




ArcelorMittal

Kosten im Stahlbau

Basisinformationen
Deutschland 2008



transforming
tomorrow

Erstellt durch:



Building & Construction Support
Germany, Austria, Switzerland
Harkortstraße 21
D-40880 Ratingen
Tel.: +49 2102 928 251
bcs.germany@arcelormittal.com
www.constructalia.com

Building & Construction Support
Head office
24-26 Boulevard d'Avranches
L-1160 Luxembourg
Tel.: +352 4792 1
www.arcelormittal.com
www.constructalia.com

In Zusammen Arbeit mit:



Conseil Européen des Economistes de la Construction
The European Council of Construction Economists

CEEC – Conseil Européen des
Economistes de la Construction
The European Council of
Construction Economists
8, avenue Percier
F-75008 Paris
Tel.: +33 1 45 63 30 41
www.ceecorg.eu



Universität Stuttgart

bauoek
institut für bauökonomie

Universität Stuttgart
Institut für Bauökonomie
Keplerstraße 11
D-70174 Stuttgart
Tel.: +49 711 685 83309
info@bauoekonomie.uni-stuttgart.de
www.bauoekonomie.uni-stuttgart.de

Trial Pavillon du centenaire, Esch/Alzette (Lux) Arch: EMBT Benedetta Tagliabue - Foto: Pierre Engel
Südwestmetall Office, Heilbronn (D) Arch: Dominik Dreiner - Foto: Johannes Marburg



Inhaltsverzeichnis

Vorwort	4
Einleitung	7
Tragwerk	
– Rahmenkonstruktion	11
– Decken	15
Gebäudehülle	
– Bedachung	19
– Fassaden	27
– Türen, Fenster, Tore	35
Einbauten	
– Treppen	41
Oberflächenbehandlung	
– Korrosionsschutz	44
Brandschutz	56
Schallschutz im Industriebau	66
Normen	70
Adressen	72
Impressum	75

Als weltweit größter Stahlhersteller ist ArcelorMittal auch der führende Anbieter für Stahllösungen im Bauwesen, insbesondere auf dem deutschen Markt. Mit dem Team „Building & Construction Support“, eine international tätige Gruppe von Baufachleuten, unterstützt ArcelorMittal die Projektarbeit von Architekten, Ingenieuren, Investoren und Generalunternehmern.

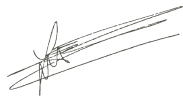
Da eine wirtschaftliche und nachhaltige Bewertung alternativer Lösungsvorschläge von hoher Bedeutung ist, unterstützen wir Architekten und Planer hierbei fachspezifisch.

Ziel dieser ersten Ausgabe des Leitfadens „Kosten im Stahlbau“ ist, eine erste Kostenindikation für Stahllösungen in einem frühen Planungsstadium zu geben. Darüber hinaus vermittelt sie die

in diesem Zusammenhang grundlegenden technischen Informationen. Der Leitfaden beinhaltet Lösungen für alle wesentlichen Gebäudefunktionen: vom Tragwerk über Fassade und Bedachung bis hin zur Oberflächenbehandlung.

Die vorliegende Publikation ist das Ergebnis einer langfristigen Zusammenarbeit von ArcelorMittal und dem CEEC - European Council of Construction Economists. Sie wurde in enger Zusammenarbeit mit anerkannten Experten von Universitäten, Organisationen und Verbänden sowie Industrie- und Montagefirmen erarbeitet.

Wir sind überzeugt, dass dieser Leitfaden eine große Hilfe und von hohem Nutzen für Ihre Arbeit ist.



Patrick Le Pense
General Manager
Building & Construction Support



Mathias Beuster
Direktor
Building & Construction Support

Mit großer Freude stelle ich Ihnen die erste Auflage des Leitfadens zu Baukosten im Stahlbau für den deutschen Markt vor.

Dieses herausragende Resultat erfolgreicher Zusammenarbeit zwischen ArcelorMittal und dem CEEC (European Council of Construction Economists) stellt Preisindikationen für Stahllösungen im Bauwesen bereit.

Ich bin mir sicher, dass sich die Publikation auf diese Weise als nützlich Hilfsmittel für Architekten, Projektingenieure, Baukunden und Kalkulatoren in ganz Deutschland erweisen wird. Insbesondere bietet der Leitfaden Richtwerte für die Kostenplanung in frühen Phasen von Bauprojekten und ermöglicht die vergleichende Bewertung von Konstruktionsalternativen.

Der vorliegende Leitfaden basiert auf einer ähnlichen Broschüre für den französischen Markt, welche – ebenfalls gefördert durch ArcelorMittal – dort

zurzeit in der vierten Auflage erscheint. Wir hoffen, dass er in Deutschland von gleichem Nutzen für Fachkundige des Bauwesens sein wird.

Der CEEC und seine nationalen Mitgliedsorganisationen UNTEC (Frankreich), RICS (Großbritannien), ACE (Schweiz), sowie ArcelorMittal und das Institut für Bauökonomie der Universität Stuttgart haben die im Leitfaden enthaltenen Informationen durch intensive Befragungen ermittelt und nach ausführlichen Beratungen zusammengestellt.

Ich möchte den Autoren und allen, die zur Erstellung des Leitfadens beigetragen haben, für ihre engagierte Arbeit herzlich danken.

Ich würde mich sehr freuen, wenn sich diese Publikation zukünftig als regelmäßig genutzter Leitfaden bei der Erstellung von Kostenschätzungen in frühen Projektphasen von Stahllösungen im Bauwesen etabliert.



Gerard O' Sullivan
Präsident des European Council of
Construction Economists (CEEC)

Einleitung

Zielsetzung

Dieser praktische Leitfaden bezieht sich auf grundlegende Gebäudefunktionen und ermöglicht es Bauherren, Architekten und Ingenieuren, die wesentlichen Baukosten ihrer Projektplanung in Bezug auf eine Ausführung in Stahlbauweise abzuschätzen. Dieser Ansatz erlaubt eine einfache und leicht verständliche Handhabung des Leitfadens.

Motivation und Verfasser

Der Leitfaden wurde vom CEEC (Comité Européen des Economistes de la Construction /The European Committee of Construction Economists), von der UNTEC (Union Nationale des Economistes de la Construction et des Coordinateurs) sowie von ArcelorMittal Building & Construction Support initiiert. Bei der Erarbeitung und der Umsetzung dieser Broschüre wurde das Team durch das Institut für Bauökonomie der Universität Stuttgart und zahlreichen Fachfirmen unterstützt.

Ziel aller Beteiligten ist es, eine aktuelle Preisindikation der Komplettleistungen für Stahlbau-Gewerke sowie Preisspannen für verschiedene Gebäudefunktionen in €/m² auf Basis der aktuellen DIN 277 (2005) anzugeben.

Zielgruppe und Inhalt

Mit Hilfe einer pauschalisierten Betrachtung vermittelt die Broschüre erste Informationen über Baukosten. Durch den Bezug auf einschlägige Normen und die detaillierte Gliederung bietet der Leitfaden praktische Unterstützung in verschiedenen Planungsphasen, sei es bei der Erarbeitung einer Machbarkeitsstudie auf Bauherrenseite oder bei der Vorplanung seitens des Architekten. Der Leitfaden gibt Aufschluss über die Baukosten einer „Stahllösung“, so wie sie im Allgemeinen am Markt angeboten wird.

Ansatz über Gebäudefunktionen

Als Arbeitshilfe zum täglichen Gebrauch ermöglicht der Leitfaden eine zügige Kostenermittlung auf Grundlage der Gebäudefunktionen, ähnlich wie der Ansatz in der DIN 276-1 (2006) / DIN 277 (2005), dem auch die Arbeitshilfen des BKI (Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern) zu Grunde liegen.

Es können sich auf Grund der Konstruktionsmethodik des Stahlbaus teilweise Änderungen zu den bekannten Normen und Publikationen ergeben, die jeweils nachvollziehbar dokumentiert sind. Um dem Konstruieren mit Stahl auch in der Kostenplanung gerecht zu werden, gliedert sich der Leitfaden in die Haupt-



Einleitung

funktionen Tragwerk, Gebäudehülle, Einbauten, Korrosions- und Brandschutz.

Randbedingungen und Anwendungsgrenzen

Die Angaben sind gewichtete Mittelwerte, die aus einer Befragung von Fachfirmen resultieren. Sie enthalten alle Material- und Lohnkosten sowie Aufwendungen für eventuelle Geräteansätze. Die üblichen Baunebenkosten im Sinne der DIN 276 sind nicht berücksichtigt.

Die Mehrwertsteuer ist in den Kostangaben nicht enthalten.

Im Rahmen der Befragung wurden folgende Annahmen und Vereinfachungen getroffen, die bei der Arbeit mit den Kennwerten zu berücksichtigen sind:

- Die Kosten werden auf Basis „einfacher“ Gebäude mit einer durchschnittlichen Gebäudefläche von 800 - 1400 m² Brutto-Grundfläche und mit einer gängigen architektonischen Gestaltung ermittelt.
- Es wird von einem normalen Baugrund und einfacher Zugänglichkeit der Baustelle ausgegangen.
- Die Werte beziehen sich auf Bezugsgrößen der DIN 277 (2005) wie beispielsweise Brutto-Grundfläche oder Dachfläche.
- Es werden die Schneelastzone II, die

Windlastzone III (Inland, kompaktes Gebäude) sowie eine Höhenlage von max. 500 m üNN angenommen.

Weitere spezifische Annahmen werden in den einzelnen Kapiteln näher erläutert.

Die Preisangaben beziehen sich zeitlich auf das erste Quartal 2008.

Mit Hilfe einschlägiger Baukostenindizes oder Regionalfaktoren können die durchschnittlichen, auf die Region Kassel bezogenen Daten auf andere Regionen übertragen sowie zeitlich aktualisiert werden. Die Bewertung dieser Ergebnisse obliegt dabei dem fachkundigen Nutzer und setzt eine gewisse Erfahrung mit dem Umgang so erhaltener Daten voraus. Die gemachten Angaben können aufgrund von spezifischen Zeit-, Standort- bzw. Marktfaktoren von den tatsächlichen Werten abweichen.

Weitere Informationen

Der Leitfaden bietet darüber hinaus weitere Informationen und Verweise. Neben einer jeweiligen Produktübersicht entsprechend den einzelnen Funktionen und Unterfunktionen enthält die Broschüre Links zu Organisationen und Verbänden, die sich mit dem Thema Stahlbau befassen. Ergänzt werden diese kompakten Informationen durch ein Hersteller- und Firmenverzeichnis.

Bedeutung der Kostenschätzung

Die Projektierung eines Gebäudes besteht im Wesentlichen aus dem architektonischen Entwurf, einem Tragwerkskonzept und der Einschätzung der Baukosten. Dabei ist die Kostenschätzung heute eine der wesentlichen Aufgaben aller Planungs- und Baubeteiligten, da Qualitäten, Termine und Kosten die relevanten Erfolgsfaktoren eines jeden Bauprojekts sind.

Die Kostenschätzung kann schon in der Vorplanung über Erfolg oder Misserfolg eines Bauprojektes entscheiden. Dieser Leitfaden ist eine praxisnahe Orientierungshilfe, die die Aspekte der Kostenplanung fachgerecht unterstützt.

Ansprüche und Haftungsausschluss

Die vorliegende Broschüre ist von den Beteiligten nach bestem Wissen und mit großer Sorgfalt erstellt worden. Dennoch können die beteiligten Institutionen und Unternehmen weder die allgemeine Gültigkeit der Angaben garantieren noch für ihre Richtigkeit haftbar gemacht werden. Der Leitfaden ist vielmehr als Preisindikation anzusehen, die unter den angegebenen Randbedingungen gewichtete Durchschnittskosten in Form einer Spanne mit Mindest- und Höchstwerten ohne Mehrwertsteuer angibt. Für die Richtigkeit der Kenn-

werte wird daher weder vom Herausgeber noch von den beteiligten Institutionen eine Haftung übernommen.

Haftungen werden ausgeschlossen.

Weiterführende Literatur

Weitere Informationen zum Thema Stahlbau und Architektur finden Sie unter www.constructalia.com.

Tragwerk – Rahmenkonstruktion

Foto: Pierre Engel

Rahmenbedingungen:

- Durchschnittswerte für Gebäudefläche von 800 bis 1400 m² BGF^{a)}.
- Schneelastzone II, Geländehöhe max. 500 m üNN, Windlastzone III, Inland, kompaktes Gebäude.

