

Schutz von Eisen- und Stahlkonstruktionen vor Korrosion

Zink- und Aluminiumüberzüge

Leitfäden (ISO 14713 : 1999)

Deutsche Fassung EN ISO 14713 : 1999

DIN**EN ISO 14713**

ICS 25.220.40; 91.080.10

Protection against corrosion of iron and steel in structures —

Zinc and aluminium coatings —

Guidelines (ISO 14713 : 1999);

German version EN ISO 14713 : 1999

Protection contre la corrosion du fer et d'acier dans les constructions —

Revêtements du zinc et d'aluminium —

Lignes directrices (ISO 14713 : 1999);

Version allemande EN ISO 14713 : 1999

Die Europäische Norm EN ISO 14713 : 1999 hat den Status einer Deutschen Norm.**Nationales Vorwort**

Diese Internationale Norm wurde im Komitee ISO/TC 107/SC 4 erarbeitet, im Europäischen Komitee CEN/TC 262/SC 1 überarbeitet und im Rahmen der parallelen Umfrage nach Unterabschnitt 5.1 der Wiener Vereinbarung in ISO und CEN angenommen.

Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitsausschuß NMP 175 „Schmelztauchüberzüge“ des Normenausschusses Materialprüfung (NMP) verantwortlich.

Deutschland hat im Rahmen der o. a. parallelen Abstimmung diese Norm aus folgenden Gründen abgelehnt:

- Die Norm läßt Festlegungen sowie Definitionen anderer Normen unberücksichtigt bzw. trifft andere Festlegungen.
- Die Festlegungen im Abschnitt 6, insbesondere zur Korrosion in Böden und Wässern, sind oberflächlich und für die praktische Anwendung nicht hinreichend geeignet.
- Der Norm-Inhalt bezieht sich im Gegensatz zum Titel (Zink- und Aluminiumüberzüge) fast ausschließlich auf Zinküberzüge.
- Die umfangreiche Tabelle 2 erweckt den Eindruck einer sehr breiten Anwendbarkeit, bietet jedoch dem Planer kaum brauchbare Informationen.

Aus der Sicht des Arbeitsausschusses NMP 175 werden den Anwender der Norm folgende Hinweise gegeben:

- Die Ausführungen zum Abschnitt 7 „Planung von Korrosionsschutzsystemen“ liefern wichtige Grundsatzinformationen.
- Die Ausführungen zu Korrosivitätskategorien und zur Schutzdauer von Zinküberzügen fassen neue wissenschaftliche Erkenntnisse zusammen und ersetzen damit anderslautende Fachpublikationen.
- Der Anhang A „Feuerverzinkungsgerechte Gestaltung“ liefert anschauliche Beispiele und macht detaillierte Aufstellungen zu einer Vielzahl von konstruktiven Fragen. Die dargestellten Lösungsvorschläge sind nützlich.
- Der Anhang B „Gestaltung von Stahlteilen für das thermische Spritzen“ ist zwar lückenhaft, bietet aber trotzdem wichtige Grundinformationen.
- Für die im Abschnitt 2 zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 1461 siehe DIN EN ISO 1461

ISO 2063 siehe DIN EN 22063

ISO 2064 siehe DIN EN ISO 2064

ISO 12944-5 siehe DIN EN ISO 12944-5

Fortsetzung Seite 2
und 28 Seiten EN

Normenausschuß Materialprüfung (NMP) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturangaben

DIN EN ISO 1461

Durch Feuerverzinken auf Stahl aufgebrachte Zinküberzüge (Stückverzinken) — Anforderungen und Prüfungen (ISO 1461 : 1999); Deutsche Fassung EN ISO 1461 : 1999

DIN EN 22063

Metallische und andere anorganische Schichten — Thermisches Spritzen — Zink, Aluminium und ihre Legierungen (ISO 2063 : 1991); Deutsche Fassung EN 22063 : 1993

DIN EN ISO 2064

Metallische und andere anorganische Schichten — Definitionen und Festlegungen, die die Messung der Schichtdicke betreffen (ISO 2064 : 1980); Deutsche Fassung EN ISO 2064 : 1994

DIN EN ISO 12944-5

Beschichtungsstoffe — Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme — Teil 5: Beschichtungssysteme (ISO 12944-5 : 1998); Deutsche Fassung EN ISO 12944-5 : 1998

ICS 25.220.40; 91.080.10

Deskriptoren:

Deutsche Fassung

Schutz von Eisen- und Stahlkonstruktionen vor Korrosion

Zink- und Aluminiumüberzüge

Leitfäden (ISO 14713 : 1999)

Protection against corrosion of iron and steel in structures — Zinc and aluminium coatings — Guidelines (ISO 14713 : 1999)

Protection contre la corrosion du fer et d'acier dans les constructions — Revêtements du zinc et d'aluminium — Lignes directrices (ISO 14713 : 1999)

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 20. November 1998 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 Zentralsekretariat 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 Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation

Zentralsekretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
1 Anwendungsbereich	2
2 Normative Verweisungen	2
3 Begriffe	3
4 Werkstoffe	3
5 Auswahl von Zink- oder Aluminiumüberzügen	3
6 Korrosion unter verschiedenen Umweltbedingungen	4
7 Planung von Korrosionsschutzsystemen	5
Anhang A (informativ) Feuerverzinkungsgerechte Gestaltung	15
Anhang B (informativ) Gestaltung von Eisen- und Stahlteilen für das thermische Spritzen	23
Anhang C (informativ) Literaturhinweise	27
Anhang ZA (normativ) Nachweis von internationalen Veröffentlichungen mit ihren relevanten europäischen Bezügen	28

Vorwort

Der Text dieser Europäischen Norm wurde erarbeitet vom Technischen Komitee CEN/TC 262 „Metallische und andere anorganische Überzüge“, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird, in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee ISO/TC 107 „Metallic and other inorganic coatings“.

