

Korrosion der Metalle
**Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe
bei äußerer Korrosionsbelastung**
Rohrleitungen und Bauteile in Böden und Wässern

DIN
50 929
Teil 3

Corrosion of metals; probability of corrosion of metallic materials under external corrosion conditions; pipelines and structural component parts in soil and water

Corrosion des métaux; probabilité de corrosion des matériaux métalliques sous chargement corrosif extérieure; conduites et éléments de construction dans le terrain et l'eau

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich und Zweck	2	6.1.2 Korrosion an der Wasser/Luft-Grenze.	8
2 Begriffe	2	6.1.3 Elementbildung mit Fremdkathoden	8
2.1 Abschlambbares	2	6.2 Hochlegierte nichtrostende Stähle	8
2.2 Bindigkeit	2	6.3 Feuerverzinkte Stähle	8
2.3 Bauteile	2	6.4 Kupferwerkstoffe	9
3 Werkstoffe	2	7 Spannungsrißkorrosion	9
4 Korrosionsmedien	2	7.1 Unlegierte und niedriglegierte Eisenwerkstoffe . .	9
5 Abschätzung der Korrosions- wahrscheinlichkeit in Erdböden	2	7.2 Austenitische Cr-Ni-Stähle	9
5.1 Unlegierte und niedriglegierte Eisenwerkstoffe . .	2	7.3 Feuerverzinkte Stähle	9
5.1.1 Freie Korrosion ohne ausgedehnte Konzentrationselemente	2	7.4 Kupferwerkstoffe	9
5.1.2 Freie Korrosion mit ausgedehnten Konzentrationselementen	5	8 Maßnahmen für den Korrosionsschutz	9
5.1.3 Beurteilung der Wirksamkeit anodischer und kathodischer Bereiche ohne Fremdkathoden . .	5	8.1 Unlegierte und niedriglegierte Eisenwerkstoffe . .	9
5.1.4 Anodische Korrosion durch Elementbildung mit Fremdkathoden	6	8.1.1 Maßnahmen gegen freie Korrosion ohne und mit Konzentrationselementen	9
5.2 Hochlegierte nichtrostende Stähle	6	8.1.2 Maßnahmen gegen Elementbildung mit Fremdkathoden	9
5.3 Feuerverzinkte Stähle	6	8.1.3 Maßnahmen gegen Streuströme	10
5.4 Kupferwerkstoffe	6	8.1.4 Maßnahmen gegen Spannungsrißkorrosion . .	10
6 Abschätzung der Korrosions- wahrscheinlichkeit in Wässern	8	8.2 Hochlegierte und nichtrostende Stähle	10
6.1 Unlegierte und niedriglegierte Eisenwerkstoffe . .	8	8.2.1 Maßnahmen gegen Loch- und Spaltkorrosion .	10
6.1.1 Freie Korrosion im Unterwasserbereich	8	8.2.2 Maßnahmen gegen Spannungsrißkorrosion . .	10
		8.3 Feuerverzinkte Stähle	10
		8.4 Kupferwerkstoffe	10
		8.4.1 Maßnahmen gegen freie Korrosion	10
		8.4.2 Maßnahmen gegen Streuströme	10
		8.4.3 Maßnahmen gegen Spannungsrißkorrosion . .	10

Fortsetzung Seite 2 bis 12

Normenausschuß Materialprüfung (NMP) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
Normenausschuß Gastechnik (NAGas) im DIN

Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, gestattet.

1 Anwendungsbereich und Zweck

Die Festlegungen dieser Norm dienen zur Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit von metallischen Rohrleitungen, Behältern und Bauteilen, deren Außenfläche Erdböden und Oberflächenwässern ausgesetzt sind.

