

DIN EN 16299

ICS 77.060

**Kathodischer Korrosionsschutz für erdberührte und gegründete
Außenflächen von oberirdischen Lagertanks aus Stahl;
Deutsche Fassung EN 16299:2013**

Cathodic protection of external surfaces of above ground storage tank bases in contact with soil or foundations;

German version EN 16299:2013

Protection cathodique des surfaces externes des fonds de réservoirs de stockage aériens en contact avec le sol ou les fondations;

Version allemande EN 16299:2013

Gesamtumfang 44 Seiten

Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN
Normenausschuss Tankanlagen (NATank) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 16299:2013) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 219 „Kathodischer Korrosionsschutz“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

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

Deutsche Fassung

Kathodischer Korrosionsschutz für erdberührte und gegründete Außenflächen von oberirdischen Lagertanks aus Stahl

Cathodic protection of external surfaces of above ground
storage tank bases in contact with soil or foundations

Protection cathodique des surfaces externes des fonds de
réservoirs de stockage aériens en contact avec le sol ou
les fondations

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 23. Februar 2013 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, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, 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

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	7
4 Abkürzungen und Symbole	8
5 Qualifikation des Personals.....	8
6 Korrosionsrisiken und ihre Vermeidung durch kathodischen Korrosionsschutz.....	9
6.1 Allgemeines	9
6.2 Korrosionsrisiken für die Außenflächen oberirdischer Lagertankböden in Kontakt mit Erdböden oder Fundamenten.....	9
7 Voraussetzungen für die Anwendung des kathodischen Korrosionsschutzes	12
7.1 Allgemeines	12
7.2 Neu zu errichtende Tankanlagen	12
7.3 Bestehende Tanks	15
7.4 Tankgestaltung und Durchführbarkeit des kathodischen Korrosionsschutzes	17
8 Kriterien für den kathodischen Korrosionsschutz und die Messverfahren	18
8.1 Allgemeines	18
8.2 Kriterien	18
8.3 Alternative Kriterien und Verfahren	20
9 Planung der kathodischen Korrosionsschutzsysteme.....	21
9.1 Allgemeines	21
9.2 Einzelheiten und Daten zum Schutzobjekt	21
9.3 Umgebung	22
9.4 Elektrische Trennung	23
9.5 Strombedarf.....	23
9.6 Kathodische Korrosionsschutzsysteme und Anodenkonfiguration	23
9.7 Kabelanschlüsse an den Tank	24
9.8 Referenzelektroden, Probebleche und Messstellen.....	24
9.9 Explosionsschutz	25
9.10 Anlagen mit galvanischen Anoden	26
9.11 Fremdstromschutzanlagen	27
9.12 Kabel	27
9.13 Beeinflussung	28
10 Installation einer Anlage für den kathodischen Korrosionsschutz	28
10.1 Allgemeines	28
10.2 Kabelverlegung	29
10.3 Isolierstücke	30
10.4 Anoden.....	30
10.5 Fremdstromanlagen	31
10.6 Messstellen, Messpunkte, Dauerbezugselektroden und Probebleche	31
10.7 Verbindungen.....	32
10.8 Kennzeichnung	32
10.9 Überprüfungen des Einbaus.....	32
10.10 Unterlagen für den Ist-Zustand	33

11	Inbetriebnahme.....	33
11.1	Allgemeines	33
11.2	Vorprüfung	33
11.3	Inbetriebnahme.....	34
11.4	Nachweis der Wirksamkeit des kathodischen Korrosionsschutzes.....	35
11.5	Festlegung bedeutsamer Messpunkte	35
11.6	Unterlagen über die Inbetriebnahme	35
12	Prüfung und Wartung.....	35
12.1	Allgemeines	35
12.2	Prüfung.....	36
12.3	Wartung	37
Anhang A (informativ)	Angaben zur Bettung der Anoden (Anodenfeld)	39
A.1	Allgemeine Betrachtungen	39
A.2	Arten der Anodenbettungen.....	39
A.3	Anodenarten	40
Literaturhinweise		42

Vorwort

Dieses Dokument (EN 16299:2013) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 219 „Kathodischer Korrosionsschutz“ 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 Oktober 2013, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Oktober 2013 zurückgezogen werden.