Hinweise:

- Das Gewicht der Rahmenkonstruktion umfasst Stützen, Träger und alle Verbindungsmittel. Fundamentarbeiten sind nicht enthalten.
- Die Angaben setzen einfache Aussteifungsarten und keine speziellen, kostenintensiven Alternativen voraus.
- Die Angaben beinhalten keine Anstriche oder spezielle Korrosionsschutzmaßnahmen (siehe Kapitel "Oberflächenbehandlung").
- Die angegebenen Werte sind Richtwerte; im Einzelfall kann durch Variation des Systemabstandes und detaillierte Optimierung des Tragwerks das Stahlgewicht pro m² reduziert werden.
- Die Verbundbauweise beinhaltet die für die Verbundwirkung benötigten Kopfbolzendübel ohne Deckenplatte (siehe Kapitel "Decken").
- Dach- und Fassadenpfetten sind nicht enthalten.
- Angaben pro m² verstehen sich als Angaben pro m² BGF^{a)}.

^{a)} BGF: Brutto-Grundfläche (DIN 277-1): Summe der Grundflächen aller Grundrissebenen eines Bauwerks mit Nutzungen nach DIN 277-2 und deren konstruktive Umschließungen.

Kosten pro Tonnage der Rahmenkonstruktion

Art des Tragsystems	Integrierte Flachdeckenträger (IFB/SFB) ^{a)}	Walzprofile / Vollwandträger	Lochstegträger ^{c)}	Fachwerkträger / Rohrtragwerk	Raumfachwerkträger
Preisindikation in €/kg ^{d)}	2,00 - 2,50 €/kg	2,00 - 2,30 €/kg	2,10 - 2,60 €/kg	2,30 - 2,70 €/kg	2,80 - 3,80 €/kg

Eingeschossige Gebäude

(Industrie- oder Geschäftsgebäude, Lager),
Achsabstand der Rahmen von ca. 6,5 m - 7,5 m.

Tonnage pro m² BGF^{b)}

Spannweite	8 - 18 m	10 - 35 m	15 - 45 m	15 - 45 m
Ohne Hallenkran				
• bis 6,0 m lichte Höhe	35 - 40 kg/m ²	35 - 45 kg/m ²	30 - 40 kg/m ²	–
• von 6,0 m bis 12,0 m lichte Höhe	45 - 60 kg/m ²	40 - 55 kg/m ²	32 - 45 kg/m ²	–
Mit Hallenkran (ca. 5,0 t Nutzlast)				
• bis 6,0 m lichte Höhe	70 - 90 kg/m ²	65 - 90 kg/m ²	90 - 120 kg/m ²	–
• von 6,0 m bis 12,0 m lichte Höhe	100 - 120 kg/m ²	95 - 120 kg/m ²	100 - 140 kg/m ²	–
Kultur-, Sport- und ähnliche Gebäude	40 - 50 kg/m ²	35 - 45 kg/m ²	35 - 45 kg/m ²	–
Landwirtschaftliche Gebäude	25 - 30 kg/m ²		15 - 30 kg/m ²	–

Mehrgeschossige Gebäude (Verbundbauweise)

Tonnage pro m² BGF^{b)}

Spannweite	5 m - 8 m	6 m - 14 m	10 m - 18 m		
Büros, Verwaltungs- und Wohngebäude					
• mit max. Nutzlast bis 3,5 kN/m ²	25 - 30 kg/m ²	35 - 45 kg/m ²	37 - 50 kg/m ²	–	–
• mit max. Nutzlast von 3,5 bis 7,0 kN/m ²	30 - 35 kg/m ²	45 - 65 kg/m ²	42 - 60 kg/m ²	–	–
Parkhäuser (offen, frei belüftet, Spannweite Hauptträger ca. 16m)		20 - 30 kg/m ²	18 - 28 kg/m ²	–	–

ArcelorMittal Systeme und Produkte

IFB - integrated floor beam,
SFB - slim floor beam

genormte Profile der IPE- und HE -Reihe
HISTAR 460

ACB - ArcelorMittal Cellular beam,
Angelina beam ,
HISTAR 460

HE- und HP-Profile
UPE und L -Profile
HISTAR 460

–

^{a)} Der Achsabstand der Hauptträger beträgt ca. 12,0 m.

^{b)} BGF: Brutto-Grundfläche (DIN 277-1): Summe der Grundflächen aller Grundrissebenen eines Bauwerks mit Nutzungen nach DIN 277-2 und deren konstruktive Umschließungen.

^{c)} Voraussetzung: biegesteife Einspannung der Rahmenstützen. Das Gewicht von Konstruktionen kann weiter reduziert werden, wenn man die Trägerhöhe weiter erhöht.

^{d)} Die Angaben beinhalten im Wesentlichen Materialkosten inklusive Schrottzuschlag (Stand Januar 2008 : 117 €/t), Anarbeitungskosten und Montage.

Tragwerk – Decken

Rahmenbedingungen:

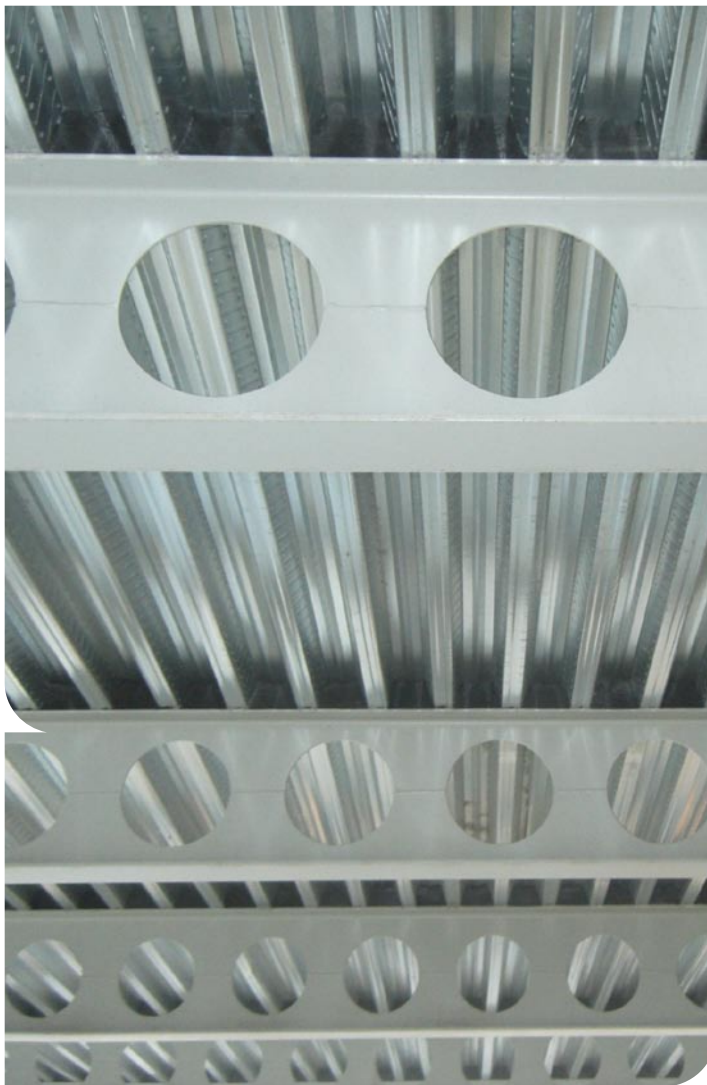
- Durchschnittswerte für Gebäudefläche von 800 bis 1400 m² BGF^{a)}.
- Schneelastzone II, Geländehöhe max. 500 m üNN, Windlastzone III, Inland, kompaktes Gebäude.

Hinweise:

- Die angegebenen Preise beinhalten Montage, Verschalung, ggf. temporäre Unterstützung, Bewehrung (Stahlmatte oder Fasern) und Beton.
- Die Preise beinhalten REI 90-Qualität; eine Preisminderung für REI 30-Qualität wird separat angegeben.
- Die Nutzlasten (Verkehrs- und Ausbaulasten) umfassen abgehängte Decken, Bodenbeläge, Trennwände, etc.
- Die Blechstärke der Verbunddecken-Profile sind entsprechend den Belastungen gewählt und können von 0,75 mm bis 1,25 mm variieren.
- Die Preise werden in €/m² Deckenfläche DEF^{b)} angegeben.

^{a)} BGF: Brutto-Grundfläche (DIN 277-1): Summe der Grundflächen aller Grundrissebenen eines Bauwerks mit Nutzungen nach DIN 277-2 und deren konstruktive Umschließungen.

^{b)} DEF: Deckenfläche: Summe aller Brutto-Grundflächen ohne Gründungsfläche (KG 350 nach DIN 277-3 Tab. 1).



Arcebor/Mittal Centre Acier, Lütrich (B) - Arch: ART & BUILD Architect - Foto: Christoph Radermacher

Deckensysteme	Preisindikation in €/m ² DEF ^{b)}				
Nutzlasten:	< 3,50 kN/m ²	< 5,00 kN/m ²	< 7,50 kN/m ²	< 10,00 kN/m ²	ArcelorMittal-Arval Systeme/Produkte
Verbunddecken (mit Verbundwirkung)					Cofrasta 40
• Spannweiten von 2,5 m – 3,5 m	55 - 70 €/m ²	61 - 78 €/m ²	66 - 84 €/m ²	75 - 95 €/m ²	Cofrasta 56
• Spannweiten von 3,5 m – 5,0 m	60 - 80 €/m ²	65 - 90 €/m ²	75 - 100 €/m ²	85 - 120 €/m ²	Cofrasta 70 Cofraplus 60
Mitragende Profibleche (additive Tragwirkung)^{c)}					Cofraplus 220A ^{c,d)}
• Spannweiten von 4,5 m – 6,2 m (ohne temporäre Unterstützung)	52 - 70 €/m ²	55 - 75 €/m ²	-	-	
Vorgefertigte Verbundelementdecke^{d)}					Cofradal 200 ^{d)}
• Spannweiten von 5,0 m bis 7,0 m (ohne temporäre Unterstützung)	80 - 110 €/m ²	80 - 110 €/m ²	-	-	
Verbunddecke mit Stahlfaserbeton^{e)}					Verbunddecken- profile siehe oben; TABIX, HE, FE
• Spannweiten von 2,5 m – 3,5 m	54 - 75 €/m ²	60 - 83 €/m ²	66 - 92 €/m ²	78 - 105 €/m ²	
• Spannweiten von 3,5 m – 5,0 m	59 - 84 €/m ²	64 - 94 €/m ²	75 - 105 €/m ²	90 - 130 €/m ²	

Preisminderungen und Preisaufläge

Minderpreis für REI 30-Qualität (F30)	- 3 bis - 8 €/m ²	
Mehrpreis für beschichtete Profibleche^{f)}	+ 2 bis + 5 €/m ²	

^{b)} DEF: Deckenfläche: Summe aller Brutto-Grundflächen ohne Gründungsfläche (KG 350 nach DIN 277-3 Tab. 1).

^{c)} Vorwiegend im Parkhausbau eingesetzt.

^{d)} Zustimmung im Einzelfall ist erforderlich.

^{e)} Annahmen: Stahlfaser Ø1,0 mm, Dosierung 30kg/m³; Zustimmung im Einzelfall ist erforderlich.

^{f)} Beispielsweise Polyesterbeschichtung von 12 bzw. 25 µm (siehe auch Kapitel Oberflächenbehandlung – Seite 44).

Gebäudehülle – Bedachung

Rahmenbedingungen:

- Durchschnittswerte für Gebäudefläche von 800 bis 1400 m² BGF^{a)}.
- Schneelastzone II, Geländehöhe max. 500 m üNN, Windlastzone III, Inland, kompaktes Gebäude.

Hinweise:

- Die Preise werden angegeben in €/m² Dachfläche DAF^{b)}.
- Pfetten sind – falls benötigt – mit in den Preisen enthalten.
- Oberfläche in hellen Farben.
- Dachschale kann ggf. auch zur Stabilisierung bzw. Aussteifung des Gebäudes herangezogen werden; statische Überprüfung notwendig.
- Achsabstand Tragwerk beträgt 7,5 m; entspricht in etwa der Spannweite der Tragprofile bzw. Pfetten senkrecht zur Rahmenebene.

^{a)} BGF: Brutto-Grundfläche (DIN 277-1): Summe der Grundflächen aller Grundrissebenen eines Bauwerks mit Nutzungen nach DIN 277-2 und deren konstruktive Umschließungen.

^{b)} DAF: Dachfläche (DIN 277-3; KG 360): Summe aller Flächen flacher oder geneigter Dächer, die den Brutto-Rauminhalt nach oben abgrenzen, zuzüglich Dachüberstände.



