

WHITEPAPER

HOLZAPFEL GROUP | Unterm Ruhestein 1 | 35764 Sinn

Das vielfach gefürchtete Phänomen „Rost“: Zink-Nickel-Beschichtung bietet Langzeitschutz gegen Durchrostung – In Zukunft auch als Hochgeschwindigkeitsbeschichtung

Zink-Nickel-Schichten von transparent über schwarz bis zur biegefähigen Zn/Ni-Schicht werden für jede Anwendung höchsten Ansprüchen an den Korrosionsschutz gerecht

Rost ist ein vielfach gefürchtetes Phänomen, nicht nur in der Automobilindustrie. Galvanotechnisch erzeugte, metallische Überzüge wie die Legierungsschicht Zink-Nickel sorgen heute für hoch- korrosionsfeste Oberflächen. Sie werden eingesetzt, um Schäden zu vermeiden, die durch Korrosion (bspw. Rotrost) an metallischen Bauteilen entstehen können. Die galvanischen Zink-Nickel-Schichten bieten auch im µm-Bereich aufgebracht alle Anforderungen eines verlässlichen Langzeitschutzes. Zink-Nickel-Schichtsysteme sind als [Gestellware/Hängeware](#) applizierbar, aber auch im [Trommelbetrieb/als Schüttgut](#) für Massenware. Als Beschichtungswerkstoff bzw. Grundwerkstoff oder Trägermaterial (Substrat) werden Eisenwerkstoffe genutzt, meist Stahl. Aber auch Guss- und Schmiedeteile sowie selbst Sinterbauteile können mit dem Verfahren beschichtet werden. Sinterbauteile werden in diesem Fall zuvor imprägniert, um die galvanische Beschichtung zu ermöglichen. Weitere Informationen zum Thema Imprägnieren und Beschichten von Sinterwerkstoffen bietet der Artikel [„Nur völlig imprägnierte Sinterteile lassen sich fehlerfrei galvanisieren“](#).

Entwicklung der Zink-Nickel-Legierungsschicht

Zink-Nickel-Beschichtungen kommen zum Einsatz, wenn die konventionelle galvanische Verzinkung durch hohe Temperaturbelastungen oder aggressive Umweltbedingungen an ihre Grenzen stößt. Die Entwicklung der Zink-Nickel-Beschichtung resultierte in den 1980er Jahren aus den steigenden Anforderungen insbesondere der Automobilindustrie.

Temperatur-, Streusalz- und Klimabelastungen erforderten zunehmend einen höheren Korrosionsschutz, dem die galvanische Beschichtung mit Zink nicht mehr gewachsen war. Die Automobilindustrie zielt heute darauf ab, einen Langzeitschutz gegen Durchrostung zu gewährleisten. Dies gilt auch für Anbauteile, die in üblicher Weise mit galvanischen Schichten wie Zink-Nickel oder Lack (KTL) bzw. Kombinationen daraus geschützt werden.

Auch die Verträglichkeit der Zink-Nickel-Schichten mit Aluminium war ein Grund für deren zunehmenden Einsatz. Mit der vermehrten Nutzung von Anbauteilen und Karosserieteilen aus Aluminium war eine Alternative zur Zinkbeschichtung nötig, denn Zink führt im direkten Kontakt mit Aluminium zu Lochfraß (Kontaktkorrosion mit Aluminium). Im Kontakt mit Zink-Nickel-beschichteten Stahlbauteilen hingegen korrodiert Aluminium nicht. Diese Tatsache hat den Entwicklern zu neuen konstruktionstechnischen Freiheitsgraden im Materialmix verholfen, denn sie konnten beim verstärkt aufkommenden Trend zum Thema Leichtbau auch dort auf Aluminium setzen, wo es mit Stahlbauteilen in Verbindung tritt. Zink-Nickel-Schichten tragen somit mittelbar zu Leichtbau und Gewichtseinsparungen bei.