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

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, 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.

Einleitung

Aus Gründen des Umweltschutzes und der Wirtschaftlichkeit ist es wichtig, die Unversehrtheit oberirdischer Lagertanks aus Stahl (AST) (en: above ground storage steel tanks) beizubehalten.

Diese Europäische Norm gilt nur für die Verhinderung von äußerer Korrosion, die unabhängig von der inneren Korrosion auftritt.

Bereits in der Planungsphase für eine neu zu errichtende Tankanlage sollten umfassende Korrosionsuntersuchungen unter Einbeziehung kathodischer Korrosionsschutzverfahren durchgeführt werden, um äußere Korrosion von den Flächen zu verhindern, die mit Erdboden, Bettungen oder Fundamenten in Berührung kommen. Wenn der kathodische Korrosionsschutz angewendet wird, ist er effektiv, wenn er nach dieser Norm geplant, umgesetzt, betrieben und gewartet wird. Die Voraussetzungen für den kathodischen Schutz sollten bei der grundlegenden Konzipierung berücksichtigt werden. Wird kein kathodischer Korrosionsschutz angewendet, sollte eine fachliche Begründung für die äquivalente Wirksamkeit alternativer Methoden vorgelegt werden.

Für bereits bestehende Tanks können in Abhängigkeit von der Beschaffenheit des Erdbodens, dem Bettungsmaterial, den Fundamenten, der Konzipierung des Tanks und von elektrisch mit dem Tank verbundenen Einrichtungen z. B. Erdungssystemen, Risiken für eine Korrosion der Tankboden-Außenfläche auftreten, die möglicherweise zu undichten Stellen führen können. In Abhängigkeit von der Planung und den Umgebungsbedingungen einer Tankanlage, die in der vorliegenden Norm beschreiben werden, kann externe Korrosion durch kathodische Schutzmaßnahmen wirksam vermindert werden, wenn Planung, Umsetzung, Betrieb und Wartung des kathodischen Korrosionsschutzes nach dieser Norm erfolgen.

Das Ziel des kathodischen Korrosionsschutzes besteht darin, die Oberfläche des Stahls mit einem Gleichstrom in ausreichender Höhe so zu versorgen, dass das Stahl/Elektrolyt-Potential auf Werte abgesenkt wird, bei denen Korrosion nicht mehr signifikant ist.

Der kathodische Schutz von Stahltanks für die oberirdische Lagerung wird üblicherweise in Verbindung mit einer kompatiblen Beschichtung angewendet, die auf die Außenflächen der Tankböden aufgebracht wird, um die Außenflächen vor Korrosion zu schützen.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm definiert die Bedingungen, die für eine effektive Anwendung kathodischer Schutzverfahren notwendig sind, um Korrosionsangriffe auf die Außenflächen der Böden in Kontakt mit Erdboden, Bettungen oder Fundamenten von Stahltanks für oberirdische Lagerung zu verringern.

Diese Europäische Norm legt Anforderungen an Konzipierung, Umsetzung, Inbetriebnahme, Betrieb und Wartung kathodischer Schutzsysteme fest.

Diese Europäische Norm gilt sowohl für neu zu errichtende als auch für bereits bestehende Tankanlagen.

ANMERKUNG 1 Die vorliegende Europäische Norm ist nicht auf oberirdische Lagertanks aus Stahlbeton anwendbar; für diese Lagertanks gilt EN 12696.

ANMERKUNG 2 Ausführlichere Angaben zu den Messtechniken für den kathodischen Korrosionsschutz, die in EN 13509 gegeben sind, werden in dieser Norm in Bezug genommen.

ANMERKUNG 3 Der kathodische Korrosionsschutz für die Innenflächen oberirdischer Lagertanks für Wasser wird in EN 12499 behandelt.

ANMERKUNG 4 Der kathodische Korrosionsschutz der Außenflächen von unterirdischen Tankanlagen wird in EN 13636 behandelt.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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).

