

40.1 Stützen und Binder bei Hallen



Eine Gemeinschaftsorganisation von stahlerzeugenden Unternehmen und dem Deutschen Stahlbau-Verband DSTV

Sicherheit für Planer und Bauherr

Ein Stahlbau erfüllt die wichtigsten Forderungen, die heute an einen Hallenbau gestellt werden:

- kurze Bauzeiten – unabhängig von Wetter und Jahreszeit – dadurch schnelle Nutzung der Anlage,
- geringe Folgekosten für Wartung und Werterhaltung,
- Möglichkeit zur Erweiterung oder Umbau ohne großen technischen Aufwand; jederzeit veränderliche Grundflächen, ohne störende Stützen,
- geringe Demontagekosten bzw. hoher Veräußerungswert bei einem Verkauf,
- präzise, saubere Fertigung und Montage,
- Vermeidung von Nacharbeiten.

Nach den exakten Maßen des Stahlbaues können die Ausbauteile gleichzeitig mit den Arbeiten für die Stahlkonstruktion vorgefertigt werden (z. B. Dacheindeckung, Wandverkleidung und Einbauteile wie Fenster, Tore, Lichtbänder). Dabei ist die Auswahl unter den üblichen Materialien nicht beschränkt; es empfiehlt sich jedoch, auch für den Ausbau elementierte Bauteile zu verwenden.



Diese Stahlbau Arbeitshilfe informiert über

- Vordimensionierung
- Detail-Entwurf
- Materialkombination

Dimensionierungen

Form und Größe einer Halle sind abhängig von der Nutzung. Bei festgelegter Breite (Spannweite) wird der Binderabstand meist von der Hallenlänge und den erforderlichen Öffnungen bestimmt.

Bestimmung der Profile von Rahmenkonstruktionen

Tabelle 1 zeigt Beispiele zur übersichtlichen Bestimmung der Profile von Rahmenkonstruktionen. Dabei kann der Planer Fenster und Tore beliebig zwischen den Rahmen anordnen. Die Längsaussteifung der Halle erfolgt in der Dachebene.

Tabelle 2 gibt bei einem gebräuchlichen Binderabstand von 6 m die Dimensionierung einer Stützen- und Binderkonstruktion an. Bei etwa gleichem Stahlgewicht ist diese Konstruktion wegen niedrigerer Lohnkosten meist preiswerter und bietet wegen der geringen Stützenabmessungen mehr Nutzraum, erfordert jedoch aussteifende Verbände in Dach und Wänden. Sie ist besonders für überwiegend geschlossene Hallen geeignet.

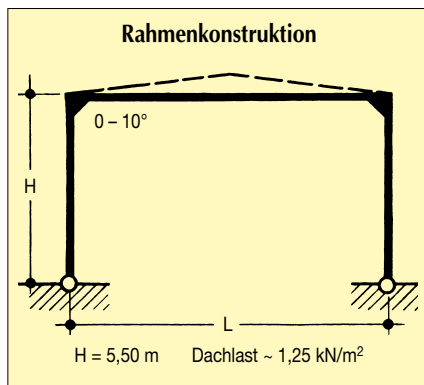


Tabelle 1

Spannweite L (m)	Binderabstand (m)	Kran-Tragkraft (kN)	Gewählte Profile	
			Stütze	Binder
10,00	5,00	–	IPE 300	IPE 300
15,00		–	HEA 260	IPE 360
15,00		50	HEA 300	IPE 450
20,00	6,00	–	HEA 360	IPE 500
20,00		50	HEA 400	IPE 550
20,00		100	HEA 450	IPE 600
25,00	6,00	–	HEA 450	IPE 600
25,00		100	HEA 550	HEA 550
30,00		–	HEA 600	HEA 600
30,00		100	HEA 650	HEA 650

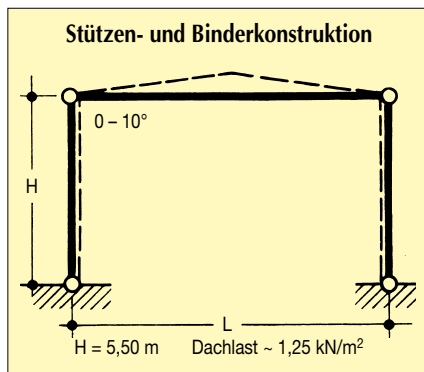
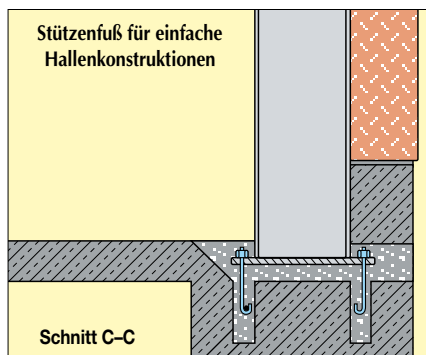
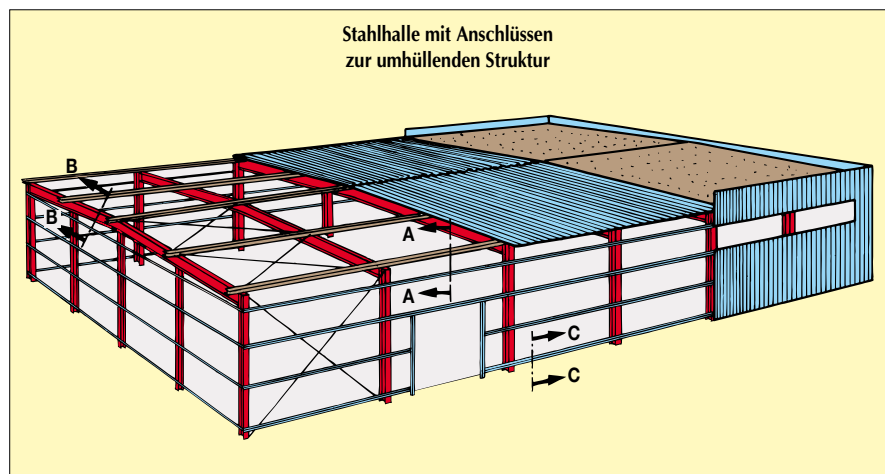
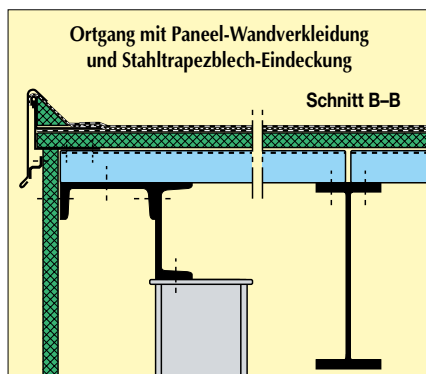
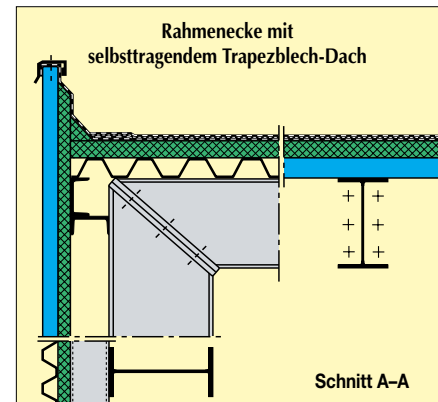
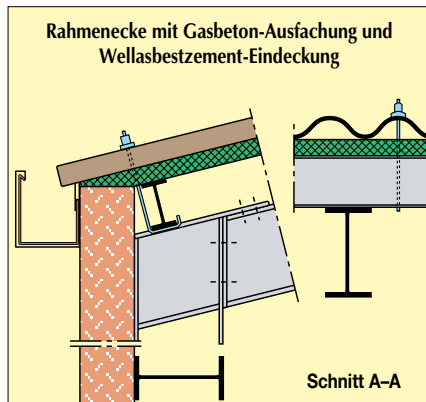


Tabelle 2

Spannweite L (m)	Binderabstand (m)	Kran-Tragkraft (kN)	Gewählte Profile	
			Stütze	Binder
10,00	6,00	–	HEA 120	IPE 330
15,00		–	HEA 120	IPE 450
15,00		50	HEA 240	IPE 450
20,00		–	HEA 140	IPE 600
20,00		50	HEB 200	IPE 600
20,00		100	HEB 240	IPE 600
25,00		–	HEA 140	HEA 600
25,00		100	HEB 280	HEA 600
30,00		–	HEA 160	HEA 800
30,00	100	HEB 280	HEA 800	



Die Detailbeispiele auf dieser Seite zeigen die Kombination eines Stahltragwerkes mit verschiedenen Baustoffen des Ausbaus. Sie sind nur ein kleiner Ausschnitt der vielfältigen Gestaltungsmöglichkeiten (siehe auch Stahlbau Arbeitshilfen 44 – Außenwände für Hallen sowie 44.2, 44.3, 44.5 und 46)

Literaturhinweise

- Hart, Henn, Sontag: Stahlbautlas 2. Auflage
- Henn: Industriebau/Entwurfs- und Konstruktionsatlas
- Neufert: Industriebauten
- Schriften des Stahl-Informations-Zentrums
 - D 534 Hallen aus Stahl
 - SD 528 Fassaden und Dächer – weltweit
- Merkblatt von BAUEN MIT STAHL
 - D 609 Dach- und Wandkonstruktionen im Hallenbau

Ausgereifte Technik und qualifizierte Beratung

Die Mitgliedsfirmen des Deutschen Stahlbau-Verbandes haben die Erfahrung, Sie bei der Auswahl eines wirksamen und wirtschaftlichen Hallenbaus im Einzelfall fachmännisch zu beraten und diesen auszuführen.

Die Organisation BAUEN MIT STAHL steht Ihnen mit ihren Ingenieuren ebenfalls gern zur Verfügung

- wenn Sie (z. B. im frühen Entwurfsstadium) eine firmenneutrale Beratung wünschen oder
- wenn Sie (auch im Gespräch mit den Behörden) die erforderlichen und angemessenen Maßnahmen bei einem konkreten Stahlbauprojekt ermitteln wollen.



Sohnstraße 65 · 40237 Düsseldorf
 Postfach 10 48 42 · 40039 Düsseldorf
 Telefon (02 11) 67 07-828
 Telefax (02 11) 67 07-829
 Internet: www.bauen-mit-stahl.de
 E-Mail: zentrale@bauen-mit-stahl.de

42.1 Betonböden für Industriehallen



Eine Gemeinschaftsorganisation von stahlerzeugenden Unternehmen und dem Deutschen Stahlbau-Verband DSTV

Genutzte und befahrene Flächen in Industriehallen müssen befestigt und möglichst eben sein. Gleichzeitig sollen sie eine hohe Tragfähigkeit und ggf. einen hohen Verschleißwiderstand aufweisen. Maßgebend für die Bemessung sind meistens die punktförmig wirkenden Lasten aus Fahrzeugen (Gabelstapler 10 – 150 kN, LKW 10 – 40 kN, Schwerlastwagen 50 – 100 kN), Maschinen, Regalen, Containern.

Konstruktionen mit **Betonböden** umfassen im Wesentlichen Untergrund, Tragschicht, Betonplatte und ggf. Oberflächenbelag (z. B. Verschleißschicht). In besonderen Fällen kommen spezielle Bauarten oder Sonderkonstruktionen zur Anwendung, z. B. Betonplatten auf Dämmschichten, beheizte Platten oder dichte Betonböden gemäß Wasserhaltungsgesetz (WHG).

Der **Untergrund** (das vorhandene Erdreich) soll die Lasten möglichst ohne Verformungen aufnehmen. Ist der Untergrund selbst nicht ausreichend tragfähig, wird der Einbau einer **Tragschicht** auf dem verdichteten Untergrund erforderlich. Die **Betonplatte** verteilt die wirkenden Lasten und leitet sie in den Untergrund (rollende Lasten aus Fahrzeugen, Schwingungen aus Maschinen, Einrichtungen, Gütern). Ein **Oberflächenbelag** kann den Widerstand gegen mechanische Beanspruchung (Roller, Schleifen, Schlagen, Stoßen) und gegen chemische Angriffe (Säuren, Laugen) verbessern. Für besondere Nutzungsanforderungen können auch Faserbetone und Hochleistungsbetone zum Einsatz kommen.

Untergrund und Tragschicht

Der Untergrund trägt zur Funktionsfähigkeit der gesamten Konstruktion entscheidend bei. Zu erfüllende Bedingungen sind u. a. eine gleichmäßige Zusammensetzung über die gesamte Fläche, eine gute Verdichtbarkeit, eine ausreichende Tragfähigkeit sowie eine gute Entwässerung.

