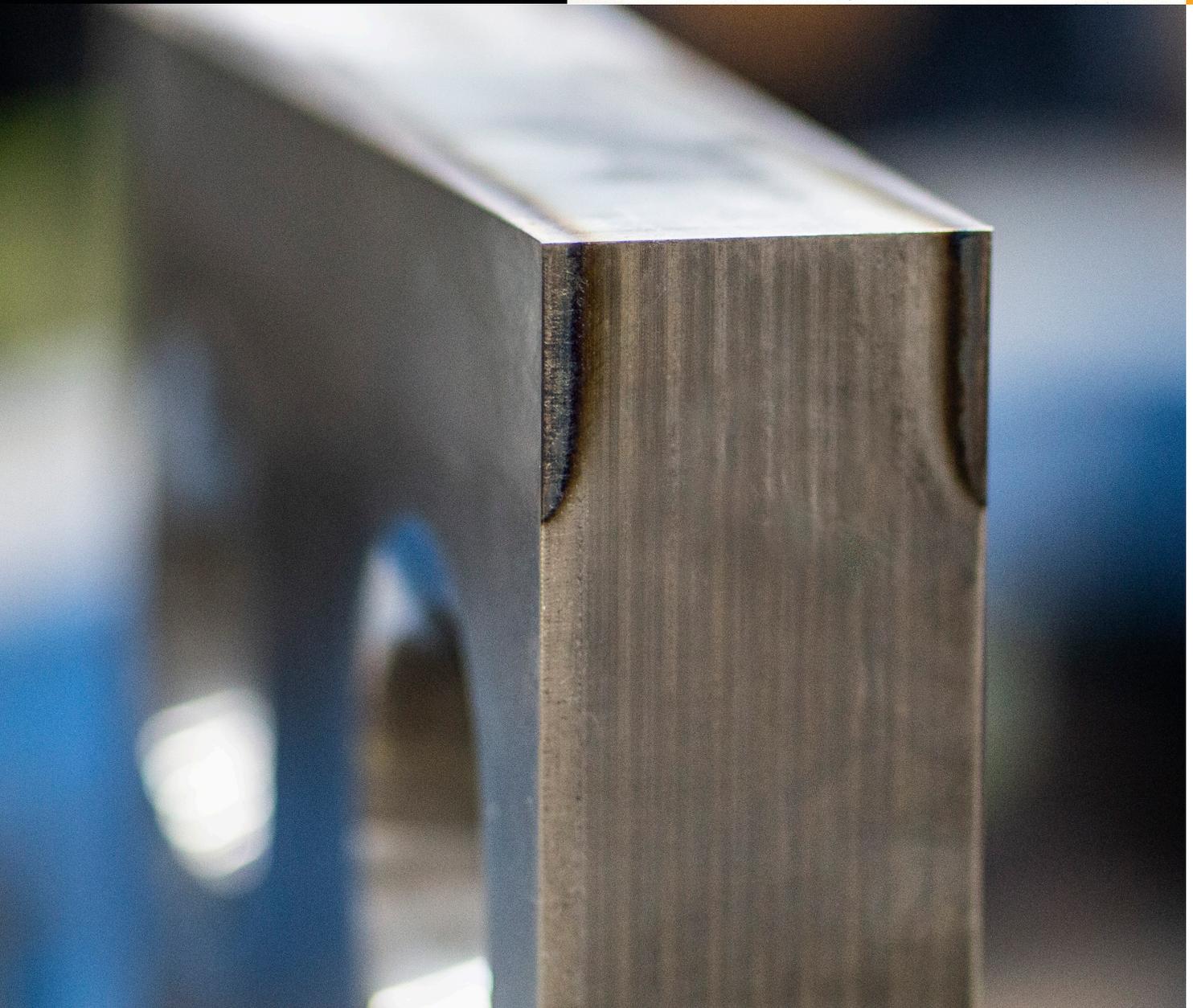


“

Ein Gesenk, das zum Stanzen von dicken Stahlblechen verwendet wurde, wurde früher aus auf 60 HRC wärmebehandeltem Werkzeugstahl hergestellt. Nach nur 2.000 bis 3.000 Stanzen brach das Gesenk. Durch den Wechsel zu lasergehärtetem Toolox® 44 verbesserte sich die Lebensdauer auf mehr als 100.000 Stanzen. Die glatte Oberfläche hat auch den Wartungsbedarf verringert.

Schwedischer Kunde

”





HITZEBESTÄNDIGKEIT

TOOLOX[®] MAG ES HEISS

Die meisten Stähle bleiben nicht hart und zäh, nachdem sie hohen Temperaturen ausgesetzt waren. Zum Glück ist Toolox[®] da anders als die meisten Stähle. Auch bei einem Erhitzen auf bis zu 590 °C behält Toolox[®] nach dem Abkühlen die ursprüngliche Härte.