EN 13509, *Messverfahren für den kathodischen Korrosionsschutz*

EN 14015, *Auslegung und Herstellung standortgefertigter, oberirdischer, stehender, zylindrischer, geschweißter Flachboden-Stahltanks für die Lagerung von Flüssigkeiten bei Umgebungstemperatur und höheren Temperaturen*

EN 14505, *Kathodischer Korrosionsschutz komplexer Anlagen*

EN 50162, *Schutz gegen Korrosion durch Streuströme aus Gleichstromanlagen*

EN 60079-0, *Explosionsfähige Atmosphäre — Elektrische Geräte — Teil 0: Allgemeine Anforderungen*

EN 60079-1, *Explosionsfähige Atmosphäre — Teil 1: Geräteschutz durch druckfeste Kapselung „d“ (IEC 60079-1)*

EN 60079-2, *Explosionsfähige Atmosphäre — Teil 2: Geräteschutz durch Überdruckkapselung „p“ (IEC 60079-2)*

EN 60079-5, *Explosionsfähige Atmosphäre — Teil 5: Geräteschutz durch Sandkapselung „q“ (IEC 60079-5)*

EN 60079-7, *Explosionsfähige Atmosphäre — Teil 7: Geräteschutz durch erhöhte Sicherheit „e“ (IEC 60079-7)*

EN 60079-10-1, *Explosionsfähige Atmosphäre — Teil 10: Einteilung der Bereiche — Gasexplosionsgefährdete Bereiche (IEC 60079-10-1)*

EN 60079-11, *Explosionsfähige Atmosphäre — Teil 11: Geräteschutz durch Eigensicherheit „i“ (IEC 60079-11)*

EN 60079-14, *Explosionsfähige Atmosphäre — Teil 14: Elektrische Anlagen für gefährdete Bereiche (ausgenommen Grubenbaue) (IEC 60079-14)*

EN 60079-15, *Explosionsfähige Atmosphäre — Teil 15: Geräteschutz durch Zündschutzart „n“ (IEC 60079-15)*

EN 60079-18, *Explosionsfähige Atmosphäre — Teil 18: Geräteschutz durch Vergusskapselung „m“* (IEC 60079-18)

EN 60079-25, *Explosionsfähige Atmosphäre — Teil 25: Eigensichere Systeme* (IEC 60079-25)

EN 60587, *Methods for evaluating resistance to tracking and erosion of electrical insulating materials used under severe ambient conditions* (IEC 60587)

EN 61558-1, *Sicherheit von Transformatoren, Netzgeräten, Drosseln und dergleichen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Prüfungen* (IEC 61558-1)

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

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN ISO 8044 und EN 14015 und die folgenden Begriffe.

3.1

Bettung

Material, das mit der Tankbodenfläche eines oberirdischen Lagertanks in Kontakt ist

3.2

Fundamente

im Erdreich angeordnete Bauten, die lokal zur mechanischen Abstützung oberirdischer Lagertanks vorgesehen sind

3.3

gefährdeter Bereich

Bereich, in dem eine explosive Atmosphäre in einem Ausmaß vorhanden oder zu erwarten ist, dass bei Bau, Aufstellung und Anwendung des Tanks besondere Maßnahmen erforderlich sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Für die Anwendung dieser Norm ist ein Bereich eine dreidimensionale Zone oder ein Raum.

3.4

IR-Abfall

ohmscher Spannungsabfall

Spannungsabfall im inneren Widerstand

die Spannung, die sich als das Produkt aus allen, durch den kathodischen Schutzkreis fließenden Strömen und den auf dem Stromweg vorhandenen Widerständen (in erster Linie die Elektrolytlösung und der Tankboden) ergibt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Definition ist aus dem Ohmschen Gesetz abgeleitet ($U = I \times R$).

