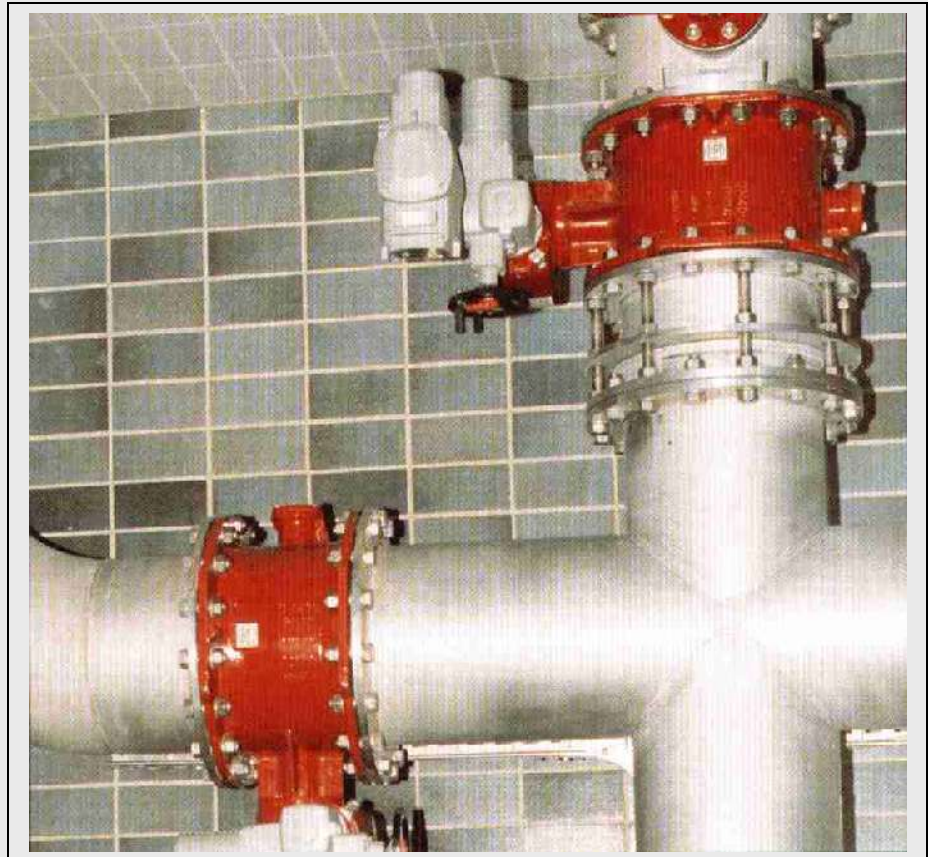




Merkblatt 829

## **Verträglichkeit von Edelstahl Rostfrei mit anderen Werkstoffen**



**Informationsstelle Edelstahl Rostfrei**

# Die Informationsstelle Edelstahl Rostfrei

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

- Edelstahlherstellung,
- Legierungsmittelindustrie,
- Edelstahlhandel- und Anarbeitung,
- Edelstahlverarbeitung,
- Oberflächenveredlung,
- Marktforschung für nichtrostende Stähle.

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

- praxisbezogene, zielgruppenorientierte Publikationen,
- Pressearbeit für Fach- und Publikumsmedien,
- Messebeteiligungen,
- Durchführung von Schulungsveranstaltungen,
- Information über Bezugsmöglichkeiten von Produkten aus Edelstahl Rostfrei.

Ein aktuelles Schriftenverzeichnis wird auf Anforderung kostenlos übersandt.

Die in dieser Broschüre enthaltenen Informationen vermitteln Orientierungshilfen. Gewährleistungsansprüche können hieraus nicht abgeleitet werden. Nachdrucke, auch auszugsweise, sind nur mit Genehmigung des Herausgebers gestattet.