Diese Europäische Norm muß den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis August 1999, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis August 1999 zurückgezogen werden.

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

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

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm beinhaltet einen Leitfaden bezüglich des Korrosionsschutzes von Eisen- und Stahlkonstruktionen einschließlich ihrer Verbindungsmittel durch Zink- oder Aluminiumüberzüge. Die Norm behandelt u.a. das Feuerverzinken und das thermische Spritzen von warm- bzw. kaltgewalztem Stahl, ebenso können diese Empfehlungen für andere Arten von Zinküberzügen Anwendung finden (elektrolytische Verzinkung, mechanisches Plattieren, Sherardisieren usw.). Der Erstschutz gliedert sich in

- verfügbare genormte Schutzverfahren;
- konstruktive Gesichtspunkte und
- das Anwendungsumfeld.

Dieser Leitfaden erfaßt ebenso den Einfluß des Erstschutzes durch Aluminium- oder Zinküberzüge auf nachfolgende Beschichtungssysteme oder Pulverbeschichtungen.

Dieser Leitfaden gibt allgemeine Empfehlungen und behandelt nicht die Instandsetzung von Beschichtungssystemen für Zink- oder Aluminiumüberzüge. Die Instandsetzung des Beschichtungssystems wird in einem separaten Dokument behandelt (siehe ISO 12944-5).

Spezifische Anforderungen für jeden Typ von Metallüberzügen werden in separaten Normen behandelt. Anforderungen an Metallüberzüge, die werksseitig auf Produkte aufgebracht werden und dadurch ihr integraler Bestandteil sind (z. B. Nägel, Befestigungselemente, duktile Eisenrohre), werden in den jeweiligen Produktnormen behandelt.

2 Normative Verweisungen

Diese Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

EN 10142

Kontinuierlich feuerverzinktes Blech und Band aus weichen Stählen zum Kaltumformen — Technische Lieferbedingungen

EN 10147

Kontinuierlich feuerverzinktes Blech und Band aus Baustählen — Technische Lieferbedingungen

EN 10240

Innere und/oder äußere Schutzüberzüge für Stahlrohre — Festlegungen für durch Schmelztauchverzinken in automatischen Anlagen hergestellte Überzüge

ISO 1461 : 1999

Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles — Specification and test methods

ISO 2063

Metallic and other inorganic coatings — Thermal spraying — Zinc, aluminium and their alloys

- ISO 2064
Metallic and other inorganic coatings — Definitions and conventions concerning the measurement of thickness
- ISO 2081
Metallic coatings — Electroplated coatings of zinc on iron or steel
- ISO 4998
Continuous hot-dip zinc-coated carbon steel sheet of structural quality
- ISO 9223
Corrosion of metals and alloys — Corrosivity of atmospheres — Classification
- ISO 12944-5
Paints and varnishes — Corrosion protection of steel structures by protective paint systems — Part 5: Protective

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Begriffe, die zusammen mit anderen Begriffen aus ISO 1461, ISO 2063 und ISO 2064 gelten.

3.1 atmosphärische Korrosion: Korrosion unter Einfluß der Erdatmosphäre bei Umgebungstemperaturen zwischen -55°C und $+60^{\circ}\text{C}$

3.2 erhöhte Temperaturen: Temperaturen zwischen $+60^{\circ}\text{C}$ und $+150^{\circ}\text{C}$

3.3 außergewöhnliche Belastungen: Sonderbelastungen, welche die Korrosionsbelastung beträchtlich verstärken und so die Anforderungen an das Korrosionsschutzsystem erhöhen

3.4 Schutzdauer bis zur ersten Instandsetzung: Zeitintervall zwischen der Herstellung eines ersten Überzuges und seiner ersten Instandsetzung, um den Schutz des Grundwerkstoffes sicherzustellen

4 Werkstoffe

4.1 Eisen und Stahl-Grundwerkstoffe

Stahl kann warm- oder kaltgewalzt werden. Warmwalzen wird angewendet, um typische Stahlprofile, wie z. B. I oder H-Profile, zu erzeugen. Manche kleineren Konstruktionsteile, wie Gitterträger, Fassadenschienen und Fassadenelemente, werden kaltgeformt.

Stahl ist eine Verbindung von Eisen und Kohlenstoff mit weiteren Legierungselementen, die im Hinblick auf die gewünschten Eigenschaften und Verfahrenstechniken zugegeben werden. Die metallurgischen und chemischen Eigenschaften des Stahls sind im Hinblick auf thermisch gespritzte Überzüge ohne Bedeutung. Beim Feuerverzinken hingegen wird die Reaktivität des Stahls von seiner chemischen Zusammensetzung beeinflusst, insbesondere durch seinen Silicium- und Phosphorgehalt (siehe ISO 1461 : 1999, Anhang C).

Eisen-Gußwerkstoffe haben unterschiedliche metallurgische Gefüge und chemische Zusammensetzungen. Dieses ist für thermisch gespritzte Überzüge ohne Bedeutung, jedoch sind im Hinblick auf das Feuerverzinken einige zusätzliche Angaben erforderlich:

- Grauguß hat einen Kohlenstoffgehalt von mehr als 2%, der überwiegend in lamellarer Form vorliegt.

