

SCHAEFFLER



Corrotect-Korrosionsschutzsysteme

**Weltweit etablierte und gefragte
Beschichtungskonzepte**

Einleitung

Der von Schaeffler Anfang der 90er Jahre entwickelte und als Patent angemeldete dünne Oberflächenschutz von Wälzlagern durch Beschichtung hat sich bis zum heutigen Tage als weltweit konkurrenzloses Beschichtungskonzept zum langlebigen Erhalt der Bauteilfunktion bewährt.

Die ursprüngliche Zinklegierungsbeschichtung mit Cr(VI)-haltiger Gelb- oder Schwarzchromatierung (Corrotect C und Corrotect F) war als dünne Schutzschicht für Lagerkomponenten ausgelegt, die keine Anpassung der Maßtoleranzen erforderten. Daraus sind inzwischen verschiedene variable Corrotect-Beschichtungssysteme entstanden, die alle Cr(VI)-frei sind.

Prüfzeit 96 h im Salzsprühnebel
(Prüfung nach ISO 9227)

Bild 1
Corrotect A*-unbeschichtete und
beschichtete Laufrolle
nach Salzsprühnebelprüfung



00013887

Einleitung

Funktionsbeeinträchtigung durch Grundmetallkorrosion

Grundmetallkorrosion (Rotrostbildung) ist die häufigste Art der Korrosion an Stahlwerkstoffen und entsteht durch gleichzeitige Anwesenheit von Feuchtigkeit und Sauerstoff. Im Bereich der metallverarbeitenden Industrie beeinträchtigt Rostbildung im Wesentlichen die Bauteilfunktion und Lebensdauer.

Geringe äußere Korrosion, die an einem eingebauten Lager auftritt, stellt im Allgemeinen keine Beeinträchtigung dar. Rostbildung im Inneren des Lagers ist aber in mehrfacher Hinsicht kritisch. Der lokale Rostfraß an den Wälzoberflächen erzeugt bei der Überrollung Spannungsspitzen, die zu vorzeitiger Ermüdung führen können. Wie auch bei der so genannten Riffelbildung, wirken Rostpartikel abrasiv und führen zu Verschleiß.

Schmierstoffe und Dichtungen dienen dem Schutz der inneren Komponenten eines Lagers. Die aufgetragenen Schutzschichten wirken als Oberflächenschutz im äußeren Bereich eines Lagers und verhindern somit die Beschädigung der Wellendichtringe.

Innovative Schichtvarianten als Schlüsseltechnologie

Schaeffler sorgt mit seinen innovativen Schichtvarianten dafür, dass es nicht zu vorzeitigen Ermüdungen kommt und so eine langjährige Funktion ermöglicht wird.

Durch Optimierung der Prozessparameter und Weiterentwicklung der Anlagentechnik stellt Schaeffler eine wichtige und zukunftsgerichtete Schlüsseltechnologie zur Abscheidung von dünnen und gleichmäßig verteilten Beschichtungen bereit. Im Korrosionsschutzbereich verbessern die so erzeugten Schutzschichten die allgemeinen Bauteileigenschaften und liefern einen wichtigen Beitrag zur Komponentenoptimierung.

Die herausragenden Eigenschaften der ursprünglichen Dünnschichtbeschichtung (galvanisches Zinklegierungssystem) wurden dabei durch die Weiterentwicklung dieses Systems und die Etablierung neuer Beschichtungssysteme stetig verbessert und entsprechen dem aktuellen Stand der Technik (oder übertreffen diesen vielmals).

Als weltweit etablierter Systemlieferant für Automobil- und Industriekomponenten stattet Schaeffler seine Produkte durch moderne Technologien aufgrund leistungsstarker Oberflächenbehandlungen mit Mehrwert aus.

Allgemeine Vorteile der Dünnschichtvarianten

Erwähnenswerter Vorteil dieser Dünnschichtvarianten ist die technische Gegebenheit, dass Lagerkomponenten ohne Berücksichtigung der Lagertoleranz in beschichteter oder unbeschichteter Variante aus ein und derselben Lagerware hergestellt werden können.

Dabei spielen die je nach Schichtvariante relevanten Schichtdicken von 0,5 µm bis 3 µm beziehungsweise 2 µm bis 6 µm und die Verwendung von modernen Zinklegierungsprozessen eine entscheidende Rolle.

Bauteile mit dieser Corrotect-Beschichtung benötigen keine zusätzliche Behandlung durch allgemein bekannte Korrosionsschutzmedien wie Öle, Wachse oder Fette. Dies reduziert nachhaltig auftretende Umweltbelastungen.

Vermeintliche rostbeständige Alternativmaterialien besitzen nur eine relativ geringe Korrosionsbeständigkeit, welche wesentlich von der jeweiligen Behandlungsart (geschliffen, poliert oder passiviert) abhängt.

Je nach Variante sind an vereinzelt Legierungsstählen bereits erste Rostansätze nach 5 h im Salzsprühnebel (Prüfung nach ISO 9227) erkennbar. Bei passivierten Oberflächen kann dies unter Umständen auf 48 h ausgeweitet werden, dennoch besteht auch hier das Risiko einer Oberflächenkorrosion.

Cr(VI)-freie Schutzsysteme gemäß REACH

Die ursprünglichen Cr(VI)-haltigen Schutzsysteme Corrotect C und Corrotect F finden aufgrund gesetzlicher Regelungen der Automobilindustrie (Altautoverordnung) und zahlreicher EU-Restriktionen (REACH) keine weit verbreitete Anwendung mehr.

Die bereits im Jahre 2006 entwickelten und erfolgreich etablierten Cr(VI)-freien Schutzsysteme Corrotect A* und Corrotect N* stehen als Ersatz für die ursprünglichen Systeme zur Verfügung. Sie sind Bestandteil des Beschichtungsbaukastens von Schaeffler und ermöglichen auch in diesen Varianten einen zuverlässigen Korrosionsschutz im gleichen Schichtdickenbereich von 0,5 µm bis 5 µm unter aktuell umweltrelevanten Gesichtspunkten.

Für Sonderanwendungen und höheren Schutzanforderungen stehen neben diesen Dünnschichtvarianten aber auch Systeme mit Mindestschichtdicken > 5 µm gemäß aktueller DIN EN ISO-Standards zur Verfügung.

Einleitung

Beschichtungsbaukasten

Neben einer reinen Korrosionsschutzbeschichtung von Lagerkomponenten fordern heute zahlreiche Schaeffler-Innovationen einen angepassten Oberflächenschutz.

Aufgrund dieser in den vergangenen Jahrzehnten massiv gestiegenen unterschiedlichen Anforderungen aus Industrie und Automotive, wurden zahlreiche neue Corrotect-Korrosionsschutzsysteme in den Beschichtungsbaukasten von Schaeffler aufgenommen. Dieser bietet somit ein umfangreiches Spektrum an individuellen Vorteilen für die jeweiligen Anwendungen, *Bild 2*.

Der Fokus einer Corrotect-Beschichtung besteht darin vor Korrosion zu schützen. Die in vereinzelt Fällen bereitgestellten Nebeneffekte wie Gleiteigenschaften und Verdreh- oder Haltekrafteinflüsse sind als zusätzliche Eigenschaft nutzbar, stellen aber nicht die Haupteigenschaft der Beschichtung dar.

