

DIN EN ISO 4042

ICS 21.060.01

Ersatz für
DIN EN ISO 4042:2001-01**Verbindungselemente –
Galvanisch aufgebrachte Überzugssysteme (ISO 4042:2018);
Deutsche Fassung EN ISO 4042:2018**

Fasteners –
Electroplated coating systems (ISO 4042:2018);
German version EN ISO 4042:2018

Fixations –
Systèmes de revêtements électrolytiques (ISO 4042:2018);
Version allemande EN ISO 4042:2018

Gesamtumfang 72 Seiten

DIN-Normenausschuss Mechanische Verbindungselemente (FMV)
DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 4042:2018) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 2 „Fasteners“, Unterkomitee SC 14 „Surface coatings“ (beide Sekretariate: DIN, Deutschland) in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 185 „Mechanische Verbindungselemente“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 067-00-06 AA „Oberflächenschichten von Verbindungselementen“ im DIN-Normenausschuss Mechanische Verbindungselemente (FMV).

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 898-1	siehe	DIN EN ISO 898-1
ISO 898-2	siehe	DIN EN ISO 898-2
ISO 898-3	siehe	DIN EN ISO 898-3
ISO 898-5	siehe	DIN EN ISO 898-5
ISO 965-1	siehe	DIN ISO 965-1
ISO 965-2	siehe	DIN ISO 965-2
ISO 965-3	siehe	DIN ISO 965-3
ISO 1456	siehe	DIN EN ISO 1456
ISO 1463	siehe	DIN EN ISO 1463
ISO 1502	siehe	DIN ISO 1502
ISO 1891-2	siehe	DIN EN ISO 1891-2
ISO 2081	siehe	DIN EN ISO 2081
ISO 2082	siehe	DIN EN ISO 2082
ISO 2177	siehe	DIN EN ISO 2177
ISO 2178	siehe	DIN EN ISO 2178
ISO 2702	siehe	DIN EN ISO 2702
ISO 3231	siehe	DIN EN ISO 3231
ISO 3497	siehe	DIN EN ISO 3497
ISO 3613:2010	siehe	DIN EN ISO 3613:2011-04
ISO 4042:1999	siehe	DIN EN ISO 4042:2001-01
ISO 4521	siehe	DIN EN ISO 4521
ISO 6988	siehe	DIN EN ISO 6988
ISO 7539-7	siehe	DIN EN ISO 7539-7
ISO 9001	siehe	DIN EN ISO 9001
ISO 9227	siehe	DIN EN ISO 9227
ISO 10666	siehe	DIN EN ISO 10666
ISO 15330	siehe	DIN EN ISO 15330
ISO 16047	siehe	DIN EN ISO 16047
ISO 16228	siehe	DIN EN ISO 16228
ISO 16426	siehe	DIN EN ISO 16426
ISO 19598	siehe	DIN EN ISO 19598
ISO 21968	siehe	DIN EN ISO 21968

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 4042:2001-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) normative Verweisungen und Literaturhinweise aktualisiert;
- b) Anwendung auf alle Verbindungselemente, einschließlich Blechschrauben und gewindeschneidende Schrauben, Scheiben, Niete, Clips usw.;
- c) Fokussierung auf Überzüge für den Korrosionsschutz von Verbindungselementen;
- d) Anwendung auf galvanisch aufgebrachte Überzüge mit oder ohne zusätzliche Schichten (Konversions-schicht, Versiegelung, Deckschicht, Schmiermittel);
- e) Festlegung der minimalen Korrosionsbeständigkeit (Weißkorrosion und Rotrost);
- f) neueste Erkenntnisse über Wasserstoffversprödung und Schutzmaßnahmen aufgenommen;
- g) Definitionen jetzt in der eigenständigen Norm ISO 1891-2 festgelegt;
- h) in Bezug auf Korrosionsprüfungen, Prüfung mit Schwefeldioxid (Kesternich) und Kalibrierung der neu-tralen Salzsprühnebelprüfung (NSS, en: neutral salt spray test) aufgenommen;
- i) Anforderungen an Lehrenhaltigkeit und Montierbarkeit aufgenommen;
- j) für die Bestimmung der Dicke, Ergänzung geeigneter Prüfverfahren und Streichung der mittleren Schichtdicke des Teil-Fertigungsloses;
- k) neues Bezeichnungssystem für alle Überzugssysteme;
- l) Festlegungen für mechanische und physikalische Eigenschaften und zugehörige Prüfverfahren;
- m) Angaben zu Konstruktionsausführungen und Montage von beschichteten Verbindungselementen;
- n) Angaben zu Schichtdicke und Gewindenspiel bei Schrauben mit metrischem ISO-Gewinde;
- o) Angaben zur Bewertung der Korrosivität der Kammer bei der neutralen Salzsprühnebelprüfung
- p) Norm redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN 267-9: 1968-05, 1979-08

DIN ISO 4042: 1992-06

DIN EN ISO 4042: 1999-10, 2001-01

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 898-1, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl — Teil 1: Schrauben mit festgelegten Festigkeitsklassen — Regelgewinde und Feingewinde*

DIN EN ISO 898-2, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl — Teil 2: Muttern mit festgelegten Festigkeitsklassen — Regelgewinde und Feingewinde*

DIN EN ISO 898-3, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl — Teil 3: Flache Scheiben mit festgelegten Festigkeitsklassen*

DIN EN ISO 898-5, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl — Teil 5: Gewindestifte und ähnliche Verbindungselemente mit Gewinde in festgelegten Härteklassen — Regelgewinde und Feingewinde*

