

Korrosion von Metallen in Seewasser und Seeatmosphäre

Teil 2: Freie Korrosion in Seewasser

DIN**81249-2**

ICS 47.020.05; 77.060

Ersatz für
VG 81249-2 : 1995-11

Deskriptoren: Meerestechnik, Metall, Korrosion, Seewasser, Atmosphäre

Corrosion of metals in sea water and sea atmosphere –
Part 2: Free corrosion in sea waterCorrosion de métaux dans l'eau de mer et dans l'atmosphère maritime –
Partie 2: Corrosion libre dans l'eau de merThe English version is a translation. In case of
dispute the German original will govern.**Inhalt****Contents**

	Seite		Page
Vorwort	2	Foreword	3
1 Anwendungsbereich	2	1 Scope	3
2 Normative Verweisungen	2	2 Normative references	3
3 Allgemeines	12	3 General	13
4 Anhaltswerte für Freie Korrosionspotentiale und Massenverluste sowie Angaben über das Korrosionsverhalten	12	4 Estimates of free corrosion potentials and material consumptions as well as information on the corrosion behaviour	13
4.1 Werkstoff-Gruppe FE: – Nichtrostende Stähle und nichtrostender Stahlguß, nichtmagnetisierbare Stähle und nichtmagnetisierbarer Stahlguß	12	4.1 Material group FE: – Stainless steels and stainless cast steel, nonmagnetic steels and nonmagnetic cast steel	13
– Unlegierte Stähle und niedriglegierte Stähle, Stahlguß und Gußeisen	22	– Unalloyed steels and low-alloy steels, cast steel and cast iron	23
4.2 Werkstoff-Gruppe CU: Kupfer und Kupferlegierungen	24	4.2 Material group CU: Copper and copper alloys	25
4.3 Werkstoff-Gruppe AL: Aluminium und Aluminiumlegierungen	34	4.3 Material group AL: Aluminum and aluminum alloys	35
4.4 Werkstoff-Gruppe NI: Nickellegierungen	40	4.4 Material group NI: Nickel alloys	41
4.5 Werkstoff-Gruppe T: Titan und Titanlegierungen	42	4.5 Material group T: Titanium and titanium alloys	43
4.6 Werkstoff-Gruppe UE: Metallische Überzüge auf Stahl	44	4.6 Material group UE: Metallic coatings on steel	45

Fortsetzung Seite 2 bis 51
Continued on pages 2 to 51

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

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.

Änderungen

Gegenüber VG 81249-2 : 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 81249-2: 1983-08, 1995-11

1 Anwendungsbereich

Die Festlegungen dieser Norm dienen zur Beurteilung des Korrosionsverhaltens von ungeschützten metallischen Werkstoffen und Überzügen bei freier Korrosion in Seewasser. Da die chemische Zusammensetzung des Seewassers, die Menge und die Art des Bewuchses nicht jahreszeitlich und die mechanischen Beanspruchungen des Werkstoffes nicht zeitlich konstant sind, kann über das voraussichtliche Korrosionsverhalten nur eine Wahrscheinlichkeitsaussage gemacht werden. Gewährleistungsansprüche können aus diesen normativen Festlegungen nicht abgeleitet werden.

Der Korrosionsschutz durch Beschichtungen und der kathodische Korrosionsschutz sind nicht Gegenstand dieser Norm.

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 1681

Stahlguß für allgemeine Verwendungszwecke – Technische Lieferbedingungen

DIN 1694

Austenitisches Gußeisen

DIN 1705

Kupfer-Zinn- und Kupfer-Zinn-Zink-Gußlegierungen (Guß-Zinnbronze und Rotguß) – Gußstücke

DIN 1709

Kupfer-Zink-Gußlegierungen (Guß-Messing und Guß-Sondermessing) – Gußstücke

DIN 1714

Kupfer-Aluminium-Gußlegierungen (Guß-Aluminiumbronze) – Gußstücke

DIN 1725-2

Aluminiumlegierungen, Gußlegierungen – Teil 2: Sandguß, Kokillenguß, Druckguß, Feinguß

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

Amendments

The 1995-11 edition of VG 81249-2 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 81249-2: 1983-08, 1995-11

1 Scope

The criteria laid down in this standard serve to evaluate the corrosion behaviour of unprotected metallic materials and coatings subject to free corrosion in sea water. Since the chemical composition of the sea water as well as the extent and the type of fouling are not constant through all seasons and the mechanical loads acting on the material are not constant within a given time period, the estimated corrosion behaviour can only be stated in terms of probability. Warranty claims cannot be derived from these normative criteria.

Corrosion protection obtained by coatings and the cathodic corrosion protection are not subjects of this standard.

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 1681

Cast steels for general engineering purposes – Technical delivery conditions

DIN 1694

Austenitic cast iron

DIN 1705

Copper-tin and copper-tin-zinc casting alloys (Cast tin bronze and gunmetal) – Castings

DIN 1709

Copper-zinc alloy castings (Brass and special brass castings)

DIN 1714

Copper-aluminum casting alloys (Cast aluminum bronze) – Castings

DIN 1725-2

Aluminum alloys, casting alloys – Part 2: Sand casting, gravity die casting, pressure die casting, investment casting

DIN 1787
Kupfer – Halbzeug

DIN 17182
Stahlgußsorten mit verbesserter Schweißbeignung und Zähigkeit für allgemeine Verwendungszwecke – Technische Lieferbedingungen

DIN 17660
Kupfer-Knetlegierungen – Kupfer-Zink-Legierungen (Messing), (Sondermessing) – Zusammensetzung

