

# Ultrahochrein-Prozess-Spezifikation (SC-01)

## Spezifikation SCS-00001 Revision F

### Anwendungsbereich

Dieses Dokument beschreibt die von Swagelok® verwendeten Richtlinien für die Herstellung ultrahochreiner (UHP) elektropolierter Edelstahlprodukte sowie ultrahochreiner Kunststoffprodukte festgelegt. Dieses Dokument muss zusammen mit Produktkatalogen, technischen Merkblättern und Berichten für vollständige Produktinformationen verwendet werden.

### Design

Wenn in der Produktliteratur eine Feuchtebestimmung, Kohlenwasserstoffanalyse oder eine Analyse der ionischen Reinheit angegeben werden, gelten die folgenden Normen:

#### Edelstahlprodukte

- Feuchteanalyse gemäß ASTM F1397, „Standard Test Method for Determination of Moisture Contribution by Gas Distribution System Components“
- Kohlenwasserstoffanalyse gemäß ASTM F1398, „Standard Test Method for Determination of Total Hydrocarbon Contribution by Gas Distribution System Components“
- Analyse der ionischen Reinheit gemäß ASTM F1374, „Standard Test Method for the Determination of Ionic/Organic Extractables of Internal Surfaces—IC/GC/FTIR for Gas Distribution Systems Components“

#### Kunststoffprodukte

- Alle Kunststoffprodukte sind gemäß SEMI F57, „Provisional Specification for Polymer Components Used in Ultrapure Water and Liquid Chemical Distribution Systems“, konstruiert.

### Werkstoffrichtlinien

#### Edelstahl

Edelstahl ist aufgrund seiner Korrosions- und Oxidationsbeständigkeit der von der Industrie bevorzugte Werkstoff für UHP-Produkte, die in Gassystem verwendet werden. Edelstahl mit einem niedrigen Kohlenstoffgehalt, AISI Typ 316L (UNS S31603) ist aufgrund seiner Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion nach dem Schweißen oder Spannungsarmglühen der in der Industrie am häufigsten eingesetzte Edelstahl. Ventilsitze, Membranen, Dichtringe und O-Ringe sind oft aus verschiedenen Werkstoffen erhältlich, um die Anforderungen des Endkunden für die Kompatibilität mit den Medien zu gewährleisten.

- Das Edelstahlstangenmaterial erfüllt die folgenden Normen:
  - ASTM A479, „Stainless and Heat-Resisting Bars and Shapes for Use in Boilers and Other Pressure Vessels“
  - ASTM A484, „Specification for General Requirements for Stainless and Heat-Resisting Bars, Billets, and Forgings“
  - ASTM A276, „Stainless and Heat-Resisting Bars and Shapes“
- 316L VAR und 316L VIM-VAR Stangenmaterial, entsprechend SEMI F20, „Specification for 316L Stainless Steel Bar, Forgings, Extruded Shapes, Plate, and Tubing for Components Used in General Purpose, High Purity, and Ultra-High Purity Semiconductor Manufacturing Applications“
- Die primäre Stahlverarbeitung erfolgt entweder über Argon-Sauerstoff-Entkohlung (Argon-Oxygen-Decarburization AOD) oder Vakuum-Induktions-Schmelzen (Vacuum Induction Melting (VIM)). Zur zusätzlichen Reinheit medienberührter Komponenten kann ein weiteres Umschmelzverfahren wie das Vakuum-Lichtbogen-Umschmelzen (Vacuum Arc Remelt (VAR)) eingesetzt werden.
- Zur höheren Beständigkeit von UHP-Produkten wurden einige Anforderungen an bestimmte Elemente innerhalb der chemischen Zusammensetzung von Swagelok strenger angesetzt.
- Die Verifizierung von Edelstahlprodukten umfasst zumindest die folgenden Punkte:
  - Die Konformität des Werkstoffes nach ASTM A262, „Standard Practices for Detecting Susceptibility to Intergranular Attack in Austenitic Stainless Steels“, wird nach Verfahren A verifiziert.
  - Die chemische Zusammensetzung wird gemäß ASTM A751, „Test Methods, Practices, and Terminology for Chemical Analysis of Steel Products“, verifiziert.
  - Die Oberflächenqualität wird durch Ultraschalltests gemäß ASTM E214, „Practice for Immersed Ultrasonic Testing by the Reflection Method Using Pulsed Longitudinal Waves“, oder durch eine Wirbelstromprüfung gemäß Swagelok Standards verifiziert.
  - Einschlüsse werden durch einen JK-Test gemäß ASTM E45, „Standard Practice for Determining the Inclusion Content of Steel, Method A“ erfasst, wobei die Werte auf Tafel I-r basieren.

