

	DIN EN ISO 9223	<div>DIN</div>
ICS 77.060	<div>Mit DIN EN ISO 9224:2012-05, DIN EN ISO 9225:2012-05 und DIN EN ISO 9226:2012-05 Ersatz für DIN EN 12500:2000-12</div> <div><b>Korrosion von Metallen und Legierungen – Korrosivität von Atmosphären – Klassifizierung, Bestimmung und Abschätzung (ISO 9223:2012); Deutsche Fassung EN ISO 9223:2012</b></div> <div>Corrosion of metals and alloys – Corrosivity of atmospheres – Classification, determination and estimation (ISO 9223:2012); German version EN ISO 9223:2012</div> <div>Corrosion des métaux et alliages – Corrosivité des atmosphères – Classification, détermination et estimation (ISO 9223:2012); Version allemande EN ISO 9223:2012</div>	
<div>Gesamtumfang 24 Seiten</div> <div>Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN</div>		



Copyright © 2019. Beuth Verlag. All rights reserved.  
7541014/10787806875Biblio

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 9223:2012) wurde vom ISO/TC 156 „Corrosion of metals and alloys“ (Sekretariat: SAC, Volksrepublik China) erarbeitet und vom Technischen Komitee CEN/TC 262 „Metallische und andere anorganische Überzüge“ (Sekretariat: BSI, Vereinigtes Königreich) im Rahmen der Wiener Vereinbarung übernommen.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 062-01-71 AA „Korrosion- und Korrosionsschutz“ im Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN.

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 8044	siehe DIN EN ISO 8044
ISO 9224	siehe DIN EN ISO 9224
ISO 9225	siehe DIN EN ISO 9225
ISO 9226	siehe DIN EN ISO 9226
ISO 11303	siehe DIN EN ISO 11303
ISO 11844-1	siehe DIN EN ISO 11844-1
ISO 11844-2	siehe DIN EN ISO 11844-2
ISO 11844-3	siehe DIN EN ISO 11844-3

Änderungen

Gegenüber DIN EN 12500:2000-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Aufteilung des Normeninhaltes auf 4 Normen (DIN EN ISO 9223, DIN EN ISO 9224, DIN EN ISO 9225 und DIN EN ISO 9226);
- b) Erweiterung der Einteilung von Korrosivität um Korrosivitätskategorie CX (extrem), die höhere korrosive Belastung als C5 darstellt;
- c) Einführung von Dosis-Wirkung-Funktionen, mit Hilfe deren die Schichtdickenabnahmen des unlegierten Stahls, Kupfer, Zink und Aluminium aus dem klimatischen Daten und den Daten über die Verunreinigungen abgeschätzt werden können;
- d) zur Berechnung von Schichtdickenverluste aus den Massenverlusten des unlegierten Stahls wird die Dichte von 7,86 g/cm³ anstatt 7,88 g/cm² zugrunde gelegt;
- e) Anpassung an den aktuellen Stand der Technik;
- f) redaktionelle Überarbeitung.

Frühere Ausgaben

DIN EN 12500: 2000-12

## Nationaler Anhang NA (informativ)

### Literaturhinweise

DIN EN ISO 8044, *Korrosion von Metallen und Legierungen — Grundbegriffe und Definitionen*

DIN EN ISO 9224, *Korrosion von Metallen und Legierungen — Korrosivität von Atmosphären — Anhaltswerte für die Korrosivitätskategorien*

DIN EN ISO 9225, *Korrosion von Metallen und Legierungen — Korrosivität von Atmosphären — Messung der die Korrosivität von Atmosphären beeinflussenden Umweltparameter*

DIN EN ISO 9226, *Korrosion von Metallen und Legierungen — Korrosivität von Atmosphären — Bestimmung der Korrosionsgeschwindigkeit von Standardproben zur Ermittlung der Korrosivität*

DIN EN ISO 11303, *Korrosion von Metallen und Legierungen — Leitfaden zur Auswahl von Verfahren zum Schutz gegenüber atmosphärischer Korrosion*

DIN EN ISO 11844-1, *Korrosion von Metallen und Legierungen — Einteilung der Korrosivität in Räumen mit geringer Korrosivität — Teil 1: Bestimmung und Abschätzung der Korrosivität in Räumen*

DIN EN ISO 11844-2, *Korrosion von Metallen und Legierungen — Einteilung der Korrosivität in Räumen mit geringer Korrosivität — Teil 2: Bestimmung der korrosiven Belastung in Räumen*

DIN EN ISO 11844-3, *Korrosion von Metallen und Legierungen — Einteilung der Korrosivität in Räumen mit geringer Korrosivität — Teil 3: Messung der Umgebungsparameter, die Korrosivität in Räumen beeinflussen*

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Korrosion von Metallen und Legierungen - Korrosivität von  
Atmosphären - Klassifizierung, Bestimmung und Abschätzung  
(ISO 9223:2012)

Corrosion of metals and alloys - Corrosivity of atmospheres  
- Classification, determination and estimation (ISO  
9223:2012)

Corrosion des métaux et alliages - Corrosivité des  
atmosphères - Classification, détermination et estimation  
(ISO 9223:2012)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 22. Januar 2012 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN-CENELEC oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG  
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION  
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

© 2012 CEN Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem  
Verfahren, sind weltweit den nationalen Mitgliedern von CEN vorbehalten.

Ref. Nr. EN ISO 9223:2012 D

Inhalt

	Seite
Vorwort .....	3
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich .....	6
2 Normative Verweisungen .....	6
3 Begriffe .....	6
4 Symbole und Abkürzungen .....	7
4.1 Symbole .....	7
4.2 Abkürzungen .....	7
5 Korrosivitätskategorie der Atmosphäre .....	8
6 Einteilung der Korrosivität einer Atmosphäre .....	8
7 Bestimmung der Korrosivität auf der Grundlage der Messung der Korrosionsgeschwindigkeit an Standardproben .....	8
8 Abschätzung der Korrosivität auf der Grundlage von Umgebungsinformationen.....	9
8.1 Abschätzung der Korrosivität - Allgemeines .....	9
8.2 Normative Abschätzung der Korrosivität auf der Grundlage berechneter Massenverluste durch Korrosion im ersten Jahr .....	10
8.3 Informative Abschätzung der Korrosivität auf der Grundlage der Beschreibung von Auslagerungsbedingungen .....	11
Anhang A (informativ) Quellen der Unsicherheit verbunden mit der Bestimmung und Abschätzung von atmosphärischer Korrosivität .....	12
A.1 Allgemeines .....	12
A.2 Fehlerverteilung .....	12
A.3 Unsicherheitsgrade .....	12
A.4 Quellen der Unsicherheit .....	13
Anhang B (informativ) Charakterisierung der Atmosphäre in Bezug auf ihre Korrosivität.....	14
Anhang C (informativ) Beschreibung typischer atmosphärischer Umgebungen im Zusammenhang mit der Abschätzung von Korrosivitätskategorien .....	18
Literaturhinweise .....	20

## **Vorwort**

Dieses Dokument (EN ISO 9223:2012) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 156 „Corrosion of metals and alloys“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 262 „Metallische und andere anorganische Überzüge“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis August 2012 und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis August 2012 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN 12500:2000.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

### **Anerkennungsnotiz**

Der Text von ISO 9223:2012 wurde vom CEN als EN ISO 9223:2012 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

## **Einleitung**

Metalle, Legierungen und metallische Überzüge können an der Atmosphäre korrodieren, wenn ihre Oberflächen befeuchtet werden. Die Art und die Geschwindigkeit des Angriffs hängen von den Eigenschaften der an der Oberfläche gebildeten Elektrolyte, insbesondere in Bezug auf den Grad und die Art der flüchtigen und staubartigen Verunreinigungen in der Atmosphäre und die Dauer deren Einwirkung auf die metallische Oberfläche ab.

Der Charakter des Korrosionsangriffs und die Korrosionsgeschwindigkeit ergeben sich aus dem Korrosionssystem, das die metallischen Werkstoffe, die atmosphärische Umgebung, die technischen Parameter und die Betriebsbedingungen umfasst.

