

Korrosion der Metalle
**Prüfung und Beurteilung des Korrosionsschutzes
beschichteter metallischer Werkstoffe bei
Korrosionsbelastung durch wäßrige Korrosionsmedien**

DIN
50 928

Corrosion of metals; testing and assessment of the corrosion protection of coated metallic materials under corrosive action by aqueous media

Corrosion des métaux; vérification et jugement de la protection contre la corrosion des matériaux métalliques revêtus sous chargement corrosif en milieux aqueux

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich und Zweck	2	8.4.2 Anodische Blasen	4
2 Begriffe	2	8.4.3 Neutrale Blasen	4
2.1 Blasen	2	9 Verfahren zur Untersuchung von	
2.2 Elektrochemische Beeinflussung	2	Beschichtungseigenschaften	4
2.3 Fremdelektrode (Fremdanode, Fremdkathode)	2	9.1 Haftvermögen	4
2.4 Kathodische Unterwanderung	2	9.2 Spezifischer Beschichtungswiderstand	4
2.5 Mischinstallation	2	9.3 Kathodische Unterwanderung	5
3 Werkstoffe	2	9.4 Elektrochemische Blasenbildung	5
4 Beschichtungen	2	9.5 Blasenbildung bei Temperaturgefälle	5
4.1 Dünnbeschichtungen	2	9.6 Kathodische Wirkung von beschichteten	
4.2 Dickbeschichtungen	2	Werkstoffflächen	5
5 Elektrochemischer Korrosionsschutz	3	9.6.1 Messung des Elementstromes	5
6 Korrosionsmedien	3	9.6.2 Messung des Polarisationsstromes	6
7 Arten der Korrosionsbelastung	3	10 Bedeutung von Beschichtungseigenschaften	
7.1 Kathodische Beeinflussung	3	für die Wirkung des Korrosionsschutzes	6
7.2 Anodische Beeinflussung	3	10.1 Haftvermögen	6
7.3 Physikalisch-chemische Belastung	3	10.2 Kathodische Unterwanderung	6
8 Erscheinungsformen und Ursachen der		10.3 Blasenbildung	6
Veränderung an Beschichtungen sowie der		11 Beurteilung der Korrosionsschutzwirkung	
Korrosion des Grundwerkstoffs	3	und Mindestanforderungen	6
8.1 Verminderung des Haftvermögens bei		11.1 Korrosionsschutz von Konvexflächen	
poren- und verletzungsfreier Beschichtung	3	(Außenschutz von Rohren und Behältern)	7
8.2 Lochkorrosion am Grundwerkstoff im Bereich		11.2 Korrosionsschutz von ebenen Flächen	7
von Poren oder Verletzungen in der		11.3 Korrosionsschutz von Konkavflächen	
Beschichtung	3	(Innenschutz von Rohren, Behältern und	
8.3 Kathodische Unterwanderung	4	Apparaten)	7
8.4 Blasenbildung	4	11.4 Elementbildung und Lochkorrosion	7
8.4.1 Kathodische Blasen	4	Zitierte Normen	8
		Erläuterungen	8

Fortsetzung Seite 2 bis 8

Normenausschuß Materialprüfung (NMP) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
Normenausschuß Anstrichstoffe und ähnliche Beschichtungsmittel (FA) im DIN
Normenausschuß Gastechnik (NAGas) im DIN

1 Anwendungsbereich und Zweck

Die Festlegungen dieser Norm sind Grundlagen für die Prüfung und Beurteilung des Korrosionsschutzes metallischer Werkstoffe durch Beschichtungen bei Belastung durch wäßrige Korrosionsmedien, die zeitweise oder ständig auf den Werkstoff einwirken. Dabei kann es sich um Bauteile, Behälter und Rohre in Erdböden und Wässern oder um Rohre, Behälter und Apparate mit innerer Korrosionsbelastung handeln. Von besonderer Bedeutung sind hierbei elektrochemische Einflußgrößen, die durch Kontakt mit unbeschichteten Metallen, insbesondere bei Mischinstallation, und bei Anwenden elektrochemischer Schutzmaßnahmen gegeben sind.

