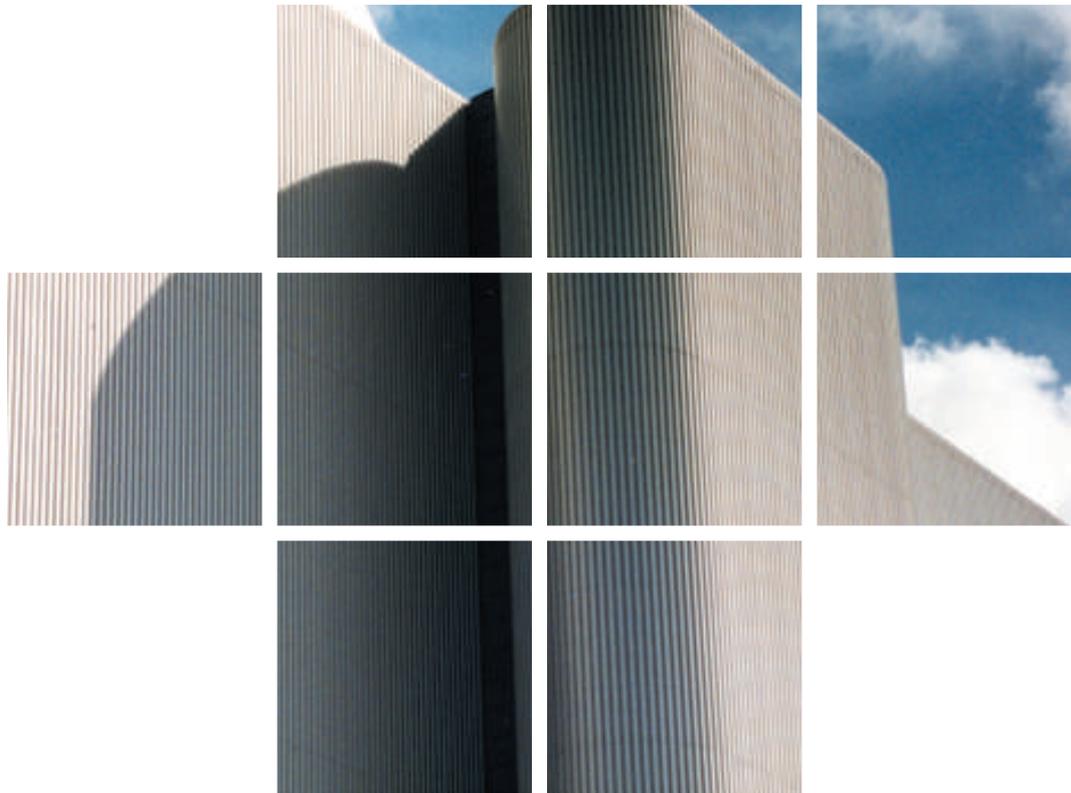


# Aluminium-Trapezprofile und ihre Verbindungen



---

# Aluminium-Trapezprofile und ihre Verbindungen

## Fachregeln zur Anwendung und Konstruktion

### Inhalt

	<b>Vorwort</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>Anwendungsbereich</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Normative Verweisungen</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>Begriffe und Formelzeichen</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>Werkstoffe, Maße und Anforderungen</b>	<b>12</b>
4.1	Ausgangswerkstoffe	12
4.1.1	Werkstoffe	13
4.1.2	Oberflächen und farbliche Gestaltung	15
4.1.3	Reinigung von Aluminiumoberflächen	17
4.2	Mindestblechdicken	18
4.3	Toleranzen der Nennblechdicke	18
4.4	Toleranzen der Profil- und Tafelgeometrien	18
4.5	Korrosionsschutz	20
<b>5</b>	<b>Qualitätssicherung</b>	<b>22</b>
5.1	Allgemeines	22
5.2	Bauteile	23
5.2.1	Werkstoffeigenschaften	23
5.2.2	Geometrie	24
5.3	Verbindungselemente	26
<b>6</b>	<b>Planung und Nachweise</b>	<b>28</b>
6.1	Grundlagen	28
6.1.1	Allgemeines	28
6.1.2	Standort des Gebäudes, Gebäudeform und Gebäudenutzung	28
6.2	Standicherheit und Gebrauchstauglichkeit	30
6.3	Bauphysikalische Anforderungen, Brandschutz, Schallschutz und Blitzschutz	32
6.3.1	Allgemeines	32
6.3.2	Wärmeschutz und Tauwasserschutz	32
6.3.2.1	Allgemeines	32

6.3.2.2	Wärmeschutz	33
6.3.2.2.1	Wärmeübertragung	33
6.3.2.2.2	Wärmeleitfähigkeit	34
6.3.2.2.3	Wärmedurchgangskoeffizient	34
6.3.2.2.4	Typische Ursachen für Wärmeverluste	35
6.3.2.3	Tauwasserschutz	37
6.3.2.4	Belüftete Dachkonstruktionen	38
6.3.2.4.1	Einschalige nicht belüftete Dachkonstruktionen	38
6.3.2.4.2	Zweischalige nicht belüftete Dachkonstruktionen	38
6.3.2.4.3	Hinterlüftete Außenwandbekleidungen	38
6.3.2.5	Tauwasserbildung im Inneren von mehrschaligen Konstruktionen	40
6.3.2.5.1	Wasserdampfdiffusion	40
6.3.2.5.2	Wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke $s_d$	41
6.3.3	Brandschutz	42
6.3.3.1	Baustoffklassen	42
6.3.3.2	Feuerwiderstandsklassen	43
6.3.3.3	Feuerwiderstandsklassen von nichttragenden Außenwänden	44
6.3.3.4	Bedachungen, Widerstandsfähigkeit gegen Flugfeuer und strahlende Wärme	45
6.3.3.5	Europäisches Klassifizierungssystem für den Brandschutz	46
6.3.3.6	Baulicher Brandschutz großflächiger Dächer (DIN 18234)	49
6.3.4	Schallschutz	50
6.3.4.1	Allgemeines	50
6.3.4.2	Schalltechnische Kenngrößen	52
6.3.4.3	Einschalige Konstruktionen	57
6.3.4.4	Mehrschalige Konstruktionen	57
6.3.4.5	Hinweise für die praktische Anwendung	59
6.3.4.6	Geräuschentwicklung	63
6.3.5	Blitzschutz	64
6.3.5.1	Allgemein	64
6.3.5.2	Fangeinrichtung	65
6.3.5.3	Schirmwirkung	67
6.4	Ausführungszeichnungen	69
6.4.1	Allgemeines	69
6.4.2	Lage der Profiltafeln	69
6.4.3	Profilbezeichnung	69
6.4.4	Hinweise auf Sicherungsmaßnahmen	69
6.4.5	Hinweise auf zulässige Lage und zulässiges Gewicht der Profilkpakete	70
6.4.6	Montagerichtung	70
6.4.7	Verbindungen	71
6.4.8	Schubfeld	71
6.4.9	Details	71
6.4.10	Materialauszug	72
<b>7</b>	<b>Konstruktion</b>	<b>73</b>
7.1	Allgemeines	73
7.2	Trapezprofile	73
7.2.1	Dachneigung	73
7.2.2	Begehbarkeit	75
7.2.3	Ausbildung der Profilränder	76
7.2.3.1	Längsstöße	76
7.2.3.2	Querstöße	78
7.2.3.3	Aussteifung von Längsrändern	84
7.2.4	Öffnungen und Durchbrüche	84
7.2.4.1	Allgemeines	84

7.2.4.2	Öffnungen in Dächern und Wänden	84
7.2.4.2.1	Öffnungen in einschaligen Dächern	84
7.2.4.2.2	Öffnungen in äußeren Schalen von mehrschaligen Dächern	86
7.2.5	Auskragende Trapezprofile	86
7.2.5.1	Allgemeines	86
7.2.5.2	Querverteilung von Einzellasten am freien Ende	86
7.2.5.3	Montagesicherung gegen Abheben	87
7.2.6	Löcher	87
7.2.7	Fugenabdichtung	88
7.3	Verbindungen, Verbindungselemente, Einsatzbereiche	94
7.3.1	Arten von Verbindungen	94
7.3.1.1	Verbindungen von Profiltafeln mit der Unterkonstruktion	94
7.3.1.2	Verbindungen von Profiltafeln miteinander (Längsstoß)	95
7.3.1.3	Profiltafeln verbunden mit Kanteilen	96
7.3.2	Verbindungselemente und Zubehörteile	96
7.3.2.1	Allgemeines	96
7.3.2.2	Blindniete	97
7.3.2.3	Schrauben	98
7.3.2.3.1	Holzschrauben	98
7.3.2.3.2	Gewindefurchende Schrauben (nicht genormt)	98
7.3.2.3.3	Bohrschrauben	99
7.3.2.4	Kalotten	99
7.3.2.5	Dichtscheiben	101
7.3.3	Einsatzbereiche	101
7.3.4	Anforderung an die Verbindungen	101
7.3.4.1	Allgemeines	101
7.3.4.2	Unterkonstruktion aus Stahl oder Aluminium	102
7.3.4.3	Unterkonstruktion aus Holz	103
7.4	Unterkonstruktion	104
7.4.1	Allgemeines	104
7.4.2	Auflagerbreiten	105
7.4.3	Korrosion	105
7.4.3.1	Kontaktkorrosion und Schutzmaßnahmen	105
7.4.3.2	Korrosionsschutz der Unterkonstruktion	106
7.4.4	Verankerung im Beton	108
7.4.5	Dünnwandige Unterkonstruktionen	108
7.4.6	Unterkonstruktionen aus Holz	111
7.4.7	Wärmeausdehnung	112
7.4.8	Sicherung gegen Biegedrillknicken	112
7.4.9	Dachschub	113
7.5	Schubfeld	114
7.6	Rinnen	115
<b>8</b>	<b>Bestimmungen für den Einbau</b>	<b>117</b>
8.1	Qualifikationsvoraussetzungen für die Arbeiten auf der Baustelle	117
8.1.1	Qualifikation der Montagefirmen	117
8.1.2	Qualifikation der Montageleitung	117
8.1.3	Qualifikation des Baustellen-Führungspersonals	117
8.1.4	Qualifikation des Baustellen-Fachpersonals	118
8.2	Sicherheitstechnische Belange	118
8.2.1	Allgemein	118
8.3	Übernahme der Vorgewerke	120
8.4	Verlegetechnische Hinweise	120
8.4.1	Allgemeine Hinweise	120

---

8.4.2	Lagesicherung der Profiltafeln	122
8.4.3	Beschädigte Profiltafeln	122
8.4.4	Zuschnitt von Profiltafeln	122
<b>9</b>	<b>Transport</b>	<b>123</b>
<b>10</b>	<b>Lagerung</b>	<b>124</b>
10.1	Allgemein	124
10.2	Entstehung und Ursachen von Tauwasserschäden	125
<b>11</b>	<b>Literatur</b>	<b>127</b>
11.1	Normen und Verordnungen	127
11.2	Fachregeln	133
11.3	GDA-Merkblätter	134
11.4	Weiterführende Literatur	135
11.5	Metallprofile für Unterkonstruktionen	137
<b>12</b>	<b>Wichtige Adressen</b>	<b>138</b>
<b>13</b>	<b>Sachregister</b>	<b>143</b>

---

## Vorwort

Bereits während der Erarbeitung der Normenreihe DIN 18807 Teile 6 bis 9 „Trapezprofile im Hochbau – Aluminium-Trapezprofile und ihre Verbindungen“ wurde in Kreisen der Industrie der Entschluß gefaßt, die Norm zu kommentieren und ein grundlegendes Werk über das Bauen mit Aluminium-Profiltafeln zu erstellen. Die hauptsächlichen Gründe hierfür waren:

- Mit der Norm allein bleibt vieles in seinen Zusammenhängen unverständlich, weil der eigentliche Normtext kurz und prägnant sein muß und keinen „Lehrbuchhaften Charakter“ haben darf.
- Das in der Praxis häufig und gern benutzte Lehrbuch von H. Weber „Dach und Wand – Planen und Bauen mit Aluminium-Profiltafeln“ war nicht mehr verfügbar und auch in Teilen überholt.
- Die erfolgreiche Seminarreihe „Bauen mit Aluminium-Profiltafeln“ hat zu neuen Erkenntnissen über die Fragestellungen der Anwender geführt.
- Das Bauen mit dünnwandigen Bauteilen aus Aluminium bedarf einer geschlossenen Darstellung, gerade für die nachwachsende Generation von Anwendern.
- Es entsteht zur Zeit eine Reihe internationaler Regelungen – hierfür müssen nationale Positionen bezogen werden.

Die Teile 6 und 7 der DIN 18807 über die Ermittlung der aufnehmbaren Tragfähigkeiten entweder durch Versuche oder Berechnung sowie der Teil 8 über die Nachweisführung von Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit richten sich an einen eingeschränkten Kreis von Prüfanstalten und Statikern, während der Teil 9 „Anwendung und Konstruktion“ jeden Anwender angeht. Deshalb ist die Kommentierung dieses Normenteils vom Arbeitskreis „Dach und Wand“ der ehemaligen Aluminium-Zentrale, heute GDA-Gesamtverband der Aluminiumindustrie, mit Priorität bearbeitet worden und liegt nun vor. Dieser Arbeitskreis ist mit Vertretern der wichtigsten Herstellerfirmen, sowohl von Profiltafeln als auch Zubehörteilen, der Bauaufsicht, der Verarbeiter, von Wissenschaft und Lehre sowie Materialprüfanstalten und von Sachverständigen- und Ingenieurbüros besetzt und hat auch maßgeblich an der Erstellung der Norm mitgearbeitet. Deshalb stellen die vorliegenden Fachregeln den derzeitigen Stand des technischen Wissens über die Anwendung und Konstruktion mit Aluminium-Profiltafeln dar. Außerdem hat er Eingang in das internationale Regelwerk als „Ausführungswerk“ zu EN 1999-1-4 (Eurocode 9 – Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken – Teil 1-4: Kaltgeformte Profiltafeln) gefunden und damit einen offiziellen Status erlangt.

---

## 1 Anwendungsbereich

In DIN 18807 Teil 9 sind Regelungen und Ausführungsvorgaben enthalten, die ein fachgerechtes und mängelfreies Dach mit Metalldeckung und eine mängelfreie Wand mit Metallbekleidung gewährleisten sollen. Metalldeckung und Metallbekleidung im Sinne dieser Norm und des Eurocodes 9 sind Trapez- und Wellprofile.

Die Anwendungsbeschränkung der Norm auf Trapezprofile unter „vorwiegend ruhender Belastung“ ist durch den Erfahrungsbereich hinsichtlich der Verwendung von Aluminium-Trapezprofilen begründet. Eine darüber hinausgehende Verwendung als Bauteile, die auch durch „nicht vorwiegend ruhende Belastungen“ beansprucht werden, ist zwar grundsätzlich möglich, jedoch durch diese Norm nicht abgedeckt. Sie bedarf gesonderter Nachweise und einer anderen baurechtlichen Basis (z. B. Zustimmung im Einzelfall).

„Vorwiegend ruhende Belastungen“ im Sinne dieser Norm sind:

- ständige Lasten
- Verkehrslasten nach DIN 1055 Teil 3 auf Decken, Dächer und Treppen, z. B. infolge Personen, Einrichtungsgegenständen, leichten Trennwänden, Lagerstoffen, Maschinen, Fahrzeugen.
- Windlasten nach DIN 1055 Teil 4
- Schnee- und Eislasten nach DIN 1055 Teil 5
- witterungsbedingte oder technisch bedingte Temperaturbeanspruchungen ähnlicher Häufigkeit

Obwohl für die Verwendung von Profiltafeln praktisch ohne Bedeutung, sind zur Verdeutlichung der Abgrenzung nachfolgend einige Beispiele für „nicht vorwiegend ruhende Belastungen“ angegeben:

- stoßende und sich häufig wiederholende Lasten
- Massenkräfte nicht ausgewuchteter Maschinen
- Verkehrslasten aus Kranbahnen
- Verkehrslasten auf Hofkellerdecken und von Gabelstaplern befahrenen Decken
- Verkehrslasten auf Dachdecken, die als Hubschrauberlandeplätze dienen
- Windlasten auf schwingungsanfälligen Bauwerken oder Bauteilen, bei denen die Windbelastung zu Resonanzerscheinungen führt

„Dächer“ steht als Oberbegriff für die Verwendung von Profiltafeln sowohl als Unterschale von darüberliegenden Dachaufbauten als auch als einzelne Schale eines z. B. nicht wärmeisolierten Daches.

Die äußeren Schalen von Dächern aus Metall werden als Dachdeckungen bezeichnet. Dachabdich-

---

tungen bestehen aus Kunststoff oder Bitumen und sind miteinander verklebt oder verschweißt. Ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal ist die Tatsache, daß Dachdeckungen regendicht auszuführen sind, wohingegen Dachabdichtungen wasserdicht sein müssen.

„Decken“ stehen hier für mehrere Anwendungen: Als verlorene Schalung von Betondecken oder als Unterdecken im Inneren von Industrie- und Gewerbebauten oder als Auskleidung von Unterführungen oder Tunneln.

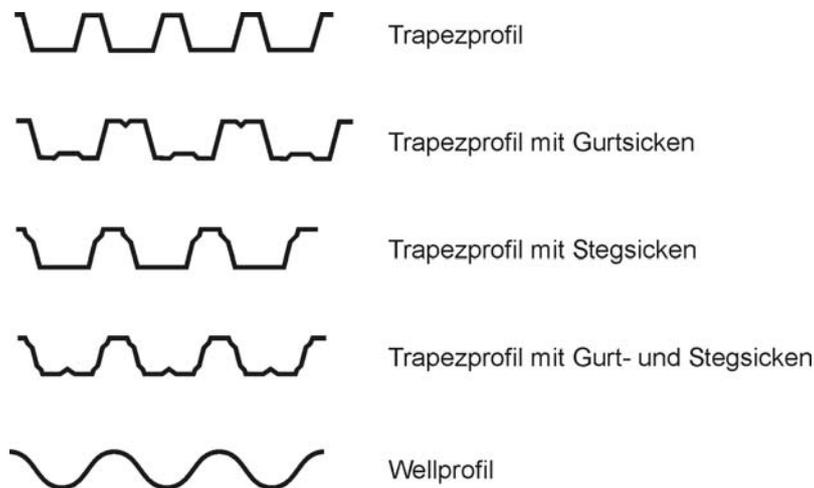
Aus der Definition der „tragenden Wände“ – nämlich Wände, die durch vertikal wirkende Dach- oder Deckenlasten beansprucht werden – ergibt sich die Abgrenzung zu den „nichttragenden Wänden“ im Sinne dieser Norm. Zu den nichttragenden Wänden gehören demzufolge Wände, die nicht durch die o. g. Vertikallasten beansprucht werden. Gleichwohl haben jedoch auch die nichttragenden Wände durchaus lastabtragende Funktion. So gehören z. B. die Außenwände von Skelettkonstruktionen, die durch erhebliche Windlasten beansprucht werden können, zum definierten Anwendungsbereich. Dies gilt auch, wenn diese Bauteile als Wandscheibe eingesetzt werden und zur Aussteifung der Tragstruktur gegen Horizontallasten herangezogen werden. Weiterhin zählen beispielsweise auch Lärmschutzwände zu den nichttragenden Wänden, obwohl die hierauf einwirkenden Windbelastungen erheblich sind und durch die Wandkonstruktion in die Fundamente abgetragen werden müssen.

