



Merkblatt TK 001

**Korrosionsschutz von Stahlbauteilen bei Balkonen
und Terrassen in Zusammenhang mit Plattenböden
im Verbund oder Drainagemörtelbett**

An der Erarbeitung dieses Merkblattes waren folgende Branchenverbände beteiligt:

	EMPA Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt Ueberlandstrasse 129 8600 Dübendorf
	QC-Expert AG Ein Spin-off der EMPA Kriesbachstrasse 30 8600 Dübendorf
	Metaltec Suisse Ein Fachverband des AM Suisse Seestrasse 105 8002 Zürich

An der Erarbeitung dieses Merkblattes waren folgende Personen beteiligt:

Artho Marquart	Metaltec Suisse
Martin Bürgler	CERUNIQ (ehem. Schweizerischer Plattenverband SPV)
Martin Tuchschild	Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt EMPA
Martin Schicker	Planung und Prüfung von Korrosionsarbeiten
Roland Büchli	QC-Expert

Inhaltsverzeichnis

Autoren	2
----------------	---

Einleitung	4
-------------------	---

1 Anwendungsbereich	4
----------------------------	---

2 Ausführung	4
2.1 Konstruktionsgerechte Ausführung	4
2.2 Korrosionsschutzgerechte Ausführung	4
2.3 Korrosionsschutz	4

3 Schadenfälle	5
3.1 Erscheinungsbild	5
3.2 Schadensbilder, Schadensausmass, Begleiterscheinungen	6
3.3 Aufbau und Zustand der Plattenböden	6
3.4 Aufbau und Ausführung des Korrosionsschutzes	6
3.5 Korrosionschemische Befunde	7

4 Schadensursache(n)	7
-----------------------------	---

5 Entwässerung von Balkonen	7
------------------------------------	---

6 Sanierung der betroffenen Bauwerke	8
6.1 Gesamtsanierung	8
6.2 Teilsanierung	8

7 Schlussfolgerungen	8
-----------------------------	---

8 Literatur	8
--------------------	---

Einleitung

Bei der konstruktiven Gestaltung von Balkonen mit Tragkonstruktionen in Stahl und Plattenbelägen müssen im Anschlussbereich Plattenboden-Stahlkonstruktion Massnahmen getroffen werden, dass keine Korrosionsschäden auftreten. Dieselbe Problematik zeigt sich auch an Stahlkonstruktionen von Terrassen und Aussentreppen mit Plattenbelägen.

Korrosionsschäden an den Stahlkonstruktionen von Balkonen, Terrassen und Aussentreppen stellen sich in aller Regel bereits kurze Zeit nach Fertigstellung des Bauwerkes ein. Die Korrosionserscheinungen sind nicht nur ästhetisch störend, sondern schwächen die Stahlkonstruktion bis zur Zerstörung.

Inhaltsstoffe der Plattenkleber, Fugen- und Abdichtungsmörtel reagieren zusammen mit Wasser und greifen Stahlbauteile an. Darum müssen Stahlbauteile vor diesen negativen Einflüssen geschützt werden.

1 Anwendungsbereich

Das vorliegende Merkblatt entspricht dem heutigen Stand der Technik, eine Haftung auf Grund dieser Empfehlung kann nicht übernommen werden.

2 Ausführung

2.1 Konstruktionsgerechte Ausführung

Aussenbeläge müssen grundsätzlich abgedichtet und mit ausreichendem Gefälle und Massnahmen entwässert werden. Diese Arbeiten müssen nach geltendem Stand der Technik auf der Basis der Norm SIA 271 Abdichtungen von Hochbauten ausgeführt werden.

Die Abdichtung wird an aufsteigenden Bauteilen entsprechend den technischen Vorgaben hochgezogen. Die wasserführenden Schichten müssen ein Mindestgefälle von 1.5% aufweisen.

