

Korrosion von Metallen in Seewasser und Seeatmosphäre

Teil 1: Begriffe, Grundlagen

DIN
81249-1

ICS 01.040.47; 01.040.77; 47.020.05; 77.060

Ersatz für
VG 81249-1 : 1995-11

Deskriptoren: Meerestechnik, Metall, Korrosion, Seewasser, Begriffe

Corrosion of metals in sea water and sea atmosphere –
Part 1: Definitions, basic informationCorrosion de métaux dans l'eau de mer et dans l'atmosphère maritime –
Partie 1: Définitions, informations fondamentalesThe English version is a translation. In case of
dispute the German original will govern.

Inhalt

Contents

	Seite		Page
Vorwort	1	Foreword	1
1 Anwendungsbereich	2	1 Scope	3
2 Normative Verweisungen	2	2 Normative references	3
3 Allgemeines	6	3 General	7
4 Definitionen	6	4 Definitions	7
5 Grundlagen der Korrosion	20	5 Basics of corrosion	21
6 Maßnahmen zum Schutz vor Korrosionsschäden	32	6 Corrosion protection measures	33

Vorwort

Diese Norm wurde von der Normenstelle Schiffs- und Meerestechnik (NSMT) im DIN, Arbeitsausschuß NSMT 4.4.1 "Korrosionsschutz durch Werkstoffauswahl", erarbeitet.

Die Reihe DIN 81249 "Korrosion von Metallen in Seewasser und Seeatmosphäre" besteht aus:

- Teil 1: Begriffe, Grundlagen
- Teil 2: Freie Korrosion in Seewasser
- Teil 3: Kontaktkorrosion in Seewasser
- Teil 4: Korrosion in Seeatmosphäre

Für die in diesen Normen verwendeten Begriffe "Seewasser" und "Seeatmosphäre" sind auch die Begriffe "Meerwasser" und "Meeresatmosphäre" üblich.

Foreword

This standard was prepared by the Normenstelle Schiffs- und Meerestechnik (NSMT) im DIN, subcommittee NSMT 4.4.1, "Corrosion protection by material selection".

The DIN 81249 series "Corrosion of metals in sea water and sea atmosphere" consist of:

- Part 1: Definitions, basic information
- Part 2: Free corrosion in sea water
- Part 3: Galvanic corrosion in sea water
- Part 4: Corrosion in sea atmosphere

Fortsetzung Seite 2 bis 35
Continued on pages 2 to 35

Normenstelle Schiffs- und Meerestechnik (NSMT) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Änderungen

Gegenüber VG 81249-1 : 1995-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Die VG-Norm wurde in eine DIN-Norm umgewandelt.
- b) Die Norm wurde um die englische Übersetzung ergänzt.

Frühere Ausgaben

VG 81249-1: 1977-12, 1995-11; VG 81250: 1988-02

1 Anwendungsbereich

1.1 Die Normen der Reihe DIN 81249 sind bei der Auswahl von Werkstoffen und bei der Auslegung von Bauteilen von Schiffen und Geräten zu berücksichtigen, wenn vom Konstrukteur das Korrosionsverhalten eines in diesen Normen aufgeführten ungeschützten metallischen Werkstoffes in Seewasser oder Seeatmosphäre beachtet werden muß.

1.2 Die Normen dienen dazu, dem Konstrukteur Beurteilungsmaßstäbe bei der Auswahl und Anwendung der Werkstoffe nach dem Korrosionsverhalten und bei der Berücksichtigung von Massenverlusten zu geben, damit Korrosionsschäden vermieden werden. Sie können jedoch in Zweifelsfällen den Rat eines Korrosionsfachmannes nicht ersetzen. Gewährleistungsansprüche können aus diesen normativen Festlegungen nicht abgeleitet werden.

1.3 Mit diesen Normen kann weder der kathodische Korrosionsschutz ausgelegt werden, noch ist eine Beurteilung des kathodischen Schutzes mit den angegebenen Potentialwerten möglich. Für den kathodischen Korrosionsschutz gelten die Normen:

- VG 81255;
- VG 81256-1 bis VG 81256-3;
- VG 81257;
- VG 81258;
- VG 81259-1 bis VG 81259-3.

