



Merkblatt TK 001

Korrosionsschutz von Stahlbauteilen bei Balkonen
und Terrassen in Zusammenhang mit Plattenböden



Einleitung	2
1. Anwendungsbereich	2
2. Ausführung	2
2.1 Konstruktionsgerechte Ausführung	2
2.2 Korrosionsschutzgerechte Ausführung	3
2.3 Korrosionsschutz	3
3. Schadenfälle	4
3.1 Erscheinungsbild	4
3.2 Schadensbilder, Schadensausmass, Begleiterscheinungen	5
3.3 Aufbau und Zustand der Plattenböden	6
3.4 Aufbau und Ausführung des Korrosionsschutzes	6
3.5 Korrosionschemische Befunde	6
4. Schadensursache(n)	7
5. Entwässerung von Balkonen	7
6. Sanierung der betroffenen Bauwerke	7
6.1 Gesamtanierung	8
6.2 Teilsanierung	8
7. Schlussfolgerungen	8
8. Literatur	8
9. Autoren	8

Einleitung

Bei der konstruktiven Gestaltung von Balkonen kommen vermehrt Tragkonstruktionen in Stahl und mit Plattenbelägen versehene Böden zur Anwendung. Derartig gestaltete Balkonkonstruktionen sind in letzter Zeit öfters von Korrosionsschäden im Anschlussbereich Plattenboden-Stahlkonstruktion betroffen. Dieselbe Problematik zeigt sich auch an Stahlkonstruktionen von Terrassen und Aussentreppen mit Plattenbelägen.

Diese Korrosionsschäden an den Stahlkonstruktionen von Balkonen, Terrassen und Aussentreppen stellen sich in aller Regel bereits kurze Zeit nach Fertigstellung des Bauwerkes ein. Ausserdem treten die Korrosionserscheinungen im gut einsehbaren Anschlussbereich des Plattenbodens zur Stahlkonstruktion auf und wirken deshalb bereits bei geringem Schadensausmass ästhetisch störend.

Die Behebung der Korrosionsschäden ist aufgrund der ungünstigen konstruktiven Gegebenheiten ausserordentlich aufwändig und kostenintensiv.

1. Anwendungsbereich

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

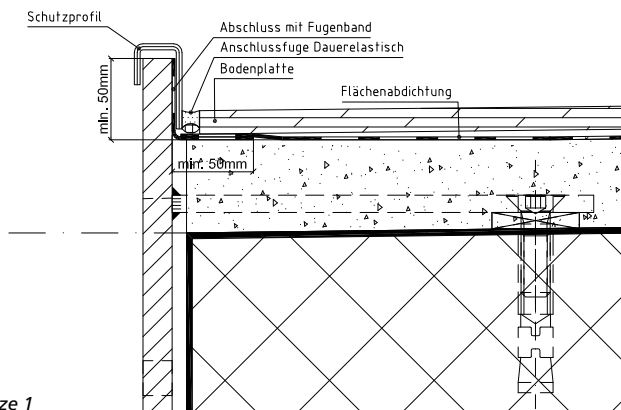
2. Ausführung

2.1 Konstruktionsgerechte Ausführung

Es muss konstruktiv verhindert werden, dass sich im Bodenbelagsaufbau Wasseransammlungen bilden, welche an die Stahlkonstruktion gelangen können.

