

HARD-INOX®.

Für höhere Ansprüche an Verschleiss- und Korrosionsbeständigkeit.



Das HARD-INOX®-Programm.

- ▶ Härte in Ordnung, aber Korrosionsbeständigkeit zu gering?
- ▶ Korrosionsbeständigkeit ideal, aber Verschleiss zu gross?

Lösung: HARD-INOX®.



Das HARD-INOX®-Programm steigert die Leistungsfähigkeit der rostfreien Stähle.

Die Möglichkeiten:

- ▶ Kombination von grosser Oberflächenhärte mit höchster Korrosionsbeständigkeit
- ▶ Ein preiswerter, rostfreier Stahl verwandelt sich in einen Hochleistungsstahl
- ▶ Konventionell nicht härtbare Werkstoffe erhalten eine hohe Oberflächenhärte
- ▶ Die Grundeigenschaften des Werkstoffs bleiben weitgehend unbeeinflusst

Voraussetzung:

Der Grundwerkstoff verfügt über einen Anteil von min. 11% Cr

HARD-INOX® bringt Vorteile:

- ▶ Steigerung der Oberflächenhärte
- ▶ Verbesserung der Korrosionsbeständigkeit
- ▶ Reduktion der Anfressneigung
- ▶ Erhöhung der Kratzfestigkeit
- ▶ Steigerung der Standzeit
- ▶ Verbesserung der Federeigenschaften
- ▶ Keine Gefahr durch Abblättern oder Abplatzen

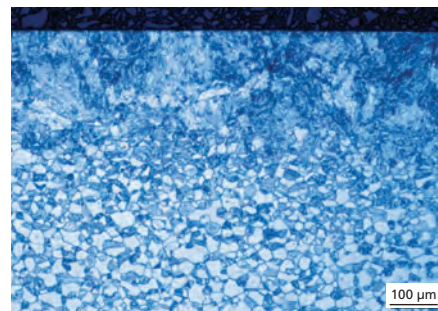
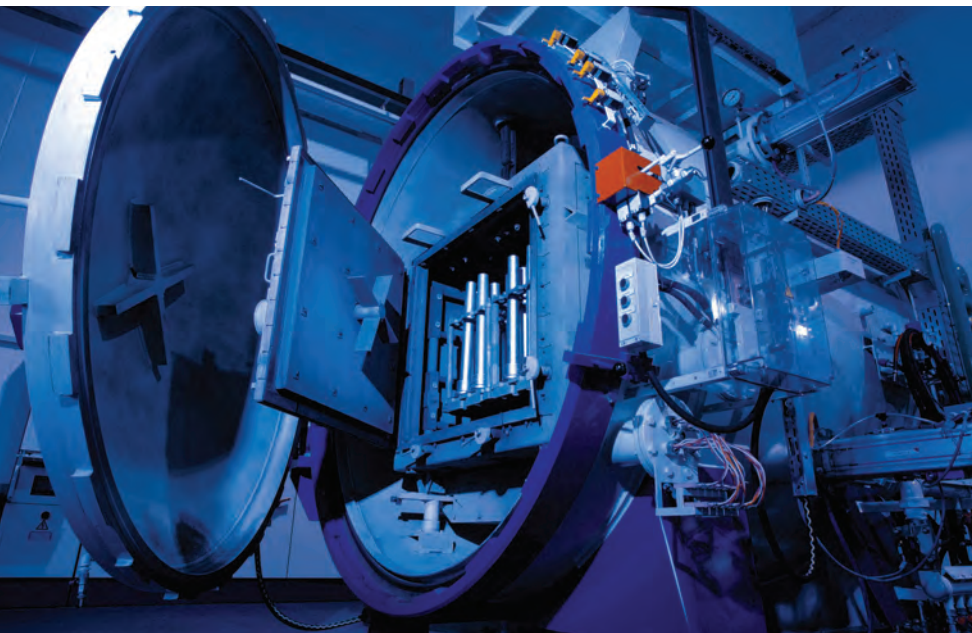
Übersicht

Ziel	Werkstoff	Behandlung	Ergebnis
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Aussen hart ▶ Sehr korrosionsbeständig 	Chrom-Stahl nicht härtbar z.B. 1.4104	HARD-INOX®-P	OH: 550–650 HV NCHD: 0,1–1,0 mm Korr: sehr hoch
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Hart im Kern ▶ Sehr korrosionsbeständig 	Chrom-Stahl härtbar z.B. 1.4057	HARD-INOX®-P	OH: 550–750 HV NCHD: 0,1–1,0 mm Korr: sehr hoch
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Aussen hart ▶ Sehr korrosionsbeständig ▶ Nicht magnetisch 	Chrom-Nickel-Stahl nicht härtbar z.B. 1.4435	HARD-INOX®-S	OH: 900–1400 HV DZ: 0,01–0,03 mm Korr: sehr hoch

OH: Oberflächenhärte
 NCHD/DZ: Einhärtungstiefe
 Korr: Korrosionsbeständigkeit



Das HARD-INOX®-P-Verfahren.