- Gußeisen mit Kugelgraphit: ähnlich dem üblichen Grauguß, jedoch mit Graphitausscheidungen, die in kugelförmiger Form vorliegen, was durch die Begleitelemente Magnesium und Cer bewirkt wird.
- Temperguß (schwarz, weiß oder perlitisch): Zähigkeit und Bearbeitbarkeit wird durch eine Wärmebehandlung erreicht und nicht vornehmlich durch Graphit.

Übliches Beizen in Salzsäure entfernt nicht Formsand- oder Graphitrückstände von der Oberfläche der Gußteile. Hierzu ist das Strahlen der Teile mit Strahlmitteln erforderlich. Die Oberflächenvorbereitung komplexer Teile kann auch in Betrieben durchgeführt werden, die über eine Beize auf der Basis von Salzsäure-/Flußsäure-Gemischen verfügen.

Beim Entwurf von Gußteilen, die feuerverzinkt werden sollen, sollte eine große Sorgfalt aufgewendet werden. Kleine Gußteile mit einem einfachen Aufbau und kräftigen Wanddicken bereiten erfahrungsgemäß keine Probleme, vorausgesetzt, daß die chemische Zusammensetzung des Werkstoffes und der Oberflächenzustand akzeptabel sind. Größere Gußteile sollten mit möglichst gleichen Wanddicken gestaltet sein, um Verzug und Rißbildung durch die thermischen Einwirkungen auszuschließen. Möglichst große Bauteilradien und eingegossene Kennzeichnungen sollten bevorzugt und scharfe Ecken und große Vertiefungen vermieden werden.

Die große Oberflächenrauheit, die typisch ist für Gußteile, kann eine größere Dicke des Zinküberzuges zur Folge haben, als dies bei gewalzten Stahlteilen der Fall ist.

4.2 Nichteisen-(NE-)Metalle als Überzüge

Metallische Überzüge sind eine effektive Methode, um die Korrosion von Eisenwerkstoffen zu verzögern oder zu verhindern. Zink und Aluminium sowie ihre Legierungen untereinander oder mit Eisen stellen die gebräuchlichste Art dar. Als Feuerverzinken oder thermisches Spritzen liefern sie Metallüberzüge mit zweifacher Schutzwirkung, da sie den Stahl durch ihre Barrierewirkung und durch kathodische Wirkung schützen.

Der Korrosionsangriff auf Zink und Aluminium sowie deren Legierungen hängt ab von der Zeitspanne, während derer sie Feuchtigkeit und Oberflächenverunreinigung ausgesetzt sind; die Korrosionsraten sind jedoch deutlich niedriger als bei Stahl und verringern sich oft auch im Laufe der Zeit. Die relative Bedeutung von verschiedenen Verunreinigungen ist ebenfalls verschieden.

Diese Nichteisen-Überzüge bedürfen keiner Wartung, wenn der gesamte Korrosionsabtrag der Korrosionsschutzschicht und der darunter liegenden Eisen- oder Stahlteile so gering ist, daß er die Gebrauchstauglichkeit des Bauteils während seiner vorgegebenen Gebrauchsdauer nicht herabsetzt. Falls eine größere Gesamt-Schutzdauer verlangt wird, sollte auf den Metallüberzug ein zusätzliches Beschichtungssystem aufgebracht werden, entweder gleich zu Beginn oder später, jedoch so frühzeitig, daß der Metallüberzug noch vorhanden ist.

5 Auswahl von Zink- oder Aluminiumüberzügen

Zink- und Aluminiumüberzüge sind im Hinblick auf folgende Gesichtspunkte auszuwählen:

- a) die allgemeinen Umgebungsbedingungen, welchen der Metallüberzug standzuhalten hat (siehe Abschnitt 6 und Tabelle 1);
- b) örtliche Abweichungen von den Umgebungsbedingungen, einschließlich vorhersehbarer zukünftiger Veränderungen und jeglicher Sonderbelastungen;

- c) die geforderte Zeitspanne bis zur ersten Instandsetzung des Metallüberzuges (siehe Tabelle 2 unter den jeweils zutreffenden Umgebungsbedingungen);
- d) die Notwendigkeit zusätzlicher Maßnahmen;
- e) die Notwendigkeit eines zusätzlichen Beschichtungssystems, entweder gleich zu Beginn oder zu einem späteren Zeitpunkt, sobald der Metallüberzug das Ende seiner Schutzdauer erreicht hat und einer ersten Instandsetzung bedarf, um die Instandhaltungskosten zu minimieren;
- f) die Verfügbarkeit und die Kosten.
- g) Wenn die Zeitspanne bis zur ersten Instandsetzung des Überzuges geringer ist als die für das Bauteil geforderte Lebensdauer, ist auch der Aufwand für Instandsetzung und Stillstandszeit ein Gesichtspunkt.

Die Vorgehensweise für die Anwendung des ausgewählten Korrosionsschutzsystems sollte zwischen dem Stahlverarbeiter und dem Anwender des Korrosionsschutzsystems abgestimmt werden.

ANMERKUNG 1: Ergänzende Informationen können in Produktnormen gegeben werden.

ANMERKUNG 2: Zink-Aluminium-Überzüge, sowohl für das Schmelztauchen (z. B. bei Band und Draht) als auch für das thermische Spritzen, sind in einigen Ländern und für einige Bauteile verfügbar. Sie sind jedoch nicht allgemein verfügbar und daher — ebenso wie andere Legierungs-Überzüge — in Tabelle 2 nicht aufgeführt.