Inhalt	Seite
1 Überblick	1
2 Definitionen – Allgemeine Zusammenhänge	1
3 Nichtrostende Stähle - Verträglichkeit mit anderen Werkstoffen	1
4 Vermeiden von Kontaktkorrosion	4
5 Normen	4
6 Literaturnachweis	5

## Impressum

Verträglichkeit von Edelstahl Rostfrei mit anderen Werkstoffen  
3. Auflage 1999

## Herausgeber

Informationsstelle  
Edelstahl Rostfrei  
Postfach 10 22 05  
40013 Düsseldorf  
Telefon: 0211 / 67 07-836  
Telefax: 0211 / 67 07-344

## Autoren

Ing. D. Kuron, Bonn  
Dr. D. Grimme, Düsseldorf

# 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 nichtrostenden 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/elektronenleitender Festkörper mit unterschiedlichen Freien Korrosionspotentialen 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 Massenverlust des unedleren Partners in der Kombination hängt von der Größe des fließenden Elementstroms und der Höhe der Eigenkorrosion beim sich einstellenden Mischpotential der Metallkombination ab. Der Elementstrom ist eine komplexe Größe, die von der geometrischen Anordnung, der Größe der medienberührten Elektrodenflächen, den Ruhepotentialen und den Polarisationswiderständen 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 Potentialdifferenz (Spannungsunterschied) zwischen den miteinander verbundenen Werkstoffen, sondern die Charakteristik der Teilstromdichte-Potential-Kurven beider Werkstoffe im angreifenden Medium verantwortlich. Die Korrosionsstromdichte (Elementstrom) und damit der Kontaktkorrosionsangriff kann sich bei gleicher Potentialdifferenz je nach Charakteristik der anodischen und kathodischen Teilstromdichte-Potential-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 (große Kathode/kleine Anode) vor, kann die Kontaktkorrosion zu einem Korrosionsschaden führen.

**In Kenntnis des o. g. Sachverhaltes sind das Heranziehen der theoretischen Spannungsreihe, aber auch der praktischen Spannungsreihen zur Abschätzung der Gefährdung von Werkstoffen 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 Werkstoffkombinationen mit nichtrostenden Stählen hinsichtlich der Kontaktkorrosion nur in sehr begrenzter Menge verfügbar.

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

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

Bei allen Kontaktkorrosionsuntersuchungen haben die austenitischen nichtrostenden Stähle in Werkstoffkombinationen mit

- un- und niedriglegierten Stählen,
- hochlegierten austenitischen Stählen (Sonderqualitäten),
- ferritisch-austenitischen Stählen,
- Nickel, Nickel-Basislegierungen und vernickelten Bauteilen,
- Kupfer und Kupferlegierungen,
- Aluminium und Aluminiumlegierungen,
- Zink, 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 nichtrostenden Stähle (17 % Cr) und

die ferritisch-austenitischen nichtrostenden Stähle.

Die in den Werkstoffkombinationen mit nichtrostenden Stählen unedleren Partner, wie z. B. die un- und niedriglegierten Stähle, Zink und seine Legierungen, Aluminium und seine Legierungen weisen dagegen häufig deutlich höhere Massenverluste durch den leitenden Kontakt mit den nichtrostenden 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 nichtrostendem Stahl - kann es schon nach kurzen Betriebszeiten durch die Auflösung der Schrauben zu gravierenden Korrosionsschäden kommen. Umgekehrt sind z.B. nichtrostende Schrauben in Aluminiumblechen problemlos anwendbar.

Die für verschiedene Metallpaarungen mit nichtrostenden Stählen erhaltenen Abtragungsraten für unterschiedliche Medien bei unterschiedlichen Flächenverhältnissen sind in den *Tabellen 1 bis 4* zusammengefaßt.

Kontaktkorrosionselement		Medium	Flächenverhältnis	Metallabtrag mm/Jahr
1.4016	unlegierter Stahl Zink (Zn 99,9) Al 99,9 F-Cu Titan	Trinkwasser, belüftet	1:1	0,47
				0,26
				0,17
				0,07
				<0,01
1.4541	SF-Cu	künstliches Meerwasser	1:1	0,12
			1:10	0,07
			10:1	1,00
	unlegierter Stahl		1:1	0,38
			1:10	0,25
			10:1	1,10
	Zink Titan		1:1	0,61
			1:1	<0,01

Tabelle 1: Abtragungsraten der Metallpartner von nichtrostenden Stählen in unterschiedlichen Medien

Kontaktkorrosionselement		Flächenverhältnis	Metallabtrag mm/Jahr
1.4541	ZnCuTi	1:1	4,39
		1:5	1,43
1.4571	ZnCuTi	1:1	3,88
		1:5	0,91

Tabelle 2: Abtragungsraten von ZnCuTi in Kontakt mit den Stählen 1.4541 und 1.4571 in 0,1 N NaCl (belüftet, CO<sub>2</sub>-gespült; Raumtemperatur) (DIN 50 919)

