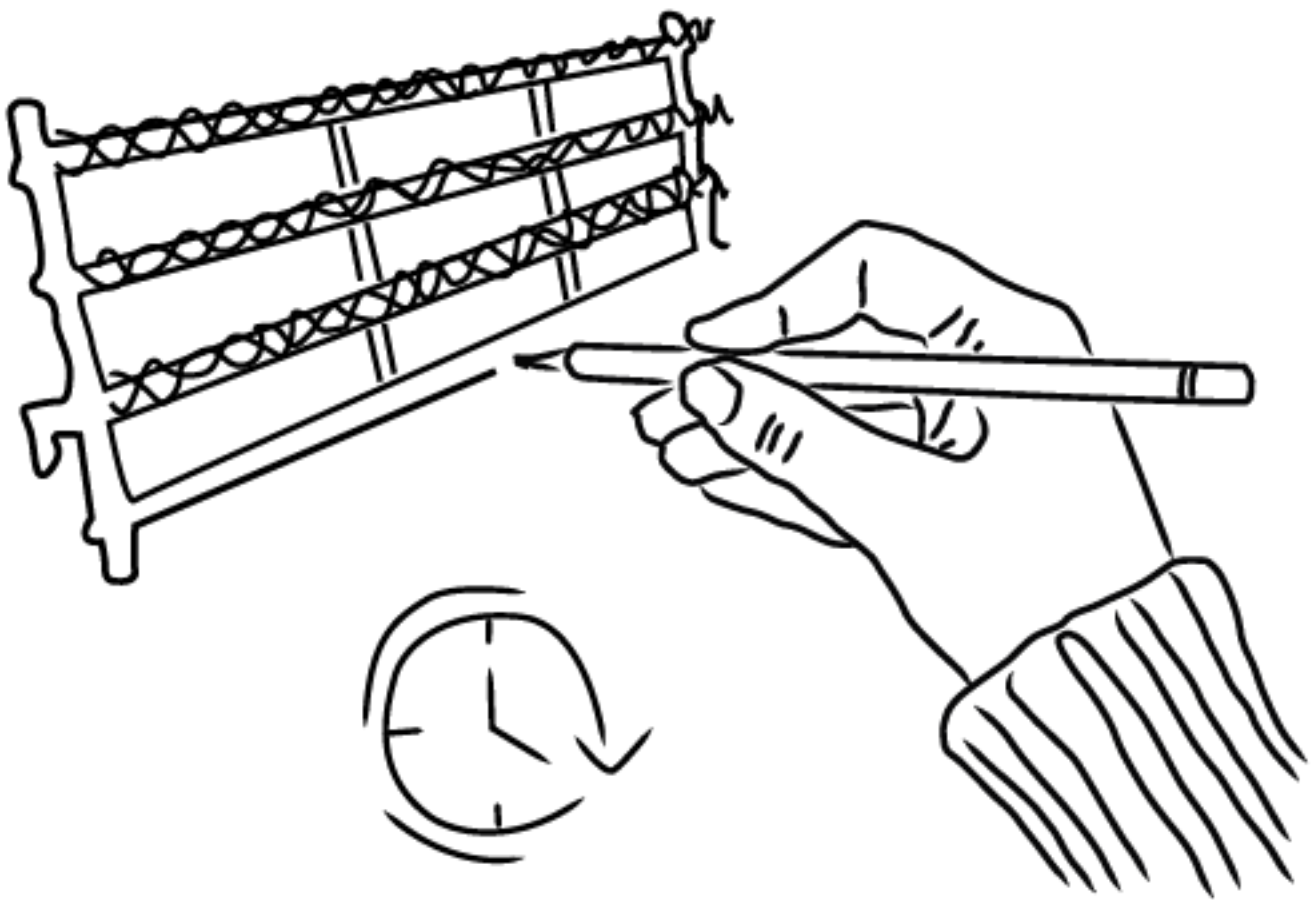


COST ENGINEERING UND ENTWICKLUNGSPARTNERSCHAFT AUS BESCHICHTER-SICHT



**Plädoyer für ein
galvanisiergerechtes Konstruieren**

INHALTSVERZEICHNIS

GALVANOGERECHTE KONSTRUKTION HILFT BEI DER KOSTENOPTIMIERUNG

Cost Engineering in der Metallveredelung.....	Seite 3
Bauteilkonstruktion aus galvanotechnischer Sicht.....	Seite 4
Viele konkrete Anwendungsfälle zeigen Erfolg der Vorgehensweise.....	Seite 5
Gelungenes Beispiel für galvanisiergerechtes Konstruieren: Zink-Nickel FleXXKorr.....	Seite 5
Vorteile beim Handling und beim Prozessablauf: Beispiel Eloxal.....	Seite 6
Leichtbau durch Oberflächentechnik ermöglichen: Lötfähiges chemisch Nickel....	Seite 6
Partielles Verzinnen garantiert Funktionstüchtigkeit von Shunts für Transformatoren.....	Seite 7
Prozesssichere Imprägnierung und Beschichtung für pulvermetallurgisch hergestellte Rastscheibe.....	Seite 8
Gemeinsam mehr erreichen: Interdisziplinäre Entwicklungsarbeit in Sachen Oberflächenbeschichtung.....	Seite 9
Kontaktdaten.....	Seite 10



COST ENGINEERING IN DER METALLVEREDELUNG

Kostenoptimale Gestaltung von Fertigungsprozessen - von der Bauteil-Produktion über die Galvanik bis zur Baugruppenmontage

Das „Cost Engineering“ umfasst als Fachgebiet sowohl ingenieurwissenschaftliche Technikfelder als auch kaufmännische Aspekte und Punkte wie die Prozess- und Ablaufplanung im Projektmanagement. Ebenso werden aber entwicklungstechnische Aspekte betrachtet: Fertigungsprozesse bspw. in der Bauteil-Produktion, der Galvanik und der Baugruppenmontage werden von Anfang an kostenoptimal gestaltet. Dazu ist eine interdisziplinäre, unternehmensübergreifende Kooperation zwischen Bauteilhersteller, Oberflächenbeschichter und Verfahrenslieferant sowie ggf. weiteren Akteuren unerlässlich.