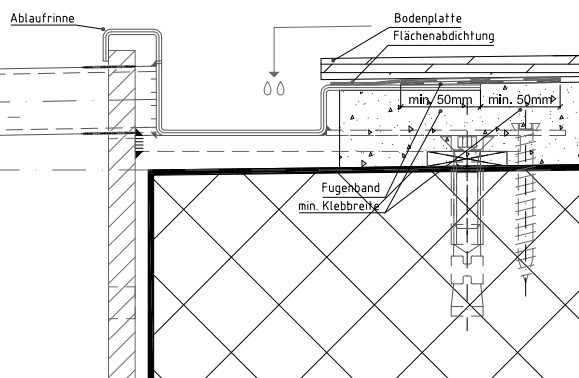
Zwischen dem Zementüberzug (Ausgleichsmörtel) und dem Klebmörtel muss deshalb eine Abdichtung in Form einer Zement-Kunstharzschicht eingebaut werden. Ausserdem muss der Anschluss des Bodenbelages zur Stahlkonstruktion mittels Fugenband oder Flüssigkunststoff abgedichtet werden. Damit wird verhindert, dass die mit verschiedenen Inhaltsstoffen aus dem Bodenbelagsaufbau angereicherten Wässer auf die Stahlkonstruktion und deren Korrosionsschutz einwirken können (Skizze 1).

Die Abdichtung der Balkone ist in der Norm SIA 271 «Abdichtungen im Hochbau» [10] grundsätzlich geregelt. Die Ausführungen mit Flüssigkunststoffen sind u.a. in den Abschnitten 2.6.1 (Allgemeines); 4.6.5 (Flüssigkunststoffe); und 4.9.5 (An- und Abschlüsse mit Flüssigkunststoff, Fugenbändern usw.) beschrieben. Analog gelten u.a. die Abschnitte 2.6.1; 4.6.6 und 4.9.7 für Anwendungen von starren mineralischen Abdichtungen. Im weiteren sind die Verarbeitungsrichtlinien der Materialhersteller strikte zu befolgen.

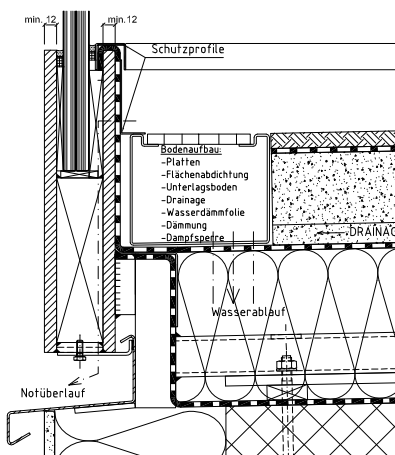


Skizze 1

Der Ablauf des Meteorwassers muss auf Höhe der Abdichtung liegen, um die Entwässerung zu gewährleisten (Skizze 2–3).



Skizze 2



Skizze 3

2.2 Korrosionsschutzgerechte Ausführung

Die Konstruktion von Balkonen und Balkonböden ist, 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 3 [2], 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 Bauwerks 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.

Die erwähnten Grundregeln der Gestaltung sind auch in SIA Merkblatt 2022 [8] nachzulesen.

2.3 Korrosionsschutz

Wie in der Norm EN ISO 12944 Teil 5 [2] 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.

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 1461 [1]

oder

Feuerverzinkung + Feinstrahlen (Sweepen)

+ 2K Grundbeschichtung 60 µm

+ 2K Deckbeschichtung UV-beständig 60 µm

Im1 Kategorie für Wasser und Erdbreich

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 Aussentreppen treten typischerweise in Zusammenhang mit Plattenböden auf (Abb. 1).



Abb 1-2: Auswahl betroffener Objekte – Balkone und Aussentreppen

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.

Von Korrosionserscheinungen betroffen sind ausschliesslich die Bereiche der Stahlkonstruktionen, welche in direktem Kontakt mit dem Plattenboden stehen. Zum Einen sind dies Rahmenkonstruktionen und Geländerpfosten von Balkonen und Terrassen, zum andern Trittwangen und -wangen von Aussentreppen (Abb. 3-5). Einzelfälle von Rahmenprofilen im Falle von Balkonverglasungen sind ebenfalls bekannt (Abb. 6).



Abb. 3



Abb. 4



Abb 5: Betroffene Konstruktionselemente – Rahmenkonstruktion Balkon, Geländerpfosten Balkon und Trittwannen Aussentreppe



Abb. 6: Rahmenprofil Balkonverglasung

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, Aussentreppe 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.