2.2 Korrosionsschutzgerechte Ausführung

Die Konstruktion von Balkonen und Balkonböden ist in Merkblättern der Branchenverbände abgebildet, abgesehen von der statischen Auslegung der Konstruktion und der thermischen Abkopplung vom Gebäude, normativ noch nicht geregelt. Der Bereich Stahlbau und Korrosionsschutz hingegen ist normativ klar geregelt.

In diesem Zusammenhang massgebend ist die Norm EN ISO 12944 Teil 3², nach welcher es bei Stahlkonstruktionen u.a. folgende konstruktiven Grundregeln zu beachten gilt:

Zugänglichkeit und Erreichbarkeit

Stahlbauteile müssen zugänglich oder erreichbar gestaltet sein, damit das Beschichtungssystem fachgerecht aufgetragen, überwacht und instand gesetzt werden kann. Bereiche, die korrosionsgefährdet, nach der Montage aber unzugänglich

sind, müssen so gegen Korrosion geschützt werden, dass der Korrosionsschutz während der gesamten Nutzungsdauer des Bauwerkes wirksam bleibt.

Spalten

Übergangsstellen zwischen Beton und Stahl, die hohen Korrosionsbelastungen ausgesetzt sind, erfordern besondere Aufmerksamkeit.

Vorkehrungen gegen Ablagerungen und Wasseransammlungen

Oberflächenformen, auf denen sich Wasser ansammeln kann und die in Verbindung mit Fremdstoffen die Korrosionsbelastung verstärken, müssen vermieden werden. Wasser und korrosive Flüssigkeiten sind vom Bauwerk abzuleiten.

2.3 Korrosionsschutz

Wie in der Norm EN ISO 12944 Teil 5² beschrieben, muss zwischen Stahlbauteilen, welche jederzeit zugänglich/erreichbar sind, und jenen, welche nach Fertigstellung des Bauwerkes unzugänglich sind, unterschieden werden.

Bei Stahlbauteilen, welche jederzeit zugänglich sind, und deren Sichtflächen atmosphärischer Bewitterung ausgesetzt sind, empfiehlt die Norm die Applikation von Korrosionsschutzsystemen, welche für die Korrosivitätskategorie «C2» bis «C3» eine mittlere bis lange Nutzungsdauer gewährleisten.

Für Stahlbauteile, welche nach der Montage nicht mehr zugänglich sind, jedoch mittels einer Abdichtung in Form einer Zement-Kunstharzschicht vor Wasser geschützt sind, gilt die Korrosivitätskategorie «C3».

Bei nicht abgedichteten Konstruktionen liegen im direkten Kontaktbereich Stahlbauteile mit dem Plattenboden keine atmosphärische Belastungen vor. In diesen Bereichen liegen Verhältnisse vor, welche dem Bereich «Wasser- und Erdbau» (z.B. Korrosivitätskategorie Im1) zuzuordnen sind.

Vorbereitungsgrade

Beachten Sie die Vorbereitungsgrade.

Für Balkonkonstruktionen empfehlen sich je nach Exposition, die Vorbereitungsgrade P2 und P3.

C2, Atmosphäre mit geringer Verunreinigung (ländliche Gebiete)

Sandstrahlen Sa 2½

+ 1K Grundbeschichtung 80 µm

+ 1K Deckbeschichtung in Farbton 80 µm

oder

Sandstrahlen Sa 2½

+ 2K Grundbeschichtung 80 µm

+ 2K Deckbeschichtung in Farbton 80 µm

C3 Atmosphäre mit mässiger Verunreinigung (städtische Gebiete)

Sandstrahlen Sa 2½

+ 2K Grundbeschichtung 80 µm

+ 2K Zwischenbeschichtung 80 µm

+ 2K Deckbeschichtung UV-beständig 80 µm

oder
 Sandstrahlen Sa 2½
 + 2K Grundbeschichtung 100 µm
 + 2K Deckbeschichtung UV-beständig 100 µm
 oder
 Feuerverzinkung gemäss EN ISO 14611
 oder
 Feuerverzinkung + Feinstrahlen (Sweepen)
 + 2K Grundbeschichtung 60 µm
 + 2K Deckbeschichtung UV-beständig 60 µm