Die Bestimmung der passenden Gestelltechnik mit möglichst hohen Belegungszahlen je Beschichtungsvorgang ist ein entscheidender Punkt, um effizient zu beschichten.

Die fachliche Kommunikation entlang der gesamten Wertschöpfungskette aller Lieferanten und die gemeinsame Bestimmung von Bauteilgeometrie, Design und Schichtsystem sind in der Zusammenarbeit essentiell. Unter Umständen wird sogar Einfluss auf das Grundmaterial des Bauteils und seine Qualität genommen, um später gewünschte Material- und Oberflächeneigenschaften möglichst kostengünstig realisieren zu können. Galvanotechnisch bestimmen die angestrebten Oberflächeneigenschaften wie z. B. erforderlicher Korrosionsschutz, funktionelle Aspekte wie Reibungskoeffizient, Chemikalienbeständigkeit, dekorative Eigenschaften wie bspw. Glanzgrad oder Farbwünsche maßgeblich die Wahl der geeigneten Beschichtung.

BAUTEIL-KONSTRUKTION AUS GALVANOTECHNISCHER SICHT

Oft werden diese Aspekte der Bauteil-Eigenschaften erst nach vollendeter Konstruktion betrachtet. Dabei bringt ein frühzeitiges Einbinden des galvanotechnischen Fachmanns Vorteile: „Bei der Produktentwicklung ist die Oberfläche oft der letzte betrachtete Faktor“, so Michael Immel, Innovations- und Projektmanager Holzapfel Group. „Welche Eigenschaften soll das Bauteil haben? Benötigt es eine Oberfläche/Beschichtung? Wenn ja, welche? Bei diesen und ähnlichen Fragen setzt die Projektarbeit von uns als Beschichter an.“

Meist wird dem Beschichter nach erfolgter Konstruktion ein Lastenheft vorgelegt, das bspw. aufzeigt, wie das Anforderungsprofil des Bauteils im weiteren Verbau ist, welche Sicherheit und welcher Korrosionsschutz überhaupt erforderlich sind. Darauf basierend empfiehlt der Beschichter eine Oberfläche und auch Schichtstärke.

