

**Kathodischer Korrosionsschutz für
unterseeische Rohrleitungen**

Deutsche Fassung EN 12474:2001

DIN
EN 12474

ICS 23.040.99; 77.060

Cathodic protection for submarine pipelines;
German version EN 12474:2001Protection cathodique des canalisations sous marines;
Version allemande EN 12474:2001**Nationales Vorwort**

Diese Europäische Norm wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 219 „Kathodischer Korrosionsschutz“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Galvanische Anoden aus Magnesium sind für den kathodischen Schutz, d. h. auch für den temporären Schutz, von Schiffen, Strukturen und Komponenten in Seewasser nicht geeignet. Durch die hohe Treibspannung verbunden mit der guten elektrischen Leitfähigkeit des Seewassers und der hohen Wasserstoffentwicklung ist mit erheblichen Beschädigungen der in der Regel aufgetragenen Beschichtungen zu rechnen. Magnesium unterliegt im erheblichen Maße der Eigenkorrosion, deren Geschwindigkeit mit ansteigendem Salzgehalt zunimmt. Die hohe Wasserstoffentwicklung kann insbesondere bei höher- und hochfesten Schiffbau- und Pipeline-Stählen eine Gefährdung durch Wasserstoffversprödung hervorrufen.

Fortsetzung 23 Seiten EN

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

– Leerseite –

Deutsche Fassung

**Kathodischer Korrosionsschutz für
unterseeische Rohrleitungen**

Cathodic protection for submarine pipelines

Protection cathodique des canalisations sous marines

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 7. März 2001 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 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, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.



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

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite		Seite
Vorwort	2	12 Sicherheit	15
Einleitung	2	13 Unterlagen	16
1 Anwendungsbereich	3	Anhang A (informativ) Leitfaden zu den Anforderungen an die Stromdichte für den kathodischen Korrosionsschutz von Rohr- und Steigleitungen	17
2 Normative Verweisungen	3	Anhang B (informativ) Berechnungen der Anodengrößen	19
3 Begriffe	3	Anhang C (informativ) Potentialprofilkurven	20
4 Konstruktionskriterien und -prinzipien für den kathodischen Korrosionsschutz ..	4	Anhang D (informativ) Sicherheitsvorkehrungen bei Fremdstromsystemen	21
5 Auslegung des Systems mit galvanischen Anoden	7	Anhang E (informativ) Typische elektrochemische Eigenschaften von üblicherweise angewendeten Fremdstromanoden	22
6 Installation von galvanischen Anoden ..	8	Literaturhinweise	23
7 Auslegung von Fremdstromsystemen ..	10		
8 Installation von Fremdstromsystemen ..	11		
9 Inbetriebnahme der kathodischen Korrosionsschutzsysteme	12		
10 Kontrolle von Streuströmen	12		
11 Überwachung und Kontrolle des kathodischen Korrosionsschutzsystems	14		

Vorwort

Dieses Dokument wurde vom CEN/TC 219 „Kathodischer Korrosionsschutz“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss auf nationaler Ebene übernommen werden, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Oktober 2001, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Oktober 2001 zurückgezogen werden.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen:

Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

Einleitung

Eine Anwendung von kathodischem Korrosionsschutz zusammen mit einer Korrosionsschutzbeschichtung erfolgt gewöhnlich zum Schutze der Außenflächen von unterseeischen Rohrleitungen gegen durch Meerwasser oder salzhaltigen Meeresboden erzeugte Korrosion.

Zur Isolation der Stahloberfläche gegen Schadenseinwirkungen durch die Umgebung, in der sich die Rohrleitung befindet, wird auf die Oberfläche der Rohrleitung eine Korrosionsschutzbeschichtung aufgetragen.

Durch kathodischen Korrosionsschutz wird der Schutz solcher Rohrleitungsbereiche sichergestellt, die bei beschädigter oder unzureichender Beschichtung dem direkten Meerwasserangriff ausgesetzt sind.

Zur Verringerung des Elektrolytpotentials des Rohres auf Werte, bei denen kaum noch Korrosion erfolgt, wird bei kathodischem Korrosionsschutz ein genügend starker Gleichstrom an die Rohrleitungsaußenflächen angelegt.

Die allgemeinen Grundsätze des kathodischen Korrosionsschutzes sind in der EN 12473 genau dargelegt.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm stellt allgemeine Kriterien und Empfehlungen für die Auslegung, Installation, Überwachung und Inbetriebnahme kathodischer Korrosionsschutzsysteme für unterseeische Rohrleitungen auf.