Gefüge nach HARD-INOX®-P-Behandlung (1.4016). Die Randzone wurde martensitisch und sehr korrosionsbeständig.

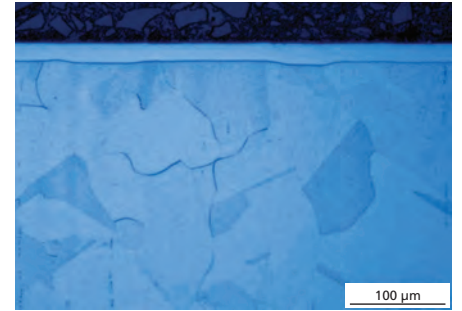
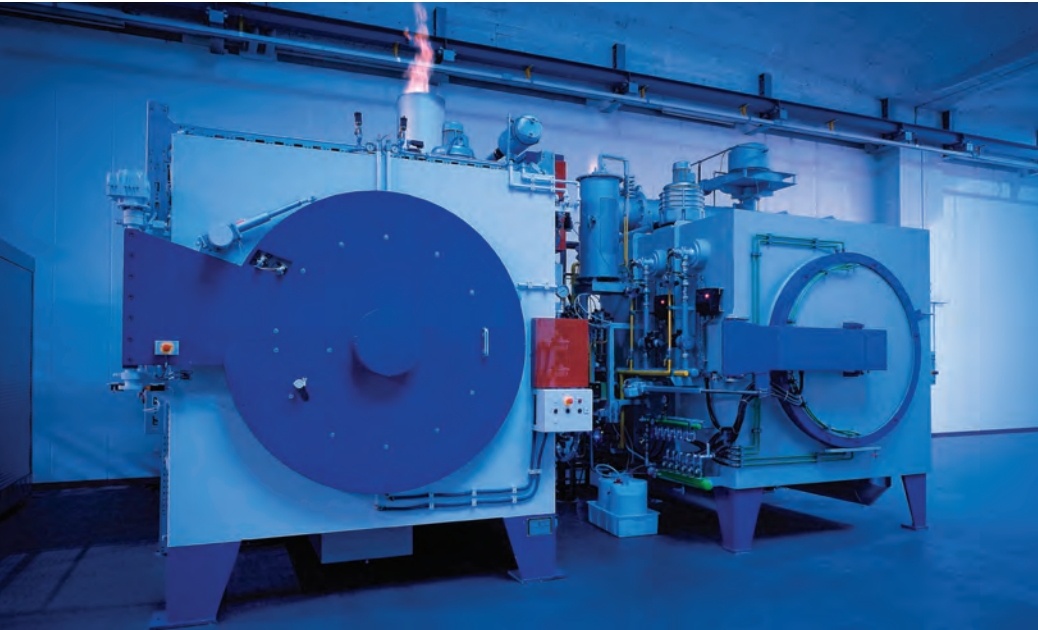
Vakuumofen mit Stickstoffpartialdruck.

HARD-INOX®-P steht für ein Wärmebehandlungsverfahren im Vakuumofen unter Stickstoffpartialdruck. Das Verfahren ist mit dem Einsatzhärten vergleichbar. Statt der Aufnahme von Kohlenstoff, ermöglicht das Verfahren eine vom Grundwerkstoff abhängige Stickstoffaufnahme von 0,25 bis 0,5 Gewichtsprozenten. Dabei diffundieren die Stickstoffatome in die Stahlmatrix hinein und ermöglichen durch Umwandlungsvorgänge die Bildung eines Härtegefüges (Martensit). Der Stickstoff bleibt in Lösung, wodurch keine Nitridbildung an der Oberfläche stattfindet. Dadurch wird die Korrosionsbeständigkeit des Werkstoffs in keiner Weise beeinträchtigt. Im Gegenteil: Durch die Stickstoffaufnahme steigt der Lochfrasswiderstand zum Teil erheblich an, was über die Erhöhung der PREN-Zahl (Pitting Resistance Equivalent Number) ausgedrückt wird.

Kenngrossen:

- ▶ Hochtemperatur-Aufsticken
- ▶ Behandlung bei 1000–1200 °C während einigen Stunden, Abschrecken, Tiefkühlen, Anlassen
- ▶ Kernhärtung und Aufsticken finden gleichzeitig statt
- ▶ Werkstoffabhängige Behandlungsparameter bedingen spezifische Chargen
- ▶ Steuerbare Aufsticktiefe von 0,1 bis 1,0 mm (in Ausnahmefällen bis 1,5 mm)
- ▶ Verzugspotenzial im Bauteil durch hohe Behandlungstemperatur
- ▶ Schüttgut-Behandlung möglich

Das HARD-INOX®-S-Verfahren.



Durch HARD-INOX®-S erzeugte S-Zone (1.4404). Die Randzone wurde hart ohne Verlust der Korrosionsbeständigkeit.

Evakuierbarer Nitrierofen.