Die Tragfähigkeit von Untergrund und Tragschicht (ungebunden, gebunden) sind nach den jeweiligen Erfordernissen zu planen. Angaben zum Verformungsmodul von Untergrund und ungebundener Tragschicht sowie Beispiele zu Art und Dicke von Tragschichten enthält Tabelle 1. Untergrund und Tragschicht sind möglichst gleichmäßig und maschinell zu verdichten (z. B. durch schwere Rüttel-

platten). Durch repräsentative Lastplatten-druckversuche in ausreichender Anzahl gemäß DIN 18134 ist die Tragfähigkeit ungebundener Tragschichten nachzuweisen. Untergrund und Tragschicht dürfen nicht gefroren, ständig durchnässt oder in ihrem Gefüge gestört sein. Überbaute Grundleitungen und nachverfüllte Arbeitsräume für beispielsweise Fundamente, Stützen, Rinnen sind kritische Bereiche, die

Tabelle 1: Anhaltswerte für den Befestigungsaufbau von Betonböden für Industriehallen [2,3,4]

Max. Belastung (Einzellast/Radlast) Q in kN	Verformungsmodul ¹⁾ E _{v2} in MN/m ²		Anhaltswerte für Tragschichtarten ²⁾ d in cm		
	Untergrund	ungebundene Tragschicht	Kies R1 mit U>7	Schotter B2 mit U>7	Schotter B1 mit (A/B 45)
30	≥ 30	≥ 80	≥ 15	≥ 15	
40			≥ 20		
50	≥ 45	≥ 100	≥ 25	≥ 20	≥ 15
60			≥ 30		
70				≥ 25	
80	≥ 60	≥ 120	≥ 35	≥ 30	≥ 20
90					
100					

1) Verhältniswert zwischen Erst- (E_{v1}) und Wiederbelastung (E_{v2}) muss E_{v2}/E_{v1} ≤ 2,5 betragen.

2) Erläuterungen: Rundkornmisch R1 (Kies); Brechkornmisch B1, B2 (Schotter); Ungleichförmigkeitszahl U = d₆₀/d₁₀ (Siebdurchgang bei 60 M.-% und 10 M.-%); Sieblinie A/B 45

besonders beachtet werden müssen. In bestimmten Fällen ist eine Verbesserung des Untergrundes (z. B. Bodenverfestigung) notwendig bzw. eine Ergänzung oder ein Austausch gegen geeignetes Material (z. B. Kiessand, Schotter) erforderlich. Entsprechend der Bedeutung einer Baumaßnahme und der Beanspruchung eines Betonbodens kann es erforderlich sein, eine genauere Untersuchung und Prüfung des Baugrundes und der Tragschicht durch ein Erd- und Grundbauinstitut durchführen zu lassen. Für die Herstellung der Tragschichten sollte VOB Teil C DIN 18315 „Verkehrswegebauarbeiten, Oberbauschichten ohne Bindemittel“ oder DIN 18316 „Verkehrswegebauarbeiten, Oberbauschichten mit hydraulischen Bindemitteln“ vereinbart werden, sofern nicht besondere Regelungen (z. B. für Tragschichtdicke, profilgerechte Lage) gelten. Die Oberfläche der Tragschicht ist möglichst gratfrei, geschlossen, höhengerecht und horizontal bzw. im vorgeschriebenen Längs- und Quergefälle herzustellen. Abweichungen von der Sollhöhe dürfen, im Unterschied zu anderen Regelwerken, an keiner Stelle mehr als ± 2 cm betragen. Diese Forderung ist besonders vertraglich zu vereinbaren.

Gleitschichten

Bei großen Flächen ist es wichtig, die Reibung zwischen Tragschicht und Betonplatte möglichst gering zu halten. Der Einbau einer Gleitschicht (z. B. 2 Lagen Kunststoff-Folie PE, d ≥ 0,2 mm) soll sicherstellen, dass sich die Betonplatte ohne große Behinderung bewegen kann. Die Wirksamkeit der Gleitschicht erfordert ein besonders sorgfältiges Verlegen:

- das Planum darf nicht uneben und rau sein
- die Folie soll sich nicht in das Planum eindrücken
- die Folie darf keine Löcher bekommen und keine Falten schlagen

Für besondere Anforderungen können höherwertige Gleitschichten erforderlich sein, z. B. zweilagige PE-Folien mit dazwischenliegendem Gleitmaterial.

Betonplatten

Durch die Beanspruchung der Betonplatte werden sowohl an die Konstruktion als auch an den Baustoff hohe Anforderungen gestellt. Betonplatten sollen möglichst rissfrei bleiben. Eine übliche Stabstahl- oder Mattenbewehrung kann das Entstehen von Rissen nicht verhindern. Eine Möglichkeit zur Herstellung möglichst rissfreier Betonflächen bieten unbewehrte Betonplatten. Dabei sind folgende Maßnahmen zu beachten:

- Untergrund und Tragschicht tragfähig
- Beton mit hoher Biegezugfestigkeit
- genügend großes Widerstandsmoment der Betonplatte durch ausreichende Plattendicke
- Unterteilung der Betonplatte durch Fugen in einzelne Felder

Ähnlich wie bei den ebenfalls i.d.R. unbewehrt ausgeführten Fahrbahndecken aus Beton können i.d.R. auch bei Betonplatten die Zugspannungen vom Beton allein über das Widerstandsmoment und die Betonzugfestigkeit aufgenommen werden. In besonderen Fällen, z. B. bei sehr hohen Einzellasten Q > 150 kN oder bei langfristig wirkenden Lasten sowie bei Lastpressungen von p > 4,0 N/mm², ist eine spezielle Bemessung nach Zustand II und die Anordnung einer besonderen Bewehrung erforderlich. Für übliche Verhältnisse und bei Einbau der Betonplatte nach Hallenmontage und fertiger Dacheindeckung (d. h. Halle allseitig wetterdicht geschlossen) kann ein Abschätzen der Betonplatte (Dicke, Expositionsclassen,

Tabelle 2: Betonplatte abhängig von der Belastung – Anhaltswerte [3,4,6]

Max. Belastung (Einzellast/Radlast) Q in kN	Expositions-klasse für unbewehrte Betonböden in Hallen	Mindestbetondruck- festigkeitsklasse (ggf. zusätzlich Verschleiß berücksichtigen)	Biegezugfestigkeit des Betons		Dicke der Betonplatte
			in N/mm ²		d in cm
10	X0 (ohne Verschleiß, ohne chemischen Angriff)	C25/30 ¹⁾	≥ 4,5		14
20					16
30		C30/37 ¹⁾	≥ 5,0		18
40					20
50					22
60		C30/37 ¹⁾	≥ 5,5		26
80					26
100			≥ 26		
		C35/45 ²⁾	≥ 6,0		≥ 26

- 1) aus Punktlast sowie Biegezugfestigkeit des Betons
2) aus Punktlast sowie Biegezugfestigkeit des Betons, Gesteinskörnung mit hohem Verschleißwiderstand oder Nuttschicht aus Hartstoffen nach DIN 1100

Tabelle 3: Beanspruchung durch Verschleiß – Anhaltswerte [6]

Belastung von Betonböden in Hallen infolge Verschleiß		Expositions- klasse	Mindestbetondruck- festigkeitsklasse
mäßiger Verschleiß	Luftbereifte Fahrzeuge, Reifendruck RD ≤ 6 bar	XM1	C30/37 ¹⁾
starker Verschleiß	Luftbereifte Gabelstapler Reifendruck RD ≤ 6 bar oder vollgummibereifte Gabelstapler, Kontaktpressung p ≤ 2,0 N/mm ²	XM2	C35/45 ¹⁾²⁾ C30/37 ¹⁾²⁾
sehr starker Verschleiß	elastomerebereifte Gabelstapler, Kontaktpressung p ≤ 4,0 N/mm ²	XM3	C35/45 ³⁾

- 1) Gesteinskörnungen mit hohem Verschleißwiderstand
2) ohne Oberflächenbehandlung C35/45, mit Oberflächenbehandlung C30/37 (z. B. Vakuumieren und Flügelglätten des Betons)
3) Hartstoffe nach DIN 1100

Betonfestigkeitsklasse, Verschleiß) nach Tabelle 2 und 3 erfolgen. Bei einer genauen Bemessung der Betonplatte sind zahlreiche Einflüsse zu berücksichtigen [3,5].

Fugen

Aufgabe von Fugen ist die Aufnahme von Längenänderungen aus Schwinden und ggf. Temperaturänderungen, die Verringerung der Gefahr der Rissbildung sowie die Verhinderung der Entstehung unkontrollierter Risse. In normalen Fällen sind zur Begrenzung der Plattenlängen innerhalb der Hallenfläche Schein- bzw. Pressfugen ausreichend.

Raumfugen (Dehn- oder Bewegungsfugen) sind notwendig, um die Betonplatte in ganzer Plattendicke entlang fester Einbauten (Wände, Stützen, Kanäle, Schächte, Maschinenfundamente) zu trennen bzw. bei großen Hallenabmessungen z. B. über 100 m auch innerhalb der Hallenfläche. **Pressfugen** (Arbeitsfugen) entstehen beim Herstellen benachbarter Platten in zeitlichem Abstand (z. B. Betonieren in Bahnen). **Scheinfugen** (Sollbruchquerschnitte) werden bei großflächigem Einbau in den erhärtenden Beton so früh wie möglich mit einem Schneidgerät etwa 1/4 bis 1/3 der Plattendicke tief eingeschnitten. Die Erstellung eines Fugenplanes ist Aufgabe des Planers. Anzustreben sind quadratische oder gedrungene rechteckige Felder (Länge/Breite ≤ 1,5). Anhaltswert für den maximalen Abstand der Schein- bzw. Pressfugen bei unbewehrten Betonplatten ist die 30-fache Plattendicke. Längs- und Querfugen sollen sich kreuzen und nicht gegenseitig versetzt sein. Einspringende Ecken und

Zwickel sind zu vermeiden. Bei befahrenen Raumfugen (z. B. Übergang von alter zu neuer Halle), bei Scheinfugen mit großen Feldlängen (L > 6 m) und Einzellasten Q > 40 kN sowie bei Pressfugen ist planerisch die Querkraftübertragung sicherzustellen (z. B. durch Verdübelung).

Bei hoch belasteten Fugenkanten kann ein schmales Abfassen der Fugenkanten bzw. ein Kantenschutz durch besondere Kantenschutzprofile erforderlich werden.

Beton

Für die Dauerhaftigkeit von Betonbauwerken sind in DIN 1045 die Anforderungen an den Beton in Abhängigkeit von den möglichen Einwirkungen durch Expositions-klassen festgelegt (Tabelle 2 und 3). Betonzusammensetzung, Betondeckung der Bewehrung und Nachbehandlung werden den Expositions-klassen zugeordnet. Unbewehrte Betonböden in Industriehallen entsprechen Expositions-klasse X0 (ohne Angriff). Für tragende und aussteifende Betonböden wird die Verschleißbeanspruchung durch die Expositions-klassen XM geregelt. Für vergleichbare Beanspruchungen an der Oberfläche von Betonen, die nicht im Geltungsbereich der Norm liegen, ist eine Anlehnung an die betontechnologischen Anforderungen für die Klassen XM ebenfalls sinnvoll. Vorteilhaft sind Betone mit geringem Schwindmaß – Zementleimgehalt ≤ 290 l/m³ ohne Neigung zum Wasserabsondern und ohne Anreicherungen von Feinststoffen an der Oberfläche.

Einbauhinweise

- Höhenlage: Abweichungen der Oberfläche von der Sollhöhe an keiner Stelle mehr als 20 mm
- Ebenheitstoleranz der fertigen Oberfläche (nach DIN 18202) bei einem Abstand der Messpunkte von 1 m: Stichmaß max. 4 mm, von 4 m: Stichmaß max. 10 mm (bei Hochregallagern zusätzliche Anforderungen)
- Oberfläche: in frischem Zustand vor Zugluft schützen

- Beispiele zur Nachbehandlung:
 - Nachbehandlungsmittel aufbringen sobald die Oberfläche nur noch matt glänzt (Abstimmungen auf evtl. Beschichtungen und Beläge erforderlich)
 - Abdecken mit Folie (bei niedrigen oder hohen Temperaturen zusätzlich mit Dämmmatten) sobald wie möglich

Literaturhinweise:

- [1] DIN 1045: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, Teile 1 bis 4 Beuth-Verlag GmbH, Berlin 07/2001
 - [2] BEB-Hinweisblatt Betonböden für Hallenflächen. Bundesverband Estrich und Belag e. V., Troisdorf, 02/2000
 - [3] Lohmeyer, G.: Ebeling, K.: Betonböden im Industriebau – Hallen- und Freiflächen. Schriftenreihe der Bauberatung Zement. Verlag Bau + Technik VBT, Düsseldorf, 6. Auflage 1999
 - [4] Lohmeyer, G.: Betonböden für Industriebauten, Baugewerbe, Verlags-ges. Rudolf-Müller, Heft 23 + 24, 1980
 - [5] Eisenmann, J.: Betonfahrbahnen, Handbuch für Beton, Stahlbeton- und Spannbetonbau. Verlag Ernst & Sohn, Berlin, 1979
 - [6] Bauteilkatalog. Schriftenreihe der Bauberatung Zement. Verlag Bau + Technik VBT, Düsseldorf, 2. Auflage 2002
- Autor: Dipl.-Ing. Karsten Ebeling, Bauberatung Zement. Die Anwendung der dargestellten Angaben in der Stahlbau Arbeitshilfe entbindet nicht von der Pflicht zur Prüfung der Vorgaben und ihrer Gültigkeit für den spezifischen Anwendungsfall.

Wünschen Sie, z. B. im frühen Entwurfsstadium, eine firmenneutrale Hilfe, steht Ihnen BAUEN MIT STAHL gern mit Rat und Information zur Verfügung.