Diese Norm gilt für Rohrleitungen aus Kohlenstoff-Mangan-Stahl aller Güteklassen und aus nicht rostendem Stahl. Sie behandelt sämtliche Arten von Meerwasser- und Meeresgrundumgebungen, die unter Wasser anzutreffen sind.

Diese Norm gilt nicht für kurze Abschnitte unterseeischer Rohrleitungen oder ihrer Abzweigungen, die mit kathodisch geschützten Festlandsrohrleitungen leitend verbunden sind (siehe EN 12954:2001).

Der kathodische Korrosionsschutz von Steigleitungen ist in dieser Norm nur dann einbezogen, wenn sie von ihren Trägerstrukturen isoliert sind. Der kathodische Korrosionsschutz von Steigleitungen, die in direkter elektrischer Verbindung mit ihren Trägerstrukturen stehen, ist in der EN 12495 enthalten.

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische 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 Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

EN 12473:2000, *Allgemeine Grundsätze des kathodischen Korrosionsschutzes in Meerwasser*.

EN 12495, *Kathodischer Korrosionsschutz für ortsfeste Offshore-Anlagen aus Stahl*.

prEN 12496:1996, *Galvanische Anoden für den kathodischen Korrosionsschutz in Meerwasser und salzhaltigem Meeresboden*.

EN 12954:2001, *Kathodischer Korrosionsschutz von metallenen Anlagen in Böden oder Wässern – Grundlagen*.

EN ISO 8044, *Korrosion von Metallen und Legierungen – Grundbegriffe und Definitionen (ISO 8044:1999)*.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die Begriffe der EN ISO 8044 sowie die folgenden:

3.1

Betonummantelung

üblicherweise aus stahldrahtverstärktem Beton hergestellte, auf die Rohre aufgetragene Beschichtung, die so für Auftriebshemmung und/oder mechanischen Schutz der Rohrleitung sorgt

3.2

ferngelenktes Fahrzeug

durch Überwasserbedienung gesteuertes unbemanntes Unterwasserfahrzeug, das der Inspektion und Überwachung der Rohrleitung dient

3.3

Schutzrohr

der Steigleitung angepasstes Rohr, das zur Stütz- und Führungsgebung einer oder mehrerer Steigrohrleitungen oder Kabelbäume auf einer Struktur konstruiert und installiert ist

3.4

Steigleitung

senkrecht oder fast senkrecht verlaufender Teil einer Offshore-Rohrleitung, die das Plattform-Rohrwerk mit der Rohrleitung am oder unter dem Meeresboden verbindet

4 Konstruktionskriterien und -prinzipien für den kathodischen Korrosionsschutz

4.1 Schutzkriterien

4.1.1 Schutzpotentiale

Zur Realisierung eines angemessenen kathodischen Korrosionsschutzes sollte eine unterseeische Rohrleitung die in nachstehender Tabelle aufgeführten Schutzpotentiale aufweisen. Diese Potentiale gelten für Meeresböden und übliches Meerwasser (Salzgehalt von 32 ‰ bis 38 ‰).

Tabelle 1 – Zusammenstellung empfohlener Potentiale für den kathodischen Korrosionsschutz von Stahlwerkstoffen in Meerwasser gegen eine Silber/Silberchlorid/Meerwasser-Bezugselektrode gemessen

Werkstoff	Kleinstes negatives Potential Volt	Größtes negatives Potential Volt
Eisen und Stahl aerobe Umgebung anaerobe Umgebung	– 0,80 – 0,90	– 1,10 – 1,10
Nicht rostender Stahl austenitischer Stahl – (Wirksumme (PREN) $\geq$ 40) – (Wirksumme (PREN) $<$ 40) Duplex	– 0,30 – 0,60 (siehe Anmerkung 1) – 0,60 (siehe Anmerkung 1)	keine Begrenzung keine Begrenzung (siehe Anmerkung 2)
ANMERKUNG 1 Für die meisten Anwendungen sind diese Potentiale für den Schutz von Spalten ausreichend, obwohl höhere Potentiale in Betracht gezogen werden können.		
ANMERKUNG 2 In Abhängigkeit von der metallurgischen Struktur können diese Legierungen rissempfindlich sein und hohe negative Potentiale müssen vermieden werden (nach 8.3.2.2 von EN 12473:2000).		