Wünschenswert wäre aber ein viel früheres Einbinden des galvanotechnischen Fachmanns. „Wenn wir rechtzeitig in die Entwicklungsarbeit eingebunden werden, ist ein galvanisiergerechtes Konstruieren möglich, das viele Faktoren schon im Vorfeld begünstigen und potentielle Schwierigkeiten bei der späteren Beschichtung ausmerzen kann. Zudem können wir auf die Konstruktion bereits so Einfluss nehmen, dass kostengünstiger beschichtet werden kann“, erklärt Immel und nennt Beispiele: „So kann etwa eine Bohrung vorgesehen werden, um Luftblasen oder Luftpinschlüsse beim Beschichten zu verhindern. Oder die Konstruktion kann so angepasst werden, dass mehr Bauteile auf ein Gestell passen oder aber sogar statt auf dem Gestell kostengünstiger in der Trommel galvanisiert werden kann.“



Gestell-Bestückung mit gestreckten Rohrleitungen

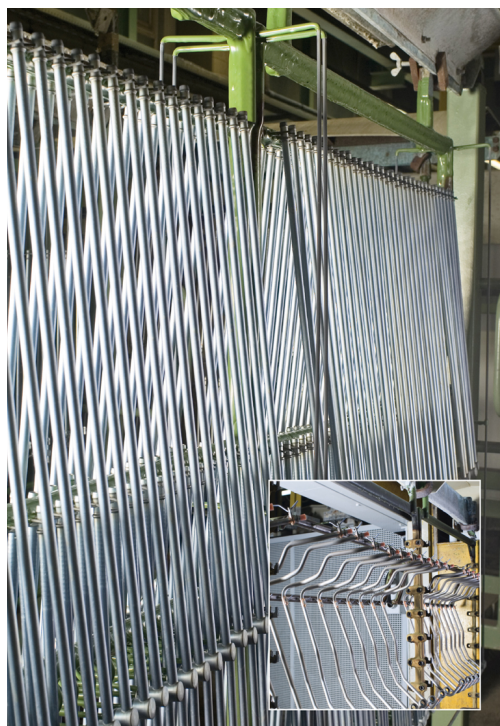
Der Galvaniseur kann aus Sicht nachfolgender Behandlungsschritte (Beschichtung/Oberfläche) Vorschläge unterbreiten, die das Bauteil vergünstigen würden, und mit dem Kunden gemeinsam prüfen, ob es konstruktionstechnisch umsetzbar ist. Ein Beispiel wäre etwa, eine „Nase“ an einem Bauteil so zu konstruieren, dass eine Trommelbeschichtung möglich ist, statt die Bauteile aufwendig als Gestellware zu beschichten. „Hier ließe sich zum Teil richtig Geld sparen, indem der Galvano-Fachmann in der Projektphase involviert wird und nicht erst beim fertigen Produkt“, ist Innovations- und Projektmanager Immel sicher. „Unser Ansatz ist, gemeinsam mit unserem Kunden und ggf. auch dessen Endkunden in der Konstruktionsphase zu unterstützen und galvanotechnisches Wissen einzubringen, das der Konstrukteur unter Umständen nicht im Blick hat.“ Nach den Erfahrungen der Holzapfel Group können, bezogen auf die Oberflächenbeschichtung und die daraus resultierenden Kosten, bis zu 50% Kosteneinsparung erzielt werden.