Durch seine Eigenschaften bei hohen Temperaturen ist Toolox[®] der perfekte Stahl zum Gießen und Schmieden von Gesenken und für Werkzeuge und Maschinenbauteile in Stahlwerken, Zementfabriken, Kraftwerken und anderen Bereichen, in denen Materialien bei sehr hohen Temperaturen gehandhabt werden.



Toolox[®] 33 im Kokslöschwagen
im Kühlbett



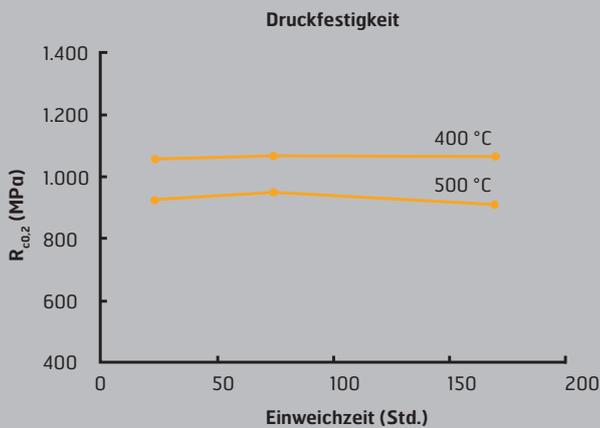
Toolox® 44 wird in einem Warm Schmiedegesenk für die Kettenproduktion verwendet. Der Kettenstahl wird vor dem Schmieden auf etwa 890 °C erhitzt. Das Gesenk setzt die Arbeit dann bei 400 bis 500 °C fort.



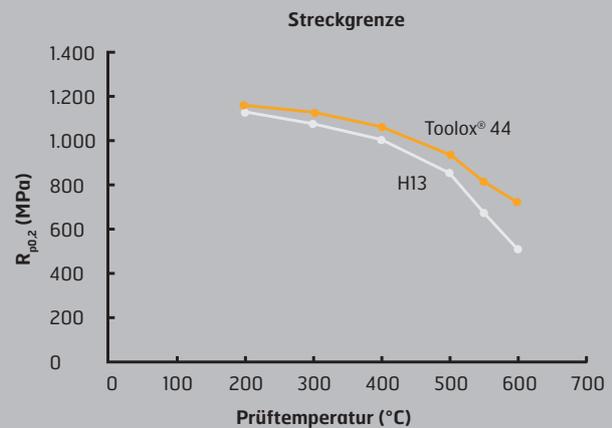
Schaufeln aus Toolox® 44 widerstehen Hitze und Verschleiß beim Handhaben von roter, heißer Schlacke, ohne ihre Eigenschaften zu verlieren.



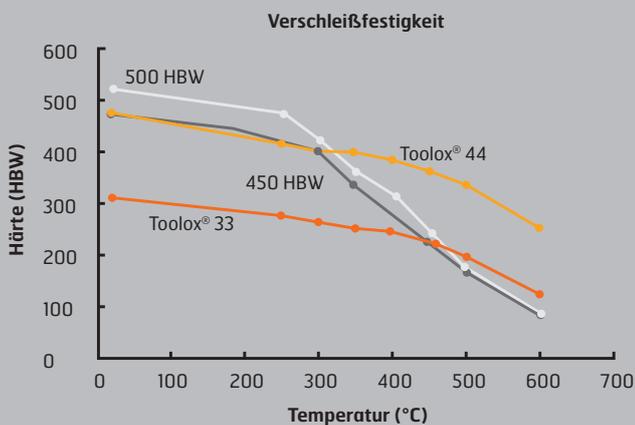
Messinggriffe werden in einem Gesenk aus Toolox® 44 mit einem Schlag bei 730 bis 750 °C gepresst.



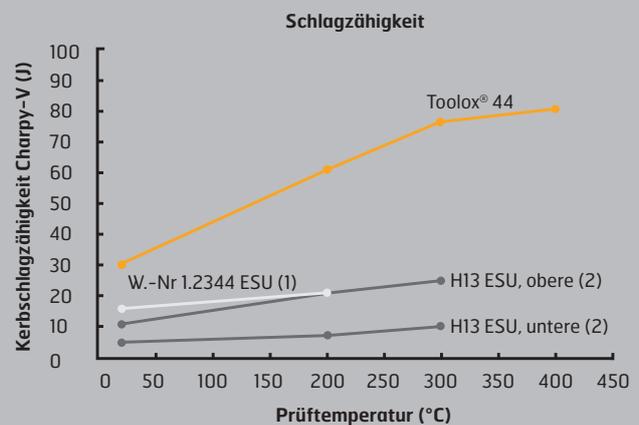
Druckfestigkeit von Toolox® 44 bei höheren Temperaturen und nach verlängerten Einweichzeiten.



