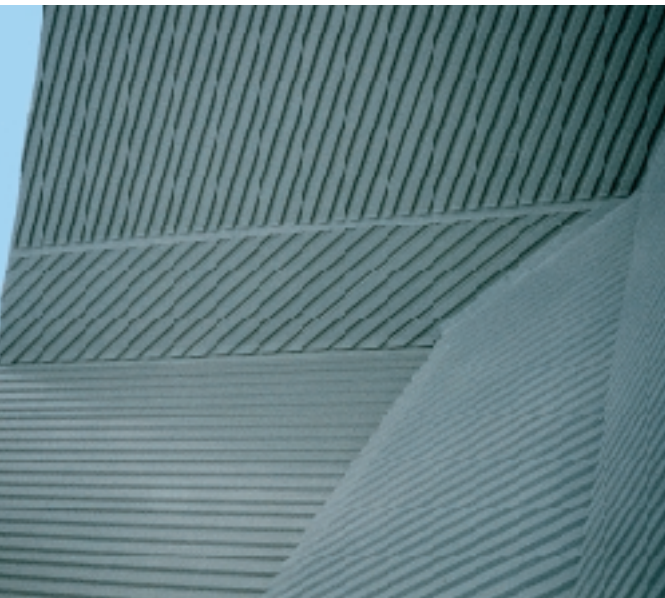


Dokumentation 609

Dach- und Wandkonstruktionen im Hallenbau



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

Bitte beachten:

Legenden, Terminologien und Begründungen der Maßnahmen zu den Abbildungen finden Sie auf der Innenseite.

Klappen Sie diese Seite aus! ►

Inhalt

	Seite
1. Allgemeines	2
2. Eigenschaften der Werkstoffe	2
3. Korrosionsschutz für Stahl	2
4. Profilbleche aus Stahl	4
5. Sandwichelemente	6
6. Güteüberwachung	8
7. Verbindungs- und Befestigungselemente	8
8. Bauweisen	12
9. Entwicklungstendenzen	20
Literaturhinweise	21
Organisation BAUEN MIT STAHL e. V.	24

1. Allgemeines

Die Idee, aus ebenen Stahlblechen zur Erhöhung der Tragkraft prismatische Strukturen zu formen, wurde bereits in der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts umgesetzt. Der Ursprung der Entwicklung ist in den Jahren 1850 – 1860 zu sehen, in welchen in England bereits Stahl-Wellblechelemente hergestellt wurden. In Deutschland wurde im Jahre 1875 von der Firma Hein, Lehmann und Co., Berlin, diese Entwicklung nachvollzogen [1].

Im Gegensatz hierzu ist die Industrialisierung der Fertigung von Well- und Trapezprofilen das Ergebnis der Entwicklungen in den letzten 50 Jahren. Eine große Nachfrage nach raumabschließenden Elementen in den ersten Nachkriegsjahren setzte in Deutschland Entwicklungen in Gang, die nunmehr zu einer allseits akzeptierten Bauweise geführt haben.

Die wichtigsten Meilensteine auf diesem Weg sind die Entwicklung sendzimirverzinkten Bandstahls, die Entwicklung von Coilcoating-Anlagen und neuerdings auch das Glühen von Coils in kontinuierlichen Glühanlagen.

Die ersten Stahl – Polyurethan – Verbundelemente (im folgenden kurz PUR-Sandwichelemente genannt) für den Baubereich wurden bereits 1962 hergestellt, als von einem namhaften deutschen Stahlhersteller die Sandwichtechnik für neue Produkte aus oberflächenveredeltem Stahlblech wiederentdeckt wurde; eine kontinuierliche Fertigungsmethode ebnete dem Bauelement den Weg in den Baumarkt. Seit einigen Jahren werden auch Sandwichelemente mit Kern aus Mineralwolle in kontinuierlichen Verfahren hergestellt.

2. Eigenschaften der Werkstoffe

2.1 Stahl

Für die Herstellung von Trapezprofilen und Deckschalen für Sandwichelemente wird für die Kaltverformung geeigneter Stahl mit einer Streckgrenze von mindestens 280 N/mm² bis 350 N/mm² verwendet. Die bevorzugte Lieferform für diese Stahlbleche sind Bänder in Dicken von 0,4 bis 1,5 mm und Breiten von ca. 600

mm bis ca. 1500 mm, zu Coils aufgerollt mit einem Gewicht von bis zu 30 t [2 – 8].

2.2 Polyurethan-Hartschaum

Er entsteht durch Vermischen der flüssigen Rohstoffe Polyisocyanat und Polyol. Zusätzliche Komponente sind Aktivatoren und Zusatzmittel, um die Verarbeitbarkeit in kontinuierlichen Prozessen zu regeln, die Matrix zu stabilisieren und um die mäßige Entflammbarkeit nach DIN 4102-1 sicherzustellen.

Die chemische Reaktion der beiden Stoffe wird durch ein Treibmittel unterstützt, um das gewünschte feinporige Aufschäumen und die erforderliche Rohdichte zu erreichen. Die tiefsiedenden Flüssigkeiten werden den chemischen Komponenten während des Mischvorgangs beigefügt. Die Wärme, die bei dem exothermen Prozeß zwischen dem Polyol und dem Polyisocyanat entsteht, läßt die flüssigen Treibmittel verdampfen und das Gemisch aufschäumen.

Die Komponenten des Polyurethan-Schaums sind sorgfältig auf die gewünschte Anwendung abgestimmt [24]. Die Verwendung als Baustoff fordert verlässlich gleichbleibende mechanische Kennwerte. Neben der mechanischen Beanspruchbarkeit des Polyurethan-Schaumes sind seine Wärmeisoleigenschaften von hoher Bedeutung; die Treibmittel liefern mit sehr niedrigen Wärmeleitwerten hierzu einen willkommenen Beitrag.

2.3 Mineralwolle

Mineralwolle wird in kontinuierlichen Verfahren aus verflüssigtem Gestein gesponnen. Die Fasern werden während des Produktionsprozesses in einer Vorzugsrichtung parallel zu den Oberflächen der Platten abgelagert. Um sie als Stützkern in Sandwichelementen gebrauchen zu können, müssen diese Fasern aus Stabilitätsgründen jedoch senkrecht zur Plattenoberfläche stehen. Daher werden die Platten mit der Breite von einem Meter in Lamellen mit der Dicke des zu fertigen Sandwichelementes geschnitten und um 90° gedreht. Anschließend werden die Lamellen manuell oder maschinell entweder quer zur Laufrichtung des Mineralwoll-Sandwichelementes oder auch in Längsrichtung versetzt eingebaut.

3. Korrosionsschutz für Stahl

3.1 Baurechtliche Grundlagen

DIN EN ISO 12944, Definition von Atmosphärentypen und Beanspruchungen.

DIN 55928-8, Definition von Korrosionsschutzsystemen.

DIN 18807-1 und Zulassungsbescheide des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt). Katalogisierung der erforderlichen Korrosionsschutzsysteme als Funktion des Einsatzbereiches der Bauelemente im Metalleichtbau allgemein.

DIN 18516-1, Vorgabe der erforderlichen Korrosionsschutzsysteme als Funktion des Einsatzbereiches der Bauelemente als Verkleidung über Beton oder Mauerwerk.

3.2 Metallische Überzüge

In Bandverzinkungsanlagen erhält der Bandstahl als erste Stufe zum Korrosionsschutz einen metallischen Überzug [1]. Das Stahlblech – mehrere Coils zu einem endlosen Band zusammengeheftet – durchläuft kontinuierlich verschiedene Vorbehandlungsstufen – Reinigungs-, Vorwärm-, Reduktions- und Angleichungszonen – ehe es im Zinkbad bei ca. 450° seinen metallischen Überzug erhält. Beim Austritt aus dem Bad wird durch eine Düsenabstreifvorrichtung sichergestellt, daß ein Überzug mit gleichmäßiger Dicke entsteht. Die Endqualität erhält das Band in den folgenden Stufen-Kühlung, Dressierung, Streckrichten.

Es werden drei unterschiedliche Arten von metallischen Überzügen auf Zinkbasis unterschieden, die mit einer Zinkschichtdicke von 20 µm je Seite aufgebracht werden:

Verzinkung (Z): Wie oben beschrieben, wird auf das Stahlband eine beidseitige Zinkauflage von insgesamt 275 g/m² aufgebracht [3]. Dies entspricht einer Schichtdicke von ca. 20 µm beidseitig. Das gebräuchliche Kürzel lautet: Z 275. Die Einstufung dieses Überzuges erfolgt in die Korrosionsschutzklasse I nach Teil 8 der DIN 55928.

Galfan® (ZA): Der Überzug besteht aus einer Legierung von 95 % Zink und 5 % Aluminium nebst geringen Mengen von Mischmetallen [4]. Der Überzug Galfan® zeigt gegenüber dem feuerverzinkten Stahl ein verbessertes Umformverhalten und eine verbesserte Korrosionsbeständigkeit. Die Auflage beträgt 250 g/m²; dies entspricht einer Schichtdicke von 20 µm beidseitig; das gebräuchliche Kürzel ist ZA 250. Die Einstufung dieses Überzuges erfolgt in die Korrosionsschutzklasse I nach Teil 8 der DIN 55928.

AlZn 55 % (AZ): Der Begriff AlZn 55 % oder Galvalume® wird als Bezeichnung für den Trägerwerkstoff Stahl einschließlich seines metallischen Überzuges verwendet. Dieser besteht aus einer Legierung von 55 % Aluminium, 43,4 % Zink und 1,6 % Silizium [5]. Eine typische Auflagegruppe ist AZ 185 (185 g/m², entsprechend 20 µm je Seite). Galvalume® oder AlZn 55 % hat gegenüber der Verzinkung ein vergleichbares Umformverhalten, ist jedoch hinsichtlich des Korrosionsschutzes deutlich besser [13].

Gegenüber der früher allgemein gebräuchlichen Tafelverzinkung hat die heute angewendete Bandverzinkung den Vorteil, daß die Übergangsschicht zwischen Stahlkern und Zink, die s.g. Hartzinkschicht, sehr dünn bleibt; das Ergebnis ist, daß nun die Verformung zu profilierten Stahlblechen mit kleinen Biegeradien (in der Größenordnung der Blechdicke) möglich ist.

Der Korrosionsschutz des Stahlbleches wird dadurch bewirkt, daß bei der Bewitterung das im Überzug enthaltene Zink eine schützende Deckschicht aus Korrosionsprodukten bildet. Wegen des Kohlendioxidgehaltes der Luft bestehen diese vorwiegend aus basischen Zinkcarbonaten, die im Laufe der Zeit durch Wind und Wetter flächig abgetragen werden, sich jedoch ständig aus dem darunter befindlichen Zink erneuern. Überzüge auf Zinkbasis verbrauchen sich daher im Laufe der Zeit, sofern sie nicht durch zusätzliche Maßnahmen geschützt werden. Der Abtrag wird in starkem Maße vom Typ der Atmosphäre, in dem sich das Bauteil befindet, beeinflusst [1].

Bei länger andauerndem Feuchteanfall, insbesondere bei dichter Lagerung, z. B. beim Transport oder der Baustellenlagerung, kann „Weißrost“ (Zinkoxidhydrat) entstehen, der den Korrosionsprozeß erheblich beschleunigt.

Lediglich AlZn 55 % kann ohne weitere Beschichtung der Bewitterung – auch in Meeres- und Industrietmosphäre – ausgesetzt werden. Zum Schutz gegen „Schwarzrost“ bei feuchter Lagerung während des Transportes unterzieht man dieses System zusätzlich einer Nachbehandlung mittels einer organischen Chromatlösung.

Wird das mit einem metallischen Überzug versehene Stahlblech (bzw. ein Produkt aus diesem) durch Schneiden oder Sägen geteilt, entstehen zwangsläufig Schnittflächen, an denen das Grundmaterial Stahl ohne schützende Zinkschicht der Verwitterung ausgesetzt ist.

Der Schutz der Schnittflächen bei Blechstärken bis ca. 1,2 mm wird über den sogenannten „kathodischen Schutz“ erreicht, einem Austausch von Ladungsträgern in einem Elektolyten, so daß sich kaum Korrosionserscheinungen ergeben.

Luftumspülte Schnittkanten sind eine wesentliche Voraussetzung für die Funktion der kathodischen Schutzwirkung.

3.3 Organische Beschichtungen [8].

Die organische Beschichtung (Kunststoffbeschichtung) wird als Flüssigbeschichtung oder in Form einer Folie auf den metallischen Überzug aufgebracht.

Die Flüssigkeit kann als Anstrich im Spritzverfahren nach der Profilierung der Profile aber auch als kontinuierliche Bandbeschichtung (Coilcoating) vor der Verformung der Bleche ausgeführt werden.

Von dominanter Bedeutung ist heute das Coilcoating-Verfahren. Bei der Flüssigbeschichtung werden beidseitig thermoplastische oder duroplastische Kunststoffe in Breitband-Beschichtungsanlagen auf ein mit einem metallischen Überzug, Z 275 oder ZA 250, versehenes Stahlband in flüssiger Form über Walzen aufgebracht. Nach der Aushärtung des Lackes im Brennofen beträgt

die Schichtdicke bei duroplastischer Beschichtung bis 25 µm, bei thermoplastischer Beschichtung bei den gängigen Beschichtungsverfahren bis zu ca. 200 µm.

Bei der Folienbeschichtung wird nach der Vorbehandlung und dem Kleberauftrag eine Kunststoffolie auflamiert. Die Foliendicke erreicht bei Polyvinylfluoridfolien 40 µm, bei Plastisolfolien bis zu ca. 300 µm.

Durch Auftrag der Kunststoffbeschichtung auf das Trägermaterial wird ein sogenanntes Duplex-System geschaffen, bei welchem sich die beiden Schutzschichten in hervorragender Weise ergänzen:

Die organischen Beschichtungen verhindern zunächst den Abtrag des Zinks. Da sie jedoch nicht völlig diffusionsdicht sind und auch Alterungsprozessen unterliegen, beginnt der Zinküberzug mäßig zu korrodieren. Die Korrosionsprodukte verschließen wiederum die Poren und Mikrorisse der alternden organischen Beschichtung und verzögern somit ganz erheblich deren korrosive Unterwanderung und das Abblättern.

3.4 Auswahl des Korrosionsschutzsystems

Während DIN 18807-1 den erforderlichen Korrosionsschutz für die unterschiedlichen Einsatzfälle von Trapezprofilen und Kassetten regelt, wird der Korrosionsschutz von Sandwichelementen durch die jeweils gültigen Zulassungsbescheide des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) geregelt.

Übliche Korrosionsschutzsysteme sowie deren Bewertung für verschiedene Einsätze sind in der DIN 55928-8, festgelegt. Das Beschichtungssystem muß sorgfältig den Witterungsbedingungen, denen das Bauwerk ausgesetzt ist, angepaßt werden. Ein Anhaltspunkt über die Auswahlkriterien gibt [8]. In der Regel ist eine Beratung bei den Herstellerfirmen der Bauelemente unerläßlich.

DIN 55928-8 legt folgende Korrosionsschutzklassen fest:

K I : Metallischer Überzug Z 275 oder ZA 255.

K II: Metallischer Überzug wie bei K I und zusätzliche organische Beschichtung mit einer Dicke von zumindest 12 µm (dieser Wert wird nach DIN 18807-1, Fußnote zu Tabellen 1 und 2, auf 10 µm reduziert).

K III: Metallischer Überzug wie bei K I und zusätzliche organische Beschichtung mit einer Dicke von zumindest 25 µm.

Das ausgewählte Korrosionsschutzsystem kann seine Aufgabe nur dann erfüllen, wenn der vorgesehene Schutzprozeß nicht durch Beschädigungen an der Oberfläche gestört wird. Sorgfältige Behandlung der Bauteile während des Transportes und insbesondere während der Montage ist daher unumgänglich. Bei hochwertigen Bauteilen, z. B. bei Sandwichelementen, wird daher i. d. R. auf der Oberfläche der Außenseite eine Schutzfolie aus Polyacrylat aufkaschiert, die entsprechend den Herstellerangaben unmittelbar nach der Montage der Elemente abgezogen werden muß.

Aus dem Erfordernis des Korrosionsschutzes entstammen wesentliche Konstruktionsregeln:

- Mindest-Dachneigungen bei Dächern ohne Durchbrüche: 3°, bei Dächern mit Durchbrüchen: 5°.
- Kondensat und Niederschlagsfeuchte dürfen nicht auf den beschichteten Flächen stehenbleiben.

- Sämtliche Schnittkanten sollen oberhalb der Bodenübergangszone (ca. 60 cm oberhalb GOK) liegen [8]. Sie sind luftumspült auszubilden. Die Belüftung oberhalb der Bodenübergangszone soll nicht durch dichten feuchtigkeitsbindenden Bewuchs behindert werden.
- Blechkontakte sind so zu gestalten, daß kein Kapillarspalt entsteht.
- Profilformen und Kantteile sollen mit möglichst großen Kantradien hergestellt werden.

3.5 Qualitätssicherung

Die europäischen Coil-Coater sind in der ECCA (European Coil Coating Association, Brüssel) als Dachverband vertreten, dessen Prüfverfahren für eine ausgereifte Beschichtungsqualität bürgen.

3.6 Ausblick

Zur Zeit werden erhebliche Anstrengungen unternommen, auch die Pulverbeschichtung auf Polyesterbasis mit Schichtdicken von 40 – 60 µm für Außen- und Inneneinsatz im Bauwesen als Bandbeschichtung auf den Markt zu bringen. Diese Beschichtung ist unempfindlicher gegenüber mechanischer Einwirkung.

Abb. 1: Trapezprofilgenerationen

- a) 1. Generation ohne Sicken
- b) 2. Generation mit Sicken und Stegversätzen zur Aussteifung beulgefährdeter Bereiche
- c) 3. Generation mit Obergurt-Quersieckung
- d) 4. Generation als Kombination der 2. und 3. Generation

4. Profilbleche aus Stahl

4.1 Baurechtliche Regelungen

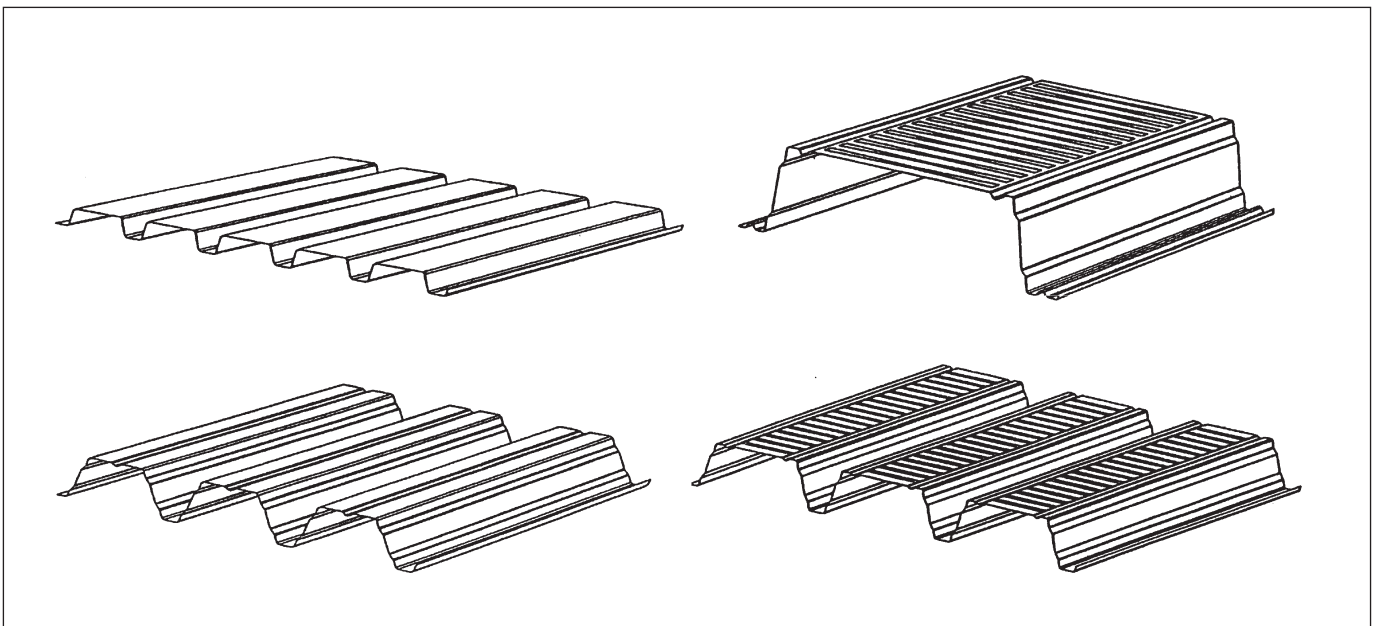
DIN 18807 Trapezprofile
DIN 59231 Wellblech, Pfannenbleche.
Zulassungsbescheide des DIBt für Kassettenprofile.

