

DIN EN 15112

ICS 23.040.99; 77.060

Einsprüche bis 2021-04-12
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 15112:2006-10

Entwurf

Äußerer kathodischer Korrosionsschutz von Bohrlochverrohrungen; Deutsche und Englische Fassung prEN 15112:2021

External cathodic protection of well casings;
German and English version prEN 15112:2021

Protection cathodique externe des cuvelages de puits;
Version allemande et anglaise prEN 15112:2021

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-02-12 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nmp@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP), 10772 Berlin oder Saatwinkler Damm 42/43, 13627 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 48 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 15112:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 219 „Kathodischer Korrosionsschutz“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 062-01-78 AA „Kathodischer Korrosionsschutz“ im DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 15112:2006-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anforderungen an die Kompetenz des für den kathodischen Korrosionsschutz zuständigen Personals aufgenommen;
- b) zusätzliche Anforderungen an die Isolierung zwischen der Verrohrung und anderen Rohrleitungen bzw. Bohrlochverrohrungen aufgenommen und ein mathematischer Ansatz für die Ausführung ergänzt;
- c) in Anhang A das Verfahren zur Bestimmung des Stroms für den kathodischen Korrosionsschutz vereinfacht;
- d) Anhang C gestrichen.

- Entwurf -

2021-01

prEN 15112:2021

Titel de: Äußerer kathodischer Korrosionsschutz von Bohrlochverrohrungen
Titel en: External cathodic protection of well casings
Titel fr: Protection cathodique externe des cuvelages de puits

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort.....	3
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich.....	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Kompetenz des mit dem kathodischen Korrosionsschutz befassten Personals	8
5 Beschreibung und Beurteilung der Korrosionsrisiken	8
5.1 Allgemeines.....	8
5.2 Beschreibung der Korrosionsrisiken	9
5.3 Beurteilung des Korrosionsrisikos	9
6 Voraussetzungen für die Anwendung des kathodischen Korrosionsschutzes.....	10
6.1 Allgemeines.....	10
6.2 Elektrischer Durchgang	10
6.3 Elektrische Isolierung.....	11
6.3.1 Allgemeines.....	11
6.3.2 Besondere Situationen	11
6.4 Ausrüstung für den kathodischen Korrosionsschutz.....	11
6.5 Anodenbett.....	12
6.6 Sicherheitsanforderungen	12
7 Planung des kathodischen Korrosionsschutzes.....	13
7.1 Allgemeines.....	13
7.2 Verfahren des Spannungsabfallprofils.....	13
7.3 Verfahren der Polarisationskurve.....	13
7.4 Simulation des kathodischen Korrosionsschutzes eines Bohrloches.....	14
8 Messung des Bohrloch/Boden-Potentials am Bohrlochkopf.....	14
8.1 Allgemeines.....	14
8.2 Messpunkte	14
8.3 Verfahren zur Potentialmessung – Auswertung	15
9 Zusätzliche Ausrüstung für den kathodischen Korrosionsschutz.....	16
Anhang A (normativ) Spannungsabfallprofil.....	17
A.1 Anwendungsbereich.....	17
A.2 Kurzbeschreibung.....	18
A.3 Verfahren.....	18
A.4 Praktische Betrachtungen.....	20
Anhang B (informativ) Verfahren der bei einem Bohrloch angewendeten Polarisationskurve	22
B.1 Anwendungsbereich.....	22
B.2 Praktische Betrachtungen.....	23
Literaturhinweise	24

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 15112:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 219 „Kathodischer Korrosionsschutz“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 15112:2006 ersetzen.

Im Vergleich zur Vorgängerausgabe wurden folgende technische Änderungen vorgenommen:

- Anforderungen an die Kompetenz des für den kathodischen Korrosionsschutz zuständigen Personals wurden aufgenommen;
- Zusätzliche Anforderungen an die Isolierung zwischen der Verrohrung und anderen Rohrleitungen bzw. Bohrlochverrohrungen. Für die Planung wurde ein mathematischer Ansatz ergänzt;
- In Anhang A wurde das Verfahren zur Bestimmung des Stroms für den kathodischen Korrosionsschutz vereinfacht;
- Anhang C (Berechnungen zur Bestimmung der Potentialverschiebung am Grund einer kathodisch geschützten Bohrlochverrohrung) wurde gestrichen.

