

Korrosionsschäden an Blechen

Autor(en): **Theiler, F. / Geiser, R.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **94 (1976)**

Heft 45

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-73191>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

die Verankerungszone genügend gegen Abplatzen des Betons gesichert ist.

Wie die Verhältnisse bei ölbeschichteter Netzstahlarmerung liegen (schwache Profilierung), zeigen die Diagramme in Bild 5. Der besonders starke Einfluss auf die eigentliche Haftung im Anfangsbereich kommt hier deutlich zum Ausdruck.

Versuche an Rundstählen

In dieser Versuchsserie gelangten walzfrische, feuerverzinkte und spritzverzinkte Rundstähle St. 37 zur Prüfung. Gewicht und Dicke der einzelnen Zinkschichten betragen dabei:

Feuerverzinkte Stäbe (Vollbadverzinkung): ($\gamma = 7,14 \text{ g/cm}^3$)

∅ 8 mm	748 g/m ²	105 μm
∅ 16 mm	472 g/m ²	66 μm
∅ 30 mm	503 g/m ²	70 μm

Spritzverzinkte Stäbe: ($\gamma = 5,0 \text{ g/cm}^3$)

∅ 8 mm	271 g/m ²	54 μm
∅ 16 mm	172 g/m ²	34 μm
∅ 30 mm	265 g/m ²	53 μm

Die Versuchsergebnisse sind in Bild 6 graphisch dargestellt. Wiederum sind die auf die Betonfestigkeit bezogenen Stahlspannungen in Abhängigkeit vom Schlupf aufgetragen. Das Haftvermögen der feuerverzinkten Stäbe war danach bei den kleineren und mittleren Durchmessern etwas schlechter, bei den grösseren Dimensionen etwas besser als das der walzfrischen Rundstähle. In Anbetracht der grossen Streueigenschaften solcher Ausziehversuche kann indessen gefolgert werden, dass die Verzinkung im Vollbad (Feuerverzinkung) das Haftvermögen von Stählen praktisch nicht mindert.

Die spritzverzinkten Rundstähle weisen hingegen Gleitmassdiagramme auf, die so tief verlaufen, dass sie bei den grösseren Durchmessern kaum mehr messbare Grössen liefern. Die im Spritzverfahren aufgebrauchte Zinkschicht wirkt sich wie eine Schmierschicht aus. Rundstähle und schwach profilierte Armierungsstähle, die im Spritzverfahren verzinkt werden, sind somit überall dort, wo das Haftvermögen eine wesentliche Rolle spielt, abzulehnen. Bei den stark profilierten Rippenstählen sollte diese Art von Verzinkung aus dem gleichen Grund nur mit Vorsicht angewendet werden.

Adresse des Verfassers: A. Maissen, dipl. Ing. ETH, EMPA, 8600 Dübendorf, Überlandstrasse 129.

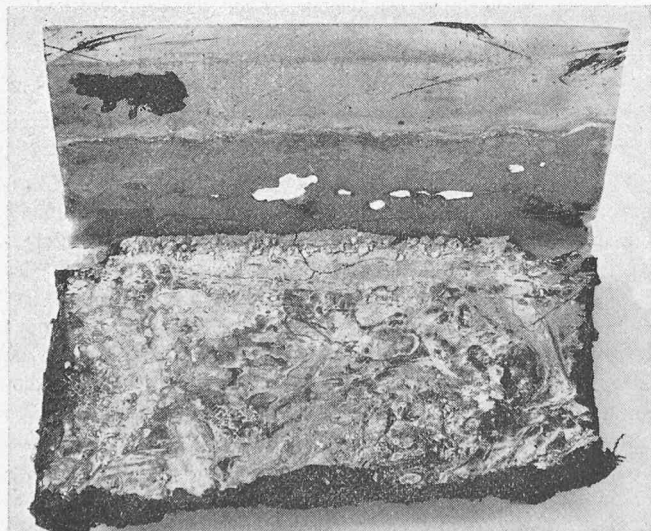
Korrosionsschäden an Blechen

Von F. Theiler und R. Geiser, EMPA Dübendorf

DK 620.197:621.771.23

Korrosionsschäden im Bauwesen sind meist recht kostspielig. Dabei fallen die eigentlichen Korrosionsschäden kaum ins Gewicht. Viel gravierender sind die mit der Korrosion verknüpften Folgeschäden, wie etwa Wasserschäden, die immer aufwendige Reparaturarbeiten erfordern. Der Beitrag soll zeigen, wie solche Schäden ohne grosse Spezialkenntnisse vermieden werden können. Besondere Beachtung wird dem erst kürzlich eingeführten Kupfer-Titan-Zink-Blech geschenkt. Als Beispiel eines einfachen Korrosionsschutzes wird die Schutzwirkung eines bituminösen Anstrichs diskutiert. Neben einer Aufzählung von typischen Schadenfällen aus der Praxis, ergänzt durch Ergebnisse von Laboruntersuchungen, soll vor allem die am Schluss aufgeführte Tabelle 7 informieren über die häufigsten Korrosionsarten und die zu ihrer Verhütung erforderlichen Schutzmassnahmen.

