



Deutscher Stahlbau-Verband
DSTV



Institut für Stahlbau
Leipzig GmbH

Richtlinie

Korrosionsschutz von Stahlbauten in atmosphärischen Umgebungsbedingungen durch Beschichtungssysteme

Ausgabe 1999

Diese Richtlinie konkretisiert DIN EN ISO 12944 unter besonderer Berücksichtigung der stahlbauspezifischen Anforderungen an Beschichtungsstoffe/-systeme.

Sie soll die Anwendung dieser Norm erleichtern, aber diese nicht ersetzen.

Sie gilt deshalb nur in Verbindung mit DIN EN ISO 12944 und mit den in der Richtlinie und im Bauvertrag genannten Vorschriften. Ihr Anwendungsbereich erstreckt sich auf den allgemeinen Stahlhochbau. Für speziell geregelte Anwendungsbereiche sind die dafür geltenden Technischen Vorschriften, z. B. ZTV-KOR-Stahlbauten, zu beachten.

Verfasser: Institut für Stahlbau Leipzig GmbH
Dr. rer. nat. Katzung
Arno-Nitzsche-Str. 45
04277 Leipzig
Tel.: 03 41 8 66 52 30 / Fax: 03 41 8 66 56 36

Herausgeber: Deutscher Stahlbau-Verband DSTV
STB Gesellschaft für Unternehmensberatung und Service mbH
Sohnstraße 65
40237 Düsseldorf
Tel.: 02 11 6 70 78 00 / Fax: 02 11 6 70 78 20

Inhaltsverzeichnis		Seite
1	Vertragsrechtliche Hinweise	4
1.1	Wichtige Festlegungen in der VOB	4
1.2	Bestimmung der Trockenschichtdicke nach DIN EN ISO 12944-5	4
1.3	Kontrollflächen	5
2	Gesundheitsschutz, Arbeitssicherung und Umweltschutz	6
3	Planung und Konstruktion	6
3.1	Korrosionsschutzgerechte Gestaltung	6
3.2	Korrosionsschutz von Verbindungsmitteln	7
3.3	Beschichtung von Kontaktflächen planmäßig vorgespannter Scher-Lochleibungsverbindungen (SLV; SLVP)	7
3.4	Verbundkonstruktionen	8
3.5	Berührungsflächen Stahl/Beton	8
4	Oberflächenvorbereitung	9
5	Fertigungsbeschichtungsstoffe	10
6	Ausbesserung von Beschädigungen	10
7	Beschichtungssysteme – Entscheidungskriterien für Auswahl und Festlegung	11
8	Hinweise für den Einkauf von Beschichtungsstoffen	13
9	Grundlagennormen für den Korrosionsschutz von Stahlbauten	14

Anhang:

Abbildung 1:
Kurzalgorithmus für die Spezifikation von Beschichtungssystemen in Anlehnung an DIN EN ISO 12944-8

Tabelle 1:
Korrosionsbelastung - Einteilung der Umgebungsbedingungen nach DIN EN ISO 12944-2

Tabelle 2:
Schutzdauer für Beschichtungssysteme nach DIN EN ISO 12944-1 und 5

Tabelle 3:
Beschichtungssysteme für den Korrosionsschutz von Stahlbauten in atmosphärischen Umgebungsbedingungen in Anlehnung an DIN EN ISO 12944-5

Tabelle 4:
Duplexsysteme für den Korrosionsschutz von Stahlbauten in atmosphärischen Umgebungsbedingungen in Anlehnung an DIN EN ISO 12944-5

Tabelle 5:
Eignungshinweise für Beschichtungen/Beschichtungssysteme auf Kontaktflächen planmäßig vorgespannter Scher-Lochleibungsverbindungen (SLV/SLVP)

Tabelle 6:
Beispiel für Leistungsvergleich von Beschichtungssystemen für Schutzdauerklasse "lang" in Korrosivitätskategorie C3

Abbildung 2:
Mindestmaße bei engen Abständen zwischen Oberflächen nach DIN EN ISO 12944-3

1 Vertragsrechtliche Hinweise

1.1 Wichtige Festlegungen in der VOB

IN VOB Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV), Stahlbauarbeiten – DIN 18335 (Juni 1996) ist für Stahlbauleistungen des konstruktiven Ingenieurbaus im Hoch- und Tiefbau einschließlich des Stahlverbundbaues für Korrosionsschutzarbeiten geregelt, daß die Stahlbauleistungen auch die Oberflächenvorbereitung und das Aufbringen einer Grundbeschichtung umfassen (Abschnitt 3.4.1 und 3.4.2).

Die Abschnitte 1 bis 4 der ATV DIN 18364 "Korrosionsschutzarbeiten an Stahl- und Aluminiumbauten" sind deshalb nur sinngemäß, Abschnitt 5 nicht anzuwenden.

Bei der Abgabe von Angeboten ist unabhängig davon, ob in der Anfrage darauf Bezug genommen wird, diese Leistungsverpflichtung für die Oberflächenvorbereitung und Ausführung einer Grundbeschichtung zu berücksichtigen.

DIN 18364 (Juni 1996) Abschnitt 3.2.2 Erstbeschichtung ist in diesem Fall so auszulegen, daß nach 3.2.2.1 der Oberflächenvorbereitungsgrad Sa 2 ½ nach DIN EN ISO 12944-4 herzustellen und nach 3.2.2.2. die Grundbeschichtung auf der Grundlage der DIN EN ISO 12944-5 auszuführen ist.

Es ist unbedingt notwendig, bei Angebotsabgabe oder im Vertrag die Art der Grundbeschichtung (z. B. Epoxidharz-Zinkstaub, Alkydharz-Zinkphosphat u. a.) und die Sollschildicke anzugeben.

Über die Leistungen nach Abschnitt 3.4 der DIN 18335 hinausgehende Korrosionsschutzarbeiten sind gemäß Abschnitt 4.2.15 besondere Leistungen. Besondere Leistungen (siehe DIN 18299 Abschnitt 4.2) gehören nur dann zur vertraglichen Leistung, wenn sie in der Leistungsbeschreibung besonders erwähnt sind.

Bei Verbundkonstruktionen sind die Regelungen nach 3.3 dieser Richtlinie zu beachten.

Bei Berührungsflächen zu verbindender Stahlbauteile gelten die Regelungen in DIN 18800 – 7 Abschnitt 3.3. Die Anforderungen an Scher-/Lochleibungsverbindungen (Abschnitt 3.3.2 und Richtlinie Abschnitt 3.2 in Verbindung mit Tabelle 5) und gleitfeste Verbindungen mit hochfesten Schrauben (Abschnitt 3.3.3) sind dabei besonders zu beachten.