Tabelle 4: Normen und Richtlinien

Für Betonböden gibt es keine speziellen Normen und Richtlinien. Es ist jedoch möglich, eine Reihe anderer Vorschriften hierfür heranzuziehen.	
DIN 1045	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, Teile 1 bis 4
DIN 1055	Lastannahmen für Bauten
DIN 1072	Straßen- und Wegbrücken, Lastannahmen
DIN 18125... 18136	Baugrund
DIN 18196	Erdbau
DIN 18202	Maßtoleranzen im Hochbau
DIN 18300	Erdarbeiten, VOB Teil C
DIN 18560	Estrich im Bauwesen, Teile 1 bis 7
ZTV E – StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau
ZTV T – StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Tragschichten im Straßenbau
ZTV Beton – StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Fahrbahndecken aus Beton



BAUEN MIT STAHL
Sohnstraße 65 · 40237 Düsseldorf
Postfach 10 48 42 · 40039 Düsseldorf
Telefon (02 11) 67 07-828
Telefax (02 11) 67 07-829
Internet: www.bauen-mit-stahl.de
E-Mail: zentrale@bauen-mit-stahl.de

44 Außenwände für Hallen



Eine Gemeinschaftsorganisation von stahlerzeugenden Unternehmen und dem Deutschen Stahlbau-Verband DSTV

Für die Wahl des Außenwandsystems einer Halle muß der Architekt eine Reihe von Kriterien prüfen, die je nach der gestellten Aufgabe unterschiedlich zu bewerten sind.

Die Wertung der Kriterien, die in der umseitigen Tabelle aufgeführt sind, wird dem Planer die Auswahl der geeigneten Konstruktion erleichtern. Dabei wird neben den Anforderungen, die die Nutzung des Gebäudes stellt, auch die Umgebung, in der es errichtet wird, auf die Wahl von Baustoffen, System und Konstruktion einen Einfluß haben.

Heute werden für Außenwände von Industriehallen immer mehr Systeme aus leichten, großformatigen Tafeln gewählt. Sie sind meist aus Stahlblechen gefertigt und profiliert. Sie können auf jeder Stahlunterkonstruktion schnell, leicht und bei jeder Witterung montiert werden und weisen fertige Oberflächen auf, die nicht mehr behandelt werden müssen, wodurch die Arbeit auf der Baustelle stark reduziert wird.

Ein großes Angebot von Wandelementen mit vielen Form-, Anschluß- und Sonderteilen begünstigt diese Entwicklung.

Vielfach wird bei der Verwendung profilierter Wandelemente zu wenig bedacht, daß diese nicht nur vor, sondern fast ebensogut zwischen oder an der Innenseite der Stützen angebracht werden können, wodurch die Konstruktion sichtbar gemacht und so zur Gliederung des Baues mit herangezogen werden kann. Die Wärmeschutzverordnung vom 16. August 1994 muß hierbei Beachtung finden. Diese unterscheidet zwischen Gebäude mit normalen Innentemperaturen und Gebäude mit niedrigen Innentemperaturen ($12\text{ °C} < t < 19\text{ °C}$), wie man sie häufig im Industriebau findet. Aber auch wenn die Außenhaut vor der Konstruktion durchgeführt wird, ist es möglich, diesen Flächen eine Gliederung zu geben, indem man die Befestigung an den Stützen und die horizontalen Stöße der Tafeln durch Formteile und Übergangsprofile stärker betont.

Wie die Tabelle ausweist, ist die Stoßfestigkeit der großformatigen Bauteile weniger gut. Es empfiehlt sich daher in einigen Fällen, z. B. bei Gabelstaplerbetrieb, im Anfahrbereich



eine Hinterlegung. Ein Sockel aus Mauerwerk kann hier gleichzeitig der Gliederung der Fassade dienen.

Die maßstäbliche Gliederung, die Wahl von Material und Farbe wird abhängig sein von der Umgebung, in der das Gebäude errichtet wird, von der Größe des Bauwerks und von den Anforderungen, aus denen heraus die Kriterien der umseitigen Tabelle gewichtet werden.







Ausgereifte Technik und qualifizierte Beratung

Hallenbau ist eine Domäne des Stahlbaus; die Mitgliedsfirmen des Deutschen Stahlbau-Verbandes sind daher erfahrene Partner.

Viele dieser Firmen errichten in Zusammenarbeit mit Architekten, beratenden Ingenieuren und Bauherren, komplette schlüsselfertige Hallen und arbeiten auf Wunsch auch als Generalunternehmer; sie übernehmen dann das Preis- und Terminrisiko für den gesamten Bau, die Organisation des Bauablaufs, die Vergabe der Nebengewerke an Subunternehmer und die Gewährleistung für die ganze Baumaßnahme.

Literatur

- Stahlbau-Arbeitshilfen
- 44.1 Mauerwerk im Hallenbau
 - 44.2 Hallenwände aus Stahltrapezprofilen
 - 44.3 Hallenwände mit Stahlkassetten
 - 44.5 Hallenwände mit Gasbeton

	Wandbauart	Porenbeton	Sichtmauerwerk	Stahltrapezprofile einschalig	Stahlsandwich-elemente wärmedämmt	Stahltrapezprofile, zweischalig, wärmedämmt	Faserzement-wellplatten, asbestfrei, großformatig
	Eigenschaften						
Formate und Abmessungen	alle Maße in mm	 Breite 500 – 750 Dicke 100 – 300 Länge bis 7500, je nach Hersteller 2 Festigkeitsklassen GB 3,3/GB 4,4 Sonderprofile	 Normalformat NF 240 x 115 x 71 Doppelformat DF 240 x 115 x 113 Ausmauerung in Stahlskelett: 115 mm dick Weitere Hinweise siehe Arbeitshilfe 44.1: Mauerwerk im Hallenbau	 Breite 700 – 1050 Profilhöhe 10 – 206 Länge bis 24000 Blechdicke 0,63 – 1,5 Tafelgrößen bis 22 m ²	 Breite 1000 Dicke 40 – 200 Länge bis 16000 Blechdicke 0,55 Tafelgrößen bis 16 m ²	 außen Blechbreite 700 – 1050 Blechdicke 0,63 – 1,5 Blechlänge bis 24000 Wärme- Dämmung ≥ 40 Dicke 90 – 300 Tafelgrößen bis 22 m ²	 Breite 920/1000 Profilhöhe 36/57 Länge 1250/1600/2000/2500 Dicke 6 und 6,5
		Zahlreiche Sonderprofile Für Wände werden Sandwichelemente nicht länger als 10 m empfohlen.					
Physikalische Eigenschaften	Wärmedämmung k [W/m ² K] (DIN 4108)	150 mm k = 0,90* 240 mm k = 0,60*	k = 3,08		40 mm k = 0,60 120 mm k = 0,20	40 mm k = 0,87 140 mm k = 0,33	
	Brandverhalten (DIN 4102)	ab 150 mm F 180-A ab 175 mm Brandwand	115 mm = F 90	nicht brennbar	schwer brennbar PUR-Hartschaumkern oder Mineralfaserkern lieferbar*	bis W 90 bzw. F 30	nicht brennbar
	Schalldämmung R'w [dB] (DIN 4109)	je nach Wandbauart 36 – 48 dB	44 dB ⁺	20 – 25 dB	bis 25 dB	bis ca. 46 dB	17 dB in Prestik verlegt 25 dB
Baukonstruktive Eigenschaften	Beschaffenheit der Oberfläche	porig, Beschichtungen erforderlich	rauh	glatt	glatt	glatt	glatt durch Beschichtung
	Stoßfestigkeit der Oberfläche	weniger gut	sehr gut	weniger gut	weniger gut	weniger gut	weniger gut
	Eigengewicht	200 mm = 1,44 kN/m ² *	1/2 Stein = 1,95 kN/m ² *	0,07 – 0,20 kN/m ²	0,1 – 0,16 kN/m ²	0,17 – 0,25 kN/m ²	0,20 kN/m ²
	Unterkonstruktion (hier für Höhen bis 8,0 m)	selbsttragend, Befestigung an Hallenstützen	Feldgröße bis 16 m ² je nach Steifigkeit und Seitenverhältnis	Riegelabstand für Mehrfeldträger 35 mm max. 4400 85 mm max. 6500	Riegelabstand für 35 mm ca. 3700 60 mm ca. 4800	Riegelabstand für Mehrfeldträger je nach Profil bis ca. 6500	Riegelabstand 1150 – 2900 je nach Höhe
Funktionale Eigenschaften	Anordnung von Öffnungen	an jeder Stelle mit Hilfskonstruktionen möglich					
	Sonderbauteile			zahlreiche Sonder- und Anschlußteile			
	Demontage und Wiederverwendbarkeit	möglich	bedingt möglich	gut möglich			möglich
Ästhetische Eigenschaften	Textur der Oberflächen	verschiedene Gestaltungen möglich	auf handwerkliche Weise in verschiedenen Arten möglich	verschiedene Profilierungen			
	Farbe der Oberflächen	Beschichtung erforderlich, Farbton nach Wahl	verschiedene Farbtöne, lebhaftes Farbenspiel	zahlreiche Standardfarbtöne oder Farbtöne nach Wahl			zahlreiche Standardfarben
	Gliederung großer Flächen	durch Fugen und profilierte Oberfläche	durch die Tragkonstruktion	durch Zwischenprofile und Blenden durch Streifen in anderem Farbton			durch die Tragkonstruktion und verschiedene Profilierungen
Bemerkungen	Norm/DIN	DIN 4223 und Zulassung	Normen DIN 105 DIN 106 DIN 1053	Feuerverzinktes Stahlblech, mindestens St E 280-2 Z nach Tab. 2, DIN 17162 Teil 2; Zinkauflagegruppe 275			Bauaufsichtliche Zulassung DIN 18516
	Fußnoten	*GB 3,3	* Rohdichte = 1600 kg/m ³		mit PUR-Hartschaumkern (RAL-Güteschutz)	mit Zwischenschicht aus Mineralfaser (DIN 18165)	* Profil 5 und 8 177/51 bzw. 130/30

Alle Angaben zu geometrischen Abmessungen und bauphysikalischen Werten sind Richtwerte. Die genauen Daten sind bei den Herstellern zu erfragen.



Sohnstraße 65 · 40237 Düsseldorf
Postfach 10 48 42 · 40039 Düsseldorf
Telefon (02 11) 67 07-828
Telefax (02 11) 67 07-829
Internet: www.bauen-mit-stahl.de
E-Mail: zentrale@bauen-mit-stahl.de

4 Mauerwerk im Hallenbau



Eine Gemeinschaftsorganisation von stahlerzeugenden Unternehmen und dem Deutschen Stahlbau-Verband DSTV

Nichttragende Außenwände nach DIN 1053 sind scheibenartige Bauteile, die überwiegend nur durch ihr Eigengewicht beansprucht werden. Sie müssen die auf ihre Fläche wirkende Windlasten sicher auf das angrenzende tragende Stahlskelett abtragen. Nichttragende Außenwände aus Mauersteinen können ein- oder zweischalig hergestellt werden. Dabei erfüllen sie hohe Anforderungen an Wärme-, Schall- und Brandschutz. Die Oberfläche kann geputzt, beschichtet oder als Sichtmauerwerk (frostbeständige Steine) ausgebildet sein.

A Einschalige Außenwände, verputzt

Bei Außenwänden aus nicht frostbeständigen Steinen ist ein Außenputz nach DIN 18550 oder Zulassung aufzubringen, wenn nicht ein anderer Wetterschutz vorgesehen wird, z. B. eine vorgehängte Fassade, Bekleidung nach DIN 18515. Die statisch notwendige Mindestdicke ist $d = 11,5$ cm. Für verputzte Außenwände bieten sich aus Gründen der Rationalisierung und Wirtschaftlichkeit großformatige Steine an.

B Einschaliges Sichtmauerwerk

Die Mindestdicke von einschaligem Sichtmauerwerk beträgt 11,5 cm. Bei Aufenthaltsräumen muß aus Gründen der Schlagregensicherheit jede Mauer-schicht mindestens 2 Steinreihen aufweisen, zwischen denen eine durchgehende, schichtweise versetzte, hohlraumfrei vermörtelte, 2 cm dicke Längsfuge verläuft. Bei Gebäuden, bei denen mit geringer Schlagregenbeanspruchung zu rechnen ist, kann die Wanddicke $d = 31$ cm betragen, sonst 37,5 cm.

C Außenwand mit Außendämmung

Auf die Außenseite wird eine Wärmedämmschicht mit bewehrter Kunstharzputzbeschichtung (Thermohaut) als Wetterschutz oder ein Dämmputz aufgebracht.

D Außenwand mit Innendämmung

Gegen Schlagregen ist ein Außenputz nach DIN 18550 oder ein anderer Wetterschutz aufzubringen. Auf der Innenseite kann bei dampfdurchlässigen Wärmedämmstoffen eine Dampfsperre erforderlich werden.

E Zweischaliges Verblendmauerwerk mit Luftschicht

Die Luftschicht soll 6 cm dick sein und ist zu be- und entlüften (Öffnungen je $75 \text{ cm}^2/20 \text{ m}^2$ Wandfläche). Bei Anordnung einer matten- oder plattenförmigen Wärmedämmung muß die Luftschicht mindestens 4 cm dick sein. Sie kann nur bei Verwendung besonderer Dämmstoffe mit entsprechender Zulassung entfallen. Der lichte Abstand der Mauerwerksschalen darf 12 cm nicht überschreiten. Die Mindestdicke der Innenschale beträgt $d \geq 11,5$ cm; die Dicke der Außenschale beträgt $d = 9$ cm. Aus konstruktiven Gründen kann jedoch eine Dicke von 11,5 cm vorteilhafter sein. Die an die Konstruktion angeschlossene Schale darf die Größtwerte der Tabelle 2 nicht überschreiten.

