

Der weltweit erste fertig wärmebehandelte Werkzeugstahl. Fertig gehärtet auf ca. 45 HRC.

Gehärteter Werkzeugstahl, ursprünglich entwickelt für Kunststoffformen, hervorragend geeignet für das Polieren und Fotoätzen. Aufgrund der außerordentlichen Zähigkeit, sehr guten Temperaturbeständigkeit und besonderen Verzugsarmut wird Toolox® 44 heute gerne für Metalldruckgussformen, Biege- und Umformwerkzeuge, zähe Maschinenmesser, hochfeste Maschinenteile, verschleißfeste Gleitführungen, Verschleißplatten, Vorrichtungen und Präzisionsteile verwendet. Die außerordentlichen Dämpfungseigenschaften empfehlen Toolox® 44-Rundmaterial besonders für vibrationskritische Maschinenspindeln.

Toolox® 44 lässt sich überraschend leicht spanend bearbeiten und bleibt dabei erstaunlich formstabil. Neue Fertigungskonzepte sind möglich, da Wärmebehandlung und nachträgliche Anpassungsarbeiten bei diesem fertig gehärteten Werkstoff entfallen. Sie sparen Zeit sowie technischen Aufwand, Sie gewinnen Sicherheit und verlängern die Lebensdauer Ihrer Bauteile.


Nitrierbehandlung oder PVD-Beschichtung sind problemlos möglich, eine weitere Wärmebehandlung ist unnötig und wird nicht empfohlen.

Als „Approved Dealer“ ist Gebr. Recknagel der zuständige Vertriebspartner des schwedischen Herstellers SSAB für Deutschland.

Farbkennzeichnung:
Rot (Toolox® 44)



TOOLOX® 44	55
PräziPlan® – Präzisionsflachstahl	56
EcoPlan® – Präzisionsflachstahl	57
VarioPlan®	58
VarioRond®	59
Rohmaterial	60
Dämpfungseigenschaften	61
Werkstoffblatt	62
Metallurgische Information, mechan. Eigenschaften	63
Härtvergleichstabelle für Toolox® und Hardox®	65
Bearbeitung von Toolox®	66
Polieren von Toolox®	72
Schweißen von Toolox®	73
Anwendungsbeispiele	74

WebShop:  www.stahlnetz.de Telefon: +49 (0) 368 44 / 480 - 0 • grp@stahlnetz.de

GEBRÜDER RECKNAGEL®
Präzision in Stahl  **55**

TOOLOX® 44

PräziPlan® – Präzisionsflachstahl
(nach DIN 59350)

Ausführung:

Gehärtet auf 410–475 HB (41–47 HRC),
Dicke geschliffen mit R_a = 6 µm,
Breite feinbearbeitet,
allseitig entkohlungsfrei bearbeitet

Toleranzen:

Breite: +0,2 / -0 mm
Dicke: +0,2 / -0 mm
Länge: +40,0 / -0 mm



Länge: 1.000 mm Preise [/Stück]

	Dicke [mm]													
	4,2	5,2	6,2	8,2	10,4	12,4	15,4	20,4	25,4	30,4	40,4	50,4	60,4	
Breite [mm]	20,3	46	55	55	55	58	62	66						
	25,3	48	56	56	58	62	66	73	99					
	30,3	50	59	59	62	66	73	78	106	126				
	40,3	60	66	66	73	81	84	92	122	137	164			
	50,3	78	86	92	100	102	119	139	150	158	169	178		
	60,3	88	99	106	116	121	130	150	158	164	171	194	228	
	70,3	96	108	110	125	126	136	158	164	167	173	217	236	256
	80,3	102	117	121	144	146	153	164	169	174	178	218	241	270
	100,3	106	139	144	154	158	165	173	187	207	225	256	292	332
	120,3							208	218	228	244	297	330	
	150,3				187	193	211	236	264	279	309	350	370	418
	200,3				272	278	286	309	321	321	384	454	489	598
	250,3				307	313	363	400	412	412	454	537	583	
	300,3				337	344	374	430	473	473	504	581	657	
400,3							492	509	509	613	711	854		
500,3				454	472	527	544	583	583	709	825	969		

Viereck, Länge: 1.000 mm Preise [/Stück]

	10,4	12,4	15,4	20,4	25,4	30,4	40,4	50,4	60,4
	83	86	88	88	114	146	174	188	255

Sonderausführungen liefern wir schnell und preiswert!

**EcoPlan® 150 / 400 / 800 – Präzisionsflachstahl
(nach DIN 59350) in günstigen Kurzlängen**

Ausführung:

Gehärtet auf 410–475 HB (41–47 HRC),
allseitig, auch in der Länge,
entkohlungsfrei präzisionsbearbeitet

Toleranzen:

Breite: +0,2 / -0 mm
Dicke: +0,2 / -0 mm
Länge: +0,4 / -0 mm

Länge: 400,3 mm

Preise [/Stück]

400	Dicke [mm]												
	8,4	10,4	12,4	15,4	20,4	25,4	30,4	40,4	50,4	60,4	80,4	100,4	
Breite [mm]	20,3	24	26	28	29	40							
	25,3	26	28	29	32	44	51						
	30,3	28	29	32	34	48	57	65					
	40,3	32	37	38	41	55	61	72	72				
	50,3	45	46	53	56	60	65	76	80	84			
	60,3	52	55	58	60	64	69	76	87	100	113		
	80,3	63	63	64	66	72	78	80	98	109	121	166	
	100,3	69	69	70	72	82	93	101	115	131	149	197	232
	120,3	74	75	76	80	92	102	110	134	148	187	227	269
	150,3	82	82	85	92	105	122	138	157	167	188	274	325
	200,3	98	98	103	111	130	144	172	204	220	269	350	417
	250,3	115	115	121	130	153	181	204	241	262	345	428	510
	300,3	132	132	138	150	178	209	226	261	295	406	505	604
400,3	165	165	174	189	225	229	276	320	384	528	659	789	

Länge: 150,3 mm

Preise [/Stück]

150	Dicke [mm]									
	8,4	10,4	12,4	15,4	20,4	25,4	30,4	40,4	50,4	
Breite [mm]	20,3	13	14	15	16	22				
	25,3	14	15	16	19	25	28			
	30,3	15	16	19	20	27	31	37		
	40,3	19	21	21	23	30	34	41	44	
	50,3	25	26	30	34	38	40	42	44	47
	60,3	29	30	32	38	40	41	42	48	57
	80,3	35	37	39	41	42	44	44	55	60
	100,3	39	40	41	43	47	51	57	64	73
	120,3	43	44	45	52	55	57	61	73	81
	150,3	47	48	52	59	63	67	77	84	93