Die Wirkung des Korrosionsschutzes eines Bauteils wird durch die Eigenschaften des Werkstoffs, die Güte der Oberflächenvorbereitung, die fachgerechte Applikation, die Eigenschaften der Beschichtung und die chemische und physikalische Beschaffenheit des Korrosionsmediums sowie durch die Betriebsbedingungen und durch äußere elektrochemische und konstruktive Einflußgrößen bestimmt. Da diese Einflußgrößen nicht immer ausreichend bekannt sind, kann über die voraussichtliche Korrosionsschutzwirkung und ihre Dauer keine sichere Aussage gemacht werden. Ein frühzeitiges Versagen der Korrosionsschutzwirkung ist bei Beachten der technischen Regeln wenig wahrscheinlich und nur bei Zusammentreffen mehrerer ungünstiger Faktoren zu erwarten.

Diese Norm behandelt nicht Maßnahmen der Vorbereitung und Applikation, Beschichtungssysteme und deren Auswahl, dazu gelten die Angaben in DIN 55 928 Teil 2, Teil 4, Teil 5 und Teil 6.

Diese Norm behandelt nicht den Korrosionsschutz durch Beschichtung bei atmosphärischer Belastung, siehe DIN 55 928 Teil 1.

2 Begriffe

In dieser Norm werden Begriffe aus DIN 50 900 Teil 1 bis Teil 3, DIN 50 927, DIN 30 675 Teil 1, DIN 55 928 Teil 1 und DIN 55 945 verwendet.

Darüber hinaus werden im Anwendungsbereich dieser Norm folgende Begriffe benutzt:

2.1 Blasen

Eine Blase im Sinne dieser Norm ist eine konvexe Verformung der Beschichtung als Folge einer Permeation von Molekülen oder Ionen aus dem Medium durch die Beschichtung und deren Folgereaktionen an der Metalloberfläche oder innerhalb des Beschichtungssystems.

Je nach der Ursache ihrer Entstehung unterscheidet man anodische, kathodische und neutrale Blasen.

2.2 Elektrochemische Beeinflussung

Unter einer elektrochemischen Beeinflussung im Sinne dieser Norm versteht man eine Polarisation des betrachteten Objektes durch Gleichströme. Dabei handelt es sich entweder um Elementströme bei metall leitender Verbindung mit Konstruktionsteilen, die ein anderes Freies Korrosionspotential als das betrachtete Objekt haben, um Streuströme oder um Schutzströme für den elektrochemischen Korrosionsschutz.

Bei einer anodischen bzw. kathodischen Beeinflussung wird das Potential des beeinflussten Objektes zu positiven bzw. negativeren Werten geändert.

2.3 Fremdelektrode (Fremdanode, Fremdkathode)

Eine Fremdelektrode ist ein metallisches Konstruktions teil, das mit dem betrachteten Objekt metall leitend verbunden ist. Eine Fremdanode hat ein negativeres und eine Fremdkathode ein positiveres Freies Korrosionspotential als das betrachtete Objekt.

2.4 Kathodische Unterwanderung

Kathodische Unterwanderung ist die örtliche Aufhebung des Haftvermögens einer Beschichtung, die von Poren oder Verletzungen in der Beschichtung ausgeht und durch eine hochalkalische Flüssigkeit bewirkt wird, die durch eine kathodische Teilreaktion an der unbeschichteten Metalloberfläche am Grunde der Pore oder Verletzung entsteht.

2.5 Mischinstallation

Eine Mischinstallation besteht aus verschiedenen metallischen Werkstoffen sowie aus Metallen mit und ohne Beschichtungen, Überzügen oder Einbettungen in Zementmörtel oder Beton, die miteinander metall leitend verbunden sind.

