



# Korrosion von Fluid-Verbindungssystemen

Wie die nächste Generation von Korrosionsschutzbeschichtungen die Leistung von Fluidtechnikprodukten verbessert



ENGINEERING YOUR SUCCESS.



# Zusammenfassung

Hydraulische Verbindungen müssen in allen Umgebungen erstklassige Leistungen erbringen. Schwankende Luftfeuchtigkeit, Temperaturen und Salzgehalte sowie aggressive Chemikalien und Medien, können ein idealer Nährboden für Korrosion sein. Unbehandelt kann Korrosion ein schlechtes Erscheinungsbild verursachen, kostspielige Wartung erzwingen und schließlich zu einem Totalausfall der Anlage führen. Wissenschaftler und Ingenieure von Parker haben weltweit ihr metallurgisches Know-how gebündelt, um Beschichtungstechnologien der nächsten Generation zu entwickeln. Dies ermöglicht einen Fortschritt in der langfristigen Korrosionsschutzleistung bei gleichzeitiger Kompatibilität mit bestehenden Produkten und ohne Auswirkungen auf Montageverfahren und Leistungsstandards.



## Dr. Philipp Wagener, Leiter des Metal Innovation Center (Europa)

Philipp ist seit über 15 Jahren in den Bereichen Materialwissenschaft, Elektrochemie und Chemieingenieurwesen tätig. Bei Parker Hannifin baute er das Metals Innovation Center für die Entwicklung und Anwendung neuer Oberflächentechnologien und Korrosionsschutzinnovationen für Fluidtechniksysteme auf. Philipp hat einen MSc. in Chemie, einen Dokortitel in physikalischer Chemie und einen Habilitationsabschluss in technischer Chemie.



## Yindong Ge, Ph.D., Leiter des Metals Innovation Center (USA)

Yindong Ge ist Werkstoffwissenschaftler mit 15 Jahren Erfahrung in den Bereichen Oberflächentechnik, Korrosionswissenschaft, elektrochemische Prozesse und Werkstoffentwicklung. Derzeit leitet er das Metals Innovation Center in Columbus, OH USA, wo er die Entwicklung innovativer Oberflächenschutztechnologien für Fluidtechnikkomponenten leitet. Yindong hat einen BS in Keramiktechnik und sowohl einen MS als auch einen PhD in Materialwissenschaft und -technik.

## Korrosionskosten

Korrosion ist der größte Gegner von Metallkomponenten und -systemen. Unter den richtigen Bedingungen kann sich beschleunigtes Rosten schnell und geräuschlos ausbreiten und enorme Schäden hinterlassen.

Nach Angaben von NACE International, der weltweiten Korrosionsbehörde, belaufen sich die weltweiten Kosten der Korrosion auf etwa 2,5 Billionen Dollar, was 3,4 % des weltweiten BIP entspricht. Diese erschütternde Zahl spiegelt die Schwere des Problems wider, denn Korrosion wirkt sich in vielen Sektoren negativ auf die Lebensdauer von Anlagen aus. Aus der Studie geht hervor, dass sich die weltweiten Kosten der Korrosion in der Industrie - einschließlich des Off-Road-Bereichs und der verarbeitenden Industrie - auf fast 1,5 Billionen Dollar beziffern, während sie sich allein in der Landwirtschaft auf

152 Milliarden Dollar belaufen. Die tatsächlichen Kosten dürften in jedem Fall noch höher sein, da in diesen Zahlen die individuellen Sicherheits- oder Umweltauswirkungen nicht berücksichtigt sind, so NACE International.

Korrosion kann in jeder Umgebung auftreten. Die Schwere der Korrosion an Fluidtechnikkomponenten hängt stark von der Anwendung und der Betriebsumgebung des Endverbrauchers ab. So werden beispielsweise Hydraulikverschraubungen, die in einer Hydraulikpresse in einer klimatisierten Produktionsstätte verwendet werden, nur minimal von Korrosion betroffen sein. Im Gegensatz dazu kann die Korrosion in Außenbereichen, insbesondere bei Anwendungen in den Bereichen Off-Road, Lastkraftwagen, Landwirtschaft, Bergbau und Schifffahrt, schnell voranschreiten. Faktoren wie Feuchtigkeit, schwankende Temperaturen,