4.2 Herstellung

Stahlprofilbleche werden heute in kontinuierlich arbeitenden Rollformanlagen in Blechdicken von 0,63 mm bis 1,5 mm und mit Einlaufbreiten der Bänder von ca. 1100 mm bis ca. 1500 mm profiliert, wobei die Bandbreiten von 1250 mm und 1500 mm als Standardbreiten benutzt werden. Die Durchlaufgeschwindigkeit des verzinkten und beschichteten Bandes beträgt ca. 75 m/min.

4.3 Trapezprofile für Dach und Wand

Abb. 1 zeigt die Entwicklung der einzelnen Bauelementgenerationen seit der Erfindung des Wellbleches. Die niedrigen Wandprofile in Höhen bis 50 mm haben in erster Linie eine raumabschließende Funktion, da sie aufgrund der vorliegenden statischen Nutzhöhe nicht in der Lage sind, größere Kräfte, als die an Wandkonstruktionen vorherrschenden



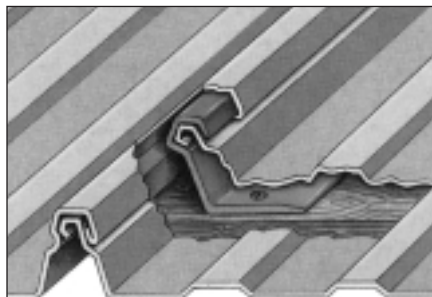
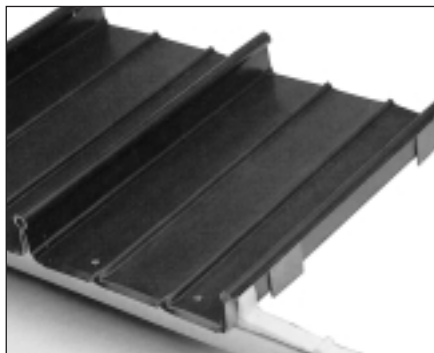
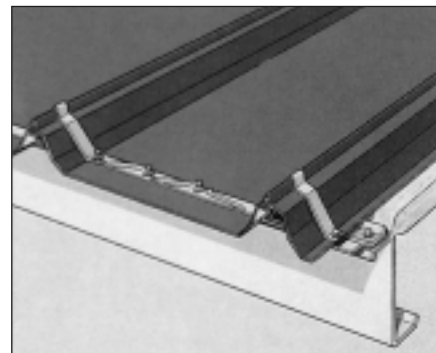


Abb. 2: Deckschalen



Windkräfte abzutragen bzw. größere Spannweiten zu überbrücken. Die nächste Generation von Trapezprofilen zeigt höhere Profilierungen. Die hohen Stege und breiten Gurte sind zum Zwecke der Stabilisierung mit Sicken versehen, so daß neben der raumabschließenden Funktion in hohem Maße die lastabtragende hinzukommt. Die dritte Trapezprofilgeneration erhält in den Obergurten planmäßig Querrippen, um das Tragvermögen quer zur Erzeugenden zu vergrößern.

4.4 Deckschalen im Dachbereich

Für den Einsatz im Dachbereich werden Trapezprofile, Wellelemente oder Stehfalzprofile mit einer Höhe bis ca. 75 mm verwendet. Modernere Formen, speziell für den Einsatz im Dach entwickelt, sind in Abb. 2 zu sehen. Wesentliches Merkmal dieser Profilformen ist, daß keine von außen sichtbare Befestigungselemente verwendet werden. Die Blechdicke dieser Elemente ist in der Regel 0,63 mm bis 0,70 mm.

4.5 Stahlkassettenprofile

Ein Sonderprodukt stellt die Kasette dar (Abb. 3). Sie ist, als reines Tragwerk eingesetzt, z. B. als Ersatz für die Wandriegel horizontal von Stütze zu Stütze gespannt. Gelegentlich ist sie auch im Dach als Ersatz für die Pfetten, von Binder zu Binder gespannt, im Einsatz.

4.6 Bemessung von Trapezprofiltafeln

Die Tragkraft von Trapezprofilen wird heute nach DIN 18807, Teil 1 – 2 ermittelt ([17], wesentlich beeinflusst durch [20] und [21]); sie ist abhängig von der Größe der „mitttragenden Querschnittsbereiche“, der Profillage (Positiv- oder Negativlage), der Belastungsrichtung in Bezug auf die Profillage (z. B. Winddruck, Windsog), den Auflagerbreiten und der Befestigungsart an der tragenden Konstruktion.

Die möglichen Versagensformen sind Überschreiten der Fließgrenze im mittragenden Querschnitt, Beulen der Druckgurte bzw. der Stege oder das Krüppeln der Stege im Auflagerbereich.

Die zugehörigen Querschnitts- und Bemessungswerte werden entweder nach DIN 18807 Teil 1 berechnet oder nach DIN 18807 Teil 2 durch Versuche ermittelt, wobei die Querschnittswerte für Normalkraftbeanspruchung nur durch Berechnung, die Bemessungswerte für die Begehrbarkeit nur durch Versuche zu ermitteln sind. Jeder Hersteller von Trapezprofilen erstellt auf der Basis der Querschnitts- und Bemessungswerte Belastungstabellen, die in der Regel von den Prüfmännern für Baustatik geprüft werden.

Stahltrapezprofildächer und Decken können nicht nur Vertikallasten aufnehmen, sondern sie sind auch in der Lage, Beanspruchungen als Scheibe aufzunehmen [22].

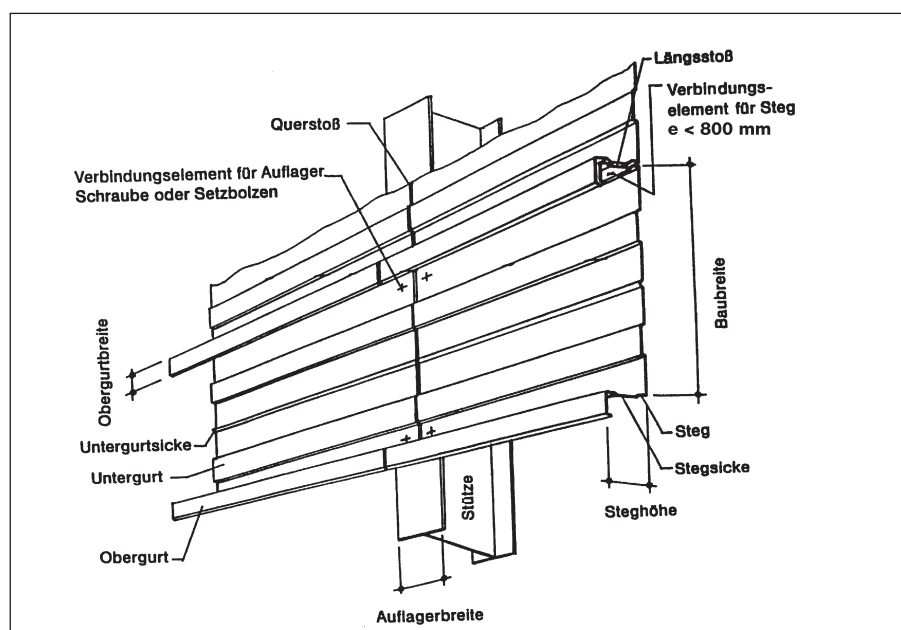
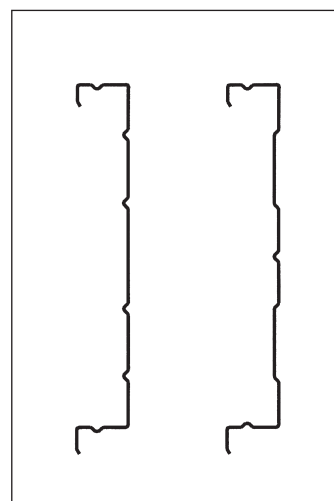


Abb. 3: Kassettenprofil. Links eingebaut, rechts Profilformen.



Stahltrapezprofil- Schubfelder ersetzen Fachwerkverbände. Dementsprechend können diese statischen Elemente Windkräfte und andere horizontale Lasten, wie z. B. Stabilisierungskräfte kippfährdeter Binder, bis zu den für die Aufnahme dieser Lasten geeigneten Tragwerkskonstruktion weiterleiten [18–XII].

Die Schubsteifigkeit eines Feldes ist abhängig von der Profilhöhe und der verwendeten Blechdicke. Bei gleichbleibender Blechdicke nimmt die Schubsteifigkeit mit höher werdenden Profilen ab. Die Lasteinleitung in das Schubfeld kann nur über lastverteilende Randstäbe erfolgen ([17], Teil 3, 3.6). Besondere Aufmerksamkeit ist den Befestigungselementen zu widmen ([17], Teil 3, 3.6.2).

Genaue Hinweise für Festigkeitsnachweise und die konstruktive Ausbildung werden in der DIN 18807, Teil 3 angegeben.

Die Tragfähigkeit der dünnwandigen Profile ist in hohem Maße von der Querschnittstreue abhängig. Wesentliche Konstruktionsregeln basieren daher auf dem Erfordernis, daß die Querschnittsgeometrie während des Belastungsvorganges erhalten bleiben muß. Das heißt im einzelnen:

- Die Längsränder der Trapezprofiltafeln sind untereinander im Abstand von maximal 666 mm zu verbinden
- Die Längsränder der Verlegefläche sind nach DIN 18807-3, 4.3 zu lagern oder auszusteifen.
- Löcher und Öffnungen in der Verlegefläche sind nach DIN 18807-3, 4.8 konstruktiv einzufassen, ihr Einfluß auf benachbarte Bauelemente ist rechnerisch nachzuweisen. Die als Längswechsel gebräuchlichen dünnwandigen, kaltverformten Stahlblechprofile haben – gemessen an den üblichen Spannweiten – große Schlankheiten und sind daher stark stabilitätsgefährdet. Daher ist eine kontinuierliche Verbindung der Druckgurte der Längswechsel mit dem benachbarten Trapezprofil- Obergurt für die Standicherheit unerlässlich.

5. Sandwichelemente

5.1 Baurechtliche Grundlagen

Herstellerbezogene allgemeine bauaufsichtliche Zulassungsbescheide des DIBT für Sandwichelemente [26].

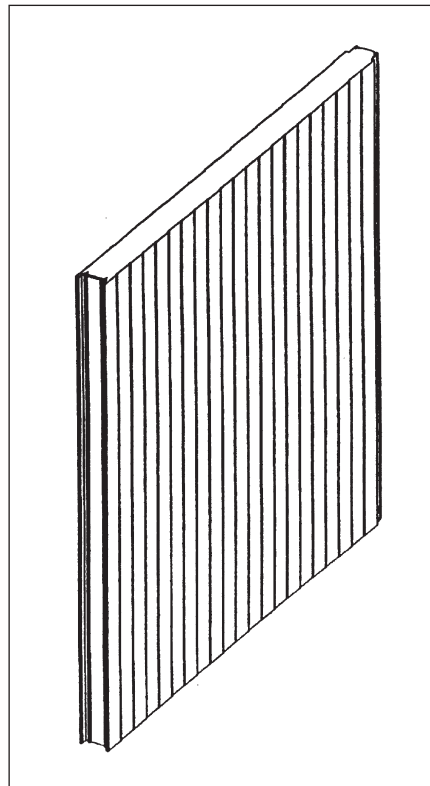
Preliminary Recommendations for Sandwichpanels [27]

5.2 Allgemeines

Wie kaum ein anderes Bauelement hat sich das Polyurethan-Sandwichelement (Abb. 4 bis 6) in den letzten 20 Jahren seinen Platz im heutigen Industrie- und Gewerbehochbau erobert. Infolge ihrer industrialisierten, kontinuierlichen Fertigung haben sie zu einer Kostenreduzierung und durch eine weitgehend witterungsunabhängige Montage der Elemente zu einer zügigeren Fertigstellung der Bauwerke beigetragen. Die güteüberwachte Fertigung sorgt für ein hohes Qualitätsniveau der mit diesen Bauteilen errichteten Gebäude.

Die Materialkombination – dünnwandige Metalldeckschalen – mit zum Teil nur 0,5 mm Dicke und ein dazwischen eingeschäumter Polyurethan-Hartschaumkern mit einer Dicke ab 40 mm – erzeugt

Abb. 4: Sandwich-Wandelement mit Standardfuge (Dicken von 40 – 100 mm)



ein Tragelement, welches sich hervorragend für wärmedämmende und lastabtragende Dach- und Wandbekleidungen eignet.

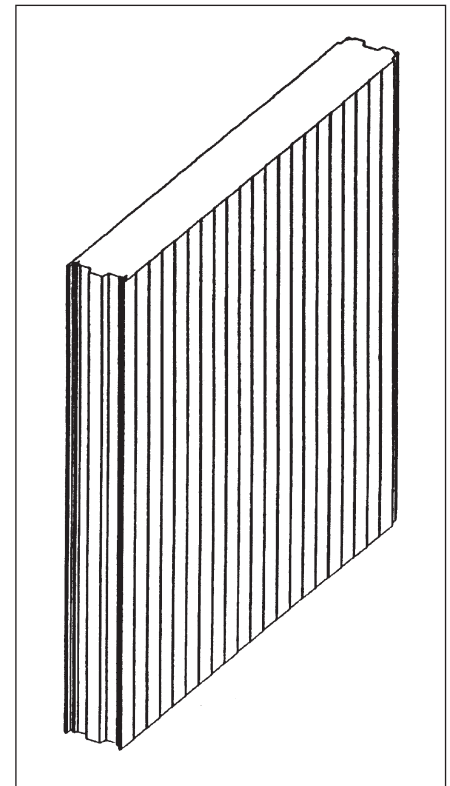
Die diffusionsdichten Deckschalen schützen den Schaum langfristig gegen das Eindringen von Feuchte, so daß die herausragenden Wärmedämmeigenschaften auf Dauer erhalten bleiben.

Während bei der Verwendung als Dachelement die Lebenserwartung die erforderliche Beschichtung bestimmt, werden bei der Verwendung als Wandelement auch ästhetische Gesichtspunkte für die Wahl von Beschichtung und Farbe relevant. Hier zeigt sich ein weiterer Vorteil dieser Bauweise: Die Elemente werden mit endgültigem Oberflächen-Finish in Struktur und Farbton auf die Baustelle geliefert. Eine weitergehende Bearbeitung ist in der Regel nicht erforderlich.

5.3 Fertigung

Die Fertigung von Polyurethan-Sandwich-Elementen geschieht heute fast ausnahmslos in kontinuierlich arbeitenden Sandwich-Anlagen. Von zwei Haspelstationen werden zwei Stahlbänder ab-

Abb. 5: Sandwich-Wandelement mit Kühlhausfuge (Dicken von 100 – 200 mm)



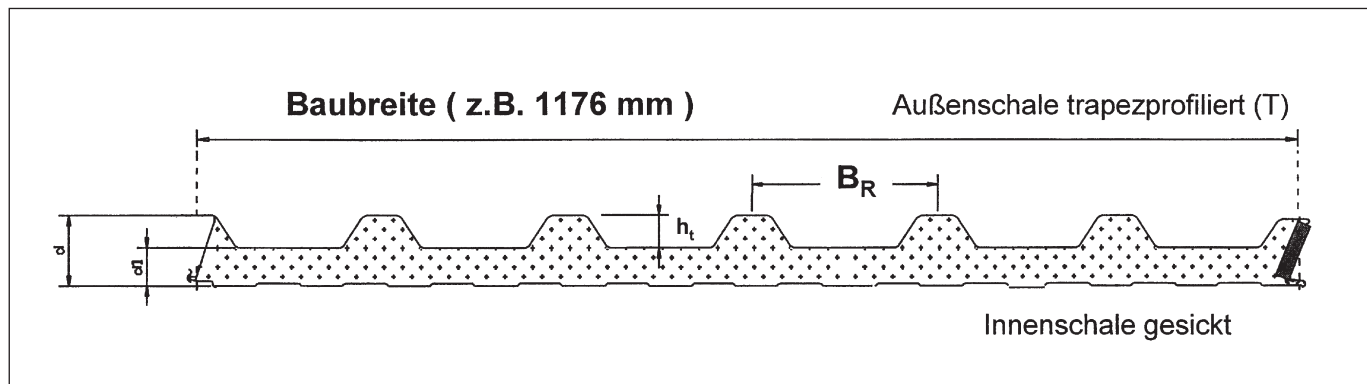


Abb. 6: Sandwich-Dachelement

gezogen und in einem Profilierteil zur äußeren und inneren bzw. unteren und oberen Deckschicht des Sandwich-Elementes verformt (Flächen- und Randprofilierung). Die Deckschichten werden dann im Bereich des Schäumportales bis auf die Nenndicke des zu erzeugenden Sandwich-Elementes zusammengeführt. Nach Zugabe der flüssigen Komponenten des Polyurethan-Hartschaumes werden die Deckschichten in das sogenannte Doppelplattenband von ca. 30 m Länge eingeführt. In diesem Bereich findet der Aufschäumprozeß statt. Die entstehenden Schäumdrücke werden durch die obere und untere Plattenbandlage bis zum Aushärten aufgenommen. Da der PUR-Schaum während des Aufschäumens eine Klebphase durchläuft, verbindet er sich kraftschlüssig mit den Deckschalen. Nach dem Durchlaufen des Plattenbandes ist das Element so stabil, daß es mit einer Säge abgelängt, durch spezielle Transportvorrichtungen gehoben und anschließend verpackt werden kann.

Die fertigen Elemente wiegen je nach Dicke zwischen 10 und 20 kg/m². Die Lieferlängen werden nur durch die Transport- und Baustellenverhältnisse begrenzt.

5.4 Bemessung

Durch ihre hohe Eigensteifigkeit und Tragfähigkeit können Stahl-Polyurethan-Verbundbauteile erhebliche Lasten übernehmen, die durch Wind oder Schnee auf ein Gebäude einwirken. Darum sind sie nicht nur für die Wand, sondern bei entsprechender Profilgeometrie z. B. mit trapezförmiger Außenschale auch für den Einsatz im Dachbereich hervorragend geeignet.

Die statischen Probleme, die bei Anwendung der Elemente als lastabtragende Bauteile auftreten, wurden in verschiedenen Veröffentlichungen [25 bis 30] behandelt, für baupraktische Zwecke mittels geschlossener Rechenverfahren [33] methodisch aufbereitet und über EDV-Programme mit numerisch robusten Algorithmen [34] einer bequemen Lösung zugänglich gemacht.