Länge: 800,3 mm

Preise [/Stück]

800	Dicke [mm]												
	8,4	10,4	12,4	15,4	20,4	25,4	30,4	40,4	50,4	60,4	80,4	100,4	
Breite [mm]	80,3	92	92	95	112	126	139	141	174	192	216	288	
	100,3	100	100	104	123	140	161	180	204	234	265	339	399
	120,3	110	110	114	136	155	179	196	238	263	320	391	461
	150,3	122	122	128	154	179	207	243	280	296	346	468	555
	200,3	145	145	152	184	216	253	300	355	391	479	596	711
	250,3	167	167	175	214	253	299	356	426	467	583	724	867
	300,3	189	189	200	243	291	346	403	465	525	685	854	1022
	400,3	233	233	247	303	366	408	490	569	683	888	1110	1335
	500,3	277	277	299	363	440	486	567	687	804	1090	1368	1647
	600,3	322	322	352	422	516	625	752	922	1095	1293	1625	1959

WebShop:
www.stahlnetz.de



Telefon: +49 (0) 368 44 / 480 - 0 • grp@stahlnetz.de



Toolox 44

TOOLOX® 44

**VarioPlan®
Feingefräste Halbzeuge in
frei wählbaren Abmessungen**

- flexibel in Breite, Dicke und Länge
- Kanten gesägt oder gefräst
- auf Wunsch mit Fasen und/oder Eckradius
- Fertigung in 2 bis 3 Tagen
- einfache Kalkulation

Nutzen Sie unsere Online-Kalkulation im
WebShop: www.varioplan.de

The screenshot shows the VarioPlan online calculator interface. It includes sections for:

- Toleranzen:** Breite: +0/-0 mm, Dicke: +0,2/-0 mm, Länge: +0/-0 mm.
- Minimalabmessung:** Breite: 20 mm, Länge: 20 mm.
- Maximalabmessung:** Breite: 900 mm, Länge: 2900 mm.
- Kalkulation:** Shows a selected part with dimensions: Breite: 113,30 mm x Dicke: 11,70 mm x Länge: 252,30 mm. Price: 82,90 €/Stück.
- Definieren Sie hier ihre Fasen:** Options for Faser oben (FO), Faser seitlich (FS), and Faser unten (FU) with 45-degree chamfers.
- Definieren Sie hier ihre Radien:** Options for Radius and Einzug (fillet).
- Schematische Darstellung:** Visual diagrams A, B, C, and D showing different edge treatments like chamfers and radii.

Toolox 44

WebShop:
www.stahlnetz.de



Telefon: +49 (0) 368 44 / 480 - 0 • grp@stahlnetz.de



VarioRond®
Rundmaterialabschnitte
mit frei wählbarer Länge
zum Stückpreis

Ausführung und Toleranzen:

- Länge, gesägt: +3,0 / -0 mm
- Durchmesser:

 - 16–121 mm +3,0 / -0 mm
 - 126–162 mm +4,0 / -0 mm
 - 172–202 mm +5,0 / -0 mm
 - >202 mm +8,0 / -0 mm

- Durchmesserbereich: 16–353 mm

Flexible Online-Kalkulation:

www.variorond.de

- Wunschlänge ist frei wählbar
- Stückpreise für Ihre Wunschlänge
- Sägekosten inklusive
- keine weiteren Zuschläge

VarioRond Rundmaterial Toolox 44

Toleranzen
Durchmesser: +3/0 mm
Länge: +3/0 mm

Kalkulation (Länge frei wählbar / Preise stückzahlabhängig)

Ihr gewählter VarioRond
Durchmesser: 56,00 mm x Länge: 264,00 mm
55,30 €/Stück

Anzahl: 1

Durchmesser: 56 mm x Länge: 264 mm x Anzahl: 1

Länge [mm]	Durchmesser [mm]														
	16	21	28	31	36	41	46	51	56	61	66	71	81	91	101
1.002,0	25,00 €	34,10 €	45,80 €	61,80 €	76,20 €	97,10 €	119,80 €	144,70 €	170,20 €	198,80 €	229,30 €	269,20 €	292,30 €	341,00 €	422,10 €

Toolox 44

WebShop: www.stahlnetz.de

Telefon: +49 (0) 368 44 / 480 - 0 • grp@stahlnetz.de

GEBRÜDER RECKNAGEL
Präzision in Stahl

Rohmaterial

Bleche oder Schmiedeteile und Zuschnitte daraus, gehärtet auf 410–475 HB (41–47 HRC), Blechoberfläche gestrahlt und grundiert

	Dicke [mm]														
	6	8	9,2	10	11,6	12	13,6	14	16	16,7	17,6	18	20	22	25
27	28	30	32,5	35	40	43	45	50	53,5	55	60	63,5	65		
70	74	80	84	90	100	104	110	120	125	130					

Toolox 44

Günstiges Rohmaterial online aussuchen, auch als Zuschnitt:
www.ResteShop.de

Schnell, übersichtlich und transparent:
ResteShop und Schnellfinder bei www.stahlnetz.de

ResteShop

- alle Werkstoffe
- mit Zuschnittservice
- sofort ab Lager
- günstige Sonderpreise für Reststücke
- so lange der Vorrat reicht

Schnellfinder

- alle Produkte im Vergleich
- Ihre Sonderteile fertig kalkuliert
- einfache Auswahl der optimalen Lösung

WebShop: www.stahlnetz.de

Telefon: +49 (0) 368 44 / 480 - 0 • grp@stahlnetz.de

GEBRÜDER RECKNAGEL
Präzision in Stahl

Werkstoffblatt

Toolox® 44 ist ein gehärteter und angelassener Werkzeugstahl, der auf geringste Restspannungen ausgelegt ist. Dieser Werkstoff hat deshalb eine sehr gute Formstabilität bei der Bearbeitung. Toolox® 44 besitzt trotz einer Härte von 45 HRC gute Bearbeitungseigenschaften. Der Werkzeugstahl ist speziell vorgesehen für Kunststoffformen und ist hervorragend polier- und narbungsgeeignet. Andere Einsatzbereiche: Blechumformwerkzeuge, Verschleißsteile, Konstruktionsteile sowie Maschinenspindeln.