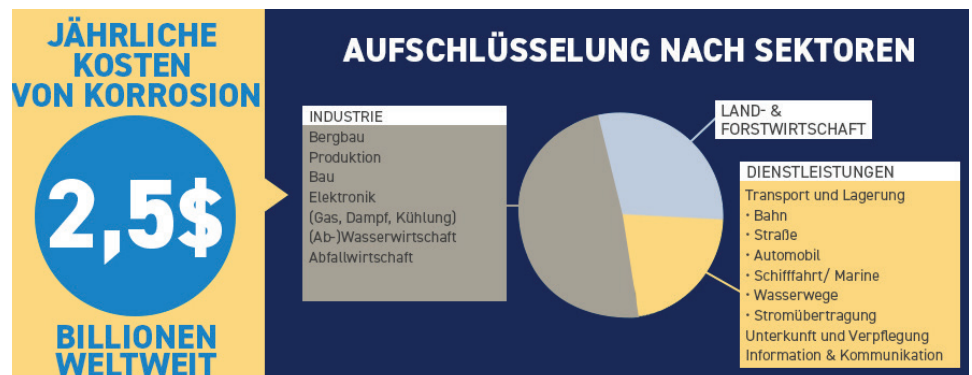


Abbildung 1: Kosten von Korrosion nach dem NACE-Bericht

Salz in der Luft, Chemikalien und Art der Medien können alle zur Entstehung und beschleunigten Ausbreitung von Korrosion beitragen. Bleiben diese Schäden unkontrolliert, können sie andere, teurere Komponenten in Mitleidenschaft ziehen, was zu einer Vielzahl von Problemen wie ungeplanten Wartungs- und Ausfallzeiten und teuren Garantieansprüchen führt. Letztendlich kann Korrosion

zu einem Totalausfall von Systemen oder Anlagen führen, was eine Überholung oder den Austausch der gesamten Anlage zur Folge haben oder in schweren Fällen die Sicherheit des Personals gefährden kann.



Abbildung 2: Auch unter normalen Umgebungsbedingungen kann es bei Off-Road-Geräten schnell zu Korrosion kommen

## Wie Korrosion entsteht und sich ausbreitet

Korrosion ist eine elektrochemische Reaktion, bei der die Atome auf einer Metalloberfläche wie Stahl oxidiert werden und die gesamte Oberfläche beschädigen.

Viele Metalle sind leicht oxidierbar: Sie neigen dazu, Elektronen an Sauerstoff (und andere Stoffe) in der Luft oder im Wasser zu verlieren. Wenn der Sauerstoff reduziert wird (Elektronen gewinnt), bildet er mit dem Metall ein Oxid, und es kommt zur Korrosion. In manchen Umgebungen beginnt dieser Prozess schon nach sehr kurzer Zeit.

Die häufigste Art der Korrosion ist die allgemeine Korrosion. In diesem Fall verläuft Korrosion, laut dem NACE International Basic Corrosion Course Handbook, mehr oder weniger gleichmäßig über eine freiliegende

Oberfläche ohne nennenswerte Lokalisierung, was bei Blechen und Platten zu einer gleichmäßigen Ausdünnung und bei Rohren und Schläuchen zu einer allgemeinen Ausdünnung auf einer der Seiten (oder auf beiden) führt.

Diese Art der allgemeinen Korrosion ist durch eine Aufrauung der Oberfläche und häufig, aber nicht immer, durch eine Farbveränderung gekennzeichnet. Der Schadensmechanismus ist in der Regel ein elektrochemischer Prozess, der an der Oberfläche des Materials stattfindet. Durch Unterschiede in der Zusammensetzung oder Ausrichtung zwischen kleinen

Bereichen auf der Metalloberfläche entstehen Anoden und Kathoden, die den Korrosionsprozess begünstigen.

Wie in Abbildung 3 dargestellt, fließen in einer Korrosionszelle Elektronen und Ionen durch einen metallischen Pfad, in dem anodische Reaktionen ablaufen, zu Stellen, an denen sie kathodische Reaktionen ermöglichen. Wenn diese Reaktion einmal begonnen hat, ist sie nur schwer zu stoppen, und die Korrosion kann sich schnell ausbreiten, zum Beispiel von Rohrverschraubungen/Adaptern auf andere kritische und teurere Komponenten.