Alle heute verfügbaren Schichtsysteme sind entgegen früherer Varianten Cr(VI)-frei. Sie bieten je nach Ausführung (Trommel- oder Gestellvariante) sowie abhängig von der jeweiligen Schichtdicke, unterschiedliche und damit individuelle Korrosionsschutzleistungen. Zusätzlich zu den galvanischen Verfahren wurden Lacksysteme und Zinklamellenüberzüge für Korrosionsschutzzwecke aufgenommen. Je nach Anforderung und Funktionseignung finden diese Systeme (Corrotect P, Corrotect ZF) weit verbreiteten Einsatz.

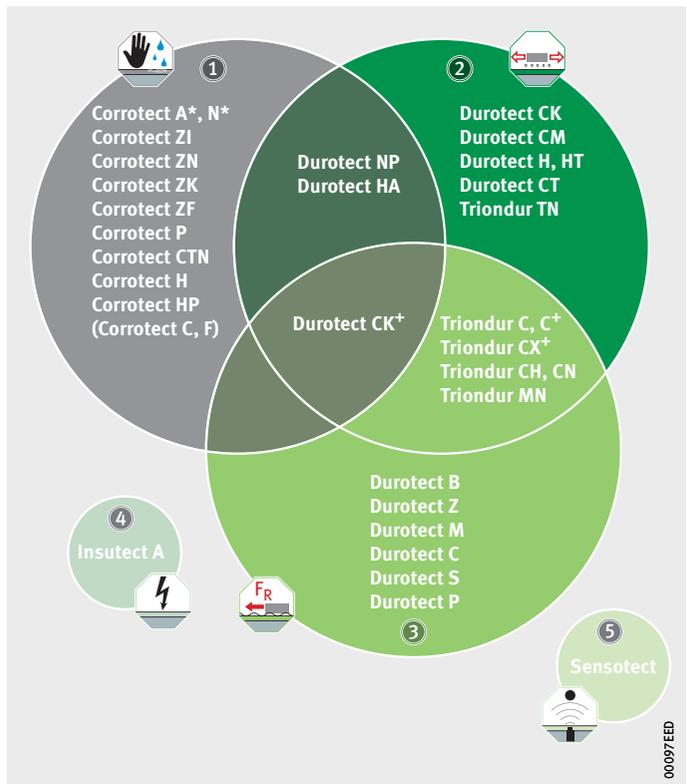
Die Schaeffler-Symbiose aus hochwertigen Industrie- und Automobilkomponenten sowie jahrzehntelang bewährten Korrosionsschutzbeschichtungen bietet unseren Kunden wesentliche Wettbewerbsvorteile.



Bei Interesse an Durotect-, Triondur-, Insutect- oder Sensotect-Beschichtungssystemen nehmen Sie bitte Kontakt mit dem Bereich Oberflächentechnologien von Schaeffler auf.

- ① Korrosionsschutz
- ② Verschleißschutz
- ③ Reibungsreduzierung
- ④ Stromisolation
- ⑤ Sensorik

Bild 2
Schichtsysteme und
ihre Anwendungsgebiete



Weitere Informationen

Eine Übersicht der Beschichtungssysteme liefert:
 ■ TPI 186, Höheres Leistungsvermögen durch Beschichtungen
 ► <https://www.schaeffler.de/std/1D45>.

**Corrotect-Schichtsysteme
Cr(VI)-frei,
Standardverfahren**

Schichtsystem	Zusammen- setzung	Haupteinsatzgebiet, Besonderheit
Corrotect A*	Zink-Eisen Dünnschicht	Riementrieb, Schaltwellen, Lager, Lagerkomponenten
Corrotect N*	Zink-Eisen Dünnschicht	Riementrieb, Arretierungen
Corrotect ZI	Zink-Eisen	Riementrieb, Lagerkomponenten, Schrauben mit mittleren Korrosionsschutz- anforderungen
Corrotect ZN	Zink-Nickel	Riementrieb, Lagerkomponenten, Schrauben mit hohen Korrosionsschutz- anforderungen
Corrotect ZK	Zink	einfache Korrosionsschutzanwendungen, bei Kombinationsschichten
Corrotect ZF	Zink-Lamellen	Fahrwerktechnik, Komponenten, Schrauben und Sicherheitsbauteile mit hoher Zugfestigkeit

**Corrotect-Schichtsysteme
Cr(VI)-frei,
Sonderverfahren¹⁾**

Schichtsystem	Zusammen- setzung	Haupteinsatzgebiet, Besonderheit
Corrotect F	Lacksysteme	Gehäuse, Flansche, Drehverbindungen, Verbindungselemente, Hauptlager
Corrotect CTN	Kupfer-Zinn- Nickel- Kombination	Korrosionsschutz in maritimen Anwendungen
Corrotect H	Zink oder Zink- Aluminium	Korrosionsschutz für Innen- und Außen- ringe bei Großlagern, Drehverbindungen, Hauptlager, Generatorlager
Corrotect HP	Zink oder Zink- Aluminium mit Topcoat	Korrosionsschutz für Innen- und Außen- ringe bei Großlagern, Drehverbindungen, Hauptlager, Generatorlager

¹⁾ Die aufgeführten Sonder-Beschichtungsverfahren werden für vereinzelte Oberflächenbehandlungen und nach entsprechender Systemanpassung angewendet. Für die Auswahl einer Sondervariante sind die jeweils speziellen Werkstoffkriterien und die vorliegenden Umgebungsbedingungen entscheidend.

Zusatzfunktion	Kurzbeschreibung	Beschreibung Seite
–	Zink-Eisen-Beschichtung (Schichtdicke < 5 µm) mit Dickschichtpassivierung A*	16
–	Zink-Eisen-Beschichtung (Schichtdicke < 5 µm) mit Nanopartikel-gestützter Dickschichtpassivierung N*	16
–	Zink-Eisen-Beschichtung (Schichtdicke > 5 µm) mit Dickschichtpassivierung A* oder Nanopartikel-gestützter Dickschichtpassivierung N*. Korrosionsbeständigkeit in Abhängigkeit von der Schichtdicke und der Passivierung zwischen 120 h und 600 h gegen Grundmetallkorrosion	14
–	Zink-Nickel-Beschichtung mit Dickschichtpassivierung A*. Korrosionsbeständigkeit in Abhängigkeit von der Schichtdicke und der Passivierung zwischen 360 h und 720 h gegen Grundmetallkorrosion	18
–	Galvanische Zinkbeschichtung mit Dickschichtpassivierung A* oder Dünnschichtpassivierung A oder B. Korrosionsbeständigkeit in Abhängigkeit von der Schichtdicke und der Passivierung zwischen 24 h und 192 h gegen Grundmetallkorrosion	13
–	Zink-Lamellenbeschichtung. Korrosionsbeständigkeit in Abhängigkeit von der Schichtdicke bis 1000 h gegen Grundmetallkorrosion	20

Zusatzfunktion	Kurzbeschreibung	Beschreibung Seite
■ je nach Schichtvariante stromisolierend	Polymerbasierte Beschichtung. Zu Corrotect P werden verschiedene Lack-Schichtsysteme gezählt, die für den Korrosionsschutz eingesetzt werden. Kombinierbar mit zinkhaltigen Beschichtungen (wie Corrotect ZF oder Corrotect HP) für hochkorrosionsbeanspruchte Anwendungen	22
■ Verschleißschutz aufgrund der Härte der Beschichtung	Hochleistungsschutz durch Kupfer-Bronze-Nickel-Kombination. Korrosionsbeständigkeit in Abhängigkeit von der Schichtdicke und Ausführung ≥ 1000 h durch Barriereeffekt gegen Grundmetallkorrosion. Herausragende Seewasserbeständigkeit	23
–	Thermisch gespritzte, metallische Schichten als Korrosionsschutz mit Zink oder Zink-Aluminium	25
–	Thermisch gespritzte, metallische Schichten als Korrosionsschutz mit Zink oder Zink-Aluminium, mit Topcoat	25