Einleitung

Bohrlochverrohrungen für Gas, Öl und Wasser werden üblicherweise einzementiert, um die Rohre im Bohrloch zu verankern und die verschiedenen geologischen Schichten voneinander zu trennen. Dies ist notwendig, um einen Flüssigkeitsaustausch zwischen den unterschiedlichen geologischen Schichten zu verhindern.

Im Kontakt mit Zement sind Stähle im Allgemeinen passiviert und daher vor äußerer Korrosion geschützt, es sein denn, der Zement enthält Chloridionen. Es ist jedoch nicht immer möglich, eine durchgängige Zementation aller äußeren Stahloberflächen zu erreichen. Diese verbleibenden blanken Oberflächen können an mehr oder weniger aggressiven Schichten anliegen. Weiterhin können diese Oberflächen elektrochemische Zellen mit den einzementierten metallischen Teilen bilden. Die anodischen Bereiche, d. h. die unzureichend einzementierten Teile, stellen die Korrosionsbereiche dar.

Im Allgemeinen sind äußere Korrosionseffekte gering, besonders bei neueren Bohrlöchern, da diese die meiste Zeit gut einzementiert sind. Bei der Bohrlochzementation kommt es jedoch gelegentlich zu Zementationsfehlern und Studien haben ergeben, dass bei fortschreitenden Korrosionserscheinungen die durchschnittliche Zeit bis zum Auftreten von Leckagen von verschiedenen Faktoren wie dem geologischen Aufbau, der Dicke der Schichten und dem Verrohrungsstahl abhängt.

Die Erfahrung hat auch gezeigt, dass die Situation entscheidend verbessert werden kann, wenn äußerer kathodischer Korrosionsschutz für die Bohrlochverrohrung angewendet wird.

Bei der Entscheidung, ob kathodischer Korrosionsschutz angewendet wird, sollten Umweltaspekte in Bezug auf Gas-, Öl- oder Wasserbohrlöcher berücksichtigt werden.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Verfahren fest, die angewendet werden, um die äußeren Korrosionsgefahren von Bohrlochverrohrungen zu bewerten, sowie kathodische Schutzmaßnahmen und Geräte, die einzusetzen sind, um zu verhindern, dass der äußere Teil dieser Bohrlöcher, der das Erdreich berührt, korrodiert.

Dieses Dokument gilt für jedes Gas-, Öl- oder Wasserbohrloch mit metallischer Verrohrung, unabhängig davon, ob sie einzementiert ist oder nicht.

Unter besonderen Bedingungen jedoch (flache Verrohrung: z. B. 50 m und homogenes Erdreich) kann EN 12954 angewendet werden, um kathodischen Korrosionsschutz zu erreichen und dessen Wirksamkeit zu beurteilen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 12954, *Grundlagen des kathodischen Korrosionsschutzes von metallenen Anlagen in Böden und Wässern*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>

3.1

Verrohrung

Bohrlochverrohrung

schwere Stahlrohrtour, die zum Auskleiden eines Bohrlochs von der Erdoberfläche ausgehend genutzt und im Allgemeinen durch Zementation in den Schichten gesichert wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Verrohrung ist im Allgemeinen von außen über die gesamte Länge oder über eine Länge einzementiert, die ausreichend ist, um Verankerung und Stabilität zwischen der Förder- oder Speicherzone und der Erdoberfläche oder anderen Zwischenschichten zu erzielen.

Dieser Rohrtour hat die Funktion,

- den Eintritt von Flüssigkeit aus oberen Schichten zu verhindern;
- ein Einstürzen des Bohrlochs aufgrund des Druckes der durchquerten geologischen Schichten zu verhindern;
- das Innere des Bohrlochs von dem umgebenden Erdreich zu trennen;
- das Bohren zur Förder- oder Speicherzone fortzusetzen;
- die Förderrohrtour von der Oberfläche bis zur Förder- oder Speicherzone zu führen.

Es dürfen zwei oder mehr Rohrtouren ineinander in einem einzelnen Bohrloch vorhanden sein:

- Ankerrohrtour: Verrohrung, die von der Erdoberfläche bis zu einer Tiefe verläuft, die ausreichend ist, um jegliches Eindringen von Oberflächenwässern oder Erdreich in das Bohrloch zu verhindern;
- Zwischenrohrtour: Verrohrung, die von der Erdoberfläche bis zu einer Übergangstiefe hinunter reicht. Diese Zwischenrohrtour endet in dem Rohrschuh der Zwischenrohrtour und die Förderrohrtour erstreckt sich darüber hinaus in die Tiefe bis zu der Förder- oder Speicherzone;
- Förderrohrtour: Verrohrung, die sich durch die Ankerrohrtour und die Zwischenrohrtour hindurch bis zur Förder- oder Speicherzone erstreckt. Das unterste Ende der Förderrohrtour kann sich zwischen oberem oder unterem Ende dieser Zone befinden.