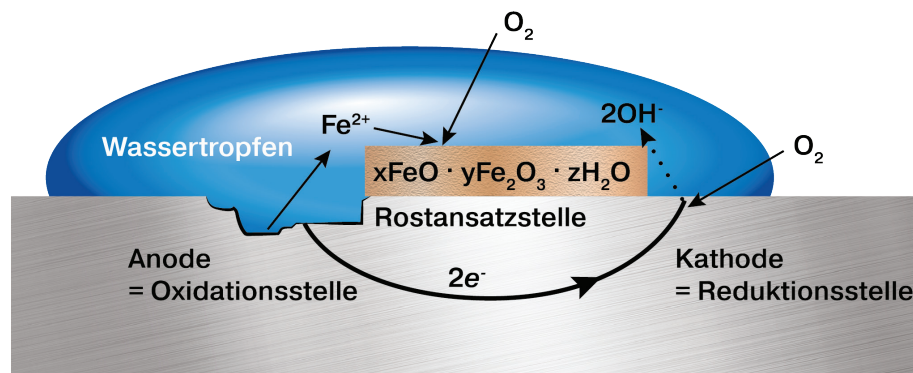


Abbildung 3: Illustration der elektrochemischen Reaktionen bei der Korrosion von Stahl



# Die Verwendung von Zinkbeschichtungen

Zu den üblichen Praktiken zur Verhinderung von Korrosion gehören die Auswahl teurerer Materialien (wie Edelstahl) oder die Beschichtung kritischer Bauteile. Für moderne Fluidtechnikanschlüsse aus Stahl ist die galvanische Verzinkung die Industriennorm. In Verbindung mit Stahl bildet diese Beschichtung eine Opferschicht, die die Korrosion des Grundmetalls in Schach hält.

Durch die Verzinkung wird das Unvermeidliche jedoch nur hinausgezögert.



Abbildung 4: Korrosionsübertragung auf angrenzende Bauteile

Unter Bedingungen mit hoher Luftfeuchtigkeit, aggressiven Substanzen, schlammigen Umgebungen, Luftverschmutzung oder dem Vorhandensein von Salzen kann es immer noch zu schwerer Korrosion kommen. In solchen Umgebungen beginnt das Zink, sich selbst zu opfern, um das Stahlsubstrat zu schützen, wobei ein weißes Oxidationsnebenprodukt entsteht, das gemeinhin als Weißkorrosion (oder Weißrost) bezeichnet wird. Wenn dieser Opferungsprozess fortschreitet, wird die schützende Zinkschicht aufgebraucht und das Grundmetall freigelegt, wobei bald roter Rost sichtbar wird.

Sobald das Zink an einer Stelle verbraucht ist, wird auch das Zink an benachbarten Stellen in Mitleidenschaft gezogen. Selbst wenn die Bauteile verzinkt sind, kann sich deshalb die Korrosion beschleunigen, indem sie von einem Bauteil auf ein anderes übergreift. Dies kann dazu führen, dass angrenzende Verschraubungen und Gegenstücke, wie z. B. ein Hydraulikzylinder, ein Ventil oder eine Hydraulikschlauchleitung, früher und regelmäßiger repariert werden müssen. Korrosion erschwert die Wartung und Reparatur, da die zueinander gehörenden Bauteile in der Regel "verrostet" sind und die Oberflächen der Schraubverbindungen beschädigt sein können. Weißrost bietet einen Opferschutz für das Substrat, hat aber eine kontraproduktive Eigenschaft. Das Nebenprodukt, das bei dieser Zinkoxidation entsteht, ist massiv. Es breitet sich also nicht nur aus, während es das

Substrat schützt, sondern es dehnt sich auch volumetrisch aus. Diese räumliche Ausdehnung führt häufig zu mechanischen Spannungen, die angrenzende Bereiche anfälliger machen und einen Weg für die Korrosion bieten, sich festzusetzen.

Kurz gesagt, Korrosion kann erhebliche betriebliche und wirtschaftliche Folgen haben. Daher ist die Weiterentwicklung der Korrosionsschutztechnologie für viele Industriehersteller und OEMs eine Priorität, was weltweit zu intensiven Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten führt.



Abbildung 5: Zinkoxidation an einer Stahlrohrverschraubung



Abbildung 6: Korrosion kann zu ungeplanten Ausfallzeiten und häufigerem Wartungsbedarf führen

# Jüngste Fortschritte in der Galvanotechnik

In den letzten Jahrzehnten wurden mehrere verbesserte Beschichtungslösungen eingeführt - zum Teil aus Gründen der Umweltverträglichkeit, aber auch zur Verbesserung der Korrosionsbeständigkeit. Neutrale Salzsprühnebeltests (SST), wie ASTM B117/ISO 9227, stellen die branchenweit anerkannten Bewertungsmethoden zur Bestimmung des Korrosionsschutzes von galvanischen Beschichtungen dar.