Kindergarten in Tubingen (D) - Arch: H. Huthmacher - Foto: Fritz Reich - aus: Firma: Pa. Trisch

Bedachungs-Systeme	Preisindikation in €/m ² DAF ^{b,c)}		ArcelorMittal-Arval Systeme/Produkte
	U-Werte < 0,3 W/m ² K	U-Werte 0,3 bis 0,5 W/m ² K	

Doppelschalige Bedachungselemente

wärmegeklämt, inklusive Mineralwollefüllung und Dampfsperre

Innenseite (Tragprofil): organische Beschichtung

Außenseite:

- Organische Beschichtung
- Aluzink-Beschichtung
- Edelstahl

103 - 138 €/m²

90 - 120 €/m²

Tragschalensysteme
Hacierco

98 - 132 €/m²

85 - 115 €/m²

138 - 178 €/m²

120 - 155 €/m²

Aufpreis für perforierten Steg des Tragblechs zur erhöhten Schalldämmung

1,00 - 2,50 €/m²

Akustiksysteme

Sandwichelemente^{c)}

Polyurethanschaum

Innenseite: organisch beschichtet

Außenseite:

- Organische Beschichtung
- Aluzink-Beschichtung
- Edelstahl

70 - 90 €/m²

65 - 85 €/m²

Ondatherm 1001 TS
(60mm - 150mm)

65 - 85 €/m²

60 - 80 €/m²

95 - 115 €/m²

90 - 110 €/m²

Mineralwolle (nicht brennbar),

Innenseite: organisch beschichtet, Anforderungen an den Feuerwiderstand^{d)},

Außenseite:

- Organische Beschichtung
- Aluzink-Beschichtung

90 - 117 €/m²

85 - 110 €/m²

Ondafibre 3005 T
(60mm - 120mm)

85 - 112 €/m²

80 - 105 €/m²

Zulage für Anforderungen an den Feuerwiderstand

- EI-30 - Anforderung^{d)} (F30)
- EI-90 - Anforderung^{d)} (F90)

13 - 16 €/m²

13 - 16 €/m²

Ondafibre 3005 T/60mm

16 - 20 €/m²

18 - 21 €/m²

Ondafibre 3005 T/100mm

^{b)} DAF: Dachfläche (DIN 277-3; KG 360): Summe aller Flächen flacher oder geneigter Dächer, die den Brutto-Rauminhalt nach oben abgrenzen, zuzüglich Dachüberstände.
^{c)} Beim Vergleich von Systemen aus Sandwichelementen und doppelschaligen Systemen sind technische Anforderungen wie bspw. Schallschutzanforderungen zu berücksichtigen.

^{d)} DIN EN 13501-1 und 13501-2: Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten. Produkte mit U < 0,3 W/m² K REI120, sonst REI90 bzw. REI60; bitte konsultieren Sie hierzu Fachfirmen.

Bedachungs-Systeme		Preisindikation in €/m ² DAF ^d	
		U-Werte < 0,3 W/m ² K	U-Werte 0,3 bis 0,5 W/m ² K
			ArcelorMittal-Arval Systeme/Produkte

Einschalige Bedachungselemente			
Mit Wärmedämmung aus Mineralwolle, Außenhaut aus:			
• Kunststoff (PVC/Bitumen)	85 - 105 €/m ²	70 - 85 €/m ²	Hacierco Trapezprofile
Ohne Wärmedämmung, nur für nicht beheizte Gebäude			
• Organische Beschichtung	–	35 - 40 €/m ²	Hacierco Trapezprofile
• Aluzink-Beschichtung	–	30 - 40 €/m ²	ALUZINC
• Antikondensat-Beschichtung, inklusive Unterkonstruktion zur Kondensatabführung	–	6 - 8 €/m ²	Haircotherm

Hochwertige Beschichtungen		
• Zulage für qualitativ hochwertigere Oberflächenbeschichtung	2 - 7 €/m ²	Solano, Hairexcel

Traditionelle Bedachungssysteme in Edelstahl		(keine Differenzierung nach U-Werten)
inklusive Halterung, Schalung und Trennlage; exklusive Isolierung:		
Stehfalzdeckung (Doppelstehfalz oder Winkelstehfalz^e), Blechstärke max. 0,5 mm)		ArcelorMittal Stainless - EUROPE
• Edelstahl, verzinkt, mit anschließender Ausbildung der Patina	90 - 115 €/m ²	UGINOX AME /FTE
• Edelstahl, walzmattiert, mit abgeschlossener Patina-Ausbildung	95 - 120 €/m ²	UGITOP / UGIPASS

Stahldachpfannen		
Bedachungselemente mit organischer Beschichtung ^f	40 - 50 €/m ²	ArcelorMittal-Armat

^d Beim Vergleich von Systemen aus Sandwichelementen und doppelschaligen Systemen sind technische Anforderungen wie bspw. Schallschutzanforderungen zu berücksichtigen.

^e Doppelstehfalz lediglich bei geringen Dachneigungen; geringer Aufpreis gegenüber Winkelfalz.

^f Materialpreis ca. 13-16 €/m².

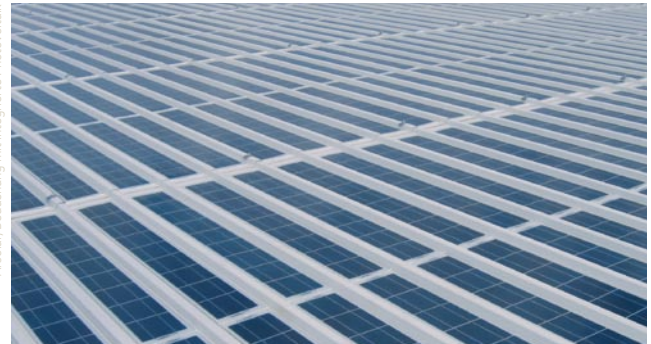
Entwässerung der Dachfläche	Materialpreis in €/lfm	ArcelorMittal-Arval Systeme/Produkte
<ul style="list-style-type: none"> • Traufrinne (Ø 125-150 mm) und Falleitung (Ø 75-100 mm) aus beschichtetem Stahl, inkl. Halter, Verbinder etc. 	35 - 45 €/lfm	ArcelorMittal-Armat-Systeme
<ul style="list-style-type: none"> • wie oben jedoch in Edelstahl 	50 - 60 €/lfm	ArcelorMittal Stainless-EUROPE

Zusatzleistungen		Arval
<ul style="list-style-type: none"> • werkseitig gebogene Profile 	+ 17 % bis + 21 %	
<ul style="list-style-type: none"> • Knick-Runden⁹⁾ (Preis je Knick) 	2,00 - 2,80 €/Knick	

⁹⁾ Max. Länge 9 m; minimaler Radius 250 mm.



Anwendung von Stahl im Wohnungsbau - Foto: Pierre-François Grosjean



Arsolar: Bedachung mit integrierter Photovoltaik

Gebäudehülle – Fassaden

Rahmenbedingungen:

- Durchschnittswerte für Gebäudefläche von 800 bis 1400 m² BGF^{a)}.
- Schneelastzone II, Geländehöhe max. 500 m üNN, Windlastzone III, Inland, kompaktes Gebäude.

Hinweise:

- Die Preise werden angegeben in €/m² Außenwandfläche AWF^{b)}.
- Unterkonstruktionen sind – wenn erforderlich – mit in den Preisen enthalten; das Haupttragwerk ist ausgeschlossen.
- Oberflächenausführung in hellen Farben.
- Angaben enthalten Montage- und Materialpreis der Unterkonstruktion und der Deckbleche inklusive entsprechender Isolierung.
- Fassaden-Elemente können zur Stabilisierung bzw. Aussteifung herangezogen werden; statische Überprüfung erforderlich.
- Achsabstand Tragwerk beträgt 7,5 m; entspricht in etwa der Spannweite der Tragprofile bzw. Pfetten senkrecht zur Rahmenebene.
- Öffnungen sind nicht enthalten.

^{a)} BGF: Brutto-Grundfläche (DIN 277-1): Summe der Grundflächen aller Grundrissebenen eines Bauwerks mit Nutzungen nach DIN 277-2 und deren konstruktive Umschließungen.

^{b)} AWF: Außenwandfläche (DIN 277-3; KG 330): Summe aller Wandflächen, die den Brutto-Rauminhalt nach DIN 277-1 umschließen, die Bereiche untereinander trennen und die Bereiche b und c nach DIN 277-1:2005-02, 4.1.2, unterteilen.

Fassaden-Systeme	Preisindikation in €/m ² AWF ^{b)}		ArcelorMittal-Arval Systeme/Produkte
	< 0,3 W/m ² K	0,3 bis 0,5 W/m ² K	

Doppelschalige Fassadelemente					
Verlegerichtung	vertikal	horizontal	vertikal	horizontal	Kassetten-, Trag- und Deckbleche mit diversen Profilformen ArcelorMittal - Arval
wärme gedämmt, inklusive Mineralwollefüllung und ggf. Dampfsperre Innenseite: organische Beschichtung Außenseite:					
• Organische Beschichtung	75 - 100	95 - 125	65 - 90	85 - 110	
• Aluzink-Beschichtung	70 - 95	90 - 120	60 - 85	80 - 105	
• Edelstahl	120 - 150	140 - 180	105 - 130	125 - 155	
Aufpreis für perforierten Steg des Tragblechs zur erhöhten Schalldämmung	1,5 - 2,5 %				

Sandwichelemente ^{c)}					
Verlegerichtung	vertikal	horizontal	vertikal	horizontal	ONDATHERM 1003 B (40-100mm) 2000B/2003 BI (60-100mm) 2025 B (60/80mm)
Polyurethanschaum, Innenseite: organisch beschichtet Außenseite:					
• Organische Beschichtung	63 - 84	83 - 105	60 - 80	80 - 100	
• Aluzink-Beschichtung	60 - 82	80 - 102	57 - 77	77 - 97	
• Edelstahl	95 - 125	120 - 160	90 - 120	115 - 155	
Mineralwolle (nicht brennbar), Innenseite: organisch beschichtet mit Anforderungen an den Feuerwiderstand^{d)}, Außenseite:					
• Organische Beschichtung	75 - 99	95 - 120	72 - 95	92 - 115	
• Aluzink-Beschichtung	73 - 97	92 - 118	70 - 90	97 - 112	
Zulage für Anforderungen an den Feuerwiderstand					ONDAFIBRE 3003 B (60-200mm) 3506 HBI (60-200mm) Feuerwiderstand bis zu EI150 Fassadensystem PLANE A / PROMPLAN
• EI-30 - Anforderung ^{d)}	1 - 5 €/m ²		1 - 5 €/m ²		
• EI-90 - Anforderung ^{d)}	11 - 16 €/m ²		13 - 17 €/m ²		

^{b)} AWF: Außenwandfläche (DIN 277-3; KG 330): Summe aller Wandflächen, die den Brutto-Rauminhalt nach DIN 277-1 umschließen, die Bereiche untereinander trennen und die Bereiche b und c nach DIN 277-1:2005-02, 4.1.2, unterteilen.

^{c)} Beim Vergleich von Systemen aus Sandwichelementen und doppelschaligen Systemen sind technische Anforderungen wie bspw. Schallschutzanforderungen zu berücksichtigen.

^{d)} DIN EN 13501-1 und 13501-2: Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten.



Fassaden-Systeme

Preisindikation in €/m² AWF^{b)}

Einfachfassade für nichtbeheizte Gebäude:

Verlegerichtung	vertikal	horizontal	ArcelorMittal-Arval Systeme/Produkte
Elemente ohne Isolierung aus:			
• Organische Beschichtung	35 - 50 €/m ²	40 - 55 €/m ²	ALUZINC
• Aluzink-Beschichtung	32 - 48 €/m ²	38 - 52 €/m ²	

Hochwertigere Beschichtungen

Zulage für qualitativ hochwertigere Oberflächenbeschichtung (bspw. Typ Duranar XL)

3 % - 8 %

Solano, Granite,
INTENSE, Pearl

^{b)} AWF: Außenwandfläche (DIN 277-3; KG 330): Summe aller Wandflächen, die den Brutto-Rauminhalt nach DIN 277-1 umschließen, die Bereiche untereinander trennen und die Bereiche b und c nach DIN 277-1:2005-02, 4.1.2, unterteilen.