DIN 17662
Kupfer-Knetlegierungen – Kupfer-Zinn-Legierungen (Zinnbronze) – Zusammensetzung

DIN 17664
Kupfer-Knetlegierungen – Kupfer-Nickel-Legierungen – Zusammensetzung

DIN 17665
Kupfer-Knetlegierungen – Kupfer-Aluminium-Legierungen (Aluminiumbronze) – Zusammensetzung

DIN 17666
Niedriglegierte Kupfer-Knetlegierungen – Zusammensetzung

DIN 17730
Nickel- und Nickel-Kupfer-Gußlegierungen – Gußstücke

DIN 17743
Nickel-Knetlegierungen mit Kupfer – Zusammensetzung

DIN 17744
Nickel-Knetlegierungen mit Molybdän und Chrom – Zusammensetzung

DIN 17850
Titan – Chemische Zusammensetzung

DIN 17851
Titan-Legierungen – Chemische Zusammensetzung

DIN 50914
Prüfung nichtrostender Stähle auf Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion – Kupfersulfat-Schwefelsäure-Verfahren – Strauß-Test

DIN 50917-2
Korrosion der Metalle – Naturversuche – Teil 2: Naturversuche in Meerwasser

DIN 50930-4
Korrosion der Metalle – Korrosion metallischer Werkstoffe im Inneren von Rohrleitungen, Behältern und Apparaten bei Korrosionsbelastung durch Wässer – Teil 4: Beurteilung der Korrosionswahrscheinlichkeit nicht-rostender Stähle

DIN 50960-1
Galvanische und chemische Überzüge – Teil 1: Bezeichnung und Angaben in technischen Unterlagen

DIN 50967
Galvanische Überzüge – Nickel-Chrom-Überzüge und Kupfer-Nickel-Chrom-Überzüge

DIN 50976
Korrosionsschutz – Feuerverzinken von Einzelteilen (Stückverzinken) – Anforderungen und Prüfung

DIN 81249-1 : 1997-11
Korrosion von Metallen in Seewasser und Seeatmosphäre – Teil 1: Begriffe, Grundlagen

DIN EN 573-3
Aluminium und Aluminiumlegierungen – Chemische Zusammensetzung und Form von Halbzeug – Teil 3: Chemische Zusammensetzung; Deutsche Fassung EN 573-3 : 1994

E DIN EN 1561
Gießereiwesen – Gußeisen mit Lamellengraphit; Deutsche Fassung prEN 1561 : 1994

- DIN 1787
Copper – Half-finished products
- DIN 17182
General-purpose steel castings with enhanced weldability and higher toughness – Technical delivery conditions
- DIN 17660
Wrought copper alloys – Copper-zinc alloys (brass), (special brass) – Composition
- DIN 17662
Wrought copper alloys – Copper-tin alloys (tin bronze) – Composition
- DIN 17664
Wrought copper alloys – Copper-nickel alloys – Composition
- DIN 17665
Wrought copper alloys – Copper-aluminum alloys (aluminum bronze) – Composition
- DIN 17666
Low alloy wrought copper alloys – Composition
- DIN 17730
Nickel and nickel-copper alloys – Castings
- DIN 17743
Wrought nickel alloys with copper – Chemical composition
- DIN 17744
Wrought nickel alloys with molybdenum and chromium – Chemical composition
- DIN 17850
Titanium – Chemical composition
- DIN 17851
Titanium alloys – Chemical composition
- DIN 50914
Testing the resistance of stainless steels to intergranular corrosion – Method by using copper sulfate and sulfuric acid – Strauß test
- DIN 50917-2
Corrosion of metals – Testing under natural conditions – Part 2: Testing in sea water
- DIN 50930-4
Corrosion of metals – Corrosion of metallic materials under corrosion load by water inside of tubes, tanks and apparatus – Part 4: Evaluation of the corrosion likelihood of stainless steels
- DIN 50960-1
Electroplated and chemical coatings – Part 1: Designation and specification in technical documents
- DIN 50967
Electrodeposited coatings of nickel plus chromium and copper plus nickel plus chromium
- DIN 50976
Corrosion protection – Hot-dip batch galvanizing – Requirements and testing
- DIN 81249-1 : 1997-11
Corrosion of metals in sea water and sea atmosphere – Part 1: Definitions, basic information
- DIN EN 573-3
Aluminium and aluminium alloys – Chemical composition and form of wrought products – Part 3: Chemical composition; German version EN 573-3 : 1994
- E DIN EN 1561
Founding – Grey cast irons; German version prEN 1561 : 1994

E DIN EN 1563

Gießereiwesen – Gußeisen mit Kugelgraphit; Deutsche Fassung prEN 1563 : 1994

DIN EN 10025

Warmgewalzte Erzeugnisse aus unlegierten Baustählen – Technische Lieferbedingungen (enthält Änderung A1 : 1993); Deutsche Fassung EN 10025 : 1990

DIN EN 10083-1

Vergütungsstähle – Teil 1: Technische Lieferbedingungen für Edelstähle (enthält Änderung A1 : 1996); Deutsche Fassung EN 10083-1 : 1991 + A1 : 1996

DIN EN 10083-2

Vergütungsstähle – Teil 2: Technische Lieferbedingungen für unlegierte Qualitätsstähle (enthält Änderung A1 : 1996); Deutsche Fassung EN 10083-2 : 1991 + A1 : 1996

DIN EN 10088-1

Nichtrostende Stähle – Teil 1: Verzeichnis der nichtrostenden Stähle; Deutsche Fassung EN 10088-1 : 1995

