

Praktische Anwendung im Hochbau

Autor(en): **Theiler, Franz / Geiser, Roland**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **97 (1979)**

Heft 6: **SIA, Heft 1/1979: Stahlbau/Korrosion**

PDF erstellt am: **16.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-85407>

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.

Literaturverzeichnis

- [1] Eisenstecken F., Stinnes W.: Archiv Eisenhüttenwesen 27 (1956), 469–474
 [2] Friehe W., Tenhaven U.: Stahl und Eisen 92 (1972), 277–279
 [3] Vedenkin S. G.: Protection of Metals 11 (1975), 259–270
 [4] Larrabee C. P., Coburn S. K.: 1st International Congress on Metallic Corrosion, London (1962), 276–285
 [5] Edwards A. M.: Proc. Symposium on Developments in Methods of Prevention and Control of Corrosion in Buildings, British Iron and Steel Federation, London (1966)
 [6] Misawa T., Asami K., Hashimoto K., Shimodeira S.: Corrosion Science 14 (1974), 279–289
 [7] Kunze E.: Neue Hütte 19 (1974), 295–303
 [8] Schwarz H.: Werkstoffe und Korrosion 16 (1965), 93–103

Adresse der Verfasser: Prof. Dr. H. Böhm, dipl. Werkstoff-Ing., H. Schwitzer, Institut für Baustoffe, Werkstoffchemie und Korrosion, ETH-Hönggerberg, 8093 Zürich

Wetterfeste Baustähle

Praktische Anwendung im Hochbau

Von Franz Theiler und Roland Geiser, Dübendorf

In einer Zusammenstellung der wichtigsten Hinweise zur korrekten Anwendung von wetterfestem Baustahl wird der heutige Stand des Wissens für den Praktiker vorgestellt. Besonders häufige Fehlerquellen werden anhand von typischen Schadenfällen in Wort und Bild dokumentiert. Zum Schluss wird eine Checkliste präsentiert, die es erlaubt, Korrosionsschäden an Neubauten und bestehenden Bauten aus wetterfestem Baustahl in Zukunft zu vermeiden.

Mit der Einführung von wetterfestem Baustahl im Hochbau wurde den Architekten ein Material in die Hand gegeben, das auf den ersten Blick bestechende Vorteile aufwies. Endlich fielen kostspielige Korrosionsschutzarbeiten wie Sandstrahlen, Streichen, Verzinken und periodischer Unterhalt dahin. Endlich war ein Werkstoff aus Stahl geschaffen worden, der in seiner Unempfindlichkeit gegenüber der atmosphärischen Bewitterung dem Beton gleichkam. Entsprechend freudig wurden erste erfolgversprechende Berichterstattungen aus dem Ausland zur Kenntnis genommen, und alsbald, d. h. Ende der sechziger, Anfang der siebziger Jahre, setzte auch in der Schweiz eine rege Bautätigkeit mit dem neuen Werkstoff ein.

Ganz so neu war dieser Werkstoff aber nicht, wenigstens nicht in den USA. Dort konnte man auf dem Gebiete des Schienen- und Strassenfahrzeugbaus bereits auf jahrzehntelange gute Erfahrungen zurückblicken. Zudem wirkten die ersten Bauten in wetterfestem Baustahl auf die meisten Betrachter irgendwie attraktiv – zumindest auf eine gewisse Distanz betrachtet (vgl. Tabelle 1). Wen wundert's, dass der neue Baustoff unter diesen Umständen mit Vorzuschusslörbeeren geradezu überhäuft wurde und dass die Stahlhersteller die Gunst der Stunde nutzten und durch farbige, sehr optimistisch gehaltene Prospekte und Broschüren versuchten, den wetterfesten Baustahl bei den Architekten noch beliebter zu machen. Schlagworte, wie «Edelrost», «Patina» und die Devise «Rost schützt vor Rost», trugen das ihrige dazu bei, jede etwa noch vorhandene Skepsis gegenüber dem im Hochbau noch unerprob-

ten Baustoff abzutragen. Und ab Anfang der siebziger Jahre folgten sich die neuen Gebäude in wetterfestem Baustahl Schlag auf Schlag.

Allein, es dauerte nicht sehr lange, bis dem anfänglichen Enthusiasmus eine kräftige Ernüchterung folgte. Man kam nämlich dahinter, dass das neue Material die hochgesteckten Erwartungen in den meisten Fällen nicht erfüllen konnte. Wie immer bei solchen Gelegenheiten, schlug das Pendel nun auf die entgegengesetzte Seite aus. Hatte man vorher den neuen Baustoff praktisch bedenkenlos übernommen, so holte man jetzt gnadenlos nach, was man vorher an Kritik versäumt hatte. Und wenn z. B. der «Spiegel» in einem Artikel mit Bezug auf den schadhafte Dahlemer

gen aber typische Stellungnahme zum Problem der Bauschäden an wetterfestem Baustahl in der heutigen Zeit.