Auf die zusätzlichen Anforderungen für nicht vorwiegend ruhend beanspruchte Bauteile, bei denen Schrauben- und Nietlöcher gratfrei sein müssen und außenliegende Lochränder zu brechen sind, wird hingewiesen.

1.2 Sollschildicke nach DIN EN ISO 12944-5

Nach DIN EN ISO 12944-5 ist das Verfahren zum Überprüfen der Einhaltung von Sollschildicken (Geräte, Kalibrierung, Berücksichtigung des Beitrages der Rauheit zum Prüfergebnis) zwischen den Vertragspartnern zu vereinbaren.

Die Schichtdickenangaben für Einzelschichten, Werkstatt- und Baustellenbeschichtung sollten generell als Sollschichtdicken nach DIN EN ISO 12944-5 deklariert werden.

Es wird empfohlen, bezüglich der Sollschichtdicke nachfolgende Absätze wörtlich in die Verträge aufzunehmen:

Die Sollschichtdicke gilt auch als erreicht, wenn Einzelmeßwerte den Sollwert um höchstens 20 % unterschreiten und der Mittelwert aller Einzelmessungen gleich oder größer der Sollschichtdicke ist.

Für die Höchstschichtdicke gelten die Angaben im Technischen Datenblatt des Beschichtungsstoffherstellers. Sind im Technischen Datenblatt des Beschichtungsstoffherstellers keine Angaben enthalten, sollte die Höchstschichtdicke nicht mehr als das Dreifache der Sollschichtdicke betragen.

Die Bestimmung der Sollschichtdicke ist an repräsentativen Flächen mit statistisch ausreichender Anzahl Einzelmessungen mit magnetisch oder magnetinduktiv arbeitenden Meßgeräten auf der Grundlage von ISO 2808 auszuführen. Liegen Einzelmeßwerte unterhalb des zulässigen Bereichs der Sollschichtdicke, sind zusätzliche Messungen durchzuführen, um die betroffene Fläche für erforderliche Nacharbeiten einzugrenzen.

Die Nulleinstellung und Kalibrierung der Meßgeräte erfolgt auf geschliffenen und polierten Stahlplatten oder auf den zum Gerät gehörenden Eichnormalen unter Berücksichtigung der Bedienungsanleitung des Geräteherstellers.

1.3 Kontrollflächen

Kontrollflächen sind geeignete Flächen am Bauwerk, die angelegt werden, um

- einen verbindlichen Ausführungsstandard für die Beschichtungsarbeiten festzulegen,
- nachzuweisen, daß die Angaben eines Herstellers oder Auftragnehmers richtig sind,
- das Verhalten der Beschichtung zu jedem Zeitpunkt beurteilen zu können.

Sie sind an repräsentativen Flächen des Bauwerkes anzulegen und sollten sich auch auf Schweißnähte, Schraubenverbindungen, Kanten, Ecken und andere Bereiche des Bauwerkes, in denen erhöhte Korrosionsgefahr zu erwarten ist, erstrecken.

Größe und Anzahl der Kontrollflächen müssen in einem angemessenen Verhältnis zur Art des gesamten Bauwerkes stehen, sowohl in technischer als auch in wirtschaftlicher Hinsicht.

Detaillierte Angaben zur Ausführung, Überwachung und Dokumentation von Kontrollflächen werden in DIN EN ISO 12944-7 und 8 (Anhang B) gegeben.

Sollen Kontrollflächen für Gewährleistungszwecke benutzt werden, müssen sie einschließlich der für die Bewertung geltenden Kriterien für diesen Zweck zwischen den Vertragspartnern vereinbart werden.

Es wird empfohlen, für diesen Fall folgende Formulierung in die Verträge aufzunehmen:

Treten Mängel am Korrosionsschutzsystem der Kontrollfläche(n) und der Objektfläche auf, ist davon auszugehen, daß die Beschichtungsstoffe mangelhaft oder nach Art und/oder Aufbau der Beschichtung für die Korrosionsbelastung nicht ausreichend sind oder daß eine unvorhersehbare Veränderung der Korrosionsbelastung des Objektes aus Umwelt und/oder Betrieb eingetreten ist.

Treten Mängel am Korrosionsschutzsystem auf der Objektfläche auf, ohne daß die Kontrollfläche(n) davon betroffen ist (sind), ist davon auszugehen, daß die Ursache der Mängel auf mangelhafter Ausführung der Oberflächenvorbereitung und/oder der Beschichtung beruht.

2 Gesundheitsschutz, Arbeitssicherheit und Umweltschutz

Nach DIN EN ISO 12944-1 ist besonders zu beachten:

"Es ist die Pflicht von Auftraggebern, Ausschreibenden, Auftragnehmern, Beschichtungsstoffherstellern, Aufsichtspersonal für Korrosionsschutzarbeiten und allen anderen Personen, die an einem Objekt arbeiten, die unter ihrer Verantwortung stehenden Arbeiten so zu planen und auszuführen, daß weder die eigene Gesundheit und Sicherheit noch die anderer gefährdet wird.

Dabei muß jede Partei sicherstellen, daß alle gesetzlichen Auflagen des Landes, in dem die Arbeiten ganz oder teilweise durchgeführt werden, eingehalten werden.

Punkte, die besondere Beachtung erfordern, sind z. B.

- weder toxische noch krebserzeugende Stoffe vorschreiben oder verwenden,
- Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen (VOC) verringern,
- Maßnahmen gegen schädliche Einwirkungen von Rauch, Staub, Dämpfen und Lärm sowie gegen Brandgefahren,
- Körperschutz, einschließlich Augen-, Haut-, Gehör- und Atemschutz,
- Schutz von Gewässern und Boden während der Korrosionsschutzarbeiten,
- Recycling von Stoffen und Abfallentsorgung."

3 Planung und Konstruktion

3.1 Korrosionsschutzgerechte Gestaltung

Die Form von Stahlbauten und deren korrosionsschutzgerechte Gestaltung haben entscheidende Auswirkungen auf die Durchführung und Wirksamkeit der Korrosionsschutzmaßnahmen.

Grundlegende Hinweise werden in DIN EN ISO 12944-3 und DIN EN ISO 1461 in Verbindung mit Beiblatt 1 und DIN EN ISO 14713 gegeben.

Sicherheitsrelevante Besonderheiten beim Feuerverzinken, wie:

- Vermeidung geschlossener Hohlräume oder Vorsehen von Entlüftungsöffnungen
- Vermeidung großflächiger Überlappungen (> 100 cm²) durch aufeinandergelegte Bleche und Profile (verdeckte Hohlräume)
- Sicherstellung eines ungehinderten Ablaufes der Zinkschmelze

sind zu beachten. Erforderlichenfalls sind Abstimmungen mit der Feuerverzinkerei zu führen.