Das Tragverhalten wird durch die folgende Arbeitsteilung zwischen Deckschichten und Polyurethanschaumkern beschrieben:

- Die Deckschalen wirken als Membrane, die ein Kräftepaar zur Aufnahme des inneren Biegemomentes zur Verfügung stellen; bei stark profilierten, trapezförmigen Deckschalen, wie sie z. B. bei Dachkonstruktionen üblich sind, werden diese Membrankräfte durch ein Sekundärbiegemoment ergänzt.
- Der Polyurethan-Hartschaumkern übernimmt die Aufnahme der Schubkräfte. Aufgrund des hohen Unterschiedes in der Dehnsteifigkeit zu den Deckschalen beteiligt er sich nicht an der Aufnahme des inneren Biegemomentes.

Die Verformung, die aus der MembranstEIFigkeit der Deckschalen und der Schubsteifigkeit des Polyurethan-Hartschaumkernes herrühren, liegen in vergleichbarer Größenordnung. Die Gesamtverformung des Elementes wird daher mit Hilfe der Sandwichtheorie beschrieben, deren charakteristisches Merkmal die Anwendung eines Verformungsansatzes mit zwei unabhängigen Verformungsgrößen und der Zugrundelegung zweier unabhängiger Materialgesetze ist [25].

Spezielle Probleme in der statischen Berechnung von Sandwichelementen betreffen das Beulversagen (Knittern) der druckbeanspruchten Deckschichten sowie Kriechverformungen des Schaums unter Dauerbelastung. Der Umgang mit beiden Problemen wird durch die vom DIBt jeweils für diese Bauelemente ausgesprochenen Zulassungsbescheide [26] geregelt.

Der Anwender der Bauelemente hat zur Bemessung die i. d. R. von den Landesprüfämtern geprüften Typenentwürfe der Spannweitentabellen zu Verfügung. Diese Tabellen gelten nicht für feldweise unterschiedliche Spannweiten oder höhere ständige Lasten als die Eigenlasten.

5.5 Das defensive Brandverhalten

Nach den gültigen Brandschutzvorschriften (DIN 4102-1) werden die Polyurethanhartschaum-Sandwichelemente der Baustoffklasse B 1 (schwer entflammbar) zugeordnet. Das läßt jedoch kaum Rückschlüsse auf das tatsächliche Verhalten im Brandfall zu. Hier konnten im Laufe der Jahre aus Brandversuchen und Brandunfällen Erfahrungen gesammelt und ausgewertet werden [49-51,55]. Dabei zeigte sich, daß durch die PUR-Sandwichelemente weder eine nennenswerte Erhöhung der üblicherweise im Gebäude vorhandenen Brandlast eintritt, noch eine Brandweiterleitung bei Verwendung als raumabschließende Elemente erfolgt.

Eine Brandausweitung innerhalb der Elemente oder an der Oberfläche kann ebenfalls nicht erfolgen. Nach Entfernen der äußeren Brandlast, z. B. durch Ablöschen, tritt wegen fehlender Sauerstoffzufuhr durch Aufkohlen des Polyurethan-Hartschaumkernes Selbstverlöschung ein.

Der duroplastische Polyurethan-Hartschaumstoff schmilzt nicht und tropft nicht ab. Damit besteht nicht die Gefahr der Zündung von Sekundärbränden. Die Toxizität der Rauchgase wird, im Vergleich zu der von herkömmlichen Stoffen, wie z. B. Fichtenholz, als deutlich geringer beurteilt.

Die Summe dieser Erkenntnisse führte bei den Sachversicherern zu der Entscheidung, bei Verwendung solcher Bauteile keine besonderen Risikozuschläge zu den üblichen Brandschutzprämien zu erheben.

5.6 Montage von Sandwichelementen

Renomierte Hersteller geben als Hilfe für das Verlegen der Sandwichelemente Montageanleitungen heraus. Besonderes Augenmerk ist aus bauphysikalischen Gründen der Einhaltung der Baubreite zu widmen, da nur so die erforderliche Luftdichtheit erzielt werden kann.

6. Güteüberwachung

(DIN 18807 / RAL RG 617)

Zum Zweck der Qualitätssicherung wurde die Gütegemeinschaft für Bauelemente aus Stahlblech e. V. gegründet. Diese ist Trägerin des vom RAL (Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e. V.) anerkannten und unter RAL-RG 617 registrierten Gütezeichens.

Als Grundlage für den Güteschutz werden in den Güte- und Prüfbestimmungen für die Werkstoffe die mechanischen Kennwerte sowie die chemischen Zusammensetzungen entsprechend den jeweils geltenden Normen festgelegt. Des weiteren enthalten sie Bestimmungen für die Maßhaltigkeit der gütegesicherten Profile und für alle für die Tragfähigkeit und für die Verlegung relevanten geometrischen Größen.

PUR-Sandwichelemente sind hochwertige Qualitätsbauelemente. Festlegungen hinsichtlich der Güteüberwachung sind Bestandteil der bauaufsichtlichen Zulassung für Sandwichelemente des DIBt. Neben der Eigenüberwachung durch den produzierenden Betrieb unterliegen die Prüfprozeduren für die Elemente auch

der Fremdüberwachung durch die Materialprüfungsämter.

Die Entwurfsfassung der RAL RG 617 von November 1999 enthält nunmehr auch die Güte- und Prüfbestimmungen für Sandwichelemente.

Eine Eingangskontrolle durch den Bauleiter der Montagefirma gehört zu den unabdingbaren Voraussetzung für das Gelingen einer fachgerechten Montage.

7. Verbindungs- und Befestigungselemente

7.1 Baurechtliche Regelungen

Allgem. bauaufsichtliche Zulassungsbescheide des DIBt für Verbindungselemente [36,37].
Zulassungsbescheide des DIBt für Sandwichelemente [26].
DIN 1052-2. Holzbau

7.2 Verbindungselemente für Wellprofile, Trapezprofiltafeln und Kassettenelemente

Die Verbindungstechnik behandelt die Verbindung der Profiltafeln mit der Unterkonstruktion sowie die Verbindung der Profiltafeln untereinander.

Die Verbindung der Trapezprofil-Tafeln mit der Unterkonstruktion hat nach Maßgabe der statischen Berechnung zu erfolgen, jedoch ist zumindest jede zweite Profilrippe mit der Unterkonstruktion zu verbinden. An den Rändern der Verlegetfläche ist dagegen ein Verbindungselement in jeder Profilrippe erforderlich.

Für die Verbindung der Profiltafeln am Längsrand legt DIN 18807 fest, daß jede Profiltafel entlang ihres Längsrandes mit einer anderen Profiltafel, bzw. entlang eines freien Randes mit einem mindestens 1,0 mm dicken Randversteifungsblech verbunden werden muß. DIN 18807, Absatz 4.5.2 gibt hierzu die Abstände der Verbindungselemente an.

Wird eine Profiltafel als Schubfeld verwendet, so sind die Verbindungselemente entsprechend dem Schubfluß nachzuweisen [18.XII].

Bei Kassettenelementen sind die statisch relevanten Befestigungselemente in direkter Stegnähe unterzubringen. Weitere Verbindungselemente werden unter konstruktiven Gesichtspunkten gewählt – z. B. zur Kompression der Dichtbänder.

7.3 Typen der Verbindungselemente
Folgende Verbindungselemente sind im Stahl-Leichtbau gebräuchlich:

- I. Gewindefurchende Schraube, \varnothing 6,3 mm, mit Unterlegscheibe $\varnothing \geq 16$ mm, 1 mm dick mit Elastomerdichtung (Abb. 7). Die gewindefurchende Schraube formt sich in einem vorgebohrten Loch spanlos das Gewinde selbst.
- II. Sechskant-Blechschaube, \varnothing 6,3 bzw. 6,5 mm, Unterlegscheibe $\varnothing \geq 16$ mm, 1 mm dick, mit Elastomerdichtung (Abb. 8). Diese Schraube bildet, wie die gewindefurchende Schraube, ihr Gewinde in vorgebohrten Löchern durch Materialverdrängung spanlos.

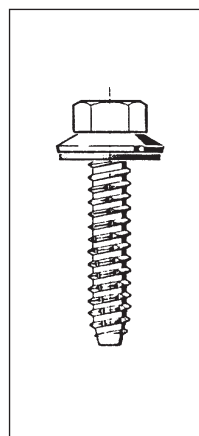


Abb. 7:
Gewindefurchende Schraube, Form Z

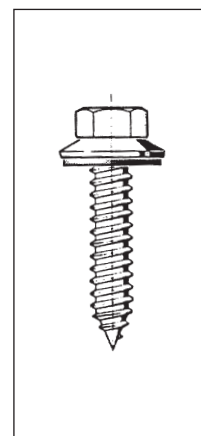


Abb. 8:
Gewindefurchende Schraube, Form A

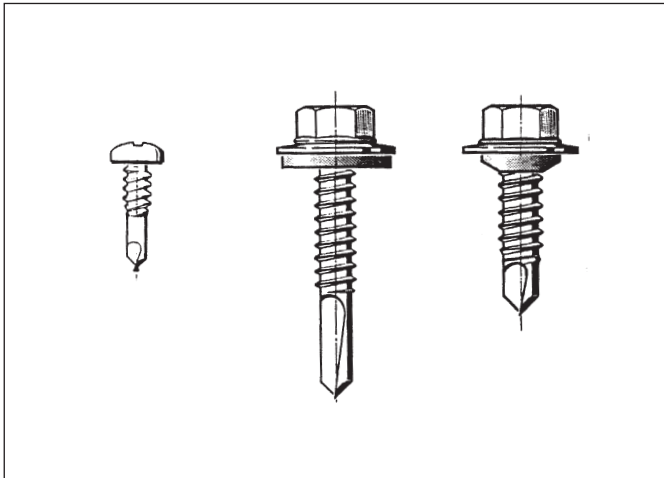


Abb. 9:
Bohrschrauben

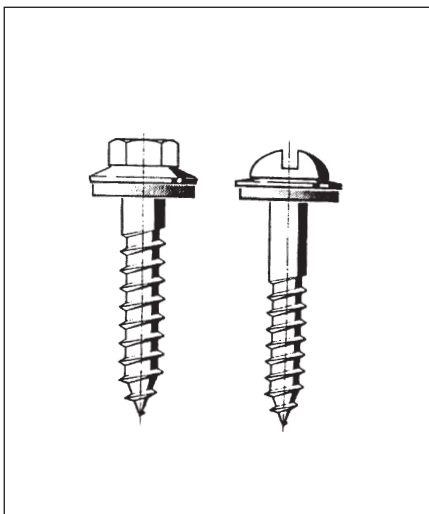


Abb. 10: Holzschrauben

III. Selbstbohrende Schrauben \varnothing 4,2 / 4,8 / 5,5 / bis 6,3 mm (Abb.9). Die Spitze der Bohrschraube ist so ausgebildet, daß sie sich das Kernloch selbst bohren kann. Das Gewinde wird wie bei der gewindefurchenden Schraube durch Materialverdrängung gebildet.

IV. Holzschrauben nach DIN 571 mit \varnothing 6 mm, mit einer Unterlegscheibe $\varnothing \geq 16$ mm, 1 mm dick (Abb. 10). Die Schraube dient für die Befestigung von Stahltrapezprofilen und Sandwichelementen auf Holzunterkonstruktionen. Für das Vorbohren sind die entsprechenden Bestimmungen der DIN 1052-2 zu beachten.

V. Setzbolzen, $\varnothing \geq 4,5$ mm, mit Rondelle 12 bzw. 15 mm Durchmesser, 1 mm Dicke (Abb. 11). Der Setzbolzen wird durch Bolzensetzgeräte eingebracht. Die Ladungsstärke der Treibkatsche richtet sich nach der Dicke und Festigkeit der Bleche und nach der Festigkeit der Unterkonstruktion. Die Stahlunterkonstruktion muß über eine Mindestdicke von 6 mm verfügen.

VI. Blindniet, \varnothing 4,0 bis 5,0 mm, (Abb. 12). Blindniete aus den Werkstoffen Monel, Aluminiumlegierungen und Edelstahl sind nicht mehr zerstörungsfrei lösbare Verbindungselemente. Blindniete werden vorzugsweise für die Längsstoßverbindung bei Stahltrapezprofilkonstruktionen und für die Verbindung von Formteilen untereinander sowie mit Stahltrapezprofilen verwendet.

Nähere Angaben zu dem Verwendungszweck sowie Vorschriften zur Anwendung von Verbindungselementen enthalten die Zulassungsbescheide des DIBT [36, 37].

Abb. 11: Blindniete

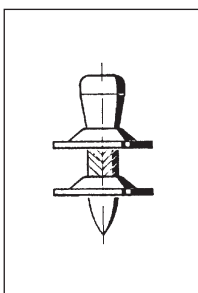


Abb. 12: Setzbolzen

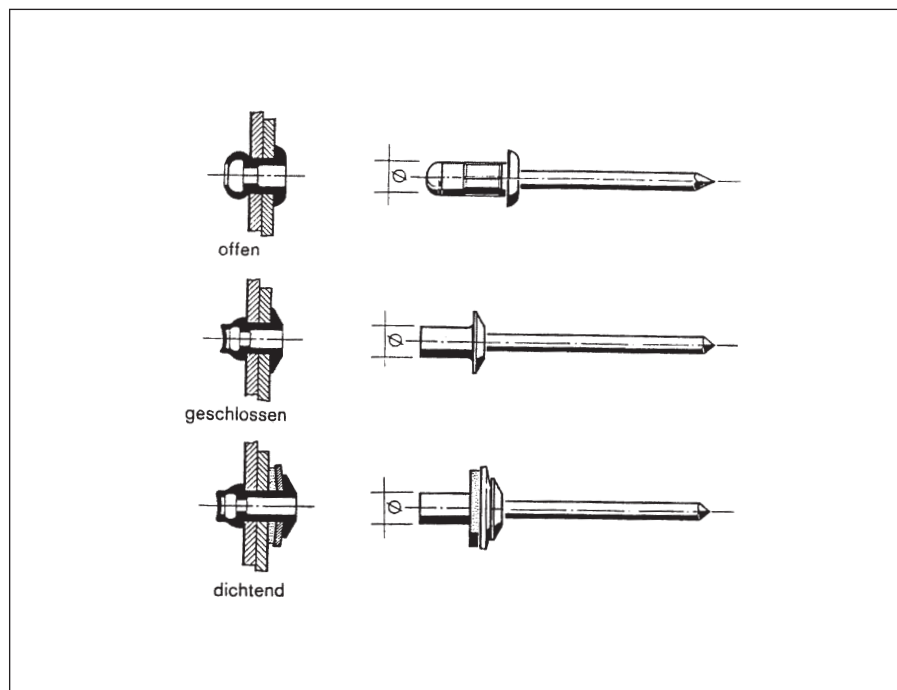
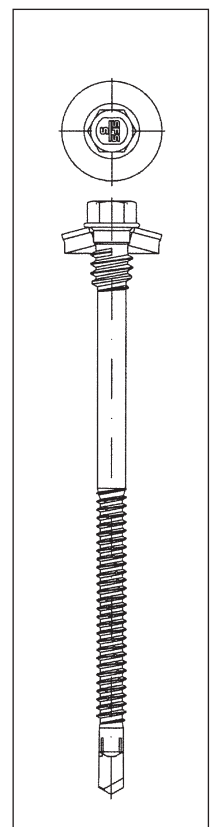


Abb. 13:
Sandwich-Schraube



Anwendungsbereiche der Befestigungselemente


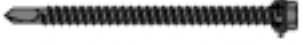


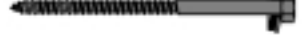




Sandwich Stahl- Uk.	Sandwich Holz- Uk.	Prof.-Tafeln Stahl- Uk.	Längsstöße Blech/Blech	Querstöße Blech/Blech	Typ des Verbindungselementes
↑	↓				
↑	↓				
↑	↓	↑	↑	↑	
↑	↓	↑	↑	↑	
↑	↓	↑	↑	↑	
↑	↓	↑	↑	↑	
↑	↓	↑	↑	↑	
			↓		
			↓		

Abb. 14: Einsatzbereiche der Schrauben

7.4 Verbindungs- und Befestigungselemente für Sandwichelemente

In der Regel werden die Sandwichelemente sowohl im Dach- als auch im Wandbereich mittels Durchschraubung an der Unterkonstruktion befestigt.

Die verwendeten Schrauben müssen im Rahmen eines Dauerfestigkeits-Testes ihre Eignung für die Befestigung von Sandwichelementen nachgewiesen haben. Geeignete Schrauben sind in den Zulassungsbescheiden für Sandwichelemente aufgeführt. Darüber hinaus enthält der Zulassungsbescheid Z- 10.4 - 407 speziell für die Befestigung von Sandwichelementen entwickelte Schrauben (Abb. 13).

Eine Übersicht über die Anwendung der Verbindungselemente zeigt Abb. 14.

Abb. 15 zeigt die Befestigung von Dach-Sandwichelementen mit stählernen Deckschalen. Für die Befestigung auf Stahl-Unterkonstruktion hat sich die Untergurtbefestigung bewährt. Dach-Sandwichelemente mit Aluminium-

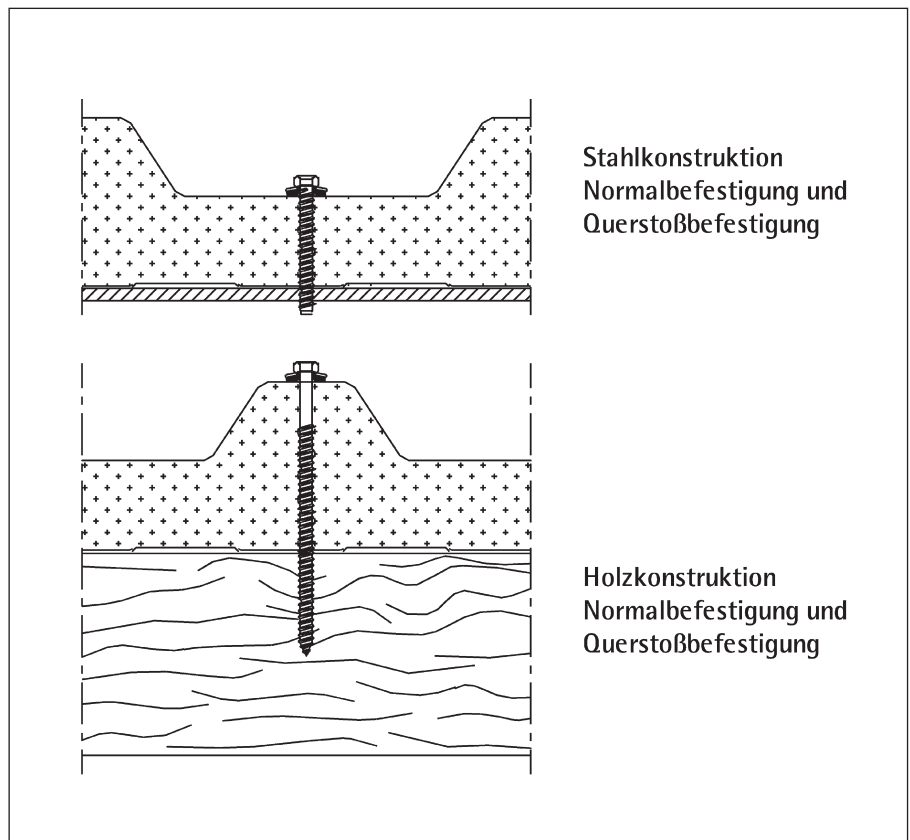


Abb. 15: Befestigung von Dach-Sandwichelementen mit Stahldeckschalen

Deckschalen müssen stets mittels Kalotten befestigt werden.