Toolox® 44 hat eine bessere Streckgrenze bei höheren Temperaturen, verglichen mit einem H13 Standardstahl.



Toolox® 33 und Toolox® 44 haben beide eine bessere Heißverschleißbeständigkeit als vergütete, abriebbeständige 450 HBW und 500 HBW Stähle bei höheren Temperaturen.



Toolox® 44 hat eine sehr viel bessere Zähigkeit, verglichen mit herkömmlichen Warmarbeitsstählen, bei Raumtemperatur und höheren Temperaturen.



SCHWEISSEN UND SCHNEIDEN

GEEIGNET FÜR SCHWEISSEN UND AUTOGENES BRENN- SCHNEIDEN

Toolox® Maschinenbau- und Werkzeugstahl verfügt über sehr günstige Schweiß- und Schneideigenschaften. Wie bei allen Arten von Maschinenbau- und Werkzeugstählen erhöht sich das Anforderungsniveau mit dem Anstieg der Härte des Stahls. Toolox® Stahl ist in allen Güten und Abmessungen vollständig schweißbar.

Alle konventionellen Schweiß- und Schneidverfahren können für diese Stähle verwendet werden. Außerdem können sie an alle anderen schweißbaren Stähle geschweißt werden. Schweißnähte können durch konventionelle Methoden wie thermisches Schneiden, Bearbeiten und Schleifen vorbereitet werden. Scherschneiden und Stanzen ist für Blechdicken bis etwa 10 mm möglich.

Einfaches Schweißen und Schneiden dank geringem Legierungsgehalt

Der geringe Legierungsgehalt in den Toolox® Güten macht Schweißen und thermisches Schneiden einfach und zuverlässig. Die günstigen Kohlenstoffäquivalentwerte sorgen für eine höhere Beständigkeit gegen Wasserstoffrisse.

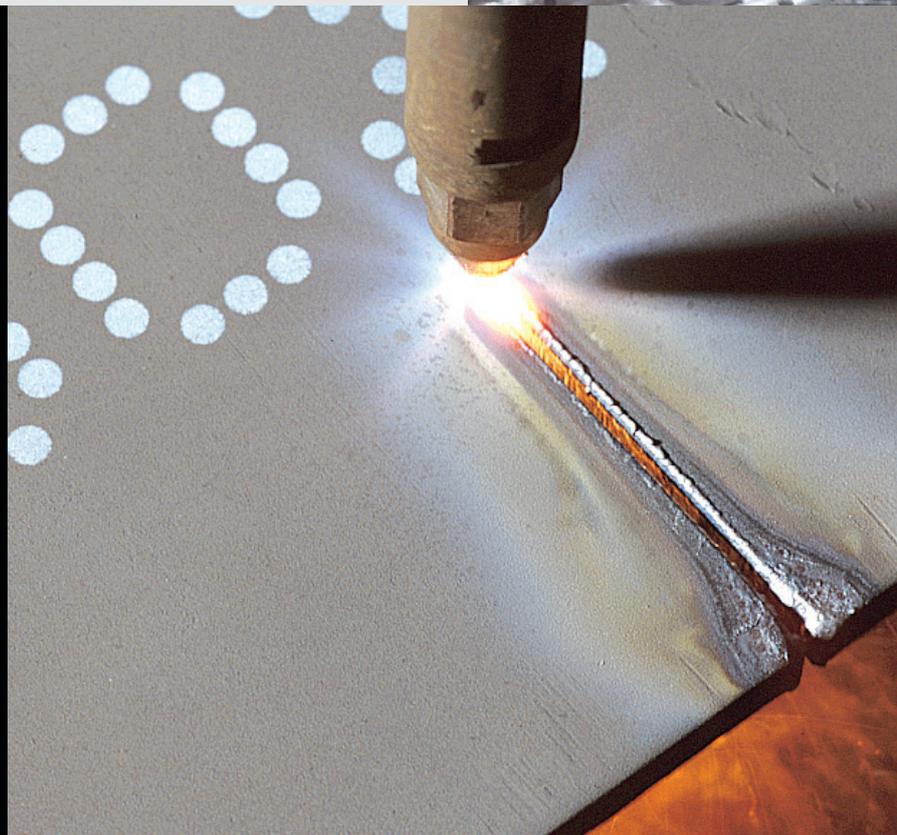


“

Bei der Herstellung von runden Klammern haben wir früher rechteckige Stücke aus 2738 Stahl gesägt, die sehr stark bearbeitet werden mussten, um die endgültige Form zu erzielen. Beim Wechsel zu autogenem Brennschneiden von Toolox® 33 haben wir viel Bearbeitungszeit eingespart und konnten unserem Kunden ein besseres Produkt bereitstellen.