DIN EN ISO 1456, *Metallische und andere anorganische Überzüge — Galvanische Überzüge aus Nickel, Nickel plus Chrom, Kupfer plus Nickel und Kupfer plus Nickel plus Chrom*

DIN EN ISO 1463, *Metall- und Oxidschichten — Schichtdickenmessung — Mikroskopisches Verfahren*

DIN EN ISO 1891-2, *Mechanische Verbindungselemente — Benennungen — Teil 2: Begriffe und Definitionen für Oberflächenschichten*

DIN EN ISO 2081, *Metallische und andere anorganische Überzüge — Galvanische Zinküberzüge auf Eisenwerkstoffen mit zusätzlicher Behandlung*

DIN EN ISO 2082, *Metallische und andere anorganische Überzüge — Galvanische Cadmiumüberzüge auf Eisenwerkstoffen mit zusätzlicher Behandlung*

DIN EN ISO 2177, *Metallische Überzüge — Schichtdickenmessung — Coulometrisches Verfahren durch anodisches Ablösen*

DIN EN ISO 2178, *Nichtmagnetische Überzüge auf magnetischen Grundmetallen — Messen der Schichtdicke — Magnetverfahren*

DIN EN ISO 2702, *Wärmebehandelte Blechschrauben aus Stahl — Mechanische Eigenschaften*

DIN EN ISO 3231, *Beschichtungsstoffe — Bestimmung der Beständigkeit gegen feuchte, Schwefeldioxid enthaltende Atmosphären*

DIN EN ISO 3497, *Metallische Schichten — Schichtdickenmessung — Röntgenfluoreszenz-Verfahren*

DIN EN ISO 3613:2011-04, *Metallische und andere anorganische Überzüge — Chromatierüberzüge auf Zink, Cadmium, Aluminium-Zink- und Zink-Aluminium-Legierungen — Prüfverfahren (ISO 3613:2010); Deutsche Fassung EN ISO 3613:2010*

DIN EN ISO 4042:2001-01, *Verbindungselemente — Galvanische Überzüge (ISO 4042:1999); Deutsche Fassung EN ISO 4042:1999*

DIN EN ISO 4521, *Metallische Überzüge und andere anorganische Überzüge — Galvanische Silber- und Silberlegierungs-Überzüge für technische Zwecke — Anforderungen und Prüfverfahren*

DIN EN ISO 6988, *Metallische und andere anorganische Überzüge — Prüfung mit Schwefeldioxid unter allgemeiner Feuchtigkeitskondensation*

DIN EN ISO 7539-7, *Korrosion von Metallen und Legierungen — Prüfung der Spannungsrissskorrosion — Teil 7: Prüfung mit langsamer Dehngeschwindigkeit*

DIN EN ISO 9001, *Qualitätsmanagementsysteme — Anforderungen*

DIN EN ISO 9227, *Korrosionsprüfungen in künstlichen Atmosphären — Salzsprühnebelprüfungen*

DIN EN ISO 10666, *Bohrschrauben mit Blechschraubengewinde — Mechanische und funktionelle Eigenschaften*

DIN EN ISO 15330, *Verbindungselemente — Verspannungsversuch zur Entdeckung von Wasserstoffversprödung — Verfahren mit parallelen Auflageflächen*

DIN EN ISO 16047, *Verbindungselemente — Drehmoment/Vorspannkraft-Versuch*

DIN EN ISO 16228, *Mechanische Verbindungselemente — Arten von Prüfbescheinigungen*

DIN EN ISO 16426, *Verbindungselemente — Qualitätssicherungssystem*

DIN EN ISO 19598, *Metallische Überzüge — Galvanische Zink- und Zinklegierungsüberzüge auf Eisenwerkstoffen mit zusätzlichen Cr(VI)-freien Behandlungen*

DIN EN ISO 21968, *Nichtmagnetische metallische Überzüge auf metallischen und nichtmetallischen Grundwerkstoffen — Messung der Schichtdicke — Wirbelstromphasenwechselverfahren*

DIN ISO 965-1, *Metrisches ISO-Gewinde allgemeiner Anwendung — Toleranzen — Teil 1: Prinzipien und Grundlagen*

DIN ISO 965-2, *Metrisches ISO-Gewinde allgemeiner Anwendung — Toleranzen — Teil 2: Grenzmaße für Außen- und Innengewinde allgemeiner Anwendung — Toleranzklasse mittel*

DIN ISO 965-3, *Metrisches ISO-Gewinde allgemeiner Anwendung — Toleranzen — Teil 3: Grenzabmaße für Konstruktionsgewinde*

DIN ISO 1502, *Metrisches ISO-Gewinde allgemeiner Anwendung — Lehren und Lehreung*

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Verbindungselemente —
Galvanisch aufgebrachte Überzugssysteme
(ISO 4042:2018)

Fasteners —
Electroplated coating systems
(ISO 4042:2018)

