

FAQs :

BODYCOTE S³P: VERFAHREN ZUR OBERFLÄCHENHÄRTUNG VON ROSTFREIEN STÄHLEN, NICKELBASIS-LEGIERUNGEN UND KOBALT-CHROM- LEGIERUNGEN

Bei S³P-Behandlungen handelt es sich um Niedertemperaturdiffusionsprozesse, welche die mechanischen Eigenschaften korrosionsbeständiger Werkstoffe erheblich verbessern. Aufgrund der niedrigen Prozesstemperaturen werden keine Chromkarbide oder -nitride ausgeschieden. Im Gegensatz zu Standardprozessen wie dem Nitrieren oder Nitrocarburieren wird die Korrosionsbeständigkeit der Legierungen beibehalten.

Um eine gleichmäßige Diffusion und eine gleichmäßig gehärtete Zone bei so niedrigen Prozesstemperaturen zu ermöglichen, muss die Oberfläche vor dem Prozess aktiviert und die schützende Passivschicht im Anschluss wiederhergestellt werden.

Die Diffusionszone, auch „S-Phase“ oder „expandierter Austenit“ genannt, ist sehr hart, aber nicht spröde. Eigenschaften wie die Abriebbeständigkeit, die Dauerfestigkeit, der Kaltverschweiß- und Reibverschleißwiderstand sowie die Kavitationsbeständigkeit werden erheblich verbessert. Keine Delamination oder Abplatzen, da es sich bei der gehärteten Zone nicht um eine Beschichtung handelt.

Als reproduzierbare und zuverlässige Lösung werden Millionen von S³P-behandelten Komponenten in den unterschiedlichsten Branchen verwendet – vom Automobilsektor über die Offshore-Industrie bis hin zur Medizintechnik.



FAQs: K22, K33, K Duplex

Das Verfahren der Kohlenstoff-Niedertemperaturdiffusion basiert auf dem geschützten Kolsterisieren®-Prozess. Die verschiedenen Prozesse K22, K33 sowie K Duplex unterscheiden sich hauptsächlich in ihrer Diffusionstiefe, das proprietäre physikalische Prinzip ist dasselbe.

■ **Welche Materialien können behandelt werden?**

Nahezu alle austenitischen rostfreien Stähle und rostfreien Duplexstähle, Nickelbasis-Legierungen sowie Kobalt-Chrom-Legierungen.

■ **Welche Oberflächenhärtewerte können erzielt werden?**

Herkömmliche austenitische rostfreie Stähle (1.4404/AISI 316L) und rostfreie Duplexstähle (1.4462/AISI 2205), Nickelbasis-Legierungen (2.4668/Inconel 718) sowie Kobalt-Chrom-Legierungen (2.4964/Legierung 25) erzielen eine Mikrohärtigkeit von > 1.000 HV (Umwandlung: ~ 70 HRC). Bitte kontaktieren Sie unsere Spezialisten, um zu erfahren, ob Ihr Material ebenfalls gehärtet werden kann.¹

■ **Verursacht der hohe Härtegrad Sprödigkeit?**

Die Diffusionsprozesse erzeugen einen graduellen Übergang von der harten Oberfläche zum weichen Kern, was Sprödigkeit vorbeugt. Kohlenstoff wird in den Zwischenräumen des kubischen flächenzentrierten Gitters gelöst. Die reine Kohlenstoff-S-Phase reagiert auch bei schneller und starker Verformung duktil.

■ **Muss ich das Werkstück hinsichtlich der optischen Erscheinung und Toleranzen nachbehandeln?**

Nein, eine Nachbehandlung ist nicht nötig. Die Niedertemperaturdiffusion von Kohlenstoff hat keine Auswirkungen auf die Form eines Werkstücks, selbst bei engen Toleranzen. Die Farbe wird ebenfalls nicht verändert. Bei spiegelglanzpolierten Oberflächen kann ein geringfügiger Anstieg der Oberflächenrauigkeit auftreten.²

■ **Gibt es Auswirkungen auf die Korrosionsbeständigkeit?**

Aufgrund der niedrigen Prozesstemperaturen (unter 500 °C) werden keine Chromkarbide ausgeschieden. Der Kohlenstoff wird interstitiell gelöst und die schützende Passivschicht ist nach der Behandlung gleichmäßig und dicht.³

■ **Welche Diffusionstiefen können erzielt werden?**

Zwischen 10 und 40 µm, abhängig vom ausgewählten Prozess.¹

■ **Was sind die behandelbaren Höchst- und Mindestabmessungen sowie -gewichte?**

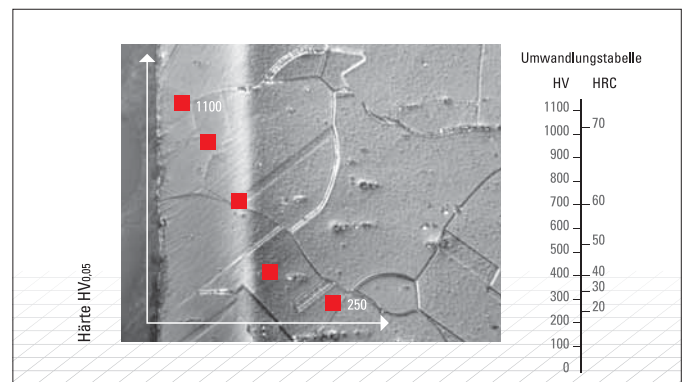
Die maximalen Werkstückabmessungen betragen Ø 480 mm x 560 mm mit einem Maximalgewicht von 250 kg. Werkstückgrößen- und -gewichte sind nach unten kaum begrenzt.

