

Leseprobe zum Download



Liebe Besucherinnen und Besucher unserer Homepage,

tagtäglich müssen Sie wichtige Entscheidungen treffen, Mitarbeiter führen oder sich technischen Herausforderungen stellen. Dazu brauchen Sie verlässliche Informationen, direkt einsetzbare Arbeitshilfen und Tipps aus der Praxis.

Es ist unser Ziel, Ihnen genau das zu liefern. Dafür steht seit mehr als 25 Jahren die FORUM VERLAG HERKERT GMBH.

Zusammen mit Fachexperten und Praktikern entwickeln wir unser Portfolio ständig weiter, basierend auf Ihren speziellen Bedürfnissen.

Überzeugen Sie sich selbst von der Aktualität und vom hohen Praxisnutzen unseres Angebots.

Falls Sie noch nähere Informationen wünschen oder gleich über die Homepage bestellen möchten, klicken Sie einfach auf den Button „In den Warenkorb“ oder wenden sich bitte direkt an:

FORUM VERLAG HERKERT GMBH

Mandichostr. 18

86504 Merching

Telefon: 08233 / 381-123

Telefax: 08233 / 381-222

E-Mail: service@forum-verlag.com

www.forum-verlag.com

Jenseits der Beschichtung

Welche Strategien unterstützen den Korrosionsschutz im Stahlleichtbau?

Die aktuelle Normung wird der Komplexität des Korrosionsschutzes nur bedingt gerecht, denn die Umgebungsbedingungen werden darin eher grob erfasst. Vielfach sind das Mikroklima und die Belastung durch Verschmutzungen, die Beobachtbarkeit und die Erreichbarkeit jedoch von mindestens genauso großer Bedeutung. Dazu kommen die Verträglichkeit der Baustoffe und das Gefährdungspotenzial aus mechanischer Beanspruchung.

■ Von Dipl.-Ing. Dirk H. Urbanek

Die chemische Korrosion von Stahl und Eisen, gemeinhin bekannt als (rotes) Rosten, verursacht den unvermeidlichen Verfall und Untergang von erheblichen Werten. Überall dort, wo kohlenstoffhaltige Stähle dem Sauerstoff der Atmosphäre ausgesetzt werden, ist es nur eine Frage der Zeit, bis auf den exponierten Oberflächen ein krümeliges, wasserhaltiges, rotbraunes Salz entsteht – auf Kosten des Querschnitts des rostenden Bauteils. Anders als z. B. beim Aluminium bildet sich keine als Schutzschicht wirksame Oxidhaut, sodass der Verfall so lange fortschreitet, bis das Eisen vollständig aufgezehrt ist.

Rost weist eine größere Masse und insbesondere ein größeres Volumen als das Ausgangsmaterial auf. Dadurch werden Abplatzungen und Aufbrüche verursacht.

Schleichender Verfall

Massiver Aufwand kann helfen, die Reaktion zu verzögern. Auf lange Sicht gewinnt



(1) Fortgeschrittene Rostbildung an einem Anker. Gut zu erkennen ist der massive Materialabtrag.

jedoch der Rost. Verbleibt nur die Frage, ob der Untergang ausreichend lang hinausgezögert werden kann.

Besonders gefährdet sind dünnwandige Querschnitte, wie sie in großen Mengen im industriellen Leichtbau als profilierte Feinbleche zur Anwendung kommen. Dünnwandige Querschnitte sind in ihrer Stabilität durch Beulen gefährdet. Ihr Tragvermögen erfährt bereits durch geringen Materialabtrag überproportionale Abminderung des Tragvermögens.

Im Gegensatz zu einer Überlastung durch Wind, Niederschlag und Nutzung oder

einem Untergang durch Brand und Erdbeben beträgt die Wahrscheinlichkeit des Schadens aus Rost 100 %. Dennoch spielt bei Planung, Ausführung und Nutzung eines Bauwerks der Korrosionsschutz zu meist nur eine Nebenrolle. Das mag zum einen daran liegen, dass die Schäden erst spät sichtbar werden, zum anderen sind sich viele Bauherren der realen Gefahr nicht bewusst.