3.5

IR-freies Potential

Polarisationspotential

Objekt/Elektrolyt-Potential ohne Spannungsfehler, der beim IR-Abfall durch den Schutzstrom oder einen anderen Strom verursacht wird

3.6

lokales Erdungssystem

lokales Erdungssystem für das betrachtete Objekt, das keine elektrisch leitende Verbindung zu anderen allgemeinen Erdungssystemen hat

3.7

Abschirmung

leitendes oder nicht leitendes Objekt, das eine Modifizierung der Schutzstromverteilung an einem Schutzobjekt verursacht

4 Abkürzungen und Symbole

API	American Petroleum Institute
AST	Oberirdischer Lagertank (en: above ground storage tank)
E	Potential
R	Widerstand (en: resistance)
a.c.	Wechselstrom (en: alternating current)
d.c.	Gleichstrom (en: direct current)
E_{Cu}	Metall oder Struktur zu Elektrolyt Potential gegen eine Kupfer/gesättigte Kupfersulfat-Referenzelektrode
E_H	Metall oder Struktur zu Elektrolyt Potential gegen eine Wasserstoff-Referenzelektrode
$E_{IR\ free}$	IR-freies Potential
E_{cor}	Freies Korrosionspotential
E_{off}	Ausschalt-Potential
E_{on}	Einschalt-Potential
E_p	Schutzpotential
HVDC	Hochspannungs-Gleichstrom
IEC	Internationale Elektrotechnische Kommission (en: International Electrotechnical Commission)
MMO	Mischmetalloxide
T	Temperatur
t	Dicke der Bettung
ρ	spezifischer elektrischer Widerstand

5 Qualifikation des Personals

Die Personen, die mit Planung, Überwachung der Installation, Inbetriebnahme, Überwachung des Betriebs, Messungen, Beobachtung und Überwachung der Wartung der kathodischen Korrosionsschutzsysteme beauftragt sind, müssen die für die durchzuführenden Aufgaben zutreffenden Qualifikationsgrade haben.

In EN 15257 wird ein geeignetes Verfahren vorgestellt, das zur Bewertung und Zertifizierung der Qualifikation des für den kathodischen Korrosionsschutz geschulten Personals geeignet ist.

Die Befähigung des für den kathodischen Korrosionsschutz geschulten Personals entsprechend den für die durchzuführenden Aufgaben geeigneten Qualifikationsgraden sollte durch eine Zertifizierung nach EN 15257 oder durch ein anderes geeignetes Verfahren zur Vorqualifikation nachgewiesen werden.

6 Korrosionsrisiken und ihre Vermeidung durch kathodischen Korrosionsschutz

6.1 Allgemeines

Die Korrosionsrate eines Metalls im Boden oder in Wasser ist eine Funktion des Potentials E des Werkstoffes in seiner elektrolytischen Umgebung. Die Korrosionsrate verringert sich, wenn sich das Potential in die negativere Richtung verschiebt. Diese negative Potentialverschiebung wird durch Gleichstromspeisung von den Anoden über den Erdboden oder Wasser zur Metalloberfläche des zu schützenden Objekts erreicht. Bei Schutzobjekten mit einer Beschichtung fließt der Strom vorwiegend an Beschichtungsporen und Fehlstellen in der Beschichtung zur Metalloberfläche. Der Schutzstrom kann von Fremdstromanlagen oder galvanischen Anoden geliefert werden.

Korrosionsrisiken, Notwendigkeit und Durchführbarkeit des kathodischen Korrosionsschutzes für einen bestimmten oberirdischen Lagertank stehen in einem direkten Zusammenhang mit der konstruktiven Gestaltung der Bodenflächen der Lagertanks und ihrer Umgebung.

Das unmittelbar unter dem Tank vorhandene Material (die Bettung) hat einen signifikanten Einfluss auf die äußere Korrosion des Tankbodens und damit auf Wirksamkeit und Anwendbarkeit des äußeren kathodischen Korrosionsschutzes.

Bereits in der Planungsphase für eine neu zu errichtende Tankanlage müssen umfassende Korrosionsuntersuchungen unter Einbeziehung kathodischer Korrosionsschutzverfahren durchgeführt werden. Wird kein kathodischer Korrosionsschutz angewendet, muss eine fachliche Begründung für die entsprechende Wirksamkeit alternativer Methoden vorgelegt werden.