6 Korrosion unter verschiedenen Umweltbedingungen

6.1 Atmosphärische Korrosion

Tabelle 1 zeigt die Hauptgruppen der Umgebungsbedingungen (entsprechend ISO 9223). In der normalen Atmosphäre ist, falls sich die relative Luftfeuchte unter 60 % bewegt, die Korrosionsrate von Stahl üblicherweise unbedeutend, z. B. innerhalb von Gebäuden. Metallüberzüge mit oder ohne Beschichtung können jedoch aus optischen oder hygienischen Gründen erwünscht sein (z. B. in Lebensmittel-Betrieben). Wenn die relative Luftfeuchte höher als 60 % ist, wenn Feuchte vorhanden ist, ungünstige Einsatzbedingungen vorliegen oder eine häufige Kondensatbildung vorkommt, tritt bei Stahl — ebenso wie bei den meisten anderen Metallen — eine verstärkte Korrosion auf. Rückstände auf der Oberfläche, insbesondere Chloride und Sulfate, beschleunigen den Angriff. Substanzen, die sich auf der Oberfläche von Stahl ablagern, erhöhen die Korrosion, wenn sie Feuchte absorbieren können oder in Lösung gehen können. Die Temperatur beeinflusst die Korrosionsrate von ungeschütztem Stahl, und Temperaturschwankungen haben einen größeren Einfluß als die Höhe der Durchschnittstemperatur.

Die allgemeinen Umgebungsbedingungen sind am besten durch Messungen zu bestimmen (z. B. relative Luftfeuchte, Temperatur, Sulfat- und Chlorid-Ablagerungsraten), aber solche Werte sind häufig nicht verfügbar. Deshalb wurde bei den qualitativen Beschreibungen in Tabelle 1 und Bild 1 von den jüngsten Daten der UN und anderen weltweiten Studien ausgegangen. Die zugrundeliegende Tendenz für das Korrosionsverhalten ist in verschiedenen Ländern oder Landesteilen ziemlich unterschiedlich, beispielsweise wird eine „industrielle“ Atmosphäre in Skandinavien oder in Spanien eine geringere Korrosion bewirken als eine „industrielle“ Atmosphäre in Großbritannien. Die Korrosionsrate von Zink und Zinklegierungen hat sich in den vergangenen 30 Jahren erheblich reduziert, und man geht davon aus, daß

diese Reduzierung sich im Zusammenwirken mit der Reduzierung der Luftverunreinigungen ebenfalls fortsetzt. Deshalb sollte die Kategorie der Umgebungsbedingungen auf der Grundlage des bekannten Einflusses von Sulfat- oder Chloridgehalten gewählt werden: der Schwefeldioxidgehalt hat die größte Bedeutung für Zink; in ansonsten ähnlichen Atmosphären steigt die Korrosionsrate von Zink linear mit der Zunahme der Schwefeldioxidkonzentration.

Die örtlichen Umgebungsbedingungen, d. h., die Bedingungen in unmittelbarer Umgebung des jeweiligen Bauobjektes, sind ebenfalls von grundlegender Bedeutung, weil sie eine exaktere Beurteilung der voraussichtlichen Korrosionsbedingungen erlauben als eine Betrachtung der allgemeinen Umgebungsbedingungen allein. Die örtlichen Umgebungsbedingungen sind allerdings in der Planungsphase eines Projektes oftmals nicht hinreichend bekannt. Dennoch scheint jede Anstrengung gerechtfertigt, die örtlichen Umgebungsbedingungen exakt zu bestimmen, weil sie einen wesentlichen Faktor in der gesamten Korrosionsbelastung darstellen, gegen welche ein Korrosionsschutz erforderlich ist. Ein Beispiel für derartige örtliche Umgebungsbedingungen ist die Unterseite von Brücken (insbesondere solchen über Gewässern).

Die Korrosion von Stahltragwerken und Stahlteilen im Inneren von Gebäuden ist abhängig von den Umgebungsbedingungen im Gebäude selbst; sie ist jedoch unbedeutend in üblicher Gebäudeatmosphäre, also trockener und beheizter Luft. Stahlteile in den Außenwänden von Gebäuden werden durch den Aufbau der Wandelemente beeinflusst, d. h., von der Außenhülle strikt getrennte Stahlteile sind weniger korrosionsgefährdet als Teile in direktem Kontakt mit der Außenhülle oder darin eingebettete Teile. Bei Gebäuden, in denen industrielle Prozesse, chemische Umsetzungen, feuchte oder kontaminierte Abläufe stattfinden, ist besondere Aufmerksamkeit geboten. Nur teilweise umbaute Stahlkonstruktionen, wie Feldscheunen oder Flugzeughallen, sollten wie freistehende Tragwerke behandelt werden.

6.2 Korrosion in Böden

Die Korrosion im Erdboden ist abhängig von dessen Gehalt an Mineralien, seiner Art und chemischen Zusammensetzung, den organischen Bestandteilen, dem Wasser- und Sauerstoffgehalt (aerobe und anaerobe Korrosion). Die Korrosion ist üblicherweise in gestörten Böden größer als in unberührten.

Kalk- und sandhaltige Böden (sofern chloridfrei) führen im allgemeinen zur geringsten Korrosion, während Ton- und Tonmergelböden bis zu einem begrenzten Grade zu Korrosion führen. In Moor- und Torfböden ist das Korrosionsverhalten vom Säuregehalt abhängig.

