KORROSION · GALVANISCHE SPANNUNGSREIHE · MISCHBAUWEISE · REFERENZDOKUMENT · ÖFFENTLICH

Kontaktkorrosion & Metallpaarungen

Welche Metalle sich berühren dürfen — die galvanische Spannungsreihe und die Regeln zum anodischen Index — sowie die übrigen Korrosionsarten und wie man sie konstruktiv aus einer Baugruppe fernhält.

REVISION	AUSGABE	VERANTWORTLICH	BEGLEITMATERIAL
1.0	June 2026	Ideambox Engineering	PDF-Referenz

KURZFASSUNG

Berühren sich zwei unterschiedliche Metalle in Gegenwart eines Elektrolyten (schon Luftfeuchte genügt), korrodiert das unedlere bevorzugt — Kontaktkorrosion (galvanische Korrosion). Sie gehört zu den häufigsten und zugleich am leichtesten vermeidbaren Feldausfällen von Baugruppen in Mischbauweise. Die galvanische Spannungsreihe und einige Regeln zeigen, welche Paarungen unbedenklich sind.

Abschnitt 1 erläutert die Kontaktkorrosion. Abschnitt 2 enthält die galvanische Spannungsreihe / den anodischen Index. Abschnitt 3 behandelt die Verträglichkeitsregeln. Abschnitt 4 behandelt die übrigen Korrosionsarten. Abschnitt 5 betrifft Gegenmaßnahmen. Abschnitt 6 enthält eine Checkliste.



ZWEI METALLE IN EINEM ELEKTROLYTEN BILDEN EIN GALVANISCHES ELEMENT: DAS UNEDLERE (ANODISCHE) KORRODIERT UND SCHÜTZT DAS EDLERE. DEN ABSTAND IM ANODISCHEN INDEX KLEIN HALTEN — UND BEDENKEN, DASS EINE KLEINE ANODE AN EINER GROSSEN KATHODE SCHNELL KORRODIERT.

INHALT

1. Kontaktkorrosion
2. Galvanische Spannungsreihe (anodischer Index)
3. Verträglichkeitsregeln
4. Weitere Korrosionsarten
5. Gegenmaßnahmen
6. Checkliste

1. Kontaktkorrosion

Kontaktkorrosion erfordert **drei Bedingungen gleichzeitig** — fehlt eine, kommt sie zum Stillstand:

1. **Zwei unterschiedliche Metalle** (unterschiedlich edel),
2. ein **Elektrolyt**, der sie verbindet (Meerwasser, Kondenswasser, schon feuchte Luft), und
3. **elektrischer Kontakt** zwischen ihnen.

Das unedlere (anodische) Metall wird zur Anode und korrodiert schneller, als es allein täte; das edlere (kathodische) Metall wird geschützt. Je größer der Potenzialabstand und je leitfähiger der Elektrolyt, desto schneller verläuft die Korrosion.

`Anode`	Das unedlere Metall — es korrodiert (verliert Material)
`Kathode`	Das edlere Metall — es wird geschützt
`Anodischer Index`	Edelkeit eines Metalls auf einer Skala von 0 (edel) bis 1.75 (unedel); die *Differenz* zeigt das Risiko an
`Flächenverhältnis`	Kathodenfläche / Anodenfläche — eine große Kathode an einer kleinen Anode ist der gefährliche Fall

2. Galvanische Spannungsreihe (anodischer Index)

Geordnet von **edel (kathodisch, geschützt)** bis **unedel (anodisch, korrodiert)** — die Indexdifferenz zweier gepaarter Metalle zeigt das Risiko an (nach MIL-STD-889):

METALL	ANODISCHER INDEX (V)
Gold, Platin, Graphit	0.00
Silber	0.15
Edelstahl (passiv), Titan, Nickel	0.30
Kupfer, Messing, Bronze	0.40
Zinn, Blei, Lot	0.65
Edelstahl (aktiv)	0.50–0.85
Kohlenstoffstahl, Gusseisen	0.85
Aluminiumlegierungen	0.90–0.95
Cadmium	0.80
Zink (und Verzinkung)	1.25
Magnesium	1.75

Zink und Aluminium wirken bewusst als **Opferanode** — Feuerverzinkung und Zinkstaubgrundierungen schützen Stahl, indem sie zuerst korrodieren. Edelstahl ist *im passiven Zustand* edel, wird aber in stehenden, sauerstoffarmen Spalten deutlich unedler.