Bereits bei der Planung und Konstruktion von Stahlbauten sind Zugänglichkeit und Erreichbarkeit für die Ausführung, Prüfung und Instandsetzung der Korrosionsschutzsysteme zu berücksichtigen (siehe auch Abbildung 2).

Zugänglichkeit bedeutet, daß der Raum zwischen Bauwerken und/oder Bauteilen den Zutritt von Personen erlaubt. Erreichbarkeit bedeutet, daß alle Flächen von Hand mit Werkzeugen vorbereitet, beschichtet und geprüft werden können.

3.2 Korrosionsschutz von Verbindungsmitteln

Der Korrosionsschutz von Verbindungsmitteln muß dem der Stahlkonstruktionen gleichwertig sein. In feuerverzinkten Stahlkonstruktionen sollten nur feuerverzinkte Verbindungsmittel (Feuerverzinkung nach DIN 267 Teil 10) angewendet werden.

Es ist vorteilhaft, feuerverzinkte Verbindungsmittel auch in beschichteten Stahlkonstruktionen zu verwenden, da die Oberflächenvorbereitung der Verbindungsmittel für die erforderliche Beschichtung ungeschützter Verbindungsmittel aufwendig und in der Regel nach der Montage nicht qualitätsgerecht ausführbar ist.

3.3 Beschichtung von Kontaktflächen planmäßig vorgespannter Scher-Lochleibungsverbindungen (SLV; SLVP)

Bei beschichteten Kontaktflächen kann es bei diesen Verbindungen in Abhängigkeit von der Art des Beschichtungsstoffes und der Schichtdicke des Beschichtungssystems zu einem Abfall der Vorspannkraft kommen, der die Standsicherheit des Bauteiles oder Bauwerkes nicht mehr gewährleistet. Bereits bei Planung und Konstruktion sind für diese Verbindungen

- zulässige Höchstwerte für die Schichtdicke und/oder
- geeignete Beschichtungsstoffe/-systeme nach Anhang Tabelle 5

festzulegen (siehe auch DIN EN ISO 12944-3 Abs. 5.6.2 und DIN EN ISO 12944-5 Abs. 5.6).

3.4 Verbundkonstruktionen

Spalte im Übergang Stahl/Beton sind aufgrund dessen, daß Beton beim Aushärten schwindet, unvermeidbar. Während die überwiegende Fläche der Stahlkonstruktion durch den Verbund mit Beton ausreichend gegen Korrosion geschützt ist und keines Korrosionsschutzes bedarf, ist der Spaltbereich aufgrund des in Spalten ablaufenden besonderen Korrosionsmechanismus – bei Feuchtigkeit in den Spalten führt die unterschiedliche Sauerstoffkonzentration durch Bildung von Belüftungselementen zu erhöhter Korrosion – immer einer erhöhten Korrosionsbelastung ausgesetzt.

Deshalb ist der Spaltbereich mit einer/einem der einwirkenden Korrosionsbelastung gerecht werdenden quellfesten und verseifungsbeständigen Beschichtung/Beschichtungssystem – z. B. auf Basis Epoxidharz – 5 cm in die Berührungsfläche hineingehend zu schützen.

Für Verbundkonstruktionen in Innenräumen (Korrosivitätskategorie C1) ist mindestens eine quellfeste, verseifungsbeständige Grundbeschichtung mit einer Sollschichtdicke von ca. 100 µm erforderlich, die auch für den Zeitraum der Freibewitterung während der Bauphase (max. 1,5 Jahre bei einer Korrosionsbelastung \leq C3) in der Regel ausreichender Korrosionsschutz ist.

Bei freibewitterten Verbundkonstruktionen sind die Spalte zusätzlich zur Grundbeschichtung mit einer geeigneten high solid-Zwischen- oder Deckbeschichtung mit mindestens 160 µm Sollschichtdicke zu beschichten. Unterliegen Verbundkonstruktionen während der Nutzung einer Korrosionsbelastung C5-I/M, sind die Spalte zusätzlich zur Beschichtung mit geeigneten dauerelastischen Dichtstoffen (z. B. auf PUR-Basis mit nachgewiesener Überstreichbarkeit mit Beschichtungsstoffen) zu schließen.

Aufgrund des hohen Korrosionsschutzaufwandes bei einer Korrosionsbelastung \geq C5-I/M ist die Verwendung von ausbetonierten Hohlprofilen anstelle von Walzprofilen mit Kammerbeton zu überprüfen.

3.5 Berührungsflächen Stahl/Beton

Berührungsflächen Stahl/Beton unterliegen wie die Verbundkonstruktionen besonderen Korrosionsbelastungen. Zusätzlich ist zu beachten, daß sie aufgrund der nicht gegebenen Erreichbarkeit nicht instandgesetzt werden können. Sie sind deshalb dauerhaft vor Korrosion zu schützen.

Entsprechende Festlegungen der ZTV-KOR 92 – künftig ZTV-KOR-Stahlbauten – sind zu beachten. Mindestens sind jedoch die unter 3.3 dieser Richtlinie für freibewitterte Verbundkonstruktionen empfohlenen Maßnahmen durchzuführen.

4 Oberflächenvorbereitung

Für die Oberflächenvorbereitung gelten die Festlegungen in DIN EN ISO 12944-4 in Verbindung mit ISO 8501 und DIN EN ISO 8503.

Für Neubauten und Beschichten oder Teilbeschichten im Werk ist, sofern in den Ausschreibungs- oder Baustellenunterlagen nicht ausdrücklich andere Forderungen erhoben werden, der Oberflächenvorbereitungsgrad Sa 2½ nach DIN EN ISO 12944-4 herzustellen.

Die Rauheit der Stahloberfläche soll dem Rauheitsgrad "mittel (G)", wenn mit kantigen oder einer Mischung aus kantigen/kugeligen Strahlmitteln oder "mittel (S)", wenn mit metallischen kugeligen Strahlmitteln gestrahlt wird, nach DIN EN ISO 8503-1 entsprechen.

Die mittlere maximale Rauhtiefe R_{y5} (früher R_{ZDIN}) soll ca. 40 bis 80 µm betragen.

Für die Prüfung des Rauheitsgrades gilt das Vergleichsmusterverfahren nach DIN EN ISO 8503-2. Die Prüfung der Rauhtiefe kann mit geeigneten Tastschnittgeräten nach DIN EN ISO 8503-4 erfolgen.