HARD-INOX®-S steht für ein Nitrier- resp. Nitrocarburierverfahren bei tiefen Temperaturen. Das Verfahren ermöglicht eine Stickstoffaufnahme von bis zu 10 Gewichtsprozenten. Dabei diffundieren die Stickstoffatome in die Stahlmatrix hinein und bewirken im Randbereich eine massive Gefügeverzerrung. Diese Gefügestruktur nennt sich S-Zone und ist nahtlos mit dem Grundwerkstoff verbunden. Die S-Zone ist zwar mit Stickstoff übersättigt, doch dieser bleibt in Lösung. Im Gegensatz zum konventionellen Nitrieren (oder Nitrocarburieren) bilden sich üblicherweise keine Nitride an der Oberfläche. Dadurch wird die Korrosionsbeständigkeit des Grundwerkstoffs meistens nicht beeinträchtigt.

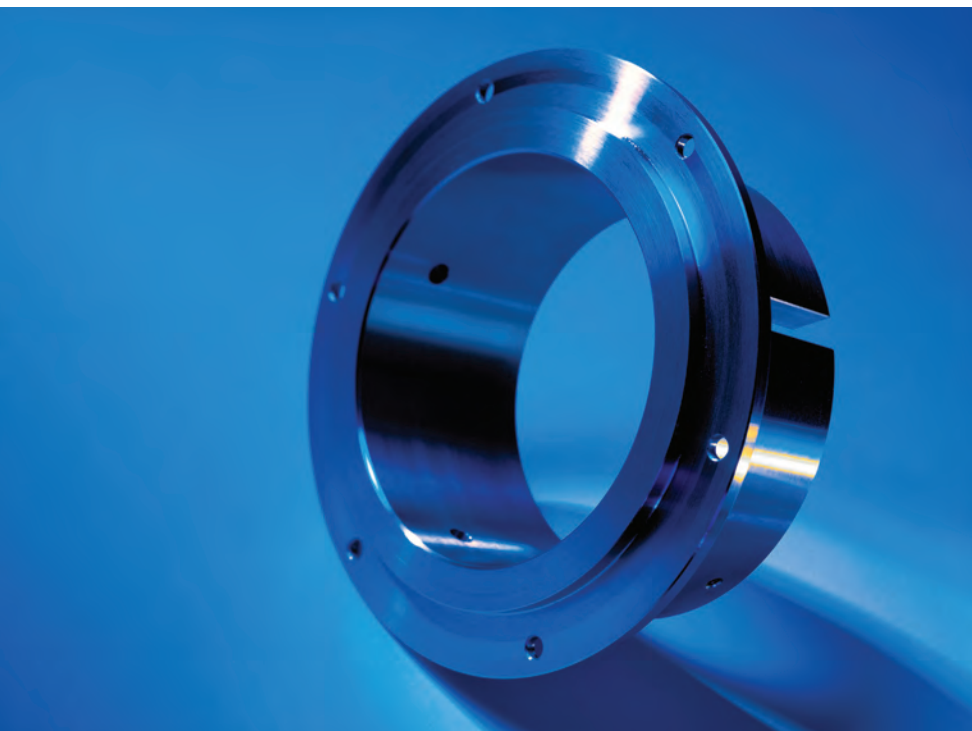
Kenngrößen:

- ▶ Niedertemperatur-Nitrieren resp. -Nitrocarburieren
- ▶ Behandlung unter 450 °C während ca. 30 Stunden
- ▶ Geringe Beeinflussung der Kerneigenschaften
- ▶ Allgemeine Behandlungsparameter erlauben Mischchargen
- ▶ Einhärtungstiefe gegeben durch Werkstoff
- ▶ Verzugsfreie Behandlung
- ▶ Schüttgut-Behandlung möglich

Vorbehandlung:

Die Oberflächenqualität des Werkstücks vor der Behandlung hat einen entscheidenden Einfluss auf das Ergebnis. Rauhe Oberflächen begünstigen Verfärbungen, und kaltverformte Randschichten verringern die Einhärtungstiefen und Korrosionsbeständigkeit. Für höchste Ansprüche empfiehlt sich deshalb eine Vorbehandlung entweder durch Entfernen der beeinträchtigten Randschicht (Schleifen, Elektropolieren, Beizen) oder durch Glühprozesse.

Die HARD-INOX®-P-Behandlung.