Fixations —
Systèmes de revêtements électrolytiques
(ISO 4042:2018)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 4. Juli 2018 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	9
4 Allgemeine Eigenschaften des Überzugs	10
4.1 Überzugmetalle oder -legierungen und Hauptzweck	10
4.2 Aufbau grundlegender galvanischer Überzugssysteme	11
4.3 Überzugssysteme und Beschichtungsverfahren	11
4.4 Interne (fertigungsbedingte) Wasserstoffversprödung	12
4.4.1 Allgemeines	12
4.4.2 Verbindungselemente mit einer Härte unter 360 HV	12
4.4.3 Verbindungselemente mit einer Härte von mindestens 360 HV und bis zu 390 HV	12
4.4.4 Verbindungselemente mit einer Härte über 390 HV	13
4.4.5 Verbindungselemente nach ISO 898-1, ISO 898-2 und ISO 898-3	13
4.4.6 Tempern und Prüfanforderungen bei einsatzgehärteten und angelassenen Schrauben	14
4.4.7 Kaltverformte Verbindungselemente	16
4.4.8 Verbindungselemente mit bainitischem Gefüge	16
4.5 Tempern	16
5 Korrosionsschutz und Prüfung	16
5.1 Allgemeines	16
5.2 Neutrale Salzsprühnebelprüfung (NSS) bei zinkbasierten Überzugssystemen	17
5.3 Prüfung mit Schwefeldioxid (Kesternich-Prüfung)	18
5.4 Schüttgutbehandlung, automatisierte Prozesse wie Zuführen und/oder Sortieren, Lagerung und Transport	19
6 Maßanforderungen und Prüfung	19
6.1 Allgemeines	19
6.2 Verbindungselemente mit metrischem ISO-Gewinde	20
6.2.1 Schichtdicke	20
6.2.2 Lehrenhaltigkeit und Montierbarkeit	20
6.3 Sonstige Verbindungselemente	21
6.4 Prüfverfahren für die Bestimmung der Schichtdicke	21
7 Mechanische und physikalische Eigenschaften und Prüfung	23
7.1 Allgemeines	23
7.2 Aussehen	23
7.3 Temperaturbeständigkeit des Korrosionsschutzes	23
7.4 Drehmoment/Vorspannkraft-Verhältnis	24
7.5 Bestimmung von Chrom(VI)	24
8 Anwendbarkeit von Prüfungen	24
8.1 Allgemeines	24
8.2 Für jedes Los vorgeschriebene Prüfungen	24
8.3 Prüfungen zur Prozessüberwachung	24

8.4	Prüfungen, die bei Forderung des Käufers durchzuführen sind	24
9	Bezeichnungssystem	25
9.1	Allgemeines	25
9.2	Bezeichnung von galvanisch aufgetragenen Überzugssystemen bei der Bestellung	25
9.3	Beispiele für die Bezeichnung von Chrom(VI)-freien galvanisch aufgetragenen Überzugssystemen bei Verbindungselementen.....	28
9.4	Bezeichnung von Verbindungselementen mit galvanisch aufgetragenen Überzugssystemen für die Kennzeichnung.....	29
10	Bestellanforderungen an galvanisch aufgetragene Überzüge.....	29
11	Lagerungsbedingungen.....	29
Anhang A (informativ) Konstruktive Ausführung und Montage von beschichteten Verbindungselementen.....		30
Anhang B (informativ) Betrachtungen zur Wasserstoffversprödung.....		38
Anhang C (informativ) Korrosionsschutz von Zinküberzügen mit Chromatierüberzügen		43
Anhang D (informativ) Schichtdicke und Gewindespiel bei Schrauben mit metrischem ISO-Gewinde		44
Anhang E (informativ) Nach ISO 9227 geprüfte Überzugssysteme, NSS — Bewertung der Korrosivität der Prüfkammer bei der neutralen Salzsprühnebelprüfung		52
Anhang F (informativ) Veraltete Bezeichnungen von galvanisch aufgetragenen Überzugssystemen auf Verbindungselementen nach ISO 4042:1999		62
Literaturhinweise.....		65

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 4042:2018) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 2 „Fasteners“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 185 „Mechanische Verbindungselemente“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis März 2019, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis März 2019 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN ISO 4042:1999.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 4042:2018 wurde von CEN als EN ISO 4042:2018 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (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 Themen 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.

Eine Erläuterung zum freiwilligen Charakter von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT) berücksichtigt, enthält der folgende Link: www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 2, *Fasteners*, Unterkomitee SC 14, *Surface coatings*, erarbeitet.

Diese dritte Ausgabe ersetzt die zweite Ausgabe (ISO 4042:1999), die technisch überarbeitet wurde. Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- Anwendung auf alle Verbindungselemente, einschließlich Blechschrauben und gewindeschneidende Schrauben, Scheiben, Nieten, Clips usw.;
- Fokussierung auf Überzüge für den Korrosionsschutz von Verbindungselementen;
- Anwendung auf galvanisch aufgetragene Überzugssysteme mit oder ohne zusätzliche Schichten (Konversionsschicht, Versiegelung, Deckschicht, Schmiermittel);
- Festlegung der minimalen Korrosionsbeständigkeit (Weißkorrosion und Rotrost);
- Aufnahme neuester Erkenntnisse über Wasserstoffversprödung und Schutzmaßnahmen;
- Definitionen in ISO 1891-2 festgelegt;
- in Bezug auf Korrosionsprüfungen, Aufnahme der Prüfung mit Schwefeldioxid (Kesternich) und Kalibrierung der neutralen Salzsprühnebelprüfung;

- Anforderungen an die Lehrenhaltigkeit und Montierbarkeit;
- für die Bestimmung der Dicke, Ergänzung geeigneter Prüfverfahren und Streichung der mittleren Schichtdicke des Teil-Fertigungsloses;
- neues Bezeichnungssystem für alle Überzugssysteme;
- Festlegungen für mechanische und physikalische Eigenschaften und zugehörige Prüfverfahren;
- Angaben zu Konstruktionsausführungen und Montage von beschichteten Verbindungselementen;
- Angaben zu Schichtdicke und Gewindenspiel bei Schrauben mit metrischem ISO-Gewinde;
- Angaben zur Bewertung der Korrosivität der Kammer bei der neutralen Salzsprühnebelprüfung.

