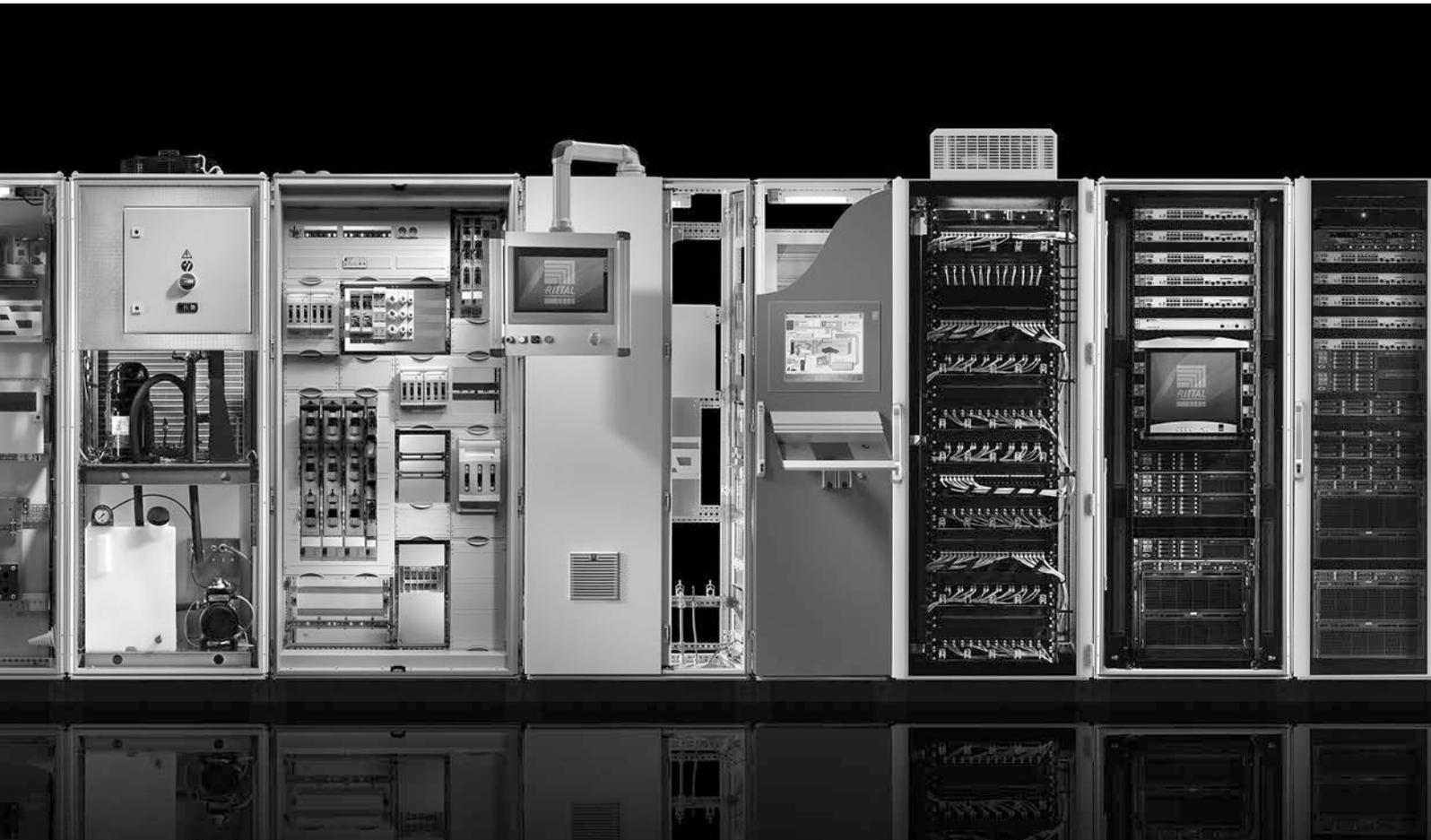


Rittal – Das System.