Korrosionsschutz ist meiner Erfahrung nach ein Stiefkind der Planung und wird gern nebenbei erledigt. Diese Herangehensweise wird der Sache keineswegs gerecht. Vielmehr sollte der Korrosionsschutz von der Leitplanung bis zur Nutzung im Fokus der Verantwortlichen stehen.

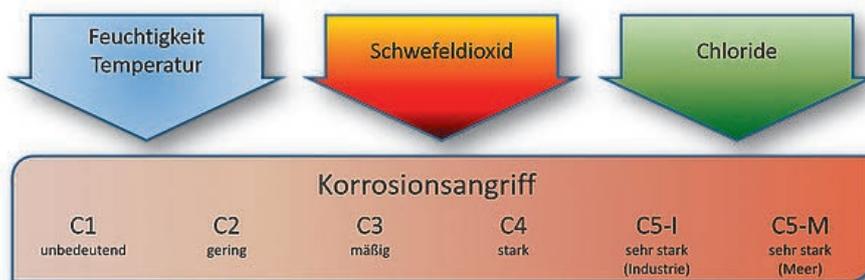
Chemische Grundlagen

Drei Dinge braucht der Rost: Eisen oder Stahl, Sauerstoff und Elektrolyte. Fehlt nur eine dieser „Zutaten“, findet kein Rosten statt. Im Allgemeinen besteht jedoch kaum Mangel daran.



(2) Dünnwandige Querschnitte sind besonders durch Durchrosten gefährdet. Das verbleibende Tragvermögen des trapezprofilierten Querschnitts strebt gegen null.

Bilder: © Dirk H. Urbanek



(3) Einteilung der Korrosivitätskategorien nach ISO 12944-2

Rost entsteht durch Oxidation von Eisen. Die Energiebilanz ist negativ, womit das Reaktionsgleichgewicht, der stabile Zustand, auf der Produktseite liegt. Im Grunde wird beim Rosten die Energie frei, die für die Reduktion des Eisenerzes aufgewendet werden musste. Da die Reaktion schleppend verläuft, ist die als Prozesswärme anfallende Leistung so klein, dass sie nicht wahrgenommen werden kann.

Eisen kann bei Umgebungstemperaturen nicht direkt mit Sauerstoff reagieren. Die Reaktion bedarf eines Elektrolyten. Diese Rolle wird vom Wasser übernommen. Das Wasser wird während des Prozesses im Reaktionsprodukt eingelagert und dementsprechend verbraucht.

Selbst destilliertes Wasser weist ausreichend Wasserstoffionen auf und kann als Elektrolyt wirken. Die vermehrte Anwesenheit von Wasserstoffionen, wie sie in sauren Lösungen oder im Meerwasser angetroffen werden, befördert den Oxidationsprozess. Dementsprechend beschleunigen saurer Regen, chlorierte Wässer, Küstennähe oder Kontakt mit Salzwasser das Rosten.

Gefährdungsszenarien

Die chemischen Randbedingungen laden zu einer vereinfachten Beurteilung der Korrosionsgefahr ein. Grundlage ist die Abschätzung der verbleibenden Zeitspanne bis zur Unbrauchbarkeit. Diese Zeitspanne wird der Anforderung an ein imaginäres Schutzziel gegenübergestellt. Das Schutzziel beschreibt in etwa den Zeitraum, in dem die Korrosion noch nicht zur Unbrauchbarkeit des Bauteils geführt hat.

Die **Korrosivität** wird nach DIN EN ISO 12944-2 [1] in fünf Kategorien eingeteilt. Diese reichen von „durchgehend trocken gehalten“ bis zu „ständig dem Meerwasser ausgesetzt“, also von einer nahezu vollständig verzögerten Reaktion bis zu einer hohen Oxidationsgeschwindigkeit.