Einleitung

Dieses Dokument wurde vollständig überarbeitet, um neue Entwicklungen in Bezug auf Chrom(VI)-freie Passivierungen, das Aufbringen von Versiegelungen und Deckschichten, Anforderungen an funktionelle Eigenschaften sowie Forschungsergebnisse zur Minimierung des Risikos der Wasserstoffversprödung zu berücksichtigen.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Anforderungen an galvanisch aufgetragene Überzüge und Überzugssysteme auf Verbindungselementen aus Stahl fest. Die Maßanforderungen gelten auch für Verbindungselemente aus Kupfer oder Kupferlegierungen.

Es legt außerdem Anforderungen fest und gibt Empfehlungen, um das Risiko der Wasserstoffversprödung zu minimieren; siehe 4.4 und Anhang B.

Es gilt hauptsächlich für Zink- und Zinklegierungsüberzugssysteme (Zink, Zink-Nickel, Zink-Eisen) und Cadmium, die vor allem für den Korrosionsschutz und weitere funktionelle Eigenschaften bestimmt sind:

- mit oder ohne Konversionsschicht;
- mit oder ohne Versiegelung;
- mit oder ohne Deckschicht;
- mit oder ohne Schmiermittel (integriertes Schmiermittel und/oder nachträglich aufgetragenes Schmiermittel).

Die Festlegungen für weitere galvanisch aufgetragene Überzüge und Überzugssysteme (Zinn, Zinn-Zink, Kupfer-Zinn, Kupfer-Silber, Kupfer, Silber, Kupfer-Zink, Nickel, Nickel-Chrom, Kupfer-Nickel, Kupfer-Nickel-Chrom) sind in diesem Dokument nur für Maßanforderungen in Bezug auf Verbindungselemente mit metrischem ISO-Gewinde enthalten.

Dieses Dokument gilt für Schrauben und Muttern mit metrischem ISO-Gewinde, für Verbindungselemente mit nicht metrischem ISO-Gewinde und für Verbindungselemente ohne Gewinde, wie Scheiben, Stifte, Clips und Niete.

Hinweise zur konstruktiven Ausführung und zur Montage von beschichteten Verbindungselementen sind in Anhang A aufgeführt.

Dieses Dokument legt keine Anforderungen an Eigenschaften wie Schweißbarkeit oder Lackierbarkeit fest.

ANMERKUNG Andere Internationale Normen legen abweichende Galvanikprozesse fest. Für das Aufbringen galvanischer Überzüge auf Verbindungselemente gelten die Anforderungen dieses Dokumentes, sofern nicht anders vereinbart.

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).

ISO 1456, *Metallic and other inorganic coatings — Electrodeposited coatings of nickel, nickel plus chromium, copper plus nickel and of copper plus nickel plus chromium*

ISO 1463, *Metallic and oxide coatings — Measurement of coating thickness — Microscopical method*

ISO 1502, *ISO general-purpose metric screw threads — Gauges and gauging*

ISO 1891-2, *Fasteners — Terminology — Part 2: Vocabulary and definitions for coatings*

ISO 2081, *Metallic and other inorganic coatings — Electroplated coatings of zinc with supplementary treatments on iron or steel*

ISO 2082, *Metallic and other inorganic coatings — Electroplated coatings of cadmium with supplementary treatments on iron or steel*

ISO 2093, *Electroplated coatings of tin — Specification and test methods*

ISO 2177, *Metallic coatings — Measurement of coating thickness — Coulometric method by anodic dissolution*

ISO 2178, *Non-magnetic coatings on magnetic substrates — Measurement of coating thickness — Magnetic method*

ISO 3231, *Paints and varnishes — Determination of resistance to humid atmospheres containing sulfur dioxide*

ISO 3497, *Metallic coatings — Measurement of coating thickness — X-ray spectrometric methods*

ISO 3613:2010, *Metallic and other inorganic coatings — Chromate conversion coatings on zinc, cadmium, aluminium-zinc alloys and zinc-aluminium alloys — Test methods*

ISO 4521, *Metallic and other inorganic coatings — Electrodeposited silver and silver alloy coatings for engineering purposes — Specification and test methods*

ISO 6988, *Metallic and other non organic coatings — Sulfur dioxide test with general condensation of moisture*

ISO 8991, *Designation system for fasteners*

ISO 9227, *Corrosion tests in artificial atmospheres — Salt spray tests*

ISO 15330, *Fasteners — Preloading test for the detection of hydrogen embrittlement — Parallel bearing surface method*

ISO 15726, *Metallic and other inorganic coatings — Electrodeposited zinc alloys with nickel, cobalt or iron*

ISO 16047, *Fasteners — Torque/clamp force testing*

ISO 16228, *Fasteners — Types of inspection documents*

ISO 19598, *Metallic coatings — Electroplated coatings of zinc and zinc alloys on iron or steel with supplementary Cr(VI)-free treatment*

ISO 21968, *Non-magnetic metallic coatings on metallic and non-metallic basis materials — Measurement of coating thickness — Phase-sensitive eddy-current method*

ASME B18.6.3, *Machine Screws, Tapping Screws, and Metallic Drive Screws (Inch Series)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 1891-2 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: unter <http://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: unter <http://www.electropedia.org/>

3.1

Referenzplatte

Referenzmaterial, das mit der Absicht beansprucht wird, das Korrosivitätsniveau der bei der Prüfung von Verbindungselementen genutzten Prüfkammer zu überprüfen

4 Allgemeine Eigenschaften des Überzugs

4.1 Überzugmetalle oder -legierungen und Hauptzweck

Galvanisch aufgebrachte Überzugssysteme für Verbindungselemente aus Stahl werden hauptsächlich für den Korrosionsschutz und für funktionelle Eigenschaften, z. B. Drehmoment/Vorspannkraft-Verhältnis, aufgebracht.