Abb. 7



Abb. 8



Abb. 7-9: Schadensbilder – Originalzustand, nach Entfernung der Bodenplatten, nach Entfernung des gesamten Bodenaufbaus bis OK Beton



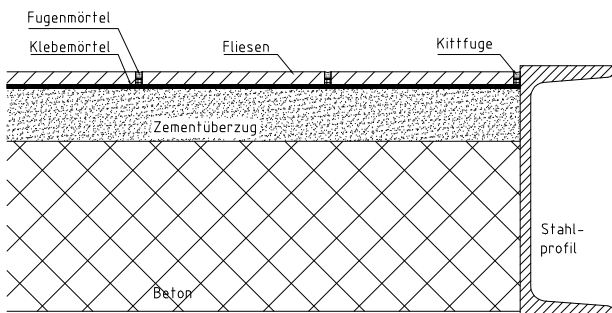
Typische Begleiterscheinungen der Korrosionsprobleme an der Stahlkonstruktion von Balkonen sind Ausblühungen heller mineralischer Substanzen an der Balkonuntersicht entlang des Kontaktes Stahlkonstruktion-Betonplatte und auf dem Plattenboden sowie manchmal Frostschäden am Plattenboden.

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 (Skizze 4): 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 Siliconbasis verwendet. Bei den Aussentrepfen 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.



Skizze 4: Schematische Darstellung des Plattenbodenaufbaus von Balkonen.

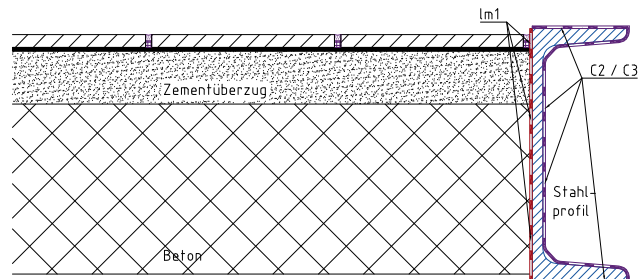
Nach Entfernung der Platten bei Balkonen und Aussentrepfen kommt in aller Regel ein feuchter bis durchnässter Untergrund von mürber Konsistenz zum Vorschein. Diese Situation allein – nasser oder feuchter Zement im Kontakt mit der Stahlkonstruktion – ist für die applizierten Korrosionsschutzsysteme als 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 1461 [1], und EN ISO 12944 Teil 5 [2] wurden die Korrosionsschutzsysteme für die Anwendung im Hochbau bei Aussenbewitterung nach Korrosivitätskategorie C2/C3 gemäss EN ISO 12944 Teil 2 [2] 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.



Skizze 5: Aufbau und Ausführung Korrosionsschutz, Korrosionsbeanspruchung gemäss EN ISO 12944 [2]

In Sachen organischer Korrosionsschutz besteht an den untersuchten Bauwerken das Problem darin, dass die Deckanstriche in jedem Fall und die Grundierung in einigen Fällen bauseitig und somit gerade im problematischen Anschlussbereich zum Plattenboden nicht vollflächig appliziert werden (Skizze 5).

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 Modellversuch [7] konnte klar belegen, dass sich unter der Einwirkung von Wasser mit alkalischem pH-Wert das zur Vergütung verwendete Polyvinylacetat (PVA) unter Abspaltung von Acetat zerlegt – 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, Aussentritten 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 Korrosionsschutzsysteme 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 Verzinkung 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. Da ein Plattenbodenaufbau in dieser Anwendung aufgrund der verwendeten Fugen-, Kleb- und Überzugsmörtelmaterialien nicht wasserdicht ist und das Meteorwasserfangsniveau meist auf Höhe des Plattenbelages liegt, resultiert eine Wasseransammlung unter den Bodenplatten mit all den unangenehmen Folgen. Die Entwässerung muss nach der Norm SN 592 000 «Liegenchaftsentwässerung» [11] erfolgen.