Die Korrosivitätskategorie ist ein technisches Merkmal von atmosphärischen Umgebungen, das eine Grundlage für die Auswahl von Werkstoffen und Korrosionsschutzmaßnahmen in Bezug auf Anforderungen der bestimmten Anwendung insbesondere der Nutzungsdauer bildet.

Daten zur Korrosivität der Atmosphäre sind von entscheidender Bedeutung für die Entwicklung und Spezifikation von optimiertem Korrosionsschutz Bauteile.

Die Korrosivitätskategorien werden auf der Grundlage der Korrosionserscheinungen an Standardproben nach einem Jahr, wie in ISO 9226 festgelegt, bestimmt. Die Korrosivitätskategorien können anhand der wichtigsten Faktoren abgeschätzt werden, die die atmosphärische Korrosion von Metallen und Legierungen beeinflussen.

Die Messung der relevanten Umgebungsparameter ist in ISO 9225 festgelegt.

Die Arten der Bestimmung und Abschätzung der Korrosivitätskategorie einer gegebenen Umgebung nach dieser Internationalen Norm und der Zusammenhang zwischen den einzelnen Methoden sind in Bild 1 dargestellt. Es ist notwendig, zwischen der Bestimmung der Korrosivität und der Abschätzung der Korrosivität zu unterscheiden. Es ist außerdem notwendig, zwischen der Abschätzung der Korrosivität auf der Grundlage der Anwendung einer Dosis-Wirkung-Funktion und derjenigen auf Grundlage des Vergleichs mit der Beschreibung typischer atmosphärischer Umgebungen zu unterscheiden.

In dieser Internationalen Norm werden die Gestaltung und die Art der Verwendung des Produkts, die dessen Korrosionsbeständigkeit beeinflussen können, nicht berücksichtigt, weil diese Einwirkungen sehr spezifisch sind und nicht verallgemeinert werden können. Schritte zur Auswahl optimierter Korrosionsschutzmaßnahmen in atmosphärischen Umgebungen sind in ISO 11303 festgelegt.



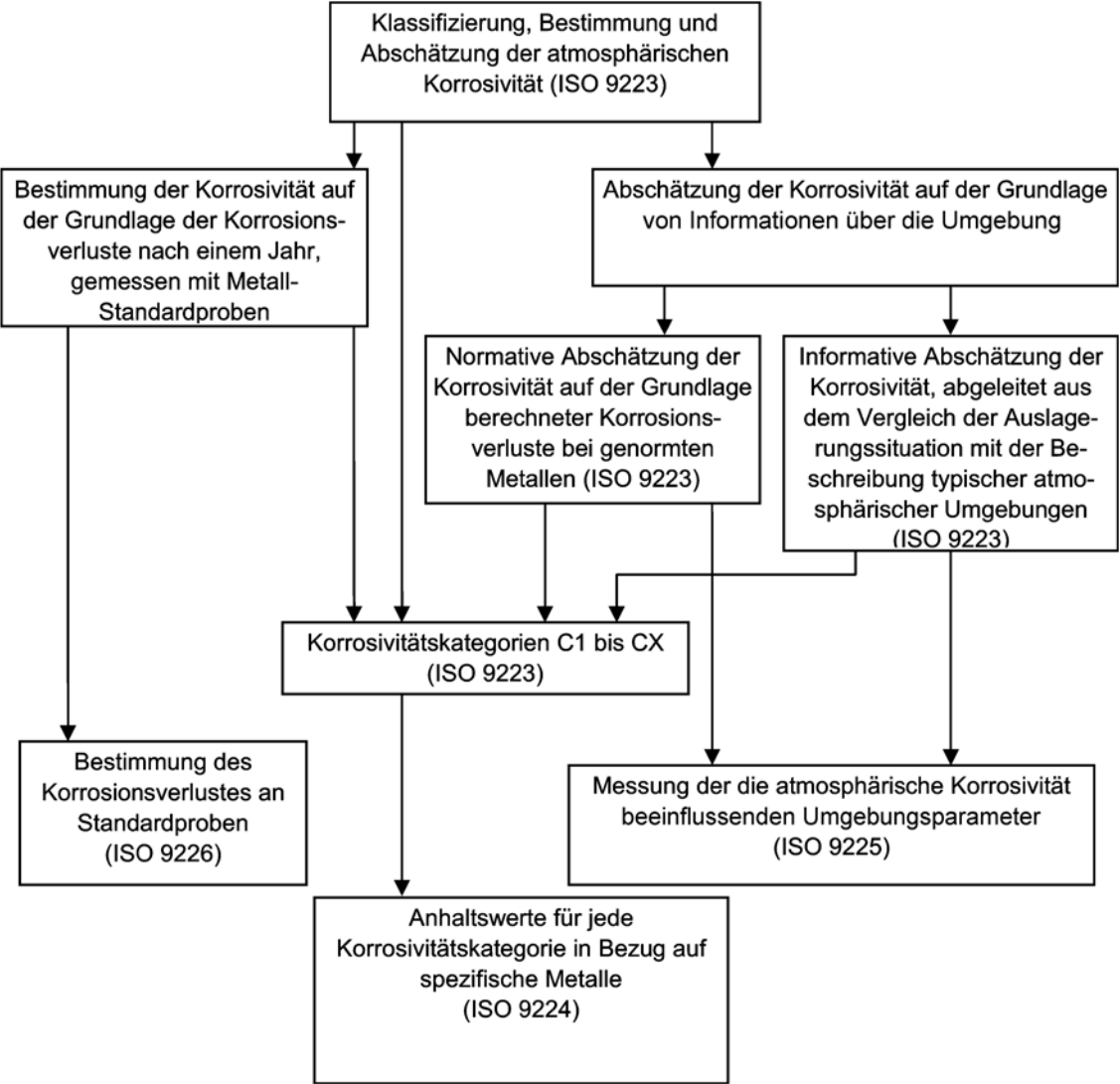


Bild 1 — Einteilung der atmosphärischen Korrosivität

## 1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt ein Einteilungssystem für die Korrosivität von atmosphärischen Umgebungen fest. Sie

- definiert Korrosivitätskategorien von atmosphärischen Umgebungen auf der Grundlage der Korrosionsgeschwindigkeit von Standardproben nach dem ersten Jahr in einer Umgebung,
- gibt Dosis-Wirkung-Funktionen für die normative Abschätzung der Korrosivitätskategorie auf der Grundlage von berechneten Massenverluste durch Korrosion von metallischen Standardproben nach dem ersten Jahr in einer Umgebung an, und
- ermöglicht eine informative Abschätzung der Korrosivitätskategorie auf der Grundlage der Kenntnis der örtlichen Umgebungssituation.

Diese Internationale Norm legt die entscheidenden Faktoren bei der atmosphärischen Korrosion von Metallen und Legierungen fest. Das sind der Temperatur-Feuchte-Komplex, Verunreinigung durch Schwefeldioxid und Salzhaltigkeit der Luft.

Die Temperatur ist auch für die Korrosion in Gebieten außerhalb der gemäßigten makroklimatischen Zone als ein wichtiger Faktor anzusehen. Der Temperatur-Feuchte-Komplex kann in Bezug auf die Befeuchtungsdauer bewertet werden. Korrosionserscheinungen anderer Verunreinigungen (Ozon, Stickoxide, Staub) können die Korrosivität und den ermittelten Korrosionsverlust nach einem Jahr beeinflussen, diese Faktoren werden jedoch nicht als maßgeblich bei der Beurteilung der Korrosivität nach der vorliegenden Internationalen Norm angesehen.

Diese Internationale Norm charakterisiert nicht die Korrosivität von speziellen Betriebsatmosphären, z. B. Atmosphären in der chemischen oder metallurgischen Industrie.