Neue Oberflächenkonzepte sind auch für Anbauteile moderner Verbrennungsmotoren gefragt. Mit einer Temperaturbeständigkeit von bis zu 180°C bieten Zink-Nickel-Schichten im Motorraum neue Einsatzmöglichkeiten. Die Beschichtung garantiert Qualität und Langlebigkeit für stark beanspruchte Bauteile wie z. B. für Anwendungen im Bereich Fahrwerk, Brems- oder Schließsysteme, die in exponierter Lage vielen Einflüssen ausgesetzt sind.

Die speziellen Anforderungen der Automobilindustrie an die Beschichtungen sind in Normen festgelegt, die bspw. den erforderlichen Korrosionsschutz angeben (Beispiel: 720 Stunden im Salzsprühtest ohne Bildung von Rotrost).

Zink-Nickel überzeugt als CrVI-freies Verfahren

Bei der Umstellung auf CrVI-freie Systeme ab 2003 hat sich die galvanische Zink-Nickel-Beschichtung (ZnNi) bewährt, da es bei der Abscheidung der Schicht nicht zu späteren Ausfällen im Feld kommt. Natürlich ist es dafür notwendig, hochwertiges technisches Equipment in der Prozessüberwachung wie z. B. auch X-Ray-Technik und AAS einzusetzen, womit Beschichter die geforderte Beschichtungsqualität gewährleisten. Fertigungsbegleitend wird die Qualität sichergestellt durch Messungen mittels X-Ray, das sowohl Schichtdicke als auch Nickeleinbauten zerstörungsfrei messen kann. In der Regel ist eine Rotrostbeständigkeit von >720 bei einer Schichtdicke von >5 µm und einer Ni-Einbauraten von 12 bis 16 % gewährleistet. So wird sichergestellt, dass nur Bauteile mit entsprechenden Schichtdicken und Einbauraten verbaut zum Einsatz kommen.

Grundprinzip der Zink-Nickel-Beschichtung

Zink-Nickel-Überzüge werden elektrolytisch abgeschieden. An eine leitfähige, Metallionen enthaltende Lösung wird Strom angelegt, so dass sich an den Elektroden eine metallische Schicht abscheidet. Die Bauteile, deren Beschichtung erwünscht ist, fungieren bei der metallischen Abscheidung als Kathode.

Vorteile der Zink-Nickel-Schichten

Die Zink-Nickel-Oberflächen bieten höchsten kathodischen Langzeitkorrosionsschutz (im Salzsprühtest 720h Schutz gegen Rotrost) und sind thermisch sehr gut belastbar (bis 180 °C). Für Stahlsubstrate sind

Zn/Ni-Beschichtungen das Mittel der Wahl, um eine Kontaktkorrosion zu Aluminium sicher zu vermeiden. Im Vergleich zu Zinkschichten entstehen außerdem keine voluminösen Korrosionsprodukte.

Standardmäßig werden Zn-Ni-Schichten mit Cr(VI)-freien Nachbehandlungen versehen, etwa mit Passivierungen in transparent oder schwarz. Auch Top Coats (Versiegelungen) sind in unterschiedlichen Ausführungen, z. B. mit Gleitmittelzusätzen, möglich. Konservierungen von unbeschichteten Innenbereichen, wie z. B. an Rohrleitungen, aber auch Wärmebehandlungen (Tempern) zur Wasserstoffentsprödung bei hochfesten Bauteilen im Anschluss an den Beschichtungsprozess werden ebenfalls eingesetzt.