3.2

Keller

ausgeschachteter Bereich an der Erdoberfläche, der für die Aufnahme des Bohrlochkopfes und von Sicherheitseinrichtungen vorgesehen ist

BEISPIEL Sicherheitsventile

3.3

Zementation

Tätigkeit und deren Ergebnis, die die Verankerung der Bohrlochverrohrung in dem Bohrloch und die Dichtheit zwischen verschiedenen geologischen Schichten sicherstellt

Anmerkung 1 zum Begriff: Gleichzeitig kann diese Zementation Korrosion entgegenwirken.

3.4

Zentrierung

Vorrichtung, die aus einem Satz Metallklingen besteht, die um die Rohre einer Rohrtour angebracht sind, um diese entweder in dem offenen Loch (in den Boden gebohrtes Loch) oder innerhalb von Rohren mit größerem Durchmesser, in dem die betrachtete Rohrtour eingebaut ist, zentriert zu halten

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Vorrichtung kann auch genutzt werden, um den elektrischen Durchgang zwischen den beiden konzentrischen Rohrtouren sicherzustellen.

3.5

Komplettierung

Vorgang und dessen Ergebnis, bei dem ein Bohrloch verrohrt wird, um einen ordnungsgemäßen Betrieb entsprechend den geltenden Betriebs- und Sicherheitsbestimmungen zu ermöglichen

3.6

Förderleitung

Rohrleitung, die ein Bohrloch mit einer Sammelstation verbindet

3.7

Liner

Produktionsliner

Rohr, das die gleiche Funktion wie die Verrohrung aufweist, jedoch in einer Verrohrung (oder einem anderen Liner) und nicht wie eine konventionelle Verrohrung an dem Bohrlochkopf abgehängt ist

3.8

Packer

Förder-Packer

Vorrichtung, die die Dichtheit eines Ringraums sicherstellt

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Förder-Packer dichtet den Ringraum zwischen dem Steigrohr und der Förderrohrtour oder dem Liner ab.

3.9

Rohrschuh

Führungsschuh

zylindrisches Element, das an dem unteren Teil der Verrohrung angebracht ist und das erlaubt, die Verrohrung im Bohrloch zu platzieren

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn er mit einem Ventil ausgerüstet ist, erleichtert es die Bohrlochzementation (Zementationsschuh).

3.10

Förderrohrtour

Produktionsrohrtour

Rohrtour mit ihrer zusätzlichen Ausrüstung innerhalb der Förderrohrtour, die das Fließen von Öl, Gas oder Wasser zwischen Förder- oder Speicherzone und Erdoberfläche ermöglicht