Corrotect-Schichtsysteme

Corrotect-Schichtsysteme

Wälzlagerkomponenten werden üblicherweise aus martensitischen, bainitischen oder einsatzgehärteten Wälzlagerstählen 100Cr6 hergestellt. Beim Kontakt mit Wasser oder Luftfeuchtigkeit können Standard-Wälzlagerstähle jedoch korrodieren, wodurch die vorgesehene Funktion nachhaltig beeinträchtigt werden kann. Rostbeständige Wälzlagerstähle schaffen Abhilfe, sind jedoch teuer. Die wirtschaftlichere Variante zur Optimierung der Eigenschaften bei mittlerer Korrosionsbelastung ist deshalb häufig die Kombination eines Standard-Wälzlagerstahls mit entsprechender Beschichtung, siehe Tabellen, Seite 8. Für besonders hohe Korrosionsbelastungen gibt es seewasserbeständige Beschichtungen.

Eine große Auswahl an unterschiedlich leistungsfähigen Corrotect-Beschichtungen sorgt für einen individuell auf die Kundenanwendung abgestimmten Korrosionsschutz (für Schicht- und Grundmetallkorrosion), *Bild 1*. Die Korrosionsschutzschichten von Schaeffler werden nachfolgend detailliert mit Anwendungsbeispielen erläutert.

Corrotect umfasst sämtliche Schichtsysteme, die primär zum Schutz vor Korrosion Verwendung finden. Die hierfür verfügbaren Schichtsysteme schützen auf unterschiedliche Art und Weise.

Je nach Schichtsystem beruht die Wirkung auf einem kathodischen Korrosionsschutz (wie bei Zink-Legierungen), einem anodischen Korrosionsschutz (wie bei Chemisch-Nickel-Beschichtungen) oder einem Barriereeffekt (zum Beispiel bei Lacksystemen).

Eigenschaften der Beschichtungen mit primärer Korrosionsschutz-Funktion

Schichtsystem	Hauptfunktion		
	Korrosionsschutz	Verschleißschutz	Reibungsreduzierung
Corrotect ZK	+	--	--
Corrotect ZI	++	--	--
Corrotect ZN	+++	--	--
Corrotect ZF	+++	--	--
Corrotect P	++	--	--
Corrotect CTN	+++	++	--
Corrotect H	++	--	--
Corrotect HP	+++	--	--

+++ = hoch

++ = mittel

+ = mäßig

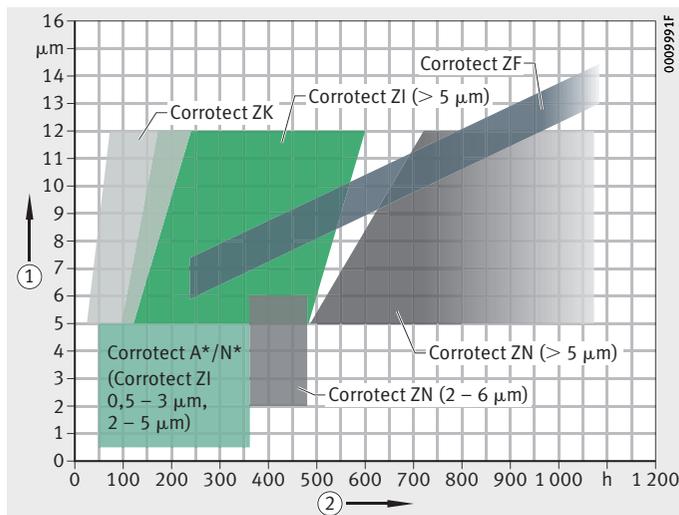
- = kurzzeitig (zum Beispiel für den Transport mit Beölung)

-- = nicht sichergestellt

- ① Schichtdicke
- ② Korrosionsbeständigkeit gegen Rotrost nach DIN EN ISO 9227

In der neutralen Salzsprühnebelprüfung (NSS-Prüfung) nach DIN EN ISO 9227 werden die Bauteile einem definierten Natriumchlorid-Klima ausgesetzt, um die Korrosionsschutzleistung der Beschichtungssysteme im Vergleich darzustellen.

Bild 1
Vergleich der Corrotect-Beschichtungssysteme (kathodischer Korrosionsschutz) in der Salzsprühnebelprüfung



Mehrwert durch Beschichtungen

Die Vielfalt an vorhandenen Schutzsystemen bietet stets eine geeignete Kundenlösung. Sie sorgen für eine Verlängerung der Gebrauchsdauer und erhöhen die Wertigkeit einer Anwendung. Schutzsysteme bieten zahlreiche Vorteile, insbesondere dann, wenn die technischen Einschränkungen nicht relevant werden. Die Gesamtschichtdicke ist nach der Auswahl des Schichtsystems das entscheidende Kriterium zur Erreichung der bestmöglichen Schichteigenschaften.

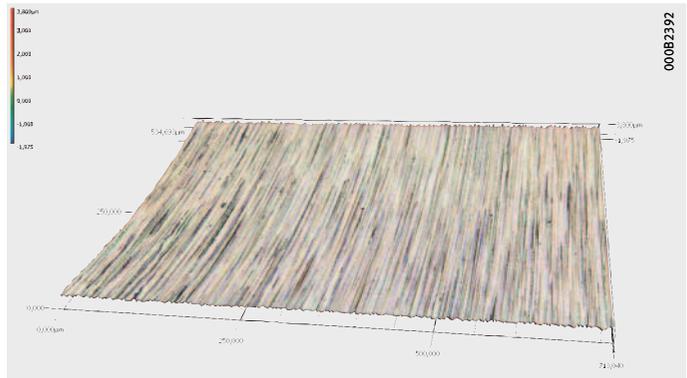
Vorteile

- Vorteile von Corrotect-Beschichtungen:
- Allseitiger oder vereinzelt auch partieller Korrosionsschutz von Funktions- und Nebenflächen.
 - Eine Unterrostung von Funktionszonen wie Dichtungslaufbahnen wird bei zinkbasierten Schichten langfristig vermieden.
 - Durch die kathodische Schutzwirkung sind auch kleinere blanke Flächen oder im Lauf der Funktion auftretende kleinere Beschädigungen vor Korrosion geschützt.
 - Durch den Korrosionsschutz wird nachweislich eine deutliche Steigerung der Gebrauchsdauer im Vergleich zu unbeschichteten Teilen erreicht.
 - Seewasseranwendungen bedürfen einer gesonderten Betrachtung und sind mit hierfür vorgesehenen Corrotect-Beschichtungsvarianten zu behandeln.
 - Im Wälzlagerbereich können bei Verwendung von Corrotect-Dünnschicht-Varianten baugleiche Lager problemlos ausgetauscht werden.
 - Der Austausch von Edelstahl-Ausführungen durch Corrotect-beschichtete Ausführungen bietet finanzielle Anreize.
 - Corrotect ZI verändert nur geringfügig die Oberflächentopografie und ist daher als zusätzlicher Korrosionsschutz von endbearbeiteten Lagerkomponenten bestens geeignet.