Die klassifizierten Korrosivitätskategorien und eingeführten Verunreinigungsgrade können direkt zur technischen und ökonomischen Analyse von Korrosionsschaden und zu einer rationalen Wahl von Korrosionsschutzmaßnahmen genutzt werden.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 8044, *Corrosion of metals and alloys — Basic terms and definitions*

ISO 9224, *Corrosion of metals and alloys — Corrosivity of atmospheres — Guiding values for the corrosivity categories*

ISO 11844-1, *Corrosion of metals and alloys — Classification of low corrosivity of indoor atmospheres — Part 1: Determination and estimation of indoor corrosivity*

ISO 11844-2, *Corrosion of metals and alloys — Classification of low corrosivity of indoor atmospheres — Part 2: Determination of corrosion attack in indoor atmospheres*

ISO 11844-3, *Corrosion of metals and alloys — Classification of low corrosivity of indoor atmospheres — Part 3: Measurement of environmental parameters affecting indoor corrosivity*

## 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 8044 und die folgenden Begriffe.

3.1

**Korrosivität einer Atmosphäre**

Fähigkeit der Atmosphäre, Korrosion in einem gegebenen Korrosionssystem zu verursachen

3.2

**Korrosivitätskategorie einer Atmosphäre**

genormte Bewertung der Korrosivität von einer Atmosphäre bezogen auf die Korrosionserscheinung nach einem Jahr

3.3

**Atmosphärentyp**

Charakterisierung der Atmosphäre auf der Grundlage geeigneter Einteilungskriterien mit Ausnahme der Korrosivität oder ergänzender Betriebsfaktoren

BEISPIEL      Land-, Stadt-, Industrie-, Meeres-, Chemieatmosphäre usw.

3.4

**Temperatur-Feuchte-Komplex**

kombinierter Einfluss von Temperatur und relativer Luftfeuchte auf die Korrosivität der Atmosphäre

3.5

**Befeuchtungsdauer**

Zeitdauer, während der eine metallische Oberfläche mit einem adsorbierten und/oder flüssigen Elektrolytfilm bedeckt ist, der in der Lage ist, atmosphärische Korrosion hervorzurufen

3.6

**Verunreinigungsgrad**

benummerte Stufe auf der Grundlage quantitativer Messungen bestimmter chemisch wirksamer Stoffe, korrosiver Gase oder Schwebeteilchen in der Luft (die entweder natürlich oder auch als Folge menschlicher Tätigkeit vorkommen), die sich von den üblichen Luftbestandteilen unterscheiden

3.7

**Aufstellungskategorie**

herkömmlich definierte typische Auslagerungsbedingungen eines Bauteils oder einer Konstruktion

BEISPIEL      Auslagerung im Freien, unter Dach, im Innenraum usw.

3.8

**Dosis-Wirkung-Funktion**

Formel zur Berechnung der Massenverluste durch Korrosion, die aus in einem Naturversuch gewonnenen durchschnittlichen Umgebungsparametern gewonnen wurde

4    **Symbole und Abkürzungen**

4.1    **Symbole**

- $r_{\text{corr}}$     Korrosionsgeschwindigkeit nach dem ersten Jahr der Auslagerung in der Atmosphäre
- $T$       Lufttemperatur
- $P_d$        $\text{SO}_2$ -Ablagerungsgeschwindigkeit
- $P_c$        $\text{SO}_2$ -Konzentration
- $S_d$        $\text{Cl}^-$ -Ablagerungsgeschwindigkeit
- $\tau$       Befeuchtungsdauer

4.2    **Abkürzungen**

- C      Korrosivitätskategorie der Atmosphäre
- RH    relative Luftfeuchte

5 Korrosivitätskategorie der Atmosphäre

Die Korrosivität der Atmosphäre wird in sechs Kategorien eingeteilt (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1 — Korrosivitätskategorien von Atmosphären

Kategorie	Korrosivität
C1	unbedeutend
C2	gering
C3	mäßig
C4	stark
C5	sehr stark
CX	extrem

6 Einteilung der Korrosivität einer Atmosphäre

Die Korrosivität einer atmosphärischen Umgebung ist entweder auf der Grundlage einer Bestimmung der Korrosivität nach Abschnitt 7 zu klassifizieren oder, wenn die Bestimmung nicht möglich ist, auf der Grundlage einer Abschätzung der Korrosivität nach Abschnitt 8. Beide Verfahren der Ermittlung der Korrosivität stellen eine verallgemeinerte Herangehensweise dar und werden durch bestimmte Unsicherheiten und Beschränkungen charakterisiert.

Eine auf der Grundlage des Massenverlustes durch Korrosion nach dem ersten Jahr bestimmte Korrosivitätskategorie spiegelt die konkrete Umgebungssituation im Jahr der Auslagerung wider.

Eine aus der Dosis-Wirkung-Funktion abgeschätzte Korrosivitätskategorie spiegelt die statistische Unsicherheit der gegebenen Beziehung wider.

Eine nach dem informativen Verfahren basierend auf dem Vergleich der örtlichen Umgebungsbedingungen mit der Beschreibung von typischen atmosphärischen Umgebungen abgeschätzte Korrosivitätskategorie kann zu falschen Ergebnissen führen. Diese Herangehensweise ist anzuwenden, wenn keine experimentellen Daten zur Verfügung stehen.

In Anhang A sind die Unsicherheiten, bezogen auf die Bestimmung und die normative Abschätzung von Korrosivitätskategorien der Atmosphäre definiert.

Eine ausführliche Einteilung von gering korrosiven Atmosphären in Innenräumen, die die Korrosivitätskategorien C1 und C2 entsprechend der vorliegenden Internationalen Norm umfassen, ist in ISO 11844-1, ISO 11844-2 und ISO 11844-3 festgelegt.

7 Bestimmung der Korrosivität auf der Grundlage der Messung der Korrosionsgeschwindigkeit an Standardproben

Die numerischen Werte für die Korrosionsgeschwindigkeiten nach dem ersten Jahr für metallische Standardproben (unlegierter Stahl, Zink, Kupfer, Aluminium) sind für jede Korrosivitätskategorie in Tabelle 2 angegeben. Die einjährigen Auslagerungen sollten im Frühling oder Herbst beginnen. Bei Klimaten mit deutlichen jahreszeitlichen Unterschieden sollte der Beginn in der aggressivsten Jahreszeit liegen. Die Korrosionsgeschwindigkeiten nach dem ersten Jahr können nicht einfach für die Vorhersage eines Langzeit-Korrosionsverhaltens extrapoliert werden. Spezielle Berechnungsmodelle, Anhaltswerte für die Korrosion und zusätzliche Angaben zum Langzeit-Korrosionsverhalten sind in ISO 9224 angeführt.

Tabelle 2 — Korrosionsgeschwindigkeiten ( $r_{\text{corr}}$ ) nach dem ersten Jahr der Auslagerung für die verschiedenen Korrosivitätskategorien