F Außenwand mit vorgehängter Fassade

Vorgehängte Fassadenplatten oder -tafeln können mit oder ohne zusätzliche Wärmedämmung angebracht werden. Als Werkstoffe kommen Bleche, Kunststoffe, Faserzementprodukte oder keramische Baustoffe (DIN 18515, DIN 18516) in Frage.

Anschlüsse

Die Anschlüsse der Ausfachungen müssen die auftretenden Belastungen, vor allem aus Wind, in die angrenzende tragende Konstruktion weiterleiten. Bei der Wahl der Anschlüsse sind Einflüsse aus der Formänderung angrenzender Bauteile zu berücksichtigen. Als Anker ist ein Bewehrungsstahl oder Flacheisen etwa alle 40 cm in die Lagerfugen einzulegen (Korrosion beachten).

Statischer Nachweis

Bei nichttragenden Ausfachungsflächen kann nach DIN 1053 auf einen statischen Nachweis verzichtet werden, wenn

- die Ausfachungen vierseitig gehalten sind, z. B. durch Anker,
- Mörtel der Mörtelgruppe II a oder III (vorzugsweise MG II a) verwendet wird,
- die zulässige Größtwerte der Ausfachungsflächen entsprechend der Tabelle 2 nicht überschritten werden.

Für die Verbindungsmittel kann im Gegensatz zur Wand nur dann auf einen statischen Nachweis verzichtet werden, wenn diese Verbindungen offensichtlich unter

Einhaltung der üblichen Sicherheit ausreichen.

Baustoffe

Die Bausteine müssen genormt oder zugelassen sein:

DIN 105	Mauerziegel
DIN 106	Kalksandsteine
DIN 398	Hüttensteine
DIN 4165	Gasbeton-Blocksteine und Gasbeton-Plansteine
DIN 4166	Gasbeton-Bauplatten und Gasbeton-Planbauplatten
DIN 18148	Hohlwandplatten aus Leichtbeton
DIN 18149	Lochsteine aus Leichtbeton
DIN 18151	Hohlblöcke aus Leichtbeton
DIN 18152	Vollsteine und Vollblöcke aus Leichtbeton
DIN 18153	Mauersteine aus Beton (Normalbeton)

Literatur

- Stahlbau-Kalender
- Merkblätter der DGfM
 - Nichttragende gemauerte Außenwände
 - Wärmebrücken vermeiden
- Stahlbau-Arbeitshilfen
 - 44 Außenwände für Hallen
 - 44.2 Hallenwände aus Stahltrapezprofilen
 - 44.3 Hallenwände mit Stahlkassetten
 - 44.5 Hallenwände mit Gasbeton
 - 45 Tore für Hallen- und Industriebau

In Zusammenarbeit mit:
Deutsche Gesellschaft für Mauerwerksbau e. V.
Schloßallee 10
53179 Bonn
Tel.: 0228/857736
Fax. 0228/857437

Tabelle 1 Formate von Mauersteinen* (Beispiele)

l x b x h	Abmessungen von Blöcken*		
	l	h	b
DF** 240 x 115 x 52	240		175
NF 240 x 115 x 71			
2 DF 250 x 115 x 113	300	175	240
3 DF 240 x 175 x 113			
5 DF 240 x 300 x 113	365	238	300
8 DF 240 x 240 x 238	490/495		365

Größere Steinformate haben den Vorteil des geringeren Arbeitszeitaufwandes und der Verringerung des Fugenteils mit entsprechenden Kosteneinsparungen beim Mörtel

* Alle Angaben in mm

** DF = Dünnformat, NF = Normalformat

Tabelle 2 Zulässige Größtwerte der Ausfachungsfläche von nichttragenden Außenwänden ohne rechnerischen Nachweis bei einer Höhe über Gelände von

Wanddicke	0 bis 8 m		8 bis 20 m		20 bis 100 m	
	$\epsilon = 1,0$	$\epsilon \geq 2,0$	$\epsilon = 1,0$	$\epsilon \geq 2,0$	$\epsilon = 1,0$	$\epsilon \geq 2,0$
d mm						
$\epsilon = 1,0$	12	8	8	5	6	4
115 ¹⁾	12	8	8	5	6	4
175	20	14	13	9	9	6
240	36	25	23	16	16	12
≥ 300	50	33	35	23	25	17

¹⁾ Bei Verwendung von Steinen der Festigkeitsklassen ≥ 12 dürfen die Werte dieser Zeile um 1/3 vergrößert werden.

ϵ ist das Verhältnis der größeren zur kleineren Seite der Ausfachungsfläche. Bei Seitenverhältnissen $1,0 < \epsilon < 2,0$ dürfen die zulässigen Größtwerte der Ausfachungsflächen geradlinig interpoliert werden.

Tabelle 3 Schall- und Wärmedämmwerte beidseitig geputzter Wände aus Mauersteinen

Steinroh-dichte	Wand-dicke	Bewertetes Schalldämmmaß R'_w ¹⁾		k-Wert ²⁾ W/m ² K dichte	Steinroh	Wand-dicke	Bewertetes Schalldämmmaß aus Hartschaum oder Mineralwolle		ungefährer k-Wert ¹⁾ mit Zusatzdämmung		
		mm	x				mm	x	4 cm	6 cm	8 cm
kg/dm ³	mm	x	xx	x	xx	kg/dm ³	mm	x			
115	34	33	1,45	1,12		115	45				
175	39	38	1,03	0,79		175	49				
0,4	240	41	40	0,79	0,60	1,2	240	52			
300	44	43	0,65	0,49		300	55				
115	40	39	1,45	1,12		115	47				
175	41	40	1,03	0,79		175	51				
0,5	240	44	43	0,79	0,60	1,4	240	54			
300	47	46	0,65	0,49		300	57				
115	41	40	1,54	1,23		115	48				
175	43	42	1,11	0,88		175	51				
0,6	240	48	47	0,85	0,67	1,6	240	57	0,6		
300	49	48	0,70	0,54		300	58	-	0,5	0,4	
115	42	41	1,67	1,39		115	49	0,7			
0,7	175	45	44	1,22	1,00	1,8	175	53			
240	48	47	0,94	0,76		240	57				
300	50	49	0,78	0,63		300	58				
115	43	42	1,75	1,49		115	50				
175	46	45	1,30	1,08		175	54				
0,8	240	49	48	1,00	0,83	2,0	240	58			
300	51	50	0,83	0,68		300	59				
115	44	43	1,96	1,72		115	51				
1,0	175	48	47	-	-	2,2	175	55			
240	50	49	1,14	0,97		240	59				
300	53	52	-	-		300	60				

x) bei Verwendung von Normalmörtel (1,8 kg/dm³)

xx) bei Verwendung von Leichtmörtel (0,9 kg/dm³)

¹⁾ mit Putz, ungefähre Werte

²⁾ Werte gelten für Gasbetonwände ohne Putz



Sohnstraße 65 · 40237 Düsseldorf
 Postfach 10 48 42 · 40039 Düsseldorf
 Telefon (02 11) 67 07-828
 Telefax (02 11) 67 07-829
 Internet: www.bauen-mit-stahl.de

44.2 Hallenwände aus Stahltrapezprofilen



Eine Gemeinschaftsorganisation von
stahlerzeugenden Unternehmen und dem
Deutschen Stahlbau-Verband DSTV

Trapezprofilwände dienen dem Raumabschluß und Wetterschutz. Sie sind im Sinne der Bauordnung „nichttragende“ Außenwände. Dabei werden folgende Grundformen unterschieden:

1 Einschalige nicht wärme gedämmte Wand

Die einschalige nicht wärme gedämmte Trapezprofilwand kann aus Tafeln verschiedener Profilierungen und unterschiedlicher Materialdicken bestehen und wird direkt auf die Stahlunterkonstruktion montiert.

2 Einschalige wärme gedämmte Wand

Zur Verbesserung dieser einfachen Standard-Konstruktion kann zwischen der Innenseite der Trapezprofile und der Stahlunterkonstruktion eine Wärmedämmschicht vorgesehen werden. Hierdurch kann auch die Schalldämmung gezielt verbessert werden.

3 Zweischalige wärme gedämmte Wand

(a) Werden besondere Anforderungen an den Wärme-, Schall- oder Brandschutz gestellt, so kann die Wand zweischalig ausgeführt werden, d. h. zwischen zwei Stahltrapezprofilen wird die Dämmung angeordnet.

(b, c) Die konstruktive Gestaltung richtet sich nach den funktionalen Anforderungen hinsichtlich Wärme, Kälte, Schall oder Feuer. Zu diesem Wandtyp gehört auch die Kassettenwand.

4 Wandbekleidung aus Stahltrapezprofilen

Stahltrapezprofile können auch zur Bekleidung ausgemauert Fachwerke oder von Massivwänden mit oder ohne dazwischenliegender Wärmedämmung verwendet werden. In solchen Fällen (z. B. bei einer Industriehalle mit Einbauten im Flurbereich) dienen die Trapezprofile dem Witterungsschutz und der einheitlichen Gestaltung des Baukörpers.

5 Sandwich-Elemente

Alternativ zur zweischaligen Wand werden Sandwich-Elemente verwendet, die aus profilierten Stahlblech-Deckschalen und einem Kern aus Polyurethan-Hartschaum, schubfest miteinander verbunden, bestehen. Dadurch werden eine hohe Wärmedämmung ohne Durchfeuchtungsgefahr, aber auch außerordentliche Steifigkeit bei geringem Raumgewicht erreicht. Solche Sandwich-Elemente

können deshalb größere Spannweiten überbrücken; sie sind dampfdicht und kondenswassersicher.

Anschlüsse

Besondere Sorgfalt ist auf die Ausbildung des Übergangs von der aufgehenden Wand zum Dach, sei es Traufe, Ortgang oder Attika, oder vom Dach zur aufgehenden Wand zu legen, da hier erfahrungsgemäß durch fehlerhafte Ausführung die meisten Bauschäden entstehen.

- Dazu gehört bei Attikalösungen, daß der Randwinkel des Dachaufbaus und der Befestigungswinkel der Attika sich ausreichend überschneiden und richtig befestigt sind (6).
- Es ist darauf zu achten, daß die Wärmedämmung am Übergang von der senkrechten Wand zum Dach nicht unterbrochen wird (7).
- Bei Trauflösungen mit Rinnen und bei hoher Attika bilden Holzbohlen diesen Übergang, die gleichzeitig zur Befestigung der Rinnen sowie der Attikaabdeckung dienen (8).
- Bei zweischaligen Wandkonstruktionen muß bei ausreichendem Belüftungsquerschnitt sichergestellt sein, daß Niederschlagswasser von außen nicht eindringen kann (8).

Brandschutz

An nichttragende Stahltrapezprofilwände werden bei Gebäuden bis zu 2 Vollgeschossen im allgemeinen seitens der Bauaufsicht keine brandschutztechnischen Anforderungen gestellt. Die Wärmedämmstoffe müssen jedoch mindestens B 2-Baustoffe (normal entflammbar nach DIN 4102) sein.

Werden an nichttragende Außenwände brandschutztechnische Anforderungen gestellt, z. B. Feuerwiderstandsklasse W 90, so ist der Nachweis zu führen, daß die gewählte Wandkonstruktion den gestellten Anforderungen gemäß DIN 4102 T3 gerecht wird.

Für nichttragende Außenwände in zweischalig wärme gedämmter Ausführung mit Stahltrapezprofilen als Innen- bzw. Außenschale oder mit Stahltrapezprofilen als Außenschale und Stahlkassettenprofilen als Innenschale liegen amtliche Prüfzeugnisse vor. Darüber hinaus werden geprüfte Stahlsandwichelemente mit Mineralfaserkern angeboten.

Windeinwirkung

Die Stahltrapez- und Kassettenprofile der nichttragenden Wandsysteme werden im wesentlichen durch Winddruck und -sog beansprucht und sind hierfür zu bemessen.

Die anzusetzenden Windlasten sind der DIN 1055 Blatt 4 zu entnehmen, wobei die erhöhten Soglasten in den 1 m breiten Wand-Randstreifen, die in den „Ergänzenden Bestimmungen“ zu dieser Norm festgelegt sind, nur beim Nachweis der Befestigungen an der Unterkonstruktion berücksichtigt werden müssen. Im übrigen sollen die maximalen Durchbiegungen der Trapezprofile unter Wind-sogbeanspruchung $l/150$ nicht überschreiten.

Profilformen

Die Vielzahl der auf dem Markt befindlichen Profile kann an dieser Stelle nicht dargestellt werden. Sie können nach der jeweiligen Beanspruchung und dem Gestaltungswillen der Planer aus den Profiltabellen der Hersteller ausgewählt werden.