Aceros y Servicios, Spanien

”





Schweiß- und Schneidempfehlungen für Toolox®

Die vollständige Dokumentation umfasst Empfehlungen und Best Practices für Schweißen und Schneiden. Die Schweißempfehlungen beinhalten Nahtvorbereitung, geeignete Zusatzwerkstoffe, Vorwärmen und Schweißfolgen.

Abgedeckt werden auch Empfehlungen für thermisches Gas- und Plasmaschneiden, darunter Vor- und Nachwärmempfehlungen zur Steuerung des Wasserstoffgehalts in der Schnittkante.

Abrasive-Wasserstrahl-Schneiden ist eine Alternative zum thermischen Schneiden. Da bei diesem Verfahren keine Wärme aufgebracht wird, ist die Gefahr von Wasserstoffrisen sehr gering. Wasserstrahl-Schneiden kann mit denselben Parametern ausgeführt werden wie beim Schneiden von unlegiertem Stahl.



Scannen Sie den QR-Code, um die Schweißempfehlungen für Toolox® herunterzuladen.





ÜBERHOLSPUR ZUR PERFEKTION

Mit Toolox® erreichen Sie Perfektion schneller als mit anderen Bearbeitungsstählen. Dies gilt für eine große Bandbreite an Produktionsprozessen und Anwendungen.

Toolox® ist ein vorgehärteter Stahl mit einem ausgezeichneten Bearbeitungsverhalten. Die stabilen mechanischen Eigenschaften verkürzen die Produktionszeit, da Teile aus Toolox® in einem Schritt so bearbeitet werden können, dass sie die gewünschten Spezifikationen haben.

Die hohe Reinheit des Stahls spart Zeit beim Polieren und anderen Oberflächenbehandlungsprozessen wie Nitrieren, Ätzen und Elektronenstahlaufdampfung.

Lageroptimierung mit Toolox®

Eine große Zahl an Standardgütern kann durch Toolox® 33 oder Toolox® 44 ersetzt werden. Die großartige Vielseitigkeit der Toolox® Güten sorgt dafür, dass Sie den Entwurfsprozess beschleunigen, Ihre Logistik vereinfachen, einen schlanken Lagerbestand aufrechterhalten und immer noch das Material zur Hand haben können, das Sie zur Herstellung von hochwertigen Maschinenbauteilen und Werkzeugen benötigen.

Scannen Sie den QR-Code, um Kundenbeispiele zu erhalten



Standard-Produktionsprozess im Vergleich zum Produktionsprozess mit Toolox®

Zeit sparen bei der Bearbeitung

Mit Toolox® besteht kein Bedarf für Ausspannen und Spannungsglühen, wie bei üblichem Bearbeitungsstahl.

Zeit sparen ohne Wärmebehandlung

Tatsache ist, dass vorgehärteter Toolox® Zeit und Kosten bei der Produktion einspart. Toolox® erfordert nach der Bearbeitung keine zeitraubende und kostspielige Wärmebehandlung. Aufgrund des geringen Kohlenstoffgehalts ist der Stahl immer noch einfach zu bearbeiten.

Standard-Produktionsprozess	Toolox® Produktionsprozess	Standard-Produktionsprozess	Toolox® Produktionsprozess
<ol style="list-style-type: none"> 1 Konstruktion 2 Bearbeiten 3 Ausspannen, Spannungsglühen 4 Bearbeiten 5 Verarbeitung, Montage 	<ol style="list-style-type: none"> 1 Konstruktion 2 Bearbeiten 3 Verarbeitung, Montage 	<ol style="list-style-type: none"> 1 Konstruktion 2 Bearbeiten 3 Transport 4 Vergütung 5 Einstellung nach Behandlung 6 Verarbeitung, Montage 	<ol style="list-style-type: none"> 1 Konstruktion 2 Bearbeiten 3 Verarbeitung, Montage

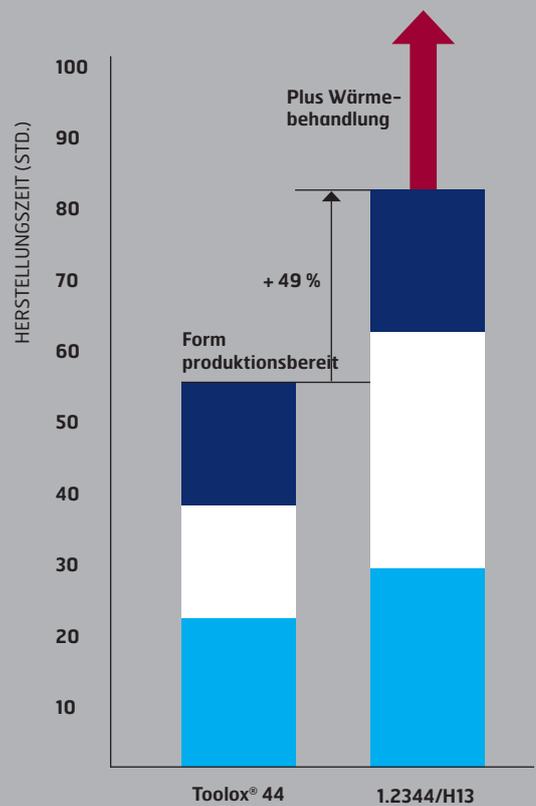


“

Wegen der vielen Herstellungsschritte und der hohen Anforderungen an die Geradheit haben wir von C45 (1.1730) auf Toolox® umgestellt. Dies verringerte die Herstellungszeit von 6 bis 7 auf nur 4 Wochen.

