DIN EN ISO 12696

ICS 77.060; 77.140.15

Einsprüche bis 2021-04-19
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 12696:2017-05

Entwurf

Kathodischer Korrosionsschutz von Stahl in Beton (ISO/DIS 12696:2021); Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 12696:2021

Cathodic protection of steel in concrete (ISO/DIS 12696:2021);
German and English version prEN ISO 12696:2021

Protection cathodique de l'acier dans le béton (ISO/DIS 12696:2021);
Version allemande et anglaise prEN ISO 12696:2021

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-02-19 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 137 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)
DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)
DIN-Normenstelle Schiffs- und Meerestechnik (NSMT)

© DIN Deutsches Institut für Normung e. V. ist Inhaber aller einfachen Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und welchem Verfahren.
Alleinverkauf durch Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin

www.din.de
www.beuth.de

Documents Document Sharing Hub
3232719

Full document details: E DIN EN ISO 12696:2021-03

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 12696:2021) wurde vom ISO/TC 156 „Corrosion of metals and alloys“ (Sekretariat: SAC, Volksrepublik China) in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 219 „Kathodischer Korrosionsschutz“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium 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 beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 8044	siehe	DIN EN ISO 8044
ISO 9000	siehe	DIN EN ISO 9000
ISO 13174	siehe	DIN EN ISO 13174
ISO 15257	siehe	DIN EN ISO 15257
ISO 15589-2	siehe	DIN EN ISO 15589-2
IEC 60529	siehe	DIN EN 60529
IEC 61140	siehe	DIN EN 61140
IEC 61558-1	siehe	DIN EN 61558-1
IEC 61558-2-1	siehe	DIN EN 61558-2-1
IEC 61558-2-2	siehe	DIN EN 61558-2-2
IEC 61558-2-4	siehe	DIN EN 61558-2-4
IEC 61558-2-13	siehe	DIN EN 61558-2-13
IEC 61558-1-16	siehe	DIN EN 61558-1-16

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 ISO 12696:2017-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

a) 3.1 wurde hinzugefügt;

b) 8.6 wurde überarbeitet;

c) Anhang A wurde überarbeitet, die Bilder in Anhang A wurden aktualisiert, A.7 wurde in den neuen Anhang D verschoben und ein neuer Abschnitt A.7 „Vorteile des kathodischen Schutzstromes bei nicht vollständiger Einhaltung der Kriterien nach 8.6“ wurde hinzugefügt;

d) Anhang B wurde vollständig überarbeitet;

e) ein neuer Anhang D wurde hinzugefügt;

f) C.5 „Hybridanoden“ wurde hinzugefügt;

g) die Verweisungen wurden im gesamten Dokument überarbeitet;

h) das Dokument wurde redaktionell überarbeitet.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 12696:2021-03

Nationaler Anhang NA
(informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60529, *Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)*

DIN EN 61140, *Schutz gegen elektrischen Schlag — Gemeinsame Anforderungen für Anlagen und Betriebsmittel*

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

DIN EN 61558-2-1, *Sicherheit von Transformatoren, Netzgeräten, Drosseln und dergleichen — Teil 2-1: Besondere Anforderungen und Prüfungen an Netztransformatoren und Netzgeräten, die Netztransformatoren enthalten, für allgemeine Anwendungen*

DIN EN 61558-2-2, *Sicherheit von Transformatoren, Netzgeräten, Drosseln und dergleichen — Teil 2-2: Besondere Anforderungen und Prüfungen an Steuertransformatoren und Netzgeräten, die Steuertransformatoren enthalten*

DIN EN 61558-2-4, *Sicherheit von Transformatoren, Drosseln, Netzgeräten und dergleichen für Versorgungsspannungen bis 1 100 V — Teil 2-4: Besondere Anforderungen und Prüfungen an Trenntransformatoren und Netzgeräte, die Trenntransformatoren enthalten*

DIN EN 61558-2-13, *Sicherheit von Transformatoren, Drosseln, Netzgeräten und dergleichen für Versorgungsspannungen bis 1 100 V — Teil 2-13: Besondere Anforderungen und Prüfungen an Spartransformatoren und Netzgeräte, die Spartransformatoren enthalten*

DIN EN 61558-2-16, *Sicherheit von Transformatoren, Drosseln, Netzgeräten und dergleichen für Versorgungsspannungen bis 1 100 V — Teil 2-16: Besondere Anforderungen und Prüfungen an Schaltnetzteilen (SMPS) und Transformatoren für Schaltnetzteile*

DIN EN ISO 8044, *Korrosion von Metallen und Legierungen — Grundbegriffe*

DIN EN ISO 9000, *Qualitätsmanagementsysteme — Grundlagen und Begriffe*

DIN EN ISO 13174, *Kathodischer Korrosionsschutz für Hafenbauten*

DIN EN ISO 15257, *Kathodischer Korrosionsschutz — Qualifikationsgrade von mit kathodischem Korrosionsschutz befassten Personen — Grundlage für ein Zertifizierungsverfahren*

DIN EN ISO 15589-2, *Erdöl- und Erdgasindustrie — Kathodischer Schutz für Transportleitungssysteme — Teil 2: Offshore-Pipelines*

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 12696:2021-03

— Leerseite —

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 12696:2021-03

– Entwurf –

2021-02

prEN ISO 12696:2021

Titel de:	Kathodischer Korrosionsschutz von Stahl in Beton (ISO/DIS 12696:2021)
Titel en:	Cathodic protection of steel in concrete (ISO/DIS 12696:2021)
Titel fr:	Protection cathodique de l'acier dans le béton (ISO/DIS 12696:2021)

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 12696:2021-03

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort **4**

Vorwort **5**

Einleitung **6**

1 Anwendungsbereich **7**

2 Normative Verweisungen **7**

3 Begriffe **8**

4 Allgemeines **9**
4.1 Qualitätsmanagementsysteme **9**
4.2 Personen **9**
4.3 Konstruktion **10**

5 Beurteilung des Bauwerks und Instandsetzung **10**
5.1 Allgemeines **10**
5.2 Aufzeichnungen **10**
5.3 Sichtprüfung und Begutachtung von Abplatzungen **11**
5.4 Chloridanalyse **11**
5.5 Bestimmung der Karbonatisierungstiefe **11**
5.6 Betonüberdeckung und Lage der Bewehrung **11**
5.7 Elektrischer Stromdurchgang der Bewehrung **11**
5.8 Stahl/Beton-Potential **12**
5.9 Spezifischer elektrischer Widerstand des Betons **12**
5.10 Instandsetzung **12**
5.10.1 Allgemeines **12**
5.10.2 Entfernen des Betons **13**
5.10.3 Vorbereitung der Bewehrung **13**
5.10.4 Wiederherstellung der Betonoberfläche **13**
5.11 Zementartige Überdeckung **14**
5.12 Neue Bauwerke **14**

6 Komponenten des kathodischen Korrosionsschutzsystems **15**
6.1 Allgemeines **15**
6.2 Anodensysteme **15**
6.2.1 Allgemeines **15**
6.2.2 Anodensysteme mit leitfähiger Beschichtung **16**
6.2.3 Aktivierte Titananodensysteme **18**
6.2.4 Anoden aus Titandioxid-Keramik **19**
6.2.5 Leitfähige zementartige Anoden **19**
6.2.6 Eingebettete galvanische Anoden **19**
6.2.7 Auf der Oberfläche montierte galvanische Anoden **20**
6.2.8 Erdverlegte und unter Wasser befindliche Anoden **20**
6.3 Überwachungssensoren **22**
6.3.1 Allgemeines **22**
6.3.2 Ortsveränderliche Bezugselektroden **23**
6.3.3 Andere Sensoren **23**
6.4 Kontrollmessgeräte **24**
6.4.1 Allgemeines **24**

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 12696:2021-03

6.4.2 Digitale Messgeräte 24
6.4.3 Datenerfassungsgeräte 24
6.5 Datenverwaltungssystem 25
6.6 Gleichspannungskabel/-leitungen 26
6.7 Anschlusskästen 27
6.8 Stromversorgungen 27
6.9 Transformator-Gleichrichter 28

7 Installationsverfahren 30
7.1 Elektrischer Stromdurchgang 30
7.2 System zur Leistungsüberwachung 30
7.3 Anschlüsse zum Stahl im Beton 31
7.4 Instandsetzungsarbeiten am Beton im Zusammenhang mit Komponenten des kathodischen Schutzsystems 31
7.5 Oberflächenvorbereitung zur Anodeninstallation 32
7.6 Anodeneinbau 32
7.7 Anschlüsse zum Anodensystem 33
7.8 Anwendung von Anodenüberdeckung, oberflächenabdichtende oder dekorative Beschichtung 33
7.9 Elektroinstallation 33
7.10 Prüfungen während der Installation 34

8 Inbetriebnahme 35
8.1 Sichtprüfung 35
8.2 Messungen vor der Stromeinspeisung 35
8.3 Anfängliche Stromeinspeisung von Fremdstromsystemen 36
8.4 Anfängliche Einregelung von Fremdstromsystemen 36
8.5 Anfängliche Leistungsbeurteilung 37
8.6 Schutzkriterien: Auswertung der Daten der Leistungsbeurteilung 38

9 Systemaufzeichnungen und Dokumentation 40
9.1 Aufzeichnungen zu Qualität und Prüfungen 40
9.2 Bericht über Einbau und Inbetriebnahme 40
9.3 Bedienungs- und Wartungshandbuch 40

10 Betrieb und Wartung 41
10.1 Intervalle und Verfahren 41
10.2 Systemprüfung 42
10.3 Systemprüfbericht 42

Anhang A (informativ) Grundsätze des kathodischen Korrosionsschutzes und dessen Anwendung auf Stahl in Beton 43

Anhang B (informativ) Entwurfsprozess 52

Anhang C (informativ) Anmerkungen zu Anodensystemen 61

Anhang D (informativ) Anmerkungen zu den Bezugselektroden 67

Literaturhinweise 71

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 12696:2021-03

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 12696:2021) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 156 „Corrosion of metals and alloys“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 219 „Kathodischer Korrosionsschutz“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN ISO 12696:2016 ersetzen.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 12696:2021 wurde von CEN als prEN ISO 12696:2021 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 12696:2021-03

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde von den Technischen Komitees ISO/TC 156, *Corrosion of metals and alloys* und CEN/TC 219, *Cathodic protection of steel in concrete* erarbeitet.

Diese dritte Ausgabe ersetzt die zweite Ausgabe (ISO 12696:2016), die technisch überarbeitet wurde.

Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

— 3.1 „Stahloberflächenverhältnis“ wurde hinzugefügt;

— 8.6 wurde überarbeitet;

— Anhang A wurde überarbeitet: Die Bilder in Anhang A wurden aktualisiert; A.7 wurde in den neuen Anhang D verschoben, und es wurde ein neuer Abschnitt A.7 „Vorteile des kathodischen Schutzstromes bei nicht vollständiger Einhaltung der Kriterien nach 8.6“ hinzugefügt;

— Anhang B wurde vollständig überarbeitet;

— ein neuer Anhang D wurde hinzugefügt;

— C.5 „Hybridanoden“ wurde hinzugefügt;

— im gesamten Dokument wurden die Verweisungen überarbeitet.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html abrufbar.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 12696:2021-03

Einleitung

Dieses Dokument gilt für den kathodischen Korrosionsschutz von Stahl in Beton(bauwerken), welche der Luft ausgesetzt sind, für erdverlegte Bauwerke sowie für Bauwerke unter Wasser.

Da als Schutzkriterien für erdverlegten oder unter Wasser verbauten Stahlbeton diejenigen anwendbar sind, welche auch bei kathodischem Korrosionsschutz von Stahl in der Luft ausgesetztem Beton angewendet werden können, umfasst diese Überarbeitung der EN 12696:2016 auch den kathodischen Korrosionsschutz von Stahl in erdverlegtem und unter Wasser verbautem Beton. Die Bereitstellung des kathodischen Schutzstromes für Stahl in erdverlegten oder unter Wasser befindlichen Betonbauwerken kann oftmals weitaus ökonomischer über erdverlegte oder unter Wasser verbaute Anodensysteme, die ausführlich in Internationalen Normen für den Schutz von erdverlegten und unter Wasser befindlichen Stahltragwerken beschrieben sind, erfolgen als mit Anodensystemen, die für Anwendungen auf Stahl in der Luft ausgesetztem Beton geeignet sind. Deshalb wird in diesem Zusammenhang auf andere Internationale Normen verwiesen, während die Leistungskriterien für den kathodischen Korrosionsschutz für Stahl in Beton in diesem Dokument für alle Anwendungsmöglichkeiten festgelegt sind.

Es gibt weitere elektrochemische Behandlungsverfahren, die die Bekämpfung der Korrosion von Stahl in Beton ermöglichen. Diese Techniken umfassen erneute Alkalisierung und Chloridextraktion und sind nicht in diesem Dokument enthalten. EN 14038-1:2016 und prEN 14038-2:2019 sind veröffentlicht worden.

Der kathodische Korrosionsschutz von Stahl in Beton ist eine Verfahrensweise, die sich bei zweckentsprechenden Anwendungen als kosteneffektiver Langzeit-Korrosionsschutz für Stahl in Beton erwiesen hat. Es handelt sich dabei um eine Verfahrensweise, die besondere Berechnungsgrundlagen und die Festlegung von Installations- oder Einbauverfahren erfordert, um erfolgreich realisiert zu werden. Dieses Dokument ist keine Ausführungsnorm (Designcode) für den kathodischen Korrosionsschutz von Stahl in Beton, sondern eine Leistungsnorm, für deren Erfüllung vorausgesetzt wird, dass von Personen mit entsprechender Fachkunde und Erfahrung ein detaillierter Entwurf sowie Spezifikationen für Werkstoffe, Einbau, Inbetriebnahme und Anlagenbetrieb erarbeitet werden.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 12696:2021-03

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Leistungsanforderungen an den kathodischen Korrosionsschutz von Stahl in Beton auf Zementbasis sowohl in neuen als auch bestehenden Bauwerken fest. Es umfasst die der Luft ausgesetzten Teile von Gebäuden und Tiefbauwerken, einschließlich in Beton eingebetteter nicht vorgespannter und vorgespannter Bewehrung aus Kohlenstoffstahl. Es ist anwendbar auf unbeschichteten und auf organisch beschichteten Bewehrungsstahl. Es ist nicht auf kohlenstofffaserverstärkten Beton anwendbar.

Dieses Dokument gilt für Stahl, der in Teile von Gebäuden oder in Bauwerke eingebettet ist, die der Luft ausgesetzt, erdverlegt oder unter Wasser befindlich oder durch Gezeiten beeinflusst sind.

Dieses Dokument gilt nur für die Anwendungen des kathodischen Korrosionsschutzes von Stahl in Beton, die mit dem Ziel der Einhaltung der in 8.6 festgelegten Korrosionsschutzkriterien entwickelt wurden und bei denen sich die Einhaltung dieser Kriterien nachweisen lässt. Hierfür ist die Bereitstellung von ausreichenden Leistungsüberwachungssystemen, wie in 6.3 festgelegt, an allen Teilen des zu schützenden Bauwerks erforderlich, um den Grad, bis zu dem die in 8.6 festgelegten Kriterien erfüllt werden, beurteilen zu können.

Das kann zum Ausschluss von galvanischen Anoden oder von Systemen, die zur Minderung des „Anodeneinleitungseffekts“ in Ausbesserungen eingebracht werden, aus dem Anwendungsbereich dieses Dokuments führen. Das kann auch zum Ausschluss aller Formen von kathodischen Korrosionsschutzsystemen oder sonstigen elektrochemischen Behandlungen aus dem Anwendungsbereich dieses Dokuments führen, die entweder die Anforderungen nach 8.6 nicht erfüllen können oder nicht mit den Leistungsüberwachungssystemen ausgestattet sind (siehe 6.3), die zur Beurteilung, ob die in 8.6 festgelegten Schutzkriterien erfüllt werden, notwendig sind.

ANMERKUNG 1 Anhang A enthält Leitlinien zu den Grundsätzen des kathodischen Korrosionsschutzes und dessen Anwendung auf Stahl in Beton.

ANMERKUNG 2 Dieses Dokument, das zwar nicht speziell für den kathodischen Schutz von Stahl in irgendeinem Elektrolyten, ausgenommen Beton, vorgesehen ist, kann für den kathodischen Schutz von Stahl in anderen zementartigen Werkstoffen, wie sie z. B. bei in Stahlrahmen eingesetztem Mauerwerk, Bausteinen und mit Terrakotta verkleideten Bauwerken aus dem frühen 20. Jahrhundert zu finden sind, angewendet werden. Bei derartigen Anwendungen sind zusätzliche Überlegungen für diese Bauwerke hinsichtlich Ausführung, Werkstoffen und Einbau des kathodischen Schutzes erforderlich; die Anforderungen des vorliegenden Dokumentes können jedoch auf diese Systeme angewendet werden.