Frühere Verzinkungslösungen von Parker haben zum Beispiel eine SST-Beständigkeit bis zu 1000 Stunden vor dem Auftreten von Rotkorrosion. Die meisten Fortschritte in der Industrie beschränkten sich jedoch auf schrittweise Verbesserungen bei der Verzinkung. In jüngster Zeit haben sich die metallurgischen und oberflächenanalytischen Möglichkeiten weiterentwickelt, und es werden immer mehr optimierte Legierungen und Nanotechnologien eingesetzt. Gleichzeitig hat sich das erfahrene Team von Wissenschaftlern und Ingenieuren bei Parker dem Ziel verschrieben, ein noch tieferes Verständnis für die Ursachen und den Verlauf der Korrosion zu erlangen. Ein Großteil dieser Arbeit wurde in hochmodernen metal-

lurgischen Labors durchgeführt, die die Entwicklung alternativer Materialien und Technologien zur Verbesserung der galvanischen Verzinkung vorantreiben. Diese Materialien können dann im Labor unter Bedingungen, die die realen Anwendungen der Kunden simulieren, eingehend getestet werden.

Die Forschung hat bewiesen, dass nicht alle Galvanotechniken gleich sind. Die neuesten Entwicklungen in der galvanischen Beschichtung werden mit zusätzlichen Schutzverfahren und Verarbeitungsmethoden kombiniert um Substratmaterialien noch besser vor Sauerstoff und Feuchtigkeit zu schützen. Es wurden umfangreiche Untersuchungen durchgeführt, um die Wechselwirkung zwischen der Oberflächenbeschichtung oder Galvanisierung und dem darunter liegenden Substrat besser zu verstehen.

Letztendlich wurde das Ziel verfolgt, eine Galvanotechnik zu entwickeln, die Spitzenleistungen erbringt - mit dem Ergebnis einer Beschichtung, die selbst den rauen Umgebungsbedingungen standhält, optisch ansprechend ist und letztlich niedrigere Betriebskosten für den Anlagenbauer und den Endverbraucher mit sich bringt.

Im Rahmen strenger Test- und Qualifizierungsverfahren unterzieht Parker diese Beschichtungstechnologien der nächsten Generation Prüfungen, die deutlich über die traditionellen neutralen Salzsprühtests hinaus gehen. Insbesondere werden Korrosionsprüfungen unter verschiedenen kontrollierten Bedingungen sowohl in Parker-Labors als auch in unabhängigen Korrosionsprüfeinrichtungen durchgeführt.

Zu den spezifischen Tests gehört die Simulation einer Reihe von korrosiven Atmosphären, Salzen und anderen bekannten korrosiven Chemikalien, einschließlich der Einwirkung von aggressiven landwirtschaftlichen Düngemitteln. Siehe Kasten 1.

## 1 Verfahren der Salzsprühnebel- und zyklischen Korrosionsprüfung (CCT)

Die Salzsprühnebelprüfung (Salt Spray Testing, SST) ist ein standardisiertes Verfahren zur Überprüfung der Korrosionsbeständigkeit von Metallen und Oberflächenbeschichtungen. Bei solchen Prüfungen werden die Proben einem hochkorrosiven Einfluss ausgesetzt. Salzsprühnebeltests werden schon seit Jahrzehnten eingesetzt. Die am weitesten verbreitete Norm ist die ASTM B117 oder ISO 9227, bei der eine Natriumchloridlösung in einer geschlossenen Prüfkammer versprüht wird, um einen aggressiven Salzwassernebel zu erzeugen. Die Proben werden dann in regelmäßigen Abständen geprüft, um die Korrosionsbeständigkeit zu beurteilen.

Die zyklische Korrosionsprüfung (Cyclical Corrosion Testing, CCT) hat sich in jüngerer Zeit weiterentwickelt und wird weithin als Verfahren angesehen, das eine stärkere Korrelation mit der Exposition im Feld aufweist. Bei Tests wie ISO 16701, SAE J2334 und OEM-spezifischen Tests wird Salzsprühnebel mit wechselnden Zyklen von Feuchtigkeit, trockener Hitze und Temperaturschwankungen unter kontrollierten Bedingungen kombiniert. Bei einigen Tests werden zusätzlich korrosive Stoffe wie Kalziumchlorid und sogar Schwefelsäure eingesetzt. Unterschiedliche Klimazonen können erzeugt, unterbrochen und dann mehrmals in unterschiedlicher Reihenfolge wiederhergestellt werden. Ziel ist es, die Art der korrosiven Umgebung und der Ausfälle zu simulieren, die auf natürliche Weise, hier aber in beschleunigter Form, auftreten können.