Corrotect-Schichtsysteme

Technische Einschränkungen	<p>Technische Einschränkungen bei Corrotect-Beschichtungen:</p> <ul style="list-style-type: none">■ Dickschichtbildende Systeme erfordern eine Berücksichtigung der sich hieraus ergebenden maßlichen Änderungen und gegebenenfalls Einschränkungen.■ Beschichtete Funktionszonen verlieren im Lauf der Anwendung die ursprüngliche Schichtdicke. Entsprechende maßliche Änderungen sind die Folge.■ Zinkbasierende Schutzsysteme sind aufgrund chemischer Charakteristik nicht für die Anwendung in aggressiven Medien geeignet. Medien mit $\text{pH} < 6$ und $\text{pH} > 8$ greifen die Beschichtung chemisch an.■ Bei Kontakt zu Spezialchemikalien (zum Beispiel Kühlschmierstoffen oder Frostschutzmitteln) ist die Eignung und Verträglichkeit in einer gesonderten Prüfung zu ermitteln.■ Für Lebensmittelanwendungen oder bei direktem Kontakt zu diesen ist eine zinkbasierende Beschichtung nicht zugelassen.■ Zinkbasierende Systeme bieten keine lange Beständigkeit bei Seewasserkontakt.■ Bestimmte Corrotect-Beschichtungsvarianten verlieren bei Anwendungstemperaturen $\vartheta > 120\text{ °C}$ an Schutzleistung.
Schutzmechanismen	<p>Grundsätzlich stehen drei verschiedene Korrosionsschutz-Mechanismen zur Verfügung und sind in den jeweiligen Varianten im Einsatz.</p> <p>Barriereeffekt:</p> <ul style="list-style-type: none">■ Zutritt von Feuchtigkeit und Sauerstoff wird verhindert, solange die Barriere intakt ist.■ Beispiel: Lackschichten, Ölfilme, Versiegelung, VCI-Papier. <p>Anodischer Korrosionsschutz:</p> <ul style="list-style-type: none">■ Edlere Metalle mit geringer Affinität zur Korrosion schützen den Grundwerkstoff vor chemischem Angriff, solange unbeschädigt.■ Beispiel: Corrotect CTN-beschichtete Gelenklager. <p>Kathodischer Korrosionsschutz:</p> <ul style="list-style-type: none">■ Unedlere Metalle schützen den edleren Grundwerkstoff vor Korrosion, indem sie sich bei chemischem Angriff auflösen (Opfereffekt).■ Beispiel: verzinkte Winkel aus Eisenwerkstoffen.
Einlaufvorgang	<p>Corrotect A*-beschichtete Oberflächen stellen bei optimaler Prozessführung eine identische oder leicht verbesserte Grundrauhheit nach der Beschichtung zur Verfügung, <i>Bild 2</i> bis <i>Bild 5</i>.</p> <p>Die sich in ersten praktischen Anwendungen ergebenden Laufgeräusche sind in einem Einlaufen beziehungsweise Einglätten der Beschichtung begründet und nach entsprechender Funktionszeit verschwunden.</p>

Bild 2
Geschliffene Laufbahnoberfläche



① Abweichung
② Weg x

Bild 3
Laufbahnrauheit bei geschliffener, unbeschichteter Oberfläche

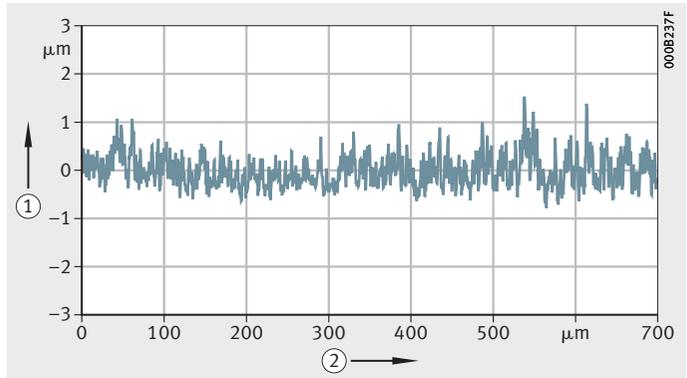
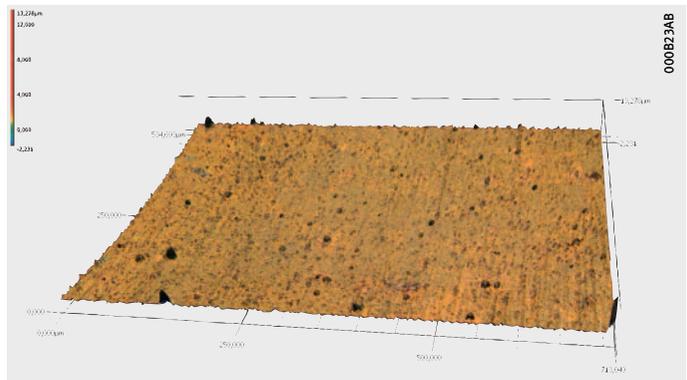
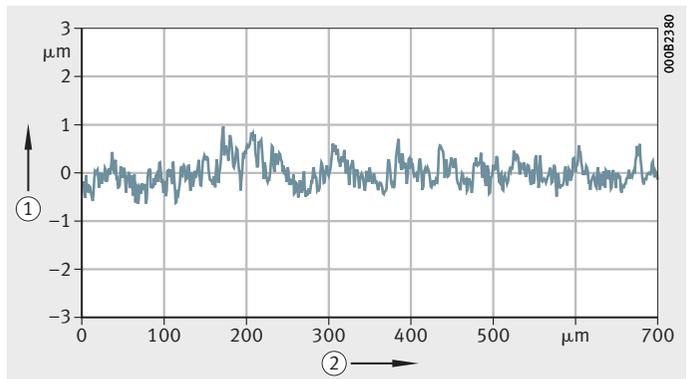


Bild 4
Geschliffene Laufbahnoberfläche, mit Corrotect A*-Beschichtung



① Abweichung
② Weg x

Bild 5
Laufbahnrauheit bei geschliffener Oberfläche, mit Corrotect A*-Beschichtung



Corrotect-Schichtsysteme

Beschichtungskapazitäten von Schaeffler

Neben Wälzlagerkomponenten bieten sich auch diverse Automotive- und Industriekomponenten für die verifizierte Corrotect-Beschichtung an, um dem Endprodukt gute Korrosionsschutz-Eigenschaften zu verleihen.

Ein Netz aus international verfügbaren Beschichtungseinrichtungen decken bereits heute die benötigten Kapazitäten ab.



Sollte eine Region nicht ausreichend Beschichtungskapazitäten aufweisen, stehen qualifizierte Spezialisten für Marktanalyse, Potentialanalyse und Lieferantenentwicklung im Bereich Oberflächentechnologien von Schaeffler zur Verfügung.



Bild 6
International verfügbare
Beschichtungseinrichtungen

Corrotect ZK

Zinkbeschichtung mit klassischer farblos-transparenter Passivierung A oder B (entspricht An nach DIN EN ISO 19598). Vereinzelte Sonderanwendungen werden auch mittels Dickschichtpassivierung A* ausgeführt.