DIN EN 10088-2

Nichtrostende Stähle – Teil 2: Technische Lieferbedingungen für Blech und Band für allgemeine Verwendung; Deutsche Fassung EN 10088-2 : 1995

DIN EN 10088-3

Nichtrostende Stähle – Teil 3: Technische Lieferbedingungen für Halbzeug, Stäbe, Walzdraht und Profile für allgemeine Verwendung; Deutsche Fassung EN 10088-3 : 1995

DIN EN 10113-1

Warmgewalzte Erzeugnisse aus schweißgeeigneten Feinkornbaustählen – Teil 1: Allgemeine Lieferbedingungen; Deutsche Fassung EN 10113-1 : 1993

DIN EN 10113-2

Warmgewalzte Erzeugnisse aus schweißgeeigneten Feinkornbaustählen – Teil 2: Lieferbedingungen für normalgeglühte/normalisierend gewalzte Stähle; Deutsche Fassung EN 10113-2 : 1993

DIN EN 10113-3

Warmgewalzte Erzeugnisse aus schweißgeeigneten Feinkornbaustählen – Teil 3: Lieferbedingungen für thermomechanisch gewalzte Stähle; Deutsche Fassung EN 10113-3 : 1993

DIN EN 10213-2

Technische Lieferbedingungen für Stahlguß für Druckbehälter – Teil 2: Stahlsorten für die Verwendung bei Raumtemperatur und erhöhten Temperaturen; Deutsche Fassung EN 10213-2 : 1995

DIN EN 10213-4

Technische Lieferbedingungen für Stahlguß für Druckbehälter – Teil 4: Austenitische und austenitisch-ferritische Stahlsorten; Deutsche Fassung EN 10213-4 : 1995

DIN EN 22063

Metallische und andere anorganische Schichten – Thermisches Spritzen – Zink, Aluminium und ihre Legierungen (ISO 2063 : 1991); Deutsche Fassung EN 22063 : 1993

Werkstoff-Handbuch der Wehrtechnik

WL 1.3914-1

Nichtmagnetisierbarer austenitischer Stahl – X2CrNiMnMoNNb21-15-7-3 – Teil 1: Bleche

WL 1.3914-2

Nichtmagnetisierbarer austenitischer Stahl – X2CrNiMnMoNNb21-15-7-3 – Teil 2: Stabstahl

WL 1.3914-3

Nichtmagnetisierbarer austenitischer Stahl – X2CrNiMnMoNNb21-15-7-3 – Teil 3: Schmiedestücke

WL 1.3940

Nichtmagnetisierbarer austenitischer Stahlguß – GX2CrNiN18-13 – Gußstücke

- E DIN EN 1563
Founding – Spheroidal graphite cast irons; German version prEN 1563 : 1994
- DIN EN 10025
Hot rolled products of non-alloy structural steels – Technical delivery conditions (includes amendment A1 : 1993); German version EN 10025 : 1990
- DIN EN 10083-1
Quenched and tempered steels – Part 1: Technical delivery conditions for special steels (includes amendment A1 : 1996); German version EN 10083-1 : 1991 + A1 : 1996
- DIN EN 10083-2
Quenched and tempered steels – Part 2: Technical delivery conditions for unalloyed quality steels (includes amendment A1 : 1996); German version EN 10083-2 : 1991 + A1 : 1996
- DIN EN 10088-1
Stainless steels – Part 1: List of stainless steels; German version EN 10088-1 : 1995
- DIN EN 10088-2
Stainless steels – Part 2: Technical delivery conditions for sheet/plate and strip for general purposes; German version EN 10088-2 : 1995
- DIN EN 10088-3
Stainless steels – Part 3: Technical delivery conditions for semi-finished products, bars, rods and sections for general purposes; German version EN 10088-3 : 1995
- DIN EN 10113-1
Hot-rolled products in weldable fine grain structural steels – Part 1: General delivery conditions; German version EN 10113-1 : 1993
- DIN EN 10113-2
Hot-rolled products in weldable fine grain structural steels – Part 2: Delivery conditions for normalized/normalized rolled steels; German version EN 10113-2 : 1993
- DIN EN 10113-3
Hot-rolled products in weldable fine grain structural steels – Part 3: Delivery conditions for thermomechanical rolled steels; German version EN 10113-3 : 1993
- DIN EN 10213-2
Technical delivery conditions for steel castings for pressure purposes – Part 2: Steel grades for use at ambient and elevated temperatures; German version EN 10213-2 : 1995
- DIN EN 10213-4
Technical delivery conditions for steel castings for pressure purposes – Part 4: Austenitic and austenitic-ferritic steel grades; German version EN 10213-4 : 1995
- DIN EN 22063
Metallic and other inorganic coatings – Thermal spraying – Zinc, aluminum, and their alloys (ISO 2063 : 1991); German version EN 22063 : 1993
- Defense technology materials handbook
- WL 1.3914-1
Non-magnetizable austenitic steel – X2CrNiMnMoNNb21-15-7-3 – Part 1: Plates
- WL 1.3914-2
Non-magnetizable austenitic steel – X2CrNiMnMoNNb21-15-7-3 – Part 2: Steel bars
- WL 1.3914-3
Non-magnetizable austenitic steel – X2CrNiMnMoNNb21-15-7-3 – Part 3: Forgings
- WL 1.3940
Non-magnetizable austenitic cast steel – GX2CrNiN18-13 – Castings