2 Normative Verweisungen

Diese Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

DIN 4054 : 1977-09

Verkehrswasserbau – Begriffe

DIN 50900-1 : 1982-04

Korrosion der Metalle – Begriffe – Teil 1: Allgemeine Begriffe

DIN 50900-2 : 1984-01

Korrosion der Metalle – Begriffe – Teil 2: Elektrochemische Begriffe

DIN 50900-3

Korrosion der Metalle – Begriffe – Teil 3: Begriffe der Korrosionsuntersuchung

DIN 50905-1

Korrosion der Metalle – Korrosionsuntersuchungen – Teil 1: Grundsätze

Amendments

The 1995-11 edition of VG 81249-1 has been amended as follows:

- a) The VG standard was changed into a DIN standard.
- b) The English translation was added to the standard.

Previous editions

VG 81249-1: 1977-12, 1995-11; VG 81250: 1988-02

1 Scope

1.1 The DIN 81249 series standards shall apply to the selection of materials and the design of ship and equipment components in case the technical designer has to consider the corrosion behaviour of an unprotected metallic material in sea water or sea atmosphere and if this metallic material is listed in one of these standards.

1.2 These standards are intended to provide the technical designer with assessment criteria necessary to select and use materials according to their corrosion behaviour and to consider material consumption in order to avoid corrosion damage. In case of doubt, however, these standards cannot replace the advice of a corrosion specialist. Warranty claims cannot be derived from these normative definitions.

1.3 Neither do these standards form a basis for the design of the cathodic corrosion protection nor do the potential values given herein provide a basis for its assessment. The following standards are applicable to the cathodic corrosion protection:

- VG 81255;
- VG 81256-1 through VG 81256-3;
- VG 81257;
- VG 81258;
- VG 81259-1 through VG 81259-3.

2 Normative references

This standard incorporates by dated or undated reference, provisions from other publications. These normative references are cited at the appropriate places in the text and the publications are listed hereafter. For dated references, subsequent amendments to or revisions of any of these publications apply to this standard only when incorporated in it by amendment or revision. For undated references the latest edition of the publication referred to applies.

DIN 4054 : 1977-09

Correction of waterways – Terms

DIN 50900-1 : 1982-04

Corrosion of metals – Terms – Part 1: General terms

DIN 50900-2 : 1984-01

Corrosion of metals – Terms – Part 2: Electrochemical terms

DIN 50900-3

Corrosion of metals – Terms – Part 3: Terms of corrosion testing

DIN 50905-1

Corrosion of metals – Corrosion testing – Part 1: General guidance

- DIN 50905-2
Korrosion der Metalle – Korrosionsuntersuchungen – Teil 2: Korrosionsgrößen bei gleichmäßiger Flächenkorrosion
- DIN 50905-3
Korrosion der Metalle – Korrosionsuntersuchungen – Teil 3: Korrosionsgrößen bei ungleichmäßiger und örtlicher Korrosion ohne mechanische Belastung
- DIN 50905-4
Korrosion der Metalle – Korrosionsuntersuchungen – Teil 4: Durchführung von chemischen Korrosionsversuchen ohne mechanische Belastung in Flüssigkeiten im Laboratorium
- DIN 81249-2
Korrosion von Metallen in Seewasser und Seeatmosphäre – Teil 2: Freie Korrosion in Seewasser
- DIN 81249-3
Korrosion von Metallen in Seewasser und Seeatmosphäre – Teil 3: Kontaktkorrosion in Seewasser
- DIN 81249-4
Korrosion von Metallen in Seewasser und Seeatmosphäre – Teil 4: Korrosion in Seeatmosphäre
- DIN VDE 0150 (VDE 0150)
Schutz gegen Korrosion durch Streuströme aus Gleichstromanlagen [VDE-Bestimmung]
- VG 81255
Kathodischer Korrosionsschutz – Werkstoffe für galvanische Anoden – Zusammenstellung und Eigenschaften
- VG 81256-1
Kathodischer Korrosionsschutz von Schiffen – Außenschutz durch galvanische Anoden – Teil 1: Begriffe, Berechnungsgrundlagen, Auswahl, Anforderungen an die Beschichtung
- VG 81256-2
Kathodischer Korrosionsschutz von Schiffen – Außenschutz durch galvanische Anoden – Teil 2: Anordnung
- VG 81256-3
Kathodischer Korrosionsschutz von Schiffen – Außenschutz durch galvanische Anoden – Teil 3: Zusatzschutz für Liegezeiten
- VG 81257
Kathodischer Korrosionsschutz von Schiffen – Galvanische Anoden – Maße, Gewichte, Kennwerte
- VG 81258
Kathodischer Korrosionsschutz von Schiffen – Innenschutz durch galvanische Anoden – Berechnungsgrundlagen, Anordnung, Anforderungen an die Beschichtung
- VG 81259-1
Kathodischer Korrosionsschutz von Schiffen – Außenschutz durch Fremdstrom – Teil 1: Begriffe, Berechnungsgrundlagen, Anordnung, Anforderungen an die Beschichtung
- VG 81259-2
Kathodischer Korrosionsschutz von Schiffen – Außenschutz durch Fremdstrom – Teil 2: Elektrische Anlagen, Überwachung
- VG 81259-3
Kathodischer Korrosionsschutz von Schiffen – Außenschutz durch Fremdstrom – Teil 3: Anoden, Schutzschild, Elektroden, Meßtechnik
- ASTM G 48
Test Methods for Pitting and Crevice Corrosion Resistance of Stainless Steels and Related Alloys by Use of Ferric Chloride Solution
- STG-Richtlinie Nr 2215 ¹⁾
Korrosionsschutz für Schiffe und Seebauwerke – Teil 1: Schiff, Seebauwerk und Ausrüstung – Neubau