Ein völliger Verzicht auf die Verwendung von wetterfestem Baustahl hiesse jedoch auch, auf seine unbestreitbaren Vorzüge zu verzichten. Die Kunst der korrekten Anwendung des neuen Baustoffes besteht aber darin, bei bestmöglicher Ausnützung seiner Vorteile, die damit verknüpften Nachteile vorzusehen und so weit als möglich zu vermeiden. Dieser Artikel soll nun dem Praktiker die wichtigsten Informationen zur korrekten Anwendung des wetterfesten Baustahls vermitteln, die häufigsten Fehlerquellen aufdecken und Wege zu ihrer Vermeidung angeben.

Informationen über die korrekte Anwendung für den Praktiker

Dem Korrosionsspezialisten sind die günstigen und weniger günstigen Eigenschaften von wetterfestem Baustahl seit mindestens zwanzig Jahren bekannt. Publikationen über das Korrosionsverhalten während langjähriger Bewitterungsversuche lassen sich ohne Schwierigkeiten in den einschlägigen Fachzeitschriften finden. Dem Praktiker bleiben solche Informationen allerdings in der Regel verschlossen. Er muss sich an Hand von Merkblättern, Verbandsmitteilungen und Firmenbroschüren orientieren, so gut es eben geht. Einige typische Vertreter darunter sind – ohne Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben – im Literaturverzeichnis aufgeführt [2]...[8].

In diesen Publikationen werden z. T. schon sehr früh, nämlich 1969, erste brauchbare Hinweise zu den Themen Konstruktion, Deckschichtbildung, Verfärbung angrenzender Bauteile gegeben.

Hinweise zur Konstruktion

Diese Hinweise sind sehr wichtig, gelten sie doch als Stand des Wissens für den Praktiker; sie werden daher in vollem Wortlaut und chronologisch zitiert. Dem Eingeweihten auf dem Gebiet des wetterfesten Baustahls wird auffallen, dass die Angaben anfänglich sehr allgemein gehalten sind und erst im Verlauf

Tabelle 1. Beispiele für erste Bauten aus wetterfestem Baustahl im In- und Ausland

Ausland

- Verwaltungsgebäude der John Deer & Co., Moline, Ill., USA Eröffnet 1964
- Civic Center, Chicago, USA Eröffnet 1969

Inland

- Verkehrshaus der Schweiz, Luzern Eröffnet 1970
- ETS Magglingen Eröffnet 1970
- Kantonsschule Chur Eröffnet 1970
- Verwaltungsgebäude der Ferrolegierung, Zürich Eröffnet 1970

Neubau der FU Berlin aus wetterfestem Baustahl von einer «Rostlaube» und einer «bautechnischen Pleite, die fast ohne Beispiel ist», spricht und gleichzeitig ankündigt, dass «der Berliner Bau-Senat von COR-TEN-Stahl in Zukunft die Finger lässt» [1], so ist dies zwar eine reichlich pointierte, im übr-

der Zeit – wahrscheinlich unter dem Eindruck von Schadenfällen – präzisiert werden.

I. Die Oberflächen der Werkstoffe müssen dem natürlichen Witterungswechsel ausgesetzt sein; der Fall von Dauerbefeuchtung darf nicht gegeben sein [2].

Dieser Hinweis ist zwar ausserordentlich wichtig, weil er alle Anwendungsarten von wetterfesten Baustählen ausschliesst, die in der Praxis dann tatsächlich zu Schäden geführt haben. Leider ist er aber so allgemein gehalten, dass er in dieser Form meist nicht ernst genommen wird.

II. Das Regenwasser soll möglichst gleichmässig, d. h. nirgendwo konzentriert, abfliessen; über den Fenstern muss es frei abtropfen können [2].

Erste Probleme waren tatsächlich bei Fenstern aufgetreten, die durch abfließendes Rostwasser verschmutzt worden waren und sich nach einer gewissen Zeit mit den üblichen Reinigungsmitteln kaum mehr reinigen liessen. Nicht selten wurden daraufhin aggressivere Mittel eingesetzt, die dann hässliche Streifen auf der Fassade aus wetterfestem Baustahl hinterliessen.

III. Schon beim Entwurf von Bauteilen müssen die Voraussetzungen dafür geschaffen werden, dass sich die schützende Deckschicht auf der Oberfläche der wetterfesten Stähle ungehindert bilden kann. Dazu müssen Regenwasser und sonstige Feuchtigkeit ohne Behinderung ablaufen können. Wassersäcke und die dauernde Befeuchtung durch Kondenswasser sind durch konstruktive Massnahmen zu vermeiden. [3].

IV. Für horizontale Flächen, auf denen sich langfristig feuchte Schlammablagerungen bilden können, darf wetterfester Baustahl nicht verwendet werden. [3].