Reinzinksysteme bieten einen guten Korrosionsschutz. Abhängig von den angewandten Schichtdicken und Passivierungsvarianten werden Korrosionsschutzleistungen von bis zu 240 h gegen Grundmetallkorrosion (Rotrost) erreicht.

Im Vergleich zu Zinklegierungssystemen sind Reinzinksysteme mit verhältnismäßig niedrigen Schutzleistungen belegt. Aufgrund dieser bekannten Eigenschaft werden diese meist nur noch in einfachen Industrieanwendungen eingesetzt.

Gängige Prozessvarianten sind saure, alkalische und cyanidfreie alkalische Beschichtungsprozesse, welche je nach Anwendungsbereich, den geforderten Eigenschaften und abhängig vom Grundwerkstoff zum Einsatz kommen und heute üblicherweise mit Cr(VI)-freien Nachbehandlungen versehen werden.

Für die Beschichtung von Gusswerkstoffen finden unter anderem saure Zinkelektrolyte Verwendung, welche abschließend durch ein zusätzliches Zinklegierungssystem optimiert werden (Duplex-Corrotect).

Eigenschaften

Merkmal	Beschichtung		
	Corrotect ZK A*	Corrotect ZK A	Corrotect ZK B
Zusammensetzung	Zink		
Nachbehandlung	Dickschichtpassivierung	Dünnschichtpassivierung	Dünnschichtpassivierung
Korrosionsbeständigkeit	in Abhängigkeit von der Schichtdicke und der Passivierung zwischen 24 h und 240 h gegen Grundmetallkorrosion (Salzsprühnebelprüfung nach DIN EN ISO 9227)		
Farbe	silberfarben, irisierend	farblos, silberfarben	silberblau
Schichtdicke	> 5 µm		
Schichtbeständigkeit	Beschichtung hat amphoteren Charakter, also eine verringerte Korrosionsbeständigkeit für pH-Wert < 6 und pH-Wert > 8		

Corrotect ZK A- oder Corrotect ZK B-beschichtete Komponenten

Bild 7
Automobilkomponenten
mit geringer
Korrosionsschutzanforderung



Corrotect-Schichtsysteme

Corrotect ZI Zink-Eisen-Beschichtung (Schichtdicke $> 5 \mu\text{m}$) mit Dickschichtpassivierung A* oder Nanopartikel-gestützter Dickschichtpassivierung N*.

Bei Zinklegierungssystemen mit einem definierten Anteil an Eisen (0,2% – 1,0% Fe) liegt ein reduziertes elektrochemisches Potential (im Vergleich zu reinem Zink) gegenüber eisenhaltigen Grundwerkstoffen vor. Diese veränderte physikalische Kenngröße ist unter anderem für einen reduzierten Korrosionsstrom verantwortlich, welcher sich in einer langsameren Schichtkorrosion und somit verbesserten Beständigkeit bemerkbar macht.

Zink-Eisen-Legierungssysteme bieten bei vergleichbaren Schichtdicken und Passivierungen eine stark verbesserte Korrosionsbeständigkeit gegenüber Reinzinkbeschichtungen.

Seit Jahrzehnten ist Corrotect ZI eine wichtige Schutzbeschichtung für Automobil- und Industrieanwendungen, um Komponenten von Schaeffler mit dem erforderlichen Korrosionsschutz zu versehen.

Werden Dickschichtpassivierungen A* (Standard) mit Nanopartikeln dotiert, bilden sich zusätzliche Schutzschichten auf der Oberfläche aus, welche aufgrund ihrer chemischen Inertheit eine verbesserte Korrosionsschutzleistung erzeugen.

Corrotect ZI als Variante mit Schichtdicken $> 5 \mu\text{m}$ ist zusätzlich in zahlreichen Industrie- und Automotivianwendungen gängig. Die Beschichtung ist in den meisten Vorgaben zu aktuellen DIN-, EN- oder ISO-Normen konform.

- ① Corrotect ZI A*-beschichtet
- ② Unbeschichtet

Bild 8
Kugellager-Außenringe



Eigenschaften

Merkmal	Beschichtung	
	Corrotect ZI A*	Corrotect ZI N*
Zusammensetzung	Zink-Eisen	
Nachbehandlung	Dickschichtpassivierung	Nanopartikel-gestützte Dickschichtpassivierung
Korrosionsbeständigkeit	in Abhängigkeit von der Schichtdicke und der Passivierung zwischen 120 h und 600 h gegen Grundmetallkorrosion (Salzsprühnebelprüfung nach DIN EN ISO 9227)	
Farbe	silberfarben, irisierend	silberfarben, leicht irisierend
Schichtdicke	> 5 µm	
Schichtbeständigkeit	Beschichtung hat amphoteren Charakter, also eine verringerte Korrosionsbeständigkeit für pH-Wert < 6 und pH-Wert > 8	

Beispiel Freilaufriemenscheiben

Im Automotive-Bereich werden millionenfach Freilaufriemenscheiben von Schaeffler mit einer Corrotect ZI N*-Beschichtung versehen. Diese schützt die innovative Lichtmaschinen-Mitnehmerscheibe wirkungsvoll vor Grundmetallkorrosion.

Die sich meist im Sichtbereich eines Kraftfahrzeugmotors befindliche Komponente vereint in dieser Ausführung herausragende Funktionseigenschaften bei einer langlebigen Korrosionsschutzbeschichtung mit dem optischen Anspruch.



Corrotect ZI N*-beschichtet

Bild 9
Freilaufriemenscheibe

Corrotect-Schichtsysteme

Corrotect A*, Corrotect N*

Zink-Eisen-Beschichtung (Schichtdicke < 5 µm) mit Dickschichtpassivierung A* oder Nanopartikel-gestützter Dickschichtpassivierung N*.

Zur Aufbringung als Dünnschichttechnologie (0,5 µm – 3 µm oder 2 µm – 5 µm) stehen Gestell- und Trommelprozesse sowie zahlreiche validierte Beschichtungsdienstleister zur Verfügung.

Diese dünne Beschichtung wird bei Belastung in das Oberflächen-Rauheitsprofil verdichtet und teilweise abgetragen. Erwartungsgemäß ist die Schutzschicht im Funktionsbereich (Laufbahn) nach Einlauf verschwunden und das Lager läuft unter seinen ursprünglich berechneten Bedingungen. Verbleibende Bereiche sind nach wie vor wirkungsvoll vor Korrosion geschützt und tragen somit wesentlich zur Erhöhung der Gebrauchsdauer bei.