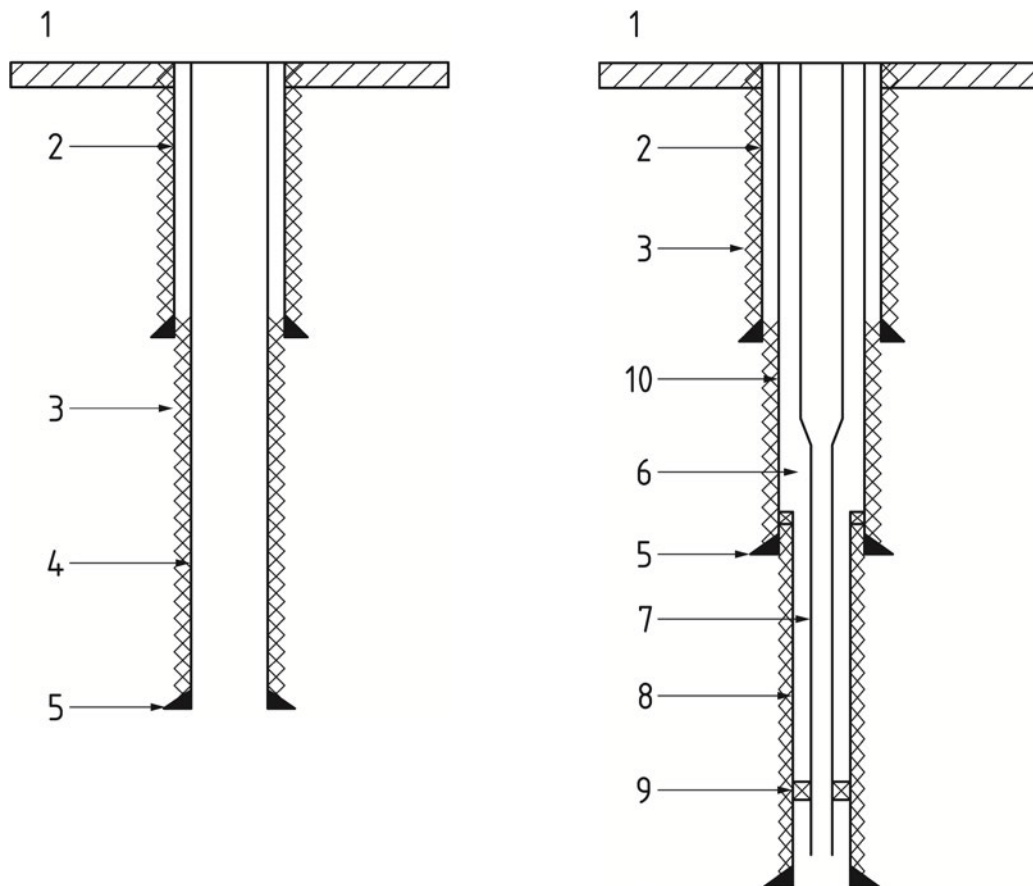
3.11

Bohrlochkopf

Vorrichtung, die am obersten Bereich des Bohrloches angebracht ist und zum Abhängen der verschiedenen Rohrtouren und der Sicherstellung der Dichtheit zwischen den verschiedenen Ringräumen dient

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1.

Anmerkung 2 zum Begriff: Am Bohrlochkopf sind Ventile angebracht, um den Zugang (Drucküberwachung, Probennahme) zu den verschiedenen Ringräumen zu ermöglichen. Der Bohrlochkopf ermöglicht den Betrieb des Bohrlochs und den Zugriff auf die verschiedenen Bestandteile des Bohrlochs. Diese Vorrichtung ermöglicht einen guten elektrischen Durchgang zwischen allen Rohrtouren.



Legende

- | | | | |
|---|----------------|----|----------------------|
| 1 | Erdoberfläche | 6 | Ringraum |
| 2 | Ankerrohrtour | 7 | Förderrohrtour |
| 3 | Zementation | 8 | (Produktions-) Liner |
| 4 | Förderrohrtour | 9 | Produktionspacker |
| 5 | Rohrschuh | 10 | Zwischenrohrtour |

Bild 1 — Typische Ausrüstung zur Komplettierung eines Bohrloches

4 Kompetenz des mit dem kathodischen Korrosionsschutz befassten Personals

Personal, das mit der Planung, Überwachung der Installation, Inbetriebnahme, Überwachung des Betriebes, Messungen, Inspektion und Überwachung der Instandhaltung von kathodischen Korrosionsschutzsystemen befasst ist, muss über ein geeignetes Maß an Kompetenz für die zu bewerkstellenden Aufgaben verfügen.

EN ISO 15257 legt ein geeignetes Verfahren für die Beurteilung der Kompetenz von mit dem kathodischen Korrosionsschutz befassten Personal fest.

Das für die zu bewerkstellenden Aufgaben angemessene Maß an Kompetenz des mit dem kathodischen Korrosionsschutz befassten Personals kann durch Zertifizierung nach Präqualifikationsverfahren beispielsweise nach EN ISO 15257 oder durch andere, ähnliche Verfahren nachgewiesen werden.

5 Beschreibung und Beurteilung der Korrosionsrisiken

5.1 Allgemeines

Korrosion kann an der äußeren Oberfläche der Bohrlochverrohrungen auftreten.

Diese Korrosion kann zu gefährlichen Schäden führen, wie z. B. zum Verlust von Produkten, Wasser, Gas oder Öl, zur Beschädigung des Bohrlochs und dessen Komplettierung (innere Ausrüstung) und zu Umweltschäden etwa durch einen möglichen Austausch zwischen verschiedenen geologischen Schichten. Es besteht auch die Gefahr, in der Nähe solcher Installationen lebende Personen zu gefährden.

Ob kathodischer Korrosionsschutz für die Anlage angewendet werden muss, sollte unter Berücksichtigung der Korrosionsrisiken bewertet werden.

5.2 Beschreibung der Korrosionsrisiken

Aus technischen Gründen sollten Bohrlochverrohrungen generell äußerlich mit Zement ummantelt werden. Unter solchen Bedingungen ist Stahl passiv. Sein Potential ist unter dem Zement gleichmäßig und die Korrosionsgefahr ist geringer. In diesem Fall sollte kein kathodischer Korrosionsschutz notwendig sein.

