

Merkblatt 829

Edelstahl Rostfrei in Kontakt mit anderen Werkstoffen



Die Informationsstelle Edelstahl Rostfrei

Die Informationsstelle Edelstahl Rostfrei (ISER) ist eine Gemeinschaftsorganisation von Unternehmen und Institutionen aus den Bereichen

- Edelstahlherstellung,
- Edelstahlhandel und Anarbeitung,
- Edelstahlverarbeitung,
- Oberflächenveredelung,
- Legierungsmittelindustrie,
- Dienstleistungen und Verlage für nichtrostende Stähle.

Die Aufgaben der ISER umfassen die firmenneutrale Information über Eigenschaften und Anwendungen von Edelstahl Rostfrei. Schwerpunkte der Aktivitäten sind

- praxisbezogene, zielgruppenorientierte Publikationen,
- Online-Informationsplattform unter www.edelstahl-rostfrei.de,
- Pressearbeit für Fach- und Publikumsmedien,
- Messebeteiligungen,
- Durchführung von Schulungsveranstaltungen,
- Errichtung von Kompetenzzentren „Edelstahl-Rostfrei-Verarbeitung“
- Informationen über Bezugsmöglichkeiten von Produkten aus Edelstahl Rostfrei,
- individuelle Bearbeitung technischer Anfragen.

Alle ISER Publikationen stehen zum kostenfreien Download unter **www.edelstahl-rostfrei.de/publikationen** zur Verfügung.



Kennen Sie KISER – den Rostfrei-Fuchs?

Unsere kostenfreie KI beantwortet Ihre Fragen zu nichtrostenden Stählen auf Basis unserer firmenneutralen technischen Informationen.

Sie möchten die Arbeit der ISER unterstützen, die Möglichkeiten und Vorzüge von Edelstahl Rostfrei einem breiten Interessentenkreis zu vermitteln?

Werden Sie Mitglied!

Näheres zur Informationsstelle Edelstahl Rostfrei und zur Mitgliedschaft unter:

www.edelstahl-rostfrei.de/Mitgliedsantrag

Impressum

Merkblatt 829

Edelstahl Rostfrei in Kontakt mit anderen
Werkstoffen

5. vollständig überarbeitete Auflage 2026

Herausgeber:

Informationsstelle Edelstahl Rostfrei

Sohnstr. 65

40237 Düsseldorf

Telefon: 0211 / 67 07-835

Internet: www.edelstahl-rostfrei.de

E-Mail: info@edelstahl-rostfrei.de

Autoren:

Dr.-Ing. Andreas Burkert, Jens Lehmann Schlag

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung
(BAM), Berlin

Titelbild:

Korrosion an einer Seilöse aus verzinktem Stahl
infolge des Kontakts mit einem Drahtseil aus nicht-
rostendem Stahl

Biosphäre Potsdam, © BAM, Berlin

Bildnachweis Copyright

Abbildungen 1- 6, 8, 10:

Informationsstelle Edelstahl Rostfrei

Abbildungen 7, 11-17: BAM

Abbildung 9: Eberhard Wied

Abbildung 18: Duboschweitzer GmbH

Die in dieser Broschüre enthaltenen Informationen
vermitteln Orientierungshilfen. Gewährleistungs-
ansprüche können hieraus nicht abgeleitet werden.
Nachdrucke bzw. Veröffentlichungen im Internet,
auch auszugsweise, sind nur mit schriftlicher Ge-
nehmigung des Herausgebers und mit deutlicher
Quellenangabe gestattet.

Inhalt

1	Einleitung	4
2	Grundlagen der Bimetallkorrosion	4
3	Einflussgrößen und Beispiele	6
3.1	Elektrolytwiderstand	6
3.2	Befeuchtungsdauer/Umwelt	7
3.3	Kinetik der Elektrodenreaktionen	8
3.4	Flächenverhältnis Kathode/Anode	8
4	Praktische Erfahrungen in verschiedenen Anwendungsbereichen	10
4.1	Wasser- und Abwassertechnik	12
4.2	Bauteile an der Atmosphäre	14
4.3	Edelstahl Rostfrei im Bauwesen	16
4.4	Edelstahl Rostfrei im Fahrzeugbau	18
5	Vermeidung von Bimetallkorrosion	18
6	Häufig gestellte Fragen	20
7	Literatur	21

1. Einleitung

In vielen Konstruktionen erfordern unterschiedliche Eigenschaftsanforderungen an Komponenten und Bauteile die Kombination verschiedener metallener Werkstoffe. In der Praxis sind aber auch sogenannte „Zufallskombinationen“ häufig anzutreffen, bei denen die Kombination allein durch die momentane Verfügbarkeit z.B. eines Befestigungsmittels oder eines Zwischenstückes zustande kommt. Unter bestimmten Einsatzbedingungen kann eine solche Kombination, die auch unter dem Begriff Mischbauweise bekannt ist, zu Korrosionsproblemen an einem der Partner führen. Korrosionsprobleme im Zusammenhang mit einer aus Sicht der Korrosion ungünstigen Kombination von Werkstoffen sind in der Praxis unter dem Begriff **Kontaktkorrosion** bekannt. In der aktuellen Normung und in diesem Dokument wird diese Erscheinung als Bimetallkorrosion bezeichnet. Die **Bimetallkorrosion** ist eine spezielle Form der galvanischen Korrosion¹⁾, bei der das Korrosionselement durch zwei unterschiedliche Metalle gebildet wird.

Als Folge der Elementbildung kann es zu einer beschleunigten Korrosion des unedleren Werkstoffs kommen. Der unedlere Werkstoff kann dabei korrosionsbedingte Abtragsraten erleiden, die unter den gegebenen Einsatzbedingungen ohne Kombination mit dem edleren Werkstoff nicht zu erwarten sind. Treten dann korrosionsbedingte Folgeschäden wie etwa optische Beeinträchtigung von Sichtflächen, Undichtigkeiten von Rohrleitungssystemen oder Schäden an Befestigungskomponenten auf, kann dies zu einer Herabsetzung der Nutzungsdauer der Konstruktion bzw. einem vorzeitigen Sanierungsbedarf führen. Rost- und säurebeständige Stähle sind in den meisten technischen Anwendungsfällen der Werkstoff mit dem positiveren Korrosionspotential, so dass eine Korrosionsgefährdung in erster Linie für die meist unedleren Kontaktwerkstoffe besteht.

Die tatsächliche Gefährdung einer Konstruktion in Mischbauweise bezüglich Bimetallkorrosion hängt von komplexen Einflussfaktoren ab. Dazu gehören neben den verwendeten Werkstoffen, die Umgebungseinflüsse und die konstruktive Gestaltung. Pauschale Aussagen zur „Verträglichkeit“ von Werkstoffen sind deshalb nicht möglich.

Das vorliegende Merkblatt stellt die Grundlagen der Bimetallkorrosion und deren wesentliche Einflussfaktoren dar. Für Konstruktionen, in denen nichtrostende Stähle in Kombination mit anderen Werkstoffen vorkommen, wird auf dieser Grundlage eine Einschätzung der Korrosionsgefährdung möglich.

¹⁾ Beschleunigte Korrosion eines Metalls, die auf die Wirkung eines Korrosionselementes zurückzuführen ist. Weitere Korrosionselemente können sein: Konzentrationselemente, Belüftungselemente, Aktiv/Passiv-Elemente.

2. Grundlagen der Bimetallkorrosion

Das Auftreten von Bimetallkorrosion ist an bestimmte Voraussetzungen gebunden:

- ein unterschiedliches Korrosionspotential der Metalle im betrachteten System
- eine elektronenleitende Verbindung zwischen den Metallen
- ein leitfähiger Feuchtigkeitfilm (Elektrolyt), der beide Metalle verbindet

Nur wenn alle drei Voraussetzungen gleichzeitig erfüllt sind, kann Bimetallkorrosion auftreten, **Abbildung 1**.