Im1 Kategorie für Wasser und Erdreich

Sandstrahlen Sa 2½
 + 2K Grundbeschichtung 80 µm
 + 2 bis 3 2K Teerepoxydharz ~ 500 µm
 Die Schichtdicke des Gesamtaufbaus beträgt im Minimum 500 µm und die völlige Porenfreiheit der Schicht ist für ihre Funktion die Voraussetzung.

3 Schadenfälle

3.1 Erscheinungsbild

Häufige Korrosionsschäden an Stahlbauteilen von Balkonen, Terrassen und Aussentritten treten typischerweise in Zusammenhang mit Plattenböden auf.

Es kann sich dabei sowohl um Neubauten als auch um Anbauten an bestehende Gebäude handeln. Der Korrosionsschutz der meisten Stahlkonstruktionen besteht aus einer Feuerverzinkung oder einem Duplex-System, d.h. einer Feuerverzinkung mit zusätzlicher organischer Beschichtung. Die Korrosionsprobleme treten typischerweise 1–2 Jahre nach Fertigstellung des Bauwerkes auf.



Abbildung 1



Abbildung 2

Abbildung 1, 2
 Betroffene Konstruktionselemente: Rahmenkonstruktion und Geländerpfosten

Von Korrosionserscheinungen betroffen sind ausschliesslich die Bereiche der Stahlkonstruktionen, welche in direktem Kontakt mit dem Plattenboden stehen. Zum Einen sind dies Rahmenkonstruktionen (Abbildung 1) und Geländerpfosten von Balkonen (Abbildung 2) und Terrassen, zum andern Trittwannen von Aussentritten.

3.2 Schadensbilder, Schadensausmass, Begleiterscheinungen

Die Erkenntnisse hinsichtlich der Schadensbilder bzw. des Schadensausmasses an den untersuchten Stahlkonstruktionen können wie folgt zusammengefasst werden:

Die Korrosionserscheinungen an der Stahlkonstruktion sind in aller Regel in allen direkt oder indirekt bewitterten Bereichen der Balkone, Aussentritten und Terrassen festzustellen. Die Bereiche mit Korrosionserscheinungen beschränken sich auf die Kontaktzone Plattenboden-Stahlkonstruktion, d.h. ab Oberkante Beton bis knapp über Oberkante Plattenboden. Typischerweise liegt der Ausgangspunkt der Korrosion im Übergang Fliesen-Überzugszement, d.h. im Kontaktbereich mit dem Klebmörtel.

Typische Korrosionserscheinungen sind Blasenbildung, Unterwanderung und Ablösung der organischen Beschichtung sowie Weiss- und Rotrostbildung. Das Ausmass des festgestellten Korrosionsangriffes ist i. Allg. gering und für die Tragfähigkeit der Stahlkonstruktion unbedeutend. Ästhetisch hingegen sind die Erscheinungen nicht tolerierbar und somit auch als Korrosionsschaden einzustufen, siehe Abbildung 3 und 4.



Abbildung 3



Abbildung 4

Abbildung 3, 4
 Schadensbilder – Originalzustand, nach Entfernung der Bodenplatten, nach Entfernung des gesamten Bodenaufbaus bis OK Beton

Typische Begleiterscheinungen der Korrosionsprobleme an der Stahlkonstruktion von Balkonen sind Ausblühungen heller mineralischer Substanzen an der Balkonuntersicht entlang des Kontaktes Stahlkonstruktion-Betonplatte und auf dem Plattenboden sowie manchmal Frostschäden am Plattenboden.

