



1 Überblick

In der täglichen Praxis ergibt sich oft die Notwendigkeit, nichtrostende Stähle mit unterschiedlichen metallischen Werkstoffen in einem Bauteil zu kombinieren. Bei elektrisch leitender Verbindung dieser Werkstoffe miteinander kommt es in Gegenwart eines leitenden Mediums zu Korrosionsreaktionen, die zu Schäden durch Kontaktkorrosion führen können.

Über das (Eigen)- Korrosionsverhalten der Werkstoffe, die miteinander kombiniert werden sollen, gibt es für viele korrosive Medien umfangreiche Informationen. Dagegen sind kaum Angaben darüber zu finden, wie sich die Werkstoffkombinationen in elektrisch leitendem Kontakt miteinander insgesamt und die einzelnen Partner in der Werkstoffkombination verhalten werden. Dies kann in der Praxis dazu führen, dass durch eine nicht optimale Kombination von Werkstoffen mit nicht rostenden Stählen Schäden durch Kontaktkorrosion vorprogrammiert werden oder durch den Einsatz zu hochwertiger Werkstoffe eine unwirtschaftliche Lösung gewählt wird.

2 Definitionen – Allgemeine Zusammenhänge

Nach DIN 50 900 Teil 1 ist die Kontaktkorrosion eine "beschleunigte Korrosion eines metallischen Bereichs, die auf ein Korrosionselement, bestehend aus einer Paarung Metall/Metall oder Metall/Elektronen leitender Festkörper mit unterschiedlichen freien Korrosionspotenzialen zurückzuführen ist. Hierbei ist der beschleunigt korrodierende metallische Bereich die Anode des Korrosionselementes.

Die bei der Kontaktkorrosion auftretende Korrosionserscheinung ist häufig gleichmäßiger oder ungleichmäßiger Flächenabtrag. Der Flächenabtrag oder Masseverlust des unedleren Partners in der Kombination hängt von der Größe des fließenden Elementstroms und der Höhe der Eigenkorrosion beim sich einstellenden Mischpotenzial der Metallkombination ab. Der Elementstrom ist eine komplexe Größe, die von der geometrischen Anordnung, der Größe der

mediumberührten Elektrodenflächen, den Ruhepotenzialen und den Polarisationswiderstand- der Partner sowie von

dem Elektrolytwiderstand des Mediums abhängt.

Für die Beurteilung der Korrosionsgefährdung des unedleren Partners in einer Werkstoffkombination ist nicht, wie lange Zeit fälschlich angenommen wurde, die Höhe der Potenzialdifferenz (Spannungsunterschied) zwischen den miteinander verbundenen Werkstoffen, sondern die Charakteristik der Teilstromdichte-Potenzial-Kurven beider Werkstoffe im angreifenden Medium verantwortlich. Die Korrosionsstromdichte (Elementstrom) und damit der Kontraktionsangriff kann sich bei gleicher Potenzialdifferenz je nach Charakteristik der anodischen und kathodischen Teilstromdichte-Potenzial -Kurven um mehrere Größenordnungen ändern. Ausschlaggebend ist, ob die anodischen oder die kathodischen Teilreaktionen ungehindert oder behindert, z.B. durch sich bildende Deckschichten, ablaufen können. Liegen bei guter Leitfähigkeit des korrosiven Mediums ungünstige Flächenverhältnisse (Großkathode/kleine Anode) vor, kann die Kontaktkorrosion zu eigenem Korrosionsschaden führen.

In Kenntnis des o.g. Sachverhaltes sind das Heranziehen der theoretischen Spannungsreihe, aber auch der praktischen **Spannungsreihen zur Abschätzung der Gefährdung bei leitendem Kontakt miteinander ungeeignete Mittel**. Zur exakten Beurteilung der Gefährdung einer Werkstoffkombination sind Korrosionsuntersuchungen nach DIN 50 919 erforderlich.

Die durch solche Kontaktkorrosionsuntersuchungen zu ermittelnden Messgrößen lassen sich in sog. Kontaktkorrosionstabellen zusammenfassen.

3 Nichtrostende Stähle- Verträglichkeit mit anderen Werkstoffen

In der Literatur sind verwertbare Zahlenangaben zur Beurteilung einer Gefährdung bei Werkstoff-Kombinationen mit nicht rostenden Stählen hinsichtlich der Kontaktkorrosion nur in sehr begrenzter Menge verfügbar.