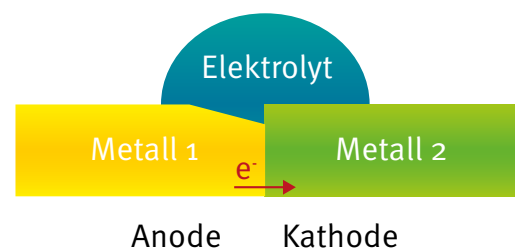


Abbildung 1:

Voraussetzungen für das Auftreten von Bimetallkorrosion

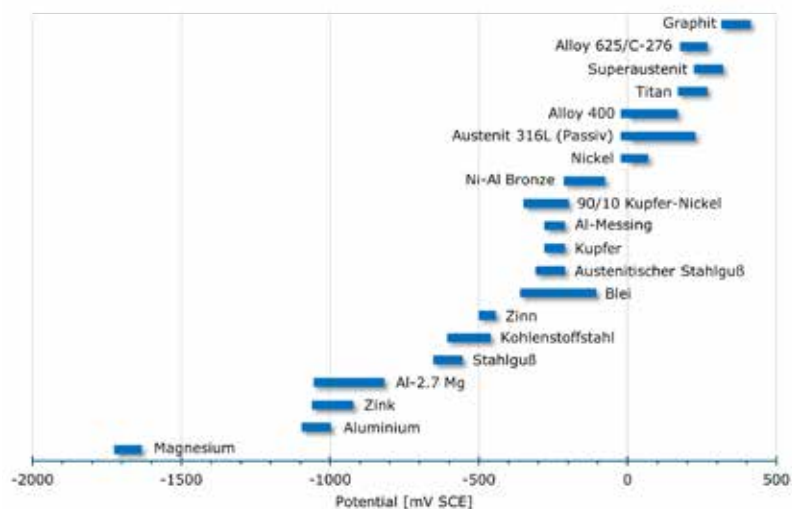
Tritt Bimetallkorrosion auf, kommt es zu einem bevorzugten Angriff des unedleren Werkstoffs (Anode), während der edlere Werkstoff (Kathode) vor einem möglichen Korrosionsangriff geschützt sein kann. Der Schutz des edleren Kontaktpartners wird z.B. bei Anwendungen zum kathodischen Korrosionsschutz mit galvanischen Anoden gezielt ausgenutzt.

Durch den Kontakt zweier Metalle mit unterschiedlichem Potential, die einer leitfähigen Lösung ausgesetzt sind, kommt es zu einem Elektronenfluss von der Anode zur Kathode. Die ablaufenden elektrochemischen Reaktionen sind dabei die gleichen, wie sie auch an einem einzelnen Metall auftreten. Jedoch steigt die Korrosionsgeschwindigkeit der Anode durch die zusätzliche Kathodenfläche an.

In einigen Fällen kann die Mischbauweise auch zu Korrosionserscheinungen an Werkstoffen führen, die unter den Umgebungsbedingungen allein korrosionsbeständig sind. Dies ist bei passiven Werkstoffen möglich (z.B. Aluminium), die umgebungsabhängig in kritische Bereiche polarisiert werden können. Dadurch kann es zur Initiierung örtlicher Korrosionserscheinungen wie Spalt- oder Lochkorrosion kommen, die ohne die Potentialverschiebung infolge der Elementbildung nicht aufgetreten wären.

Die Höhe der Potentialdifferenz zwischen den Metallen allein gestattet keinen Rückschluss auf die tatsächliche Gefährdung durch Bimetallkorrosion, auch wenn sich diese Ansicht sehr hartnäckig hält. Die Potentialdifferenz gestattet lediglich die Aussage, ob mit einer Gefährdung überhaupt gerechnet werden muss. In diesem Zusammenhang ist zu beachten, dass die in vielen Veröffentlichungen dargestellte Reihe der Standardpotentiale der Metalle nur einen ersten Anhaltspunkt bezüglich der Potentialdifferenz liefert. Entscheidend ist aber nicht die Potentialdifferenz unter den realitätsfernen Bedingungen für die Ermittlung der Standardpotentiale, sondern die tatsächliche Potentialdifferenz unter den jeweiligen

Einsatzbedingungen. Für häufig vorkommende Medien (z.B. Meerwasser) gibt es deshalb auch praktische Spannungsreihen, welche die Potentiallage verschiedener Metalle in den betreffenden Medien wiedergeben (**Abbildung 2**). Diese sind für eine Einschätzung des Gefährdungspotenzials bezüglich Bimetallkorrosion besser geeignet.



Die Kenntnis der Voraussetzungen für das Auftreten von Bimetallkorrosion gestattet die Einschätzung, ob mögliche Korrosionsprobleme im Zusammenhang mit einer Werkstoffkombination überhaupt einer weiteren Betrachtung bedürfen. Damit können eine ganze Reihe diesbezüglicher Problemstellungen bereits ausgeschlossen werden. **Abbildung 3** veranschaulicht verschiedene Bedingungen, unter denen keine Bimetallkorrosion auftreten kann.

Gleichzeitig lassen sich aus der Kenntnis der Voraussetzungen und der in **Abbildung 3** gezeigten Beispiele auch geeignete Abhilfemaßnahmen ableiten. Auf diese Abhilfemaßnahmen wird im **Kapitel 5** näher eingegangen.

Abbildung 2:

Praktische Spannungsreihe verschiedener metallischer Werkstoffe in Meerwasser bei 10 °C [1]

Keine Bimetallkorrosion tritt auf

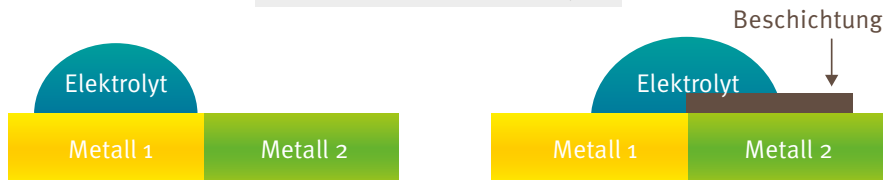
ohne elektronenleitende Verbindung

bei Metallen ohne Potentialdifferenz

**Abbildung 3:**

Darstellungen von
Bedingungen ohne
Gefährdung hinsichtlich
Bimetallkorrosion

ohne verbindenden Elektrolyten



3. Einflussgrößen und Beispiele

Über das Faradaysche Gesetz sind elektrochemische Korrosionsprozesse direkt mit einem Ladungsumsatz (fließender Strom) verknüpft. Als Maß für die Korrosion dient deshalb häufig die Angabe von Strömen bzw. Stromdichten. Sind die Voraussetzungen für das Auftreten von Bimetallkorrosion grundsätzlich erfüllt, so setzt sich der Gesamtkorrosionsstrom I_{Ges} aus einem Stromanteil aus der Eigenkorrosion I_{Eigen} (Korrosionsanteil ohne Kontakt zum anderen Werkstoff) und einem Anteil Elementstrom I_{EL} (Korrosionsanteile infolge des zwischen den Partnern fließenden Elementstromes) zusammen.

$$I_{\text{Ges}} = I_{\text{Eigen}} + I_{\text{EL}} \quad (\text{Gleichung 1})$$

Die Höhe des Elementstromes wird bestimmt durch die Potentialdifferenz zwischen den Metallen (ΔU), den Elektrolytwiderstand (R_{EL}) und durch die Polarisationswiderstände an der Anode ($R_{\text{p,A}}$) und der Kathode ($R_{\text{p,K}}$).

$$I_{\text{EL}} = \frac{\Delta U}{R_{\text{EL}} + R_{\text{p,A}} + R_{\text{p,K}}} \quad (\text{Gleichung 2})$$

Aus dieser Formel können wichtige Einflussfaktoren, die das Ausmaß der Bimetallkorrosion bestimmen, abgeleitet werden. Diese Einflussfaktoren bestimmen letztlich, ob das grundsätzlich vorhandene Gefährdungspotential durch Bimetallkorrosion in der Praxis tatsächlich ein technisch relevantes Problem darstellen wird. Deshalb soll die Wirkung dieser Einflussgrößen nachfolgend erläutert werden.

3.1 Elektrolytwiderstand

Mit steigendem Elektrolytwiderstand nimmt die Gefahr für Bimetallkorrosion ab. Ursache dafür ist, dass die Reichweite der Elemente verringert wird und die an der Anode erreichte Potentialverschiebung begrenzt ist. Diese Zusammenhänge werden in **Abbildung 4** verdeutlicht.

Eine Potentialmessung entlang der Oberfläche gibt im Falle einer isolierten Anode die Potentiallage von Kathode und Anode ohne gegenseitige Beeinflussung wieder. Im Übergangsbereich wird ein deutlicher Potentialsprung beobachtet. Bei elektrisch leitender Verbindung zwischen Kathode und Anode wird bei Elektrolytfilmen mit hohem Widerstand (z.B. Kondenswasser) eine geringfügige Polarisation der Anode zu positiveren Werten, bei Elektrolytfilmen mit geringem Widerstand (Salzwasser) eine sehr starke Polarisation beobachtet. Mit zunehmender Polarisation steigt die Korrosionsgeschwindigkeit an der Anode (aktiver Werkstoff) bzw. die Wahrscheinlichkeit für die Erreichung kritischer (korrosionsauslösender) Potentialwerte an passiven Werkstoffen. In **Tabelle 1** werden verschiedene Werte der spezifischen Leitfähigkeit von Wässern gezeigt.