VIELE KONKRETE ANWENDUNGSFÄLLE ZEIGEN ERFOLG DER VORGEHENSWEISE

Beispiele für solche galvanogerechten Bauteilkonstruktionen oder auch für Beschichtungen, die sich den Bauteilerfordernissen exakt anpassen, gibt es im Hause Holzapfel Group viele. Prädestiniert ist das Verfahren Zink-Nickel FleXXKorr, eine biegefähige Zink-Nickel-Schicht, die als Korrosionsschutz für Rohre eingesetzt wird, etwa in der Automobilindustrie (Hydraulikleitungen, Spindel- und Polrohre, Magnetgehäuse) oder im Anlagenbau. Aufgrund des beim Beschichtungsprozess umständlichen und kostspieligen Handlings bereits gebogener Rohre stellte ein Kunde der Holzapfel Group die Herausforderung, ein Zn-Ni-Verfahren zu entwickeln, mit dem Rohre erst nach dem Beschichten gebogen werden können. Dabei musste die Beschichtung dem anschließenden Biegevorgang standhalten und gleichzeitig eine hohe Korrosionsbeständigkeit erreichen.

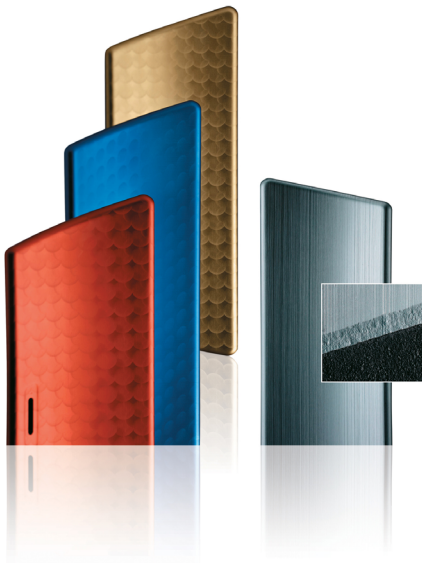
ZN-NI-FLEXXKORR ALS PARADEBEISPIEL FÜR COST ENGINEERING

In enger Zusammenarbeit mit dem Kunden, der die Entwicklung auch mit Tests begleitet hat, und einem Verfahrenslieferanten hat die Holzapfel Group als Antwort auf diese Anforderungen Zn-Ni FleXXKorr entwickelt. Mit dem biegefähigen, verformbaren Korrosionsschutz auf Zink/Nickel-Basis können Rohrleitungen und Hydraulikleitungen, aber auch gebördelte Bauteile oder Blechteile wie Spindelrohe und Magnetgehäuse nach dem Beschichtungsprozess gebogen bzw. verformt werden. Bei der Beschichtung von Rohrleitungen und ähnlichen Artikeln im gestreckten Zustand können die Warenträger der Beschichtungsanlagen effektiver belegt und so höhere Stückzahlen in einem Durchlauf beschichtet werden. Der Prozess spart nicht nur Beschichtungskosten, weil im geraden Zustand mehr Teile auf ein Gestell passen, sondern ebenso Logistikkosten, weil mehr Teile je Ladungseinheit transportiert werden können, wenn die Rohre noch nicht gebogen sind. Zudem kann der Kunde Biege- und Montageprozesse auf einer automatisierten Anlage in einem Arbeitsgang komplett durchführen. Vorher mussten die Hydraulik-Leitungen in zwei Arbeitsgängen, zwischen denen das Beschichten lag, erst gebogen und später montiert werden.



Die frühzeitig im Projekt gestartete gemeinsame Entwicklungsarbeit dem Kunden sorgte somit für wesentlich effizientere Prozesse, von denen heute – acht Jahre nach der Entwicklung – viele Kunden der Holzapfel Group in der Serienproduktion profitieren. Das Fazit für Zn-Ni-FleXXkorr lautet also beispielsweise bei Rohr- und Hydraulikleitungen mehr Teile, weniger Logistik (Volumen) und weniger Prozessrisiko. „In Folge dieser Umstellungen bei uns als auch kundenseitig, konnte eine WIN-WIN Situation über die gesamte Supply-Chain erzielt werden, die sogar in ihrer letzten Konsequenz eine Normenanpassung nach sich zog“, bilanziert Immel zu dem konkreten Beispiel.