¹⁾ Herausgeber: Schiffbautechnische Gesellschaft e. V., 22305 Hamburg

- DIN 50905-2
Corrosion of metals – Corrosion testing – Part 2: Values of corrosion with uniform corrosion
- DIN 50905-3
Corrosion of metals – Corrosion testing – Part 3: Values of corrosion with non-uniform and localized corrosion attack without mechanical stress
- DIN 50905-4
Corrosion of metals – Corrosion testing – Part 4: Performance of chemical corrosion experiments without mechanical stress in liquids in the laboratory
- DIN 81249-2
Corrosion of metals in sea water and sea atmosphere – Part 2: Free corrosion in sea water
- DIN 81249-3
Corrosion of metals in sea water and sea atmosphere – Part 3: Galvanic corrosion in sea water
- DIN 81249-4
Corrosion of metals in sea water and sea atmosphere – Part 4: Corrosion in sea atmosphere
- DIN VDE 0150 (VDE 0150)
Protection against corrosion due to stray currents of DC installation [VDE Specification]
- VG 81255
Cathodic protection – Materials for galvanic anodes – Chemical composition and properties
- VG 81256-1
Cathodic protection of ships – External protection by galvanic anodes – Part 1: Definitions, calculation bases, selection, requirements for the coating
- VG 81256-2
Cathodic protection of ships – External protection by galvanic anodes – Part 2: Location
- VG 81256-3
Cathodic protection of ships – External protection by galvanic anodes – Part 3: Booster anodes for lay days
- VG 81257
Cathodic protection of ships – Galvanic anodes – Dimensions, weights, characteristic values
- VG 81258
Cathodic protection of ships – Internal protection by galvanic anodes – Calculation bases, location, requirements for the coating
- VG 81259-1
Cathodic protection of ships – External protection by impressed current – Part 1: Calculation bases, location, requirements for the coating
- VG 81259-2
Cathodic protection of ships – External protection by impressed current – Part 2: Electrical installations, control
- VG 81259-3
Cathodic protection of ships – External protection by impressed current – Part 3: Anodes, dielectric shield, electrodes, measuring technics
- ASTM G 48
Test Methods for Pitting and Crevice Corrosion Resistance of Stainless Steels and Related Alloys by Use of Ferric Chloride Solution
- STG Regulation No 2215 ¹⁾
Corrosion protection of ships and offshore structures – Part 1: Ship, offshore structure, and equipment – Newbuilding

¹⁾ Edited by: Schiffbautechnische Gesellschaft e. V., 22305 Hamburg

3 Allgemeines

Die Normen der Reihe DIN 81249 enthalten Begriffe und ihre Definitionen, allgemeine Grundlagen, Hinweise und Anhaltswerte über das Korrosionsverhalten ungeschützter – häufig angewandter – metallischer Werkstoffe in Berührung mit Seewasser oder Seeatmosphäre.

Die Besonderheiten des Werkstoffverhaltens beim metallleitenden Kontakt verschiedener ungeschützter Metalle miteinander werden beschrieben. Die angegebenen Zahlenwerte sind Werte von Streubereichen, die als Mittel aus den Werten zahlreicher Veröffentlichungen mit sehr verschiedenen Randbedingungen gebildet wurden. Die Hinweise und Zahlen geben einen Anhalt für das im Durchschnitt zu erwartende Korrosionsverhalten eines Metalls.