Literatur

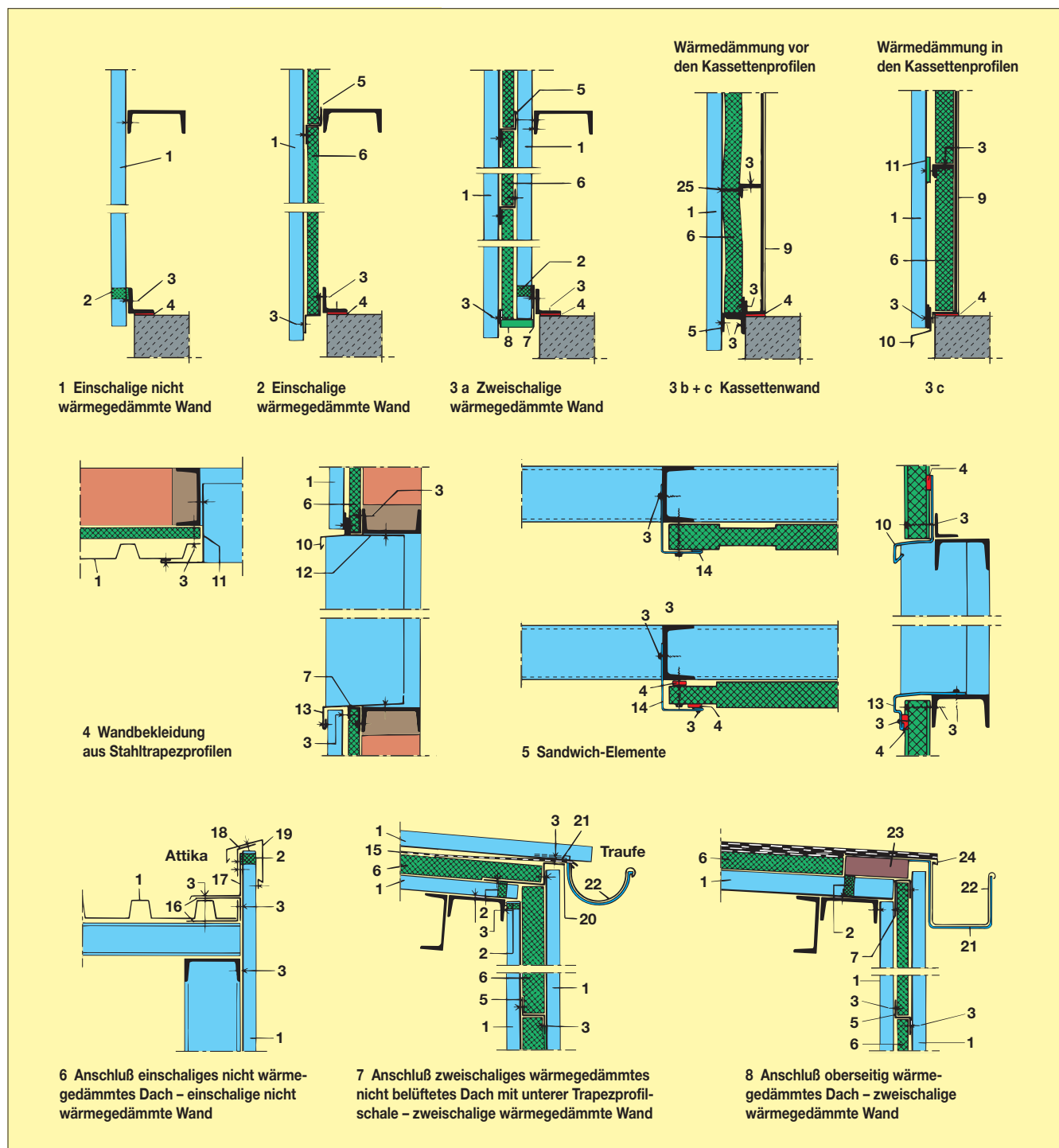
- Stahltrapezprofil im Hochbau* sowie weitere Veröffentlichungen der IFBS, Düsseldorf, Tel. 02 11/91 42 70
- Stahlbau-Arbeitshilfen
- Stahlbau-Taschenkalender
- Merkblätter des Stahl-Informations-Zentrums, Düsseldorf

Sicherheit: ausgereifte Technik und qualifizierte Beratung

Industrie- und Hallenbau sind eine Domäne des Stahlbaus; die Mitgliedsfirmen des Deutschen Stahlbau-Verbandes sind dabei erfahrene Partner. Viele dieser Firmen errichten in Zusammenarbeit mit Architekten, Beratenden Ingenieuren und Bauherren komplette schlüsselfertige Hallen- und Industriebauten und arbeiten auf Wunsch auch als Generalunternehmer; sie übernehmen dann das Preis- und Terminrisiko für den gesamten Bau, für die Organisation des Bauablaufs, für die Vergabe der Nebengewerke an Subunternehmer und die Gewährleistung für die ganze Baumaßnahme. Aus ihrer Erfahrung heraus können sie Ihnen auch die im Einzelfall günstigsten Stahltrapezprofile empfehlen. Wünschen Sie im frühen Entwurfsstadium eine firmenneutrale Hilfe, steht Ihnen BAUEN MIT STAHL gern mit Rat und Information zur Verfügung.

* Die Zeichnungen dieser Arbeitshilfe entnehmen wir mit Genehmigung des IFBS der o. a. Veröffentlichung.

Stahlbau Arbeitshilfe 44.2 Hallenwände aus Stahltrapezprofilen



Legende:

- | | | |
|----------------------|----------------------------|--|
| 1 Stahltrapezprofil | 9 Stahlkassettenprofil | 18 Befestigungsblech |
| 2 Profillfüller | 10 Tropfprofil | 19 Attikakappe |
| 3 Verbindungselement | 11 Dämmstreifen | 20 Distanzriegel |
| 4 Dichtung | 12 Oberer Zargenwinkel | 21 Rinnenhalter |
| 5 Z-Profil | 13 Sohlbankprofil | 22 Rinne |
| 6 Wärmedämmung | 14 Seitlicher-Zargenwinkel | 23 Holzbohle |
| 7 U-Profil | 15 Abdeckfolie | 24 Einlaufblech |
| 8 Dämmung | 16 Randverstärkungswinkel | 25 Verbindungselement mit Abstandhülse |
| | 17 Eckwinkel | |



Sohnstraße 65 · 40237 Düsseldorf
 Postfach 10 48 42 · 40039 Düsseldorf
 Telefon (02 11) 67 07-828
 Telefax (02 11) 67 07-829
 Internet: www.bauen-mit-stahl.de
 E-Mail: zentrale@bauen-mit-stahl.de

44.3 Hallenwände mit Stahlkassetten



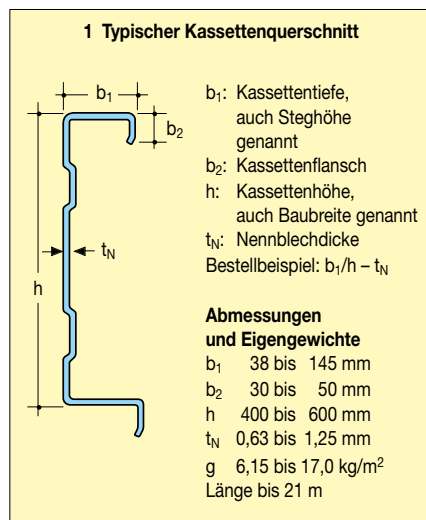
Eine Gemeinschaftsorganisation von stahlerzeugenden Unternehmen und dem Deutschen Stahlbau-Verband DSTV

Einsatzbereich

Die Kassettenwand ist in allen Bereichen des Hochbaus einsetzbar, insbesondere im Industriebau. Als zweischalige hinterlüftete wärmegeämmte Wand dient sie dem Raumabschluß und dem Wetterschutz. Die Außenschale wird als Trapezprofil vertikal gespannt. Die Innenschale als Stahlkassettenprofil wird von Stütze zu Stütze horizontal gespannt und bildet eine fast ebene Innenfläche. Zusätzliche Horizontalriegel werden in der Fläche (außer ggf. bei Tore und Fenstern) nicht benötigt.

Form und Abmessung

Die Kassetten werden aus einem für die Kaltverformung geeigneten Stahlband durch Rollformung hergestellt (Abb. 1).



Bemessung

Die für die Bemessung benötigten zulässigen Schnittgrößen sind den Zulassungen der Hersteller zu entnehmen. Nach DIN 18807 Teil 3 ist eine Durchbiegungsbeschränkung in horizontaler Richtung von $\frac{1}{150}$ vorgesehen. Bemessung der Verbindungselemente nach der Verbindungselementezulassung.*

* Zulassungen, Bezugsquellennachweis und Sonderdrucke erhältlich beim IFBS, Industrieverband zur Förderung des Bauens mit Stahlblech e. V., Max-Planck-Str. 4, 40237 Düsseldorf, Telefon: 02 11/9 14 27-0

Gestaltung

Die Innenseite der Wand ist durch Wegfall der Riegel glatt, die Kassetten sind glatt oder leicht gesickt, die Fugen zwischen den einzelnen Kassetten sind kaum sichtbar. Dadurch entstehen auf den großflächigen Wänden keine nennenswerten Staubablagerungen. Die Außenansicht wird durch die Sicken der Trapezprofile ausreichend gestaltet (siehe auch Stahlbau Arbeitshilfe 44.2).

Korrosionsschutz

Die Kassetten sind grundsätzlich beidseitig bandverzinkt. Sie können je nach Anforderung durch Kunststoffbeschichtung (Ein- oder Zweischichtsysteme) höherwertig korrosionsschutz und in vielen Farbtönen oberflächenveredelt werden.

Wärmeschutz

Durch die Wahl des geeigneten Dämmstoffs und der Kassettentiefe (= max. Dämmstoffdicke) ist jede erforderliche Wärmedämmung zu erreichen. Durch die Trapezprofilierung der Außenschale ist eine Hinterlüftung gewährleistet. Konstruktionsbedingt ergeben sich im Bereich der Fugen und Kassettenstege Wärmebrücken, an denen

- erhöhte Wärmeverluste auftreten und
- Tauwasserbildung auf der Raumseite entstehen kann.

Wärmeverluste durch Wärmebrücken an den Kassettenstegen können weitgehend verhindert werden durch

- größere Dicke der Wärmedämmung zwischen den Kassettenstegen (Abb. 2a),
- Anordnung der Wärmedämmung vor den Kassettenflanschen (hängende Matte, Abb. 2b),
- Anordnen von Trennstreifen (z. B. aus PE, PVC, Mineralwolle, Hartfaser oder Kombinationen) an den Kassettenflanschen.

Wärmeverluste durch Luftaustausch an den Längs- und Querfugen der Kassetten können verhindert und die Winddichtheit kann gesichert werden durch

- Einlegen von Dichtungsbändern, Kitt- oder Kautschukschnüren,
- Abdichten durch spritzbare Dichtmassen.

Bei gelochten Kassetten kann die Wärmedämmung mit PVC-Folie umhüllt und gegen Verschieben gesichert werden.

Schallschutz

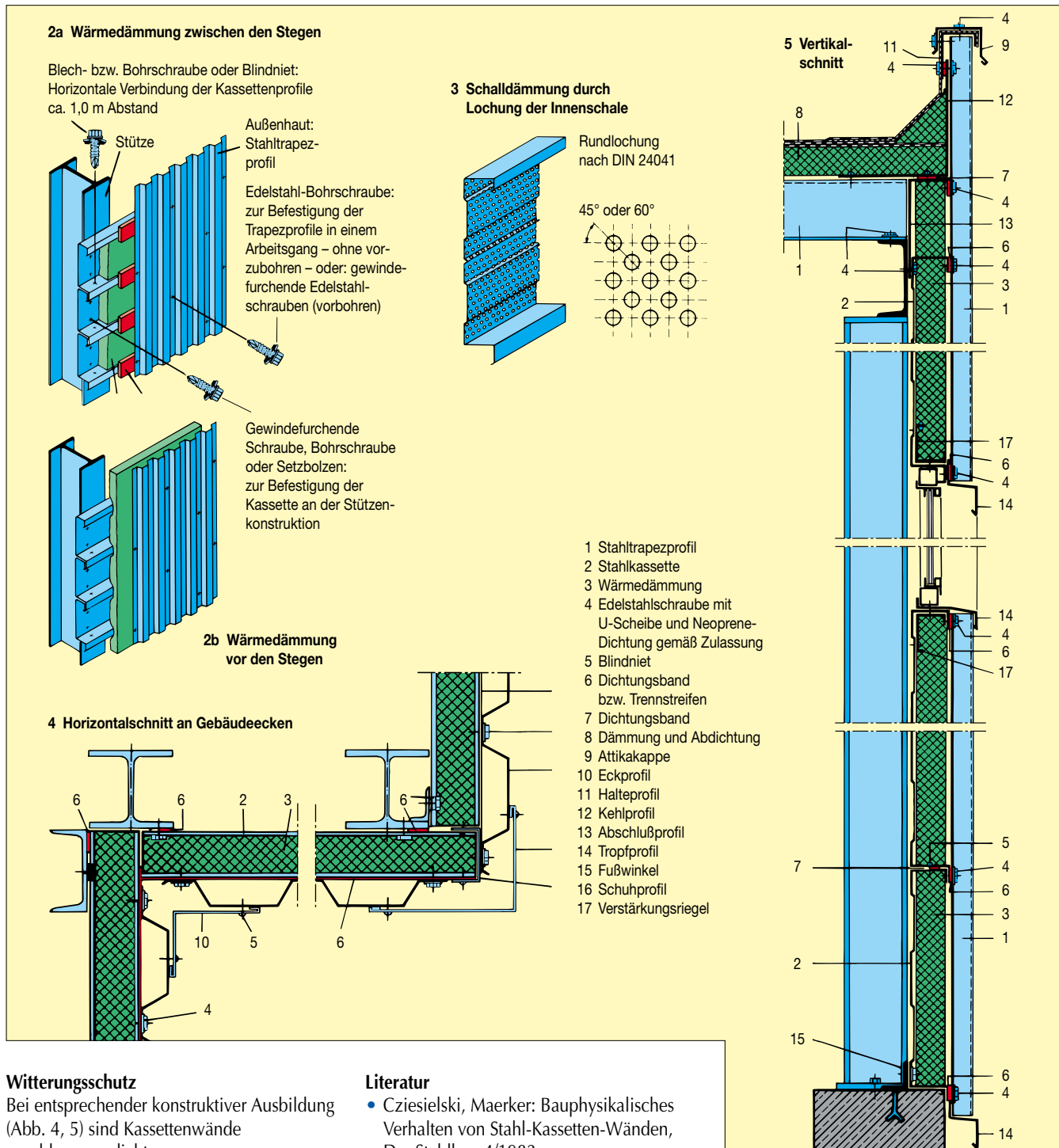
Ebenso wie mehrschalige Trapezprofilwände erfüllen Kassettenwände besonders gut die Anforderungen im Hinblick auf Schalldämmung und Schallschluckung.