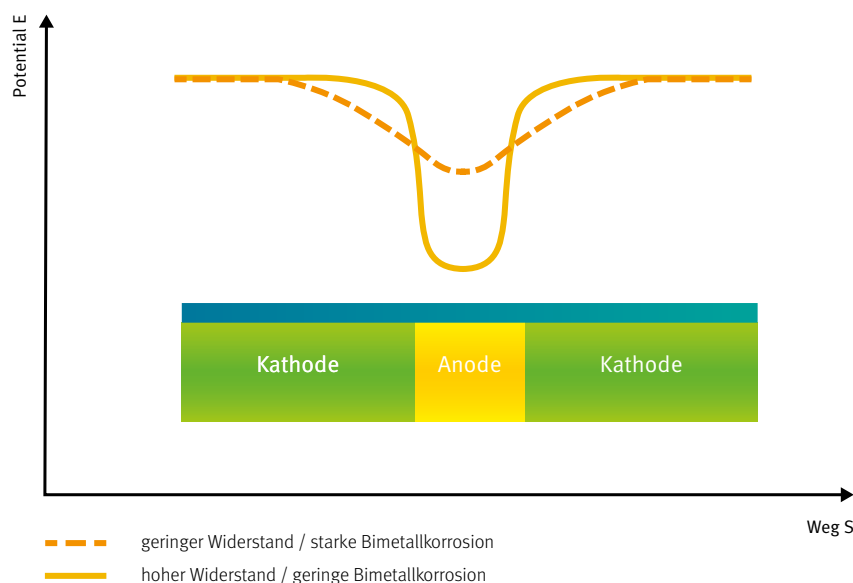


Abbildung 4: Einfluss des Elektrolytwiderstands auf die Polarisation der Anode

3.2 Befeuchtungsdauer / Umgebung

Im engen Zusammenhang mit dem Elektrolytwiderstand steht die Befeuchtungsdauer. Sie ist überall dort von ausschlaggebender Bedeutung, wo Bauteile nicht ständig wässrigen Medien ausgesetzt sind.

**Ohne verbindenden Elektrolyt
keine Bimetallkorrosion**

Bereits aus der Darstellung der Voraussetzungen für das Auftreten von Bimetallkorrosion wird deutlich, dass dem verbindenden Elektrolytfilm eine herausragende Bedeutung zukommt. Fehlt dieser, findet keine Bimetallkorrosion statt. Für die Praxis bedeutet dies, dass unter Bedingungen, bei denen die Ausbildung von Elektrolytfilmen nicht auftritt, aus korrosionstechnischer Sicht alle Metalle miteinander verbunden werden können. Dies trifft grundsätzlich für Innenraumbereiche ohne Kondenswasserbildung zu. So können z.B. für die Konstruktion von Leuchten oder innenarchitektonischen Gestaltungselementen in normal belüfteten und beheizten Innenräumen praktisch beliebige Metallkombinationen eingesetzt werden, ohne dass Restriktionen bezüglich des Korrosionsrisikos beachtet werden müssen.

Medium	Spezifische Leitfähigkeit [$\Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$]
Reines Wasser	5×10^{-8}
Destilliertes Wasser	2×10^{-6}
Regenwasser	5×10^{-5}
Trinkwasser	$2 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-3}$
Flussbrackwasser	5×10^{-3}
Meerwasser	$3,5 \times 10^{-2} - 5 \times 10^{-2}$

Tabelle 1: Typische Werte der spezifischen Leitfähigkeit von Wässern

Sowohl die Befeuchtungsdauer als auch der Elektrolytwiderstand werden in der Praxis sehr stark von der vorliegenden Beanspruchung bestimmt. So ist in unmittelbarer Meeresnähe, in Industrieklimaten und in Schwimmhallenatmosphäre wesentlich eher mit Problemen durch Bimetallkorrosion zu rechnen als in ländlicher Atmosphäre. **Abbildung 5** zeigt den Einfluss der Umgebungsbedingungen auf die Abtragungsgeschwindigkeit von Zink mit und ohne Kontakt zu nichtrostendem Stahl. Aus dieser Darstellung wird deutlich, dass der Anteil der Elementkorrosion (Differenz zwischen den Abtragungsraten) in Küstennähe sowie in der Meerwasserspritzzone die Größenordnung der Eigenkorrosion (Abtragungsraten am Zink ohne Kontakt zum nichtrostenden Stahl) erreicht bzw. sogar übersteigt.

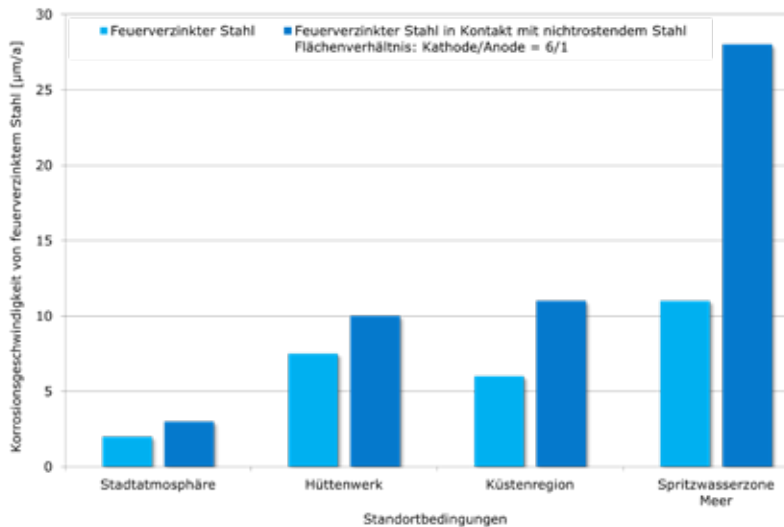


Abbildung 5: Korrosionsgeschwindigkeit von feuerverzinktem Stahl mit und ohne Kontakt zu nichtrostendem Stahl unter verschiedenen Umgebungsbedingungen [2]

Neben der umgebenden Atmosphäre spielt die konstruktive Gestaltung eine entscheidende Rolle. Alle Faktoren, die eine rasche Abtrocknung von Feuchtigkeitsfilmen unterstützen, wirken korrosionsentlastend (gute Belüftung, Vermeidung von Spalten, ungehinderter Ablauf von Regenwasser). Dagegen können dauerfeuchte Bereiche in Spalten, unter Abdeckungen, stehendes Wasser und Flächen mit stärkeren Verschmutzungen die Bimetallkorrosion erheblich fördern.

3.3 Kinetik der Elektrodenreaktionen

Die unterschiedliche Kinetik von Elektrodenreaktionen wird in der **Gleichung 3** durch die Polarisationswiderstände der Anode und der Kathode ausgedrückt. So ist es möglich, dass bereits Potentialunterschiede von 100 mV zu Korrosionsproblemen führen können, während Metalle mit wesentlich größeren Potentialdifferenzen problemlos verbunden werden können. Grund dafür ist, dass die Potentialdifferenz keine Information über die Kinetik der galvanischen Korrosion liefert. Die Kinetik der ablaufenden Reaktionen ist vor allem vom Metall abhängig.

So kann Titan den gelösten Sauerstoff wesentlich schlechter reduzieren als z.B. Kupfer. Daher korrodiert un- bzw. niedriglegierter Stahl im Kontakt mit Kupfer stärker als im Kontakt mit Titan, obwohl Titan ein positiveres Potential als Kupfer hat.

Eine bedeutsame Rolle spielt in diesem Zusammenhang auch die Ausbildung von Deckschichten. Deckschichten können zu einer stark veränderten Potentiallage eines Werkstoffes führen und die anodische und/oder die kathodische Teilreaktion behindern.

3.4 Flächenverhältnis Kathode/Anode

Der Quotient aus Kathodenfläche (F_K) und Anodenfläche (F_A) geht als Faktor in die Berechnung des Elementstromes I_{EL} (flächenbezogener Elementstrom) ein und bestimmt deshalb wesentlich die Stärke der Bimetallkorrosion (**Gleichung 3**).

$$I_{EL} = \frac{F_K}{F_A} \cdot \frac{\Delta U}{R_{EL} + R_{P,A} + R_{P,K}} \quad (\text{Gleichung 3})$$

Solange die Kathodenflächen (edleres Metall des Kontaktpaares) im Verhältnis zu den Anodenflächen (unedleres Metall des Kontaktpaares) sehr klein sind, wird meist keine Beeinflussung des Korrosionsverhaltens beobachtet. Dieses Verhältnis ist in **Abbildung 6** dargestellt.