Die „Außenwandbekleidung“ – mit einer massiven Wand mechanisch verbundene Bekleidung – korrespondiert mit der „Dachdeckung“, ist also ein dem Witterungsschutz und der Architektur dienendes Bauteil, das die einwirkenden Windlasten in den Baukörper weiterleitet.

Für viele weitere, in der Norm nicht genannte Konstruktionen können Aluminium-Trapezprofile ebenfalls verwendet werden, doch muß dann eine nachvollziehbare Analogie zu dem in der Norm definierten Anwendungsbereich hergestellt werden.

Die Tragfähigkeit der Verbindungen ist von der Form der Trapezprofilquerschnitte abhängig und war bereits in den bauaufsichtlichen Zulassungen, auf denen die Norm im wesentlichen aufbaut, geregelt. Aus diesem Grund sind Verbindungen in die Norm aufgenommen worden. Allerdings werden nicht die Verbindungselemente genormt, sondern deren Anwendung im Zusammenhang mit dünnwandigen Bauelementen. Die Norm enthält einerseits den bauaufsichtlich vorgegebenen Inhalt und andererseits den Erfahrungsbereich der Verfasser hinsichtlich der konstruktiven Anwendung von Aluminium-Profiltafeln. Zur Verdeutlichung werden nochmals diejenigen Querschnitte abgebildet, für die der Inhalt der Norm verbindlich zutrifft.

Falzdächer sind nichttragende Metalldeckungen, bei denen Blechbänder oder -tafeln durch Längs- und Querfalze verbunden sind. Die Verlegung erfolgt immer auf einer tragenden Unterkonstruktion, z. B. Holzschalung, Trapezprofiltafeln oder einer lastabtragenden Wärmedämmung.



**Bild 1.1:** Beispiele für Profilformen

Nicht erfaßt vom Anwendungsbereich der DIN 18807 sind handwerklich zu verarbeitende Falz-Systeme, industriell gefertigte Klemmrippenprofile oder stehfalzähnliche Profiltafeln sowie Kassetten oder ausgeschäumte Bauelemente (Sandwichelemente). Diese Konstruktionen erfüllen nicht die Definition von Aluminium-Trapezprofilen, weil sie andere Mechanismen der Lastabtragung oder des Versagensverhaltens haben. So müssen Falzprofile planmäßig auf einer durchgehenden Unterkonstruktionsfläche aufliegen, oder Kassetten in ihren abliegenden Gurten bei Druckbelastung gegen seitliches Ausweichen gesichert sein. Ähnlich verhalten sich Klemmrippenprofile oder industriell vorgefertigte Stehfalzprofile, wohingegen Sandwichelemente ihre Tragfähigkeit aus dem kraftschlüssigen Zusammenwirken von äußeren Deckschalen und innerem Stützkern beziehen. Diese Konstruktionen bedürfen eines gesonderten Nachweises ihrer Brauchbarkeit, z. B. durch eine bauaufsichtliche Zulassung, wenn sie nicht, wie die Stehfalzprofile, den handwerklichen Fachregeln unterliegen. Damit soll eine mögliche analoge Behandlung dieser Querschnitte nach DIN 18807 nicht ausgeschlossen werden. Im Gegensatz hierzu fallen Aluminium-Wellprofile gemäß Anlage 2.4/10 der Musterliste der technischen Baubestimmungen (Fassung Februar 2004) sehr wohl in den Anwendungsbereich der DIN 18807. Die Regelungen der Normenteile 6, 8 und 9 sind mit Ausnahme des Abschnitts 3 in Teil 6 somit auch für Aluminium-Wellprofile verbindlich, wobei jeweils die Höhe der Wellprofile der Trapezprofilhöhe  $h$  und die Wellenlänge der Rippenbreite  $b_R$  eines Trapezprofiles entspricht. Die Beanspruchbarkeiten von Aluminium-Wellprofilen sind nach DIN 18807 Teil 7 durch Versuche zu ermitteln. Ausnahme hierbei ist lediglich die Ermittlung des Trägheitsmomentes und des Grenzbiegemomentes im Feldbereich von Einfeld- und Durchlaufträgern. Diese können nach der Elastizitätstheorie rechnerisch ermittelt werden.

Bei Profiltafeln ist die Geometrie des Querschnitts einschließlich Randausbildung im allgemeinen unsymmetrisch. Je nach Lage haben die Profiltafeln unterschiedliche Tragfähigkeiten. Bei beschichteten Profiltafeln müssen die erforderlichen Beschichtungssysteme der entsprechenden Profilstärke zugeordnet werden. Aus den vorgenannten Gründen ist eine eindeutige Festlegung der Lage der Profiltafeln bereits in der Entwurfsphase erforderlich.

Üblich sind sowohl bei Aluminium- als auch bei Stahl-Profiltafeln die Bezeichnungen „Positive (P)“- und „Negative (N)“-Einbaulage, wobei historisch bedingt die Definition P/N bei Aluminium und Stahl umgekehrt erfolgte, was zu Irrtümern und damit Fehllieferungen führen kann. Inzwischen ist es im Stahlbereich üblich, zur Festlegung der Beschichtung die Seiten mit „A“ bzw. „B“ zu bezeichnen.

Es empfiehlt sich, schon in der Angebotsbearbeitung Einbaulage und Beschichtung der Profiltafeln, am besten durch eine Skizze, zu definieren, um Verwechslungen vor allem bei Alternativangeboten Aluminium/Stahl auszuschließen.

<b>Einbaulage</b>	<b>Aluminium</b>	<b>Stahl</b>
oben / außen Positiv (P) unten / innen	schmaler Gurt  breiter Gurt	breiter Gurt  schmaler Gurt
oben / außen Negativ (N) unten / innen	breiter Gurt  schmaler Gurt	schmaler Gurt  breiter Gurt
Beschichtungs- seite	Das Erstellen einer Skizze wird empfohlen	 

**Tabelle 1.1:** Kennzeichnung der Einbaulagen

---

## 2 Normative Verweisungen

In vielen Fällen besteht Unklarheit über den Geltungsbereich der DIN 18807 im Verhältnis zur DIN 18516 „Außenwandbekleidungen, hinterlüftet – Teil 1: Anforderungen, Prüfgrundsätze“.

Bereits im Einführungserlaß der DIN 18807 Teile 1 bis 3 vom 8.1.1990 ist geregelt: „Für hinterlüftete Außenwandbekleidungen sind die geltenden technischen Baubestimmungen für Fassadenbekleidungen [... DIN 18516...] zusätzlich zu beachten, soweit in DIN 18807 keine Regelungen enthalten sind.“ Damit ist unmißverständlich ausgedrückt, daß für Konstruktionen mit Trapezprofilen (einschl. Wellprofilen und Kassetten – also allen Querschnittsformen, die in den Regelungsbereich der DIN 18807 fallen) DIN 18807 Priorität besitzt und nur dann, wenn darin keine Aussagen gemacht werden, DIN 18516 herangezogen werden darf.

Diese Festlegung ist im Anwendungsbereich der DIN 18516 Teil 1 bestätigt: „Diese Norm gilt nicht für ... raumabschließende Bauteile und deren Bestandteile, z. B. Trapezprofilkonstruktionen nach DIN 18807“.

Für die Praxis bedeutet dies, daß bei einer Wand aus Beton oder Mauerwerk mit einer Wandbekleidung aus Trapezprofilen die Verankerung der Zwischenkonstruktion in der Wand und die Zwischenkonstruktion selbst nach DIN 18516 zu beurteilen sind, die Wandbekleidung und ihre Verbindung mit der Zwischenkonstruktion aber nach DIN 18807. Besteht die Wand statt aus Beton oder Mauerwerk aus Kassetten oder Trapezprofilen, so ist die gesamte Konstruktion nach DIN 18807 zu beurteilen (siehe auch Abschnitt 11.4).

---

### **3            Begriffe und Formelzeichen**

Mit den Definitionen in DIN 18807 Teile 6 bis 9 werden die in den Teilen 1 bis 3 der DIN 18807 festgelegten Begriffe wieder aufgenommen und für den speziellen Anwendungsfall ergänzt. Es ist vermieden worden, denselben Begriff für Stahl- oder Aluminium-Trapezprofile abweichend zu besetzen, d.h. dieselben Begriffe bedeuten bei beiden Werkstoffen dasselbe.

---

## 4 Werkstoffe, Maße und Anforderungen

### 4.1 Ausgangswerkstoffe

Aluminium ist nach Sauerstoff und Silizium das dritthäufigste Element der Erdkruste überhaupt und Bestandteil nahezu aller Gesteine und Böden. Es kommt in der Natur nicht in metallener Form, sondern nur in festen chemischen Verbindungen vor. Typische Beispiele für diese Verbindungen sind Edel- und Halbedelsteine, Tone, bekannte Mineralien und Bauxit. Bauxit ist der Rohstoff für die Aluminiumherstellung.

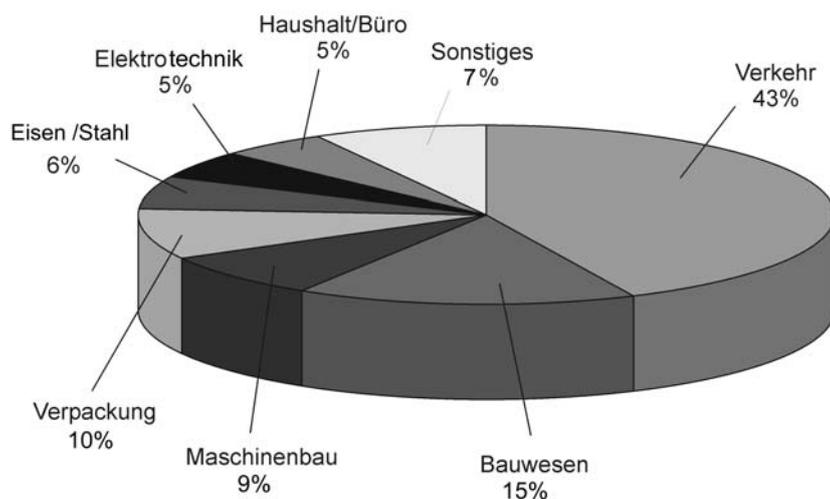
Rund 130 Mio. Tonnen Bauxit werden jährlich weltweit überwiegend im Tagebau gefördert. Die aus heutiger Sicht wirtschaftlich abbauwürdigen, gesicherten Bauxitvorkommen decken den Bedarf für rund 200 Jahre und liegen zu etwa 90% in Ländern des Tropengürtels. Hauptfördergebiete sind Australien, Westafrika, Jamaika und Brasilien.

Aus Bauxit wird in einem zweistufigen Prozeß Aluminium erzeugt: Im ersten Schritt wird aus dem Bauxit Aluminiumhydroxid extrahiert, das anschließend durch Glühen zu Tonerde (Aluminiumoxid) gebrannt wird. In der Schmelzflußelektrolyse, dem zweiten Schritt, wird aus der Tonerde mit Hilfe elektrischen Stroms flüssiges Aluminium gewonnen. Wird ein Kilogramm Aluminium aus Tonerde hergestellt, so sind für den Elektrolyseprozeß heute durchschnittlich ca. 15 Kilowattstunden (kWh) an elektrischer Energie erforderlich. Der Energiebedarf für die Primäraluminiumproduktion wird in der westlichen Welt gegenwärtig zu rund 55% mit Strom aus Wasserkraft gedeckt.

#### Aluminium - Bedarf 2005

---

Deutschland rund 3,1 Mio. Tonnen

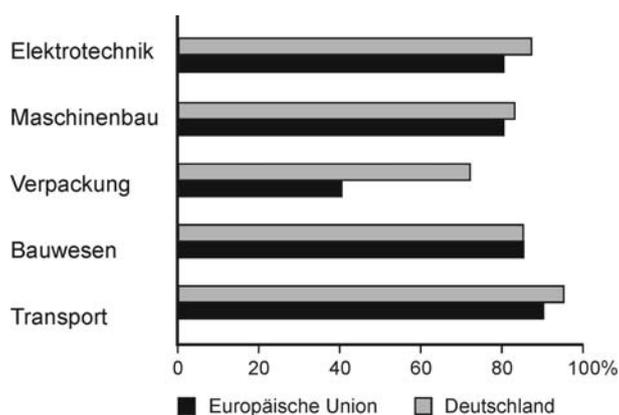


**Bild 4.1:** Anwendungsbereiche von Aluminium

Durch die Vielzahl seiner Eigenschaften ist Aluminium ein vielseitig nutzbarer Werkstoff: Überall, wo Gewichtersparnis, Schutzfunktion, Belastbarkeit, Korrosionsbeständigkeit und Langlebigkeit gefordert werden, wird Aluminium eingesetzt. Aluminium ist sehr gut kalt- und warmumformbar, läßt sich schweißen, schmieden und kleben, besitzt eine hohe Leitfähigkeit für Strom und Wärme. Trotz seines niedrigen spezifischen Gewichts besitzt es eine hohe Festigkeit. Es ist ungiftig und folglich physiologisch unbedenklich.

Das Recycling von Aluminium ist seit Beginn der Nutzung des Werkstoffes eine wichtige Rohstoffquelle. Wegen des wirtschaftlichen Wertes der Aluminiumschrotte war das Recycling seit jeher lohnend. Zwischen Produkten aus Recyclingaluminium oder solchen aus Bauxit besteht kein mechanisch-technologischer Unterschied.

Neben dem hohen ökonomischen Nutzen bietet das Aluminium-Recycling auch ökologische Vorteile, da Ressourcen geschont, Eingriffe in den Naturhaushalt vermindert und Deponien entlastet werden. Der geschlossene Material-Kreislauf ist grundlegendes Kriterium für den effizienten Umgang mit Energie. Für das Recycling wird bis zu 95% weniger Energie benötigt als bei der Primärherstellung.



**Bild 4.2:** Recyclingraten in Deutschland und der Europäischen Union

#### 4.1.1 Werkstoffe

Die in der DIN 18807 genannten Werkstoffe sind nicht aushärtbare Legierungen, die ihre Festigkeit im wesentlichen durch die Legierungszusätze und die Kaltumformung (Walzen) beziehen. Sie zählen zu den „meerwasserbeständigen“ Werkstoffen und sind somit ganz besonders gut für den Außeneinsatz geeignet. Im Normalfall ist bei ihrer Verwendung kein zusätzlicher Korrosionsschutz erforderlich.

Der Begriff der Meerwasserbeständigkeit kommt aus dem Schiffbau und ist als solcher zwar nicht weiter definiert, aber als Werkstoffgröße zu verstehen. Diese besagt, daß sich die betreffende Legierung aufgrund der Festigkeit als Konstruktionswerkstoff eignet, daß sie zudem schweißbar ist und ein gutes Korrosionsverhalten gegenüber Meerwasser besitzt. Meerwasserbeständigkeit schließt daher eine

Oberflächenkorrosion nicht aus. Allerdings nimmt diese auf die Funktion des Bauteils in der Regel keinen Einfluß. Der Germanische Lloyd benutzt beispielsweise den Begriff „seewassergeeignet“, was der tatsächlichen Situation eher entspricht und nicht eine Beständigkeit impliziert.

Bezeichnung nach DIN EN 573 Teil 3	Numerierung nach DIN EN 573 Teil 3
EN AW-AMn1	EN AW-3103
EN AW-AMn1Mg1	EN AW-3004
EN AW-AMn1Mg1Cu	EN AW-3104
EN AW-AMn1Mg0,5	EN AW-3005
EN AW-AMn0,5Mg0,5	EN AW-3105
EN AW-AMg1B	EN AW-5005
EN AW-6025	EN AW-6025

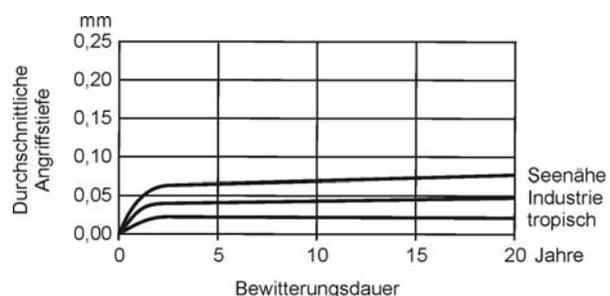
**Tabelle 4.1:** Für Kaltumformung (z. B. Rollformen oder Kanten) geeignete Knetlegierungen

Bewitterungsversuche auf Helgoland und im Arabischen Golf zeigen, daß an ungeschützten Aluminiumproben zwar Loch- und Muldenkorrosion auftritt, daß aber die durchschnittliche Lochtiefe im Laufe der Jahre auf wenige 1/100 mm begrenzt bleibt. Damit wird eine grundsätzliche Eignung der als meereswasserbeständig bezeichneten Werkstoffe für die Verwendung im maritimen Bereich belegt. Alle Aussagen beziehen sich auf walz- bzw. preßblankes Aluminium.

Die Definition der unteren Grenze der Festigkeit (hier mit  $R_{p0,2} \geq 165 \text{ N/mm}^2$ ) ist geboten, um den Erfahrungsbereich besonders bei der Berechnung der Tragfähigkeit von Trapezprofilquerschnitten nicht zu verlassen. Oberhalb dieser Festigkeit ist gewährleistet, daß berechnete Tragkapazitäten auch durch Versuche nachvollzogen und in der Praxis erreicht werden können.

Es ist nicht auszuschließen, daß auch für Werkstoffe mit geringeren Festigkeiten die Formeln des Teils 6 der Normen gelten können; dies müßte analog den bisherigen Erfahrungen durch gezielte Untersuchungen erst noch nachgewiesen werden. Der derzeitige Wissensstand reicht allerdings erst bis an die angegebene Grenze.