- WL 1.3951-1
Nichtmagnetisierbarer austenitischer Stahl – X2CrNiMoN22-15 – Teil 1: Bleche
- WL 1.3951-2
Nichtmagnetisierbarer austenitischer Stahl – X2CrNiMoN22-15 – Teil 2: Stabstahl
- WL 1.3951-3
Nichtmagnetisierbarer austenitischer Stahl – X2CrNiMoN22-15 – Teil 3: Schmiedestücke
- WL 1.3952-1
Nichtmagnetisierbarer austenitischer Stahl – X2CrNiMoN18-14-3 – Teil 1: Bleche
- WL 1.3952-2
Nichtmagnetisierbarer austenitischer Stahlguß – GX2CrNiMoN18-14 – Teil 2: Gußstücke
- WL 1.3952-3
Nichtmagnetisierbarer austenitischer Stahl – X2CrNiMoN18-14-3 – Teil 3: Stabstahl
- WL 1.3952-4
Nichtmagnetisierbarer austenitischer Stahl – X2CrNiMoN18-14-3 – Teil 4: Schmiedestücke
- WL 1.3952-5
Nichtmagnetisierbarer austenitischer Stahl – X2CrNiMoN18-14-3 – Teil 5: Nahtlose Rohre
- WL 1.3955
Nichtmagnetisierbarer austenitischer Stahlguß – GX12CrNi18-11 – Gußstücke
- WL 1.3964-1
Nichtmagnetisierbarer austenitischer Stahl – X2CrNiMnMoNNb21-16-5-3 – Teil 1: Bleche
- WL 1.3964-2
Nichtmagnetisierbarer austenitischer Stahl – X2CrNiMnMoNNb21-16-5-3 – Teil 2: Stabstahl
- WL 1.3964-3
Nichtmagnetisierbarer austenitischer Stahl – X2CrNiMnMoNNb21-16-5-3 – Teil 3: Schmiedestücke
- WL 1.3964-4
Nichtmagnetisierbarer austenitischer Stahlguß – GX2CrNiMnMoNNb21-16-5-3 – Teil 4: Gußstücke
- WL 1.3964-5
Nichtmagnetisierbarer austenitischer Stahl – X2CrNiMnMoNNb21-16-5-3 – Teil 5: Nahtlose Rohre
- WL 1.3964-6
Nichtmagnetisierbarer austenitischer Stahl – X2CrNiMnMoNNb21-16-5-3 – Teil 6: Nahtlos gewalzte Ringe
- WL 1.3974-1
Nichtmagnetisierbarer austenitischer Stahl – X2CrNiMnMoNNb23-17-6-3 – Teil 1: Bleche
- WL 1.3974-2
Nichtmagnetisierbarer austenitischer Stahl – X2CrNiMnMoNNb23-17-6-3 – Teil 2: Stabstahl
- WL 1.3974-3
Nichtmagnetisierbarer austenitischer Stahl – X2CrNiMnMoNNb23-17-6-3 – Teil 3: Schmiedestücke
- WL 1.3974-5
Nichtmagnetisierbarer austenitischer Stahl – X2CrNiMnMoNNb23-17-6-3 – Teil 5: Seildraht
- WL 1.3974-6
Nichtmagnetisierbarer austenitischer Stahl – X2CrNiMnMoNNb23-17-6-3 – Teil 6: Nahtlos gewalzte Ringe
- WL 1.6780-1
Flüssigkeitsvergüteter Baustahl – 15NiCrMo10-6 – Teil 1: Bleche
- WL 1.6780-2
Flüssigkeitsvergüteter Baustahl – 15NiCrMo10-6 – Teil 2: Stabstahl
- WL 1.6780-3
Flüssigkeitsvergüteter Baustahl – 15NiCrMo10-6 – Teil 3: Schmiedestücke

- WL 1.3951-1
Non-magnetizable austenitic steel – X2CrNiMoN22-15 – Part 1: Plates
- WL 1.3951-2
Non-magnetizable austenitic steel – X2CrNiMoN22-15 – Part 2: Steel bars
- WL 1.3951-3
Non-magnetizable austenitic steel – X2CrNiMoN22-15 – Part 3: Forgings
- WL 1.3952-1
Non-magnetizable austenitic steel – X2CrNiMoN18-14-3 – Part 1: Plates
- WL 1.3952-2
Non-magnetizable austenitic cast steel – GX2CrNiMoN18-14 – Part 2: Castings
- WL 1.3952-3
Non-magnetizable austenitic steel – X2CrNiMoN18-14-3 – Part 3: Steel bars
- WL 1.3952-4
Non-magnetizable austenitic steel – X2CrNiMoN18-14-3 – Part 4: Forgings
- WL 1.3952-5
Non-magnetizable austenitic steel – X2CrNiMoN18-14-3 – Part 5: Seamless tubes
- WL 1.3955
Non-magnetizable austenitic cast steel – GX12CrNi18-11 – Castings
- WL 1.3964-1
Non-magnetizable austenitic steel – X2CrNiMnMoNNb21-16-5-3 – Part 1: Plates
- WL 1.3964-2
Non-magnetizable austenitic steel – X2CrNiMnMoNNb21-16-5-3 – Part 2: Steel bars
- WL 1.3964-3
Non-magnetizable austenitic steel – X2CrNiMnMoNNb21-16-5-3 – Part 3: Forgings
- WL 1.3964-4
Non-magnetizable austenitic cast steel – GX2CrNiMnMoNNb21-16-5-3 – Part 4: Castings
- WL 1.3964-5
Non-magnetizable austenitic steel – X2CrNiMnMoNNb21-16-5-3 – Part 5: Seamless tubes
- WL 1.3964-6
Non-magnetizable austenitic steel – X2CrNiMnMoNNb21-16-5-3 – Part 6: Seamless rolled rings
- WL 1.3974-1
Non-magnetizable austenitic steel – X2CrNiMnMoNNb23-17-6-3 – Part 1: Plates
- WL 1.3974-2
Non-magnetizable austenitic steel – X2CrNiMnMoNNb23-17-6-3 – Part 2: Steel bars
- WL 1.3974-3
Non-magnetizable austenitic steel – X2CrNiMnMoNNb23-17-6-3 – Part 3: Forgings
- WL 1.3974-5
Non-magnetizable austenitic steel – X2CrNiMnMoNNb23-17-6-3 – Part 5: Wire for ropes
- WL 1.3974-6
Non-magnetizable austenitic steel – X2CrNiMnMoNNb23-17-6-3 – Part 6: Seamless rolled rings
- WL 1.6780-1
Quenched and tempered structural steel – 15NiCrMo10-6 – Part 1: Plates
- WL 1.6780-2
Quenched and tempered structural steel – 15NiCrMo10-6 – Part 2: Steel bars
- WL 1.6780-3
Quenched and tempered structural steel – 15NiCrMo10-6 – Part 3: Forgings