Galvanisiergerechtes Konstruieren wesentlicher Faktor

Heute können Hersteller und Konstrukteure gemeinsam mit dem Beschichter bereits in der Konstruktionsphase Einfluss auf eine optimale spätere Beschichtung nehmen. Um die gleichmäßige Schichtverteilung und damit eine einheitliche Schutzfunktion zu gewährleisten ist die galvanisiergerechte Konstruktion ein wichtiger Faktor. Intelligente Gestelltechnologie kann die Schichtverteilung bis zu einem gewissen Grad steuern. Zudem sorgt die optimale Belegung des Gestells für kostenoptimierte Beschichtungen. So können aufwendige und kostenintensive Beschichtungsmaßnahmen durch die frühzeitige enge Abstimmung und ein galvanisiergerechtes Konstruieren vermieden werden und für haltbare, funktionstüchtige Bauteile sorgen. Bezogen auf die Oberflächenbeschichtung und die daraus resultierenden Kosten können auf diese Weise bis zu 50% Kosteneinsparung erzielt werden. Mehr Details zu den Vorteilen und dem Einsparungspotential des galvanisiergerechten Konstruierens bietet das [„Whitepaper zum Thema Cost Engineering“](#).

Arten der Zink-Nickel-Schichten: Zahlreiche Varianten der Zink-Nickel-Beschichtung von transparent über schwarz bis hin zu flexibel

ZnNi-Schichten gibt es in transparent und schwarz. Um den Korrosionsschutz bei schwarzen Schichten zu erhöhen, wird üblicher Weise ein Top Coat (Versiegelung) zusätzlich aufgebracht.

Kobaltfreies Zink-Nickel transparent (Transkorr)

Transkorr ist ein hochwertiges Chrom (VI)-freies Verfahren für transparenten Korrosionsschutz und weist deutliche Vorteile gegenüber anderen Verfahren auf. So muss mit der transparenten Zn-Ni Oberfläche behandelte Gestellware nicht zusätzlich versiegelt werden. Das bringt zum einen Sicherheit, denn Tropfenbildung auf Dichtflächen wird vermieden und Passmaße werden sicher eingehalten. Zum anderen sinkt der Handlungsaufwand. Auch anschließende Kombinationsbeschichtungen mit Lackierungen wie KTL oder Pulverbeschichtung sind mit Zink-Nickel Transkorr problemlos möglich, da eine hohe Haftbeständigkeit gewährleistet ist. Das Verfahren ist schon heute frei von Kobalt und schützt somit Umwelt und Gesundheit. Neben einer außergewöhnlich hohen Korrosionsbeständigkeit (mind. 480h Weißrost, mind. 720h Rotrost) überzeugt Transkorr durch seine ausgezeichnete Korrosionsbeständigkeit unter Temperaturbelastung.

Biegefähige Zink-Nickel-Beschichtung (Zink-Nickel FleXXKorr)

Aufbringen einer biegefähigen Zink-Nickel-Schicht

Die elektrolytisch abgeschiedene, biegefähige und duktile Zink-Nickel Legierungsschicht weist Einbauraten von 12-15% Nickel auf. Sie bietet bereits bei geringen Schichtstärken von 6-10 µm einen hohen Korrosionsschutz. Ein spezieller Elektrolyt in Verbindung mit eng definierten Badführungsparametern verändert bei dem Zink-Nickel-Verfahren gezielt Kristallstruktur, Korngröße und Streckgrenzung der Abscheidung. So entsteht eine duktile, umformbare bzw. verformbare und biegefähige Zink-Nickel-Oberfläche.

Besonderheiten nach der Beschichtung mit Zn-Ni FleXXKorr

Rohrleitungen, Blechteile (bspw. Spindelrohe, Magnetgehäuse) und andere Bauteile können auch nach der Beschichtung mit biegefähigem Zink-Nickel gebogen, umgeformt oder gebördelt werden. Eine zusätzliche Versiegelung ist nicht erforderlich. Auch nach dem Beschichtungs- und Umformprozess ist der Korrosionsschutz vollumfänglich gegeben (im Salzsprühtest 720 Stunden ohne Rotrost) und erfüllt damit die gängigen Automobilnormen.

Bei Bauteilen, die mit konventionellen, transparent passivierten Zink-Nickel-Verfahren beschichtet werden, kann bei der Verformung die Beschichtung aufreißen und abplatzen, was die Korrosionsbeständigkeit verringert. Daher werden die Teile häufig vorgeformt und erst dann beschichtet.

