



# BESCHICHTUNGEN VON SCS FÜR LUFT- UND RAUMFAHRT & DEN VERTEIDIGUNGSSEKTOR

Zuverlässiger Schutz für kritische Anwendungen.



**SPECIALTY COATING SYSTEMS™**

A KISCO Company

**SCS**

# INNOVATIVE LÖSUNGEN VOM MARKTFÜHRER FÜR PARYLENE

Specialty Coating Systems (SCS) kann auf über 45 Jahre Erfahrungen in der Entwicklung und Anwendung von Parylene zurückblicken und ist das weltweit führende Unternehmen zur Umsetzung von Technologien für konforme Beschichtungen mit Parylene. Als direkter Nachfolger der Unternehmen, die Parylene ursprünglich entwickelt haben, verfügen wir über umfangreiche Fachkenntnisse, die bei jedem Projekt von der Planung bis zum Serienstart zur Geltung kommen.

SCS zählt unter seinen Mitarbeitern einige der weltweit renommiertesten Parylene-Experten, Verkaufingenieure mit umfangreichen Erfahrungen und hervorragend ausgebildete Mitarbeiter in der Fertigung, die ihr Expertenwissen in hochentwickelten Beschichtungsanlagen in 11 Ländern rund um die Welt einsetzen. Unser umfangreicher, proaktiver Ansatz bei der Produktion und unsere umfassenden Qualitätsanforderungen untermauern das Vertrauen unserer Kunden und sorgen dafür, dass selbst die schwierigsten Anforderungen und technischen Erfordernisse mit minimalem Ressourcenaufwand erfüllt werden.

>45  
Jahre

11  
Länder

4  
Kontinente

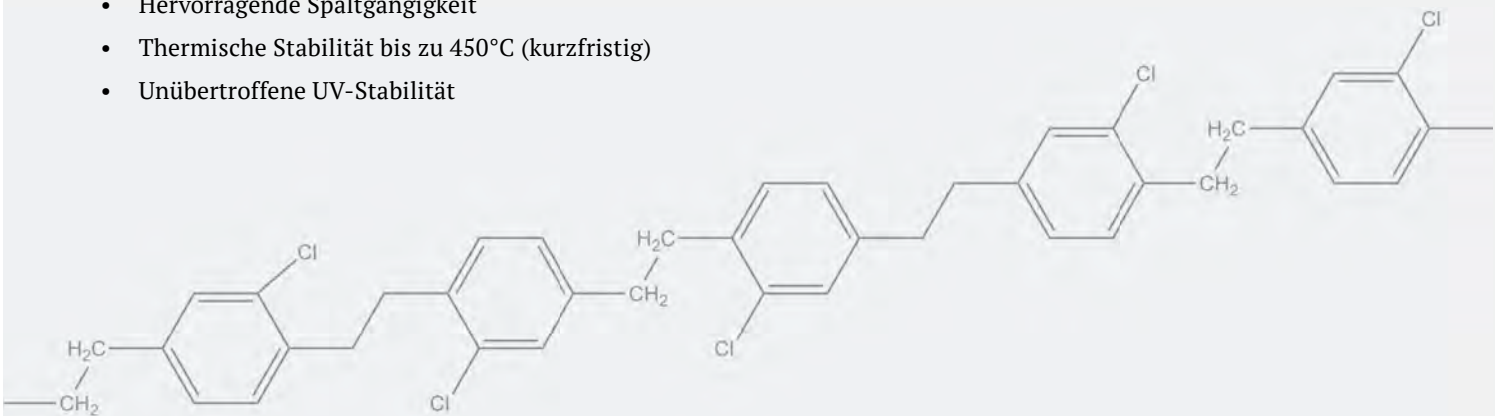
>1,000  
Mitarbeiter

## BESCHICHTUNGEN MIT SCS PARYLENE

Die speziellen Eigenschaften von Parylene in Kombination mit den langjährigen Erfahrungen, den umfassenden technologischen Kenntnissen und den weltweiten Ressourcen von SCS ermöglichen Beschichtungen und Dienstleistungen, auf die Kunden in der Luft- und Raumfahrtindustrie und im Verteidigungssektor vertrauen können. Dieses Angebot umfasst unter anderem Parylene HT®, das speziell für den Einsatz unter extremsten Bedingungen entwickelt wurde.