Geringere Werte dürfen ohne Nachweis nicht angesetzt werden. Dieser Nachweis



**Bild 4.3:** Maximale und durchschnittliche Angriffstiefen von AlMn-Blechen, 0,9 mm dick, während 20-jähriger Bewitterung in Land-, Industrie- und Seeklima (nach ASTM, 1946).

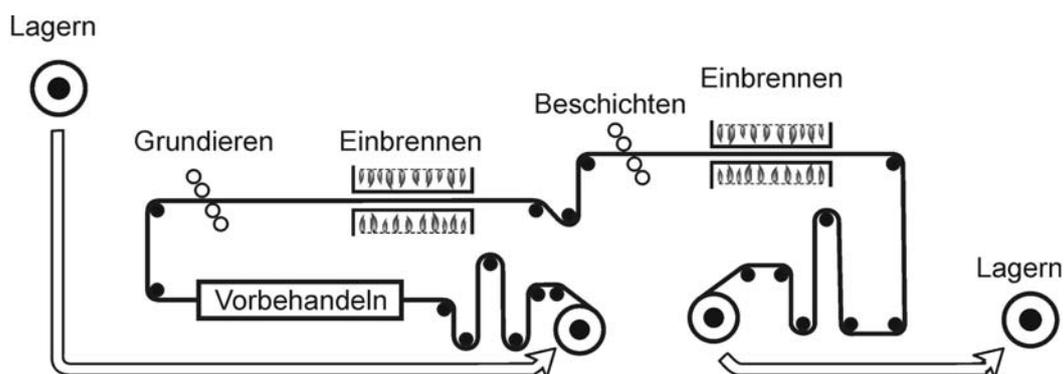
kann mittels bauaufsichtlicher Zulassung erbracht werden, ebenso wie der Nachweis der Brauchbarkeit einer anderen Legierung, die im definierten Festigkeitsbereich liegt ( $R_{p0,2} \geq 165 \text{ N/mm}^2$ ).

#### 4.1.2 Oberflächen und farbliche Gestaltung

Aluminium ist aufgrund seiner vorteilhaften physikalischen und chemischen Eigenschaften ein wichtiger Werkstoff für das Bauwesen. An der Luft überzieht es sich spontan mit einer festhaftenden, dichten Oxidschicht. Die hohe Korrosionsschutzwirkung dieser Oxidschicht macht das Aluminium im Bereich pH 4,5 bis pH 8,5 zu einem sehr beständigen Metall bei atmosphärischer Belastung. Ein zusätzlicher Korrosionsschutz ist für die meisten Anwendungen entbehrlich.

In der Architektur werden Oberflächen mit dekorativem Aussehen bei gleichzeitig hoher Witterungsbeständigkeit verlangt. Diese Anforderungen werden von organisch beschichtetem (lackiertem) und anodisiertem (eloxiertem) Aluminium erfüllt. Anodisierte Oberflächen bewahren den Metallcharakter des Bauteils. Sie sind hart und abriebfest, jedoch für das Rollformen bedingt geeignet. Bei kleinen Biege radien ist mit einem Reißen der anodisierten Oxidschicht zu rechnen.

Werden für Dachdeckungen und Wandbekleidungen dekorative Anforderungen und eine farbliche Gestaltung gefordert, so wird das Aluminiumband vor dem Rollformen bandbeschichtet (Coil Coating). Die Anforderungen an bandbeschichtete Bleche und Bänder sind in der DIN EN 1396 spezifiziert.



**Bild 4.4:** Prinzipielle Darstellung der Bandbeschichtung (Coil Coating)

---

Eine auf das Metall abgestimmte, sorgfältig ausgeführte mechanische und/oder chemische Oberflächenvorbehandlung wie Strahlen, Entfetten, Beizen, Aufbringen einer Konversionsschicht ist stets eine wichtige Voraussetzung für die Herstellung qualitativ einwandfreier beschichteter Oberflächen.

Bei der Bandbeschichtung wird das kaltgewalzte Aluminiumband in einem kontinuierlichen Arbeitsgang gereinigt und entfettet, bevor es direkt in einem nächsten Schritt chemisch vorbehandelt wird. Anschließend wird mittels einer Walze der flüssige organische Beschichtungsstoff appliziert oder durch Laminieren eine Kunststoff-Folie aufgebracht. Dieser kontinuierliche Beschichtungsprozeß erfordert Mindest-Losgrößen für einen Farbton.

Bei geringen Losgrößen und Sonderfarbtönen werden die Bauteile nach dem Rollformen beschichtet. Es kommen hier sowohl Pulver- als auch Flüssiglacksysteme zum Einsatz.

In der nachstehenden Tabelle sind die gängigsten Beschichtungsstoffe enthalten. Typische Schichtdicken eines Aufbaus, bestehend aus Primer und Deckbeschichtung, sind 25 – 35 µm.

Beschichtungswerkstoff	Kurzzeichen <sup>1)</sup>
Alkydharze	AK
Modifizierte Polamidsysteme	PUR-PA, SP-PA
Polyester	SP
Polyurethan	PUR
Polyvinylidenflourid	PVDF

1) Kurzzeichen in Anlehnung an ISO 1043 Teil 1

**Tabelle 4.2:** Typische Beschichtungswerkstoffe nach DIN EN 1396

Die Wahl des Beschichtungssystems richtet sich nach den gestellten Anforderungen:

- Umformbarkeit
- Umgebungsbedingungen (z. B. ländliche, städtische, industrielle, maritime)
- UV-Belastung
- Angreifende Medien

---

DIN EN 1396 unterscheidet im Anhang C 6 bei der Haltbarkeit von organischen Beschichtungen für Außenanwendungen folgende Kategorien:

Kategorie 3: Ländliche, städtische oder leicht industrielle Umgebung (oder gemäßigt maritim);  
Tropische Umgebung (hohe Temperaturen, hohe Feuchte);  
Hohe UV-Strahlung (ultraviolett)

Kategorie 4: Aggressive Industrieumgebung – extreme Bedingungen;  
Sehr aggressive See- und Küstenumgebung (weniger als 3.000 m Abstand zum Meer, je nach Topographie der Landschaft);  
Hohe UV-Strahlung und aggressive Bedingungen (tropisch und maritim).

Streuungen aus dem Verfahren und dem Beschichtungsstoff können zu leichten Farbtonunterschieden führen und lassen sich nicht vermeiden.

In Abhängigkeit vom Beschichtungsverfahren (Band- oder Stückbeschichtung) und dem Beschichtungsstoff (Pulver- oder Flüssiglack) sind hinsichtlich Glanzgrad und Farbton sichtbare Unterschiede technisch bedingt. Selbst bei gleichen Beschichtungsstoffen und gleichen Applikationsverfahren können bei unterschiedlichen Chargen des Beschichtungsstoffes Farbton- und Glanzgraddifferenzen auftreten. Optisch zusammenhängende Bauteile müssen daher aus einer Charge montiert werden.

Da für Trapezprofile keine Abweichungen hinsichtlich Glanzgrad und Farbton definiert sind, sollten zwischen den Vertragspartnern genaue Abmachungen anhand von Grenzmustern über das dekorative Aussehen, den Glanz, die Farbe sowie die Farbtonabweichung vereinbart werden. Ferner sind die Betrachtungsabstände und Meßverfahren zur Beurteilung der Oberflächen zu vereinbaren (siehe DIN EN 1396). Dabei ist zu beachten, daß farbmetrisch ermittelte Farbtoleranzen sich abhängig vom Farbton von visuell erkennbaren Farbtoleranzen unterscheiden können.

#### **4.1.3 Reinigung von Aluminiumoberflächen**

Jedes Produkt, das auf lange Zeit dekorativ bleiben soll, erfordert eine entsprechende Pflege. Dadurch wird nicht nur das Aussehen gewahrt, sondern auch der Wert des gesamten Objektes erhalten.

Im allgemeinen genügt ein Abwaschen mit warmem Wasser. Spülmittel und Spezialreiniger sind hilfreich und sollten nach Angaben ihrer Hersteller verwendet werden. Als Arbeitsgeräte können Schwämme oder weiche Bürsten – ähnlich wie bei der Autopflege – benutzt werden. Bei der Verwendung von Hochdruckreinigern besteht die Gefahr, daß Wasser in den Dachraum und in die Unterkonstruktion gelangt. Diese Geräte sollten also mit größter Sorgfalt eingesetzt werden. Ein Nachspülen mit warmem, klarem Wasser ist unbedingt erforderlich. Der Reinigungsvorgang muß immer von oben nach unten erfolgen.

---

Für das Reinigen von beschichteten Aluminium-Oberflächen sind neutrale Reinigungsmittel (im Bereich  $5 \leq \text{pH} \leq 8$ ) zu verwenden. Zu vermeiden sind: organische Lösungsmittel, Säuren und Alkalien, chlorhaltige und nicht neutrale Reinigungsmittel. Ebenso entstehen Beschädigungen der Lackschicht durch abrasive Reinigungsmittel, z. B. grobe Scheuermittel, trockenes Wischen oder harte Bürsten.

Blanke Oberflächen sind mit abrasiven Mitteln (leichtes Schleifmittel, pH-Wert von 5 bis 8, Faservlies) oder mit lösungshaltigen Spezialreinigern zu behandeln und mit Wasser gründlich nachzuspülen. Es ist keine dekorative Ansicht zu erwarten (GDA-Merkblatt A5).

#### **4.2 Mindestblechdicken**

Der Tendenz zu immer leichteren und dünneren Konstruktionen wurde durch die Festlegung von Mindestblechdicken begegnet. Diese Maßnahme war notwendig, da bereits die Verarbeiter bei den hier angegebenen Blechdicken, besonders im Einsatz als Wandbekleidungen, befürchteten, für uneinheitliche Flächenansichten (leichte Beulen oder Schüsselungen) haftbar gemacht zu werden. Natürlich ist es jedem Anwender überlassen, größere Blechdicken zu wählen, als sie z. B. aus statischen Erfordernissen notwendig sind, wenn besondere Anforderungen gestellt werden.

#### **4.3 Toleranzen der Nennblechdicke**

Durch Parameterstudien ist festgestellt worden, daß die einer Nennblechdicke zugeordneten Tragfähigkeitswerte – seien sie durch Versuche oder durch Berechnung ermittelt – auch noch von Trapezprofilen mit kleinerer Blechdicke erbracht werden, wenn diese Blechdicke nicht geringer ist als die Nennblechdicke abzüglich des halben Wertes der nach DIN EN 485 erlaubten Minustoleranz.

Sind die Werte der vorhandenen Blechdicke kleiner, so ist die der Nennblechdicke zugeordnete Tragfähigkeit der Profiltafeln nicht mehr gewährleistet. Es sind neue Tragfähigkeitswerte unter Berücksichtigung der reduzierten Blechdicke zu ermitteln.

#### **4.4 Toleranzen der Profil- und Tafelgeometrien**

Die Toleranzen für die geometrischen Größen wie z. B. Baubreite, Profilhöhe, Tafellänge, Neigungswinkel der Stege, Rechtwinkligkeit und Säbeligkeit der Tafeln beziehen sich auf die Fertigung und sind dem (normativen) Anhang zu entnehmen. „Normativ“ bedeutet die gleiche Rechtsstufe wie der übrige Normtext.

Am ausgeführten Bauwerk dürfen diese Werte nicht verändert worden sein, weil wesentliche Eigenschaften der Tragsicherheit darauf beruhen. Einige Abmessungen, wie z. B. Gurtbreiten oder Sicken-tiefen, sind durch Transport und Verarbeitung nicht mehr veränderbar, andere sehr wohl.

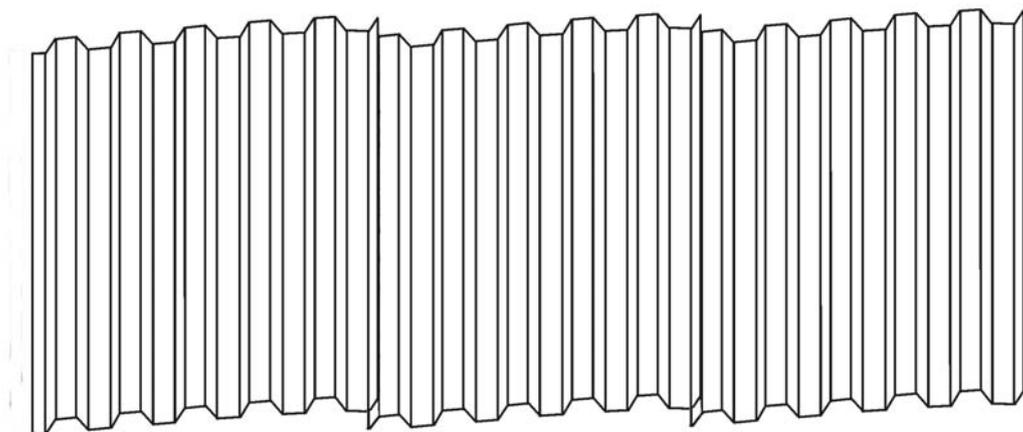
---

Die Werte für die Grenzabmaße sind den internationalen Regelungen (DIN EN 508 Teil 2) entnommen und gelten bei einer Normaltemperatur von 20°C. Meistens repräsentieren sie einen Erfahrungsbe- reich, dessen Grenzen mit neuen Erfahrungen immer wieder verschoben werden können. Ihre Ver- schärfung gegenüber bisher üblichen Werten resultiert aus dem internationalen Bestreben, größeren Streuungen bei der Herstellungs- und Verarbeitungsqualität gegensteuern zu wollen. Dieser Sachver- halt sollte in Zukunft bei der Beurteilung von vorgefundenen Maßabweichungen berücksichtigt werden, denn Toleranzen stellen keine absoluten Grenzen dar und sind immer in ihrem Bezug und ihrer Aus- wirkung auf das Bauwerk und seine Bedeutung zu sehen.

Dies bedeutet, daß Maßabweichungen, die die technische Funktion eines Bauteiles oder die optische Gestaltung des Bauwerkes nicht beeinträchtigen, kein Anlaß für Auseinandersetzungen sein sollen, nur weil die Genauigkeit nicht ganz dem Normbereich entspricht.

Werden höhere Ansprüche an die Bauausführung gestellt, können diese Werte zu groß sein, z. B. bei horizontaler Verlegung von Trapez- oder Wellprofilen als Wandbekleidung und gleichzeitig deutlich sichtbaren Lisenen oder Schattenfugen.

Beispielsweise darf eine 6 m lange Profiltafel 20 mm länger oder 5 mm kürzer sein als das Nennmaß; dazu ist aus der erlaubten Abweichung von der Rechtwinkeligkeit bei einer 1 m breiten Profiltafel noch ein Versatz von 5 mm zum Nachbarblech („Sägezahn“) möglich. Beide Erscheinungen können in Ab- hängigkeit von der Entfernung des Betrachtenden und der Helligkeit oder Farbe des Hintergrundes mehr oder minder deutlich sichtbar sein. Es besteht die Möglichkeit, daß dieses Aussehen als opti- scher Mangel beanstandet wird.



**Bild 4.5:** Beispiel für Sägezahn

---

Da in anderen Regelwerken diese Toleranzen nicht definiert sind und allgemeine Bautoleranzen nach DIN 18 202 noch größer sind und außerdem für diese Bauweise nicht gelten, besteht für den Reklamierenden keine Möglichkeit des Bezugs auf geltende Bestimmungen.

Da dünnwandige kaltgeformte Bauelemente immer mehr auch in anspruchsvollen Bauausführungen zum Einsatz kommen, sind nachstehende Aspekte besonders wichtig und müssen beachtet werden:

Aufgrund der Vielfalt an Farben und Formen und der daraus resultierenden Gestaltungsmöglichkeiten erfolgt der Einsatz dünnwandiger Bauelemente in anspruchsvollen Bauausführungen zu Recht. Es muß dabei nur bedacht werden, daß es sich hierbei weiterhin um ein Produkt der dünnwandigen Bauweise mit den bei dieser Bauweise üblichen Abmessungen, Werkstoffen, Toleranzen und Preisen handelt. Andere Konstruktionen mögen z. B. gerader, genauer oder dicker sein, sie sind aber auch entsprechend kostenintensiv.

Die Hersteller der Trapez- und Wellprofile sind gerne bereit, ihren Beitrag zu anspruchsvolleren Bauausführungen zu leisten, indem sie auf Anfrage und nach Vereinbarung mit kleineren Toleranzen fertigen. Diese Maßnahmen bedingen jedoch einen höheren Aufwand in Fertigung und Kontrolle und deshalb auch höhere Kosten.

Unabdingbar für den Verarbeiter ist jedoch, daß er die Unterkonstruktion genau kontrolliert, daß er Bedenken anmeldet, falls deren Abweichungen von den Sollmaßen zu groß sind, und daß er notwendige Ausgleichmaßnahmen oder eine justierbare Unterkonstruktion von vornherein als Zusatzkosten geltend macht.

Gegen eine mangelhafte Unterkonstruktion helfen auch keine eingeschränkten Toleranzen der Wandbekleidung.

#### **4.5 Korrosionsschutz**

Das blanke Aluminiumband der Profiltafeln ist durch die Bildung einer natürlichen Oxidschicht bei üblicher Bewitterung in See-, Land- oder Industrieluft gegen Korrosion geschützt. In Anwendungsfällen, bei denen eine erhöhte Korrosionsbelastung besteht (z. B. in unmittelbarer Nähe von Betrieben, die größere Mengen von aggressiven Stoffen emittieren), sind die Aluminiumtafeln zusätzlich durch eine geeignete organische Beschichtung mit einer Nenndicke von mindestens 25 µm zu schützen. Die Eignung dieser Beschichtung ist in Anlehnung an DIN 55 928 Teil 8 durch ein Prüfzeugnis einer anerkannten Prüfanstalt nachzuweisen.

Der Korrosionsschutz der Verbindungselemente muß dem erforderlichen Korrosionswiderstand der Profiltafeln entsprechen. Verbindungselemente, die (ganz oder teilweise) überwiegend der Außenluft ausgesetzt sind, müssen aus nichtrostendem Werkstoff (z. B. Werknummer 1.4301), Aluminium oder

---

NiCu7030 (Werkstoffnummer 2.4360) mit Zinküberzug bestehen. Ausgenommen sind solche Teile der Verbindungselemente, die nach dem Einbau keine Funktion mehr haben (z. B. Spitze aus Kohlenstoffstahl).

