

Vorgehängte hinterlüftete Fassaden

Wetterfester Baustahl

Die Abfüllanlage im Weingut Bürgermeister Carl Koch Erben, Oppenheim, ausgeführt von gpp, Architekten, Gehbauer Projekt Partner, Oppenheim, erhielt im Rahmen des Deutschen Fassadenpreises 2004 für vorgehängte hinterlüftete Fassaden eine Anerkennung.

Bild: gpp, Dieter Leisner

Inhaltsverzeichnis

- 1** Allgemeines zu wetterfesten Baustählen
 - 1.1** Historie
 - 1.2** Bezeichnungen, Normung, Werkstoffnummern, Analyse, Hersteller Deutschland
 - 1.3** Legierungskonzept
 - 1.4** Bildung der Sperrschicht und Wirkungsweise

- 2** Naturbelassener Werkstoff
 - 2.1** Physikalische Eigenschaften
 - 2.2** Technologische Eigenschaften
 - 2.3** Korrosionswiderstand, Abrostungsdiagramm

- 3** Anwendungen
 - 3.1** Erzeugnisformen
 - 3.2** Bearbeitung
 - 3.2.1** Umformen
 - 3.2.1.1** Kaltumformung
 - 3.2.1.2** Warmumformung
 - 3.3** Schweißen
 - 3.3.1** Vorbehandlung der Stahloberfläche
 - 3.3.2** Allgemeine Regeln der Schweißtechnik für wetterfesten Baustahl
 - 3.3.3** Schweißzusatzstoffe für wetterfeste Baustähle
 - 3.4** Konstruktiver Korrosionsschutz
 - 3.5** Oberflächen
 - 3.5.1** Oberflächenbeschaffenheit
 - 3.5.2** Oberflächenausbildung von wetterfestem Baustahl während der Nutzung
 - 3.5.3** Besondere Korrosionsbereiche
 - 3.5.4** Fleckenbildungen
 - 3.6** Befestigungselemente
 - 3.6.1** Verwendung von Schrauben, Wechselwirkungen mit dem Werkstoff
 - 3.6.2** Befestigungsarten, konstruktive Lösungen
 - 3.6.2.1** Sichtbare Befestigung mit Schrauben
 - 3.6.2.2** Verdeckte Befestigung
 - 3.7** Werkstoffpaarungen
 - 3.8** Wärmedämmung

- 4** Mischfassaden

Vorgehängte hinterlüftete Fassaden (VHF)

Merkblatt für den Einsatz von wetterfesten Baustählen

Der Fachverband Baustoffe und Bauteile für vorgehängte hinterlüftete Fassaden e.V. (FVHF), Berlin kommt mit diesem Merkblatt den gehäuften Anfragen nach dem Einsatz von wetterfesten Baustählen nach. Für alle, die mit Entwurf, Planung, Konstruktion und Ausführung dieser Werkstoffe befasst sind, schließt dieses Merkblatt eine Informationslücke hinsichtlich der Verwendung für vorgehängte hinterlüftete Fassaden.

1 Allgemeines zu wetterfesten Baustählen

1.1 Historie

Die Entdeckung wetterfester Baustähle geht auf die 20er Jahre des vorigen Jahrhunderts zurück. Die Vereinigten Stahlwerke Düsseldorf entwickelten unter dem Markennamen „PATINA“ einen Stahlwerkstoff, der sich durch Korrosionsbeständigkeit von üblichen Baustählen abhob. In Amerika der 30er Jahre stellte United States Steel nach intensiven Entwicklungsarbeiten den Stahlwerkstoff „COR-TEN“ vor, der ebenfalls korrosionsbeständige Eigenschaften aufwies. Die Bezeichnung COR-TEN setzt sich aus den Eigenschaften „CORrosion resistant“ und „TENsile strength“ zusammen, zu deutsch „wetterfester Baustahl“.

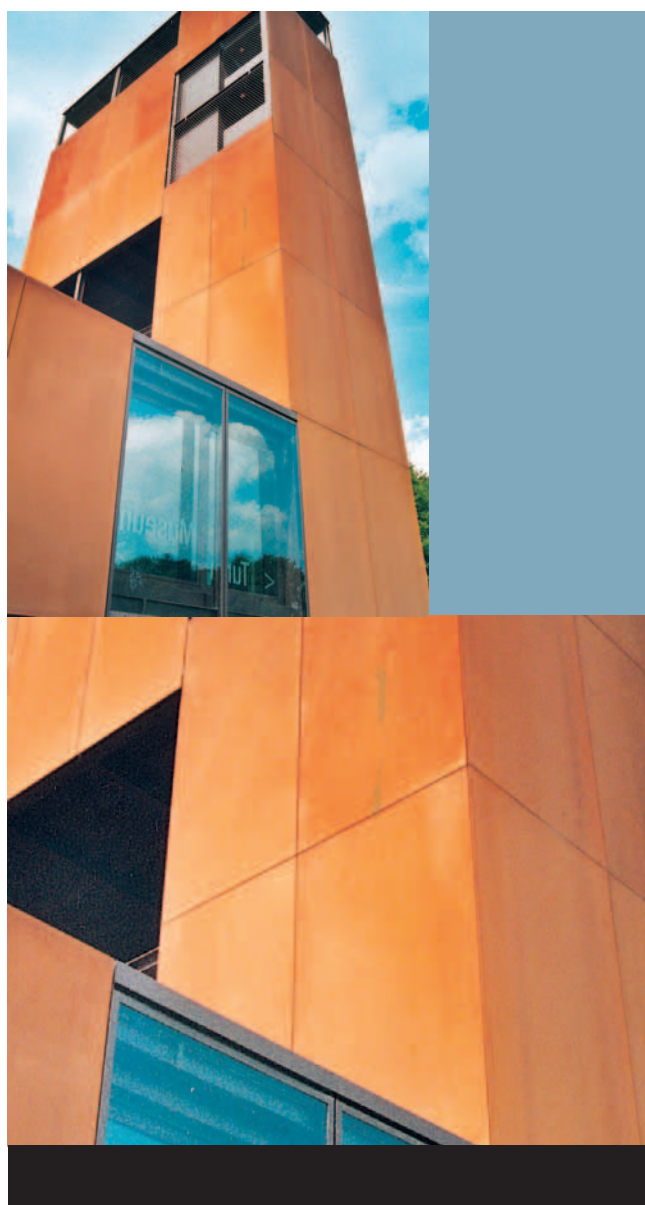
Der Ursprung der eigentlichen Erfindung ist nicht abschließend geklärt. Geschützt ist folglich nur der Name COR-TEN, nicht jedoch das Legierungskonzept, mit der Folge, dass Stahlhersteller unter eigenen Werkstoffbezeichnungen den gleichen Stahl verkaufen. In Tabelle 1 sind Markennamen aus den aktuellen Preislisten verschiedener, europäischer Hersteller aufgeführt. Der Name COR-TEN ist allerdings weit verbreitet und wird von einigen Stahlherstellern (zum Beispiel ThyssenKrupp) in Lizenz verwendet.