4.1.2 Bezugselektroden

Zur Messung des Potentials zwischen der Rohrleitungsoberfläche und dem Meerwasser kommen folgende Bezugselektrodentypen in Frage:

- Silber/Silberchlorid/Meerwasser (Ag/AgCl/Meerwasser);
- hochreines Zink (mindestens 99,9 % Zink mit Eisenanteil nicht über 0,001 4 %)/Meerwasser;
- anodisches Zinklegierung/Meerwasser;
- KCl gesättigt – Kalomel (Hg/HgCl₂/KCl gesättigt), wird zur Kalibrierung von Bezugselektroden angewendet.

4.2 Korrosionsschutzbeschichtung

Unterseeische Rohrleitungen werden üblicherweise mit einer Korrosionsschutzbeschichtung versehen, und kathodischer Korrosionsschutz wird angewendet, um die äußere Korrosion gering zu halten. Durch die Beschichtung wird der erforderliche Schutzstrom reduziert und die kathodische Schutzwirkung auf der Rohroberfläche verbessert (siehe Tabelle A.3).

4.3 Grundbedingungen

Bei der Auslegung kathodischer Korrosionsschutzsysteme sollte Folgendes berücksichtigt werden:

- Kenndaten der zu schützenden unterseeischen Rohrleitung, wie Durchmesser, Wanddicke, Länge, Trasse, Verlegungsbedingungen auf dem Meeresboden, Temperaturprofil über ihre Gesamtlänge hinweg, Art und Dicke der Korrosionsschutzbeschichtung(en) für Rohre und Fittings, Vorhandensein,

- Typ und Dicke von Wärmeisolierung, mechanischer Schutz und/oder der Beschichtungsgewicht;
- vorhandene oder geplante Installationen (Rohrleitungen, Plattformen usw.), in enger Nachbarschaft zu oder Kreuzen von Rohrleitungstrassen;
 - elektrische Isolation gegen angrenzende Stahlbauten, Plattformen, Festlandsrohrleitungen usw.;
 - Vorhandensein von Schutzrohren, Steigleitungen und Schellen;
 - Umgebungsbedingungen;
 - Entwurfs-Lebensdauer der Rohrleitung;
 - Rohrverlegungsverfahren;
 - Schutzkriterien;
 - Standort vor der Küste, d. h. wie zugänglich für Reparatur und Wartung;
 - Leistungsvergleichsdaten von kathodischen Korrosionsschutzsystemen an gleicher Umgebungs-örtlichkeit;
 - Verfügbarkeit von elektrischem Strom;
 - Sicherheitserfordernisse;
 - gültige Normen;
 - Risikobewertung.

4.4 Umgebungsparameter

Bei unzureichender Erfahrung im Seegebiet sollten folgende Umgebungsparameter durch Messung unter betriebsrealistischen Bedingungen abgeschätzt werden:

- Temperatur;
- spezifischer Widerstand von Meerwasser und Meeresboden;
- Meerwassergeschwindigkeit;
- pH-Wert;
- Wasserdruck (Tiefe) über der Leitungstrasse;
- Vorhandensein und Menge an H_2S bildenden Bakterien (z. B. SRB);
- Wasserzusammensetzung unter besonderer Berücksichtigung des Sauerstoffgehaltes;
- örtliches Vorhandensein vagabundierender und/oder tellurischer Ströme (siehe 10.2).

4.5 Schutzstromdichte

Bei der konstruktiven Auslegung eines kathodischen Korrosionsschutzsystems einer unterseeischen Rohrleitung muss als ein Hauptparameter definiert werden, welche elektrische Stromdichte zum Schutze der Stahloberfläche der Rohrleitung für die Entwurfs-Lebensdauer erforderlich ist.

Von Bedeutung sind hier drei Angaben zur Stromdichte. Es handelt sich um die Anfangs-, die Erhaltung- und Repolarisationswerte, entsprechend den jeweils erforderlichen Stromdichten zur Polarisierung der Rohrleitung innerhalb einer angemessenen Zeitspanne (d.h. 1 bis 2 Monate), zur Aufrechterhaltung der Polarisierung sowie für Repolarisierung, die gelegentlich etwa nach einem starken Sturm vorkommen kann.

Die Entwurfsstromdichten können entweder anhand von Erfahrungswerten mit vergleichbaren Rohrleitungen in der gleichen Umgebung oder anhand von Messungen unter realistischen Betriebsbedingungen ausgewählt werden.