**Tabelle 1: Swagelok Spezifikationen, Gew. %**

Element	Swagelok 316 AOD	Swagelok 316L AOD	Swagelok 316L VAR	Swagelok 316L VIM-VAR
C (Kohlenstoff)	0,050 max.	0,015 bis 0,030	0,015 bis 0,030	0,010 bis 0,030
S (Schwefel)	0,020 bis 0,030	0,003 bis 0,030	0,003 bis 0,010	0,005 bis 0,010
Mn (Mangan)	1,00 bis 2,00	1,00 bis 1,50	1,00 bis 1,50	0,15 bis 0,40

## Werkstoffrichtlinien, Fortsetzung

### Kunststoffe

Kunststoffe sind der von der Branche bevorzugte Werkstoff zum Einsatz für UHP-Flüssigkeitsanwendungen. Swagelok verwendet ein modifiziertes PTFE (Polytetrafluorethylen) -Material aufgrund seiner Chemikalienbeständigkeit und Reinheit. Die chemische Zusammensetzung des Kunststoffs erfolgt gemäß:

- ASTM D3294, „Standard Specification for Polytetrafluorethylen (PTFE) Resin Molded Sheet and Molded Basic Shapes“
- ASTM D4894, „Standard Specification for Polytetrafluorethylen (PTFE) Granular Molding and Ram Extrusion Materials“ für Typ I, Güte 1

### Fertigung und Oberflächenbearbeitung

Die Abmessungen und Oberflächengüte werden während der Herstellung streng überwacht. Jede bearbeitete Komponente hat äußerst feine Oberflächen, glatte Übergänge, ermöglicht strömungsbegünstigte Medienführung und hat gerade Schweißenden, damit möglichst keine Partikel eingeschlossen oder erzeugt werden.

Die Kriterien für die Oberflächen-Rauigkeit/-Bearbeitung basieren auf:

- Edelstahlprodukte—Kriterien von SEMI F19, „Specification for the Surface Condition of the Wetted Surfaces of Stainless Steel Components“, und die Verfahren von SEMI F37, „Method for Determination of Surface Roughness Parameters for Gas Distribution System Components“
- Kunststoffprodukte– SEMI F57, „Provisional Specification for Polymer Components Used in Ultrapure Water and Liquid Chemical Distribution Systems“

Der Rauigkeits-Wert,  $R_a$ , wird von ASME B46.1, „Surface Texture (Surface Roughness, Waviness and Lay)“, als Mittelwert der absoluten Werte der Profilhöhenabweichungen definiert, die innerhalb der Bewertungslänge erfasst und von der Mittellinie ab gemessen wurden.

- Medienberührte Oberflächen von ultrahochreinen Edelstahlprodukten von Swagelok werden mit einem  $R_a$  von 0,13 µm (5 µin.) produziert, mit Ausnahme der folgenden Produkte, die einen  $R_a$  von 0,20 µm (8 µin.) haben:
  - Faltenbalgventile der Serien BN und HB
  - Membranventile der Serien DL und DS
- Medienberührte Oberflächen von ultrahochreinen Kunststoffprodukten von Swagelok werden gemäß SEMI F57 mit einer maximalen Oberflächenbearbeitung von 0,62 µm (25 µin.)  $R_a$  gefertigt.

Die in Produktkatalogen veröffentlichten Rauigkeitswerte von Swagelok Produkten beziehen sich auf den Prozessmittelwert, bzw. den Rauigkeitswert, der den berechneten Durchschnitt für das jeweilige Fertigungsverfahren gemäß SEMI F37 darstellt.

Die Oberflächen-Rauigkeit/-Bearbeitung wird mit einem geeigneten Profilierungsinstrument gemäß ASME B46.1 verifiziert. Es werden Messungen entlang der gesamten verfügbaren Länge der Verschraubungs- oder Ventilbohrung, mit Ausnahme von kegeligen Oberflächen, Verzweigungen oder Schweißstellen durchgeführt.

## Elektropolieren und Passivierung (Nur Edelstahl)

Die medienberührten Oberflächen von Verschraubungen und Ventilkörpern werden zur Verbesserung der Oberflächenbeschaffenheit und zur Erzeugung einer korrosionsbeständigen Chromoxid-Oberflächenschicht elektropoliert. Nach der Elektropolierung werden alle Oberflächen passiviert, um freigesetztes Eisen zu entfernen.