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 1504 (alle Teile), *Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken — Definitionen, Anforderungen, Güteüberwachung und Beurteilung der Konformität*

EN 14629, *Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken — Prüfverfahren — Bestimmung des Chloridgehaltes in Festbeton*

EN 14630, *Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken — Prüfverfahren — Bestimmung der Karbonatisierungstiefe im Festbeton mit der Phenolphthalein-Prüfung*

ISO 15257, *Cathodic protection — Competence levels of cathodic protection persons — Basis for a certification scheme*

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 12696:2021-03

IEC 60502-1, *Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um = 1,2 kV) to 30 kV (Um = 36 kV) — Part 1: Cables for rated voltages of 1 kV (Um = 1,2 kV) and 3 kV (Um = 3,6 kV)*

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 61140, *Protection against electric shock — Common aspects for installation and equipment*

IEC 61558-1, *Safety of power transformers, power supplies, reactors and similar products — Part 1: General requirements and tests*

IEC 61558-2-1, *Safety of power transformers, power supplies, reactors and similar products — Part 2-1: Particular requirements and tests for separating transformers and power supplies incorporating separating transformers for general applications*

IEC 61558-2-2, *Safety of power transformers, power supplies, reactors and similar products — Part 2-2: Particular requirements and tests for control transformers and power supplies incorporating control transformers*

IEC 61558-2-4, *Safety of transformers, reactors, power supply units and similar products for supply voltages up to 1 100 V — Part 2-4: Particular requirements and tests for isolating transformers and power supply units incorporating isolating transformers*

IEC 61558-2-13, *Safety of transformers, reactors, power supply units and similar products for supply voltages up to 1 100 V — Part 2-13: Particular requirements and tests for auto transformers and power supply units incorporating auto transformers*

IEC 61558-2-16, *Safety of transformers, reactors, power supply units and similar products for voltages up to 1 100 V — Part 2-16: Particular requirements and tests for switch mode power supply units and transformers for switch mode power supply units*

IEC 62262, *Degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external mechanical impacts (IK code)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 8044 und EN 1504 (alle Teile) und die folgenden Begriffe.

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

— ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter http://www.iso.org/obp

— IEC Electropedia: verfügbar unter http://www.electropedia.org/

3.1
Stahloberflächenverhältnis
Verhältnis der Flächeninhalte von Stahl und Beton zueinander

3.2
Zone
Bereich des kathodischen Korrosionsschutzsystems

Anmerkung 1 zum Begriff: Anodensysteme können in einzelne Zonen unterteilt werden, um den Strom für ein voll durchgängiges Bewehrungsstahlgitter bereitzustellen. Alternativ kann ein einzelner Anodenbereich den Strom für separate, elektrisch getrennte Zonen innerhalb des Bewehrungssystems liefern. Einzelne Anodenbereiche für Bewehrungsabschnitte oder Abschnitte, welche sich aus unterschiedlichen Expositionen ergeben, können in Zonen zusammengefasst werden. Da die Stromversorgung in jeder dieser Zonen separat gemessen werden kann, werden alle im Allgemeinen als „kathodische Schutzzonen“ und speziell als „Anodenbereiche“ oder „Kathodenbereiche“ bezeichnet.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 12696:2021-03

3.3
Feuchthaltemittel
hygroskopisches Material, d. h. ein Stoff, der die Speicherung von Feuchtigkeit unterstützt

Anmerkung 1 zum Begriff: Es kann auf die Oberfläche einer galvanischen Anode aufgetragen werden, um die Berührungsfläche zwischen Beton und Anode feucht zu halten.

4 Allgemeines

4.1 Qualitätsmanagementsysteme

Die Konstruktion, der Einbau, die Stromversorgung, die Inbetriebnahme und der Langzeitbetrieb aller Teile des kathodischen Korrosionsschutzsystems für Stahl in Beton müssen umfassend dokumentiert werden, siehe Anhang B.

ANMERKUNG ISO 9000 stellt eine passende Norm für Qualitätsmanagementsysteme dar, die genutzt werden kann.

Jeder Teil der Arbeit muss in Übereinstimmung mit einem umfassend dokumentierten Qualitätssicherungsplan ausgeführt werden.

Jedes Stadium der Konstruktion ist zu überprüfen, und die Überprüfung muss dokumentiert werden.

Jedes Stadium des Einbaus, der Stromversorgung, der Inbetriebnahme und des Betriebs muss einer geeigneten visuellen, mechanischen und/oder elektrischen Prüfung unterzogen werden, und alle Prüfungen sind zu dokumentieren.

Alle Prüfgeräte müssen über gültige Kalibrierzertifikate verfügen, die auf Nationale oder Internationale Normen zur Kalibrierung zurückzuführen sind.

Die Dokumentation muss Teil der fortlaufenden Aufzeichnungen der Arbeiten sein.

4.2 Personen

Jeder Aspekt der Konstruktion des kathodischen Korrosionsschutzsystems, des Einbaus, der Prüfung des Einbaus, der Stromversorgung, der Inbetriebnahme und der langzeitigen Betriebsüberwachung muss unter der Aufsicht von Personen mit entsprechenden Qualifikationen, Ausbildung, Fachkompetenz und Erfahrung auf dem Gebiet des Teils der Arbeit, für den sie verantwortlich sind, stehen.

ANMERKUNG Kathodischer Korrosionsschutz von Stahl in Beton ist eine fachthemenübergreifende Aktivität. Fachkenntnisse sind auf den Gebieten von Elektrochemie, Betontechnologie, Tief- und/oder Hochbau und kathodischem Korrosionsschutz erforderlich.

Personen, die die Konstruktion, Aufsicht über den Einbau, Inbetriebnahme, Aufsicht über Betrieb, Messungen, Überwachung und Aufsicht über Wartung von kathodischen Korrosionsschutzsystemen ausführen, müssen über den entsprechenden Grad an Kompetenz für die übernommenen Aufgaben verfügen. ISO 15257 legt ein geeignetes Verfahren fest, welches zur Beurteilung der Kompetenz von Personen, die sich mit kathodischem Korrosionsschutz befassen, angewendet werden darf.

Der entsprechende Grad an Kompetenz von für den kathodischen Korrosionsschutz zuständigen Personen für die durchzuführenden Aufgaben sollte durch Zertifizierung nach ISO 15257 oder mit anderen äquivalenten Verfahrensweisen der Präqualifikation nachgewiesen werden.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 12696:2021-03

4.3 Konstruktion

Dieses Dokument stellt keine Ausführungsnorm dar, sondern ist eine Leistungsnorm.

Kathodische Korrosionsschutzsysteme für Stahl in Beton müssen Gegenstand detaillierter konstruktiver Gestaltung sein.

Der Entwurf der Konstruktion muss mindestens Folgendes enthalten und dokumentieren:

a) detaillierte Berechnungen;

b) detaillierte Einbauzeichnungen;

c) detaillierte Spezifikationen für Werkstoff und Ausrüstung;

d) detaillierte Verfahrensangaben oder Spezifikationen für Einbau, Prüfung, Stromversorgung, Inbetriebnahme und Betrieb;

e) Bauwerke, die Vorspannungen enthalten, müssen auf ihre Anfälligkeit auf Wasserstoffversprödung und das Risiko von Streuströmen untersucht werden.

Anhang B enthält Leitlinien für die detaillierte konstruktive Gestaltung, die von Personen vorzunehmen ist, die die in 4.2 festgelegten Anforderungen erfüllen. Falls für den Nachweis der Kompetenz dieser Personen ISO 15257 angewendet wird, müssen sie für den Bereich der „Stahlbetontragwerke“ dem Qualifikationsgrad 4 oder höher entsprechend zertifiziert sein.

5 Beurteilung des Bauwerks und Instandsetzung

5.1 Allgemeines

Zum kathodischen Korrosionsschutz (bzw. zur kathodischen Vorbeugung) von neuen Bauwerken siehe 5.12.

Die Beurteilung eines bestehenden Bauwerks, einschließlich seines Materialzustands, seiner baulichen Vollständigkeit, und ob und wie es instandzusetzen ist, muss nach EN 1504 (alle Teile) erfolgen.

Wenn für ein Bauwerk kathodischer Korrosionsschutz als Instandsetzungs-/Schutzverfahren oder als ein Teil davon vorgeschlagen wird, müssen zusätzliche Untersuchungen durchgeführt werden, um

a) die Eignung des kathodischen Korrosionsschutzes zu bestätigen; und

b) Eingabedaten für die Systemplanung zu liefern (weitere Informationen hierzu siehe Anhang B).

Diese Untersuchungen müssen alle unter5.2 bis 5.10 beschriebenen Untersuchungen enthalten, müssen aber nicht allein auf diese beschränkt sein.

5.2 Aufzeichnungen

Alle verfügbaren Zeichnungen, Spezifikationen, Aufzeichnungen und Berichte müssen überprüft werden, um die Lage, Menge, Art (z. B. normal, verzinkt, mit Epoxid beschichtet, vorgespannt) und die Stromdurchgängigkeit der Bewehrung und jeglichen zusätzlichen Stahls sowie die Bestandteile und Qualität des Betons festzustellen.

Die vorhandenen Informationen müssen durch Baustellenbegutachtung und Laborprüfungen, wie in 5.3 bis 5.8 festgelegt, bestätigt und ergänzt werden.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 12696:2021-03

5.3 Sichtprüfung und Begutachtung von Abplatzungen

Ergebnisse visueller Begutachtungen müssen gesammelt werden, um den Typ, die Ursachen und das Ausmaß von Mängeln sowie jegliche Merkmale des Bauwerks oder seiner Umgebung zu ermitteln, die die Anwendung und die Wirksamkeit des kathodischen Korrosionsschutzes beeinflussen könnten. Bereiche, die zuvor instandgesetzt wurden, sowie die Instandsetzungsverfahren und -materialien müssen identifiziert werden.

Alle Bereiche des Bauwerks, die einen kathodischen Korrosionsschutz benötigen, müssen bezüglich Abplatzungen der Betonüberdeckung geprüft werden.

Mängel, wie z. B. Risse, Kiesnester oder schlecht ausgeführte Baufugen, die in erheblichem Maße das Eindringen von Wasser zulassen und die dadurch die Wirksamkeit oder die Beständigkeit des kathodischen Korrosionsschutzsystems behindern könnten, müssen aufgezeichnet werden.

Falls notwendig, werden die Sichtprüfung und Begutachtung von erdverlegten oder unter Wasser befindlichen Elementen durch Ausschachtung und/oder Kofferdämme ermöglicht.

5.4 Chloridanalyse

Falls erforderlich, müssen der Wert und die Verteilung des Chloridgehaltes des Betons nach EN 14629 bestimmt werden.

5.5 Bestimmung der Karbonatisierungstiefe

Falls erforderlich, muss die Verteilung von Karbonatisierungstiefen nach EN 14630 bestimmt werden.

5.6 Betonüberdeckung und Lage der Bewehrung

Die Verteilung der Betonüberdeckung sowie Durchmesser und Lage des eingebetteten Stahls und der Bewehrung müssen ermittelt werden, um zu beurteilen, ob der Anoden-/Kathodenabstand für das betrachtete Anodensystem ausreichend ist, und Bereiche erhöhter Stahl- bzw. Bewehrungsdichte festzustellen, die hohe Stromdichten erfordern können. Es muss festgestellt werden, ob die zu schützende Bewehrung durch eingebaute Metallgitter, Metallfasern oder -platten, Kunststofffolien oder nichtleitende Instandsetzungsmaterialien, welche die Leistungsfähigkeit des kathodischen Korrosionsschutzes beeinträchtigen können, abgeschirmt wird. Mögliche Kurzschlüsse zwischen Bewehrungsstahl und Fremdstromanoden müssen festgestellt werden.

Für erdverlegte oder unter Wasser befindliche Bauwerke oder Zonen kann die Betonüberdeckung weniger wichtig sein, wenn das Anodensystem aus erdverlegten oder unter Wasser befindlichen Anoden besteht und sich in einigem Abstand vom Bauwerk befindet.

5.7 Elektrischer Stromdurchgang der Bewehrung

Zeichnungen der Bewehrung und anderer Stahlelemente müssen hinsichtlich Größe, Verteilung, Lücken und elektrischen Stromdurchgangs überprüft werden. Letzterer muss auf der Baustelle durch Messung des elektrischen Widerstands und/oder des Potentialunterschieds zwischen Bewehrungen an weit auseinander liegenden Stellen des Bauwerks nachgeprüft werden. Die Prüfung muss nach 7.1 erfolgen, um die Durchführbarkeit des kathodischen Korrosionsschutzes nachzuweisen und Informationen zur konstruktiven Ausführung zu erlangen. Dies muss mindestens eine Beurteilung der folgenden, auf repräsentativer Basis zu ermittelnden Punkte enthalten:

a) der elektrische Stromdurchgang zwischen Teilen des Bauwerks innerhalb jeder Zone des kathodischen Korrosionsschutzsystems;

b) der elektrische Stromdurchgang der Bewehrung innerhalb von Teilen des Bauwerks;

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 12696:2021-03

c) der elektrische Stromdurchgang zwischen anderen metallischen Einbauteilen als der Bewehrung und der Bewehrung selbst.

Bei der nachfolgenden Instandsetzung und während des Einbaus müssen Größe Verteilung, Lücken und elektrischer Stromdurchgang der Bewehrung und des übrigen Stahls weiter nach den in 7.1 festgelegten Verfahren und in dem dort angegebenen Umfang überprüft werden.

5.8 Stahl/Beton-Potential

Repräsentative Bereiche, sowohl beschädigte als auch anscheinend unbeschädigte, müssen unter Verwendung von tragbaren, in 6.3.2 beschriebenen Bezugselektroden auf Bewehrungsstahlkorrosion untersucht werden. Die Messungen müssen, vorzugsweise an Rasterpunkten eines orthogonalen Gitters, mit einem höchstmöglichen Abstand von 500 mm erfolgen.

ANMERKUNG 1 Es ist nicht notwendig, eine Messung des Stahl/Beton-Potentialfeldes des gesamten Bauwerks durchzuführen. Es ist zweckmäßig, jene Bereiche genauer zu untersuchen, in denen ein dauerhaftes Anbringen von Bezugselektroden geplant ist, um diese in den anodischsten und anderen geeigneten Bereichen anzubringen.

Der elektrische Stromdurchgang der Bewehrung und des übrigen Stahls innerhalb aller Bereiche, in denen Potentialfeldmessungen durchgeführt werden, ist von wesentlicher Bedeutung und muss unter Anwendung des in 7.1 festgelegten Verfahrens vor Beginn der Messung des Stahl/Beton-Potentialfeldes überprüft werden.

Messungen in allen Bereichen, in denen nach der in 5.3 spezifizierten Ist-Zustandserfassung Abplatzungen im Beton festgestellt wurden, sollten mit gewisser Vorsicht interpretiert werden, da durch Hohllagen Messergebnisse entstehen können, welche nicht mit dem Korrosionszustand der Bewehrung oder des sonstigen eingebetteten Stahls übereinstimmen.

ANMERKUNG 2 [12], [13] und [14] enthalten Leitlinien in Bezug auf Messungen und Interpretation des Stahl/Beton-Potentials.

5.9 Spezifischer elektrischer Widerstand des Betons

Der Einfluss von Änderungen des spezifischen elektrischen Widerstandes des Betons auf das kathodische Korrosionsschutzsystem ist zu berücksichtigen. Es gibt keine festen Leitlinien bezüglich der Grenzen des spezifischen elektrischen Widerstands in Bezug auf den kathodischen Korrosionsschutz, aber der Planer muss prüfen, ob ein voller Schutz, sofern erforderlich, für die Bereiche und absoluten Werte des am Bauwerk vorgefundenen Widerstands des Betons erzielt werden kann.

ANMERKUNG [14] und [15] enthalten Leitlinien in Bezug auf Messungen und Interpretation des spezifischen elektrischen Widerstandes von Beton.

5.10 Instandsetzung

5.10.1 Allgemeines

Sofern in diesem Abschnitt nicht anders angegeben, müssen alle die Instandsetzung umfassenden Tätigkeiten in Übereinstimmung mit EN 1504 (alle Teile)) vorgenommen werden.

ANMERKUNG Der Einbau des kathodischen Korrosionsschutzes in ein bestehendes Bauwerk kann im Zusammenhang mit anderen Formen von Instandsetzungsarbeiten ausgeführt werden, wie z. B. Verstärkung, Ausbesserung oder Beschichtung, wie nach EN 1504 (alle Teile) bestimmt. In diesem Unterabschnitt bedeutet der Ausdruck „Instandsetzung“ die Wiederherstellung des vorschriftsmäßigen Zustands eines beschädigten oder zerstörten Betonuntergrunds, damit eine ungehinderte elektrolytische Verbindung für den kathodischen Schutzstrom sowohl vor Einbau des kathodischen Korrosionsschutzes als auch nach der Reprofilierung solcher Stellen sichergestellt ist, an denen der Beton entfernt wurde, um Zugang zur Bewehrung oder zu anderem Stahl für die Herstellung von Kabelanschlüssen zu erlangen und Überwachungssensoren usw. zu installieren.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 12696:2021-03

5.10.2 Entfernen des Betons

Alle Instandsetzungsmaterialien, die die Leistung des Korrosionsschutzsystems beeinträchtigen, müssen abgetragen werden.

So weisen z. B. vorwiegend epoxidharzbasierte Instandsetzungsmaterialien sehr hohe Werte des spezifischen elektrischen Widerstands auf und können die Bewehrung innerhalb von oder hinter Bereichen, in denen solche Instandsetzungsmaterialien eingesetzt wurden, vom kathodischen Schutz abschirmen. Mit Metallfasern bewehrter Beton kann sehr geringe Werte des spezifischen elektrischen Widerstands aufweisen, und die Fasern können eine Kurzschlussstrecke zwischen der Anode und dem Stahl bilden.

Bei fremdstrombetriebenen kathodischen Korrosionsschutzsystemen müssen jegliche(r) Bindedraht, Nägel oder anderen Metallteile, die an der Oberfläche des Betons sichtbar sind und mit dem Anodensystem in Verbindung stehen oder sich für einen optimalen Anoden-/Kathodenabstand zu nahe an der Anode befinden könnten, entfernt werden, wobei anschließend der Beton wieder instandzusetzen ist.