Vorteile:

- ▶ Die Randschicht ist verschleissfest und korrosionsbeständig, der Kern bleibt zäh (je nach Grundwerkstoff)
- ▶ Preiswerte, rostfreie Stähle erreichen die Korrosionsbeständigkeit von austenitischen, rostfreien Stählen

Wichtige Entscheidungskriterien:

- ▶ Verzug: Durch die Hochtemperatur-Behandlung ist mit Massänderung und Verzug zu rechnen (vergleichbar mit dem konventionellen Härten)
- ▶ Nachbearbeitung: Bei genügender Einhärtungstiefe ist eine mechanische Bearbeitung nach der Behandlung möglich
- ▶ Versprödung: Die Behandlung kann versprödend wirken, v. a. bei filigranen Bauteilen bzw. bei Bauteilen mit starken Querschnittsveränderungen und scharfkantigen Übergängen. Grundwerkstoffe mit hoher Zähigkeit sind daher zu bevorzugen (z. B. 1.4057 anstelle von 1.4021)
- ▶ Einsatztemperatur: Die behandelten Bauteile sollten nur bei Temperaturen unter 400 °C eingesetzt werden
- ▶ Die magnetischen Eigenschaften des Grundwerkstoffes können sich geringfügig verändern

Anwendungen:

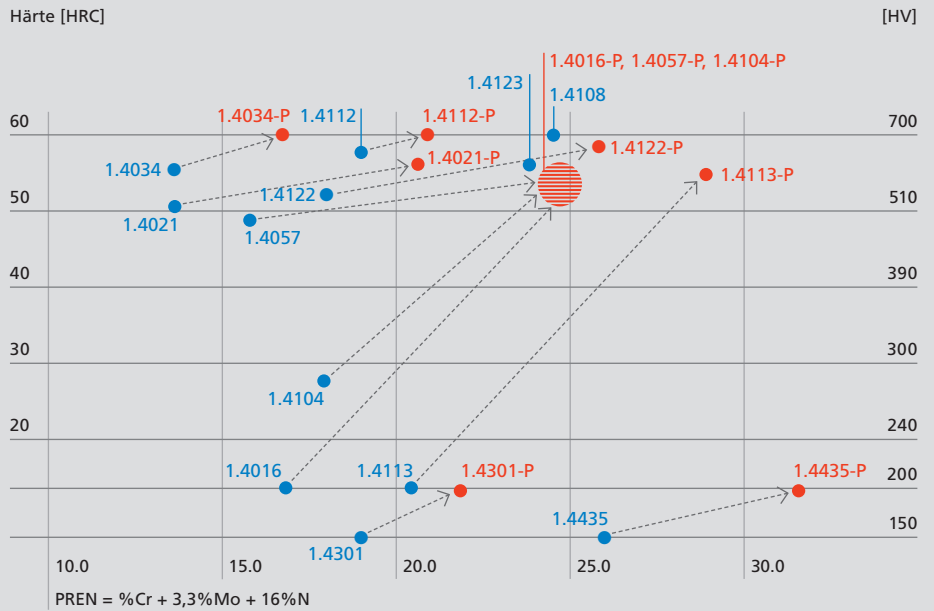
- ▶ Armaturen für Schmutzwasser
- ▶ Kugel- und Gleitlager
- ▶ Büchsen
- ▶ Düsen
- ▶ Essbesteck

Ergebnisse nach HARD-INOX®-P-Behandlung

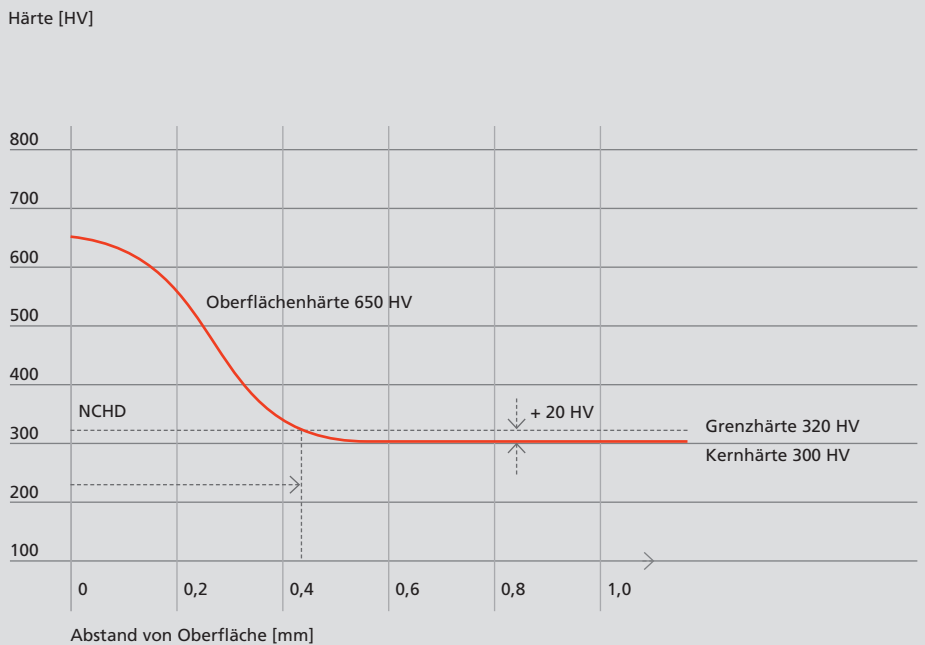
Werkstoff	Gefüge	Kernhärte (HRC resp. HV)		Oberflächenhärte	Einhärtungstiefe NCHD
1.4016	f	< 20 HRC	170–240 HV10	550–650 HV1	0,1–1,0 mm
1.4104	f	22–35 HRC	250–350 HV10	550–650 HV1	0,1–1,0 mm
1.4113	f	< 20 HRC	170–240 HV10	550–650 HV1	0,1–1,0 mm
1.4021	m	47–53 HRC	470–560 HV10	630–750 HV1	0,1–1,0 mm
1.4034	m	53–58 HRC	560–660 HV10	650–750 HV1	0,1–1,0 mm
1.4057	m	47–52 HRC	470–550 HV10	550–650 HV1	0,1–1,0 mm
1.4112	m	55–60 HRC	600–700 HV10	650–750 HV1	0,1–1,0 mm
1.4122	m	50–55 HRC	510–600 HV10	630–750 HV1	0,1–1,0 mm
1.4301	a	< 20 HRC	120–170 HV10	180–220 HV1	0,1–0,8 mm
1.4435	a	< 20 HRC	120–170 HV10	180–220 HV1	0,1–0,8 mm