- Die Verfahren zum Elektropolieren basieren auf ASTM E1558, „Electrolytic Polishing of Metallographic Specimens“, und werden mit speziellen Vorrichtungen durchgeführt.
- Die Verfahren zur Passivierung basieren auf ASTM A380, „Cleaning, Descaling, and Passivation of Stainless Steel Parts, Equipment, and Systems“.
- Die Verifizierung des Elektropolierverfahrens und der Passivierung erfolgt gemäß Tabelle 2.

**Tabelle 2: Verifizierungsmethoden und Spezifikationen**

Parameter	Spezifikation	Prüfmethode
Chrom-zu-Eisen (Cr/Fe)	Verhältnis $\geq 2,0$	ESCA (Elektronenspektroskopie für chemische Analyse) gemäß SEMI F60
Chromoxid-zu-Eisenoxid (CrO/FeO)	Verhältnis $\geq 2,0$	
Oxiddicke	$\geq 15\text{Å}^{\text{①}}$	AES (Auger-Elektronenspektroskopie) gemäß SEMI F72
Oberflächen-defektanalyse	Maximal 40 Defekte über 5 Testbereiche <sup>②</sup>	SEM (Scan-Elektronenmikroskopie) gemäß SEMI F73
Aussehen	Alle Teile sind hochreflexiv, spiegelnd, mit gleichmäßiger Rauigkeit und einer einheitlichen, glänzenden Oberflächenbearbeitung <sup>③</sup>	Fertige Teile werden visuell mit bloßem Auge unter Verwendung einer zusätzlichen hellen Lichtquelle überprüft.

① Prozessdurchschnitt.

② Gilt nicht für Körper der Serien HB, BN, DS, DL oder LD.

③ Gilt nicht für „Spezialausführungen“ oder Körper der Serien HB, BN, DS, DL oder LD.

### WICHTIGER VERARBEITUNGSHINWEIS:

**Alle elektropolierten ultrahochreinen Produkte werden gemäß den Richtlinien in den vorangegangenen Abschnitten (Konstruktion, Werkstoffrichtlinien, Fertigung und Oberflächenbearbeitung sowie Elektropolieren und Passivierung) dieses Dokuments gefertigt und bearbeitet. Produktbestellnummern, die Kennung „P1“ enthalten, weisen auf Reinigungs-, Montage-, Prüf- und Verpackungsanforderungen gemäß Swageloks Spezialreinigung und Verpackung (SC-11) hin. Für Artikelnummern, die nur die Kennung „P“ enthalten, gelten die Reinigungs-, Montage-, Prüf- und Verpackungsanforderungen, die im Rest dieses Dokuments beschrieben sind.**

## Elektrochemische kritische Lochfraßtemperatur (Nur Edelstahl)

Mit dem CPT: Critical Pitting Temperature gemäß ASTM G150, „Standard Test Method for Electrochemical Critical Pitting Temperature of Stainless Steels“, wird die Beständigkeit gegen lokalen Lochfraß geprüft. Der CPT-Test misst die Temperatur, bei der die aktuelle Dichte schnell über eine bestimmte Grenze bei einem bestimmten elektrischen Potenzial ansteigt. Es wird eine Natriumchloridlösung verwendet, und das elektrische Potenzial wird im Passivierungsbereich konstant gehalten.

**Tabelle 3: Kritische Lochfraßtemperatur**

Parameter	Spezifikation	Prüfmethode
Kritische Lochfraßtemperatur	>13°C (55°F)	ASTM G150

## Reinigung und Trocknen

Das Reinigungssystem mit deionisiertem Wasser ist nach außen abgeschlossen, wodurch die Verunreinigung durch Partikel begrenzt wird. Die Produkte durchlaufen mehrere Ultraschall-Reinigungsschritte, werden mehrere Male mit deionisiertem Wasser gespült und schließlich in einer Trockenkammer getrocknet. Die Eigenschaften des deionisierten Wassers basieren auf den Richtlinien von:

- **Edelstahlkomponenten**—SEMI E49.6, „Guide for Subsystem Assembly and Testing Procedures—Stainless Steel Systems“
- **Kunststoffkomponenten**—SEMI E49.7, „Purity Guide for the Design and Manufacture of Ultrapure Water and Liquid Chemical Systems in Semiconductor Process Equipment“

**Tabelle 4: Eigenschaften des DI-Wassers**

Eigenschaft	Werte der Swagelok Fertigung
Widerstand	≥ 17,5 MΩ·cm bei 25°C (77°F)
Restgehalt-organischer Kohlenstoff (TOC)	< 20 ppb
Silikat	< 5 ppb
Bakterien	< 10 Kolonien pro 100 Milliliter
Temperatur von heißem DI-Wasser	mindestens 60°C (140°F)

## Montage und Prüfung

Um die Teile vor Verschmutzungen aus der Luft zu schützen, werden die Teile geschützt und direkt von der festgelegten Reinigungsanlage in eine saubere Umgebung zur Montage und zur Prüfung transportiert.