Für die Anwendung von Sandwichelementen in der anspruchsvolleren Architektur, z. B. moderner Fassaden, ist das traditionelle Befestigungskonzept mit durchgeschraubten Wandelementen in Frage zu stellen. Praktisch nicht vermeidbare leichte Einbeulungen der Deckschalen des Elements unter den Schraubenköpfen können bei entsprechender Beleuchtung der Wand unschöne optische Effekte erzeugen. Zweifellos wird auch diese Befestigungsmethode für Sandwichelemente in Zukunft noch Anwendung finden und den Ansprüchen vieler Bauherrn genügen; doch die verdeckte Befestigung wird in den kommenden Jahren zunehmend an Bedeutung gewinnen.

Beim Einsatz der verdeckten Befestigung sind folgende Randbedingungen zu beachten:

- beide Stahlblechschalen, die innere wie auch die äußere, müssen durch das Befestigungselement erfaßt werden, um ein Abreißen der Außenschale unter abhebenden Belastungen zu verhindern.
- die Fuge muß auch im Bereich des verdeckten Verbindungselementes dem Stand der Technik entsprechend luftdicht sein.
- Das Befestigungselement darf keine auffallende Wärmebrücke darstellen.
- Eine ausreichende Stabilität des Befestigungselements ist durch Versuche sicherzustellen.
- Die Befestigungsnachweise müssen frühzeitig erstellt werden, damit möglicherweise erforderlich werdende Änderungen der Unterkonstruktion rechtzeitig in die Planung einfließen können.

Die Entwicklungen der letzten Jahre werden in den Abbildungen 16 bis 18 gezeigt.

Als verdeckte Befestigungen für Wandelemente dienen zwei unterschiedliche Entwicklungen. Eine davon arbeitet mit einem zusätzlichen Formteil (Abb. 16)

eine andere mit einer Randdurchschraubung (Abb. 17). Keines der Systeme zeichnet sich durch gravierende Vor- oder Nachteile aus.

Verdeckte Befestigungen im Dach sind im wesentlichen funktionell begründet: Während der Montage fallen keine Bohr-

späne auf die Beschichtung und es befinden sich keine Schrauben im Bereich der benetzten Fläche (Abb. 18).

Seitens des Anwenders sollte darauf geachtet werden, daß die verdeckten Befestigungen in den Zulassungsbescheiden [26] des DIBt geregelt sind.

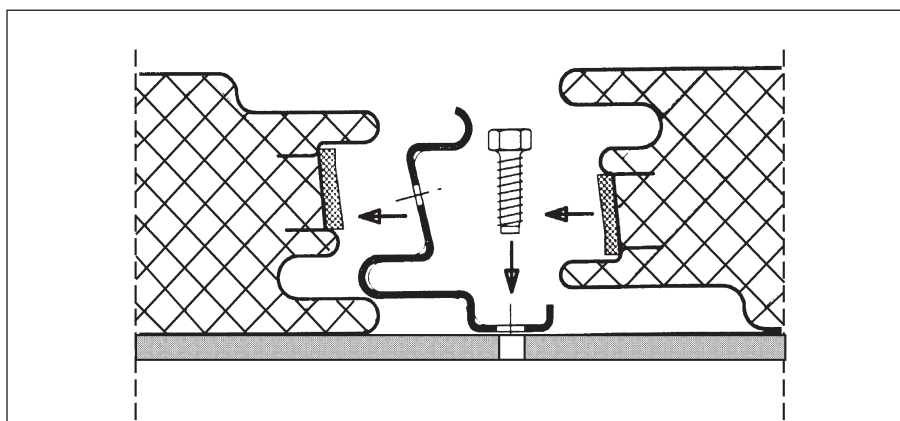


Abb. 16: Verdeckte Wandelement-Befestigung mittels Sonderformteil

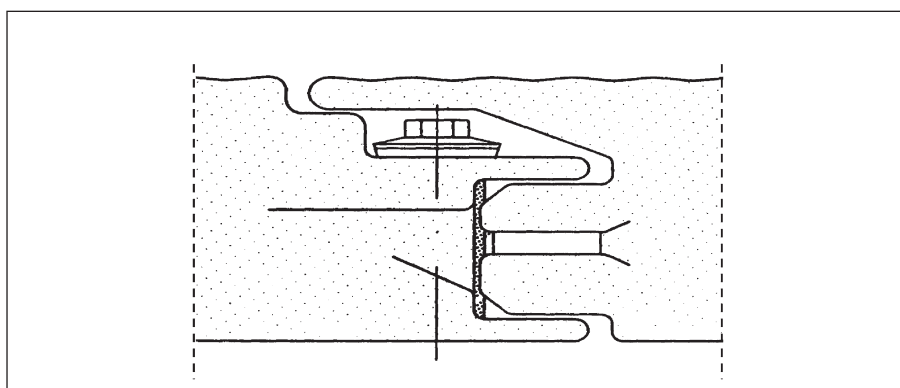


Abb. 17: Verdeckte Wandelement-Befestigung mittels verdeckter Schraube

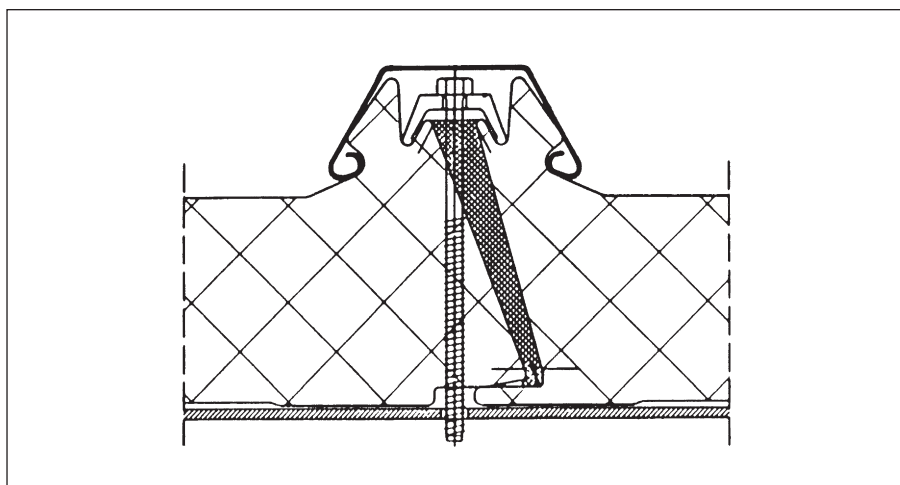


Abb. 18: Verdeckte Dachelement-Befestigung mittels verdeckter Schraube

8. Bauweisen

8.1 Formteile für Trapezprofil- und Sandwichkonstruktionen

Dach- und Wandelemente aus Well-, Trapez-, Kassettenprofilen und Sandwichelementen werden erst in Verbindung mit Formteilen zu sinnvollen, bautechnisch funktionierenden Konstruktionen. Formteile aus beschichteten Stahlblechen werden auf Pressen oder Schwenkbiegemaschinen hergestellt. Die Materialstärke liegt üblicherweise bei 0,75 mm; die Länge solcher Formteile beträgt im allgemeinen 5 m – 6 m. Für statisch wirksame Formteile werden auch Materialdicken bis 3 mm eingesetzt; auf speziellen Pressanlagen werden sie bis zu einer Länge von 10 m hergestellt.

Für ständig wiederkehrende Konstruktionen werden Formteile angeboten, die über eine einfache Formteil-Nummer bestellt werden können. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, Formteile mit unterschiedlicher Querschnittsgeometrie nach Konstruktionszeichnung zu fertigen.

Das Korrosionsschutzsystem der Formteile muß immer der Qualität des Korrosionsschutzes der angrenzenden Bauteile entsprechen. Regelungen enthält u. a. DIN 18807-1, Tabellen 1 und 2 sowie DIN 18516.

Bautechnisch durchdachte Konstruktionsdetails, im Rahmen derer die Formteile ihre Verwendung finden, sind in der Regel Eigenentwicklungen der Industrie, die sich seit vielen Jahren bewährt haben.

8.2 Konstruktionsbeispiele

Abb. 19 bis 40 zeigen Konstruktionen mit Trapez- und Kassettenprofilen im Dach- und Wandbereich. Diese bautechnisch hochwertigen Konstruktionen funktionieren nur dann, wenn während der Planung neben den statischen und konstruktiven Belangen auch die bauphysikalischen Randbedingungen beachtet und bei der Bauausführung erfüllt werden. DIN 18807 Teil 3 fordert, daß Nachweise für den Wärme-, Feuchtigkeits-, Schall- und Brandschutz unter Berücksichtigung des Zusammenwirkens aller Baustoffe und Bauteile des jeweiligen Systems nach den hierfür erlassenen Vorschriften, Normen und Richtlinien zu

führen sind. Insbesondere sei an dieser Stelle auf das Erfordernis einer funktionsfähigen Konvektions- oder Dampfsperre hingewiesen. Von den Konstruktionen wird eine dem Stand der Technik entsprechende dauerhafte Luftdichtheit verlangt [57].

Diesem Ziel dienen auch die Dichtbänder. Für Abdichtungen gegenüber linierten Flächen, werden harzgetränkte Polyurethan-Weichschaumbänder gewählt. Zur Erzielung der Luftdichtheit hat die Kompression der Dichtbänder auf ca. 30 %

der Ausgangsdicke zu erfolgen. Mit Dichtbändern aus PVC werden ebene Flächen gegeneinander abgedichtet. Da PVC-Bänder steifer sind als Polyurethan-Weichschaumbänder sind sie auch in der Lage, die Bleche dauerhaft zu trennen, so daß kein korrosionsfördernder Kapillarspalt entsteht.

Vorschläge für Detailösungen sind auch in den Richtlinien des IFBS [18] bzw. in den von den Herstellern von Profilblechen herausgegebenen Regelzeichnungen zu finden.