Korro- sivitäts- kategorie	Korrosionsgeschwindigkeiten von Metallen				
	Einheiten	unlegierter Stahl	Zink	Kupfer	Aluminium
C1	$\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$	$r_{\text{corr}} \leq 10$	$r_{\text{corr}} \leq 0,7$	$r_{\text{corr}} \leq 0,9$	vernachlässigbar
	$\mu\text{m}/\text{a}$	$r_{\text{corr}} \leq 1,3$	$r_{\text{corr}} \leq 0,1$	$r_{\text{corr}} \leq 0,1$	—
C2	$\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$	$10 < r_{\text{corr}} \leq 200$	$0,7 < r_{\text{corr}} \leq 5$	$0,9 < r_{\text{corr}} \leq 5$	$r_{\text{corr}} \leq 0,6$
	$\mu\text{m}/\text{a}$	$1,3 < r_{\text{corr}} \leq 25$	$0,1 < r_{\text{corr}} \leq 0,7$	$0,1 < r_{\text{corr}} \leq 0,6$	—
C3	$\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$	$200 < r_{\text{corr}} \leq 400$	$5 < r_{\text{corr}} \leq 15$	$5 < r_{\text{corr}} \leq 12$	$0,6 < r_{\text{corr}} \leq 2$
	$\mu\text{m}/\text{a}$	$25 < r_{\text{corr}} \leq 50$	$0,7 < r_{\text{corr}} \leq 2,1$	$0,6 < r_{\text{corr}} \leq 1,3$	—
C4	$\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$	$400 < r_{\text{corr}} \leq 650$	$15 < r_{\text{corr}} \leq 30$	$12 < r_{\text{corr}} \leq 25$	$2 < r_{\text{corr}} \leq 5$
	$\mu\text{m}/\text{a}$	$50 < r_{\text{corr}} \leq 80$	$2,1 < r_{\text{corr}} \leq 4,2$	$1,3 < r_{\text{corr}} \leq 2,8$	—
C5	$\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$	$650 < r_{\text{corr}} \leq 1\,500$	$30 < r_{\text{corr}} \leq 60$	$25 < r_{\text{corr}} \leq 50$	$5 < r_{\text{corr}} \leq 10$
	$\mu\text{m}/\text{a}$	$80 < r_{\text{corr}} \leq 200$	$4,2 < r_{\text{corr}} \leq 8,4$	$2,8 < r_{\text{corr}} \leq 5,6$	—
CX	$\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$	$1\,500 < r_{\text{corr}} \leq 5\,500$	$60 < r_{\text{corr}} \leq 180$	$50 < r_{\text{corr}} \leq 90$	$r_{\text{corr}} > 10$
	$\mu\text{m}/\text{a}$	$200 < r_{\text{corr}} \leq 700$	$8,4 < r_{\text{corr}} \leq 25$	$5,6 < r_{\text{corr}} \leq 10$	—
ANMERKUNG 1 Das Einteilungskriterium beruht auf den Verfahren zur Bestimmung von Korrosionsgeschwindigkeiten an Standardproben zur Ermittlung der Korrosivität (siehe ISO 9226).					
ANMERKUNG 2 Die in Gramm je Quadratmeter und Jahr [ $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ] angegebenen Korrosionsgeschwindigkeiten werden in Mikrometer pro Jahr ( $\mu\text{m}/\text{a}$ ) umgerechnet und gerundet.					
ANMERKUNG 3 Die metallischen Werkstoffe sind in ISO 9226 genormt.					
ANMERKUNG 4 Aluminium unterliegt gleichmäßiger Flächenkorrosion und örtlicher Korrosion. Die in dieser Tabelle angeführten Korrosionsgeschwindigkeiten werden als gleichmäßige Flächenkorrosion berechnet. Die maximale Lochtiefe oder die Anzahl der Löcher könnten ein besserer Indikator für einen möglichen Schaden sein. Das hängt von Endanwendung ab. Die gleichmäßige Flächenkorrosion und örtliche Korrosion können aufgrund von Passivierungserscheinungen und abnehmenden Korrosionsgeschwindigkeiten nicht nach dem ersten Jahr der Auslagerung ermittelt werden.					
ANMERKUNG 5 Korrosionsgeschwindigkeiten, die die oberen Grenzwerte der Kategorie C5 überschreiten, werden als extrem angesehen. Die Korrosivitätskategorie CX bezieht sich auf spezielle Meeres- und Meeres-/Industrieumgebungen (siehe Anhang C).					

8 Abschätzung der Korrosivität auf der Grundlage von Umgebungsinformationen

8.1 Abschätzung der Korrosivität - Allgemeines

Wenn die Bestimmung der Korrosivitätskategorien über die Auslagerung von Standardproben nicht möglich ist, darf die Korrosivität auf der Grundlage des aus Umgebungsdaten berechneten Massenverlustes durch Korrosion oder aufgrund von Angaben zu Umgebungsbedingungen und Auslagerungssituation abgeschätzt werden.

8.2 Normative Abschätzung der Korrosivität auf der Grundlage berechneter Massenverluste durch Korrosion im ersten Jahr

Für vier metallische Standardproben sind Dosis-Wirkung-Funktionen angegeben, die den Korrosionsangriff nach dem ersten Jahr der Auslagerung im Freien als eine Funktion der Trockenablagerung von SO<sub>2</sub>, Trockenablagerung von Chlorid, Temperatur und relativen Luftfeuchte beschreiben. Die Beziehungen beruhen auf Ergebnissen von weltweiten Korrosionsversuchen mit Auslagerung im Freien und umfassen die klimatischen Bedingungen auf der Erde und die Belastungssituation (Verunreinigungssituation) im Rahmen des Anwendungsbereichs dieser Internationalen Norm. Einige Beschränkungen und Unsicherheiten sind in Anhang A charakterisiert.

Die Dosis-Wirkung-Funktionen zur Berechnung des Massenverlustes durch Korrosion nach dem ersten Jahr bei Konstruktionsmetallen:

Gleichung (1) ist für unlegierten Stahl zu verwenden:

$$r_{\text{corr}} = 1,77 \cdot P_d^{0,52} \cdot \exp(0,020 \cdot RH + f_{\text{St}}) + 0,102 \cdot S_d^{0,62} \cdot \exp(0,033 \cdot RH + 0,040 \cdot T) \tag{1}$$

$$f_{\text{St}} = 0,150 \cdot (T - 10) \text{ wenn } T \leq 10 \text{ }^\circ\text{C, andernfalls } -0,054 \cdot (T - 10)$$

$$N = 128, R^2 = 0,85$$

Gleichung (2) ist für Zink zu verwenden:

$$r_{\text{corr}} = 0,012 \, 9 \cdot P_d^{0,44} \cdot \exp(0,0460 \cdot RH + f_{\text{Zn}}) + 0,017 \, 5 \cdot S_d^{0,57} \cdot \exp(0,008 \cdot RH + 0,085 \cdot T) \tag{2}$$

$$f_{\text{Zn}} = 0,038 \cdot (T - 10) \text{ wenn } T \leq 10 \text{ }^\circ\text{C, andernfalls } -0,071 \cdot (T - 10)$$

$$N = 114, R^2 = 0,78$$

Gleichung (3) ist für Kupfer zu verwenden:

$$r_{\text{corr}} = 0,005 \, 3 \cdot P_d^{0,26} \cdot \exp(0,059 \cdot RH + f_{\text{Cu}}) + 0,010 \, 25 \cdot S_d^{0,27} \cdot \exp(0,036 \cdot RH + 0,049 \cdot T) \tag{3}$$

$$f_{\text{Cu}} = 0,126 \cdot (T - 10) \text{ wenn } T \leq 10 \text{ }^\circ\text{C, andernfalls } -0,080 \cdot (T - 10)$$

$$N = 121, R^2 = 0,88$$

Gleichung (4) ist für Aluminium zu verwenden:

$$r_{\text{corr}} = 0,004 \, 2 \cdot P_d^{0,73} \cdot \exp(0,025 \cdot RH + f_{\text{Al}}) + 0,001 \, 8 \cdot S_d^{0,60} \cdot \exp(0,020 \cdot RH + 0,094 \cdot T) \tag{4}$$

$$f_{\text{Al}} = 0,009 \cdot (T - 10) \text{ wenn } T \leq 10 \text{ }^\circ\text{C, andernfalls } -0,043 \cdot (T - 10)$$

$$N = 113, R^2 = 0,65$$

Dabei ist

- $r_{\text{corr}}$  die Korrosionsgeschwindigkeit des Metalls im ersten Jahr, ausgedrückt in Mikrometer je Jahr (µm/a);
- $T$  der Jahresmittelwert der Temperatur, ausgedrückt in Grad Celsius (°C);
- $RH$  der Jahresmittelwert der relativen Luftfeuchte, ausgedrückt als Prozentanteil (%);

- $P_d$

der Jahresmittelwert der SO<sub>2</sub>-Ablagerung, ausgedrückt in Milligramm je Quadratmeter und Tag [mg/(m<sup>2</sup> · d)];
- $S_d$

der Jahresmittelwert der Cl<sup>-</sup>-Ablagerung, ausgedrückt in Milligramm je Quadratmeter und Tag [mg/(m<sup>2</sup> · d)].