Bild 1. Winkelblech aus Aluminium, Korrosion und Perforation, verursacht durch frische Alkalien, herausgelöst aus dem auf der Wasserisolation aufliegenden Schutzmörtel



Einleitung

Die heute im Bauwesen am häufigsten verwendeten Bleche sind aus Kupfer, Aluminium-Werkstoffen, verzinktem Stahl, Chromnickelstahl, Blei und in jüngster Zeit auch aus Kupfer-Titan-Zink. Werden die von uns (EMPA Abt. Anstrichstoffe, Beschichtungen, Korrosion) in den letzten zehn Jahren behandelten Korrosionsfälle eingeordnet nach Korrosionsursache und Blech-Werkstoff, ergibt sich die Tabelle 1. Dieser Aufstellung können wir zwei wichtige Folgerungen entnehmen:

1. Drei Viertel der von uns behandelten Schadenfälle betreffen Bleche aus verzinktem Stahl oder Aluminium-Werkstoffen.
2. In neun von zehn Fällen sind Alkalien oder ständige Nässe für die Korrosionsschäden verantwortlich.

Damit sind bereits die Richtlinien für eine erfolgreiche Bekämpfung der Korrosion gegeben, nämlich:

- Bleche aus verzinktem Stahl oder Aluminium-Werkstoffen an den kritischen Stellen mit einem Korrosionsschutz versehen,

Tabelle 1. Ursache der Korrosion von Blechen; Zusammenstellung der Schadenfälle aus den letzten zehn Jahren

	Chloride	Alkalien	Ständige Nässe	Andere Einflüsse	Total
Kupfer	1	6	5	–	12
Aluminium-Werkstoffe	3	23	22	1 ¹⁾	49
Verzinkter Stahl	3	18	22	–	43
Chromnickelstahl (V2A)	3	–	2 ²⁾	1 ³⁾	6
Blei	–	6	6	–	12
Total	10	53	57	2	122

1) Rauchgas-Korrosion

2) Spalt-Korrosion

3) Korrosion der Hartlötnaht

– durch konstruktive Massnahmen den Zutritt von Wasser und Alkalien zu ungeschützten Blechen verhindern.

Leider werden diese einfachen Richtlinien in der Praxis nicht immer befolgt, wie der nächste Abschnitt zeigen soll.

Typische Schadenfälle

Die hier beschriebenen Schadenfälle betreffen vor allem Winkelbleche bei Flachdach-Konstruktionen. Die Erfahrung lehrt, dass diese Winkelbleche, bedingt durch ungenügenden Korrosionsschutz oder ungünstige Konstruktion, häufig sehr gefährdet sind.

Kupfer

Schadenbild

Intensiv blau gefärbte Ablagerungen treten am Kupfer-Winkelblech einer rund ein Jahr alten Flachdach-Konstruktion auf. Die stärkste Belagsbildung erfolgt im Bereich des gedeckten Sitzplatzes. Der Flachdach-Aufbau ist so gewählt, dass auf der Wasserisolation eine rund 2 cm dicke Sandschicht und darüber begehbare Betonplatten verlegt sind.

Am Tag der Besichtigung ist der Feuchtigkeitsgehalt der Sandschicht beim Sitzplatz wesentlich höher als in den übrigen Partien des Flachdaches. Der durch Korrosion verursachte Materialabtrag am Kupferblech ist nur gering, insbesondere zeigen sich keine örtlichen Anfrassungen.

Ursache

Meteorwasser löst aus den frischen Betonplatten Calciumhydroxid heraus; ein Vorgang, der mit fortschreitender Karbonatisierung des Betons allmählich zum Stillstand kommt. Calciumhydroxid reagiert in wässrigen Lösungen stark alkalisch und greift unter Bildung von basischen Kupferkarbonaten und Kupfersulfaten an. Glücklicherweise erfolgt dieser Angriff meistens gleichmässig, so dass keine lokalen Anfrassungen zu erwarten sind.