Aufgrund der Heterogenität des Erdreiches, das beim Bohren durchquert wird, und insbesondere aufgrund der Heterogenität der mechanischen Eigenschaften dieses Erdreiches ist es jedoch nicht immer möglich sicherzustellen, dass eine durchgehende Zementschicht die gesamte Stahloberfläche bedeckt. Wegen dieser inhomogenen Zementschicht haben einige Teile der Oberfläche der Verrohrung Kontakt zu dem äußeren Medium. So entstehen elektrochemische Makroelemente (Stahl/Zement und Stahl/Medium), die die Korrosion der anodischen Bereiche der Zellen (Stahl im Medium) zur Folge haben.

Wenn keine elektrische Isolierung zwischen dem Bohrloch und der Rohrleitungsoberfläche besteht, können solche schädlichen Makroelemente auch zwischen der Verrohrung und den blanken oder unzureichend beschichteten Teilen des erdverlegten Objekts auftreten, die zu den anodischen Teilen der Makroelemente werden.

Die durch Ströme zwischen den Makrozellen verursachte Korrosion ist stärker, wenn Bodenschichten mit geringem spezifischem Widerstand durchquert werden.

Die Risiken von Korrosionsschäden müssen besonders berücksichtigt werden, wenn

- die geplante Lebensdauer lang ist (abhängig von der Lage und den Betriebsbedingungen);
- das Verfahren und die Ausführung der Zementation zu nicht oder inkorrekt zementierten Bereichen führen;
- Streuströme auftreten;
- geologische Schichten unterschiedlicher Art durchquert werden.

5.3 Beurteilung des Korrosionsrisikos

Die vorstehenden Informationen sind lediglich dafür vorgesehen, die allgemeinen Grundlagen der beteiligten Korrosionsrisiken zu vermitteln.

Üblicherweise besteht ein Teil der Beurteilung des Korrosionsrisikos von erdverlegten Stählen im Messen des Anlage-/Elektrolyt-Potentials. Diese Potentialmessungen erfordern jedoch das Anbringen einer Bezugs elektrode im Elektrolyt in unmittelbarer Nähe zu dem Metall. Bei Bohrlochverrohrungen ist nur der obere Teil des Bohrloches zugänglich und daher sind keine direkten Messungen des Potentials zwischen Verrohrung und Erdreich in der Tiefe des Bohrloches möglich.

Während des Bohrens sollten in regelmäßigen Tiefen Bohrkleinproben geprüft und dokumentiert werden, insbesondere wenn sich die Zusammensetzung des Bohrkleins ändert, um bei Schichtenwechseln die Korrosivität und Zusammensetzung zu beurteilen.

Alternativ zu dem vorstehenden Verfahren könnte eine andere Möglichkeit darin bestehen, eine genaue Analyse der in dem offenen Bohrloch vorgenommenen geoelektrischen Bohrlochmessungen durchzuführen.

Ein anderer Ansatz besteht darin herauszufinden, ob Strom von der äußeren Umgebung (Erdreich) eintritt oder, umgekehrt, aus der Verrohrung austritt, indem das als Spannungsabfallprofil (Anhang A) bekannte Verfahren angewendet wird, das diese Bestimmung über Richtung und Stärke der in der Verrohrung entlang des Bohrloches zirkulierenden Ströme ermöglicht.

Dieses Verfahren ermöglicht die Lokalisierung aller Bereiche, in denen Korrosion auftritt. Weiterhin ist es dem beobachteten Spannungsabfall entsprechend möglich, die Bedeutung der Intensität des aus der Verrohrung austretenden Stromes zu beurteilen und so die Korrosionsgeschwindigkeit zu bestimmen. Jedoch ist dieses Verfahren schwierig auszuführen.

Falls verfügbar, können die üblichen, nach der Bohrlochzementation angefertigten Aufzeichnungen sinnvoll analysiert werden, um die Qualität und Homogenität der Bohrlochzementation zu bestimmen, besonders in Bereichen mit niedrigem elektrischem Widerstand.

6 Voraussetzungen für die Anwendung des kathodischen Korrosionsschutzes

6.1 Allgemeines

Die in EN 12954 festgelegten Anforderungen müssen eingehalten werden. Jedoch sollte berücksichtigt werden, dass die Bohrlochverrohrung blank ist und das Erdreich in dem Bohrloch über den Zement berührt.