Einzelheiten zu den Umgebungsparametern sind in Tabelle 3 angeführt, in der auch die gemessenen Intervalle der Parameter angegeben sind. Wenn  $P_d$  in den Dosis-Wirkung-Funktionen durch  $0,8P_c$  ersetzt wird, wie in der Anmerkung in Tabelle 3 erklärt, muss  $P_c$  auch ein Jahresmittelwert sein.

**Tabelle 3 — Parameter, die bei der Ableitung der Dosis-Wirkung-Funktionen verwendet wurden, einschließlich Symbol, Beschreibung, Intervall und Einheit**

Symbol	Beschreibung	Intervall	Einheit
$T$	Temperatur	–17,1 bis 28,7	°C
RH	Relative Luftfeuchte	34 bis 93	%
$P_d$	SO <sub>2</sub> -Ablagerung	0,7 bis 150,4	mg/(m <sup>2</sup> · d)
$S_d$	Cl <sup>-</sup> -Ablagerung	0,4 bis 760,5	mg/(m <sup>2</sup> · d)

Die Werte für Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), die nach dem Ablagerungsverfahren (Depositionsverfahren)  $P_d$  und dem volumetrischen Verfahren  $P_c$  bestimmt wurden, sind bei der Anwendung dieser Internationalen Norm gleichwertig. Die Beziehung zwischen den Messwerten bei der Anwendung beider Verfahren kann annähernd angegeben werden als  $P_d = 0,8P_c$  [ $P_d$  in mg/(m<sup>2</sup> · d),  $P_c$  in µg/m<sup>3</sup>].

ANMERKUNG Alle Parameter sind als Jahresmittelwert angegeben.

Bei der Extrapolation der Gleichungen zur Berechnung außerhalb der Intervalle der Umgebungsparameter (z. B. in küstennaher Umgebung) ist mit Vorsicht vorzugehen.

**8.3 Informative Abschätzung der Korrosivität auf der Grundlage der Beschreibung von Auslagerungsbedingungen**

Die Korrosivität einer atmosphärischen Umgebung erhöht sich mit der Wirkung des Temperatur-Feuchte-Komplexes (der auch die Befeuchtungsdauer umfasst) und der Konzentrationen von anderen korrosiven Stoffen.

Typische Atmosphärentypen in Bezug auf Verunreinigung und Grade sind in Anhang B enthalten.

Auslagerungsbedingungen (Aufstellungskategorie) von Werkstoffen, Bauteilen oder Konstruktionen beeinflussen die Wirkung der Umgebung.

Zur informativen Abschätzung der Korrosivität ist eine qualitative Beschreibungen von typischen Umgebungen bezogen auf die Korrosivitätskategorien von Atmosphären im Anhang C enthalten.

Anhang A  
(informativ)

Quellen der Unsicherheit verbunden mit der Bestimmung und  
Abschätzung von atmosphärischer Korrosivität

A.1 Allgemeines

Die Korrosivität von atmosphärischen Umgebungen muss entweder durch Bestimmung der Korrosivitätskategorie auf der Grundlage der Auslagerung von Proben oder durch Abschätzung auf der Grundlage von Umgebungsparametern und der Anwendung einer Dosis-Wirkung-Funktion klassifiziert werden. Die Anwendung dieser beiden unterschiedlichen Herangehensweisen zur Beurteilung einer Korrosivitätskategorie implizieren, dass bei den Verfahren der Bestimmung (geringe Unsicherheit) und der Abschätzung (hohe Unsicherheit) verschiedene Unsicherheitsgrade zu erwarten sind. Dieser Anhang dient der Ermittlung dieser beiden Unsicherheitsgrade.

Die Grundlage für die in diesem Anhang angeführten Einzelheiten ist eine gesonderte statistische Analyse, die in Verbindung mit der Ableitung der Dosis-Wirkung-Funktionen für das Abschätzungsverfahren durchgeführt wurde.

A.2 Fehlerverteilung

Bei den Korrosionsgeschwindigkeiten werden Lognormalverteilungen, d. h. Normalverteilungen von logarithmischen Werten, beobachtet. Wenn die Unsicherheit durch eine Standardabweichung von logarithmischen Werten,  $s$ , angegeben wird, gilt

$$\Delta \ln(r_{\text{corr}}) = \pm s \tag{A.1}$$

Das bedeutet, dass das Unsicherheitsintervall generell asymmetrisch ist und als  $r_{\text{corr}} \cdot e^{\pm s}$  angegeben werden kann. Wenn  $s$  jedoch klein ist, wird das Intervall annähernd symmetrisch. Das kann mit Hilfe der folgenden beiden Beispiele veranschaulicht werden. Wenn  $s = 0,7$ , dann ist  $e^s = 2$  und  $e^{-s} = 1/2$ , was einem Intervall von  $-50\%$  bis  $+100\%$  entspricht. Wenn andererseits  $s = 0,01$ , dann ist  $e^s = 1,01$  und  $e^{-s} = 0,99$ , was einem Intervall von  $-1\%$  bis  $+1\%$  oder  $\pm 1\%$  entspricht

A.3 Unsicherheitsgrade

In Tabelle A.1 sind die abgeschätzten Unsicherheitsgrade angeführt. Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass die beiden Verfahren sich stark voneinander unterscheiden, worin die beiden unterschiedlichen Herangehensweisen der Beurteilung begründet sind. A.4 gibt eine Beschreibung möglicher Fehlerquellen und die Beschreibung dieser Fehler ist in den in Tabelle A.1 angeführten Zahlenwerten enthalten.



**Tabelle A.1 — Abgeschätzte Unsicherheitsgrade zur Beurteilung der Korrosivitätskategorie auf der Grundlage einer Bestimmung (Auslagerung von Proben) und Abschätzung (Dosis-Wirkung-Funktion)**

Metall	Unsicherheitsgrad	
	Bestimmung	Abschätzung
unlegierter Stahl	± 2 %	–33 % bis +50 %
Zink	± 5 %	–33 % bis +50 %
Kupfer	± 2 %	–33 % bis +50 %
Aluminium	± 5 %	–50 % bis +100 %

**A.4 Quellen der Unsicherheit**

In Bezug auf die Bestimmung von Korrosivitätskategorien auf der Grundlage der Auslagerung von Proben sollte zuerst klargestellt werden, dass die in Tabelle A.1 angeführten Grade für einen Mittelwert angegeben sind, der aus drei Einzelwerten berechnet wurde, und nicht für einen einzelnen Korrosionswert.

Die in Tabelle A.1 sowohl für die Bestimmung als auch für die Abschätzung angeführten Unsicherheitsgrade beruhen auf der Auslagerung von Werkstoffen an vielen verschiedenen Auslagerungsorten, jedoch für nur eine Auslagerungsdauer. Folglich sollten die Werte allgemeingültig sein, die Schwankung des Korrosionsangriffs, die in Abhängigkeit von natürlichen Klimaschwankungen von Jahr zu Jahr auftreten kann, ist in den Zahlenwerten in Tabelle A.1 jedoch nicht enthalten.

In Bezug auf die Abschätzung von Korrosivitätskategorien auf der Grundlage der Dosis-Wirkung-Funktionen besteht die Gesamtunsicherheit aus zwei Teilen, der Unsicherheit der Dosis-Wirkung-Funktion und der Unsicherheit der Messungen von Umgebungsparametern. Von beiden ist die Unsicherheit der Dosis-Wirkung-Funktion dominant. Es sollte außerdem beachtet werden, dass die Werte in Tabelle A.1 auf einer mittleren Unsicherheit für den in der Funktion verwendeten Parameterbereich beruhen. Wie bei allen Regressionsfunktionen ist diese Unsicherheit im mittleren Bereich am geringsten, was der Korrosivitätskategorie C3 entspricht, und im Bereich geringerer und höherer Werte, was den Korrosivitätskategorien C1 und C5 entspricht, höher. Die Unsicherheit für CX ist am höchsten und in dieser Berechnung nicht enthalten.