# ToughShield Plus™

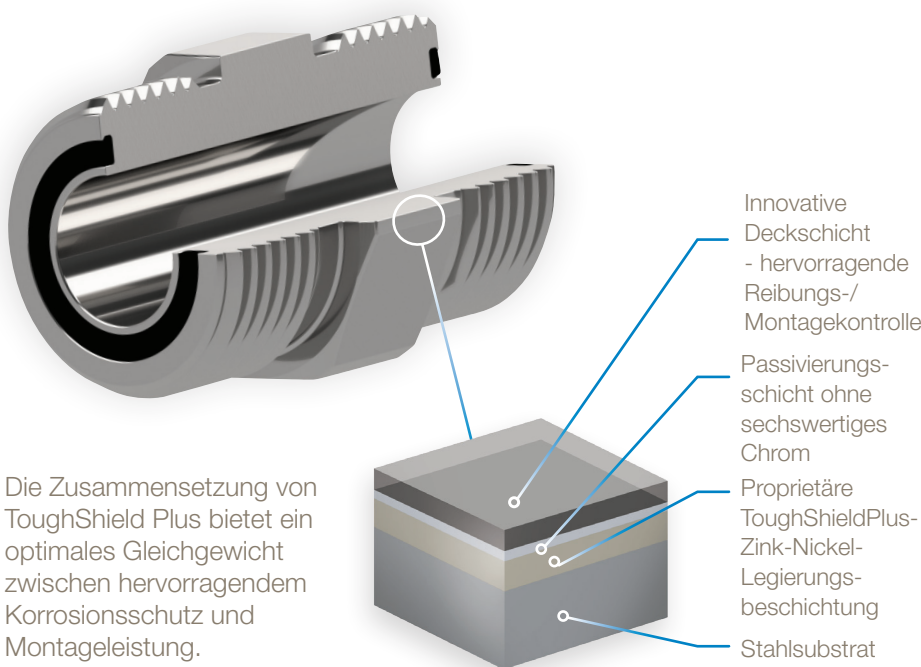
## - Beschichtung der nächsten Generation

Das Ziel der Leistungsverbesserung bleibt bestehen. Die Wissenschaftler und Ingenieure von Parker sind weiterhin bestrebt, Korrosionsschutztechnologien zu entwickeln, die den Hydrauliksystemen der Kunden zu besserer Leistung und längerer Lebensdauer verhelfen - und damit Kosten sparen. In jüngster Zeit hat sich Parker darauf konzentriert, die bestehende Zink-Nickel-Beschichtungstechnologie die in den meisten Anwendungen bereits eine gute Leistung bietet - auf die nächste Entwicklungsstufe zu bringen. Dies wurde durch ein besseres Verständnis der Beziehung zwischen Metallstrukturen, -eigenschaften und -verarbeitung erreicht, die alle unter kontrollierten Bedingungen validiert wurden. Von Anfang an bestand das Ziel darin, eine

neue Zink-Nickel-Beschichtungslösung zu entwickeln, die höchste Korrosionsbeständigkeitsniveaus erreicht, ohne andere Parameter wie Montageverfahren, Betriebsdruck und Leistung sowie die Kompatibilität mit bestehenden verzinkten Produkten zu beeinträchtigen. Ausgangspunkt war die Entwicklung einer zum Patent angemeldeten Beschichtungstechnologie, die eine schützende Deckschicht mit einer Chromatierungsschicht kombiniert. Während die spezifischen Details durch Urheberrechte geschützt sind, hat das globale Team von Chemikern, Metallurgen und Ingenieuren von Parker die neuesten Oberflächenanalyse- und Spektroskopietechniken eingesetzt, um einen besseren Einblick in die komplexe Interaktion zwischen den verschiedenen Materialien

“Die Wissenschaftler und Ingenieure von Parker arbeiten weiterhin an der Entwicklung von Korrosionsschutztechnologien, die den Hydrauliksystemen der Kunden zu einer besseren Leistung und längerer Lebensdauer verhelfen - und damit Kosten sparen.”

zu erhalten. Im Rahmen dieses Know-hows wurde ein Verfahren entwickelt, das eine hochoptimierte Strukturierung der Beschichtung ermöglicht. Die fortschrittliche Oberflächenstrukturierung ermöglicht es, zusätzliche Funktionen in die Beschichtung einzubauen, was zu einer besseren Leistung führt. Das Ergebnis ist: ToughShield Plus, das erste kommerziell erhältliche Standardbeschichtungssystem der Fluidtechnikindustrie, das bis zu 3.000 Stunden Widerstand gegen Rotkorrosion in SST bietet.