Metallpartner, Anode im Kontaktkorrosionselement	Nichtrostender Stahl		
	X6CrMo17-1 1.4113	X2CrTi12 1.4512	X5CrNi18-10 1.4301
	unlegierter Stahl	0,62	0,66
unlegierter Stahl, feuerverzinkt	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 Metallpartner in mm/Jahr in Kontakt mit unterschiedlichen nichtrostenden Stählen in einer wäßrigen NaCl-Lösung mit 5 Massen-% NaCl bei 35°C; Flächenverhältnis 1:1 (DIN 50 919)



Kontaktkorrosionselement		Flächenverhältnis	Metallabtrag mm/Jahr
1.4439	unlegierter Stahl	1:1	0,31
		4:1	0,75
		10:1	2,10
1.4439	Al Mg 4,5 Mn	1:1	0,17
		4:1	0,26
		10:1	0,95
1.4439	Cu Ni 10 Fe	4:1	0,07
1.4439	Cu Zn 20 Fe	4:1	0,18

Tabelle 4: Abtragungsraten verschiedener Metallpartner in mm/Jahr in Kontakt mit nichtrostendem Stahl 1.4439 in der Nordsee (Feldversuche), Versuchszeit 1 Jahr

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

- SF-Kupfer auf F-Kupfer und Kupferlegierungen,
- AlMg1, AlMg4,5Mn auf andere AlMg-Legierungen und ähnliche Al-Legierungen,
- CuZn20Al, CuZn40 auf andere CuZn-Legierungen 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.

In Bild 1 wird am Beispiel eines Kontaktelements feuerverzinkter Stahl / nichtrostender Stahl verdeutlicht, daß in unterschiedlich korrosiven Atmosphären bei einer längeren Benetzung mit einer ausreichend leitenden Elektrolytlösung der Korrosionsangriff auf den unedleren Partner – Feuerverzinkung – gegenüber dem Korrosionsangriff bei freier Korrosion zunimmt. In der Spritzwasserzone ist auf Grund einer längeren Beaufschlagung mit dem gut leitfähigen Medium – Meerwasser – der Korrosionsangriff auf die Verzinkung im leitenden Kontakt mit nichtrostendem Stahl deutlich größer.

Der Einfluß des Flächenverhältnisses Kathode zur Anode auf die Kontaktkorrosion wird in Bild 2 am Beispiel der Metallkombination nichtrostender Stahl / niedrigle-

gierter Stahl in Meewasser verdeutlicht. Man erkennt auch, daß der Abstand Kathode zur Anode in diesem gut leitfähigen Medium keinen wesentlichen Einfluß ausübt. Die Metallteile können bei Kontaktkorrosion also auch weiter voneinander entfernt sein, falls der elektrische Kontakt anderweitig (z.B. über eine gemeinsame Erdleitung) hergestellt wurde.

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

Eine Übersicht über Werkstoffpaarungen unter verschiedenen Einsatzbedingungen gibt **Tabelle 5**.

Kontaktkorrosionsschäden von Werkstoffpaarungen mit nichtrostenden 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 Verschmutzungen, 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 nichtrostenden Stählen praktisch nicht vorkommen, daß aber der unedlere Partner in der Werkstoffkombination mit nichtrostenden Stählen erhebliche Kontaktkorrosionsschäden erleiden kann.

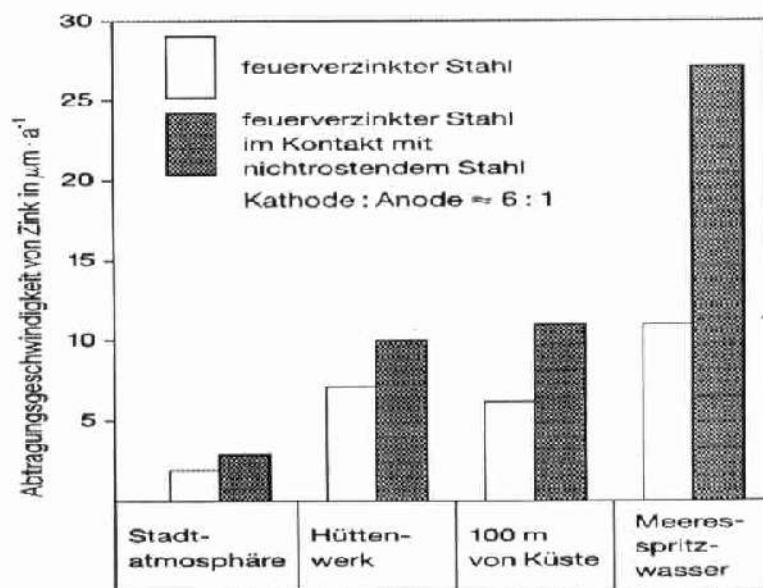


Bild 1: Unterschiedlich verstärkter Korrosionsangriff auf feuerverzinkten Stahl in Kontakt mit nichtrostendem Stahl bei Beanspruchung in der Atmosphäre