## Anhang B (informativ)

### Charakterisierung der Atmosphäre in Bezug auf ihre Korrosivität

Der Einteilungsansatz für die informative Abschätzung der Korrosivität muss in Bezug auf die Auswahl der zu berücksichtigenden Parameter einfach und anwenderfreundlich sein. Bei der Anwendung dieser Internationalen Norm sind die entscheidenden Faktoren der Atmosphäre bei der Korrosion von Metallen und Legierungen der Temperatur-Feuchte-Komplex und der Grad der Verunreinigung durch Schwefeldioxid und Chlorid.

Ohne Überdachung wird die Korrosionswirkung in Bezug auf die Trocken- und Nassablagerung angegeben. Nassablagerungen beinhalten den Transport durch Niederschlag und Trockenablagerungen den Transport durch andere Prozesse.

Mit Überdachung tritt nur Trockenablagerung auf. Die Sammelwirkung von Verunreinigungen einschließlich Staub sollte berücksichtigt werden. Spezielle Probleme der atmosphärischen Korrosivität von gering aggressiven Atmosphären in Räumen sind in ISO 11844-1, ISO 11844-2 und ISO 11844-3 charakterisiert.

Die Befeuchtung von Oberflächen wird durch viele Faktoren bedingt, zum Beispiel Tau, Regen, schmelzenden Schnee und hohen Feuchtegehalt. Die Zeitdauer, während der die relative Luftfeuchte bei einer Temperatur von mehr als 0 °C mehr als 80 % beträgt, wird zur Abschätzung der berechneten Befeuchtungsdauer,  $\tau$ , von korrodierenden Oberflächen verwendet. Die Befeuchtungsdauer wird in der Polarzone (Gefrierpunkts-erniedrigung) durch die Zeitdauer unterschätzt, in der die Temperatur 0 °C und RH 80 % überschreitet.

Angaben zur berechneten Befeuchtungsdauer sind nützlich bei der informativen Abschätzung der atmosphärischen Korrosivität.

In Tabelle B.1 ist die charakteristische Befeuchtungsdauer für verschiedene Auslagerungsdauern angegeben.

Der wichtigste Faktor innerhalb eines bestimmten Temperatur-Feuchte-Komplexes ist der Grad der Verunreinigung, der durch Schwefeldioxid oder die Salzhaltigkeit der Luft bedingt wird. Der Grad der Verunreinigung ist nach den Festlegungen in ISO 9225 zu messen.

Andere Arten von Verunreinigungen können auch eine Wirkung ausüben (Stickoxide ( $\text{NO}_x$ ), Salpetersäure ( $\text{HNO}_3$ ) und Industriestaub in besiedelten und Industriegebieten oder die spezifischen betriebsbedingten und technisch bedingten Verunreinigungen von Mikroklimaten (Chlor ( $\text{Cl}_2$ ), Schwefelwasserstoff ( $\text{H}_2\text{S}$ ), organische Säuren und Enteisungsmittel). Diese Arten von Verunreinigungen wurden nicht als Einteilungskriterien verwendet.

Nach der vorliegenden Internationalen Norm sollten andere Arten von Verunreinigungen als begleitende (z. B. Stickoxide ( $\text{NO}_x$ ) in Stadtatmosphären) oder spezifische betriebsbedingte Verunreinigungen (z. B. Säuredämpfe in betriebsbezogenen Mikroklimaten) angesehen werden. Die Konzentrationen der wichtigsten Verunreinigungen in verschiedenen atmosphärischen Umgebungen sind in Tabelle B.2 angeführt.

Die abnehmenden Gehalte von Schwefeldioxid in vielen Teilen der Welt und die erhöhten Gehalte von Stickoxiden, bedingt durch ein zunehmendes Verkehrsaufkommen, zusammen mit Ozon und Staub haben zu einer neuen, auf mehrere Verunreinigungen bezogenen Umgebungssituation geführt. In anderen Teilen der Welt hat sich die Korrosionserscheinung der mit  $\text{SO}_2$  verbundenen Verunreinigung in Verbindung mit der schnellen Entwicklung der Industrie verstärkt und ist noch immer vorherrschend.

Die für die Einteilung der Korrosivität im Rahmen dieser Internationalen Norm berücksichtigte atmosphärische Verunreinigung wird in zwei Gruppen eingeteilt: Verunreinigung durch Schwefeldioxid ( $\text{SO}_2$ ) und durch die Salzhaltigkeit der Luft. Diese beiden Arten der Verunreinigung sind für Land-, Stadt-, Industrie- und Meeresatmosphären repräsentativ. Die Einteilung der Verunreinigung durch Schwefeldioxid ( $\text{SO}_2$ ) für Normalatmosphären im Außenbereich ist in Tabelle B.3 angeführt.

Eine Einteilung der Salzhaltigkeit in Grade, die für die Atmosphärentypen charakteristisch sind, ist in Tabelle B.4 enthalten. Besonders bei feuchten Standorten ist die große Bedeutung einer Anhäufung von Chlorid auf nicht durch Regen abgewaschenen Oberflächen zu berücksichtigen.

Die Befeuchtungsdauer wird in der Polarzone (Gefrierpunktserniedrigung) durch die Zeitdauer unterschätzt, in der die Temperatur 0 °C und RH 80 % überschreitet.

Tabelle B.1 — Befeuchtungsdauer bei unterschiedlichen Auslagerungsbedingungen

Befeuchtungsdauer (h/a)	Stufe	Beispiel für Vorliegen
$\tau \leq 10$	$\tau_1$	Mikroklimata im Innenbereich mit Klimaanlage
$10 < \tau \leq 250$	$\tau_2$	Mikroklimata im Innenbereich ohne Klimaanlage außer bei nicht klimatisierten Innenräumen in feuchten Klimazonen
$250 < \tau \leq 2\,500$	$\tau_3$	Atmosphären im Außenbereich in trockenen, kalten Klimazonen und einigen Bereichen der gemäßigten Klimazonen; ausreichend belüftete Hallen in gemäßigten Klimazonen
$2\,500 < \tau \leq 5\,500$	$\tau_4$	Atmosphären im Außenbereich in allen Klimazonen (außer in trockenen und kalten Klimazonen); belüftete Hallen unter feuchten Bedingungen; nicht belüftete Hallen in gemäßigten Klimazonen
$5\,500 < \tau$	$\tau_5$	Einige Bereiche der feuchten Klimazonen; nicht belüftete Hallen unter feuchten Bedingungen

ANMERKUNG 1 Die Befeuchtungsdauer eines gegebenen Standorts hängt vom Temperatur-Feuchte-Komplex der Atmosphäre im Freien und der Aufstellungskategorie ab und wird in Stunden pro Jahr (h/a) angegeben.

ANMERKUNG 2 Wegen den hygroskopischen Salzen können überdachte Flächen in Meeresatmosphären, auf denen sich Chloride ablagern, wesentlich erhöhte Befeuchtungsdauern aufweisen.

ANMERKUNG 3 In Räumen ohne Klimaanlage führen Quellen von Wasserdampf zu höheren Befeuchtungsdauern.