- Schalldämmung
Auf gute Schalldämmung muß z. B. bei geringem Abstand von Industriehallen zu Wohngebäuden großer Wert gelegt werden. Durch geeignete Dämmstoffe können Schalldämm-Maße von $R_w = 45 - 50$ dB erreicht werden. Nicht große lichte Schalenabstände sind ausschlaggebend, sondern
 - die Rohdichte und
 - der spezifische Strömungswiderstand des Dämmstoffs sowie
 - die Profilierung der Schalen und
 - die konstruktive Ausbildung des gesamten Wandaufbaus.

- Schallschluckung
Im Interesse der Beschäftigten in Industriehallen sollte die Nachhallzeit und damit der Hallen-Innenpegel möglichst niedrig gehalten werden. Eine Erhöhung der Schallabsorption ist allerdings nur dann sinnvoll und wirtschaftlich vertretbar, wenn eine Pegelminderung um mindestens 3 dB erreicht werden kann (das bedeutet eine Verdoppelung des vorhandenen Schallschluckvermögens). Ist das nicht erreichbar, müssen geeignete Maßnahmen an den einzelnen Arbeitsplätzen (Schallquellen) getroffen werden. Schallschluckung wird erreicht durch
 - Lochung der Innenschale der Kassettenwand mit runden Löchern nach DIN 24041, deren Ausstanzungen gleichzeitig den Dämmstoff halten (Abb. 3)
 - sowie durch
 - Dämmstoffe mit geringer Rohdichte und Offenporigkeit.

Brandschutz

Die Kassettenwand ist nicht brennbar, wenn für die Wärmedämmung Baustoffe mindestens der Klasse A 2 nach DIN 4102 eingesetzt werden. Eine Wand mit Blechdicken von $t_N = 1$ mm, 90 mm Mineralfaserdämmung und Trennstreifen aus 14 mm Silikat-Asbest wird als feuerbeständig (W 90-A) eingestuft, sofern auch die Unterkonstruktion feuerbeständig ist.



Witterungsschutz

Bei entsprechender konstruktiver Ausbildung (Abb. 4, 5) sind Kassettenwände

- schlagregendicht,
- winddicht,
- sanddicht (wichtig für den Einsatz in Ländern des Nahen Ostens).

In allen Fällen ist auf eine einwandfreie Ausbildung der An- und Abschlüsse an den Gebäudekanten sowie an den Längs- und Querstößen zu achten.

Wünschen Sie, z. B. im frühen Entwurfsstadium, eine firmenneutrale Beratung, steht Ihnen BAUEN MIT STAHL gern mit Rat und Information zur Verfügung.

Literatur

- Cziesielski, Maerker: Bauphysikalisches Verhalten von Stahl-Kassetten-Wänden, Der Stahlbau 4/1982
- Lubinski: Die Stahl-Kassettenwand, Bauphysikalisches Verhalten, Bauingenieur 57/1982
- Schmiedel: Schallabsorbierende Trapezprofilkonstruktion, Zentralblatt für Industriebau 11/1980
- DIN 1055 Teil 4: Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten, Windlasten nicht schwingungsanfälliger Bauwerke
- DIN 18807: Trapezprofile im Hochbau, Stahltrapezprofile



BAUEN MIT STAHL

Sohnstraße 65 · 40237 Düsseldorf
Postfach 10 48 42 · 40039 Düsseldorf
Telefon (02 11) 67 07-828
Telefax (02 11) 67 07-829
Internet: www.bauen-mit-stahl.de
E-Mail: zentrale@bauen-mit-stahl.de

44.5 Hallenwände mit Porenbeton



Eine Gemeinschaftsorganisation von stahlerzeugenden Unternehmen und dem Deutschen Stahlbau-Verband DSTV

Stahlskelettkonstruktionen können mit Porenbetonelementen geschlossen werden. Porenbeton ist ein dampfgehärteter Baustoff, der aus gemahlenem Quarzsand mit Zement und/oder Kalk gebunden und unter Zugabe von geringfügigen Mengen Aluminumpulver oder -paste und Wasser zum Auftreiben gebracht wird. Die Rohlinge werden vor der Dampfhärtung in Platten oder Blöcke geschnitten. Die Bewehrung von Porenbetonmontagebauteilen ist mit einem dauerhaften Korrosionsschutz nach DIN 4223 bzw. Zulassungsbescheid versehen.

Wärmedämmung

Porenbeton ist ein Baustoff mit hoher Wärmedämmung, der mit üblichen Wanddicken die Anforderungen der Wärmeschutzverordnung und der zukünftigen Energieeinsparverordnung erfüllt. Wärmespeicherung, Auskühlverhalten und Amplitudendämpfung (Außen-/Innentemperatur) wirken sich günstig auf das Raumklima aus.

Brandschutz

Porenbeton gehört nach DIN 4102 als mineralischer Baustoff zur Baustoffklasse A1 „nicht brennbar“. Bei entsprechender Dimensionierung sind die Anforderungen aller Feuerwiderstandsklassen erfüllbar. Mit Porenbeton können sowohl Brandwände nach DIN 4102 Teil 3 als auch Komplextrennwände (F 180) ausgeführt werden.

Schallschutz

Porenbetonwände sind für den innerbetrieblichen Schallschutz am Arbeitsplatz und den Immissionsschutz benachbarter Gebiete durch einen hohen Absorptionsgrad und eine hervorragende Luftschalldämmung besonders günstig. Nach DIN 4109 gibt es auf die Gewichtstabelle 1 nach Beiblatt 1 einen Bonus von 2 dB. Da mit der Absenkung des Innengeräuschpegels auch die Immissionswerte gemindert werden, können mit Porenbetonbauteilen Werte erreicht werden, die allgemein nur schweren Wand- und Dachbaustoffen zugeordnet werden.

Feuchtigkeitsschutz

Austrocknung bzw. Wasseraufnahme unterliegen Gesetzmäßigkeiten, die den Porenbeton von nicht porösen Baustoffen unterscheiden. Der Feuchtetransport erfolgt durch Wasserdampfdiffusion über luftgefüllte Poren, gleichzeitig aber auch durch Wasserbewegung in den Kapillaren. Porenbeton neigt deshalb nicht zur Feuchtigkeitsanhäufung an gefährdeten Stellen des Wand- oder Dachquerschnitts. Dies ist bei der Beurteilung der inneren Kondensation oder einer feuchtetechnischen Berechnung zu beachten. Trotz der Porenstruktur ist z. B. die Saugfähigkeit erheblich niedriger als bei Ziegelbaustoffen. Werden Porenbetonaußenwände nach Herstellerangaben funktionsgerecht, d. h. regenabweisend und diffusionsoffen beschichtet, so sind eine Austrocknung der Produktionsfeuchte in 1,5 bis 2 Jahren und ein dauerhafter Witterungsschutz gewährleistet.

Konstruktive Anwendung

Je nach Funktion werden Porenbeton-Bauteile verwendet als

- **Wandplatten**, liegend oder stehend angeordnet, zwischen, vor und hinter einer tragenden Skelettkonstruktion montiert,
- **Sturzwandplatten** über Tor- und Fensteröffnungen,
- **Tragende Wandtafeln**, geschosshoch, für Keller- und Geschosswände.

Berechnung, Bemessung, Befestigung

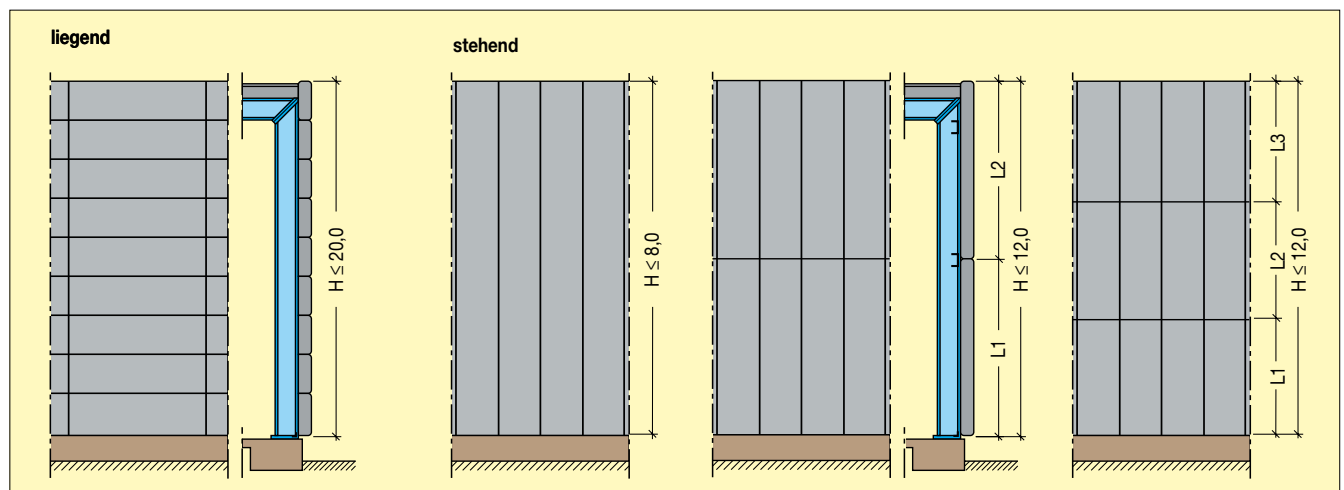
Die statische Berechnung, die Bemessung und die Montagepläne werden auf der Grundlage des Architektenentwurfs unter Berücksichtigung der Normen und Zulassungen vom Porenbetonwerk vorgenommen und geliefert.

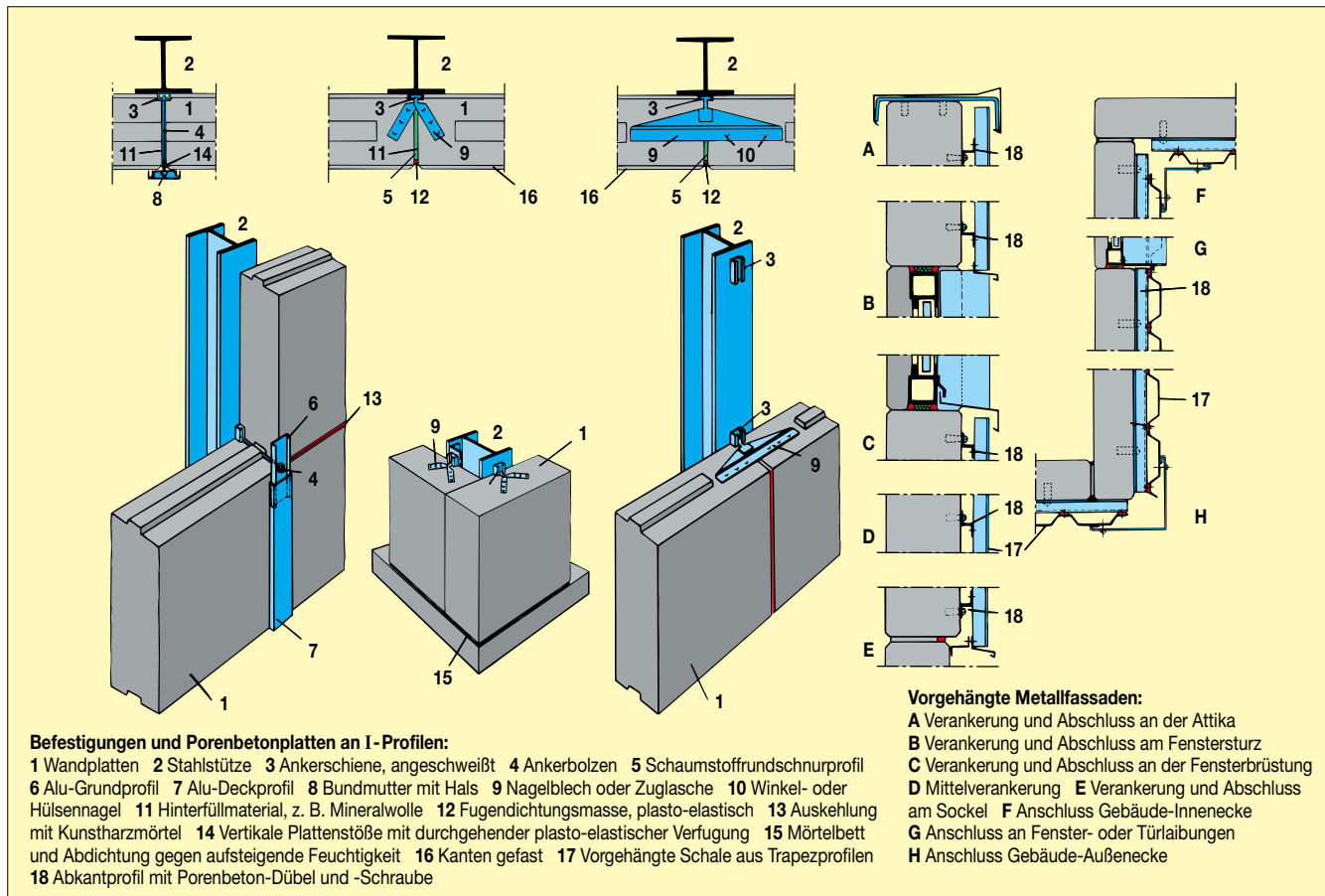
Abmessungen von Porenbeton

- Regelbreite 500/625/750 mm
- Regeldicke 100 bis 300 mm
- Länge in der Regel bis 6.000, auch 8.000 mm möglich
- Festigkeitsklassen: P 2,2/P 3,3/P 4,4
Rohdichteklassen: 0,40 bis 0,70
- Rechenwerte der Eigenlasten: 0,4;5,2; 0,45;5,7; 0,5;6,2; 0,55;6,7; 0,60;7,2; 0,65;7,8; 0,70;8,4
- Sonderprofile (Passplatten)

Je nach Art der Befestigung der Wandplatten beträgt die maximal zugelassene Wandhöhe bei horizontaler Anordnung ohne Zwischenabfangung 20 Meter. Bei vertikaler Anord-

Bild 1: liegende und stehende Anordnung von Porenbetonplatten





nung können bis zu 3 Platten übereinander gestellt werden. Dann beträgt die maximale Wandhöhe 12 Meter (Bild 1).