Die Praxis hat gezeigt, daß bei gewöhnlicher Gebäudenutzung korrosionsbeständige Verbindungselemente, die eine Passivierungsschicht bilden (nichtrostender Stahl mit ausreichendem Molybdängehalt, Aluminium und Aluminiumlegierungen) einen ausreichenden Schutz vor Kontaktkorrosion selbst in Seenähe bieten.

Korrosiongeschützte Verbindungselemente (z. B. verzinkte Schrauben) dürfen in Verbindung mit Aluminiumbauteilen nicht eingesetzt werden. Da eine Kondensatbildung grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden kann, ist mit einer Elektrolytbildung und damit einer Zerstörung der Verbindung zu rechnen.

---

## **5 Qualitätssicherung**

### **5.1 Allgemeines**

Bei der Herstellung von Trapez- und Wellprofilen aus Aluminium und ihrer Verbindungselemente wird durch eine kontinuierliche, umfassende Überwachung des Produktionsprozesses und der Produkteigenschaften die Übereinstimmung des Endproduktes mit den technischen Regeln sichergestellt.

Diese Qualitätssicherung muß, sofern nicht vom Hersteller oder von anderer Seite höhere Anforderungen gestellt werden, allgemein mindestens den öffentlich rechtlichen Vorgaben der Obersten Bauaufsichtsbehörden entsprechen. Für Trapez- und Wellprofile und ihre Verbindungselemente ist nach diesen Vorgaben (Bauregelliste A, Teil 1, Ziffer 4.7.10 und Teil 2, Ziffer 2.28 und 2.31) das Verfahren ÜZ anzuwenden. Das bedeutet, daß die vom Hersteller mit einer werkseigenen Produktionskontrolle durchgeführte Qualitätssicherung des Produktes ergänzt wird durch die von einer anerkannten Prüfstelle durchgeführte Erstprüfung des Produktes und der Produktionsbedingungen sowie die danach in regelmäßigen zeitlichen Abständen von ihr durchgeführte Fremdüberwachung. Das positive Ergebnis dieses Verfahrens wird durch ein Übereinstimmungszertifikat bescheinigt.

Die werkseigene Produktionskontrolle ist wegen ihrer zeitlichen Nähe zur Entstehung des Produktes von größter Bedeutung für die Gewährleistung der Produkteigenschaften. Die Wirksamkeit der werkseigenen Produktionskontrolle wird durch eine klare Strukturierung ihrer Abläufe und eine eindeutige Festlegung der zuständigen Personen sichergestellt. Die Strukturierung muß so erfolgen, daß alle Prozesse, die die Produkteigenschaften beeinflussen, regelmäßig hinsichtlich der Einhaltung der Anforderungen an das Produkt überprüft werden. Die werkseigene Produktionskontrolle beginnt demnach bei der Bestellung des Ausgangswerkstoffs und endet bei der Verpackung und der Kennzeichnung des Produktes mit dem Übereinstimmungszeichen Ü, mit dem der Hersteller die Übereinstimmung des Bauproduktes mit den maßgebenden Technischen Regeln erklärt. Die vollständige Dokumentation aller Ergebnisse der werkseigenen Produktionskontrolle ermöglicht es, Mängel des Produktes frühzeitig zu erkennen, die Ursachen dieser Mängel zu ergründen und umgehend zu beseitigen. Sie liegt damit auch im wirtschaftlichen Interesse des Herstellers. Zudem wird durch die werkseigene Produktionskontrolle gewährleistet, daß keine mangelhaften Produkte ausgeliefert oder gar eingebaut werden, und dient damit den Interessen der öffentlichen Sicherheit.

Die Fremdüberwachung als zusätzliche, regelmäßige Kontrolle durch eine anerkannte Stelle stellt sicher, daß in der werkseigenen Produktionskontrolle alle erforderlichen Maßnahmen zur Gewährleistung der Produkteigenschaften durchgeführt und deren Ergebnisse dokumentiert wurden.<sup>1</sup> Bei der Fremdüberwachung durchgeführte stichprobenartige Prüfungen des Produktes zeigen im Vergleich

---

<sup>1</sup> in der Regel mit einem geforderten Nachweis 3.1-Zeugnis nach DIN EN 10204

---

mit den Ergebnissen der werkseigenen Produktionskontrolle und den Anforderungen an das Produkt die Wirksamkeit der werkseigenen Produktionskontrolle.

Die folgenden Ausführungen gehen auf einige Besonderheiten bei der Qualitätssicherung von Trapez- und Wellprofilen aus Aluminium und ihren Verbindungselementen ein.

In DIN 18807 Teil 9 ist der Unterabschnitt „Beurteilung der Prüfergebnisse“ im Abschnitt 5.3 „Fremdüberwachung der Trapezprofile“ angeordnet. Da es aber im Abschnitt 5.2 „werkseigene Produktionskontrolle durch den Hersteller“ keine Aussagen zur Beurteilung der Prüfergebnisse gibt, sollte dieser Abschnitt auch auf die werkseigene Produktionskontrolle angewendet werden, die – wie oben bereits dargestellt wurde – immer eine Angelegenheit des Herstellers ist.

## **5.2 Bauteile**

### **5.2.1 Werkstoffeigenschaften**

Von den Werkstoffeigenschaften sind die mechanischen Kennwerte  $R_{p0,2}$ ,  $R_m$  und  $A$  für die Tragfähigkeit und die Herstellung der Trapezprofile und Wellprofile von Bedeutung. Die Streckgrenze  $R_{p0,2}$  ist maßgebend für die Tragfähigkeit der Bauteile. Die Zugfestigkeit  $R_m$  bestimmt den Widerstand der Verbindungen gegen Querkraftbeanspruchung und gegen Durchknöpfen des Verbindungselements. Die Bruchdehnung  $A$  gibt Auskunft über die Eignung des Ausgangsmaterials zur Weiterverarbeitung durch Kaltumformen.

Da Stucco-Dessinieren und thermisches Beschichten die Werkstoffeigenschaften verändern können, müssen diese im Hinblick auf das Tragverhalten der Profiltafeln an Proben bestimmt werden, die aus dem behandelten Band entnommen wurden. Diese Eigenschaften können durch ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204 zum Coil belegt oder vom Weiterverarbeiter selbst bestimmt werden.

In DIN 18807 Teil 9 ist als Maß für die Bruchdehnung  $A_5$  oder alternativ  $A_{10}$  angegeben, während in der in DIN 18807 Teil 9 zitierten Werkstoffnorm DIN EN 485 Teil 2 der Wert  $A_{50mm}$  als Maß für die Bruchdehnung vorgesehen ist. Wegen der übergreifenden Festlegung in der Werkstoffnorm und der untergeordneten Bedeutung für die Tragfähigkeit verdient das Bruchdehnungsmaß  $A_{50}$  gegenüber den in DIN 18807 Teil 9 genannten Werten  $A_5$  und  $A_{10}$  den Vorzug.

Bei Werkstoffen mit kleinen Bruchdehnungen kann es vorkommen, daß der Bruch im Zugversuch außerhalb der Meßlänge erfolgt und deshalb keine Aussage über die Bruchdehnung getroffen werden kann. In diesem Falle kann der Nachweis der Eignung zum Kaltumformen durch einen Faltversuch erbracht werden.

---

Die Vorgabe der DIN 18807 Teil 9, die Werkstoffeigenschaften vorzugsweise an Querproben zu ermitteln, kann zwar mit den dem Coil entnommenen Proben für die werkseigene Produktionskontrolle eingehalten werden, jedoch scheidet dies bei der Probenentnahme für die Fremdüberwachung an der durch die Profilierung begrenzten Länge von Querproben. Vergleichende Untersuchungen haben ergeben, daß die an Längsproben ermittelten Werte der Dehngrenze  $R_{p0,2}$  und der Zugfestigkeit  $R_m$  geringer sein können als die an Querproben aus dem gleichen Material ermittelten Werte. Obwohl die Anforderungen an die Werkstoffeigenschaften nach DIN EN 485 Teil 2 unabhängig von der Probenorientierung einzuhalten sind, kommt es vor, daß für Querproben ausreichende Werte ausgewiesen werden und die Ergebnisse von Längsproben aus dem gleichen Material die Anforderungen nicht mehr erfüllen. Deshalb empfiehlt es sich, die mechanischen Kennwerte für das Ausgangsmaterial an Längsproben zu bestimmen, zumal die maßgebenden Beanspruchungen der Trapezprofile und Wellprofile auch in Längsrichtung vorliegen.

Bei stucco-dessiniertem Material ist es aufgrund der Oberflächenstruktur nicht möglich, die Materialdicke auf übliche Weise mit einer Bügelmeßschraube zu bestimmen. Deshalb wird hier die für die Berechnung von  $R_{p0,2}$  und  $R_m$  benötigte Dicke durch Wägung bei vorgegebener Wichte bestimmt.

Nach DIN 18807 Teil 9 dürfen Einzelwerte der Dehngrenze  $R_{p0,2}$  um bis zu  $5 \text{ N/mm}^2$  unter den Nennwerten der der Tragfähigkeitsermittlung des Profils zugrundegelegten Güteklasse liegen. Diese Regelung kann im Sinne des Überganges von  $R_{p0,2}$  nach Technischer Lieferbedingung DIN EN 10025 zur Klasseneinteilung der Berechnungsnorm DIN 18800 verstanden werden. Mit diesem Wert sollten jedoch alle Einflüsse auf das Prüfergebnis (Prüfmaschine, Prüfgeschwindigkeit, Probenvorbereitung, ...) abgedeckt sein.

Die in DIN 18807 Teil 9 angegebene Mindestprobenzahl für die Fremdüberwachung ist als Richtwert anzusehen, von dem je nach Produktvielfalt im Einzelfall abgewichen werden darf.

### **5.2.2 Geometrie**

Die Überprüfung der Geometrie von Trapez- und Wellprofilen geschieht hinsichtlich unterschiedlicher Aspekte. So haben Abweichungen von den Nennmaßen einen Einfluß auf die Tragfähigkeit der Bauteile, die Montage der Bauteile und natürlich auf die Ästhetik des Gebäudes. In der folgenden Tabelle sind die Grenzabmaße des Anhangs A von DIN 18807 Teil 9 bezüglich der oben aufgeführten Gesichtspunkte bewertet.

Grenzabmaß	Tragfähigkeit	Montage	Ästhetik
Blechdicke	X		
Profilhöhe	X	X	X
Baubreite	X	X	
Rippenbreite	X	X	X
Gurtbreite	X		X
Innenradien	X		X
Gurt- und Stegsicken	X		X
Längsstöße		X	
Rechtwinkligkeit		X	X
Säbeligkeit		X	X
Tafellänge		X	X

**Tabelle 5.1:** Einfluß der Grenzabmaße nach Anhang A von DIN 18807 Teil 9 auf die Tragfähigkeit, Montage und Ästhetik

Im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle ist als zentraler Punkt die Überprüfung der Blechdicke aufgeführt. Diese ist bei jedem Coil zu messen und das Ergebnis der Messung zu dokumentieren. Die Kontrolle der Blechdicken in der werkseigenen Produktionskontrolle soll Verwechslungen im Fertigungsprozeß verhindern und sicherstellen, daß die verwendeten Coils die Grenzabmaße der Blechdicke einhalten. Dies ist nötig, da die Blechdicke einen entscheidenden Einfluß auf die Tragfähigkeit dünnwandiger Bauteile besitzt.

In DIN 18807 Teil 9 wird eine regelmäßige Überprüfung der Profilgeometrie gefordert. Die Abmessungen, die die Geometrie von Trapez- und Wellprofilen bestimmen, müssen in der werkseigenen Produktionskontrolle ebenfalls kontinuierlich überprüft werden. Die Profilhöhe ist bei jedem Profilwechsel zu überprüfen, da eine Abweichung der Profilhöhe vom Nennmaß sich auf die Biegetragfähigkeit stark auswirkt. Eine Abweichung von dem Nennmaß der Baubreite eines Trapezprofils hat auf die Tragfähigkeit einen Einfluß, da die rechnerischen Nachweise bezogen auf eine Einheitsbreite geführt werden. Weiterhin ist die Baubreite bei der Ausbildung von Schubfeldern von Bedeutung. Sie hat einen wesentlichen Einfluß auf den Montagevorgang. Die Überprüfung der Gurt- und Stegsicken sowie der Innenradien erfolgt im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle zweimal jährlich – am sinnvollsten zwischen den Überwachungsterminen. Durch diese Maßnahme wird sichergestellt, daß Veränderungen an der Feineinstellung und Verschleißerscheinungen der Rollformer rechtzeitig erkannt und durch Wartungsarbeiten beseitigt werden können. Die bei der Fremdüberwachung darüberhinausgehende, für verschiedene Blechdicken durchgeführte umfassende Überprüfung der Geometrie stellt

---

sicher, daß der Rollformer geeignet ist, alle zur Fertigung vorgesehenen Blechdicken entsprechend den Vorgaben umformen zu können.

### **5.3 Verbindungselemente**

Als Verbindungselemente für Trapez- und Wellprofile aus Aluminium werden Blindniete und gewindeformende Schrauben (Bohrschrauben und gewindefurchende Schrauben) verwendet.

Die „Zulassungsgrundsätze für den Übereinstimmungsnachweis für Verbindungselemente im Metallleichtbau“ regeln für diese Verbindungselemente Art, Umfang und Häufigkeit der im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle und Fremdüberwachung erforderlichen Prüfungen.

Diese Grundsätze erfordern zur Sicherung eines gleichbleibenden Qualitätsniveaus für die produzierten Verbindungselemente sowie zur Gewährleistung einer sicheren und dauerhaften Verbindung für die Bauteile im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle und der Fremdüberwachung Prüfungen zur Kontrolle der Ausgangswerkstoffe, der Abmessungen, der Art und Dicke des Korrosionsschutzes, der Duktilität, der Quer- und Zugkrafttragfähigkeiten der Verbindungselemente sowie Anwendungs- und Funktionsprüfungen mit den Verbindungselementen.

Die mechanischen Eigenschaften und die chemische Zusammensetzung der verwendeten Ausgangswerkstoffe haben einen wesentlichen Einfluß auf die Tragfähigkeit und die Herstellbarkeit der Verbindungselemente. Der Nachweis der für die Verbindungselemente spezifizierten Eigenschaften der Ausgangswerkstoffe darf nach den Zulassungsgrundsätzen durch Abnahmeprüfzeugnisse 3.1 nach DIN EN 10 204 erbracht werden.

Die Einhaltung der spezifizierten Toleranzen für die Abmessungen der Verbindungselemente gewährleistet die Tragfähigkeit sowie die Montierbarkeit der Verbindungen. Im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle werden die Abmessungen sowohl kontinuierlich während der laufenden Produktion und zwischen einzelnen Produktionsabschnitten als auch am fertigen Endprodukt überprüft. Die kontinuierliche Überprüfung der Abmessungen während der laufenden Produktion ermöglicht im Falle einer Abweichung von den spezifizierten Abmessungstoleranzen eine Nachjustierung der Produktionsmaschinen und somit ein gleichbleibendes Qualitätsniveau für die gesamte produzierte Charge.

Durch Anwendungs- und Funktionsprüfungen mit den Verbindungselementen wird sichergestellt, daß Verbindungen mit den für die Verbindungselemente spezifizierten Grenzen von maximaler Blechdicke und höchster Festigkeit der zu verbindenden Bauteile einwandfrei montierbar sind und somit die für die Verbindungen spezifizierten Tragfähigkeiten gewährleistet werden. Im Fall der Blindniete wird nach dem Setzen des Niets in ein Blech, dessen Dicke der maximal spezifizierten Gesamtdicke der zu verbindenden Bauteile entspricht, die ordnungsgemäße Ausbildung des Schließkopfes des Niets über-

---

prüft. Für gewindeformende Schrauben wird das Einschraubverhalten beim Eindrehen der Schrauben in Bauteile mit den für die Schrauben spezifizierten maximalen Blechdicken und Zugfestigkeiten überprüft. Beim Einschraubvorgang muß das maximal gemessene Gewindeformmoment einen ausreichenden Sicherheitsabstand gegenüber dem Torsionsbruchmoment aufweisen, welches ebenfalls nach den Einschraubversuchen an den getesteten Schrauben bestimmt wird. Weiterhin darf der Gewinde-Außendurchmesser der Schrauben nach dem Einschrauben um nicht mehr als 0,1 mm kleiner sein als der vor dem Einschraubvorgang gemessene Gewinde-Außendurchmesser.

Zur Überprüfung der Tragfähigkeiten der produzierten Verbindungselemente sind Versuche zur Ermittlung der Zugkrafttragfähigkeit durchzuführen. Im Fall der Blindniete sind zusätzlich Versuche zur Ermittlung der Querkrafttragfähigkeit durchzuführen.

---

## **6 Planung und Nachweise**

### **6.1 Grundlagen**

#### **6.1.1 Allgemeines**

Sorgfältige Planung ist ein ganzheitlicher Prozeß. Aufgabe des Planers ist es, zunächst alle Anforderungen, die an das Bauwerk zur Erfüllung seiner Funktion gestellt werden, zu erkennen und zusammenzufassen. Dazu gehören z. B. auch ästhetische Anforderungen und Kosten- und Terminvorstellungen des Bauherrn. Auf der Grundlage dieser Informationen hat der Planer ein Bauwerk zu entwerfen, das allen Anforderungen am besten genügt. Dabei werden unter Umständen auch Kompromisse einzugehen sein.

Die Aufzählung in diesem Abschnitt der DIN 18807 Teil 9 erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Sie gibt vielmehr eine Reihe von Kriterien an, die für den Regelfall als wesentlich anzusehen sind.

#### **6.1.2 Standort des Gebäudes, Gebäudeform und Gebäudenutzung**

Der Bebauungsplan für den Standort enthält unter anderem auch Vorgaben für die äußere Gestaltung des Gebäudes.

Der Standort des Gebäudes kann die Konstruktion, die Bemessung und die Auswahl der Baustoffe wesentlich beeinflussen. Bei der Bemessung sind die Lasten nach DIN 1055 zu berücksichtigen. Aufgrund der geographischen Gegebenheiten können darüber hinaus besondere Lastannahmen erforderlich sein. Der Planer muß im einzelnen prüfen, welche Bedingungen berücksichtigt werden müssen.

Jedes Gebäude hat seine spezifischen Eigenschaften. Gebäudeecken, Auf- oder Einbauten oder Tore haben z. B. Einfluß auf die Konstruktion und Bemessung des Gebäudes.

Auf die Unterschiede hinsichtlich Einwirkungen und bauphysikalischer Anforderungen bei offenen und geschlossenen Gebäuden ist zu achten.