Schneller – besser – überall.



Whitepaper – Rostfreier Stahl für Gehäuse

Hans Joachim Becker
Andreas Fabrizius

SCHALTSCHRÄNKE

STROMVERTEILUNG

KLIMATISIERUNG

IT-INFRASTRUKTUR

SOFTWARE & SERVICE

FRIEDHELM LOH GROUP



Inhaltsverzeichnis

Einführung.....	3
Stahl als Werkstoff	4
Kann rostfreier Stahl rosten?	6
Gehäuse aus rostfreiem Stahl	8
Zusammenfassung	9
Quellenverzeichnis	10

Autoren:

Hans-Joachim Becker ist Abteilungsleiter für Qualitätsmanagement-Technik bei Rittal und als Maschinenbauer-Ingenieur (Dipl.-Ing.) verantwortlich für das akkreditierte Rittal Qualitätslabor in Herborn.

Andreas Fabrizio ist Master of science of corrosion protection technology und als Labor-Ingenieur für Werkstoff- und Korrosionsschutztechnik im Bereich Qualitätsmanagement-Technik bei Rittal in Herborn tätig.

Einführung

Rostfreier Stahl wird etwa in der Nahrungs- und Genussmittelindustrie sowie in Outdoor-Bereichen eingesetzt, in denen verhindert werden soll, dass eine Schwächung der Stahlteile durch Korrosion auftritt. Ein typisches Beispiel sind Gehäuse und Schaltschränke. Sie gewährleisten in widrigen Umgebungsbedingungen auch unlackiert dauerhaften Schutz für die eingebauten Komponenten.

Im vorliegenden Whitepaper werden die Funktion rostfreier Stähle und deren Verwendung für Gehäuse und Schaltschränke dargestellt. Dazu wird zunächst beleuchtet, was „rostfrei“ genau bedeutet und welche chemischen Prozesse dieser Eigenschaft zugrunde liegen. Warum rostfreie Stähle unter bestimmten Bedingungen trotzdem Rostspuren aufweisen und wie sich das wirkungsvoll verhindern lässt, wird ebenfalls behandelt. Damit soll dem Anwender ein verständlicher Leitfaden an die Hand gegeben werden, der ihn bei der Auswahl des richtigen Gehäuses für die jeweiligen Umgebungsbedingungen unterstützt.



Abbildung 1: Edelstahlgehäuse von Rittal bei Friesland-Campina.

Stahl als Werkstoff

Stahl ist der mit Abstand am häufigsten verwendete metallische Werkstoff. Im Fahrzeug- und Maschinenbau etwa ist er unverzichtbare Grundlage der Produktion. In Deutschland – dem größten Erzeugerland für Stahl innerhalb der Europäischen Union – werden aktuell etwa 43 Millionen Tonnen Stahl pro Jahr hergestellt [STA1]. Eisenlegierungen bezeichnet man dann als Stahl, wenn dessen Kohlenstoffanteil bei unter 2,06 % liegt. Der niedrige Kohlenstoffanteil – bei einem höherem Kohlenstoffgehalt spricht man von Gusseisen – ist dafür verantwortlich, dass Stahl über Umformmethoden verarbeitet werden kann. Die genauen Eigenschaften des Stahls kann man über Zusätze anderer chemischer Elemente gezielt verändern. Die neben dem Eisen am häufigsten verwendeten Bestandteile in Stahllegierungen sind Molybdän, Chrom, Nickel, Vanadium, Titan und Mangan. Im Verzeichnis europäischer Stahlsorten sind aktuell über 2.500 Stahlsorten mit unterschiedlichen Eigenschaften aufgeführt [STA2], die sich für unterschiedliche Anwendungen eignen. Zu den wichtigsten Kriterien, die bei der Stahlauswahl zu berücksichtigen sind, gehören Festigkeit, Verformbarkeit, Schweißseignung und Korrosionsbeständigkeit.