Der kathodische Korrosionsschutz ist ein effektives Verfahren zur Vermeidung bzw. Minimierung von Korrosion, wenn ein elektrischer Schutzstrom die gesamte Oberfläche des Tankbodens erreichen kann. Folgende Faktoren können diesen Stromfluss verringern oder verhindern:

- Betonfundamente (Abschirmungseffekt in Abhängigkeit von der Anodenanordnung);
- Verwendung von Asphalt oder Ölsand als Bettungsmaterialien;
- undurchlässige Membranen (in Abhängigkeit von der Anodenanordnung);
- neue, über dem ursprünglichen Tankboden eingebaute Böden, die folglich nicht mit der Bettung in Kontakt kommen;
- übermäßiger Strombedarf, verursacht durch externe Objekte, z. B. Erdungssysteme, besonders durch Systeme aus blankem Kupfer und durch Kontakt mit dem Stahl im Beton;
- Störungen von fremden kathodischen Korrosionsschutzsystemen;
- zwischen Tankboden und Bettung eingeschlossene Luft.

6.2 Korrosionsrisiken für die Außenflächen oberirdischer Lagertankböden in Kontakt mit Erdböden oder Fundamenten

6.2.1 Allgemeines

Die Außenfläche eines Tankbodens berührt die Bettung und kann dadurch, wie alle Anlagen, die Kontakt mit einer Elektrolytlösung haben, korrodieren. Die für eine Einschätzung der korrosiven Bedingungen wichtigsten Faktoren sind die Korrosivität der die Bodenfläche berührenden Bettung, galvanische Effekte, unterschiedliche Belüftungs- und Umgebungsbedingungen.

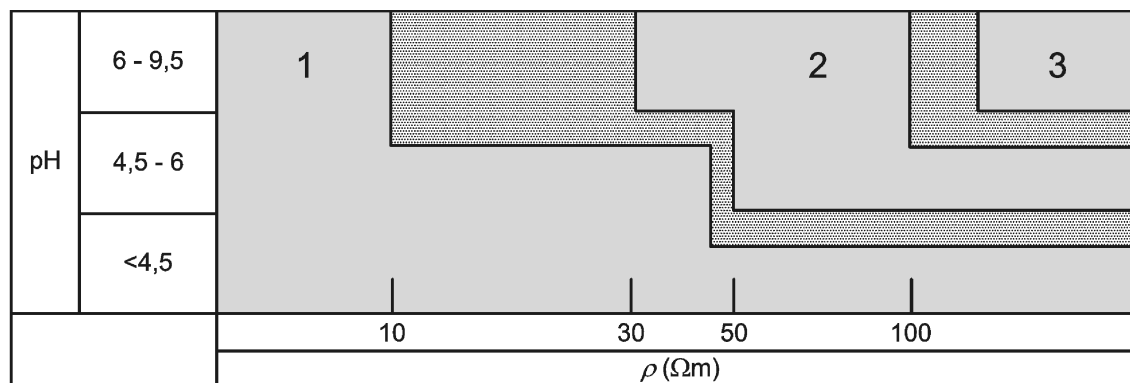
Der Tankboden kann beim Befüllen und Leeren des Tanks sich häufig ändernden Belastungen ausgesetzt sein. Je nach Jahreszeit und gespeichertem Medium können auch Beanspruchungen aus Temperaturänderungen und Lagerung auftreten. Sofern der Tankboden nicht vollflächig vom Erdboden und/oder der Bettung gestützt wird, unterliegt er gewissen Verformungen; in den Randbereichen ist er jedoch durch die Masse, die der Tankmantel bzw. die Außenwände auf das ringförmige Betonfundament ausübt, besonders unbeweglich. Eine geringe aber deutliche Erhöhung der Steifigkeit ist durch die Überlappung an den Rändern von miteinander verschweißter Bleche gegeben. Dies kann zu vertikalen Bewegungen der Tankbauteile führen, wodurch feuchte Luft eindringen kann, die zu einer Verstärkung der Korrosion führen kann.