Tabelle B.2 — Konzentrationen von einigen der wichtigsten Verunreinigungen in unterschiedlichen Arten von Umgebungen im Außenbereich

Verunreinigung	Konzentration/Ablagerung (jährlicher Mittelwert)	Quellen
SO <sub>2</sub>	Landatmosphäre: 2 bis 15 (µg/m <sup>3</sup> ) Stadtatmosphäre: 5 bis 100 (µg/m <sup>3</sup> ) Industrieatmosphäre: 50 bis 400 (µg/m <sup>3</sup> )	Die Hauptquellen für SO <sub>2</sub> sind die Nutzung von Kohle und Öl sowie Emissionen aus Industrieanlagen.
NO <sub>2</sub>	Landatmosphäre: 2 bis 25 (µg/m <sup>3</sup> ) Stadtatmosphäre: 20 bis 150 (µg/m <sup>3</sup> )	Verkehr ist die Hauptquelle für NO <sub>2</sub> -Emissionen
HNO <sub>3</sub>	Landatmosphäre: 0,1 bis 0,7 (µg/m <sup>3</sup> ) Stadt-/Industrieatmosphäre: 0,5 bis 4 (µg/m <sup>3</sup> )	HNO <sub>3</sub> korreliert mit NO <sub>2</sub> . Hohe Konzentrationen von NO <sub>2</sub> , organische Verbindungen und UV-Licht erhöhen die Konzentration
O <sub>3</sub>	20 bis 90 (µg/m <sup>3</sup> )	O <sub>3</sub> wird in der Atmosphäre durch eine Wechselwirkung zwischen Sonnenlicht, Sauerstoff und Verunreinigungen gebildet. Die Konzentrationen sind höher in verunreinigten Landatmosphären und geringer in städtischen Gebieten mit hohem Verkehrsaufkommen.
H <sub>2</sub> S	Normal: 1 bis 5 (µg/m <sup>3</sup> ) Überdachung zum Schutz gegen industrielle und tierische Verunreinigungen: 20 bis 250 (µg/m <sup>3</sup> )	Es gibt einige natürliche Quellen, wie z. B. Sümpfe und vulkanische Aktivitäten. Die höchsten Konzentrationen stammen aus der Zellstoff- und Papierindustrie und der Landwirtschaft.
Cl <sub>2</sub>	Normal: 0,1 (µg/m <sup>3</sup> ) Einige Industrieanlagen: bis zu 20 (µg/m <sup>3</sup> )	Die Hauptquelle ist die Emission aus der Zellstoff- und Papierindustrie.
Cl <sup>-</sup>	0,1 bis 200 (µg/m <sup>3</sup> ) In Abhängigkeit von der geographischen Situation — in Meeresatmosphären 300 bis 1 500 (µg/m <sup>3</sup> )	Die Hauptquellen sind das Meer und die Enteisung von Straßen.
NH <sub>3</sub>	Normal Geringe Konzentrationen: < 20 (µg/m <sup>3</sup> ) Dicht an der Quelle: bis zu 3 000 (µg/m <sup>3</sup> )	Düngung von landwirtschaftlich genutzten Flächen und Emissionen aus der Industrie und Erzeugung von Lebensmitteln können zu den höchsten Mittelwerten führen.
Teilchen-PM <sub>10</sub>	Landatmosphäre: 10 bis 25 (µg/m <sup>3</sup> ) Stadt-/Industrieatmosphäre: 30 bis 70 (µg/m <sup>3</sup> )	Landatmosphäre: größere inerte Komponenten Stadtatmosphäre: Gebiete mit hoher Verkehrsdichte, korrosive Komponenten. Industrieatmosphäre: Emissionen aus der Produktion können zu hohen Konzentrationen führen.
Teilchen (Schwebstaubablagerungen)	Landatmosphäre: 450 bis 1 500 (mg/(m <sup>2</sup> · a)) Stadt-/Industrieatmosphäre: 1 000 bis 6 000 (mg/(m <sup>2</sup> · a))	Landatmosphäre: größere inerte Komponenten Stadt- und Industrieatmosphäre: korrosionsaktive Komponenten (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , Cl <sup>-</sup> )
Ruß	Landatmosphäre: < 5 (mg/(m <sup>2</sup> · a)) Stadt- und Industrieatmosphäre: bis zu 75 (mg/(m <sup>2</sup> · a))	Eine Hauptquelle ist die Verbrennung von Kohle und Holz. Dieselfuß von Kraftwagen ist eine andere Quelle.
ANMERKUNG Die Tabelle führt allgemeine Grenzwerte für Konzentrationen oder Ablagerungen von Verunreinigungen ein. Die realen (tatsächlichen) Bereiche unterscheiden sich in Abhängigkeit vom Grad der Industrialisierung und von der Anwendung von Maßnahmen zur Minderung von Verunreinigungen (gesetzliche Maßnahmen, nachsorgende Technologien usw.) in den jeweiligen Teilen der Welt.		

Tabelle B.3 — Einteilung der Verunreinigung durch schwefelhaltige Substanzen, vertreten durch SO<sub>2</sub>

Ablagerungsgeschwindigkeit von SO <sub>2</sub> mg/(m <sup>2</sup> d)	Konzentration von SO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	Grad
$P_d \leq 4$	$P_c \leq 5$	$P_0$ Landatmosphäre
$4 < P_d \leq 24$	$5 < P_c \leq 30$	$P_1$ Stadtatmosphäre
$24 < P_d \leq 80$	$30 < P_c \leq 90$	$P_2$ Industrielatmosphäre
$80 < P_d \leq 200$	$90 < P_c \leq 250$	$P_3$ stark verunreinigte Industrielatmosphäre

ANMERKUNG 1 Verfahren zur Bestimmung von Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) sind in ISO 9225 festgelegt.

ANMERKUNG 2 Die Werte für Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), die nach dem Ablagerungsverfahren,  $P_d$ , und dem volumetrischen Verfahren,  $P_c$ , bestimmt wurden, sind bei der Anwendung dieser Internationalen Norm gleichwertig. Die Beziehung zwischen den Messwerten bei der Anwendung beider Verfahren kann annähernd angegeben werden als:  $P_d = 0,8P_c$ . Dieser Konvertierungsfaktor beruht auf der Messung der Ablagerungsgeschwindigkeit auf alkalischen Oberflächen.

ANMERKUNG 3 Bei der Anwendung dieser Internationalen Norm werden die Ablagerungsgeschwindigkeit und die Konzentration von Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) aus kontinuierlichen Messungen im Verlauf von mindestens einem Jahr berechnet und als Jahresmittel angegeben. Die Ergebnisse von Kurzzeitmessungen unterscheiden sich möglicherweise wesentlich von Langzeitwerten. Derartige Ergebnisse werden nur zur Orientierung verwendet.

ANMERKUNG 4 Die angegebenen Bereiche umfassen die üblichen Grade in den einzelnen Atmosphärentypen. Extremwerte sind in Tabelle B.2 angeführt.

Tabelle B.4 — Einteilung der Verunreinigung durch die Salzhaltigkeit der Luft, vertreten durch Chlorid

Ablagerungsgeschwindigkeit von Chlorid mg/(m <sup>2</sup> · d)	Grad
$S_d \leq 3$	$S_0$
$3 < S_d \leq 60$	$S_1$
$60 < S_d \leq 300$	$S_2$
$300 < S_d \leq 1\,500$	$S_3$

ANMERKUNG 1 Der Grad der Salzhaltigkeit der Luft nach der vorliegenden Internationalen Norm beruht auf dem in ISO 9225 festgelegten Verfahren mit kerzenähnlicher Vorrichtung mit nassem Docht.

ANMERKUNG 2 Die durch Anwendung verschiedener Verfahren (z. B. Verfahren mit trockener Platte) zur Bestimmung des Salzgehaltes in der Atmosphäre erhaltenen Ergebnisse sind nicht immer direkt vergleichbar und austauschbar. Abgeleitete Umrechnungsfaktoren werden in ISO 9225 eingeführt.

ANMERKUNG 3 Bei der Anwendung dieser Internationalen Norm wird die Ablagerungsgeschwindigkeit von Chlorid als Jahresmittelwert angegeben. Die Ergebnisse von Kurzzeitmessungen weisen sehr große Schwankungen auf und hängen sehr stark von Witterungseinflüssen ab.

ANMERKUNG 4 Eine extreme Verunreinigung durch Chlorid, die typisch für intensive Einwirkung durch Spritzwasser und Sprühnebel am Meer ist, fällt nicht in den Anwendungsbereich dieser Internationalen Norm.

ANMERKUNG 5 Die Salzhaltigkeit der Luft hängt stark von den Variablen ab, die den Transport von Meersalz ins Landesinnere beeinflussen, wie z. B. Windgeschwindigkeit, örtliche topographische Beschaffenheit, Entfernung des Auslagerungsortes vom Meer usw.