6.2 Elektrischer Durchgang

Wenn ein Bohrloch kathodisch geschützt werden soll, müssen bei der Komplettierung eine Vielzahl von Sicherheitsmaßnahmen eingehalten werden. Zusätzlich zu den in Kontakt mit der Bohrlochzementation oder dem Erdreich stehenden äußeren Teilen, für die ein Schutz erforderlich ist, umfasst das Bohrloch im Allgemeinen auch andere Teile, die das umgebende Erdreich nicht berühren. Letztere umfassen in Abhängigkeit von der Art der Komplettierung, der Bohrlochbetriebsweise, der Tiefe und dem Durchmesser den Förderstrang und die vollständige Zwischen- oder Förderrohrtour oder einen Teil davon.

Es ist notwendig, das Fließen von Strom in dem im Ringraum befindlichen Elektrolyten zu vermeiden, da dies Korrosion verursachen kann. Ringräume, die nicht zementiert sind, sind im Allgemeinen mit Flüssigkeit wie Sole, Schlammwasser usw. gefüllt. Unter solchen Bedingungen muss der Stromfluss durch den Elektrolyten mithilfe von Verbindungen zwischen den einzelnen Strängen verhindert werden.

Daher ist es notwendig,

- im oberen (Bohrlochkopf) und im unteren (Rohrschuh) Bereich das Vorhandensein metallischer Verbindungen zu prüfen oder nachzuweisen, um einen perfekten elektrischen Durchgang zwischen allen Verrohrungsabschnitten sicherzustellen, und
- in geologischen Schichten, die einen Stromfluss in die Verrohrung begünstigen könnten, metallische Zentrierungen zu installieren oder deren Vorhandensein nachzuweisen.

Wenn der elektrische Durchgang zwischen der Förderrohrtour und den anderen Verrohrungen und Linern nicht sichergestellt ist, kann es erforderlich sein, eine Aufwältigung des gesamten Bohrloches vorzunehmen und metallische Abstandhalter, mit denen der elektrische Durchgang zwischen den verschiedenen Rohren sichergestellt werden kann, einzusetzen, bevor der kathodische Korrosionsschutz angewendet wird.

ANMERKUNG 1 Aufwältigungen unterbrechen die Förderung und sind aufwändige Eingriffe.

ANMERKUNG 2 Es ist möglich, während einer Aufwältigung gezogene Rohre zu untersuchen und die Verteilung und das Ausmaß der äußeren Korrosion zu bestimmen.

6.3 Elektrische Isolierung

6.3.1 Allgemeines

Grundsätzlich sollte es keinen elektrischen Durchgang zwischen dem zu schützenden Bohrloch und den Fremdanlagen sowie insbesondere der Förderleitung geben. Zu diesem Zweck sollte eine elektrische Isolierung zwischen Bohrloch und Förderleitung installiert werden. Besondere Vorsichtsmaßnahmen sind erforderlich, um das Risiko von durch die elektrische Isolierung verursachten zündfähigen Funken (z. B. durch unbeabsichtigtes Überbrücken der Isolierung oder elektrische Überspannungen wie Blitzschlag) zu mindern.

In diesem Fall muss besonderes darauf geachtet werden, unerwünschte elektrische Überbrückungen zu vermeiden, die durch metallische Verbindungen aufgrund von Rohrleitungen mit kleinem Durchmesser, die zur Bohrlochüberwachung und als Sicherheitseinrichtung genutzt werden, verursacht werden können.

Ein weiteres Problem kann auftreten, wenn das Fluid oder ein Teil des Fluids, das in der Förderleitung gefördert wird, ein Elektrolyt mit niedrigem Widerstand ist. Aufgrund der möglichen Spannungsdifferenz zwischen den beiden Seiten des Isolierstückes kann das Risiko der Korrosion im Inneren bestehen. In solchen Fällen muss das Isolierstück innen mit einem geeigneten, nicht leitfähigen Material beschichtet werden. Ferner gilt für die Innenbeschichtung:

- sie muss über eine geeignete Länge aufgebracht werden, um die Korrosionsgeschwindigkeit auf einen annehmbaren Wert zu senken;
- sie darf nur auf der Seite mit dem negativeren Potential angewendet werden.

6.3.2 Besondere Situationen

Es kann manchmal notwendig sein, zwischen dem zu schützenden Bohrloch und benachbarten Anlagen, üblicherweise den Förderleitungen, den elektrischen Durchgang (direkt oder über einen Widerstand) sicherzustellen.