6.2.2 Bettung

Die Bewertung der Korrosionsrisiken muss sowohl die eingebrachten Bettungsmaterialien als auch auf dem gewachsenen Erdboden in der Umgebung des Tanks berücksichtigen, die eine kapillare Verunreinigung der Bettung bewirken können so dass in die Bewertung folgende Aspekte einbezogen sein können:

- Ermittlung der Beschaffenheit und der Hydrogeologie des Geländes. Die ermittelten Kennwerte weisen auf die Möglichkeit hin, dass Feuchtigkeit oder Wasserströme vorhanden sind oder dass Luft unter den Tankboden eingedrungen ist;
- Ermittlung des Niederschlagsrückhaltevermögens im Bereich des Erdwalls;
- Messungen des spezifischen elektrischen Widerstands der Bettung und des umgebenden Erdbodens;
- Untersuchung der Wahrscheinlichkeit der Bildung sulfatreduzierender Bakterien.

Bodenbedingungen, die zur so genannten „korrosiven Belastung“ (Summe aller Einwirkungen eines korrosiven Mediums auf eine Stahlkonstruktion) beitragen, werden in EN 12501-1 und EN 12501-2 behandelt. Die genannte Norm ermöglicht eine Einteilung der Korrosionsrisiken in drei Gruppen (niedrige, mittlere und hohe „Korrosionsbelastung“). Es wird eine Anleitung zur Bewertung der „Korrosionsbelastung“ mit Hilfe von Messungen des pH-Werts und des spezifischen Widerstands an Bodenproben gegeben. In Bild 1 wird EN 12501-2:2003, Tabelle 1, für pH-Werte kleiner als 9,5 wiedergegeben.



Legende

- 1 Hohe Korrosionsbelastung
- 2 Mittlere Korrosionsbelastung
- 3 Niedrige Korrosionsbelastung
- ρ^* kleinster Wert des (spezifischen) elektrischen Bodenwiderstands nach Zugabe von deionisiertem Wasser (Ωm)

Bild 1 — Korrosivität des Bodens
(freie Korrosion ohne Konzentrationselement, entnommen aus EN 12501-2:2003)

ANMERKUNG 1 In API 651, 3. Ausgabe [1] wird die Anwendung des spezifischen elektrischen Widerstands für eine qualitative Einteilung des „Potentials der Korrosionsaktivität“ des Bodens wie folgt empfohlen:

- spezifischer Widerstand < 5 Ωm : sehr korrosiv
- spezifischer Widerstand von 5 Ωm bis 10 Ωm : korrosiv
- spezifischer Widerstand 10 Ωm bis 20 Ωm : mäßig korrosiv
- spezifischer Widerstand 20 Ωm bis 100 Ωm : leicht korrosiv
- spezifischer Widerstand > 100 Ωm : zunehmend weniger korrosiv

ANMERKUNG 2 API 651, 2. Ausgabe [2] bezieht sich auf die Chlorid- und Sulfatkonzentrationen: Chloride zwischen 0,03 % bis 0,1 % oder Sulfate zwischen 0,1 % bis 0,5 % wurden als korrosiv und Chloride mit Konzentrationen über 0,1 % oder Sulfate mit Konzentrationen über 0,5 % wurden als sehr korrosiv eingeteilt.

Durch das Eindringen feuchter Luft in periphere Bereiche der Bettung erhöht sich die Korrosionsrate.

6.2.3 Galvanische Effekte

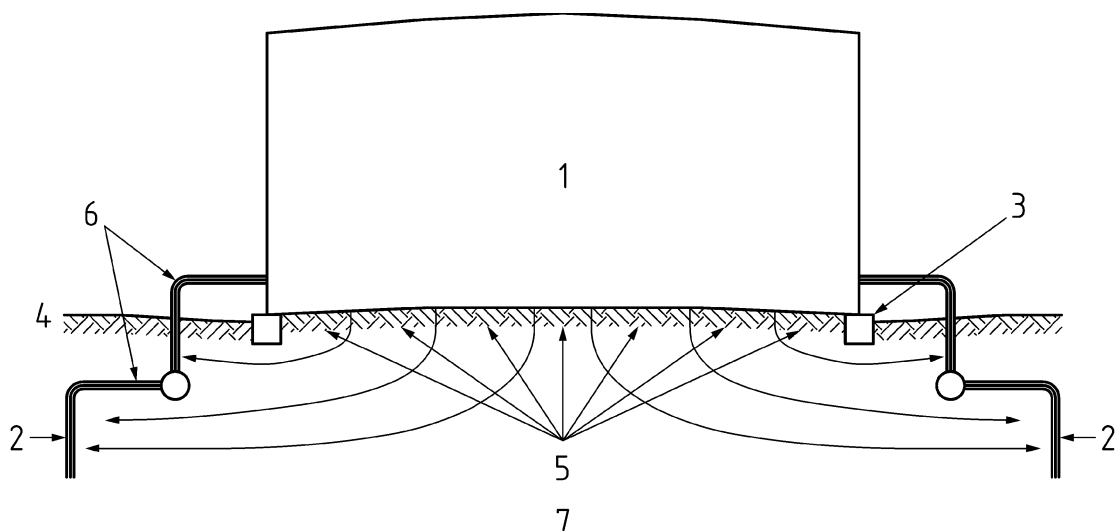
Durch unterschiedliche Potentiale zwischen dem Stahl der Bleche und dem Schweißgut und möglicherweise durch metallurgisch bedingte Unterschiede im Metall benachbarter Bleche, aus denen der Tankboden besteht können sich galvanische Elemente bilden.