Wasser und Sauerstoff – die Feinde des Stahls

Ein wesentlicher Nachteil den Stahl als Werkstoff hat, ist die Anfälligkeit des in ihm enthaltenen Eisens gegenüber Korrosion. Dabei oxidiert das Eisen zusammen mit Wasser und Sauerstoff. Es entstehen Eisen(II)-oxid, Eisen(III)-oxid und darin gebundenes Kristallwasser – umgangssprachlich als Rost bezeichnet. Rost ist porös und mechanisch instabil und verringert damit die Tragfähigkeit des ursprünglichen Bauteils aus Stahl. Da das Volumen durch die Oxidation zunimmt, platzt der Rost häufig ab. Dies führt dazu, dass auch die tiefer gelegenen Teile des Stahls weiter rosten.

Um die Korrosion von Stahl zu verhindern, gibt es verschiedenste Möglichkeiten. Die gebräuchlichste Methode ist das Lackieren, bei der eine Schutzschicht aufgetragen wird, die verhindert, dass der Stahl mit Sauerstoff, Wasser bzw. Luftfeuchtigkeit in Berührung kommt. Der Nachteil dieser Methode liegt darin, dass Beschädigungen der Lackschicht den Korrosionsschutz aufheben. Typische Beispiele hierfür sind Kratzer im Autolack, die an der Karosserie zu Korrosion führen können. Auch eine Bohrung, die in einem lackierten Stahlteil angebracht wird, hebt den Korrosionsschutz an dieser Stelle auf. Generell kann Stahl vor dem Rosten geschützt werden, indem man verhindert, dass die Oberfläche gleichzeitig mit Wasser und Sauerstoff in Verbindung kommt.

Rostfreier Stahl

Eine besonders elegante Lösung um Korrosion zu verhindern, ist die Verwendung von rostfreiem Stahl. Dieser wird häufig auch als Edelstahl bezeichnet, was allerdings nicht ganz korrekt ist. Spezielle Legierungszusätze im Stahl sorgen dafür, dass eine Korrosion an der Oberfläche wirkungsvoll verhindert wird. Das erste Patent für rostfreien Stahl wurde bereits 1912 von der Friedrich Krupp AG beantragt [DEU]. Heute gibt es einige Hundert rostfreie

Stahlsorten, die in unterschiedlichen Gebieten Anwendung finden. Das Wirkprinzip von rostfreiem Stahl beruht auf einem hohen Chromanteil in der Legierung, der bei mindestens 10,5 % liegen muss [DIN]. Dieser hohe Chromanteil führt dazu, dass sich an der Oberfläche des Stahlteils eine Schutzschicht aus Chromoxid bildet. Diese Schicht hat neben dem Schutz gegenüber Sauerstoff und Wasser noch eine weitere Besonderheit: Obwohl sie nur extrem dünn ist, repariert sie sich quasi selbsttätig, wenn sie einmal beschädigt werden sollte, da das Chrom an der Beschädigungsstelle sehr schnell oxidiert und dadurch den alten Schutz wieder herstellt. Man spricht hier auch von einer „Selbstheilung“ der Oberfläche.