Für die Anforderung an die Art der Oberflächenrauheit (G oder S) gelten die Angaben im Technischen Datenblatt des Beschichtungstoffherstellers, in der Ausschreibung oder in der Spezifikation.

Bei der Stahlbaufertigung (Sägen, Bohren, Signieren) sind keine öl-, fett- oder silikonhaltigen Hilfsstoffe zu verwenden. Anderenfalls sind Maßnahmen zur Entfernung dieser Verunreinigungen nach DIN EN ISO 12944-4 vor Ausführung der Beschichtungsarbeiten unumgänglich.

Die bei Brennschnittkanten unvermeidbaren Veränderungen der Stahloberfläche (Rauheit, Aufhärtung, chemische Zusammensetzung) können bei Beschichtungen und Spritzmetallisierung zu Haftungsstörungen, beim Feuerverzinken zu inhomogenen Zinküberzügen führen. Die Herstellung des festgelegten Vorbereitungsgrades (Reinheit und Rauheit) erfordert gegebenenfalls spezielle Nacharbeiten.

Bei der Oberflächenvorbereitung von Zinküberzügen durch **Sweepen** ist zu beachten:

- | | |
|---------------------------------------|--|
| • Strahlmittel | Schmelzkammer- oder Kupferhütten
schlacke nach DIN EN ISO 11126-4
und DIN EN ISO 11126-3 |
| • Korngrößenbereich | 0,2 bis 0,4 mm |
| • Auftreffwinkel des Strahlmittels | ca. 30 ° |
| • Strahldruck | < 0,3 MPa |
| • Abstand der Düse von der Oberfläche | 0,5 bis 0,8 m |

Die Zinkoberfläche soll ein gleichmäßiges mattes Aussehen haben.

5 Fertigungsbeschichtungsstoffe

Werden bei fehlender Oberflächenvorbereitungskapazität mit Fertigungsbeschichtungsstoff (Pre-fabrication primer) beschichtete Bleche und Profile bezogen, ist auf die Verträglichkeit mit dem auszuführenden Beschichtungssystem zu achten.

Bei der Bestellung ist anzugeben:

- Grad der Oberflächenvorbereitung nach DIN EN ISO 12944-4 (in der Regel: Sa 2 ½)
- Bindemittel und Pigment des Fertigungsbeschichtungsstoffes oder Verträglichkeitsforderung mit dem auszuführenden Beschichtungssystem gemäß Vertrag

Prüfberichte zur Porenneigung nach DVS-Richtlinie 0501 und über Gasspürversuche beim Überschweißen (MAK-Werte) mit der Aussage, daß die Zulassungsbedingungen gemäß Richtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbau (DASt-Richtlinie 006) erfüllt sind, sind abzufordern.

Hinweise zu Fertigungsbeschichtungen werden in DIN EN ISO 12944-5 Anhang B und Tabellen B.1 und B.2 gegeben.

Die stark eingeschränkte Überarbeitbarkeit von Fertigungsbeschichtungen auf Basis Alkydharz und Polyvinylbutyral ist zu beachten. Eine Alternative dafür ist die Fertigungsbeschichtung auf Basis Acrylharz-Hydro (siehe auch DIN EN ISO 10238).

Wird im Vertrag ein Beschichtungssystem mit Zinkstaub-Grundbeschichtung gefordert, ist nur der entsprechende Zinkstaub-Fertigungsbeschichtungsstoff zu verwenden.

Flächen mit Schäden in der Fertigungsbeschichtung erfordern eine örtliche Oberflächenvorbereitung zum Vorbereitungsgrad Sa 2 ½ bzw. PMA nach DIN EN ISO 12944-4.

Die Verwendung von Blechen und Profilen mit Fertigungsbeschichtung – sofern nicht ausdrücklich in der Spezifikation festgelegt – sollte mit dem Vertragspartner abgestimmt werden.

6 Ausbesserung von Beschädigungen

Auch bei sachgemäßer Kollierung und sorgfältigem Umgang beim Transport und bei der Montage sind Beschädigungen an der Beschichtung/dem Beschichtungssystem von Stahlbauteilen nicht völlig zu vermeiden.

Durch geeignete Ausbesserung (Oberflächenvorbereitung, Wiederaufbau der Beschichtung/des Beschichtungssystems) wird der korrosionsschutztechnische Wert wieder hergestellt.

Auf Grund der Unterschiedlichkeit der Applikationsverfahren (Werkstatt: Spritzverfahren, Baustelle: Pinsel, Rolle) und/oder Alterung der Werkstatt-/Baustellenbeschichtung sind geringfügige Farbtonunterschiede zwischen Gesamtläche und ausgebesselter Fläche, insbesondere bei eisenglimmerhaltigen Deckbeschichtungen, unvermeidlich und stellen keinen Mangel dar.

Bei ästhetisch hohen Anforderungen an ein Bauwerk ist es zweckmäßig, die Deckbeschichtung auf der Baustelle nach Ausbesserung der Schadstellen auszuführen.

7 Beschichtungssysteme – Entscheidungskriterien für Auswahl und Festlegung

Im Anhang dieser Richtlinie sind Grundlagen für die Auswahl und Festlegung von Beschichtungssystemen angegeben. Abb. 1 zeigt einen Kurzalgorithmus für die Spezifikation von Beschichtungssystemen auf der Grundlage der DIN EN ISO 12944. Tabelle 1 und Tabelle 2 enthalten Definitionen und Angaben zur Korrosionsbelastung und Schutzdauer.

Die in den Tabellen 3 und 4 für Stahloberflächen bzw. Zinküberzüge angegebenen Beschichtungssysteme entsprechen dem Grundgedanken der DIN EN ISO 12944, wonach zur Sicherstellung einer möglichst langen Schutzdauer und Wirksamkeit eines Beschichtungssystems die meisten Schichten eines Beschichtungssystems oder, falls möglich, das gesamte Beschichtungssystem, vorzugsweise im Werk aufgetragen werden soll. In Abhängigkeit von konkreten Objektbedingungen sind auch andere Varianten hinsichtlich Werks- und Baustellenleistung möglich.

Die Beschichtungssysteme entsprechen hinsichtlich der Sollsichtdicke und Schutzdauer in Abhängigkeit von der Korrosionsbelastung den in DIN EN ISO 12944-5 aufgeführten Beschichtungssystemen. Die Anzahl der Einzelschichten im Beschichtungssystem ist durch Berücksichtigung von high solid-Qualitäten z. T. geringer als in der internationalen Norm angegeben.