Fassaden-Systeme

Preisindikation in €/m² AWF^{b)}Spezial-Fassadensysteme, inklusive geeigneter Unterkonstruktion
(keine Differenzierung nach U-Werten):

Stehfalzdeckung (Doppelstehfalz oder Winkelstehfalz ^{c)} , Blechstärke: max. 0,8 mm)		ArcelorMittal Stainless Europe UGINOX AME /FTE UGITOP / UGIPASS
• Edelstahl, verzinkt, mit anschließender Ausbildung der Patina	95 - 120 €/m ²	
• Edelstahl, walzmattiert, mit abgeschlossener Patina-Ausbildung	100 - 125 €/m ²	
Fassadenkassetten-Sidingsystem (1,0 mm Blechstärke)		ArcelorMittal-Arval
• Breite: 200mm	70 - 90 €/m ²	PANEL PS, PF, PK, PW
• Breite: 300mm	65 - 85 €/m ²	Hairplan 300, ST200F
• Breite: 400mm	60 - 80 €/m ²	
Sonderelemente (Kacheln, Lamellen, Streckmetall, etc.)		
• kachelförmige Fassaden Elemente	119 - 149 €/m ²	CAÏMAN, CASSETTES BS
• lamellenförmige Elemente	101 - 136 €/m ²	RESSAC; CASGOGNE;
• wellenförmige Elemente	119 - 149 €/m ²	ABYSSE, BAÏNE, ARGUIN
• asymmetrisch, trapezförmige Elemente	110 - 149 €/m ²	MASCRAT, OCEAN, ECAILLE
• perforierte Fassaden Elemente	119 - 149 €/m ²	ST LUMIERE
Aufpreise für besondere Oberflächen		
• emaillierte Oberfläche	+ 78 bis + 99 €/m ²	-
• wetterfester Stahl	+ 35 bis + 45 €/m ²	INDATEN
• Edelstahl	+ 65 bis + 75 €/m ²	Stainless-EUROPE
• imitierte Holzmaserung	+ 37 bis + 48 €/m ²	

Gewebe aus Stahl

- Edelstahlgewebe

300 - 500 €/m²

-

^{b)} AWF: Außenwandfläche (DIN 277-3; KG 330): Summe aller Wandflächen, die den Brutto-Rauminhalt nach DIN 277-1 umschließen, die Bereiche untereinander trennen und die Bereiche b und c nach DIN 277-1:2005-02, 4.1.2, unterteilen.

^{c)} Doppelstehfalz lediglich aus bewussten, gestalterischen Gründen; geringer Aufpreis gegenüber Winkelfalz.

Gebäudehülle – Türen, Fenster, Tore

Rahmenbedingungen:

- Durchschnittswerte für Gebäudefläche von 800 bis 1400 m² BGF^{a)}.
- Schneelastzone II, Geländehöhe max. 500 m üNN, Windlastzone III, Inland, kompaktes Gebäude.

Hinweise:

- Preisangaben ohne spezifische Beschläge (z.B. Türschließer etc.).
- Türoberlichter sind nicht enthalten.
- Preisangaben für übliche Elementgrößen (ca. 1,0 m x 2,0 m für Türen, bzw. 1,0 m x 1,0 m für Fenster).
- Fassaden-Elemente können zur Stabilisierung bzw. Aussteifung herangezogen werden; statische Überprüfung erforderlich.

^{a)} BGF: Brutto-Grundfläche (DIN 277-1): Summe der Grundflächen aller Grundrissebenen eines Bauwerks mit Nutzungen nach DIN 277-2 und deren konstruktive Umschließungen.

^{b)} DIN EN 13501-1 und 13501-2: Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten.



Fenster	Preisindikation in €/Stück	
	beschichtet, thermisch getrennt	Edelstahl, thermisch getrennt
Außenfenster, Standard-Isolierverglasung, vollverglast mit notwendigem Rahmen, U_w-Wert: 1,1 W/m²K		
• Fenster, einflügelig	1.130 - 1.350 €/St.	2.000 - 2.200 €/St.
• Fenster, zweiflügelig	1.640 - 1.950 €/St.	2.700 - 2.950 €/St.
• Fenster, festverglast	800 - 975 €/St.	1.700 - 1.900 €/St.
Außenfenstertür, Standard-Isolierverglasung, vollverglast mit notwendigem Rahmen, U_w-Wert: 1,1 W/m²K		
• Fenstertür, einflügelig	1.480 - 2.000 €/St.	2.500 - 2.750 €/St.
• Fenstertür, zweiflügelig	1.790 - 2.450 €/St.	2.800 - 3.650 €/St.
Außenfenster, Einfachverglasung, ohne thermische Anforderungen		
• Fenster, festverglast	550 - 720 €/St.	–

Türen	Preisindikation in €/Stück	
	beschichtet, thermisch getrennt	Edelstahl, thermisch getrennt
Außentüren, aus Hohlprofil in Stahl Füllung: Standard-Isolierverglasung, U_w-Wert: 1,1 W/m²K oder gleichwertige opake Alternativen		
• einflügelig	2.350 - 3.150 €/St.	3.250 - 3.500 €/St.
• zweiflügelig	3.400 - 3.700 €/St.	4.550 - 4.950 €/St.
Außentüren, als Standard-Industrietür, unverglast U-Wert: 1,9 W/m²K		
• einflügelig	1.050 - 1.450 €/St.	–
• zweiflügelig	1.900 - 2.550 €/St.	–
Außentüren, Standard, ohne thermische Anforderungen		
• einflügelig	950 - 1.300 €/St.	–
• zweiflügelig	1.700 - 2.150 €/St.	–

Feuerschutztüren		Preisindikation in €/Stück		
		EI30 ^{b)}	EI60 ^{b)}	EI90 ^{b)}
• Standard, einflügelig		1.050 - 1.400 €/St.	1.150 - 1.550 €/St.	1.250 - 1.750 €/St.
• Standard, zweiflügelig		1.950 - 2.600 €/St.	2.700 - 3.050 €/St.	2.950 - 3.950 €/St.
• Schiebetür, einflügelig		–	2.950 - 3.150 €/St.	3.250 - 3.550 €/St.
• Schiebetür, zweiflügelig		–	4.850 - 5.250 €/St.	4.950 - 5.400 €/St.

Tore		Preisindikation in €/Stück
Tore für LKW mittlerer Größe bis 7,5 t, 4 x 3 m		
• Flügeltor		2.500 - 3.500 €/St.
• Sektionaltor		2.150 - 2.750 €/St.
• Rolltor		2.000 - 2.800 €/St.
• Schiebetor		4.900 - 7.500 €/St.
Aufpreis für Varianten o.a. Tore:		
• Aufpreis für Edelstahl		25 % - 30 %
• Aufpreis für thermische Anforderung		7 % - 10 %

^{b)} DIN EN 13501-1 und 13501-2: Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten.

Einbauten – Treppen

Rahmenbedingungen:

- Durchschnittswerte für Gebäudefläche von 800 bis 1400 m² BGF^{a)}.
- Schneelastzone II, Geländehöhe max. 500 m üNN, Windlastzone III, Inland, kompaktes Gebäude.

Hinweise:

- Preisangaben in €/m projizierte Höhe bei einer angenommenen Stufenhöhe von 17 - 20 cm.
- Alle Treppen mit Stufen aus Tränen-, Riffelblech oder Gitterrost; ohne Setzstufe bzw. Treppenstoß.
- inklusive notwendiger Podeste bei durchschnittlicher Geschosshöhe.
- inklusive einfacher Geländer und Handläufe.

^{a)} BGF: Brutto-Grundfläche (DIN 277-1): Summe der Grundflächen aller Grundrissebenen eines Bauwerks mit Nutzungen nach DIN 277-2 und deren konstruktive Umschließungen.



Treppen	Preisindikation in €/Stück	
	in €/m vertikale Höhe	in €/Stufe
Standardtreppen (inkl. Geländer und Handlauf) • Spindeltreppen mit Stufen aus Tränenblech oder Gitterrost, einfacher Austritt • ab 0,8 m Laufbreite • ab 1,0 m Laufbreite	1.100 - 1.400 €/m 1.200 - 1.500 €/m	220 - 240 €/Stufe 240 - 260 €/Stufe
Gerade Industrietreppen mit Stufen aus Tränenblech oder Gitterrost, ohne Setzstufe – Standard-Höhen und -Neigungen gemäß Herstellerangaben • ab 0,8 m Laufbreite • ab 1,0 m Laufbreite • ab 1,4 m Laufbreite	1.100 - 1.550 €/m 1.200 - 1.650 €/m 1.350 - 1.900 €/m	220 - 280 €/Stufe 240 - 300 €/Stufe 270 - 330 €/Stufe
Gerade Industrietreppen mit Stufen aus Tränenblech oder Gitterrost, ohne Setzstufe – projektspezifische Anpassung der Höhen und Neigungen im Rahmen der Herstellerangaben • ab 0,8 m Laufbreite • ab 1,0 m Laufbreite • ab 1,4 m Laufbreite	1.900 - 2.650 €/m 2.000 - 2.900 €/m 2.450 - 3.250 €/m	380 - 475 €/Stufe 400 - 520 €/Stufe 485 - 580 €/Stufe

Oberflächenbehandlung - Korrosionsschutz

Einleitung

Wie andere Werkstoffe neigen auch metallische Werkstoffe dazu, unter atmosphärischer Belastung mehr oder minder schnell zu korrodieren. Bei starker Korrosion können die resultierenden metallischen Oxide als Reaktionsprodukte langfristig zu Materialverlust und unansehnlichen Veränderungen der Bauteile führen. Korrosionsschutzmaßnahmen zielen darauf ab, diese Reaktion zu behindern oder zumindest die Reaktionsgeschwindigkeit, die dem Korrosionsfortschritt entspricht, zu reduzieren. Moderne und kostengünstige Beschichtungssysteme garantieren eine lange, nahezu wartungsfreie Dauerhaftigkeit, ohne die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten von Stahl einzuschränken.

Korrosionsbelastung

Die Korrosionsbelastung ergibt sich aus den atmosphärischen Umgebungsbedingungen. Wesentliche Einflussfaktoren auf Art und Größe der Korrosion sind:

- Herstellung, Zusammensetzung und Verarbeitung des Werkstoffs

sowie dessen Oberflächenbeschaffenheit

- die Aggressivität des einwirkenden Mediums bzw. der Grad der Verunreinigung der Luft (insbesondere SO_2 und NO_x)
- Einwirkungsbedingungen und Einwirkungsdauer

Entscheidend für die Intensität der Korrosion ist die Befeuchtungsdauer. Ohne Feuchtigkeit kommt die Korrosionsreaktion fast vollständig zum Erliegen. Besondere Bedingungen wie z.B. Kondenswasseranfall und konstruktivbedingte Details, die z.B. zu Schmutzansammlungen führen, verschärfen daher die Korrosionsbelastung und reduzieren die Schutzdauer eines Korrosionsschutzsystems. Randbedingungen, die sich im Verlaufe der Nutzdauer ändern, können ebenfalls Auswirkungen auf die Schutzdauer haben. Die EN ISO 12944-2 beschreibt die atmosphärischen Umgebungsbedingungen und ordnet sie in Korrosionskategorien ein. Die Norm stützt sich auf die flächenbezogenen Massen- und Dickenverluste

im ersten Jahr der Einwirkung als Bezugsgröße für Korrosionsgeschwindigkeiten (siehe Tabelle).

Korrosivitätskategorie EN ISO 12944-2	Beispiele typischer Umgebungen	
	Außen	Innen
C1 - unbedenklich	-	Gedämmte Gebäude
C2 - gering	Gering verunreinigte Luft, trockenes Klima, ländliche Bereiche	Ungedämmte Gebäude mit zeitweiliger Kondenswasserbildung, z.B. Lager- oder Sporthallen
C3 - mäßig	Stadt- und Industriegebiete mit mäßiger Luftbelastung (SO_2) oder gemäßigtes Küstenklima	Räume mit relativ hoher Luftfeuchte und mäßiger Luftverunreinigung; Gewerbebetriebe, Brauerei, Molkerei, Wäscherei
C4 - stark	Industrie- und Küstengebiete mit mäßiger Salzbelastung	Räume mit hoher Luftfeuchte und beispielsweise Chlorid-Belastung; Schwimmbäder, Chemieanlagen
C5 I - sehr stark	Industriegebiete mit hoher relativer Luftfeuchte und aggressiver Luftbelastung	Gebäude oder Bereiche mit quasi ständiger Kondensation und starker Luftverunreinigung und Belastung
C5 M - sehr stark	Küstengebiete und Offshore mit hoher Salzbelastung	
Anmerkung: Sonderbelastung und lokale mikroklimatische Bedingungen wie Schornsteine etc. müssen gesondert betrachtet werden und erfordern u.U. speziellere Maßnahmen		

Oberflächenbehandlung - Korrosionsschutz

Korrosionsschutz- Maßnahmen

Man unterscheidet aktive und passive Korrosionsschutzmaßnahmen. Aktive Maßnahmen umfassen das korrosionsschutzgerechte, konstruktive Gestalten, die Werkstoffauswahl und die Minderung der Korrosionsbelastung. Passive Maßnahmen bewirken durch Beschichtungen einerseits ein Fernhalten korrosiver Medien, andererseits greifen diese Beschichtungen direkt oder indirekt in die Korrosionsreaktion ein. Optimaler Korrosionsschutz wird durch Kombination von aktiven und passiven Maßnahmen gewährleistet. Alle Verfahren erfordern eine entsprechende Oberflächenvorbereitung. Im Stahlbau kommen folgende, meist werkseitig aufgebrauchte Korrosionsschutzmaßnahmen zur Anwendung:

- organische Beschichtungssysteme aus Flüssig- oder Pulverbeschichtungsstoffen
 - Bandbeschichtung
 - Pulverbeschichtung
 - Spritzlackierung

- Aufbringen metallischer Überzüge durch Schmelztauch- oder Spritzverfahren
- Aufeinander abgestimmte Kombinationen von metallischen und organischen Überzügen, so genannte DUPLEX-Systeme.