ANMERKUNG Jedes vom Kathodenstromkreis elektrisch getrennte metallische Objekt kann korrodieren, und es kann erforderlich sein, dieses mit der Bewehrung elektrisch leitend zu verbinden oder zu entfernen.

Die Entfernung von physikalisch unversehrtem, chloridkontaminiertem oder karbonatisiertem Beton vor Anbringung des Kathodenschutzes ist nicht notwendig.

5.10.3 Vorbereitung der Bewehrung

Freiliegende Bewehrung oder sonstiger Stahl muss von Korrosionsprodukten gereinigt werden, um eine gute Verbundfestigkeit zwischen Stahl und Instandsetzungsmaterial sicherzustellen, wobei es jedoch nicht erforderlich ist, die Bewehrung oder sonstigen Stahl, welche(r) im Beton eingebettet werden soll, bis zum metallisch blanken Zustand zu säubern. Der Planer muss jedoch die Auswirkungen aller wesentlichen auf der Stahloberfläche zurückbleibenden Korrosionsprodukte auf die Haftfestigkeit von Betoninstandsetzungen an der Bewehrung berücksichtigen.

ANMERKUNG Die zurückbleibenden Korrosionsprodukte haben mit einiger Wahrscheinlichkeit einen hohen Chloridgehalt. Falls diese Bereiche mit Hohlräumen in den Betoninstandsetzungen zusammenfallen, korrodieren sie mit einiger Wahrscheinlichkeit weiter.

Der Planer muss die Auswirkungen von Grundiermitteln oder Beschichtungen berücksichtigen, die als Bestandteil des Instandsetzungssystems verwendet werden, und dabei der möglichen Abschirmung des Korrosionsschutzstroms Rechnung tragen, der vom Stahl, an oder hinter dem die Grundiermittel oder Beschichtungen aufgebracht werden, ausgeht.

5.10.4 Wiederherstellung der Betonoberfläche

Sofern in diesem Abschnitt nicht anders angegeben, muss die Wiederherstellung der Betonoberfläche nach EN 1504 (alle Teile) erfolgen.

Der Beton muss unter Verwendung von zementartigen Werkstoffen wiederhergestellt werden. Instandsetzungsmaterialien, die (in Faser- oder Pulverform) Metall enthalten, dürfen nicht verwendet werden. Die Kennwerte des spezifischen elektrischen Widerstandes sowie die mechanischen Eigenschaften des Instandsetzungsmaterials müssen mit denen des Originalbetons kompatibel sein. Herstellerspezifische Nachbehandlungsmembranen dürfen nicht vor dem nachfolgenden Anodeneinbau an den instandgesetzten Bereichen angewendet werden. Alternative Nachbehandlungsverfahren müssen angewendet werden.

Der spezifische elektrische Widerstand von Instandsetzungsmaterialien für Beton muss ähnlich dem des Originalbetons sein.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 12696:2021-03

ANMERKUNG Bei Messung unter den gleichen Bedingungen wie bei denen des Originalbetons liegen die spezifischen elektrischen Widerstände der Instandsetzungsmaterialien typischerweise innerhalb des Bereichs von etwa der Hälfte bis zum Zweifachen des spezifischen elektrischen Widerstandes des Originalbetons. Allerdings ist der spezifische elektrische Widerstand des Originalbetons der eines gealterten Materials (Alter > 20 Jahre), wohingegen der spezifische elektrische Widerstand des Instandsetzungsmaterials die Eigenschaften in verhältnismäßig geringem Alter widerspiegelt; es ist zu erwarten, dass mit der Zeit ein signifikanter Alterungseffekt auftritt. Außerdem repräsentieren im Labor an Prismen durchgeführte Messungen nicht den Zustand des Bauwerks. Es wurde festgestellt, dass eine qualitativ hochwertige Instandsetzung mit bekanntermaßen mit kathodischen Schutzanlagen kompatiblen Materialien wichtiger ist als willkürliche Widerstandsgrenzen.

5.11 Zementartige Überdeckung

Bei kathodischen Korrosionsschutzsystemen mit wie in 6.2.2.2 festgelegten Anodensystemen muss nach der Instandsetzung entsprechend 5.10 und dem nach den in 7.5, 7.6 und 7.7 aufgeführten Festlegungen durchgeführten Anodeneinbau eine zementartige Überdeckung über den entsprechenden eingebauten Anodentypen aufgebracht werden. Alle zementartigen Werkstoffe und Aufbringungsverfahren müssen EN 1504 (alle Teile) entsprechen. Die mittlere Verbundfestigkeit zwischen vorhandenem Beton und Überdeckung muss größer sein als 1,5 MPa und das Minimum (aller gemessenen Werte) muss größer sein als 1,0 MPa.

Falls die Kohäsionsfestigkeit des Betonuntergrundes bei Werten geringer als 1,5 MPa im Mittel und 1,0 MPa als Minimum versagt, kann das Verwenden zementartiger Überdeckungen unangebracht sein.

Die Aufbringung von Überdeckungen darf mit Betoninstandsetzungen kombiniert werden.

Anodenüberdeckungen dürfen den spezifischen elektrischen Widerstand des Originalbetons in signifikantem Maße überschreiten, sofern die sich in der Überdeckung befindliche Anode in der Lage ist, ihren Bemessungsstrom bei der Bemessungsspannung in einer Überdeckung mit diesem spezifischen Widerstand unter sämtlichen für das Bauwerk geltenden Witterungs- und Beanspruchungsbedingungen fließen zu lassen.

Das ausgewählte Material, die Dicke und das Einbauverfahren müssen miteinander und mit dem Anodenmaterial und den Einwirkungen auf das Bauwerk kompatibel sein. Nachbehandlungsmembranen müssen vom Originalbeton/-untergrund entfernt werden oder genügend abgebaut sein, um schädliche Einflüsse auf die Wirksamkeit des kathodischen Korrosionsschutzsystems zu vermeiden.

Das Potential zwischen Anode und Bewehrung/Stahl (Kathode) muss überwacht werden, um Kurzschlüsse zu erkennen.

5.12 Neue Bauwerke

Im Fall eines neuen Bauwerks, bei dem der kathodische Korrosionsschutz als Vorbeugungssystem (kathodische Vorbeugungsmaßnahme) in das Originalbauwerk mit einzubauen ist, müssen folgende Punkte zusätzlich zu den Anforderungen des übrigen Textes dieses Dokumentes und der Normen, die für den Entwurf und den Bau des neuen Bauwerks maßgebend sind, in den Entwurf, die Spezifikation und die Bauverfahren aufgenommen werden:

a) Bereitstellung und Überprüfung des elektrischen Stromdurchgangs des Bewehrungsstahls nach 7.1;

b) ausreichendes Sichern und ausreichender Schutz der Überwachungssensoren, von allen Kabeln/Leitungen und deren Anschlüssen, um Schäden oder Störungen beim Betonieren und Verdichten zu vermeiden;

c) Anschluss, Lage oder Isolierung von anderen metallischen Einbauten, Halterungen oder anderen Gegenständen, um unerwünschte Einflüsse vom kathodischen Vorbeugungssystem zu vermeiden;

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 12696:2021-03

d) im Fall von einbetonierten Anoden ist der Einbau von ausreichend starren, isolierenden Abstandshaltern und Befestigungen vorzusehen, um die Lage der Anoden zu sichern und beim Betonieren und Verdichten das Entstehen von Kurzschlüssen zu vermeiden. Die Überwachung des Potentials zwischen Anode und Bewehrung/Stahl (Kathode) muss durchgeführt werden, um etwaige beim Betonieren auftretende Kurschlüsse erkennen zu können.

6 Komponenten des kathodischen Korrosionsschutzsystems

6.1 Allgemeines

Das kathodische Korrosionsschutzsystem muss ein Anodensystem enthalten, welches dafür vorgesehen ist, den kathodischen Schutzstrom an die Oberflächen des zu schützenden, eingebetteten Stahls zu verteilen. Kathodische Fremdstrom-Korrosionsschutzsysteme müssen zudem eingebaute positive und negative Gleichstromkabel zwischen der Anode bzw. dem Stahl und der Gleichstromquelle aufweisen, welche die Quelle des kathodischen Schutzstromes ist.

Bei galvanischen Anodensystemen müssen permanente metallische Anschlüsse direkt zwischen der Anode und dem Stahl vorgesehen sein, ausgenommen dort, wo Überwachungseinrichtungen installiert sind, die eine Stromunterbrechung erfordern.

Bezugselektroden, andere Elektroden und sonstige Sensoren sind Schlüsselelemente von kathodischen Korrosionsschutzsystemen und stellen das Leistungsüberwachungssystem innerhalb des kathodischen Korrosionsschutzsystems dar. Die Daten von den Elektroden und Sensoren dürfen abgefragt und entweder von einer tragbaren Messgeräteeinrichtung oder einer ständig angeschlossenen automatischen oder handbetriebenen Messgeräteeinrichtung angezeigt werden.

Das komplette kathodische Korrosionsschutzsystem muss so konstruiert, aufgebaut und geprüft werden, dass es für dessen bestimmungsgemäße Lebensdauer in der vorgesehenen Umgebung geeignet ist.

Sowohl kathodische Fremdstrom- als auch galvanische Anoden-Korrosionsschutzsysteme erfordern Vorkehrungen zur Überwachung, um die Leistungsfähigkeit und die Übereinstimmung mit diesem Dokument zu ermitteln.

ANMERKUNG Galvanische Anodensysteme können ohne Überwachungssysteme oder Verfahren für die Messung ihrer Leistungsfähigkeit genutzt werden. Derartige Systeme erfüllen nicht die Anforderungen dieses Dokumentes.

6.2 Anodensysteme

6.2.1 Allgemeines

Siehe Anhang C.

Das Anodensystem muss in der Lage sein, die im Entwurf des kathodischen Korrosionsschutzsystems geforderte Leistung zu erbringen (siehe 4.3). Die berechnete oder geschätzte Lebensdauer des Anodensystems muss für die projektierte Lebensdauer ausreichend sein, gegebenenfalls mit eingeplanter Wartung oder Ersatz des Anodensystems oder Teilen des Systems nach bestimmten im Entwurf festgelegten Zeitabschnitten.

Bei im Beton eingebetteten oder auf der Betonoberfläche aufgebrachten Anoden muss sich die Anodenstromdichte nach der Bemessung richten und darf keine Werte überschreiten, die zu einer Verringerung der Leistungsfähigkeit entweder

a) des Betons an der Grenzschicht zwischen Anode und Beton; oder

b) der Anode während der vorgesehenen Lebensdauer der Anode führen würden.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 12696:2021-03

Bei in die Betonoberfläche eingebetteten oder auf diese aufgebrachten Anoden darf die maximale Kurzzeit-Stromdichte an der Anodenoberfläche höchstens 220 mA/m² und die maximale Langzeit-Stromdicht an der Anodenoberfläche höchstens 110 mA/m² betragen. Diese Werte dürfen nur dann überschritten werden, wenn der Planer nachweisen und im Entwurfsbericht dokumentieren kann, dass eine höhere Stromdichte bei der betreffenden Anodenwerkstoffkombination, ihrer zementartigen Umgebung und dem dafür angewendeten Einbauverfahren (z. B. eine Netzanode in einer Überdeckung, eine Band- oder Bandnetzanode in Einkerbungen oder Schlitzen oder getrennte Anoden in Bohrlöchern) über die gesamte vorgesehene Lebensdauer des kathodischen Korrosionsschutzsystems zuverlässig geführt werden kann. Die vom Anodenhersteller empfohlenen Stromdichten dürfen nicht überschritten werden.

Bei der Bemessung und/oder Auswahl des Anodenmaterials sind wahrscheinliche Abweichungen bei den Anforderungen an die Kathodenstromdichte, der Verteilung des Stahls, des spezifischen elektrischen Widerstands des Betons und jedwede Faktoren zu berücksichtigen, die möglicherweise eine ungleichmäßige Verteilung des Strombedarfs oder Entladung des Stroms an der Anode ergeben und die Möglichkeit einschließen, dass dadurch ein frühes Versagen von einzelnen Teilen des Anodensystems verursacht wird.

ANMERKUNG 1 Es wurde eine Vielzahl von Anodensystemen entwickelt und geprüft und in Langzeit-Feldanwendungen nachgewiesen, dass diese sich für das Einbetonieren oder zum Aufbringen auf Beton hauptsächlich (jedoch nicht ausschließlich) für den kathodischen Korrosionsschutz von Stahl in der Luft ausgesetztem Beton eignen. Die Anforderungen, die an derartige Anoden gestellt werden, sind spezifisch für die Verwendung beim kathodischen Korrosionsschutz von Stahl in Beton, weil die Anoden wie gefordert auf der Oberfläche befestigt oder angebracht werden müssen und über die Oberfläche des Betons zu verteilen sind oder im Beton einzubauen sind, um die vorgesehene Verteilung und Stärke des Stroms zu erfüllen. Demzufolge steht die Anode in engem Kontakt mit dem hochgradig alkalischen Porenwasser des Betons. Im Einsatz sind die anodischen, elektrochemischen Reaktionen an der Berührungsfläche von Anode/Beton oxidierend, wobei Säure produziert wird.

ANMERKUNG 2 Anoden sind nicht ausschließlich in Anhang C aufgeführt.

Wahrscheinlich werden neue und wirksame Anodenmaterialien zum kathodischen Korrosionsschutz für Stahl in Beton entwickelt. Dieses Dokument bezweckt nicht, deren Einsatz auszuschließen. Es wird empfohlen, dass der Einsatz jeder Anode nur dann erfolgen sollte, wenn deren Leistungsfähigkeit durch Laborprüfungen, Versuche und/oder abgeschlossene Projekte bewiesen werden kann.

Es wird vorgeschlagen, dass neue Anodenmaterialien zum kathodischen Korrosionsschutz von Stahl in Beton vor dem kommerziellen, professionellen Einsatz harten Laborprüfungen und, wo immer es möglich ist, erweiterten und/oder beschleunigten Feldtests unterzogen werden sollten.

ANMERKUNG 3 In ISO 19097-1 ist ein eingeführtes Prüfverfahren für die beschleunigte Lebensdauerprüfung von in Beton eingebetteten, mit Metallmischoxid beschichteten Titananoden festgelegt. Außerdem gibt es eine Verfahrensweise für die Vergleichsprüfung von Anoden mit leitfähiger Beschichtung auf organischer Basis. [16]

Für den Schutz von Stahl in erdverlegtem oder unter Wasser befindlichem Beton angewendete Anodensysteme sind ausführlich in den Europäischen Normen EN 12954 und EN 12495 sowie den Internationalen Normen ISO 15589-2, ISO 12473, ISO 19097-2 und ISO 13174 beschrieben.

6.2.2 Anodensysteme mit leitfähiger Beschichtung

6.2.2.1 Leitfähige Beschichtungen

Diese Beschichtungen werden als Fremdstromanoden eingesetzt.

Das Anodensystem muss eine kohlenstoffhaltige leitfähige Beschichtung und eine Reihe von Zuleitungen (Stromverteilern) enthalten, die an der Betonoberfläche befestigt oder in der Beschichtung eingelagert sind, damit die elektrischen Leiter den Strom innerhalb der Beschichtung verteilen können. Die Zuleitungen müssen aus einem Werkstoff, der gegen anodische Reaktionen beständig ist, z. B. platinbeschichtetem oder platiniertem Titan oder Niob, welches einen Kupferkern enthalten darf, oder mit Metallmischoxid beschichtetem Titan, bestehen.

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 12696:2021-03

Bei der Kombination von leitfähiger Beschichtung und Stromverteilern muss durch Versuche oder abgeschlossene Projekte der Nachweis erbracht werden, dass es möglich ist, die projektierte Anodenleistung zu erreichen. Der Abstand von Stromverteilern innerhalb der leitfähigen Beschichtung muss so beschaffen sein, dass berechnet oder nachgewiesen werden kann, dass die Schwankungen in der Anodenstromabgabe zwischen den Stromverteilern, die dem Widerstand in der Beschichtung zuzuschreiben sind, ±10 % der mittleren Stromabgabe nicht überschreiten, welche als Spannungsabfall von ±10 % gemessen wird.

Bei der konkret ausgewählten Anwendungstechnik muss durch Versuche oder mit abgeschlossenen Projekten nachgewiesen werden, dass es möglich ist, die projektierte Anodenleistung zu erreichen.

Die Haftfestigkeit der Beschichtung am Beton, die von entsprechender Oberflächenvorbereitung und dem vorstehend genannten Aufbringungsverfahren abhängt, muss zweckentsprechend sein, damit sich die geplante Lebensdauer des Anodensystems erreichen lässt.

Es müssen Daten bezüglich der Anforderungen an die Schichtdicke des Nass- und/oder Trockenfilms vorgelegt werden, mit denen sich die geforderte spezifische elektrische Leitfähigkeit des Trockenfilms erreichen lässt.

Weitere Informationen hierzu siehe Anhang C.

6.2.2.2 Thermisch gespritzte Metallbeschichtungen

Das Anodensystem muss aus einer thermisch gespritzten Metallbeschichtung aus Zn, Al-Zn, Al-Zn-In oder Ti bestehen.

Die Zn-Beschichtungen werden als Fremdstromanoden und auch als galvanische Anoden eingesetzt; die Anoden aus Al-Zn- und Al-Zn-In-Legierungen werden als galvanische Anode eingesetzt. Ti wird als Fremdstromanode zusammen mit einem Katalysatorspray verwendet, um den Widerstand an der Grenzfläche Anode und Beton zu verringern.