VORTEILE IM HANDLING UND BEIM PROZESSABLAUF: ELOXAL



Bei Sichtbauteilen spielen Optik und Haptik eine große Rolle. Insbesondere bei mehrteiligen Sichtbauteilen, die zusammen an einem Gerät verbaut werden, ist reproduzierbare optische Qualität äußerst wichtig – schließlich sollen alle verwendeten Bauteile in Farbe und Glanzgrad übereinstimmen. Bei einem Fall aus der Konsumgüterindustrie (Kaffeemaschinen) kam zu dieser optischen Anforderung hinzu, dass bereits mit Kunststoff hinterspritzte Aluminiumbauteile eloxiert werden sollten, ohne dass das Bauteil dabei bspw. durch Verzug zu Schaden kam.

Die Holzapfel Group kann durch eine Weiterentwicklung der Färbetechnik für Eloxal-Schichten und die Spezialisierung des Verfahrens auf individuelle Farbgebungen nicht nur eine breite Farbvielfalt abbilden. Dank Eloxal Individual Hybrid können farbige Eloxaloberflächen auch auf hybriden Werkstoffsystemen aufgebracht werden.

Das Verfahren ermöglicht bei Metall-Kunststoff-Verbindungen das Anodisieren bereits hinterspritzter Bauteile. Mit Eloxal Hybrid werden die kompletten Hybridverbundteile mit den Vorteilen des „one way“-Wertschöpfungsprozesses beschichtet. Denn die durch Eloxieren und zusätzliches individuelles Einlagern von Farbpigmenten in die Eloxalpore erfolgende Beschichtung wird als letzter Fertigungsschritt vorgenommen und stellt ein hohes Qualitätsniveau sicher. So werden etwa ein Aufreißen der Eloxalschicht durch nach der Beschichtung durchgeführte Hinterspritz- oder Klebevorgänge vermieden. Diese Herangehensweise sorgt im Prozessablauf und im Handling für Vorteile. Zudem wird durch Hinterspritzung des Metalls mit Kunststoff und das anschließende Eloxieren die reine Metalloberfläche mit ihrer charakteristischen metallischen Optik und Haptik erhalten und dem Kunden ein Vollmaterial suggeriert.

LEICHTBAU DURCH OBERFLÄCHENTECHNIK ERMÖGLICHEN: LÖTFÄHIGES CHEMISCH NICKEL

Bei einem Blech für ein Bremsregelsystem im Automobilbereich wurde Kupfer eingesetzt. Das Kühlblech dient in dem Bremsregelsystem dafür, Wärme von einem Prozessor abzuleiten. Der Wunsch, das Kupfer durch Aluminium zu ersetzen, war in diesem Fall naheliegend: Zum einen ist Aluminium drei Mal leichter wie das Kupfer-Material, spart also rund 66% Gewicht. Zum anderen ist Aluminium im Einkauf deutlich günstiger als Kupfer. Die Aufgabenstellung war es, das Aluminium mit einer Schicht zu versehen, die eine stoffschlüssige Verbindung des Prozessors mit der Platine ermöglicht, um die gewünschte Wärmeableit-Funktion zu erfüllen.

Um den spezifischen Ansprüchen der Platine und der Forderung nach Wärmeableit-Fähigkeit nachzukommen, wurde ein spezielles chemisch Nickel-Verfahren entwickelt, um die Lötbarkeit sicherzustellen. Eine besondere Herausforderung war dabei, die Lötstellen so auszurichten, dass sie beim Beschichtungsvorgang immer prozesssicher beschichtet werden. Dies war nur durch die Entwicklung einer speziellen Gestelltechnik möglich, um die Bauteile gerichtet durch die Beschichtungsanlage zu befördern.