Insgesamt sind das alles Hinweise dafür, dass für die unerwünschten Erscheinungen bzw. Schäden an den Balkonen offensichtlich die Einwirkung bzw. die ungenügende Wegführung von Meteorwasser vom Bauwerk eine entscheidende Rolle spielt.

3.3 Aufbau und Zustand der Plattenböden

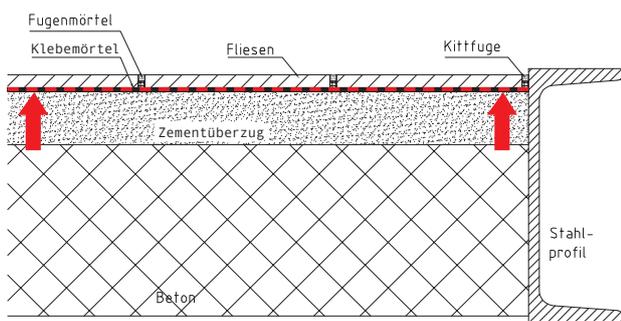
Im Falle der untersuchten Balkone sieht der Bodenaufbau über dem Konstruktionsbeton typischerweise wie folgt aus, siehe Skizze 1.

Auf den Überzug bzw. die Ausgleichsschicht auf Zementbasis werden die Fliesen mittels kunststoffvergüteter Zementmörtel verklebt und mit Mörtel ausgefugt. Der Anschluss der Bodenplatten an die Stahlkonstruktion wird auf der Oberfläche mittels Kitt ausgefugt; es werden in aller Regel dauerelastische, neutral vernetzende Produkte auf Silikonbasis verwendet. Bei den Aussentritten mit Stahlwangen und -wannen ist der Aufbau identisch.

In den allermeisten Fällen ist im Aufbau des Plattenbodens keine spezielle Abdichtungsschicht eingebaut, oder die Anschlüsse einer vorhandenen Abdichtung an die Stahlkonstruktion fehlt.

Konstruktiv **nicht** fachgerechte Ausbildung:

Skizze 1



Schematische Darstellung des Plattenbodenaufbaus von Balkonen. Fehlende Abdichtung zwischen Klebmörtel und Zementüberzug. (In Skizze rot eingezeichnet.)

Nach Entfernung der Platten bei Balkonen und Aussentritten kommt in aller Regel ein feuchter bis durchnässter Untergrund von mürber Konsistenz zum Vorschein. Diese Situation allein – nasser oder feuchter Zement im Kontakt mit der Stahlkonstruktion – ist für die applizierten Korrosionsschutzsysteme als äusserst kritisch einzustufen.

3.4 Aufbau und Ausführung des Korrosionsschutzes

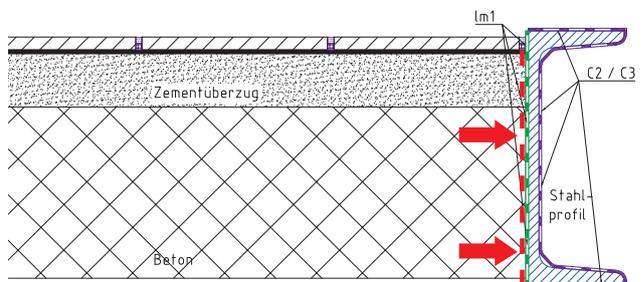
Der Korrosionsschutz bei den untersuchten Stahlbauteilen der erwähnten Konstruktionen besteht wie bereits erwähnt meist aus einer Feuerverzinkung oder einem Duplex-Aufbau, d.h. eine Feuerverzinkung mit zusätzlicher organischer Beschichtung.

In Anlehnung an die einschlägigen Normen EN ISO 14611, und EN ISO 12944 Teil 5² wurden die Korrosionsschutzsysteme für die Anwendung im Hochbau bei Aussenbewitterung nach Korrosivitätskategorie C2/C3 gemäss EN ISO 12944 Teil 2² ausgeschrieben und ausgeführt. Der Beschichtungsaufbau ist somit für eine leichte bis mässig korrosive, atmosphärische Belastung mit einer mittleren oder langen Lebensdauer ausgelegt.