f: ferritisch; m: martensitisch; a: austenitisch

Steigerung der Oberflächenhärte und Korrosionsbeständigkeit von rostfreien Stählen durch eine HARD-INOX®-P-Behandlung

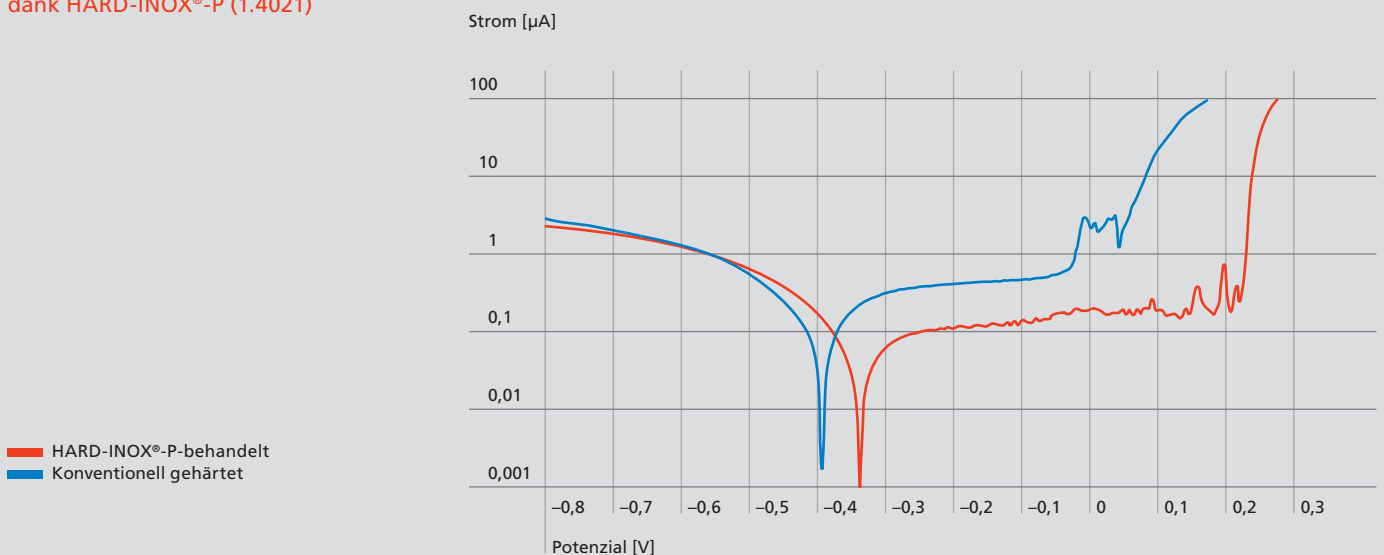


Härteverlauf mit Einhärtungstiefe NCHD nach HARD-INOX®-P-Behandlung (1.4104)



Verbesserte Korrosionsbeständigkeit dank HARD-INOX®-P (1.4021)

Stromspannungskurven, Messung auf polierter Oberfläche mit EC-Pen / 0.5 Mol NaCl



Die HARD-INOX®-S-Behandlung.

Vorteile:

- ▶ Konventionell nicht härtbare (= austenitische) rostfreie Stähle werden verschleissfest und behalten ihre hohe Korrosionsbeständigkeit (je nach Oberflächenqualität)
- ▶ Ideal gegen Kaltverschweißungen und Fressverschleiss

Wichtige Entscheidungskriterien:

- ▶ Verzug/Massänderung: Das Verfahren ist normalerweise verzugsfrei. Keine Nachbearbeitung nötig! Minimale Volumenzunahme im μm -Bereich
- ▶ Nachbearbeitung: Aufgrund der geringen Einhärtungstiefe ist eine mechanische Bearbeitung nach der Behandlung nicht möglich; ausser: Feinpolieren
- ▶ Molybdänhaltige Stähle (1.44xx) erzielen die besten Ergebnisse
- ▶ Einsatztemperatur: Die behandelten Bauteile sollten nur bei Temperaturen unter 350 °C eingesetzt werden
- ▶ Oberflächenqualität: Prozessbedingt kann sich die Oberfläche optisch verändern. Diese Verfärbungen sind aber leicht und einwandfrei entfernbar, z. B. durch (Elektro-)Polieren oder Gleitschleifen. Zudem kann bei ganz feinen Oberflächen ($R_a \leq 0,2 \mu\text{m}$) die Rauheit leicht zunehmen (um höchstens eine Klasse)
- ▶ Die magnetischen Eigenschaften des Grundwerkstoffes bleiben erhalten
- ▶ Korrosionsbeständigkeit von ferritischen rostfreien Stählen nimmt ab