1.2 Bezeichnungen, Normung, Werkstoffnummern, Analyse, Hersteller Deutschland

In Europa sind die wetterfesten Baustähle in die Norm der Baustähle DIN EN 10155 [18] mit aufgenommen. Der zusätzliche Buchstabe „W“ kennzeichnet die Wetterbeständigkeit. Vor dem Inkrafttreten der europäischen Norm wurden wetterfeste Baustähle im Stahleisen-Werkstoffblatt SEW 087 als WT-Stähle vereinheitlicht. Tabelle 1 fasst die Normbezeichnungen, die Werkstoffnummern und die namhaftesten Hersteller-Bezeichnungen zusammen.

1.3 Legierungskonzept

Im Gegensatz zu unlegierten Baustählen erhalten wetterbeständige Baustähle durch die gezielte Zuga-



Bild/Jung

Bild 1: Gut vierzig Meter hoch ragt der Turm des Museumsneubaus in Kalkriese bei Osnabrück auf. Das 2002 eröffnete Bauwerk aus wetterfestem Baustahl der Schweizer Architekten Annette Gigon und Mike Guyer erhielt den BDA-Preis Niedersachsen 2003.

Tabelle 1: Bezeichnungen, Normung, Werkstoffnummern

DIN EN 10155	Werkstoffnummer	SEW 087	Salzgitter Flachstahl	Thyssen Krupp Stahl	Arcelor	SSAB
S235J0W	1.8958		Allwesta 360			
S235J2W	1.8961	WTSt 37-3	Allwesta 360 F			
S355J0WP	1.8945		Allwesta 510 P			DOCOL 355 W DOMEX 355 W
S355J2WP	1.8946		Allwesta 510 FP	COR-TEN A		
S355J0WP	1.8959		Allwesta 510		Indaten 355 A	
S355J2G1W	1.8963	WTSt 52-3	Allwesta 510 F	COR-TEN B		
S355J2G2W	1.8965					
S355K2G1W	1.8966		Allwesta 510 F 40			
S355K2G2W	1.8967					

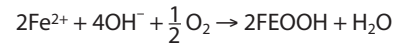
Tabelle 2: Legierungszusammensetzung

Salzgitter Flachstahl Norm	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Ni
Allwesta 360 S235 J0W	~ 0,13	~ 0,40	0,20 0,50	~ 0,040	~ 0,035	0,30 0,55	0,50 0,80	~ 0,65
Allwesta 510 S355 J0W	~ 0,15	~ 0,50	0,90 1,30	~ 0,035	~ 0,035	0,30 0,55	0,50 0,80	~ 0,65
Allwesta 510 P S355 J0WP	~ 0,12	~ 0,75	~ 1,00	0,06 0,15	~ 0,035	0,25 0,55	0,30 1,25	~ 0,65

be von Kupfer, Chrom und gegebenenfalls Nickel ihre wetterbeständigen Eigenschaften. Die Tabelle 2 zeigt die in der Norm festgelegten Analyse-Spannen und Legierungszusammensetzungen.

1.4 Bildung der Sperrschicht und Wirkungsweise

Die Ursache der Wetterbeständigkeit liegt in der Ausbildung einer Sperrschicht, die den Grundwerkstoff vor weiterer Abrosung schützt. Bild 2 fasst die primären Vorgänge des Rostens von Stahl schematisch zusammen: Die Oberfläche benetzendes Wasser wirkt als Elektrolyt für Ionen und als Transportmedium für Sauerstoff. In sauerstoffarmen Bereichen entstehen durch Oxidation Fe²⁺-Ionen. Diese bilden mit Hydroxidionen unlösliches Fe(OH)₂. Das nahezu farblose Fe(OH)₂ setzt sich auf der Oberfläche ab und wird durch Sauerstoff zu FeOOH (Rotrost) oxidiert. Bei höherer Temperatur spaltet FeOOH Wasser ab. Bei diesem Prozess schrumpft der Rostbelag und löst sich von der Oberfläche ab.



Zusätzlich dringen Schwefeldioxyde in die durchlässige Rostschicht ein und bilden mit

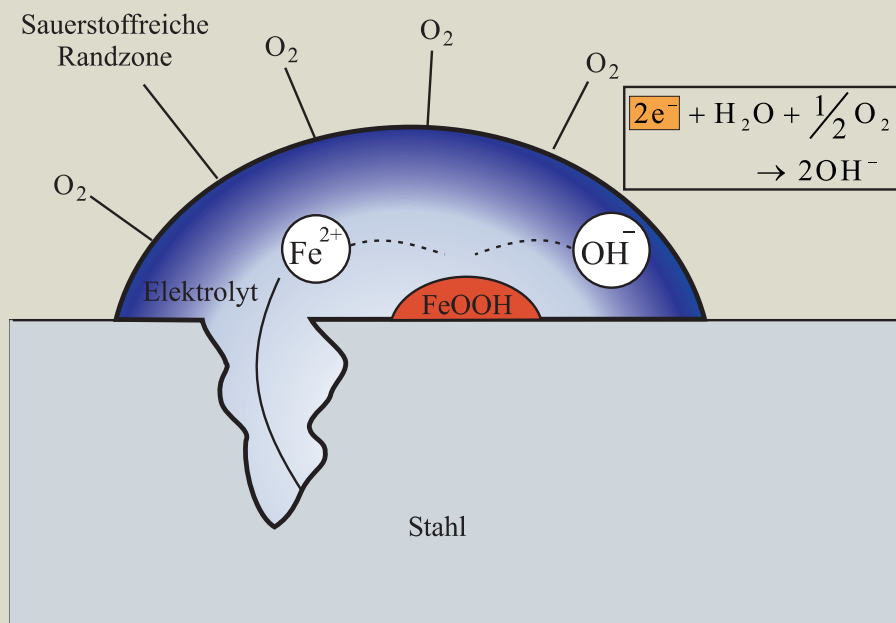
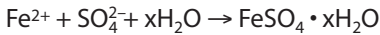
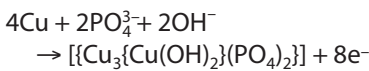
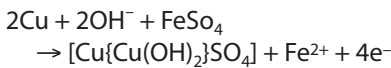


Bild 2: Prinzipdarstellung der Sperrschichtbildung.

dem Eisen Eisensulfate, die nur schwach an der Stahloberfläche haften und ebenso wie Rotrost weggespült werden (siehe Bild 3 links).