Toolox
44

- Härte** (Garantierter Wert) HBW 410–475 (entspricht ca. 41–47 HRC)
- Kerbschlagarbeit** (Garantierter Wert) Prüftemperatur 20°C Kerbschlagarbeit, Charpy-V in Querrichtung ≤ 130 mm mind. 18 J
- Zugfestigkeit** (Umgerechneter Wert) Zugfestigkeit ca. 1450 MPa
- Ultraschallprüfung** (Garantierter Wert) Nach EN 10 160 (Bleche) oder EN 10 228-3 (Schmiedeteile) und zusätzlichen Anforderungen gemäß SSAB V6.
- Ätzeigenschaften** (Garantieverpflichtung) Toolox® 44 erfüllt die Anforderungen gemäß NADCA 207–2006.
- Abmessungen** Toolox® 44 wird in Blechdicken 6–130 mm geliefert.
- Lieferzustand** Gehärtet und angelassen bei mind. 590°C.
- Wärmebehandlung** Nitrieren oder Beschichten ist bei Temperaturen unter 590°C möglich. Toolox® 44 ist für weitere Wärmebehandlung nicht vorgesehen. Wenn dieser Werkstoff weiterer Wärmebehandlung über 590°C unterzogen wird, sind die Eigenschaften nicht mehr garantiert.
- Prüfung** Prüfung gemäß EN 10 025 und EN ISO 6506-1. Härtegeprüft an abgefräster Oberfläche 0,5–2 mm unter der Blechoberfläche.
- Toleranzen** Blech: Gemäß Werknorm SSAB für Werkzeugstähle, Schmiedestücke: Gemäß DIN 75 27 Rundstahl: EN 10 060
- Schweißen** Hinweise auf Seite 73 beachten.
- Produkte** Präzisionsflachstahl (Standard- und Sonderabmessungen), EcoPlan®, VarioPlan®, VarioRond® und Rohmaterialzuschnitte. Maschinenbauteile und Führungsleisten individuell nach Ihren Angaben und Zeichnungen.

WebShop:  www.stahlnetz.de Telefon: +49 (0) 368 44/480 - 0 • grp@stahlnetz.de



TOOLOX® 44

Dämpfungseigenschaften

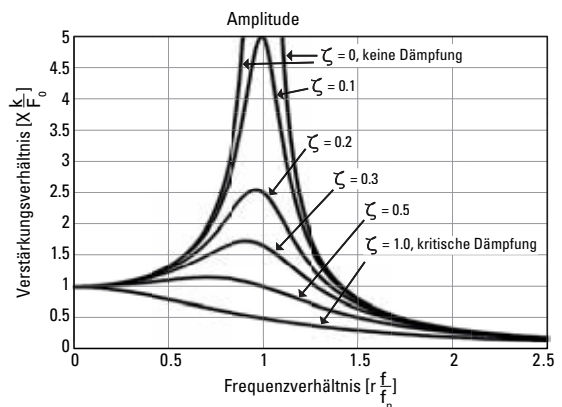
Toolox® 44 wurde in Schweden schon früh erfolgreich für Grundkörper hochwertiger Zerspanungswerkzeuge wie WP-Bohrer, Fräser und Abstechwerkzeuge eingesetzt. Dabei zeigten sich ruhiger Lauf und lange Standzeiten, gerade auch im direkten Vergleich zu bisher üblichen Werkstoffen. Mehrere wissenschaftliche Untersuchungen, unter anderem an der Königlichen Technischen Hochschule in Stockholm sowie durch Dr. Svenningsson führen dies auf hervorragende Dämpfungseigenschaften des Werkstoffes zurück. So ist die kritische Schnitttiefe von Toolox®-Fräsern größer als bei herkömmlichen Werkzeugen, schlankere, weiter auskragende Werkzeuge werden möglich.

Diese Eigenschaften empfehlen Toolox® 44-Rundmaterial auch für Wellen und Spindeln und andere Maschinenelemente, bei denen Fremdanregung den Prozess beeinflusst und Schwingungen reduziert werden sollen.

Schneller abklingende Amplituden in Folge der höheren Dämpfung verbessern zudem entscheidend die Dauerfestigkeit des Bauteiles, Materialermüdung wird reduziert.

Über einen weiten Frequenzbereich von 65 Hz bis 4.000 Hz ist die Dämpfung sehr gut, sie steigt mit der Anregungsfrequenz. So beträgt der Dämpfungsfaktor zwischen 1,2% bei 120 Hz und 2,2% bei 4.000 Hz und liegt damit erheblich über dem anderer Stähle, er erreicht in der Spitze das Niveau von Grauguss. Die Untersuchungen sind derzeit noch nicht abgeschlossen, erklären und bestätigen die bisher beobachteten Vorteile im Betrieb aber recht gut. Sprechen Sie uns an, wir unterstützen Sie gerne bei der Optimierung Ihrer Bauteile.

Amplituden bei unterschiedlichen rel. Dämpfungswerten ζ



Toolox
44

Werkstoff	Rel. Dämpfung ζ %
GG [Grauguss]	≈ 2,1 – 2,3
Toolox 44	1,9
Toolox 33	1,0
S355 [St52]	0,8
Hochfeste Stähle (vergütet)	≈ 0,1 – 0,3

WebShop:  www.stahlnetz.de Telefon: +49 (0) 368 44/480 - 0 • grp@stahlnetz.de



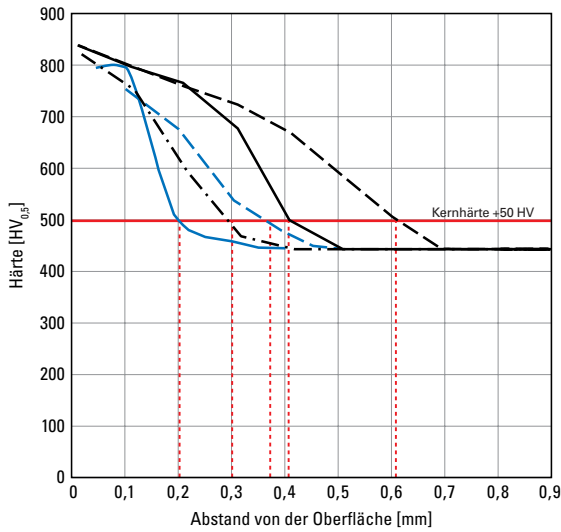
TOOLOX® 44

Metallurgische Information

Härteverlauf

Ermittlung der Nitriertiefe NHD nach DIN 50190-3 bei Kernhärte +50 HV

Hinweis: Durch die hohe Kernhärte von ca. 450 HV unterschätzt man leicht die wirksame Nitriertiefe im Vergleich zu niedrig vergüteten Werkstoffen.