ANMERKUNG: Im Einzelfall kann das tatsächliche Korrosionsverhalten eines metallischen Bauteiles davon abweichen.

4 Definitionen

Die in den Normen der Reihe DIN 81249 verwendeten Begriffe und deren Definitionen beziehen sich in Inhalt und Formulierung auf DIN 50900-1 bis DIN 50900-3 und DIN 50905-1 bis DIN 50905-3. Sie werden zum Teil für die spezielle Anwendung in dieser Norm erläutert und/oder ergänzt.

Begriffe aus dem Bereich der Korrosion und des Korrosionsschutzes, die noch nicht in den genannten DIN-Normen festgelegt, aber gebräuchlich sind, werden in dieser Norm ebenfalls definiert. Sie sind mit * gekennzeichnet.

Für die Anwendung dieser Norm gelten folgende Definitionen:

4.1 Abrasion*: Abtragung von Deck- und Schutzschichten sowie die Abtragung des Grundwerkstoffes durch Feststoffe im strömenden Seewasser.

4.2 Abrasionskorrosion*: Zusammenwirken der Abrasion und der Korrosion an deck- und schutzschichtfreien Stellen. Die blank gewordenen oder blank bleibenden Stellen erfahren verstärkte Korrosion.

4.3 Abtragungsgeschwindigkeit: Dickenabnahme pro Belastungsdauer. Sie wird gemessen in Millimeter/Jahr (mm/a).

4.4 Aggressivität* = Korrosivität: Eigenschaft eines Korrosionsmediums oder einzelner Bestandteile desselben, bei bestimmten Werkstoffen Korrosion auszulösen oder zu begünstigen. Sie ist immer nur in Verbindung mit einem bestimmten Metall zu verstehen, da sie keine für die Elektrolytlösung spezifische Eigenschaft ist.

BEISPIEL: Kalte, schwach bis mittel konzentrierte Salpetersäure ist aggressiv gegenüber Kupfer, nicht jedoch gegen nichtrostende Stähle. Auch Wasser, speziell Seewasser, ist nur in dem Umfang aggressiv, wie es mit bestimmten Metallen unter Bildung, Erhaltung oder Zerstörung von Deckschichten reagiert.

4.5 Aktiver Zustand*: Zustand einer Werkstoffoberfläche mit nahezu ungehemmter Korrosionsreaktion.

4.6 Anaerobe Korrosion*: Korrosion unter Mitwirkung von Mikroorganismen, die an sauerstoffarmen Bereichen – meistens unter Sulfatreduktion – Korrosion fördern.

4.7 Anode: Bereich eines Korrosionselementes, in dem ein Gleichstrom aus dem Metall in die Elektrolytlösung eintritt. In einem Korrosionselement hat die Anode stets das negativere Potential. Es überwiegt die anodische Teilreaktion unter Umwandlung von Anodensubstanz in ein Korrosionsprodukt. In wässrigen Lösungen wird der pH-Wert an der Anode im allgemeinen erniedrigt.

4.8 Atmosphärische Korrosion*: Elektrochemischer Vorgang, der sich in einem Feuchtfilmschicht auf einer Metalloberfläche vollzieht. Der Feuchtfilmschicht (Elektrolytlösung) stammt aus der Atmosphäre oder der Gischt.

4.9 Belüftungselement: Korrosionselement, das durch örtlich unterschiedliche Belüftung der Metalloberfläche entsteht. Der weniger belüftete Bereich wird zur Anode, z. B. das Innere von Spalten und der Bereich unter lockeren Belägen. Die besser belüftete Oberfläche, z. B. die mit sauerstoffreichem Wasser angeströmte Fläche, wird zur Kathode.

3 General

The standards of the DIN 81249 series include terms and their definitions, basic information, notes, and estimates on the corrosion behaviour of unprotected and frequently used metallic materials in contact with sea water or sea atmosphere.

The particular behaviour of various unprotected metals is described, which are in metallogically conducting contact with each other. The values given are determined from scatter ranges as averages of values taken from numerous publications and applicable to widely differing marginal conditions. The notes and values are an indication of the average corrosion behaviour to be expected of a metal.

NOTE: The actual corrosion behaviour of a particular metallic component may deviate from the values given.