Zusätzlich können weitere funktionelle Eigenschaften oder dekorative Eigenschaften festgelegt werden; siehe Anhang A.

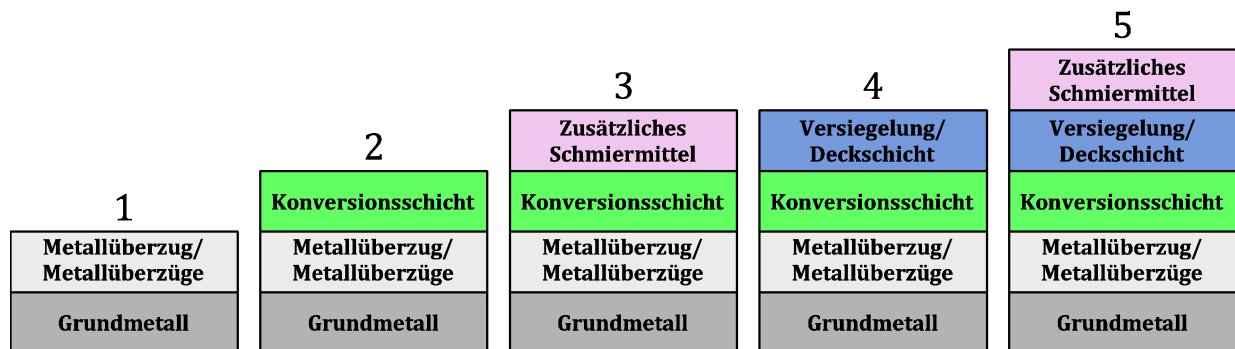
In Tabelle 1 sind gängige galvanisch aufgebrachte Überzüge angegeben, zusammen mit ihrem Hauptzweck und Verweisungen auf zugehörige ISO-Normen, die zusätzliche, durch dieses Dokument nicht abgedeckte allgemeine Informationen, z. B. zur Bezeichnung, enthalten. Einige der in Tabelle 1 aufgeführten Internationalen Normen legen abweichende Galvanikprozesse fest. Für Verbindungselemente gelten die Anforderungen dieses Dokumentes.

Tabelle 1 — Galvanisch aufgebrachte Überzüge mit Angabe ihres Hauptzwecks und der zugehörigen ISO-Normen

Überzugmetall(e)		Art	Zweck des Überzugs bei Verbindungselementen	ISO-Norm
Symbol	Element			
Zn	Zink	Metall	P/D/F	ISO 2081, ISO 19598
ZnNi	Zink-Nickel	Legierung	P/D/F	ISO 15726, ISO 19598
ZnFe	Zink-Eisen	Legierung	P/D/F	ISO 15726, ISO 19598
Cd	Cadmium ^a	Metall	P/F	ISO 2082
Ni	Nickel	Metall	D/F	ISO 1456
Ni+Cr	Nickel-Chrom	mehrschichtig	D	ISO 1456
Cu+Ni	Kupfer-Nickel	mehrschichtig	D	ISO 1456
Cu+Ni+Cr	Kupfer-Nickel-Chrom	mehrschichtig	D	ISO 1456
CuZn	Messing	Legierung	D	—
CuSn	Kupfer-Zinn (Bronze)	Legierung	F	—
Cu	Kupfer	Metall	F/D	—
Ag	Silber	Metall	F/D	ISO 4521
CuAg	Kupfer-Silber	Legierung	F	—
Sn	Zinn	Metall	F	ISO 2093
SnZn	Zinn-Zink	Metall	F/P	—
P Korrosionsschutz (en: corrosion protection) F funktionale Eigenschaften (en: functional properties) D dekorative Eigenschaften (Farbe, Aussehen) (en: decorative properties) ^a Cadmium ist für viele Anwendungen eingeschränkt oder verboten (Cadmium wird vorwiegend noch vom Militär und von der Luft- und Raumfahrtindustrie verwendet).				

4.2 Aufbau grundlegender galvanischer Überzugssysteme

In Bild 1 sind die grundlegenden galvanisch aufgetragenen Überzugssysteme dargestellt.



Legende

- 1 nur Metallüberzug/Metallüberzüge
- 2 Metallüberzug/Metallüberzüge + Konversionsschicht
- 3 Metallüberzug/Metallüberzüge + Konversionsschicht + zusätzliches Schmiermittel
- 4 Metallüberzug/Metallüberzüge + Konversionsschicht + Versiegelung/Deckschicht
- 5 Metallüberzug/Metallüberzüge + Konversionsschicht + Versiegelung/Deckschicht + zusätzliches Schmiermittel

Bild 1 — Grundlegende galvanisch aufgetragene Überzugssysteme (schematisch)

Eine Konversionsschicht erhöht den Korrosionsschutz auf Zink-, Zinklegierungs- und Cadmiumüberzügen. Sie darf eine Passivierung (Chrom(VI)-frei) oder Chromatierung (Chrom(VI)-haltig) sein. Die Konversionsschicht kann außerdem eine bessere Haftfestigkeit für zusätzliche Schichten und/oder zusätzliche Farbe/Lack bieten.