3 Werkstoffe

In dieser Norm wird vorzugsweise der Korrosionsschutz durch Beschichtungen für unlegierte und niedriglegierte Eisenwerkstoffe mit einer Zugfestigkeit $R_m < 1100 \text{ N mm}^{-2}$ und mit einer maximalen Aufhärtung an Schweißen von 400 HV 30 beschrieben. Diese Werkstoffe können einen metallischen Überzug aus Zink und/oder Aluminium haben, der z. B. durch Schmelztauchverfahren oder durch thermisches Spritzen aufgebracht ist, siehe DIN 55 928 Teil 5.

Die Norm kann sinngemäß auch auf Werkstoffe angewendet werden, die ein negativeres Freies Korrosionspotential als unlegierte Eisenwerkstoffe haben, z. B. Aluminium und Zink.

Werkstoffe, die ein positiveres Freies Korrosionspotential als unlegierte Eisenwerkstoffe haben, z. B. Kupfer und hochlegierte nichtrostende Stähle mit einem Massenanteil $w(\text{Cr})$ von mindestens 16%, werden im allgemeinen nicht beschichtet.

Sollte dies in Ausnahmefällen erforderlich sein, so kann diese Norm sinngemäß angewendet werden.

4 Beschichtungen

Beschichtungen für den Anwendungsbereich dieser Norm enthalten ganz oder überwiegend organische Bindemittel und werden wie folgt unterschieden.

4.1 Dünnbeschichtungen

Beschichtungen oder Beschichtungssysteme bis zu etwa 0,8 mm mittlerer Gesamtschichtdicke sind im Sinne dieser Norm Dünnbeschichtungen. Sie bestehen bevorzugt aus Duroplasten, die ein- oder mehrschichtig aufgebracht werden, siehe DIN 55 928 Teil 5 und Teil 9, und DIN 30 671*).

4.2 Dickbeschichtungen

Beschichtungen oder Beschichtungssysteme mit einer mittleren Gesamtschichtdicke über etwa 0,8 mm werden im Sinne dieser Norm als Dickbeschichtungen bezeichnet.

*) Z. Z. Entwurf

Sie bestehen meist aus Bitumen oder aus Thermoplasten, siehe z. B. DIN 30 673*), DIN 30 670. Sie bestehen vereinzelt auch aus Duroplasten, siehe DIN 55 928 Teil 5, DIN 30 671*).

Für den Außenschutz werden auch Bindsysteme nach DIN 30 672 eingesetzt.

5 Elektrochemischer Korrosionsschutz

Zur Vermeidung einer Korrosionsgefährdung an unbeschichteten Bereichen, z. B. Poren oder Verletzungen in der Beschichtung, kann ein zusätzlicher elektrochemischer Korrosionsschutz angewandt werden. Bei den in Abschnitt 3 genannten Werkstoffen kommt nur der kathodische Korrosionsschutz in Frage, siehe DIN 30 676 und DIN 50 927.

Für den äußeren Korrosionsschutz kommt zusätzlich die Trennung von Fremdkathoden als Schutzmaßnahme in Betracht, siehe DIN 30 675 Teil 1 und DIN 50 929 Teil 1 und Teil 3.

6 Korrosionsmedien

Als Korrosionsmedien kommen Wässer und Erdböden in Betracht. Für die Beurteilung der Korrosionsschutzwirkung nach dieser Norm werden nicht alle Angaben nach DIN 50 929 Teil 1 benötigt. Es genügen:

- die Temperatur,
 - das Temperaturgefälle bei Wärmeübergang zwischen Werkstoff und Medium,
 - der pH-Wert;
- sowie Angaben über die Größenordnung:
- der elektrolytischen Leitfähigkeit,
 - der Konzentration der Alkaliionen (in gleicher Weise wirken auch andere Kationen starker Basen, z. B. Ammonium- und Bariumionen),
 - der Konzentration der Chlorid- und Sulfationen (in gleicher Weise wirken auch andere Anionen starker Säuren).