■ **Wird der gesamte Oberflächenbereich behandelt?**

Die gesamte Oberfläche eines Werkstücks wird behandelt, selbst innerhalb sehr kleiner Löcher und Bohrungen.

■ **Ist die Behandlung von Schüttgut möglich?**

Ja, das ist möglich. Schüttgut mit flachen Oberflächen muss gesondert betrachtet werden. Punkt- und Linienkontakte stellen kein Problem dar.



Mikrohärte vs. Diffusionstiefe von behandeltem rostfreiem Stahl 1.4404 (316L) sowie Härte-Umwandlungstabelle



Querschnitt eines behandelten rostfreien Stahls AISI 316L nach schneller starker Verformung (Hammer- und Nageltest)

¹ Neben der chemischen Zusammensetzung der Legierung hängen die Ergebnisse ebenfalls vom Wärmebehandlungs- und Bearbeitungszustand ab.

² Das Erscheinungsbild nach dem Prozess ist abhängig vom Lieferzustand des Werkstücks.

³ Die Passivschicht besitzt bei gleichmäßiger Mikrostruktur des Basismaterials die besten Eigenschaften. Ungleichmäßigkeiten wie Sulfide, Verformungsmartensit sowie Delta-Ferrit können die Korrosionsbeständigkeit reduzieren.



FAQs: S³P M, S³P A und S³P D

Die geschützten Stickstoff- und/oder Kohlenstoff-Niedertemperaturdiffusionsbehandlungen basieren auf der NIVOX-Technologie. S³P M (Martensitisch), S³P A (Austenitisch) und S³P D (Duplex) sind konzipiert, um den besonderen Anforderungen der verschiedenen Legierungsgruppen gerecht zu werden.

■ Welche Materialien können behandelt werden?

Nahezu alle austenitischen, martensitischen und ausscheidungs-härtenden rostfreien Stähle sowie rostfreien Duplexstähle, Nickelbasis- und Kobalt-Chrom-Legierungen.

■ Welche Oberflächenhärtewerte können erzielt werden?

Herkömmliche austenitische rostfreie Stähle (1.4404/AISI 316L), rostfreie Duplexstähle (1.4462/AISI 2205), martensitische rostfreie Stähle (1.4125/AISI440) und ausscheidungshärtende rostfreie Stähle (1.4543/17-4PH), Nickelbasis-Legierungen (2.4668/Inconel 718) sowie Kobalt-Chrom-Legierungen erzielen eine Mikrohärtigkeit von > 1.000 HV (Umwandlung: ~ 70 HRC). Bitte kontaktieren Sie unsere Spezialisten, um zu erfahren, ob Ihr Material ebenfalls behandelt werden kann.⁴

■ Verursacht der hohe Härtegrad Sprödigkeit?

Die Diffusionsprozesse erzeugen einen graduellen Übergang von der harten Oberfläche zum weicheren Kern, was Sprödigkeit vorbeugt. Stickstoff und/oder Kohlenstoff werden interstitiell gelöst. Die reine Kohlenstoff-S-Phase reagiert auch bei schneller und starker Verformung duktil, die Stickstoff-S-Phase hingegen ist weniger duktil.

■ Muss ich das Werkstück hinsichtlich der optischen Erscheinung und Toleranzen nachbehandeln?

Nein, eine Nachbehandlung ist nicht nötig. Die Farbe wird ebenfalls nicht verändert. Bei spiegelglanzpolierten Oberflächen kann ein geringfügiger Anstieg der Oberflächenrauigkeit auftreten. Hinsichtlich der Toleranzen wird empfohlen, dass besonders bei martensitischen rostfreien Stählen die Temperatur der abschließenden Wärmebehandlung über ~500 °C liegen sollte, um zu verhindern, dass die folgenden Niedertemperaturprozesse Deformationen oder Verzug verursachen.⁵

■ Gibt es Auswirkungen auf die Korrosionsbeständigkeit?

Aufgrund der niedrigen Prozesstemperaturen (unter 500 °C) werden keine Chromkarbide und/oder -nitride ausgeschieden. Kohlen- bzw. Stickstoff wird interstitiell gelöst und die schützende Passivschicht ist nach der Behandlung gleichmäßig und dicht.⁶

■ Welche Diffusionstiefen können erzielt werden?