Folgende Gesichtspunkte sollten dabei besonders beachtet werden:

- der Stromdichtebedarf ist in der Regel nicht zeitkonstant; bei unbeschichteten Stahlbereichen von Rohrleitungen in Meerwasser oder am Meeresboden kann sich die erforderliche Stromdichte durch Bildung von Schutzschichten aufgrund des kathodischen Stroms verringern;

- bei beschichteten Bereichen von Rohrleitungen kann sich die erforderliche Stromdichte mit der Zeit und abnehmender Beschichtungsqualität erhöhen.

Im Anhang A ist ein Leitfaden zu den Entwurfsstromdichten angegeben.

4.6 Wahl des kathodischen Korrosionsschutzsystems

Zum Schutz von unterseeischen Rohrleitungen kann entweder das System mit galvanischen Anoden und/oder das System mit Fremdstrom angewendet werden.

Die Wahl unter den beiden Systemen sollte nach folgenden Überlegungen erfolgen:

- das Fremdstromsystem darf nur eine begrenzte Länge der Rohrleitung schützen, die folgendermaßen bestimmt wird:
 - praktische Begrenzung der Anordnung der Einrichtungen des Fremdstromsystems, z.B. die Enden der Rohrleitung und Zwischenstationen oder Landanschluss,
 - der Isolationswiderstandswert der umhüllten Rohrleitung gegenüber dem Umgebungselektrolyt am Ende ihrer Entwurfs-Lebensdauer (siehe Anhang C),
 - der Längswiderstand der Rohrleitung (siehe Anhang C);
- fehlt eine äußere Energiequelle, so ist unter Umständen der Einsatz von Fremdstromsystemen nicht möglich;
- Systeme mit galvanischen Anoden machen jeglichen Betriebskontroll- oder Unterhaltsaufwand über die Nutzungsdauer der Rohrleitung hinaus überflüssig;
- Systeme mit galvanischen Anoden verursachen selten störende Beeinflussungen in eigenständigen Nachbarstrukturen, wohingegen ein Fremdstromsystem beträchtliche Auswirkungen haben kann.

4.7 Elektrische Isolierung

Zur Verbesserung oder zum Wirksamkeitsnachweis des jeweiligen kathodischen Korrosionsschutzsystems ist eine elektrische Isolierung zwischen einer unterseeischen Rohrleitung und sonstigen Stahlbauten, mit denen die Rohrleitung mechanisch verbunden ist, anwendbar.

Typische Einsatzsituationen für eine Isolationsvorrichtung sind folgende:

- zwischen Offshore- und Festlandsabschnitt derselben Rohrleitung;
- zwischen einer unterseeischen Rohrleitung und der Plattform, von der die Rohrleitung ausgeht bzw. an der sie endet, sofern keine sonstigen Umstände wie etwa Sicherheitsauflagen die Installation einer Isolationsvorrichtung verbieten.

Falls angewendet, muss eine Isolationsvorrichtung nach den relevanten Vorschriften über der Wasser- und Spritzwasserzone angebracht werden.

4.8 Elektrischer Durchgang

Zwischen der Rohrleitung und allen Anhängen aus Stahl sorgen im Allgemeinen geeignete Verbindungskabel für den elektrischen Durchgang.

4.9 Messpunkte

Um die Leistungsfähigkeit des kathodischen Korrosionsschutzes einer unterseeischen Rohrleitung zu überprüfen, lassen sich – sofern direkte Kontaktierung nicht möglich ist – Messkabel und Messpunkte an beiden Enden der Rohrleitung installieren.

Bei mit galvanischen Anoden geschützten unterseeischen Rohrleitungen können alle Permanentmessvorrichtungen entlang der Rohrleitungstrasse weggelassen werden, wobei die Enden jedoch entweder direkt oder mittels eines Messkabels zugänglich bleiben müssen.

4.10 Verschiedenes

Während der Konstruktionsphase eines kathodischen Korrosionsschutzsystems einer unterseeischen Rohrleitung sollten alle im Bereich der Rohrleitungstrasse Beteiligten über die beabsichtigte Rohrleitungsinstallation sowie die Kenndaten des kathodischen Korrosionsschutzsystems informiert werden.

Durch gemeinsam durchgeführte Untersuchungen sollten mögliche Auswirkungen des beabsichtigten kathodischen Korrosionsschutzsystems auf andere Anlagen in der engeren oder weiteren Umgebung der Rohrleitung ermittelt werden.