Ultradünne und porenfreie Parylene-Beschichtungen von SCS weisen viele vorteilhafte Eigenschaften auf. Dazu gehören:

- Hervorragende dielektrische Eigenschaften
- Hervorragende Eigenschaften als Chemikalien- und Feuchtigkeitsbarriere
- Ultradünne, konforme Beschichtung auf allen freiliegenden sowie beschatteten Oberflächen
- Hervorragende Spaltgängigkeit
- Thermische Stabilität bis zu 450°C (kurzfristig)
- Unübertroffene UV-Stabilität



# UMWELTFREUNDLICHE BESCHICHTUNGEN UND VERFAHREN

## BARRIEREEIGENSCHAFTEN

Die Parylene-Beschichtungen von SCS eignen sich hervorragend als Feuchtigkeits- und Chemikalienschutz. Parylene, das im Mikrometer-Bereich angewendet wird, ist deutlich dünner als die branchenüblichen Beschichtungen und stellt damit selbst bei erhöhten Temperaturen eine ausgezeichnete porenfreie, einheitliche Barriere zum Schutz vor korrodierenden und anderen Flüssigkeiten, Gasen und Chemikalien dar.

Mit Parylene HT beschichtete Leiterplatten wurden in einer unabhängigen Testanlage auf ihre Zuverlässigkeit unter Einwirkung von Salznebeln getestet. Die beschichteten Leiterplatten zeigten keinerlei Korrosion oder Salzablagerungen, nachdem sie in Übereinstimmung mit ASTM B117-(03) 144 Stunden lang dieser Umgebung ausgesetzt wurden (siehe Abb. 1). Bei den mit SCS Parylene C und der neuen Parylene-Variante ParyFree® beschichteten Leiterplatten wurden ähnliche Ergebnisse erzielt.

## CHEMISCHE WIDERSTANDSFÄHIGKEIT

Alle Parylene-Varianten sind gegenüber Chemikalien widerstandsfähig und sind in allen organischen Lösungsmitteln bis 150°C unlöslich. Unter Einwirkung von unterschiedlichen Säuren und Laugen, einschließlich der in der Luft- und Raumfahrt eingesetzten aggressiven Flüssigkeiten, weisen Parylene-Filme keinerlei Veränderungen in ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften auf.

## DIELEKTRISCHE EIGENSCHAFTEN

Die Parylene-Produkte von SCS bieten hervorragende dielektrische Eigenschaften. Ihre hohe dielektrische Stärke hängt damit zusammen, dass die Beschichtung als dünner, kontinuierlicher Film aufgetragen wird, der weder Mängel noch Füllstoffe aufweist, die bei herkömmlichen Beschichtungen häufig die dielektrische Stärke beeinträchtigen.

Die Parylene-Produkte von SCS weisen niedrige dielektrische Konstanten und niedrige Verlustfaktoren bei hohen dielektrischen Stärken auf, sodass elektrische Signale ohne Absorption oder Verluste übertragen werden.

## THERMISCHE EIGENSCHAFTEN

Viele Komponenten in der Luft- und Raumfahrtindustrie und im Verteidigungssektor erfordern zuverlässigen Schutz unter extremsten Bedingungen. Aufgrund einer Arrhenius-Extrapolation der Testdaten kann davon ausgegangen werden, dass Parylene N, ParyFree und Parylene C 10 Jahre lang einer kontinuierlichen Lufttemperatur von 60°C, 60°C und 80°C widerstehen können. In sauerstofffreien Atmosphären oder in einem Vakuum und bei einer Dauertemperatur von bis zu 220°C können ähnliche Leistungsergebnisse von allen Parylene-Varianten erwartet werden. SCS Parylene HT behält seine Leistungsfähigkeit erwiesenermaßen bei einer

andauernden Lufttemperatur von 350°C mit (bis zu 24 Stunden anhaltenden) Temperaturspitzen von bis zu 450°C bei und bietet damit hervorragenden Schutz für viele Anwendungen in der Luft- und Raumfahrtindustrie und im Verteidigungssektor.