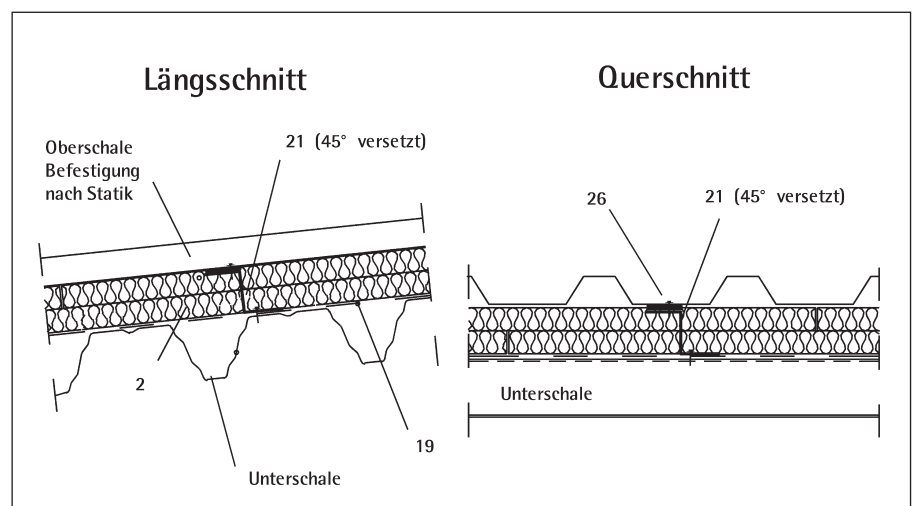


Abb. 19: Zweischalige Dachkonstruktion: Regelaufbau verschiedener Systeme

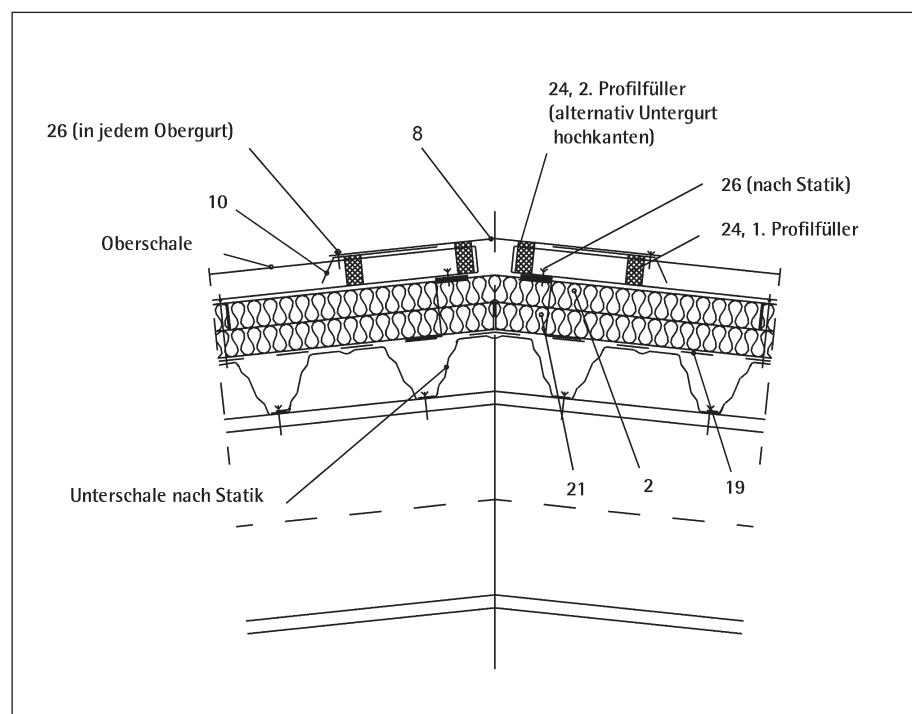


Abb. 20: Zweischalige Dachkonstruktion: Firstausbildung

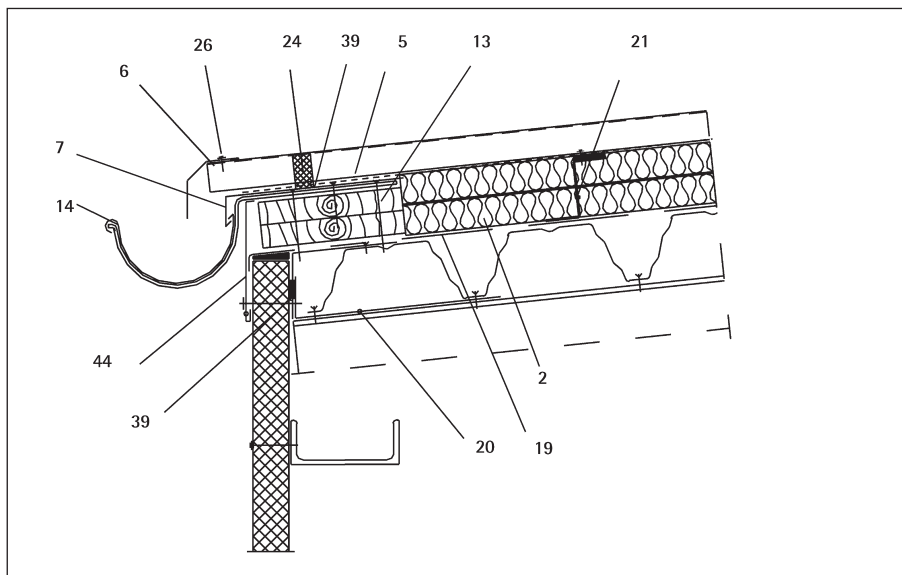


Abb. 21:
Zweischalige
Dachkonstruktion:
Traufausbildung

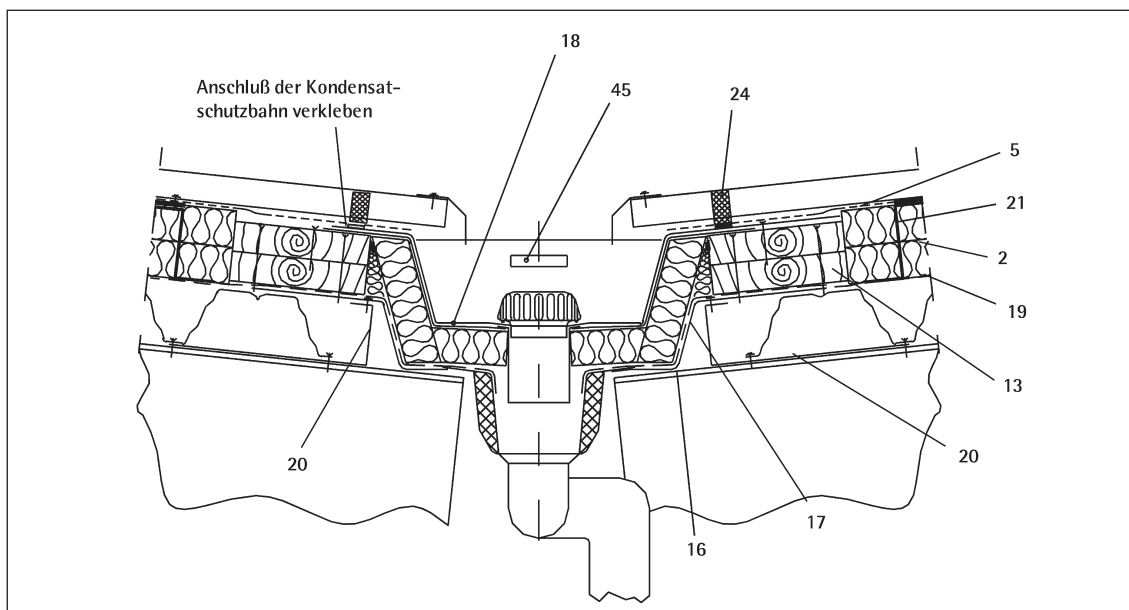


Abb. 22:
Zweischalige
Dachkonstruktion:
Innenliegende Rinne

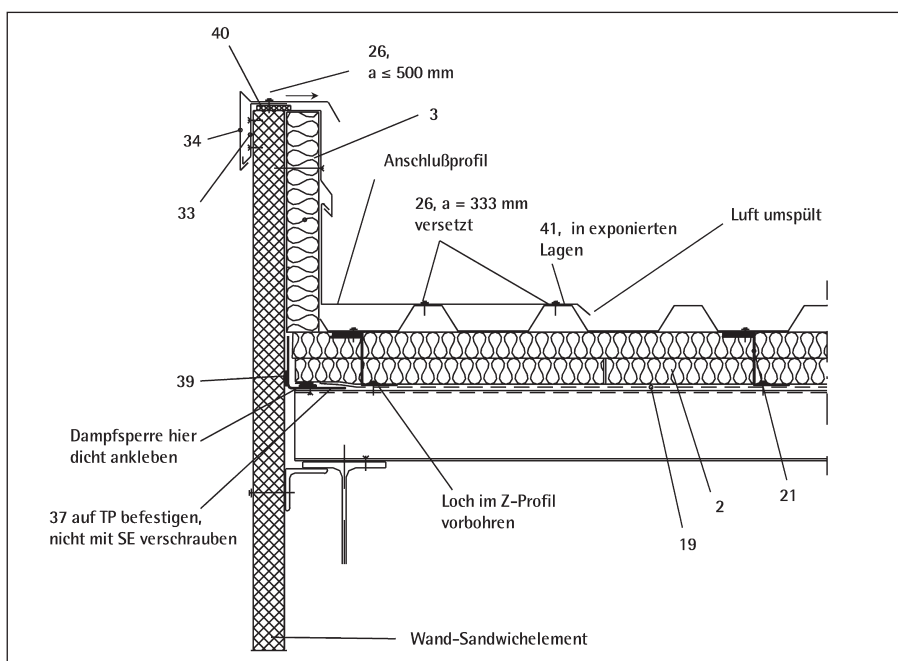


Abb. 23:
Zweischalige
Dachkonstruktion:
Ortgang mit Attika

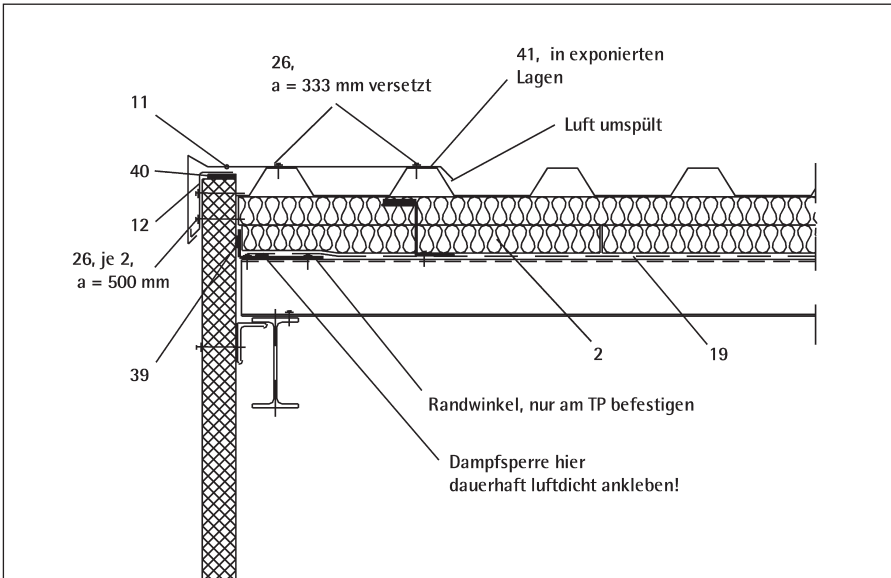


Abb. 24:
Zweischalige
Dachkonstruktion
Ortgang

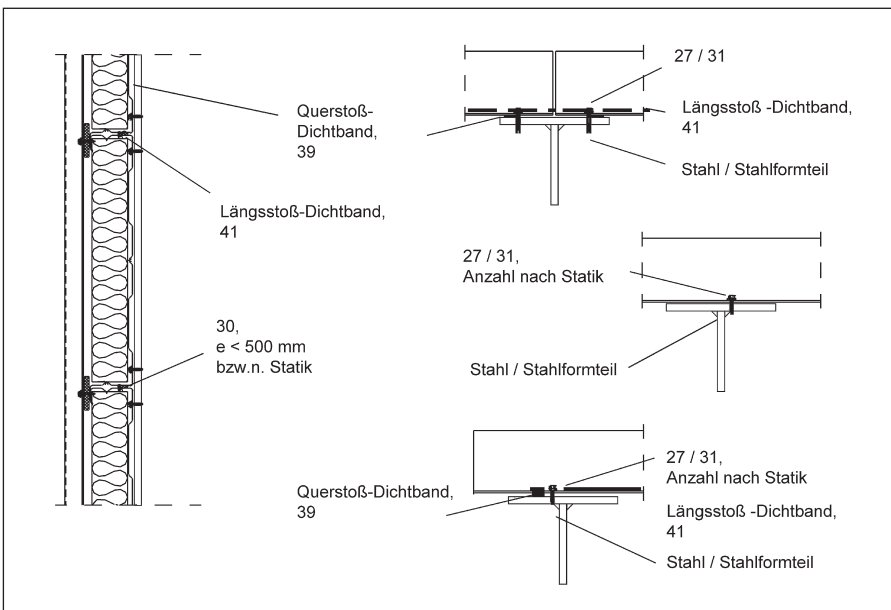


Abb. 25:
Kassettenwand
Befestigung an der
Unterkonstruktion

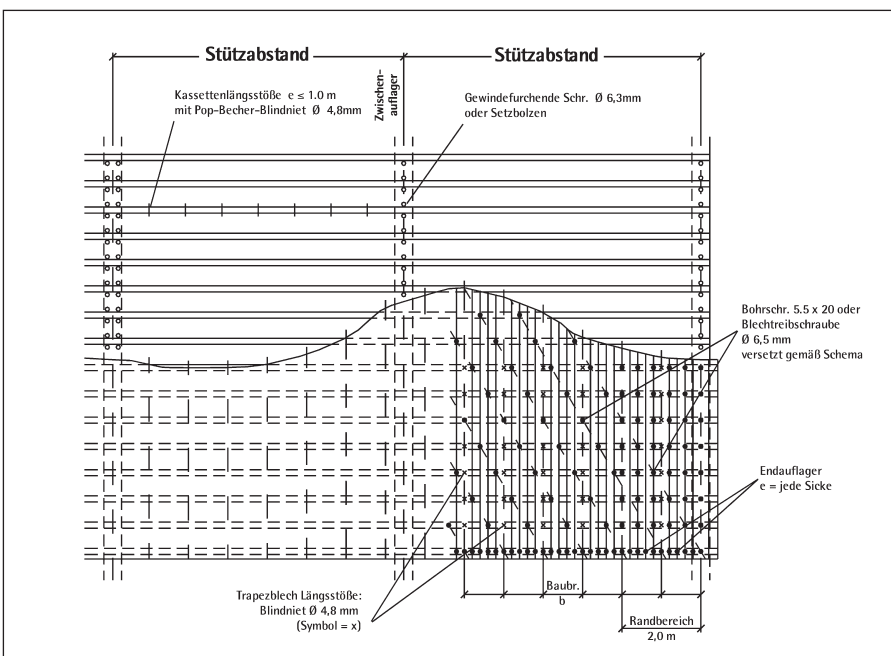


Abb. 26:
Kassettenwand
Befestigungsschema
für die Außenschale

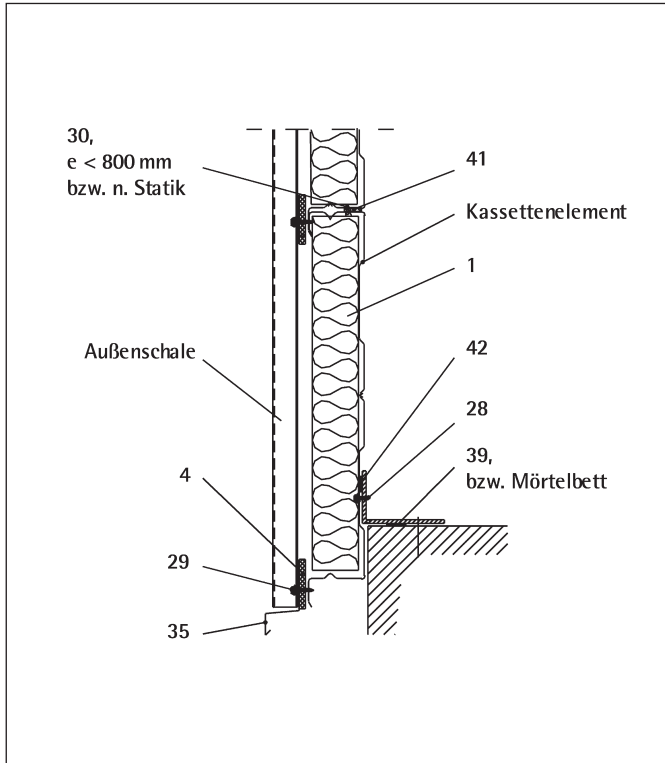


Abb. 27: Kassettenwand Fußpunkt

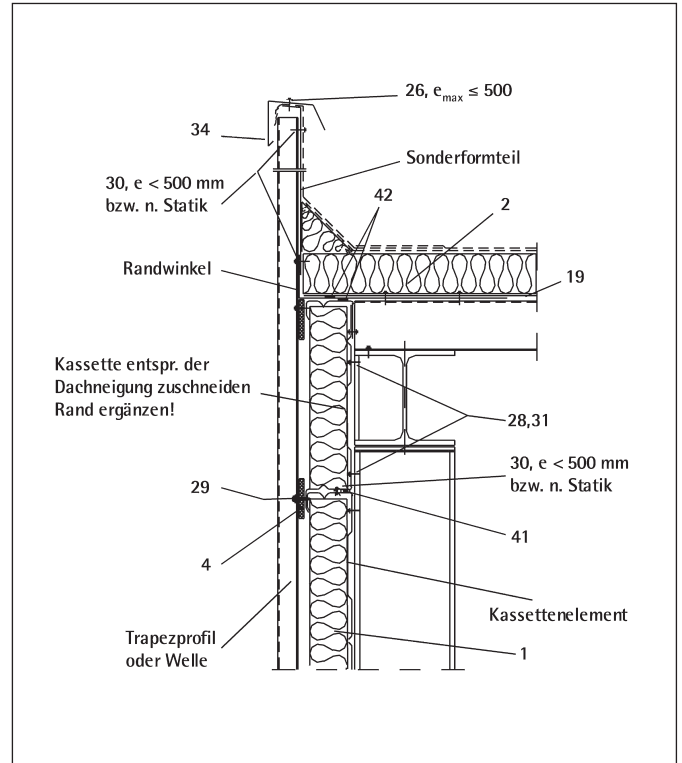


Abb. 28: Kassettenwand Attika

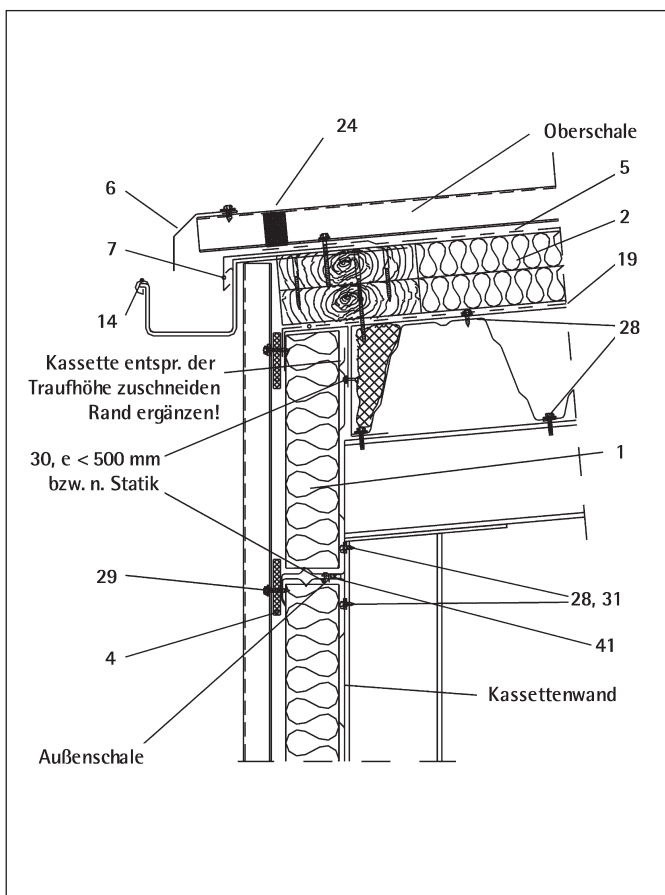


Abb. 29: Kassettenwand Traufausbildung

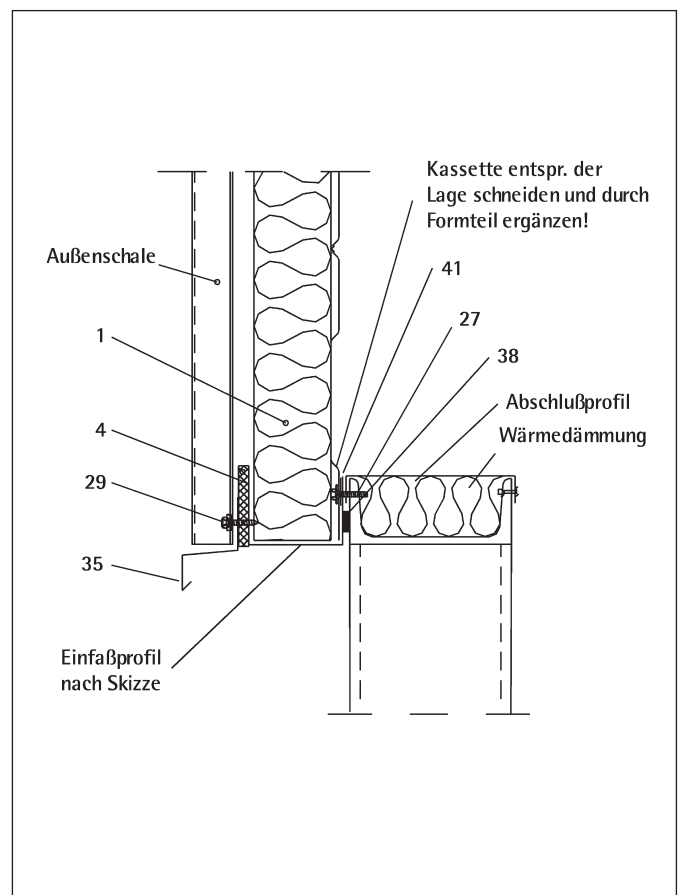


Abb. 30: Kassettenwand Türsturz

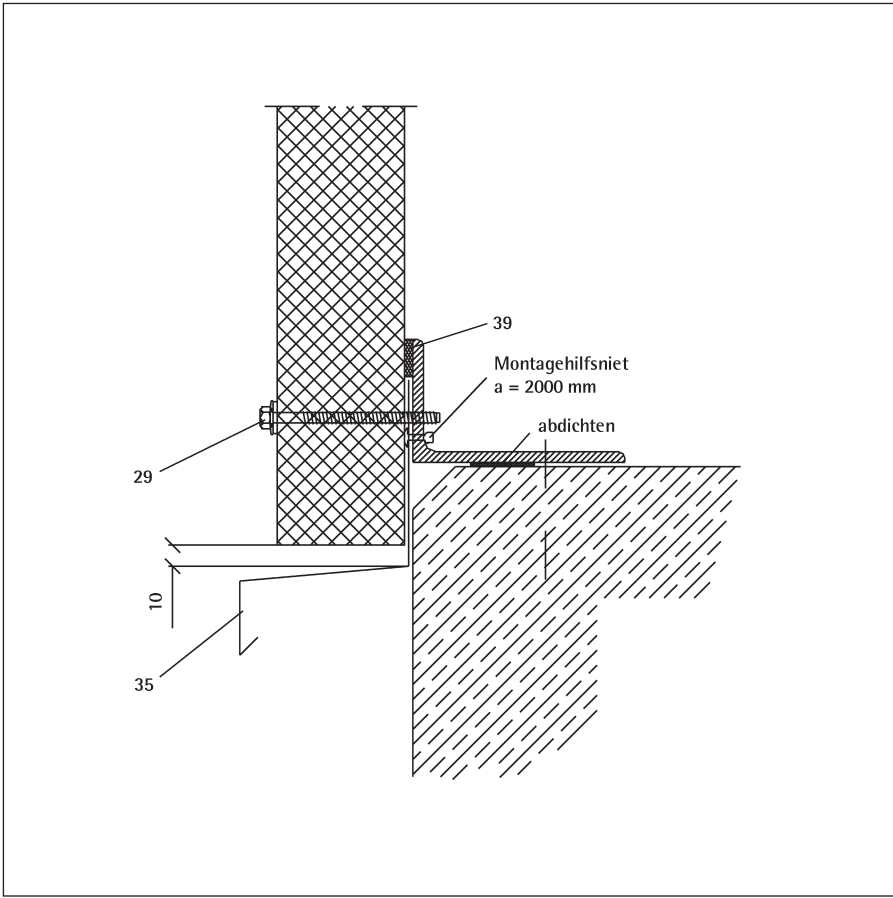


Abb. 31:
Sandwichwand Fußpunkt

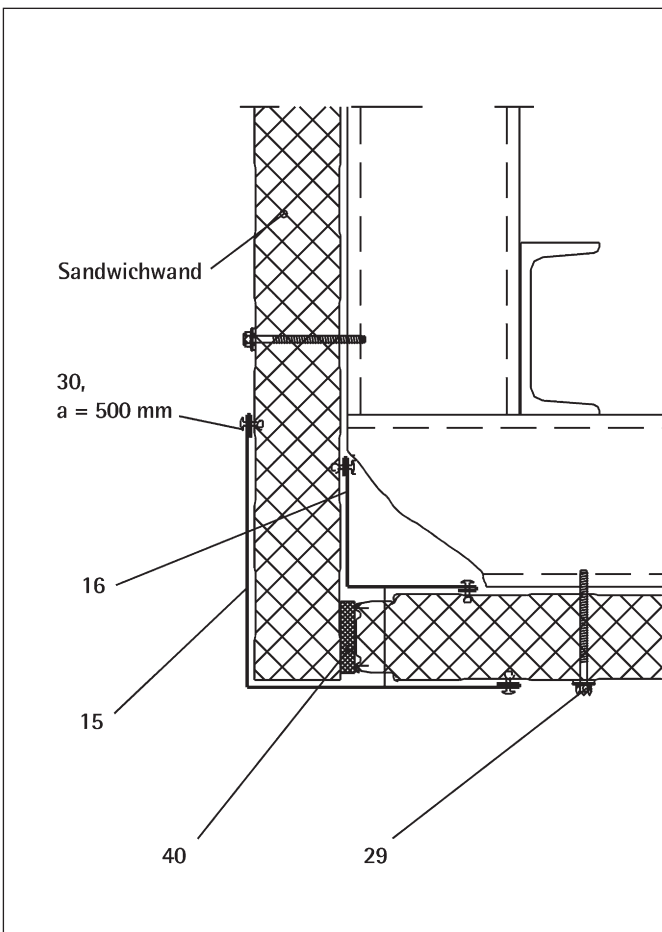