- Dies kann bei einigen Bohrlöchern, die weit entfernt von einer elektrischen Stromquelle sind, der Fall sein. Ein Verfahren, das den kathodischen Korrosionsschutz für das Bohrloch ermöglicht, ist, wenn die Förderleitung als Rückleiter genutzt wird, wobei das Isolierstück überbrückt wird. Dann wirkt der Schutz auf beiden Seiten der Anlage. Da beide Anlagen sehr unterschiedliche Umhüllungswiderstände haben, kann es jedoch notwendig sein, die Verbindung des Isolierstückes mit einem Widerstand auszurüsten.
- Dies kann auch zutreffen, wenn das Bohrloch durch Streustrom beeinflusst wird. Die Verbindung des Isolierstückes (mit oder ohne Widerstand) kann manchmal die Installation eines Systems zur Stromableitung an der Förderleitung zulassen, um dem Einfluss des Streustroms entgegenzuwirken.
- Bohrlöcher haben sehr niedrige Ausbreitungswiderstände gegen Erde. Eine Einrichtung zum Schutz des Isolierstückes vor Überspannung sollte installiert werden, falls eine solche Gefährdung vorliegt.

In einigen Fällen kann es unmöglich sein, das Bohrloch gegenüber Fremdanlagen zu isolieren. Dies ist der Fall bei Offshore-Plattformen, bei denen die Bohrlöcher immer mit der Hauptanlage verbunden sind und den Strom für den kathodischen Korrosionsschutz von dem kathodischen Korrosionsschutzsystem der Anlage erhalten.

6.4 Ausrüstung für den kathodischen Korrosionsschutz

In Anbetracht des geringen Ausbreitungswiderstandes gegen Erde der Verrohrung und ihrer Länge und des sich daraus ergebenden hohen Strombedarfes ist es im Allgemeinen nur möglich, durch die Nutzung von Fremdstrom einen Schutz bis hinunter zum untersten Rohrschuh zu erreichen, selbst wenn die Bohrlochzementation von guter Qualität ist.

Offshore ist es unabhängig von dem Verfahren zum Schutz der Plattform schwierig, Potentiale von unter $-1,00\text{ V}$ zu erreichen, gemessen mit einer Ag/AgCl/Meerwasser-Bezugselektrode am Bohrlochkopf. Daher ist eine Bohrlochzementation von sehr guter Qualität erforderlich, um die gesamte Bohrlochverrohrung zu schützen.

Für Anlagen, die durch Streuströme beeinflusst werden, muss eine geeignete Ausrüstung (z. B. Verbindungen zur Stromableitung) berücksichtigt werden.

Unabhängig von dem gewählten Verfahren muss die Ausrüstung für den kathodischen Korrosionsschutz EN 12954 entsprechend ausgewählt und bereitgestellt werden.

6.5 Anodenbett

Damit der Schutzstrom das untere Ende des Bohrloches erreichen kann, sollten die Anodenbetten einen ausreichenden Abstand zu der Verrohrung aufweisen, um eine gute Stromverteilung zu erzielen. Der Abstand hängt ab von

- dem Bodenwiderstand zwischen Anodenbett und Bohrlochverrohrung sowie entlang der Tiefe der Bohrlochverrohrung;
- der Menge des Schutzstromes (Abmessungen der Bohrlochverrohrung und Qualität der Zementation);
- der Tiefe der Bohrlochverrohrung.

6.6 Sicherheitsanforderungen

Die nationalen und lokalen Sicherheitsregeln und -verfahren für Bohreinrichtungen für Gas, Rohöl und Wasser müssen eingehalten werden.

Diese Regeln und Verfahren betreffen oberirdische Einrichtungen, Bohrlöcher und zu diesen Anlagen gehörige Ausrüstung. Sie können Folgendes umfassen:

- elektrische Isolierung;
- permanente oder temporäre Erdung;
- perfekter elektrischer Durchgang durch die gesamte Anlage, um das Risiko von Funkenbildung selbst während Instandhaltungsarbeiten oder einer Aufwältigung zu vermeiden;
- Werkstoffe und Ausrüstung;
- nach EN 60079-10-1 als gefährdet klassifizierte Bereiche, bei denen es möglich ist, Ausrüstung für den kathodischen Korrosionsschutz im Hinblick auf den Zugang zum Bohrlochkopf und Explosionsgefahren zu installieren.