Typische Praxisbeispiele sind hier Befestigungs- und Verbindungsmittel aus rostfreiem Stahl für Bauteile aus verzinktem Stahl. Ein Anwendungsfall wird in **Abbildung 7** gezeigt. Auch unter korrosiven Umgebungsbedingungen tritt bei diesen Anordnungen praktisch keine Bimetallkorrosion auf.

Unter atmosphärischen Bedingungen sind die tatsächlich wirksamen Flächenanteile von Anode und Kathode häufig nicht in konkrete Zahlen zu fassen. Für eine praktische Abschätzung des Verhaltens ist dies aber auch nicht notwendig.

Meist reicht eine allgemeine Betrachtung des Systems aus. Bei Werkstoffkombinationen sollten die Befestigungs- bzw. Verbindungselemente stets aus dem edleren Material bestehen, so dass nur kleine Kathodenflächen entstehen.

Die Umkehrung der Verhältnisse führt dagegen häufig zu Problemen. Liegt eine kleine Anodenfläche in der Umgebung einer großen Kathodenfläche, kann Bimetallkorrosion auftreten.

Die in **Abbildung 8** gezeigte Prinzipskizze für ein aus Sicht des Korrosionsschutzes ungünstiges Flächenverhältnis von kleiner Anodenfläche und großer Kathodenfläche wird in **Abbildung 9** durch das praktische Beispiel der Grundplatte einer Ladesäule verdeutlicht. Die Grundplatte wurde mit der im Boden befindlichen Unterkonstruktion der Ladesäule durch unlegierte, verzinkte Schrauben verbunden. Die vermutlich ehemals galvanisch verzinkten Schrauben weisen keinen schützenden Zinküberzug mehr auf und zeigen abhängig von der positionsabhängigen (Wasserlauf, Sonneneinstrahlung) Befeuchtungsdauer bereits eine unterschiedlich stark ausgeprägte Rotrostbildung. Die Korrosionsprodukte der Schrauben verteilen sich im zeitweise anstehenden Wasserfilm auch über die Oberfläche der Grundplatte aus Edelstahl Rostfrei, so dass neben der ursächlichen Korrosion am fehlerhaft ausgewählten Verbindungsmittel auch ein negatives optisches Erscheinungsbild der gesamten Grundplatte hervorgerufen wird. Abhilfe schafft hier, die korrodierten Schrauben durch solche aus einem geeigneten nichtrostenden Stahl zu ersetzen und eine Reinigung der Grundplatte vorzunehmen, die anschließend weiterverwendet werden kann.

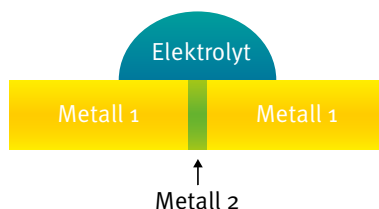


Abbildung 6:

Keine Schäden infolge Bimetallkorrosion bei kleiner Kathode (Metall 2) und großer Anode (Metall 1)



Abbildung 7:

Der Lichtmast aus verzinktem Stahl ist durch Bolzen und Muttern aus nichtrostendem Stahl mit der Bodenplatte verankert. Günstiges Flächenverhältnis zwischen der Anode (Lichtmast verzinkt / große Fläche) und Kathode (Bolzen und Muttern aus Edelstahl Rostfrei / kleine Fläche)

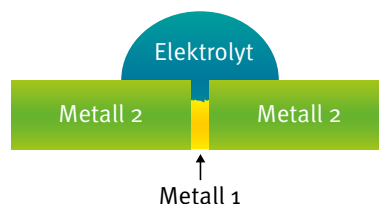


Abbildung 8:

Bimetallkorrosion bei kleiner Anode (Metall 1) und großer Kathode (Metall 2)



Abbildung 9:

Die Ladesäule mit einer Grundplatte aus Edelstahl Rostfrei ist mit verzinkten Schrauben im Boden verankert. Links: Übersicht, rechts: Detailaufnahme einer Verschraubung mit Korrosionsprodukten der Schrauben auf der Edelstahl Rostfrei Grundplatte

4. Praktische Erfahrungen in verschiedenen Anwendungsbereichen

Es liegen eine ganze Reihe von Untersuchungsergebnissen und praktischen Erfahrungen bezüglich des Korrosionsverhaltens von Werkstoffkombinationen mit Edelstahl Rostfrei unter verschiedenen Einsatzbedingungen vor. Einige wesentliche Ergebnisse sind in den **Tabellen 2 und 3** aufgeführt. Die gewonnenen Resultate sind auch auf die heute häufig verwendeten Qualitäten mit niedrigeren C-Gehalten (z.B. 1.4307 und 1.4404) übertragbar.

Weitere Anhaltspunkte können ggf. der Literatur entnommen werden, sofern dort Korrosionssysteme in ihrer Gesamtheit ausreichend beschrieben sind. Neben konkreten Zahlenwerten lassen sich für verschiedene Anwendungsbereiche aufgrund vorliegender Erfahrungen eine Reihe allgemeiner Aussagen treffen, die in den folgenden Kapiteln zusammengefasst dargestellt werden.

Tabelle 2:

Abtragsraten
verschiedener Werkstoffe,
Flächenverhältnisse
und Medien
bei Kontakt mit
Edelstahl Rostfrei

Korrosionselement		Medium	Flächenverhältnis F _K :F _A	Metallabtrag (mm/Jahr)
Kathode (K)	Anode (A)			
1.4016	unlegierter Stahl	Trinkwasser, belüftet	1:1	0,47
	Zink (Zn 99,9)			0,26
	Al 99,9			0,17
	F-Cu			0,07
	Titan			< 0,01
1.4541	SF-Cu	künstliches Seewasser	1:1	0,12
	unlegierter Stahl		1:10	0,07
			10:1	1,00
			1:1	0,38
			1:10	0,25
			10:1	1,10
	Zink		1:1	0,61
			Titan	1:1
1.4541	ZnCuTi	in 0,1 % N NaCl (belüftet, CO2-gespült; Raumtemperatur)	1:1	4,39
			1:5	1,43
1.4571	ZnCuTi	(gemäß DIN 50919) [3]	1:1	3,88
			1:5	0,91
1.4439	unlegierter Stahl	in der Nordsee (Feldversuche), Versuchszeit: 1 Jahr	1:1	0,31
	AlMg 4.5 Mn		4:1	0,75
			10:1	2,10
			1:1	0,17
			4:1	0,26
	CuNi 10 Fe		10:1	0,95
			4:1	0,07
	CuZn 20 Fe		4:1	0,18

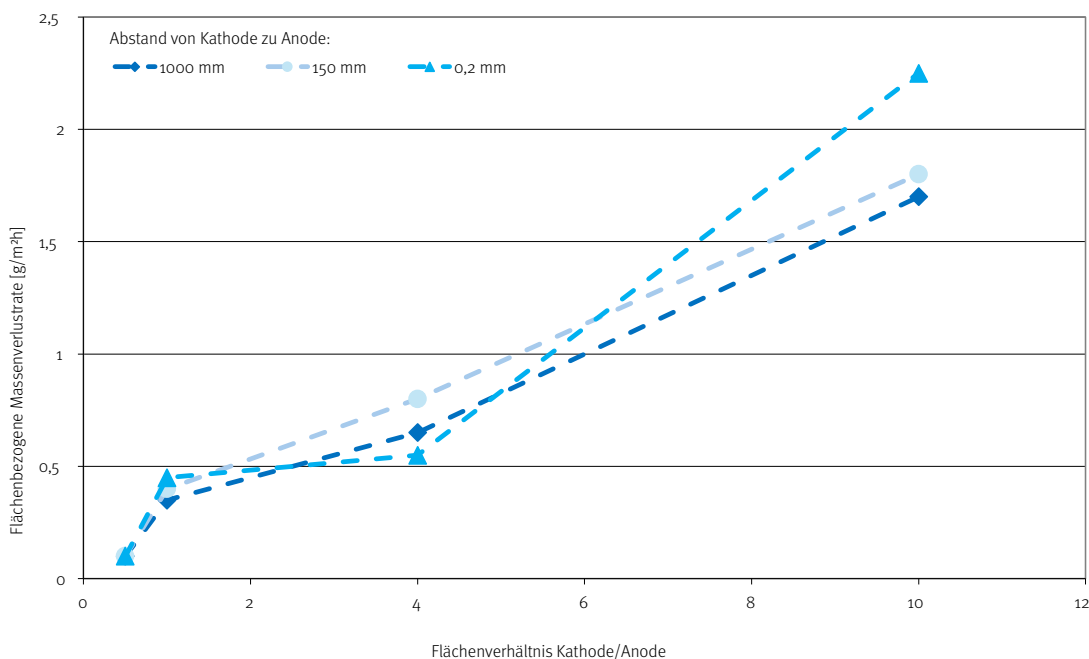
Korrosionselement	Metallabtrag (mm/Jahr)		
	X6CrMo17-1 1.4113	X2CrTi12 1.4512	X5CrNi18-10 1.4301
Unlegierter Stahl	0,62	0,66	0,69
Feuerverzinkter Stahl	0,51	0,51	0,55
ZnAl 4 Cu 1	0,66	0,66	0,69
AlMg 1	0,15	0,29	0,29
SF-Cu	0,04	0,04	0,04
CuZn 40	0,04	0,04	0,04