Die Korrosionswahrscheinlichkeit dieser Teile wird nicht nur durch die Eigenschaften der Werkstoffe und Korrosionsmedien, sondern auch durch die Art der Konstruktion, deren räumliche Ausdehnung sowie von fremden elektrochemischen Einflüssen bestimmt. Da diese Einflußgrößen nicht immer ausreichend genau beschrieben werden können, sind über die zu erwartende Korrosion nur Wahrscheinlichkeitsaussagen möglich. Diese sollen im wesentlichen darüber unterrichten, in welcher Art und in welchem Ausmaß Korrosion auftritt und welche Schutzmaßnahmen zweckmäßig oder unbedingt erforderlich sind. In dieser Norm werden die Angaben in DIN 50 929 Teil 1 vorausgesetzt.

2 Begriffe

In dieser Norm werden Begriffe aus DIN 50 900 Teil 1 bis Teil 3, DIN 50 929 Teil 1 sowie aus DIN 30 676 verwendet. Darüber hinaus werden folgende Begriffe benutzt.

2.1 Abschlämbbares

Das Abschlämbbare sind die tonigen und schluffigen Bestandteile des Erdbodens mit einer Korngröße von $< 0,06$ mm, die durch Schlämmen aus einem vorgegebenen Gefäß mit festgelegter Strömungsgeschwindigkeit bis zur völligen Klarheit des überlaufenden Wassers abgetrennt werden.

Anmerkung: Das Abschlämbbare ist ein Komplementärbegriff zu Sediment.

2.2 Bindigkeit

Die Bindigkeit des Erdbodens im Sinne dieser Norm wird durch den Gehalt an tonigen und schluffigen Bestandteilen, d. h. durch den Gehalt an Abschlämbbarem bedingt. Dieser kennzeichnet den Belüftungszustand des Erdbodens.

2.3 Bauteile

Bauteile im Sinne dieser Norm sind unterirdische Verkehrsbauwerke, Spundwände, Mastfüße, Rammpfähle und dergleichen.

3 Werkstoffe

Die in der vorliegenden Norm behandelten Werkstoffe sind in DIN 50 929 Teil 1 aufgeführt. Bei Anwendung anderer als der dort aufgeführten Werkstoffe kann nur von einem Sachkundigen beurteilt werden, ob und in welchem Ausmaß der Inhalt dieser Norm anwendbar ist.

4 Korrosionsmedien

Die Beurteilung der Korrosionsmedien erfolgt an Hand von Untersuchungen der in den Tabellen 1 und 6 aufgeführten Größen und den dort angegebenen Bewertungs-

zahlen. Diese Bewertungszahlen werden für die verschiedenen aufgeführten Korrosionsarten und Werkstoffe unterschiedlich verwertet.

5 Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit in Erdböden

5.1 Unlegierte und niedriglegierte Eisenwerkstoffe

Unlegierte und niedriglegierte Eisenwerkstoffe können in Erdböden durch Korrosion gleichmäßigen Flächenabtrag, bevorzugt aber Mulden- oder Lochfraß erleiden. Örtliche Korrosionserscheinungen sind allgemein auf Ausbildung von Korrosionselementen oder Wirkung von Fremdkathoden zurückzuführen. Die Erdböden werden nach ihrer unterschiedlichen Korrosivität in Bodenklassen eingestuft. Meeres- und Seeböden können mit Hilfe der nachfolgenden Angaben nicht beurteilt werden.

5.1.1 Freie Korrosion

ohne ausgedehnte Konzentrationselemente

Freie Korrosion ohne Ausbildung von Konzentrations-elementen, insbesondere Belüftungselementen, kommt praktisch nicht vor. Bedingungen der homogenen freien Korrosion liegen in guter Näherung bei Proben vor, die zuweilen für Naturkorrosionsversuche in homogenen Erdböden zum Beurteilen der Bodenaggressivität verwendet werden. Die Abtragungsraten liegen um $0,01$ bis $0,1$ mm a⁻¹ und klingen bei der Ausbildung von Deckschichten meist zeitlich ab.

Solche Verhältnisse sind bedingt auch auf Objekte geringer räumlicher Ausdehnung übertragbar, wenn Gefährdung durch Fremdkathoden ausgeschlossen ist und ein homogener Boden vorliegt. Hierzu zählen auch Rohrleitungen mit nicht längskraftschlüssigen Rohrverbindungen und hochohmiger Umhüllung bei Anwesenheit kleiner Fehlstellen in der Umhüllung.