Diese Neuentwicklungen ermöglichten erst den Einsatz des Leichtwerkstoffs Aluminium bei der Platine. Denn nur durch die spezielle chemisch Nickel-Beschichtung und die damit hergestellte Lötbarkeit wird ein stoffschlüssiger Verbund zwischen Aluminium und dem Prozessor hergestellt. Nur dadurch ist die erforderliche Funktion der Wärmeableitung gewährleistet. Gleichzeitig wurde der Beschichtungsprozess mit Hilfe einer Wertstromoptimierung sowie durch eine besondere Gestelltechnik und Anpassung an die vorhandene Verpackung des Kunden sehr effizient gestaltet.

PARTIELLES VERZINNEN GARANTIERTE FUNKTIONSTÜCHTIGKEIT VON SHUNTS FÜR TRANSFORMATOREN

Ein Shunt hat in der Elektrotechnik eine wichtige Aufgabe zu erfüllen: Als elektrischer Widerstand dient der Shunt zur Strom-Messung (Messwiderstand). Sie sorgen als hochwertige Präzisions- und Leistungswiderstände im niederohmigen Bereich auch auf kleinstem Raum für bestmögliche Messergebnisse. Der Strom, der durch den Shunt fließt, verursacht einen definierten Spannungsabfall, der am Eingang und Ausgang des Shunts gemessen wird.

Ein Bauteil, das eine solche Funktion zu erfüllen hat, ist per se sensibel. Wenn es in der Energiebranche, z. B. für die Regelung von Transformatoren, eingesetzt wird, kommen weitere Anforderungen hinzu: neben der Funktionstüchtigkeit muss das Bauteil 20 Jahre lang alterungsbeständig sein. Langzeitstabilität ist also ebenso ein Thema wie Belastbarkeit. Um dieses komplexe Anforderungsprofil zu erfüllen, spielt die richtige Beschichtung des Bauteils eine wichtige Rolle. Hoher Korrosionsschutz und lange Lebensdauer sind ebenso gefordert wie Lötbarkeit und das Gewährleisten der Funktionstüchtigkeit.

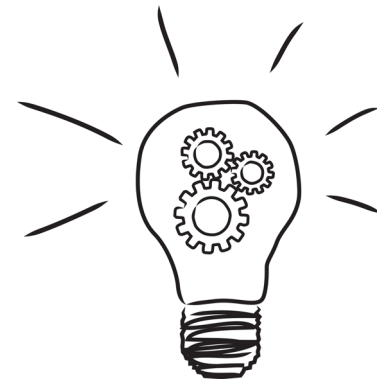
Im vorliegenden Fall werden die Stromleiter, wo die Strommessung stattfinden soll, mit einem temperaturbeständigen Widerstandsmaterial verbunden. Das komplette Bauteil wird verzinkt, um den Korrosionsschutz sowie die Lebensdauer zu erhöhen. Um einen Kurzschluss an der Messbrücke zu verhindern, muss die Zinnschicht dort entfernt werden. Um die Funktionstüchtigkeit des Bauteils zu gewährleisten, wurde daher nach Lösungen für eine zinnfreie Stelle gesucht.

Es waren bereits Möglichkeiten getestet worden, diese zinnfreie Stelle zu erreichen. Abkleben erwies sich als äußerst unsichere Methode, da der Beschichtungselektrolyt die Abklebung unterwandern oder sogar auflösen kann und somit die Beschichtung an unerwünschten Stellen dennoch abgeschieden wurde.

Die Holzapfel Group hat eine passende Lösung für den Anwendungsfall gefunden: Der komplette Shunt wird mit Hilfe eines mehrstufigen Verfahrens künstlich gealtert und verzinkt. Das Grundmaterial geht dabei eine stoffschlüssige Verbindung mit dem sehr guten elektrischen Leiter Zinn ein.

Die notwendige zinnfreie Stelle zur Funktionsgewährleistung wird durch ein gezieltes Entfernen der Schicht im Bereich des Widerstandsmaterials erreicht. Dank des partiellen Verzinnens kann das Widerstandsmaterial ohne den potentiell störenden Einfluss einer Beschichtung den definierten Widerstand bieten. Die Leistung am Shunt kann somit gemessen werden. Aufgrund der gemessenen Werte werden Folgeprozesse wie z. B. die Leistung der Stromverbraucher, Trafos etc. geregelt.