Die Erwähnung von Wassersäcken, Kondenswasserbildung und Schlammablagerungen stellt bereits eine wichtige Ergänzung zum Hinweis I dar.

V. Bei ununterbrochener Wasserbenetzung oder bei Vorhandensein von bestimmten Chemikalien (z. B. Chloride) in der Luft... müssen auch die wetterfesten Stähle durch Anstriche geschützt werden. [3].

VI. Unkontrollierbare Flächen, welche verdeckt werden, sind nach entsprechender Vorbehandlung (Sandstrahlen oder Beizen) mit Rostschutzfarbe zu behandeln. Bei Kaltelementen besteht allerdings keine Gefahr [4].

Mit der Applikation eines Korrosionsschutzanstriches wird dem Praktiker eine brauchbare Abhilfe gegeben für Fälle, wo sich eine Dauerbefeuchtung mit konstruktiven Mitteln allein nicht vermeiden lässt.

VII. Flächen, die nicht der freien Bewitterung ausgesetzt sind, z. B. Rückseiten von ungenügend belüfteten Verkleidungsblechen, müssen mit einem Schutz-

anstrich versehen werden, falls an der Oberfläche Kondenswasser möglich ist [6].

Mit der Warnung vor der möglicherweise unbelüfteten Rückseite von Verkleidungsblechen wird der Hinweis I weiter ergänzt.

VIII. Da sich auch geringfügige Fehler in Konstruktion und Bauausführung erfahrungsgemäss bei dünnwandigen Bauwerken besonders stark auswirken, sollten für den ungeschützten Einsatz keine Werkstoffe unter 5 mm Dicke verwendet werden. Konstruktionen aus wetterfesten Stählen sollten zudem, wie Konstruktionen aus anderen Werkstoffen, eine Überprüfung in gewissen Zeitabständen und ggf. auch Wartungsarbeiten zulassen [8]. Hier wird unseres Wissens erstmals dem Umstand Rechnung getragen, dass in der Praxis der Korrosionsprozess an der Stahloberfläche nicht vollständig zum Stillstand kommt. Die ebenso klare wie bedingungslose Forderung nach Wandstärken von mindestens 5 mm schränkt allerdings die Einsatzmöglichkeiten von wetterfestem Baustahl ganz erheblich ein. Wertvoll für die Praxis ist auch der Hinweis auf periodische Kontrollen und mögliche Unterhaltsarbeiten, wie Fassadenreinigung, Freilegen von Entwässerungslöchern usw.

IX. Konstruktionsbereiche mit länger anhaltender Feuchtigkeit sind erfahrungsgemäss gefährdet. Hier sind die Oberflächen durch geeignete Massnahmen zu schützen. Hauptfehlerquellen sind z. B. Überlappungsbereiche, Schmutzablagerungen, ungenügende Entwässerung u. ä. [8].

Die Probleme mit den mehrheitlich feuchten Überlappungsstellen treten sowohl bei den Dächern als auch bei den Fassaden auf (vgl. Bilder 4, 11 und 12). Dieser Hinweis bildet wiederum eine wichtige Ergänzung zu I.

X. Für Stützen, deren Fundamente unter Flur liegen, ist wegen Kapillarwirkung bis zu einer Höhe von etwa 15 cm über Flur ein Oberflächenschutz erforderlich. Dies gilt auch für Stützen im Kiesbett [8].

Mit der Erwähnung von Stützen, die geschützt werden müssen, wird eine weitere Fehlerquelle ausgeschaltet und Hinweis I weiter präzisiert.

XI. Bei der Konstruktion ist zu beachten, dass zu versiegelnde Fugen richtig bemessen werden. Falsches Dimensionieren kann zu Ablösung und Rissigkeit der Versiegelung führen. Als Folge davon muss mit örtlich verstärkter Korrosion (Spaltkorrosion) gerechnet werden. [8].

Versiegelte Fugen sollten in jedem Fall periodisch kontrolliert werden, vgl. auch Hinweis VIII.

XII. Für das planmässige Ableiten von Regenwasser empfehlen sich Rinnen, Rohre oder Tropfkanten. Sollten die Rinnen in wetterfestem Baustahl ausgeführt werden, so muss ihre Innenseite

durch Anstrich geschützt werden. Tropfkanten sind so auszubilden, dass auch an den Unterseiten von horizontalen Flächen keine Verschmutzung zurückbleibt [8].

Erfahrungsgemäss stehen solche Rinnen nach Regenfällen jeweils längere Zeit voll Wasser (vgl. Bild 13). Die Tropfkanten sollen nebenbei auch verhindern, dass die waagrechte Unterseite von Trägern, Fassadenelementen usw. längere Zeit feucht bleibt (siehe Bild 4). Bei dieser Aufzählung ist bemerkenswert, dass erst die Konstruktionshinweise aus neueren Publikationen auf konkrete Probleme aus der Hochbaupraxis eingehen. Offensichtlich stammen diese Erkenntnisse aus einer sorgfältigen Analyse von Schadenfällen.