Was die Sichtflächen der Stahlbauteile betrifft, erfolgte der Korrosionsschutz somit in aller Regel gemäss der aktuellen Norm.

Konstruktiv **nicht** fachgerechte Ausbildung:

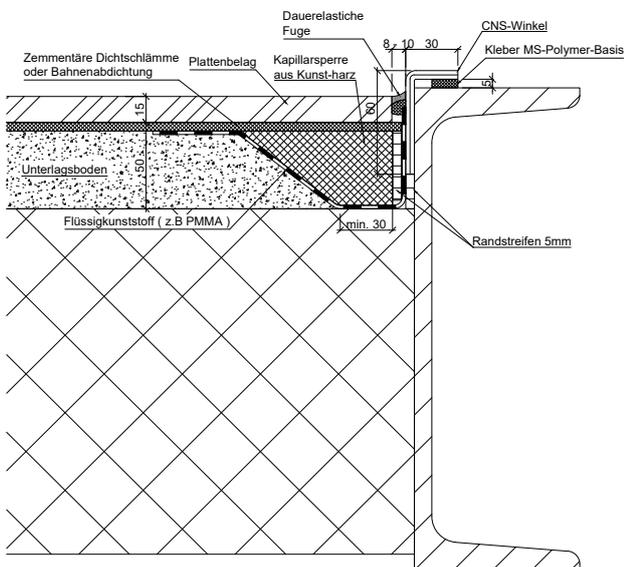
Skizze 2a



Aufbau und Ausführung des Korrosionsschutzes auf Basis der Korrosionsbeanspruchung gemäss EN ISO 12944². Obwohl der Oberflächenschutz auf dem Stahlprofil korrekt appliziert ist, kommt es zur Korrosion, da die Abdichtung fehlt. (Fehlende Abdichtung in Skizze rot eingezeichnet.)

Fachgerechte konstruktive Ausbildungen:

Skizze 2b



Aufbau und Ausführung des Korrosionsschutzes auf der Basis der Korrosionsbeanspruchung gemäss EN ISO 12944². Da die Abdichtung richtig eingebaut ist, ist der Stahl vor Korrosion geschützt. Die Klebfläche des Flüssigkunststoff muss mind. 50 mm betragen.

3.5 Korrosionschemische Befunde

In Zusammenhang mit Korrosionsproblemen interessieren, welche physikalisch-chemischen Eigenschaften die Korrosionsprodukte, Ablagerungen, Baustoffe etc. im wässrigen Extrakt aufweisen. Es geht dabei hauptsächlich um den pH-Wert, die elektrische Leitfähigkeit sowie die Anwesenheit und Konzentration verschiedener korrosionsfördernder Substanzen wie Chloride, Sulfate, etc.

Bei den Analysen der Eisen-/Zinkkorrosionsprodukte fällt auf, dass praktisch ausnahmslos bedeutende Acetatmengen vorliegen. Bei Acetaten handelt es sich um Salze der Essigsäure. In einigen Fällen konnte mittels röntgenographischer Methoden nachgewiesen werden, dass in den Korrosionsprodukten neben Eisen- und Zinkoxiden/hydroxiden auch Zinkacetat-Hydrat vorliegt. Ein ursächlicher Zusammenhang zwischen den Korrosionserscheinungen und der Anwesenheit von Acetaten kann somit vermutet werden. Es stellt sich daher die Frage, woher aus dem näheren Umfeld der betroffenen Metalle die korrosionsfördernden Substanzen stammen – im vorliegenden Fall sind dies die Klebmörtel und Zementüberzüge sowie die elastischen Kittfugen.