- Gasnitrieren im Ammoniakgasstrom, 36h, 510°C: NHD=0,40 mm
- - - Gasnitrieren im Ammoniakgasstrom, 84h, 510°C: NHD=0,60 mm
- · - Gas-Nitro-Carburieren, 5h, 580°C: NHD=0,30 mm
- Plasmanitrieren, Kurzzeit: NHD=0,23mm, VS=7µm
- - - Plasmanitrieren, Langzeit: NHD=0,38mm, VS=7µm

Richtanalyse/Chemische Zusammensetzung [%]

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	Ni
max.	0,32	1,1	0,8	0,01	0,003	1,35	0,8	0,14	1,0
min.		0,6							

Einschlussgehalt (Typenwerte)

Einschlussquote (äquival. Durchmesser)	6µm
Flächenanteil	0,015%
Länge-Breite-Verhältnis	1,2

Physikalische Eigenschaften (Typenwerte)

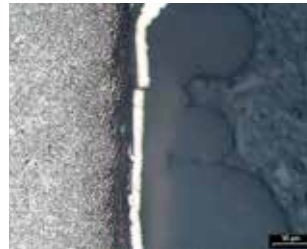
Wärmeausdehnungskoeffizient [10⁻⁶/K]

bei +20–200°C: 13,5

Wärmeleitkoeffizient:

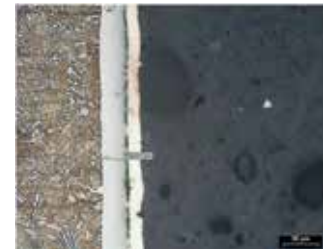
+20°C	34,0 W/mK
+200°C	32,0 W/mK
+400°C	31,0 W/mK
+600°C	21,0 W/mK

Kurzzeit



Diffusionszone, keine Verbindungsschicht

Langzeit



Diffusionszone, Verbindungsschicht 34 µm

WebShop: www.stahlnetz.de



Telefon: +49 (0) 368 44 / 480 - 0 • grp@stahlnetz.de

GEBRÜDER RECKNAGEL
Präzision in Stahl

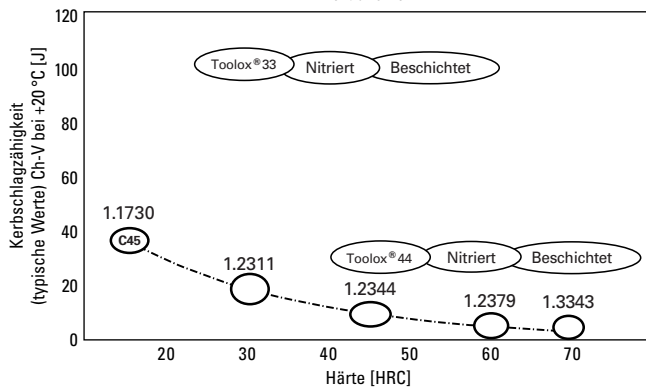
63

TOOLOX® 44

TOOLOX®
ENGINEERING & TOOL STEEL

Oberflächentechnik

Hart und Zäh



Mechanische Eigenschaften (typische Werte*)

	garantierte Härte [HBW]	Härte typ. [HRC]*	garantierte Kerbschlagarbeit typ. Min [J]	Kerbschlagarbeit typ. [J]*	Dehngrenze typ. R _{p0,2} [MPa]*	Zugfestigkeit typ. R _m [MPa]*	Bruchdehnung typ. A ₅ [%]*	Stauchgrenze typ. MPa*	Stauchgrenze nach 170 Std. Haltezeit typ. MPa*	Dicke [mm]
-40°C				14						6–130
-20°C				19						
+20°C	410–475	45	18	30	1300	1450	13	1250		
+200°C				60	1200	1380	10	1120		
+300°C				80				1120		
+400°C				80				1060	1060	
+500°C								930	910	

Toolox® wird bei Raumtemperatur auf Härte und Kerbschlagarbeit geprüft.

Alle anderen angegebenen Werte stammen aus ergänzenden Prüfungen und dienen nur zur Information, sind jedoch nicht garantiert.

* Richtwerte nur zur Information.

WebShop: www.stahlnetz.de



Telefon: +49 (0) 368 44 / 480 - 0 • grp@stahlnetz.de

GEBRÜDER RECKNAGEL
Präzision in Stahl

64


Toolox 44

Toolox 44

Härtevergleichstabelle für Toolox® und Hardox®

Zugfestigkeit MPa	715	790	820	861	935	995	1011	1090	1169	1245	1328	1412	1494	1580	1758	1940	2130
Vickershärte HV	205	233	243	261	289	311	317	345	373	401	429	458	485	514	569	627	682
Brinellhärte HBW	225	250	260	275	300	320	325	350	375	400	425	450	475	500	550	600	650
Rockwell HRC	19	22,5	24	26	29	32	32,5	35,5	38	40	42,5	44,5	46,5	49	52,5	55	57,5

Toolox 44

WebShop:  www.stahlnetz.de Telefon: +49 (0) 368 44/480-0 • grp@stahlnetz.de

GEBRÜDER RECKNAGEL®
Präzision in Stahl  **65**

TOOLOX® 33 / TOOLOX® 44

Bearbeitung von Toolox®

Alle bedeutenden Werkzeughersteller sind heute auf die Bearbeitung von Toolox® vorbereitet. Es empfiehlt sich, sich über geeignete Werkzeuge und Schnittwerte beraten zu lassen. Diese Empfehlungen sollten lehrbuchmäßig eingehalten werden, um ein optimales Ergebnis und produktive Leistung zu erzielen. Es ist unbedingt zu vermeiden, aus falsch verstandener Vorsicht den Vorschub zu reduzieren. Gute Spanbildung führt zum Erfolg, Toolox® dankt es Ihnen mit langer Werkzeugstandzeit und schnellerer Bearbeitung.

Bohren

Das **Bohren mit HSS-Werkzeugen** ist weniger stabilen Maschinen sowie geringen Stückzahlen vorbehalten. Bewährt haben sich HSS-Co-Werkzeuge mit den unten angegebenen Schnittwerten. Achten Sie auf kontinuierlichen maschinellen Vorschub und scharfe Werkzeuge. Eine ausgespitzte Querschneide wäre vorteilhaft um optimale Spanbildung zu gewährleisten.

Bohren mit VHM-Werkzeugen ist produktiv und effizient. Dabei ist eine innere Kühlmittelzufuhr mit fetterer Konzentration zu empfehlen. Achten Sie darauf, mit kontinuierlichem Vorschub zu bohren (nicht geringer als die Empfehlung des Werkzeugherstellers).