Hinweise zur Deckschichtbildung

Die Frage, welche Bauherren und Architekten brennend interessiert ist: *Wie lange dauert es, bis die Korrosion zum Stillstand kommt?*

Die ersten Publikationen für den Praktiker geben für die Dauer der Deckschichtbildung eine Zeitspanne von 1,5 bis 3 Jahre [2,4] bzw. 2 bis 3 Jahre [7] an. Die Angaben neueren Datums sind dagegen schon wesentlich differenzierter:

XIII. Entstehung, Bildungsdauer und Schutzwirkung der Deckschicht auf wetterfestem Stahl hängen weitgehend von der atmosphärischen Beanspruchung ab. Diese ist in ihrer Auswirkung unterschiedlich und ergibt sich vorwiegend aus den Einflüssen von Grossklima (z. B. kontinental), Kleinklima (z. B. Industrie-, Stadt-, Land- und Seeklima) und Ausrichtung der Bauteile (z. B. der Wetterseite zu- oder abgewandt, vertikal oder horizontal). Die Luftbelastung durch Schadstoffe ist zu berücksichtigen [8].

Besonders interessant ist nach der gleichen Quelle der folgende Hinweis:

XIV. Den Ergebnissen von Abrostungsversuchen, bei denen Probebleche langfristig der natürlichen Bewitterung ausgesetzt worden sind... ist zu entnehmen, dass die Abrostungsgeschwindigkeit mit der Auslagerungszeit deutlich geringer wird. Ein vollständiger Stillstand des Rostvorganges tritt auch nach der Deckschichtbildung nicht ein [8].

Hier wird unterschieden, zwischen dem Prozess der Deckschichtbildung und dem eigentlichen Rostvorgang. Das ist offenbar so zu verstehen, dass selbst eine vollständig ausgebildete Deckschicht keinen absoluten Schutz für den Stahl darstellen muss, besonders in unseren Breiten nicht, mit den langanhaltenden Nässeperioden in Herbst und Winter.

XV. Verdeckte, dem Wind und Regen nicht direkt oder weniger frei zugängliche Teile eines Bauwerkes wie z. B. die Unterseite von Trägern, Platten und Kragbalken sowie durch Vorsprünge ge-

geschützte Flächen entwickeln eine Oberfläche, die nach Farbe und Ausbildung des Rostes weniger gleichmässig ist als die der freibewitterten Teile [8].

Nicht erwähnt wird allerdings, dass in bestimmten Fällen die Rostschicht sehr locker ist und schlecht haftet. Dies kann in Lagerhallen, Garagen und Hangars zu Schwierigkeiten führen, wenn z. B. von der unverkleideten Dachunterseite körnige Rostpartikel auf die unten abgestellten Waren, Autos oder Flugzeuge herabrieseln.

Auf das Problem der in geschützten Bereichen rauher ausgebildeten Deckschicht wird ebenfalls schon sehr früh hingewiesen [3, 6]. Wiederum finden sich konkretere Angaben aber erst in neuesten Publikationen:

XVI. *Die in ablaufender Nässe enthaltenen Eisenhydroxide, Oxidhydrate und Oxide können eine Braunfärbung bewirken. Das aus dem Schwefeldioxid der Luft gebildete Eisensulfat kann zu helleren Ablagerungen führen* [8].

Ein Beispiel für helle Ablagerungen ist in Bild 4 zu sehen.

Hinweise zur Verfärbung angrenzender Bauteile

Die Verfärbung angrenzender Bauteile durch herabfliessendes Rostwasser ist vor allem ein *ästhetisches Problem*. Nur im Falle von getönten Isolierverglasungen können bleibende Schäden auftreten, weil beim Entfernen von Rostflecken die dünne Aufdampfschicht verletzt werden kann. (Aber auch bei hellen Gläsern kann die Entfernung von Rostflecken ausserordentlich lästig sein, besonders wenn diese Flecken schon etwas älter sind. Eine Konstruktion, die den Zutritt von Rostwasser zu den Fenstern zum vornherein ausschliesst, ist in jedem Fall anzustreben, vgl. auch Hinweis II.)

Die Gefahr der Verfärbung angrenzender Bauteile ist schon sehr früh erkannt worden, und entsprechende Hinweise finden sich bereits in der ersten Publikation für den Praktiker:

XVII. *Eine vorgehängte Fassade muss entsprechend weit über den Sockel auskragen, und das abtropfende Regenwasser sollte möglichst in Kies aufgefangen werden. Ebenso sollten aussenliegende konstruktive Stützen in einem Kiesbett stehen, damit das ablaufende Rostwasser keine Spuren hinterlässt* [2].

(Dass die im Kies stehenden Stützen mit einem Oberflächenschutz versehen werden sollten, wurde damals allerdings noch nicht erwähnt, vgl. Hinweis X.)