Verzinken:

Beim Feuerverzinken wird Stahl nach entsprechender Vorbehandlung mit einem Überzug aus Zink versehen, der in der Grenzfläche zum Stahl zu einer widerstandsfähigen Eisenzinklegierung reagiert. Man unterscheidet das Bandverzinken als kontinuierliches Verfahren für Bleche und Draht mit Zinkschichtdicken von 5 bis 40 µm und das Stückverzinken, als diskontinuierliches Verfahren, für vorgefertigte Stahlbauteile mit Schichtdicken von 50 bis 150 µm.

Verfahrensbedingt werden beim Feuerverzinken alle Stahloberflächen geschützt, die beim Eintauchen vom flüssig-heißem Zink umflossen werden können. Die „kathodische Schutzwirkung“ des

Zinks ermöglicht es, kleine Beschädigungen des Zinküberzugs oder Schnittkanten bei Stahlblechen vor Korrosion zu schützen. Zum Ausbessern kommen Zinkstaubbeschichtungen oder thermisches Spritzen mit Zink zum Einsatz.

Überzugsdicke und Erscheinungsbild hängen von der Stahlsorte (SI- und P-Gehalt), der Oberflächenbeschaffenheit und den Verzinkungsbedingungen (Zusammensetzung, Temperatur, Verweildauer und Abkühlgeschwindigkeit) ab. Spezielle Anforderungen an die Struktur und die Erscheinung des Zinküberzugs, speziell bei sichtbaren Konstruktionen, sind daher im Vorfeld abzustimmen. Oberflächendefekte werden zumeist nicht egalisiert und können optisch verstärkt werden.

Bandverzinkte Bauteile aus Stahlblech unterscheiden zwischen einer reinen Zink Z (100% Zn), einer Zink-Aluminium ZA (95% Zn, 5%Al) und einer Aluminium-Zink-Beschichtung AZ (55%Al,

43,5%Zn, 1,6% Si). Zudem beinhaltet die Bezeichnung das Gewicht der Auflage in g/m² (bspw: Z275- reine Zink-Auflage von 275 g/m²).

Das Verzinken ist ein sehr wirksames und wirtschaftliches Verfahren, dessen Zuverlässigkeit und Prozesssicherheit durch aktuelle Normen und Richtlinien gewährleistet werden.

Beschichten:

Beschichtungssysteme für Stahlkonstruktionen setzen sich aus der Grund-, Zwischen-, sowie Deckbeschichtung zusammen. Eine zusätzliche Kantenschutzbeschichtung gleicht ggf. den „Kantenflucht-Effekt“ aus, welcher zu geringeren Schichtdicken an den Oberflächenrändern führt. An einzelnen Stellen darf die Trockenschichtdicke den vorgegebenen Sollwert einer Beschichtung um 20% unterschreiten. Die Reaktions-Beschichtungsstoffe, meist auf Zwei-Komponentenbasis, zeigen ein günstiges Trocknungs- bzw.

Oberflächenbehandlung - Korrosionsschutz

Beschichtung	Kurzbezeichnung	Nennschichtdicke [µm]	Korrosionsschutzbeständigkeit / UV-Kategorie nach DIN EN 10169-2	Bemerkung
Hairplus®25	SP	12/25	RC3/RUV3	gute bis befriedigende Witterungsbest.; dekorative Eigenschaften
Hairultra® 35	HDP	25/50	RC4/RUV4	farbbeständig; resistent mit 50 µm für Dachbereich
Hairexcel® GRANITE 60	PUR	25	RC5/RUV4	hoher bis mittlerer Glanzbereich
Polyvinylidenfluorid	PVDF	25	RC3/RUV4	sehr gute UV-, Farb- und Temperaturbeständigkeit
SOLANO® 30 PVC-Plastisol	PVC (P)	> 100	RC5/RUV4	ausgezeichnete Umformbarkeit und mechanische Widerstandsfähigkeit, bis 200 µm
Polyvinylchlorid	PVC (F)	> 100	III	wie PVC (P) eingeschränkt in der Witterungsbeständigkeit
Polyvinylfluorid (Folien)	PVF (F)	45	III	gute UV-, Farb- und Temperaturbeständigkeit; beschränkte Glanz- und Farbtönenwahl
Polyester (Pulverbeschichtung)	SP (PO)	60	III	hohe Glanzhaltung, witterungsbeständig, schlagfest
Dachunterseiten-Beschichtung	DU	>5	II	Polyester / Epoxyd: keine optischen Ansprüche an Farbton/Gleichmäßigkeit
Rückseiten-schutzlack	RSL	>5	II	für alle bandbeschichteten Profile; keine optischen Ansprüche an Farbton/Gleichmäßigkeit

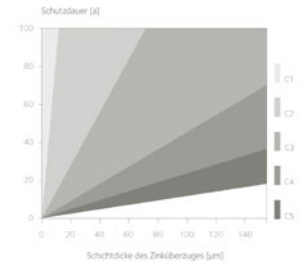
Härtungsverhalten. Die verwendeten Beschichtungssysteme bestehen aus dem Bindemittel, Pigment und Füllstoffen, speziellen Hilfsstoffen und dem Lösungsmittel. Die technischen Datenblätter der Hersteller enthalten alle Einzelheiten, die für eine sachgemäße Anwendung notwendig sind.

Einen Überblick über organische Beschichtungssysteme für Bauteile aus verzinktem Flachstahl gibt die links nebenstehende Tabelle.

Auswahlkriterien

Neben der Wirtschaftlichkeit und der Kenntnis über die Aggressivität der Umgebung ist die angestrebte Schutzdauer eine wichtige Größe bei der Auswahl des Korrosionsschutzsystems. Sie ist im Allgemeinen als die erwartete Standzeit des Beschichtungssystems bis zur ersten Wartung/Instandhaltungsmaßnahme definiert (EN ISO 12944-1/EN ISO 14713). Als ein technischer Begriff erlaubt sie es, zukünftige Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten zu planen

bzw. bei der primären Auswahl des Schutzsystems zu berücksichtigen. Die Schutzdauer entspricht nicht der Gewährleistungsfrist, einem juristischen Begriff, der im Allgemeinen kürzer ist. Zwischen beiden Begriffen besteht kein Zusammenhang. Die Schutzdauer ergibt sich durch charakteristische Eigenschaften des Korrosionsschutzsystems wie beispielsweise der Dicke des Zinküberzugs.



Die Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Beanspruchung oder ästhetische Gründe sind ebenfalls Auswahlkriterien für ein Korrosionsschutzsystem. Bei der Farbtönenwahl sind die Witterungs- und insbesondere die UV-Beständigkeit zu be-

Oberflächenbehandlung - Korrosionsschutz

Erforderliche Korrosionsschutzklassen nach DIN 18807-1 für Bauelemente aus Stahlblech								
Bauteilseite des Wand-/ oder Dachsystems		Einschalig, ungedämmt	Einschalig, gedämmt		Zweischalig hinterlüftet, mit zwischen liegender Wärmedämmung			Außenwandbekleidung
			Oberseitig	Unterseitig	Außen-/ Ober-schale	Zwi-schen-riegel	Innen-/ Unter-schale	
Außen / Oben	Wand	III ^{a)}	III		III	I ^{b)} oder III ^{c)}	I ^{b)} oder III ^{c)}	III
	Dach		II	III				
Innen / Unten	Wand	II ^{a/b)}	II ^{b)}		II ^{b)}	I ^{b)} oder III ^{c)}	I ^{b)} oder III ^{c)}	II
	Dach	I ^{a)}	I ^{b)} -III ^{c)}	II				

a) für untergeordnete Bauwerke und ohne statische Funktion Klasse I zulässig
 b) bei überwiegend trockenen, geschlossenen Räumen mit guter Zugänglichkeit Klasse I zulässig
 c) über Räumen mit hoher Feuchtebelastung

rücksichtigen. Glanzerhaltung, Wärmebeständigkeit und Kreidungs-resistenz sind weitere Kriterien, die vor allem bei flächigen Bauteilen von Bedeutung sein können. Insgesamt sollte das gewählte Korrosionsschutzsystem an die Gegebenheiten und die Nutzungsdauer angepasst werden.

Die angegebenen Kosten sind Anhaltswerte unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen. Genauere Angaben sind im Einzelfall durch einen Fachplaner zu bestimmen.

Weitere Informationen

- RiLi Korrosionsschutz von Stahlbauten in atmosphärischen Umgebungsbedingungen, Deutscher Stahlbau-Verband DSTV
- Merkblatt 405 Korrosionsschutz von Stahlkonstruktionen durch Beschichtungssysteme
- Arbeitskreis „Korrosionsschutz-/ Beschichtungsfragen“ (IFBS); Merkblatt 121
- www.feuerverzinken.com
- www.bundesverband-korrosionsschutz.de

Parkhaus Bouillon (LUX). Arch.: Romain Hoffmann - Foto: Claudine Bossele



Oberflächenbehandlung – Korrosionsschutz

Rahmenbedingungen:

- Durchschnittsfläche für Gebäudefläche von 800 bis 1400 m² BGF^{a)}.
- Schneelastzone II, Geländehöhe max. 500 m üNN, Windlastzone III, Inland, kompaktes Gebäude.

Hinweise:

- Preisangaben beinhalten keine Transportkosten.
- Preisangaben verstehen sich inklusive aller Vorbehandlungen.
- Korrosivitätskategorie C3 nach DIN EN ISO 12944; Stadt- und Industrieregion mit mäßig aggressiver Atmosphäre.
- Verzinken: Art des Verzinkguts: Sebisty-Stahl; Silizium/Phosphor 0,13 - 0,28 %.
- Zur Vereinfachung hat die Berechnung in m² mit Übermessen von Hohlräumen den Vorzug.
- Zink unterliegt als weltweit gehandelter Rohstoff Preisschwankungen, die von Verzinkerei-Betrieben in der Kalkulation berücksichtigt werden müssen. Resultierende Preiskorrekturen werden i.d.R. über einen gleitenden Metallteuerungszuschlag (bzw. -abschlag) berücksichtigt (Zinkpreisausgleich).
- Abhängig von der Komplexität der Werkstücke, der Zugänglichkeit, der gewünschten Schichtdicke und Struktur sowie der Farbe können konkrete Angebotspreise von den gemachten Angaben abweichen. Für projektspezifische Kalkulationen wird empfohlen, sich mit entsprechenden Fachunternehmen in Verbindung zu setzen.

^{a)} BGF: Brutto-Grundfläche (DIN 277-1): Summe der Grundflächen aller Grundrissebenen eines Bauwerks mit Nutzungen nach DIN 277-2 und deren konstruktive Umschließungen.