Wo ausgedehnte Stahlkonstruktionen — wie Pipelines, Tunnels und Tankanlagen — unterschiedliche Bodentypen durchlaufen, kann sich der Korrosionsangriff (Lochfraß) an einzelnen Stellen (anodischen Flächen) verstärken, wie durch die Bildung unterschiedlicher „Belüftungselemente“. In einigen Anwendungsfällen, beispielsweise bei „Bewehrter Erde“, wird eine kontrollierte Hinterfüllung in Verbindung mit einem Metallüberzug für die Bewehrung verwendet.

Korrosionselemente können sich auch an den Grenzflächen Boden/Luft und Boden/Grundwasserspiegel bilden, welche den Korrosionsangriff möglicherweise verstärken; diese Stellen müssen besondere Berücksichtigung finden. Umgekehrt kann die Anwendung eines „kathodischen Schutzes“ für Konstruktionen im Boden (oder im Wasser) die Anforderungen an den Schutzüberzug verändern und die Haltbarkeit verlängern. Hierzu sollte der Rat eines Fachmannes eingeholt werden.

Die Einflußfaktoren für den Korrosionsangriff im Boden sind so vielgestaltig, daß sie es unmöglich machen, sich auf einfache Anleitungsvorschriften nach Tabelle 2 zu beschränken.

6.3 Korrosion in Wässern

Die Wasserart — weiches oder hartes Süßwasser (Leitungswasser), Brackwasser oder Salzwasser hat einen erheblichen Einfluß auf die Korrosion von Stahl im Wasser und die entsprechende Auswahl von schützenden Metallüberzügen. Bei Zinküberzügen wird der Korrosionsangriff zunächst einmal von der chemischen Zusammensetzung des Wassers beeinflusst, wobei aber Temperatur, Druck, Durchflußmenge, Bewegung sowie das Vorhandensein von Sauerstoff ebenfalls von Bedeutung sind. Beispielsweise sollte Zink nicht in heißem, weichen Wasser verwendet werden; starker Korrosionsangriff auf Zink erfolgt ebenfalls durch Kondensat, vornehmlich zwischen 55 °C und 80 °C (z. B. in Saunananlagen). Andererseits kann eine Deckschichtbildung bei allen Temperaturen vorkommen; unterhalb von etwa 60 °C kann Zink einen kathodischen Schutz bewirken. Die Schutzdauer von Zinküberzügen in kaltem, harten Wasser ist üblicherweise höher, als in weichen Wässern (mit „Ryznars oder Langeliers Index“ läßt sich berechnen, ob das Wasser weich oder hart ist). Die Wahl zwischen Aluminium und Zink ist oftmals abhängig vom vorhandenen pH-Wert: Aluminium wird bei pH-Werten < 5 oder 6; Zink hingegen bei pH-Werten > 5 oder 6 verwendet (in Abhängigkeit von weiteren Faktoren). Weil die Zusammensetzung von nicht salzhaltigen Wässern stark variieren kann, sollte man vorhandene Erfahrungen nutzen oder den Rat von Fachleuten einholen. Für den Einsatz bei heißem Wasser sollte man immer den Ratschlag eines Spezialisten suchen (siehe z. B. DIN 50930-3 : 1991). Überzüge, welche für Bauteile oder für Konstruktionen im Trinkwasserbereich verwendet werden (einschließlich Rohrleitungen, Verbindungsstücke, Behälter und Tankdeckel) sollten nicht toxisch sein und sollten weder Geschmack noch Geruch, Farbe oder Trübung auf das Wasser übertragen; sie sollten einen mikrobiologischen Angriff nicht fördern. Bei Behältern, bei denen ein zusätzlicher Schutz des Zinküberzuges notwendig ist, sollte eine geeignete hochwertige Beschichtung in ausreichender Schichtdicke aufgebracht werden.

Zonen mit wechselndem Wasserspiegel (z. B. in Gebieten, wo der Wasserspiegel aufgrund naturgesetzlicher Bewegungen wechselt — beispielsweise durch Gezeiten — oder durch künstliche Veränderungen des Wasserspiegels in Schleusen oder Staubecken) oder Spritzwasserbereiche sollte besonders aufmerksam betrachtet werden, da zusätzlich zum Wasserangriff atmosphärischer Angriff und Abrieb auftreten können.

Die Vielzahl der Einflußgrößen, welche eine Korrosion in Frischwasser beeinflussen, machen es unmöglich, sich auf einfache Anleitungsvorschriften in Tabelle 2 zu beschränken. Einige Richtwerte für Seewasser bzw. Salzwasser sind in Tabelle 2 g) zu finden; doch sei betont, daß in allen Fällen der Korrosionsbelastung durch Wässer der Rat von Fachleuten eingeholt werden sollte, damit alle Unwägbarkeiten berücksichtigt werden.

6.4 Sonderbelastungen

6.4.1 Allgemeines

Wegen der Vielfalt außergewöhnlicher Belastungen werden nur ein paar Beispiele/Sonderfälle unter 6.4.2 bis 6.4.4 behandelt; sie sind in Tabelle 2 nicht berücksichtigt.

6.4.2 Chemischer Angriff

Die Korrosion wird örtlich verstärkt durch Verunreinigungen aus Industrieprozessen, vornehmlich durch Säuren

im Falle von Zinküberzügen und Basen bei Aluminiumüberzügen.