”

Schwedischer Händler



- Funkerosive Bearbeitung
- CNC-Bearbeitung
- Programmierung



LÄNGERE LEBENSDAUER

DEN BEDARF DER ENDKUNDEN DECKEN

Bei vielfältigsten Anwendungen hat Toolox® nachweislich Vorteile für den Endbenutzer bei Lebensdauer und Produktivität bereitgestellt. Dank einer Kombination aus chemischen und physikalischen Merkmalen sind Maschinenbauteile, Werkzeuge und Formen aus Toolox® Teilen aus Standardstählen überlegen.

Die Härte von Toolox® macht die Teile äußerst verschleißbeständig. Die Zähigkeit sorgt für eine ausgezeichnete Riss- und Ermüdungsbeständigkeit. Die hohe Streckgrenze verlängert die Haltbarkeit, auch wenn der Stahl einer hohen Beanspruchung ausgesetzt wird.

Weitere Faktoren, die eine längere Lebensdauer für die Endbenutzer sichern, sind die Fähigkeit für Oberflächenbehandlungen und das Verhalten bei hohen Temperaturen ohne Verlust an Härte und Zähigkeit.



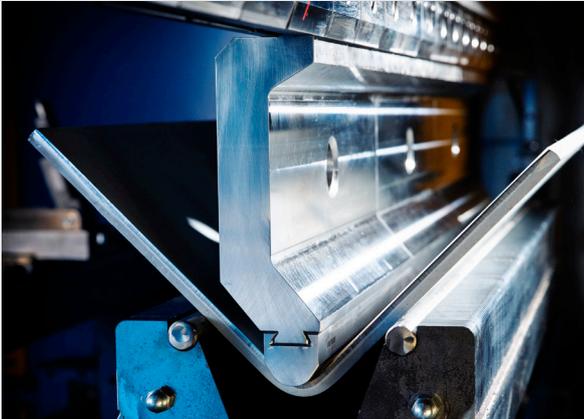
18 MAL LÄNGERE LEBENSDAUER FÜR WERKZEUGE

Ein Hersteller von Automobilteilen für Bremssysteme hatte große Probleme mit Rissbildung bei den früheren Werkzeugstählen H13 und P21. Die Werkzeuge hielten nur 3.000 Werkstücke stand, bevor sie ausfielen. Das war nicht nachhaltig und eine andere Lösung musste gefunden werden. Der Kunde entschied sich für nitrierten Toolox® 44 und erzielte damit einen dramatischen Anstieg der Werkzeuglebensdauer – 50.000 Werkstücke konnten bearbeitet werden, bevor eine Wartung nötig wurde. Die hohe Oberflächenhärte und Zähigkeit machte die Werkzeuge beständig gegen ermüdungsbedingte Absplitterung und Rissbildung.



15 MAL LÄNGERE LEBENSDAUER FÜR WERKZEUGHALTER

GTECH verwendete üblicherweise wärmebehandelten AISI 4340 und DIN 1.2344 Stahl mit verschiedenen Härtegraden bei seinen Fräswerkzeughaltern. Das Hauptproblem waren lange Produktionszeiten, die durch die Wärmebehandlung verursacht wurden. Obwohl die Härte durch die Wärmebehandlung verbessert wurde, wurde der Stahl spröde, was zu Rissen führte. Toolox® 44 war eine bessere Option. Er ist bereits gehärtet und temperiert, was zu einem zäheren Werkzeug führte, das 15 Mal länger hält und schneller herzustellen ist.



45 % LÄNGERE LEBENSDAUER FÜR ABKANTPRESSEN

Abkantpressen werden normalerweise aus 1.2312 Stahl hergestellt. Der Wechsel zu Toolox® 33 verlängerte die Lebensdauer der Werkzeuge um bis zu 45 %. Und nicht nur das – die Gesamtkosten für die Werkzeuge verringerten sich um bis zu 28 % dank der geringeren Zahl an Produktionsschritten. Toolox® 33 kann geschweißt und lasergehärtet oder nitriert werden, ohne dass sich die Form ändert, was Reparaturen vereinfacht. Toolox® 33 kann in Maschinen aller Hersteller verwendet werden.