WL 1.6786
Flüssigkeitsvergüteter Stahlguß – G15NiCrMo10-6 – Gußstücke

WL 2.0880
Kupfer-Nickel-Knetlegierung – CuNi17Mn5Al2Fe – Stangen

WL 2.0957
Kupfer-Aluminium-Gußlegierung – G-CuAl8Mn8 – Gußstücke

WL 2.0958
Kupfer-Aluminium-Knetlegierung – CuAl8Mn – Stangen und Freiformschmiedestücke

WL 2.0967
Kupfer-Aluminium-Knetlegierung – CuAl9Ni7 – Stangen und Freiformschmiedestücke

WL 2.0968
Kupfer-Aluminium-Gußlegierung – G-CuAl9Ni7 – Gußstücke

WL 2.1357
Kupfer-Mangan-Aluminium-Gußlegierung – G-CuMn9Al6Zn4Ni2Fe2 – Gußstücke

WL 2.1358
Kupfer-Mangan-Aluminium-Gußlegierung – G-CuMn10Zn8Al6Ni2Fe2 – Gußstücke

WL 2.1972
Kupfer-Nickel-Knetlegierung – CuNi10Fe1,6Mn – Rohre

Werkstoff-Handbuch der Deutschen Luftfahrt

WL 2.1504
Knetlegierung – Nickelbronze – NiAlBz (für Stangen)

SEP 1877
Prüfung der Beständigkeit hochlegierter, korrosionsbeständiger Werkstoffe gegen interkristalline Korrosion

SEW 400
Nichtrostende Walz- und Schmiedestähle

SEW 410
Nichtrostender Stahlguß – Technische Lieferbedingungen

VdTÜV WB 505
Hochkorrosionsbeständige Nickel-Basis-Legierung NiCr23Mo16Al – Werkstoff-Nr 2.4605

- WL 1.6786
Quenched and tempered cast steel – G15NiCrMo10-6 – Castings
- WL 2.0880
Copper-nickel alloy – CuNi17Mn5Al2Fe – Bars
- WL 2.0957
Copper-aluminum alloy – G-CuAl8Mn8 – Castings
- WL 2.0958
Copper-aluminum alloy – CuAl8Mn – Bars and forgings
- WL 2.0967
Copper-aluminum alloy – CuAl9Ni7 – Bars and forgings
- WL 2.0968
Copper-aluminum alloy – G-CuAl9Ni7 – Castings
- WL 2.1357
Copper-manganese-aluminium alloy – G-CuMn9Al6Zn4Ni2Fe2 – Castings
- WL 2.1358
Copper-manganese-aluminium alloy – G-CuMn10Zn8Al6Ni2Fe2 – Castings
- WL 2.1972
Copper-nickel alloy – CuNi10Fe1,6Mn – Tubes
- German aviation materials handbook
- WL 2.1504
Wrought alloy – Nickel-bronze – NiAlBz (for bars)
- SEP 1877
Testing the resistance of high-alloy corrosion-resistant materials to intergranular corrosion
- SEW 400
Stainless rolled and forged steels
- SEW 410
Stainless steel casting – Technical delivery conditions
- VDTÜV WB 505
Highly corrosion-resistant nickel base alloy NiCr23Mo16Al – Material No. 2.4605

3 Allgemeines

Es hat eine Vielzahl von Auslagerungsversuchen in Seewasser mit unterschiedlichsten Werkstoffen und äußeren Einflüssen gegeben, deren Ergebnisse häufig nicht vergleichbar sind. Daher werden nur Werte genannt, die kritisch ausgesucht wurden und Hinweise für den Konstrukteur geben können. Nicht berücksichtigt wurden unter außergewöhnlichen Bedingungen erhaltene Befunde, z. B. in subtropischen oder arktischen Gewässern.

Ebenfalls nicht einbezogen wurden die Ergebnisse von Laborversuchen.

Für die Definition der drei Bereiche

- Dauertauchzone (DTZ),
- Wechselltauchzone (WTZ) und
- Spritzwasserzone (SWZ)

gilt DIN 50917-2.

Auf Seebauwerken werden WTZ und SWZ international üblich zur Splash-Zone zusammengefaßt, da eine Trennung auch hinsichtlich des Korrosionsschutzes nicht erfolgt (GL-Vorschriften auf dem Gebiet der Meerestechnik).

Der Einfluß des Bewuchses auf die Korrosionswahrscheinlichkeit ist größer als die Änderungen der Eigenschaften des Seewassers oder der mechanischen Beanspruchungen des Werkstoffes. Daher ist der sich ändernde Bewuchs besonders zu beachten.