Am selben Ort findet sich auch eine Zusammenstellung der gegenüber Rostwasser empfindlichen und wenig empfindlichen Baustoffe, die in [6] wiederholt wird:

Wenig empfindliche Baustoffe:

XVIII. *Glänzende Emailüberzüge, Einbrennlacke und abwaschbare Anstriche, Aluminium, rostfreie Stähle, Keramik, Fliesen und glasierte Steine, helles Glas* [2].

Bedingt geeignete Baustoffe:

Granit, Marmor, gefärbtes Isolierglas [2].

Ungeeignete Baustoffe:

Beton, Stuck, Naturstein, Matt-Email [2].

Damit war schon sehr früh – nämlich bereits im Jahre 1969 – postuliert worden, dass Beton nicht im Spritz- oder Tropfwasserbereich von wetterfestem Baustahl eingesetzt werden sollte. Wenn in der Folge trotzdem versucht wurde, die beiden aus ästhetischen Gründen unvereinbaren Baustoffe miteinander zu kombinieren, so endeten diese Experimente unseres Wissens immer mit einem kläglichen Misserfolg. Die Betonoberfläche wurde unregelmässig braunrot verfärbt und liess sich mit säurefreien Reinigungsmitteln kaum mehr einwandfrei sauber kriegen. Trotz dem eindeutigen Verstoß gegen Hinweis XVIII sollte man mit den verantwortlichen Planern heute aber nicht allzu hart zu Gericht gehen. Schliesslich glaubten sie damals noch fest daran, dass die Korrosion, und damit die Rostwasserbildung, nach längstens drei Jahren abgeschlossen wäre. Zudem waren besondere Betonreinigungsmittel auf dem Markt erhältlich, die speziell für diesen Zweck angepriesen wurden. Ausserdem waren besondere Anstrichmittel entwickelt worden, die zwar die Deckschichtbildung ermöglichen, aber trotzdem den Rostwasseranfall erheblich vermindern sollten.

Häufigste Fehlerquellen aus der Sicht der EMPA

Es gehört zu den Schattenseiten im Beruf eines Korrosionsspezialisten, dass er bei der Ausübung seiner Tätigkeit vor allem mit den Korrosionsschäden konfrontiert wird. Von den übrigen Fällen, wo derselbe Werkstoff erfolgreich angewandt worden ist, weiss er oft nichts. Wenn in diesem Kapitel nun von Schäden die Rede ist, so darf daraus nicht etwa geschlossen werden, dass die Verwendung von wetterfestem Baustahl immer zu Korrosionsschäden führen muss. Tatsächlich existieren Bauten, die selbst nach acht Jahren im grossen ganzen noch in einwandfreiem Zustand sind. Die Beschreibung einiger typischer Schadenfälle soll vielmehr mitteilen, die Schadenursachen zu erkennen und sie in Zukunft zu vermeiden.

Der besseren Übersicht halber werden nachstehende Fassaden, Fenster und Türen sowie Dächer getrennt behandelt.

Vorbemerkung

Die Bildhinweise in den folgenden Abschnitten beziehen sich auf die eingelebten Farbtafeln.

Fassaden

Bild 1 zeigt einen Fassadenausschnitt aus einem Stahlskelettbau. Bei der Gestaltung der Fassade sind die spezifischen Bedürfnisse des wetterfesten Baustahls nicht genügend berücksichtigt worden. So wird der Wasserablauf stark behindert. An der tiefsten Stelle der V-förmigen Verstreibungen fehlen die Entwässerungslöcher. Auf diese Weise entstehen Wassersäcke, die im Verlauf der Zeit mit feuchtem Rostschlamm, modernden Blättern und Staubablagerungen gefüllt werden. Nach Regenfällen bleibt das Regenwasser auf den horizontalen Flächen längere Zeit liegen. In allen diesen Bereichen besteht eine akute Korrosionsgefahr. Tropfkanten erfüllen eine wichtige Funktion, indem sie für eine geordnete Ableitung des Regenwassers sorgen. Beim wetterfesten Baustahl sind sie noch viel notwendiger als beim konventionell geschützten Stahl. In Bild 4 ist deutlich zu sehen, dass besonders die Überlappungsstellen länger feucht bleiben, wenn eine Tropfkante fehlt.

In einer ersten Phase des Korrosionsvorganges werden die zunächst lose auf der Stahloberfläche sitzenden Rostpartikel vom Regen abgespült und an die Unterkante der Fassade verfrachtet. Wenn nun, wie in Bild 2 und 3 zu erkennen, eine wirkungsvolle Entwässerung fehlt, so sammeln sich diese Rostpartikel an, und es entsteht ein ständig feuchter Rostschlamm. In diesem Bereich sind die Fassadenbleche aus wetterfestem Baustahl äusserst korrosionsgefährdet, und Perforationen sind selbst bei 2 mm dicken Blechen schon nach wenigen Jahren möglich. Es ist deshalb besonders wichtig, dass dieser Schlamm periodisch entfernt wird oder die von Korrosion bedrohten Bleche an diesen Stellen gestrichen werden. Sinn gemäss gilt, dass Bleche und Stützen, die in Kontakt mit feuchtem Erdreich stehen, ebenfalls geschützt werden müssen, vgl. dazu Hinweis X und Bild 5.