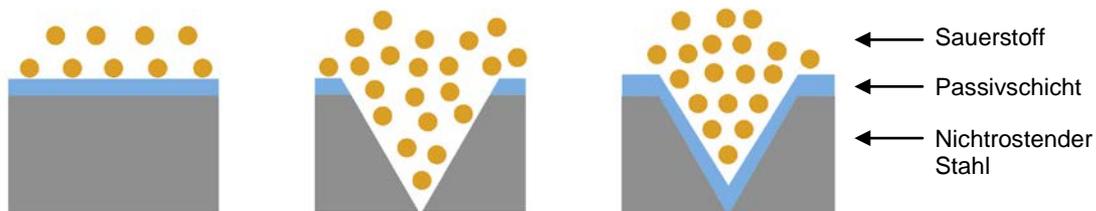


Abbildung 2: Selbst wiederherstellende Passivschicht

Mechanische Eigenschaften

Die Widerstandsfähigkeit gegenüber Korrosion geht bei rostfreien Stählen einher mit einer hohen Zähigkeit. Das hat zur Folge, dass sich diese Stahlsorten deutlich schlechter mit spanenden Fertigungsmethoden bearbeiten lassen als andere Stahlsorten. Kürzere Werkzeugstandzeiten und eine höhere Bearbeitungsdauer führen zu deutlich höheren Kosten, wenn das gleiche Bauteil aus rostfreiem Stahl mit spanenden Methoden gefertigt werden soll. Umformen lässt sich rostfreier Stahl dagegen problemlos. Gehäuse aus Stahlblech lassen sich daher vergleichsweise einfach herstellen. Der Einsatz von rostfreiem Edelstahl ist heute in vielen Bereichen, in denen die Korrosionsbeständigkeit eine wichtige Rolle spielt, gebräuchlich. Ein typisches Beispiel ist die Herstellung von Gehäusen oder Schaltschränken für die chemische Industrie, die Lebensmittelindustrie oder die Medizintechnik.



Abbildung 3: Das Rittal TS 8 Anreiherschrank-System aus rostfreiem Stahl kommt in der Nahrungsmittelindustrie zahlreich zum Einsatz.

Kann rostfreier Stahl rosten?

Die Bezeichnung „rostfreier Stahl“ suggeriert, dass Korrosion von Bauteilen, die aus diesem Stahl gefertigt sind, generell ausgeschlossen werden kann. Dass rostfreier Stahl oder Edelstahl unter keinen Bedingungen rostet, kann allerdings nicht garantiert werden. So bezeichnet die Patentanmeldung von 1912 das Verfahren auch lediglich als „Herstellung von Gegenständen ..., die eine hohe Widerstandskraft gegen Korrosion erfordern ...“ [DEU] Insofern ist die Bezeichnung „rostfreier Stahl“ etwas irreführend, auch wenn rostfreier Stahl unter vielen Bedingungen tatsächlich nicht rostet.



Abbildung 4: Beispiel für Rotrost auf Edelstahl

Mechanische Beschädigungen und Kontakt mit anderen Metallen

Bei mechanischen Beschädigungen der Stahloberfläche kann die korrosionshemmende Wirkung der Chromoxidschicht aufgehoben werden. Zwar bildet sich zusammen mit dem Luftsauerstoff eine neue Schutzschicht. Bleiben aber kleine Partikel eines anderen Metalls an der Oberfläche haften, kann hierdurch Korrosion ausgelöst werden. Dies tritt vor allem dann ein, wenn die Partikel aus herkömmlichen Stahl oder anderen Metallen bestehen. Es kann sich dadurch ein elektrochemisches System ausbilden, das die Korrosion des eigentlich rostfreien Stahls fördert. Typische Fälle sind Beschädigungen eines Bauteils aus rostfreiem Stahl, das z.B. mit der Gabel eines Gabelstaplers angehoben wird. Auch die Verwendung von nicht rostfreien Schrauben in Verbindung mit rostfreiem Stahl kann zur Korrosion führen.

In einigen Fällen tritt auch das Phänomen des Flugrostes auf. Dabei lagern sich kleine Metallpartikel auf der Oberfläche des nichtrostenden Stahls ab und fangen dort an zu rosten, wenn Sauerstoff und Feuchtigkeit vorhanden sind. Solche Metallpartikel können tatsächlich über die Luft übertragen werden, so dass der Begriff durchaus seine Berechtigung hat. Typische Fälle, in denen solche Metallpartikel auf die Oberfläche gelangen, sind Metallarbeiten an nicht rostfreien Stählen, die in der Nähe durchgeführt werden. Bei der

Bearbeitung eines Stahlteils mit einem Trennschleifer entsteht häufig Funkenflug, der aus kleinen glühenden Metallpartikeln besteht. Auch der Abrieb von Stahlteilen kann solche Partikel erzeugen, die dann zu dem Phänomen führen können.