7 Arten der Korrosionsbelastung

Eine freie Korrosion des metallischen Werkstoffs ist nur möglich, wenn keine Mischinstallation vorliegt, die Beschichtung poren- und verletzungsfrei ist und wenn weder elektrochemischer Korrosionsschutz noch Streuströme einwirken. Im allgemeinen ist immer mit einer elektrochemischen Beeinflussung zu rechnen.

7.1 Kathodische Beeinflussung

Folgende Gegebenheiten können die beschichtete Werkstoffoberfläche kathodisch beeinflussen:

- a) Korrosion des Grundwerkstoffs im Bereich von Poren oder Verletzungen,
- b) Kontakt mit Fremdanoden (unbeschichtete Werkstoffteile in der Konstruktion),
- c) kathodischer Korrosionsschutz,
- d) Streustrom-Eintritt (z. B. aus elektrochemischen Schutzanlagen).

Die Intensität der kathodischen Beeinflussung nimmt im allgemeinen in der Reihenfolge von a) nach d) zu.

*) Z. Z. Entwurf

7.2 Anodische Beeinflussung

Folgende Gegebenheiten können die beschichtete Werkstoffoberfläche anodisch beeinflussen:

- a) passivierter Grundwerkstoff im Bereich von Poren oder Verletzungen (nur in passivierenden Medien),
- b) Kontakt mit Fremdkathoden (Mischinstallation),
- c) Streustrom-Austritt (z. B. aus elektrochemischen Schutzanlagen).

Die Intensität der anodischen Beeinflussung nimmt im allgemeinen in der Reihenfolge von a) nach c) zu.

Für Zink und Aluminium sowie zink- und aluminiumhaltige Überzüge auf Stahl können unlegierte Eisenwerkstoffe Fremdkathoden sein.

7.3 Physikalisch-chemische Belastung

Als physikalisch-chemische Belastung der beschichteten Oberfläche können in Frage kommen

- a) Belastungen durch permeationsfähige Moleküle (z. B. O_2 , CO_2)
- b) Belastungen durch Wasserdampf, insbesondere bei:
 - Osmose: Die Wasserdampfpermeation nimmt zu mit abnehmendem Salzgehalt des Mediums bzw. mit zunehmendem Salzgehalt (Verunreinigung) an der Metalloberfläche.
 - Thermodiffusion: Die Wasserdampfpermeation nimmt zu mit ansteigender Temperaturdifferenz zwischen dem wärmeren Medium und dem kälteren Werkstoff.

8 Erscheinungsformen und Ursachen der Veränderung an Beschichtungen sowie der Korrosion des Grundwerkstoffs

8.1 Verminderung des Haftvermögens bei poren- und verletzungsfreier Beschichtung

Als Ursachen kommen in Frage:

Reaktionen an der Phasengrenze Werkstoff/Beschichtung bei chemischer Belastung nach Abschnitt 7.3 sowie kathodischer Beeinflussung nach Abschnitt 7.1. Der Werkstoff kann dabei einen sehr geringen flächigen Korrosionsangriff in Form einer Verfärbung zeigen.

8.2 Lochkorrosion am Grundwerkstoff im Bereich von Poren oder Verletzungen in der Beschichtung

Als Ursache kommt in Frage:

Elementbildung mit Fremdkathoden bei Mischinstallation oder mit der beschichteten Werkstofffläche als Kathode. Die Wirkung der beschichteten Werkstofffläche als Kathode ist sowohl von der Art des Beschichtungssystems, insbesondere von der Art der Grundbeschichtung, als auch von der Schichtdicke abhängig.

Anmerkung: Bei Beschichtungen mit an Zinkstaub reicher Grundbeschichtung oder bei Beschichtungen auf verzinktem Stahl kann das Ruhepotential der beschichteten Fläche negativer als das Ruhepotential des unbeschichteten Stahls sein, falls die Deckbeschichtung einen ausreichend kleinen spezifischen Beschichtungswiderstand hat. In diesem Falle kann die Korrosion der Stahloberfläche an Poren und Verletzungen durch kathodische Polarisation vermindert werden, wobei im Zink-