Wenn thermisch gespritzte Metallbeschichtungen als galvanische Anode zum Einsatz kommen, dürfen diese direkt auf die Bewehrung/den Stahl, sofern diese(r) freiliegt, und überwiegend auf die unversehrte Betonoberfläche aufgetragen werden, wobei die Anforderung, dass eine Überwachung der Leistung des Korrosionsschutzsystems, wie in dieser Norm festgelegt, möglich sein muss, weiterhin gilt.

Ein Feuchthaltemittel darf auf thermisch gespritzten, als galvanische Anoden dienenden Metallbeschichtungen angewendet werden, um deren Leistungsfähigkeit zu erhöhen.

Um atmosphärische Korrosion zu vermeiden und die Lebensdauer der Anode zu verlängern, darf auf die thermisch aufgespritzte Metallbeschichtung eine Beschichtung mit geeigneten Eigenschaften aufgetragen werden.

Für die Kombination aus metallischer Beschichtung und Anschlüssen muss durch Versuche oder mit abgeschlossenen Projekten nachgewiesen werden, dass es möglich ist, die projektierte Anodenleistung zu erreichen.

Bei der konkret ausgewählten Anwendungstechnik muss durch Versuche oder mit abgeschlossenen Projekten nachgewiesen werden, dass es möglich ist, die projektierte Anodenleistung zu erreichen.

Die Haftfestigkeit der Beschichtung am Beton, die von entsprechender Oberflächenvorbereitung und dem vorstehend genannten Aufbringungsverfahren abhängt, muss zweckentsprechend sein, damit sich die geplante Lebensdauer des Anodensystems erreichen lässt.

Es müssen Daten bezüglich der Anforderungen an den Beschichtungsvorgang vorgelegt werden, mit dem sich die geforderte Schichtdicke der Beschichtung und die elektrische Leitfähigkeit erreichen lässt.

Metallische Anschlüsse (aus Cu, Cu-Zn-Legierungen, Ti oder Stahl), die mechanisch mit der Betonoberfläche verbunden sind, müssen vor dem metallischen Beschichtungsvorgang eingebaut werden.

Weitere Informationen hierzu siehe Anhang C.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 12696:2021-03

6.2.3 Aktivierte Titananodensysteme

6.2.3.1 Allgemeines

Diese Anoden werden als Fremdstromanoden verwendet.

Das Anodensystem muss aus einem Titansubstrat [17] und einer elektrokatalytischen Beschichtung mit Oxiden aus der Gruppe der Platinmetalle, Platin, Iridium oder Ruthenium neben Oxiden von Titan, Zirkonium und Tantal zusammen mit Anoden-/Kabel-Anschlüssen und einer zementartigen Überdeckung oder Einfassung bestehen.

ANMERKUNG 1 Diese Anoden werden häufig als MMO/Ti-Anoden (mit Metallmischoxid beschichtetes Titan) oder inerte Anoden beschrieben.

Es muss durch Versuche und/oder Laborprüfungen nachgewiesen werden, dass die Beschichtungszusammensetzung und -dicke, oder Masse je Flächeneinheit, geeignet ist, die projektierte Anodenleistung zu erreichen.

ANMERKUNG 2 Für in Beton eingebettete Anoden ist ISO 19097-1 ein geeignetes Prüfverfahren, während sich ISO 19097-2 für erdverlegte und unter Wasser befindliche Anoden eignet.

6.2.3.2 Oberflächeninstallation

Das aktivierte Titan muss über die Betonoberfläche verteilt, entsprechend dem Entwurf des kathodischen Schutzsystems, die Form eines Netzes oder Gitters haben. Anschlussstücke aus Titan sind durch Punktschweißen am Netz oder Gitter zu befestigen, um den Strom zu sämtlichen Bauteilen der Anode zu leiten und um die elektrischen Anschlüsse an die Anode zu ermöglichen. Wenn Anoden-/Kabel-Anschlüsse in die zementartige Überdeckung einzubauen sind, müssen sie von Typ und Einbauweise so beschaffen sein, dass sich durch Versuche oder abgeschlossene Projekte nachweisen lässt, dass es möglich ist, die projektierte Anoden- und Anoden-/ Kabelanschlussleistung zu erreichen.

Bevor der Beton durch Gießen oder Spritzen eingebracht wird, müssen nichtmetallische Befestigungen eingesetzt werden, um das Fixieren des Anodenmaterials auf der Betonoberfläche oder der Bewehrung/dem Stahl zu ermöglichen, und es muss sichergestellt sein, dass zwischen Anode und Bewehrung/Stahl keine Kurzschlüsse auftreten.

Weitere Informationen hierzu siehe Anhang C.

6.2.3.3 Installation in Aussparungen der Betonüberdeckung

Die Anode muss entweder die Form von Titanbändern aus Vollmaterial oder von Titanmaschenbändern haben, die mit der elektrokatalytischen Ummantelung beschichtet sind und sich eignen, um in hineingeschnittenen Schlitzen im Beton eingebaut zu werden, oder aus aktivierten Titanstreifen und -gittern mit nichtmetallischen Befestigungen bestehen, damit die Befestigung an freiliegender Bewehrung möglich ist, bevor die Betonüberdeckung aufgebracht wird.

Die Größe und Verteilung der Bänder oder Gitter müssen dem Entwurf des kathodischen Schutzsystems und den Anforderungen an die höchstmöglichen Anodenstromdichten genügen.

Weitere Informationen hierzu siehe Anhang C.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 12696:2021-03

6.2.3.4 Im Bauwerk eingebettet

Aktiviertes Titan muss nach einer der nachfolgend aufgeführten Arten in das Bauwerk eingebettet werden:

a) Elektrokatalytisch beschichtetes Titan in Form von Bändern, Netzen, Gittern oder Röhren ist mit Zementreparaturmörtel in Löcher, welche in den Beton gebohrt wurden, einzubetten;

b) Anoden gleicher Form oder platinbeschichtete Titanstäbe sind in Verbindung mit einer leitfähigen Bettungsmasse auf Graphitbasis zu verwenden;

c) Anoden gleicher Form müssen in neue Bauwerke zur kathodischen Prävention direkt einbetoniert oder zum kathodischen Schutz nachträglich in Reparaturbeton eingebettet werden.

Ist Bettungsmasse (z. B. Graphit) ein Bestandteil des Anodensystems, so basiert ihre Betriebsstromdichte auf den Maßen des in den Beton gebohrten Lochs, und die Anodenstromdichte in der Bettungsmasse muss dem Entwurf des kathodischen Schutzsystems entsprechen (siehe 4.3) und auf Werte begrenzt sein, für die die Erreichbarkeit der erforderlichen Leistung von Anode, Bettungsmasse und Anoden-/Kabel-Anschluss anhand von abgeschlossenen Projekten oder Versuchen nachgewiesen werden kann. Bei der Verwendung von Graphit als Bettungsmaterial muss der Graphit bei der Berechnung des Mindestabstandes zwischen Anode und Bewehrung oder Anode und anderem Stahl als Anode betrachtet werden.

Weitere Informationen hierzu siehe Anhang C.

6.2.4 Anoden aus Titandioxid-Keramik

Weitere Informationen hierzu siehe Anhang C.

6.2.5 Leitfähige zementartige Anoden

Weitere Informationen hierzu siehe Anhang C.

6.2.6 Eingebettete galvanische Anoden

Diese bestehen aus Zinkanoden in einer aktivierenden Umhüllung.

ANMERKUNG 1 Galvanische Anoden können zur Verbesserung der Dauerhaftigkeit von örtlichen Ausbesserungen und besonders zur Begrenzung der wahrscheinlichen Beschleunigung der Korrosion in der Umgebung von Ausbesserungen dienen (die in einigen Fällen als „Anodeneinleitungseffekt“ bezeichnet wird). Diese Systeme unterliegen üblicherweise nicht der Leistungsüberwachung und entsprechen diesem Dokument nicht.

ANMERKUNG 2 Galvanische Anoden können in größerem Umfang in einem Bauwerk verwendet werden, und diese Systeme entsprechen diesem Dokument, wenn dafür gesorgt ist, dass die Leistungsüberwachung in das System in einer solchen Weise einbezogen wird, dass die Einhaltung der in Abschnitt 8.6 festgelegten Anforderungen nachgewiesen werden kann, und wenn eins oder mehrere der Kriterien 8.6 a), b) oder c) eingehalten wird bzw. werden.

Ein Anodentyp besteht aus einer Zinkscheibe, welche in einen herstellerspezifischen aktivierenden Mörtel eingebettet ist und mit elektrischen Anschlüssen an der Bewehrung befestigt wird. Eine oder mehrere galvanische Anoden sind an der Bewehrung in einer Betoninstandsetzung angebracht. Die Anode wird korrodieren und Strom bereitstellen, welcher ausreichend für den Schutz eines Bereichs um die Ausbesserung herum sein kann.

Ein weiterer Anodentyp ermöglicht es, eine Reihe von Zinkanoden in einem herstellerspezifischen aktivierenden Mörtel einzubetten, der in Kernbohrungen im Beton einzubringen ist.

Weitere Informationen hierzu siehe Anhang C.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 12696:2021-03

6.2.7 Auf der Oberfläche montierte galvanische Anoden

6.2.7.1 Zinknetz in der Überdeckung

Diese Anode ist für Anwendung in von Spritzwasser und Gezeiten beeinflussten Zonen ausgelegt. Sie besteht aus Zink-Streckmetall oder Zinknetz, das auf der vorbereiteten Betonfläche mechanisch befestigt und mit Mörtel ausgegossen wird. Es darf ein Schalungselement (oder eine Ummantelung) benutzt werden, in dem sich die Zink-Streckmetallanode befindet, die an einem Betonpfeiler in der Spritzwasser- und Gezeitenzone befestigt ist. Diese Schalung wird mit einem zementhaltigen Mörtel gefüllt. Zinkgussanoden dürfen unterhalb der Niedrigwasserlinie angebracht werden.

Weitere Informationen hierzu siehe Anhang C.

6.2.7.2 Haftfähige Zinkblechanode

Es wurde ein „selbstklebendes“ Anodensystem entwickelt, das direkt auf einer vorbereiteten Betonoberfläche angebracht werden kann. Der Klebstoff ist ein Hydrogel, wie es bei Haftelektroden für die Haut bei medizinischen Anwendungen zum Einsatz kommt. Die Anode wird in Form von Rollen aus klebstoffbeschichteter Zinkfolie geliefert und am Bauwerk befestigt. Die Rollen werden anschließend zusammengelötet und direkt mit dem Stahl verbunden.

Weitere Informationen hierzu siehe Anhang C.

6.2.8 Erdverlegte und unter Wasser befindliche Anoden

6.2.8.1 Allgemeines

Bei Bauwerken, die entweder erdverlegt sind oder sich unter Wasser befinden, müssen die Anoden nicht zwangsläufig direkten physischen Kontakt mit dem Beton haben. Angewendet werden dürfen traditionelle Anodensysteme, wie sie z. B. bei kathodischen Schutzsystemen für erdverlegte und im Wasser verlegte Rohrleitungen, Tankanlagen, See- oder Meeresbauwerke usw. angewendet werden und in ISO 12473, EN 12954, EN 12495 und ISO 15589-2 beschrieben sind. In diesen Fällen befinden sich die Anoden vom Bauwerk entfernt, sind jedoch im selben Elektrolyten eingetaucht oder eingegraben, in dem das Stahlbetonbauwerk eingetaucht oder eingegraben ist.

Die Anodenzusammensetzung, -form und -lage und das Einbauverfahren sind für die verschiedenen Systeme unterschiedlich und variieren ebenso für die Bedingungen unter der Erde und im Wasser. Weitere Informationen hierzu enthält Anhang C.

Um diesem Dokument zu entsprechen müssen alle Anwendungen von derartigen erdverlegten oder unter Wasser befindlichen Anoden die Anforderungen an die Überwachung und die Einhaltung von Kriterien (siehe 8.6) erfüllen.

6.2.8.2 Unter Wasser befindliche Betonbauwerke

6.2.8.2.1 Galvanische Anoden

Für unter Wasser befindliche Betonbauwerke dürfen erdverlegte oder unter Wasser befindliche, galvanische, aus einer Aluminium-Zink-Indium-Legierung, Zink- oder Magnesiumlegierung bestehende Anoden verwendet werden, wie in EN 12495 beschrieben. Aluminiumlegierungen eignen sich nur für die in Salzwasser herrschenden Bedingungen. In Umgebungen mit sehr geringem spezifischen elektrischen Widerstand oder dort, wo Magnesiumlegierungen zum Einsatz kommen, muss besondere Rücksicht in Bezug auf annehmbare negative Potentialgrenzen (siehe 8.6) genommen werden.

Die Anzahl, Größe, Kapazität und der Einbauort von galvanischen Anoden hängen vom Strombedarf, dem spezifischen elektrolytischen Widerstand (Boden oder Wasser) und der Größe und Form des Bauwerks ab und müssen so bemessen sein, dass eine gleichmäßige Stromverteilung und Polarisation im Bauwerk sichergestellt sind.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 12696:2021-03

Die elektrischen Anschlüsse zwischen der Anode und dem Stahl im Beton dürfen durch direktes Anschweißen von Anodenauflagern am Stahl (entweder beim Errichten des Bauwerks oder nach Freilegung des Stahls, wobei im Anschluss an das Anschweißen die entsprechenden Instandsetzungsarbeiten am Beton vorzunehmen sind) oder mit einem integrierten Anodenkabel bewerkstelligt werden, das an (einer) geeigneten Kontaktstelle(n) am Stahl befestigt ist.

6.2.8.2.2 Fremdstromanoden

Für die Anwendung im Boden oder unter Wasser dürfen Fremdstromanoden mit bewährter Leistungsbilanz eingesetzt werden, dazu gehören siliciumreiches Eisen (mit Chrom in chloridhaltigen Umgebungen), mit Metallmischoxid beschichtetes Titan, platiniertes Titan oder platiniertes Niob, die entweder am Betonbauwerk oder in einigem Abstand vom Bauwerk angebracht sind (als Fernanoden), wie in EN 12495 beschrieben.

Die Anzahl, Größe, Kapazität und der Einbauort von Fremdstromanoden hängen vom Strombedarf, dem spezifischen elektrolytischen Widerstand (Boden oder Wasser) und der Größe und Form des Bauwerks ab und müssen so bemessen sein, dass eine gleichmäßige Stromverteilung und Polarisation im Bauwerk sichergestellt ist.

Werden Anoden direkt am Bauwerk befestigt, so kann zwischen der Anode und dem Beton eine dielektrische Schirmung erforderlich sein, um zu vermeiden, dass dem Beton unmittelbar neben der Anode ein zu hoher Strom zugeführt wird, wodurch sich eine örtliche Überpolarisation ergeben könnte.

6.2.8.3 Erdverlegte Betonbauwerke

6.2.8.3.1 Galvanische Anoden

Bei erdverlegten Betonbauwerken (einschließlich Fundamenten, Lagertanks und Rohrleitungen aus Beton) dürfen für die Anwendung im Boden galvanische Anoden mit bewährter Leistungsbilanz, bestehend aus Zink- oder Magnesiumlegierungen, wie in EN 12954 beschrieben, eingesetzt werden.

Die Anoden werden in der Regel in kurzem Abstand vom Bauwerk angeordnet und in einer geeigneten chemischen Bettungsmasse (normalerweise ein Gemisch aus Gips, Bentonit und Natriumsulfat) eingebettet.

Der elektrische Anschluss zwischen der Anode und dem im Betonbauwerk befindlichen Stahl muss über ein fest eingebautes Anodenkabel zu einer Anschlussstelle oder einem Messkasten, mit einem/einer dazugehörigen Anschlusskabel/Anschlussleitung vom im Bauwerk einbetonierten Stahl zur/zum Anschlussstelle/Messkasten erfolgen.

Die Auswahl von Zink- oder Magnesiumlegierungen hängt von den spezifischen elektrischen Widerständen des Bodens und der von den Anoden geforderten Stromabgabe ab. Bei Böden mit sehr geringem spezifischen elektrischen Widerstand oder dort, wo Magnesiumlegierungen zum Einsatz kommen, muss besondere Rücksicht in Bezug auf annehmbare negative Potentialgrenzen (siehe 8.6) genommen werden.

Die Anzahl, die Größe und der Einbauort von Anoden hängen vom Strombedarf des Bauwerks, der Bauwerksgeometrie und dem spezifischen elektrischen Widerstand des Bodens ab. Bei längs verlaufenden Bauwerken (z. B. Rohrleitungen) muss bei der Ermittlung des Anodenabstands besonders die Dämpfung entlang der Bauwerkslänge in Betracht gezogen werden.

6.2.8.3.2 Fremdstromanoden

Fremdstromanoden mit bewährter Leistungsbilanz für die Anwendung im Boden oder unter Wasser, dazu gehören siliciumreiches Eisen (mit Chrom in chloridhaltigen Umgebungen), mit Metallmischoxid beschichtetes Titan, platiniertes Titan oder platiniertes Niob (mit oder ohne Kupferkern), die in einer Bettung in einigem Abstand vom Bauwerk, wie in EN 12954 beschrieben, angeordnet sind, dürfen eingesetzt werden. In der Regel werden die Anoden in einer leitfähigen Bettungsmasse (normalerweise gebrannter Petrolkoks) eingebettet, und sie dürfen entweder als einzelne Anoden oder als horizontal oder vertikal angelegte Anodenanlagen (Anodengruppen) gruppiert angeordnet werden.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 12696:2021-03

Die Anzahl, Größe, Kapazität und der Einbauort von Fremdstromanoden und Anodenanlagen hängen vom Strombedarf des Bauwerks, der Bauwerksgröße und -geometrie und dem spezifischen elektrischen Widerstand des Bodens ab. Die konstruktive Ausführung muss die Anforderungen an das Sicherstellen einer gleichmäßigen Stromverteilung und Polarisation über das Bauwerk sowie den verfügbaren Raum/das Recht auf Zugang berücksichtigen, wo großflächige Anodenanlagen in gewissem Abstand vom Betonbauwerk angelegt sind. Bei längs verlaufenden Bauwerken (z. B. Rohrleitungen) muss bei der Ermittlung des Abstandes zwischen den Anodenlagen sowie zwischen dem Bauwerk und den Anodenlagen besonders die Dämpfung entlang der Bauwerkslänge berücksichtigt werden.