Chemische Einflussfaktoren

Der Korrosionsschutz durch die Chromoxidschicht eines rostfreien Stahls funktioniert nur, wenn diese auch intakt bleibt. Säuren können die Schicht aber angreifen bzw. so weit beschädigen, dass der Korrosionsschutz nicht mehr besteht. Je nach Art des rostfreien Stahls kann etwa eine konzentrierte Salzsäure das Material auch komplett auflösen. Auch eine chlorhaltige Atmosphäre beispielsweise in einem Schwimmbad kann einige rostfreie Stähle angreifen.

Anwendungen im maritimen Bereich oder in der Nähe der Küste stellen rostfreien Stahl vor besondere Herausforderungen. Salzhaltige Aerosole, die vom Wind auf die Oberflächen verbracht werden, enthalten eine relativ hohe Konzentration von Chloridionen. Diese erhöht sich noch, wenn während des Transports oder auf der Metalloberfläche ein Teil des Wassers verdunstet. Die korrosive Wirkung kann dadurch größer sein als die von normalem Salzwasser.

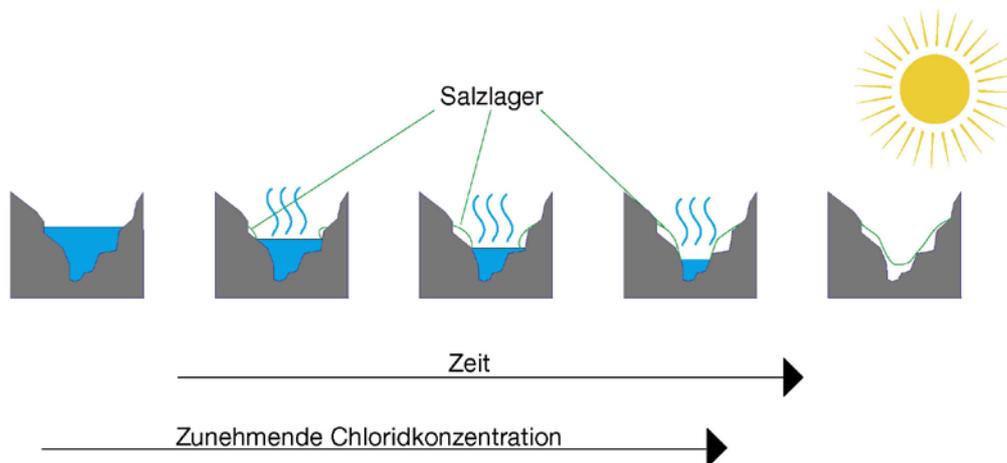


Abbildung 5: Salzanhäufung

Einfluss der Oberflächenbeschaffenheit

Sowohl der mechanische als auch der chemische Einfluss auf ein Bauteil aus rostfreiem Stahl hängt stark von der Struktur der Oberfläche ab. Sehr raue Oberflächen und Vertiefungen auf der Oberfläche führen dazu, dass zum Beispiel Salzwasseraerosole sich in den Vertiefungen der Oberfläche anlagern können. Hier kann es dann zu dem oben geschilderten Effekt kommen, dass die Konzentration an Chloridionen durch Verdunstung ansteigt. Auch Partikel, die wie oben beschreiben bei der Metallbearbeitung entstehen, lagern sich umso leichter an der Oberfläche an, je rauer diese ist.