Im wässrigen Extrakt der verwendeten Klebmörtel konnte die Anwesenheit von Acetaten praktisch ausnahmslos nachgewiesen werden, in den Zementüberzügen und elastischen Kittfugen in aller Regel nicht.

Die Herkunft der korrosionsfördernden Acetate scheint somit klar: Quelle sind die verwendeten kunststoffvergüteten Klebmörtel. Ein an der EMPA mit handelsüblichen Klebmörteln durchgeführter Modellversuch⁷ konnte klar belegen, dass sich unter der Einwirkung von Wasser mit alkalischem pH-Wert das zur Vergütung verwendete Polyvinylacetat (PVA) unter Abspaltung von Acetat zersetzt – dieser Vorgang ist unter dem Begriff «Verseifung» bekannt. Ob und allenfalls wie sich die Acetate zu Essigsäure umsetzen (z.B. unter Einwirkung von CO₂), ist unklar.

4 Schadensursache(n)

Die an den Stahlkonstruktionen von Balkonen, Aussentrepfen und Terrassen im Kontakt mit dem Plattenboden auftretenden Korrosionserscheinungen sind auf folgende Ursachen zurückzuführen:

Ursächlich ist die konstruktionsbedingte Einwirkung von Dauernässe/-feuchtigkeit, welche problematisch für die verwendeten Korrosionsschutzsystem ist, und die ebenfalls konstruktionsbedingten Spaltbedingungen im Kontakt zwischen dem Plattenbodenaufbau und der Stahlkonstruktion, welche sich ungünstig auf den Sauerstoff- und Kohlensäurehaushalt des wässrigen Mediums auswirken, was v.a. für die Verzinsung problematisch ist.

Als **beschleunigend** für den Korrosionsprozess kann die Einwirkung von Acetaten oder Essigsäure angesehen werden. Dabei spielen die im Plattenbelagsaufbau häufig verwendeten PVA-vergüteten (Polyvinylacetat) Klebmörtel sowie die Verwendung säurevernetzender Fugenkitte eine zentrale Rolle.

5 Entwässerung von Balkonen

Bei Balkonen, welche mit einem Plattenbodenbelag versehen werden, muss das Augenmerk im speziellen auf die Entwässerung gelegt werden. Bei Aussenbelägen im Verbund liegt die Abdichtungsebene unmittelbar unterhalb der Kleberbettes, das Mindestgefälle für diese Entwässerungsebene und den Nutzbelag liegt bei 1.5%. Bei Aussenbelägen im Drainagemörtelbett wird ein Teil des Wassers durch die Fugen und das Mörtelbett nach unten in eine Drainagematte oberhalb der Abdichtung abgeleitet. Auch hier gilt das Minimalgefälle von 1.5% für die Entwässerungsebene und die Oberfläche des Nutzbelages.

Die Entwässerung muss nach der Norm SN 592 000 «Liegenchaftsentwässerung»¹¹ erfolgen.

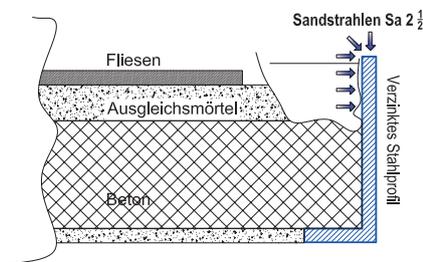
6 Mögliche Sanierungen der betroffenen Bauwerke

6.1 Teilsanierung

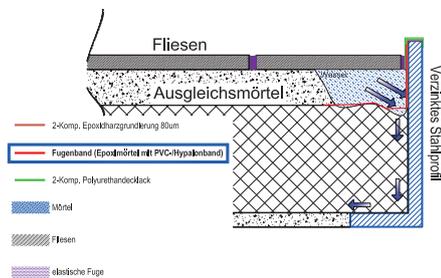
Eine Teilsanierung der betroffenen Bauwerke kann wie folgt ablaufen (Abbildung 3+4):