6.3 Überwachungssensoren

6.3.1 Allgemeines

Um die Wirksamkeit des kathodischen Korrosionsschutzes nachzuweisen, muss ein Überwachungssystem eingebaut sein. Das Überwachungssystem muss an repräsentativen, über das gesamte Bauwerk/jeden zu schützenden Anodenbereich verteilten Punkten eine ausreichende Anzahl an Sensoren enthalten, um nachzuweisen, dass die in Abschnitt 8.6 festgelegten Leistungskriterien eingehalten werden. Der Planer muss den Probenahmeplan für die Überwachung im Hinblick auf das Korrosionsrisiko, die Größe des Bauwerks, die Beanspruchung und die wahrscheinlichen Schwankungen der Bedingungen überprüfen. Der endgültige Überwachungsplan muss die Beurteilung der Leistung über das gesamte geschützte Bauwerk ermöglichen.

Die Leistung des kathodischen Korrosionsschutzsystems muss durch Messen des Stahl/Beton-Potentials mit Hilfe von Bezugselektroden bestimmt werden (weitere Informationen hierzu siehe Anhang D).

ANMERKUNG 1 Geeignete Bezugselektroden zur dauerhaften Einbettung in Beton sind u. a. Doppelkammer-Ag/AgCl/KCl- und Mn/MnO_2/0,5-M-NaOH-Elektroden.

ANMERKUNG 2 Andere Sensoren, wie z. B. Potentialabfall-Elektroden, Stromdichtecoupons, Makrozellmesssensoren usw., können ebenfalls gemeinsam mit Bezugselektroden verwendet werden.

ANMERKUNG 3 In bestimmten Umgebungen, z. B. in Gegenwart von Bromiden, Iodiden oder ionisierender Strahlung, können Ag/AgCl/KCl-Elektroden instabil sein. Im Fall von signifikanten Temperaturänderungen werden alle Elektroden ihr Elektrodenpotential verändern. Unter bestimmten Umständen kann es notwendig sein, lediglich Sensoren für den Potentialabfall zu verwenden.

Bezugselektroden werden verwendet, um absolute Potentialwerte wie in 8.6 zu messen. Ihr eigenes Elektrodenpotential muss präzise und stabil bezüglich einer Standardelektrode sein.

ANMERKUNG 4 Dieses wird typischerweise in der Theorie in Bezug auf die Standard-Wasserstoff-Elektrode angegeben, im Labor jedoch häufiger gegen eine gesättigte Kalomel-Elektrode gemessen. Zu den gesättigten Kalomel-Elektroden gehört Quecksilber, das eine Gefahr für die Gesundheit und die Umwelt darstellt; die Verwendung von Kalomel-Elektroden auf der Baustelle und/oder im Labor kann aufgrund der örtlichen Bestimmungen verboten sein. Dieses Dokument enthält keine Leitlinien zu den Sicherheitsaspekten.

Bezugselektroden müssen ein Elektrodenpotential innerhalb von $\pm$10 mV ihres theoretischen Werts haben, und jede Bezugselektrodencharge muss Elektrodenpotentiale von $\pm$5 mV ihrer Kalibrierzertifikate haben.

Bezugselektroden müssen bezogen auf ein Paar sauberer und sorgfältig gepflegter Labor- oder Kartierungselektroden kalibriert werden, um vor dem Einbau die Grenzabweichung des vorstehend genannten Elektrodenpotentials nachzuweisen. Der Elektrodeneinbau lässt sich durch im Vorfeld in schwindfreiem Zementmörtel eingegossene Elektroden verbessern, wodurch eine gute Ankopplung zwischen dem Mörtel und der porösen Struktur der Elektrode sichergestellt wird.

Sämtliche Sensoren müssen ausreichend widerstandsfähig für die Installation und dauerhafte Beanspruchung unter hochgradig alkalischen Bedingungen sein.

Die Kabel/Leitungen und Kabel-/Leitungsanschlüsse an Sensoren müssen vergleichbar widerstandsfähig, alkalibeständig und säurebeständig sein, wenn sie sich in Kontakt mit oder sehr nah am Anodensystem befinden.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 12696:2021-03

6.3.2 Ortsveränderliche Bezugselektroden

Ortsveränderliche Bezugselektroden müssen Bezugselektroden sein, die so ausgeführt sind, dass sie entweder direkt auf der Betonoberfläche oder in Verbindung mit Luggin-Kapillaren verwendet werden können (weitere Informationen hierzu Anhang D).

Ortsveränderliche Bezugselektroden, die direkt auf der Betonoberfläche angewendet werden, müssen einen eingebauten, aber austauschbaren Schwamm für den Kontakt mit dem Beton haben.

Ortsveränderliche Bezugselektroden müssen mit einem Kalibrierzertifikat geliefert werden und in Übereinstimmung mit den Vorgaben des Herstellers aufbewahrt, gewartet und gehandhabt werden. Ortsveränderliche Bezugselektroden müssen bezogen auf ein Paar sauberer und sorgfältig gepflegter Labor- oder Kartierungselektroden kalibriert werden, um zu Beginn und am Ende jeder Baustellenanwendung die in 6.3.1 genannte Grenzabweichung des Elektrodenpotentials nachzuweisen.

ANMERKUNG Zu den geeigneten ortsveränderlichen Bezugselektroden gehören mit Gel gefüllte Doppelkammer-Ag/AgCl/0,5-M-KCl-Elektroden.

6.3.3 Andere Sensoren

6.3.3.1 Sensoren für den Potentialabfall

Sensoren für den Potentialabfall dürfen nicht eingesetzt werden, um das absolute Stahl/Beton-Potential (wie in 8.6 a) und für die niedrigsten negativen Grenzwerte in 8.6 festgelegt) oder den Langzeit-Potentialabfall über 24 h hinaus zu messen.

ANMERKUNG 1 Sensoren für den Potentialabfall sind Sensoren, die eine Messung des Stahl/Beton-Potentials ermöglichen; sie haben jedoch keine umkehrbare Stabilität ihres eigenen Halbzellenpotentials, um als Bezugselektrode eingestuft zu werden. Sie können verwendet werden, um die Potentialänderung (beim „Ein- und Ausschalten“) über eine begrenzte Zeit, in der Regel höchstens 24 h, zu bestimmen.

ANMERKUNG 2 Zu den für die dauerhafte Einbettung in Beton geeigneten Sensoren für den Potentialabfall gehören Graphit und aktiviertes Titan.

6.3.3.2 Prüfbleche

Prüfbleche und Makrozellen sind optionale zusätzliche Überwachungssensoren.

Falls Prüfbleche verwendet werden, müssen sie aus Stahl mit vergleichbarer Zusammensetzung wie der Bewehrungsstahl des Bauwerks gefertigt sein und entweder so stabil sein, dass sie sich für den permanenten Einbau im Beton eignen, oder durch Isolieren und Instrumentieren bestehender, bereits eingebauter Bewehrung konstruiert werden. Der Planer muss sicherstellen, dass allen das Bauwerk betreffenden Auswirkungen derartiger Wirkungen Rechnung getragen wurde.

Stromdichte-Prüfbleche dürfen verwendet werden, um die lokale Stromdichte auf der Stahlkathode abzuschätzen; für diesen Verwendungszweck muss die Oberfläche des Prüfbleches bekannt sein.

6.3.3.3 Luggin-Kapillaren (Elektrolytbrücke)

Luggin-Kapillaren müssen ein ionisch leitfähiges Medium innerhalb eines starren oder halbstarren Isoliermaterials enthalten. Alle Materialien müssen zur dauerhaften Einbettung im Beton geeignet sein und vor dem vollständigen Austrocknen geschützt werden.

ANMERKUNG Luggin-Kapillaren oder ähnliche Geräte können genutzt werden, um die Potentialbestimmung am einbetonierten Stahl tief im Innern eines Bauwerks mit einer tragbaren Bezugselektrode zu ermöglichen.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 12696:2021-03

6.4 Kontrollmessgeräte

6.4.1 Allgemeines

Kontrollmessgeräte sind für die Abfrage der Überwachungssensoren zu verwenden, die eingebaut wurden, um die Leistung des kathodischen Korrosionsschutzsystems und im Falle von Fremdstromsystemen den Betriebszustand der Gleichspannungsquelle zu ermitteln.

ANMERKUNG Die Kontrollmessgeräte können manuelle Geräte, mobile Datenerfassungsgeräte oder dauerhaft installierte Datenerfassungsgeräte umfassen. Grundsätzlich werden Messgeräte benötigt, um Gleichspannungen zu messen. Wenn Prüfbleche oder Makrozellsensoren eingebaut oder andere Messungen benötigt werden, ist eine weitere Spezialausrüstung erforderlich.

Alle Messgeräte müssen in Übereinstimmung mit den entsprechenden Nationalen oder Internationalen Normen, die sich auf elektronische Geräte und Messausrüstungen beziehen, hergestellt sein und müssen mit gültigen Kalibrierzertifikaten versehen sein. Alle Geräte müssen in Übereinstimmung mit den Herstellerempfehlungen gehandhabt, eingebaut, in Betrieb genommen und betrieben werden.

6.4.2 Digitale Messgeräte

Spannungsmessgeräte für Messsensoren und Gleichspannungsquellen müssen eine Mindestauflösung von 1 mV, eine Fehlergrenze von ±5 mV oder besser und eine Eingangsimpedanz von größer oder gleich 10 MΩ haben.

Analoge Messgeräte dürfen nicht verwendet werden.

Der Stromfluss zwischen den Prüfblechen oder Makrozellsensoren und der Bewehrung muss mit einem Nullwiderstandsamperemeter oder einem anderen geeigneten Gerät mit einer Fehlergrenze und Auflösung gemessen werden, die ausreichen, um den Strom mit einer Messunsicherheit von besser als ±1 % messen zu können.

ANMERKUNG Abhängig von der Größe des Prüfbleches oder des Makrozellsensors und deren Umgebung können die Ströme von einigen zehn Mikroampere bis zu Hunderten von Milliampere reichen.

6.4.3 Datenerfassungsgeräte

6.4.3.1 Allgemeines

Datenerfassungsgeräte müssen einen geeigneten Mehrkanaleingang oder einen Kanalwahlschalter besitzen, damit alle ausgewählten Kanäle gemessen und aufgezeichnet werden können.

Datenerfassungsgeräte müssen mit einer Echtzeituhr arbeiten, die an alle Messeinheiten angeschlossen sein muss. Datenerfassungsgeräte müssen eine Eingangsimpedanz von mindestens 10 MΩ und eine Auflösung von mindestens 1 mV in einem Messbereich von mindestens 2 000 mV sowie eine Fehlergrenze von ±5 mV oder besser haben.

Die Datenerfassungsgeräte müssen mit einer Software ausgestattet sein, die eine Identifizierung der Messstellen, Sensoren, Gleichstromsysteme, Anodenbereiche usw. ermöglicht.

ANMERKUNG Datenerfassungsgeräte können eingesetzt werden, um Daten sowohl von den Sensoren als auch von den Gleichspannungsquellen zusammenzutragen. Datenerfassungsgeräte können entweder tragbar oder dauerhaft installiert sein.

6.4.3.2 Ortsveränderliche Datenerfassungsgeräte

Ortsveränderliche Datenerfassungsgeräte müssen sich für grobe Handhabung und zeitweilige Belastungen unter Baustellenbedingungen eignen. Der Anschluss von ortsveränderlichen Datenerfassungsgeräten an Messkästen, Gleichspannungsquellen usw. muss mit geeigneten Anschlüssen und entsprechenden Kabeln/Leitungen erfolgen.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 12696:2021-03

6.4.3.3 Dauerhaft installierte Datenerfassungsgeräte

Dauerhaft installierte Datenerfassungsgeräte müssen, wie in 6.7 und 6.9 beschrieben, in einem Gehäuse angeordnet sein, das für das Baustellenumfeld und die dort herrschenden Klimabedingungen geeignet ist.

Dauerhaft installierte Datenerfassungsgeräte müssen durch Festverdrahtung mit den entsprechenden Sensoren, Gleichspannungsquellen usw. verbunden sein. Die Messgerätekabelverbindungen müssen nach 6.6 ausgeführt sein.

ANMERKUNG 1 Dauerhaft installierte Datenerfassungsgeräte können unabhängig, in einem Netzwerk oder über Modem betrieben werden. Die Stromversorgung kann je nachdem, was angemessen ist, entweder batteriegespeist, durch das Wechselstromnetz oder über das Netzwerkkabel erfolgen.

Die Einbindung in ein Netzwerk muss den betreffenden Nationalen oder Internationalen Normen und den Empfehlungen des Netzwerkherstellers entsprechen.

Jedes dauerhaft installierte Datenerfassungsgerät muss eine eindeutige Identifizierungskennnummer besitzen.

ANMERKUNG 2 Dauerhaft installierte Datenerfassungsgeräte können entweder als aktive oder als passive Systeme arbeiten. Bei passiven Datenerfassungsgeräten werden die Daten nur nach Anweisung durch einen Systemsteuerer erfasst. Bei aktiven Datenerfassungsgeräten kann die Datenerfassung für ausgewählte Zeiträume programmiert werden. Es können entweder alle Daten oder eine Zusammenfassung (z. B. Mittelwert, Höchstwert, Tiefstwert, Standardabweichung, über einen ausgewählten Zeitraum) der Daten auf Anforderung oder automatisch übermittelt werden.

Es wird empfohlen, den entweder direkt oder über ein Netzwerk erfolgenden Zugang zu dauerhaft installierten Datenerfassungssystemen mindestens mit einem benutzerdefinierten Passwort zu schützen, um unbefugten Zugriff zu verhindern. In Abhängigkeit von der Lage des eingebauten Netzwerks sollten industriell eingesetzte Protokolle der Datenübertragungssicherheit und Kommunikation in Betracht gezogen werden.

6.5 Datenverwaltungssystem

Es muss ein Datenverwaltungssystem vorgesehen sein, um die aus dem kathodischen Korrosionsschutzsystem hervorgehenden Leistungsdaten zusammenzustellen, zu ordnen, zu sortieren und darzustellen.

ANMERKUNG 1 Das kann entweder ein manuell gehandhabtes (Papier-)System, ein computergestütztes Datenverwaltungssystem oder eine Kombination aus beiden sein.

Dieses System muss mindestens folgende Daten erfassen:

a) Anordnungen des (der) Anodenbereiche(s);

b) Typ und Lage des (der) Sensors (Sensoren);

c) Bemessungswerte der Gleichstromeinheit;

d) anfängliche (vor der Inbetriebnahme genommene) Sensorablesewerte;

e) Inbetriebnahmedaten;

f) seit der Inbetriebnahme erhaltene Sensordaten (in Zeitabschnitten entsprechend Abschnitt 10);

g) Daten zur Ausgangsleistung der Gleichspannungsversorgung seit Inbetriebnahme;

h) Ereignisbericht (d. h. Prüfdaten, Änderungen im Systembetrieb usw.).

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 12696:2021-03

Die erhaltenen und aufgezeichneten Sensordaten müssen den gewählten und in 8.6 angegebenen Leistungskriterien entsprechen und ausreichen, um deren Einhaltung zu beurteilen.

Computerbasierte Datenverwaltungssysteme müssen mit umfassender Dokumentation bereitgestellt werden. Möglichkeiten zur automatischen Datensicherung und -archivierung müssen integriert sein.

Das System muss in der Lage sein, Daten oder Informationen sowohl in tabellarischer als auch in graphischer Form darzustellen.

ANMERKUNG 2 Es können auch überlagerte Daten in Schaubildern (Schaltbilder und Teile) verwendet werden.

Das System muss in der Lage sein, auf Anfrage Datenpunkte außerhalb von voreingestellten (anwenderdefinierbaren) Grenzwerten zu erkennen.

6.6 Gleichspannungskabel/-leitungen

Einadrige Kabel/Leitungen müssen aus Kupfer oder Titan gefertigt und ihrer Funktion entsprechend farbcodiert sein.

ANMERKUNG 1 Folgende Farben werden bevorzugt:

a) Rot (oder als Alternative Braun) vom positiven Pol der Gleichspannungsquelle zur Anode/zum Kabelanschluss;

b) Schwarz (oder als Alternative Grau) vom negativen Pol der Gleichspannungsquelle zum Bewehrungsstahl/Kabelanschluss;

c) Grau (oder als Alternative Schwarz) für das Überwachungskabel (Bewehrungsanschluss zur Überwachung).

ANMERKUNG 2 Kabel vom negativen Pol der Gleichspannungsquelle und Überwachungskabel können die gleiche Farbe haben, wenn sie von unterschiedlicher Größe sind z. B.:

a) Blau für Bezugselektrodenkabel (nicht Rot oder Schwarz);

b) Gelb oder andere Farben (nicht Braun, Rot, Grau, Schwarz oder Blau) für sonstige Überwachungssensoren.

Mehradrige Kabel/Leitungen müssen farb- oder nummerncodiert sein.