Interessant ist die in der Normung vorgenommene Unterscheidung zwischen ländlichen Bereichen und einer Stadtatmosphäre (siehe Seite 9, Tabelle 3). Diese spiegelt die vermutete Belastung durch Schwefeldioxid (SO₂) wider. Schwefeldioxid hat bis in die 1990er-Jahre maßgeblich zur Verschärfung der Korrosions-Problematik beigetragen. Insbesondere die Rauchgasreinigung hat

jedoch zu einer Verminderung der Belastung durch Schwefeldioxid geführt. Daher ist das Kriterium ländliche versus Stadtatmosphäre vage und kaum anzuwenden. Besseren Aufschluss kann die Auswertung von Messungen aus den Luftmessnetzen der Bundesländer bringen (siehe Bild 4).

Zur Beurteilung der Situation gehört zudem der Sollwert, der in der Normierung als **Schutzziel** angesprochen wird.

Es werden drei Schutzziele formuliert. Für dauerhafte Bauwerke kommt ausschließlich das Schutzziel „hoch“ infrage. Dieses beträgt 15 Jahre oder länger.

Das Schutzziel ist eine rein fiktive Größe. Diese Größe steht in keinem Zusammenhang mit rechtlichen oder technischen Begriffen wie Gewährleistungsdauer oder Lebenserwartung. Vielmehr lautet die Aussage: In der im Schutzziel genannten Zeitspanne darf die Korrosion nicht so weit fortgeschritten sein, dass Instandsetzungsarbeiten erforderlich würden. Diese Herangehensweise entspricht meiner Meinung nach der Lebenserfahrung eines jeden Autobesitzers: Ab einem gewissen Punkt heißt es Ausbesserung oder Verschrotten.

Schwefeldioxid am 07.01.2017 in Mikrogramm pro Kubikmeter Luft

Station	Kürzel	24-Stundenwert des Vortages	Höchster Stundenwert des Vortages		Höchster Stundenwert heute		Stundenwert um 14:00 Uhr (MEZ)
			Max.	Uhrzeit (MEZ)	Max.	Uhrzeit (MEZ)	
Aktive-Stationen							
Borken-Gemen	BORG	<10	17	14:00	15	02:00	<10
Botrop-Welheim	BOTT	<10	27	23:00	73	03:00	21
Datteln-Hagem	DATT	<10	<10	23:00	<10	12:00	<10
Duisburg-Bruckhausen	DUB2	10	30	14:00	19	11:00	<10
Duisburg-Buchholz	BUCH	<10	<10	24:00	<10	12:00	<10
Duisburg-Walsum	WALS	<10	28	14:00	60	14:00	60
Essen-Vogelheim	EVOG	<10	<10	05:00	<10	12:00	<10
Köln-Rodenkirchen	RODE	<10	<10	15:00	<10	11:00	<10
Nettetal-Kaldenkirchen	NETT	<10	<10	11:00	<10	02:00	<10

Erläuterungen: - Komponente wird gemessen, zzt. liegt aber kein Wert vor.
 Komponente wird hier nicht gemessen

(4) Messwerte des LUQS-Messnetzes in Nordrhein-Westfalen. Alle Werte sind als gering einzustufen. Die Unterscheidung zwischen ländlicher und Stadtatmosphäre scheint keine Rolle zu spielen.



Bilder: © Dirk H. Urbanek

(5) Qualitative Veranschaulichung des Zusammenspiels von Korrosivitätskategorie und Schutzziel. Die Ordinate bildet die Korrosivitätskategorie ab, die Abszisse das Schutzziel. Die Farbintensität der Fläche veranschaulicht die Höhe des erforderlichen Korrosionsschutzes.