Zur Erhöhung der Korrosionsbeständigkeit und zur Erzielung von anderen spezifischen Eigenschaften (z. B. Drehmoment/Vorspannkraft-Verhältnis, Chemikalienbeständigkeit, mechanische Festigkeit, Aussehen, Farbe, thermische Stabilität, erhöhter elektrischer Widerstand, UV-Beständigkeit) darf eine zusätzliche Versiegelung/Deckschicht (mit oder ohne integriertes Schmiermittel) gewählt werden. Die Wahl der Art einer Versiegelung oder Deckschicht sollte sich nach den gewünschten zusätzlichen Eigenschaften richten.

Zur Anpassung oder Veränderung des Drehmoment/Vorspannkraft-Verhältnisses darf ein zusätzliches Schmiermittel aufgebracht werden.

4.3 Überzugssysteme und Beschichtungsverfahren

Bei der Wahl eines Überzugsystems sollten der Typ und die Geometrie von Verbindungselementen und das zugehörige Beschichtungsverfahren (siehe Anhang A) sowie die Betrachtungen zur Wasserstoffversprödung (siehe Anhang B) berücksichtigt werden.

Der Galvanikprozess muss nach einer anerkannten Norm und/oder einer Festlegung durch Vereinbarung mit dem Kunden kontrolliert werden.

4.4 Interne (fertigungsbedingte) Wasserstoffversprödung

4.4.1 Allgemeines

Wenn bei Verbindungselementen die aufgeführten drei Bedingungen gleichzeitig vorliegen:

- hohe Zugfestigkeit oder Härte oder einsatzgehärtet und angelassen oder zu hoher Härte kaltverformt,
- Zugspannung und
- Aufnahme von Wasserstoff,

besteht das Risiko einer internen (fertigungsbedingten) Wasserstoffversprödung (IHE, en: internal hydrogen embrittlement).

Die Anfälligkeit für eine IHE wächst mit zunehmender Härte des Verbindungselementwerkstoffes. In Tabelle 2 sind geeignete Maßnahmen zur Vermeidung einer IHE bei vergüteten Verbindungselementen in Abhängigkeit von der Härte festgelegt. Für Verbindungselemente nach ISO 898-1, ISO 898-2 und ISO 898-3 gelten die Tabellen 3, 4 und 5.

Tabelle 2 — Maßnahmen hinsichtlich IHE bei vergüteten Verbindungselementen in Bezug auf die Härte

360 HV		390 HV
A	B	C
Keine ergänzende Prozessverifizierung oder Produktprüfung in Bezug auf IHE UND Kein Tempern notwendig	Ergänzende Prozessverifizierung und/oder Produktprüfung in Bezug auf IHE ODER Tempern (nach Wahl des Verbindungselementherstellers)	Ergänzende Prozessverifizierung und/oder Produktprüfung in Bezug auf IHE UND Tempern (Tempertemperatur und -dauer müssen festgelegt werden)
Siehe 4.4.2	Siehe 4.4.3 und B.6	Siehe 4.4.4 und B.6

4.4.2 Verbindungselemente mit einer Härte unter 360 HV

Beim Galvanisieren von Verbindungselementen mit einer festgelegten maximalen Härte unter 360 HV (**A** in den Tabellen 2, 3, 4 und 5) sind keine ergänzende Prozessverifizierung in Bezug auf IHE und kein Tempern notwendig.

4.4.3 Verbindungselemente mit einer Härte von mindestens 360 HV und bis zu 390 HV

Beim Galvanisieren von Verbindungselementen mit einer festgelegten maximalen Härte von mindestens 360 HV und bis einschließlich 390 HV (**B** in den Tabellen 2, 3, 4 und 5) und vorausgesetzt, eine ergänzende Prozessverifizierung und/oder Produktprüfung in Bezug auf IHE wurden durchgeführt, ist ein Tempern nicht erforderlich. Dem Käufer steht es jedoch frei, generell ein Tempern zu fordern.

Für Verbindungselemente in diesem festgelegten Härtebereich stellt Galvanisieren kein Risiko für IHE dar. Im Fall eines Versagens bei einer Produktprüfung kann nicht angenommen werden, dass Tempern dieser Teile das Versagen vermieden hätte: Die metallurgischen und physikalischen Eigenschaften des Verbindungselementwerkstoffes sollten auf Nichtkonformitäten untersucht werden. Siehe B.4 für weiterführende Informationen.

4.4.4 Verbindungselemente mit einer Härte über 390 HV

Beim Galvanisieren von Verbindungselementen mit einer festgelegten maximalen Härte über 390 HV (C in den Tabellen 2, 3 und 5) ist ein Tempern erforderlich; siehe B.4 für empfohlene Mindesttemperatursdauer und -dauer.

Die folgenden Ausnahmen gelten:

- Bei Verbindungselementen, die nach Auslegung oder nach Norm (z. B. Gewindestifte nach ISO 898-5) nicht unter Zugspannung stehen, ist ein Tempern nicht erforderlich (siehe B.2).
- Induktionsgehärtete Gewindeenden (z. B. bei gewindefurchenden Schrauben) dürfen nicht für die Bestimmung von Maßnahmen zur Vermeidung von IHE nach Tabelle 2 betrachtet werden, da sie üblicherweise keiner Zugspannung ausgesetzt werden, vorausgesetzt, dass das Gewindeende durch das Gegengewinde hindurchragt.

Bei alkalischen Zink-Nickel-Abscheidungen (und einem Nickelgehalt von 12 % bis 16 %) ist es möglich, ein Tempern aufgrund des geringen Risikos von IHE (siehe B.3) zu vermeiden. Die Entscheidung, ein Tempern nicht durchzuführen, muss auf Prüfungen (siehe B.6) basieren und zwischen dem Lieferanten und dem Käufer vereinbart werden.