Alle Kabel/Leitungen sind in Anschlusskästen und an ihren Anschlusspunkten zu Überwachungs- und Stromversorgungseinrichtungen zu kennzeichnen. Die Kennzeichnung ist mit anlagenspezifischen Kabelbezeichnungen vorzunehmen, und die Identifizierung muss in jedem Anschlusskasten, jeder Überwachungseinheit und jeder Stromversorgungsanlage in allen Einzelheiten erfolgen (d. h. jeder Code muss erklärt werden). Die Identifizierung und die Kabelkennfarben müssen auf den Bauzeichnungen und in den Handbüchern (siehe 9.2) umfassend dokumentiert sein.

Kabel/Leitungen müssen folgende Anforderungen erfüllen:

a) soweit den höchsten Umgebungstemperaturen angemessen, den vorgesehenen Betriebsstrom +25 % innerhalb von zulässigen, nach IEC 60502-1 erlaubten Temperaturanstiegen führen;

b) den Spannungsabfall bei 125 % des vorgesehenen Höchststroms im Stromkreis des kathodischen Korrosionsschutzsystems auf einen Wert begrenzen, der mit der Ausgangsspannung der Stromversorgung und den Anforderungen an die Anoden-/Kathodenspannung kompatibel ist, und für eine gleichmäßige Stromverteilung über die Zone sorgen.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 12696:2021-03

Die Anodenstromdichte in der Zone muss an allen Stellen der Zone mit Abweichungen kleiner 10 % der Nennstromdichte der Anode gleichförmig sein; Kabel- und Anodenspannungsabfälle sollten so berechnet und ausgelegt werden, dass diese Gleichförmigkeit sichergestellt ist.

Die Kabeladern von in Beton eingebetteten oder in Installationsrohren oder Kabelkanälen eingekapselten mehradrigen Kabeln für mechanische Zwecke müssen folgende Mindestquerschnitte haben:

— positive und negative Zuleitung der Gleichspannungsquelle 1,0 mm^2;

— Überwachungskabel 0,5 mm^2;

— Datennetzwerk entsprechend den Netzwerkstandards.

Beim Einsatz von einadrigen Kabeln muss aus mechanischen Gründen der Mindestquerschnitt der Ader 2,5 mm^2 betragen.

Alle Kabeladern müssen mindestens sieben Litzen besitzen.

Alle Kabel müssen mindestens eine Isolierschicht und eine Ummantelungsschicht besitzen, die IEC 60502-1 entsprechen müssen. Bei der Auswahl von Isolierung und Ummantelung müssen die beabsichtigte Installation und die funktionstechnischen Anforderungen in ausreichender Weise berücksichtigt werden. Kabel, die in Kontakt mit dem Anodenmaterial eingebaut werden sollen, müssen sich für eine Langzeitbeanspruchung unter sauren Bedingungen, üblicherweise pH-Wert = 2, eignen, und diejenigen, die in Beton einzubauen sind, müssen sich für eine Langzeitbeanspruchung unter alkalischen Bedingungen, typischerweise pH-Wert = 13, eignen.

ANMERKUNG 3 Kabel mit Isolierungen oder Ummantelungen aus Polyvinylchlorid (PVC), Ethylen-Propylen-Kautschuk (EPR), chlorsulfoniertem Polyethylen (CSP) oder anderen Kautschukarten sind wahrscheinlich ungeeignet für den Langzeiteinsatz bei einem pH-Wert im Bereich von 2 bis 13. Kabel mit Isolierungen und Ummantelungen aus XLPE sind wahrscheinlich geeignet für den Langzeiteinsatz. Die Isolierung mit Materialien sehr hoher Chemikalienbeständigkeit, wie z. B. Kynar, darf in Betracht gezogen werden, jedoch weisen diese Materialien Nachteile in Form hoher Kosten und einer Neigung zur Rissbildung bei niedrigen Temperaturen auf und erfordern besondere Sorgfalt bei hohen Mindestbiegeradien.

6.7 Anschlusskästen

Anschlusskästen müssen nach IEC 60529 und IEC 62262 bemessen sein, um den entsprechenden Schutz vor Umwelteinflüssen sicherzustellen, wobei die Art der Anschlüsse, die in den Anschlusskästen herzustellen sind, und die ungünstigsten äußeren Umweltbedingungen sowie mechanischen Beanspruchungen, denen der Anschlusskasten ausgesetzt wird, berücksichtigt werden müssen.

6.8 Stromversorgungen

Wenn Netzspannung genutzt wird, muss der Gleichstromanschluss durch einen Transformator-Gleichrichter oder einen Schaltnetzteil-Gleichrichter bereitgestellt werden.

ANMERKUNG Andere Versorgungsarten, wie z. B. Diesel-, Wind- oder Turbinengeneratoren, können angewendet werden, um Wechselspannung als Versorgung eines Transformator-Gleichrichters zu erzeugen. Geregelte Gleichspannungsquellen können direkt durch thermoelektrische oder mit Solarenergie betriebene Generatoren erzeugt werden, oder es dürfen Wind- oder Turbinengeneratoren mit Gleichrichtung angewendet werden, um für eine Versorgung mit in Abständen geladenen Batteriesystemen zu sorgen, die den Strom zu den Gleichstromreglern führen.

Alle Stromversorgungseinrichtungen müssen konstruktiv entsprechend den betreffenden Nationalen oder Internationalen Normen zur Elektronik und Messgeräteausstattung ausgeführt und mit einem gültigen Kalibrierzertifikat versehen sein. Alle Geräte müssen in Übereinstimmung mit den Herstellerempfehlungen gehandhabt, eingebaut, in Betrieb genommen und betrieben werden.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 12696:2021-03

Stromversorgungseinrichtungen dürfen mit Überwachungs- und Kommunikationseinrichtungen zusammengeschlossen sein (siehe 6.4), um die Fernüberwachung der Leistungsparameter der Gleichspannungsversorgung und der Leistungsfähigkeit des kathodischen Korrosionsschutzsystems (siehe 8.6) zu ermöglichen. Dieses integrierte Überwachungs- und Stromversorgungssystem darf auch zur Fernüberwachung der Ausgangsleistung der Gleichspannungsversorgung vorgesehen werden.

6.9 Transformator-Gleichrichter

Der Transformator-Gleichrichter muss stufenlos einstellbar sein, über ein eigenes Gehäuse verfügen und für die Umgebung, in der er arbeiten soll, geeignet sein.

Das Gerät muss in einem stabilen, je nach Bedarf für Wand- oder Bodeneinbau geeigneten Gehäuse eingebaut sein. Das Gehäuse muss entsprechend IEC 60529 gegen ungünstigste Umgebungsbedingungen Schutz bieten.

Der Wechselstromeingang muss in Übereinstimmung mit den Anforderungen des Stromversorgers sowie Nationalen und/oder Internationalen Normen abschaltbar sein.

ANMERKUNG 1 Z. B. über eine entsprechend bemessene, zweipolige, mit Neutralleiter verbundene Trennsicherung oder über einen Leistungsschalter und eine Fehlerstromschutzeinrichtung.

Der Haupttransformator muss ein Trenntransformator nach IEC 61558-1, IEC 61558-2-1, IEC 61558-2-2 und IEC 61558-2-4 sein, der stufenlos einstellbar und für den Anschluss an eine Niederspannungs-Wechselstromversorgung geeignet ist. Die Ausgangsspannung des Transformator-Gleichrichters darf 50 V Gleichspannung nicht überschreiten, und die Restwelligkeit darf höchstens 100 mV (Effektivwert) mit einer Mindestfrequenz von 100 Hz betragen.

Geräte, die nicht mit den relevanten Teilen der IEC 61558 übereinstimmen, weil umwelt- oder einsatztechnisch ein Betrieb oberhalb einer Umgebungstemperatur von 30 °C oder der Einsatz einer Öl- oder Zwangsluftkühlung gefordert wird, müssen in allen übrigen Aspekten IEC 61558-1, IEC 61558-2-1, IEC 61558-2-2 und IEC 61558-2-4 entsprechen. Geräte, die Spartransformatoren verwenden, müssen mit IEC 61558-2-13 übereinstimmen, und Geräte, die Schaltnetzteile verwenden, müssen mit IEC 61558-2-16 übereinstimmen.

Der Gleichrichter muss in Übereinstimmung mit den betreffenden Nationalen oder Internationalen Normen mit einem geeigneten Überspannungsschutz (Gleich- und Wechselspannung) ausgestattet sein. Gleichrichter müssen für Dauerbetrieb bei den festgelegten Ausgangsleistungen mit einer Spitzensperrspannung von mindestens 600 V bemessen sein. Varistoren müssen mit den Werten der Spitzensperrspannung des Gleichrichters kompatibel sein. Die Gleichstromkreise müssen von denen jeglicher anderer Systeme getrennt sein (z. B. eingespeiste Wechselstromversorgung). Bei kathodischen Korrosionsschutzsystemen, die an für Personen oder Tiere zugänglichen Stellen untergebracht sind, an denen keine Schutzmaßnahmen, wie z. B. Absperrungen, Hindernisse oder elektrische Isolierung, getroffen wurden, darf die Ausgangsspannung vom Transformator-Gleichrichter 24 V Gleichspannung nicht überschreiten, wobei die Restwelligkeit höchstens 100 mV (Effektivwert) betragen darf. Das muss besonders bei kathodischen Schutzsystemen für Stahlbetonbauwerke und -gebäude angewendet werden, bei denen Anodensysteme mit leitfähiger Beschichtung zum Einsatz kommen.

Die Ausgangsleistung muss stufenlos (< 0,1 % des Gesamtbereichs) hinsichtlich konstanter Spannung, konstanten Stroms oder potentiostatisch von Null bis zur vollen Nennleistung regelbar sein.

Ein Gleichstromrelaissystem zur Unterbrechung des Ausgangs muss vorhanden sein, um die Messung des Ausschaltpotentials zu ermöglichen [siehe 8.6 a)].

ANMERKUNG 2 Es können Einrichtungen bereitgestellt werden, die dieses System mit den Steuersignalen aus dem Datenerfassungssystem verbinden.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 12696:2021-03

Für die Ermittlung folgender Kenngrößen müssen Vorrichtungen installiert werden, die es ermöglichen, tragbare Messeinheiten zu verwenden:

a) Ausgangsspannungen;

b) Ausgangsstromstärken (durch den Spannungsabfall über einem Shunt-Widerstand, mit einer Messunsicherheit von ±0,5 % oder besser);

c) Stahl-/Beton-Potential bezüglich der Referenzelektroden.

ANMERKUNG 3 Angewendet werden können Einrichtungen zur Messung des

a) Stahl-/Beton-Potentials bezüglich Sensoren für den Potentialabfall;

b) Prüfbleche- oder Sensor-/Bewehrungsstromes.

Die Funktion und Bemessung aller Steckerbuchsen und der Multiplikationsfaktor aller Shunt-Widerstände müssen eindeutig gekennzeichnet sein. Alle Sicherungen müssen mit der Bezeichnung des zugehörigen Stromkreises und den Sicherungskennwerten beschriftet sein.

ANMERKUNG 4 Für die Erfassung der unter a) bis c) geforderten Messgrößen können festinstallierte Digitalmessgeräte genutzt werden. Regelmäßige Überprüfungen der Kalibrierung sind notwendig. Falls dauerhaft installierte Messgeräte verwendet werden, sollten die Vorgaben für den Einsatz von tragbaren kalibrierten Messgeräten für dieselben Messungen angegeben werden.

Für Kabelverbindungen müssen mindestens ein positiver und ein negativer Anschluss vorhanden sein. Alle Ausgangsklemmen müssen von sämtlichen Metallteilen im Innern des Gehäuses isoliert sein.

Die Anschlüsse müssen eindeutig gekennzeichnet sein, z. B. mit „+ ANODE“ und „− STAHL“.

Es wird empfohlen, dass die positiven und die negativen Anschlussklemmen von unterschiedlicher Größe sein sollten, damit die Vertauschung der Kabel ausgeschlossen ist.

Zur Anzeige, dass sich die Wechselstromversorgung in der Stellung „Ein“ und die Gleichstromversorgung in der Stellung „In Betrieb“ befindet, müssen LEDs (lichtemittierende Dioden) oder andere Anzeigemittel zur Verfügung gestellt werden.

Bei Einrichtungen mit Mehrfach-Transformator-Gleichrichtern oder mehreren Kanälen müssen jeder einzelne Transformator-Gleichrichter und jeder Kanal vollständig gekennzeichnet werden und den Anforderungen dieses Unterabschnitts entsprechen.

Alle Wechselspannungseingangs-, Gleichspannungsausgangs- und Überwachungskreise müssen, sofern notwendig, mit Schutzeinrichtungen ausgerüstet werden, um Schäden an der Ausrüstung durch Überspannungen aufgrund von elektrischen Fehlern oder Blitzschlag zu verhindern. Diese Schutzeinrichtungen müssen für angemessene Strom- und Überspannungsdauern sorgen und dürfen die Funktion der geschützten Schaltkreise nicht beeinträchtigen.

Im Herstellerwerk müssen Prüfungen durchgeführt werden, um nachzuweisen, dass die Einrichtungen die Anforderungen funktionstechnisch vollständig erfüllen und gebrauchstauglich sind. Die Prüfungen sind unter realen bauwerksähnlichen Bedingungen durchzuführen, und die Ergebnisse müssen umfassend dokumentiert werden und einen Bestandteil der laufenden Aufzeichnungen der Arbeiten bilden.

Alle elektrischen Prüfungen müssen auf die durch die einschlägigen Nationalen oder Internationalen Normen vorgeschriebene Art und Weise durchgeführt werden.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 12696:2021-03

7 Installationsverfahren

7.1 Elektrischer Stromdurchgang

Sofern keine alternativen Prüfverfahren und -kriterien bei der Auslegung ausgewählt wurden, muss der elektrische Stromdurchgang zwischen den Bewehrungsstäben oder Stahlelementen im Beton durch eine Gleichstromwiderstandsmessung mit anschließender Polaritätsumkehr der Prüfleitungen oder durch Messung der Potentialdifferenz nach Gleichstrompolarisation geprüft werden. Die Abnahmekriterien für derartige Prüfungen sind stabile Messwerte und ein Widerstand von weniger als 1,0 Ω. Sämtlicher Stahl, der bei Betoninstandsetzungsarbeiten oder anderen Arbeiten freigelegt wurde, muss hinsichtlich des Stromdurchgangs geprüft werden, und jeder Bewehrungsstab oder jedes Stahlelement, der/das die Prüfung nicht besteht, muss elektrisch leitend verbunden werden, um einen Langzeitwiderstand von 1,0 Ω oder weniger sicherzustellen. An zusätzlichen repräsentativen Orten in jeder Einheit oder in jedem abgetrennten Teil des Bauwerks müssen ausreichend viele Bewehrungsstäbe oder sonstige eingebettete Stahlelemente freigelegt und an ausgewählten Stellen geprüft werden, um das allgemeine Maß des elektrischen Stromdurchgangs der Bewehrung/des Stahls zu bestimmen.

Alternativ dazu darf ein Potentialmessverfahren mit einer ortsfesten Bezugselektrode angewendet werden, um das Stahl/Beton-Elektrodenpotential bei Anschluss an einen Bewehrungsstab oder ein Stahlelement zu messen und dann, ohne Ortsveränderung der Bezugselektrode, einen Anschluss an einen anderen Stahlstab oder ein anderes -element vorzunehmen. Als Abnahmekriterien gelten stabile Potentialmessergebnisse mit einer Differenz von weniger als 1 mV bei Anschluss an die beiden Stahlstäbe oder -elemente.

Die Prüfungen des Stromdurchgangs und der Verbindung sind je nach Erfordernis auf jeglichen Stahl anzuwenden, der während Betoninstandsetzungsarbeiten freigelegt wird.

Die Ergebnisse der Stromdurchgangsprüfungen, alle verfügbaren Konstruktionszeichnungen, die Beschaffenheit des Bauwerks und dessen Konstruktion müssen beurteilt werden, um festzustellen, ob zusätzliche(r) Bewehrung/Stahl für Prüfungen freigelegt und möglicherweise leitend verbunden werden sollte.

Alle zusätzlichen Stahlteile, die am Betonbauwerk befestigt oder ein Bestandteil dessen sind (z. B. einbetonierte Stahlträger, Auflager, Entwässerungsrohre), müssen entweder wie vorstehend beschrieben auf Stromdurchgang geprüft und, falls erforderlich, elektrisch leitend verbunden oder nach 7.3 verbunden werden.

Elektrischer Kontakt zwischen der Bewehrung oder zusätzlichen Stahlteilen und dem Anodensystem jedes kathodischen Fremdstrom-Korrosionsschutzsystems muss vermieden werden.

Beachtet werden sollten die Lage, der Ausbau oder die Isolierung von Stahlteilen in der Oberfläche des Betons, besonders wenn leitfähige Beschichtungen (einschließlich leitfähiger Überdeckungen oder Fremdstrom durch gespritzten Zink) als Anode zu verwenden sind. Ein Kontakt zwischen Fremdstromanode und derartigem Stahl verursacht entweder Kurzschlüsse zwischen Anode und Bewehrung, wodurch ein Ausfall dieser kathodischen Schutzzone herbeigeführt wird, oder die Korrosion des von der Kathode elektrisch getrennten Stahls.