Sanierung

Die Ablagerungen werden mechanisch entfernt. Das Kupferblech wird bis auf rund 2 cm über OK Betonplatte mit einem alkalibeständigen, porenfreien Anstrich versehen.

Aluminium-Werkstoffe

Schadenbild

Ungefähr drei Monate nach Fertigstellung werden starke Korrosionserscheinungen mit durchgehenden Löchern an den Winkelblechen einer Flachdach-Konstruktion beobachtet (Bild 1). Der auf der Wasserisolation aufgetragene Schutzmörtel liegt am vertikalen Schenkel des Winkelbleches an. Die begehbaren Platten aus Waschbeton sind ebenfalls an das Blech gestossen.

Ursache

Beim Abbinden des Mörtels und beim Zutritt von Meteorwasser werden beträchtliche Mengen von alkalisch reagierendem Calciumhydroxid aus Mörtel und Betonplatten herausgelöst. Aluminium-Werkstoffe sind zwar unter neutralen Bedingungen durch ihre Oxidhaut vor Korrosion geschützt, in alkalischer Umgebung hingegen wird diese Schutzschicht zerstört. Als Folge davon tritt eine starke Korrosion auf, die bis zur vollständigen Metallauflösung fortschreiten kann.

Sanierung

Die Waschbetonplatten werden entfernt, der Schutzmörtel an den Seiten bis auf eine Breite von 80 bis 100 cm abgespitzt.

Die korrodierten Aluminium-Winkelbleche werden herausgetrennt und an ihrer Stelle neue Aluminiumbleche eingelegt, die beidseitig mit einem alkalibeständigen porenfreien Anstrich versehen sind. Als Schutz vor mechanischen Verletzungen wird auf der Mörtelseite ein zusätzlicher Unterlagsstreifen aus einer bituminösen Dichtungsbahn verlegt.

Verzinkter Stahl

Schadenbild

Starke Rostbildungen mit durchgehenden Löchern treten drei Jahre nach der Erstellung eines Flachdaches an den Winkelblechen aus verzinktem Stahl auf (Bild 2). Auf der Wasserisolation liegt eine rund 2 cm dicke Sandschicht, darüber sind Betonplatten verlegt. Die Fuge zwischen Winkelblech und Betonplatten ist unten mit einem Streifen aus Schaumstoff und darüber mit Kitt ausgefüllt.

Ursache

Das aus den frischen Betonplatten durch Meteorwasser herausgelöste Calciumhydroxid greift Zink erheblich an und vermag dabei den schützenden Zinküberzug örtlich zu zerstören. Das freigelegte Stahlblech ist vor Korrosion geschützt, weil das alkalisch reagierende Calciumhydroxid die natürliche Passivität des Eisens verstärkt. Sobald der Beton aber hinreichend karbonatisiert ist, fällt die ständige Zufuhr von Calciumhydroxid weg und die übliche Rostbildung setzt ein. Der angrenzende Sand und der Schaumstoff stellen ein ideales Reservoir für die zur Korrosion notwendige Feuchtigkeit dar.

Sanierung

Im wesentlichen analog zu dem zuvor beschriebenen Vorgehen. Auch in diesem Fall ist ein porenfreier Schutzanstrich auf den neuen Winkelblechen zu empfehlen.

Bild 2. Winkelblech aus verzinktem Stahl mit abgelöster Wasserisolation und anhaftendem Schaumstoffstreifen. Korrosion und Perforation, hervorgerufen durch frische Alkalien, herausgelöst aus benachbarten Betonplatten

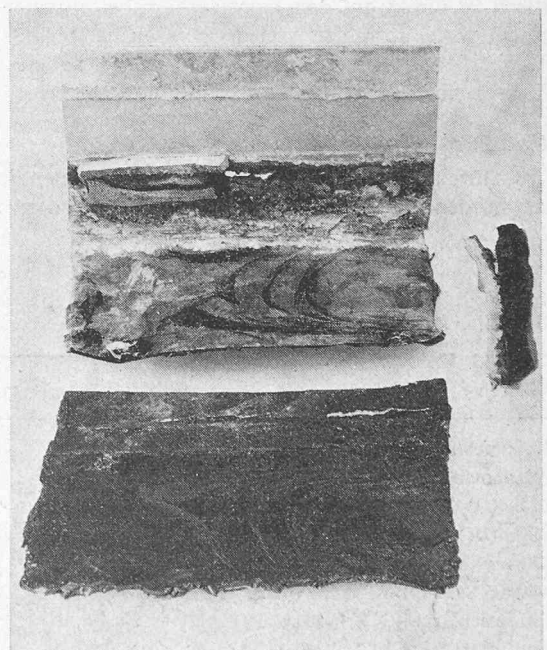


Tabelle 2. Korrosionsversuche in Alkalien, Gewichtsverluste in g/m² nach 4 Wochen