Anwendungen:

- ▶ Armaturen, Ventile und Wellen für Chemie- und Lebensmittelanlagen
- ▶ Druckfedern
- ▶ Befestigungselemente
- ▶ Automobil-Einspritzpumpen
- ▶ Scharniere
- ▶ Hydraulik-Elemente
- ▶ Medizinische Implantate

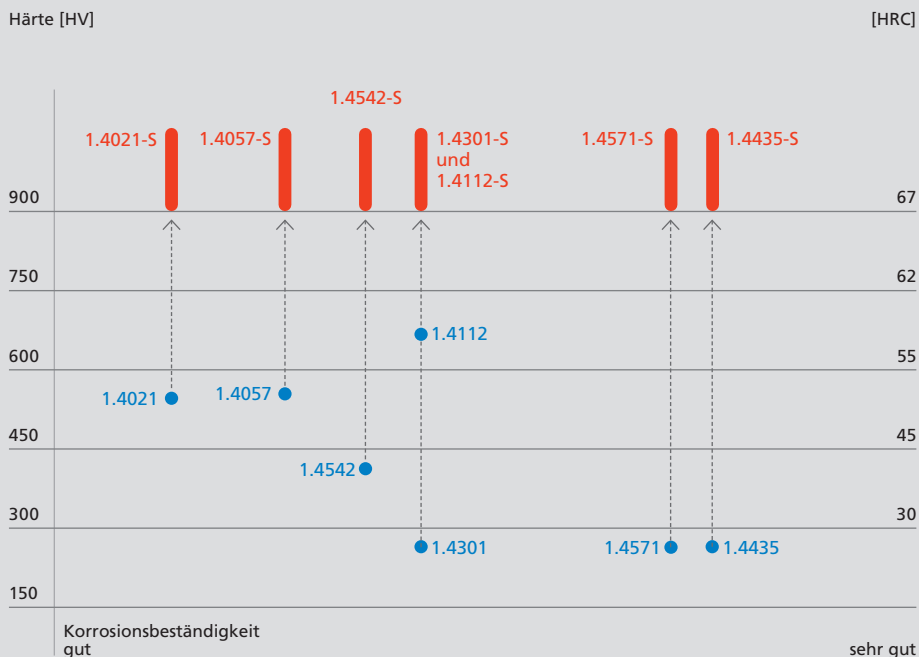


Ergebnisse nach HARD-INOX®-S-Behandlung

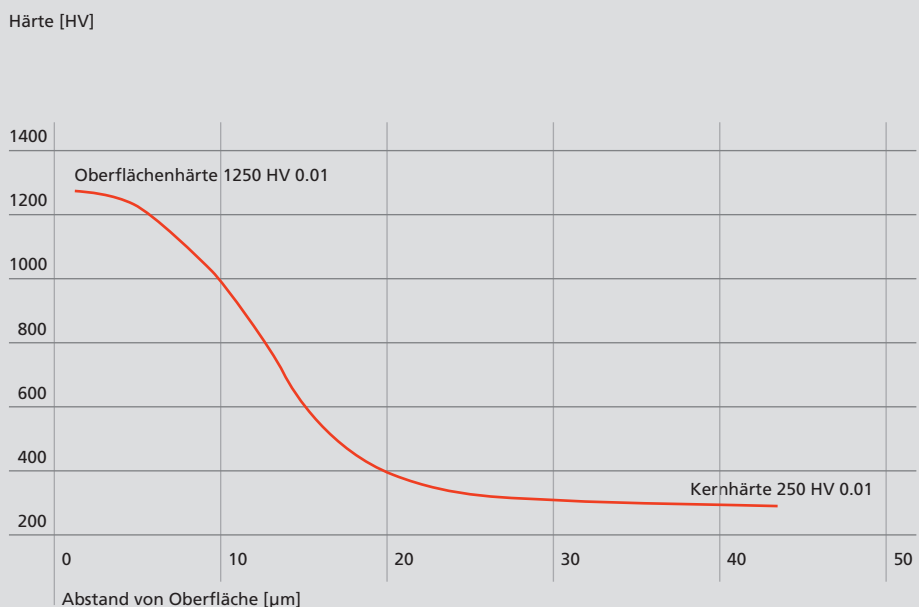
Werkstoff	Gefüge	Kernhärte (HRC resp. HV)		Oberflächenhärte	Einhärtungstiefe DZ
1.4016	f	< 20 HRC	170–240 HV10	min. 900 HV0.1	0,010–0,020 mm
1.4104	f	22–35 HRC	250–350 HV10	min. 900 HV0.1	0,010–0,020 mm
1.4021	m	48–55 HRC	490–590 HV10	min. 900 HV0.1	0,010–0,020 mm
1.4057	m	47–52 HRC	470–550 HV10	min. 900 HV0.1	0,010–0,020 mm
1.4112	m	55–60 HRC	600–700 HV10	min. 900 HV0.1	0,010–0,020 mm
1.4542	m	40–46 HRC	400–460 HV10	min. 900 HV0.1	0,010–0,020 mm
1.4301, 1.4305	a	< 20 HRC	220–280 HV10	min. 900 HV0.1	0,010–0,025 mm
1.4404, 1.4435	a	< 20 HRC	220–280 HV10	min. 900 HV0.1	0,015–0,030 mm
1.4404, 1.4435	a	Doppelbehandlung		min. 900 HV0.1	0,020–0,035 mm
1.4571	a	< 20 HRC	220–280 HV10	min. 900 HV0.1	0,010–0,025 mm