Eigenschaften

Merkmal	Beschichtung	
	Corrotect A*	Corrotect N*
Zusammensetzung	Zink-Eisen	
Nachbehandlung	Dickschichtpassivierung	nanopartikel-gestützte Dickschichtpassivierung
Korrosionsbeständigkeit	in Abhängigkeit von der Schichtdicke und der Passivierung zwischen 48 h und 360 h gegen Grundmetallkorrosion (Salzsprühnebelprüfung nach DIN EN ISO 9227)	
Farbe	silberfarben, irisierend	silberfarben, leicht irisierend
Schichtdicke	0,5 µm – 3 µm 2 µm – 5 µm	
Schichtbeständigkeit	Beschichtung hat amphoterer Charakter, also eine verringerte Korrosionsbeständigkeit für pH-Wert < 6 und pH-Wert > 8	

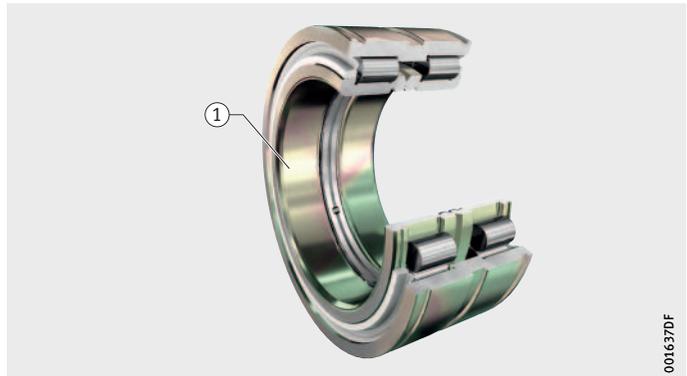
Beispiele Zylinderrollenlager mit Dünnschicht-Corrotect A* (2 μm – 5 μm). Lagerkomponenten mit Korrosionsschutzanforderung werden jeweils als Einzelteil komplett mit Corrotect A*-Beschichtung versehen. Die dünne Schichtdicke von 2 μm bis 5 μm erzeugt nach Montage eine leichte Lagervorspannung. Aufgrund der Laufbahnnivellierung bildet sich diese nach Inbetriebnahme zurück und die Lagerkomponente weist nach kurzer Einlaufzeit die berechneten Toleranzen auf.

Das Lager besitzt somit die Leistungsmerkmale eines Präzisionslagers bei gleichzeitigem Korrosionsschutz in den verbleibenden Nebenzonen.

Seilscheibenlager SL04260

① Corrotect A*-beschichtetes Lager

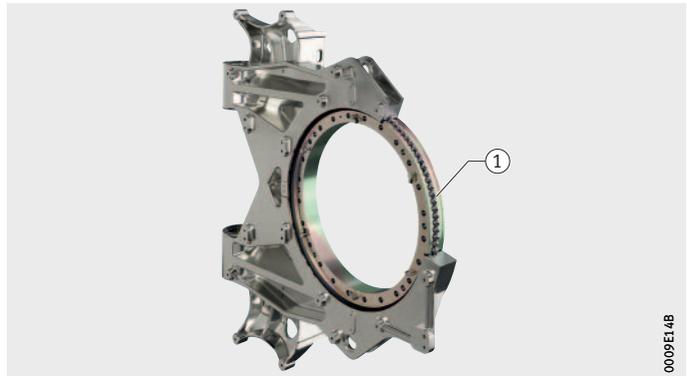
Bild 10
Korrosionsgeschütztes und abgedichtetes Zylinderrollenlager



① Vierpunktlager mit Corrotect A*-beschichtetem Innenring

Bild 11
Anwendungsbeispiel Schwenksystem

Beispiel Großlager



In Großlager-Industrieanwendungen werden Dünnschicht-Corrotect-Beschichtungen weiterhin in Bereichen eingesetzt, in denen hauptsächlich der Korrosionsschutz gefordert wird.

Beispiele für Großlager-Industrieanwendungen:

- Kranbau
- Gabelstapler-Stützrollen
- Waschanlagen
- Werkzeugmaschinen
- Walzwerken.

Corrotect-Schichtsysteme

Corrotect ZN

Zink-Nickel-Beschichtung für höchste Korrosionsschutzansprüche mit Dickschichtpassivierung A* (Cn nach DIN EN ISO 19598). Möglicher Korrosionsschutz von bis zu 720 h oder mehr gegen Grundmetallkorrosion (Rotrost, Nachsetzzeichen RR) je nach Variante, Ausführung und Schichtdicke.

Zink-Nickel-Legierungssysteme zählen heute zu den Hochleistungssystemen bezüglich Korrosionsschutz und finden großen Einsatz in Automobil- und Industrieanwendungen.

Durch die gezielte Steuerung der Ni-Massenanteile (Standard ist 10% – 15% Ni) wird der Oberfläche nach wie vor ein unedleres Potential (im Vergleich zu Eisen) zugeteilt, um die kathodische Korrosionsschutzwirkung sicherzustellen.

Die in dieser Kombination vorliegenden Potentialunterschiede zwischen Beschichtung und Grundwerkstoff sind weitestgehend angenähert. Die elektrochemisch angetriebene Schichtauflösung wird hierdurch reduziert und somit der Opfereffekt der Zinklegierungsbeschichtung verlangsamt.

In Kombination mit leistungsstarken Dickschichtpassivierungen sind hochkorrosionsbeständige Schichtüberzüge aus Trommel- oder Gestellprozessen möglich.

Korrosionsschutzbeschichtungen auf ZnNi-Basis liefern gegenüber Reinzink (Corrotect ZK) einen mindestens 5-fach höheren Korrosionsschutz bei gleicher Schichtdicke und Ausführung.

Gegenüber Zink-Eisen-Beschichtungen (Corrotect ZI) ist die Mehrleistung an ZnNi-Korrosionsschutz bei identischen Schichtdicken und Ausführung mit einem 3- bis 4-fachen Faktor zu benennen.

Hierfür stehen Dünnschichtoptionen in Schichtdicken von 2 µm bis 6 µm in Gestell- und Trommelherstellung zur Verfügung.

Eigenschaften

Merkmal	Beschichtung
Zusammensetzung	Zink-Nickel
Nachbehandlung	Dickschichtpassivierung
Korrosionsbeständigkeit	in Abhängigkeit von der Schichtdicke und der Passivierung zwischen 360 h und 720 h gegen Grundmetallkorrosion (Salzsprühnebelprüfung nach DIN EN ISO 9227); In Kombination mit einer leistungssteigernden Nachbehandlung ist gegebenenfalls auch Korrosionsschutz über 720 h gegen Rotrost möglich
Farbe	silberblau, teilweise farbig irisierend
Schichtdicke	> 2 µm
Schichtbeständigkeit	Beschichtung hat amphoteren Charakter, also eine verringerte Korrosionsbeständigkeit für pH-Wert < 6 und pH-Wert > 8

Beispiele Hochkorrosionsbelastete Anwendungen in der Bauindustrie oder im allgemeinen Maschinenbau nutzen die herausragenden Korrosionsschutzleistungen von ZnNi.

In Kombination mit funktionalen Topcoats (wie Versiegelungen oder Lacke) sind Korrosionsschutzleistungen von > 2 000 h gegen Grundmetallkorrosion gemäß ISO 9227 möglich. Die sich hierbei ergebende Systemleistungen sind bauteilspezifisch zu ermitteln. Automobilkomponenten mit ZnNi-Oberflächenschutz sind heute Stand der Technik, finden umfangreiche Anwendung in zulässigen Fahrwerksbauanwendungen und im Motorraum.

Corroprotect ZN A*-Beschichtung

Bild 12
Komponenten aus dem Automobil-
und Industriebereich



Corrotect-Schichtsysteme

Corrotect ZF

Zinklamellenschutzüberzug mit herausragenden Korrosionsschutzleistungen. Schutzleistungen ≥ 720 h gegen Rotrost bei angepasstem Beschichtungssystem und Schichtdicken sind möglich.

Moderne Zinklamellensysteme sind ähnlich aufgebaut wie klassische Lackvarianten. Anstelle der Farbpigmentierung wird ein definierter Anteil an korrosionsschützenden Partikeln wie Zink-Aluminiumlamellen zugegeben. Diese verhalten sich in ihrer Wirkweise wie Zinkbeschichtungen.