Um die Anforderungen der DIN EN ISO 12944-5 zu erfüllen, ist es erforderlich, die Eignung der Beschichtungen/Beschichtungssysteme für die Schutzdauer "lang" in Abhängigkeit von der Korrosionsbelastung nachzuweisen. Diesen Nachweis haben die Beschichtungsstoffhersteller zu führen. Als Nachweis gelten Prüfzeugnisse nach DIN EN ISO 12944-6 oder gleichwertige Prüfzeugnisse von allgemein anerkannten Prüfstellen, z. B. TL 918300 Teil 2 – künftig TL/TP-KOR-Stahlbauten.

Für Duplexsysteme nach Tabelle 4 sind vorrangig Beschichtungsstoffe mit nachgewiesener Haftung auf ungesweepen Zinkoberflächen auszuwählen. Der Nachweis ist durch den Beschichtungsstoffhersteller durch Prüfzeugnisse nach DIN EN ISO 12944-6 für die Schutzdauerklasse "lang" und Korrosivitätskategorie $\geq C4$ zu erbringen.

Priorität für die Auswahl einer (s) Beschichtung/Beschichtungssystems nach Tabelle 3 und 4 im Anhang dieser Richtlinie hat die Eignung für die während der Bauphase und der Nutzung auf die Stahlbauten einwirkende Korrosionsbelastung (Tabelle 1) und die vom Auftraggeber geforderte Schutzdauer (Tabelle 2).

Diesen Grundkriterien werden jedoch mehrere Beschichtungen/Beschichtungssysteme gerecht. So sind z. B. für die Korrosionsbelastung "Korrosivitätskategorie C3" und Schutzdauer "lang" in Tabelle 3 fünf z. T. sehr unterschiedliche Beschichtungssysteme aufgeführt.

Für eine technisch und wirtschaftlich begründete Entscheidung sind zusätzliche Kriterien zu berücksichtigen, die insbesondere den spezifischen Bedingungen bei der Werkstattbeschichtung gerecht werden:

- Niedriger Anteil leichtflüchtiger organischer Verbindungen (VOC-Gehalt) durch bevorzugte Verwendung von high-solid Beschichtungsstoffen mit einem Festkörpervolumen $\geq 65\%$
- Wenige Einzelschichten zur Erreichung eines Beschichtungssystems
- Verwendung von Beschichtungen/Beschichtungssystemen mit Eignungsnachweis für Kontaktflächen von SLV-/SLVP-Verbindungen (Einsparung aufwendiger Abklebearbeiten, Sicherung des Korrosionsschutzes auf den Kontaktflächen)
- Schnelle Trocknung/Aushärtung zum Trockengrad 6 (stapelbar, wetterbelastbar)
- Ausreichende Verarbeitungszeit (Topfzeit) für 2K-Beschichtungsstoffe (≥ 3 h) auch bei höherer Temperatur und größeren Gebinden
- Mechanische Eigenschaften der (s) Beschichtung/Beschichtungssystems (Belastbarkeit bei Transport + Montage)
- Langes Überstreichbarkeitsintervall für die Werkstattbeschichtung
- Verbrauch Beschichtungsstoff/m² Beschichtungsfläche

Stahlbauten, die der Korrosionskategorie C1 ausgesetzt sind, erfordern aus technischen Gründen keinen Korrosionsschutz. Wird aus ästhetischen Gründen eine Beschichtung verlangt, sind dafür Beschichtungssysteme nach Tabelle 3 für Korrosivitätskategorie C2 mit verminderter Sollschichtdicke zu verwenden.

Es ist jedoch zu beachten, daß auch in gedämmten Gebäuden mit einer relativen Luftfeuchtigkeit von $< 60\%$ im Bereich von Wärmebrücken Teile der Stahlkonstruktion erhöhten Korrosionsbelastungen ausgesetzt sind und die Beschichtung den während der Bauphase auftretenden Korrosionsbelastungen standhalten muß.

8 Hinweise für den Einkauf von Beschichtungsstoffen

Beim Einkauf der nach Abschnitt 7 ausgewählten Beschichtungsstoffe ist darauf zu achten, daß die Technischen Datenblätter und die Sicherheitsdatenblätter unverzichtbarer Bestandteil der Lieferung sind.

Die für die Auswahl der Beschichtungsstoffe nach Abschnitt 7 zugrunde gelegten Kriterien müssen mit den Technischen Datenblättern belegt sein. Prüfzeugnisse nach DIN EN ISO 12944-6 oder gleichwertige Prüfzeugnisse, z. B. nach TL 918300 (TL/TP-KOR-Stahlbauten in Vorbereitung) über die Eignung der Beschichtungsstoffe für die Herstellung einer(s) Beschichtung/Beschichtungssysteme für die Schutzdauer "lang" in Abhängigkeit von der auf das Objekt einwirkenden Korrosionsbelastung und ggf. notwendige Zulassungen sind vom Beschichtungsstoffhersteller abzufordern.

Um einen technisch/wirtschaftlichen Vergleich der Beschichtungsstoffe mehrerer Anbieter zu ermöglichen, müssen die Technischen Datenblätter vergleichbare Angaben enthalten.

Mindestens müssen sie Aussagen enthalten zu:

- Eignungsangabe für die Beschichtungsstoffe/-systeme für Schutzdauer "lang" in Abhängigkeit von der Korrosionsbelastung
- Angabe über die Eignung der Beschichtungsstoffe/-systeme für Kontaktflächen planmäßig vorgespannter Scher-Lochleibungsverbindungen (SLV; SLVP)
- Dichte des Beschichtungsstoffes nach DIN 53217
- Festkörpervolumen (FKV) nach VdL-Richtlinie (in Arbeit)
- Theoretischer Verbrauch für eine definierte Sollsichtdicke
- Überstreichbarkeitsintervalle der Einzelschichten eines Systems in Abhängigkeit von der Trockenschichtdicke und Temperatur (mind. 10 °C Abstufung), bei feuchtigkeitshärtenden Beschichtungsstoffen auch in Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchtigkeit
- Wetterbelastbarkeit in Abhängigkeit von der Trockenschichtdicke und Trockenzeit/Temperatur (mind. 10 °C Abstufung)
- Stapelfähigkeit (Trockengrad 6 nach DIN 53150) in Abhängigkeit von der Trockenschichtdicke und Trockenzeit/Temperatur (mind. 10 °C Abstufung)
- Überstreichbarkeitsintervall für Werkstattbeschichtungen, die auf der Baustelle mit Deckbeschichtungen komplettiert werden
- Topfzeiten für 2K-Beschichtungsstoffe in Abhängigkeit von der Temperatur (mind. 10 °C Abstufung) und Gebindegrößen

Bei nachgewiesener Eignung der Beschichtungsstoffe für das festgelegte Beschichtungssystem sind für den Einkauf die Beschichtungskosten/m² Beschichtungsfläche entscheidendes Kriterium. Die Beschichtungsstoffkosten sind nur eine Position der Beschichtungskosten und als alleiniges Entscheidungskriterium nicht geeignet (s. a. Tabelle 6).