Die Gebäudenutzung hat wesentlichen Einfluß auf die Planung und Ausführung. Einfache Lagerhallen erfordern andere Maßnahmen als z. B. Produktionshallen für komplizierte elektronische Elemente, Krankenhäuser oder Schulen. Die Art der Heizung, eine Klimaanlage mit Über- bzw. Unterdruck und bereits geplante Nutzungsänderungen müssen berücksichtigt werden.

All diese Fragen müssen sorgfältig beantwortet werden, um damit ein Bauwerk zu gestalten, das allen Anforderungen gerecht wird. Dazu gehören z. B. Standsicherheit, Regendichtheit, Wirtschaftlichkeit, Funktion und Lebensdauer, Wertbeständigkeit, Bauzeit, Wartungsaufwand und optischer Anspruch.

- 
- **Unterkonstruktion**

Für Aluminium-Profiltafeln kommen Unterkonstruktionen aus Stahl, Aluminium, nichtrostendem Stahl oder Holz zur Anwendung. Bei Betonunterkonstruktionen ist ein durchgehendes Bauteil aus Holz, Stahl oder Aluminium zwischenzuschalten. Die Auflagerbreiten haben Einfluß auf die Tragfähigkeit der Aluminium-Profiltafeln und sind nach Zwischen- und Endauflager zu unterscheiden.
  - **Lasten aus Ausbau**

Lasten, die aus dem Ausbau des Gebäudes in die Aluminium-Profiltafeln eingeleitet werden sollen (z. B. Lampen, abgehängte Decken, Rohrleitungen, Kabeltrassen), müssen beachtet werden.
  - **Werkstoffe, Korrosionsschutz**

Nicht nur bei den Aluminium-Profiltafeln, sondern auch bei den Verbindungselementen und den für zweischalige Aufbauten erforderlichen Zwischenkonstruktionen müssen die Werkstoffe hinsichtlich ihres erforderlichen Korrosionsschutzes ausgewählt werden. Besonders die nach dem Einbau nicht mehr zugänglichen Bauteile müssen entsprechend korrosionsbeständig sein. Verbindungselemente müssen aus nichtrostenden Werkstoffen bestehen.
  - **Wand- und Dachdurchbrüche**

Häufig werden Dächer und Wände durch Lichtkuppeln, RWA-Anlagen, Türen, Tore, Fenster usw. unterbrochen. Je nach Form und Größe dieser Durchbrüche sind Maßnahmen vorzusehen, um die Lasten abzutragen (z. B. Auswechslung). Besondere Sorgfalt ist beim Abdichten der Anschlüsse erforderlich. Dies gilt sowohl für die äußere Schale als auch besonders für die Ausführung der luftdichten Schicht.
  - **Wärme- und Feuchteschutz**

Die Wärmeenergieverluste sollen minimiert werden. Dies wird erreicht durch dickere Dämmschichten, wirksamere Dämmstoffe und die Reduzierung von Wärmebrücken. Wichtig ist die Vermeidung von Wärmeenergieverlusten durch strömende Luft. Hierfür ist in den Dächern und Wänden eine luftdichte Schicht anzuordnen. Schon bei der Planung muß durch die Konstruktion und die Auswahl geeigneter Werkstoffe auf diese Anforderung geachtet werden.
  - **Begehbarkeit, Sonderlasten**

Dächer aus Aluminium-Profiltafeln sind zu ihrer eigenen Wartung und Pflege begehbar. Ist ein regelmäßiges Begehen aus anderen Gründen, z. B. zur Wartung haustechnischer

---

Anlagen, zum Reinigen von Belichtungselementen, erforderlich, müssen ständig installierte Laufstege vorgesehen werden. Oft sind die mit der Ausführung nachfolgender Gewerke beauftragten Firmen nicht mit den Besonderheiten hinsichtlich der Begehbarkeit von Aluminiumdächern vertraut. Sie müssen deshalb beraten werden.

Müssen Sonderlasten auf dem Dach zwischengelagert werden, z. B. Fenster, Lüftungsanlagen oder Maschinenteile, muß dafür eine geeignete Unterkonstruktion geplant und ausgeführt werden. Nicht nur die Profiltafeln, sondern auch die Unterkonstruktion muß für diese Sonderlasten ausgelegt sein.

- Festlegen der Schutzvorrichtung für die Montage  
Die einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften sind einzuhalten. Die erforderlichen Sicherheitseinrichtungen müssen sorgfältig geplant werden, denn sie dienen dem Schutz von Leib und Leben der am Bau arbeitenden Menschen.
- Bleibende Vorrichtungen für Unfallverhütungsmaßnahmen  
Sind Sicherheitseinrichtungen vorgeschrieben, müssen sie bereits bei der Planung berücksichtigt werden. Dauerhaft installierte Sicherheitseinrichtungen müssen – in der Regel auf der Unterkonstruktion (z. B. Dachbinder) – befestigt werden, damit auch die hier vorkommenden großen Belastungen sicher abgetragen werden können.
- Bauteiltransport und Lagerung  
Siehe Abschnitte 9 und 10.

## **6.2 Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit**

Die Verwendung von Aluminium-Profiltafeln im Hochbau für Dächer, Dachdeckungen, Außenwandbekleidungen und Decken unterliegt den Anforderungen des Bauordnungsrechts. Dementsprechend sind für diese Konstruktionen unter anderem ausreichende Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit nach den gültigen Technischen Baubestimmungen (bauaufsichtlich eingeführten Technischen Baubestimmungen) nachzuweisen.

Die dabei anzusetzenden charakteristischen Einwirkungen sind in DIN 1055 Teil 1 und Teil 3 bis 5 geregelt.

Die für die Aluminium-Trapezprofile und ihre Verbindungen ansetzbaren Querschnittswerte und charakteristischen Tragfähigkeiten können in der Regel aus von einem Prüfamts für Baustatik geprüften Typen-Bemessungstabellen oder aus allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnissen entnommen werden. Soweit dies in Ausnahmefällen nicht möglich ist, ist auch im Einzelfall eine rechnerische Ermitt-

---

lung nach DIN 18807 Teil 6 möglich.

Welche Nachweise wie zu erbringen sind, ist in DIN 18807 Teil 8 im einzelnen geregelt. Die Nachweise werden im Rahmen einer statischen Berechnung für eine bestimmte Konstruktion erbracht. Bei den Tragsicherheitsnachweisen ist zu zeigen, daß die Beanspruchungen infolge der  $\gamma_F$ -fachen charakteristischen Einwirkungen (Bemessungslasten) die Beanspruchbarkeiten, also die  $1/\gamma_M$ -fachen charakteristischen Tragfähigkeiten nicht überschreiten. Die anzusetzenden Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma_F$  und  $\gamma_M$  sind in DIN 18807 Teil 8 geregelt. Vereinfachend und auf der sicheren Seite liegend, kann für Dach- und Wandkonstruktionen für den Tragsicherheitsnachweis  $\gamma_F = 1,5$  und  $\gamma_M = 1,1$  für die Aluminium-Trapezprofile und  $\gamma_M = 1,33$  für die Verbindungen gesetzt werden. Bei dem Nachweis der Gebrauchstauglichkeit ist zu zeigen, daß infolge der charakteristischen Einwirkungen (Werte aus DIN 1055) bestimmte Grenzwerte der Durchbiegungen nicht überschritten werden. Die anzusetzenden Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma_F$  und  $\gamma_M$  sind auch hierfür in DIN 18807 Teil 8 geregelt. Für den Gebrauchstauglichkeitsnachweis ist  $\gamma_F = 1,0$  und  $\gamma_M = 1,0$  zu setzen.

Für viele regelmäßig wiederkehrende Konstruktionen gibt es auch als Type geprüfte Stützweiten- oder Belastungstabellen. Diesen kann man für ein gewähltes Aluminium-Trapezprofil bei gegebener Belastung die maximal zulässige Stützweite oder bei gegebener Stützweite die maximal zulässige Belastung entnehmen. Die Verwendung solcher geprüfter Tabellen und/oder allgemeiner bauaufsichtlicher Prüfzeugnisse vermindert den Aufwand der statischen Berechnung im Einzelfall erheblich. Die Tabellen, denen die Werte entnommen sind, sind einschließlich der Prüfberichte oder allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisse in die statische Berechnung aufzunehmen. Aus diesen Unterlagen sind auch die zu beachtenden Randbedingungen und die Geltungsdauer der Typenprüfung zu entnehmen. Gegebenenfalls sind noch Verlängerungs- und/oder Änderungsbescheide zu den Unterlagen hinzuzufügen. Der Ablauf einer Geltungsdauer bedeutet nicht, daß die Konstruktion dann unsicher wird, sondern nur, daß ein administrativer Vorgang eventuell nachgeholt werden muß.

Der vollständige Nachweis der Konstruktion schließt auch den statischen Nachweis der Aluminium-Profiltafeln und ggf. vorhandener Auswechslungen (im Bereich von Durchbrüchen) in Dach und Wand ein. Sofern die statische Berechnung mit einem Rechenprogramm durchgeführt wird, sind mindestens alle Ein- und Ausgabewerte und die Berechnungsabläufe zu dokumentieren.

Die Ausführungszeichnungen (Verlegepläne) haben alle konstruktiven Festlegungen der statischen Berechnung zu enthalten. Im Rahmen des bauaufsichtlichen Genehmigungsverfahrens werden sie auf Übereinstimmung mit den Ergebnissen der statischen Berechnung geprüft. Die geprüften Ausführungszeichnungen sind die für die Ausführung maßgebliche Grundlage für die Umsetzung der Planung in die Realität. Zu diesem Zwecke müssen sie auf der Baustelle vorliegen. Außer als Grundlage für die

---

standsichere Ausführung des Gewerkes dienen die Ausführungszeichnungen auch für den Soll-Ist-Vergleich der ausgeführten Konstruktion mit der geprüften, als standsicher befundenen Planung bei der Abnahme.

### **6.3 Bauphysikalische Anforderungen und Brandschutz**

#### **6.3.1 Allgemeines**

Bauphysikalische Kenntnisse sind bei Entwurf, Planung und Ausführung von Bauwerken unerlässlich. Unter Beachtung der einschlägigen Technischen Regelwerke sind die erforderlichen Nachweise für die Teilgebiete Wärme-, Feuchte-, Schall-, Brand- und Blitzschutz zu führen.

Jedes der genannten Teilgebiete beschreibt einzelne Schutzziele:

- Gesundheit der Bewohner/Nutzer (Hygiene)
- Behaglichkeit (Raumklima)
- Energieverbrauch (Heizung und Kühlung)
- Umweltschutz
- Schutz der Baukonstruktion (Witterung und Nutzungsfeuchte)

Daraus ergeben sich u.a. folgende zusätzlich zu beachtende Randbedingungen:

- Unterschiedliche Wärmedämm- und Baustoffe
- Dichtheitsanforderungen an Fugen
- Heizkostenminimierung
- Komfortansprüche
- Lichtlenkung
- Sonnenschutz

Die Schutzziele der einzelnen Teilgebiete, die vom Planer innerhalb der ersten Planungsphase, unter Hinzuziehung geeigneter Fachingenieure, bearbeitet werden, müssen aufeinander abgestimmt werden.

#### **6.3.2 Wärmeschutz und Tauwasserschutz**

##### **6.3.2.1 Allgemeines**

Zum besseren Verständnis sind in der folgenden Tabelle die wichtigsten Symbole physikalischer Größen für den Wärme- und Feuchteschutz (mit Gegenüberstellung bisher/neu) aufgeführt.

Neues Symbol	Bisheriges Symbol	Einheit	Physikalische Größe
d	s	m	Schichtdicke
m	m	kg	Masse
$\theta$	$\delta$	°C	Celsius-Temperatur
T	T	K	Thermodynamische Temperatur (Kelvin-Temperatur)
$\Delta T$	$\Delta T$	K	Temperaturdifferenz
q	q	W / m <sup>2</sup>	Wärmestromdichte
$\Phi$	Q	W	Wärmestrom
$\lambda$	$\lambda_R$	W / (m · K)	Wärmeleitfähigkeit (Bemessungswert)
R	1/ $\Lambda$	m <sup>2</sup> · K	Wärmedurchlaßwiderstand
R <sub>se</sub>	1/ $\alpha_a$	m <sup>2</sup> · K / W	Wärmeübergangswiderstand, außen
R <sub>si</sub>	1/ $\alpha_i$	m <sup>2</sup> · K / W	Wärmeübergangswiderstand, innen
U	k	W / (m <sup>2</sup> · K)	Wärmedurchgangskoeffizient
R <sub>T</sub>	1/k	m <sup>2</sup> · K / W	Wärmedurchgangswiderstand
$\varphi$	$\varphi$	%	Relative Luftfeuchte
$\mu$	$\mu$	-	Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl
s <sub>d</sub>	s <sub>d</sub>	m	Wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke

**Tabelle 6.1:** Symbole physikalischer Größen für den Wärme- und Feuchteschutz mit der Gegenüberstellung bisher/neu

### 6.3.2.2 Wärmeschutz

Der Wärmeschutz umfaßt alle Maßnahmen zur Verringerung der Wärmeübertragung durch die Gebäudehülle.

#### 6.3.2.2.1 Wärmeübertragung

Wärmeübertragung ist die Übertragung von Wärme zwischen zwei Medien mit unterschiedlicher Temperatur und erfolgt hauptsächlich auf drei Wegen:

- Wärmestrahlung ist der Wärmetransport in Form von elektromagnetischen Wellen ohne Beteiligung von Materie. Er erfolgt mit Lichtgeschwindigkeit.
- Wärmeströmung (Konvektion) ist der Wärmetransport mit Hilfe eines bewegten Mediums. Er findet deshalb nur innerhalb von flüssigen oder gasförmigen Stoffen statt.
- Wärmeleitung ist der Wärmetransport innerhalb fester Stoffe (Weitergabe der Wärme von Molekül zu Molekül).

---

Bemessungswerte  $\lambda$  für die Wärmeleitfähigkeit in Anlehnung an DIN EN 12524 sind:

Aluminium-Legierungen:	160 W/(m·K)
Stahl:	50 W/(m·K)
Nichtrostender Stahl:	15 W/(m·K)

Wärmestrahlung, -strömung und -leitung treten meist gemeinsam auf, müssen aber getrennt berücksichtigt werden, weil sie unterschiedlichen physikalischen Gesetzen gehorchen.

Im Grenzbereich verschiedener Medien findet ein Wärmeübergang statt, der eine Zwischenform von Wärmeleitung und Konvektion ist.

#### **6.3.2.2.2 Wärmeleitfähigkeit**

Die Wärmeleitfähigkeit wird mit dem Symbol  $\lambda$  bezeichnet und ist die wichtigste Eigenschaft von Bau- und Wärmedämmstoffen. Sie ist die Wärmemenge, die in 1 Stunde durch 1 m<sup>2</sup> einer 1 m dicken Schicht eines Stoffes hindurchgeht, wenn der Temperaturunterschied der beiden Oberflächen 1 K beträgt.

Bei wärmeschutztechnischen Berechnungen sind ausschließlich die Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  zu verwenden.

#### **6.3.2.2.3 Wärmedurchgangskoeffizient**

Der Transport von Wärme durch eine Gebäudehülle (z. B. Außenbauteile) infolge Wärmeleitung der Baustoffe einschließlich Wärmeübergang an den Bauteilinnen- und -außenseiten wird als Wärmedurchgang (Wärmetransmission) bezeichnet.

Der Wärmedurchgangskoeffizient U ist der Kennwert für den Wärmestrom  $\Phi$ , der bei einem Temperaturunterschied von 1 K beiderseits eines Bauteils pro 1 m<sup>2</sup> hindurchgeht.

$$U = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}}$$

---

#### 6.3.2.2.4 Typische Ursachen für Wärmeverluste

Wärmeverluste entstehen häufig durch mangelhafte Luftdichtheit der Gebäudehülle und Wärmebrücken.

Die Energieeinsparverordnung (EnEV) fordert in §1(1): „Zu errichtende Gebäude sind so auszuführen, daß die wärmeübertragende Umfassungsfläche einschließlich der Fugen dauerhaft luftundurchlässig entsprechend dem Stand der Technik ist...“.

Bei der Planung und Ausführung ist eine Luftdichtheitsschicht vorzusehen, die „die Luftströmung durch Bauteile hindurch verhindert“.

Dies gilt auch für Fugen (d.h. „Zwischenräume zwischen zwei Bauwerksteilen oder Bauteilen, um z. B. unterschiedliche Bewegungen zu ermöglichen“) und Stöße, also Bereiche, wo „Einzelelemente der Luftdichtheitsschicht stumpf aufeinandertreffen“, sowie Überlappungen, wo „Einzelelemente der Luftdichtheitsschicht übereinander angeordnet sind“.

DIN 4108 Teil 7 enthält Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie -beispiele, einschließlich geeigneter Materialien, um beheizte oder klimatisierte Gebäude und Gebäudeteile luftdicht auszuführen.

Luftdichte Bahnen können z. B. aus Kunststoff bestehen. Diese dürfen nicht perforiert sein. Dies gilt nicht für Perforierungen durch Befestigungselemente wie Schrauben oder Nieten, solange sie 5 St./m<sup>2</sup> nicht übersteigen.

Profilierte Bauelemente aus Stahl oder Aluminium sind geeignet, baupraktisch als Luftdichtheitsschicht zu dienen, wenn im Bereich der Stöße, Anschlüsse und Durchdringungen gesonderte Maßnahmen ergriffen werden (z. B. sorgfältiger Einbau von geeigneten Dichtbändern).

Als Dichtungsmaterialien können z. B. vorkomprimierte Dichtbänder und Sonderprofile eingesetzt werden. Die Luftdichtheit wird bei Dichtbändern erst bei einer ausreichenden Komprimierung erreicht (Prüfzeugnis des Herstellers).

Fugenfüllmaterialien, wie z. B. Montageschäume, können aufgrund ihrer Materialeigenschaften weder luftdicht noch elastisch genug sein, um Bauteilverformungen aufzunehmen.

Fugendichtstoffe müssen entsprechend ihres Dehnungsvermögens und den zu erwartenden Bewegungen der angrenzenden Bauteile ausgewählt werden (siehe auch Abschnitt 11.2).

- Wärmebrücken und -verluste

Wärmebrücken sind örtlich begrenzte, konstruktiv bedingte Stellen in einer Konstruktion, an denen erhöhter Wärmedurchgang stattfindet.

---

Wärmebrücken haben zwei wesentliche Auswirkungen:

- erhöhter Wärmeverlust (sog. Wärmebrückenverlust)
- niedrigere raumseitige Oberflächentemperatur.