In wetterfesten Baustählen hingegen bilden diese Eisensulfate und Phosphoroxide mit den Legierungselementen Kupfer, Chrom und Nickel basische Sulfate und Phosphate, die als komplexe Verbindungen eine fest haftende, undurchlässige Sperrschicht zwischen Grundwerkstoff und bereits vorhandener Rostschicht bilden (siehe Bild 3 rechts).



Das Ausbilden der Sperrschicht bedarf je nach Bewitterung einer Zeit von 1,5 bis 3 Jahren. Dabei ist die wechselnde Bewitterung, also der Trocken – Feucht – Trocken Zyklus, von elementarer Bedeutung, ohne den die Schichtbildung nicht gewährleistet ist. Chloride in der umgebenden Atmosphäre stören den Prozess erheblich und behindern den Aufbau einer Schutzschicht. Bei Stauwasser rostet wetterfester Baustahl ähnlich schnell wie unlegierter Baustahl. Die Ausbesserung von Schäden durch fehlerhafte Montage kann sehr aufwendig sein.

2 Naturbelassener Werkstoff

2.1 Physikalische Eigenschaften

Tabelle 3: Physikalische Eigenschaften	
Schmelztemperaturintervall	1.517–1.523 °C (Allwesta-Stähle)
E-Modul	213.000 MPa (bei RT) 208.000 MPa (bei 100 °C)
Dichte	7,8 g/cm ³
Wärmeausdehnungskoeffizient	12,1 µm/(m* K) (bei 20–100 °C)
Wärmeleitfähigkeit	47 W/(m* K) (bei 100 °C)

2.2 Technologische Eigenschaften

Tabelle 4: Technologische Eigenschaften (nach DIN EN 10155)					
Salzgitter Flachstahl Norm	R _e [MPa]	R _m [MPa]	A5 [%]	Kerbschlag [J]	Temperatur [°C]
Allwesta 360 S235JOW	235	340	26	27	0
	~	470	~	~	
Allwesta 360 F S235J2W	235	340	26	27	-20
	~	470	~	~	
Allwesta 510 S355JOW	355	490	22	27	0
	~	630	~	~	
Allwesta 510 F S355J2G1W	355	490	22	27	-20
	~	630	~	~	
Allwesta 510 F40 S355K2G1W	355	490	22	40	-20
	~	630	~	~	
Allwesta 510 P S355JOWP	355	490	22	27	0
	~	630	~	~	
Allwesta 510 FP S355J2WP	355	490	22	27	-20
	~	630	~	~	

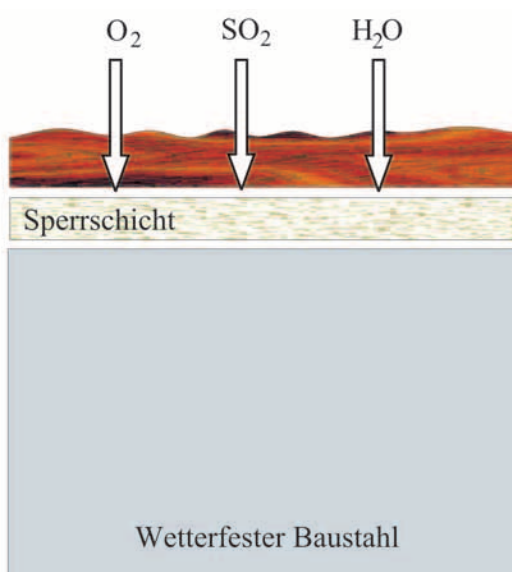
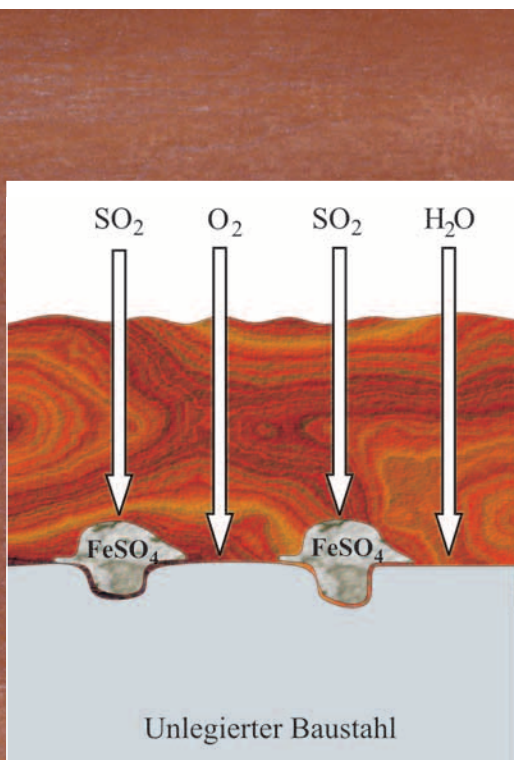


Bild 3: Prinzipdarstellung des Abrostungsverhaltens unlegierter und wetterfester Baustähle.

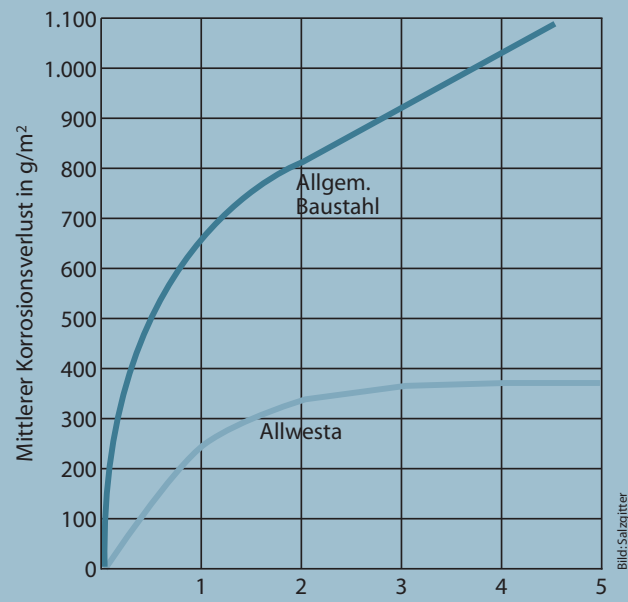


Bild 4: Zeitlicher Verlauf des Korrosionsverlustes.