f: ferritisch; m: martensitisch; a: austenitisch

Steigerung der Oberflächenhärte bei gleichbleibender Korrosionsbeständigkeit von rostfreien Stählen durch eine HARD-INOX®-S-Behandlung

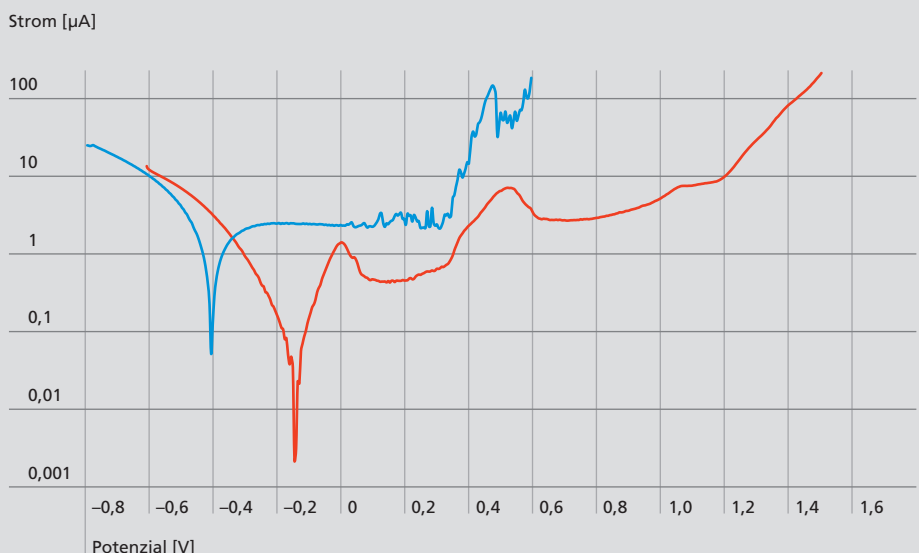


Härteverlauf nach HARD-INOX®-S-Behandlung (1.4435, mit Nanoindenter).



Gleichbleibend hohe Korrosionsbeständigkeit nach HARD-INOX®-S-Behandlung (1.4435).

Stromspannungskurven, Messung auf polierter Oberfläche mit EC-Pen / 0.5 Mol NaCl



unbehandelt
HARD-INOX®-S-behandelt

Die Beratung, das Labor und zusätzliche Dienstleistungen.

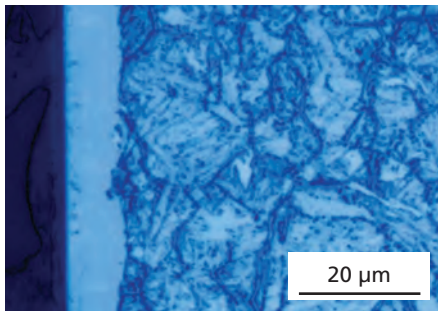
Durch die während Jahrzehnten gesammelte Erfahrung verfügen die Werkstoffspezialisten der Härtereier Gerster AG über ein hohes Wissen in Bezug auf metallische Werkstoffe und deren Wärmebehandlung. Deswegen lohnt es sich, bereits in der Konzeptionsphase den

Kontakt zu suchen und gemeinsam die optimale Lösung betreffend Werkstoffwahl und Wärmebehandlung zu definieren. Dank des modernen und vielseitigen Labors können auch die notwendigen Analysen, Untersuchungen und Qualitätskontrollen zeitnah gemacht werden.

Die Beratung beginnt mit der einfachen Angabe von Härteparametern und kann bis zur gemeinsamen Werkstoffentwicklung inklusive Aufbau einer Wärmebehandlungslinie beim Kunden gehen.