Erhöhte Wärmeverluste durch Wärmebrücken haben grundsätzlich einen größeren, jedoch vermeidbaren Heizbedarf zur Folge. Die Wirtschaftlichkeit des Wärmeschutzes kann infolge von Wärmebrückenverlusten erheblich beeinträchtigt werden.

Niedrigere Oberflächentemperaturen an Wärmebrücken können zur Unterschreitung der Taupunkttemperatur führen. Dort entsteht Tauwasser auf der Bauteiloberfläche.

Die EnEV, die als Standard vom Niedrigenergiehaus-Niveau (NEH) ausgeht ( $U \sim 0,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ), verlangt, den „Einfluß der Wärmebrücken (...) bei der Ermittlung des spezifischen (...) Transmissionseinflusses ... zu berücksichtigen.“

Im Anhang 1 zur EnEV werden drei Möglichkeiten aufgezeigt, wie Wärmebrückenverluste berücksichtigt werden dürfen:

- a) Berücksichtigung durch Erhöhung der Wärmedurchgangskoeffizienten um  $\Delta U_{\text{WB}} = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  für die gesamte wärmeübertragende Umfassungsfläche,
- b) bei Anwendung von Planungsbeispielen nach DIN 4108 Beiblatt 2  
Berücksichtigung durch Erhöhung der Wärmedurchgangskoeffizienten um  $\Delta U_{\text{WB}} = 0,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  für die gesamte wärmeübertragende Umfassungsfläche,
- c) durch genauen Nachweis der Wärmebrücken nach DIN V 4108 Teil 6 (06/2003) in Verbindung mit weiteren anerkannten Regeln der Technik.

Soweit der Wärmebrückeneinfluß bei Außenbauteilen bereits bei der Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten  $U$  berücksichtigt worden ist, darf die wärmeübertragende Umfassungsfläche  $A$  bei der Berücksichtigung des Wärmebrückeneinflusses nach Buchstabe a), b) oder c) um die entsprechende Bauteilfläche vermindert werden.

Für Metall-Gebäudehüllen (Dach- und Wandkonstruktionen) steht die im folgenden Abschnitt genannte Nachweishilfe zur Verfügung und entspricht dem "genauen Nachweis" gemäß Buchstabe c der EnEV. Dies bedeutet, daß eine Erhöhung um  $\Delta U_{\text{WB}}$  entfallen kann.

Dabei ist zu beachten, daß DIN V 4108 Teil 6 zur Zeit keinerlei Hilfestellung für den Metall-Leichtbau bietet, so daß „weitere anerkannte Regeln der Technik“ herangezogen werden müssen oder Bestimmungen anderer EU-Mitgliedstaaten (vgl. §15(2) der EnEV).

---

Nachweismöglichkeiten:

Beim Nachweis des Wärmeschutzes von Bauelementen der Gebäudehülle sind die Grenzwerte der Energieeinsparverordnung (EnEV) und der Mindestanforderungen der DIN 4108 zu beachten. Bei der Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U mehrschaliger Dach- und Wandkonstruktionen sind die konstruktionsbedingten Wärmebrückenverluste (WBV) zu berücksichtigen.

Da es keine wärmebrückenfreien Gebäudehüllen gibt, sind Wärmebrücken keine Erscheinung, die ausschließlich Konstruktionen aus Metall betrifft.

Seit 1989 liegt ein allgemeingültiges rechnerisches Nachweisverfahren für zweisechalige leichte Wandkonstruktionen vor (Trapezprofil- und Kassettenwände), vgl. Abschnitt 11.4: „WBV-Verfahren“.

Diese und weitere Konstruktionsvarianten werden in einem Verfahren erfaßt, das unter Mitwirkung der Universität Karlsruhe und auf der Basis der schwedischen Norm erarbeitet wurde (SS 024230).

Die sinnvolle und praxisbezogene Zusammenführung und Modifikation der beiden erwähnten Nachweisverfahren führten zu einer Nachweishilfe, die es erlaubt, U-Wert-Berechnungen für zweisechalige Konstruktionen vorzunehmen, die die Wärmebrückenverluste berücksichtigen. Das anwenderfreundliche grafische Verfahren wurde mittels der FE-Methode verifiziert.

Die Nachweishilfe umfaßt folgende typische Wandkonstruktionen:

- Kassettenwand mit einseitig angeordnetem Trennstreifen (thermische Trennung)
- Kassettenwand mit zusätzlich vorgehängter Dämmstoffschicht
- Kassettenwand mit einseitig angeordnetem Trennstreifen und zusätzlichem Distanzprofil
- Trapezprofilwand mit Distanzprofil mit doppelseitig angeordnetem Trennstreifen
- Trapezprofil auf Distanzprofil auf massivem Untergrund
- Vorgehängte hinterlüftete Außenwandbekleidungen an massiven Untergründen (DIN 18516 Teil 1) können mit Hilfe einer Richtlinie des FVHF nachgewiesen werden.

Diese Nachweishilfen für metallene Leichtbau-Konstruktionen liegen als Informationsschriften des GDA und des IFBS vor (vgl. Abschnitt 11.2).

### **6.3.2.3 Tauwasserschutz**

Metallbleche sind diffusionsdicht. Bei mehrschaligen Metallkonstruktionen erfolgt der Feuchtetransport ausschließlich durch Fugen und Öffnungen. Dabei ist die Diffusion gegenüber dem Feuchtetransport durch Luftströmungen vernachlässigbar.

Der Nachweis der Tauwasserfreiheit infolge Dampfdiffusion erübrigt sich z. B. bei üblichen Gewerbebauten und üblicher Nutzung ( $\theta \leq 16 \text{ °C}$ ,  $\varphi \leq 50 \text{ %}$ ), da durch die Längs- und Querstöße der Ober-

---

(bei Dächern) bzw. Außenschale (bei Wänden) eine ausreichende Austrocknung der ausgefallenen Tauwassermasse erfolgen kann (positive Jahres-Feuchtebilanz).

Folgeerscheinungen bleibender Tauwasserbildung an und in Metallkonstruktionen sind:

- Vermehrte Schmutzbindung (optische Beeinträchtigung)
- Verminderte Wärmedämmwirkung der Baustoffe infolge Durchfeuchtung
- Abblättern von Kunststoffbeschichtungen, Korrosion, eingeschränkte Nutzung als Folge von Schäden

Bei großen Dachtiefen und geringer Dachneigung erfolgt kein sicheres Abführen der in den Dachraum eingedrungenen warmen und wasserdampfhaltigen Luft. Erfahrungsgemäß ist die Anordnung einer planmäßigen Hinterlüftung nicht zu empfehlen.

Unerlässlich hingegen ist es, die Luftdichtheitsschicht sorgfältig einzubauen (dauerhaft dichte Stöße und Anschlüsse am Baukörper). Sie ist sorgfältig auszubilden.

#### **6.3.2.4 Belüftete Dachkonstruktionen**

##### **6.3.2.4.1 Einschalige nicht belüftete Dachkonstruktionen**

Warmdachkonstruktionen mit einer Tragschale (Unterschale) aus Aluminium-Trapezprofilen können hinsichtlich der Notwendigkeit einer diffusionsdichten Schicht (früher: Dampfsperre) nach IFBS 4.01 beurteilt werden (siehe Abschnitt 11.2).

##### **6.3.2.4.2 Zweischalige nicht belüftete Dachkonstruktionen**

Zweischalige Konstruktionen mit tragender Trapezprofil-Unterschale, Distanzprofilen, Wärmedämmung und einer wasserführenden Oberschale aus Aluminium-Profiltafeln ohne planmäßige normgerechte Hinterlüftung haben sich bewährt.

##### **6.3.2.4.3 Hinterlüftete Außenwandbekleidungen**

Hier müssen gemäß DIN 18807 Teil 3 Mindestvoraussetzungen erfüllt werden, wenn kein genauere Nachweis geführt wird.

Belüftete Luftschichten werden nach DIN EN ISO 6946 unterteilt in:

- Schwach belüftete Luftschicht, wenn der Luftaustausch mit der Außenumgebung durch Öffnungen folgender Maße begrenzt wird: „über 500 mm<sup>2</sup> bis 1500 mm<sup>2</sup> je m Länge für vertikale Luftschichten“
- Stark belüftete Luftschicht, wenn die Öffnungen zwischen Luftschichten und Außenumgebung 1500 mm<sup>2</sup> je m Länge für vertikale Luftschichten überschreiten.

„Der Wärmedurchgangswiderstand eines Bauteils mit einer stark belüfteten Luftschicht ist zu bestimmen, indem der Wärmedurchgangswiderstand der Luftschicht und aller anderen Schichten zwischen Luftschicht und Außenumgebung vernachlässigt wird und ein äußerer Wärmeübergangswiderstand verwendet wird, der dem bei ruhender Luft entspricht (d.h. gleich dem inneren Wärmeübergangswiderstand desselben Bauteils ist).“

$$R_{se} + R_{si} = 0,13 + 0,13 = 0,26 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

Zur Vermeidung von Schimmelpilzbildung im Bereich von Wärmebrücken werden gemäß DIN 4108 Teil 2 folgende Werte empfohlen:

$$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$R_{si} = 0,25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

Trapezprofil h/b <sub>R</sub>	30/153	40/167	40/185	42/250	45/150	45/200	50/150	50/167	50/180
Lüftungsquerschnitt in (cm <sup>2</sup> /m)*	219	278	281	328	307	315	325	344	354

\*) auf ganze cm<sup>2</sup> gerundet.

**Tabelle 6.2:** Vorhandene Lüftungsquerschnitte von Aluminium-Profiltafeln als Wandbekleidung in Negativlage (= schmaler Gurt anliegend)

- Der Belüftungsraum soll an oder nahe der Außenseite der Wärmedämmschicht, d.h. hinter der Außenschale der Wand bzw. der Wandbekleidung angeordnet werden.
- Bei einer Spaltbelüftung soll die geringste Spaltbreite 20 mm betragen.  
Bei Belüftungskanälen sollen deren Einzelquerschnitte mindestens 4 cm<sup>2</sup> und deren kleinstes Maß mindestens 20 mm betragen.
- Der freie Gesamtquerschnitt des Belüftungsraumes muß mindestens 200 cm<sup>2</sup>/m Wandlänge betragen. Einengende Lochbleche und/oder Insektenschutzgitter sind bei der Ermittlung des freien Lüftungsquerschnittes zu berücksichtigen.

Planer und Ausführende sind verpflichtet, den neuesten Stand der Technik zu beachten.

In Anbetracht der Forderung der EnEV nach einer "luftdichten" Gebäudehülle (Summe der Dach- und Wandflächen) sind die vorgenannten Forderungen nach Hinterlüftungsquerschnitten zunehmend in Frage zu stellen.

---

### 6.3.2.5 Tauwasserbildung im Inneren von mehrschaligen Konstruktionen

#### 6.3.2.5.1 Wasserdampfdiffusion

Das Maß für die Dampfdichtheit eines Stoffes ist die Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl  $\mu$ . Sie ist eine Vergleichszahl und gibt an, um wieviel der Widerstand gegen Wasserdampfdiffusion in einer Schicht größer ist als in einer gleich dicken Luftschicht.  $\mu$  ist eine dimensionslose Größe (Diffusionswiderstandszahl  $\mu_{\text{Luft}} = 1$ ).

Nach DIN 4108 Teil 3 können Diffusionsberechnungen für Baukonstruktionen vorgenommen werden. Sie basieren auf dem graphischen Verfahren nach Glaser; mit einer möglichen Modifikation nach Jenisch.

Die klimatischen Randbedingungen sind in DIN 4108 Teil 3 festgelegt. Dabei werden über einen Zeitraum von einem Jahr die ausfallenden Tauwassermassen den ausdiffundierenden gegenübergestellt. Kann demnach eine größere Tauwassermasse ausdiffundieren (verdunsten) als die ausfallende, liegt eine positive Jahresbilanz vor und es verbleibt kein schädigendes Tauwasser in der Konstruktion.

Zum Zwecke der Gesundheit und Beheizung muß bei luftdicht ausgeführten Gebäuden der erforderliche Mindestluftwechsel sichergestellt sein (Anforderungen gemäß EnEV).

Das Eindringen von Wasserdampf aus feuchter Innenluft ist konstruktiv zu verhindern. Wasserdampf kann durch Diffusion (Luftbewegung zum Ausgleich der unterschiedlichen Dampfdrücke zu beiden Seiten der Konstruktion) erfolgen.

Das konvektive Eindringen (Luftströmung) von Wasserdampf in eine Konstruktion an durchströmbaren Stößen, Fugen und An-/Abschlüssen ist zu verhindern (Abdichtungsmaßnahmen). Konvektionsvorgänge sind über Perforationen metallener Bauelemente möglich.

In der Baupraxis treten Diffusion und Konvektion gleichzeitig auf. Bei metallenen flächigen Bauelementen (Profiltafeln, Paneele) stellt die ungestörte Metallfläche einen unendlich großen  $s_d$ -Wert dar und ist diffusionsdicht. Die Längs- und Querstöße weisen jedoch einen bedeutend niedrigeren Wert auf, der rechnerisch nicht ohne weiteres quantifizierbar ist.

Anmerkung:

- Eine luftdichte Schicht muß nicht gleichbedeutend mit einer diffusionsdichten Schicht sein.
- Eine diffusionsdichte Schicht ist immer auch luftdicht.
- In mehrschaligen Konstruktionen kann es objektbezogen vorteilhaft sein, eine wasserdichte und diffusionsoffene Schicht vorzusehen (unterhalb der metallenen Oberschale).

---

Bei erhöhten und vereinbarten Dichtheitsanforderungen an die Gebäudehülle sind bei Profiltafeln die Längsstöße, Fugen und Durchdringungen dauerhaft mit Dichtbändern oder anderen geeigneten Dichtstoffen abzudichten.

Folgende belüftete Dachkonstruktionen bedürfen gemäß DIN 4108 Teil 3 keines rechnerischen Nachweises der Tauwasserfreiheit:

- Dachneigung  $< 5^\circ$  und einer diffusionsoffenen Schicht mit  $s_{di} \geq 100$  m unterhalb der Wärmedämmschicht, wobei der Wärmedurchlaßwiderstand der Bauteilschichten unterhalb der diffusionshemmenden Schicht höchstens 20% des Gesamtwärmedurchlaßwiderstandes betragen darf.
- Dachneigung  $\geq 5^\circ$  unter den Bedingungen, daß die Höhe des freien Lüftungsquerschnittes innerhalb des Dachbereiches über der Wärmedämmschicht mindestens 2 cm beträgt und der freie Lüftungsquerschnitt an den Traufen bzw. an Traufe und Pultdachabschluß mindestens 0,2% der zugehörigen geneigten Dachfläche betragen muß, mindestens jedoch 200 cm<sup>2</sup>/m.

Bei Satteldächern sind an First und Grat Mindestlüftungsquerschnitte von 0,05% der angeschlossenen geneigten Dachfläche erforderlich, mindestens jedoch 50 cm<sup>2</sup>/m. Der  $s_d$ -Wert der unterhalb der Belüftungsschicht angeordneten Bauteilschicht muß insgesamt mindestens 2 m betragen.

Ein kurzzeitiger Tauwasserausfall im Inneren einer Metaldach- oder Wandkonstruktion ist unschädlich. Ergibt die Diffusionsberechnung nach DIN 4108 Teil 3, daß die flächenbezogene Tauwassermasse von 0,5 kg/m<sup>2</sup> in der Jahresbilanz nicht überschritten wird und die Bilanz positiv ist, ist die Konstruktion gegen Tauwasserbildung ausreichend sicher.

#### **6.3.2.5.2 Wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke $s_d$**

Sie ist gleich dem Produkt aus Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl  $\mu$  und der Baustoffdicke  $d$ .

$$s_d = \mu \cdot d \quad (\text{m}) \quad (\text{kurz: „äquivalente“ oder gleichwertige Luftschichtdicke})$$

$d$  = Bauteil-/Schichtdicke in m

$\mu$  = Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl (-)

$s_d$  gibt an, wie dick eine Luftschicht sein muß, wenn sie denselben Wasserdampfdiffusionswiderstand haben soll wie ein bestimmtes Bauteil und ist Kennwert für seine feuchtschutztechnische Eigenschaft.

Besonders bei Dachkonstruktionen ist eine Schicht (Bahn, Folie) mit ausreichender wasserdampfdiffusionsäquivalenter Luftschichtdicke vorzusehen. Unter normalen Bedingungen ist für zweischalige,

---

nichtbelüftete Metalldächer ein Wert von  $s_d \geq 100$  m ausreichend.

Gemäß DIN 4108 Teil 3 wird eine Schicht mit dieser Eigenschaft als diffusionshemmend eingestuft.

diffusionsoffen:	$s_d \leq 0,5$ m
diffusionshemmend:*	$0,5 \text{ m} < s_d < 1500$ m
diffusionsdicht:*	$s_d \geq 1500$ m

\* früher "Dampfbremse, Dampfsperre"

In Dachkonstruktionen wird mindestens der Einbau einer diffusionshemmenden Schicht empfohlen. Im allgemeinen kann bei Wandkonstruktionen darauf verzichtet werden.

### 6.3.3 Brandschutz

#### 6.3.3.1 Baustoffklassen

Aluminium-Profiltafeln werden als Einzelbauteil (z. B. einschaliges Kaltdach) oder als Bestandteil einer mehrschaligen Konstruktion eingesetzt.

Das Brandverhalten von Baustoffen wird nach DIN 4102 Teil 1 verschiedenen Baustoffklassen zugeordnet:

Baustoffe	Bauaufsichtliche Benennung
A	nichtbrennbare Baustoffe
A1	
A2	
B	brennbare Baustoffe
B1	schwerentflammbare Baustoffe
B2	normalentflammbare Baustoffe
B3	leichtentflammbare Baustoffe

**Tabelle 6.3:** Baustoffklassen

Der Nachweis für eine bestimmte Baustoffklasse erfolgt in der Regel durch Prüfung. Aluminium-Profiltafeln ohne organische Beschichtung gehören ohne Nachweis nach DIN 4102 in die Baustoffklasse A1 und mit organischer Beschichtung (in der Regel 25 µm) zur Baustoffklasse A2.