Bild 5: Neubau des Archivs der Evangelische Brüder-Unität in Herrenhut durch die Architekten und Ingenieure Forkert/Dresden. Ausgeführt wurde diese Fassade von Leichtmetallbau Fuhrmann in Kesselsdorf bei Dresden.

Bild: Salzgitter

Bild: Leichtmetallbau Fuhrmann



2.3 Korrosionswiderstand, Abrostungsdiagramm

Im Gegensatz zu unlegierten Baustählen läuft der Prozess der Abrostung bei wetterfesten Baustählen langsamer ab und endet, wie das Diagramm veranschaulicht, nach etwa drei Jahren. Es zeigt den Vergleich des Korrosionsverhaltens in aggressiver Industrielatmosphäre (Schwefeldioxidbelastung in Hochofennähe) zwischen einem allgemeinen Baustahl und einem Allwesta-Stahl der Salzgitter Flachstahl.

Während der unlegierte Baustahl ungehindert abrostet, endet der Korrosionsverlust beim Allwesta-Stahl nach zirka drei Jahren. Die Abrostung von 400g/m² nach drei Jahren entspricht einer Gesamtdickenabnahme von 0,05 mm. In diesem Zeitraum wechselt die Blechfarbe über hellbraun, braun, braun-violett nach dunkelbraun-violett. Die Blechoberfläche weist eine narbige Struktur auf.

3 Anwendungen

3.1 Erzeugnisformen

Wetterfester Baustahl ist als Warmband mit Naturwalzkante oder besäumt lieferbar. Gebeiztes Warmband wird ebenfalls mit und ohne Naturwalzkante angeboten. Unabhängig vom Oberflächenzustand bieten die meisten Lieferanten Material in Tafeln oder Spaltband an. Die möglichen Abmessungen sind anlagenspezifisch. Typische Anwendungszwecke wetterfester Baustähle sind Brücken, Stützkonstruktionen, Strommaste, Schienenfahrzeuge, Container, Grubenwagen sowie Schornsteine und Fassaden.

Insbesondere für den Einsatz im Fassadenbau existieren eindrucksvolle Beispiele wie das Richard-Daley-Center (City Hall) in Chicago von 1965 (198 m hoch, unbehandelte COR-TEN-Stahl), das John-Deere-Building von 1961 (unbehandelter COR-TEN-Stahl) oder das Konzerthaus L'Auditori in Barcelona von 1987 (unbehandelter COR-TEN-Stahl). Die Fassade des USS-Building in Pittsburgh (256 m hoch) ist ebenfalls aus unbehandeltem COR-TEN-Stahl gefertigt.

In Deutschland stellen unter anderem die Fassaden der Abfüllanlage im Weingut Bürgermeister Carl Koch Erben, Oppenheim und des Magazins der Evangelischen Brüder-Unität in Herrnhut von 2001 herausragende Beispiele dar (siehe Titelbild, Bild 1, Bild 5).

3.2 Bearbeitung

Die guten Eigenschaften der wetterfesten Baustähle (Beispiele der Sorten siehe Tabelle 1) werden durch Kalt- und Warmverformung nicht nachteilig beeinflusst.

3.2.1 Umformen

3.2.1.1 Kaltumformung

Für die Kaltverformung sind grundsätzlich die hochfesten Feinkornbaustähle mit hoher Streckgrenze besonders geeignet. Für die Kaltverformung sind in DIN EN 10155, Tabelle 7, Mindestbiegeradien angegeben [18]. Die Mindestbiegeradien berücksichtigen die Biegerichtung in Abhängigkeit von der Walzrichtung des Erzeugnisses.

Die Eignung zum Kaltbiegen ist bei der Bestellung beim Stahlhersteller oder beim Vorfertiger zu vereinbaren.

Wenn nach starker Kaltverformung die mechanischen Eigenschaften verändert sind, lassen sich die in der Norm DIN EN 10002 [12, 13] festgelegten Festigkeitseigenschaften durch Spannungsarmglühen (mindestens 30 Minuten bei 530 bis 580 °C oder Normalisieren) weitgehend wieder herstellen (siehe Stahl-Eisen-Werkstoffblatt SEW 088: Schweißgeeignete Feinkornbaustähle; Richtlinien für die Verarbeitung, besonders für das Schmelzschweißen [28]).

3.2.1.2 Warmumformung

Die Bedingungen für die Warmverformung müssen in Übereinstimmung mit den Angaben in DIN EN 10155 [18] sein. Eine Normalisierung (thermische Vergleichmäßigung des Stahlgefüges) sollte auch im Anschluss an eine Warmverformung außerhalb des Temperaturbereiches 1.050/750 °C sowie nach Überzeitung (Auftreten von Gefügefehlern durch Überhitzung) vorgenommen werden.

3.3 Schweißen

3.3.1 Vorbehandlung der Stahloberfläche

Vor dem Schweißen werden alle betroffenen Zonen entsprechend der Bezugsnorm (zum Beispiel SIS 055900) mit dem Grad SA 2^{1/2} sandgestrahlt, das heißt, im Bereich der vom Schweißvorgang betroffenen Oberflächen erfolgt eine vollständige Zunderbeseitigung. Wenn eine Konservierung/Lackierung des wetterfesten Baustahles vorgesehen ist, wird der Stahl auf der betroffenen Seite zu 100 Prozent gestrahlt. Eine rückseitige Beschichtung verbessert zusätzlich den Korrosionsschutz.

3.3.2 Allgemeine Regeln der Schweißtechnik für wetterfesten Baustahl

Wetterfeste Baustähle lassen sich unter Beachtung der allgemeinen Regeln der Technik sowohl von Hand als auch maschinell schweißen. Voraussetzungen für das Erreichen der dem Grundwerkstoff entsprechenden mechanischen Festigkeiten im Schweißnahtbereich sind der Einsatz geeigneter Schweißzusatzwerkstoffe und die Wahl angemessener Schweißbedingungen. Zu beachten sind die DIN EN 10155 [18] und das Stahl-Eisen-Werkstoffblatt 088 [28]. Hinweise für die schweißtechnische Verarbeitung finden sich in DIN EN 1011-1 und 2, Schweißen – Empfehlungen zum Schweißen metallischer Werkstoffe [16, 17].

Als Schweißzusatzwerkstoffe werden kalkbasierte Elektroden, Schutzgasschweißdrähte für die jeweiligen Verfahren und Draht-Pulver-Kombinationen der Festigkeitsstufe S 355 eingesetzt.