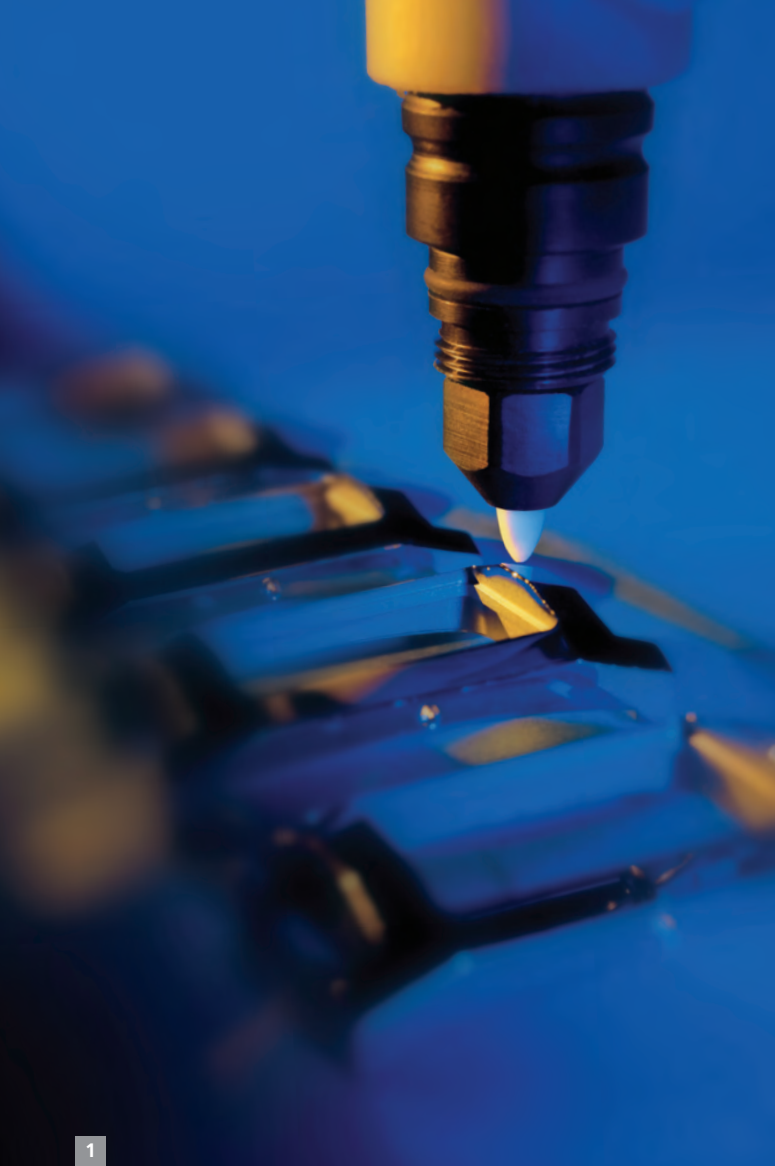
- ▶ Gefügeuntersuchungen
 - ▷ Metallografische Untersuchungen
 - ▷ Materialanalysen (Spektral- und Infrarot-C-Analysen)
- ▶ Korrosionsmessungen
 - ▷ Stromdichte-Potenzialkurven mit EC-Pen
 - ▷ Wechseltauchprüfungen nach DIN EN 8442
- ▶ Härteverlaufskurven
- ▶ Ermittlung von Abschreckkurven
- ▶ Prüfungen auf Rissfreiheit (Magnetpulver- und Farbeindringprüfung)
- ▶ Ultraschallprüfungen
- ▶ Vollautomatische Teile-Sortierung mit Mehrfrequenz-Wirbelstromprüfung
- ▶ Koerzitivfeldstärkenmessungen
- ▶ Schadenuntersuchungen
- ▶ Richten (manuell und vollautomatisch)
- ▶ Strahlen

- ▶ Workshops und Schulungen zu verschiedenen Themen der Wärmebehandlung
 - ▷ Bauteil- und Systemoptimierungen
 - ▷ Werkstoffgerechte Wärmebehandlungen
 - ▷ Grundlagen der Wärmebehandlungen
 - ▷ Wärmebehandlungsgerechte Konstruktionen



Plasmanitrierte Oberfläche mit Verbindungsschicht (Nitrierstahl).

- 1 Korrosionsmessungen mit EC-Pen.
- 2 Vollautomatische Richtanlage.
- 3 Metallographische Gefügeuntersuchungen am Mikroskop (bis 1000-fache Vergrößerung).
- 4 Robotergesteuerte Ultraschallprüfung einer Lötverbindung.



1



2



3



4

www.gerster.ch



**Welt der Wärmebehandlung.
Härterei. Beratung. Contracting.**

Härterei Gerster AG
Güterstrasse 3
4622 Egerkingen, Schweiz
Telefon +41 62 388 70 00
info@gerster.ch

Gerster Technologie AG
Güterstrasse 3
4622 Egerkingen, Schweiz
Telefon +41 62 388 70 70
info@gerster.ch

.....
Qualitätsmanagementsysteme
ISO 9001
ISO 14001: Umwelt
IATF 16949: Automobil
ISO 13485: Medizin
.....
EN 9100: Luftfahrt