3. Verträglichkeitsregeln

Die **Differenz im anodischen Index** unter dem Grenzwert für die jeweilige Umgebung halten:

UMGEBUNG	MAX. INDEXDIFFERENZ
Rau / maritim / im Freien	≤ 0.15 V
Normale Innenräume	≤ 0.25 V
Trocken / temperatur- und feuchtegeregelt	≤ 0.50 V

Außerdem das **Flächenverhältnis** beachten: Eine *kleine Anode* an einer *großen Kathode* korrodiert schnell (z. B. eine Stahlschraube in einer großen Kupferplatte — schlecht; eine Kupferschraube in einer großen Stahlplatte — weit weniger kritisch). Verbindungselemente müssen mindestens so edel sein wie die verbundenen Teile.

4. Weitere Korrosionsarten

ART	URSACHE	ABHILFE
Flächenkorrosion	allgemeine Oxidation	Beschichtung, Lack, edlere Legierung, Korrosionszuschlag
Lochkorrosion	Chloridangriff auf Passivschichten (Edelstahl)	316 (1.4401) bzw. höher Mo-legierte Sorten, stehende Medien vermeiden
Spaltkorrosion	sauerstoffarme Spalte (unter Dichtungen, Überlappungen)	Spalte abdichten/vermeiden, Entwässerung
Spannungsrisskorrosion	Zugspannung + spezifisches Medium	Spannung senken, beständige Legierung, Kugelstrahlen
Interkristalline Korrosion	sensibilisierte Edelstahlschweißnähte (Cr-Karbide)	kohlenstoffarme (304L/316L) oder stabilisierte Sorten

5. Gegenmaßnahmen

- **Verträgliche Paarungen wählen**
  die billigste Lösung sind Metalle innerhalb der zulässigen Indexdifferenz.

- **Isolieren**, wenn gemischt werden muss: nichtleitende Dichtungen, Isolierscheiben mit Bund/Isolierhülsen an Verbindungselementen, Beschichtung einer oder beider Kontaktflächen (den Stromkreis unterbrechen).

- **Günstiges Flächenverhältnis**
  Anode groß oder Kathode klein ausführen; nie ein winziges anodisches Verbindungselement in einem großen kathodischen Bauteil.

- **Die Kathode beschichten** (kontraintuitiv, aber richtig: eine Fehlstelle in der Beschichtung der Anode konzentriert den Angriff).

- **Opferanoden** (Zink/Magnesium) für große Strukturen; **Inhibitoren / Dichtstoffe**, um den Elektrolyten fernzuhalten.

- **Entwässerung**
  Wassersäcke und Spalte konstruktiv vermeiden.

6. Checkliste

- **Alle sich berührenden Metalle auflisten** (einschließlich Verbindungselemente, Beschichtungen, Federn).
- **Elektrolyt?** trockener Innenraum, feucht, Spritzwasser oder getaucht/maritim.
- **Indexdifferenz**
  jedes Metall nachschlagen; die Differenz mit dem Grenzwert der Umgebung vergleichen.
- **Flächenverhältnis**
  ist die Anode klein im Verhältnis zur Kathode? Verbindungselemente mindestens so edel wie die Verbindung.
- **Bei Unverträglichkeit:** isolieren (Dichtung/Hülse/Beschichtung), Werkstoff neu wählen oder ein Opferelement vorsehen
  und Spalte sowie Wassersäcke konstruktiv vermeiden. Ergänzend: die Referenzen
  Wärme- & Oberflächenbehandlung
  und
  Werkstoffe
  .

This document is also a web page, kept up to date:
https://ideambox.com/de/downloads/galvanic-corrosion-chart/

Designing something that needs this? ideambox.com/contact