9 Grundlagennormen für den Korrosionsschutz von Stahlbauten

- DIN EN ISO 12944 Beschichtungssysteme - Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme

Teil 1: Allgemeine Einleitung

- Schutzdauer von Beschichtungssystemen
- Allgemeine Aussage zum Gesundheitsschutz, zur Arbeitssicherheit und zum Umweltschutz

Teil 2: Einteilung der Umgebungsbedingungen

- Korrosivitätskategorien in der Atmosphäre
- Kategorien der Umgebungsbedingungen in Wasser oder Erdreich
- Korrosive Sonderbelastungen

Teil 3: Grundregeln zur Gestaltung

- Behandlung von Spalten, Verbundbau
- Vorkehrungen gegen Ablagerungen und Ansammlung von Wasser
- Hohlkästen und Hohlbauteile
- Kanten, Aussparungen, Versteifungen
- Vermeidung von Kontaktkorrosion
- Handhabung, Transport und Montage

Teil 4: Arten von Oberflächen und Oberflächenvorbereitung

- Arten der Oberflächen und Oberflächenvorbereitungsverfahren
- Oberflächenvorbereitungsgrade und deren Prüfung

Teil 5: Beschichtungssysteme

- Grundtypen von Beschichtungsstoffen
- Beispiele für Beschichtungssysteme in Abhängigkeit von Korrosivitätskategorie und geplanter Schutzdauer

Teil 6: Laborprüfungen zur Bewertung von Beschichtungssystemen

Teil 7: Ausführung und Überwachung der Beschichtungsarbeiten

- Allgemeines über die Ausführung der Beschichtungsarbeiten
- Verfahren für die Applikation von Beschichtungsstoffen
- Überwachen der Beschichtungsarbeiten, Herstellen von Kontrollflächen

Teil 8: Erarbeitung von Spezifikationen für Erstschutz und Instandsetzung

- DIN 55928 Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge

Teil 8: Korrosionsschutz von tragenden dünnwandigen Bauteilen

Teil 9: Zusammensetzung von Bindemitteln und Pigmenten

- Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen - Rauheitskenngrößen von gestrahlten Stahloberflächen

DIN EN ISO 8503

Teil 1: Anforderungen und Begriffe für ISO-Rauheitsvergleichsmuster zur Beurteilung gestrahlter Oberflächen

Teil 2: Verfahren zur Prüfung der Rauheit von gestrahltem Stahl – Vergleichsmusterverfahren

Teil 4: Tastschnittverfahren

ISO 8501-1 und ISO 8501-2

Visuelle Beurteilung der Oberflächenreinheit (Rostgrade, Vorbereitungsgrade)

- DIN EN ISO 10238 Automatisch gestrahlte und automatisch fertigungsbeschichtete Erzeugnisse aus Baustählen

- Normen für das Feuerverzinken von Stahlbauten

DIN EN ISO 1461 - Durch Feuerverzinken auf Stahl aufgebrachte Zinküberzüge (Stückverzinken) - Anforderungen und Prüfung - und zugehöriges Beiblatt 1

DIN EN ISO 14713 - Schutz von Eisen- und Stahlkonstruktionen vor Korrosion - Zink- und Aluminiumüberzüge - Leitfaden

- DIN EN 22063 Metallische und andere anorganische Schichten - Thermisches Spritzen - Zink, Aluminium und ihre Legierungen

Abbildung 1:
Kurzalgorithmus für die Spezifikation von Beschichtungssystemen in Anlehnung an DIN EN ISO 12944 -8