Anders als bei Knetwerkstoffen hängen die Gebrauchseigenschaften der Gußwerkstoffe in starkem Maße von ihren Gießeigenschaften ab. Gegenüber gleichartig zusammengesetzten Knetwerkstoffen kann bei Gußwerkstoffen eine Veränderung der Korrosionsbeständigkeit durch gußtypische Eigenschaften (z. B. Gußhaut, Porosität, Randaufkohlung, Seigerung, Schlackeneinschlüsse) eintreten.

Die Tabellen 1, 3, 4, 6 bis 9 enthalten Angaben für die Freien Korrosionspotentiale und Aussagen zum Korrosionsverhalten von Werkstoffen, die im Schiffbau verwendet werden. Die den Tabellen folgenden Texte sind nach Korrosionsarten gegliedert. Sie enthalten außer ergänzendem Zahlenmaterial Erläuterungen und Beschreibungen der für den Konstrukteur wichtigen Korrosionsarten bei der jeweiligen Werkstoff-Gruppe.

4 Anhaltswerte für Freie Korrosionspotentiale und Massenverluste sowie Angaben über das Korrosionsverhalten

Die Angaben gelten für ruhendes Seewasser mit einer Temperatur von etwa 15 °C, sofern keine Strömungsgeschwindigkeiten angegeben sind.

4.1 Werkstoff-Gruppe FE:

4.1.1 Werkstoff-Untergruppen FE 1 bis FE 3:

Nichtrostende Stähle und nichtrostender Stahlguß, nichtmagnetisierbare Stähle und nichtmagnetisierbarer Stahlguß

Die Werkstoffe der Werkstoff-Untergruppen FE 1 bis FE 3 enthalten mindestens 12 % Massenanteile Chrom.

Die Werkstoffe der Untergruppe FE 1 sind CrNi-, CrNiMo-, NiCrMo- und CrNiMnMo-Stähle, zum Teil mit weiteren Legierungselementen wie Cu, N, Nb und Ti. Sie sind überwiegend austenitisch, teils aber auch austenitisch-ferritisch oder ferritisch.

Die Werkstoffe der Untergruppe FE 2 sind austenitische CrNi-Stähle, teilweise mit weiteren Legierungselementen wie N, Ti und Nb. Der Werkstoff 1.4310 ist instabil austenitisch; daher wird er im kaltverformten Zustand weitgehend martensitisch.

Die Werkstoffe der Untergruppe FE 3 sind martensitische oder nickelmartensitische CrNi-, CrMo- und CrNiMo-Stähle.

Die Einteilung der Untergruppen FE 1 bis FE 3 erfolgt nach der Höhe des Freien Korrosionspotentials und der Empfindlichkeit gegenüber Loch- und Spaltkorrosion. Die Untergruppe FE 1 ist entsprechend der Höhe der Wirksumme in die Teile 1 bis 4 gegliedert.

3 General

Numerous tests under natural conditions in sea water with a variety of materials and external conditions have been performed the results of which frequently are not comparable. Thus, only those values are given here, which have been selected critically and may be useful for the designer. Results obtained under unusual conditions, e.g. in subtropical or arctic waters, have not been taken into consideration.

Further, the results of laboratory tests have been excluded.

DIN 50917-2 applies to the definitions of the following three zones:

- immersed zone,
- tidal zone,
- splash zone.

For offshore structures the tidal zone and the splash zone are taken together internationally and called "splash zone", because a differentiation, also regarding corrosion protection, is not made (GL regulations concerning marine technology).

The influence of fouling on the corrosion probability is larger than that of changed sea water properties or mechanical stresses acting on the material. Therefore, special attention has to be paid to any changes of fouling.

Unlike wrought materials, the properties of cast materials depend to a large extent upon their casting properties. As against wrought materials of the same composition, cast materials may undergo a change of their corrosion resistance because of process-induced properties (e.g. casting skin, porosity, skin carbonization, segregation, slag inclusion).

Tables 1, 3, 4, and 6 through 9 contain free corrosion potential data as well as information on the corrosion behaviour of materials used in ship building. The paragraphs following the tables are arranged according to types of corrosion. In addition to complementary data they contain explanations and descriptions of the types of corrosion of the respective material group, which are relevant to the designer.

4 Estimates of free corrosion potentials and material consumptions as well as information on the corrosion behaviour

If flow rates are not stated, the data apply to stagnant sea water with a temperature of approximately 15 °C.

4.1 Material group FE:

4.1.1 Material subgroups FE 1 to FE 3:

Stainless steels and stainless cast steel, nonmagnetic steels and nonmagnetic cast steel

The materials of the subgroups FE 1 to FE 3 contain at least 12 % chromium (percent by mass).

The material of subgroup FE 1 comprises CrNi, CrNiMo, NiCrMo, and CrNiMnMo steels, some of which contain additional alloying elements like Cu, N, Nb, and Ti. The majority of these steels is austenitic; some, however, are austenitic-ferritic or ferritic.

The materials of the subgroup FE 2 are austenitic CrNi steels, some of which contain additional alloying elements like N, Ti, and Nb. The austenitic structure of the material 1.4310 is instable, i.e. it becomes largely martensitic when in the cold-formed state.

The materials of the subgroup FE 3 are martensitic or nickel-martensitic CrNi, CrMo, and CrNiMo steels.

The classification of the subgroups FE 1 to FE 3 is based on the free corrosion potentials and the susceptibility to pitting and crevice corrosion. The subgroup FE 1 is divided into 4 parts according to the values of the pitting resistance equivalent (PRE).