6. Mögliche Sanierung der betroffenen Bauwerke

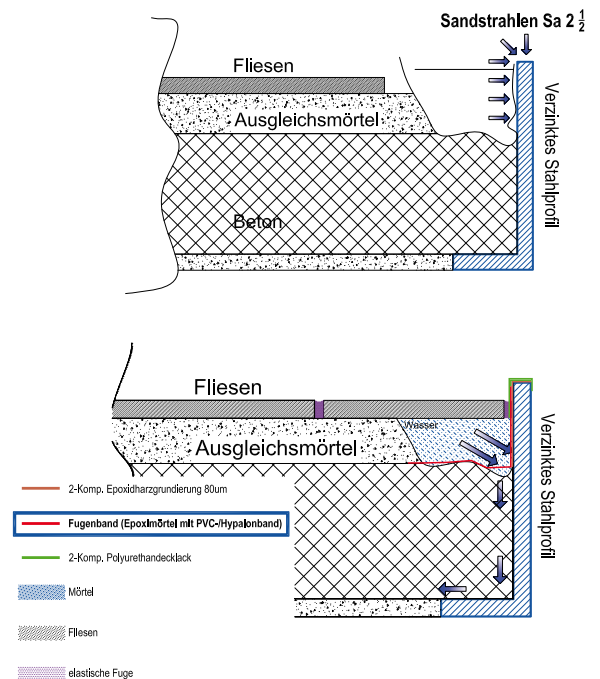
6.1 Gesamtsanierung

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

6.2 Teilsanierung

Eine Teilsanierung der betroffenen Bauwerke kann wie folgt ablaufen (Skizze 6+7):

- 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 2 1/2).
- 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 6-7: Sanierung der betroffenen Objekte – Vorbereitungsarbeiten (a), 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.

7. Schlussfolgerungen

Die hier behandelten Korrosionsprobleme an Stahlkonstruktionen von Balkonen können durch die strikte Anwendung der in EN ISO 12944 Teil 3 [2] aufgeführten Grundregeln der Gestaltung vermieden werden. Der Abdichtung des Plattenbodens und des Anschlussbereiches Plattenboden-Stahlkonstruktion ist dabei grösste Aufmerksamkeit zu schenken. Nur durch eine fachgerechte Applikation der Abdichtung und des Korrosionsschutzes können die geschädigten Objekte nachhaltig saniert werden.

8. Literatur

- [1] EN ISO DIN 1461, Durch Feuerverzinken auf Stahl aufgetragene Zinküberzüge (1999)
- [2] EN ISO 12944, Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme (1998)
- [3] EN ISO DIN 8504 Verfahren für die Oberflächenbehandlung
- [4] EN ISO DIN 8504-2 Durch Strahlen
- [5] EN ISO DIN 8504-3 Reinigen mit Handwerkzeug
- [6] ISO 8501-1 Bezeichnung der Reinheitsgrade bei Oberflächen
- [7] EMPA-Bericht Nr. 840>248, Beständigkeit kunststoffvergüteter Klebemörtel auf Zementbasis (1999)
- [8] SIA Merkblatt 2022, Oberflächenschutz von Stahlkonstruktionen (2003)
- [9] SIA 248 «Plattenarbeiten» (2006)
- [10] SIA 271 «Abdichtung im Hochbau» (2007)
- [11] SN 592 000 Liegenschaftsentwässerung (2002) SIV / VSA

9. Autoren

Artho Marquart	Schweizerische Metall-Union SMU
Marcel Ruckstuhl	Schweizerischer Plattenverband SPV
Martin Tuchschnid	Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt EMPA
Martin Schicker	Siqua, Planung und Prüfung von Korrosionsarbeiten
Roland Büchli	QC-Expert

Schweizerische Metall-Union (SMU)

Seestrasse 105
 Postfach
 8027 Zürich

Tel. 044 285 77 77
 Fax 044 285 77 78
 metallbau@smu.ch
 www.metallunion.ch