Porenbetonplatten werden befestigt:

- ohne Verguss mit Nagelblechen, Laschen oder Ankerbolzen
- mit Verguss mit Flachstahllaschen, Rundstahlschlaufen, Attikaverankerungen oder Ankerschlaufen. Die Befestigungsmittel einschließlich der Ankerschienen bestehen aus rostfreiem Stahl.

Wandplatten werden ohne und mit Nut und Feder geliefert.

Fugen und Verfugung

Entsprechend den Beanspruchungen wird zwischen Fugen mit nur dichtender Funktion (z. B. Horizontalfugen liegender Wandplatten) und solchen, die zusätzliche Verformungen aufzunehmen haben, unterschieden. Für Fugen mit nur dichtender Funktion haben sich Kunststoffmörtel bewährt (Lit.).

Wetterschutz-Beschichtungen

Porenbeton-Wandplatten sind grundsätzlich zu beschichten. Bei längerer Rohbaustandzeit ist eine Grundierung zu empfehlen. Insgesamt sollten mindestens 1.800 g/m² Beschichtungsmittel aufgebracht werden. Starre Fugen können,

Bewegungsfugen dürfen jedoch nicht überstrichen werden. Dunkel oder sattgetönte Beschichtungen sind zu vermeiden (Wärmebelastungen). Es dürfen nur Beschichtungssysteme verwendet werden, die die Hersteller ausdrücklich für Porenbeton empfehlen (Lit.).

Literatur

- Zulassungen der Hersteller für bewehrte Porenbeton-Wandplatten W und Zulassung des Bundesverbandes Porenbeton für Verankerungsmittel für Porenbetonmontagebauteile
- Berichtshefte des Bundesverbandes Porenbetonindustrie:
 - Heft 6 „Bewehrte Wandplatten-Fugenausbildung“
 - Heft 7 „Oberflächenbehandlung – Putze – Beschichtungen – Bekleidungen“
 - Heft 16 „Bewehrte Wandplatten – Hinterlüftete Außenwandbekleidungen“
 - Porenbeton-Handbuch, 4. durchgesehene Auflage
- Stahlbau Arbeitshilfen
 - 44 Außenwände
 - 44.1 Mauerwerk im Hallenbau
 - 44.2 Hallenwände mit Stahltrapezprofilen
 - 44.3 Hallenwände mit Stahlkassetten
- Rösel/Witte, Hallen aus Stahl, DSTV

Sicherheit: ausgereifte Technik und qualifizierte Beratung

Wünschen Sie, z. B. im frühen Entwurfsstadium, eine firmenneutrale Beratung, steht Ihnen BAUEN MIT STAHL gern mit Rat und Information zur Verfügung.

Diese Stahlbau Arbeitshilfe entstand in Zusammenarbeit mit:
 Bundesverband Porenbetonindustrie e. V.
 Dostojewskistr. 10
 65187 Wiesbaden
 Postfach 1826
 65008 Wiesbaden
 Telefon: 06 11/98 50 44-0
 Telefax: 06 11/80 97 07



Sohnstraße 65 · 40237 Düsseldorf
 Postfach 10 48 42 · 40039 Düsseldorf
 Telefon (02 11) 67 07-828
 Telefax (02 11) 67 07-829
 Internet: www.bauen-mit-stahl.de
 E-Mail: zentrale@bauen-mit-stahl.de

45 Tore für Hallen- und Industriebau



Eine Gemeinschaftsorganisation von stahlerzeugenden Unternehmen und dem Deutschen Stahlbau-Verband DSTV

Das Industrietor, früher nur ein Verschluss der Halle, ist heute ein wichtiges Bauteil. Neben den bisherigen Entscheidungskriterien

- Wirtschaftlichkeit,
- Wartungsfreundlichkeit,
- lange Lebensdauer und
- Nutzungssicherheit

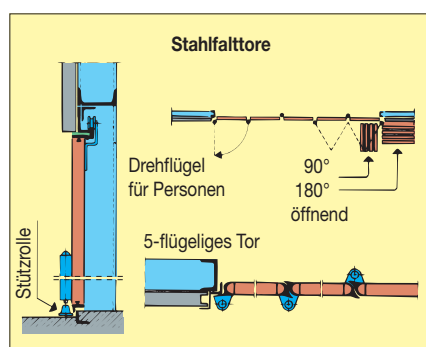
fordert der Bauherr heute verstärkt Schutzfunktionen gegen Witterung, Schall und Schmutz.

Stahlfalttore

Stahlfalttore sind mehrflügelige Tore mit Entlastungsrollen, seitlich angeschlagen, je nach Flügelzahl nach links und rechts faltend. Ihre Vorteile:

- hervorragende Wärmedämmung durch Sandwich-Konstruktion mit Polyurethan-Hartschaum-Kern
- Schalldämmung und Betriebssicherheit durch umlaufende, großvolumige Gummidichtungen
- witterungsbeständig durch verzinkte und acrylharzeinbrennlackierte Feibleche
- leichter Einbau durch Zargenkonstruktion

Beim Öffnen legen sich die Torblätter leporello-artig zusammen; bei einem Öffnungswinkel von 90° wird die lichte Torbreite etwas eingeschränkt, bei einem Öffnungswinkel von 180° lässt sich dies vermeiden.

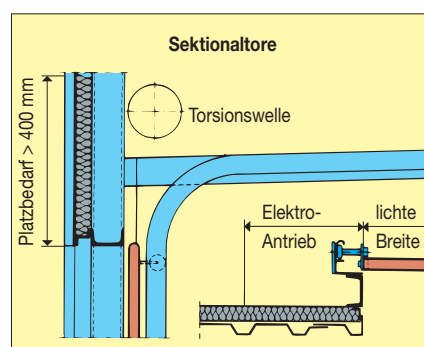


Die Sicherheitsanforderungen für kraftbetätigte Tore sind in europäischen Normen zusammengefasst. Wesentlich sind insbesondere die Normen DIN EN 12604 Tore – Mechanische Aspekte, Anforderungen, DIN EN 12453 Tore – Nutzungssicherheit, Anforderungen – mit den jeweiligen Prüfnormen DIN EN 12605 und DIN EN 12445 sowie DIN EN 12978 Türen und Tore, Anforderungen und Prüfverfahren. Keine der Normen sieht eine Nachrüstpflicht vor.

Für den Altbestand gelten daher nach wie vor die Richtlinien für kraftbetätigte Fenster, Türen und Tore (ZH 1/494) des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften sowie die §§ 9 – 11 der Verordnung über Arbeitsstätten (1975) und die §§ 28 – 29 der BG Vorschrift „Allgemeine Vorschriften (BGV A 1) (1991). Zum Altbestand zählen unter mechanischen Gesichtspunkten Tore, die vor dem 1.11.2000 eingebaut wurden. Unter dem Aspekt Nutzungssicherheit gehört ein kraftbetätigtes Tor zum Altbestand, wenn es vor dem 1.6.2001 eingebaut wurde.

Sektionaltore

Sektionaltore bestehen aus wenigen, unterschiedlich gestaltbaren Sektionen, die in der Regel scharnierend miteinander verbunden sind. Die einzelnen Sektionen werden nicht aufgewickelt, sondern (mit E-Antrieb oder



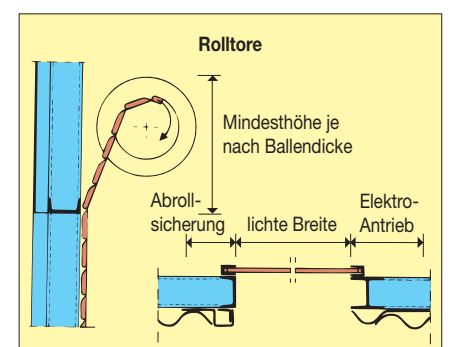
manuell) unter die Decke geschoben. Ein besonderer Vorteil gegenüber Rolltoren ist der schnellere Öffnungs- bzw. Schließvorgang. Den Gewichtsausgleich übernehmen Torsionsfederwellen im Sturzbereich; kleinere Tore besitzen auch seitlich angeordnete Zugfedern.

Der Platzbedarf (insbesondere für die gewichtsausgleichende Torsionsfederwelle, Zugfeder oder E-Antrieb) entspricht dem bei Rolltoren. Die Einschubtiefe ist etwas länger als bei Stahlfalttoren jedoch in jedem Fall größer als die Torhöhe. Sofern kein spezielles Schnellläuftor, das Öffnungsgeschwindigkeiten bis zu 4 m/s erreicht, angeboten wird, kann von folgenden Standardwerten ausgegangen werden:

- Rolltore: mittlere Laufgeschwindigkeit min. 1 m/s
- Schiebetore und Rundläuftore: Laufgeschwindigkeit 0,2 m/s
- vertikal bewegte Tore: Hubtore 0,2 m/s, Sektionaltore 0,2 – 0,3 m/s

Rolltore

Rolltore haben von allen Torarten den geringsten Platzbedarf. Sie bestehen aus scharnierartig miteinander verbundenen Profilen oder Gitterelementen (Rollgitter). Das aufgerollte Tor liegt geschützt im Sturzbereich der Öffnung (Platzbedarf je nach Ballendicke) und gibt die gesamte lichte Höhe und Breite frei.



Die Hub- oder Senkbewegung geschieht zügig, geräuscharm und mit guter seitlicher Führung. Die Antriebs Elemente (E-Motor oder Federwelle bei Rollgittern) sind vor Beschädigungen geschützt, da sie fast ausschließlich hinter dem Sturz liegen. Die ein- oder doppelwandigen Profile sind durch so genannte Endstücke gegen seitliches Verschieben gesichert. Das untere Abschlussprofil ist verstärkt und trägt die untere Gummiabdichtung und die Schließkantensicherung.

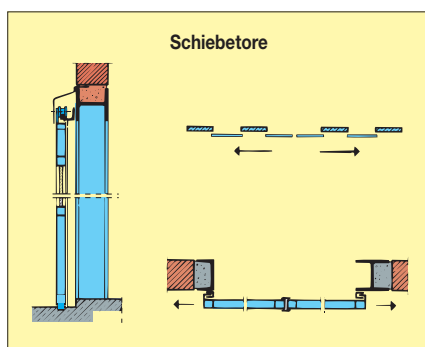
Allgemeine Maßangaben liegen nicht vor, doch sind auch 25 m und mehr Öffnungsweite keine Seltenheit. Grundsätzlich ist diese Torart jedoch insbesondere für relativ hohe und schmale Öffnungen geeignet.

Schiebetore

Zu unterscheiden sind – je nach Auflagerung des Torgewichts – untenlaufende, freitragende und obenlaufende Schiebetore; die beiden ersten vorwiegend als Grundstückseinfahrtore verwandt, das obenliegende vorwiegend als Hallentor.

Bei größeren Hallenhöhen und -breiten empfiehlt sich meist die Variante „untenrollend mit oberer Führung“.

Bei der Öffnungsweite ist zu beachten, dass bei der Öffnung des Tores seitlich genügend Raum zum Abstellen des Flügels verbleibt; dieser Raum lässt sich durch ein „Teleskop-schiebetor“ verringern, bei dem zwei oder mehr Torblattsektionen parallel hintereinander angeordnet werden (hierbei allerdings Reduzierung des seitlichen Platzbedarfs).