Auf die Unterseite des Tankbodens wird häufig eine Bitumenemulsion aufgebracht. Wenn diese Bitumenemulsion bei Schweißarbeiten verbrennt, können sich elektrisch leitfähige Kohlenstoffpartikel bilden, die mit dem Tankboden ein galvanisches Element bilden.

Galvanische Elemente können sich auch dann bilden, wenn eine direkte elektrische Verbindung des Tanks zu Erdungsanlagen aus Kupfer oder anderen Metallen oder Legierungen besteht, die mehr kathodisch als Stahl sind, z. B. nichtrostende Stähle. Die Tankbodenfläche kann, wie in Bild 2 gezeigt, korrodieren.

Galvanische Elemente können sich ferner bilden, wenn ein Kontakt zu dem Stahl im Beton des armierten Ringträgers besteht.

ANMERKUNG Im Allgemeinen verringert an neu zu errichtenden Tankanlagen eine wasserdichte Kunststoffmembran, die vor Errichtung des Tanks unterhalb seiner Bettung verlegt wird, das Eindringen von Wasser oder sonstigen Verunreinigungen aus dem gewachsenen umgebenden Erdboden in das Bettungsmaterial und unterdrückt durch Abschirmung die Bildung galvanischer, durch die Erdungssysteme verursachter Elemente. Für ausführlichere Angaben siehe 7.2.4.



Legende

- | | | | |
|---|-------------------------|---|----------------------------------|
| 1 | Oberirdischer Lagertank | 5 | Anodischer Bereich |
| 2 | Kathode | 6 | Erdungssystem aus blankem Kupfer |
| 3 | Betonringträger | 7 | Feuchter Erdboden |
| 4 | Erdboden | | |

Bild 2 — Kontaktkorrosion der Außenfläche des Tankbodens durch die Verbindung mit einem Kupfer-Erdungssystem

6.2.4 Streuströme

Das Auftreten von Streuströmen kann zu einer lokalen Erhöhung der Korrosionsgeschwindigkeit führen. Wenn ein kathodischer Korrosionsschutz zur Anwendung kommt, kann ein höherer Schutzstrombedarf als unter natürlichen Bedingungen notwendig werden. Zu den möglichen Streustromquellen gehören gleichstrombetriebene Schienensysteme und Bergwerksarbeiten, sonstige kathodische Korrosionsschutzsysteme, Schweißausrüstungen und Übertragungsleitungen für Hochspannungs-Gleichstrom (en: high-voltage direct current (HVDC)). Weitere Einzelheiten zu Risiken und ihrer Minderung werden in EN 50162 angegeben.

7 Voraussetzungen für die Anwendung des kathodischen Korrosionsschutzes

7.1 Allgemeines

Wenn der kathodische Korrosionsschutz auf neu zu errichtende Tanks angewendet wird, muss die Planung des Korrosionsschutzes vor Beginn der Bauarbeiten abgeschlossen und genehmigt sein.