Tabelle 3:

Abtragungsraten
verschiedener metallischer
Werkstoffe in Kontakt
mit unterschiedlichen
nichtrostenden Stählen in
einer wässrigen NaCl-
Lösung mit
5 Massen-% NaCl bei 35°C;
Flächenverhältnis 1:1
(gemäß DIN 50919)[3]

Als sehr gut leitfähiges Medium begünstigt Meerwasser das Auftreten von Bimetallkorrosion. Hier sind bei kritischen geometrischen Verhältnissen nicht nur Bauteile aus Aluminiumwerkstoffen, Zink, verzinktem Stahl und unlegiertem Stahl gefährdet, sondern auch solche aus Kupfer und Rotguss.

Den Einfluss des Flächenverhältnisses Kathode zur Anode $F_K:F_A$ auf die Bimetallkorrosion der Metallkombination Edelstahl/niedriglegierter Stahl in Meerwasser verdeutlicht **Abbildung 10**. Darin ist zu erkennen, dass der Abstand Kathode zur Anode in diesem gut leitfähigen Medium keinen wesentlichen Einfluss ausübt. Die Metallteile können also bei Bimetallkorrosion auch weiter voneinander entfernt sein, falls der elektrische Kontakt anderweitig (z.B. über eine gemeinsame Erdleitung) hergestellt wurde.

**Abbildung 10:**

Massenverlustrate
von niedriglegiertem
Stahl in Kontakt mit
nichtrostendem Stahl
(1.4439) in Meerwasser
(Dauertauchzone Nordsee)
in Abhängigkeit des
Flächenverhältnisses und
des Abstands von Kathode
zu Anode [2]

4.1 Wasser- und Abwassertechnik

In Trinkwässern ist das Risiko für das Auftreten von Bimetallkorrosion moderat: Hier hat sich seit vielen Jahren im Warm- und Kaltwasserbereich der gemeinsame Einsatz von Rohren, Verbindungselementen, Behältern u.a. aus nichtrostendem Stahl, Kupfer, Cu-Legierungen und Rotguss bewährt, ohne dass dabei Bimetallkorrosionserscheinungen auftreten. Während sich unlegierte Stähle in sauerstoffarmen Wässern ebenfalls mit nichtrostendem Stahl kombinieren lassen, besteht bei Paarungen mit verzinktem Stahl und Aluminiumwerkstoffen für diese Werkstoffe generell eine Bimetallkorrosionsgefährdung [2].

In Abwassersystemen sind die Verhältnisse weniger eindeutig. Hier liegen sehr unterschiedliche Wässer mit teilweise hoher Leitfähigkeit vor.

Aufgrund der insgesamt erhöhten Korrosivität besteht für viele Werkstoffe ein erhöhtes Korrosionsrisiko, so dass auch mit Auftreten von Bimetallkorrosionserscheinungen gerechnet werden muss. **Tabelle 4** zeigt eine Übersicht zur Kompatibilität zwischen verschiedenen Werkstoffen in belüftetem Abwasser.

Tabelle 4:
Kompatibilitätstabelle
Abwasser

Kontaktwerkstoff	Edelstahl Rostfrei	
	Kleinere Fläche als Kontaktwerkstoff	Größere Fläche als Kontaktwerkstoff
Unlegierter Stahl / Stahlguss	+	–
Zink / verz. Stahl	+	–
Aluminium	+	–
Kupfer	+	0
Unlegierter Stahl in Beton	+	+

+ Kontaktwerkstoff nicht durch Bimetallkorrosion gefährdet

0 Kontaktwerkstoff möglicherweise gefährdet

– Kontaktwerkstoff stark gefährdet

* Kombination beeinflusst Korrosion des Kontaktwerkstoffs nur unwesentlich, wegen starker Eigenkorrosion des Kontaktwerkstoffs jedoch nicht zu empfehlen.

Bei Lötverbindungen nichtrostender Stähle ist auf einen für den Verwendungszweck ausreichend beständigen Lotwerkstoff zu achten. Meerwasser (typische Chloridionenkonzentration zwischen 16.000 und 20.000 mg/l) und ähnlich chloridionenreiche Wässer implizieren wesentlich stärkere Korrosionsbeanspruchungen und erfordern in der Regel höherlegierte Sorten (z.B. 1.4462, 1.4439, 1.4539, 1.4565) oder Nickelbasislegierungen. Handlungsempfehlungen für einen korrosionssicheren Einsatz der wichtigsten metallenen Werkstoffe in Wässern gibt die DIN EN 12502, Teile 1-5 [4]. Die Bimetallkorrosionsgefahr hängt wesentlich von der Leitfähigkeit des Wassers ab (vgl. **Kapitel 3**).

Eine Gefahr für galvanische Korrosion kann auch bestehen, wenn Edelstahl Rostfrei bei der Aufbereitung von Wasser in Kontakt mit Aktivkohle kommt, die als Filtermaterial verwendet wird. Der Kontakt kann im Filter selbst entstehen, wenn dort Bauteile aus Edelstahl Rostfrei eingebaut sind oder wenn Bestandteile des Filtermaterials aus dem Filter ausgetragen werden und an anderer Stelle mit nichtrostenden Stählen in Kontakt kommen. Die große Oberfläche des Filtermaterials kann dann als großflächige Kathode wirksam werden. In der Folge kann es zu einer anodischen Polarisation des nichtrostenden Stahls um 200 bis 300 mV kommen.

Diese Potentialverschiebung kann insbesondere bei geringer legierten ferritischen und molybdänfreien austenitischen Stählen auch in Medien mit geringen Chloridgehalten zur Auslösung von Spalt- und Lochkorrosionserscheinungen führen. Ein Beispiel dazu wird in **Abbildung 11** gezeigt.

Erfahrungen in der Praxis haben gezeigt, dass auch die Verwendung von graphitierten oder Graphit-Dichtungen, insbesondere bei molybdänfreien austenitischen nichtrostenden Stählen, im Dichtbereich zu Spaltkorrosionserscheinungen als Folge einer anodischen Polarisation von Edelstahl Rostfrei führen kann.

Die **Abbildung 12** zeigt den Blick in den Pumpenschacht einer abwassertechnischen Anlage, in dem unterschiedliche Werkstoffe zusammentreffen. Die konstruktive Verrohrung aus nichtrostendem Stahl (nicht medienführend) wird an der Oberkante des Schachtes mittels organisch beschichteter (blaue Farbreste), unlegierter Stahlbauteile auf einen definierten Abstand zum Schacht gehalten. Die unlegierten Stahlbauteile sind wiederum mit Bolzenankern aus Edelstahl Rostfrei an der Schachtwand befestigt. Durch die Montage sind an der blauen Beschichtung vermutlich bereits im Zuge der Installation Beschädigungen entstanden. Diese können sowohl rohseitig, über das Einstecken der Rohre entstanden sein, als auch durch die Verschraubung mit den Bolzenankern. Von diesen zunächst kleinen anodischen Bereichen an freigelegten unlegierten Stahloberflächen, hat die Beschichtung versagt und wurde über das dauerfeuchte Klima im Schacht und die Elementbildung zum nichtrostenden Stahl schnell unterwandert. Deutlich sichtbar ist die im Bereich der wirksamen Bimetall-Elemente beschleunigte Korrosion der Rohrhalterung aus unlegiertem Stahl mit deutlicher Materialabzehrung und den noch leicht anhaftenden voluminösen Korrosionsprodukten. Aus Sicht des konstruktiven Korrosionsschutzes gibt es in diesem Abwasserschacht Optimierungspotential.