	Toolox® 33	Toolox® 44
Schnittgeschwindigkeit: v [m/min]	~ 15	~ 7
Durchmesser [mm]	Vorschub: f [mm/U] / Drehzahl [1/min]	
5	0,10/950	0,05/445
10	0,10/475	0,09/220
15	0,16/325	0,15/150
20	0,23/235	0,20/110
25	0,30/195	0,25/90
30	0,35/165	0,30/75
* 35	0,40/136	0,35/63
* 40	0,45/119	0,40/55

	Toolox® 33		Toolox® 44	
Schnittgeschwindigkeit: v [m/min]	65–90		40–65	
Durchmesser [mm]	Vorschub [mm/U]			
	min.–max.	Startwert	min.–max.	Startwert
3,0–5,0	0,08–0,15	0,10	0,06–0,11	0,07
5,01–10,0	0,09–0,16	0,12	0,08–0,13	0,10
10,01–15,0	0,16–0,22	0,18	0,12–0,18	0,15
15,01–20,0	0,22–0,28	0,25	0,16–0,20	0,18

66 WebShop:  www.stahlnetz.de Telefon: +49 (0) 368 44/480-0 • grp@stahlnetz.de

Toolox 33
Toolox 44

HM-Wechselschneidköpfe oder gelötete Schneiden kommen bei mittleren Durchmessern zum Einsatz. Schnittwerte entnehmen Sie der Tabelle.

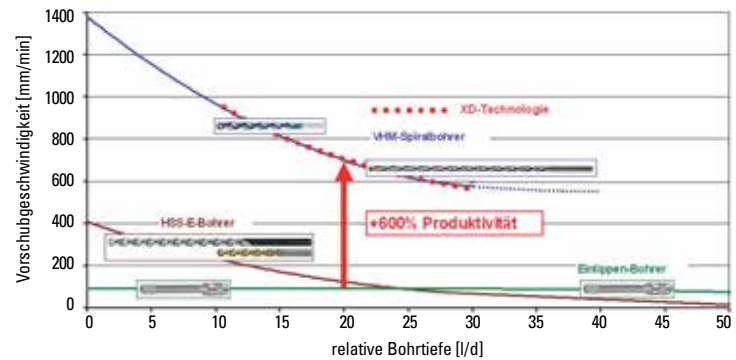
	Toolox® 33		Toolox® 44	
Schnittgeschwindigkeit: v [m/min]	50–80		40–60	
Durchmesser [mm]	Vorschub [mm/U]			
	min.–max.	Startwert	min.–max.	Startwert
7,5–12,0	0,10–0,16	0,13	0,08–0,14	0,11
12,01–20,0	0,15–0,23	0,20	0,12–0,20	0,15
20,01–25,0	0,18–0,27	0,22	0,14–0,22	0,17
25,01–30,0	0,20–0,30	0,24	0,16–0,25	0,19

Überlange Bohrungen bis zu über 50 x D können auch auf Bearbeitungszentren mit IKZ sehr produktiv hergestellt werden, wenn man VHM-Bohrer mit spezieller Geometrie verwendet. Typische Schnittwerte zeigt die nachstehende Tabelle.



Werkstoff	Härte	Drm. d [mm]	Tiefe l [mm]	rel. Tiefe l/d	Schnittdaten			Kühlung Emulsion
					v _c [m/min]	f [mm]	v _f [mm/min]	
Toolox® 33	300 HB	5	10	20	50	0,15	477	IK, p=20bar
Toolox® 44	45 HRC	5	100	20	36	0,15	344	IK, p=20bar

Werkangaben Titex



WebShop: www.stahlnetz.de



Telefon: +49 (0) 368 44/480-0 • grp@stahlnetz.de



Tiefbohren in Toolox® stellt eine besondere Herausforderung dar, die der renommierte Hersteller Botek mit einer besonderen Schneidengeometrie beherrschbar macht und wirtschaftlich löst. Die Einlippen-Vollbohrwerkzeuge Typ 110 mit Sondergeometrie für Durchmesser bis 12,0mm sowie Einlippen-Tiefbohrwerkzeuge Typ 01 mit wechselbaren Schneidplatten und Führungsleisten in Sonderausführung ab Durchmesser 12,0mm haben sich als hervorragende Lösung bewährt.

Toolox® 33	Bohr-Ø	3	4	5	6	7–8	9–10	11–12	>12	Werkangaben Botek
	Schnittgeschwindigkeit [m/min]	50	50	50	50	40–50	40–50	40–50	40–50	
	Vorschub [mm/U]	0,005	0,01	0,015	0,0175	0,02	0,03	0,04	0,1	
	Kühlschmierstoffdruck [bar]	100	100	100	90	80	70	60	40	
	Anbohr-Strecke [mm]	40	40	50	60	60	70	70	70	
	Anbohr-Vorschub [mm/U]	0,0025	0,005	0,0075	0,009	0,01	0,015	0,02	0,05	

Erreichbarer Standweg mit Öl: ca. 10–12 Meter bei optimalen Prozessbedingungen

Toolox® 44	Bohr-Ø	3	4	5	6	7	8	9–10	11–12	>12	Werkangaben Botek
	Schnittgeschwindigkeit [m/min]	50	50	50	50	40–50	40–50	40–50	40–50	40–50	
	Vorschub [mm/U]	0,005	0,01	0,012	0,015	0,015	0,0175	0,02	0,03	0,07	
	Kühlschmierstoffdruck [bar]	100	100	100	90	90	80	70	60	40	
	Anbohr-Strecke [mm]	40	40	50	50	60	60	70	70	70	
	Anbohr-Vorschub [mm/U]	0,0025	0,005	0,006	0,0075	0,0075	0,009	0,01	0,015	0,035	

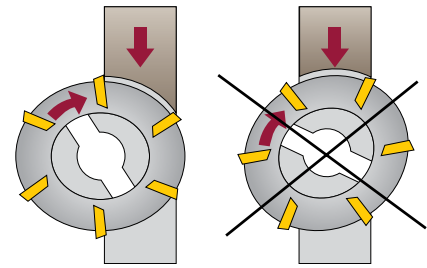
Erreichbarer Standweg mit Öl: ca. 2–3 Meter bei optimalen Prozessbedingungen

Für weitere Informationen kontaktieren Sie bitte Fa. Botek (www.botek.de) und beziehen sich gerne auf uns.



Fräsen

Toolox® ist aufgrund äußerst geringer Eigenspannungen besonders verzugsarm, wenn man mit optimalen Parametern zerspannt und keine unnötige Wärme ins Werkstück bringt. Lange Standzeiten erreicht man durch geschickte Frässtrategie und stabile Aufspannung sowie stets hinreichende Spandicke. Toolox hat eine besondere Gefügestruktur, die die Bearbeitung trotz der hohen Härte erleichtert. Karbide sind sehr harte und verschleißbeständige Gefügebestandteile. Deren mikroskopisch feine, kugelige Form im Toolox-Gefüge vermeidet die bei anderen Werkzeugstählen typische Schneidenschädigung. Ein hinreichend hoher Zahnvorschub sichert das Abtragen der Karbide gemeinsam mit dem Span, ein zu geringer Vorschub würde dagegen zu intensivem Abrasivverschleiß an der Schneide führen. Scharfe Schneiden mit positiver Geometrie sind optimal für Toolox. Wählen Sie Werkzeuge für die Bearbeitung hochvergüteter Stähle. Werkzeuge für die Hartbearbeitung (bis 60 HRC) sind ungeeignet, deren Schneiden haben meist negative Spanwinkel.