Wird biegefähiges Zink-Nickel verwendet, können Rohrleitungen und ähnliche Produkte im geraden/gestreckten bzw. im Ursprungszustand beschichtet und anschließend umgeformt werden. Dieses Vorgehen verringert den Handlingsprozess und –aufwand, denn gerade Rohre sind einfacher zu lagern, zu handhaben und zu transportieren als gebogene. Gebogene Rohre müssen während des Beschichtungsprozesses zudem mit Stopfen verschlossen werden, um das Eindringen von Flüssigkeit zu vermeiden. Eindringende Flüssigkeit könnte sonst Innenkorrosion verursachen, also die Korrosion im Inneren der Rohrleitung. Außerdem können die Gestellanlagen (Warenträger) der Beschichtungsanlagen mit geraden Rohren effizienter belegt werden, so dass in einem Arbeitsgang höhere Stückzahlen beschichtet werden können.

Ein weiterer Vorteil des Verfahrens ist, dass Tropfenbildung, z. B. auf Dichtflächen, und Ansammlungen von Versiegelungen an kritischen Stellen wie Gewinden, Passmaßen, Ein- oder Auslässen nicht mehr auftreten.

Anwendung biegefähiger Zink-Nickel-Schichten

Biegefähige Zink-Nickel-Schichten sind eine Lösung für sämtliche industrielle Bereiche, in denen gebogene oder gebördelte Zn/Ni-beschichtete Bauteile eingesetzt werden. Vor allem in der Automobilindustrie (Automotive & Zulieferer) werden diese Schichten eingesetzt, etwa für Rohr- und Hydraulikleitungen sowie für gestanzte oder gebördelte Blechteile. Auch in der Hydraulikbranche (z. B. Öl- oder Kraftstoffleitungen) und im Maschinen- und Anlagenbau wird das Verfahren angewendet. Das Verfahren Zink-Nickel FleXXKorr für biegefähige Zink-Nickel-Schichten wurde von der Holzapfel Group gemeinsam mit einem Verfahrenslieferanten und in enger Zusammenarbeit mit einem Kunden entwickelt und ist ein Beispiel für eine gelungene Entwicklungspartnerschaft.

Kombinationsschichten mit Zink-Nickel

Wenn die Eigenschaften der Zink-Nickel-Beschichtung nicht alle Anforderungen abdecken, die an das Bauteil gestellt werden, können gut aufgestellte Beschichtungsunternehmen durch Schichtkombinationen wie Zink-Nickel plus KTL oder Zink-Nickel plus Pulverbeschichtung zusätzliche funktionelle oder optische Anforderungen abdecken. Zink-Nickel in Kombination mit der Kathaphoretischen Tauchlackierung KTL wird etwa in der Automobilindustrie häufig eingesetzt. Die Schichtkombination sorgt mit der widerstandsfähigen, abriebfesten Zn-Ni-Schicht für Oberflächen mit einem hohen Korrosionsschutz und verhindert Unterrostung. KTL bewirkt eine ebene schwarze Oberfläche. Das Beschichtungssystem hält noch höheren Belastungen stand als die Einzelsysteme und wird bspw. eingesetzt für Bauteile für Panoramadächer oder Cabriolets.

Peripherie für Zusatzleistungen gegeben

Große Anlagenkapazität, Flexibilität und hohe Qualitätsstandards sind Voraussetzungen, um optimale Beschichtungen zu bieten. Die Leistungen des Beschichters hören jedoch nicht bei der reinen Oberflächenbehandlung

auf: Von Montage über Baugruppenmanagement und Projektmanagement bis zu den „Standards“ Verpackung und Logistik erhöhen zusätzliche Leistungen die Wertschöpfung und bieten mehr Planungs- und Prozesssicherheit.