Abb. 32: Sandwichwand Eckausbildung

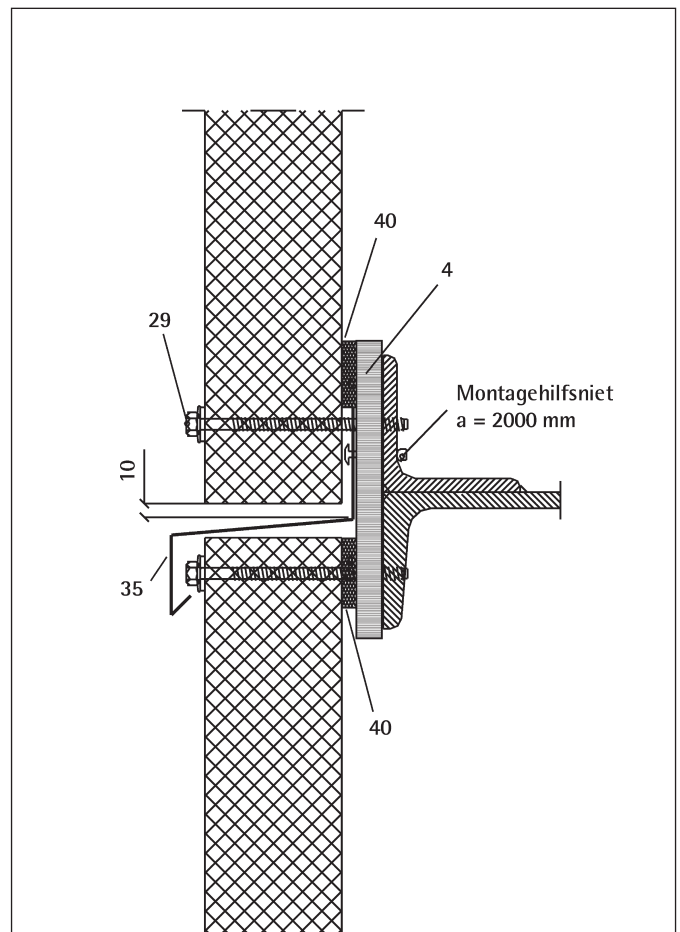


Abb. 33: Sandwichwand Querstoß

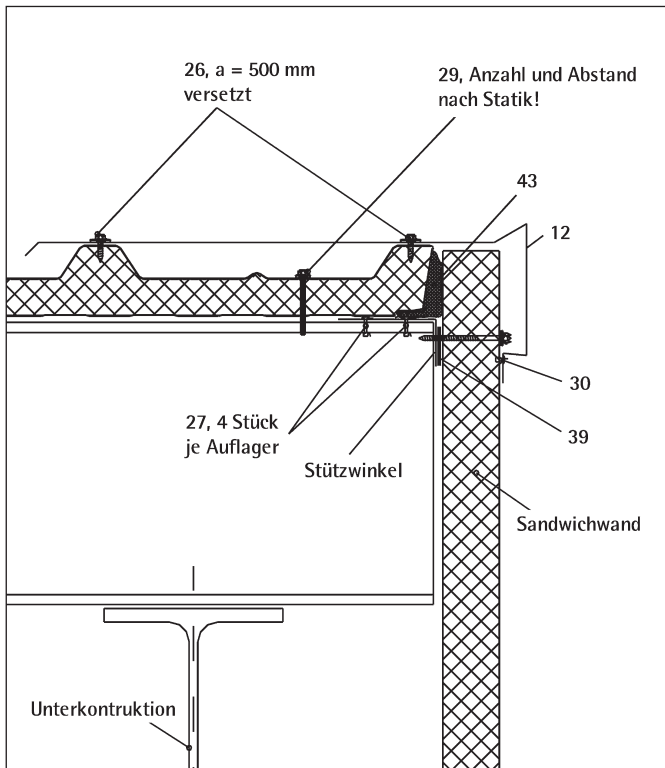


Abb. 34: Sandwichwand Ortgang

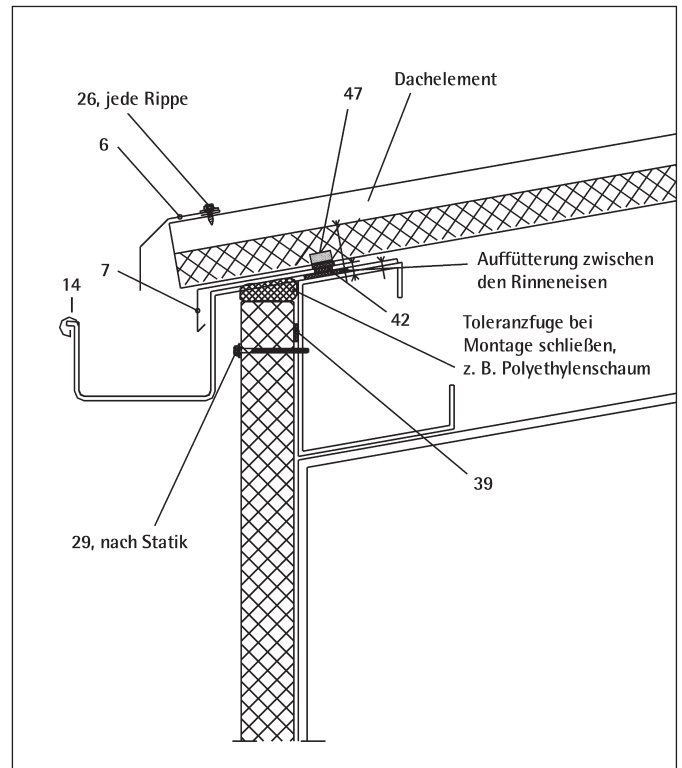


Abb. 35: Sandwichwand Traufausbildung

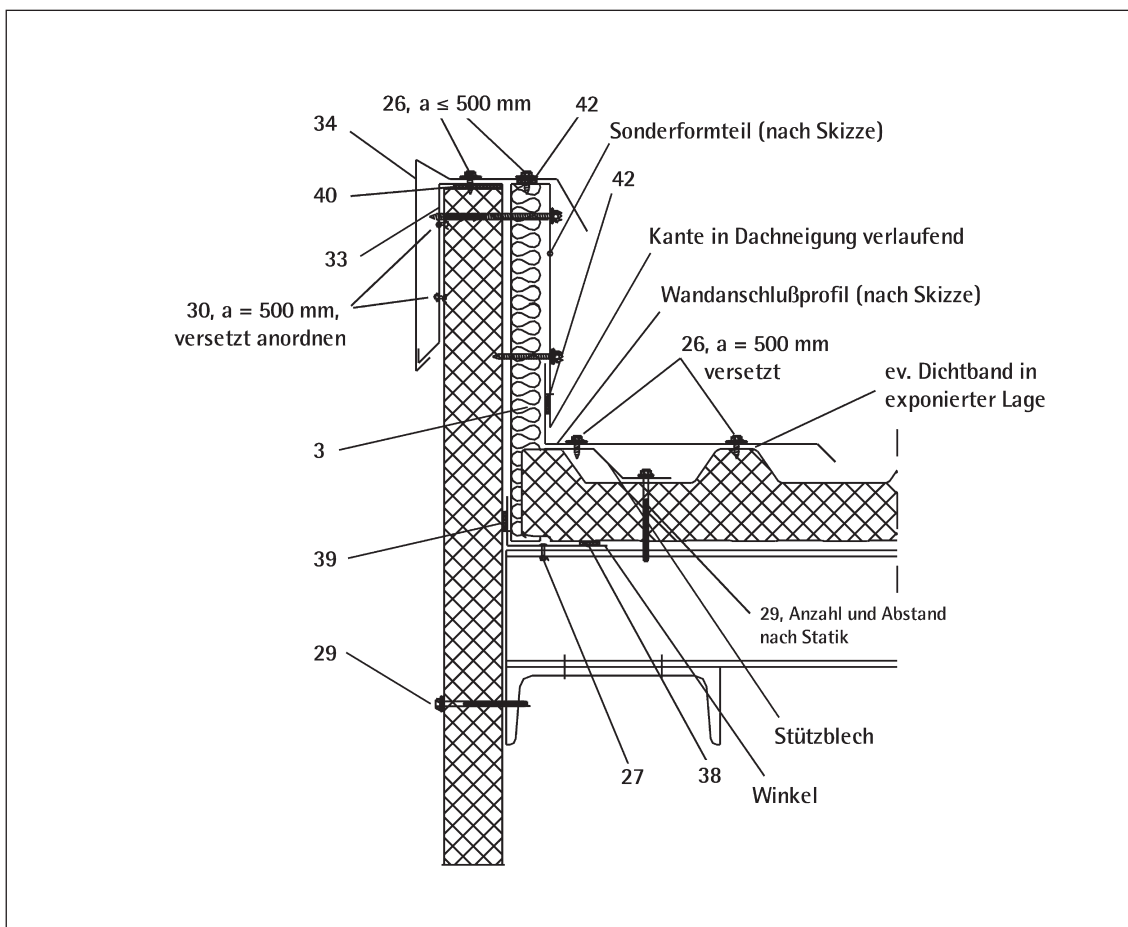


Abb. 36: Sandwichwand Ortgang mit Attika

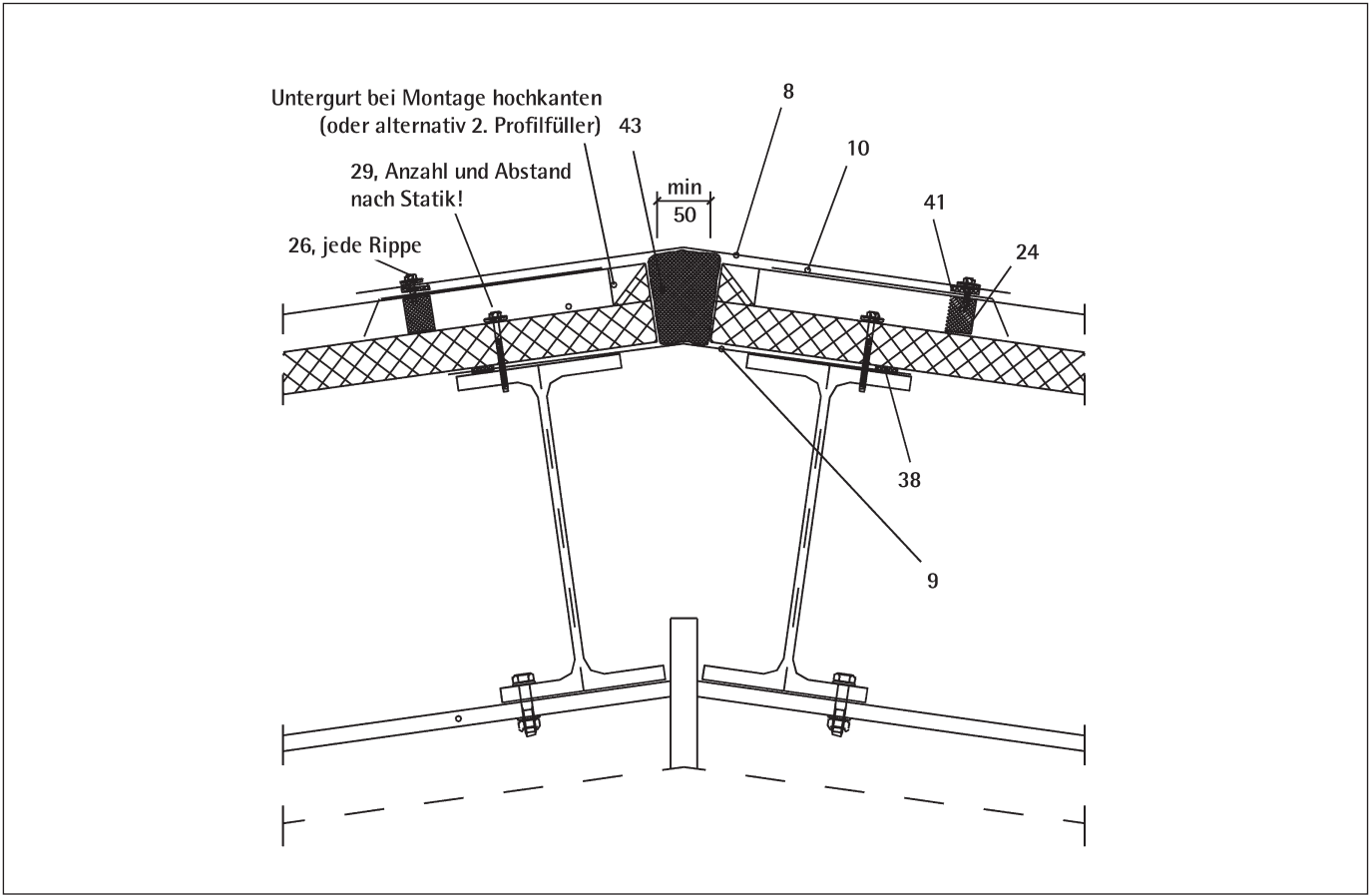


Abb. 37: Sandwichdach Firstausbildung

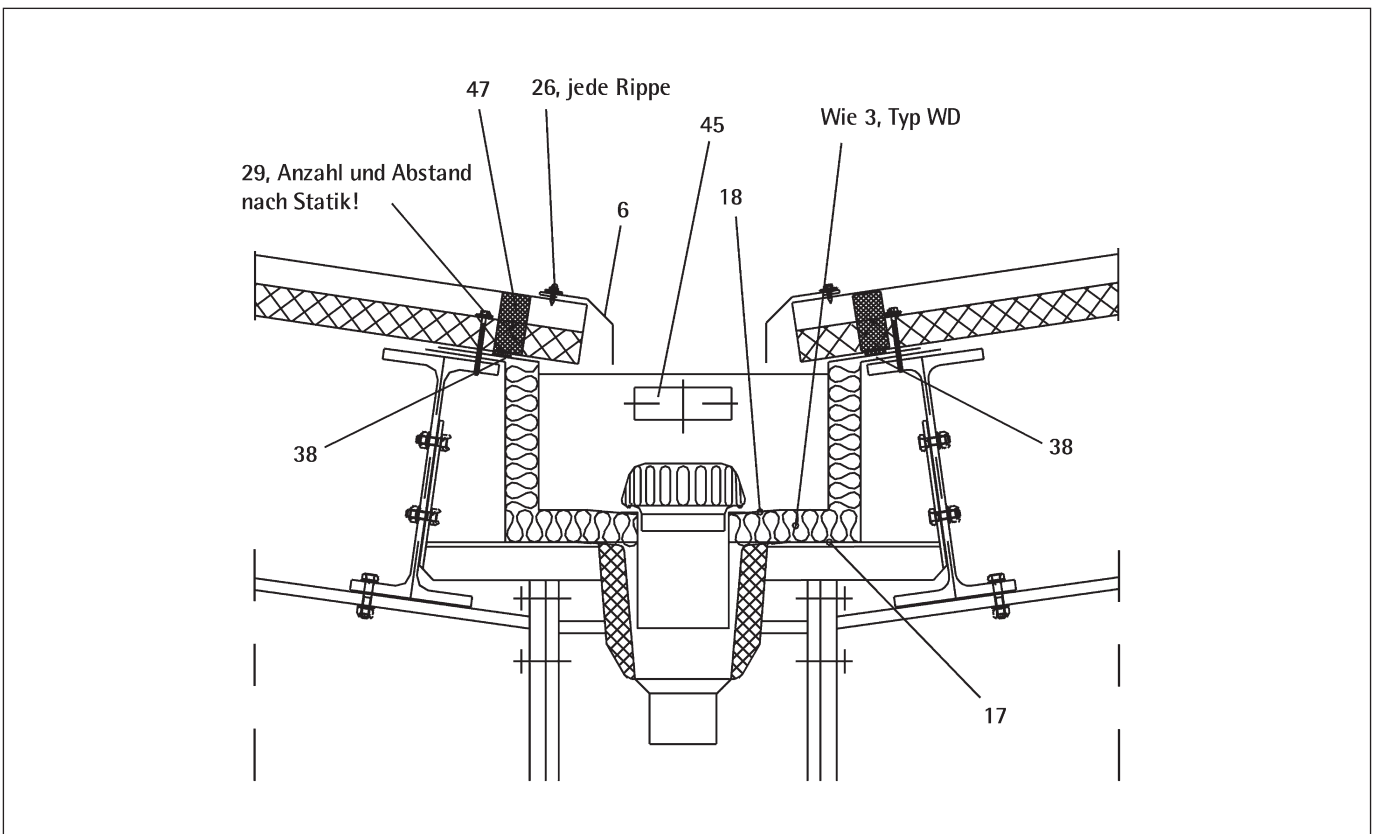


Abb. 38: Sandwichdach Innenrinne

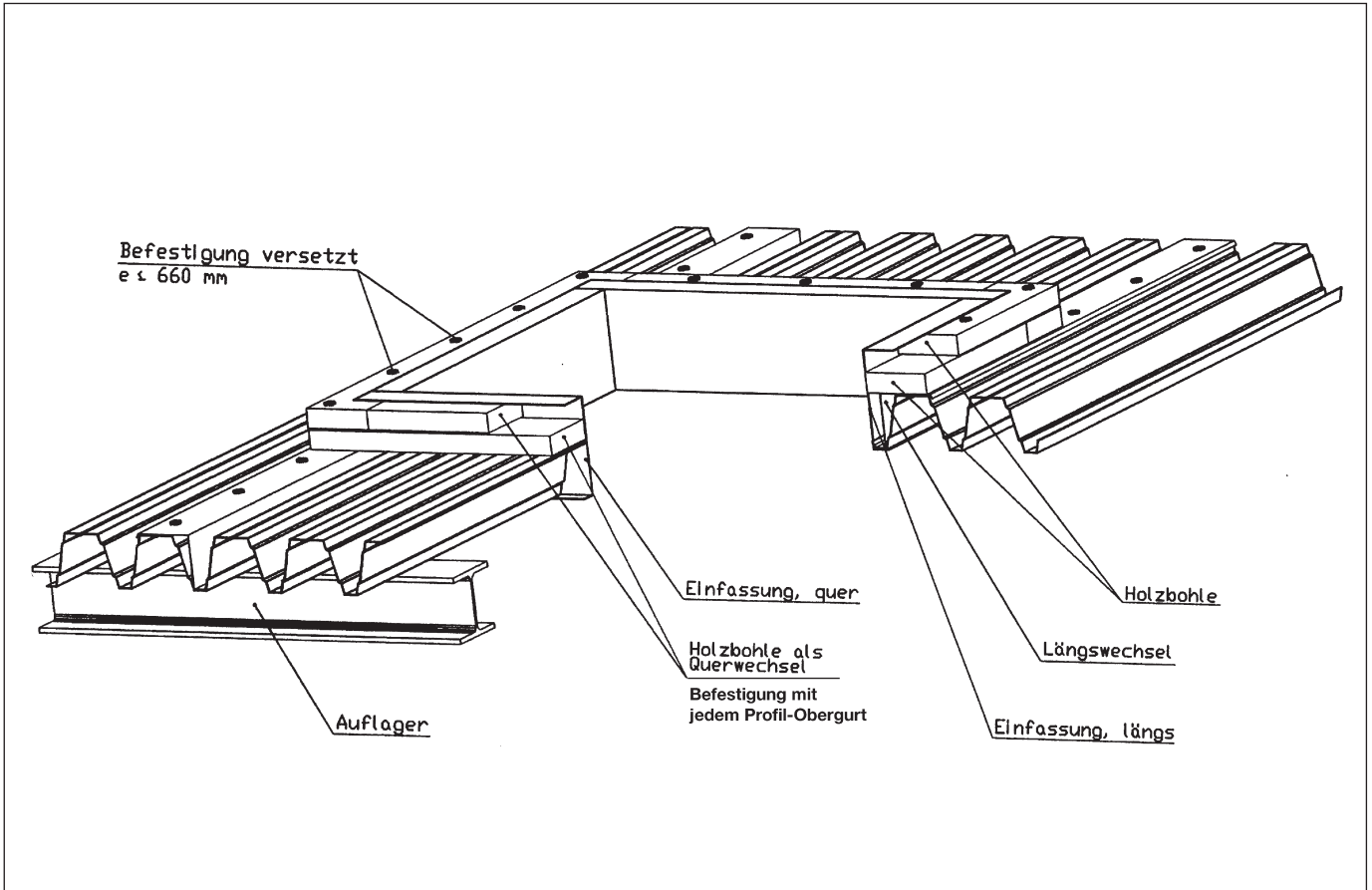


Abb. 39: Öffnungen im Dach: Auswechslung von Trapezprofilen

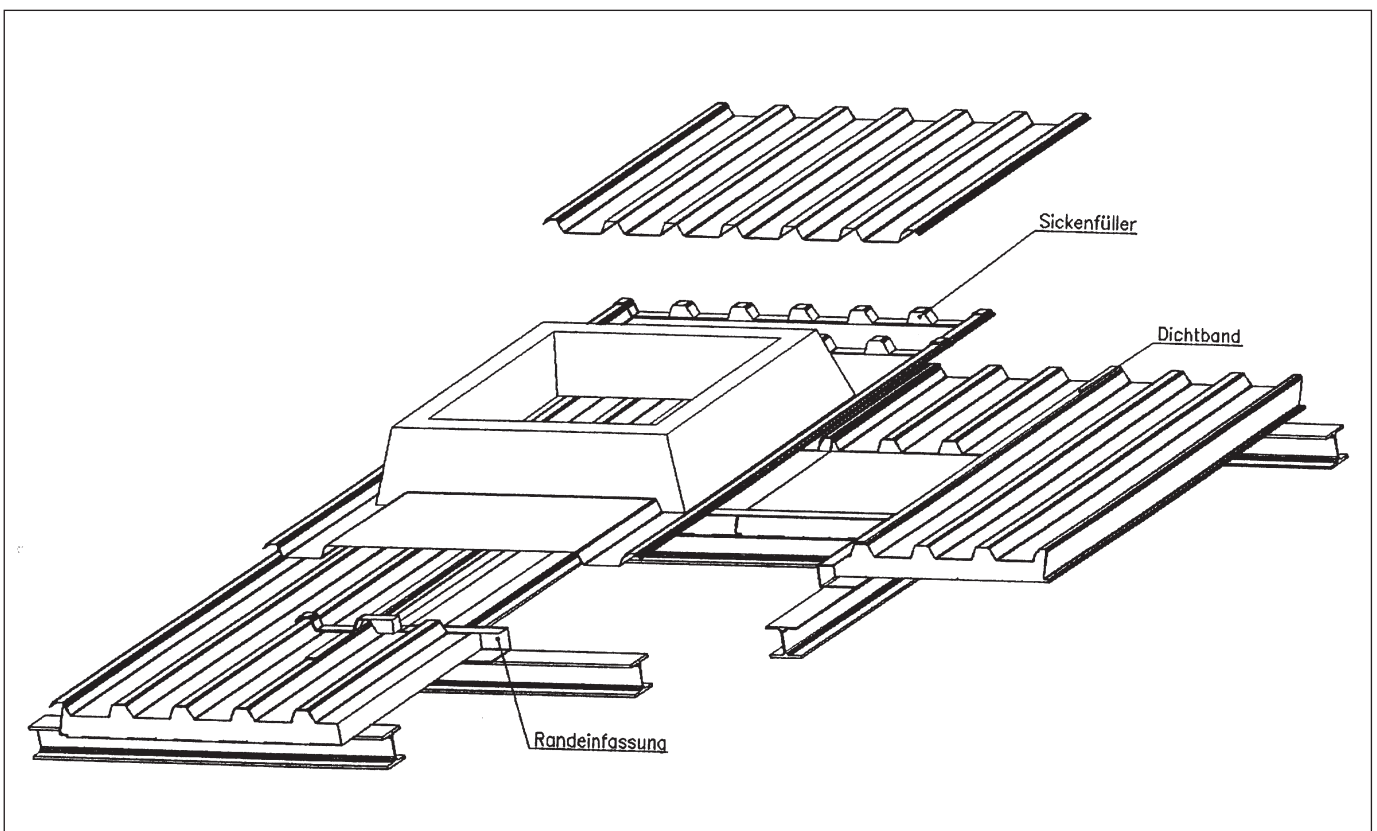


Abb. 40: Öffnungen im Dach: Auswechslung von Sandwichelementen

Verhalten der verschiedenen Bauweisen

Anforderungen aus

Bauweise	Emmissionschutz Lärmschutz	Wärme, Feuchte von innen	Brand- schutz	Optik	Schutz gegen Umwelt- belastung	Belastung der Unter- konstruktion	Durch- brüche
Einschaliges Dach	--	--	o	o	o	++	++
Warmdach, bituminöse Abdichtung,	+	o	o	-	o	o	o
Evtl. mit Bekiesung	++	o	++	++	++	--	o
Warmdach, mit Folienabdichtung	+	o	o	o	+	o	o
Doppelschaliges Dach	++	o	++	o	o	o	-
Sandwichdach	-	++	o	+	o	++	-
Einschalige Wand	--	--	--	o	o	++	o
Kassettenwand	++	-	++	-	o	o	o
Sandwichwand	-	++	o (-)	++	o	++	o