4 Definitions

With respect to their meanings and formulations the terms and their definitions contained in the DIN 81249 series standards relate to DIN 50900-1 through DIN 50900-3 as well as DIN 50905-1 through DIN 50905-3. They are, in part, explained and/or complemented in this standard in view of the special application.

Corrosion and corrosion protection terms which are not yet defined in the above DIN standards but are in common use are also defined in this standard. They are identified by an asterisk *.

For the purposes of this standard, the following definitions apply.

4.1 Abrasion*: Removal of surface and protective layers as well as the removal of the basic material by solids floating in the sea water.

4.2 Abrasion corrosion*: Interaction of abrasion and corrosion of areas where surface and protective layers are removed. These bare areas are subject to increased corrosion.

4.3 Corrosion rate: Thickness reduction related to the duration of the corrosion attack; it is measured in millimetres/year (mm/a).

4.4 Aggressivity* = corrosiveness: Property of a corrosive medium or individual components thereof causing or favouring corrosion of certain materials. Aggressivity is always to be understood in connection with a certain metal since it is not a characteristic of an electrolytic solution.

EXAMPLE: In light to medium concentrations cold nitric acid acts aggressively against copper but not against stainless steels. Water and especially sea water is only aggressive as far as it reacts with certain metals by forming, maintaining or destroying surface layers.

4.5 Active state*: State of a material surface with nearly unrestrained corrosion reactions.

4.6 Anaerobic corrosion*: Corrosion caused by micro-organisms which favour corrosion in low-oxygen areas mostly under sulfate reduction.

4.7 Anode: Region of a corrosion cell in which a direct current emerges from the metal and enters the electrolyte solution. In a corrosion cell the anode always has the more negative potential. The anodic subreaction is dominating, transforming the anode material into a corrosion product. In aqueous solutions the pH value is, in general, lowered at the anode.

4.8 Atmospheric corrosion*: Electro-chemical process taking place within a moisture film on the surface of a metal. The moisture film (electrolytic solution) is caused by the atmosphere or by blowing spray.

4.9 Aeration cell: Corrosion cell formed by differential aeration of the metal surface. The less aerated region becomes the anode, e.g. the inside of crevices or the area underneath loose layers. The more aerated region becomes the cathode, e.g. the area in contact with oxygen-rich water.

4.10 Bewuchs*: Lebensgemeinschaft aus pflanzlichen und tierischen Organismen, die Werkstoffoberflächen, wenn sie ständig oder überwiegend mit Seewasser in Berührung kommen, besiedeln.

Der Bewuchs kann unter anderem enthalten: Bakterien, Algen (Diatomeen), Balaniden (= Seepocken), Tange, Moostierchen, Röhrenwürmer, Muscheln, Manteltiere.

Welche Organismen vorkommen, hängt ab vom Standort des Bauteiles und vom Beginn der Einwirkung des Seewassers. Bei ruhenden Bauteilen ist die Anzahl der Arten im allgemeinen größer als bei sich bewegenden Objekten.

Die Besiedlung erfolgt überwiegend in Häfen und küstennahen Bereichen. Die gesiedelten Organismen wachsen und breiten sich unterschiedlich aus.

Das Wachstum der Organismen kann auch auf See erfolgen. In küstenferneren Bereichen der Meere siedeln nur wenige Bewuchsarten (Entenmuscheln). Diese siedeln aber nur an stehenden oder sich langsam bewegenden Objekten.

Die Bewuchsbildung ist abhängig von der Wassertemperatur. In der Nord- und Ostsee liegt die Bewuchsperiode daher zwischen Frühjahr und Herbst.

Der Bewuchs kann Korrosionsprozesse auslösen und fördern. Hier spielen sulfatreduzierende Bakterien und Balaniden eine große Rolle.

Ein dichter Bewuchs kann auch eine korrosionshemmende Wirkung haben.

Der Bewuchs erhöht die Rauigkeit des Unterwasserbereiches eines Schiffes und vergrößert damit den Reibungswiderstand.

Die Art und der Umfang des Bewuchses auf einem Objekt sind starken Änderungen unterworfen und nicht reproduzierbar.

4.11 Bezugselektrode: Elektrode mit einem zeitlich konstanten Potential, z. B. die gesättigte Kalomel- oder Silber/Silberchlorid-Elektrode. Die mit diesen in der Praxis gebräuchlichen Elektroden ermittelten Potentialwerte dürfen bei Kenntnis des Bezugspotentials auf die Standard-Wasserstoff-Elektrode umgerechnet werden. Bei Potentialwerten ist stets die Bezugselektrode anzugeben.