4.1.1.1 Freies Korrosionspotential, Empfindlichkeit gegenüber Loch- und Spaltkorrosion

Tabelle 1

Werkstoff- Untergruppe	Teil	Nr	Werkstoff		Eigenschaften, Zusammen- setzung nach	Gefüge 3)	Wirk- summe W 4)	Freies Korro- sions- potential U_H 5)	Empfindlichkeit gegenüber Loch- und Spaltkorrosion
			Nummer	Kurzname				V	
FE 1	1	1	1.3914 ¹⁾	X2CrNiMnMoNNb21-15-7-3	WL 1.3914 ⁶⁾	A	40	0,4 bis 0,7	äußerst gering
		2	1.3974 ¹⁾	X2CrNiMnMoNNb23-17-6-3	WL 1.3974 ⁶⁾	A	40		
		3	1.4529 ¹⁾	X1NiCrMoCuN25-20-7	DIN EN 10088 ⁶⁾	A	42		
		4	1.4562 ¹⁾	X1NiCrMoCu32-28-7	–	A	50		
		5	1.4563 ¹⁾	X1NiCrMoCu31-27-4	DIN EN 10088 ⁶⁾	A	37		
		6	1.4565 ¹⁾	X2CrNiMnMoNbN25-18-5-3	SEW 400	A	42		
		7	1.4566 ¹⁾	X3CrNiMnMoCuNbN23-17-5-3	–	A	40		
	2	1	1.3964 ¹⁾ 2)	X2CrNiMnMoNNb21-16-5-3	WL 1.3964 ⁶⁾	A	36		sehr gering
		2	1.4439 ¹⁾	X2CrNiMoN17-13-5	DIN EN 10088 ⁶⁾	A	33		
		3	1.4462 ¹⁾	X2CrNiMoN22-5-3		A+F	31		
		4	1.4465	X1CrNiMoN25-25-2	SEW 400	A	31		
		5	1.4539 ¹⁾	X1NiCrMoCu25-20-5	DIN EN 10088 ⁶⁾	A	33		
		6	1.4575 ¹⁾	X1CrNiMoNb28-4-2	–	F	32		
	3	1	1.4438 ¹⁾	X2CrNiMo18-15-4	DIN EN 10088 ⁶⁾	A	27		gering
		2	1.4460	X3CrNiMoN27-5-2		A+F	29		
		3	1.4463	GX6CrNiMo24-8-2	SEW 410	A	30		
		4	1.4536	GX2NiCrMoCuN25-20		A	27		
	4	1	1.3951	X2CrNiMoN22-15	WL 1.3951 ⁶⁾	A	26		mäßig
		2	1.3952 ¹⁾ 2)	X2CrNiMoN18-14-3	WL 1.3952 ⁶⁾	A	25		
		3	1.4347	GX8CrNiN26-7	SEW 410	A+F	25		
		4	1.4401	X5CrNiMo17-12-2	DIN EN 10088 ⁶⁾	A	23		
		5	1.4404 ²⁾	X2CrNiMo17-12-2		A	23		
		6	1.4406	X2CrNiMoN17-11-2		A	23		
		7	1.4429 ¹⁾	X2CrNiMoN17-13-3		A	25		
		8	1.4435 ¹⁾	X2CrNiMo18-14-3		A	25		
		9	1.4436	X3CrNiMo17-13-3		A	25		
		10	1.4571 ¹⁾	X6CrNiMoTi17-12-2		A	24		
		11	1.4580	X6CrNiMoNb17-12-2		A	23		
		12	1.4581	GX5CrNiMoNb19-11	DIN EN 10213-4	A	25		

¹⁾ bis ⁶⁾ siehe Seite 16

(fortgesetzt)

4.1.1.1 Free corrosion potential, susceptibility to pitting and crevice corrosion

Table 1

Material subgroup	Part	No.	Material		Properties, composition according to	Structure ³⁾	Pitting resistance equivalent (PRE) ⁴⁾	Free corrosion potential U_H ⁵⁾ V	Susceptibility to pitting and crevice corrosion
			Number	Designation			min.		
FE 1	1	1	1.3914 ¹⁾	X2CrNiMnMoNNb21-15-7-3	WL 1.3914 ⁶⁾	A	40	0,4 to 0,7	extremely low
		2	1.3974 ¹⁾	X2CrNiMnMoNNb23-17-6-3	WL 1.3974 ⁶⁾	A	40		
		3	1.4529 ¹⁾	X1NiCrMoCuN25-20-7	DIN EN 10088 ⁶⁾	A	42		
		4	1.4562 ¹⁾	X1NiCrMoCu32-28-7	–	A	50		
		5	1.4563 ¹⁾	X1NiCrMoCu31-27-4	DIN EN 10088 ⁶⁾	A	37		
		6	1.4565 ¹⁾	X2CrNiMnMoNbN25-18-5-3	SEW 400	A	42		
		7	1.4566 ¹⁾	X3CrNiMnMoCuNbN23-17-5-3	–	A	40		
	2	1	1.3964 ^{1) 2)}	X2CrNiMnMoNNb21-16-5-3	WL 1.3964 ⁶⁾	A	36		very low
		2	1.4439 ¹⁾	X2CrNiMoN17-13-5	DIN EN 10088 ⁶⁾	A	33		
		3	1.4462 ¹⁾	X2CrNiMoN22-5-3		A+F	31		
		4	1.4465	X1CrNiMoN25-25-2	SEW 400	A	31		
		5	1.4539 ¹⁾	X1NiCrMoCu25-20-5	DIN EN 10088 ⁶⁾	A	33		
		6	1.4575 ¹⁾	X1CrNiMoNb28-4-2	–	F	32		
	3	1	1.4438 ¹⁾	X2CrNiMo18-15-4	DIN EN 10088 ⁶⁾	A	27		low
		2	1.4460	X3CrNiMoN27-5-2		A+F	29		
		3	1.4463	GX6CrNiMo24-8-2	SEW 410	A	30		
		4	1.4536	GX2NiCrMoCuN25-20		A	27		
	4	1	1.3951	X2CrNiMoN22-15	WL 1.3951 ⁶⁾	A	26		moderate
		2	1.3952 ^{1) 2)}	X2CrNiMoN18-14-3	WL 1.3952 ⁶⁾	A	25		
		3	1.4347	GX8CrNiN26-7	SEW 410	A+F	25		
		4	1.4401	X5CrNiMo17-12-2	DIN EN 10088 ⁶⁾	A	23		
		5	1.4404 ²⁾	X2CrNiMo17-12-2		A	23		
		6	1.4406	X2CrNiMoN17-11-2		A	23		
		7	1.4429 ¹⁾	X2CrNiMoN17-13-3		A	25		
		8	1.4435 ¹⁾	X2CrNiMo18-14-3		A	25		
		9	1.4436	X3CrNiMo17-13-3		A	25		
		10	1.4571 ¹⁾	X6CrNiMoTi17-12-2		A	24		
		11	1.4580	X6CrNiMoNb17-12-2		A	23		
		12	1.4581	GX5CrNiMoNb19-11	DIN EN 10213-4	A	25		