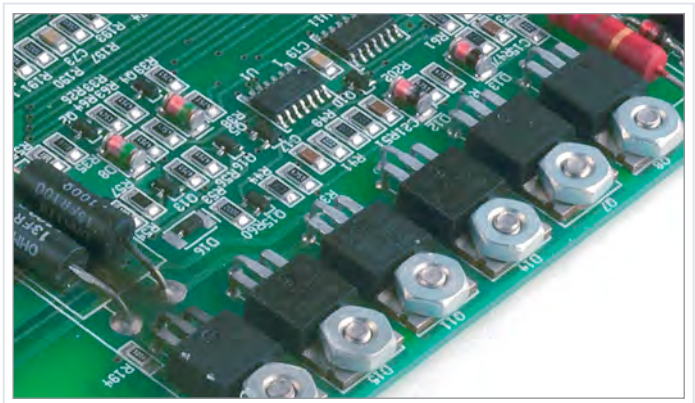
## KRYOGENE EIGENSCHAFTEN

Freier Parylene-Film (ohne Trägermaterial) aus Parylene C in einer Stärke von 50,8 µm kann bei -200°C sechsmal um 180° verbogen werden, bevor Schäden entstehen. Vergleichbare Filme aus Polyethylen, Polyethylenterephthalat und Polytetrafluoroethylen versagen bereits bei drei-, zwei- bzw. einmaligem Verbiegen.

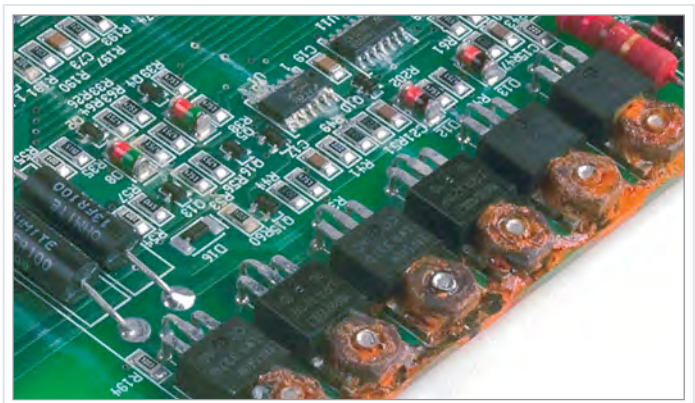
Mit Parylene C beschichtete Stahlplatten, die in flüssigen Stickstoff mit einer Temperatur von -196°C eingetaucht wurden, widerstanden bei einer modifizierten Gardner-Kugelfallprobe einem Aufprall von mehr als 11,3 N•m. Bei Raumtemperatur liegen die Werte bei ungefähr 28,2 N•m.

Parylene N-Filme (abgeschieden auf Trägermaterial) haben nachweislich zyklische Temperaturschwankungen zwischen Raumtemperatur und -269°C ohne Bildung von Rissen, Ablösen vom Substrat oder Abschwächung der elektrischen Eigenschaften widerstanden.