Systeme	Spezifische Oberfläche in m ² /t.	werkseitig		baustellenseitig	
		Preisindikation		Preisindikation	
		in €/t	in €/m ²	in €/t	in €/m ²

Nass-Beschichtungen

(Rostschutzgrundierung und 2 Deckschichten inklusive vorheriges Strahlen)

Konstruktionsart:

• Sehr schwere Ausführung mit Walzprofilen (HEB 600)	10 - 15 m ² /t	200 - 430 €/t	16,0 - 34,5 €/m ²	350 - 820 €/t	28,0 - 65,5 €/m ²
• Schweißträger und mittelschwere Ausführung (<IPE 750 / HEB300)	15 - 20 m ² /t	230 - 520 €/t	13,0 - 29,5 €/m ²	505 - 1.170 €/t	29,0 - 67,0 €/m ²
• Normale Stahlkonstruktionen (<IPE450)	20 - 25 m ² /t	260 - 610 €/t	11,5 - 27,0 €/m ²	660 - 1.520 €/t	29,5 - 67,5 €/m ²
• Leichter Stahlbau und Rohrkonstruktionen (<IPE 330)	25 - 30 m ² /t	290 - 700 €/t	10,5 - 25,5 €/m ²	820 - 1.860 €/t	30,0 - 68,0 €/m ²
• Sehr leichter Stahlbau mit schmalen, dünnwandigen Profilen (<IPE 240)	30 - 40 m ² /t	310 - 800 €/t	9,0 - 23,0 €/m ²	980 - 2.200 €/t	28,0 - 63,0 €/m ²
• Leichte Schlosserarbeiten (Geländer, Zäune) mit geringer Massivität (<IPE 160)	40 - 50 m ² /t	360 - 990 €/t	8,0 - 22,0 €/m ²	1.300 - 2.880 €/t	29,0 - 64,0 €/m ²

Verzinken / Feuerverzinken

(inklusive Entfetten, Beizen und Fluxen ggf. vorheriges Strahlen)

Konstruktionsart:

• Sehr schwere Ausführung mit Walzprofilen (HEB 600)	10 - 15 m ² /t	240 - 290 €/t	19,0 - 23,0 €/m ²		
• Schweißträger und mittelschwere Ausführung (<IPE 750 / HEB300)	15 - 20 m ² /t	260 - 305 €/t	15,0 - 17,5 €/m ²		
• Normale Stahlkonstruktionen (<IPE450)	20 - 25 m ² /t	280 - 320 €/t	12,5 - 14,5 €/m ²		
• Leichter Stahlbau und Rohrkonstruktionen (<IPE 330)	25 - 30 m ² /t	330 - 380 €/t	12,0 - 14,0 €/m ²		
• Sehr leichter Stahlbau mit schmalen, dünnwandigen Profilen (<IPE 240)	30 - 40 m ² /t	385 - 440 €/t	11,0 - 12,5 €/m ²		
• Leichte Schlosserarbeiten (Geländer, Zäune) mit geringer Massivität (<IPE 160)	40 - 50 m ² /t	490 - 560 €/t	11,0 - 12,5 €/m ²		

Einbrennlackierung von Metallbauelementen aus Stahl

• Pulverbeschichtung	40 - 50 m ² /t	715 - 990 €/t	16,0 - 22,0 €/m ²		
• Pulverbeschichtung + Zinkgrundierung	40 - 50 m ² /t	900 - 1.325 €/t	20,0 - 29,5 €/m ²		

Duplex-Beschichtung von Stahl

• Duplex-Beschichtung	---	975 - 1.350 €/t			
-----------------------	-----	-----------------	--	--	--

Angenommener Zinkpreis* Stand Januar 2008

			€/t		
			1.850 €/t		

* Aktueller Zinkpreis unter www.feuerverzinken.com

Brandschutz

Brandschutz

Ziel bauaufsichtlicher Bestimmungen in Bezug auf den Brandschutz ist die Abwehr von Gefahren für Menschen, Tiere und Sachwerte. Die Anforderungen in den Bauordnungen unterscheiden sich im Wesentlichen nach der Gebäudehöhe, Zahl und Größe der Nutzungseinheiten sowie der Art der Nutzung. Sie verfolgen damit folgende Zielsetzungen:

- **Gewährleistung von Evakuierungs- und wirksamen Löschmaßnahmen**

Damit Rettungs- und Löscharbeiten effektiv durchgeführt werden können, müssen eine ausreichende Anzahl und eine geeignete Ausbildung von Rettungswegen, sowie eine entsprechende Zugänglichkeit sichergestellt sein.

- **Gewährleistung der Standesicherheit der Konstruktion**

Gebäude müssen entsprechend ihrer Nutzung den erhöhten Temperaturen im Brandfall ausreichend Widerstand bieten, so dass es nicht zum plötzlichen Versagen des Tragwerks kommt.

- **Vermeidung der Brandausbreitung**

Raumabschließende Bauteile müssen ihre Funktion unter Brandeinwirkung speziell in Hinblick auf die Dichtheit gegenüber Rauchgasen und der Standfestigkeit gewährleisten. Zudem werden Anforderungen an die Wärmedurchleitung von Bauteilen gestellt, die einen Brandabschnitt begrenzen. Brandwände müssen zudem einer genormten Stoßbeanspruchung standhalten.

- **Brandverhalten von Baustoffen**

Um einer Brandentstehung und einer Brandausbreitung vorzubeugen, werden Anforderungen an die Brennbarkeit von Baustoffen gestellt.

Stahl ist diesbezüglich ein geeigneter Baustoff, da er nicht brennbar ist und keine giftigen Gase unter Brandeinwirkung freisetzt (Brandklasse A1). In Abhängigkeit der Stahlsorte reduziert sich jedoch die Festigkeit des Werkstoffs Stahl mit zunehmender Temperatur (siehe EN 1993-1-2). Im Allge-

meinen kann bei Stahltemperaturen von über 550 °C ein Festigkeitsverlust festgestellt werden. In kritischen Fällen ist daher zu prüfen, ob Stahlbauteile im Brandfall durch geeignete Maßnahmen vor einer übermäßigen Durchwärmung geschützt werden müssen. Alternativ können aktive Maßnahmen zur Eindämmung des Brandes bzw. zur Kühlung z.B. durch Sprinklersysteme installiert werden.

In Abhängigkeit der Gebäudeklas-

sen, die in den Bauordnungen definiert werden, und der Funktion der Bauteile werden Anforderungen an die Feuerwiderstandsklassen gestellt (siehe Landesbauordnungen). Deren Bezeichnungen beinhalten zum einen die Feuerwiderstandsdauer in Minuten unter Normbedingungen. Zum anderen wird das altbekannte „F“ für „Feuerwiderstand“ auf Grund europäischer Regelungen durch aussagekräftigere Kürzel ersetzt, die die Anforderungen genauer beschreiben.

Bauaufsichtliche Bezeichnung	Brandklasse nach DIN 4102 Teil 1	Brandklasse nach DIN EN 13501 Teil 1	Bemerkung
Nicht brennbar	A1	A1	
	A2	A2 – s1 d0	Kein Rauch/ kein Abtropfen
Schwer entflammbar	B1	B, C – s1 d0	Kein Rauch/ kein Abtropfen
		B, C – s3 d0	kein Abtropfen
		B, C – s1 d2	Kein Rauch
		B, C – s3 d2	
Normal entflammbar	B2	D – s3 d0	kein Abtropfen
		D – s3 d2	
		E – d2	
Leicht entflammbar	B3	F	

Brandschutz

Kürzel	Bedeutung	Beschriebene Anforderung
R	„Résistance“ (frz.)	Tragfähigkeit
E	„Étanchéité“ (frz.)	Raumabschluss, Dichtigkeit im Brandfall
I	„Isolation“ (frz. /engl.)	begrenzte Wärmedurchleitung im Brandfall
M	„Mechanical“ (engl.)	Dynamische Einwirkung, Stoßbeanspruchung

Konstruktive Systeme und Bauteile (Bauprodukte, Bauarten und Bauteile), die diese Anforderungen erfüllen, besitzen ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis (ABP) oder entsprechen technischen Regelwerken (Normen, Richtlinien) auf Grundlage der Bauprodukt-richtlinie (BPR - maßgebend für CE-Kennzeichnung) bzw. des Bauproduktgesetzes (BauPG). Diesbezügliche Zusammenhänge und weitere Informationen (Übereinstimmungs- und Verwendbarkeitsnachweis) sind in der Bauregelliste festgehalten. Zudem kann eine Zustimmung im Einzelfall (ZiE)

bei der obersten Bauaufsichtsbehörde beantragt werden, deren Gültigkeit sich auf ein konkretes Bauvorhaben beschränkt. Eine frühzeitige Abstimmung mit den örtlichen Genehmigungsbehörden ist in Sonderfällen zu empfehlen.

Neben den Landesbauordnungen gibt es Richtlinien und Verordnungen für diverse Gebäudetypen, die entsprechend der Nutzung und des Gefahrenrisikos die Anforderungen abmindern bzw. erhöhen. Im Bereich des Industrie- und Gewerbebaus bietet die Industriebau-Richtlinie den rechtlichen Rahmen für effektive und kostengünstige Brandschutzkonzepte mit hohem Sicherheitsniveau.

Weitere Bauvorschriften

für bestimmte Gebäudearten:

- Industriebau-Richtlinie
- Hochhausrichtlinie
- Verkaufsstätten-Verordnung
- Versammlungsstätten-Verordnung
- Garagen-Verordnung
- Krankenhausbau-Verordnung
- Beherbergungsstätten-Verordnung

Die europäische Normung ermöglicht neben diesen herkömmlichen Betrachtungsweisen die Berücksichtigung des Brandschutzes auf Grundlage des Naturbrandkonzeptes. Ausgehend von Brandlasten, der Geometrie und den resultierenden Belüftungsverhältnissen im Gebäude werden mit Hilfe von Computerprogrammen realistische Temperatur-Zeit-Kurven ermittelt, die über die resultierende Stahltemperatur zu konkreten Aussagen über die Versagenswahrscheinlichkeit führen. Dieser Ansatz entspricht dem Sicherheitskonzept des gesamten Europäischen Normenwerks und bietet die Möglichkeit, aktive Maßnahmen wie Sprinkler- und Entrauchungsanlagen zu berücksichtigen.

Letztlich bieten die Gesamtheit der Verordnungen sowie die europäischen Regelungen eine Vielzahl von Möglichkeiten, Stahlbauten mit einem hohen Niveau der Brandschutzsicherheit zu planen, ohne aufwändige Maßnahmen zu ergreifen. In den Fällen, in denen dennoch Stahlbauteile geschützt

werden müssen, kann man aus folgenden Maßnahmen auswählen, um zu einem optimierten und angepassten baulichen Brandschutz zu gelangen.

Passive Maßnahmen

Alle Brandschutzmaßnahmen sind von der Massivität der Stahlprofile abhängig, die durch das Verhältnis von Umfang zu Querschnittsfläche ausgedrückt wird. Bei einer Profilauswahl kann durch Berücksichtigung einer entsprechenden Massivität und einer angepassten Dimensionierung schon die ungeschützte Konstruktion einen Feuerwiderstand von 30 Minuten erreichen. Darüber hinaus stehen folgende Maßnahmen zur Verfügung, um die Erwärmung des Stahls über die kritische Temperatur zu verhindern:

- **Verkleidung der Stahlkonstruktion mit Platten aus Gipskarton, aus Fiber- oder Kalziumsilikaten oder Vermiculite**

Durch die Bekleidung mit porenwasserhaltigen oder kristallwasserhaltigen Baustoffen wird die Durchwärmung der Stahl-

Brandschutz

bauteile verzögert. In Abhängigkeit des Baustoffes ist daher die Bekleidungsstärke vorwiegend für die entsprechende Widerstandsdauer maßgebend. Zum Teil existieren vorgefertigte Verkleidungselemente oder spezielle Befestigungssysteme, die die Applikation solcher Systeme erheblich vereinfachen.

• **Spritzputzbekleidung mit und ohne Putzträger**

Ähnlich wie die Verkleidung mit Platten verzögern Putzsysteme die Durchwärmung der Stahlbauteile. Neben der Wirkung des eingelagerten Wassers wird die dämmende Wirkung der Spritzputzverkleidung durch die Porosität des Werkstoffs genutzt (Beflocken). Da die Spritzputze meist baustellenseitig aufgebracht werden, sind entsprechende Vorkehrungen zu treffen.

• **Dämmschichtbildender Anstrich**

Diese Brandschutzanstriche bestehen meist aus drei Schichten: Grundierung inklusive Korrosionsschutz, Dämmschichtbildner und Deckschicht, die eine unein-

geschränkte Farbgebung ermöglichen. Moderne Produktsysteme erreichen eine Widerstandsdauer bis zu 90 Minuten und können werkseitig aufgebracht werden. Dies führt zu Kostenvorteilen und zur Vereinfachung des Bauablaufs.

• **Verbundbau**

Bei Verbundkonstruktionen werden Stahlprofile entweder vollständig einbetoniert oder nur die Kammern von offenen Profilen bzw. Stahlhohlprofilen ausbetoniert und mit Zusatzbewehrung versehen. Unter Berücksichtigung des Ausnutzungsgrads und der Mindestquerschnittswerte kann eine Widerstandsdauer von bis zu 180 Minuten erreicht werden.

Aktive Maßnahmen

Der Einfachheit halber werden hier nur die Maßnahmen angesprochen, die einen Effekt auf die Berechnung der anzusetzenden Brandlast nach Eurocode haben. Andere Maßnahmen, die u.U. nach Absprachen mit den lokalen Behörden zu einem optimierten

Brandschutz führen können, bleiben zunächst unberücksichtigt.

• **Sprinklersystem**

Wasserführendes Leitungssystem, welches bei Brandeinwirkung automatisch Wasser im Bereich des Brandherdes versprüht, um eine Ausbreitung zu vermeiden und das Feuer einzudämmen.

• **Automatische Brandmeldeanlage – Branderkennung durch Hitze oder Rauch**

Anlagen, die auf Grund der Hitze oder Rauchentwicklung eines Feuers dieses automatisch erkennen und meist einen internen Hausalarm auslösen, der eine Evakuierung des Gebäudes zur Folge hat.

• **Brandmeldezentrale mit automatischer Alarmierung der Feuerwehr.**

Erweiterte Brandmeldeanlage mit automatischer Branderkennung, die zusätzlich die zuständige Feuerwehr alarmiert und weitere Informationen bereitstellt.