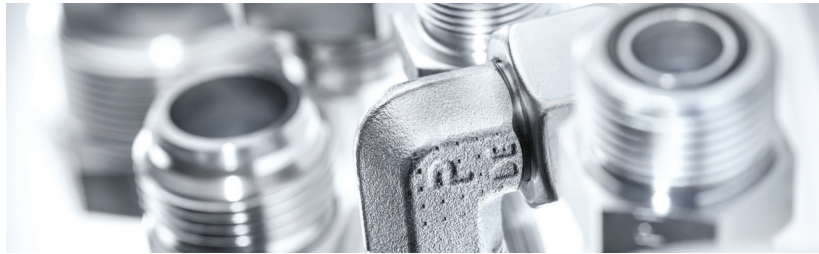
Die Zusammensetzung von ToughShield Plus bietet ein optimales Gleichgewicht zwischen hervorragendem Korrosionsschutz und Montageleistung.

Abbildung 7: Zusammensetzung der ToughShield Plus-Zink-Nickel-Beschichtung



Abbildung 8: Hochmoderne Metalllabore bei Parker

# Mehr als Korrosionsbeständigkeit



Das Ziel von Parker war es, die Korrosionsbeständigkeit von Stahlverbindungen für Flüssigkeiten zu verbessern und dabei andere Eigenschaften konstant zu halten. Die Korrosionsbeständigkeit ist nur eine von mehreren Merkmalen im umfassenderen und miteinander verknüpften Prozess der Oberflächentechnik, bei dem es oft eine eindeutige Ursache und Wirkung gibt.

Eine Schutzschicht, die beispielsweise eine sehr hohe Korrosionsbeständigkeit aufweist, aber gleichzeitig die Reibung bzw. die Montageeigenschaften erhöht, verringert oder unbeständig macht, wäre nicht in der Lage, die Anforderungen der Industrie zu erfüllen,

die definierte Montageverfahren und Produktleistungen verlangt.

In der Vergangenheit war ein Nachteil der Zink-Nickel-Beschichtung für hydraulische Armaturen die Auswirkung auf die Montage. Zink-Nickel und Zink haben unterschiedliche physikalische Eigenschaften. Die Zink-Nickel-Beschichtung ist aufgrund einer anderen Kristallstruktur rauer und hat daher einen höheren Reibungskoeffizienten.

Dies wiederum bedeutet, dass ein höheres Montagedrehmoment oder höhere Umdrehungen erforderlich sind um eine angemessene Belastung der Verbindung für eine sichere und leakagefreie Verbindung zu

gewährleisten. Frühe Versuche der Industrie diesen Nachteil durch die Verwendung von reibungsarmen Deckschichten abzumildern, lieferten sehr uneinheitliche Leistungsergebnisse. Daher war die Kontrolle gleichbleibender Montageeigenschaften und optimierter Reibungskoeffizienten für Parker bei der Entwicklung von ToughShield Plus höchste Priorität.

Das Ergebnis ist eine Zink-Nickel-Korrosionsschutzoberfläche, die einen deutlich höheren Korrosionsschutz bietet, ohne die Montageverfahren oder die Montageleistung zu verändern. Das neue Produkt bietet außerdem eine vollständige "Rückwärtskompatibilität" mit bestehenden verzinkten Bauteilen, so dass die Endanwender bei Bedarf sowohl Zink- als auch ToughShield Plus Zn-Ni-Fluidtechnikkomponenten verwenden können.

## Verbesserte Verformbarkeit

In der Vergangenheit hat sich die Galvanotechnik bei Komponenten, die nach der Beschichtung mechanisch verformt werden müssen, nicht bewährt. In der Fluidtechnikindustrie werden zum Beispiel Quetschungen und geformte Unterlegscheiben für Adapter und Schläuche verwendet. Diese Oberflächen korrodieren traditionell schneller, da die Beschichtung durch die Metallverformung beeinträchtigt wird. Tatsächlich wird die Korrosion in diesen Bereichen von Branchenverbänden wie SAE und ISO bei der SST-Qualifizierung nicht berücksichtigt, obwohl es sich um bekannte Korrosionsschäden handelt. Diese Herausforderung erforderte

eine starke Fokussierung auf Forschung und Entwicklung, um ein höheres Maß an Korrosionsschutz für Teile zu bieten, die einer Verformung nach der Beschichtung ausgesetzt sind.