Zur Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit dienen Bewertungszahlen Z_1 bis Z_{12} der Tabelle 1. Diese Bewertungszahlen werden aufgrund von Bodenanalysen für Z_1 bis Z_8 und aus Informationen über die örtlichen Gegebenheiten für Z_9 bis Z_{12} gewonnen. Aus den Bewertungszahlen errechnet sich nach Gleichung (1) eine Bewertungszahlsumme B_0 . Diese dient nach Tabelle 2 zur Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit für freie Korrosion an der betreffenden Stelle der Probenentnahme und zur Einstufung in Bodenklassen und berücksichtigt nicht die Möglichkeit ausgedehnter Konzentrationselemente bei heterogenen Böden.

$$B_0 = Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5 + Z_6 + Z_7 + Z_8 + Z_9 \quad (1)$$

Eine erhöhte Korrosionswahrscheinlichkeit liegt immer in stark verunreinigten Böden (Brennstoffasche, Schlacke, Kohlestücke, Koks, Müll, Schutt, Abwässer) als Folge von Konzentrationselementen und bei Elementbildung mit Fremdkathoden, siehe Abschnitt 5.1.4, vor.

Tabelle 1. Angaben zur Beurteilung von Erdböden

Nr	Merkmal und Meßgröße	Einheit	Meßwertbereiche	Bewertungszahl
a) Beurteilung einer Bodenprobe				
1	Bodenart	Massenanteile in %	≤ 10 > 10 bis 30 > 30 bis 50 > 50 bis 80 > 80	Z_1
	a) Bindigkeit: Anteil an abschlämmbaren Bestandteilen			+4 +2 0 -2 -4
	b) Torf-, Moor-, Schlick- und Marschböden, organischer Kohlenstoff			-12
	c) stark verunreinigte Böden Verunreinigungen durch Brennstoffasche, Schlacke, Kohlestücke, Koks, Müll, Schutt Abwässer			-12
2	spezifischer Bodenwiderstand	Ohm cm	$> 50\,000$ $> 20\,000$ bis 50 000 $> 5\,000$ bis 20 000 $> 2\,000$ bis 5 000 $1\,000$ bis 2 000 < 1000	Z_2
				+4
				+2
				0
				-2 -4 -6
3	Wassergehalt	Massenanteile in %	≤ 20 > 20	Z_3
				0 -1
4	pH-Wert		> 9 $> 5,5$ bis 9 4 bis 5,5 < 4	Z_4
				+2
				0
				-1 -3
5	Pufferkapazität	mmol /kg	< 200 200 bis 1000 > 1000	Z_5
	Säurekapazität bis pH 4,3 (Alkalität $K_{S4,3}$)			0 +1 +3
	Basekapazität bis pH 7,0 (Acidität $K_{B7,0}$)			0 -2 -4 -6 -8 -10
6	Sulfid (S^{2-})	mg/kg	< 5 5 bis 10 > 10	Z_6
				0 -3 -6
7	Neutralsalze (wäßriger Auszug) $c(Cl^-) + 2 c(SO_4^{2-})$	mmol /kg	< 3 3 bis 10 > 10 bis 30 > 30 bis 100 > 100	Z_7
				0 -1 -2 -3 -4
8	Sulfat (SO_4^{2-} , salzsaurer Auszug)	mmol /kg	< 2 2 bis 5 > 5 bis 10 > 10	Z_8
				0 -1 -2 -3

Tabelle 1. (Fortsetzung)