7.2 System zur Leistungsüberwachung

Jede Zone des kathodischen Fremdstrom-Korrosionsschutzsystems oder in repräsentativen Bereichen bei Systemen mit galvanischen Anoden muss mit den notwendigen Einrichtungen ausgestattet sein, um im Falle von Fremdstrom-Korrosionsschutzsystemen die Ausgangsspannung und -stromstärke der Energieversorgung und bei allen Systemen das Stahl/Beton-Potential mit mindestens zwei Bezugselektroden (6.3.1) zu überwachen, die dauerhaft an repräsentativen Orten eingebettet sind.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 12696:2021-03

ANMERKUNG 1 Jede Zone kann auch mit Sensoren für den Potentialabfall zur Überwachung des Potentialabfalls, Korrosionsprüfblechen zum Messen der Anoden- oder Kathodenstromdichte auf Teilen der Bewehrung/des Stahls oder mit anderen Möglichkeiten der Messung oder Beurteilung der Korrosionsgeschwindigkeit oder des Umfangs des kathodischen Korrosionsschutzes ausgestattet sein. Das Datenerfassungssystem kann ein manuelles System, ein elektronisches Datenerfassungssystem und/oder ein elektronisches Datenübertragungssystem sein.

Das dauerhaft installierte System zur Leistungsüberwachung muss so platziert werden, dass repräsentative Daten in üblichen Zeitintervallen entsprechend Abschnitt 10 beurteilt werden können.

ANMERKUNG 2 Diese Beurteilungen kann durch manuelle Datenerfassung, Datenaufzeichnung mit tragbarer Erfassungseinrichtung oder dauerhaft installierte, örtlich vernetzte/mit einem Modem verbundene Datenerfassungssysteme erfolgen.

Der Umfang und die Aufstellungsorte des dauerhaft installierten Leistungsbewertungssystems müssen dem Entwurf entsprechen. Die behandelten Bereiche müssen Folgendes enthalten:

a) hohe Wahrscheinlichkeit von Korrosion oder Unterschutz;

b) hohe Wahrscheinlichkeit von Überschutz;

c) hohe(s) Korrosionsrisiko oder -aktivität.

ANMERKUNG 3 Die Daten oder die Leistung von dauerhaft installierten Bezugselektroden, Prüfblechen oder anderen Sensoren werden beim Einbau in oder in der Nähe von Betoninstandsetzungsarbeiten mit Bewehrung oder anderem einbetonierten Stahl wahrscheinlich nachteilig beeinflusst oder sind nicht mehr repräsentativ.

Bezugselektroden und andere Sensoren dürfen nicht in oder in der Nähe von instandgesetztem Beton untergebracht sein, es sei denn, es gibt keine anderen Unterbringungsmöglichkeiten. In der Nähe des Sensors muss der den Stahl umgebende Beton unverändert bleiben. Typischerweise sollten Bezugselektroden, wenn möglich, mindestens 500 mm von Stahl enthaltendem instandgesetzten Beton entfernt angeordnet werden.

Dauerhaft installierte Bezugselektroden und andere Sensoren, die vor der Installation kalibriert werden können, müssen kalibriert werden.

7.3 Anschlüsse zum Stahl im Beton

Jede Zone des kathodischen Korrosionsschutzsystems muss im Hinblick auf dauerhaft installierte oder ortsveränderliche Elektroden mit mehreren negativen Anschlüssen über Kabel (mindestens zwei) zur Bewehrung/zum Stahl für den kathodischen Schutzstrom und mindestens einem Prüfanschluss zur Bewehrung/zum Stahl für die Messung von Stahl/Beton-Potentialen versehen sein.

Der elektrische Stromdurchgang zwischen sämtlichen negativen Anschlüssen und Prüfanschlüssen jeder einzelnen Zone muss geprüft werden und 1,0 Ω oder weniger betragen. Wird diese Anforderung anfangs nicht erfüllt, so muss die Bewehrung/der Stahl nach 7.1 zusätzlich für die Prüfung und leitende Verbindung freigelegt werden.

ANMERKUNG Entsprechend der jeweiligen konstruktiven Ausführung kann ein Stromdurchgang zwischen negativen Anschlüssen verschiedener Zonen des kathodischen Korrosionsschutzsystems erforderlich sein.

Die Kabelanschlüsse zur Bewehrung und zum Stahl müssen durch Verfahrensweisen hergestellt sein, die einen Langzeitwiderstand von Kabel/Bewehrung oder Kabel/Stahl von weniger als 0,01 Ω sicherstellen.

7.4 Instandsetzungsarbeiten am Beton im Zusammenhang mit Komponenten des kathodischen Schutzsystems

Alle Instandsetzungsarbeiten am Beton im Zusammenhang mit der Installation von Elektroden des Leistungsüberwachungssystems, anderen Sensoren und den Anschlüssen zum Stahl im Beton müssen unter An- bzw. Verwendung von Verfahren und Werkstoffen nach Abschnitt 5 und EN 1504 (alle Teile) vorgenommen werden.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 12696:2021-03

7.5 Oberflächenvorbereitung zur Anodeninstallation

Die Betonoberflächen, die für die Installation von Anodenmaterial vorgesehen sind, z. B. leitfähige Beschichtungen oder aktiviertes Titannetz in einer zementartigen Überdeckung, müssen so vorbereitet werden, dass mindestens eine saubere Oberfläche, welche frei von losen Bestandteilen ist, sichergestellt wird und die Adhäsion zwischen Untergrund und Überdeckung 5.11 entspricht [(siehe EN 1504 (alle Teile)].

ANMERKUNG 1 Leitfähige Beschichtungen für kathodischen Korrosionsschutz erfordern im Allgemeinen wenig Vorbehandlung, um einen höchstmöglichen Kontakt zum Zementstein und minimale Exposition der Gesteinskörnung sicherzustellen, und sollten der Produktspezifikation für die Beschichtung und der Spezifikation für das kathodische Korrosionsschutzsystem entsprechen.

ANMERKUNG 2 Zementartige Überdeckungen der Anoden des kathodischen Korrosionsschutzsystems erfordern im Allgemeinen einen höheren Grad der Vorbereitung, um einen bestimmten Grad der Sauberkeit und Oberflächenrauheit zu erhalten, und sie sollten wie durch die Überdeckungsproduktspezifikation oder die Überdeckungsbemessung und die Spezifikation des kathodischen Korrosionsschutzsystems festgelegt ausgeführt werden.

Anoden zum Schutz von Stahl in erdverlegtem oder unter Wasser befindlichem Beton dürfen selbst erdverlegt oder unter Wasser eingebaut sein, und sie dürfen sich entsprechend ISO 12473, EN 12954, EN 12495 und ISO 15589-2 relativ weit entfernt vom Bauwerk befinden. Bei diesen Anwendungen ist keine Oberflächenvorbehandlung der Betonoberfläche notwendig. Für die Sichtprüfung und zur Bestätigung, dass keine Beschichtungen oder wasserdichte Schutzfolien auf der Betonoberfläche vorhanden sind, die den Durchgang des kathodischen Schutzstromes zu dem im Beton befindlichen Stahl behindern, können jedoch Ausschachtungen erforderlich sein.

7.6 Anodeneinbau

Das Anodensystem muss mit Verfahren und unter kontrollierten Umgebungsbedingungen eingebaut werden, welche, durch Versuche oder abgeschlossene Projekte belegbar, die erforderliche Anodenleistung ermöglichen. Das Anodensystem ist in Übereinstimmung mit den Konstruktionsunterlagen oder der Installationsspezifikation einzubauen.

Im Falle von Fremdstromsystemen und galvanischen Anodensystemen, bei denen eine Überwachung der Isolierung erforderlich ist, muss die Vermeidung von Kurzschlüssen, die zwischen dem Anodensystem und dem Bewehrungsstahl, zusätzlichen metallischen Einbauteilen, Bewehrungsbindedraht oder dem im Beton verbliebenem Stahl auftreten können, besonders beachtet werden.

Nach der Aufbringung leitfähiger Beschichtungen oder einer zementartigen Überdeckung oder bei Anwendung eingebetteter Anoden müssen die atmosphärischen Bedingungen und die Betonoberflächen bei Temperaturen und Luftfeuchtegraden oder Feuchtegraden gehalten werden, die notwendig sind, um ordnungsgemäße(s/n) Abbinden, Lösemittelverlust/Wasserverdunstung der Anode und/oder der Überdeckung sicherzustellen.

Vor der Aufbringung jeglicher Überdeckung sowie von abdichtenden oder dekorativen Beschichtungen über den Anodensystemen müssen der Anoden-/Kathoden-Widerstand und der Potentialunterschied gemessen werden, um festzustellen, ob Kurzschlüsse aufgetreten sind, und sofern das der Fall ist, müssen diese im Falle von Fremdstromsystemen oder galvanischen Systemen oder Anodenbereichen, die zu Überwachungszwecken eine Isolierung erfordern, festgestellt und vor jeglichen weiteren Arbeiten beseitigt werden.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 12696:2021-03

7.7 Anschlüsse zum Anodensystem

Jede Zone des kathodischen Korrosionsschutzsystems muss mit mehreren positiven Kabel-/Anodenanschlüssen versehen sein, damit ein Versagen eines Anoden-/Kabel-Anschlusses die Wirksamkeit des kathodischen Korrosionsschutzsystems in dieser Zone nicht signifikant beeinträchtigt.

Das Versagen eines Anoden-/Kabel-Anschlusses in einer Zone sollte die örtliche Anodenstromdichte an keiner Stelle innerhalb der Zone um mehr als 10 % der Nennstromdichte der Anode verringern; Anoden-/Kabel-Anschlüsse sollten so ausgeführt und angeordnet und Kabel- und Anodenspannungsabfälle auch so bemessen sein, dass eine derartige Gleichförmigkeit gesichert ist.

Das Anoden-/Kabel-Anschlusssystem (oder die Verbindung Anode zur Bewehrung bei Anwendungen mit galvanischen Anoden) muss von einer Art sein und nach solchen Qualitätsanforderungen eingebaut werden, dass sich durch Versuche oder abgeschlossene Projekte belegen lässt, dass die erforderliche Anoden- sowie Anoden-/Kabel-Anschlussleistung erreichbar ist.

In jeder einzelnen Zone muss der elektrische Widerstand aller Anoden-/Kabel-Anschlüsse geprüft und mit den berechneten Werten für den speziellen Anodentyp und die Anordnung der Anoden verglichen werden. Die ermittelten Daten müssen hinsichtlich der Notwendigkeit zusätzlicher Prüfungen oder zusätzlicher Anoden-/Kabel-Anschlüsse beurteilt werden.

Eine 100%ige Sichtprüfung des Anodensystems, einschließlich aller zugehörigen Kabel und Kabelanschlüsse, muss vor dem Aufbringen jeglicher Beschichtung oder Überdeckung durchgeführt werden.

7.8 Anwendung von Anodenüberdeckung, oberflächenabdichtende oder dekorative Beschichtung

Jede notwendige Anodenüberdeckung, oberflächenabdichtende oder dekorative Beschichtung muss unter kontrollierten Bedingungen durch Verfahren aufgebracht werden, welche auf der Grundlage von Versuchen oder abgeschlossenen Projekten nachweislich dazu geeignet sind, die erforderliche Anoden- sowie Überdeckungs-, Abdichtungs- oder Beschichtungsleistung zu erreichen, und sie muss entsprechend den Konstruktionsunterlagen oder den Installationsspezifikationen eingebaut werden.

Bei kathodischen Korrosionsschutzsystemen mit wie in 6.2.2.2 festgelegten Anodensystemen muss nach der Instandsetzung entsprechend 5.10 und dem nach den in 7.5, 7.6 und 7.7 aufgeführten Festlegungen durchgeführten Anodeneinbau eine zementartige Überdeckung über den entsprechenden eingebauten Anodentypen aufgebracht werden. Sämtliche Werkstoffe und Aufbringungsverfahren müssen EN 1504 (alle Teile) entsprechen. Die mittlere Verbundfestigkeit zwischen dem vorhandenen Beton und der Überdeckung muss größer sein als 1,5 MPa, und der Mindestwert muss größer sein als 1,0 MPa, oder die Bruchfläche muss nach der Prüfung im vorhandenen Beton liegen. Das Aufbringen der Überdeckung darf mit der Betoninstandsetzung (5.10) kombiniert werden.

ANMERKUNG Falls die Kohäsionsfestigkeit des Betonuntergrundes bei Werten geringer als 1,5 MPa im Mittel und 1,0 MPa als Minimum versagt, kann das Verwenden zementartiger Überdeckungen unangebracht sein.

7.9 Elektroinstallation

Alle Arbeiten bei der Elektroinstallation müssen in Übereinstimmung mit Internationalen (oder anderen geltenden Nationalen) Normen zur elektrischen Sicherheit erfolgen.

ANMERKUNG 1 Die elektrische Stromversorgung des kathodischen Korrosionsschutzsystems kann mit Transformator-Gleichrichtern erfolgen, welche wiederum mit Netzspannung versorgt werden.

Die Gleichspannungs- und Überwachungskabel/-leitungen eines kathodischen Korrosionsschutzsystems sind insgesamt als „Kleinspannung“ (ELV) nach IEC 61140 eingestuft.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 12696:2021-03

Zusätzlich zu den besonderen Anforderungen des kathodischen Korrosionsschutzsystems müssen folgende elektrische Sicherheitsgrundsätze bei allen Installationsarbeiten eingehalten werden:

a) Netzspannungskabel müssen elektrisch isoliert und entsprechend den lokal geltenden Vorschriften von Gleichstrom-Niederspannungskabeln getrennt sein;

b) die Kabel müssen an der Gleichstromquelle, an jedem Anschlusskasten und an ihren Anschlusspunkten eindeutig gekennzeichnet sein;

c) die Kabel müssen hinreichend befestigt und vor Beschädigungen durch Umwelteinflüsse, Mensch und Tier geschützt sein;

ANMERKUNG 2 An Orten mit hoher Beschädigungsgefahr können Kabel/Leitungen einbetoniert oder mit Stahldrahtbewehrung geschützt werden.

d) ausgenommen bei Kabelanschlüssen nach Aufzählungspunkt f) dürfen Kabelanschlüsse nur im Gehäuse oder in Anschlusskästen ausgeführt werden;

e) Anschlüsse im Innern von Anschlusskästen, deren konstruktiver Aufbau und/oder Installation den Schutzgrad für den ungünstigsten Fall der Umgebungsbelastung unterschreiten, einschließlich Anschlusskästen mit nicht abgedichteten Kabeleinführungen, müssen so ausgeführt werden, dass sie sich für langzeitigen Einsatz im Wasser eignen;

ANMERKUNG 3 Für Anschlüsse im Innern von wasserdichten oder abgedichteten Anschlusskästen, die hinsichtlich Konstruktion und Installation einen Schutzgrad aufweisen, der über den ungünstigsten Fall der Umgebungsbelastung hinausgeht, dürfen Schraub- oder herstellerspezifische Steckverbindungen aus Kupfer oder Messing verwendet werden.

f) bei Anoden-/Kabel-Anschlüssen für Anoden, z. B. aus aktiviertem Titannetz, die dauerhaft in ein Überdeckungsmaterial einzubetten sind, muss es zulässig sein, diese ohne Anschlusskästen einzubauen, wenn sich für den Anoden-/Kabel-Anschluss und dessen Einbauverfahren hinsichtlich der elektrischen und mechanischen Abdichtung sowie der Abdichtung gegen Wasser durch Versuche oder abgeschlossene Projekte nachweisen lässt, dass die geforderte Leistung erreicht werden kann;

g) bei Anodensystemen, für die es keine Überdeckung oder elektrische Isolierung zur Vermeidung des direkten Kontaktes mit Mensch oder Tier gibt, z. B. leitfähige Beschichtungen, muss die Versorgungsspannung auf 24 V Gleichstrom mit einer höchstmöglichen Restwelligkeit von 100 mV (Effektivwert) begrenzt werden;

h) die technische Einrichtung muss mit allen relevanten Kennzeichnungen zur elektrischen Sicherheit, Prüfung und Instandhaltung in Übereinstimmung mit Nationalen und Internationalen Normen versehen sein.

ANMERKUNG 4 Die geforderten elektrischen Eigenschaften der Niederspannungs-Gleichstromkreise des kathodischen Korrosionsschutzsystems können dazu führen, dass die vollständige Übereinstimmung mit Internationalen (oder Nationalen) Normen zur elektrischen Sicherheit aufgrund eines Aspektes nicht mehr gegeben ist: der normalen Anforderung an die Isolierung zwischen allen Hauptstromkreisen und Schutzerde. Der Grund dafür besteht darin, dass der negative Pol des kathodischen Schutzstromkreises (die Stahlbewehrung oder der eingebettete Stahl) häufig elektrisch geerdet (an die Schutzerdungs- oder Blitzschutzanlage angeschlossen) und dadurch die Erfüllung der normalen Anforderung an die Isolierung zwischen allen Hauptstromkreisen und Erde verhindert wird.

7.10 Prüfungen während der Installation

Prüfungen in Übereinstimmung mit dem Qualitätssicherungsplan (siehe Abschnitt 4) müssen für das kathodische Korrosionsschutzsystem Folgendes umfassen:

a) Überprüfungen der Polarität bei allen Stromkreisen (die Ergebnisse müssen eindeutig ausfallen);

b) Prüfung des Stromdurchgangs bei allen Stromkreisen (wobei die Werte der Widerstände der einzelnen Stromkreise innerhalb von ±10 % der Werte liegen müssen, welche für Kabel und Komponenten berechnet wurden);

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 12696:2021-03

c) Prüfungen der Isolierung bei allen Stromkreisen von Fremdstromsystemen und bei den Überwachungsfeldern von galvanischen Systemen, die möglicherweise vor dem Anschluss entweder zur Anode oder zur Bewehrung/zum Stahl vorgenommen werden müssen und mit denen die elektrische Isolierung der positiven Gleichstromkabel gegenüber den negativen Gleichstromkabeln nachzuweisen ist.