Die Wissenschaftler und Ingenieure von Parker setzten modernste Geräte wie Rasterelektronenmikroskope und Röntgenspektrometrie sowie elektrochemische Analysemethoden wie die Impedanzspektroskopie ein, um Oberflächeneigenschaften im Detail zu analysieren.

Diese Erkenntnisse führten zur Entwicklung neuer und einzigartiger Beschichtungsstrukturen. Im Ergebnis wurde das ToughShield Plus-Verfahren so

optimiert, dass es eine höhere Verformbarkeit als handelsübliche Zink-Nickel-Beschichtungen bietet und selbst bei verformten Teilen nach der Beschichtung eine vergleichbare Leistung erbringt. Dieser gewaltige Fortschritt im Korrosionsschutz ließ sich in diversen Korrosionstests bestätigen.



Abbildung 9: ToughShield Plus (links) und verzinkte (rechts) Schwenkadapter nach 3.000 Stunden SST

# Sicherstellung der Leistungsbeständigkeit

Bei der Entwicklung der ToughShield Plus-Beschichtung lag der Schwerpunkt auf auf Verfahrensstabilität und -kontrolle. Die Prinzipien der empirischen Prozesskontrolle wurden auf kritische Produktionsvariablen angewandt und strenge Überwachungsverfahren und Kontrollgrenzen festgelegt, um sicherzustellen, dass ToughShield Plus in der gesamten breiten Produktpalette von Parker und in zahlreichen globalen

## Umwelt

Die verbesserte technische Lösung von ToughShield Plus erforderte eine Neukonfiguration der Beschichtungsprozesse bei Parker. Die Zugabe von Nickel in den Beschichtungsprozess erforderte sorgfältig ausgearbeitete Nachrüstungen der Abwasserbehandlungs- und Überwachungssysteme innerhalb der Produktionsanlagen, um sicherzustellen, dass die Umwelt nicht beeinträchtigt wird. ToughShield Plus ist konform mit den Umweltrichtlinien

Beschichtungsbetrieben einheitlich funktioniert. Als Ergebnis wurde die hohe Leistungsfähigkeit des ToughShield Plus Beschichtungssystems für die Massenproduktion nachgewiesen. Der robuste Prozess weist nur geringe Schwankungen im täglichen Betrieb und von Teil zu Teil am selben Tag auf. Dieses Ziel der Konsistenz gilt auch für die Einheitlichkeit der Beschichtungsfarbe.

REACH, RoHS und ELV. Ähnlich wie bei der marktüblichen Zink-Nickel-Galvanik wird aus den mit ToughShield Plus beschichteten Produktionsteilen nur minimal Nickel freigesetzt, so dass eine sichere Handhabung gewährleistet ist. Moderne Spektroskopie-Methoden wurden eingesetzt, um die Ergebnisse der Prüfung nach DIN EN 1811 zu validieren und eine Freisetzungsrate zu bestätigen, die mit REACH Anhang 17 konform ist.

## Weißschleier

Zink-Nickel-Beschichtung korrodiert in ähnlicher Weise und doch anders als eine reine Zinkbeschichtung. Beide sind Opferschichten, wobei das erste Anzeichen von Korrosion eine weiße Verfärbung ist. Das erste Korrosionsprodukt von Zink-Nickel ist jedoch ein nicht spürbarer "weißer Schleier", der oft als Weißrost fehlinterpretiert wird. Siehe Kasten 2.

## 2 Weißrost versus Weißschleier

Es gibt zwei verschiedene Arten von Weißrost - voluminösen Weißrost und Weißschleier.

Voluminöser Weißrost wird häufig als pulverförmige Ablagerung auf reinen Zink- oder Zink-Eisen-Oberflächen beobachtet. Er tritt vor allem in Umgebungen mit hohem Feuchtigkeitsgehalt und korrosiven Chemikalien auf, und ist ein Anzeichen für einen schnellen, lokal begrenzten Befall unterhalb der Ablagerung. Voluminöser Weißrost ist im trockenen oder nassen Zustand sichtbar und weist eine erhabene Struktur auf. Aufgrund seiner porösen Struktur kommt es in der Regel schnell zu einer Korrosion des Grundmetalls.