- Die Reinnräume werden gemäß ISO 14644-1, „Cleanrooms and Associated Controlled Environments“, auf ihren Partikelgehalt überprüft und klassifiziert. Die angegebenen Partikelgehaltwerte stellen die maximalen Konzentrationsgrenzen (Partikel pro Kubikmeter Luft) der Partikel ≥ 0,5 µm dar.
- Die Swagelok Klassifizierung gemäß ISO 14644-1 ist in Tabelle 5 angegeben.

**Tabelle 5: Klassifizierungen für Reinraum und Arbeitsbereich**

Prüfstelle	Federal Standard 209E	ISO 14644-1 (Partikel pro Kubikmeter)
<b>Edelstahl</b>		
Reinraum	Klasse 100	Klasse 5 (3520)
Arbeitsbereiche, Laminarflusshauben und Empfangsraum	Klasse 10	Klasse 4 (352)
<b>Kunststoffe</b>		
Lagerbereiche von Werkstoffen, Ankleidebereiche, Vorbereitungsbereiche und Montagebereiche	Klasse 10.000	Klasse 7 (352.000)

- Die Anforderungen und Ergebnisse von Prüfungen spezifischer Produkte können dem jeweiligen Produktkatalog entnommen werden.

## Verpackung und Kennzeichnung

Swagelok Produkte sind so verpackt, dass sie während des Versands vor Verunreinigungen von außen geschützt sind. Informationen zur Identifikation und Rückverfolgbarkeit sind ohne Öffnen der Produktpackung sichtbar, um das Risiko einer Verunreinigung des Produkts und des System, an dem es eingesetzt wird, möglichst gering zu halten.

Die Verpackungs- und Identifikationsverfahren erfüllen die Anforderungen von:

- SEMI E49.6, „Guide for Subsystem Assembly and Testing Procedures—Stainless Steel Systems“, für Edelstahlprodukte
- SEMI F57, „Provisional Specification for Polymer Components Used in Ultrapure Water and Liquid Chemical Distribution Systems“, für Kunststoffkomponenten

## Referenzdokumente

### ASME

ASME B46.1, „Surface Texture (Surface Roughness, Waviness and Lay)“

### ASTM

ASTM A262, „Standard Practices for Detecting Susceptibility to Intergranular Attack in Austenitic Stainless Steels“

ASTM A276, „Stainless and Heat-Resisting Bars and Shapes“

ASTM A380, „Cleaning, Descaling, and Passivation of Stainless Steel Parts, Equipment, and Systems“

ASTM A479, „Stainless and Heat-Resisting Bars and Shapes for Use in Boilers and Other Pressure Vessels“

ASTM A484, „Specification for General Requirements for Stainless and Heat-Resisting Bars, Billets, and Forgings“

ASTM A751, „Test Methods, Practices, and Terminology for Chemical Analysis of Steel Products“

ASTM D3294, „Standard Specification for PTFE Resin Molded Sheet and Molded Basic Shapes“

ASTM D4894, „Standard Specification for Polytetrafluoroethylene (PTFE) Granular Molding and Ram Extrusion Materials“ für Typ I, Güte 1

ASTM E45, „Standard Practice for Determining the Inclusion Content of Steel, Method A“

ASTM E214, „Practice for Immersed Ultrasonic Testing by the Reflection Method Using Pulsed Longitudinal Waves“

ASTM E1558, „Electrolytic Polishing of Metallographic Specimens“

ASTM F1374, „Standard Test Method for the Determination of Ionic/Organic Extractables of Internal Surfaces—IC/GC/FTIR for Gas Distribution System Components“

ASTM F1397, „Standard Test Method for Determination of Moisture Contribution by Gas Distribution System Components“

ASTM F1398, „Standard Test Method for Determination of Total Hydrocarbon Contribution by Gas Distribution System Components“

ASTM G150, „Standard Test Method for Electrochemical Critical Pitting Temperature of Stainless Steels“

### ISO

ISO 14644-1, „Cleanrooms and Associated Controlled Environments“

### SEMI

SEMI F20, „Specification for 316L Stainless Steel Bar, Forgings, Extruded Shapes, Plate, and Tubing for Components Used in General Purpose, High Purity, and Ultra-High Purity Semiconductor Manufacturing Applications“

SEMI E49.6, „Guide for Subsystem Assembly and Testing Procedures—Stainless Steel Systems“