Zwischen 5 und 40 µm, abhängig von Material und Prozess.

■ Was sind die behandelbaren Höchstabmessungen sowie -gewichte?

Die maximalen Werkstückabmessungen betragen Ø 1.200 mm x 2.000 mm mit einem Maximalgewicht von 4.000 kg. Die Behandlung sehr kleiner Werkstücke wird nicht empfohlen.

■ Wird der gesamte Oberflächenbereich behandelt?

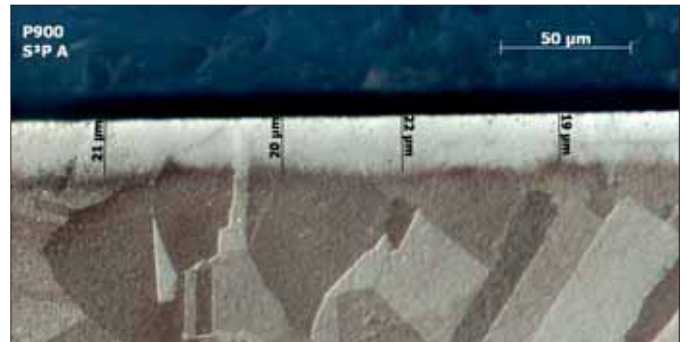
Normalerweise nicht. Mit speziellen Vorrichtungen wird nahezu der gesamte Oberflächenbereich behandelt.

■ Ist eine selektive Behandlung eines bestimmten Oberflächenbereichs möglich?

Ja, das ist möglich. Beispielsweise können mechanische Abdeckungen oder Pasten verwendet werden, um die Oberflächenbereiche, die nicht gehärtet werden sollen, abzudecken.

■ Ist die Behandlung von Schüttgut möglich?

Nein, aufgrund des physikalischen Prinzips ist die Behandlung von Schüttgut nicht möglich.



Mikrostruktur von Sonderstahl P900 (1.3815), behandelt mit S³P A mit einer Diffusionstiefe von 19 - 22 µm

⁴ Neben der chemischen Zusammensetzung der Legierung hängen die Ergebnisse ebenfalls von der Wärmebehandlung sowie der Bearbeitung ab.

⁵ Bitte schicken Sie zur Überprüfung der technischen Machbarkeit eine Zeichnung einschließlich der Informationen über den Wärmebehandlungszustand ein.

⁶ Die Passivschicht besitzt bei gleichmäßiger Mikrostruktur des Basismaterials die besten Eigenschaften. Ungleichmäßigkeiten wie Sulfide reduzieren die Korrosionsbeständigkeit.

Übliche Anwendungsbereiche

- Medizintechnik
- Automobilbranche
- Nahrungsmittel- und Getränkeverarbeitung
- Konsumgüter
- Pumpen und Ventile
- Marineanwendungen
- Verbindungstechnik
- Öl- und Gasindustrie



www.bodycote.com

S3P@bodycote.com

Zertifikate für die Beständigkeit gegenüber Wasserstoffversprödung, Spannungsrisskorrosion, Sigma-Phasen-Versprödung sowie Eisenchlorid-Lochfraß entsprechend:

- **ISO 15156 / NACE MR0175**
für austenitischen rostfreien Stahl 316L (1.4404),
getestet bei Raum- und erhöhten Temperaturen
- **ISO 15156 / NACE MR0175**
für rostfreien Duplexstahl 2205 (1.4462),
getestet bei Raum- und erhöhten Temperaturen
- **ISO 15156 / NACE MR0175**
für ausscheidungsgehärteten rostfreien Stahl 15-5PH (1.4545),
getestet bei erhöhten Temperaturen
- **ASTM A923**
für rostfreien Duplexstahl 2507 (1.4501)
- **ASTM G48-A**
für Nickel-Basis Legierung Inconel 718 (2.4668)
- **FDA Masterfile**

S³P – Kontakte

NIEDERLANDE

BODYCOTE HARDINGSCENTRUM B.V.
Paramariboweg 45 · 7333PA Apeldoorn
Phone: +31 55 542 63 92

DEUTSCHLAND

BODYCOTE SPECIALIST TECHNOLOGIES GMBH
Max-Planck-Straße 9 · 86899 Landsberg
Phone: +49 8191 91 79 30

BODYCOTE SPECIALIST TECHNOLOGIES GMBH
Max-Planck-Straße 38 · 61184 Karben
Phone: +49 6039 923 90

USA

BODYCOTE THERMAL PROCESSING INC.
443 E. High Street · Ohio, 43140 London
Phone: +1 740 852 49 55

FRANKREICH

BODYCOTE HARDINGSCENTRUM B.V.
1 rue des Charpentiers · 57175 Gandrange
Phone: +33 3 87 70 88 50

SCHWEDEN

BODYCOTE VÄRMEBEHANDLING AB
Industrigatan 1 · 23532 Vellinge
Phone: +46 40 42 00 03