Aufgrund des unedleren Charakters gegenüber Eisen wirken diese Korrosionsschutzpartikel als Opferanode. Sie schützen unter anderem über diesen Effekt (kathodischer Korrosionsschutz) den Grundwerkstoff vor Korrosion und gewährleisten dies auch bei leichten Schichtverletzungen.

Als positiver Nebeneffekt bringt sich die lackähnliche Matrix in die Schutzfunktion ein und verbessert durch einen zusätzlichen Barriereeffekt die Gesamtkorrosionsleistung.

Zur Applizierung werden je nach Komponentendesign, Größe und Gewicht die Verfahren Tauchen, Schleudern oder Spritzen eingesetzt und mittels nachfolgender Heißtrocknung bei etwa 250 °C eingebrannt.

Bei erforderlicher Berücksichtigung der Gefügestände oder bei Beschichtung bereits montierter Komplettkomponenten hat sich vermehrt der Einsatz von Systemen etabliert, die bei Raumtemperatur aushärten. Die Schutzleistungen dieser Systeme sind identisch mit klassischen Zinklamellensystemen, erfordern allerdings eine gesonderte Anlagentechnologie.

Eigenschaften

Merkmal	Beschichtung
Zusammensetzung	Zink(-Aluminium)-Lamelle
Nachbehandlung	keine Passivierung, gegebenenfalls mit Topcoat
Korrosionsbeständigkeit	in Abhängigkeit von der Schichtdicke bis 1000 h gegen Grundmetallkorrosion (Salzsprühnebelprüfung nach DIN EN ISO 9227)
Farbe	silbergrau (Topcoat optional beliebig einfärbbar)
Schichtdicke	> 5 μm

Corrotect ZF-Beschichtung

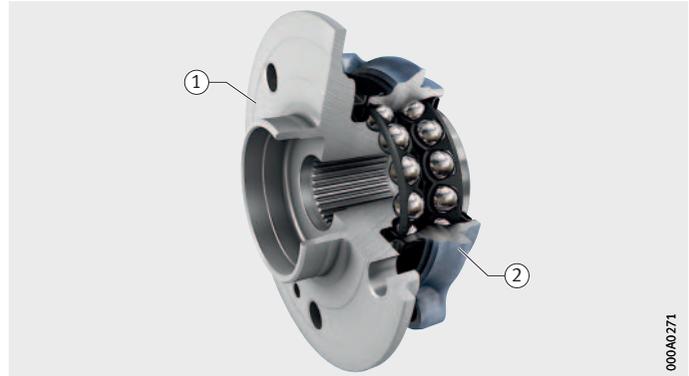
Bild 13
Verschiedene Komponenten



00095E9E

- ① Corrotect ZF-beschichteter Felgensitz
- ② Corrotect ZN-beschichteter Außenring

Bild 14
Radflansch



Standardanwendungen

Zink-Lamellenbeschichtungen finden vorzugsweise bei hochfesten Werkstoffen Anwendung, in welchen eine möglicherweise auftretende Wasserstoffbelastung zu funktionalen Störungen führen könnte. Hierfür erforderliche Vorbehandlungen werden mittels Entfetten und Strahlprozessen umgesetzt.

Sinterwerkstoffe sind bezüglich nasschemischer Oberflächen-Behandlungsvarianten oftmals kritisch. Hier haben sich Zink-Lamellenbeschichtungen als adäquate Alternative etabliert und bieten hervorragenden Korrosionsschutz bei attraktiven Beschichtungskosten.

Weitere Anwendungsgebiete

Für Sonderanwendungen bieten sich mittlerweile auch so genannte raumtemperaturhärtende Systeme an, welche komplett neue Anwendungsfelder ermöglichen.

Eine zusätzliche Behandlung mit reibungsbeeinflussenden Komponenten (rauer oder glatter) oder eine Färbung der Zink-Lamellenoberflächen durch Sonder-Prozesslösungen eröffnen weitere Anwendungsgebiete. Dies ist im Bedarfsfall aber in Abstimmung mit dem Bereich Oberflächentechnologien von Schaeffler zu klären.

Corrotect-Schichtsysteme

Corrotect P

Zu den Beschichtungsvarianten auf Polymerbasis werden verschiedene Hochleistungs-Schichtsysteme gezählt, die für den Korrosionsschutz eingesetzt werden. Diese Systeme werden meistens für Bauteile eingesetzt, die einen primären Korrosionsschutz und optische Ansprüche in Kombination erfüllen müssen (zum Beispiel Stehlagergehäuse Black Series).

Aufgrund des vorliegenden Barriereeffekts sind die Grundwerkstoffe bei intakter Oberfläche zuverlässig vor Korrosion geschützt.

Lacksysteme eignen sich besonders für geometrisch komplexe Bauteile, für die ein angemessener Korrosionsschutz gefordert wird, aber aufgrund von Design, Grundwerkstoff oder Montagestadium nicht mit anderen Oberflächenbehandlungen optimiert werden können. Das Wirkprinzip des Korrosionsschutzes beruht darauf, das Grundmaterial durch eine Barriere vom chemischen Korrosionsprozess zu trennen. Eine Beschädigung der Schicht kann an diesen Stellen zu Korrosion führen.

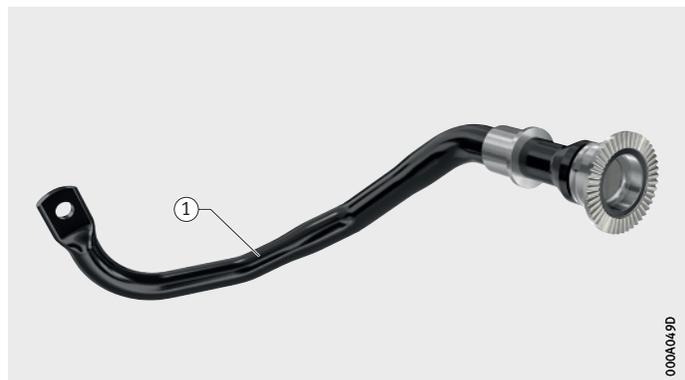
Corrotect P-Beschichtungen werden vorzugsweise auf phosphatieren oder gestrahlten Untergründen aufgebracht um eine zuverlässige Schichthaftung zu ermöglichen.

Eigenschaften

Merkmal	Beschichtung
Zusammensetzung	polymerbasiert
Nachbehandlung	keine Passivierung
Korrosionsbeständigkeit	Korrosionsschutz nach DIN EN ISO 12944-2; Korrosivitätskategorien C1 bis C5-M; in Abhängigkeit von der Schichtdicke bis 720 h gegen Grundmetallkorrosion (Salzsprühnebelprüfung nach DIN EN ISO 9227)
Farbe	frei einstellbar
Schichtdicke	15 µm – 500 µm

① Corrotect P-beschichteter Stabilisatorarm

Bild 15
Komponente
eines Wankstabilisators



0000049D

Corrotect CTN

Hochleistungskorrosionsschutz durch Kupfer-Bronze-Nickel-Kombinationsbeschichtung. Korrosionsschutzleistung ≥ 1000 h gegen Rotrost. Des Weiteren werden Seewasserbeständigkeiten nach ASTM G48-C abgesichert.