Werkstoffe	Im Mörtel eingebettet		In wässriger Zementaufschlammung eingetaucht	
	ohne Anstrich	mit Anstrich	ohne Anstrich	mit Anstrich
Kupfer	0,6/0,9/1,2/2,1	0,4/0,4/0,5/0,5	11,3/11,5/11,3/12,3	0,5/0,5/1,5/0,4
Aluminium	155/155/186/248	8,4/9,2/12,9/15,3	141/174/194	30/43/36
Verzinkter Stahl	14,0/22,7/24,7/25,5	0,4/0,9/1,4/1,7	2,2/2,3/2,2/2,1	1,2/2,4/1,2/4,1
Reinzink	16,0/18,0/22,7/26,7	0,7/0,4/0,4/0,5	1,9/1,9/1,9/1,9	1,9/2,6/1,7/1,6
Kupfer-Titan-Zink	19,7/23,2/27,6/29,8	0,2/0,3/0,6/0,5	1,7/1,5/1,9/1,5	2,9/2,8/2,6/2,9
Chromnickelstahl	0,2/0,2/0,3/0,3	0,0/0,2/0,3/0,2	0,1/0,1/0,1/0,1	0,0/0,0/0,0/0,3

Chromnickelstahl

Schadenbild

Sechs Monate nach der Fertigstellung eines begehbaren Flachdaches werden an den Winkelblechen aus Chromnickelstahl örtliche Anfrassungen und Perforationen beobachtet. Sie treten vermehrt auf an den wettergeschützten Stellen. In den Ablagerungen und in den lokalen Anfrassungen am Blech sowie im Sand und Kies kann Natriumchlorid (Kochsalz) festgestellt werden.

Ursache

Edelstähle sind durch ihre natürliche Passivität vor Korrosion geschützt. Chloride in Gegenwart von Feuchtigkeit sind nun in der Lage, diese Passivität örtlich aufzuheben und Lochfrass zu erzeugen. Weil sich dieser Angriff auf stecknadelkopfgrosse Stellen beschränkt, ist er viel gefährlicher als eine flächenhafte Korrosion, führt er doch innert kürzester Zeit zu Perforationen.

Sanierung

Die Winkelbleche müssen ersetzt werden. Zum Schutz gegen die Einwirkung von Chloriden wird ein porenfreier Anstrich bis rund 5 cm über OK Beton auf die neuen Bleche aufgetragen.

Blei

Schadenbild

Starke Korrosionserscheinungen und durchgehende Löcher werden an der aus Bleiblechen erstellten Wasserisolation unter einem Wasserbassin festgestellt. Das ungeschützte Blech ist direkt auf den Konstruktionsbeton verlegt und mit einem Unterlagsmörtel zugedeckt. Darüber befindet sich der Mosaikboden des Wasserbassins. Der Schaden wird drei Monate nach der ersten Wasserfüllung bemerkt.

Ursache

Durch die undichten Fugen im Mosaikboden dringt Wasser in den Unterlagsmörtel ein und löst grössere Mengen

Calciumhydroxid heraus. Blei ist gegen Alkalien nicht beständig und wird unter Bildung von roten und gelben Oxydationsprodukten zersetzt.

Sanierung

Die Bleibleche werden entfernt und durch neue Bleche mit einem porenfreien alkalibeständigen Anstrich auf beiden Seiten ersetzt.

Laborversuche

Bisher ist die Korrosionsgeschwindigkeit, bzw. der Metallabtrag je Zeiteinheit, nicht behandelt worden. In den beschriebenen Schadenfällen finden sich lediglich qualitative Angaben, indem z.B. ein Winkelblech aus einem Aluminiumwerkstoff schon nach drei Monaten perforiert wird, währenddem unter vergleichbaren Bedingungen ein Winkelblech aus verzinktem Stahl der Korrosionsbeanspruchung immerhin drei Jahre standhält.

Genauere Aussagen können wir lediglich aus Laboruntersuchungen, die unter kontrollierten und reproduzierbaren Bedingungen durchgeführt werden, erhalten. In diesem Abschnitt sind daher die Ergebnisse von Versuchen mit den wichtigsten Korrosionsverursachern wie Alkalien, Chloride, Nässe, Bewitterung wiedergegeben. Jedem Kapitel ist eine kurze Beschreibung der korrosiven Wirkung vorangestellt.