Weißrost



Makro  
Erscheinungsbild

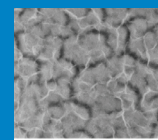


Mikrostruktur

Umgekehrt ist Weißschleier oft die erste beobachtbare Oberflächenveränderung bei der Korrosionsprüfung von Oberflächen aus Zink-Nickel-Legierungen. Es handelt sich um eine dünne, dichte, nicht voluminöse Art von Korrosion im Vergleich zu Weißrost. Er kann sich sowohl bei SST als auch bei CCT schnell bilden und bleibt im Allgemeinen über längere Zeiträume unverändert. Trotz des visuellen Erscheinungsbildes bildet der weiße Schleier auf galvanisch verzinkten Zink-Nickel-Teilen eine schützende Barrierschicht, die das Fortschreiten der Korrosion tatsächlich verlangsamt. Weißer Schleier bildet sich auf hellen und dunklen Oberflächen und ist im nassen Zustand nicht leicht sichtbar.



Makro  
Erscheinungsbild



Mikrostruktur



Abbildung 10: Parker investiert in modernste Galvanotechnik



# Technik für eine bessere Zukunft

Korrosion ist nicht nur eine unschöne Unannehmlichkeit, sondern eine kostspielige Belastung für den Betrieb und die OEM-Garantie. Die Gesamtkosten gehen über die Kosten für Ersatzverschraubungen oder noch teurere angrenzende Komponenten hinaus - sondern betreffen auch die Ausfallzeiten der Anlagen. Wenn wertvolle Anlagen nicht ausgelastet und qualifizierte Bediener untätig sind, vergrößert dies diese Verluste. Ausfallzeiten können zu Einbußen bei Umsatz, Ansehen und Kunden führen.

Parker kennt diese Probleme, insbesondere - aber nicht nur - bei mobilen Maschinen und Transportgeräten, wo raue Betriebsbedingungen zum Alltag gehören.

Die Entwicklung von ToughShield Plus steht für das Engagement von Parker, dafür zu sorgen, dass die Systeme der Kunden deren Leistungserwartungen übertreffen. Dieses Engagement wird durch firmeneigenes materialwissenschaftliches Fachwissen, laufende Forschung und Entwicklung sowie Investitionen in fortschrittliche Testmöglichkeiten unterstützt.

Dies ist die Grundlage für unser Bestreben, mit unseren Kunden in den besonders korrosionsanfälligen Segmenten zusammenzuarbeiten, um die Leistung von Fluidtechnikprodukten zu optimieren. So schafft Parker neue Innovationen und ermöglicht technische Durchbrüche, die zu einer besseren Zukunft führen.



## ToughShield™ Plus

### 3 Die Bedeutung wirksamer Korrosionsmanagementsysteme

NACE International schätzt die durch Korrosion verursachten Kosten auf 2,5 Billionen Dollar und ist der Ansicht, dass durch die Umsetzung bewährter Korrosionsschutzmaßnahmen weltweit jährlich zwischen 15 und 35 % dieser Kosten eingespart werden könnten.

Der Schlüssel zur Verbesserung der Leistung in diesem Bereich ist die Einführung eines effektiven Korrosionsmanagementsystems.

Dieser Ansatz umfasst die Schaffung eines dokumentierten Satzes von Prozessen und Verfahren, die ein Unternehmen für die Planung, Ausführung, Verwaltung und kontinuierliche Bewertung der Korrosionsgefahr für bestehende und zukünftige Anlagen benötigt.

Laut NACE International, erfordert die Handhabung der Korrosionsgefährdung eine Betrachtung sowohl der Wahrscheinlichkeit als auch der Folgen von Korrosion. Der Prozess umfasst die Analyse der Auswirkungen von Korrosion in Form von potenziellen oder tatsächlichen finanziellen Verlusten im Zusammenhang mit der Sicherheit, der Umwelt oder der Anlagensicherheit. Dieser Wert ist in der Regel quantifizierbar, wenn man Faktoren berücksichtigt wie

Einnahmeverluste, Reparaturkosten und Sanierungskosten. Einen weiteren kritischer Aspekt der Auswirkungen von Korrosion stellt die Verschlechterung einer Anlage bis zu dem Stadium, in dem sie nicht mehr für den beabsichtigten Zweck geeignet ist dar, was zu Produktionsausfällen in der Zukunft führt.