ANMERKUNG Bei sauren Zink-Nickel-Abscheidungen haben Studien ähnliche Vorteile wie bei der alkalischen galvanischen Zink-Nickel-Abscheidung gezeigt, allerdings sind weitere Daten in Bezug auf ein Unterlassen des Temperns notwendig.

4.4.5 Verbindungselemente nach ISO 898-1, ISO 898-2 und ISO 898-3

Für Verbindungselemente nach ISO 898-1, ISO 898-2 und ISO 898-3 gelten die Tabellen 3, 4 und 5.

Tabelle 3 — Maßnahmen hinsichtlich IHE bei Verbindungselementen nach ISO 898-1

	Festigkeitsklasse		
Schrauben nach ISO 898-1	≤ 9.8	10.9	12.9 und <u>12.9</u>
Maßnahmen hinsichtlich IHE	A	B	C
	Keine ergänzende Prozessverifizierung oder Produktprüfung hinsichtlich IHE UND Kein Tempern notwendig	Ergänzende Prozessverifizierung und/oder Produktprüfung hinsichtlich IHE ODER Tempern	Ergänzende Prozessverifizierung und/oder Produktprüfung in Bezug auf IHE UND Tempern ^a
	—	Nach Wahl des Verbindungselementherstellers	Temperatursdauer und -dauer müssen festgelegt werden (siehe auch B.4)
	Siehe 4.4.2	Siehe 4.4.3 und B.6	Siehe 4.4.4 und B.6
^a Bei alkalischen Zink-Nickel-Abscheidungen (und einem Nickelgehalt von 12 % bis 16 %) muss die Entscheidung, ein Tempern nicht durchzuführen, auf Prüfungen (siehe B.6) basieren und zwischen dem Lieferanten und dem Käufer vereinbart werden.			

Tabelle 4 — Maßnahmen hinsichtlich IHE bei Muttern nach ISO 898-2

	Festigkeitsklasse	
Muttern nach ISO 898-2	≤ 12	
	Muttern mit einer festgelegten maximalen Härte < 360 HV	Muttern mit einer festgelegten maximalen Härte $\geq 360 \text{ HV}^a$
Maßnahmen hinsichtlich IHE	A	B
	Keine ergänzende Prozessverifizierung UND Kein Tempern notwendig	Ergänzende Prozessverifizierung hinsichtlich IHE ODER Tempern
	—	Nach Wahl des Verbindungselementherstellers
	Siehe 4.4.2	Siehe 4.4.3
^a Nur: — bei Sechskantmuttern (Typ 1) mit Feingewinde, Festigkeitsklasse 10, und — bei hohen Muttern (Typ 2) mit Feingewinde, Festigkeitsklasse 12 und Durchmesser über 16 mm.		

Tabelle 5 — Maßnahmen hinsichtlich IHE bei flachen Scheiben nach ISO 898-3

	Festigkeitsklasse		
Flache Scheiben nach ISO 898-3	$\leq 200\text{HV}$	300HV	380HV
Maßnahmen hinsichtlich IHE	A	B	C
	Keine ergänzende Prozessverifizierung UND Kein Tempern notwendig	Ergänzende Prozessverifizierung hinsichtlich IHE ODER Tempern	Ergänzende Prozessverifizierung hinsichtlich IHE UND Tempern ^a
	—	Nach Wahl des Verbindungselementherstellers	Tempertemperatur und -dauer müssen festgelegt werden (siehe auch B.4)
	Siehe 4.4.2	Siehe 4.4.3	Siehe 4.4.4
^a Bei alkalischen Zink-Nickel-Abscheidungen (und einem Nickelgehalt von 12 % bis 16 %) muss die Entscheidung, ein Tempern nicht durchzuführen, auf Prüfungen (siehe B.6) basieren und zwischen dem Lieferanten und dem Käufer vereinbart werden.			

4.4.6 Tempern und Prüfanforderungen bei einsatzgehärteten und angelassenen Schrauben

Zu einsatzgehärteten und angelassenen Verbindungselementen gehören Blechschrauben (siehe ISO 2702), gewindefurchende Schrauben für metallische Werkstoffe, Bohrschrauben (siehe ISO 10666) und Schrauben für weiche Werkstoffe (z. B. Kunststoff, Holz). Die Oberfläche dieser Schrauben ist üblicherweise absichtlich gehärtet, um ihre speziellen Funktionen zu erfüllen.

Die Anfälligkeit für IHE bei einsatzgehärteten und angelassenen Schrauben hängt nicht nur von der Kernhärte ab; siehe B.3.

Anforderungen an einsatzgehärtete und angelassene Verbindungselemente (mit Ausnahme von Blechschrauben und Schrauben für weiche Werkstoffe) sind in Tabelle 6 festgelegt.

Anforderungen an Blechschrauben und Schrauben für weiche Werkstoffe sind in Tabelle 7 festgelegt.

Die Prüfung hinsichtlich IHE bei einsatzgehärteten und angelassenen Schrauben mit einer Kernhärte über 370 HV (**C** in Tabelle 6) und für Blechschrauben über 390 HV (**C** in Tabelle 7) muss nach ISO 15330 oder ASME B18.6.3 durchgeführt werden.