Als Versuchsmetalle sind ausgewählt worden:

- Kupfer (Elektrolytkupfer), gebürstet
- Aluminium (Reinaluminium 99,0 bis 99,8), gebeizt
- Verzinkter Stahl (im Vollbad verzinkt, Zinkauflage rund 300 g/m²), entfettet
- Zink (Reinzink 99,9), gebürstet
- Kupfer-Titan-Zink (0,15 % Kupfer, 0,11 % Titan), gebürstet
- Chromnickelstahl (13 % Chrom, 8 % Nickel), entfettet.

Alkalien

Alkalien können nur in Kombination mit Feuchtigkeit zu Korrosionsschäden führen. Während Eisenwerkstoffe durch Alkalien vor Korrosion geschützt bleiben, werden Aluminium, Zink, Blei und Kupfer davon angegriffen. Wie wir früher schon gesehen haben, entstehen alkalische wässrige Lösungen beim Auslaugen von frischen zementhaltigen Baustoffen durch Meteorwasser. Die korrosive Auswirkung auf Kupfer ist relativ bescheiden, während sie bei Aluminiumwerkstoffen katastrophale Folgen zeitigen kann.

Für die Laborversuche sind zwei verschiedene Versuchsmethoden ausgewählt worden, nämlich Probenbleche direkt eingebettet in feuchte Mörtelprismen¹⁾ und Probenbleche ein-

¹⁾ Gewogene Blechstreifen von 75 × 20 × 1 mm Grösse werden in Mörtelprismen (Normenmörtel) mit den Dimensionen 120 × 60 × 40 mm ganz eingebettet. Nach dem Erhärten werden die Prismen in einem geschlossenen Gefäss in 2 cm tiefem Bodenwasser gelagert. Die Atmosphäre über den Prismen ist mit Feuchtigkeit gesättigt. Die Versuchsdauer beträgt 4 Wochen bei Zimmertemperatur.

Tabelle 3. Kritische relative Luftfeuchtigkeiten, bei denen sich Chloriden zu verflüssigen beginnen

Salz	RL _{krit} [%]
Kaliumchlorid (KCl)	86
Natriumchlorid (NaCl)	78
Eisen-(II)-Chlorid (FeCl ₂)	56
Eisen-(III)-Chlorid (FeCl ₃)	47
Calciumchlorid (CaCl ₂ · 6H ₂ O)	32
Magnesiumchlorid (MgCl ₂ · 6H ₂ O)	32
Lithiumchlorid (LiCl)	15
Zinkchlorid (ZnCl ₂)	10

gesetzt in eine wässrige Zementaufschlämmung²⁾. Zur Prüfung der Schutzwirkung eines Anstrichs ist die Hälfte der Probenbleche vorher allseitig mit einem bituminösen Anstrich von 5 bis 15 µm Schichtdicke versehen worden.

Die Ergebnisse der Korrosionsversuche finden sich in Tabelle 2. Wie nicht anders zu erwarten, sind die grössten Gewichtsverluste beim Aluminium aufgetreten, wobei noch zu berücksichtigen ist, dass Aluminium ein Leichtmetall ist, und die durch Korrosion verursachte Volumenverringerung im Vergleich zu den Schwermetallen noch grösser ausgefallen ist, als es die Gewichtsangaben vermuten lassen. Es fällt auf, dass ein einfacher und ziemlich dünner, bituminöser Schutzanstrich in der Lage ist, die Korrosionsverluste bei den eingebetteten Proben um 95% und bei den eingetauchten Proben immer noch um 80% zu reduzieren. Zwischen Reinzink und der Kupfer-Titan-Zink-Legierung besteht hinsichtlich ihres Korrosionsverhaltens in Alkalien kein Unterschied.

Chloride

Chloride wirken als Depassivatoren, d.h. sie können die natürliche Passivität eines Metalles lokal aufheben und örtliche Anfressungen hervorrufen. Sie sind deshalb so gefährlich, weil sie sich in den entstehenden Löchern anreichern und kaum wieder entfernen lassen. Eine weitere unangenehme Eigenschaft ist ihre Neigung zur Bildung von hygroskopischen Substanzen, die auch bei niedriger rel. Luftfeuchtigkeit flüssig bleiben und so die Korrosion in Gang halten können. In der Tabelle 3 sind die kritischen rel. Luftfeuchtigkeiten von Chlo-

²⁾ Gewogene Blechstreifen vom selben Format werden in 500 ml wässriger Zementaufschlämmung ganz eingetaucht. Die Versuchsdauer beträgt 4 Wochen bei Zimmertemperatur.