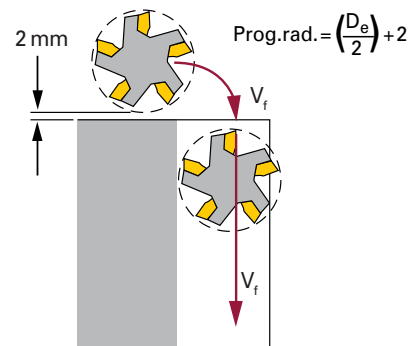


Einfahrt per „Roll-In“ Verfahren
Verschleiß nach 800 Bearbeitungsgängen

Gerade Einfahrt ins Werkstück
Verschleiß nach 390 Bearbeitungsgängen



Einführen in das Schneideverfahren per „Roll-In“ Verfahren



Planfräsen

Unterbrochene Schnitte fräsen sich besser mit runden Wendeplatten. Besonders hohe Produktivität erreicht man mit HPC-Werkzeugen. Auch Eckmesserköpfe sind für Toolox® geeignet.

Empfehlung für 45°-Fräser

	Toolox® 33		Toolox® 44	
	min.-max.	Startwert	min.-max.	Startwert
Schnittgeschwindigkeit: v [m/min]	180–220		120–160	
Vorschub: fz [mm/Zahn]	0,15–0,35	0,25	0,15–0,35	0,25
Wendeplattengüte P30	0,15–0,35	0,25	0,15–0,35	0,25

Empfehlung für Planfräser mit runden Platten

	Toolox® 33		Toolox® 44	
	min.-max.	Startwert	min.-max.	Startwert
Schnittgeschwindigkeit: v [m/min]	180–220		140–180	
Vorschub: fz [mm/Zahn]	0,10–0,25	0,15	0,10–0,25	0,15
Wendeplattengüte P30	0,10–0,25	0,15	0,10–0,25	0,15

Empfehlung für Eckfräser / Eckmesserköpfe

	Toolox® 33		Toolox® 44	
	min.-max.	Startwert	min.-max.	Startwert
Schnittgeschwindigkeit: v [m/min]	180–220		120–160	
Vorschub: fz [mm/Zahn]	0,12–0,25	0,17	0,12–0,25	0,17
Wendeplattengüte P30	0,12–0,25	0,17	0,12–0,25	0,17

Schnittwerte für HPC-Kopier- und Planfräser

Werkstoffgruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit N/mm2	Kopierfräsen								Tauch- / Bohrzirkularfräsen							
			Trockenbearbeitung				Nassbearbeitung				Trockenbearbeitung				Nassbearbeitung			
			Schneidstoff 1. Wahl	Vc [m/min]			Schneidstoff 1. Wahl	Vc [m/min]			Schneidstoff 1. Wahl	Vc [m/min]			Schneidstoff 1. Wahl	Vc [m/min]		
				min	Start	max		min	Start	max		min	Start	max		min	Start	max
8.2	Toolox® 33 Werkzeugstähle	900–1100	F25M	120	140	160	F25M	110	130	150	F25M	80	90	100	F25M	70	85	100
10.0	Toolox® 44 gehärtete Stähle	41–47 HRC	F15M	120	160	200	-	-	-	-	F15M	80	105	130	-	-	-	-

Werkangaben Hoffmann



Schaftfräsen

Beim Schlitzfräsen hat sich eine Tiefenzustellung a_p von $0,5 \times D$ bewährt, hinreichender Spanraum sollte vorhanden sein. Schaftfräsen bis hin zum Trochoidalfräsen ist mit a_p in voller Schneidenlänge und a_e von ca. $0,1 \times D$ sehr produktiv. Trockenfräsen mit Druckluftkühlung zur Abfuhr von Spänen vermeidet Thermoschock und Überlast infolge eingezogener Späne.

Gewinde

Beide Toolox®-Werkstoffe können mit **Maschinengewindebohrern** bearbeitet werden. Erfahrene Schlosser bohren das Kernloch etwas größer. Besonders bewährt haben sich Schneidpaste, Schneidöl oder eine fettere Emulsion.

Gewindefräsen ist ein produktives Verfahren für hohe Fertigungssicherheit, auch bei sehr kleinen Durchmessern und gerade dort, wo Gewindefräsen schwierig ist.

Flachsenken sowie Kegelsenken sind mit Wendeplattenwerkzeugen problemlos auf Bearbeitungszentren möglich. Für weniger stabile Maschinen haben sich Senker mit mitlaufenden Führungzapfen bewährt.

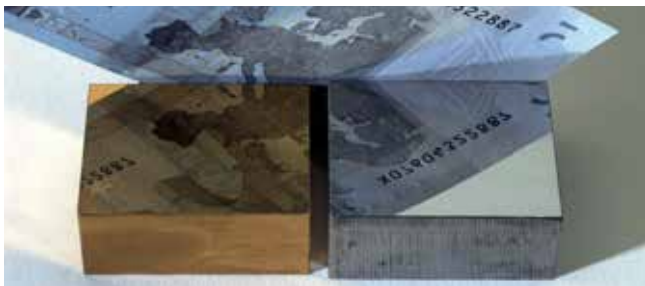
	Toolox® 33	Toolox® 44
Schnittgeschwindigkeit: v [m/min]	7–10	3–5
Größe	Drehzahl [1/min]	
M5	445–635	190–320
M6	370–530	160–265
M8	270–400	120–200
M10	220–320	95–160
M12	185–265	80–130
M16	140–200	60–100
M20	110–160	45–80

	Toolox® 33	Toolox® 44
Schnittgeschwindigkeit: v [m/min]	80–110	50–70
Vorschub: f_z [mm/Zahn]	0,03–0,06	0,02–0,05

	Toolox® 33	Toolox® 44
Schnittgeschwindigkeit: v [m/min]	0,10–0,20	0,10–0,20
Durchmesser [mm]	Drehzahl [1/min]	
19	670–1340	335–840
24	530–1060	265–665
34	375–750	185–470
42	300–600	150–380
57	225–440	110–280



Polieren von Toolox®



1. Feinschliff mit einem groben Schleifmittel (z.B. Korngröße 120). Alle Spuren der Verarbeitung oder des Erodierens werden hierbei komplett abgeschliffen. Vorzugsweise sollte hierbei die flache Seite des Schleifmittels zum Einsatz kommen. Variieren Sie die Schleifrichtung in X-Form, um eine absolut flache Oberfläche zu erzielen, Ihre Arbeit effizienter zu gestalten und gleichzeitig Zeit zu sparen.
2. Feinschliff wie in Schritt 1, jedoch mit einer feineren Korngröße wie z.B. 320. Alle nach dem vorherigen Schliff noch verbliebenen Spuren werden hierbei komplett beseitigt.
3. Grobpolierung mit Diamantpaste auf einem Stück Messing. Korngröße $45\mu\text{m}$. Diese Grobpolierung wird durchgeführt bis alle verbliebenen Spuren und Kratzer des vorangegangenen Arbeitsschritts (Schritt 2) gänzlich beseitigt sind.