Es war offenbar nur eine Frage der Zeit, bis die von den unempfindlicheren Werkstoffen her bekannte und bewährte Sandwich-Bauweise von Fassadenelementen mit einem PUR-Schaumstoffkern auch für wetterfesten Baustahl Verwendung fand. Dazu werden zwei Bleche auf einen geeigneten Rahmen aufgeschweisst und durch eingelegte Stege in vorgeschriebenem Abstand fixiert. Nach der Montage werden die Elemente mit PUR-Schaumstoff in situ

ausgeschäumt. Leider waren in der Vergangenheit dabei zwei wichtige Vorschriften für die korrekte Anwendung von wetterfestem Baustahl ausser acht gelassen worden, indem die Innenfläche der Bleche nicht angestrichen wurde und die Elemente nicht dicht verschweisst, sondern bloss punktgeschweisst wurden. Nach etwa fünf Jahren traten in den Fassadenelementen erste Perforationen auf (vgl. dazu Bild 6). Nach dem Aufschneiden fand man, dass das Aussenblech von der Innenseite her angefressen war (Bild 7). Hiezu ist zu bemerken, dass selbst dicht verschlossene Fassadenelemente durch nachträgliche Montagearbeiten von Drittunternehmungen wieder gefährdet werden können. So sind uns Fälle bekannt, wo im nachhinein Löcher gebohrt wurden für die Durchführung von Kurbelstangen zum Storenkasten. An diesen Stellen trat dann prompt Kondenswasserbildung auf. Ferner haben wir bei Fensterrahmen falsch gebohrte und nicht wieder verschlossene Löcher für die Montage von Beschlägen gefunden, wo das Regenwasser in das Fassadenelement eindringen konnte.

Ein mehr ästhetisches Problem bei diesen Sandwich-Elementen aus wetterfestem Baustahl kommt in Bild 8 zum Ausdruck. An Stellen, wo im Elementinnern Stege als Abstandshalter angeheftet sind, zeigt die rostige Aussenfläche einen anderen Farbton als in benachbarten Bereichen. Diese Erscheinung ist zurückzuführen auf eine unterschiedliche Wärmeableitung und damit verschieden lange Feuchteperioden an der Stahloberfläche. Allerdings tritt die unregelmässige Verfärbung nur bei relativ dünnen Bauteilen auf.

Fenster und Türen

Wegen der Gefahr der Dauerbefeuchtung verbietet sich die Verwendung von ungeschütztem wetterfesten Baustahl für Fensterflügel und -rahmen eigentlich von selbst. Bei den Fensterrahmen findet, je nach dem Grad der Exposition, eine mehr oder weniger ausgeprägte Korrosion in der Wasserrinne statt (Bild 9 und 10). Weil Wasserrinnen verständlicherweise immer waagrecht sind, bleibt das Regenwasser längere Zeit darin liegen. Die vorgesehenen Abflusslöcher sind meist unterdimensioniert und oft schon nach kurzer Zeit durch lose Korrosionsprodukte verstopft.

Ausserdem ist die Schlagregendichtheit der Fenster aus wetterfestem Baustahl nicht mehr gewährleistet, wenn die Dichtungslippe aus Gummi auf der rauhen, rostigen Oberfläche des Fensterrahmenprofils dichten soll. Weiterhin fehlt nach unseren Erfahrungen in den meisten Fällen eine wirkungsvolle Wärmedämmung bei Rahmen und Flü-

Tabelle 2. Checkliste zur Vermeidung von Korrosionsschäden an Neubauten und bestehenden Bauten aus wetterfestem Baustahl.