Viele organische Lösemittel haben nur geringe Wirkung auf Nichteisen-Metalle, jedoch sollte man für jede Chemikalie einen speziellen Ratschlag einholen.

6.4.3 Abrieb

Natürliche mechanische Belastungen können in Gewässern durch Anschwemmen von Steinen, Abrieb durch Sand, anprallende Wellen und anderes ausgelöst werden. Teilchen, welche durch Wind herangeführt werden (beispielsweise Sand), können ebenfalls den Korrosionsangriff verstärken.

Nichteisen-Metallüberzüge haben eine deutlich höhere Abriebfestigkeit (um den Faktor 10 und mehr) als die meisten konventionellen Beschichtungssysteme. Die Eisen-Zink-Legierungen sind besonders abriebfest.

Begangene oder befahrene oder sich aneinander reibende Flächen unterliegen zuweilen starkem Abrieb. Flächen unter grobkörnigem Kies sind einer starken Belastung durch Aufprall und Abrieb ausgesetzt. Die ausgezeichnete Haftung zwischen Metallüberzügen und Stahl (dies gilt besonders beim Feuerverzinken und beim Sherardisieren, da es sich um Legierungsbindungen handelt) hilft, solche Einflüsse zu begrenzen.

6.4.4 Belastungen durch erhöhte und hohe Temperaturen

Alle beschriebenen Metallüberzüge sind üblicherweise auch bei erhöhten Temperaturen einsetzbar. Spezielle Ratschläge sollte man jedoch bei jeder organischen Beschichtung einholen.

Temperaturen über +200 °C werden in dieser Internationalen/Europäischen Norm nicht berücksichtigt. Temperaturen zwischen +200 °C und +500 °C kommen nur unter recht speziellen Bedingungen beim Bau und Betrieb vor, wie beispielsweise bei Stahlschornsteinen/-kaminen, Flüssiggasleitungen, Gas-Hauptabnahmeleitungen in Kokereien. Für derartig exponierte Oberflächenüberzüge muß man einen Fachmann zu Rate ziehen.

7 Planung von Korrosionsschutzsystemen

7.1 Allgemeine Grundsätze

Konstruktion und Fertigung beeinflussen die Auswahl des Korrosionsschutzsystems. Es kann zweckmäßig und wirtschaftlich sein, den konstruktiven Entwurf und die Gestaltung derart abzuändern, daß das jeweils gewählte oder bevorzugte Schutzsystem die größtmögliche Wirkung entfalten kann. Die folgenden Gesichtspunkte sind unbedingt zu beachten:

- für sichere und einfache Zugänglichkeit im Zuge der Instandsetzung ist zu sorgen;
- Taschen, Rücksprünge und Vertiefungen, in welchen sich Wasser und Schmutz sammeln können, sind zu vermeiden; eine äußere Form mit glatten Konturen erleichtert das Aufbringen eines Korrosionsschutzsystems und hilft dadurch, den Korrosionswiderstand zu verbessern; korrosionsfördernde Chemikalien sind von Konstruktionsteilen abzuleiten, beispielsweise durch Drainagerohre, um Tausalzlösungen abzuführen;
- Flächen, welche nach der Montage unzugänglich sind, sollte man mit einem Korrosionsschutzsystem schützen, das die geforderte Standzeit der Konstruktion überdauert;
- wenn Kontaktkorrosion zwischen zwei verschiedenen Metallen möglich ist, sollten stets zusätzliche Schutzmaßnahmen ins Auge gefaßt werden (siehe beispielsweise PD 6484 von British Standards Institution);

- e) wo der geschützte Stahl möglicherweise mit anderen Bau- und Werkstoffen in Berührung kommt, ist den Kontaktflächen besondere Aufmerksamkeit zu widmen, das heißt, Beschichtungen und Trennfolien sind gegebenenfalls einzuplanen;
- f) Feuerverzinken, Sherardisieren, mechanisches Plattieren oder Elektroplattieren läßt sich nur in entsprechenden Betrieben durchführen; thermisches Spritzen läßt sich sowohl in Betrieben als auch auf der Baustelle durchführen. Wenn ein Beschichtungssystem auf einen Metallüberzug aufgebracht werden soll, so kann man die Ausführung wesentlich leichter im Betrieb überwachen. Wenn jedoch die Wahrscheinlichkeit eines beträchtlichen Schadens während des Transports oder der Montage nicht auszuschließen ist, ist die letzte Deckbeschichtung auf der Baustelle aufzubringen.
Wenn das gesamte Beschichtungssystem auf der Baustelle aufgebracht wird, sollte klargestellt sein, wie erforderlichenfalls Instandsetzungsarbeiten am Überzug durchzuführen sind, nachdem die Konstruktion montiert ist.
- g) Biegen und andere Arten der Ver- und Bearbeitung sollten vor dem Feuerverzinken (nach ISO 1461) oder dem thermischen Spritzen (nach ISO 2063) durchgeführt werden.
- h) Markierungen auf den Teilen sind so anzubringen, daß sie nach dem Aufbringen der Überzüge noch zu erkennen sind.
- i) Es ist Vorsorge zu treffen, um Verzug während der Behandlung zu minimieren.

7.2 Gestaltung

Die Anforderungen an die Gestaltung bei Teilen, die feuerverzinkt oder thermisch gespritzt werden sollen, sind verschieden. Anhang A gibt praktische Hinweise zum feuerverzinkungsgerechten Konstruieren und Anhang B zu thermisch gespritzten Überzügen. Diese ergänzen die allgemeinen Regeln zur Gestaltung von Stahlbauten.