## 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.

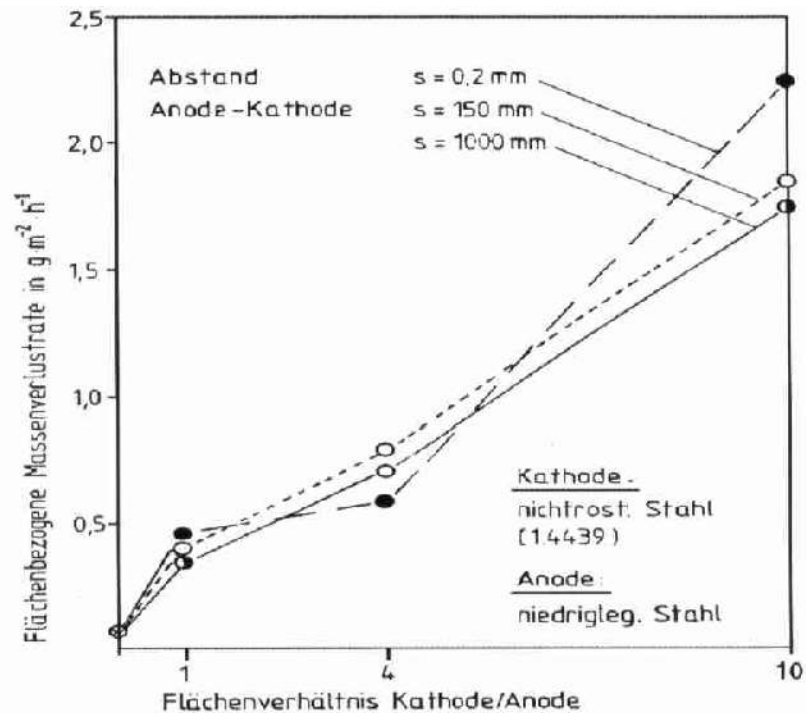


Bild 2: Einfluß von Flächenverhältnis und dem Abstand zwischen Anode und Kathode auf die Kontaktkorrosion des unedleren Partners – niedriglegierter Stahl (Anode) – in der Nordsee (Dauer tauchzone).

## 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 3 "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

Werkstoff mit großer Fläche	Werkstoff mit kleiner Fläche				
	C-Stahl Guß	Zink verz. Stahl	Al	Cu	nichtrostender Stahl
C-Stahl / Guß	+	-	-	+	+
Zink / verz. Stahl	+	+	+	o	+
Al	o / -	o	+	o / -	+
Cu	-	-	-	-	+ / o
nichtrostender Stahl	-	-	o / -	+	+

1) Bei atmosphärischer Beanspruchung

Werkstoff mit großer Fläche	Werkstoff mit kleiner Fläche				
	C-Stahl Guß	Zink verz. Stahl	Al	Cu	nichtrostender Stahl
C-Stahl / Guß	+	+	-	o / -*	+
Zink / verz. Stahl	-	+	-	o*	+
Al	-	o / -	+	-	+
Cu	-	-	-	+	+
nichtrostender Stahl	-	-	-	o	+
Stahl in Beton	-	-	-	+	+

2) In belüftetem Abwasser

Legende: + gut o unsicher - schlecht \* Kombination beeinflusst Korrosion der einzelnen Partner nur unwesentlich, wegen starker Eigenkorrosion des unedleren Partners nicht zu empfehlen.

Tabelle 5: Verträglichkeit verschiedener Werkstoffe unter unterschiedlichen Einsatzbedingungen

## 6 Literatur- nachweis

H. Gräfen, *Korrosionsschutz durch Information und Normung; 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" *Metall-oberfläche* 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

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



Informationsstelle Edelstahl Rostfrei  
Postfach 10 22 05  
40013 Düsseldorf  
[www.edelstahl-rostfrei.de](http://www.edelstahl-rostfrei.de)