Gehäuse aus rostfreiem Stahl

Bei schwierigen Umgebungsbedingungen werden häufig Schaltschränke und andere Gehäuse aus rostfreiem Edelstahl verwendet. Für die Lebensmittel- und Pharmaindustrie, wo es besonders auf Hygiene ankommt, bietet Rittal [RIT] Schaltschränke und verschieden andere Gehäuse aus rostfreiem Edelstahl vom Typ 1.4301 an, der häufig auch als V2A-Stahl bezeichnet wird. Diese Stahlsorte gehört zu den ersten kommerziell verfügbaren rostfreien Stahlsorten und hat heute einen Produktionsanteil von etwa 33 % [STA1]. Durch die Legierung, die 18 % Chrom und 10 % Nickel enthält, sind Gehäuse aus diesem Stahl resistent gegenüber Wasserdampf, Luftfeuchtigkeit und schwachen Säuren. Darüber hinaus bietet Rittal – ebenfalls standardmäßig – Gehäuse und Schaltschränke aus rostfreiem Edelstahl vom Typ 1.4404 an, der häufig auch als V4A-Stahl bezeichnet wird. Dieser Werkstoff ist noch salz- und säurebeständiger als der Typ 1.4301 und eignet sich daher für noch anspruchsvollere Anwendungen. Das Spektrum reicht vom Klemmgehäuse (KL), Kompaktschrank (AE), Hygienic Design Gehäuse (HD) über Einzel- (SE 8) und Anreiheschränke (TS 8) bis zu Pultsystem (TP) und PC-Schränken. Das Unternehmen bietet sein Gehäuse- und Schaltschrankprogramm nahezu komplett in Edelstahl an.



Abbildung 6: Fertigung von Hygienic Design Gehäusen im Rittal Werk in Wissenbach

Die außen liegenden Oberflächen der Gehäuse und Schaltschränke haben einen Strichschliff (Korn 240 bis 400) und sind damit vergleichsweise glatt. Trotzdem kann je nach Umgebungsbedingungen eine oberflächliche Rostbildung vorkommen. Diese führt aber in aller Regel nicht zu einer Beeinträchtigung der Funktion des Gehäuses. Ein „Durchrosten“ oder Schäden, die zu Funktionsbeeinträchtigungen führen würden, sind innerhalb der üblichen Lebensdauer eines solchen Gehäuses unter normalen Umständen praktisch ausgeschlossen.

Regelmäßige Reinigung kann Flugrost verhindern

Die Oberflächengüte einer Stahloberfläche spielt eine große Rolle in Bezug auf die Korrosionsbeständigkeit. Je glatter eine Oberfläche ist, umso schlechter bleiben Partikel haften. Auch die Anreicherung von Chloridionen kann auf glatten Oberflächen kaum stattfinden. Das Polieren von Oberflächen ist allerdings aufwendig und damit oft zu teuer. Eine einfache und praktikable Alternative besteht darin, die Oberflächen regelmäßig zu reinigen. Flugrost auslösende Partikel sowie Rückstände von Aerosolen lassen sich so entfernen, wodurch die Korrosion wirkungsvoll verhindert wird. Auch bereits bestehender Flugrost lässt sich – gegebenenfalls unter Zuhilfenahme geeigneter Reinigungsmittel – entfernen.

Sollte Korrosion trotzdem auftreten, weil etwa die Umgebungsbedingungen zu ungünstig sind, bleibt als Alternative noch der Einsatz von lackierten Gehäusen. Hierzu bietet Rittal zwei Alternativen an: Die Edelstahlgehäuse werden mit Klarlack lackiert, wodurch die Edelstahloptik erhalten bleibt. Es ist allerdings auch möglich, die Edelstahlgehäuse mit einer hochwertigen Pulverbeschichtung zu versehen. Damit sind dann beliebige Farben möglich.