4.12 Bilgewasser*: In der Bilge befindliches, verunreinigtes Wasser.

4.13 Brackwasser*: Ein Gemisch von See- und Flußwasser.

4.14 Deckschicht: Die bei Korrosionsbeanspruchung mehr oder weniger gleichmäßig gebildete Schicht aus festen Reaktionsprodukten, die die Oberfläche bedeckt. Sie beeinflusst die Korrosionsgeschwindigkeit. Bei nicht gleichmäßiger Bedeckung der Metalloberfläche entstehen Korrosionselemente, die die Korrosion begünstigen. Die Deckschicht wird zur Schutzschicht, wenn sie die Oberfläche gleichmäßig und lückenlos bedeckt und fest haftet.

4.15 Eindringgeschwindigkeit: Die Angriffstiefe bezogen auf die Belastungsdauer. Sie wird gemessen in Millimeter/Jahr (mm/a).

4.16 Elektrolyt*: Stoffe, die bei der Lösung in Wasser oder anderen Lösungsmitteln diese Lösungen elektrisch leitend machen.

4.17 Elektrolytlösung*: Ionenleitendes Medium, z. B. Seewasser, Brackwasser, Hafenwasser, Bilgewasser.

4.18 Entaluminierung, Entzinkung, Entnickelung*: Selektive Korrosion bei aluminium-, zink- bzw. nickelhaltigen Kupferlegierungen unter Bildung von schicht- oder pfpfenförmigem Kupferschwamm, verbunden mit einer darunter fortschreitenden Auflösung des Werkstoffes durch Korrosion. Die geometrische Form des Bauteiles bleibt im allgemeinen erhalten, allerdings ist die Belastbarkeit verringert.

4.19 Erosion*: Mechanischer Angriff durch schnellströmende Flüssigkeiten auf die Werkstoffoberfläche. Ihre Wirkung wird durch das Mitführen kleiner Gasblasen oder fester Teilchen (Abrasion) verstärkt. Sie wirkt sich hauptsächlich in Furchenbildung in Strömungsrichtung der Flüssigkeit aus.

4.20 Erosionskorrosion: Zusammenwirken von mechanischer Oberflächenabtragung (Erosion) und Korrosion, wobei die Korrosion im allgemeinen durch Zerstörung von Schutzschichten als Folge der Erosion ausgelöst wird.
[DIN 50900-1 : 1982-04]

4.10 Fouling*: Symbiosis of plant and animal organisms settling on those material surfaces which are continuously or predominantly in contact with sea water.

Fouling may consist of but is not restricted to the following: bacteria, algae (diatoms), balanidae (acorn barnacles), seaweeds, polyzoon, tube-dwelling worms, shells, and tunicates.

The type of organisms settling depends upon the location of the component and the duration of its exposure to sea water. In general, the number of organism types is larger on stationary components than it is on moving ones.

The settling of organisms occurs mainly in harbours and nearshore regions. Growth and expansion of the settled organisms are varying.

Growth of the organisms may occur at sea, too. In more outlying regions of the sea only few types of organisms will settle (barnacles), and then only on stationary or slow moving objects.

The extent of fouling depends upon the water temperature. In the North Sea and the Baltic Sea the growth period therefore ranges from spring to fall.

Fouling may cause and favour corrosion processes. Here, sulfate-reducing bacteria and balanidae are of major importance.

Dense fouling, however, may even limit corrosion.

Fouling increases the roughness of the underwater surfaces of the ship thus increasing friction resistance.

Type and extent of fouling of an object vary largely and are not reproducible.

4.11 Reference electrode: Electrode characterized by a potential which is constant over time, e.g. the saturated calomel or silver/silver chloride electrode. If the reference potential is known, the potential values determined with these commonly used electrodes can be converted to refer to the standard hydrogen electrode. Where potentials are given, the reference electrode shall always be quoted.

4.12 Bilge water*: Polluted water contained in the bilge.

4.13 Brackish water*: A mixture of sea water and river water.

4.14 Surface layer: A layer of solid reaction products formed by corrosion and covering the surface more or less uniformly. It affects the corrosion rate. In the case of a non-uniform surface layer formation, corrosion cells may be formed which favour corrosion. The surface layer becomes a protective layer if it forms a uniform and defect-free cover and adheres firmly to the surface.

4.15 Penetration rate: The depth of corrosion related to the duration of attack and is measured in millimetres/year (mm/a).