Prädikate: ++ sehr gut + gut o befriedigend - nicht befriedigend/aufwendig -- problematisch/nicht geeignet

Die Anwendbarkeit einer Konstruktion ist in jedem Einzelfall unter den o. a. Gesichtspunkten zu prüfen.

Tabelle 1: Verhalten verschiedener Bauweisen

8.3 Vergleich der Einsatzbereiche unter Aspekten der Gebrauchsfähigkeit

Die Bauweisen werden im folgenden unter Aspekten wie optisches Erscheinungsbild, Brandschutz, Emissions- und Immissionsschutz, Bauphysik und Eigenlasten einer vergleichenden Betrachtung unterzogen (Tabelle 1).

solarzellen auf Metall abzuscheiden wurden bereits im Rahmen eines Forschungsvorhabens realisiert [62]. Die industrielle Nutzung steht in den Anfängen [63].

Die Entwicklung des Sandwichelementes als Strukturelement läßt hingegen auf

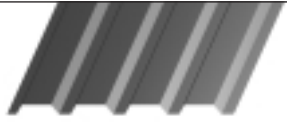



sich warten. Bereits in [30] sind erste Hinweise für die Entwicklung von raumgreifenden Sandwichelementen in Trogform zu finden. Neuere Entwicklungen mit veränderter Querschnittsform, z. B. einer Sinuswelle, sind ebenfalls von großem bautechnischen Interesse [35].

Tabelle 2: Entwicklungstendenzen

9. Entwicklungstendenzen

Raumabschließende Bauelemente aus Stahlblech gewinnen auch heute noch an Bedeutung. Durch kontinuierliche Verfeinerung der Herstellungstechniken bleiben sie wirtschaftlich attraktiv; durch Integration weiterer bautechnischer Funktionen wird der Anwendungsbereich derartiger Elemente erweitert (Tabelle 2).

In Zukunft noch interessant sind Bemühungen, die großen Oberflächen der Elemente durch Ablagerung photovoltaischer Schichten für die Energieerzeugung zu nutzen. Die ersten erfolgreichen Versuche, amorphe Silizium-Dünnschicht-

Produkt	Funktionalität			
	Raum- abschluß	Lastabtrag	Dämmung	Energie- erzeugung
	✓			
	✓	✓		
	✓	✓	✓	
	✓	✓	✓	?

Literaturhinweise

A. Stahlblech, metallische Überzüge und Beschichtungen, Aluminium

- [1] Zink für Stahl, Herausgeber: Zinkberatung e. V. Düsseldorf, 1984
- [2] DIN EN 10143, Feuerverzinktes Blech, Band aus weichen Stählen zur Kaltumformung, technische Lieferbedingungen.
- [3] DIN EN 10147, Feuerverzinktes Blech und Band aus Baustählen, technische Lieferbedingungen.
- [4] DIN EN 10214, Blech und Band aus Stahl mit Zink-Aluminium-Überzügen (ZA); technische Lieferbedingungen für weiche Stähle und für Baustähle.
- [5] DIN EN 10215, Blech und Band mit Aluminium-Zink-Überzügen (AZ); technische Lieferbedingungen für weiche Stähle und für Baustähle.
- [6] DIN EN 10169 Teil 1, Kontinuierlich organisch beschichtete Flacherzeugnisse aus Stahl; Allgemeines.
- [7] DIN EN 10169 Teil 2, Kontinuierlich organisch beschichtete Flacherzeugnisse aus Stahl, Erzeugnisse für den Bauaufbeneinsatz.
- [8] DVV-Broschüre, Empfehlung für die Auswahl und Verarbeitung von bandbeschichtetem Flachzeug für den Bauaufbeneinsatz. (Vertrieb: Stahl-Informationszentrum, Postfach 10 48 42, 40039 Düsseldorf)
- [9] DIBt, Bauaufsichtlicher Zulassungsbescheid Z - 30.3-6, Bauteile und Verbindungsmittel aus nichtrostenden Stählen vom 25.8.1998
- [10] DIN EN ISO 12944 Teile 1 - 7, Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme (7.1998)
- [11] DIN 55928 Teil 8, Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge. Korrosionsschutz von tragenden dünnwandigen Bauteilen (5.1991)
- [12] DIN 18000 Teil 2, Stahlbauten, Stabilitätsfälle, Knicken von Stäben und Stauwerken
- [13] Kriner/Niederstein, Galvalume-Produktion, Eigenschaften und Verwendung als Alternative zum Feuerverzinken, Bleche Rohre Profile 39 (1992) 2
- [14] DIN 18516, Teil 1, Außenwandbekleidungen, hinterlüftet, Anforderungen, Prüfgrundsätze.
- [15] DIN 4113, Aluminiumkonstruktionen unter vorwiegend ruhender Belastung
- [16] Merkblätter Aluminium-Merkblätter der Aluminumzentrale e. V.

B. Dünnwandige Profile im Hochbau

- [17] DIN 18807 Teil 1, Trapezprofile im Hochbau; Stahltrapezprofile, Allgemeine Anforderungen, Ermittlung der Tragfähigkeitswerte durch Berechnung
DIN 18807 Teil 2, Trapezprofile im Hochbau; Stahltrapezprofile, Durchführung und Auswertung von Tragfähigkeitsversuchen
DIN 18807 Teil 3, Trapezprofile im Hochbau; Stahltrapezprofile, Festigkeitsnachweis und konstruktive Ausbildung
DIN 18807 Teil 6, Trapezprofile im Hochbau, Aluminium-Trapezprofile und ihre Verbindungen, Ermittlung der Tragfähigkeitswerte durch Berechnung
DIN 18807 Teil 7, Trapezprofile im Hochbau, Aluminium-Trapezprofile und ihre Verbindungen, Ermittlung der Tragfähigkeitswerte durch Versuche
DIN 18807 Teil 8, Trapezprofile im Hochbau, Aluminium-Trapezprofile und ihre Verbindungen, Nachweis der Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit
DIN 18807 Teil 9, Trapezprofile im Hochbau, Aluminium-Trapezprofile und ihre Verbindungen, Anwendung und Konstruktion

[18] Richtlinien und Veröffentlichungen des Industrieverbands zur Förderung des Bauens mit Stahlblech e. V. (IFBS), Düsseldorf

- I. Stahlkassettenprofile. Verbindungen bei Stahlkassettenwänden, IFBS-Info 3.08
II. Richtlinie für die Montage von Stahlprofiltafeln für Dach-, Wand- und Deckenkonstruktionen, Oktober 1991
III. Richtlinie für die Planung und Ausführung zweischaliger wärmegeämmter nichtbelüfteter Metalldächer, IFBS - Ri1.03, Juli 1996
IV. Luftschalldämmung mit Stahltrapez- und Stahlkassettenprofilen und Stahl-sandwichelementen. September 1993
V. Öffnungen in Dächern aus Stahltrapezprofilen, Auswechslungen Ausbildung, Statik, Montage. September 1996
VI. Prüfzeugnisse über Brandschutz W 90 Stahl-Kassettenprofilwand und F30 für Stahl-Trapezprofilwand.
VII. Zulassungsbescheid Nr. Z - 14.1-4, „Verbindungselemente zur Verwendung bei Konstruktionen mit Kaltprofilen aus Stahlblech“. 1996
VIII. Stahlkassettenprofile. Bauphysikalisches Verhalten in Stahl-Wandsystemen. Prof. Dr. Erich Czieleski.
IX. Temperaturbedingte Zwängungskräfte in Verbindungen bei Konstruktionen mit Stahltrapezprofilen. Berner/Schwarze.
X. Stahl-PUR-Sandwichelemente für Dach und Wand
XI. Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Montage von Profiltafeln. 1994
XII. Schwarze, Kech: „Bemessung von Stahltrapezprofilen nach DIN 18807“, Stahlbau 59 (1990), Heft 9, Seiten 257 bis 276, (1991), Heft 3, Seiten 65 - 76, Herausgegeben als IFBS-INFO
XIII. Lieferübersichten und Ausschreibungstexte für Baukonstruktion im Metalleichtbau

[19] ZVSHK, Fachregeln des Klempnerhandwerkes, Zentralverband Sanitär Heizung Klima (ZVSHK), St. Augustin.

[20] Schardt, Berechnungsgrundlagen für dünnwandige Bauteile, Stahlbauhandbuch A (1982), Kapitel 13.

[21] Baehre, Raumabschließende Bauelemente, Stahlbauhandbuch A (1982), Kapitel 17.

[22] Schardt/Strehl,
Theoretische Grundlagen für die
Bestimmung der Schubfestigkeit von
Trapezblechscheiben.....,
Der Stahlbau 45 (1976), Seiten 97 – 108.

[23] Schwarze,
Bemessung von Stahltrapezprofilen
nach DIN 18807 unter Beachtung der
Anpassungsrichtlinie Stahlbau, Bauingenieur
Nr.7/8 (1998), Seiten 347 / 356

C. Sandwichelemente

[24] Woods, George,
The ICI Polyurethanes Book, John Wiley
& Sons / ICI Polyurethanes.

[25] Stamm / Witte,
Sandwichkonstruktionen,
Springer Verlag 1974.

[26] DIBT,
Zulassungen für Sandwichprodukte
verschiedener Hersteller.

[27] ECCS,
Preliminary European Recommendations
for Sandwich Panels, 1990/1991.

[28] Stamm,
Sandwichelemente mit metallischen
Deckschichten als Dachbauteile im
Bauwesen, Stahlbau 53 (1984), Heft 8,
S. 231 – 236.

[29] Stamm,
Sandwichelemente mit metallischen
Deckschichten als Wandbauteile im
Bauwesen, Stahlbau 53 (1984), Heft 5,
S. 135 – 143.

[30] Jungbluth,
Verbund- und Sandwichtragwerke,
Springer Verlag 1986.

[31] DIN 18614,
Faserdämmstoffe für das Bauwesen.

[32] DIN 18615,
Schaumkunststoffe als Dämmstoffe für
das Bauwesen.

[33] Schwarze,
Numerische Methoden zur Berechnung
von Sandwichelementen, Stahlbau 53
(1984), Heft 12, Seiten 363 – 370.

[34] Möller,
Programmsysteme zur statischen Be-
rechnung und Bemessung von Sand-
wichelementen mit metallischen Deck-
schalen und Kern aus Polyurethan-Hart-
schaum oder Mineralwolle.
I. PM-SE97, Pöter & Möller GmbH, Siegen
II. SandStat, Ingenieurbüro
Berner & Gruber, Darmstadt

[35] Gabbert,
Ein tolles Produkt. (Information über
ein Sandwichelement im konstruktiven
Ingenieurbau). Elastogran Polyurethane
GmbH/Rand International, 1999.

D. Befestigungselemente

[36] DIBt,
Z-14.1-4, Allgemeine bauaufsichtliche
Zulassung für Verbindungselemente
zur Verwendung bei Konstruktionen
mit „Kaltprofilen“ aus Stahlblech – ins-
besondere mit Stahlprofiltafeln.

[37] DIBt,
Z-14.4-407, Allgemeine bauaufsichtliche
Zulassung für Verbindungselemente zur
Verwendung bei Konstruktionen mit
Sandwichbauteilen.

[38] Wieland,
Korrosionsprobleme in der Profilblech-
und Flachdach-Befestigungstechnik,
SFS Stadler GmbH & Co KG, Oberursel .

[39] Wieland,
Wärmeleitung/Tauwasserausfall bei
Befestigungselementen aus Metall oder
Kunststoffen in nicht durchlüfteten
Dächern (Wärmdächern), SFS Stadler
GmbH & Co KG, Oberursel.

E. Schallschutz

[40] DIN 4109, Schallschutz im Hochbau.

[41] Gösele / Schüle,
Schall Wärme Feuchtigkeit, Bauverlag.

[42] IFBS,
Luftschalldämmung mit Stahltrapez-
und Stahlkassettenprofilen. Zusammen-
stellung geprüfter Schallschutzsysteme.

[43] Prüfzeugnisse,
Firmeneigene Prüfzeugnisse für Schall-
schutz diverser Systeme der Hersteller-
firmen von Bausystemen.

F. Brandschutz

[44] DIN 4102,
Brandverhalten von Baustoffen und
Bauteilen, Begriffe, Anforderungen und
Prüfungen.

[45] DIN 18230,
Baulicher Brandschutz im Industriebau,
rechnerisch erforderliche Feuerwider-
standsdauer.

[46] DIN 18232,
Baulicher Brandschutz im Industriebau,
Rauch- und Wärmeabzugsanlagen.

[47] DIN 18234,
Baulicher Brandschutz im Industriebau,
Dachkonstruktionen.

[48] IndBauR,
Industriebaurichtlinie, Baulicher Brand-
schutz im Industriebau, RdErl. d. Mini-
sters für Stadtentwicklung, Wohnen und
Verkehr, v. 23.10.89

[49] Federolf,
Konstruktiver Brandschutz von Dach
und Wand. IFBS- INFO

[50] Karst,
Brandverhalten von Stahl – PUR – Sand-
wichelementen. IFBS- INFO

[51] Jagfeld,
Brandverhalten von Stahl – PUR – Sand-
wichelementen in Naturbrandversuchen.
IFBS- INFO 6.06

[52] Josef Mayr, Hrg.,
Brandschutzatlas, Baulicher Brandschutz,
Wehner Verlag

[53] VDS,
Unverbindliche Prämienrichtlinien für
die Industrie- Feuer- und Feuerbetriebs-
unterbrechungsversicherung

[54] Falke,
Brandschutz im Stahlbau, Stahlbau-
handbuch B, Kapitel 19.

[55] Walter,
Stand der europäischen Brandnormung,
Vortrag anl. des Seminars PUR in der
Bauindustrie, Süddeutsches Kunststoff-
Zentrum, Würzburg 1999.

G. Wärme- und Feuchteschutz

[56] Gösele / Schüle,
Schall Wärme Feuchtigkeit, Bauverlag

[57] IVPU,
Plan & Praxis, Heft Wasserdampfdiffusion und Wärmewanderung, Industrieverband Polyurethan – Hartschaum e. V., Stuttgart

[58] DIN 4108,
Wärmeschutz im Hochbau, Teile 1 – 7

[57] Wärmeschutzverordnung WSVO III vom 16. August 1994, Bundesgesetzblatt Jahrgang 1995, Teil I

[59] Meier (Hrsg.),
Wärmeschutzplanung für Architekten und Ingenieure, Verlag Rudolf Müller

[60] Dahmen/Lamers/
Casselmann-Stäbler,
Bauphysik, Stahlbauhandbuch B, Kapitel 21.

[61] Geilich,
Dichten mit getränkten Polyurethanschaumbändern, Vortrag anl. des Seminars PUR in der Bauindustrie, Süddeutsches Kunststoff-Zentrum, Würzburg 1999.