4. Vorgehensweise wie in Schritt 3, jedoch mit $15\mu\text{m}$ Diamantpaste bis alle nach Schritt 3 noch vorhandenen Spuren verschwunden sind.
5. In diesem Schritt gehen Sie vor wie in Schritt 4, verwenden jetzt aber eine Diamantpaste mit $7\mu\text{m}$. Auch dieser Schritt wird fortgesetzt, bis alle aus Schritt 4 verbliebenen Spuren entfernt sind.
6. Polieren Sie mit Diamantpaste ($7\mu\text{m}$) auf einem Faser- oder Plastikelement. Fahren Sie fort bis die letzten aus Schritt 5 noch verbliebenen Unebenheiten beseitigt sind.
7. Gehen Sie jetzt vor wie in Schritt 6, verwenden Sie jedoch anstelle von $7\mu\text{m}$ -Paste eine Diamantpaste mit lediglich $3\mu\text{m}$. Fahren Sie fort bis die letzten aus Schritt 6 verbliebenen Nuancen von Unebenheiten beseitigt sind. (Wir wählen hier das Wort „Nuance“, da bis jetzt die Oberfläche bereits so eben und fein ist, dass man eigentlich von keinerlei für das bloße Auge noch erkennbare Kratzersprechen kann.)
8. Polierung mit $3\mu\text{m}$ Diamantpaste auf einem Stück Filz bis alle aus dem vorangegangenen Schritt noch vorhandenen Nuancen entfernt sind.
9. Als abschließenden Schritt polieren Sie jetzt mit Diamantpaste der Korngröße $3\mu\text{m}$ und Watte. Dieses ist Handarbeit und hierbei wird der endgültige Glanz erzielt. Fahren Sie fort bis die gesamte Oberfläche einen einheitlichen Glanz aufweist.



Schweißen von Toolox®

Toolox® ist unter Beachtung der nachstehenden Hinweise gut schweißbar. Das Kohlenstoffäquivalent ist für

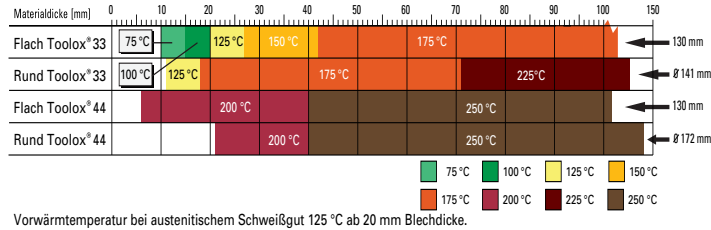
Toolox® 33 CE_{IIW} 0,62–0,71 / CET 0,4–0,44 und für

Toolox® 44 CE_{IIW} 0,92–0,96 / CET 0,55–0,57.

Geeignet für das Schweißen ohne Vorwärmung sind austenitische Schweißzusätze AWS 307 oder AWS 309. Es ergibt sich eine Festigkeit von ca. $R_{p0,2} = 500$ MPa in der Naht. Unlegierte oder niedrig legierte Schweißzusätze ergeben Festigkeiten bis ca. $R_{p0,2} = 930$ MPa und gute Zähigkeit. Zur Auswahl der Schweißzusätze siehe auch Seite 84.

1. Wärmen Sie beide Seiten der Schweißfuge vor, und zwar etwa 100–150mm auf jeder Seite. Die Vorwärmtemperatur sollte in der Mitte des Bleches erreicht werden. Behalten Sie die Vorwärmtemperatur während des gesamten Schweißvorgangs bei, insbesondere beim Heftschweißen.

Mindest-Vorwärmtemperatur für unlegierte und niedrig legierte Schweißzusätze



2. Verwenden Sie möglichst weiche oder rostfreie Elektroden. Die Elektroden müssen trocken sein. Der maximal zulässige Wasser-

stoffgehalt beträgt 5ml/100g Schweißgut. Um eine optimale Texturbildungsqualität zu erzielen, sollte das Schweißen unter Anwendung des WIG-Verfahrens mit einem Zusatzdraht mit derselben chemischen Zusammensetzung wie der Grundwerkstoff durchgeführt werden.

Die einfachste Methode besteht dann darin, eine Stange von einem übrig gebliebenen Teil des Grundwerkstoffs abzusägen.

3. Schweißen Sie mit einer Wärmezufuhr, die einen $\Delta t_{8/5}$ Wert zwischen 10 und 20s ergibt.

4. Beim Schweißen sollte eine Zwischenlagentemperatur von höchstens ***170°C für Toolox® 33** ***225°C für Toolox® 44**

erreicht sein, bevor die nächste Lage geschweißt wird.

5. Führen Sie eine Wärmebehandlung nach dem Schweißen im Bereich von etwa 100–150mm ab jeder Seite der Schweißnaht durch. Die Durchwärmzeit sollte 5min/mm Blechdicke oder mindestens 60 Minuten betragen. Normalerweise ist eine Durchwärmzeit von 2 Stunden ausreichend. Der Beginn der Durchwärmzeit ist der Zeitpunkt, zu dem die Temperatur im gesamten Anlassvolumen erreicht ist.

* Die Wärmebehandlung nach dem Schweißen sollte mit einer Temperatur von 150–200°C durchgeführt werden, falls nur geringe Anforderungen hinsichtlich der Formstabilität gestellt werden.

* Die Wärmebehandlung nach dem Schweißen sollte mit einer Temperatur von 560–580°C durchgeführt werden, falls hohe Anforderungen hinsichtlich der Formstabilität gestellt werden und der Einfluss der Schweißnaht auf das Texturbildungsergebnis minimiert werden soll.