Offshore-Anwendungen sind extremen Witterungs- und Umgebungsbedingungen ausgesetzt. Die Anforderungen an die Korrosionsschutzsysteme sind hierbei sehr hoch und fordern speziell auf diese Bedingungen abgestimmte Sonderlösungen, um funktionale Schutzleistungen anbieten zu können.

Seewasserkontakt, Wind und gegebenenfalls abrasiver Verschleiß durch Schmutzpartikel sind in Summe nicht zu vernachlässigende Einflüsse, welche die meisten Beschichtungsvarianten an ihre Leistungsgrenzen bringen und ein frühzeitiges Versagen hervorrufen können.

Corrotect CTN stellt sich diesen aggressiven Herausforderungen durch eine Kombination aus drei Schichten. Darüber hinaus weißt sie nennenswerte Verschleißschutzeigenschaften auf.

Die herausragende Korrosionsschutzleistung wird durch eine international anerkannte Prüfvorgabe nachgewiesen:

- Schichtdicke $>60 \mu\text{m}$
- Temperaturbeständigkeit bis $+600 \text{ }^\circ\text{C}$.

Eigenschaften

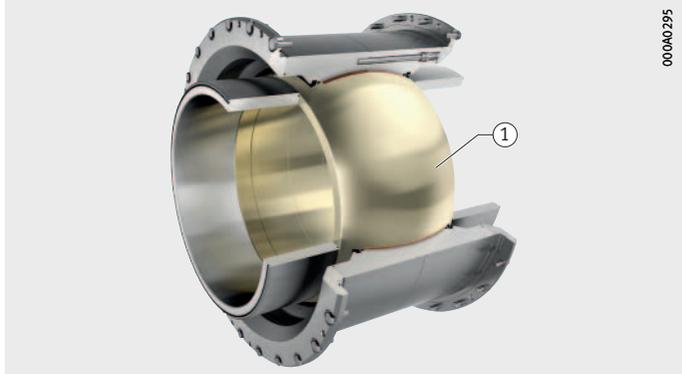
Merkmal	Beschichtung
Zusammensetzung	Kupfer-Bronze-Nickel-Kombination
Nachbehandlung	ohne
Korrosionsbeständigkeit	Korrosionsschutz durch Barriereeffekt gegen Grundmetallkorrosion (Rotrostbildung), je nach Ausführung und Schichtdicke: <ul style="list-style-type: none">■ ≥ 1000 h gemäß Salzsprühnebelprüfung nach DIN EN ISO 9227■ ≥ 72 h seewasserbeständig nach ASTM G48-C
Farbe	silberfarben, teilweise gelblich schimmernd
Schichtdicke	$> 60 \mu\text{m}$ (vorzugsweise)

Corrotect-Schichtsysteme

Beispiel Schaeffler bietet Lagerkomponenten mit Corrotect CTN-Beschichtung bei kontinuierlichem Seewasserkontakt an und verlängert somit die Funktionsfähigkeit in Offshore-Anwendungen um ein Vielfaches.

① Corrotect CTN-beschichteter Innenring

Bild 16
Gelenklager mit
zweiteiligem Außenring und
ELGOGLIDE-W11-Gleitschicht



00040295

Bild 17
Offshore-Anwendung
Schifffahrt



0009E1E1

Corrotect H, Corrotect HP

Thermisch gespritzte, metallische Schichten als Korrosionsschutz mit Zink oder Zink-Aluminium (optional mit Topcoat).

Eigenschaften

Merkmal	Beschichtung	
	Corrotect H	Corrotect HP
Zusammensetzung	Zink- oder Zink-Aluminiumbeschichtung	
Nachbehandlung	ohne	polymerbasierter Topcoat (Lack)
Korrosionsbeständigkeit	> 15 Jahre möglich, nach DIN EN ISO 12944	
Farbe	metallisch	Topcoat individuell einfärbbar
Schichtdicke	50 μm – 400 μm	

Corrotect H-Beschichtung
an allen Außenflächen

Bild 18
Kegelrollenlagersystem
für Windkraftanlagen



Corrotect H

Thermisches Zink-Flammspritzen zum Zwecke des Korrosionsschutzes an Großbauteilen.

Flammspritzverfahren sind im Allgemeinen unter den thermischen Beschichtungsverfahren eingestuft. Pulver-, draht-, schnur- oder stabförmige Zusatzwerkstoffe werden bei diesem Verfahren durch thermische Effekte für eine Beschichtung vorbereitet und durch zusätzliche kinetische Umstände (Gasstrom- oder Druckluftverbrennung) auf die erforderlichen Oberflächen aufgespritzt. Je nach verwendetem Brenngas können Flammentemperaturen von bis zu 3 200 °C erreicht werden. Dadurch stehen eine Vielzahl von Beschichtungsmaterialien wie Metalle, Keramiken und Kunststoffe zur Verfügung.

Corrotect H-Beschichtungen werden bei Schaeffler meistens als Spritzverzinkung angewandt. Schichtdicken von 70 μm bis 160 μm werden zum Zwecke des Korrosionsschutzes aufgebracht, wenn die jeweiligen Bauteile keinen unmittelbaren Kontakt zu aggressiven Umgebungsmedien erfahren.

Corrotect-Schichtsysteme

Weitere Flamspritzverfahren finden ihre Anwendung bei Durotect H. Hierbei werden Hartmetalle oder Kunststoffe zur Verbesserung der Verschleißbeständigkeit aufgebracht und eingesetzt.

Beispiele:

- Kraftwerke
- Luftfahrtindustrie
- Autoindustrie
- Papierindustrie
- Maschinenbau-Industrie.

Weitere Informationen

Beschreibungen zu Durotect H:

- TPI 186, Höheres Leistungsvermögen durch Beschichtungen
► <https://www.schaeffler.de/std/1D45>.

Corrotect HP

Thermisches Zn-Flammspitzen und zusätzliche Decklackierung zum Zwecke des Korrosionsschutzes an Großbauteilen mit hohen Anforderungen.

Die für dieses Duplex-System erforderlichen Lacksysteme sind nach DIN EN ISO 12944 spezifiziert und werden je nach Anforderung klassifiziert und ausgesucht.

Corrotect HP ist für hochkorrosionsbelastete, aggressive Umgebungsatmosphären bestimmt, zum Beispiel:

- Offshore-Anwendungen
- Großlager in Windkraftanwendungen.

Notizen

Notizen

**Schaeffler Technologies
AG & Co. KG**

Industriestraße 1–3
91074 Herzogenaurach
Deutschland
Internet www.schaeffler.de
E-Mail info.de@schaeffler.com

In Deutschland:

Telefon 0180 5003872
Telefax 0180 5003873

Aus anderen Ländern:

Telefon +49 9132 82-0
Telefax +49 9132 82-4950

**Schaeffler Technologies
AG & Co. KG**

Georg-Schäfer-Straße 30
97421 Schweinfurt
Deutschland
Internet www.schaeffler.de
E-Mail info.de@schaeffler.com

In Deutschland:

Telefon 0180 5003872
Telefax 0180 5003873

Aus anderen Ländern:

Telefon +49 9721 91-0
Telefax +49 9721 91-3435

Alle Angaben wurden sorgfältig erstellt und überprüft. Für eventuelle Fehler oder Unvollständigkeiten können wir jedoch keine Haftung übernehmen. Technische Änderungen behalten wir uns vor.

© Schaeffler Technologies AG & Co. KG

Ausgabe: 2019, September

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit unserer Genehmigung.

TPI 67 D-D