### 6.3.3.2 Feuerwiderstandsklassen

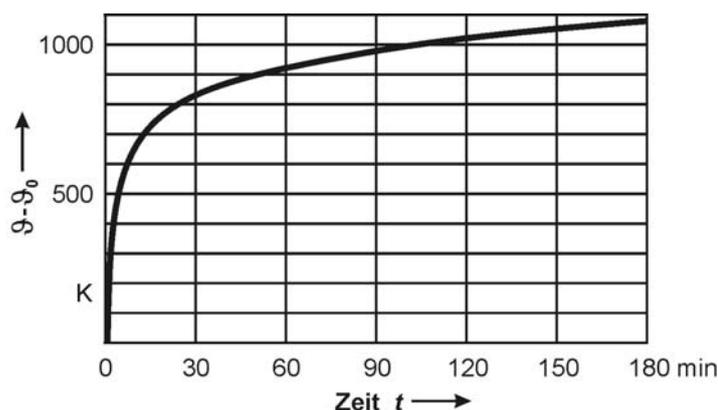
Das Brandverhalten von Konstruktionen, deren Bestandteile auch Aluminium-Profiltafeln sein können, wird im wesentlichen durch die Feuerwiderstandsdauer bestimmt.

Nach DIN 4102 Teil 2 werden folgende Feuerwiderstandsklassen F unterschieden:

Feuerwiderstandsklassen	Feuerwiderstandsdauer in Minuten
F 30	$\geq 30$
F 60	$\geq 60$
F 90	$\geq 90$
F 120	$\geq 120$
F 180	$\geq 180$

**Tabelle 6.4:** Feuerwiderstandsklassen F

Die Feuerwiderstandsdauer wird experimentell ermittelt. Die Brandbelastung erfolgt einseitig im Brandraum nach der Einheits-Temperaturzeitkurve (ETK).



**Bild 6.1:** Einheits-Temperaturzeitkurve (ETK) nach DIN 4102 Teil 2

$\vartheta$  = Brandraumtemperatur in K

$\vartheta_0$  = Temperatur der Probekörper bei Versuchsbeginn in K

t = Zeit in Minuten

Ergänzend wird bei der Einordnung der experimentell ermittelten Feuerwiderstandsklassen F noch der Anteil nicht brennbarer Baustoffe Klasse A/ brennbarer Baustoffe Klasse B angegeben. Zur Erläuterung folgende Beispiele:

- F 30 - B Bauteil der Feuerwiderstandsklasse F 30 aus Bestandteilen der Baustoffklasse B
- F 30 - AB Bauteil der Feuerwiderstandsklasse F 30 mit wesentlichen Bestandteilen der Baustoffklasse A und übrigen der Baustoffklasse B
- F 30 - A Bauteile der Feuerwiderstandsklasse F 30 aus Bestandteilen der Baustoffklasse A

Da der Schmelzpunkt des Werkstoffes Aluminium bei etwas über 600°C liegt, hat eine einschalige Dachdeckung aus Aluminium-Profiltafeln als Kaltdach keinen klassifizierten Feuerwiderstand. Das Dach öffnet sich nach kurzer Zeit in Abhängigkeit von der Brandbelastung aus dem Innenraum und die Rauchgase können entweichen. Dadurch wird die Temperaturbelastung schlagartig wesentlich reduziert und die Brandbekämpfung erleichtert.

### 6.3.3.3 Feuerwiderstandsklassen von nichttragenden Außenwänden

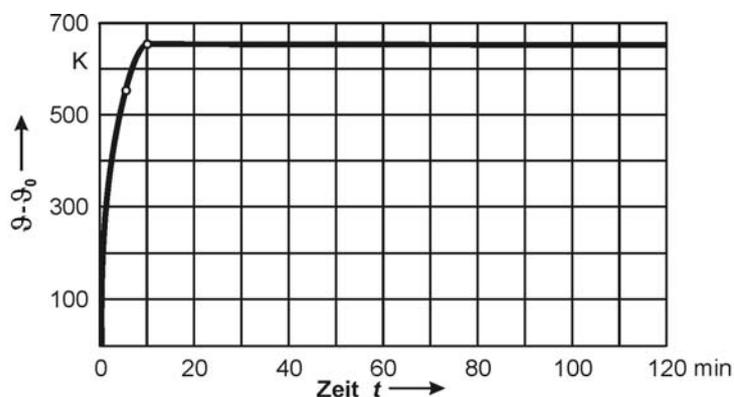
Nichttragende Außenwände im Sinne der DIN 4102 Teil 3 sind raumhohe, raumabschließende Bauteile wie Außenwandelemente, Ausfachungen, die auch im Brandfall nur durch ihr Eigengewicht beansprucht werden und nicht der Aussteifung von Gebäuden dienen. Windlasten und horizontale Verkehrslasten können auf tragende Bauteile übertragen werden.

Es werden für nichttragende Außenwände folgende Feuerwiderstandsklassen W unterschieden:

Feuerwiderstandsklasse	Feuerwiderstandsdauer in Minuten
W 30	≥ 30
W 60	≥ 60
W 90	≥ 90
W 120	≥ 120
W 180	≥ 180

**Tabelle 6.5:** Feuerwiderstandsklassen W

Die Prüfung nach der abgeminderten Temperaturzeitkurve hat zur Folge, daß für Bauteile mit der geprüften Feuerwiderstandsklasse W nach DIN 4102 Teil 3 keine Aussage über die Feuerwiderstandsklasse F nach DIN 4102 Teil 2 möglich ist.



**Bild 6.2:** Einheits-Temperaturzeitkurve (abgeminderte ETK) nach DIN 4102 Teil 3

---

Andererseits kann bei Bauteilen mit einer klassifizierten Feuerwiderstandsklasse F geschlußfolgert werden, daß dieses Bauteil die Forderungen der entsprechenden Feuerwiderstandsklasse W hinsichtlich Temperaturregime erfüllt.

#### **6.3.3.4 Bedachungen, Widerstandsfähigkeit gegen Flugfeuer und strahlende Wärme**

Bedachungen aus Aluminium-Profiltafeln sind nach DIN 4102 Teil 4 Änderung A1 ohne jeden Nachweis widerstandsfähig gegen Flugfeuer und strahlende Wärme, wenn die im folgenden aufgeführten Bedingungen für die unter a) bis c) aufgeführten Konstruktionen erfüllt werden:

- Die verwendeten Bauprodukte müssen mindestens der Baustoffklasse B 2 nach DIN 4102 entsprechen.
- Sichtseitige Beschichtungen müssen anorganisch sein, einen Brennwert von  $PCS \leq 4,0 \text{ MJ/m}^2$  oder eine Masse  $\leq 200\text{g/m}^2$  haben.

a) Großformatige selbsttragende und nicht selbsttragende Metaldachdeckungen aus Aluminium oder Aluminiumlegierungen, mit einer Dicke  $> 0,5\text{mm}$  auf

- Unterkonstruktionen aus nichtbrennbaren Baustoffen oder
- Schalung aus Holz und Holzwerkstoffen mit oder ohne beliebige Trennlage oder
- Holzlattung mindestens 40/60mm oder
- Wärmedämmstoffen aus Mineralwolle der Baustoffklasse A oder Schaumglas der Baustoffklasse A, PUR- oder PIR-Hartschaum mit oder ohne beliebiger Trennlage.

b) Sandwichelemente (Kernverbundelemente) mit beidseitiger Deckschicht aus Blech, wobei das obere Blech und der Wärmedämmstoff nach a) auszuführen sind.

c) Metaldachdeckungen mit Pfannenblechen, Metallschindeln oder Paneelblechen aus Aluminium oder Aluminiumlegierungen, mit einer Dicke  $> 0,5\text{mm}$  auf

- nichtbrennbaren Halteprofilen oder auf
- Schalung aus Holz und Holzwerkstoffen mit oder ohne beliebiger Trennlage oder Holzlattung mindestens 40/60mm und Schalung aus Holz oder Holzwerkstoffen oder
- Holzlattung mindestens 40/60mm und Wärmedämmstoffen aus Mineralwolle oder Schaumglas, Baustoffklasse A, PUR- oder PIR-Hartschaum, jeweils mit oder ohne beliebiger Trennlage.

### 6.3.3.5 Europäisches Klassifizierungssystem für den Brandschutz (DIN EN 13501 Teil1)

Das europäische Klassifizierungssystem des Brandverhaltens von Bauprodukten und Bauteilen unterscheidet detailliert nach Materialien, Produkten und Bestandteilen. Die einzelnen Definitionen sind im folgenden Text aufgeführt. Die Tabelle 6.7 beschreibt die Klassifizierung.

„Material“: Ein einzelner Grundstoff oder ein gleichförmig verteiltes Gemisch von Stoffen, z. B. Metall, Stein, Holz, Beton, Mineralwolle mit gleichförmig verteiltem Bindemittel, Polymere.

„Homogenes Produkt“: Produkt, bestehend aus einem Material mit einer einheitlichen Dichte und Zusammensetzung im gesamten Produkt.

„Nicht homogenes Produkt“: Produkt, das nicht den Anforderungen an ein homogenes Produkt genügt. Ein nicht homogenes Produkt ist ein Produkt, das aus einem oder mehreren wesentlichen und/oder nicht wesentlichen Bestandteilen besteht.

„Wesentlicher Bestandteil“: Material, das einen signifikanten Teil eines nicht homogenen Produkts ausmacht. Eine Schicht mit einer flächenbezogenen Masse  $\geq 1,0 \text{ kg/m}^2$  oder einer Dicke  $\geq 1,0 \text{ mm}$  gilt als wesentlicher Bestandteil.

„Nicht substantieller Bestandteil“: Material, das keinen signifikanten Teil eines nicht homogenen Produkts ausmacht. Eine Schicht mit einer flächenbezogenen Masse von  $\leq 1,0 \text{ kg/m}^2$  und einer Dicke von  $\leq 1,0 \text{ mm}$  gilt als nicht substantieller Bestandteil.

Zwei oder mehr nicht wesentliche Schichten, die einander berühren (d.h. ohne einen oder mehrere wesentliche Bestandteile zwischen den Schichten) gelten als ein nicht wesentlicher Bestandteil und müssen daher zusammen den Anforderungen an eine Schicht, die ein nicht wesentlicher Bestandteil ist, genügen. Bei nicht wesentlichen Bestandteilen wird zwischen inneren und äußeren wie folgt unterschieden:

- „Innerer nicht wesentlicher Bestandteil“: Nicht wesentlicher Bestandteil, der beidseitig durch mindestens einen wesentlichen Bestandteil bedeckt wird.
- „Äußerer nicht wesentlichen Bestandteil“: Nicht wesentlicher Bestandteil, der auf einer Seite nicht durch einen wesentlichen Bestandteil bedeckt wird.

$\Delta T$	Temperaturanstieg
$\Delta m$	Masseverlust
$t_f$	Dauer der Entflammung
PCS	Brennwert
FIGRA	Geschwindigkeit der Brandausbreitung
$THR_{600s}$	Wärmefreisetzung insgesamt
LFS	seitliche Flammenausbreitung
SOMOGRA	Geschwindigkeit der Rauchentwicklung
$TSP_{600s}$	Rauchentwicklung insgesamt
$F_s$	Flammenausbreitung

**Tabelle 6.6:** Symbole

Klasse	Klassifizierungskriterien	Zusätzliche Klassifikation
A 1	$\Delta T \leq 30^\circ \text{ C}$ und $\Delta m \leq 50 \%$ und $t_f = 0$ (d.h. keine anhaltende Entflammung)	--
	$\text{PCS} \leq 2,0 \text{ MJ/kg}^{(1)}$ und $\text{PCS} \leq 2,0 \text{ MJ/kg}^{(2)} \text{ }^{(2a)}$ und $\text{PCS} \leq 1,4 \text{ MJ/m}^2 \text{ }^{(3)}$ und $\text{PCS} \leq 2,0 \text{ MJ/kg}^{(4)}$	--
A2	$\Delta T \leq 50^\circ \text{ C}$ und $\Delta M \leq 50 \%$ und $t_f \leq 20\text{s}$	--
	$\text{PCS} \leq 3,0 \text{ MJ/kg}^{(1)}$ und $\text{PCS} \leq 4,0 \text{ MJ/m}^2 \text{ }^{(2)}$ und $\text{PCS} \leq 4,0 \text{ MJ/m}^2 \text{ }^{(3)}$ und $\text{PCS} \leq 3,0 \text{ MJ/kg}^{(4)}$	--
	$\text{FIGRA} \leq 120 \text{ W/s}$ und $\text{LFS} < \text{Rand des Probekörpers}$ und $\text{THR}_{600\text{s}} \leq 7,5 \text{ MJ}$	Rauchentwicklung <sup>(5)</sup> und brennendes Abtropfen/Abfallen <sup>(6)</sup>
B	$\text{FIGRA} \leq 120 \text{ W/s}$ und $\text{LFS} < \text{Rand des Probekörpers}$ und $\text{THR}_{600\text{s}} \leq 7,5 \text{ MJ}$	Rauchentwicklung <sup>(5)</sup> und brennendes Abtropfen/Abfallen <sup>(6)</sup>
	$\text{FS} \leq 150 \text{ mm}$ innerhalb von 60 s	
C	$\text{FIGRA} \leq 250 \text{ W/s}$ ; und $\text{LFS} < \text{Kante des Probekörpers}$ und $\text{THR}_{600\text{s}} \leq 15 \text{ MJ}$	Rauchentwicklung <sup>(5)</sup> und brennendes Abtropfen/Abfallen <sup>(6)</sup>
	$\text{FS} \leq 150 \text{ mm}$ innerhalb von 60 s	
D	$\text{FIGRA} \leq 750 \text{ W/s}$	Rauchentwicklung <sup>(5)</sup> und brennendes Abtropfen/Abfallen <sup>(6)</sup>
	$\text{FS} \leq 150 \text{ mm}$ innerhalb von 60 s	
E	$\text{FS} \leq 150 \text{ mm}$ innerhalb von 20 s	Brennendes Abtropfen/Abfallen <sup>(7)</sup>
F	keine Leistung festgestellt	

**Tabelle 6.7:** Europäische Klassifizierung des Brandverhaltens

---

(<sup>1</sup>) Für homogene Produkte und wesentliche Bestandteile von nicht homogenen Produkten.

(<sup>2</sup>) Für jeden äußeren nicht wesentlichen Bestandteil von nicht homogenen Produkten.

(<sup>2a</sup>) Alternativ kann ein äußerer nicht wesentlicher Bestandteil ein  $PCS \leq 2,0 \text{ MJ.m}^{-2}$  haben, vorausgesetzt, das Produkt erfüllt die folgenden Kriterien der DIN EN 13823 (SBI):  $FIGRA \leq 20 \text{ W.s}^{-1}$  und  $LFS < \text{Kante des Probekörpers}$  und  $THR_{600} \leq 4,0 \text{ MJ}$  und  $s1$  und  $d0$ .

(<sup>3</sup>) Für jeden inneren und wesentlichen Bestandteil von nicht homogenen Produkten.

(<sup>4</sup>) Für das Produkt als Ganzes.

(<sup>5</sup>)  $s1 = \text{SMOGRA} \leq 30 \text{ m}^2.\text{s}^{-2}$  und  $\text{TSP}_{600s} \leq 50 \text{ m}^2$ ;  $s2 = \text{SMOGRA} \leq 180 \text{ m}^2.\text{s}^{-2}$  und

$\text{TSP}_{600s} \leq 200 \text{ m}^2$ ;  $s3 = \text{weder } s1 \text{ noch } s2$ .

(<sup>6</sup>)  $d0 = \text{kein brennendes Abtropfen/Abfallen in DIN EN 13823 (SBI) innerhalb von 600s}$ ;  $d1 = \text{kein brennendes Abtropfen/Abfallen länger als 10s in DIN EN 13823 (SBI) von 600s}$ ;  $d2 = \text{weder } d0 \text{ noch } d1$ ; Entzündung des Papiers in DIN EN ISO 11925-2 führt zu einer Einstufung in  $d2$ .

(<sup>7</sup>) Bestanden = keine Entzündung des Papiers (keine Einstufung); nicht bestanden = Entzündung des Papiers (Einstufung  $d2$ ).

(<sup>8</sup>) Bei einer Flammenbeanspruchung der Oberfläche und – sofern für die Endanwendung des Produkts relevant – einer Flammenbeanspruchung der Probekante.

Bauaufsichtliche Anforderungen	Zusatzanforderungen		Europäische Klasse nach DIN EN 13501-1	Klasse nach DIN 4102-1
	kein Rauch	kein brenn.Abfallen/ Abtropfen		
Nichtbrennbar	X	X	A1	A1
<b>mindestens</b>	X	X	<b>A2 s1 d0</b>	A2
Schwerentflammbar	X	X	B, C -s1 d0	B1
		X	A2 -s2 d0	
			A2, B, C -s3 d0	
	X		A2, B, C -s1 d1	
<b>mindestens</b>			A2, B, C -s1 d2	
			<b>A2, B, C -s3 d2</b>	
Normalentflammbar		X	D -s1 d0	B 2
			-s2 d0	
			-s3 d0	
			E	
			D -s1 d2	
			-s2 d2	
			-s3 d2	
<b>mindestens</b>				
			<b>E -d2</b>	
Leichtentflammbar			F	B3

**Tabelle 6.8:** Gegenüberstellung der Klassifizierung von DIN EN 13501 Teil 1 und DIN 4102 Teil 1  
(Quelle: DIBT)

### 6.3.3.6 Baulicher Brandschutz großflächiger Dächer (DIN 18234)

Für Dächer ohne klassifizierbare Feuerwiderstandsdauer nach DIN 4102 Teil 2, zu deren brandschutztechnischer Beurteilung die für Baustoffe und Bauteile allgemein gültigen Kriterien wie Baustoffklassen nach DIN 4102 Teil 1 oder Feuerwiderstandsklassen nach DIN 4102 Teil 2 allein nicht geeignet sind, werden Anforderungen und Prüfbestimmungen in DIN 18234 Teil 1 bis Teil 4 festgelegt.

DIN 18234 gilt sowohl für einschalige als auch für zweischalige großflächige Dächer bis 20° Dachneigung mit einer Tragschale aus Stahl, Dachdeckungen aus Metall oder wasserundurchlässigen Dachabdichtungen.

Der Begriff „großflächig“ ist in DIN 18234 nicht definiert. Die entsprechenden Festlegungen sind den Sondervorschriften (zum Beispiel für Versammlungsräume größer als 2000 m<sup>2</sup>, für Industriebau größer als 2500 m<sup>2</sup>) oder den objektgebundenen Brandschutzgutachten zu entnehmen.

---

Im Zusammenhang mit der DIN 18807 Teil 9 sind die Anforderungen und Aussagen für metallene Dachdeckungen verbindlich.