- 1) Demontage von ein bis zwei Plattenreihen inkl. Abspitzen von Klebmörtel und Zementüberzug (Ausgleichsmörtel).
- 2) Vollständiges Entfernen von Korrosionsprodukten, Mörtel-, Beschichtungs- und Verzinkungsresten (wenn möglich immer Sandstrahlen Sa 2½).
- 3) Neuaufbau der Korrosionsschutzschicht und Abdichtung des Anschlussbereiches zur Stahlkonstruktion mittels Grundierung durch 2-Komponenten-Epoxidharzgrundierung, Anbringen eines Fugenbandes und Applikation eines Decklackes aus 2-Komponenten-Polyurethanlack.

Skizze 3



Skizze 4



Sanierung der betroffenen Objekte:
 Skizze 3: Vorbereitungsarbeiten
 Skizze 4: Abdichtung und Neuaufbau Korrosionsschutz

Mit diesem Neuaufbau wird das Korrosionsproblem an der Stahlkonstruktion gelöst und das Eindringen von Meteorwasser in den Anschlussbereich Balkonplatte-Stahlkonstruktion verhindert. Weiterhin aber ist mit Wasseransammlungen im Bodenaufbau zu rechnen, welche bei kaltem Wetter gefrieren und bei zu wenig Gefälle auf der Oberfläche Schäden am Plattenboden verursachen können.

6.2 Gesamtsanierung

Eine Gesamtsanierung kann nur erzielt werden, indem der gesamte Plattenboden demontiert wird und ein **Aufbau gemäss Kapitel 2** erstellt wird.

7 Schlussfolgerungen

Die hier behandelten Korrosionsprobleme an Stahlkonstruktionen von Balkonen können durch die strikte Anwendung der in EN ISO 12944 Teil 3² aufgeführten Grundregeln der Gestaltung vermieden werden.

Die Abdichtung des Plattenbodens und des Anschlussbereichs Plattenboden – Stahlkonstruktion muss zwingend gemäss SIA 271 «Abdichtungen von Hochbauten» ausgeführt werden. Nur durch eine fachgerechte Applikation der Abdichtung und des Korrosionsschutzes können die geschädigten Objekte nachhaltig saniert werden.

8 Literatur

- 1 SN EN ISO 1461:2022
Durch Feuerverzinken auf Stahl aufgetragene Zinküberzüge
- 2 SN EN ISO 12944:2018
Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme
- 3 SN EN ISO 8504-1:2020
Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen – Allgemeine Grundsätze
- 4 SN EN ISO 8504-2:2020
Strahlen
- 5 SN EN ISO 8504-3:2020
Reinigen mit Handwerkzeugen und mit maschinell angetriebenen Werkzeugen
- 6 SN EN ISO 8501-1:2007
Bezeichnung der Reinheitsgrade bei Oberflächen
- 7 EMPA-Bericht Nr. 840'248
Beständigkeit kunststoffvergüteter Klebmörtel auf Zementbasis (1999)
- 8 SZS C5/18
Oberflächenschutz von Stahlkonstruktionen
- 9 SN 567248 / SIA 248:2016
Plattenarbeiten
- 10 SN 564271 / SIA 271:2021
Abdichtungen von Hochbauten
- 11 SN 592000:2024
Anlagen für die Liegenschaftsentwässerung

Das Merkblatt ist eine Orientierungshilfe über den heutigen Stand der Technik. Es vermittelt Wissen und Erfahrung und dient als Verständigungshilfe für die Beteiligten. AM Suisse haftet nicht für Schäden, die durch die Anwendung der vorliegenden Publikation entstehen können.

Metaltec Suisse
 Ein Fachverband des AM Suisse

AM Suisse
 Seestrasse 105, 8002 Zürich
 T +41 44 285 77 77, F +41 44 285 77 78
 metaltecsuisse@amsuisse.ch
 www.metaltecsuisse.ch