VERDOPPLUNG DER LEBENSDAUER VON WELLEN

Ein Hersteller von Stahlfelgen verwendete für die Herstellung von Wellen mit einem Durchmesser von 250 mm normalerweise Stähle vom Typ 4140 Q&T und 1.8550 Q&T mit Härtegraden von 30 HRC. Diese Wellen waren zu spröde und litten an Rissbildung. Bei Tests mit Toolox® 44 an fünf verschiedenen Wellen ergab die Zähigkeit des Material eine doppelt so lange Lebensdauer.



DREI MAL MEHR FAHRZEUGE VERSCHROTTET

Ein italienischer Kunde mit einer Recyclinganlage für Fahrzeugschrott litt unter hohem Verschleiß an den Hammerachsen.

Die Hammerachsen aus gehärtetem 39NiCrMo4 konnten rund 20.000 Tonnen Material verschrotten, bevor eine Wartung erforderlich war. Das Härten verringerte die Zähigkeit des Materials, wodurch es anfällig für Defekte war. Mit Toolox® 44 konnte der Kunde 55.000 Tonnen verschrotten, bevor die Hammerachsen ausgetauscht werden mussten.



70 % LÄNGERE LEBENSDAUER FÜR HYDRAULIKHAMMER

Der Kunde hatte Probleme mit seinen Hammerachsen aus wärmebehandeltem 42NiCrMo14 Stahl. Die Wärmebehandlung reduzierte die Zähigkeit und verursachte unvorhergesehene Ausfälle. Tests mit Toolox® 44 mit einer höheren Zähigkeit führten zu einem Anstieg bei der Lebensdauer der Hammerachsen um 70 %. Toolox® 44 sparte auch Zeit bei der Produktion ein, da weniger Produktionsschritte erforderlich waren.



GARANTIEN

GEWÄHRLEISTUNG FÜR LEISTUNG UND PRODUKTIVITÄT

Die Produktionseffizienz, Lebensdaueranalysen und Bearbeitungstechnologien haben sich in den vergangenen Jahrzehnten stark weiterentwickelt. Leistungsstärkere CNC-Maschinen bieten die Kapazität zur Verarbeitung von Stahl mit hoher Geschwindigkeit und Genauigkeit. Dies erhöht den Druck auf den Stahl, der die Kapazität der Maschinen erfüllen muss.

Die meisten Stähle auf dem Markt sind nach jahrzehntealten Normen hergestellt. Die Normen sind nicht sehr streng und halten nicht Schritt mit den Realitäten und Anforderungen der heutigen Werkstätten und Endkunden.

Auch wenn diese Stähle sich innerhalb der in den Normen angegebenen Fenster befinden, kann dennoch jede gelieferte Charge anders ausfallen. Dies kann zu unerwarteten Abweichungen bei der Leistung führen, bedingt durch verschiedene chemische und mechanische Eigenschaften, die nicht immer von den Normen abgedeckt sind.

Gut für die Werkstatt, gut für die Benutzer

Garantierte Eigenschaften sind entscheidend für eine zuverlässige Produktion. Doch damit nicht genug – Sie können sicher sein, dass die Teile, die Sie liefern, immer den Erwartungen der Endbenutzer entsprechen. Mechanische Festigkeit, Legierungsgehalt, Härte, Zähigkeit, stabile Abmessungen – ganz gleich welche Merkmale für den Endbenutzer wichtig sind, Toolox® erfüllt sie jederzeit.

Beim Stahl sparen

Mit garantierter Dicke und Ebenheit brauchen Sie keine zusätzlichen Margen einzukalkulieren, wenn Sie eine bestimmte Abmessung bestellen. Sie bekommen immer genau die gewünschte Abmessung. Damit sparen Sie Stahl ein und reduzieren auch die Bearbeitungszeit, da weniger Material abgetragen werden muss, um die endgültige Form der Komponente zu erzielen.



Toolox® Produkte werden Ultraschallprüfungen nach den internen Vorgaben von SSAB unterzogen, die strenger als internationale Normen sind. Jedes Produkt hat ein spezielles Zertifikat mit den Prüfwerten.

Mitarbeiter der Qualitätskontrolle, SSAB



Scannen Sie den
QR-Code, um
mehr zu erfahren



Toolox® hält sein Versprechen

Toolox® wird von SSAB im gleichen Werk mit einer strengen Qualitätskontrolle hergestellt. Der Stahl wird nach den sehr strengen Anforderungen von SSAB gegossen, gewalzt und vergütet. Alle Toolox® Bleche und Rundstäbe werden geprüft, um die Konsistenz der Eigenschaften zu gewährleisten. Sie können jedes Mal dieselben Bearbeitungseinstellungen nutzen im Wissen, dass sich der Stahl einheitlich verhalten wird. Toolox® hält, was er verspricht, damit Sie Ihr Versprechen einhalten können.