Bei ungeschütztem Einsatz einer Stahlkonstruktion aus wetterfestem Baustahl muss sichergestellt sein, dass auch das Schweißgut wetterfest ist. Das kann erreicht werden, indem legierungsmäßig auf den Grundwerkstoff abgestimmter wetterfester Schweißzusatzwerkstoff verwendet wird.

Ist aus konstruktiven Gründen oder aufgrund von Bauvorschriften ein Spannungsarmglühen erforderlich, so sollte es im Temperaturbereich von etwa 530 bis 580 °C durchgeführt werden (siehe Stahl-Eisen-Werkstoffblatt SEW 088 [28]).

3.3.3 Schweißzusätze für wetterfeste Baustähle

Die Schweißzusätze für die wetterfesten Baustähle vom Typ COR-TEN, ALLWESTA, PATINAX, ALCODUR 5, KORALPIN 52 sind für die folgenden Verfahren der schweißtechnischen Verarbeitung geeignet: Elektroden, WIG/TIG, MIG/MAG, Fülldraht, UP Band, Drahtpulver, Lote und Lot-Hilfsmittel.

3.4 Konstruktiver Korrosionsschutz

Alle auszubildenden Details sind unter Beachtung der DASt Richtlinie 007 [5] sorgfältig zu planen. Insbesondere wird auf die in der Richtlinie benannten Anwendungsgrenzen verwiesen. Die Befestigungselemente der Fassadenplatten aus wetterfesten Baustahl auf der Tragkonstruktion sind analog den aufgeführten Beispielen und der vorgenannten Richtlinie anzupassen.

3.5 Oberflächen

3.5.1 Oberflächenbeschaffenheit

Die Bleche werden mit einer maximalen Ebenheitsabweichung gemäß der DIN EN 10051 [15] beziehungsweise DIN EN 10029 [14] geliefert. Auf besondere Vereinbarung kann auch Feinebenheit eingehalten werden. Für die Oberflächenbeschaffenheit gilt DIN EN 10163 [19].

3.5.2 Oberflächenausbildung von wetterfestem Baustahl während der Nutzung

Die charakteristische Oberflächenausbildung von wetterfesten Stahlbauwerken, Skulpturen etc. erfolgt in einem Zeitraum von 1,5 bis 3 Jahren.

3.5.3 Besondere Korrosionsbereiche

Besonders starke Korrosion von wetterfesten Stahlbauteilen, die an der Oberfläche sichtbar wird, findet in ständig durchfeuchteten Bereichen, an Stützenfüßen, durch Spaltkorrosion, auf Absätzen und allen Arten von konstruktiv fehlerhaft entstandenen Stellen statt, an denen sich Wasser ansammeln kann.

3.5.4 Fleckenbildungen

Fleckenbildungen sind bisher auf folgende Ursachen zurückgeführt worden:

- ✗ Bevorzugte, konstruktiv bedingte Wasserablaufstellen verursachen Rostauswaschungen mit Fahnenbildungen.
- ✗ „Säurekorrosion“ der Rostschicht des wetterfesten Baustahles
 - ▶ Je größer das saure Angriffspotenzial der Umgebungsluft ist, um so höher ist auch der flächenmäßige Abtrag des wetterfesten Baustahles.
 - ▶ Vogelkot bewirkt durch das Ferment Pankreatin in Verbindung mit Stickstoff-, Phosphor- und Chloridverbindungen im Kot eine bevorzugte saure Auflösung der Eisenoxide und des Grundwerkstoffes Eisen.
 - ▶ Fingerabdrücke hinterlassen Spuren auf der wetterfesten Baustahloberfläche durch örtliche Eintragung von Chloriden (menschlicher Schweiß enthält zirka zwei Masse-Prozent Natriumchlorid) und von organischen Fettsäuren, die mit Metallionen so bezeichnete hydrophobe Metallstearate bilden können.

3.6 Befestigungselemente

Befestigungselemente sind die Bauteile, die die Bekleidung aus wetterfestem Baustahl mit der Unterkonstruktion entsprechend den statischen Erfordernissen sicher verbinden. Die Regeln der DIN 18516 - 1 sind maßgebend [6]. Darüber hinaus sind in der DIN 18807 - 3 [7, 8] Vorgaben für die Befestigung (unter anderem Rand- und Achsabstände) enthalten. Bei der Auswahl der Befestigungselemente sind in jedem Fall die korrosionsschutztechnischen Anforderungen zu berücksichtigen!

3.6.1 Verwendung von Schrauben, Wechselwirkungen mit dem Werkstoff

Gewindefurchende oder selbstbohrende Edelstahlschrauben (Werkstoff 1.4301) mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung (Z-14.1-4) haben sich auf Grund ihrer einseitigen

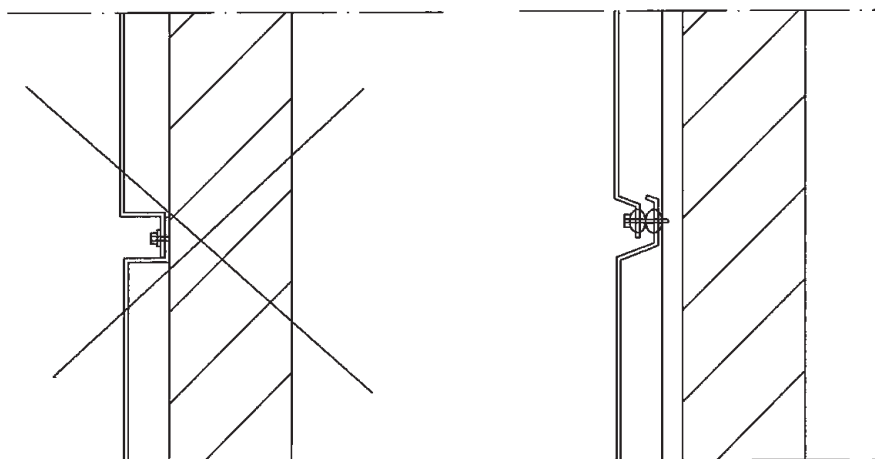


Bild 6: Beispiel eines konstruktiven Korrosionsschutzes für sichtbare Befestigung [4].