Tabelle 4. Salzsprühlagerung, Gewichtsverluste in g/m² nach 4 Wochen bei Raumtemperatur

Werkstoff	Gewichtsverluste ohne Anstrich	mit Anstrich
Stahl	196/203	6,1/17,8
Reinzink	134/264	9,2/11,0
Kupfer-Titan-Zink	214/356	5,1/ 6,7

ridverbindungen aufgeführt, die für eine Verflüssigung überschritten werden müssen. Man erkennt, dass Natriumchlorid bei einer rel. Luftfeuchtigkeit von $\leq 78\%$ austrocknet, also auf den ersten Blick ziemlich harmlos erscheint. Leider werden aber im Verlauf der Korrosion Eisenchloride gebildet, die erst bei einer rel. Luftfeuchtigkeit von ≤ 56 bzw. 47% austrocknen. Aus diesem Grund ist es auch empfehlenswert, im Winter ein Auto nach jedem Kontakt mit Streusalz sofort mit reichlich Wasser abzusputzen, vor allem auf der Unterseite und in den Hohlräumen, um zu vermeiden, dass die hygroskopischen Eisenchloride entstehen. Ist dies jedoch bereits geschehen, so wird die Korrosion auch in einer relativ trockenen Garage fortschreiten. Noch bedrohlicher ist allerdings die Bildung von Zinkchlorid als Korrosionsprodukt (z.B. bei verzinktem Stahlblech), weil die zur Austrocknung notwendige rel. Luftfeuchtigkeit 10% betragen muss.

Chloride werden meist in Form von Streusalz, oder einzeln als Frostschutzzusatz zum Beton eingeschleppt. Es sind uns auch Fälle bekannt, bei denen Salzsäure zum Reinigen von verschmutzten Sichtbeton-Fassaden oder Kunststeinböden eingesetzt worden ist und Lochfrass auf benachbarten Chromnickelstahlblechen verursacht hat.

Zu den Bildern 3 bis 5: Obere Reihe von Probenblechen jeweils mit, untere Reihe ohne Anstrich

Bild 3. Aussehen der Probenbleche nach vier Wochen Salzsprühlagerung. Anstrich vor der Aufnahme entfernt

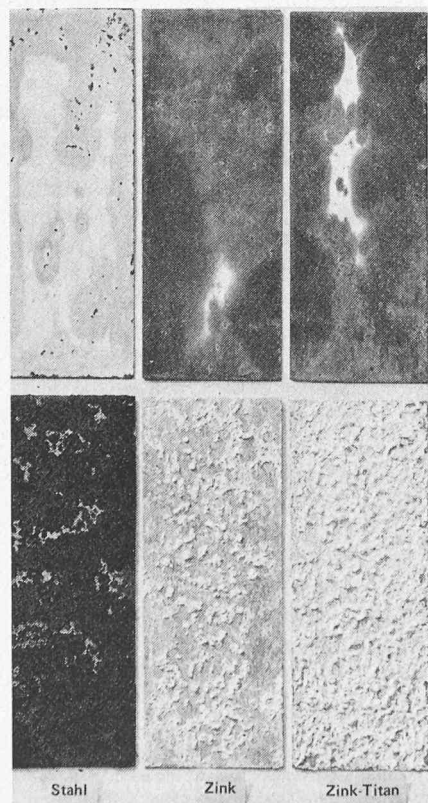


Bild 4. Aussehen der Probenbleche nach vier Wochen Schwitzwasserklima nach DIN 50017. Anstrich vor der Aufnahme entfernt

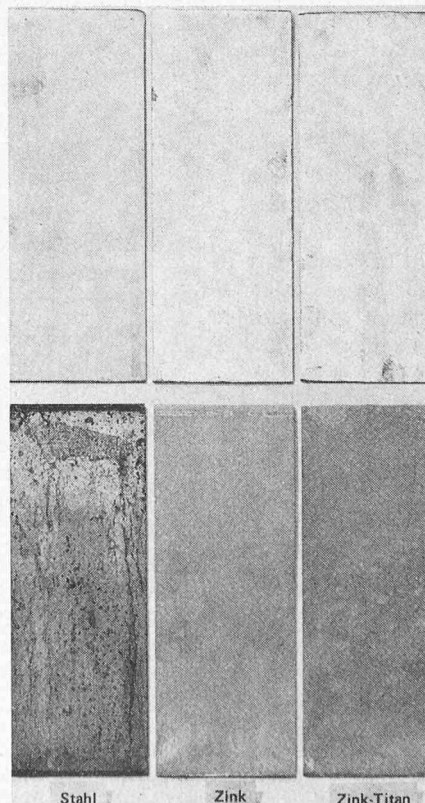


Bild 5. Künstliche Bewitterung. Aussehen der Probenbleche nach vier Wochen. Anstrich vor der Aufnahme entfernt