Nr	Merkmal und Meßgröße	Einheit	Meßwertbereiche	Bewertungszahl
b) Beurteilung aufgrund örtlicher Gegebenheiten				
9	Lage des Objektes zum Grundwasser	Grundwasser nicht vorhanden Grundwasser vorhanden Grundwasser wechselt zeitlich		Z_3
				0
				-1
				-2
10	Bodenhomogenität, horizontal Bodenwiderstandsprofil: ermittelt werden Änderungen von Z_2 (nach Zeile 2) von benachbarten Bodenbereichen: ΔZ_2 (Bei dieser Bewertung werden alle positiven Z_2 -Werte gleich „+1“ gesetzt)	$ \Delta Z_2 < 2$ $2 \leq \Delta Z_2 \leq 3$ $ \Delta Z_2 > 3$		Z_{10}
				0
				-2
				-4
11	Bodenhomogenität, vertikal a) Boden in unmittelbarer Umgebung	homogene Einbettung mit artgleichem Erdboden, Sand inhomogene Einbettung mit bodenfremden Bestandteilen, z. B. Holz, Wurzeln u. dgl. sowie mit stark artverschiedenen korrosiveren Böden		Z_{11}
				0
				-6
	b) Schichtung unterschiedlicher Böden mit verschiedenen Z_3 -Werten; Ermittlung von $ \Delta Z_2 $ entsprechend Zeile 10	$2 \leq \Delta Z_2 \leq 3$ $ \Delta Z_2 > 3$		-1
				-2
12	Objekt/Boden-Potential $U_{Cu/CuSO_4}$ (zur Feststellung von Fremdkathoden) Ist eine Potentialmessung nicht möglich, z. B. bei der Beurteilung eines Bodens ohne Objekt, ist $Z_{12} = -10$ zu setzen, wenn Kohlenstücke oder Koks vorhanden sind	V		Z_{12}
				-3
				-8
			$-0,5$ bis $-0,4$ $> -0,4$ bis $-0,3$ $> -0,3$	-10

Anmerkung zur Tabelle 1: Bei einer Beurteilung nach Nr 1 und Nr 11 ist jeweils nur eine, und zwar die negativste Bewertungszahl einzusetzen.

Die Ermittlungen zu Nr 9 bis Nr 12, möglichst auch zu Nr 2, erfolgen am Ort. Die Untersuchungen Nr 1 bis Nr 8 werden an Bodenproben im Laboratorium durchgeführt. Dabei ist darauf zu achten, daß die Entnahme der Bodenproben für das Beurteilungsprojekt und für die Fragestellung ausreichend repräsentativ ist. Es empfiehlt sich, gezielt dem jeweiligen Objekt angepaßt, mehrere Bodenproben zu untersuchen und die Ergebnisse zu einer Gesamtbeurteilung zusammenzufassen.

Die Tabelle enthält keine allgemeine Bezeichnungen für die Bodenart. Die zur Erörterung von Korrosionsfragen häufig wichtigen anaeroben Böden, in denen sulfatreduzierende Mikroorganismen wirksam sind, werden durch folgende Daten gekennzeichnet: $Z_1 < -2$, $Z_7 \leq -2$ und insbesondere $Z_6 = -6$.

Für die analytischen Untersuchungen werden Bodenproben ~ 1 h bei 105°C getrocknet und die Meßgrößen auf die Trockensubstanz bezogen.

Für die Untersuchung Nr 7 werden etwa 10 g Boden mit 50 ml 20%iger Salzsäure umgesetzt und das Sulfat im salzsauren Auszug bestimmt. Für die Untersuchung Nr 8 werden etwa 250 g Boden mit 1 l Deionat und der Gehalt an Chlorid- und Sulfationen im wäßrigen Auszug bestimmt.

Die Untersuchungsverfahren, mit Ausnahme Nr 1 b), sind in [1] beschrieben.

Die Bestimmung Nr 1 b) wird wie folgt durchgeführt:

Eine Einwaage von etwa 100 g trockenem Boden wird mit etwa 200 ml Salzsäure, etwa 18%, versetzt, bis zur Trockne eingedampft, mit etwa 100 ml verdünnter Salzsäure aufgenommen und filtriert. Der Filtrückstand wird bei etwa 105°C bis zur Wägekonzanz getrocknet, analysenfein zerkleinert, homogenisiert und ein abgewogener Teil davon bei etwa 1200°C im Sauerstoffstrom geglüht. Das entstehende Kohlendioxid wird nach einem gängigen Verfahren, z. B. Absorption, quantitativ bestimmt und in Massenanteil-% C umgerechnet.