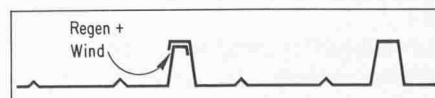
	Mögliche Fehlerquellen	Abhilfemassnahmen	
		Neubauten	Bestehende Bauten
Fassaden	- Kann Wasser überall ungestört abfliessen? - Sind Wassersäcke vorhanden? - Sind allfällige Verkleidungsbleche hinreichend hinterlüftet? - Kann irgendwo Kondenswasser auftreten? - Sind Überlappungen vorhanden, die längere Zeit feucht bleiben? - Sind wirkungsvolle Tropfnasen vorhanden? - Kommt Rostwasser mit ungeeigneten Baustoffen in Berührung, vgl. Hinweis XVIII? - Stehen Fassadenbleche oder Stützen im Erdreich?	Ausreichend grosse Entwässerungslöcher an der tiefsten Stelle vorsehen bzw. Korroschutzanstrich. Hinterlüftung vorsehen bzw. Korroschutzanstrich an den kritischen Stellen. Konstruktive Abhilfe bzw. Korroschutzanstrich. Tropfnasen bzw. Kännel zur Ableitung des Rostwassers vorsehen, insbesondere oberhalb von Fenstern. Sockel aus geeigneten Werkstoffen bzw. Korroschutzanstrich vorsehen.	Sinngemäss ausreichend grosse Entwässerungslöcher bohren bzw. Korroschutzanstrich. Durch konstruktive Änderungen Hinterlüftung verbessern bzw. Bleche ausbauen und Korroschutzanstrich aufbringen. Korroschutzanstrich aufbringen. Tropfnasen bzw. Kännel nachträglich anbringen. Innenseite der Kännel streichen. Korroschutzanstrich aufbringen.
	- Kann beim Fensterrahmen Regenwasser in die Wasserrinne eindringen? - Tritt Kondenswasser auf? - Sind die Fenster schlagregendicht? - Sind in Hohlprofilen Löcher vorhanden, die zugänglich für Regenwasser sind?	Beständigere Werkstoffe vorsehen bzw. Korroschutzanstrich. Wärmedämmte Profile vorsehen. Beständigere Werkstoffe vorsehen bzw. Korroschutzanstrich. Durch konstruktive Massnahmen Löcher vermeiden. Bei Bauvollendung kontrollieren!	Korroschutzanstrich aufbringen. Korroschutzanstrich aufbringen. Korroschutzanstrich aufbringen. Löcher schliessen.
	- Sind Überlappungen vorhanden, die längere Zeit feucht bleiben? - Sind ungeschützte Rinnen vorhanden?	Keine nach Westen geöffneten Überlappungen vorsehen. Allgemein ist ein beständigerer Werkstoff vorzuziehen (Ausnahme: steile Sheddächer). Wahl eines beständigeren Werkstoffes. Ausreichendes Gefälle vorsehen.	Wärmebeständigen Korroschutzanstrich aufbringen. Periodische Kontrolle! Ersetzen durch einen beständigeren Werkstoff, z. B. Chrom-Nickel-Stahl, allenfalls Korroschutzanstrich.

geln, so dass unter ungünstigen Verhältnissen Kondenswasser auftreten kann. Nicht selten werden Fensterrahmen nachträglich angebohrt, sei es um Beschläge zu montieren, sei es um Verriegelungsbolzen aufzunehmen. Wenn solche Löcher offen bleiben, kann Regenwasser eindringen und die Rahmenprofile von innen her zerfressen.

Aus diesen Gründen sollten bei Fensterrahmen und -flügeln aus wetterfestem Baustahl die durch Dauerfeuchtigkeit gefährdeten Zonen mit einem wirkungsvollen Korrosionsschutzanstrich versehen werden. Grosse Sorgfalt ist auf eine zuverlässige Schliessung von Hohlprofilen zu verwenden. Die gleichen Anforderungen gelten sinngemäss auch für Türen und Türrahmen.

Dächer

Bei Dächern sind die kritischen Stellen in bezug auf die Korrosionsgefahr die *Überlappungsstellen*. Diese Bereiche bleiben nach Regenfällen längere Zeit feucht und lassen die Bildung einer Deckschicht in den meisten Fällen gar nicht zu. Es gibt davon zwei verschiedene Arten, einerseits die in Bild 11 dargestellte Art, die bei sehr breiten Dächern zu beobachten ist, andererseits die in Skizze 1 wiedergegebene Art, welche



bei einer vorgeschriebenen Breite der Trapezbleche unvermeidbar ist. Die

zuerst erwähnte Art der Überlappungen kann dann besonders gefährlich sein, wenn als Abdichtung ein Dichtungsband mit Schaumstoffkern benützt wurde. Dieses saugt Wasser auf und dient als Feuchtigkeitsreservoir. Bild 12 illustriert das Aussehen einer solchen Überlappungsstelle nach vier Jahren.

Die zweite Art der Überlappungen ist in der Regel nicht ganz so gefährdet. Nur wenn die Überlappung nach Westen geöffnet ist, wird das Regenwasser, wie in Skizze 1 angedeutet, vom Wind weit in den Spalt hinein verfrachtet und kann dann eine aussergewöhnlich intensive Korrosion erzeugen.