- Ergebnisse von Kontaktkorrosionsuntersuchungen nach bzw. in Anlehnung an DIN 50 919 liegen für nicht rostende Stähle vor in :

- Natriumchlorid-Lösung
- Trinkwasser
- Meerwasser- inklusive künstlichem Meerwasser- und Brackwasser

Bei allen Kontaktkorrosionsuntersuchungen haben die austenitischen nicht rostenden Stähle in Werkstoffkombinationen mit:

- un- und niedrig legierten Stählen
- hochlegierten austenitischen Stählen (Sonderqualitäten)
- ferritisch- austenitischen Stählen
- Nickel, Nickel-Basislegierungen und vernickelten Bauteilen
- Kupfer- und Kupferlegierungen
- Aluminium und Aluminiumlegierungen
- Zink und Zinklegierungen und verzinkten Bauteilen
- Blei Bleilegierungen und Verbleiungen
- Titan und seine Legierungen sowie
- verchromten Bauteilen

keine bzw. keine technisch relevanten Massenverluste durch Kontaktkorrosion erlitten. Ähnliches gilt für die ferritischen nicht rostenden Stähle (17%Cr) und die ferritisch austenitischen nicht-rostenden Stähle.

Die in den Werkstoffkombinationen mit nicht rostenden Stählen unedleren Partner, wie z.B. die un- und niedrig legierten Stähle, Zink und seine Legierungen, Aluminium und seine Legierungen weisen dagegen häufig deutlich höhere Massenverluste durch den leitenden Kontakt mit den nicht rostenden Stählen auf als bei freier Korrosion. Das bedeutet, dass die Gefahr von Schäden durch Kontaktkorrosion vom Grundsatz her oft gegeben ist.

Liegen bei guter Leitfähigkeit des angreifenden Mediums ungünstige Flächenverhältnisse (große Kathode/, kleine Anode) vor -z.B. Aluminium- oder Zink - bzw. verzinkte Schrauben in großflächigen Blechen aus nicht rostendem Stahl- kann es schon nach kurzem Betriebszeiten durch die Auflösung der Schrauben zu gravierenden Korrosionsschäden kommen. Umgekehrt sind z.B. nicht rostende Schrauben in Aluminiumblechen problemlos anwendbar.

Die für verschiedene Metallpaarungen mit nicht rostenden Stählen erhaltenden Abtragungsraten für unterschiedliche Medien bei unterschiedlichen Flächenverhältnissen sind in den Tabellen 1 bis 3 zusammengefasst.

Die Ergebnisse dieser Tabellen sind in der Regel auch auf vergleichbare Metalle übertragbar, z.B.

- SF-Kupfer auf F-Kupfer und Kupferlegierungen
- AlMg1, AlMg4,5 Mn auf andere AlMg-Legierungen und ähnliche Al-Legierungen
- Cu Zn20Al, Cu Zn 40 auf andere CuZn -Legie-

rungen und ähnliche Cu-Legierungen

Wenn die Beanspruchungsbedingungen und die Flächenverhältnisse vergleichbar sind.

Dagegen ist eine unkritische Übernahme von Angaben aus Tabellen und aus der Literatur problematisch, da fast immer das Korrosionssystem nicht oder nicht exakt genug beschrieben wird.

Erfahrungen in der Praxis haben gezeigt, dass die Verwendung von graphitierten oder Graphit-Dichtungen, insbesondere bei molybdänfreien austenitischen nicht rostenden Stählen, in kritischen Korrosionssystemen zu Kontaktkorrosion führen kann, die oft als Spaltkorrosion gedeutet wird.

Kontaktkorrosionsschäden von Werkstoffpaarungen mit nicht rostenden Stählen in der Atmosphäre sind unter normalen Bedingungen nicht möglich, da ein leitendes Medium, eine der notwendigen Voraussetzungen für den Ablauf von Korrosionsreaktionen, fehlt. Liegen Verschmutzung, hygroskopische oder dauerfeuchte Ablagerungen, selbstsaugende Dichtungen oder „dauerfeuchte“ Spalte vor, so sind auch unter den Bedingungen einer sonst unbedenklichen atmosphärischen Beanspruchung Schäden durch Kontaktkorrosion möglich.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Kontaktkorrosionsschäden an nicht rostenden Stählen praktisch nicht vorkommen, dass aber der unedlere Partner in der Werkstoffkombination mit nicht rostenden Stählen erhebliche Kontaktkorrosionsschäden erleiden kann.