4.16 Electrolyte*: Substances which, when dissolved in water or other solvents, make this solutions electrically conductive.

4.17 Electrolytic solution*: An ion-conducting medium, e.g. sea water, brackish water, harbour water, bilge water.

4.18 Dealuminification, dezincification, denickelification: Selective corrosion of aluminum-, zinc- or nickel-containing copper alloys forming a layer- or plug-shaped copper sponge accompanied by a continuing corrosive decomposition of the material underneath. The geometric shape of the component usually remains unchanged, although its strenght is reduced.

4.19 Erosion*: Fast flowing fluids acting mechanically against the material surface. The effect is increased by small bubbles or solid particles carried in the fluid. Erosion is characterized mainly by groove formation in the direction of flow.

4.20 Corrosion-erosion: Combined effect of mechanical surface wear (erosion) and corrosion, the corrosion being caused by destruction of protective layers as a result of the erosion. [DIN 50900-1 : 1982-04]

4.21 Flächenkorrosion = gleichmäßige Flächenkorrosion: Korrosion mit annähernd gleichmäßiger Abtragung der gesamten Oberfläche.

4.22 Freies Korrosionspotential: Elektrodenpotential (elektrochemisches Potential) eines metallischen Werkstoffes ohne Einwirkung von äußeren elektrischen Strömen. Das Freie Korrosionspotential ist das Elektrodenpotential eines Metalls in einem Korrosionsmedium, das sich aus der Summenreaktion – der anodischen Metallauflösung (Oxidationsprozeß) und den kathodischen Vorgängen der Sauerstoff- und Wasserstoffionenreduktion – als elektrischer Spannungszustand einstellt. Die Werte des Freien Korrosionspotentials entsprechen den Potentialen, die in den praktischen Spannungsreihen angegeben sind.

Das Freie Korrosionspotential ist nicht gleichzusetzen mit dem Gleichgewichtspotential oder dem Normalpotential (Standardpotential). Das Gleichgewichtspotential ist das Elektrodenpotential, bei dem sich die betreffende einzelne Elektrodenreaktion im thermodynamischen Gleichgewicht befindet. Das Normalpotential (Standardpotential) ist das Gleichgewichtspotential, bei dem die Reaktionspartner im Standardzustand vorliegen.

Der Wert des Freien Korrosionspotentials ermöglicht allein keine Aussage zur Korrosionswahrscheinlichkeit eines Werkstoffes. Nur bei einem passivierbaren Metall können aus der Lage (aus dem Wert) des Freien Korrosionspotentials zum Grenzpotalential für Loch-, Mulden- oder selektiver Korrosion Rückschlüsse auf die Korrosionswahrscheinlichkeit gezogen werden. Eine Änderung des Freien Korrosionspotentials im Lauf der Zeit

- zu positiveren Potentialwerten signalisiert dabei eine Erhöhung und
- zu negativeren Potentialwerten eine Verminderung

der Korrosionswahrscheinlichkeit.

Bei Kontakt zweier Metalle mit unterschiedlichen Freien Korrosionspotentialen nimmt die Korrosionswahrscheinlichkeit des Metalls zu, dessen Wert für das Freie Korrosionspotential negativer ist. Kontaktkorrosion an passivierbaren Metallen tritt aber nur dann auf, wenn ein Grenzpotalential des betreffenden Metalls überschritten wird.

4.23 Galvanisches Element: Besteht aus Anode und Kathode, die einerseits metallleitend (elektronenleitend) und andererseits durch die Elektrolytlösung (ionenleitend) miteinander verbunden sind.

4.24 Grenzpotalential (kritisches Potential): Potential, bei dem sich nach Über- oder Unterschreiten das Korrosionsverhalten ändert. Durch Über- bzw. Unterschreiten eines Potentials können Passivierungen bzw. Aktivierungen, Lochkorrosion, Spaltkorrosion und Spannungsrisskorrosion verursacht werden.

Der Wert des Grenzpotalentials kann unter anderem von der Wassertemperatur und vom Chloridgehalt abhängig sein. Mit zunehmender Wassertemperatur und steigendem Chloridgehalt erniedrigt sich das kritische Grenzpotalential. Dies hat eine Erhöhung der Korrosionswahrscheinlichkeit zur Folge.