Profunde Qualitätsphilosophie

Die Qualitätsphilosophie von Rittal resultiert in international anerkannten Zertifizierungen. Neben den umfassenden Produktzertifizierungen nach weltweiten Standards ist das hauseigene Qualitätslabor unter anderem durch die Deutsche Akkreditierungsstelle (DAkkS), CSA und die Underwriters Laboratories UL akkreditiert. Umfangreiche Maßnahmen des Qualitätsmanagements stellen eine reibungslose Produkt- und Prozessqualität sicher, die durch Regelkreise Fehler im Herstellungsprozess minimieren und vermeiden helfen. Am Ende stehen ein qualitativ hochwertiges und mit allen Finessen ausgestattetes Produkt und eine hohe Kundenbindung.

Zusammenfassung

Rostfreier Stahl ist ein Werkstoff, dessen Geschichte schon über 100 Jahre alt ist. Durch entsprechende Zusätze in der Legierung lassen sich die Eigenschaften des Stahls sehr gezielt verändern. Für das Merkmal „Rostfreiheit“ ist ein Anteil von mindestens 10,5 % Chrom verantwortlich. Das Chrom bildet an der Oberfläche eine dünne Schicht aus Chromoxid, die verhindert, dass der darunter liegende Stahl mit Luftsauerstoff oder Wasser in Berührung kommt und so rosten kann. Nach einer Beschädigung der Chromoxid-Schicht kann diese selbsttätig wieder regenerieren.

Gehäuse aus rostfreiem Stahl sind sehr robust und haben eine hohe Lebensdauer. Dass es trotzdem zu Rostbildung auf der Oberfläche kommen kann, hat unterschiedliche Ursachen. Zum einen gibt es das Phänomen des Flugrostes. Dabei rostet nicht das eigentlichen Stahlgehäuse sondern Partikel, die sich an der Oberfläche anlagern. Dies kann immer dann passieren, wenn sich Metallteilchen oder Stäube in der Umgebungsluft befinden.

Eine weitere Ursache kann ein hoher Gehalt an Salzwasser in der Umgebungsluft sein. Die Chloridionen aus dem Salzwasser fördern die Oxidation erheblich. Wenn das Salzwasser auf der Oberfläche trocknet, kann sich die Konzentration der Chloridionen auf der Oberfläche erhöhen und so die Oxidation noch weiter beschleunigen.

Die Oberflächenbeschaffenheit spielt bei der Rostfreiheit ebenfalls eine wichtige Rolle. Sehr glatte Oberflächen sind in der Regel unempfindlicher gegenüber Korrosion als unebene oder raue Oberflächen. Eine absolute Rostfreiheit von Stahl ist praktisch nicht zu erreichen. Rost an der Oberfläche – so genannter Flugrost – kann die Funktion eines Gehäuses aus rostfreiem Stahl nicht beeinträchtigen. Die regelmäßige Reinigung der Oberfläche schafft hier Abhilfe. Bei besonders schwierigen Umgebungsbedingungen empfiehlt es sich, die Oberfläche weiter zu behandeln – beispielsweise zu lackieren.

Quellenverzeichnis

[STA1]	www.stahl-online.de
[STA2]	www.stahldaten.de
[DEU]	Deutsches Reichspatent Nr. 304126:1912
[DIN]	DIN EN 10088-1-3:2005: Nichtrostende Stähle
[RIT]	www.rittal.de

Rittal – Das System.

Schneller – besser – überall.

- Schaltschränke
- Stromverteilung
- Klimatisierung
- IT-Infrastruktur
- Software & Service

RITTAL GmbH & Co. KG
Auf dem Stützelberg · D-35726 Herborn
Phone + 49(0)2772 505-0 · Fax + 49(0)2772 505-2319
E-Mail: info@rittal.de · www.rittal.de · www.rimatrix5.de

SCHALTSCHRÄNKE

STROMVERTEILUNG

KLIMATISIERUNG

IT-INFRASTRUKTUR

SOFTWARE & SERVICE

FRIEDHELM LOH GROUP