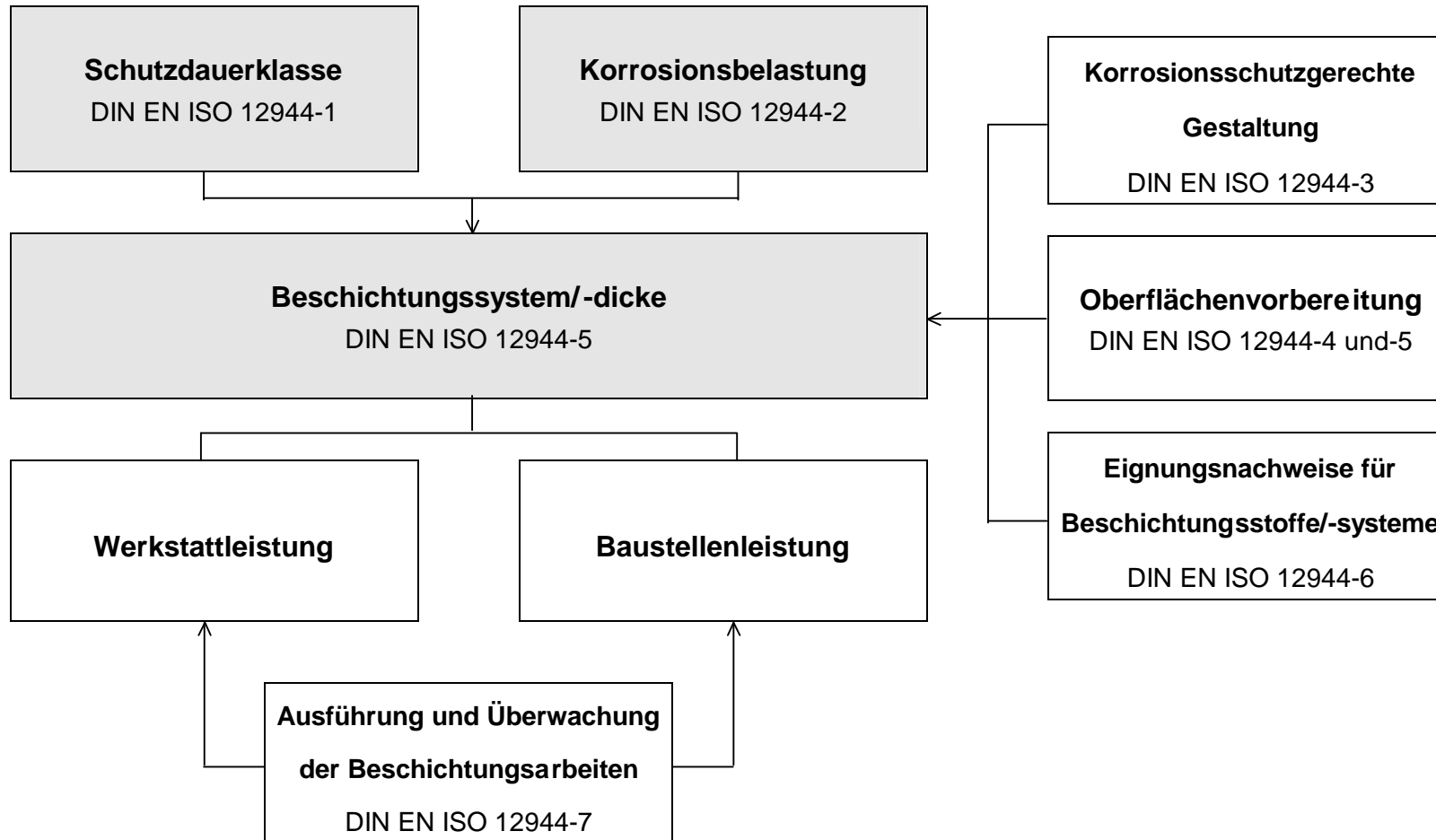


Tabelle 1:

Korrosionsbelastung - Einteilung der Umgebungsbedingungen nach DIN EN ISO 12944-2

Korrosivitäts-kategorie	Dickenverlust* im 1. Jahr [μm]		Beispiele typischer Umgebungen	
	C-Stahl	Zink	Freiluft	Innenraum
C 1 <i>unbed.</i>	$\leq 1,3$	$\leq 0,1$	-	gedämmte Gebäude ≤ 60 % rel. Luftfeuchte
C 2 <i>gering</i>	$> 1,3 - 25$	$> 0,1 - 0,7$	gering verunreinigte Atmosphäre, trockenes Klima, z. B. ländl. Bereiche	ungedämmte Gebäude mit zeitw. Kondenswasserbil- dung, z. B. Lager, Sporthallen
C 3 <i>mäßig</i>	$> 25 - 50$	$> 0,7 - 2,1$	S- und I-Atmosphäre mit mäßiger SO_2 -Belastung oder gemäßigtetes Kü- stenklima	Räume mit hoher rel. Luft- feuchte und etwas Verun- reinigungen, z. B. Brauereien, Wäsche- reien, Molkereien
C 4 <i>stark</i>	$> 50 - 80$	$> 2,1 - 4,2$	I-Atmosphäre u. Küsten- atmosphäre mit mäßiger Salzbelastung	Schwimmbäder, Chemieanlagen
C 5 <i>sehr stark I</i>	$> 80 - 200$	$> 4,2 - 8,4$	I-Atmosphäre mit hoher rel. Luftfeuchte und ag- gressiver Atmosphäre	Gebäude oder Bereiche mit nahezu ständiger Konden- sation und starker Verun- reinigung
C 5 <i>sehr stark M</i>	$> 80 - 200$	$> 4,2 - 8,4$	Küsten- u. Offshoreberei- che mit hoher Salzbelas- tung	

* auch als Masseverlust [g/m^2] ausgewiesen

Tabelle 2:

Schutzdauer für Beschichtungssysteme nach DIN EN ISO 12944-1 und 5

S c h u t z d a u e r		Die Schutzdauer ist für ein nach Tabel- le 3 oder 4 in Abhängigkeit von der Kor- rosionsbelastung ausgewähltes Be- schichtungssystem die erwartete Standzeit bis zur ersten Instandset- zung. Sofern nicht anders vereinbart, ist die erste Teilerneuerung aus Korrosions- schutzgründen notwendig, wenn das Beschichtungssystem den Rostgrad Ri 3 nach DIN ISO 4628-3 erreicht hat. Die Schutzdauer ist keine "Gewährlei- stungszeit", sondern ein technischer Begriff, der dem Auftraggeber helfen kann, ein Instandsetzungsprogramm festzulegen.
[Klasse]	[Jahre]	
kurz	2 – 5	
mittel	5 – 15	
lang	> 15	

Tabelle 5:
Eignungshinweise für Beschichtungen/Beschichtungssysteme auf Kontaktflächen planmäßig vorgespannter Scher-Lochleibungsverbindungen (SLV/ SLVP)

Eignungsvermerk	Beschichtungen/Beschichtungssysteme
Vorspannkraftverlust $\leq 10\%$ In SLV / SLVP Beanspruchung auf Zug, Abscheren, Lochleibung geeignet	<ul style="list-style-type: none"> • ASI TL 918300 Blatt 85 • EP-Zinkstaub TL 918300 Blatt 87
Vorspannkraftverlust $\leq 30\%$ In SLV / SLVP Beanspruchung auf Abscheren und Lochleibung geeignet	<ul style="list-style-type: none"> • EP-/PUR-System TL 918300 Blatt 87 • 1K-PUR-GB Stoff-Nr. 689.04 TL 918300 Blatt 89 • 1K-PUR-System TL 918300 Blatt 89 • EP-high-solid-Beschichtung nach Einzelprüfung • 1K- und 2K-ESI TL 918300 Blatt 86 • AK-Zinkphosphat Sollschiechtdicke $\leq 120\ \mu\text{m}$ TL 918300 Blatt 72 • AY-Hydro-Zinkphosphat nach Einzelprüfung • EPE-Zinkstaub TL 918300 Blatt 77
Vorspannkraftverlust $> 30\%$ In SLV / SLVP <u>nicht</u> geeignet	<ul style="list-style-type: none"> • PVC-/PVC-Komb.-Beschichtungen • AK-Beschichtungen Sollschiechtdicke $> 120\ \mu\text{m}$ • AY-Hydro-Beschichtungen Sollschiechtdicke $> 120\ \mu\text{m}$

Anmerkung:

Eignungsprüfungen für Duplexsysteme (Beschichtungen auf feuerverzinkten Kontaktflächen) wurden bisher nicht durchgeführt.

Beschichtungsstoffe auf Basis PVC, Acryl bzw. Acrylcopolymerisat und Acryl/Alkyd sind aufgrund ihres thermoplastischen Verhaltens ab $> 80\ \mu\text{m}$ Sollschiechtdicke nicht geeignet. Prinzipiell sollten für Kontaktflächen vorgespannter Scher-Lochleibungsverbindungen nur Beschichtungsstoffe mit überwiegend duroplastischem Verhalten und/oder Beschichtungsstoffe verwendet werden, für die der Nachweis der Eignung durch Prüfzeugnis erbracht werden kann. Prüfzeugnisse von Beschichtungen auf Stahl sind für Duplex-Systeme nur gültig, wenn in ihnen keine Beschränkung der Sollschiechtdicke als Voraussetzung für die Eignung genannt wird.