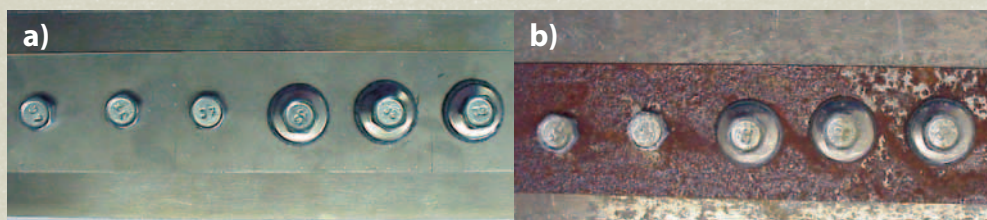


Bild 7: Wetterfester Baustahl befestigt mit gewindefurchenden Edelstahlschrauben vor (a) und nach (b) der Korrosionsbelastung (5 Zyklen Kondenswasserwechselklima DIN 50018-KWF 2,0S [10]).

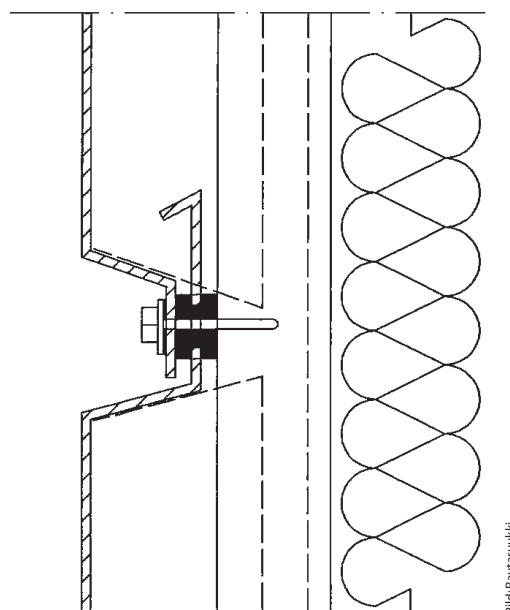


Bild 8: Schraubbefestigung für Kassetten mit wetterfestem Baustahl [4].

gen Montagemöglichkeit für Anwendungen im Stahlleichtbau bewährt. Zur Befestigung auf Stahlunterkonstruktionen (bis S235 Jxx beziehungsweise S280 GD, entspricht St37) sind Schrauben mit einem Gewindedurchmesser von 5,5, 6,3 oder 8,0 mm erhältlich. Zur Bemessung können die in der Zulassung angegebenen zulässigen Lasten verwendet werden. Bei höherfesten Stahlunterkonstruktionen (bis S355 Jxx, entspricht St52) oder Unterkonstruktionen aus Edelstahl rostfrei (bis $R_m = 800 \text{ N/mm}^2$) sind ebenso bauaufsichtlich zugelassene Edelstahlschrauben (Z-14.1-4, Blatt 6.24 und 6.25, Typ JZ7-6,3xL) erhältlich, die ein sicheres Furchen des Muttergewindes in der Unterkonstruktion gewährleisten.

Für Unterkonstruktionen aus Aluminium sind die Bemessungswerte entsprechend der DIN 18807 - 6 [9] oder aus allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnissen heranzuziehen.

In der Literatur [4] (Quelle Rautaruuki Oyi) werden Ausführungsbeispiele gezeigt, bei denen eine vollständige Entkoppelung der Bekleidung aus wetterfestem Baustahl

von der Unterkonstruktion und dem Befestigungselement empfohlen wird (siehe auch Bild 10).

Korrosionsversuche (Salzsprühtest DIN 50021-SS [11] und Kondenswasserwechselklima DIN 50018-KWF 2,0S [10]) mit verspannten, bauaufsichtlich zugelassenen, gewindefurchenden Edelstahlschrauben und wetterfestem Baustahl haben gezeigt, dass sowohl bei Aluminium- als auch bei Edelstahlunterkonstruktionen keine Gefährdung der Befestigung unter Korrosionsbeanspruchung (Spannungsrisskorrosion) zu erwarten ist. Die Montage erfolgte ohne zusätzliche Entkoppelung zwischen Schraube und Bekleidung beziehungsweise mit einseitig anliegender Dichtscheibe. Bild 7 zeigt beispielhaft Ergebnisse von Korrosionsversuchen im Kondenswasserwechselklima (DIN 50018-KWF 2,0S [10]) vor und nach der Korrosionsbeanspruchung.

Obwohl aus korrosionstechnischer Sicht nicht notwendig, wird die Verwendung von Edelstahldichtscheiben mit aufvulkanisierter EPDM-Dichtung empfohlen, da durch die Deformation der Dichtscheibe eine einfache Montagekontrolle möglich ist.

3.6.2 Befestigungsarten, konstruktive Lösungen

3.6.2.1 Sichtbare Befestigung mit Schrauben

(siehe Bild 8)

3.6.2.2 Verdeckte Befestigung

(siehe Bild 9)

3.7 Werkstoffpaarungen

Bei der Kombination von unterschiedlichen Metallen kann es zu Problemen kommen, wenn im Detail das Verhalten dieser Paarungen nicht mit der gegebenen Vorsicht geplant und ausgeführt wird. Die am häufigsten auftreten-

den Werkstoffpaarungen sind bei vorgehängten hinterlüfteten Fassaden Aluminiumlegierungen (für die Unterkonstruktion) mit dem zu betrachtenden wetterfesten Baustahl als Fassadenwerkstoff.

Gleichermaßen müssen in die Überlegungen die Befestigungselemente (Schrauben, Niete und ähnliches) mit einbezogen werden (siehe hierzu Punkt 3.6). Viele Faktoren beeinflussen das Korrosionsverhalten des Werkstoffes wetterfester Baustahl mit den eingesetzten Aluminiumlegierungen für Unterkonstruktionen, zum Beispiel Leitfähigkeit des Elektrolyts, Dauer der elektrolytischen Einwirkung, Größenverhältnis der Anodenfläche zur Kathodenfläche und Passivierungseffekte. Die genannten Einflüsse