Abbildung 11:

Galvanische Korrosion am Befestigungselement aus nichtrostendem Stahl durch den Kontakt zu Aktivkohle, Filterbecken Wasserwerk. Links: Ankerschraube (1.4016) im befestigten Zustand mit Mutter. Rechts: Nach der Demontage, starke Querschnittsminderung durch Korrosion.



Abbildung 12:

Pumpenschacht einer Abwasseranlage in ausgeprägter Mischbauweise mit aus Sicht des Korrosionsschutzes diversen konstruktiven Mängeln, die zu fortschreitender Korrosion an den unedleren Bauteilen geführt haben.

4.2 Bauteile an der Atmosphäre

Während in Ver- und Entsorgungsleitungen, Behältern und Becken für wässrige Medien überwiegend von einer ständigen Anwesenheit eines Elektrolyten ausgegangen werden kann, ist dies bei Bauteilen an der Atmosphäre nicht immer der Fall. Korrosionsprozesse können dann nur während einer Feuchtigkeitseinwirkung ablaufen. Dabei muss die Oberfläche nicht direkt mit Niederschlags- oder Spritzwasser in Kontakt kommen. Häufig sind mikroskopisch dünne Feuchtigkeitfilme von aus der Luft adsorbiertem Wasser oder auch sichtbarer Kondenswasseranfall vorhanden. Verschmutzungen und hygroskopische Ablagerungen auf Bauteilen können die Befeuchtungsdauer maßgeblich beeinflussen. Schlecht belüftete Spalte, etwa im Bereich von Dichtungen oder Blechüberlappungen können zu einer fast ständigen Befeuchtung führen. Häufig ergeben sich unter solchen Bedingungen aber nur geringe Reichweiten für die Elementbildung – ein wesentlicher Unterschied etwa zu Korrosionselementen in Wassersystemen. Die beiden kontaktierten Werkstoffe beeinflussen sich gegenseitig nur in einer schmalen Zone neben der Kontaktlinie und „sehen“ die dahinterliegende Oberfläche des jeweils anderen Partners nicht mehr. Unterschiedliche Anoden-/Kathodenflächen wirken sich im atmosphärischen Bereich nur noch eingeschränkt aus, so dass die Flächenregel nur bedingt anwendbar ist.

Wegen der begrenzten Reichweite der Elemente bei atmosphärischer Bewitterung reicht es zur Vermeidung von Bimetallkorrosion häufig aus, den Edelstahl im Bereich um die Kontaktlinie abzudecken.

Probleme können dauerfeuchte Spalten zwischen Edelstahl Rostfrei und unedleren Werkstoffen wie Aluminiumlegierungen oder Zink bzw. verzinkten Bauteilen darstellen.

In **Abbildung 13** wird das am Beispiel eines Solarmodulrahmens aus Aluminium gezeigt, der mit Schrauben aus dem Werkstoff 1.4301 verbunden wird. Während diese Konstruktion in städtischen oder ländlichen Umgebungen keine Probleme bereitet, besteht in maritimen Atmosphären die Gefahr für Bimetallkorrosion im unmittelbaren Kontaktbereich der Verschraubung. Es repräsentiert damit beispielhaft die Aussage in **Tabelle 5**, Zeile „Aluminium“ und Spalte „Edelstahl Rostfrei“ mit kleinerer Fläche als Kontaktwerkstoff. Erhöht wird die Gefährdung durch Bimetallkorrosion, wenn sich durch die konstruktive Anordnung und zusätzlichen Ablagerungen wie, in diesem Beispiel langzeitfeuchte oder dauerfeuchte Bedingungen im Kontaktbereich ausbilden können. Die Übersichtsaufnahme **Abbildung 13** links unten zeigt die bräunlichen Ablagerungen (rot-brauner Sand) und die weißlichen Korrosionsprodukte des Aluminiums.

Abbildung 13:

Bimetallkorrosion im Bereich der Verschraubung (Werkstoff 1.4301) eines Solarmodulrahmens (links oben) aus Aluminium nach 3 Jahren Auslagerung auf Helgoland, (links unten): Übersichtsaufnahmen mit Ablagerungen und Weißrost, Aufnahmen rechts: im gebeizten Zustand, nach Entfernung der Korrosionsprodukte wird ein ausgeprägter Korrosionsangriff am Aluminium sichtbar



Nach der Entfernung der Ablagerungen und der Korrosionsprodukte wird der Korrosionsangriff am Aluminiumrahmen im Bereich der Edelstahl Rostfrei Verschraubung deutlich. Der Grund für die Korrosion am Aluminium ist eine anodische Polarisation des Aluminiumwerkstoffs in den Bereich der Lochkorrosion bei gleichzeitiger Anwesenheit von Chloriden. Der Schraubenwerkstoff 1.4301, der in maritimer Umgebung allein keine ausreichende Korrosionsbeständigkeit aufweist, wird in dieser Konstellation durch das Aluminium kathodisch vor Korrosion geschützt. Es ist auch ein Beispiel dafür, dass unter diesen Bedingungen trotz des scheinbar günstigen Flächenverhältnisses (kleines edles Verbindungsmittel und große unedle verbundene Fläche) der Korrosionsschutz nicht sichergestellt ist.

In der **Tabelle 5** werden entsprechende Angaben zur Kompatibilität zwischen verschiedenen Werkstoffen bei atmosphärischer Beanspruchung gegeben.

Der zum vorhergehende Beispiel umgekehrte Fall zeigt sich in **Abbildung 14** an einem Elektroschaltkasten auf der Insel Helgoland. Hier liegt eine große Kathodenflächen (Gehäuse) und eine kleine Anodenfläche (Schließzylinder) vor. Dieser repräsentiert in **Tabelle 5** die Zeile Zink/verz. Stahl und die Spalte Edelstahl Rostfrei mit größerer Fläche als Kontaktwerkstoff. Es wird deutlich, dass der Zinkdruckguss eine signifikant beschleunigte Korrosion zeigt. Die weißen Korrosionsprodukte des Zinks befinden sich nicht nur auf dem Schloss selbst, sondern sind als Ablaufspuren auch auf dem nichtrostenden Stahl zu erkennen. Auf der Übersichtsaufnahme links ist weiterhin zu erkennen, dass sich im direkten Umfeld zu den korrodierenden Schließzylindern deutlich weniger Korrosionserscheinungen am Edelstahl Rostfrei zeigen. Im Abstand bis zu wenigen Zentimetern wird der Stahl auch hier kathodisch geschützt.

Kontaktwerkstoff	Edelstahl Rostfrei	
	Kleinere Fläche als Kontaktwerkstoff	Größere Fläche als Kontaktwerkstoff
unlegierter Stahl / Stahlguss	+*	–
Zink / verz. Stahl	+	–
Aluminium	+ / –**	o / –**
Kupfer	+	+
unlegierter Stahl in Beton	+	+

+ Kontaktwerkstoff nicht durch Bimetallkorrosion gefährdet

o Kontaktwerkstoff möglicherweise gefährdet

– Kontaktwerkstoff stark gefährdet

* Kombination beeinflusst Korrosion des Kontaktwerkstoffs nur unwesentlich, wegen starker Eigenkorrosion des Kontaktwerkstoffs jedoch nicht zu empfehlen.

** in maritimen Atmosphären

Tabelle 5:

Kompatibilitätstabelle
für atmosphärische
Beanspruchung



Abbildung 14:

Schaltkasten aus Edelstahl Rostfrei mit Schließzylinder aus Zink-Druckguss,

links: Übersichtsaufnahme,

rechts: Detailaufnahme des oberen Schließzylinders mit deutlicher Weißrostbildung

4.3 Edelstahl Rostfrei im Bauwesen

Edelstahl Rostfrei ist im Bauwesen durch seine überlegende Eigenschaftskombination weitverbreitet. Neben den architektonischen Gestaltungsmöglichkeiten spielen seine gute Verarbeitbarkeit und Korrosionsbeständigkeit eine herausragende Rolle. Edelstahl Rostfrei wird eingesetzt für Sichtflächen, Strukturkomponenten und Befestigungsmittel wie Schrauben und Muttern. Zur Verwendung kommen hauptsächlich Legierungen der Typen 18/10-CrNi und 17/12/2- CrNiMo, letztere besonders für anspruchsvolle Oberflächen in Industrie- und Stadtumgebung sowie für unzugängliche Elemente mit tragender Funktion wie Fassadenbefestigungen. Seit einigen Jahren halten zunehmend Lean-Duplex- und Duplex-Stähle Einzug in verschiedene bautechnische Anwendungen, da diese vorteilhafte mechanisch-technologische Eigenschaften besitzen.