• **Rauchabzug**

Unter Rauchabzügen versteht

man Dachöffnungen, die sich durch manuelle oder automatische Betätigung im Brandfall öffnen und so heißen Brandrauch abführen. Sie werden häufig in Industriebauten verwendet oder bei mehrgeschossigen Gebäuden im Treppenraum angebracht, um den „ersten“ Rettungsweg rauchfrei zu halten.

• **Werks- oder Betriebsfeuerwehr**

Ist eine solche Einrichtung im Bereich des zu errichtenden Gebäudes vorhanden, kann dies bei der Planung berücksichtigt werden.

• **Eingebaute Löschgeräte und Klein-Löschmittel (Feuerlöscher/ Wandhydranten)**

Gerätschaften, um lokale Brände durch anwesende Personen schon in der Entstehungsphase zu löschen.

Die im Folgenden angegebenen Kosten sind Anhaltswerte unter Berücksichtigung der jeweiligen Rahmenbedingungen. Genauere Angaben sind im Einzelfall durch einen Fachplaner zu bestimmen.

Brandschutz

Rahmenbedingungen:

- Durchschnittswerte für Gebäudefläche von 800 bis 1400 m² BGF^{a)}.
- Schneelastzone II, Geländehöhe max. 500 m üNN, Windlastzone III, Inland, kompaktes Gebäude.

Hinweise:

- Passive Brandschutzmaßnahmen werden in €/m² zu applizierender Fläche bzw. €/kg Rahmenkonstruktion angegeben.
- Bei der Verwendung der Angaben in €/kg ist zu beachten, dass meist nur ein Teil der Konstruktion geschützt werden muss.
- Annahme eines Massivitätsfaktors von 140 - 180; entspricht IPE 300 bis IPE 450 und der gesamten HEB-Reihe.
- Aktive Brandschutzmaßnahmen werden in €/m² BGF^{a)} angegeben.
- Aktive Brandschutzmaßnahmen haben Einfluss auf die Bestimmung der Brandlast gemäß Eurocode 3 (EN 1993).
- Mittlere Brandlast für mehrgeschossige Gebäude ca. 500 MJ/m² (Büro), eingeschossige Gebäude ca. 750 MJ/m².
- Bei den Angaben zur werkseitigen Applikation sind Transportkosten sowie Reparaturen von bis zu 5% enthalten.
- Es wird empfohlen, für alle Preisindikationen von Brandschutzmaßnahmen zusätzlich fachkundige Firmen zu konsultieren.

^{a)} BGF: Brutto-Grundfläche (DIN 277-1): Summe der Grundflächen aller Grundrissebenen eines Bauwerks mit Nutzungen nach DIN 277-2 und deren konstruktive Umschließungen.

Passiver Brandschutz €/m ² Feuerwiderstand ^{d)} in min	Preisindikation in €/m ² zu applizierende Fläche		
	30 min	60 min	90 min ^{b)}
Dämmschichtbildender Anstrich			
• Ausführung auf der Baustelle	24 - 30 €/m ²	50 - 65 €/m ²	95 - 130 €/m ²
• Ausführung in der Werkstatt	19 - 25 €/m ²	47 - 60 €/m ²	85 - 115 €/m ²
Spritzputzbekleidung			
• Standardprodukte (normal)	18 - 24 €/m ²	–	25 - 33 €/m ²
• Hochleistungsprodukte / -systeme	20 - 27 €/m ²	–	28 - 37 €/m ²
Ummantelung/Beplankung (Hauptstützen und Hauptträger)			
• Gipskartonplatten (normal)	33 - 44 €/m ²	–	42 - 70 €/m ²
• spezielle Brandschutzplatten / -systeme	35 - 45 €/m ²	–	40 - 67 €/m ²

Passiver Brandschutz €/kg Feuerwiderstand ^{d)} in min	Preisindikation in €/kg zu schützende Konstruktion		
	30 min	60 min	90 min ^{b)}
Dämmschichtbildender Anstrich			
• Ausführung auf der Baustelle	0,40 - 0,70 €/kg ^{d)}	0,90 - 1,55 €/kg ^{d)}	1,70 - 3,10 €/kg ^{d)}
• Ausführung in der Werkstatt	0,35 - 0,60 €/kg ^{d)}	0,85 - 1,45 €/kg ^{d)}	1,55 - 2,75 €/kg ^{d)}
Spritzputzbekleidung			
• Standardprodukte (normal)	0,25 - 0,46 €/kg ^{d)}	–	0,35 - 0,63 €/kg ^{d)}
• Hochleistungsprodukte / -systeme	0,28 - 0,51 €/kg ^{d)}	–	0,39 - 0,70 €/kg ^{d)}
Ummantelung/Beplankung (Hauptstützen und Hauptträger)			
• Gipskartonplatten (normal)	0,50 - 0,80 €/kg ^{d)}	–	0,65 - 1,20 €/kg ^{d)}
• spezielle Brandschutzplatten / -systeme	0,52 - 0,82 €/kg ^{d)}	–	0,60 - 1,15 €/kg ^{d)}

Aktiver Brandschutz	Preisindikation in €/m ² BGF ^{a)}
• Sprinklersystem ^{e)}	28 - 42 €/m ²
• Entrauchungsanlage ^{f)}	10 - 17 €/m ²
• Feuermeldeeinrichtung, lokal, über Wärmedetektion	14 - 20 €/m ²
• Feuermeldeeinrichtung, lokal, über Rauchdetektion	10 - 14 €/m ²
• Brandmeldeanlage mit Branderkennung und autom. Alarmübermittlung	11 - 15 €/m ²

^{a)} BGF: Brutto-Grundfläche (DIN 277-1): Summe der Grundflächen aller Grundrissebenen eines Bauwerks mit Nutzungen nach DIN 277-2 und deren konstruktive Umschließungen.

^{b)} Eine "Bauaufsichtliche Zulassung" ist jeweils zu prüfen; zum Teil bedarf es einer "Zustimmung im Einzelfall", die meist vom Hersteller unterstützt wird.

^{c)} DIN EN 13501-1 und 13501-2: Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten.

^{d)} Diese Werte sollten nur mit einem brandschützenden Teil der Gesamttonnage aus Kapitel 1 multipliziert werden. Eine entsprechende Annahme (bspw. 30% oder 60%) sollte getroffen werden.

^{e)} Eine ausreichende Wasserversorgung über das öffentliche Leitungsnetz wird vorausgesetzt.

^{f)} Ansonsten entstehen Zusatzkosten durch eine komplexere Sprinklerzentrale, Vorratsbehälter etc..

^{g)} Entrauchungsanlagen, die auf dem Prinzip der freien Entrauchung ohne mechanisch induzierte Luftströmung (Ventilatoren, Turbinen) basieren.

Schallschutz im Industriebau

Allgemeines

Wie viele andere Themen aus dem Baubereich sollte auch der Schallschutz frühzeitig bei der Planung eines Gebäudes berücksichtigt werden. Gerade bei gewerblich oder industriell genutzten Projekten ist die vom Gebäude ausgehende Schallimmission in Abhängigkeit der im Bebauungsplan festgelegten Gebietsarten von Bedeutung. Einzelheiten hierzu enthält die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA-Lärm), die in immissionsrechtlicher Hinsicht gebräuchliche Begriffe wie Beurteilungspegel, Pegelhöchstwerte und Schallquellengruppen definiert. Darüber hinaus vermitteln diverse VDI-Richtlinien den zu berücksichtigenden Stand der Technik.

Anforderungen an die Schallabsorptionskapazität solcher Bauten ergeben sich zum einen aus Arbeitsschutzgründen, zum anderen aus der konkreten Nutzung bzw. der resultierenden Schallquellen. Bei mehrgeschossiger Bauweise sind zudem die schallschutztechnischen Anforderungen an den Deckenaufbau zu beachten.

Der bauliche Schallschutz bewegt sich üblicherweise in einem Frequenzbereich von 100 Hz bis 3150 Hz, der den verschiedenen Tonlagen von Geräuschen Rechnung trägt. Gemäß DIN EN 140 werden aber auch tiefere und höhere Frequenzbereiche zur zusätzlichen Beurteilung von Dämmeigenschaften herangezogen.

Da das menschliche Hörempfinden frequenzabhängig ist, werden die Schallpegel auf einzelne, kleinere Frequenzbereiche bezogen. Das so entstehende Pegelspektrum wird dann einer Bewertungskurve gegenübergestellt, die die verschiedenen Empfindlichkeiten berücksichtigt. Die so genannte „A-Kurve“ entspricht hierbei der durchschnittlichen menschlichen Empfindung und wird durch den Zusatz „(A)“ der Schallpegel-Einheit [dB] kenntlich gemacht (DIN IEC 651). Prinzipiell ist zwischen dem bauaufsichtlich geregelten Mindestschallschutz (DIN 4109) und erhöhten Schallschutzanforderungen aus beispielsweise vertraglichen Anforderungen zu unterscheiden.

Schallschutztechnische Eigenschaften

Luftschalldämmung

Die Fähigkeit eines Bauteils den Luftschall zu dämmen wird mit dem Schalldämmmaß R beschrieben. Die Bewertung der Dämmeigenschaften in Bezug auf verschiedene Frequenzen wird durch den tiefgestellten Zusatz des Buchstabens w berücksichtigt, so dass dann von dem bewerteten Schalldämmmaß R_w gesprochen wird. Im ersten Ansatz kann das bewertete Schalldämmmaß R_w vereinfacht als mittleres Schalldämmmaß angesehen werden.

Wesentliche Einflussfaktoren auf die schallschutztechnischen Eigenschaften von Fassaden- und Dachbauteilen aus Stahlblech sind die Aufbaudicke bzw. der Schalenabstand, das Eigengewicht und die Art des verwendeten Dämm- bzw. Isoliermaterials des Systems. Zudem hat die konstruktive Ausbildung, d.h. die Ausrichtung der Profilierung oder die Lage der Dampfsperre zum Teil Auswirkungen auf die Dämmwirkung.

Die gesamte schalltechnische Leistungsfähigkeit einer Konstruktion hängt darüber hinaus von den Nebenwegsübertragungen wie beispielsweise Flankenübertragungen ab. Die Berücksichtigung dieser Effekte wird durch einen hochgestellten Strich am bewerteten Schalldämmmaß R'_w gekennzeichnet ($R'_w < R_w$). Da bei Industrie- und Gewerbebauten großflächige Bauteile verwendet werden, kann die Nebenwegsübertragung unter der Voraussetzung eines bewerteten Schalldämmmaß R'_w von unter 45dB vernachlässigt werden. Der Begriff der Nebenwegsübertragung umfasst allerdings nicht eine unzureichende schalltechnische Entkopplung des Körperschalls. Maschine und Anlagen müssen konstruktiv so von der Gebäudekonstruktion getrennt werden, dass eine Übertragung des Körperschalls ausgeschlossen werden kann.

Eine Vielzahl von handelsüblichen Wand- und Dachaufbauten weisen Ihre Schalldämmeigenschaften über ein Prüfzeugnis aus, das mittels einer Baumusterprüfung gemäß DIN 52210 durch die jeweiligen

Schallschutz im Industriebau

Hersteller erlangt wurde. Ohne spezielle Optimierung erreichen übliche Dachaufbauten ein bewertetes Schalldämmmaß R'_w von bis zu 55 dB und standardmäßige Wandaufbauten bis zu 57 dB. Neben einer generellen Optimierung der Schallschutzeigenschaften, die eine noch bessere Dämmwirkung erzielen kann, besteht die Möglichkeit, eine spezifische, d.h. auf einen Frequenzbereich ausgerichtete, Optimierung der Schallschutzeigenschaften durchzuführen. Insgesamt betrachtet ist der Schallschutz von Bauteilen aus Stahlblech ein komplexes Zusammenspiel verschiedener Eingangsparameter, die durch gezielte Variation den eingeforderten Anforderungen entsprechen kann.

Resonanzartige Effekte

Die Luftschalldämmung einschaliger Stahlbauteile hängt, wie bei Bauteilen aus anderen Baustoffen auch, weitestgehend von der flächenspezifischen Masse ab und erhöht sich mit zunehmender Frequenz. Bei biegeweichen Schalen können zudem resonanzartige Effekte auftreten, die eine Abminderung der Dämmwirkung in einem bestimm-

ten Frequenzbereich zur Folge haben. Sie treten genau dann auf, wenn das Bauteil durch den Schall in seiner Eigenfrequenz angeregt wird (resonanzartiger Einbruch der Luftschalldämmung).