SEMI E49.7, „Purity Guide for the Design and Manufacture of Ultrapure Water and Liquid Chemical Systems in Semiconductor Process Equipment“

SEMI F19, „Specification for the Surface Condition of the Wetted Surfaces of Stainless Steel Components“

SEMI F37, „Method for Determination of Surface Roughness Parameters for Gas Distribution System Components“

SEMI F57, „Provisional Specification for Polymer Components Used in Ultrapure Water and Liquid Chemical Distribution Systems“

SEMI F60, „Test Method for ESCA Evaluation of Surface Composition of Wetted Surfaces of Passivated 316L Stainless Steel Components“

SEMI F72, „Test Method for Auger Electron Spectroscopy (AES) Evaluation of Oxide Layer of Wetted Surfaces of Passivated 316L Stainless Steel Components“

SEMI F73, „Test Method for Scanning Electron Microscopy (SEM) Evaluation of Wetted Surface Condition of Stainless Steel Components“

## Über dieses Dokument

Vielen Dank für das Herunterladen dieses elektronischen Kataloges. Es ist ein Kapitel eines größeren gedruckten Buches – dem Swagelok Produkt Katalog. Elektronische Dateien wie diese werden aktualisiert wenn neue oder überarbeitete Informationen verfügbar sind und können so aktueller als die gedruckte Version sein.

Die Swagelok Company ist ein wichtiger Entwickler und Hersteller von Fluidsystemlösungen, die Produkte, Bauteile und Dienstleistungen für die Forschung, Instrumentierung sowie die Industriezweige Biopharmazie, Öl- und Gasgewinnung, Petrochemie, alternative Kraftstoffe und Halbleiter umfassen. Mit seinen Werken für Produktion, Forschung, Service und Vertrieb unterstützt Swagelok ein weltweites Netzwerk von über 200 autorisierten Vertriebs- und Servicezentren in 57 Ländern.

Auf der Swagelok Website können Sie Ihre autorisierte Swagelok Vertriebsniederlassung finden. Dort erhalten Sie Antworten auf Ihre Fragen bezüglich Produkteigenschaften, technischen Daten, Bestellnummern und allen weiteren Produktinformationen. Auf dieser Seite erfahren Sie auch mehr über den weiten Bereich der Serviceleistungen, die Sie exklusiv bei den Swagelok Vertriebs- und Servicecentern erhalten können.

### Sichere Produktauswahl:

**Bei der Auswahl von Produkten muss das gesamte Systemdesign berücksichtigt werden, um eine sichere, störungsfreie Funktion zu gewährleisten. Der Systemdesigner und der Benutzer sind für Funktion, Materialverträglichkeit, entsprechende Leistungsdaten und Einsatzgrenzen sowie für die vorschriftsmäßige Handhabung, den Betrieb und die Wartung verantwortlich.**

## Garantieinformationen

Swagelok Produkte fallen unter die eingeschränkte Swagelok Nutzungsdauergarantie. Für eine Kopie besuchen Sie bitte die Swagelok Website oder kontaktieren Sie Ihre autorisierte Swagelok Vertretung.

Swagelok, Ferrule-Pak, Goop, Hinging-Colleting, IGC, Kenmac, Micro-Fit, Nupro, Silver Goop, Snoop, SWAK, VCO, VCR, Ultra-Torr, Whitey—TM Swagelok Company  
Aflas—TM Asahi Glass Co., Ltd.  
ASCO, EI-O-Matic—TM Emerson  
AutoCAD—TM Autodesk, Inc.  
CSA—TM Canadian Standards Association  
CR-288—TM Jetalon Solutions, Inc.  
Dyneon, TFM—TM Dyneon  
Elgiloy—TM Elgiloy Limited Partnership  
FM—TM FM Global  
Grafoil—TM GrafTech International Holdings, Inc.  
Kalrez, Krytox, Viton—TM DuPont  
MAC—TM MAC Valves, Inc.  
Membralox—TM Pall Corporation  
Microsoft, Windows—TM Microsoft Corp.  
PH 15-7 Mo, 17-7 PH—TM AK Steel Corp  
picofast—Hans Turck KG  
Pillar—TM Nippon Pillar Packing Company, Ltd.  
Rapid Tap—TM Relton Corporation  
Raychem—Tyco Electronics Corp.  
SAF 2507—TM Sandvik AB  
Simriz—TM Freudenberg-NOK  
SolidWorks—TM SolidWorks Corporation  
Torlon—TM Amoco Performance Products, Inc.  
Torx—TM Textron, Inc.  
UL—Underwriters Laboratories, Inc.  
Xylan—TM Whitford Corporation  
© 2017 Swagelok Company