Eine Verbindung mit anderen Werkstoffen lässt sich bei Anwendungen im Bauwesen nicht immer vermeiden. Das Bimetallkorrosionsverhalten hängt wesentlich von konstruktiven Faktoren ab: In Oberflächenbereichen, die unter Außenbewitterung oder Innenklimaewirkungen durch Regen oder Kondensation mit einem Feuchtigkeitsfilm bedeckt werden, erstreckt sich die gegenseitige Beeinflussung von Metallen wie oben beschrieben nicht über weite Strecken, sondern findet nur unmittelbar neben der Kontaktlinie statt.

Abbildung 15:

Vordachkonstruktion eines Fahrradständers in Meeresnähe; Wandanschlussprofil aus Edelstahl Rostfrei mit verzinkter Schraube am Gebäude verankert



Für frei bewitterte Konstruktionen oder Konstruktionen mit Kondenswasserbeaufschlagung ist die Befuchtungsdauer entscheidend. Gelegentliche und nur kurzzeitig vorliegende Feuchtigkeitsfilme führen im Allgemeinen nicht zu Problemen hinsichtlich Bimetallkorrosion. In diesem Punkt kommt demnach der konstruktiven Gestaltung eine entscheidende Rolle zu. Alle Faktoren, die eine rasche Abtrocknung von Feuchtigkeitsfilmen unterstützen, wirken korrosionsentlastend (gute Belüftung, Vermeidung von Spalten, ungehinderter Ablauf von Regenwasser, glatte Oberflächen). Dagegen können dauerfeuchte Bereiche in Spalten, unter Abdeckungen, stehendes Wasser und Flächen mit stärkeren Verschmutzungen die Bimetallkorrosion erheblich fördern.

Freibewitterte Bauteile, bei denen durch direkte Beregnung die Oberflächen von Verunreinigungen befreit werden und die durch gute Belüftung rasch abtrocknen, sind deshalb weniger gefährdet als solche, die zwar vor direkter Beregnung geschützt sind, aber infolge schlechterer Belüftung längere Zeit feucht sind und wo sich zusätzlich z.B. Chloride aufkonzentrieren können.

Auch wenn die Flächenregel bei atmosphärischer Beanspruchung nur bedingt anwendbar ist, sollten Konstruktionen mit kleinflächigen Anoden innerhalb großflächiger Kathoden grundsätzlich vermieden werden. Wird dies nicht beachtet, ist eine Bimetallkorrosion auch bei guter Belüftung nicht auszuschließen.

In **Abbildung 15** wird dies am Beispiel einer Vordachkonstruktion aus Edelstahl Rostfrei gezeigt. Die Dachkonstruktion wurde an das Gebäude über verzinkte Verankerungsmittel angebunden. Obgleich die Verbindungsstelle vor direkter Beregnung geschützt ist, zeigt sich dennoch, dass die Wahl eines unedleren Verbindungsmittels für die Befestigung der Dachkonstruktion aus Edelstahl Rostfrei unter Dauerhaftigkeitsaspekten ungeeignet ist. Der für die Verschraubung vorgesehene Korrosionsschutz (Zink) ist bereits weitgehend aufgezehrt (weiße Corona) und es zeigt sich beginnende Rotrostbildung, die mit weiterem Fortschreiten zu einer Querschnittsminderung an der Verankerung führt.

In der Bedachungstechnik wird nichtrostender Edelstahl sowohl bei neuen als auch älteren Konstruktionen vorwiegend als Verbindungselement im Kontakt mit anderen metallenen oder mit Überzügen versehenen Werkstoffen eingesetzt. Aufgrund der günstigen Flächenverhältnisse besteht bei diesen Werkstoffkombinationen generell keine Korrosionsgefährdung durch Bimetallkorrosion. Im Falle von Instandsetzungen an Bedachungen werden häufig auch großflächige Verbindungen mit nichtrostendem Stahl erzeugt, die ebenfalls als unkritisch zu bewerten sind, wenn das Flächenverhältnis zwischen dem nichtrostenden Stahl und beispielsweise einem verzinkten oder aus Aluminium bestehenden Bauteil nicht deutlich oberhalb von 1 liegt.

In **Abbildung 16** wird ein Tor aus Edelstahl Rostfrei gezeigt, welches mit vormals galvanisch verzinkten Torbändern am Pfeiler verankert wurde. Bedingt durch die nur wenige Mikrometer dünne Zinkschicht und das ungünstige Flächenverhältnis der unedleren Torbänder zum edleren Tor, wurde das Zink sehr schnell abgetragen. Der nun freiliegende unlegierte Stahl der Torbänder korrodiert bereits ebenfalls.



Abbildung 16:

Grundstückszugang mit Tor aus nichtrostendem Stahl, an das links Torbänder aus vormals galvanisch verzinktem Stahl angeschweißt wurden



Die **Abbildung 17** zeigt eine lastabtragende, gut belüftete Halterungskonstruktion aus verzinktem Stahl, in der neben verzinkten Schrauben zufällig eine einzelne Schraube aus nichtrostendem Stahl Verwendung fand. Eine Beeinträchtigung der Dauerhaftigkeit ist an diesem Beispiel infolge der kleinen Kathodenfläche sowie der gut belüfteten und daher schnell abtrocknenden Halterungskonstruktion ohne die Möglichkeit länger anstehender Feuchtfilme auszuschließen.



Abbildung 17:

Halterungskonstruktion aus verzinktem Stahl, in welche sich neben mehreren verzinkten Stahlschrauben offensichtlich eine Schraube aus nichtrostendem Stahl verirrt hat, ohne Korrosionsprobleme.

4.4 Edelstahl Rostfrei im Fahrzeugbau

Bei Automobilen und anderen Straßenfahrzeugen werden nichtrostende Stähle (Ferrite mit etwa 12–18 % Cr und Austenite mit etwa 18 % Cr) eingesetzt für Zierteile, Abgassysteme, Treibstofftanks und zunehmend auch für Karosserie- und Fahrwerkskomponenten; bei Schienenfahrzeugen finden bevorzugt ferritische Sorten mit etwa 12 % Cr in Verbindung mit einem Korrosionsschutz Verwendung.

Edelstahl Rostfrei wird dabei zunehmend in Mischbauweise eingesetzt zusammen mit deutlich unedleren Werkstoffen wie Aluminium, Magnesium sowie Stahl mit Verzinkung und anderen Überzügen in Verbindung gebracht.

Oft ist es nicht möglich, zur Vermeidung von Bimetallkorrosion unterschiedliche Materialien elektrisch voneinander zu trennen, da mechanische Kräfte übertragen werden müssen. Gelegentlich lassen sich hierfür Keramiktrennkörper verwenden.

Zu achten ist wieder auf Spaltbildungen zwischen Komponenten aus Edelstahl und unedleren Werkstoffen, in denen sich unter Einwirkung von Schmutz und Feuchtigkeit ein Bimetallkorrosionsangriff entwickeln kann. Hier hilft oft wieder ein Ausfüllen mit einem geeigneten Kunststoffmaterial. Eine sehr effektive Maßnahme zur Vermeidung von Bimetallkorrosion im Fahrzeugbau ist oft das bereits beschriebene Abdecken der Kontaktzone auf Seiten des Edelstahls.

5. Vermeidung von Bimetallkorrosion

Am besten lässt sich Bimetallkorrosion vermeiden, wenn bereits bei der Planung von Anlagen und Konstruktionen geeignete, kompatible Werkstoffe ausgewählt werden. Ergibt sich dennoch die Notwendigkeit zur Verbindung von Werkstoffen, die sich hinsichtlich Bimetallkorrosion gegenseitig beeinflussen können, dann sind entsprechende Schutzmaßnahmen zu ergreifen. Diese können sich an den unter **Kapitel 2** aufgeführten Grundlagen orientieren. Dort wurden in **Abbildung 3** alle Möglichkeiten aufgezeigt, mit denen es in der Praxis möglich ist Probleme zu vermeiden. Das sind:

- Elektrische Isolation der Bauteile (**Abbildung 18**) (Isolierstücke, Kunststoffhülsen oder Isolierscheiben aus Polyamid)
- Verlagerung der Verbindungsstelle in einen Bereich ohne Feuchtigkeitzutritt
- Beschichtung der Kathode bzw. von Anode und Kathode (großflächig oder im Verbindungsbereich)

In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass die alleinige Beschichtung der Anode keine geeignete Maßnahme zur Vermeidung von Bimetallkorrosion ist. Fehler oder Beschädigungen an der Beschichtung, die in der Praxis immer anzunehmen sind, schaffen ein kritisches Korrosionselement. Die Beschädigungen in der Beschichtung führen zu kleinflächigen Anoden, die dann mit hoher Abtragsrate korrodieren können.