In Hinweis VIII wird gefordert, es dürfe für die ungeschützte Verwendung kein wetterfester Baustahl unter 5 mm Dicke verwendet werden. Damit soll offenbar eine genügend hohe Reserve geschaffen werden, die es erlaubt, gewisse Fehler in der Konstruktion und Bauausführung zu kompensieren. Folglich wird bei der Einhaltung dieser Vorschrift die Herstellung von Dächern aus wetterfestem Baustahl aus wirtschaftlichen und anderen Gründen keine Vorteile mehr bringen. Wenngleich diese Forderung etwas übertrieben erscheinen mag, ist auf der anderen Seite nicht zu übersehen, dass die von uns beobachteten Perforationen an den Überlappungsstellen bei dickeren Blechen nicht oder bestimmt nicht nach so kurzer Zeit aufgetreten wären, wie dies bei den bisher verwendeten Blechdicken von 1 mm oder gar bloss 0,8 mm der Fall gewesen war. Selbstverständlich könnte man diese gefährdeten Überlappungen auch durch einen entsprechenden Anstrich schützen, vgl. dazu Hinweis IX.

Ein weiteres gravierendes Korrosionsrisiko stellen die ungeschützten Wasserinnen aus wetterfestem Baustahl dar. Hier ist eine Verwendung in ungestrichenem Zustand wirklich fehl am Platz,

siehe auch Hinweis XII. Die in der ersten Phase des Korrosionsprozesses auf der Oberfläche der Dachbleche gebildeten losen Rostpartikel werden vom Regen abgelöst und in die Wasserrinne verfrachtet. Dort sammeln sie sich an und bilden mit der Zeit einen breiigen Schlamm, der kaum mehr austrocknet (Bild 13). Hinzu kommt, dass viele Rinnen ein absolut ungenügendes Gefälle aufweisen, so dass eine wirkungsvolle Entwässerung gar nicht möglich ist.

Wie lassen sich Korrosionsschäden vermeiden?

Die bange Frage, die sich dem geplagten Leser nach dem Studium der geschilderten Schadenfälle jetzt stellen wird, ist: «Kann man denn überhaupt noch in wetterfestem Baustahl bauen, ohne dass Schäden auftreten?» bzw. «Kann ich überhaupt noch etwas tun, um bei meinem bereits erstellten Bauwerk aus wetterfestem Baustahl Schäden zu vermeiden?»

Keine Angst, man kann! In Tabelle 2 sind die betreffenden Abhilfemassnahmen für Neubauten und bestehende Bauten in einer Checkliste zusammengestellt. Sie bleiben sich im Grunde genommen für Fassaden, Fenster, Türen und Dächer immer gleich und können in drei Regeln zusammengefasst werden:

Regel 1: Für einen ausreichenden und geordneten Wasserabfluss sorgen.

Regel 2: Wassersäcke, Überlappungen und andere durch Dauerbefeuchtung gefährdete Bereiche mit einem wirkungsvollen Korrosionsschutzanstrich versehen.

Regel 3: Die gesamte Konstruktion periodisch auf Anzeichen von aussergewöhnlicher Korrosion kontrollieren, Rostschlamm, modrende Blätter und Staubablagerungen entfernen.

Wenn diese einfachen Regeln gewissenhaft eingehalten werden, gehören ab heute die Korrosionsschäden an Bauten aus wetterfestem Baustahl der Vergangenheit an! Dann kann dieser neue Baustoff, der heute, infolge der zahlreichen, nicht materialgerechten Anwendungen leider zu Unrecht verschrien ist, auch endlich seine beiden unbestrittenen Vorzüge ausspielen, nämlich Wegfall von kostspieligen Korrosionsschutzarbeiten und harmonische Eingliederung des Bauwerks in seine Umgebung (vgl. dazu Bild 14)

Literaturverzeichnis

- [1] DER SPIEGEL, Nr. 12, 1977
- [2] Merkblatt 434: «Wetterfester Baustahl»; Beratungsstelle für Stahlverwendung, 4 Düsseldorf 1, 1. Auflage 1969
- [3] Richtlinien für die Lieferung, Verarbeitung und Anwendung wetterfester Baustähle; herausgegeben vom Deutschen Stahlausschuss für Stahlbau, Köln, Februar 1970
- [4] «Witterungsbeständiger Stahl, z. B. COR-TEN»; Broschüre der Firma Forster AG über die praktische Anwendung von Profilstahlrohren aus witterungsbeständigem Baustahl, erschienen im September 1970
- [5] «VOEST-Baustähle, Sondergüte ALCORDUR»; Vorläufige Techn. Lieferbedingungen, Ausgabe Jänner 1971
- [6] «Wetterfeste Baustähle»; Bauen in Stahl 22 + 23 (1972), herausgegeben von der Schweiz. Zentralstelle für Stahlbau
- [7] «Bauen mit wetterfestem Stahl», Profilstahlrohr, Sondernummer 21, Juni 1974
- [8] Leitfaden für den Einsatz wetterfester Thyssen-Stähle; Mai 1977

Adresse des Verfassers: Dr. F. Theiler und R. Geiser, Abtlg. Anstrichstoffe, Beschichtungen, Korrosion, EMPA, Überlandstr. 129, 8600 Dübendorf