Tortypen und ihre Anwendungsbereiche	Stahlfalltore	Schiebetore	Rolltore	Sektionaltore
1 Fertigungshallen	•	•	•	•
2 Lagerhallen	•	•	•	•
3 Lagerhallen mit Verladerrampe	o	o	•	•
4 Montagehallen	•	•	•	•
5 Werkstätten für Handwerk	•	•	•	•
6 Autobahnmeisterei	•	•	•	•
7 Fahrzeugpflegehallen	•	•	o	•
8 LKW-Garagen	•	o	•	o
9 PKW-Garagen		o	•	•
10 Munitionsdepos	•	o	o	o
11 Geräteschuppen	•	•	•	o
12 Flugzeughallen	•	•	•	
21 Turnhallen		•	o	
22 Ausstellungshallen	•	o	•	•

• = sinnvoll o = möglich

Literatur

- Richtlinien für kraftbetätigte Fenster, Türen und Tore, Ausgabe 1989 (Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaft, Bonn)
- Verordnung über Arbeitsstätten, §§ 9 – 11
- BG-Vorschrift „Allgemeine Vorschriften“ (BGV A 1) 1, §§ 28 + 29 (1991)
- Stahlbau Arbeitshilfen
 - 44 Außenwände für Hallen
 - 44.2 Hallenwände aus Stahltrapezprofilen
 - 44.3 Hallenwände mit Stahlkassetten

Sicherheit: ausgereifte Technik und qualifizierte Beratung

Industrie- und Hallenbau sind eine Domäne des Stahlbaues; die Mitgliedsfirmen des Deutschen Stahlbau-Verbandes sind dabei erfahrene Partner.

Viele dieser Firmen errichten in Zusammenarbeit mit Architekten, beratenden Ingenieuren und Bauherren komplette schlüsselfertige Hallen- und Industriebauten und arbeiten auf Wunsch auch als Generalunternehmer; sie übernehmen dann das Preis- und Terminrisiko für den gesamten Bau, für die Organi-

sation des Bauablaufs, für die Vergabe der Nebengewerke an Subunternehmer und die Gewährleistung für die ganze Baumaßnahme. Aus ihrer Erfahrung heraus können sie Ihnen auch den im Einzelfall günstigsten Tor-Typ empfehlen.

Die Organisation BAUEN MIT STAHL steht Ihnen mit ihren Ingenieuren ebenfalls gern zur Verfügung

- wenn Sie (z. B. im frühen Entwurfsstadium) eine firmenneutrale Beratung wünschen oder
- wenn Sie (auch im Gespräch mit den Behörden) die erforderlichen und angemessenen Maßnahmen bei einem konkreten Stahlbauprojekt ermitteln wollen.
- Weitere Auskünfte erteilt:
BVT – Verband Tore
An der Pöt 48, 40885 Ratingen,
Tel. (0 21 02) 2 10 21 86-200

Wünschen Sie, z. B. im frühen Entwurfsstadium, eine firmenneutrale Hilfe, steht Ihnen BAUEN MIT STAHL gern mit Rat und Information zur Verfügung.



Sohnstraße 65 · 40237 Düsseldorf
Postfach 10 48 42 · 40039 Düsseldorf
Telefon (02 11) 67 07-828
Telefax (02 11) 67 07-829
Internet: www.bauen-mit-stahl.de
E-Mail: zentrale@bauen-mit-stahl.de

46 Sandwichelemente



Eine Gemeinschaftsorganisation von stahlerzeugenden Unternehmen und dem Deutschen Stahlbau-Verband DSTV

Allgemeines

Sandwichelemente sind leichte, industriell vorgefertigte Dach- und Wandbauteile, die auf der Baustelle einfach und schnell montiert werden können. Sie bestehen in der Regel aus zwei dünnen Deckblechen, die durch einen Kern aus Hartschaum (z. B. Polyurethan) oder Mineralwolle schubfest miteinander verbunden sind, so dass ein tragender Verbundquerschnitt entsteht. Ihre Hauptvorteile sind

- hohe Tragfähigkeit bei geringem Gewicht,
- einfache, leichte, schnelle und kostengünstige Montage,
- Innenverkleidung, Wärmedämmung und Außenhaut in einem einzigen Arbeitsgang.

Ausführungen

Sandwichelemente gibt es mit profilierten und quasi-ebenen Deckschichten (Abb. 1 und 2). Für den Dachbereich werden hauptsächlich

Elemente mit einer profilierten Deckschicht verwendet (Abb. 3), für Wandbauteile dagegen häufiger Elemente mit zwei quasi-ebenen Deckschichten (Abb. 4).

Montage und Verlegung

Dachbauteile werden in der Regel in Richtung der Dachneigung angeordnet, Wandbauteile können sowohl vertikal (stoßfrei bis ca. 18 m) als auch horizontal eingesetzt werden.

Berechnung

Geschlossene Formeln zur Ermittlung der anteiligen Schnittgrößen und Spannungen in den Teilkomponenten der Elemente nach der Theorie des nachgiebigen Verbundes liegen zwar vor, sind jedoch nur für Standardfälle handhabbar. Für verschiedene Grundfälle wurden Näherungslösungen entwickelt (siehe Literatur), für weitergehende Probleme sind mittlerweile Softwarelösungen verfügbar.

Abb. 1

Polyurethan (PUR) Hartschaum, Dichte $\rho = 40 - 50 \text{ kg/m}^3$
„FCKW“-freie Treibmittel: R141b, R22/142b, R134a, Penthan, CO₂ selbsthaftend

Polystyrol (PS) Hartschaum, Dichte $\rho \geq 15 \text{ kg/m}^3$
mit den Deckschichten verklebt

Mineralwolle Dichte $\rho = 90 - 150 \text{ kg/m}^3$
mit den Deckschichten verklebt

Werkstoff
Stahlblech $t_N = 0,40 - 1,00 \text{ mm}$ $\beta_s = 280 - 350 \text{ N/mm}^2$
Korrosionsschutz nach DIN 55028

Geometrie

eben

liniert oder gesickt

trapezprofiliert

Abb. 2

Abb. 3

Abb. 4

$$1,85 \cdot \sigma_L + 1,3 \cdot \sigma_T \leq \frac{\sigma_k}{\beta_s}$$

Abb. 5

Abb. 6

$$1,1 \cdot (\sigma_L + \psi \cdot \sigma_T) \leq \frac{\sigma_k}{\beta_s}$$

Abb. 7

Abb. 8

Nachweise

Sandwichelemente können nur auf der Basis von allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen eingesetzt werden. In Anlehnung an das Sicherheitskonzept der Euronormen sind für die Nachweise gammafache Spannungen und Schnittgrößen den Versagenswerten gegenüberzustellen. Nachzuweisen sind insbesondere die Grenznormalspannungen (Knitterspannung σ_k bzw. Fließspannung β_s) in den Deckschichten und die Grenzschubspannungen im Kern sowie die Verbindungen mit der Unterkonstruktion.

Der Tragfähigkeitsnachweis für die Deckschicht-Druck- und -Zugspannungen ist unter der Annahme von Knittergelenken über den Stützen am Einfeldträger zu führen. Die 1,85-fachen Spannungen aus äußeren Lasten (σ_L) plus die 1,3-fachen Spannungen aus Temperaturdifferenzen zwischen den Deckschichten (σ_T) sind zu überlagern und den Grenzwerten gegenüberzustellen (Abb. 5 und 6).

Beim Gebrauchsfähigkeitsnachweis der Deckschichtspannungen ist der Nachweis am Gesamtsystem zu führen. Hier gilt sowohl für die Spannungen aus äußeren Lasten als auch für diejenigen aus Temperatur ein γ_M von 1,1, wobei bei Gebäuden mit normalen Innentemperaturen die Temperaturdifferenzspannungen mit dem ψ -Faktor 0,9 abgemindert werden dürfen (Abb. 7 und 8).

Konstruktionshinweise

Durch den (gewünschten) hohen Dämmwert der Kernschicht erwärmen sich die Deckschichten sehr unterschiedlich. Während die äußere Deckschicht Temperaturschwankungen zwischen + 80 °C im Sommer unter direkter Sonneneinstrahlung und – 20 °C im Winter ausgesetzt ist, behält die innere weitestgehend die Temperatur des umschlosse-

nen Raumes. Infolgedessen dehnen sich die Deckschichten unterschiedlich aus. Werden die resultierenden Verformungen z. B. durch biegesteife Deckschichten oder mehrfeldrig gespannte Platten behindert, führt dies zu Zwängungen. Im Sommer entstehen dabei z. B. bei Durchlaufträgern Beanspruchungen im Bereich der Zwischenaufleger, die doppelt so groß wie diejenigen aus äußeren Lasten

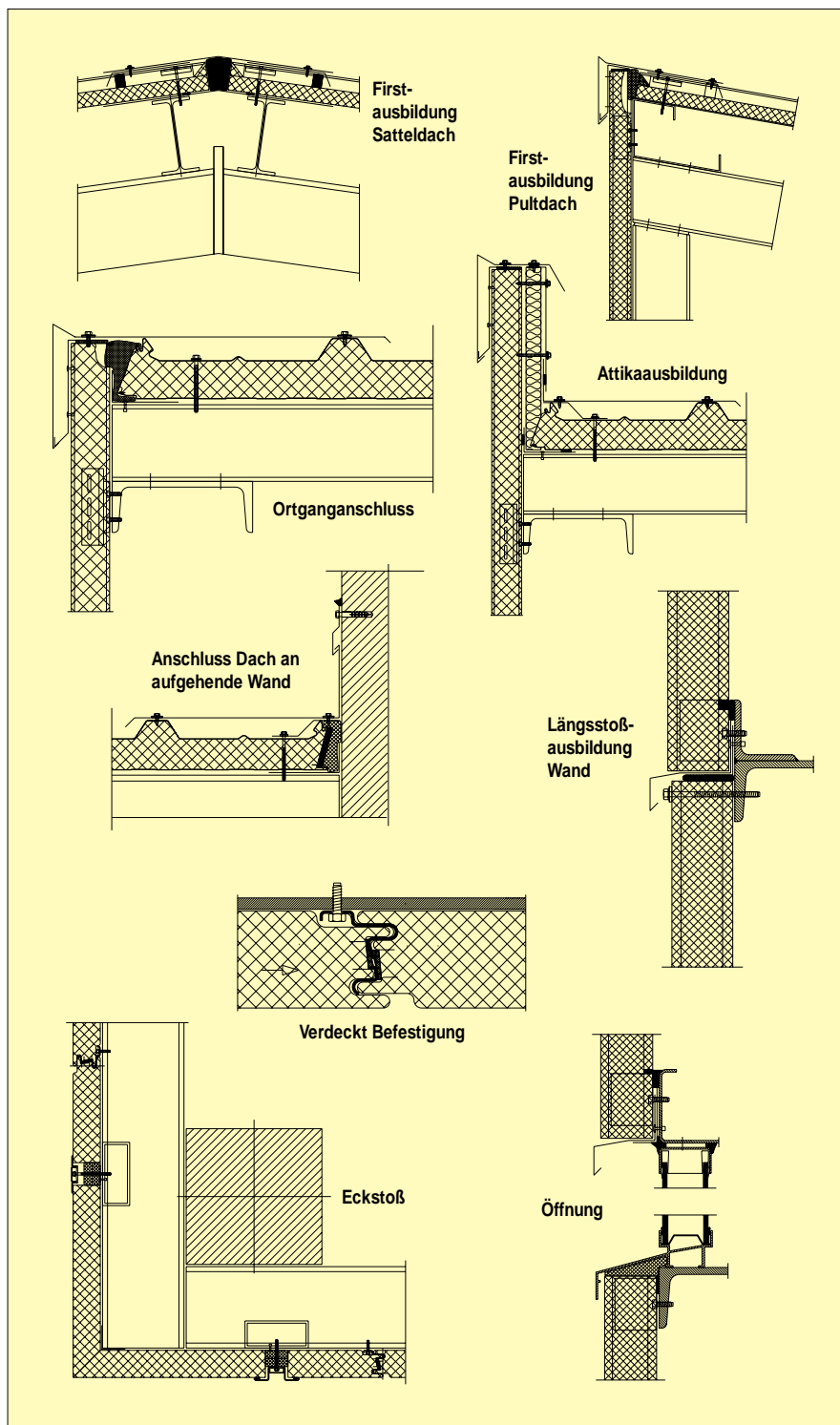
werden können. Zusätzlich ergeben sich dabei erhebliche abhebende Kräfte, die bei der Bemessung der Verbindungsmittel zu berücksichtigen sind.

Die Befestigung der Sandwichelemente erfolgt meist über direkte Verschraubung auf der Unterkonstruktion, für den Wandbereich sind auch Systeme zur verdeckten Befestigung verfügbar, so dass der Eindruck einer ungestörten Fläche entsteht.

Die quasi-ebenen Deckschichten reagieren empfindlich auf Störstellen wie Auflager und Verschraubungen. Dies führt zu einer Abnahme der aufnehmbaren Druckkräfte in diesen Bereichen. Unter anderem können dadurch nicht unbeschränkt viele Verbindungsmittel nebeneinander angeordnet werden.

Literatur

- K. Stamm, H. Witte: Sandwichkonstruktionen. Springer Verlag, Wien/New York, 1974.
- K. Schwarze: Numerische Methoden zur Berechnung von Sandwichelementen. Stahlbau 12/1984.
- O. Jungbluth: Verbund- u. Sandwichtragwerke. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, 1986.
- E. Wölfel: Nachgiebiger Verbund. Eine Näherungslösung und deren Anwendungsmöglichkeiten. Stahlbau 6/1987.
- K. Berner: Praxisgerechte Nachweise zur Trag- und Gebrauchsfähigkeit von Sandwichbauteilen. Stahlbau 12/1998.



Sohnstraße 65 · 40237 Düsseldorf
 Postfach 10 48 42 · 40039 Düsseldorf
 Telefon (02 11) 67 07-828
 Telefax (02 11) 67 07-829
 Internet: www.bauen-mit-stahl.de
 E-Mail: zentrale@bauen-mit-stahl.de