ABBILDUNG 1: Leiterplatten nach 144 Stunden im Salznebel



Beschichtet mit SCS Parylene HT



Unbeschichtet

# EIGENSCHAFTEN VON SCS PARYLENE

	Methode	Parylene N	ParyFree	Parylene C	Parylene HT	Acryl (AR) <sup>a,b</sup>	Epoxid (ER) <sup>a,b</sup>	Polyurethan (UR) <sup>a,b</sup>	Silikon (SR) <sup>a,b</sup>	
<b>Dielektrische Stärke V/25µm</b>	1	7.000	6.900	5.600	5.400	3.500	2.200	3.500	2.000	
<b>Dielektrische Konstante</b>	<b>60 Hz</b>	2,65	2,38	3,15	2,21	–	3,3 – 4,6	4,1	3,1 – 4,2	
	<b>1 KHz</b>	2,65	2,37	3,10	2,20	–	–	–	–	
	<b>1 MHz</b>	2,65	2,35	2,95	2,17	2,7 – 3,2	3,1 – 4,2	3,8 – 4,4	3,1 – 4,0	
<b>Verlustfaktor</b>	<b>60 Hz</b>	0,0002	0,00001	0,020	<0,0002	0,04 – 0,06	0,008 – 0,011	0,038 – 0,039	0,011 – 0,02	
	<b>1 KHz</b>	0,0002	0,0009	0,019	0,0020	–	–	–	–	
	<b>1 MHz</b>	0,0006	0,0007	0,013	0,0010	0,02 – 0,03	0,004 – 0,006	0,068 – 0,074	0,003 – 0,006	
<b>Wasserdampfdurchlässigkeit (g•mm)/(m<sup>2</sup>•Tag)</b>	3, 4, 5, 6	0,59	0,09	0,08	0,22	13,9 <sup>c</sup>	0,94 <sup>c</sup>	0,93 – 3,4 <sup>c</sup>	1,7 – 47,5 <sup>c</sup>	
<b>Wasserabsorption (% nach 24 Stunden)</b>	7	<0,1	<0,1	<0,1	<0,01	0,3	0,05 – 0,10	0,6 – 0,8	0,1	
<b>Servicetemperatur</b>	<b>Kontinuierlich</b>	8	60°C	60°C	80°C	350°C	82°C	177°C	121°C	260°C
	<b>Kurzfristig</b>		80°C	80°C	100°C	450°C	–	–	–	–
<b>UV-Stabilität</b>	9	≤100 h	≤100 h	≤100 h	≥2.000 h	–	–	–	–	
<b>Reißfestigkeit (psi)</b>	10	7.000	9.600	10.000	7.500	7.000 – 11.000	4.000 – 13.000	175 – 10.000	350 – 1.000	
<b>Spaltgängigkeit<sup>d</sup></b>		40 x Durchm.	10 x Durchm.	5 x Durchm.	50 x Durchm.	Aufsprühen oder Aufstreichen	Aufsprühen oder Aufstreichen	Aufsprühen oder Aufstreichen	Aufsprühen oder Aufstreichen	

a. *Handbook of Plastics, Elastomers, and Composites*, Kapitel 6: „Plastics in Coatings and Finishes“, 4. Auflage, McGraw Hill, Inc., New York, 2002.

b. *Conformal Coating Handbook*, Humiseal Division, Chase Corporation, Pennsylvania, 2004.

c. *Coating Materials for Electronic Applications*, Licari, J.J., Noyes Publications, New Jersey, 2003.

d. Tiefe in Schläuchen und Spalten.

Testmethoden:

1. ASTM D149
2. ASTM D150
3. ASTM E96 (bei 90 % rel. Luftfeuchte, 37°C) (nur Parylene N)
4. ASTM F1249 (bei 100 % rel. Luftfeuchte, 37°C) (nur ParyFree)
5. ASTM F1249 (bei 90 % rel. Luftfeuchte, 37°C) (nur Parylene C)

6. ASTM F1249 (bei 100 % rel. Luftfeuchte, 38°C) (nur Parylene HT)
7. ASTM D570
8. TGA/FTIR, DSC und thermische Dauerfestigkeitsprüfung
9. ASTM G154
10. ASTM D882

## UV-STABILITÄT

SCS Parylene HT bietet messbare UV-Stabilität nach mehr als 2.000 Stunden Bestrahlung mit ultravioletter Licht (Test gemäß ASTM G154). Aufgrund seiner chemischen Struktur schützt es vor Materialverfall und -verfärbung unter Einwirkung von UV-Strahlen.

## STABILITÄT IM VAKUUM

Tests, die im Jet Propulsion Laboratory der NASA (bei 49.4°C und 10<sup>-6</sup> Torr) durchgeführt wurden, ergaben einen Gesamtmasseverlust (Total Mass Loss, TML) von 0,30 % für Parylene N. Bei Vakuumstabilitätstests (gemäß ASTM E595) im Goddard Space Flight Center der NASA zeigten SCS Parylene C und Parylene HT einen TML-Wert von 0,07 % bzw. 0,03 %. Die entsprechenden CVCM-Werte (Collected Volatile Condensable Materials) lagen bei 0,0003 % bzw. 0,0017 %. Weitere Informationen zur Ausgasung erhalten Sie auf der Website <http://outgassing.nasa.gov> oder direkt von SCS.

## VORBEUGENDE MASSNAHMEN GEGEN DAS AUFTRETEN VON METALLISCHEN WHISKERN

Industrieweite Auflagen haben dazu geführt, dass in der Elektronikbranche Blei zunehmend durch alternative Metallüberzüge verdrängt wird. Metallplattierungen bieten zwar deutliche Vorteile für den Umweltschutz, können jedoch zur Bildung von Whiskern führen, die die Zuverlässigkeit elektronischer Systeme beeinträchtigen. Parylene-

Beschichtungen wirken der Bildung von metallischen Whiskern, Odd Shape Eruptions/OSE und Dendriten entgegen.