Fachpersonen für Sicherheit und kathodischen Korrosionsschutz müssen eng miteinander zusammenarbeiten, um die Sicherheitsregeln sowie die Anforderungen an den kathodischen Korrosionsschutz (Absicherung des korrekten Einbaus und der korrekten Betriebsweise sowie Abwesenheit von beeinflussende Risiken für benachbarte erdverlegte metallische Teile, die nicht durch kathodischen Korrosionsschutz geschützt sind) einzuhalten.

7 Planung des kathodischen Korrosionsschutzes

7.1 Allgemeines

Im Allgemeinen beinhaltet die Planung des kathodischen Korrosionsschutzes eines Objektes als ersten Schritt die Festlegung des mindesten anfänglichen Bedarfs an Schutzstrom, der erforderlich ist, um das Grundkriterium für den kathodischen Korrosionsschutz, $E \leq E_p'$, wie in EN 12954 festgelegt, zu erfüllen.

Wie zuvor erwähnt (Abschnitt 5), ist es jedoch nicht möglich nachzuweisen, dass dieses Grundkriterium für den kathodischen Korrosionsschutz von Bohrlochverrohrungen entlang der gesamten zu schützenden Anlage korrekt erfüllt ist.

Folglich ist es für die Untersuchung des kathodischen Korrosionsschutzes eines Bohrloches erforderlich, spezielle Verfahren und Messverfahren für diese Art von Anlage anzuwenden.

Die im Folgenden beschriebenen Verfahren ermöglichen die Bestimmung der für den kathodischen Korrosionsschutz erforderlichen Ströme. Andere, auf der Erfahrung von Fachpersonen beruhende Verfahren dürfen angewendet werden, wenn sie dokumentiert werden und zu einem vergleichbaren Ergebnis führen können.

7.2 Verfahren des Spannungsabfallprofils

Dieses Verfahren, wie in 5.2 zur Beurteilung des Korrosionsrisikos erwähnt und in Anhang A beschrieben, darf angewendet werden, um den Schutzstrom zu bestimmen, um einen wirksamen kathodischen Korrosionsschutz sicherzustellen. Das Ziel dieses Verfahrens ist es sicherzustellen, dass alle Segmente des Spannungsabfallprofils einen positiven Verlauf haben, was bedeutet, dass die gesamte Anlage keine anodischen Bereiche mehr aufweist.

Zu diesem Zweck wird eine temporäre Anlage für den kathodischen Korrosionsschutz errichtet. Das temporäre Anodenbett sollte einen großen Abstand zu dem Bohrloch aufweisen, um eine gute Stromverteilung zu ermöglichen. Die Auswahl des Anodenbettes muss die Sicherheit, insbesondere die Gefahren durch elektrischen Strom, für das für die Prüfungen verantwortliche Personal sowie auch für das zu prüfende Objekt berücksichtigen.

Für einen gewählten Schutzstrom wird der Spannungsabfall entlang des gesamten Bohrloches in Übereinstimmung mit dem in Anhang A beschriebenen Verfahren aufgezeichnet.

Wenn der bei dieser Prüfung verwendete Schutzstrom nicht ausreichend ist (Anhang A, Bild A.2, Fall B), so zeigt der an jedem Messpunkt mit dem Messgerät aufgezeichnete Spannungsabfall Segmente mit negativem Verlauf, die die anodisch gebliebenen Bereiche repräsentieren. Dies ist immer der Fall, wenn der Spannungsabfall negative Werte zeigt.

Wenn der während der Prüfung verwendete Schutzstrom ausreichend ist (Anhang A, Bild A.2, Fall C), so haben alle Segmente der Potentialkurve einen positiven Verlauf. Das gesamte Bohrloch ist kathodisch. In einigen Fällen darf die Prüfung mit einem geringeren Strom erneut durchgeführt werden, um den minimalen Schutzstrom zu ermitteln, der die gesamte Anlage kathodisch polarisiert.

7.3 Verfahren der Polarisationskurve

Die Kurzbeschreibung und die Durchführung dieses Verfahrens sind in Anhang B beschrieben.

Von einer Prüfanlage für den kathodischen Korrosionsschutz wird ein Schutzstrom eingespeist. Zu diesem Zweck kann eine temporäre kathodische Korrosionsschutzanlage genutzt werden (siehe 6.2). Am Ende eines festgelegten Zeitraumes, wenn das Anlage/Elektrolyt-Potential stabil ist, wird der Wert des Anlage/Elektrolyt-Potentials der Verrohrung E_{off} an der Erdoberfläche aufgezeichnet (siehe 7.1).