Tabelle 6
Beispiel für Leistungsvergleich von Beschichtungssystemen für Schutzdauerklasse "lang"
in Korrosivitätskategorie C3

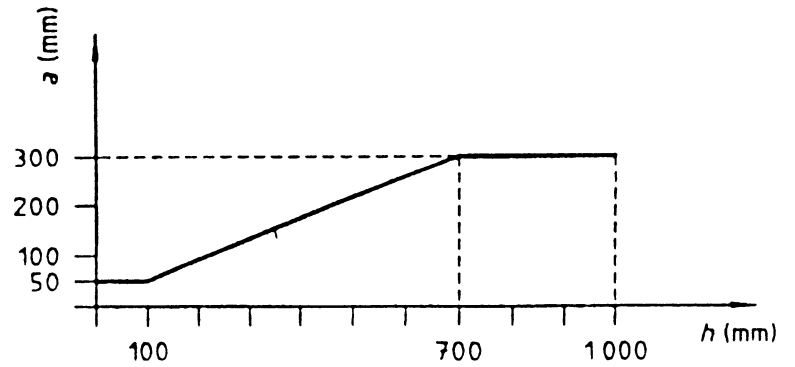
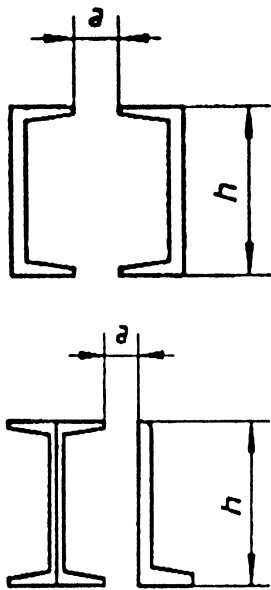
System nach Tabelle 3	System-Aufbau		Sollschichtdicke [µm]	Festkörpervolumen [%]	Dichte Beschichtungsstoff [g/cm³]	Verbrauch (theoretisch) [g/m²]	VOC-Anteil * im Beschichtungsstoff [ml/m²]
4	GB	AK-Zinkphosphat	100	49	1,4	286	104
	ZB	AK	50	58	1,5	130	37
	DB	AK	50	51	1,3	128	48
			200			544	189
5	GB	AY-Hydro	120	44	1,3	355	8*
	ZB	PVC/AY	40	42	1,3	124	56
	DB	PVC/AY	40	42	1,3	124	56
			200			603	120
6	GB	EP-Zinkstaub	60	62	3,0	291	37 (37)
	ZB	-	-	-	-	-	-
	DB	EP-high solid	100	70 (80)	1,6	229/200	43 (25)
			160			520/491	80 (62)
7	GB	EP-Zinkphosphat	80	60	1,6	214	54 (54)
	ZB	-	-	-	-	-	-
	DB	EP-high solid	120	70 (80)	1,6	275/240	52 (30)
			200			489/454	106 (84)

* VOC = Volatile organic compound (flüchtige organische Verbindungen) [ml/m²]

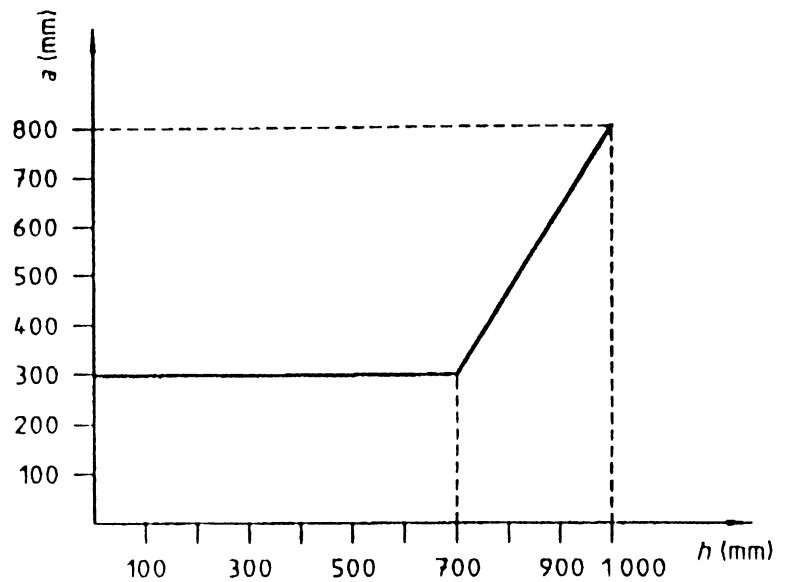
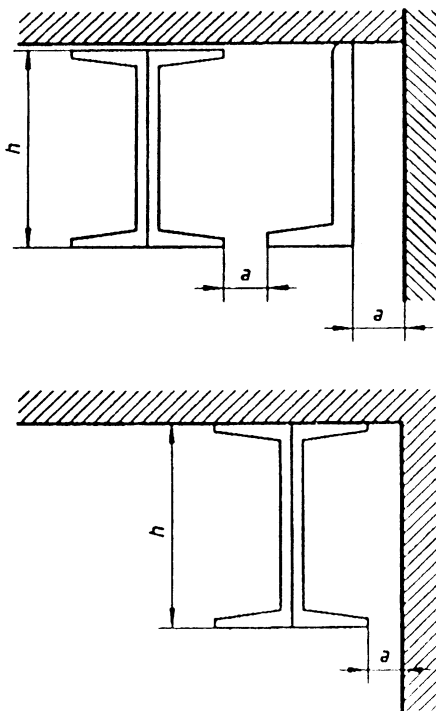
$$\text{VOC} = \frac{V_{\text{theor.}} \times (100 - \text{FKV})}{100 \times \rho_{\text{B.-Stoff}}}$$

$V_{\text{theor.}}$ = theoretischer Verbrauch [g/m²]
 FKV = Festkörpervolumen [%]
 $\rho_{\text{B.-Stoff}}$ = Dichte des Beschichtungsstoffes [g/ml]

Abbildung 2:
Mindestmaße bei engen Abständen zwischen Oberflächen nach DIN EN ISO 12944-3



Zulässiger Mindestabstand [a] zwischen zwei Bauteilen in Abhängigkeit von der Höhe [h]



Zulässiger Mindestabstand [a] zwischen einem Bauteil und einer angrenzenden Fläche in Abhängigkeit von der Höhe [h] der Bauteile (bei $h > 1000$ mm sollte $a \geq 800$ mm sein)