## STRAHLENRESISTENZ

Filme aus Parylene N, C, D und Parylene HT zeigen eine hohe Zerfallsresistenz gegenüber Gammastrahlen im Vakuum. Die Reißfestigkeit und die elektrischen Eigenschaften waren nach Bestrahlung mit 1.000 kGy in einer Dosierungsrate von 16 kGy/h unverändert. Lufteinwirkung führt zu rapider Versprödung.

## OPTISCHE EIGENSCHAFTEN

Die Parylene-Filme weisen sehr geringe Absorption im sichtbaren Bereich auf und sind darum transparent und farblos. Bei Wellenlängen unter 280 nm ergeben sich für alle Parylene-Varianten hohe Absorptionsniveaus.

## PARYLENE C-UVF®

Da Parylene-Beschichtungen transparent sind, ist es oft schwierig festzustellen, ob eine bestimmte Komponente beschichtet wurde. Als Abhilfe für dieses Problem hat SCS eine spezielle Technologie entwickelt, die es Kunden ermöglicht, Leiterplatten zu erkennen, die mit Parylene beschichtet wurden: SCS Parylene C-UVF®. Parylene C-UVF hat dieselben elektrischen, mechanischen und physikalischen Eigenschaften wie Parylene C, aber fluoresziert, wenn es Schwarzlicht ausgesetzt wird.

# SCHUTZ FÜR HOCHENTWICKELTE ANWENDUNGEN

---

Die Parylene-Beschichtungen von SCS können auf nahezu jedes Oberflächenmaterial aufgetragen werden, einschließlich Metallen, Elastomeren, Harzen, Plastik und Keramik. Die Stärke der Beschichtungen reicht von mehreren hundert Ångström bis zu mehreren Mikrometern. Parylene polymerisiert zu einheitlichen, dünnen Filmen, die sich an alle Oberflächen anpassen und in Kanten und Spalten eines Substrats eindringen, sodass auch das Innere von mehrschichtigen Elektronikpaketen beschichtet wird. Aufgrund dieser ultradünnen Anwendung wirken sich Parylene-Produkte nur geringfügig auf die Abmessungen und das Gewicht von wichtigen Komponenten mit strikten Gewichtsvorgaben aus.

SCS nutzt die einzigartigen Eigenschaften von Parylene-Beschichtungen, um für Kunden in den folgenden Branchen spezielle konforme Beschichtungslösungen bereitzustellen:

## LUFT- UND RAUMFAHRT

Die Hersteller von Flugzeugen sind ständig auf der Suche nach Optionen, die das Gewicht reduzieren und die Betriebsleistung erhöhen. Parylene-Beschichtungen, die in der Regel in einer Stärke von wenigen Mikrometern aufgetragen werden, sind ultradünn und extrem leicht. Sie bieten vortreffliche Barriereigenschaften für Luftfahrtkomponenten und bieten selbst bei erhöhten Temperaturen porenfreien Schutz vor korrodierenden und anderen Flüssigkeiten, Gasen und Chemikalien. Parylene-Produkte sind die ideale Beschichtungslösung für Leiterplatten, Sensoren und andere Komponenten, die zur Überwachung von elektrischen Systemen, Lüftungsanlagen, Kraftstoff- und Motorsystemen und Flugkontrollsystemen verwendet werden.

SCS Parylene HT bietet hervorragende UV-Stabilität und eignet sich ideal für interne und externe LED-Anwendungen. Parylene enthält zudem keinerlei Füllstoffe, und Licht wird darum nur geringfügig reduziert.

## VERTEIDIGUNGSSEKTOR

Im verteidigungssektor Bereich werden zunehmend so genannte COTS (Commercial Off-The-Shelf)-Komponenten, d. h. frei erhältliche Standardprodukte, eingesetzt, die nicht speziell für extrem schwierige Einsatzbedingungen entwickelt wurden. Parylene-Beschichtungen bieten den notwendigen erhöhten Schutz für derartige Komponenten und verlängern ihre Verwendungsdauer. Die hervorragenden Barriereigenschaften und die vollständige Verkapselung, die mit Parylene-Beschichtungen erzielt werden, ermöglichen zuverlässigen Schutz für kritische Komponenten.