Dieses Phänomen zeigt sich in **Abbildung 12** am Beispiel des Pumpenschachts einer Abwasseranlage.

Um die Kathodenwirkung bei großflächigem Einsatz des nichtrostenden Stahls in einer Verbindung hinreichend abzumindern, reicht in der Regel eine Beschichtung des Edelstahls in der Umgebung der Verbindung aus. Wie bereits beschrieben, ist hierbei die abzudeckende Zone je nach Leitfähigkeit des Korrosionsmediums unterschiedlich breit.

Bei Bauteilen an der Atmosphäre mit ihren sehr dünnen schlecht leitenden Elektrolytfilmen reicht es daher oft schon, einen ein Zentimeter breiten Streifen neben der Kontaktlinie auf der Seite des Edelstahls zu behandeln. Bei salzreichen Flüssigkeitsfilmen von wenigen Millimetern Dicke kann die wirksame Kathodenzone schon mehr als zehn Zentimeter breit sein.

Auf die Möglichkeiten des konstruktiven Korrosionsschutzes wurde in **Kapitel 2** hingewiesen. Unter atmosphärischen Bedingungen sind eine gute Belüftung, die Vermeidung von Wasseransammlungen und offenen Spalten sowie die Verhinderung von Schmutzablagerungen wichtige Voraussetzungen für die Vermeidung von Problemen durch Bimetallkorrosion. Unvermeidliche Spalte sind dauerelastisch zu verschließen.



Abbildung 18:

Isolierstücke,
Kunststoffhülsen und
Unterlegscheiben
vermeiden bzw. reduzieren
in der Praxis die
Bimetallkorrosion

6. Häufig gestellte Fragen

Können nichtrostende Stähle unterschiedlicher Legierungszusammensetzung verbunden werden? Besteht eine Gefährdung durch Bimetallkorrosion?

Zwischen nichtrostenden Stählen unterschiedlicher Legierungszusammensetzung (auch aus verschiedenen Korrosionsbeständigkeitsklassen) tritt grundsätzlich keine Bimetallkorrosion auf, da die freien Korrosionspotentiale gleich sind. Beachtet werden muss aber das Eigenkorrosionsverhalten, d.h., der Werkstoff mit der geringeren Beständigkeit muss unter den jeweiligen Einsatzbedingungen ausreichend korrosionsbeständig sein.

Kann in Hausinstallationen zur Instandsetzung geschädigter Rohrabschnitte nichtrostender Stahl in Kombination mit Kupfer oder verzinktem Stahl eingesetzt werden?

Völlig unkritisch bei Kupferleitungen, da im Trinkwasser ähnliche Korrosionspotentiale vorliegen. Installationen aus verzinktem Stahl können mit nichtrostendem Stahl kombiniert werden, wobei der Einsatz von Zwischenstücken aus Kupfer-Zink-Legierungen oder Rotguss zu empfehlen ist.

Kann nichtrostender Stahl mit normalem Bewehrungsstahl in Stahlbetonkonstruktionen verbunden werden?

Für Bewehrungsstahl im passiven Zustand stellt diese Verbindung kein Problem dar, weil die Korrosionspotentiale gleich sind. Durch diese Kombination kann bei durchführenden Rohrleitungen oder der Durchführung von Bewehrung durch Dämmmaterial galvanische Korrosion vermieden werden. Die Verbindungszone muss dabei immer innerhalb des Betons und nicht in der unmittelbaren Randzone liegen (Mindestbetondeckung 5 cm). Bei Bewehrungsstahl im aktiven Zustand (Depassivierung durch Chlorideinwirkung und/oder Carbonatisierung) kann Bimetallkorrosion auftreten. Allerdings ist die Wirkung dieser Bimetallelemente kleiner als die dann zwangsläufig vorhandene Elementbildung zwischen aktivem und passivem Betonstahl (galvanische Korrosion durch Aktiv/Passiv-Element), da die kathodische Sauerstoffreduktion am nichtrostenden Edelstahl wesentlich langsamer abläuft.

Sind Unterlegscheiben aus isolierendem Kunststoff auch bei verschraubten Verbindungen wirksam, um Bimetallkorrosion zu vermeiden?

Zwar wird bei dieser Verbindung der elektrische Kontakt zwischen den Materialien im Gewindebereich nicht aufgehoben, trotzdem empfiehlt sich diese Maßnahme, da die am stärksten durch Bimetallkorrosion gefährdeten Bereiche durch die Unterlegscheibe abgedeckt sind.

Können bei Geländerkonstruktionen Füllstäbe aus verzinktem Stahl mit Stützelementen aus nichtrostendem Stahl kombiniert werden?

Wenn durch die konstruktive Gestaltung dieser Verbindung das langzeitige Einwirken von Elektrolyten (z.B. Regen- oder Tauwasser) vermieden wird, ist der direkte Kontakt möglich, ansonsten empfiehlt sich der Einsatz isolierender Kunststoffhülsen.

7. Literaturverzeichnis

- [1] R. Francis Galvanic Corrosion: „**A Practical Guide for Engineers**“
NACE International (2001) Houston Texas
77084 ISBN 1 57590 110 2
- [2] Nürnberger, Ulf: **Korrosion und Korrosionsschutz im Bauwesen**,
Bd. 1, S. 58, Bauverlag, Wiesbaden/Berlin,
1995, ISBN: 3-7625-3199-4
- [3] DIN 50919 **Korrosion der Metalle – Korrosionsuntersuchungen der Bitmetallkorrosion in Elektrolytlösungen**; 2022-02
- [4] DIN EN 12502 Teil 1 bis 5, 2005-03
Korrosionsschutz metallischer Werkstoffe – Hinweise zur Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit in Wasserverteilungs- und speichersystemen
- [5] DIN EN ISO 8044, 2025-05
Korrosion von Metallen und Legierungen – Begriffe
- [6] DIN EN ISO 9227 **Korrosionsprüfungen in künstlichen Atmosphären – Salzsprühnebelprüfung**; 2024-10
- [7] H. Gräfen, „**Korrosionsschutz durch Information und Normung**“ Kommentar zum DIN- Taschenbuch 219, Verlag Irene Kuron, Bonn (1988) S. 37
- [8] H. Spähn, K. Fäßler „**Kontaktkorrosion“ Werkstoffe und Korrosion 17** (1966) S. 321
- [9] D. Kuron „**Aufstellung von Kontaktkorrosionstabellen für Werkstoffkombinationen in Wässern**“,
Werkstoffe und Korrosion 36 (1985) S. 173
- [10] D. Kuron, E.-M. Horn, H. Gräfen „**Praktische elektrochemische Kontaktkorrosionstabellen von Konstruktionswerkstoffen des Chemie- Apparatebaues**“
Metalloberfläche 26 (1967) Nr. 2, S. 38
- [11] H. Spähn, K. Fäßler „**Kontaktkorrosion im Maschinen- und Apparatebau**“
Der Maschinen Schaden 40 (1967)
Nr. 3, S. 81
- [12] W. Schwenk „**Probleme der Kontaktkorrosion**“
Metalloberfläche 35(1981) Nr. 5, S. 15
- [13] K.-H. Wiedemann, B. Gerodetti, R. Dietiker, P. Gritsch „**Automatische Ermittlung von Kontaktkorrosionsdaten und ihre Auswertung mittels Polarisationsdiagrammen**“
Werkstoffe und Korrosion 29 (1978) S. 27
- [14] E. Hargarter, H. Sass „**Kontaktkorrosion zwischen verschiedenen Werkstoffen in Meerwasser**“ Jahrbuch der Schiffbau-technischen Gesellschaft 80 (1986) S. 105
- [15] GfKorr-Richtlinie „**Korrosionsschutzgerechte Konstruktion**“ (CD-Rom);
ISBN 978-3-935406-23-9
- [16] ISER-Sonderdruck 862
Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung
Z-30.3-6 „**Erzeugnisse, Bauteile und Verbindungselemente aus nichtrostenden Stählen**“; jeweils gültige Fassung
- [17] ISER-Merkblatt 820: **Orientierungshilfe zur Werkstoffauswahl nichtrostender Stähle**;
Ausgabe 2024
- [18] ISER-Merkblatt 828:
Korrosionsbeständigkeit nichtrostender Stähle an der Atmosphäre; Ausgabe 2016
- [19] ISER-Merkblatt 833: **Edelstahl Rostfrei in Erdböden**; Ausgabe 2019



Informationsstelle Edelstahl Rostfrei
Sohnstraße 65
40237 Düsseldorf
www.edelstahl-rostfrei.de