Bei der exakten Planung des kathodischen Korrosionsschutzsystems müssen die Art der Bettung, die Fundamente und die mit dem Tank verbundenen Erdungssysteme berücksichtigt werden. Bauverfahren und Baumaterialien können einen nachteiligen Einfluss auf die Wirksamkeit des angewendeten kathodischen Korrosionsschutzsystems ausüben. Die Wirksamkeit des kathodischen Korrosionsschutzsystems ist nachzuweisen, indem die Erfüllung der in Abschnitt 8 angegebenen Kriterien überprüft wird.

Die Tankbodenpotentiale werden am besten mit einer Dauerbezugselektrode Probestreifen gemessen, die bei Errichtung des Tanks in der Nähe der Tankbodenfläche angeordnet werden. Es können auch andere Messverfahren angewendet werden, z. B. perforierte Rohre, die eine Elektrolytlösung enthalten und eine bewegliche Bezugselektrode; bei diesem Verfahren sollte jedoch die Effektivität der Messungen berücksichtigt werden.

Für bereits bestehende Tanks kann der kathodische Schutz eine effektive Maßnahme zur Korrosionsminderung sein, obwohl Einschränkungen durch die Beschaffenheit der Bettung, die Verfügbarkeit geeigneter Bereiche zur Installation der Anoden und Schwierigkeiten durch unzureichende elektrische Erdung der Tanks möglich sind. Es gelten die in Abschnitt 8, angegebenen Kriterien.

7.2 Neu zu errichtende Tankanlagen

7.2.1 Bettungsmaterial für den Tank

Vom Bettungsmaterial für Tanks wird verlangt, dass es für den Tankboden eine nachgiebige Unterlage mit einer geringen Korrosionsbelastung bietet und ein effizientes Fließen eines kathodischen Schutzstroms ermöglicht. Für diesen Zweck ist gereinigter und gewaschener Sand am besten geeignet. Der Sand muss eine einheitliche, kleine Korngröße haben, er darf keine Steine und sonstigen Gesteinsschutt enthalten. Dies wird in EN 14015 behandelt. Nach dem Ausbreiten des Sands ist vor dem Verdichten darauf zu achten, dass kein Bauschutt enthalten ist, z. B. Schweißdrähte oder andere metallische Objekte. Wenn die Steine und Schuttteilchen mit dem Tankboden in Kontakt gelangen, führen sie zu örtlicher Korrosion; die im Sand unter dem Tank verlegten Anoden können beschädigt und das Fließen des kathodischen Schutzstroms wird verhindert. Der Sand muss gewaschen und gesiebt werden, um eine einheitliche Korngröße sicherzustellen. Der Sand sollte insbesondere einen Chloridgehalt von weniger als 0,01 % und einen pH-Wert von größer als 6,5 haben; er darf nicht in irgendeiner Form mit Öl oder koagulierenden Mitteln getränkt werden, z. B. Steinkohlenteer-Email, Asphalt, Rohöl, Ölsandbettungen. Die Zugabe von Öl und Koagulationsmitteln dient nicht zur Korrosionsverhinderung, sondern bewirken, dass der kathodische Schutzstrom den Tankboden nicht erreicht.

An Proben des anzuwendenden Sandes müssen Messungen des spezifischen elektrischen Bodenwiderstands, des Chloridgehalts und des pH-Werts durchgeführt werden.

Die durch vertikale Bewegung der Tankböden beim Befüllen und Entleeren eingebrachte Luft kann dazu führen, dass der kathodische Schutzstrom die Tankböden nicht erreicht, d. h. die Luft hat einen ungünstigen Einfluss auf die Wirksamkeit des kathodischen Korrosionsschutzes. Zur Vermeidung dieses Lufteintrags wird bei der Verwendung von Sand als Bettungsmaterial empfohlen, die Korngröße so auszuwählen, dass ein guter Kontakt mit den Blechen auch im Bereich der Überlappungen beibehalten wird.

7.2.2 Ringträger für den Tank

Der Hauptzweck des Beton-Ringträgers besteht darin, den Tankmantel abzustützen und eine weitere Ausbreitung des Bettungsmaterials zu verhindern. Durch direkten elektrischen Kontakt zwischen Tank und Bewehrungsstahl bildet sich ein galvanisches Element zwischen den Bodenblechen und dem Stahl im Beton des Ringträgers.