Eine weitere Besonderheit des Shunts ist, dass die Messelektronik vom Kunden der Holzapfel Group durch eine dauerhaft stoffschlüssige Verbindung auf das Bauteil aufgebracht wird. Auch dies wird ermöglicht durch den Einsatz der unter Umständen löflfähigen Oberfläche Zinn.



PROZESSICHERE IMPRÄGNIERUNG UND BESCHICHTUNG FÜR PULVERMETALLURGISCH HERGESTELLTE RASTSCHEIBE

Eine pulvermetallurgisch hergestellte Rastscheibe kommt in einem System zum passiven Fußgängerschutz zum Einsatz, um Unfallfolgen wie Verletzungen zu minimieren. Bei einem Frontalaufprall oder der Kollision mit einem Fußgänger setzt die Rastscheibe einen Entriegelungsmechanismus in Gang, so dass die Motorhaube am hinteren Ende (unterhalb der Windschutzscheibe) aufspringt. Dadurch federt die Motorhaube den Aufprall ab und mindert bspw. das Risiko, dass Fußgänger mit dem Kopf auf harte Teile des Motors treffen. Die filigrane Rastscheibe erfüllt dabei mit der Entriegelung eine wesentliche Funktion, weshalb die dauerhafte Funktionssicherheit des Bauteils unerlässlich ist. Dabei spielt auch der Korrosionsschutz eine wichtige Rolle, gerade im exponierten Bereich des Motorraums. Die Rastscheibe mit ihren im Fall des Aufpralls ineinandergreifenden und einrastenden Nocken wird pulvermetallurgisch hergestellt, weil solch filigrane Bauteile kaum spanend oder fräsend produziert werden können.

Pulvermetallurgisch hergestellte Bauteile (Sinterwerkstoffe) haben jedoch bei ihren konstruktiven Vorteilen den Nachteil, dass sie sich nicht ohne weiteres galvanisch beschichten lassen, was das Erhöhen des Korrosionsschutzes erschwert. Denn aufgrund ihrer porenartigen Struktur neigen pulvermetallurgisch hergestellte Konstruktionsteile dazu, bei der Veredelung in wässrigen Prozessen die dort verwendeten Flüssigkeiten aufzunehmen und diese zeitverzögert wieder abzugeben. Das daraus entstehende Fehlerbild wird als „Bleed out“ bezeichnet und führt bei galvanischen Beschichtungen wie Zink- oder Zinklegierungsverfahren zur Ablagerung von Salzen auf der Oberfläche. Diese Salze greifen häufig auch das Beschichtungsmaterial an und führen lokal zur Korrosion des Sinterteils. Zwar ist es gängig, Sinterwerkstoffe vor der galvanischen Beschichtung zu Imprägnieren. Die konventionellen, aus der Gussindustrie übernommenen Verfahren zeigen jedoch bei der Imprägnierung von Sinterbauteilen, die anschließend eine Oberflächenveredelung erhalten, nur mäßigen Erfolg.



Beispiel imprägniertes und beschichtetes Sinterbauteil

Die Holzapfel Group hat mit Sinter Surface Solutions eine Komplettlösung zur Imprägnierung und Beschichtung entwickelt, die das Fehlerbild des Bleed out zuverlässig verhindert. Für die Sinter Surface Solutions wurde die Imprägnierung gezielt optimiert, indem sowohl der Imprägnierprozess als auch die verwendeten Harze den Notwendigkeiten einer beschichtungsgerechten Imprägnierung angepasst wurden. Die wesentliche Innovation des Verfahrens besteht in der Anpassung des Aushärtungsprozesses, so dass eine sichere Imprägnierung bis an den Rand der Bauteiloberfläche sichergestellt ist. Auch für die Rastscheibe wurde diese Lösung mit verbesserter Imprägnierung und optimiertem Aushärtungsprozess sowie speziell angepasster Beschichtung gewählt.