4.25 Hafenwasser*: Wasser im Bereich von Hafen- und Werftanlagen.

4.26 Interkristalline Korrosion (IK): Selektive Korrosion, bei der korngrenzennahe Bereiche angegriffen werden. Dadurch werden die Festigkeitseigenschaften ohne sichtbare Veränderung der Bauteilgestalt verschlechtert. Diese Korrosionsart kann bis zum Kornzerfall führen.

4.27 Kathode: Bereich eines Korrosionselementes, in dem ein Gleichstrom aus der Elektrolytlösung in das Metall eintritt. In einem Korrosionselement hat die Kathode stets das positivere Potential. Es überwiegen kathodische Teilreaktionen, d. h. die Reduktion von Oxidationsmitteln in der Elektrolytlösung. Dadurch wird im allgemeinen der pH-Wert an der Kathode angehoben. Der Sauerstoffzutritt zur Kathode hat entscheidenden Einfluß auf die Materialabtragung an der Anode.

4.28 Kathodischer Korrosionsschutz: Schutzverfahren gegen Korrosionsschäden, bei dem der zu schützende metallische Werkstoff zur Kathode gemacht wird. Dies geschieht durch Zuschalten eines elektrochemisch negativeren Metalls hinreichender Aktivität (galvanische Anoden) oder von Gleichstrom aus einer Fremdstromschutzanlage. Voraussetzung für die Anwendung von kathodischen Korrosionsschutzverfahren ist die Kenntnis der Potentialabhängigkeit von Korrosionsreaktionen, da bei bestimmten Werkstoffen Grenzpotalentialbereich

4.21 Uniform corrosion: Corrosion with virtually uniform attack over the whole surface.

4.22 Free corrosion potential: Electrode potential (electro-chemical potential) of a metallic material without any influence of external electric currents. The free corrosion potential is the electrode potential of a metal within a corrosive medium resulting from the total reaction – the anodic metal dissolution (oxidation) as well as the cathodic oxygen and hydrogen ion reduction processes – in the form of an electrical potential. The free corrosion potential values correspond to the potentials given in the electrochemical series.

The free corrosion potential is not the same as the equilibrium potential or the standard state potential. The equilibrium potential is that electrode potential at which the respective individual electrode reaction is in thermodynamic equilibrium. The standard state potential is that equilibrium potential at which the reaction partners are present in the standard condition.

The value of the free corrosion potential alone does not provide sufficient evidence to estimate the corrosion behaviour. Only for a passivable metal the value of the free corrosion potential in comparison to that of critical potential allows conclusions on the corrosion probability as far as pitting corrosion, shallow pit formation, and selective corrosion are concerned. If, over the time, the free corrosion potential changes more positive potential values, this indicates an increase of the corrosion probability. A change towards more negative values indicates a decrease.

If two metals with differing free corrosion potentials are in contact with each other, the corrosion probability increases for that metal, the free corrosion potential value of which is more negative. A galvanic corrosion of passivable metals only occurs, if one critical potential of the respective metal is exceeded.

4.23 Galvanic cell: Consists of an anode and a cathode which are conductively connected metallicity (conducting electrons) and electrolytically (conducting ions through the electrolytic solution).

4.24 Critical potential: Value at which the corrosion behaviour changes if the electrode potential drops below it or exceeds it. Passivation or activation, pitting corrosion, crevice corrosion, and stress corrosion cracking may result.

Among other things, the value of the limiting potential depends on the water temperature and the chloride content. The critical potential decreases with increasing water temperatures and chloride contents. This results in an increase of the corrosion probability.

4.25 Harbour water*: Water in port and yard facilities.

4.26 Intergranular corrosion: Selective corrosion in which areas near the grain boundaries are attacked. This reduces the mechanical properties, while obvious changes of component shapes are lacking. This type of corrosion may lead to a decomposition of grains.

4.27 Cathode: Region of a corrosion cell in which a direct current from the electrolytic solution enters the metal. In a corrosion cell the cathode always has the more positive potential. Cathodic subreactions, e.g. the reduction of oxidants in the electrolytic solution, are predominant. This generally increases the pH value at the cathode. The access of oxygen to the cathode is of a decisive influence on the material loss at the anode.

4.28 Cathodic corrosion protection: Protection method against corrosion in which the material to be protected is made the cathode. This is done by adding an electro-chemically negative metal of sufficient activity (galvanic anodes) or a direct current taken from an external current source. To know the potential dependency of corrosion reactions is a prerequisite for the application of cathodic corrosion protection methods, since for some materials limiting potential ranges have to be considered.