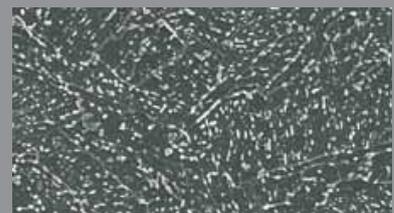
Garantierte und gemessene Eigenschaften

- Schlagzähigkeit
- Härte
- Verarbeitbarkeit
- Dicke
- Ebenheit
- Oberflächenbeschaffenheit

Modifizierte Karbid-Morphologie



Toolox® 33 – Bereich der Karbide 6,4 %



W.Nr.1.2311 /P20 – Bereich der Karbide 10,0 %

Die hohe Abkühlgeschwindigkeit beim Vergüten und der geringe Kohlenstoffgehalt hat uns eine Modifizierung der Karbid-Morphologie ermöglicht. Dies ist die Grundlage für die hohe Zähigkeit, Verarbeitbarkeit und Schweißbarkeit.



VERFÜGBARKEIT

HIER BEKOMMEN SIE TOOLOX®

Um eine effiziente Verfügbarkeit von hochwertigen Toolox® Werkstücken zu gewährleisten, kooperiert SSAB mit einem weltweiten Netz an Spezialhändlern. Die meisten dieser Händler arbeiten seit vielen Jahren mit Toolox® und können Empfehlungen geben, wie Sie die Möglichkeiten dieses Maschinenbau- und Werkzeugstahls optimal nutzen können.

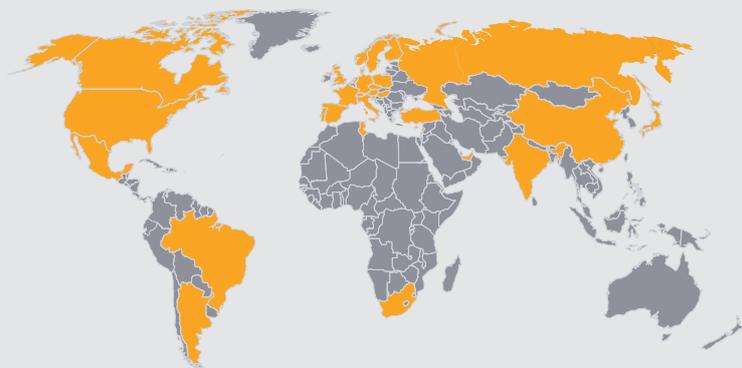
Bleche und Stäbe auf Lager

Die Händler verfügen über große Lagerbestände an Toolox® Blechen und Rundstäben. Sie können den Stahl für eine einfachere Produktion ablängen. Weitere Services wie Bearbeitungen können in der Regel angeboten werden.

Alle Händler sind Teil des offiziellen SSAB Approved Toolox® Dealer Network. SSAB unterstützt die Händler mit Produkt- und Technikberatung und arbeitet laufend eng mit den Händlern zusammen.

Die Lager und Vertriebsbüros von SSAB befinden sich in Belgien, Brasilien, China, Deutschland, Schweden und den USA.

Toolox® Vertriebsbüros



Scannen Sie den
QR-Code, um
mehr zu erfahren





SUPPORT

DA SEIN, WENN ES DARAUF ANKOMMT

SSAB hat umfangreiche Erfahrung bei der Unterstützung von Kunden bei der Produktentwicklung, der Innovation und Konstruktion neuer Anwendungen, der Wahl des richtigen Materials und Werkstattempfehlungen.



24/7-Support zu Ihren Diensten

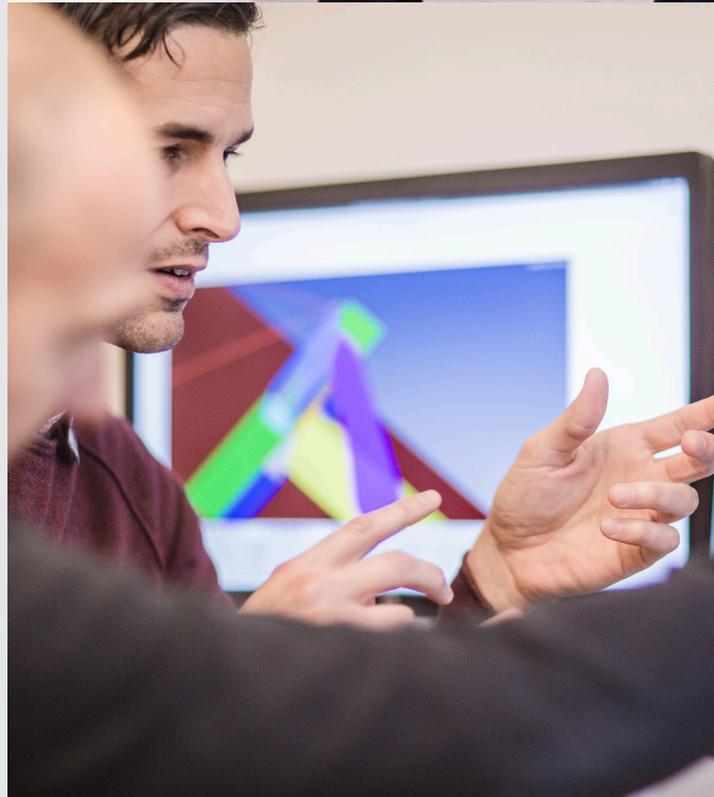
Die erfahrenen Techniker des technischen Supports von SSAB stehen Ihnen jederzeit beratend zur Seite. Entweder in Ihrer Sprache oder in Englisch. Der technische Support unterstützt Sie bei praktischen Fragen im Alltag, von der Materialauswahl über Schweißparameter bis zu Bearbeitungsempfehlungen und vielem mehr. Der technische Support von SSAB ist telefonisch oder per E-Mail erreichbar. Die Telefonnummern und E-Mail-Adressen finden Sie auf ssab.com.