H. Sonstiges

[62] Wagner,
Optimierung von a-Si:H-Dünnschicht-solarzellen auf Glas- und Metallsubstraten, Dissertation 1996, Gesamthochschule Siegen

[63] Solartec®,
Thyssen Bausysteme GmbH, Technische Informationen zum Thema Photovoltaik-Dachsystem

I. Lieferquellen

ASTRON Building Systems
Commercial Intertech S.A.,
P.O. Box 152, L-9202 Diekirch
Tel.: 00 35 2 80 29 11,
Fax: 00 35 2 80 34 66

Bausysteme Krahl + Partner GmbH
Bopserwaldstr. 36, 70184 Stuttgart
Tel.: 07 11/23 88 10, Fax: 07 11/2 38 81 30

BIEBER Bereich Bieberal
35649 Bischoffen
Tel.: 0 64 44/88 50, Fax: 06 44/88 90

BPS Profile + Bauelemente GmbH
Lindestr. 8, 57234 Wilnsdorf
Tel.: 0 27 37/98 83, Fax: 0 27 37/98 85 00

DLW-Metecno GmbH
Stuttgarter Str. 75,
74321 Bietigheim-Bissingen
Tel.: 0 71 42/7 16 14, Fax: 0 71 42/7 17 85

Dörnbach Bauprofile
Handelsgesellschaft mbH
Siegstr. 1, 57250 Netphen-DT
Tel.: 02 71/77 27 30,
Fax: 02 71/7 72 73 99

ems-Isoliertüren GmbH & Co. KG
Süderstraße 12 – 14,
23689 Pansdorf/Ostholstein
Tel.: 0 45 04/80 20, Fax: 0 45 04/8 02 23

EKO Bauteile GmbH
Werkstr. 16, 15890 Eisenhüttenstadt
Tel.: 0 33 64/37 59 37,
Fax: 0 33 46/37 59 61

Fischer Profil GmbH
Waldstr. 67, 57250 Netphen
Tel.: 0 27 37/50 80, Fax: 0 27 37/50 81 18

Haironville Profilvertrieb GmbH
Würmtalstr. 90, 81375 München
Tel.: 089/74 12 40, Fax: 089/74 12 41 10
Vertrieb für:
Haironville S.A., F-55000 Haironville

Hoesch Siegerlandwerke GmbH
Geisweider Str. 13, 57078 Siegen
Tel.: 02 71/8 08 14 88,
Fax: 02 71/8 08 12 71

INTERPROFILES A/S,
8400 Ebeltoft, Dänemark
Zweigniederlassung: Horner Landstr. 380,
22111 Hamburg
Tel.: 040/7 36 03 10, Fax: 040/73 60 31 50

Kingspan GmbH
Ulmer Str. 6/2, 89134 Blaustein-Ulm
Tel.: 0 73 04/9 62 60,
Fax: 0 74 04/96 26 96
Vertrieb für:
Kingspan Building Products Ltd., Cavan,
Ireland

Klinger & Partner Profilvertrieb GmbH
Limesstr. 91, 81243 München
Tel.: 089/8 97 70 80, Fax: 089/87 91 82

Maas GmbH „Profil-Partner-Süd“
Friedrich-List-Str. 25, 74532 Ilshofen
Tel.: 0 79 04/97 04 40,
Fax: 0 79 04/97 04 51

PAB GmbH
An der Stetze 12, 57223 Kreuztal-Eichen
Tel.: 0 27 32/88 60, Fax: 0 27 32/88 62 00

Pflaum & Söhne Bausysteme
Lindhooper Straße 54 – 56,
27283 Verden
Tel.: 0 42 31/9 592 00,
Fax: 0 42 31/95 92 01

Salzgitter Bauelemente GmbH
Eisenhüttenstr. 99, 38239 Salzgitter
Tel.: 0 53 41/21 01, Fax: 0 53 41/21 24 31

PROGE Profilverkauf Gehrman GmbH
Marktstr. 9, 57078 Siegen
Tel.: 02 71/8 809 00, Fax: 0271/8 80 90 20

Romakowski GmbH u. Co.
Herdweg 31,
86647 Buttenwiesen-Thürheim
Tel.: 0 82 74/99 90,
Fax: 0 82 74/99 91 50

Friedr. Schrag,
Eisen- und Blechwarenfabrik
Mühlenweg 11, 57271 Hilchenbach
Tel.: 0 27 33/81 50, Fax: 0 27 33/75 06

Straßburger Stahlkontor GmbH
Bierkellerstr. 21, 77694 Kehl am Rhein
Tel.: 07 8 51/79 80, Fax: 0 78 51/7 57 64

Thyssen Bausysteme GmbH
Hagenstr. 2, 46535 Dinslaken
Tel.: 0 20 64/680, Fax: 0 20 64/5 43 63

Rudolf Wiegmann Umformtechnik KG
Industriegebiet Ost, 49593 Bersenbrück
Tel.: 0 54 39/95 00, Fax: 0 54 39/95 01 00

Georg Wurzer – Bauartikel,
Trapezprofile
Ziegleiweg 6,
86444 Affing bei Augsburg
Tel.: 0 82 07/89 90, Fax: 0 82 07/8 99 62

Zambelli Fertigungs GmbH & Co.
Passauer Straße 3+5, 94481 Grafenau
Tel.: 0 85 55/40 90, Fax: 0 85 55/4 09 30

BAUEN MIT STAHL e. V.

BAUEN MIT STAHL ist eine **Gemeinschaftsorganisation von europäischen stahlerzeugenden Unternehmen und dem Deutschen Stahlbau-Verband DSTV**. Sie ist Gesprächspartner für Bauinteressierte und Bauentscheidungs-träger zu allen relevanten Fragen rund ums Baugeschehen, einschließlich Forschung und Lehre. Die Organisation bietet eine breite Leistungspalette in den Bereichen Planungshilfen, Öffentlichkeitsarbeit und Nachwuchsförderung/Schulung.

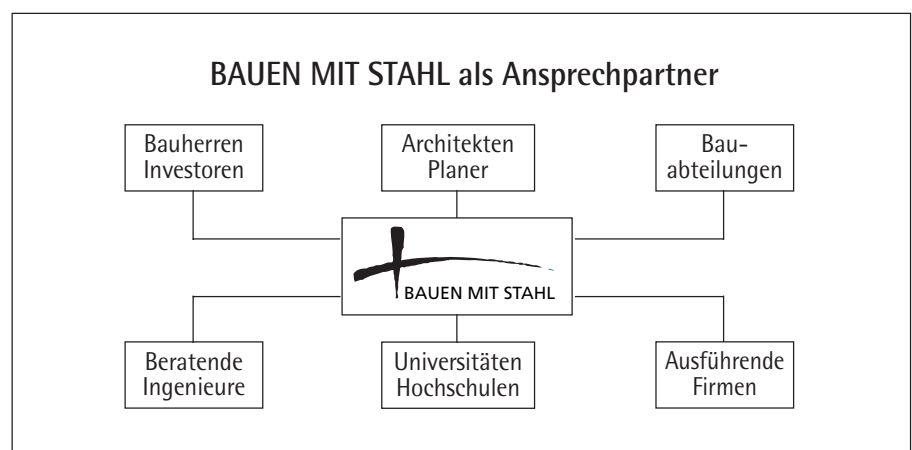
BAUEN MIT STAHL ist ein Bindeglied zwischen Architekten, Ingenieuren, Bauherren, Planern und Ausführenden und bietet kostenfrei firmen- und produktneutrale **Planungshilfen** – schon in der Frühphase von Projekten. Mit der Zentrale in Düsseldorf und fünf Regionalbüros in Düsseldorf, Berlin, Hannover, Leipzig und Garching/München geben stahlbauerfahrene Ingenieure und Architekten vor Ort Hilfestellung zu allen

relevanten Fragen. Das Themenspektrum umfasst gestalterische Möglichkeiten bei Stahltragwerken ebenso wie neue Technologien und moderne Baukonzepte für die vielfältigen Einsatzbereiche von **Stahl im Hoch- und Brückenbau**, die technischen, ökologischen und wirtschaftlichen Vorteile dieses Werkstoffes bis hin zu Themen wie Brandschutz, Fertigungsverfahren und Montagekonzepte einschließlich Kostenschätzungen.

Durch **Publikationen, Tagungen, Vorträge, Seminare, Round-Table-Gespräche, Baustellen- und Objektbesichtigungen sowie Messen** werden alle Bauinteressierten angesprochen. BAUEN MIT STAHL ist Veranstalter des alle zwei Jahre stattfindenden **Deutschen Stahlbautages** und Ausrichter von zwei bedeutenden **Architekturwettbewerben**, dem Preis des Deutschen Stahlbaues und dem Förderpreis des Deutschen Stahlbaues für den studentischen Nachwuchs der Architekten und Ingenieure.

Die Nachwuchsförderung hat bei BAUEN MIT STAHL einen hohen Stellenwert. Schon während ihres Studiums erhalten die angehenden Architekten und Ingenieure vielfältige Hilfestellungen. So werden in enger Kooperation mit Universitäten, Hochschulen und Fachhochschulen Vorträge und Seminare durchgeführt. Darüber hinaus werden den Studenten sogenannte **Arbeitshilfen** zur Verfügung gestellt, die praktische Konstruktionsanleitungen zu den verschiedensten Aufgabenstellungen des Bauens mit Stahl bieten.

BAUEN MIT STAHL steht im ständigen Erfahrungsaustausch mit Architekten, Ingenieuren und Planern, Unternehmen, Bauherren und Investoren, mit nationalen und internationalen stahlwirtschaftlichen Organisationen und Stahlbauinstituten, Hochschulen und Forschungseinrichtungen sowie Bau-sachverständigen, Fach- und Normenausschüssen.



Standorte BAUEN MIT STAHL e. V.

Zentrale

Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf
zentrale@bauen-mit-stahl.de
Tel. (02 11) 67 07-828
Fax (02 11) 67 07-829

Geschäftsführer

Bernhard Hauke, PhD, Dipl.-Ing.

Tel. (02 11) 67 07-828

Öffentlichkeitsarbeit

Dipl.-Vw. Angelika Demmer

angelika.demmer@bauen-mit-stahl.de

Tel. (02 11) 67 07-830

Brandschutz

Dipl.-Ing. Hans-Werner Girkes

brandschutz@bauen-mit-stahl.de

Tel. (02 11) 67 07-826

Büro Nordost

Gutmuthsstraße 23, 12163 Berlin (Steglitz)

Tel. (030) 7 90 13 94-0

Fax (030) 7 90 13 94-3

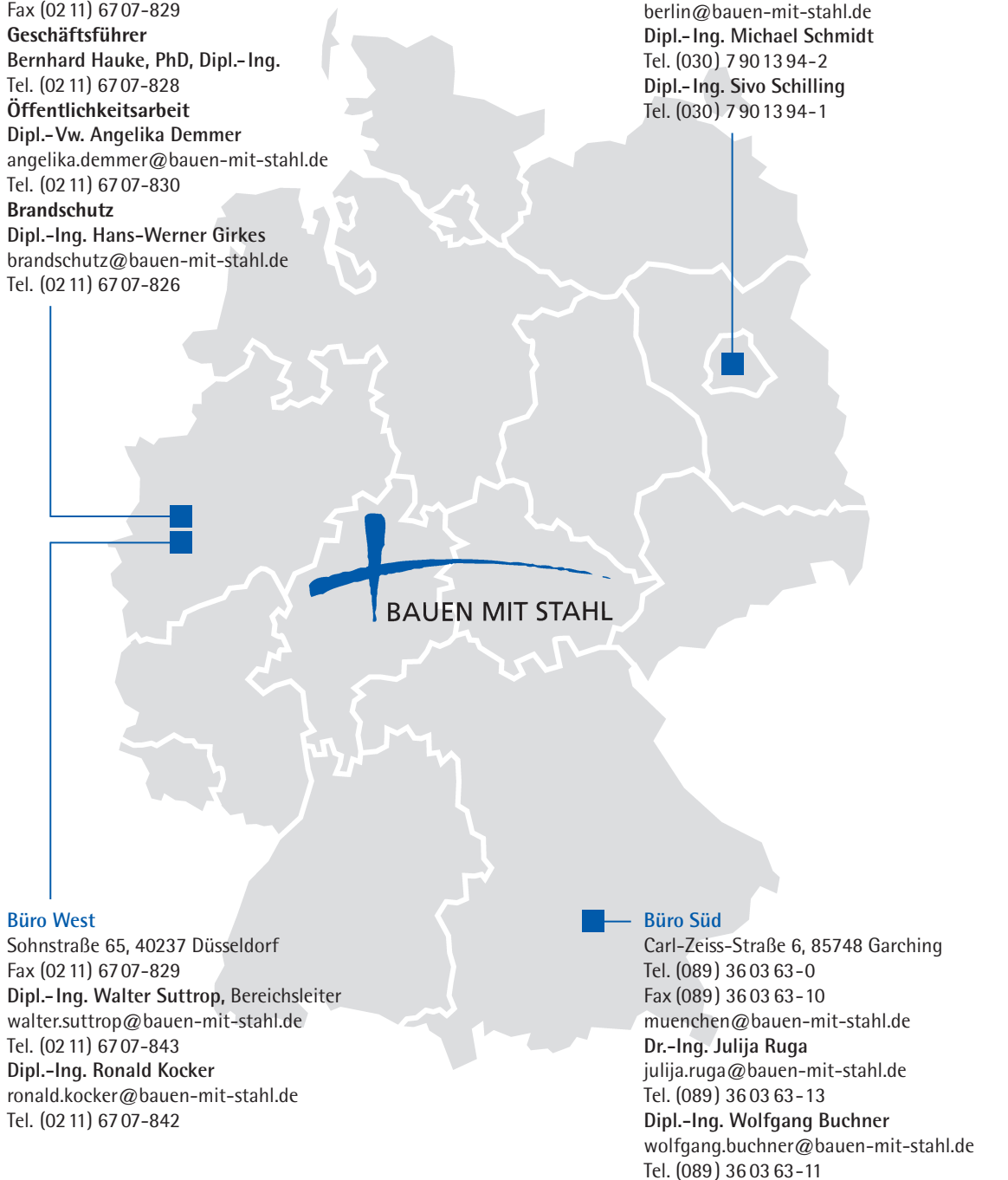
berlin@bauen-mit-stahl.de

Dipl.-Ing. Michael Schmidt

Tel. (030) 7 90 13 94-2

Dipl.-Ing. Sivo Schilling

Tel. (030) 7 90 13 94-1



Büro West

Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf
Fax (02 11) 67 07-829

Dipl.-Ing. Walter Suttrop, Bereichsleiter

walter.suttrop@bauen-mit-stahl.de

Tel. (02 11) 67 07-843

Dipl.-Ing. Ronald Kocker

ronald.kocker@bauen-mit-stahl.de

Tel. (02 11) 67 07-842

Büro Süd

Carl-Zeiss-Straße 6, 85748 Garching

Tel. (089) 36 03 63-0

Fax (089) 36 03 63-10

muenchen@bauen-mit-stahl.de

Dr.-Ing. Julija Ruga

julija.ruga@bauen-mit-stahl.de

Tel. (089) 36 03 63-13

Dipl.-Ing. Wolfgang Buchner

wolfgang.buchner@bauen-mit-stahl.de

Tel. (089) 36 03 63-11

Legende, Terminologie und Begründung der Maßnahmen

- 1 Wärmedämmung Typ W nach DIN 18165-1, Nenndicke nach Wärmeschutznachweis.
- 2 Wärmedämmung Typ W nach DIN 18165-1, zweilagig und versetzt gestoßen, Nenndicke nach Wärmeschutznachweis, Einbaudicke 20 mm größer als Nenndicke.
- 3 Wärmedämmung ($d \geq 30$ mm, n. Wärmeschutznachweis) zur Erzielung von Kondensatfreiheit (Soweit im Regelungsbereich der DIN 4108. Siehe dort: Teil 2, Abschn. 5).
- 4 Thermische Trennung, z. B. Promatec oder äquiv. Dämmmaterial, $t \leq 30$ mm [15-VIII].
- 5 Kondensatschutzbahn im Bereich von 3 m parallel zur Traufe [15-III].
- 6 Wasserleitblech, Korrosionsschutzklasse K III nach DIN 55928-8.
- 7 Rinneneinlaufblech, Korrosionsschutzklasse K III nach DIN 55928-8.
- 8 Oberes Firstblech, Korrosionsschutzklasse K III nach DIN 55928-8.
- 9 Unteres Firstblech, Korrosionsschutzklasse min. K II nach DIN 55928-8.
- 10 Zahnblech, Korrosionsschutzklasse K III nach DIN 55928-8.
- 11 Ortgangprofil, Korrosionsschutzklasse K III nach DIN 55928-8.
- 12 Ortganghalter, Korrosionsschutzklasse K II nach DIN 55928-8.
- 13 Traufbohle nach DIN 4074-S10 mit Holzschutz nach DIN 68800-3, zweiteilig, mit Entspannungsschnitten, untere Bohle unterseitig genutet.
- 14 Rinne und Rinnenhalter.
- 15 Eckformteil außen, Korrosionsschutzklasse K III nach DIN 55928-8.
- 16 Eckformteil innen, Korrosionsschutzklasse min. K II nach DIN 55928-8.
- 17 Rinnentragschale nach Statik, an Entwässerung anschließen.
- 18 Wasserführende Rinne mit Folie auskleiden.
- 19 Dampfsperre, $sd \geq 100$ m, Brandschutzklasse B2 nach DIN 4102-1, an allen Anschlüssen und Stößen dauerhaft luftdicht verklebt/verschweißt.
- 20 Randaussteifung nach DIN 18807-3, Korrosionsschutzklasse nach DIN 18807-1, Tabelle 1.
- 21 Distanzprofil nach Statik mit thermischer Trennung, Befestigungselemente in Stegnähe, Korrosionsschutzklasse nach DIN 18807-1, Tabelle 1.
- 22 Wechselprofil nach Statik, Korrosionsschutzklasse nach DIN 18807-1, Tabelle 1. Druckgurte im Abstand von maximal 500 mm mit den Gurten der Trapezprofiltafeln verbunden. Berechnung nach [15-V].
- 23 Wechselprofil nach Statik, Korrosionsschutzklasse nach DIN 18807-1, Tabelle 2 (bzw. nach DIN 18516-1).
- 24 Profillfüller, A-Seite, geschlossenzelliger Polyethylenschaum, einseitig klebend.
- 25 Profillfüller, B-Seite, geschlossenzelliger Polyethylenschaum, einseitig klebend.
- 26 Schraube, 6,5 X 24/19 – E16 nach Z-14.1-4, nichtrostender Stahl, mit Dichtscheibe.
- 27 Schraube, 6,5 X L – E19 nach Z-14.1-4, nichtrostender Stahl, mit Dichtscheibe.
- 28 Schraube, 6,5 X L – E16 nach Z-14.1-4, verzinkt oder vercadmet (DIN 18807-1, Tabellen 1 und 2 beachten!).
- 29 Schraube, 5,5 X L – E19 nach Z-14.4-407, nichtrostender Stahl, mit Dichtscheibe oder Schraube nach Zulassungsbescheid für Sandwich-elemente [26].
- 30 POP-Becher Blindniet $\varnothing 4,8$ x 12 mm nach Z-14.1-4, AIMg 5.
- 31 Setzbolzen nach Z-14.1-4 (Korrosionsschutzklasse: DIN 18807-1 Tabellen 1 und 2 beachten!).
- 32 Bauaufsichtlich zugelassene Dübel.
- 33 Attikahalter, Korrosionsschutzklasse nach DIN 18807-1, Tabelle 1.
- 34 Attikakappe, Korrosionsschutzklasse KIII nach DIN 55928-8.
- 35 Horizontalverwahrung, Korrosionsschutzklasse KIII nach DIN 55928-8.
- 36 Stützwinkel, Fußwinkel, $t = 1,5$ mm, Korrosionsschutz nach DIN 18516-1.
- 37 Abschlußprofil, Korrosionsschutzklasse nach DIN 18807-1, Tabelle 1.
- 38 Dichtband 20 x 10, PUR-Weichschaum, Kunstharz getränkt, Kompression auf 30 %.
- 39 Dichtband 25 x 10, PUR-Weichschaum, Kunstharz getränkt, Kompression auf 30 %.
- 40 Dichtband 50 x 10, PUR-Weichschaum, Kunstharz getränkt, Kompression auf 30 %.
- 41 Dichtband 20 x 3, PVC.
- 42 Dichtband 20 x 5, PVC.
- 43 PUR-Ortschaum, dicht ausschäumen.
- 44 Anschlußblech, $t = 0,75$ mm.
- 45 Notablauf nach DIN 1986 und [19], stets in Rechteckform mit breitem Überfall.
- 46 Großformatiger PE-Schaumstreifen, geschlossenzellig, b/h ca. 20/60 mm.
- 47 Dichtband 20 x 10, PUR-Weichschaum, Kunstharz getränkt, Kompression auf 30 %, zur Absperrung der Fuge bis zum werkseitig eingeschäumten Dichtband.

Impressum

Dokumentation 609
Dach- und Wandkonstruktionen
im Hallenbau

1. Auflage, März 2000

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

Bildnachweis

Das in der Veröffentlichung verwendete
Fotomaterial wurde durch folgende
Firmen zur Verfügung gestellt:
Zambelli Fertigungs GmbH & Co
ASTRON Building Systems
Haironville Beteiligungen GmbH

Zusammenstellung und Redaktion
in Zusammenarbeit mit
Pöter & Möller GmbH, Siegen

Hinweis:

Die Konstruktionsvorschläge stellen
lediglich Beispiele dar, für deren richtige
Anwendung, deren Übertragbarkeit und
Anpassung an die örtlichen und konstruk-
tiven Gegebenheiten des konkreten Bau-
werks die Bauausführenden verantwort-
lich sind.