Spezialisten in der Oberflächentechnik bieten zudem die Entwicklung neuer, bedarfsgerechter Oberflächenlösungen an sowie das gemeinsame, galvanisiergerechte Anpassen der Konstruktionen, um Kosteneinsparungen bei der Beschichtung zu erzielen. Auch das Projektmanagement spielt hier eine wichtige Rolle. Der richtige Beschichtungspartner kann Projekte mit Blick auf die Oberfläche einschätzen und die Umsetzung vom Muster über den Prototypen bis hin zur Serie aktiv begleiten und die Bauteile beschichtungstechnisch zur Serienreife bringen.

Hohe Anforderungen erfordern immer neue Lösungen

Die Geschäftsabläufe in der Beschichtungsbranche sind eng getaktet, Lieferzeiten von z. T. nur 24 Stunden sind keine Seltenheit. Artikel, die bei der Holzapfel Group zum Beschichten eintreffen, sind zum Teil erst ein paar Stunden vorher angekündigt worden. Bei dem damit verbundenen Zeitdruck und der notwendigen Flexibilität gilt es gleichzeitig, effizient zu fertigen.

Denn auch das Bestreben, die Kosten zu senken, ist in schwierigen Zeiten wie den heutigen verständlicherweise groß. Allerdings gehen Kostenreduktionen häufig zu Lasten der Qualität. Gerade in der Oberflächenbeschichtung ist Qualität aber unerlässlich. Denn nur qualitativ hochwertig beschichtete Teile sorgen in der weiteren Prozesskette für reibungslose Fertigungsabläufe. Die erwartete Qualitätsleistung ist sicher in allen Industriebranchen gleich, aber jede Branche hat ihre spezifischen Merkmale und Ansprüche in der Zulieferkette. Die Besonderheit im Automotive-Bereich liegt etwa in der Dynamik dieses Marktes. Hier sind z. B. kurze Entwicklungszeiten an der Tagesordnung. Damit sind entsprechend hohe Flexibilitätsanforderungen an die Zulieferer verbunden,

also auch an den Beschichtungsspezialisten. Aus diesem Umstand resultieren hohe Anforderungen, für die immer neue Lösungen gefragt sind.

Ausblick in die Zukunft der Beschichtungstechnologie

Eine dieser neuen Lösungen ist das so genannte High Speed Plating (Fast Plating), also die Hochgeschwindigkeitsbeschichtung. Im Gegensatz zum konventionellen galvanischen Bad kommen hier verhältnismäßig kleine, geschlossene Kammern oder Zellen zum Einsatz, in denen die Beschichtung vorgenommen wird. Durch dieses Design können deutlich höhere Stromdichten als in der konventionellen Beschichtung realisiert werden, was zu deutlich kürzeren Beschichtungszeiten führt. Eine solche hohe Stromdichte würde im konventionellen, offenen Galvanikbad zu Beschichtungsproblemen führen. Beim High Speed Plating hingegen sorgt die Einhaltung der artikelspezifischen Beschichtungsparameter für eine verlässlich reproduzierbare, immer gleiche und äußerst hochwertige Beschichtungsqualität.

Für diese Beschichtungstechnik werden artikelspezifische, auf das Bauteil angepasste Anoden hergestellt. Das sorgt für eine sehr gleichmäßige und reproduzierbare Schichtdickenverteilung und damit ebenfalls für eine hohe Beschichtungsqualität. Die Schichtdicke kann gezielt gesteuert werden, so dass bspw. Vorder- und Rückseite eines Bauteils mit unterschiedlichen Schichtdicken beschichtet werden können. Auch selektive Beschichtungen sind ohne großen Aufwand umsetzbar. Diese Vorteile führen dazu, dass selbst komplexe, designaufwendige und mit unterschiedlichen Funktionen versehene Bauteile in Sekundenschnelle beschichtbar sind. Enge Toleranzen sind mit dieser Zukunftstechnologie wiederholgenau und prozesssicher darstellbar.