4 Vermeiden von Kontaktkorrosion

Bereits bei der Planung sind Werkstoffe, die elektrisch leitend miteinander verbunden werden müssen, auszuwählen, die sich nicht gegenseitig negativ beeinflussen. Müssen Werkstoffe miteinander elektrisch leitend verbunden, eingesetzt werden, bei denen Kontaktkorrosion zu erwarten ist, kann man durch eine elektrische Trennung (Einbau von Isolierstücken) oder die Anwendung aktiver bzw. passiver Korrosionsschutzmaßnahmen Korrosionsschäden Vermeiden.

5 Normen

DIN 50 900 Teil 1 „Allgemeine Begriffe“, Beuth Verlag, Berlin
 DIN 50 900 Teil 2 „Elektrochemische Begriffe“ Beuth Verlag, Berlin
 DIN 50 900 Teil „Begriffe der Korrosionsuntersuchung“ Beuth Verlag, Berlin

DIN 50 919 „Korrosionsuntersuchungen der Kontaktkorrosion in Elektrolytlösungen“ Beuth Verlag, Berlin
 VG 81 249 Teil 3 „Korrosion von Metallen in Seewasser, Kontaktkorrosion in Seewasser“ Beuth Verlag, Berlin

E. Hargarter, H. Sass, „ Kontaktkorrosion zwischen verschiedenen Werkstoffen in Meerwasser“ , Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft 80 (1986) S. 105

6 Literaturnachweis

H.Gräfen, Korrosionsschutz durch Information und ; Kommentar zum DIN- Taschenbuch 219, Verlag Irene Kuron, Bonn (1988) S.37

H. Spähn, K. Fäßler „Kontaktkorrosion“, Werkstoffe u. Korrosion 17 (1966) S.321

D. Kuron „ Aufstellung von Kontaktkorrosionstabellen für Werkstoffkombinationen in Wässern Werkstoffe u. Korrosion 36 (1985) S. 173

D. Kuron, E-M. Horn, H.Gräfen "Praktische elektrochemische Kontaktkorrosionstabellen von Konstruktionswerkstoffen des Chemie-Apparatebaues" Metalloberfläche 26 (1967) Nr.2 S. 38

H.Spähn, K. Fäßler, „Kontaktkorrosion im Maschinen und Apparatebau „, Der Maschinen Schaden 40 (1967) Nr.3 S. 81

W.Schwenk, „Probleme der Kontaktkorrosion“, Metalloberfläche 35 (1981) Nr.5 S. 158

K-H. Wiedemann, B.Gerodetti, R. Dietiker, P.Gritsch, „ Automatische Ermittlung von Kontaktkorrosionsdaten und ihre Auswertung mittels Polarisationsdiagrammen“. Werkstoffe u. Korrosion 29 (1978) S. 27

Nichtrostender Stahl	Metall	Medium	Flächenverhältnis	Metallabtrag mm/Jahr
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			-
1.4741	SF-Cu	künstliches Meerwasser	1:1	0,12
			10:1	0,07
			1:10	1,00
	ungelierter Stahl (H)		1:1	0,38
			10:1	0,25
			1:10	1,10
	Zink		1:1	0,61
	Titan		1:1	0,01
1,4301	Ungelierter Stahl	Trinkwasser, belüftet	1:1	0,47
	Zink (Zn 99,9)			0,27
	Al 99,9			0,18
	SF- Cu			0,04
	Titan			-

Tabelle 1: Abtragungsraten der Metallpartner von nichtrostenden Stählen in unterschiedlichen Medien, nach Laborversuchen (DN 50919)

Nichtrostender Stahl	Flächenverhältnis	Metallabtrag Mm/Jahr
1.4541	1:1	4,39
	5:1	1,43
1.4571	1:1	3,88
	5:1	0,91

Tabelle 2: Abtragungsraten von Zn Cu Ti in Kontakt mit den Stählen 1.4541 und 1.4541 in 0,1 N NaCl (belüftet, Co² -gespült, Raumtemperatur)

Metallpartner	Nichtrostender Stahl		
	X6CrMo 17-1 1.4113	X2CrTi12 1.4512	X4CrNi18-10 1.4301
unlegierter Stahl	0,62	0,66	0,69
ungelierter Stahl, feuer-	0,51	0,51	0,55
Verzinkt	0,66	0,66	0,69
ZnAl 4Cu 1	0,15	0,29	0,29
AlMg 1	0,04	0,04	0,04
SF-CuCuZn 40	0,04	0,04	0,04

Tabelle 3: Abtragungsraten verschiedener Metallpartner in mm/Jahr in Kontakt mit unterschiedlichen nichtrostenden Stählen

Walter Kaiser GmbH 12099 Berlin Bergholzstraße 9 Tel: 030 6252035 Fax: 030
6252068 BeizgmbH@aol.com
Internet: www.beizgmbh.de