¹⁾ to ⁶⁾ see page 17

(continued)

Tabelle 1 (abgeschlossen)

Werkstoff- Untergruppe		Nr	Werkstoff		Eigenschaften, Zusammen- setzung nach	Gefüge 3)	Wirk- summe W 4)	Freies Korro- sions- potential U _H 5)	Empfindlichkeit gegenüber Loch- und Spaltkorrosion
	Teil		Nummer	Kurzname			min.	V	
FE 2	-	1	1.3940	GX2CrNiN18-13	WL 1.3940	A	17	0,2 bis 0,4	groß
		2	1.3955	GX12CrNi18-11	WL 1.3955	A	17		
		3	1.4301	X5CrNi18-10	DIN EN 10088 6)	A	17		
		4	1.4306	X2CrNi19-11		A	18		
		5	1.4308	GX5CrNi19-10	DIN EN 10213-4	A	20		
		6	1.4310	X10CrNi18-8	DIN EN 10088 6)	A	16		
		7	1.4311	X2CrNi18-10		A	17		
		8	1.4541	X6CrNiTi18-10		A	17		
		9	1.4550	X6CrNiNb18-10		A	17		
		10	1.4552	GX5CrNiNb19-10	DIN EN 10213-4	A	20		
FE 3	-	1	1.4057	X17CrNi16-2	DIN EN 10088 6)	M	-	0,1 bis -0,5	groß
		2	1.4122	X39CrMo17-1		M	-		
		3	1.4313	X3CrNiMo13-4		M	-		
		4	1.4405	GX4CrNiMo16-4	DIN EN 10213-2	M	-		
		5	1.4418	X4CrNiMo16-5-1	DIN EN 10088 6)	M	-		

1) Wird im maritimen Bereich bevorzugt angewendet.

2) Auch als Stahlguß

3) Hauptsächlich Bestandteile (A = Austenit; F = Ferrit; M = Martensit)

4) Nach 4.74 von DIN 81249-1 : 1997-11

5) In See- und Hafenwasser

6) Normen der Reihe

SEW = Stahl-Eisen-Werkstoffblatt

WL = Werkstoff-Leistungsblatt der Wehrtechnik

4.1.1.2 Einflußgrößen auf die Freien Korrosionspotentiale

Die in der Tabelle 1, Werkstoff-Untergruppen FE 1 bis FE 3, angegebenen Freien Korrosionspotentiale gelten als Anhaltswerte für luftgesättigtes und mäßig bewegtes Seewasser bei Temperaturen, die in mitteleuropäischen Breiten natürlicherweise vorkommen.

Bei geringen Sauerstoffgehalten wird das Freie Korrosionspotential negativer. Bei höheren Sauerstoffgehalten, z. B. in polaren Gewässern, bei starker Anströmung und in der Wechselltauchzone, wird das Freie Korrosionspotential positiver. Mit zunehmender Verschiebung des Freien Korrosionspotentials zu positiveren Potentialen besteht bei allen Werkstoffen der Untergruppen FE 1 bis FE 3 in Seewasser zunehmende Gefährdung durch Spalt- und Lochkorrosion.

4.1.1.3 Korrosionsverhalten

4.1.1.3.1 Gleichmäßige Flächenkorrosion

Werkstoffe der Untergruppen FE 1 und FE 2 sind in Seewasser passiv. In diesem Zustand ist gleichmäßige Flächenkorrosion praktisch nicht meßbar. Die Passivität der Werkstoffe dieser Gruppen bleibt auch unter reduzierenden Bedingungen sowie bei kathodischer Polarisierung erhalten.

Werkstoffe der Untergruppe FE 3 werden meist im vergüteten Zustand angewendet. Bei diesen Werkstoffen kann durch Wärmebehandlung (Vergüten, Weichglühen) der effektive Chromgehalt der Matrix soweit erniedrigt werden, daß die Stähle nicht mehr passivieren können und verstärkt Muldenkorrosion auftreten kann.