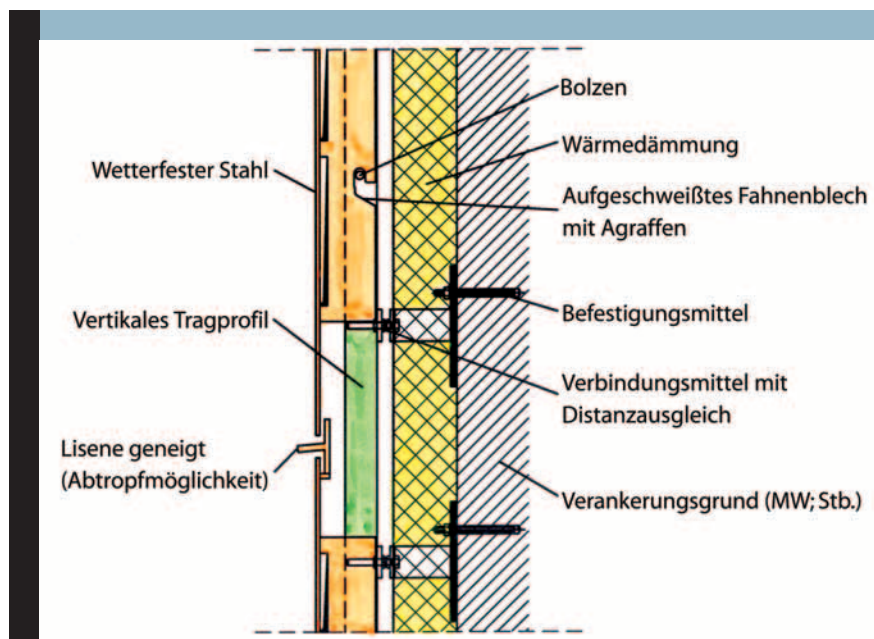


Bild 9: Verdeckte Befestigung aus dem Bauvorhaben der evangelischen Brüder-Unität ausgeführt im Detail von Leichtmetallbau Fuhrmann.

Bild: Leichtmetallbau Fuhrmann

Bild 10: Entkopplung der Befestigung für den Gleitpunkt einer Fassadenplatte aus wetterfestem Baustahl auf einer Aluminium-Unterkonstruktion [23, 25].

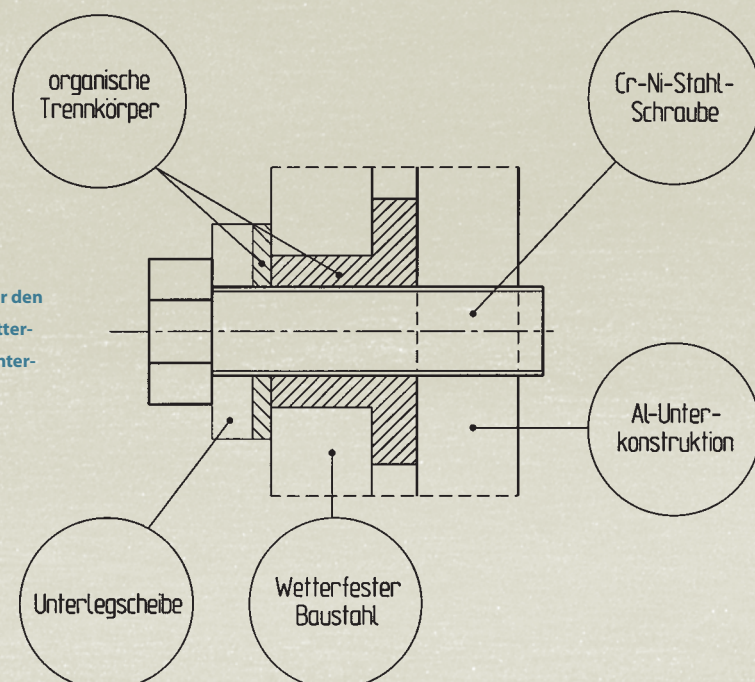


Bild: Herbsleb, Proeberling, Hübnerlein/Bau-Plan-Consult

für eine Befestigung an der Aluminiumunterkonstruktion sind schwerlich zu kalkulieren, aber technisch zu lösen indem man sie durch eine zwingende organische Trennung hin zum wetterfesten Baustahl vermeidet.

Die Gefahr eines Auflösungsprozesses des Aluminiums innerhalb der Gewindebohrung – also das Auftreten einer korrosionsfördernden Spaltkorrosion – ist auch bei noch so vorsichtiger Betrachtungsweise auszuschließen.

3.8 Wärmedämmung

Für die Wärmedämmung von hinterlüfteten Fassaden sind nicht brennbare Dämmstoffe aus Mineralwolle nach DIN V 4108, Teil 10 [21] des Typs WAB WL(p) T3* einzusetzen. Die Dämmplatten aus Mineralwolle müssen den Anforderungen des DIN EN 13162 „Wärmedämmstoffe für Gebäude – werkmäßig hergestellte Produkte aus Mineralwolle (MW) – Spezifikation“ [20] entsprechen.

Der Einsatz dieser Dämmstoffe hinter Bekleidungen aus wetterfesten Baustählen setzt einen planebenen Einbau voraus. Zugleich ist eine Hinterströmung der Dämmung mit der kalten Außenluft zu vermeiden. Die Lagesicherung erfolgt mechanisch mit Dämmstoffhaltern. Sofern eine mechanische Befestigung nicht möglich ist, kann eine Klebung erfolgen. In diesen Fällen ist die Wahl des Klebers mit dem Hersteller der mineralischen Dämmstoffplatten abzustimmen.

Wärmedämmplatten aus Mineralwolle des Anwendungsgebietes WAB müssen gemäß den Anforderungen der DIN V 4108, Teil 10 [21] wasserabweisend sein, dennoch ist es empfehlenswert, die Dämmung bis zur Montage der Bekleidung vor extremen Witterungseinflüssen – insbesondere starker Wind und Regen – zu schützen, um ungleichmäßige Verfärbungen der Bekleidung zu vermeiden.

4 Mischfassaden

Unter besonderer Beachtung des Wasserlaufes sind die Fassadenelemente aus wetterfestem Baustahl von den anderen Fassadenelementen durch geeignete konstruktive Maßnahmen zu trennen.

Dipl.-Ing. Steffen Bendix, BWM Konstruktionssysteme für den Fassadenbau

Dr.-Ing. Sebastian Bross, Salzgitter Flachstahl

Dipl.-Ing. Klaus Domnick, KD Ingenieurbüro

Dr.-Ing. Frank Dratschmidt, Ejot Baubefestigungen

Dipl.-Ing. Jan Giesenkömper, KM Europa Metal (KME)

Dipl.-Ing. Jürgen Günther, Bau-Plan-Consult

Dr. Roland Herr, Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken e.V. (IEMB)