Die Dicke des organischen **Schutzlacks** beginnt bei 12 µm und kann bis 200 µm reichen. Üblich sind Schichtdicken von etwa 15 µm für Bauteile in trockenen Innenräumen – auch als Rückseitenschutzlack (RSL) bezeichnet – und etwa 25 µm für bewitterte Flächen. Mit „bewittert“ sind Flächen gemeint, die von der Außenluft erreicht werden können. Sowohl Niederschlagswasser als auch Benetzung durch Kondensat übernehmen die Rolle des Elektrolyten.

Abwehrstrategien

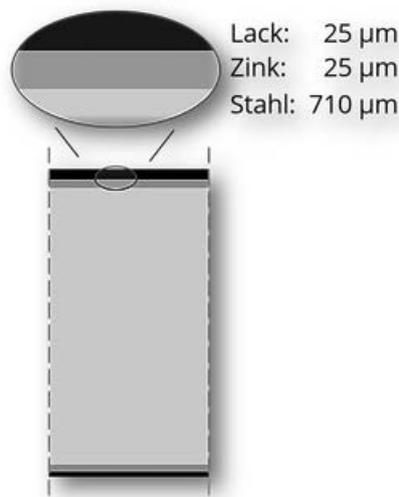
Als einfachste, aber oft unwirtschaftliche Lösung bietet es sich an, nicht rostende Materialien wie Aluminium oder Edelstahl einzusetzen. Alternativ kann Dauerhaftigkeit auch dadurch erreicht werden, dass ausreichender Materialüberschuss dem Rost geopfert werden kann (vgl. Bild 1). Wo das nicht möglich oder gewünscht ist, bleiben in Anbetracht der Allgegenwärtigkeit sauerstoffreicher Umgebungsluft nur noch wenige Strategien: der Einsatz einer Opferanode oder das Fernhalten des Elektrolyten.

Eine **Opferanode** wird mit einem Metall ausgebildet, das in der elektrochemischen Spannungsreihe tiefer steht als Eisen, also ein geringeres Standardpotenzial als Eisen aufweist. Vorzugsweise kommt Zink zum Einsatz. Die Opferanode muss in galvanischer Verbindung mit dem zu schützenden Bauteil stehen. Vereinfacht dargestellt, gibt die Opferanode Elektronen an den Elektrolyten ab und verschiebt damit das Potenzial des zu schützenden Bauteils, das zur Katode wird. Vorteilhaft ist, dass es im Prinzip nicht darauf ankommt, wo die Opferanode angeordnet wird – unter der Einschränkung, dass auch dasselbe Vorkommen an Elektrolyten berührt wird.

Das **Fernhalten des Elektrolyten** wird durch wasserundurchlässige Beschichtungen bewirkt. Dafür kommen metallische oder organische Überzüge infrage. Im Bauwesen werden nur selten metallische Überzüge verwendet; gebräuchlich sind Überzüge aus Lacken auf Polymerbasis wie z. B. Polyester, Polyvinylchlorid oder Polyurethan und die Pulverbeschichtung.

Das Duplex-System

Bauelemente des Stahlleichtbaus wie trapezprofilierte Bleche oder Sandwichelemente werden durch Kaltumformen von Feinblechen im kontinuierlichen Verfahren hergestellt. Das Vormaterial wird bereits mit dem fertigen Korrosionsschutz angeliefert. Dabei handelt es sich zumeist um eine Kombination der beiden vorstehend beschriebenen Abwehrstrategien, die in der Branche als Duplex-System bezeichnet wird.



(6) Maßstäbliche Darstellung eines mit einem Duplex-System versehenen Stahlblechs

Das Duplex-System besteht aus einer im Tauchbad aufgetragenen Zinkbeschichtung und einem organischen Schutzlack.

Der **Zinkauftrag** auf beiden Seiten beträgt in etwa 275 g/m². Das entspricht einer Schichtdicke von jeweils etwa 20, also 2 · 10⁻⁵ m. Zum Vergleich: Die Dicke des Haars eines hellhäutigen Menschen beträgt in etwa 50 bis 70 µm, also mehr als das Doppelte.