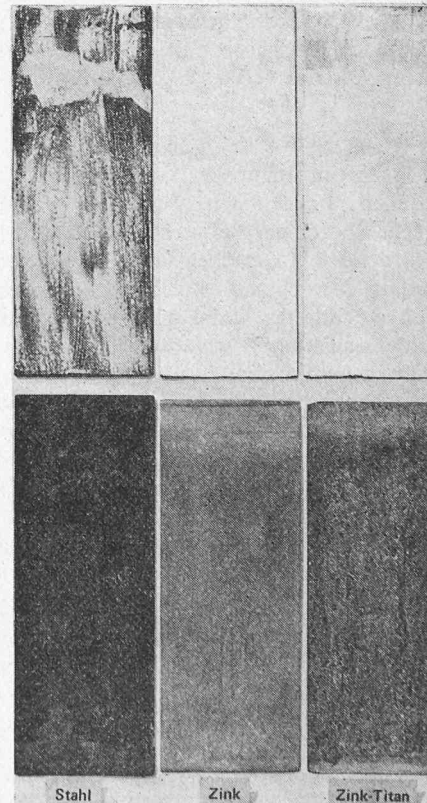


Tabelle 5. Schwitzwasser nach DIN 50017, Gewichtsverlust in g/m² nach 4 Wochen

Werkstoff	Gewichtsverluste ohne Anstrich	mit Anstrich
Stahl	35,0/39,5	0,8/6,3
Reinzink	7,5/21,0	0,0/0,3
Kupfer-Titan-Zink	6,8/20,8	0,1/3,5

Tabelle 6. Künstliche Bewitterung, Gewichtsverluste in g/m² nach 4 Wochen

Werkstoff	Gewichtsverluste ohne Anstrich	mit Anstrich
Stahl	495/583	11,7/19,7
Reinzink	60/137	1,1/ 7,3
Kupfer-Titan-Zink	54/110	0,9/ 3,7

Um die Auswirkung von Chloriden auf Probenbleche aus Stahl, Reinzink und Kupfer-Titan-Zink zu ermitteln, werden Probenbleche im Format von 250 × 75 × 7 mm während 4 Wochen bei Zimmertemperatur der Einwirkung von Salzsprühnebeln ausgesetzt. Die Sprühnebel werden jede Stunde erzeugt durch das Zerstäuben einer Lösung von Natriumchlorid (3%) während 5 Minuten. Die Hälfte der Probenbleche sind vor dem Versuch mit einem bituminösen Anstrich, Schichtdicke 5 bis 15 µm, versehen worden. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4 zusammengestellt. Danach vermag ein bituminöser Schutzanstrich die Gewichtsverluste bei allen geprüften Blechen um mindestens 95% zu reduzieren. Allerdings sind die Gewichtsverluste bei einem Angriff durch Chloride nicht allein massgebend, wie aus Bild 3 hervorgeht. So hat sich die Korrosion auf einzelne Stellen konzentriert und zu erheblichen Anfresungen (Lochfrass) geführt, was bei den gestrichenen Blechen besonders gut zu sehen ist. Es ist klar, dass ein wirkungsvoller Schutzanstrich gegen Chloride unbedingt porenfrei sein muss.

Ständige Nässe

Die im Bauwesen vorkommenden Korrosionsvorgänge können nur ablaufen, wenn die korrodierende Metalloberfläche von einem Wasserfilm überzogen ist. Es gibt in jedem Bauwerk viele Ursachen für das Auftreten von flüssigem Wasser, z.B. durch undichte Fugen einsickerndes Meteorwasser und die Bildung von Kondenswasser im Bereich von untdimensionierten Wärmedämmungen, um die beiden wichtigsten zu nennen. Passivierbare Metalle, wie Chromnickelstahl und Aluminium (mit Ausnahme von alkalischer Feuchtigkeit) sind durch ihre schützende Oxidhaut vor Korrosion bewahrt. Dagegen werden blanker Stahl, Zink und Kupfer-Titan-Zink erheblich angegriffen. Der Metallabtrag fällt bei Kupfer und Blei viel geringer aus, weil sich auf diesen Metallen im Verlauf der Korrosion eine dichte Oxidschicht ausbildet, die eine weitere Metallauflösung wirksam verzögert.