Scannen Sie den QR-Code, um zum technischen Support zu gelangen



SSAB Knowledge Service Center

Der technische Support von SSAB arbeitet eng mit den Fachgruppen beim SSAB Knowledge Service Center zusammen, wenn es um Fragen geht, die ein vertieftes Fachwissen erfordern. Das SSAB Knowledge Service Center ist eine spezielle Ressource für die Entwicklung von Anwendungen und Optimierung der Produktion. Unsere Material- und Produktionsspezialisten konzentrieren sich darauf, die Herstellung Ihrer Produkte zu vereinfachen und den Endbenutzern einen höheren Mehrwert zu liefern.





+46 243 729 29

Nur einen Anruf entfernt:

- Materialwahl
- Empfehlungen zum Zerspanen
- Werkzeugberatung
- Produktionseffizienz
- Ermüdungs- und Verschleißberechnungen
- Empfehlungen für Schweißverfahren



Globales Kundenportal von SSAB

Das Kundenportal dient als digitaler Knotenpunkt, an dem Sie Ihre Geschäftsbeziehung mit SSAB verwalten und die erforderlichen Informationen einfach und effizient auffinden können.

Im Portal können Sie Ihre Bestellungen verfolgen, nach Lagermaterial suchen und die Verfügbarkeit im Lager direkt mit Ihrem Vertriebsvertreter von SSAB abstimmen. Außerdem können Sie die mit Ihrer Bestellung verbundenen Materialzertifikate suchen und herunterladen.

Scannen Sie den QR-Code, um zum Kundenportal zu gelangen



Erfahren Sie mehr über Toolox®

Auf der Download-Seite für Toolox® finden Sie detaillierte Informationen über Verarbeitungsmethoden sowie technische Spezifikationen für die verschiedenen Toolox® Güten.

Scannen Sie den QR-Code, um zu den Downloads zu gelangen



Online-Chats mit unserem Support

Auf toolox.com haben Sie Zugang zu unserer Online-Chat-Funktion. Wenn Sie eine Frage zu Toolox® eingeben, erhalten Sie schnell Antwort von uns, ganz gleich ob es um Verarbeitung, Materialeigenschaften, Verfügbarkeit oder andere Themen geht. Wenn wir nicht sofort antworten können, leiten wir Sie zur richtigen Quelle weiter. Wir freuen uns, Ihnen zu helfen!

Scannen Sie den QR-Code, um zu toolox.com zu gelangen



SSAB ist ein in Nordeuropa und den USA ansässiges Stahlunternehmen. SSAB bietet Produkte und Dienstleistungen mit Mehrwert an, die in enger Zusammenarbeit mit seinen Kunden entwickelt wurden – damit die Welt stärker, leichter und nachhaltiger wird. SSAB beschäftigt Mitarbeiter in über 50 Ländern. SSAB verfügt über Produktionsstätten in Schweden, Finnland und in den USA. SSAB ist an der Nasdaq Stockholm notiert und an der Nasdaq Helsinki zweitnotiert. www.ssab.com. Folgen Sie uns auch auf den sozialen Netzwerken: Facebook, Instagram, LinkedIn, Twitter und YouTube.



SSAB
SE-613 80 Oxelösund
Schweden

T+46 155 25 40 00
F+46 155 25 40 73
contact@ssab.com

www.toolox.com

Toolox® ist ein Warenzeichen der SSAB-Unternehmensgruppe. Alle Rechte vorbehalten. Die Informationen in dieser Broschüre dienen ausschließlich einer allgemeinen Information. SSAB AB übernimmt keine Haftung für die Eignung oder Zweckmäßigkeit für bestimmte Anwendungen. Der Benutzer ist somit für alle Anpassungen und/oder Modifizierungen verantwortlich, die für die betreffende Anwendung notwendig sind.

SSAB