Beim Duplex-System wirkt die Zinkschicht als Opferanode. Der Schutzlack hält das Wasser fern und schützt somit die Zinkschicht vor einem vorzeitigen Abtrag durch Korrosion und mechanischen Verschleiß. Die Kombination der beiden Abwehrstrategien erlaubt die Ausführung extrem dünner Schutzschichten und damit sehr wirtschaftlicher Produkte.

Das Verhalten des Duplex-Systems ist vorwiegend gutmütig. Kleinere Beschädigungen werden durch die Opferanode kompensiert, allerdings verkürzt sich die Lebenserwartung des beschädigten Bauteils, da der Zinküberzug vorzeitig aufgezehrt wird. Das gilt insbesondere für die im Werk oder auf der Baustelle angelegten Schnitte und Bohrungen. Der Stahlkern sollte in diesem Zusammenhang nicht dicker als 1,25 mm gewählt werden, da ansonsten die Gefahr besteht, dass der den Stahlkern berührende Elektrolyt nicht mehr den Zinküberzug berührt.

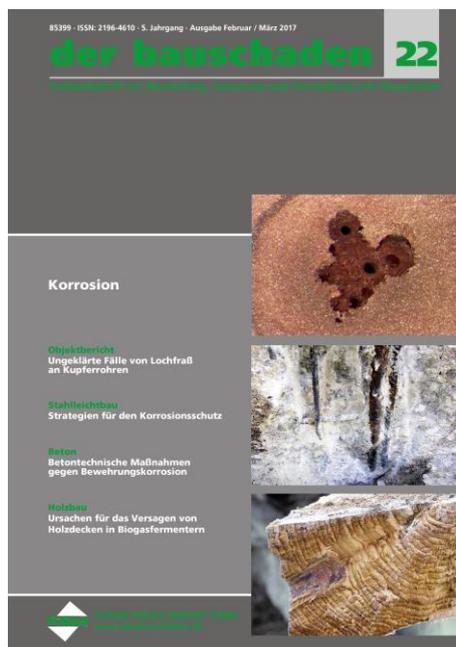
Vorsicht ist bei der Ausführung von Dachflächen geboten. Nach und nach wurde erkenntlich, dass eine Schutzlackdicke von 25 / 1.000 mm nicht ausreicht, um die gesetzten Schutzziele zu erreichen. Im Gegensatz zur Wand, wo das Wasser schnell abläuft, steht es auf dem Dach deutlich länger. Das gilt insbesondere für bei der Montage oder Begehung eingebrachte Kratzer.

Sinnvoll sind Schichtdicken von mindestens 35 µm und eine sorgfältige Behandlung bei der Montage. Von unnötigen Begehungen – insbesondere mit verdreckten Sohlen – ist dringend abzusehen. Dachflächen sind zudem Wartungsflächen: Besichtigungen und erforderliche Ausbesserungen sind in Halbjahresfrist vorzugsweise vor und nach der Wintersaison Pflicht.



WISSEN,
DAS ANKOMMT.

Bestellmöglichkeiten



der bauschaden

Für weitere Produktinformationen oder zum Bestellen hilft Ihnen unser Kundenservice gerne weiter:

Kundenservice

☎ **Telefon: 08233 / 381-123**

✉ **E-Mail: service@forum-verlag.com**

Oder nutzen Sie bequem die Informations- und Bestellmöglichkeiten zu diesem Produkt in unserem Online-Shop:

Internet

 <http://www.forum-verlag.com/details/index/id/5894>

FORUM VERLAG HERKERT GMBH, Mandichostraße 18, 86504 Merching,
Tel.: (08233) 381 123, E-Mail: service@forum-verlag.com, Internet: www.forum-verlag.com