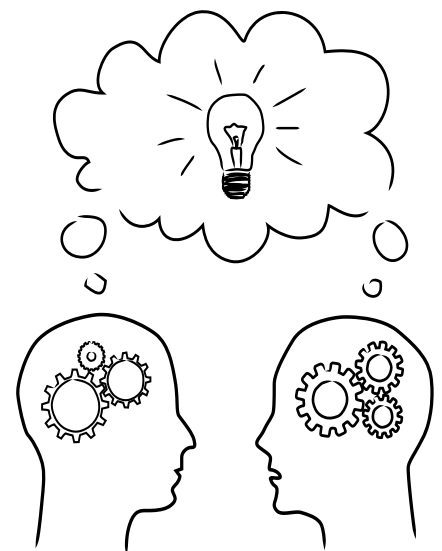
Der optimierte Imprägnierungsprozess wirkt sich äußerst positiv auf die Beschichtungsergebnisse aus. Zugleich wurde die Beschichtung im Fall der Rastscheibe auf ein spezielles Zink-Nickel-Verfahren umgestellt, das optimal auf die Bedürfnisse des Bauteils abgestimmt ist und ein sauberes Schichtwachstum gewährleistet. Erst die mit Sinter Surface Solutions realisierte Imprägnierung und Beschichtung ermöglichte die Herstellung des Bauteils mit dem gewünschten Grundwerkstoff und der erforderlichen Oberfläche. So sind der Korrosionsschutz und die dauerhafte Funktionstüchtigkeit der Rastscheibe gewährleistet. Mit dem Kombinationsverfahren sind alle gängigen pulvermetallurgisch hergestellten Bauteile prozesssicher imprägnier- und beschichtbar. Nach der Imprägnierung sind nicht nur korrosionsschützende Beschichtungen wie Zink oder Zink-Legierungssysteme möglich, sondern auch dekorative Oberflächen und andere Veredelungen wie chemisch Nickel.

GEMEINSAM MEHR ERREICHEN: INTERDISZIPLINÄRE ENTWICKLUNGSARBEIT IN SACHEN OBERFLÄCHENBESCHICHTUNG

Die gemeinsame, interdisziplinäre Entwicklung von Bauteilen unter Berücksichtigung aller Aspekte bis hin zur Oberfläche birgt großes Potential - vor allem, wenn Fertigungsprozesse bspw. in der Bauteil-Produktion, der Galvanik und der Baugruppenmontage von Anfang an kostenoptimal gestaltet werden.

Die unternehmensübergreifende Kooperation zwischen Bauteilhersteller, Oberflächenbeschichter und Verfahrenslieferant spielt bei dieser Vorgehensweise eine tragende Rolle, wie die vorangegangenen Beispiele gezeigt haben. Bauteilgeometrie, Design und Schichtsystem werden zusammen abgestimmt und ggf. werden das Grundmaterial des Bauteils und seine Qualität angepasst, um gewünschte Material- und Oberflächeneigenschaften möglichst kostengünstig realisieren zu können. Angestrebte Oberflächeneigenschaften wie z. B. der erforderliche Korrosionsschutz, funktionelle Aspekte wie Chemikalien- oder Säurebeständigkeit, dekorative Eigenschaften wie bspw. Farbwünsche oder Glanzgrad bestimmen maßgeblich die Wahl der geeigneten Beschichtung.

Die Holzapfel Group ist Spezialist auf diesem Gebiet und hat ihre Expertise bereits in zahlreichen gemeinsamen Projekten mit ihren Kunden bewiesen.





Galvanisiergerechtes Konstruieren

SIE HABEN NOCH FRAGEN ODER MÖCHTEN SICH BERATEN LASSEN,
WIE SIE BEI IHREM ANWENDUNGSFALL DURCH GALVANOGERECHTES
KONSTRUIEREN KOSTEN OPTIMIEREN KÖNNEN?

Dann nehmen Sie Kontakt zu uns auf!

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