Dipl.-Ing. Petra Kuhn, Deutsche Rockwool

Literatur

- [1] Aluminium – Werkstoffe für den Metallbau, Aluminium-Zentrale Düsseldorf
- [2] Aluminium-Taschenbuch 15. Auflage, Band 1: Grundlagen der Werkstoffe, Aluminium-Verlag, Aluminium-Zentrale Düsseldorf
- [3] Böhler-Thyssen Schweißtechnik AG; Produkte für die schweißtechnische Verarbeitung.
- [4] Rautaruukki Oyj and Rakennustieto Oy (Building Information Ltd) 2001, COR-TEN facades, ISBN 951-628-661-X
- [5] DASt Richtlinie 007, Lieferung, Verarbeitung und Anwendung wetterfester Baustähle, 5/93, Deutscher Ausschuss für Stahlbau DASt, Düsseldorf
- [6] DIN 18516-1, Ausgabe 1999-12, Außenwandbekleidungen, hinterlüftet, Teil 1: Anforderungen, Prüfgrundsätze, Beuth Verlag, Berlin
- [7] DIN 18807-3, Ausgabe 1987-06, Trapezprofile im Hochbau; Stahltrapezprofile; Festigkeitsnachweis und konstruktive Ausbildung, Beuth Verlag, Berlin
- [8] DIN 18807-3/A1, Ausgabe 2001-05, Trapezprofile im Hochbau – Stahltrapezprofile – Festigkeitsnachweis und konstruktive Ausbildung; Änderung A1, Beuth Verlag, Berlin
- [9] DIN 18807-6, Ausgabe 1995-09, Trapezprofile im Hochbau – Teil 6; Aluminiumtrapezprofile und ihre Verbindungen; Ermittlung der Tragfähigkeitswerte durch Berechnung, Beuth Verlag, Berlin
- [10] DIN 50018, Ausgabe 1997-06, Prüfung im Kondenswasser-Wechselklima mit schwefeloxidhaltiger Atmosphäre
- [11] DIN 50021, Ausgabe 1988-06, Sprühnebelprüfungen mit verschiedenen Natriumchlorid-Lösungen, Beuth Verlag, Berlin
- [12] DIN EN 10002-1, Ausgabe 2001-12, Metallische Werkstoffe – Zugversuch – Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur, Beuth Verlag, Berlin
- [13] DIN EN 10002-5, Ausgabe 1992-02, Metallische Werkstoffe; Zugversuch; Teil 5: Prüfverfahren bei erhöhter Temperatur, Beuth Verlag, Berlin
- [14] DIN EN 10029, Ausgabe 1991-10, Warmgewalztes Stahlblech von 3 mm Dicke an; Grenzabmaße, Formtoleranzen, zulässige Gewichtsabweichungen, Beuth Verlag, Berlin
- [15] DIN EN 10051, Ausgabe 1997-11, Kontinuierlich warmgewalztes Blech und Band ohne Überzug aus unlegierten und legierten Stählen – Grenzabmaße und Formtoleranzen, Beuth Verlag, Berlin
- [16] DIN EN 1011-1, Ausgabe 2002-09, Schweißen – Empfehlungen zum Schweißen metallischer Werkstoffe – Teil 1: Allgemeine Anleitungen für das Lichtbogenschweißen, Beuth Verlag, Berlin
- [17] DIN EN 1011-2, Ausgabe 2002-09, Schweißen – Empfehlungen zum Schweißen metallischer Werkstoffe – Teil 2: Lichtbogenschweißen, Beuth Verlag, Berlin
- [18] DIN EN 10155, Ausgabe 1993-08, Wetterfeste Baustähle; Technische Lieferbedingungen, Beuth Verlag, Berlin
- [19] DIN EN 10163-1, Ausgabe 2002-10, Lieferbedingungen für die Oberflächenbeschaffenheit von warmgewalzten Stahlerzeugnissen (Blech, Breitflachstahl und Profile) – Teil 1: Allgemeine Anforderungen, Beuth Verlag, Berlin
- [20] DIN EN 13162, Ausgabe 2001-10, Wärmedämmstoffe für Gebäude – werkmäßig hergestellte Produkte aus Mineralwolle (MW) – Spezifikation, Beuth Verlag, Berlin
- [21] DIN V 4108-10, Ausgabe 2004-06, Wärmeschutz- und Energie-Einsparung in Gebäuden – Anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe – Teil 10: Werkmäßig hergestellte Wärmedämmstoffe, Beuth Verlag, Berlin
- [22] Fischer, Anwendung wetterfester Baustähle im Stahlhoch- und Brückenbau, Forschungsvertrag Nr. 7210-SA/121, Universität Dortmund
- [23] G. Herbsleb und K.K. Poeberling, H-induzierte SRK, Houston, 36 (1980) 11, S. 611–618
- [24] In der Zeit verwitternder Stahl, Fassadentechnik 4/2003, Seite 18, Cubus Medien Verlag, Hamburg
- [25] M. Häberlein, Web-Seite der Fachhochschule Frankfurt/Main, http://www.fbv.fh-frankfurt.de/mhwww/KUT/221_mech-vergleich.htm
- [26] Nuova Sipre Stahl Service Hagn & Kubala.
- [27] PSAG-Werkstoffblatt 6/120 Ausgabe 5/94 Böhler-Thyssen Schweißtechnik AG
- [28] Stahl-Eisen-Werkstoffblatt SEW 088, Schweißgeeignete Feinkornbaustähle; Richtlinien für die Verarbeitung, besonders für das Schmelzschweißen (inklusive zwei Beiblätter), Oktober 1993, Verlag Stahleisen GmbH, Düsseldorf
- [29] Thyssen Krupp Stahl Werkstoffblätter COR-TEN A Blatt-Nr.531 und COR-TEN B Blatt-Nr.532 v. Febr. 2001.
- [30] Thyssen Krupp Stahl Werkstoffblätter COR-TEN A Blatt-Nr.531 und COR-TEN B Blatt-Nr.532 v. Febr. 2001.
- [31] Thyssen Schweißtechnik GmbH; Datenblätter für WT St 37-2; WT St 37-3, WT St 52-3; COR-TEN A, COR-TEN B; Patinax 37 unter anderem
- [32] Wetterfester Baustahl Allwesta 360, Salzgitter Flachstahl AG, PSAG-Werkstoffblatt 6-110
- [33] Wetterfester Baustahl Allwesta 510 P, Salzgitter Flachstahl AG, PSAG-Werkstoffblatt 6-130
- [34] Wetterfester Baustahl Allwesta 510, Preussag Stahl, PSAG-Werkstoffblatt 6-120

* WAB = Außendämmung der Wand hinter Bekleidung, WL(P) = Langzeitige Wasseraufnahme, T3 = Toleranzklasse



Fachverband Baustoffe und Bauteile für vorgehängte hinterlüftete Fassaden e.V. (FVHF)
Kurfürstenstraße 129 · 10785 Berlin · Telefon 030/2 12 86-2 81 · Telefax 030/2 12 86-2 41
Internet: <http://www.fvhf.de> · E-Mail: info@fvhf.de