Tabelle 6 — Maßnahmen hinsichtlich IHE bei einsatzgehärteten und angelassenen Schrauben (mit Ausnahme von Blechschrauben und Schrauben für weiche Werkstoffe)

	Kernhärte	
	$\leq 370 \text{ HV}$	$> 370 \text{ HV}$
Maßnahmen hinsichtlich IHE	B	C
	Ergänzende Prozessverifizierung hinsichtlich IHE	Ergänzende Prozessverifizierung hinsichtlich IHE
	UND	UND
	Produktprüfung und/oder Tempern	Tempern UND Produktprüfung für jedes Fertigungslos ^a
	Nach Wahl des Verbindungselementherstellers	Tempertemperatur und -dauer müssen festgelegt werden (siehe auch B.4)
^a Bei alkalischen Zink-Nickel-Abscheidungen (und einem Nickelgehalt von 12 % bis 16 %) muss die Produktprüfung als Bestandteil der Prozessüberwachung (nicht für jedes Fertigungslos vorgeschrieben) angesehen werden.		

Tabelle 7 — Maßnahmen hinsichtlich IHE bei Blechschrauben und Schrauben für weiche Werkstoffe

	Kernhärte	
	$\leq 390 \text{ HV}$	$> 390 \text{ HV}$
Maßnahmen hinsichtlich IHE	B	C
	Ergänzende Prozessverifizierung hinsichtlich IHE	Ergänzende Prozessverifizierung hinsichtlich IHE
	UND	UND
	Produktprüfung und/oder Tempern	Tempern UND Produktprüfung für jedes Fertigungslos ^a
	Nach Wahl des Verbindungselementherstellers	Tempertemperatur und -dauer müssen festgelegt werden (siehe auch B.4)
^a Bei alkalischen Zink-Nickel-Abscheidungen (und einem Nickelgehalt von 12 % bis 16 %) muss die Produktprüfung als Bestandteil der Prozessüberwachung (nicht für jedes Fertigungslos vorgeschrieben) angesehen werden.		

4.4.7 Kaltverformte Verbindungselemente

Für Verbindungselemente, die zu hoher Härte kaltverformt wurden, was zu Zugeigenspannungen führt, und bei denen keine Vergütung beabsichtigt ist, siehe B.5.

Tabelle 3 für Verbindungselemente mit metrischem ISO-Gewinde gilt unabhängig vom Gewindewalzen vor oder nach der Wärmebehandlung: Eine örtliche Zunahme der Oberflächenhärte durch Kaltverformung hat keine negative Auswirkung auf die Anfälligkeit gegenüber IHE.

4.4.8 Verbindungselemente mit bainitischem Gefüge

Verbindungselemente mit bainitischem Gefüge werden in 4.4 nicht behandelt. Eine schriftliche Vereinbarung zwischen dem Lieferanten und dem Käufer hinsichtlich IHE ist erforderlich.

4.5 Tempern

Wenn ein Tempern durchgeführt wird, müssen die Temperbedingungen, einschließlich Temperatur und Dauer, auf den Werkstoffeigenschaften der Verbindungselemente, dem Galvanikprozess und dem Beschichtungsstoff basieren. Für detailliertere Hinweise/Empfehlungen siehe B.4.

Das Tempern wird üblicherweise vor dem Aufbringen einer Konversionsschicht und/oder vor dem Aufbringen einer zusätzlichen Versiegelung/Deckschicht durchgeführt. Bei Passivierungen (mit oder ohne Versiegelung) und in Abhängigkeit von der Tempertemperatur kann ein Tempern im passivierten und/oder versiegelten Zustand unter der Voraussetzung geeignet sein, dass die Korrosionsbeständigkeit nicht beeinträchtigt wird.

ANMERKUNG Mit entsprechender Sorgfalt werden viele Verbindungselemente aus Stahl ohne Tempern galvanisiert, indem die Prozessbedingungen und die Beschichtungsstoffe auf die Anfälligkeit gegenüber Wasserstoffversprödung des Verbindungselementwerkstoffes abgestimmt und geeignete Verfahren zur Prozessüberwachung angewendet werden. Die Verfahren nach DIN 50969-2 oder ASTM F1940 sind anerkannte Untersuchungsverfahren zur Prozessüberwachung, um das Risiko von IHE zu minimieren. Diese oder weitere vergleichbare Prüfverfahren können als Grundlage für die Festlegung von Temperanforderungen in einem kontrollierten Prozess angewendet werden.

Die Vermeidung des Risikos von IHE hängt nicht nur vom Tempern ab (siehe 4.4 und Anhang B).

5 Korrosionsschutz und Prüfung

5.1 Allgemeines

Der Korrosionsschutz eines galvanisch aufgetragenen Überzugsystems hängt in hohem Maße von der Dicke des Metallüberzuges/der Metallüberzüge ab. Konversionsschichten und/oder Versiegelungen/Deckschichten auf Zink-, Zink-Eisen-, Zink-Nickel und Cadmiumüberzügen bieten Schutz gegenüber Überzugskorrosion (Bildung von Weißrost) und bieten somit zusätzlichen Schutz gegenüber Grundmetallkorrosion.

Überzüge aus Zink, Zinklegierungen und Cadmium sind weniger elektropositiv als das Grundmetall aus Stahl, was die Voraussetzung ist, um kathodischen Schutz zu bieten. Im Gegensatz dazu können Metalle, die stärker elektropositiv als das Grundmetall sind (z. B. Nickel, Kupfer, Silber), keinen kathodischen Schutz bieten, was die Korrosion des Verbindungselements intensivieren kann, wenn der Überzug beschädigt oder löchrig ist.

Die Häufigkeit und Dauer der Benetzung und die Betriebstemperaturen, Kontakt mit korrosiven Chemikalien und Kontakt mit anderen Metallen und Werkstoffen (galvanische Korrosion/Kontaktkorrosion) können die Schutzleistung der Überzüge beeinflussen.