Die Auswirkungen von ständiger Nässe auf Stahl, Reinzink und Kupfer-Titan-Zink sind in einem verschlossenen Schwitzwasserkasten nach DIN 50017 geprüft worden³⁾.

³⁾ Gewogene Probenbleche im Format von 250 × 75 × 1 mm werden täglich im Wechsel 8 Stunden lang bei 40 °C im Dampfraum über Wasser gelagert. In den anschliessenden 16 Stunden kühlen die Proben auf Raumtemperatur ab. Die Versuchsdauer beträgt 4 Wochen.

Tabelle 7. Die wichtigsten Korrosionsarten und die zu ihrer Verhütung erforderlichen Schutzmassnahmen

	Alkalien	Ständige Nässe	Chloride	Bewitterung
Kupfer	○	+	—	+
Aluminium-Werkstoffe	—	+	—	+
Verzinkter Stahl	—	— ³⁾	—	○
Reinzink	—	— ³⁾	—	○
Kupfer-Titan-Zink	—	— ³⁾	—	○
Chromnickelstahl	+	+ ¹⁾ 2)	○	+
Blei	—	+	—	+
Wetterfester Baustahl	+	—	—	+

¹⁾ Hartgelötete Verbindungen werden von Humus-Schichten angegriffen

²⁾ Vorsicht vor Spaltkorrosion, keine Punktschweissungen oder Blechüberlappungen

³⁾ In Gegenwart von Kohlensäure können sich schützende Deckschichten bilden

+ beständig, keine Schutzmassnahme erforderlich

○ bedingt beständig, Schutzanstrich empfohlen

— unbeständig, porenfreier Schutzanstrich erforderlich

In Tabelle 5 sind die Ergebnisse aufgeführt. Auch hier zeigt sich die Schutzwirkung des bituminösen Anstriches recht deutlich, vermag er doch die Gewichtsverluste um mindestens 90% zu reduzieren. Es lässt sich kein Unterschied im Korrosionsverhalten zwischen Reinzink und Kupfer-Titan-Zink feststellen. Die Korrosion erfolgt flächenhaft, wie Bild 4 zeigt.

Bewitterung

Von den im Bauwesen üblicherweise verwendeten Blechen sind diejenigen aus Chromnickelstahl, Kupfer, Blei und Aluminium-Werkstoffen gegenüber der natürlichen Bewitterung recht beständig. Chromnickelstahl ist unter diesen Bedingungen an und für sich passiv, Kupfer bleibt, ähnlich wie Blei, durch die zu Anfang entstandene Deckschicht aus Korrosionsprodukten geschützt und Aluminium bildet ebenfalls eine schützende Oxidhaut aus. Verzinkter Stahl, Zink und Kupfer-Titan-Zink werden dagegen angegriffen.

Schlussfolgerungen

Wir haben festgestellt, dass in der Praxis die meisten Korrosionsschäden an Blechen durch Alkalien und/oder ständige Nässe verursacht werden. Ausserdem ist auch die Einwirkung von Chloriden und der Einfluss der Bewitterung auf die Korrosion besprochen worden. Es hat sich gezeigt, dass Bleche aus Aluminium, verzinktem Stahl, Reinzink und Kupfer-Titan-Zink am gefährdetsten sind. In einer Reihe von Korrosionsversuchen hat sich die Applikation eines einfachen bituminösen Anstrichs als ein ausgezeichneter Korrosionsschutz erwiesen. Damit sind Korrosionsschäden nicht nur voraussehbar, sondern auch vermeidbar geworden.

In der Tabelle 7 sind die wichtigsten Korrosionsarten und die zu ihrer Verhütung erforderlichen Schutzmassnahmen zusammengefasst.

Zum Abschluss sei noch einmal betont, dass Korrosionsschäden im Bauwesen nur dann mit Sicherheit vermieden werden können, wenn neben einem beständigen Werkstoff auch eine geeignete Konstruktion gewählt wird, die den Zutritt von korrosiven Substanzen zum Werkstoff gar nicht erst zulässt.

Adressen der Verfasser: F. Theiler und R. Geiser, EMPA Dübendorf, Eidg. Materialprüfungs- und Versuchsanstalt, Überlandstrasse 129, 8600 Dübendorf, Abteilung Anstrichstoffe, Beschichtungen, Korrosion.