Ähnliche Effekte zeigen sich auch bei Sandwichelementen, die auf Grund des vollflächigen Verbundes der zwei Schalen andere Resonanzfrequenzen aufweisen als klassische doppelschalige Aufbauten. Die relativ breitbandigen Dämmungseinbrüche liegen je tiefer, desto dicker und schwerer das Sandwichelement ist. Eine geringe dynamische Steifigkeit des Dämmmaterials bewirkt ebenfalls eine Absenkung der Resonanzfrequenz. Klassische doppelschalige Systeme können als Masse-Feder-Systeme betrachtet werden. Auch hier führen eine höhere flächenspezifische Masse der einzelnen Schalen und ein größerer Schalenabstand zu einer kleineren, so genannten Abstimmungsfrequenz. Oberhalb dieser Frequenz zeichnen sich zweischalige Systeme gegenüber einschaligen Systemen bei gleicher Masse durch eine wesentliche höhere Schalldämmung aus.

Schallabsorption

Bauteile aus Stahlblech bieten durch die Möglichkeit der Perforierung gute und einfache Möglichkeiten zur Schallabsorption. In Abhängigkeit der Relevanz ihrer Tragfähigkeit werden die Bauteile in bestimmten Bereichen des Profils gelocht und mit einem entsprechendem Vlies oder einer Schallschluckplatte hinterlegt. Der Lochanteil variiert bei den Wandbauteilen meist zwischen 14 % und 28 %, bei Dachkonstruktionen zwischen 14 % und 19 %. Vor allem bei der Verwendung in der Dachschale variiert mit dem Lochanteil auch die frequenzabhängige Schallabsorptionsfähigkeit. Sie wird als Schallabsorptionsgrad α_s ausgedrückt, der zwischen 0 und 1,0 variieren kann, wobei der Wert 1,0 eine vollkommene Absorption bedeuten würde (vereinfachte Ermittlung der Luftschallabsorption bei einer mittleren Frequenz von 500 Hz). Während bei handelsüblichen Konstruktionen ohne Lochung der Absorptionsgrad zwischen 0 und 0,3 (breitbandiger Frequenzbereich von 100 – 6300 Hz) liegt, besitzen Bauteile mit gelochten Stahlblechen einen durchschnitt-

lichen Absorptionsgrad von 0,6 bis 0,9.

Durch die Lochung wird der Einbau einer Dampfsperre nötig, um einen bauphysikalisch bedingten Tauwasseranfall zu vermeiden. Sie sollte kassettenweise hinter der Schallschluckplatte angebracht werden, um die bestmögliche Absorptionswirkung zu gewährleisten und die Dampfsperre durchgängig auf der warmen Seite des Aufbaus zu führen.

Bei der Planung ist generell zwischen der Schalldämmung und der Schallabsorption entsprechend den Gegebenheiten abzuwägen.

Korrosion

DIN EN ISO 12944 Teile 1–8 Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme

- Teil 1: Allgemeine Einleitung
- Teil 2: Einteilung der Umgebungsbedingungen
- Teil 3: Grundregeln zur Gestaltung
- Teil 4: Arten von Oberflächen und Oberflächenvorbereitung
- Teil 5: Beschichtungssysteme
- Teil 6: Laborprüfungen zur Bewertung von Beschichtungssystemen
- Teil 7: Ausführung und Überwachung der Beschichtungsarbeiten
- Teil 8: Erarbeiten von Spezifikationen für Erstschutz und Instandsetzung

(Teile 3–5 haben keine Anwendung für dünnwandige Stahlblechbauteile)

DIN EN ISO 14713 Schutz von Eisen- und Stahlkonstruktionen vor Korrosion – Zink- und Aluminiumüberzüge

EN ISO 1461
Durch Feuerverzinken auf Stahl aufgebrauchte Zinküberzüge (Stückverzinken)

DIN 18807 Trapezprofile im Hochbau, Stahltrapezprofile

- Teil 1: Allgemeine Anforderungen, Ermittlung der Tragfähigkeitswerte durch Berechnung

DIN 55928 Teil 8 Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Korrosionsschutz von tragenden dünnwandigen Bauteilen

DIN EN 10147 Kontinuierlich feuerverzinktes Blech und Band aus Baustählen, Z

DIN EN 10214 Kontinuierlich schmelztauchveredeltes Band und Blech aus Stahl mit Zink-Aluminium-Überzügen, ZA (95% Zn, 5%Al)

DIN EN 10215 AZ185 Kontinuierlich schmelztauchveredeltes Band und Blech aus Stahl

mit Zink-Aluminium-Überzügen, AZ (55%Al, 43,5%Zn, 1,6% Si)

DIN EN 10169 Kontinuierlich organisch beschichtete (bandbeschichtete) Flacherzeugnisse aus Stahl

- Teil 1: Allgemeines (Definitionen, Werkstoffe, Grenzabweichungen, Prüfverfahren)
- Teil 2: Erzeugnisse für den Bauaußeneinsatz
- Teil 3: Erzeugnisse für den Bauinneneinsatz

Brandschutz

DIN EN 1364 Teile 1–4 Feuerwiderstandsprüfungen für nichttragende Bauteile

- Teil 1: Wände
- Teil 2: Unterdecken
- Teil 3: Vorhangfassaden – Gesamtausführung
- Teil 4: Vorhangfassaden – Teilausführung

DIN EN 13501 Teile 1–5 Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten

- Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen

zum Brandverhalten von Bauprodukten

- Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen, mit Ausnahme von Lüftungsanlagen
- Teil 3: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen an Bauteilen von haustechnischen Anlagen: Feuerwiderstandsfähige Leitungen und Brandschutzklappen
- Teil 4: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen von Anlagen zur Rauchfreihaltung
- Teil 5: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus Prüfungen von Bedachungen bei Beanspruchung durch Feuer von außen

DIN EN 10025 Teile 1–6 Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen

- Teil 1: Allgemeine technische Lieferbedingungen
- Teil 2: Technische Lieferbedingungen für unlegierte Baustähle
- Teil 4: Technische Lieferbedingungen für thermomechanisch gewalzte schweißgeeignete Feinkornbaustähle

Redaktion:

**CEEC – Conseil Européen des Economistes de la Construction
The European Council of Construction Economists**
8, avenue Percier
F-75008 Paris
Tel.: +33 1 45 63 30 41
www.ceecorg.eu

**UNTEC –
Union Nationale des Economistes de la Construction et des
Coordonnateurs**
8 Avenue Percier
F-75 008 PARIS
Tel.: +33 1 45 63 30 41
untec@untec.com
www.untec.com

**Universität Stuttgart
Institut für Bauökonomie**
Keplerstraße 11
D-70174 Stuttgart
Tel.: +49 711 6858 3309
info@bauoekonomie.uni-stuttgart.de
www.bauoekonomie.uni-stuttgart.de

**ArcelorMittal
Building & Construction Support
Germany, Austria, Switzerland**
Harkortstraße 21
D-40880 Ratingen
Tel.: +49 2102 928 251
bcs.germany@arcelormittal.com
www.constructalia.com/
Baufachberatung

Fachfirmen, Stahlprodukte:

**ArcelorMittal
Distribution GmbH**
Harkortstraße 21
D-40880 Ratingen
Tel.: +49 2102 928 100
info-distribution@arcelormittal.com
www.arcelormittal.com/distribution/
Allgemeiner Stahlhandel

**ArcelorMittal
Commercial Sections Deutschland
GmbH**
Subbelrather Straße 13
D-50672 Köln
Tel.: +49 221 5729-0
sections.deutschland@arcelormittal.com
www.arcelormittal.com/sections

Walzträger und Stabstahl

**ArcelorMittal
Construction Deutschland GmbH
Arval und Armat**
Münchener Straße 2
D-06796 Brehna
Tel.: +49 34954 455-0
info@arval-construction.de
Dach-, Wand- und Deckensysteme

**ArcelorMittal
Flat Carbon Europe Germany GmbH**
Subbelrather Straße 13
D-50672 Köln
Tel.: +49 221 5729-0
salesflat.Germany@arcelormittal.com
Flachstahl, Grob- und Feiblech

**ArcelorMittal
Tubular Products**
Germany, The Netherlands,
Austria and Switzerland
Wörthstraße 125
D-47053 Duisburg
Tel.: +49 203 6067354
duisburg.tubularproducts@
arcelormittal.com
Rohre und Hohlprofile

Verbände und Institutionen:

Stahl-Informationen-Zentrum
Sohnstraße 65
D-40237 Düsseldorf
Tel.: +49 211 6707-0
siz@stahl-info.de
www.stahl-info.de

BAUEN MIT STAHL e.V.
Sohnstraße 65
D-40237 Düsseldorf
Tel.: +49 211 6707-0
zentrale@bauen-mit-stahl.de
www.bauen-mit-stahl.de

Deutscher Stahlbau-Verband DSTV
Sohnstr. 65,
D-40237 Düsseldorf
Tel.: 0211 / 67078-00,
contact@deutscherstahlbau.de
www.deutscherstahlbau.de

Bundesverband Korrosionsschutz e.V.
Kalscheurer Weg 12
50969 Köln
Tel.: +49 221 248912
info@bundesverband-korrosionsschutz.de
www.bundesverband-korrosionsschutz.de

Institut Feuerverzinken GmbH
Sohnstraße 66
D-40237 Düsseldorf
Tel.: +49 211 690765-0
info@feuerverzinken.com
www.feuverzinken.com

Kommentierte Internet Links

www.constructalia.com
ArcelorMittal's Web-Portal für das
Bauwesen. Umfangreiche und nützliche
Informationen zu Architektur und
Stahlbau.

www.arcelormittal.com
mit Abstand größter Stahlhersteller
der Welt

www.ceecorg.eu
Conseil Européen des Economistes de
la Construction
The European Council of Construction
Economists
**Europäische Vereinigung der Bau-
ökonomien**



Adressen

www.untec.com

Union Nationale des Economistes de la Construction et des Coordonnateurs
**Französische Vereinigung der Bau-
ökonominnen und Baukoordinatoren**

www.stahl-info.de

Herstellerunabhängige Informationen
über Stahl und Stahlprodukte.

www.bauen-mit-stahl.de

Unabhängige Fachinformationen zur
Verwendung von Stahl im Bauwesen.

www.ifbs.de

Industrieverband für Bausysteme im
Metallleichtbau.

www.edelstahl-rostoffrei.de

Unabhängige Fachinformationen zur
Verwendung von Edel- oder rostfreien
Stählen.

www.access-steel.org

Kostenfreie Informationen und Fall-
beispiele zur Anwendung der EURO-
CODES im Stahlbau mit Unterstützung
der Europäischen Kommission.

www.deutscherstahlbau.de

Deutscher Stahlbau-Verband;
Bundesweite Vereinigung, in der sich
Stahlbauunternehmen organisieren und
austauschen.

www.szs.ch

Stahl-Informations-Zentrum Schweiz.
Allgemeine Fachinformationen zum
Stahlbau und Projektbeispiele aus der
Schweiz in deutscher und französi-
scher Sprache.

www.stahlbauverband.at

Österreichischer Stahlbauverband.

www.steelconstruct.com

EKS, Europäische Konvention für
Stahlbau (ECCS European Commission
for construction in steel) Europäische
Organisation der Stahlbauunter-
nehmen .

www.euro-inox.org

Mehrsprachige europäische Plattform
für unabhängige Fachinformationen zur
Verwendung von Edel- oder rostfreien
Stählen.

www.egga.com

European General Galvanizers
Association
Die European General Galvanizers
Association (EGGA) ist der Dachverband
der europäischen Verzinkerverbände.

Impressum

Herausgeber

ArcelorMittal
Building & Construction Support
24-26 Boulevard d'Avranches
L-1160 Luxembourg
Tel: +352 4792 1
www.arcelormittal.com
www.constructalia.com

Dank für ihre Mitarbeit an:

- Philippe Marcon, ArcelorMittal Building & Construction Support
- Christoph Radermacher, ArcelorMittal Building & Construction Support
- Mathias Beuster, ArcelorMittal Building & Construction Support
- Jean-Marie Farsy, Berater
- Christopher Hagmann, Universität Stuttgart

Fachliche Beratung

- Gerry O'Sullivan, Präsident des CEEC
- Prof. Dr. Christian Stoy, Universität Stuttgart
- Jacques-Philippe Charpy, Präsident der UNTEC

Layout und Graphik-Design

- Silke Kiesgen, www.agentur-kiesgen.de

Druck

- F+W Mayer, Esslingen am Neckar
- Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Bilderdruckpapier
- Auflage: 5.000 Stück
- 4. Quartal 2008

© ArcelorMittal

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdrucks, der auszugsweisen oder vollständigen foto-
mechanischen Wiedergabe (Fotokopie, Mikrokopie) und das der Übersetzungen, vorbehalten.



ArcelorMittal

transforming
tomorrow

Building & Construction Support

www.arcelormittal.com

www.constructalia.com