Das UAV (Unmanned Aerial Vehicle)-Segment, das sich auf Drohnen konzentriert, erschließt fortlaufend neue Anwendungsbereiche in Form von Mikrofahrzeugen und autonomen Land- und Unterwasserfahrzeugen. Parylene ist ideal als konforme Beschichtung für diese Anwendungszwecke, da sie sowohl ultradünn als auch sehr leicht sind. Außerdem sind Parylene-Produkte optisch klar und beeinträchtigen in keine Weise elektrische, optische oder Funksignale.

Wenn platzsparende, leichtgewichtige Lösungen erforderlich sind, bieten Parylene-Beschichtungen unübertroffenen Schutz für kritische Systeme im Verteidigungssektor.

## RAUMFAHRT

Parylene-Produkte werden bereits seit langer Zeit in Satelliten, weltraumgestützten Instrumenten und Fahrzeugen eingesetzt. Da die Beschichtungen in einem Vakuum aufgetragen werden, entstehen keine versteckten Hohlräume und unvollständig abgedeckten Bereiche, die in großen Höhen oder im Weltraum die Ursache für ein Versagen darstellen könnten. Alle Parylene-Typen weisen außerdem selbst bei häufig wiederholtem Einsatz exzellente dielektrische Eigenschaften für Anwendungen in der Raumfahrt auf.

# UMWELTFREUNDLICHE BESCHICHTUNGEN UND VERFAHREN

---

SCS hält Schritt mit neuen branchenspezifischen Anforderungen und Vorschriften und kann darum weltweit Produkte und Services anbieten, die relevante behördliche und auf den Umweltschutz ausgerichtete Standards erfüllen.

- SCS betreibt Beschichtungszentren, die gemäß AS9100 und ISO 9001 zertifiziert sind.
- Die Parylene-Produkte von SCS erfüllen die Anforderungen von IPC-CC-830.
- Die Parylene-Produkte von SCS sind in der QPL-Liste für MIL-I-46058C eingetragen.
- SCS Parylene C und HT sind von UL (QMJU2) anerkannt.
- Die Parylene-Produkte von SCS sind in der internationalen Luftfahrt Datenbank (International Aerospace Database/OASIS) eingetragen.
- Die Parylene-Produkte von SCS sind REACH- und RoHS-konform.

Besuchen Sie [SCScomplies.com](http://SCScomplies.com) oder kontaktieren Sie SCS, um Informationen zu anderen Standards und Zertifizierungsanforderungen zu erhalten, die SCS und die Parylene-Beschichtungen von SCS erfüllen.

# DAS PARYLENE-VERFAHREN

SCS Parylene-Beschichtungen werden bei Raumtemperatur durch Dampfabscheidungspolymerisation (Vapor Deposition Polymerization, VDP) in einer Vakuumkammer aufgetragen. Die zu beschichtenden Komponenten müssen lediglich eine gewisse, durchaus realistische Vakuumtoleranz aufweisen. Das Beschichtungsverfahren erfordert keinerlei Lösungsmittel, Katalysatoren oder Plastifizierungsmittel. Da die Parylene-Beschichtung nicht unter erhöhter Temperatur ausgehärtet werden muss, entstehen keinerlei Belastungen, die sich im Verlauf einer Aushärtungsphase ergeben könnten. Anders als bei Parylene-Beschichtungen sind für herkömmliche Beschichtungen, die durch Eintauchen, Aufsprühen oder Aufstreichen aufgetragen werden, Katalysatoren, Vernetzung, erhöhte Temperaturen oder UV-Härtungszyklen zur Verbesserung der Beschichtungseigenschaften notwendig.



Raumtemperatur



Abscheidung auf  
Molekularebene



Keine Lösungsmittel,  
Katalysatoren oder  
Plastifizierungsmittel



## Weltweite Unternehmenszentrale von SCS

7645 Woodland Drive, Indianapolis, IN 46278 United States

T +1.317.244.1200 W [scscoatings.com](http://scscoatings.com)

Kingswey Business Park, Forsyth Road, Sheerwarter, Woking, Surrey, GU21 5SA United Kingdom

T +44.1483.541000

Robert-Bosch-Str. 22, 72124 Pliezhausen, Germany

T +49 (0) 7127.95554.0 W [scscoatings.de](http://scscoatings.de)