Der Entwurf sollte bereits frühzeitig mit einem Feuerverzinker abgestimmt werden, mit dem Ziel, fertigungsbedingte Spannungen zu reduzieren oder, wo möglich, auszugleichen. Spannungsspitzen im Grundwerkstoff können beim Feuerverzinken abgebaut werden, dieses kann Verformungen des Verzinkungsgutes zur Folge haben.

Die Gestaltung für das elektrolytische Verzinken folgt den allgemeinen Konstruktionsregeln für elektrolytische Verfahren und wird an dieser Stelle nicht behandelt. Die Gestaltung für das Sherardisieren und für mechanische Überzugsverfahren sollte man am besten mit den zuständigen Spezialisten besprechen; grundsätzlich sind diese Verfahren zum Schutz von Kleinteilen geeignet, die in Trommeln gedreht werden können; andere Teile erfordern spezialisierte Anlagen.

7.3 Hohlkästen und Hohlbauteile

7.3.1 Allgemeines

Die Innenflächen von Hohlkästen und Hohlbauteilen bedürfen üblicherweise keines Schutzes, nämlich dann, wenn diese hermetisch dicht verschlossen sind. Falls Hohlkästen und Hohlbauteile jedoch der Witterung ausgesetzt sind und nicht hermetisch dicht sind, sollte auf die Notwendigkeit des Korrosionsschutzes auf der Innen- und Außenseite hingewiesen werden zur Vermeidung von Ablagerungen im Innern von Hohlbauteilen und im Hinblick auf die Ableitung von eingedrungenem Wasser.

7.3.2 Schutz durch Feuerverzinken

Das Feuerverzinken führt zu gleich dicken Überzügen innen wie außen. Falls Rohre und Hohlprofilkonstruktionen feuerverzinkt werden, ist im Hinblick auf den Verfahrensablauf auf die Anbringung von Be- und Entlüftungsöffnungen zu achten (siehe Anhang A).

7.3.3 Schutz durch Thermisches Spritzen

Bei Innenflächen ist das thermische Spritzen mangels Zugänglichkeit für das Spritzwerkzeug zuweilen nicht möglich. Nimmt man aus diesem Grunde auf der Innenseite von Hohlkonstruktionen einen weniger wirksamen Korrosionsschutz in Kauf, so sollte man über andere zusätzliche Schutzverfahren (z. B. Lufttrocknung) nachdenken, um den Korrosionsschutz zu verbessern.

7.4 Verbindungen

7.4.1 Verbindungen von Teilen, die mit thermisch gespritzten oder Schmelztauchüberzügen hergestellt werden

Das Schutzverfahren für Schrauben, Muttern und andere Arten tragender Verbindungselemente sollte sorgfältig geplant werden. Im Idealfall ist der Korrosionsschutz der Verbindungsmittel und der übrigen Stahlkonstruktion gleichwertig. Spezielle Anforderungen sind in den jeweiligen Produktnormen enthalten, und in einer Reihe von Entwürfen sind zur Zeit Normen für Überzüge auf Verbindungsmitteln in Vorbereitung.

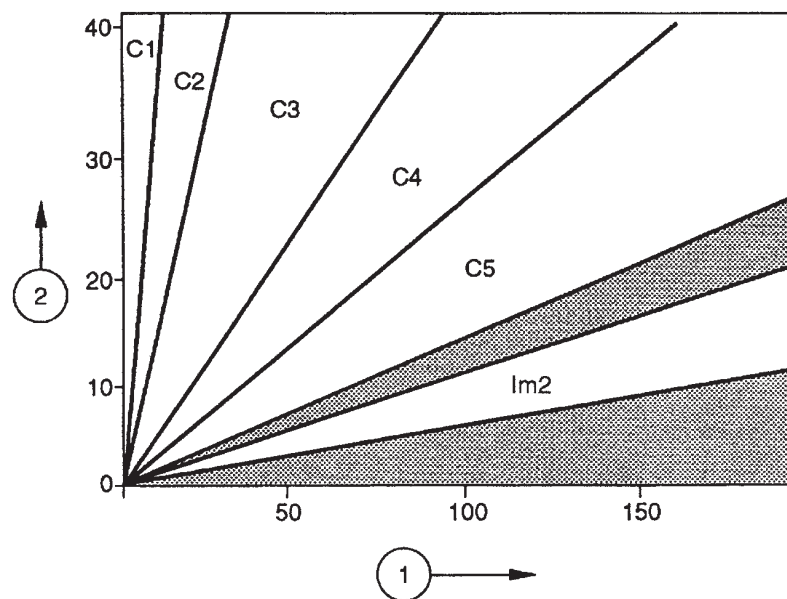
Durch Feuerverzinken hergestellte Überzüge (siehe ISO 1461) haben durchschnittliche Schichtdicken von mindestens 55 µm, für sherardisierte Teile (eine Europäische Norm (work item 00262097) wird zur Zeit erarbeitet) oder andere Überzüge auf Verbindungsmitteln sollten Festlegungen getroffen werden. Verbindungsmittel aus nichtrostendem Stahl können auch eingesetzt werden. Sie sollten gegebenenfalls nach der Montage beschichtet werden, z. B. aus Gestaltungsgründen oder um Kontaktkorrosion zu vermeiden, wenn die Teile mit chloridhaltigen Lösungen in Berührung kommen. In solchen Fällen sollte der nichtrostende Stahl eine geeignete Oberflächenvorbereitung erhalten.