ANMERKUNG Bezugselektroden und Gleichrichterstromkreise können bei den Isolationsprüfungen beschädigt werden. Bezugselektroden dürfen bei Prüfungen des Stromdurchgangs beschädigt werden. Der bestimmungsgemäße geringe Ohmsche Widerstand zwischen Anode und Bewehrung/Stahl sowie zwischen Anoden- bzw. Kathodenstromkreisen benachbarter Zonen macht herkömmliche Prüfungen der elektrischen Isolierung von Stromkreisen und des Stromdurchgangs unzweckmäßig (siehe 7.9, Anmerkung 5).

Die Netzstromversorgung und der (die) Transformator-Gleichrichter, welche(r) die gleichgerichtete Niederspannung für das kathodische Korrosionsschutzsystem liefert (liefern), müssen hinsichtlich ihrer elektrischen Sicherheit in Übereinstimmung mit Internationalen und Nationalen Normen zur elektrischen Sicherheit geprüft und dokumentiert werden.

8 Inbetriebnahme

8.1 Sichtprüfung

Das kathodische Korrosionsschutzsystem und dessen sämtliche Bestandteile müssen einer umfassenden Sichtprüfung unterzogen werden (bei erdverlegten oder eingebetteten Elementen vor dem Verfüllen oder Einbetonieren, bei unter Wasser befindlichen Elementen durch Taucher und/oder mit Kamera), um zu bestätigen, dass alle Bestandteile und Kabel/Leitungen vorschriftsmäßig eingebaut, an geeigneter Stelle gekennzeichnet und vor Beschädigungen durch Umwelteinwirkungen, Mensch und Tier geschützt sind.

8.2 Messungen vor der Stromeinspeisung

Vor der Stromeinspeisung müssen Messungen entsprechend dem Qualitätssicherungsplan (siehe Abschnitt 4) vorgenommen und aufgezeichnet werden, und Folgendes muss für das kathodische Korrosionsschutzsystem enthalten sein:

a) das Stahl/Beton-Potential bezogen auf die dauerhaft installierten Bezugselektroden und Sensoren für den Potentialabfall. Die Messungen müssen bei niedriger (etwa 10 MΩ bis 20 MΩ) und hoher (etwa 500 MΩ bis 1 000 MΩ) Eingangsimpedanz erfolgen, um festzustellen, ob der Kontaktwiderstand der Bezugselektrode oder des Sensors zum Beton die Leistung der Elektrode oder des Sensors negativ beeinflusst;

   Die Potentialdifferenz zwischen den Messungen bei hoher und bei niedriger Impedanz sollte im Allgemeinen geringer als 10 mV sein.

b) das Stahl/Beton-Potential in Bezug auf tragbare Bezugselektroden an jeglichen in den Konstruktionsunterlagen oder den Spezifikationen festgelegten Stellen;

c) das Stahl/Beton-Potential in Bezug auf das Anodensystem;

d) alle Basisliniendaten von zusätzlichen Sensoren, die als Teil des Leistungsüberwachungssystems eingebaut wurden;

e) Nachweis der Funktionsfähigkeit aller elektronischen Datenerfassungs- und/oder Datenübertragungseinrichtungen als Teil des Leistungsüberwachungssystems.

Bei Bauwerken, die wesentlich durch variable Umweltfaktoren wie z. B. Gezeiteneinflüsse, Temperatur, Befeuchtung der Oberfläche, veränderliche Streuströme usw. beeinträchtigt werden, sollte die Aufzeichnung der Daten des Stahl/Beton-Potentials über ausreichend lange Zeiträume in Betracht gezogen werden, um die Auswirkungen variabler Umwelteinflüsse aufzuzeichnen; das können gewöhnlich Zeiträume von 24 h sein. Werden wesentliche Potentialänderungen nachgewiesen, so sollten diese berücksichtigt werden, wenn festgelegt wird, ob die Messungen aller Daten bei der nachfolgenden Überwachung nach 8.4, 8.5, 8.7 und Abschnitt 10 Datenaufzeichnungen über längere Zeiträume enthalten sein sollten.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 12696:2021-03

8.3 Anfängliche Stromeinspeisung von Fremdstromsystemen

Bevor der Beton eines neuen Bauwerks und jegliche zementartige Überdeckung angemessen ausgehärtet ist oder sich bei jeglicher leitfähigen Beschichtung eine ausreichende Lösemittelfreisetzung/Trocknung eingestellt hat, darf keine Stromeinspeisung in das System erfolgen.

ANMERKUNG Bei neuen Bauwerken entspricht dieser Zeitraum normalerweise 28 d nach dem Einbringen bei 20 °C (oder länger bei niedrigeren Temperaturen), bei zementartigen Überdeckungen entspricht dieser Zeitraum normalerweise 14 d nach dem Betonieren bei 20 °C. Bei leitfähigen Beschichtungen entspricht dieser Zeitraum normalerweise bei ausreichender Belüftung etwa 48 h.

Das kathodische Korrosionsschutzsystem muss anfänglich mit einem niedrigen Strom (etwa 10 % bis 20 % des Bemessungsstroms) versorgt werden. Die Messungen müssen entsprechend dem Qualitätssicherungsplan durchgeführt und aufgezeichnet werden (siehe Abschnitt 4) sowie Folgendes enthalten:

a) das Stahl/Beton-Potential bezüglich aller dauerhaft eingebauten und aller tragbaren Bezugselektroden an allen in den Konstruktionsunterlagen oder den Spezifikationen festgelegten Stellen;

b) die Ausgangsspannung und -stromstärke aller Gleichstromversorgungen, die Strom an die kathodischen Korrosionsschutzsysteme liefern;

c) die Bestätigung, dass die Polarität aller Werte dem Qualitätssicherungsplan und der Konstruktion entspricht und dass die Stahl/Beton-Potentiale, gemessen bezüglich aller dauerhaft eingebauten Bezugselektroden, aller Sensoren für den Potentialabfall und aller Positionen der tragbaren Elektroden, ausgehend von den Werten, die entsprechend 8.2 a) und b) gemessen wurden, in negative Richtung verschoben werden. Falls irgendwelche Werte des Stahl/Beton-Elektrodenpotentials in positive Richtung verschoben werden, müssen sie untersucht werden, um Anforderungen bezüglich zusätzlicher Prüfungen und/oder Hilfsmaßnahmen zu ermitteln.

8.4 Anfängliche Einregelung von Fremdstromsystemen

Das kathodische Korrosionsschutzsystem ist mit einer Stromstärke zu aktivieren, die als ausreichend geschätzt wurde, um das System in die Lage zu versetzen, zunächst die für seine Anfangsleistung vorgesehenen Zielwerte (wie im Entwurfsdokument festgelegt) und dann, nach der Polarisation, die in Abschnitt 8.6 festgelegten Leistungskriterien zu erfüllen. Siehe Anmerkungen 1 und 2.

ANMERKUNG 1 Das kann eine vorausberechnete Stromstärke sein (z. B. eine bestimmte Kathodenstromdichte) oder auf der Reaktion des Systems bei dessen erstmaliger Stromversorgung basieren (z. B. um eine negative Potentialverschiebung von 200 mV oder mehr bei eingeschaltetem Strom zu erreichen). Alternativ kann das System kurzzeitig polarisiert und dann auf eine Potentialverschiebung von etwa 50 mV, als Ausschaltpotential (en: Instantaneous OFF) gemessen, eingestellt werden.

ANMERKUNG 2 Für die Langzeitleistung kann eine langsame Polarisation bei relativ geringer Stromdichte von Vorteil sein.

Das System muss mit diesen Anfangseinstellungen des Stroms für eine ausreichende Dauer betrieben werden, so dass bis zur ersten Leistungsbeurteilung eine wesentliche Polarisation erreicht werden kann.

ANMERKUNG 3 Diese Dauer liegt üblicherweise zwischen 7 d und 28 d nach der anfänglichen Stromeinspeisung, wobei bei einer langsamen Polarisation (geringe anfängliche Stromstärke) das Erreichen einer vollen Polarisation länger als 28 d dauern kann.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 12696:2021-03

8.5 Anfängliche Leistungsbeurteilung

Im Anschluss an den Zeitraum der ersten Polarisation (siehe 8.4) muss die anfängliche Leistungsbeurteilung entsprechend dem Qualitätssicherungsplan vorgenommen werden. Diese Beurteilung muss Folgendes umfassen:

a) Messung von Ausgangsspannung und -stromstärke aller Zonen des kathodischen Korrosionsschutzsystems und Berechnung der Widerstände der einzelnen Stromkreise daraus;

b) Messung der Ausschaltpotentiale (gemessen zwischen 0,1 s und 1 s nach Ausschalten des Gleichstroms) an allen dauerhaft installierten Bezugselektroden und an jeglichen weiteren im Qualitätssicherungsplan festgelegten Stellen kurz nach dem Unterbrechen der Gleichstromversorgung des kathodischen Korrosionsschutzsystems.

   Nach dem „Ausschalten“ für Ausschaltpotentialmessungen muss die Wartezeit vor der Messung ausreichend lang sein, um alle Spannungstransienten zu vermeiden, die sich aus Schaltvorgängen, kapazitiven oder Ohmschen Einflüssen ergeben, durch die Messwerte verfälscht würden. Diese Wartezeit muss jedoch ausreichend kurz gewählt werden, damit keine bedeutende Depolarisation auftritt.

   Üblicherweise werden Messungen des Ausschaltpotentials zwischen 0,1 s und 0,5 s nach dem Ausschalten vorgenommen, allerdings werden die geeigneten Werte von einem System zum anderen und mit der Dauer und Intensität der Polarisierung variieren. Die Dauer der Messungen (für digitale Geräte „das Zählen“) sollte ausreichend kurz sein, um bedeutende Depolarisationserscheinungen während der Messdauer zu vermeiden, jedoch lang genug, um die Genauigkeit oder das Rauschunterdrückungsvermögen des Messsystems nicht zu beeinträchtigen. Während typische Messdauern zwischen 0,1 s und 0,5 s liegen, können die Kalibrierung und andere Schritte maschineller Berechnung längere Zeiträume zwischen aufeinanderfolgenden Messungen verlangen.

c) Messung des Potentialabfalls, nachdem die Gleichstromversorgung des kathodischen Korrosionsschutzsystems dauerhaft ausgeschaltet wurde. Die Dauer des Potentialabfalls und die Intervalle für die Messungen der Stahl/Beton-Elektrodenpotentiale müssen dem Qualitätssicherungsplan entsprechen;

   ANMERKUNG 1 Typische Zeitdauern für den Potentialabfall betragen 4 h bis 25 h, wobei Messungen je nach Zutreffen zu einigen oder allen Zeitpunkten 0,5 h, 1 h, 2 h, 3 h, 4 h, 23 h, 24 h und 25 h nach dem Ausschalten durchgeführt werden, um das Ausmaß des Potentialabfalls und die Rate des andauernden Potentialabfalls am Ende des gewählten Zeitraums festzustellen.

   ANMERKUNG 2 Bei erdverlegten Bauwerken (besonders bei jenen, die unter feuchten Bedingungen oder in undurchlässigen Tonböden eingebaut sind) sowie unter Wasser befindlichen Bauwerken und der Luft ausgesetzten Bauwerken mit einer Oberflächenbeschichtung, die die Sauerstoffverfügbarkeit im Inneren des Betons begrenzt, kann der Potentialabfall sehr gering sein und sich über mehrere Wochen erstrecken. Im Extremfall reicht die Sauerstoffverfügbarkeit am Stahl möglicherweise nicht aus, um die Passivität an der Berührungsfläche von Stahl und Beton aufrechtzuerhalten, und das Potential kann bei einem relativ negativen Wert „verbleiben“. Unter diesen Bedingungen stellt der Potentialabfall möglicherweise kein brauchbares Schutzkriterium dar, und es kann notwendig sein, ein „Kriterium des absoluten Potentials“, wie z. B. 8.6 a), anzuwenden.

   ANMERKUNG 3 Die Potentialverschiebung (siehe 8.4, Anmerkung 1) darf dem Potentialabfall äquivalent sein, aber nur dann, wenn das Anfangspotential („natürlich“ oder „wie festgestellt“, von dem aus die Potentialverschiebung gemessen wird) unmittelbar vor Einschalten des kathodischen Korrosionsschutzsystems ermittelt und dieser Wert nicht von Streuströmen beeinträchtigt wird. Besondere Vorsicht sollte geboten sein, wenn Messungen der Potentialverschiebung als Schutzkriterium bei erdverlegten Bauwerken, unter Wasser befindlichen Bauwerken, wassergesättigten oder beschichteten Bauwerken zur Anwendung kommen, weil das „natürliche“ oder „wie festgestellte“ Potential Gegenstand beträchtlicher negativer Potentialverschiebungen sein kann, da das Sauerstoffangebot im Innern des Betons aufgebraucht ist. Negative Potentialverschiebungen von 200 mV bis 300 mV sind wegen Sauerstoffverarmung ohne Anwendung des kathodischen Schutzes durchaus möglich.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 12696:2021-03

d) Messung der Parameter aller übrigen Sensoren, welche als Bestandteil des Leistungsüberwachungssystems eingebaut wurden;

e) Messung der Stahl/Beton-Potentiale unter Schutzstrom (mit IR-Abfall), falls im Qualitätssicherungsplan gefordert.

ANMERKUNG 4 Während der Messung von Ausschaltpotentialen (Instant-OFF-Messung) kann ein Aus- und Einschalten des Gleichstromkreises notwendig sein, um aufeinanderfolgende Messungen der Stahl/Beton-Potentiale an einer Reihe von Bezugselektroden zu ermöglichen.

Das Aus/Ein-Zeitverhältnis derartiger Schaltungen, das bei Messungen des Ausschaltpotentials angewendet wird, muss mindestens 1 : 4 betragen.

ANMERKUNG 5 Typische Werte für die manuelle Datenerfassung sind 3 s für „Aus“ und 12 s für „Ein“. Für die elektronische Datenerfassung ist eine Verbindung des Datenerfassungsgeräts mit dem Schaltsystem vorteilhaft; dadurch sind die Zeitspanne einer Messung sowie die Zeitspanne zwischen zwei Messungen synchron zum Ausschalten. Längere Schaltperioden würden die Datenerfassung verlangsamen und zum Risiko einer Depolarisation während der Ausschaltperiode führen.

Die anfängliche Leistungsbeurteilung muss mindestens mit Hilfe der in Abschnitt 6.3 festgelegten Leistungsüberwachungssysteme erfolgen und auf alle Teile des Bauwerks angewendet werden, die notwendig sind, um beurteilen zu können, ob die in Abschnitt 8.6 festgelegten Schutzkriterien in allen Teilen des mit kathodischen Korrosionsschutzkomponenten ausgerüsteten Bauwerks eingehalten werden.

8.6 Schutzkriterien: Auswertung der Daten der Leistungsbeurteilung

Die nach 8.5 erfassten Daten müssen in Übereinstimmung mit dem normativen Teil dieses Abschnitts von Personen durchgesehen und ausgewertet werden, die über die für den kathodischen Korrosionsschutz erforderliche Fachkompetenz verfügen, wie in Abschnitt 4.2 festgelegt. Falls für den Nachweis der Kompetenz dieser Personen ISO 15257 angewendet wird, müssen sie für den Bereich „Stahl in Beton“ dem Qualifikationsgrad 3 oder höher entsprechend zertifiziert sein, wie in jenem Dokument für die Beurteilung in Übereinstimmung mit dem normativen Inhalt dieses Abschnitts in Bezug auf den negativen Grenzwert und die Kriterien a), b) oder c) festgelegt ist.

Kein Ausschalt-Stahl/Beton-Potential bezüglich Ag/AgCl/0,5 M KCl darf bei glattem Bewehrungsstahl weniger als −1 100 mV haben.

ANMERKUNG 1 Spannstahl kann empfindlich gegen Wasserstoffversprödung sein, selbst bei Potentialen von weniger als −900 mV, und aufgrund der hohen Zugbeanspruchung kann ein Versagen katastrophale Folgen haben. Es ist unerlässlich, bei allen kathodischen Korrosionsschutzsystemen an Spannstahlelementen Vorsicht walten zu lassen.

Im Falle von hochfestem Stahl (> 550 N/mm^2) oder Spannstahl muss die sichere Potentialgrenze im Rahmen der Bemessung bestimmt und dokumentiert worden sein.

ANMERKUNG 2 Bereits korrodierter Spannstahl hat möglicherweise keine sichere Potentialgrenze, und es ist daher gegebenenfalls nicht möglich, bei einem solchen für einen sicheren kathodischen Korrosionsschutz zu sorgen.

Die Leistungsbeurteilung muss nach den folgenden Kriterien für den Schutz von Stahl in Beton erfolgen. Bei jedem Bauwerk muss jede repräsentative Position von Stahl in Beton eines der in den Punkten a) bis c) angegebenen Kriterien erfüllen:

a) ein Ausschaltpotential niedriger als −720 mV gegen Ag/AgCl/0,5 M KCl;

b) einen Potentialabfall über höchstens 24 h von mindestens 100 mV ausgehend vom Wert des Ausschaltpotentials aufweisen;

c) einen Potentialabfall über einen ausgedehnten Zeitraum (gewöhnlich 24 h oder länger) von mindestens 150 mV vom Wert des Ausschaltpotentials bei fortschreitendem Potentialabfall aufweisen, wobei für die Messungen über einen Zeitraum von 24 h hinaus Bezugselektroden (keine Sensoren für den Potentialabfall) verwendet werden.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 12696:2021-03