WebShop: www.stahlnetz.de Telefon: +49 (0) 368 44 / 480 - 0 • grp@stahlnetz.de

GEBRÜDER RECKNAGEL®
Präzision in Stahl **73**

TOOLOX® 33 / TOOLOX® 44

TOOLOX®
ENGINEERING & TOOL STEEL

Anwendungsbeispiele



Toolox® wurde ursprünglich als Kunststoff-Formenstahl entwickelt, bald schon erwies dieser Werkstoff sich als außerordentlich geeignet für eine Vielzahl von weiteren Anwendungen.



Kunststoffformen aus Toolox® sind verschleißfest, die feine Gefügestruktur macht Toolox® sicher polierbar und fotoätzbar. Dabei ist Toolox® gleichwohl sehr gut bearbeitbar aufgrund des Gefüges mit kugeligen Karbiden. Auf den Zusatz von Schwefel, der Zähigkeit und Polierbarkeit beeinträchtigen würde, kann somit vollständig verzichtet werden.

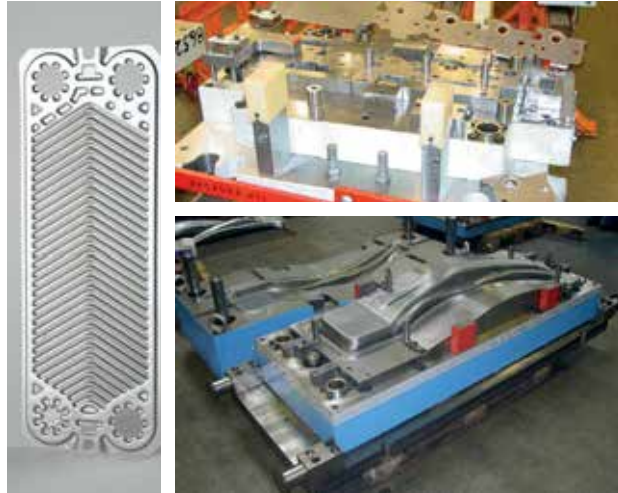


74 WebShop: www.stahlnetz.de Telefon: +49 (0) 368 44 / 480 - 0 • grp@stahlnetz.de

GEBRÜDER RECKNAGEL®
Präzision in Stahl

Stanz- und Biegewerkzeuge sowie Umformwerkzeuge profitieren von der hohen Grundhärte des Toolox® 44. Mit einer Härte von ca. 45HRC ist Toolox® besonders druckfest und verschleißbeständig als Biegewerkzeug. Die hohe Zähigkeit ermöglicht bruchfreie Belastung auch in ungünstigen Konstruktionen. Darüber hinaus findet man Toolox® in Druckplatten und Schieberführungen. **Maschinenmesser** aus Toolox® schneiden hochfeste Bleche im Stahlwerk.

Hydroformwerkzeuge setzen hohe Festigkeit, Zähigkeit und Bearbeitbarkeit voraus. Hier spielt Toolox® 44 seine Vorteile voll aus.



Die hohe Anlasstemperatur ermöglicht vielfältige Warmanwendungen. So werden Schieber- und Formbauteile in **Aluminium-Druckgusswerkzeugen** aus Toolox® 44 gefertigt. Selbst bei rauesten Bedingungen beim Entfernen von Ofenschlacke in Stahlwerken oder Aluminiumschmelzen trotz Toolox® länger als herkömmliche Verschleißstähle. Dabei kommt der guten Schweißbarkeit besondere Bedeutung bei.



WebShop:
www.stahlnetz.de



Telefon: +49 (0) 368 44 / 480 - 0 • grp@stahlnetz.de

GEBRÜDER
RECKNAGEL
Präzision in Stahl

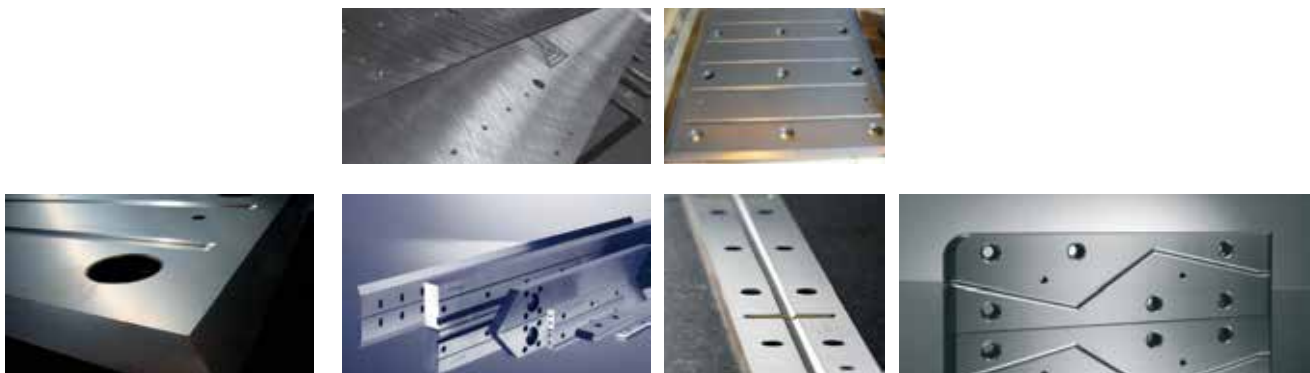
75

Hochfeste und verschleißbeständige Maschinenteile aller Art fertigt man aus Toolox®, wenn es auf höchste Präzision ankommt.

Die hohe Härte sorgt bereits für sehr gute Verschleißfestigkeit ohne zusätzliche Wärmebehandlung. Das zahlt sich bei **Vorrichtungen** aus, die ohne Wärmebehandlung direkt aus dem Halbzeug gefertigt und sofort verwendet werden.

Die außerordentlich geringen Eigenspannungen des Werkstoffs werden durch die hohe Anlasstemperatur von mindestens 590°C gewährleistet, die wie ein Spannungsarmglühen wirkt. Bei uns wird Toolox® zudem ausschließlich kalt verarbeitet, Wärmespannungen und Härteverluste durch Brenn- oder Plasmaschneiden kommen bei uns nicht vor. Problemlose Einhaltung von Formtoleranzen sind der Grund, warum viele Bearbeiter sich auf Toolox® verlassen.

Höchste Anforderungen an die Dauerpräzision erreicht man mit dem **Nitrieren der Oberfläche**. Toolox® verliert nicht an Kernhärte bei der Nitrierbehandlung, gewinnt jedoch an Abriebfestigkeit und Korrosionsbeständigkeit.



WebShop:
www.stahlnetz.de



Telefon: +49 (0) 368 44 / 480 - 0 • grp@stahlnetz.de

GEBRÜDER
RECKNAGEL
Präzision in Stahl

76

Toolox
33

Toolox
44

Toolox
33

Toolox
44