Technische Details zu FleXXKorr:

- Elektrolytisch abgeschiedene Zn/Ni-Legierungsschicht
- 12-15 % Ni-Anteil
- Schichtstärken 6-10 µm
- Korrosionsbeständigkeit (Zn/Ni Normung bzgl. Salzsprühbeständigkeit für Cr(VI)-freie Systeme, in Std. nach DIN EN ISO 9227):
 - > 240 h Weißrostbeständigkeit
 - > 720 h Rotrostbeständigkeit
- Gute thermische Belastbarkeit, Temperaturbelastungen 24h/ 120°C und 96h/180°C mit Abschrecken in kaltem Wasser ohne Verlust der Korrosionsbeständigkeit
- Keine Versiegelung notwendig (daher mehr Sicherheit, keine Ansammlungen von Versiegelungen an kritischen Gewinden und Passmaßen, keine Tropfenbildung auf Dichtflächen)
- Hohe Standzeiten der Biege- bzw. Bördelwerkzeuge durch keinen bzw. minimalen Abrieb der Zink-Nickel-Schicht
Einsatz in der Regel auf Stahlsubstraten

Mögliche Normen als Grundlage der FleXXKorr-Beschichtung:

- VW TL244 r642 bzw. r643 bzw. r647
- DBL 8451.62/ .66/ .72/ .76
- DBL 8427.10
- BMW GS90010 ZNNIVSI
- Opel GME 00252
- DIN 50962
- DIN 50979

Technische Details zu Zink-Nickel:

- Elektrolytisch abgeschiedene Zn/Ni-Legierungsschicht
- Hohe Korrosionsbeständigkeit: keine voluminösen Korrosionsprodukte im Vergleich zu Zinkschichten
- Schutz vor Grundmetallkorrosion: höchster kathodischer Langzeitkorrosionsschutz
- Zink-Legierung mit einem Ni-Anteil von 10-15 %
- Höchster kathodischer Korrosionsschutz schon bei Schichtstärken ab 5µm
- Hoher Langzeitkorrosionsschutz – Salzsprühbeständigkeit von 720 h Rotrost garantiert
- Zuverlässiger Korrosionsschutz gegen Temperatur-, Streusalz- und Klimabelastungen
- Keine Kontaktkorrosion im Verbau mit Aluminium
- Thermisch sehr gut belastbar (bis 250 °C)
- Abhängig von den dekorativen Anforderungen kann die Oberfläche metallisch silbergrau und bläulich violett (irisierend) passiviert werden.

Mögliche Normen als Grundlage der Zink-Nickel-Beschichtung:

- VW TL244
- DBL 8451.62/ .65/ .66/ .72/ .76
- BMW GS90010
- GMW 4700
- Ford WSS-M21P51
- DIN 50962
- DIN 50979

Technische Details zu Transkorr:

- Elektrolytisch abgeschiedene Zn/Ni-Legierungsschicht
- Hochwertiges Chrom(VI)-freies Verfahren für transparenten Korrosionsschutz
- Ausgezeichnetes Thermoschockverhalten
- Außergewöhnlich hohe Korrosionsbeständigkeit gewährleistet: 480 h Weißrostbeständigkeit und 720 h Rotrostbeständigkeit
- Keine Kontaktkorrosion zu Aluminium
- Die meisten Passivierungen sind kobaltlastig, das Holzapfel Group TransKorr ist kobaltfrei.
- Keine Versiegelung nötig (Tropfenbildung auf Sichtflächen werden so vermieden + Passmaße sicher eingehalten!)
- Anschließende Lackierungen wie KTL oder Pulverbeschichtung sind mit Zn-Ni Transkorr problemlos möglich, da eine hohe Haftbeständigkeit gewährleistet ist.

Verantwortlich für den Inhalt:

HOLZAPFEL GROUP

Holzapfel Metallveredelung GmbH

Unterm Ruhestein 1

35764 Sinn

Tel.: +49 (0)2772 5008-0

E-Mail: oberflaechenspezialist@holzapfel-group.com

Web: www.holzapfel-group.com

Pressekontakt:

Frau Anja Oerter

E-Mail: a.oerter@holzapfel-group.com

Tel.: 0 27 72 / 50 08 - 5 25