Die sich berührenden Oberflächen von gleitfesten Schraubenverbindungen sollten eine Sonderbehandlung zur Reibbeiwerterhöhung erhalten. Es ist keineswegs notwendig, thermisch gespritzte oder Feuerverzinkungsüberzüge von solchen Bereichen zu entfernen, um so einen angemessenen Reibbeiwert zu erzielen, jedoch sollte man das Langzeitverhalten bedenken (um Kriechgleiten zu verhindern) und notwendige Anpassungen an die Montageabmessungen berücksichtigen.

7.4.2 Schweißtechnische Hinweise im Zusammenhang mit Schutzüberzügen

Je nachdem, ob das Schweißen a) vor oder b) nach dem Aufbringen von Zink- oder Aluminiumüberzügen durchgeführt wird, sind unterschiedliche Sachverhalte zu berücksichtigen.

Zu bevorzugen ist das Schweißen vor dem Feuerverzinken oder dem thermischen Spritzen. Nach dem Schweißen sollte die Oberfläche im Nahtbereich bis zu dem Gütegrad vorbereitet werden, der für die gesamte Konstruktion vor Aufbringen des jeweiligen Schutzüberzugs erforderlich ist. Das Schweißen sollte so durchgeführt werden (d. h. gleich auf beiden Seiten der Hauptachse), daß ungleichförmige Spannungen in einer Konstruktion vermieden werden. Schlacken und andere Schweißrückstände sollten vor dem Aufbringen von Zink- oder Aluminiumüberzügen entfernt werden. Die üblichen Vorbereitungen für das Flamspritzen sind üblicherweise hierfür auch ausreichend. Für das Feuerverzinken kann jedoch



- 1 Schichtdicke, in μm
2 Schutzdauer bis zur ersten Instandhaltung in Jahren

ANMERKUNG 1: Jede Umgebung ist in einem Band dargestellt; die Linien zeigen die typischen Ober- und Untergrenzen für die Schutzdauer in dem entsprechenden Bereich.

ANMERKUNG 2: Die spezifischen mikroklimatischen Einflüsse sind hierbei nicht berücksichtigt.

Bild 1: Typische Schutzdauern bis zur ersten Instandsetzung von Zinküberzügen in verschiedenen Bereichen auf der Basis typischer Korrosionsraten

eine besondere Vorbehandlung erforderlich sein, insbesondere sollten Schweißschlacken sorgfältig entfernt werden. Einige Schweißverfahren hinterlassen alkalische Überreste, die durch Strahlen zu entfernen sind und dem ein Waschen mit sauberem Wasser folgen sollte, ehe thermisch gespritzte Überzüge aufgebracht werden. (Dies gilt nicht für das Feuerverzinken, bei dem die Oberflächenvorbereitung derartige alkalische Ablagerungen beseitigt.)

Es ist wünschenswert, daß für die Fertigung keine sog. „Fertigungsbeschichtungen“ eingesetzt werden, da diese vor dem Feuerverzinken oder Flammgespritzten wieder vollständig entfernt werden müssen.

Falls das Schweißen nach dem Feuerverzinken oder dem thermischen Spritzen durchgeführt wird, sollte der Überzug örtlich in der Schweißnahtzone vor dem Schweißen entfernt werden, um eine hochwertige Schweißung sicherzustellen. Nach dem Schweißen sollte der Überzug örtlich wieder instandgesetzt werden; dies entweder durch thermisches Spritzen, Zinkstaubbeschichtungen oder Auftragen von Loten.

Nach dem Schweißen von Stahl mit einem Überzug sollte die Art der Ausbesserung so gewählt werden, daß sie mit den nachfolgenden Beschichtungen verträglich ist (flüssig- oder pulverbeschichtet).

Bauteile, die aus verschiedenen Metallen zusammengesetzt sind, erfordern auch unterschiedliche Verfahren der Oberflächenvorbereitung, diese sollten mit dem ausführenden Unternehmen besprochen werden, das den Korrosionsschutz ausführen soll.

7.4.3 Hart- und Weichlöten

Weichgelötete Baugruppen können nicht feuerverzinkt werden; auch das Hartlöten sollte nach Möglichkeit vermieden werden, da viele Arten des Hartlöten sich nicht für eine nachfolgende Feuerverzinkung eignen. Falls auf das Hartlöten nicht verzichtet werden kann, sollte ein Feuerverzinkungsfachmann gefragt werden.

Weil bei diesen Verfahren zuweilen korrosive Flußmittel eingesetzt werden, sollten die Flußmittelreste unbedingt entfernt werden, um eine Korrosion der Teile zu verhindern; die Gestaltung dieser Teile sollte das erleichtern.

7.5 Zink- oder Aluminiumüberzüge mit zusätzlichen Beschichtungen

ISO 12944-5 gibt Hinweise zum zusätzlichen Beschichten von Zink- oder Aluminiumüberzügen. Für ein Umfeld mit geringer Korrosionsbelastung (oder für eine kürzere Gebrauchsdauer als gängig oder vereinbart) kann ein einschichtiges Beschichten nach entsprechender Oberflächenvorbereitung, falls gefordert, ausreichend sein.

Für ein aggressiveres und feuchtes Umfeld braucht man jedoch mindestens zweischichtige Beschichtungssysteme, um die Anzahl der durchgängigen Poren möglichst gering zu halten.

Die Nutzungsdauer einer beschichteten Konstruktion ist meistens länger als die Schutzdauer eines Überzugs, dabei kann jedoch nach Abbau des Überzugs einiges an