## Anhang C (informativ)

### Beschreibung typischer atmosphärischer Umgebungen im Zusammenhang mit der Abschätzung von Korrosivitätskategorien

Tabelle C.1 — Beschreibung typischer atmosphärischer Umgebungen im Zusammenhang mit der Abschätzung von Korrosivitätskategorien

Korrosivitäts- kategorie (C) <sup>a</sup>	Korrosivität	Typische Umgebungen — Beispiele <sup>b</sup>	
		Innen	Im Freien
C1	unbedeutend	Beheizte Räume mit niedriger relativer Luftfeuchte und unbedeutender Luftverunreinigung, z. B. Büros, Schulen, Museen.	Trockene oder kalte Klimazone, atmosphärische Umgebung mit sehr geringer Verunreinigung und kurzer Befeuchtungsdauer, z. B. bestimmte Wüstengebiete, Zentrum der Arktis/Antarktis.
C2	gering	Unbeheizte Räume mit schwankender Temperatur und relativer Luftfeuchte. Seltene Kondensation und geringe Luftverunreinigung, z. B. Lager, Sporthallen.	Gemäßigte Klimazone, atmosphärische Umgebung mit geringer Luftverunreinigung ( $\text{SO}_2 < 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), z. B. ländliche Gebiete, kleine Städte.  Trockene oder kalte Klimazone, atmosphärische Umgebung mit kurzer Befeuchtungsdauer, z. B. Wüsten, subarktische Regionen.
C3	mäßig	Räume mit gelegentlicher Kondensation und mäßiger Luftverunreinigung aus Produktionsprozessen, z. B. Anlagen zur Lebensmittelherstellung, Wäschereien, Brauereien, Molkereien.	Gemäßigte Klimazone, atmosphärische Umgebung mit mäßigen Luftverunreinigungen ( $\text{SO}_2$ : $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bis $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), oder mit geringer Beeinflussung durch Chloride, z. B. Stadtgebiete, Küstenbereiche mit geringen Ablagerungen von Chloriden.  Subtropische und tropische Klimazone, Atmosphäre mit geringen Verunreinigungen.
C4	stark	Räume mit häufiger Kondensation und hoher Luftverunreinigung aus Produktionsprozessen, z. B. Industrieanlagen, Schwimmbäder.	Gemäßigte Klimazone, atmosphärische Umgebung mit hoher Luftverunreinigung ( $\text{SO}_2$ : $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bis $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) oder mit wesentlicher Beeinflussung durch Chloride, z. B. Stadtgebiete mit Luftverunreinigungen, Industriegebiete, Küstenbereiche, nicht im Bereich von Salzwasser-Sprühnebel, starke Belastung durch Enteistungssalze.  Subtropische und tropische Klimazone, Atmosphäre mit mäßiger Verunreinigung.

Tabelle C.1 (fortgesetzt)

Korrosivitäts- kategorie (C) <sup>a</sup>	Korrosivität	Typische Umgebungen — Beispiele) <sup>b</sup>	
		Innen	Im Freien
C5	sehr stark	Räume mit sehr hoher Häufigkeit der Kondensation und/oder hoher Luftverunreinigung aus Produktionsprozessen, z. B. Bergwerke, Hohlräume für industrielle Zwecke, nicht belüftete Hallen in subtropischen und tropischen Klimazonen.	Gemäßigte und subtropische Klimazone, atmosphärische Umgebung mit sehr hoher Luftverunreinigung (SO <sub>2</sub> : 90 µg/m <sup>3</sup> bis 250 µg/m <sup>3</sup> ), und/oder mit signifikanter Beeinflussung durch Chloride, z. B. Industriegebiete, Küstenbereiche, geschützte Stellen an der Küstenlinie.
CX	extrem	Räume mit nahezu ständiger Kondensation oder ausgedehnten Belastungszeiten bei extrem hoher Luftfeuchte und/oder Räume mit hoher Luftverunreinigung aus Produktionsprozessen, z. B. nicht belüftete Hallen in feuchttropischen Klimazonen mit eindringender Verunreinigung aus der Außenluft, einschließlich in der Luft enthaltener Chloride und korrosionsfördernden Staubs.	Subtropische und tropische Klimazone (sehr lange Befeuchtungsdauer), atmosphärische Umgebung mit einer sehr hohen Luftverunreinigung durch SO <sub>2</sub> (mehr als 250 µg/m <sup>3</sup> ) einschließlich begleitender und produktionsbedingter Verunreinigungen und/oder stark beeinflusst durch Chloride, z. B. Gebiete mit intensiver industrieller Nutzung mit extrem hoher Verunreinigung, Küsten- und Offshore-Bereiche, zufälliger Kontakt mit Salzsprühnebel.
ANMERKUNG 1 Die Ablagerung von Chloriden in Küstenbereichen ist stark abhängig von den Variablen, die den Transport von Meersalz ins Landesinnere beeinflussen, wie z. B. Windrichtung, Windgeschwindigkeit, örtliche topographische Beschaffenheit, vor Wind schützende der Küste vorgelagerte Inseln, Entfernung des Standortes vom Meer usw.			
ANMERKUNG 2 Extremer Einwirkungen von Chloriden, die typisch für die Spritzwasserzone am Meer oder stark salzhaltigen Sprühnebel sind, fallen nicht in den Anwendungsbereich dieser Internationalen Norm.			
ANMERKUNG 3 Die Einteilung der Korrosivität von speziellen Betriebsatmosphären, z. B. in der chemischen Industrie, fällt nicht in den Anwendungsbereich dieser Internationalen Norm.			
ANMERKUNG 4 Überdachte und nicht durch Regen abgewaschene Flächen in Meeresatmosphären, auf denen sich Chloride ablagern, können aufgrund der Anwesenheit von hygroskopischen Salzen eine höhere Korrosivitätskategorie aufweisen.			
ANMERKUNG 5 Eine ausführliche Beschreibung der Typen von gering korrosiven Atmosphären in Innenräumen, die den Korrosivitätskategorien C1 und C2 entsprechen, ist in ISO 11844-1 enthalten. Die Korrosivitätskategorien in Innenräumen IC1 bis IC5 werden definiert und es erfolgt eine Einteilung.			
<sup>a</sup> In Umgebungen, für die die Kategorie CX erwartet wird, wird empfohlen, die Einteilung der atmosphärischen Korrosivität auf der Grundlage der Massenverluste durch Korrosion nach einem Jahr vorzunehmen.			
<sup>b</sup> Die Konzentration von Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> ) sollte mindestens ein Jahr lang bestimmt werden und ist als Jahresmittelwert anzugeben.			

## Literaturhinweise

- [1] ISO 9225, *Corrosion of metals and alloys — Corrosivity of atmospheres — Measurement of environmental parameters affecting the atmospheric corrosivity*
- [2] ISO 9226, *Corrosion of metals and alloys — Corrosivity of atmospheres — Determination of corrosion rate of standard specimens for the evaluation of corrosivity*
- [3] ISO 11303, *Corrosion of metals and alloys — Guidelines for selection of protection methods against atmospheric corrosion*
- [4] Knotkova, D., Kucera, V., Boschek, P., "Classification of the Corrosivity of the Atmosphere — Standardized classification System and Approach for Adjustment", ASTM STP 1421 *Outdoor Atmospheric Corrosion*, 2002, S. 107
- [5] Mikhailov, A. A., Tidblad, J. und Kucera, V., *The classification system of ISO 9223 standard and the dose-response functions assessing the corrosivity of outdoor atmospheres*. Protection of Metals, 40(6), S. 541–550, 2004
- [6] Morcillo, M., Almeida, E., Chico, B., De La Fuente, D., Analysis of ISO Standard 9223 (Classification of Corrosivity of Atmospheres) in the Light of Information Obtained in the Ibero-American Micat, ASTM STP 1421 *Outdoor Atmospheric Corrosion*, 2002, S. 59
- [7] Knotkova, D., Kreislova, K., Dean, S. W., ISOCORRAG International Atmospheric Exposure Program Summary of Results, *ASTM Data Series 71*, ASTM International, PA, USA, 2010