Die in DIN 18234 Teil 2 unter Pkt. 3.2 gestellte Forderung, daß Distanzprofile aus Stahl sein müssen, ist technisch unbegründet und laut eines Gutachtens der Forschungsstelle für Brandschutztechnik, Karlsruhe, aufgehoben. Distanzprofile aus Aluminium erfüllen ebenfalls die Forderung nach der Baustoffklasse A1 „nichtbrennbar“ nach DIN 4102 Teil 1.

#### **6.3.4 Schallschutz**

##### **6.3.4.1 Allgemeines**

Der Schallschutz ist in DIN 18807 Teil 9 nicht behandelt, wird aber aufgrund seiner Bedeutung in diesen Fachregeln eingefügt.

Schall kann eine unerwünschte und/oder stetige Einwirkung auf Menschen darstellen, die stört oder auch die Gesundheit beeinträchtigt.

Unter Schall versteht man die Ausbreitung von Schwingungen in einem Medium. Für Fragen der angewandten Bauphysik ist die Schallausbreitung in der Luft und in Festkörpern von Interesse. Man unterscheidet deshalb Luft- und Körperschall.

Die Bauakustik befaßt sich mit dem Schallschutz in und um ein Gebäude sowie der Schallausbreitung im Freien.

Maßnahmen in einem Gebäude oder in einer Halle bezeichnet man als Raumakustik (z. B. den Schallpegel senkende Maßnahmen bzw. solche, die die Nachhallzeit senken).

Raumakustische Maßnahmen werden meist im Bereich von 100 Hz – 5000 Hz vorgenommen.

Für die Schalldämmung von Bauteilen liegen die Messungen für das Norm-Prüfzeugnis im Frequenzbereich von 90 Hz – 3600 Hz.

Mehrschalige leichte Dach- und Wandkonstruktionen können Schallschutzanforderungen gezielt und vorteilhaft erfüllen, wenn die Randbedingungen zweifelsfrei und vollständig bekannt sind (u.a. frequenzabhängige Schallpegelangaben, Frequenzspektrum).

Das setzt voraus, daß der verantwortliche Planer das erforderliche Luftschall-Schutzmaß eindeutig vorgeben muß. Es muß zweifelsfrei sein, wie diese angegebene Einzahl-Vorgabe zu verstehen ist. Soll sie für die gesamte schallabstrahlende Bauwerksfläche einschließlich aller Öffnungen wie Fensterbänder, Türen, Tore sowie Be- und Entlüftungsöffnungen gelten oder nur für die „ungestörte“ Bauteilfläche?

Bei der Vorlage von Prüfzeugnissen von nach Norm im Labor gemessenen Konstruktionen ist zu berücksichtigen, daß dieses Schallschutzmaß bei der Berechnung um ein Vorhaltemaß verringert werden muß, das für einzelne Bauteilarten unterschiedlich ist.

Für die erste Planungsphase von Dach- und Wandkonstruktionen können Richtwerte aus der Informationsschrift Nr. 4.04 des IFBS entnommen werden (vgl. Abschnitt 11.2).

Die Symbole physikalischer Größen, die im Schallschutz verwendet werden, sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Symbol	Einheit	Physikalische Größe
Hz	1/s	Hertz (1 Schwingung/s = 1 Hz)
c	m/s	Schallgeschwindigkeit
E	N/m <sup>2</sup> , MN/m <sup>2</sup>	E-Modul
$\rho$	kg/m <sup>3</sup>	Rohdichte
f	1/s	Schwingungszahl (Frequenz) (Schwingungen/s)
$\lambda$	m	Wellenlänge ( $\lambda = c/f$ )
p	N/m <sup>2</sup>	Schalldruck (1 Pa = 10 $\mu$ bar)
p <sub>0</sub>	N/m <sup>2</sup>	Bezugs-Schalldruck = Basisgröße ( = 20 $\mu$ N/m <sup>2</sup> = 20 $\mu$ Pa)
L	dB	Schalldruckpegel (Schallpegel)
L <sub>A</sub>	dB	A-bewerteter Schallpegel (über alle Frequenzen nach DIN IEC 651)
L <sub>1</sub>	dB	Schallpegel der Schallquelle 1
n	-	Anzahl der Schallquellen
dB	-	Wie eine Einheit benutzte Abkürzung (dezi-Bel), die zur Kennzeichnung logarithmischer Verhältnisgrößen dient
D	dB	Schallpegeldifferenz
R	dB	Schalldämm-Maß
R'	dB	Bau-Schalldämm-Maß
R <sub>w</sub>	dB	Bewertetes Schalldämm-Maß „ohne Nebenwege“
R' <sub>w</sub>	dB	Bewertetes Schalldämm-Maß „mit Nebenwegen“
R <sub>w, ges</sub>	dB	Resultierendes Schalldämm-Maß
f <sub>g</sub>	Hz	Grenzfrequenz
f <sub>o</sub>	Hz	Eigen (Resonanz-) frequenz
s'	MN/m <sup>3</sup>	Dynamische Steifigkeit des Dämmstoffes ( $s' = E_{dyn}/s$ )
$\alpha$	-	Schallabsorptionsgrad
T	s	Nachhallzeit
A	m <sup>2</sup>	Äquivalente Schallabsorptionsfläche
$\Xi$	kN·s/m <sup>4</sup>	Längenbezogener Strömungswiderstand
m'	kg/m <sup>2</sup>	flächenbezogene Masse einer biegeweichen Schale
s	m	Schalenabstand

**Tabelle 6.9:** Symbole physikalischer Größen im Schallschutz

---

Bei der Schallschutzplanung unterscheidet man zwei Bereiche:

- Primär-Maßnahmen  
Sie sollen die Schallentstehung im positiven Sinne beeinflussen (z. B. Maschinenkonstruktion ändern oder Kapselung/Einhausung von Maschinen).
- Sekundär-Maßnahmen  
Sie sollen die Schallübertragung von der Quelle zum Hörer senken.

Befinden sich Schallquelle und Hörer nicht im selben Raum, handelt es sich, je nach Schallanregung, um Maßnahmen zur Luftschalldämmung oder Körperschalldämmung.

Befinden sich Schallquelle und Hörer im selben Raum, handelt es sich um Schallabsorption (Schallschluckung).

Schallwellen in der Luft rufen im menschlichen Ohr infolge der Druckunterschiede eine Schallempfindung hervor. Deshalb ist neben der Frequenz  $f$  (Hz) der Schalldruck  $p$  die wichtigste Kenngröße einer Schallschwingung. Bei der menschlichen Hörschwelle beträgt der Schalldruck etwa  $2 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}^2$ , bei der Schmerzgrenze etwa  $20 \text{ N/m}^2$ .

#### 6.3.4.2 Schalltechnische Kenngrößen

- Schallemission:  
Abstrahlen von Schall von einer oder mehreren Schallquellen.
- Schallimmission:  
Einwirken von Schall auf z. B. ein Bauwerk (Immissionsort = Aufpunkt).
- Schallgeschwindigkeit:  
In festen und in flüssigen Körpern breitet sich der Schall schneller als in Luft oder anderen Gasen aus. Bei  $15^\circ\text{C}$  und Normdruck beträgt die Schallgeschwindigkeit in Luft  $c = 340 \text{ m/s}$ . In festen Materialien liegen die Schallgeschwindigkeiten deutlich höher.

$$c = \sqrt{E/\rho}$$

$c$  = Schallgeschwindigkeit in m/s

$E$  = E-Modul des Stoffes  $\text{N/m}^2$

$\rho$  = Rohdichte des Stoffes in  $\text{kg/m}^3$

- Frequenz  $f$  (Schwingungszahl):  
Anzahl der Schwingungen je Sekunde wird als Frequenz bezeichnet. Die Frequenz wird in  $1/\text{s}$  oder  $\text{s}^{-1}$  gemessen. Eine Schwingung je Sekunde erhält die Einheit Hertz (Hz). Mit

---

zunehmender Frequenz nimmt die Tonhöhe zu. Eine Verdoppelung der Frequenz entspricht einer Oktave. Als Normalfrequenz wird eine Frequenz von 1000 Hertz = 1 Kilohertz = 1kHz bezeichnet. Das menschliche Ohr erfährt (altersabhängig) einen Bereich von etwa 16 Hz bis 16 kHz (= Hörbereich = Normalschall). Darunter liegt der nicht hörbare Infraschall (0 Hz bis 16 Hz, als Erschütterung wahrnehmbar) und darüber der nicht hörbare Ultraschall (>16 kHz bis 1000 kHz).

In der Bauakustik wird ein Bereich von 5 Oktaven berücksichtigt (100 Hz bis 3150 Hz), im Bereich des Schallschutzes wird der menschliche Hörbereich über 10 Oktaven erfährt (16 Hz bis 16 kHz).

- Wellenlänge  $\lambda$ :

Der Abstand zwischen zwei aufeinander folgenden Wellenbergen wird als Wellenlänge bezeichnet. Eine Wellenlänge umfaßt eine Schallschwingung. Die Wellenlänge  $\lambda$  wird in m gemessen und ist abhängig von der Schallgeschwindigkeit und Frequenz:

$$\lambda = c/f \text{ in m}$$

$\lambda$  = Wellenlänge in m

c = Schallgeschwindigkeit in m/s

f = Frequenz in 1/s

- Schall:

Mechanische Schwingungen und Wellen eines elastischen Mediums.

- Luftschall:

Der sich in Luft ausbreitende Schall.

- Körperschall:

Der sich in festen Körpern ausbreitende Schall.

- Geräusch:

Der Schall, der aus vielen Teiltönen zusammengesetzt ist, deren Frequenzen nicht in einfachen Zahlenverhältnissen zueinander stehen.

- Schalldruck p:

Entlang einer Luftschallwelle entstehen durch die Schwingungen der Luftmoleküle Bereiche erhöhten und verminderten Drucks (Wechseldruck).

Das Maß für diese Druckdifferenz ist der Schalldruck p mit der Einheit 1 N/m<sup>2</sup> entsprechend 10  $\mu$ bar (1  $\mu$ bar = 1 Mikrobar = 1 millionstel Bar).

- Schalldruckpegel L:

Da das menschliche Ohr zwei gleich laute Schallquellen nicht als doppelt so laut wie eine einzelne Schallquelle empfindet, wurde ein logarithmischer Maßstab gewählt. International wurde ein Bezugs-Schalldruck festgelegt:

---

$p_0 = 20 \mu\text{N/m}^2$  (gerade noch hörbarer Schalldruck)

Aufgrund des menschlichen Hörvermögens und zur Vereinfachung der Zahlenwerte wird nicht das einfache Verhältnis des Schalldrucks zum Bezugsschalldruck gebildet, sondern das logarithmische Verhältnis. Dadurch wird das Verhältnis vom kleinsten zum größten Schalldruck von  $1 : 1.000.000$  oder  $10^0 : 10^6$  zu Zahlenwerten von 0 bis 6 überführt.

Da das menschliche Ohr nur etwa 120 verschiedene Schalldrücke unterscheiden kann, wird das logarithmische Verhältnis  $p/p_0$  von 6 mit 20 multipliziert. Damit erhält man einen Schalldruckpegel  $L = 20 \cdot \lg(p/p_0)$ .

International wurde als Einheit das Bel gewählt, so daß der Schallpegel auch lautet:

$$L = 20 \cdot \lg(p/p_0) = 10 \cdot \lg(p^2/p_0^2) \text{ in dB}$$

Die exponentiale Steigung des Schalldrucks ergibt eine lineare Steigung des Schallpegels. Die lineare Steigung entspricht dem linearen menschlichen Hörempfinden.

Die Schallpegel mehrerer Schallquellen können somit nicht einfach addiert werden.

1. Beispiel:

Bei der Überlagerung mehrerer Schallquellen mit der gleichen Frequenz und dem gleichen Schallpegel kann der insgesamt entstehende Schallpegel „ges L“ wie folgt berechnet werden:

$$\text{ges L} = L_1 + 10 \cdot \lg n \quad \text{in dB}$$

ges L = Gesamt-Schallpegel in dB

$L_1$  = Schallpegel der Einzel-Schallquelle in dB

n = Anzahl der Schallquellen

Gegeben:

Drei gleichartige Maschinen in einem Raum. Jede Maschine erzeugt einen Schallpegel  $L_1 = 60$  dB. Beim Betrieb zweier Maschinen herrscht ein Schallpegel von 63 dB.

$$\text{ges L} = L_1 + 10 \cdot \lg n$$

$$= 60 + 10 \cdot \lg 2 = 60 + 10 \cdot 0,3010 = 63 \text{ dB}$$

Beim Betreiben von drei Maschinen wirkt ein Gesamtpegel von 65 dB.

$$\text{ges L} = 60 + 10 \cdot \lg 3 = 60 + 10 \cdot 0,4471 = 65 \text{ dB}$$

Bei der Vergrößerung des Abstandes von einer punktförmigen Schallquelle kann der entstehende Schallpegel wie folgt berechnet werden:

$$L_2 = L_1 - 20 \cdot \lg(s_2/s_1) \quad \text{in dB}$$

$L_1$  = Schallpegel im Abstand  $s_1$  (vor Vergrößerung / Veränderung)

$L_2$  = Schallpegel im Abstand  $s_2$  (nach Vergrößerung)

$s_n$  = Abstand in m

Bei linienförmigen Schallquellen (z. B. Profilieranlage in einer Halle) ist die Schallpe-

---

gelabnahme geringer:

$$L_2 = L_1 - 10 \cdot \lg (s_2/s_1)$$

Bei Verringerung des Abstandes:

$$L_2 = L_1 + 20 \cdot \lg (s_1/s_2) \text{ bei punktförmigen Schallquellen}$$

$$L_2 = L_1 + 10 \cdot \lg (s_1/s_2) \text{ bei linienförmigen Schallquellen}$$

Eine Verdoppelung des Abstands verringert den Schallpegel bei linienförmigen Schallquellen um 3 dB.

2. Beispiel:

Der Schallpegel  $L_1$  an einer Straße beträgt in 25 m Abstand 65 dB. Im Abstand von 50 m wirkt immer noch ein Schallpegel von 62 dB.

$$L_2 = L_1 - 10 \cdot \lg (50/25) = 65 - 10 \cdot 0,3010 = 62 \text{ dB}$$

- Luftschalldämmung:

Die Schallwellen z. B. des Außenlärms werden an Außenbauteilen teilweise zurückgestrahlt (reflektiert). Ein anderer Teil der Schallwellen versetzt die Außenbauteile oder Teile davon in Schwingungen, die ein Abstrahlen des Luftschalls bewirken.

Der Widerstand eines Bauteils gegen Schalldurchgang wird als Schalldämmung bezeichnet. Häufig werden in der Praxis Schalldämmung und Schalldämpfung falsch verwendet:

- Unter Schalldämmung versteht man die Behinderung der Schallausbreitung durch reflektierende Hindernisse.
- Unter Schalldämpfung versteht man die Behinderung der Schallausbreitung durch Absorption von Schall, d.h. durch Umwandlung von Schallenergie in Wärme. Stoffe, die schallabsorbierende Eigenschaften besitzen, werden als Schallschlucker oder -absorber bezeichnet.

Dämpfende Beläge / Beschichtungen dienen der Körperschalldämpfung und können als

- einfacher Dämpfungsbelag (sog. Entdröhnungsbelag) oder
- eingezwängter Dämpfungsbelag (sog. Sandwichbleche mit zwischenliegendem Kunststoffkern)

ausgeführt werden.

Weitere Einzelheiten sind VDI 3727 (Schallschutz durch Körperschalldämpfung) zu entnehmen. Weitere Eigenschaften gehen aus Prüfzeugnissen nach DIN 53440 hervor.

- Schallpegeldifferenz D:

Bei der Prüfung der Luftschalldämmung von Bauteilen wird die Schallpegeldifferenz für einen Frequenzbereich von 100 Hz – 3150 Hz bestimmt.

Der Unterschied zwischen dem Schallpegel  $L_1$  vor dem Bauteil und dem Schallpegel  $L_2$  hinter dem Bauteil ergibt die Schallpegeldifferenz D.

---

$$D = L_1 - L_2 \text{ (dB)}$$

- Schalldämm-Maß R:

Aus den jeweils vor und hinter einem Bauteil auftretenden Schalleistungen  $p_1$  und  $p_2$  kann das Schalldämm-Maß R berechnet werden.

$$R = 10 \cdot \lg(p_1/p_2) \text{ (dB)}$$

Beispiele:

$R = 10 \text{ dB} \rightarrow 1/10$  des Schalls geht durch das Bauteil

$R = 20 \text{ dB} \rightarrow 1/100$  des Schalls geht durch das Bauteil

$R = 30 \text{ dB} \rightarrow 1/1000$  des Schalls geht durch das Bauteil

- Labor-Schalldämm-Maß  $R_L$  :

Bezeichnung, wenn der Schall ausschließlich durch das zu prüfende Bauteil übertragen wird.

- Bau-Schalldämm-Maß  $R'$ :

Bezeichnung bei zusätzlicher Schallübertragung an Flanken oder anderen Nebenwegen.

- Bewertetes Schalldämm-Maß  $R_w$  :

Dieses Schalldämm-Maß wird durch Vergleich mit einer festgelegten Bewertungskurve ermittelt (ohne Schallübertragung über flankierende Bauteile).

Wird die Bewertung eines Bau-Schalldämm-Maßes  $R'$  vorgenommen, bezeichnet man das bewertete Bau-Schalldämm-Maß  $R'_w$  (mit Schallübertragung über flankierende Bauteile). Der Index w weist auf die „Wertung“ (Wichtung) des Schalldämm-Maßes hin.

- Resultierendes Schalldämm-Maß  $R'_{w, res}$  :

Gebäudehüllflächen bestehen häufig aus mehreren Teilflächen unterschiedlicher Schalldämmung. Aus den einzelnen Schalldämm-Maßen wird das resultierende Schalldämm-Maß berechnet (z. B. Außenwand mit Fenstern, Türen, Lichtbändern).

Anmerkung:

P: z. B.  $R'_{w,P}$  : Prüfung im Prüfstand nach DIN 52210-2

B: z. B.  $R'_{w,B}$  : Prüfung im ausgeführten Bauwerk

R: z. B.  $R'_{w,R}$  : Rechenwert

Der Rechenwert für ein Bauteil ergibt sich u.a. bei Eignungsprüfungen im Prüfstand nach DIN 52210-2, reduziert um das Vorhaltemaß von 2 dB (z. B.  $R'_{w,R} = R'_{w,P} - 2 \text{ dB}$ )

Bei Prüfungen in ausgeführten Bauten:

$$R'_{w,R} = R'_{w,B}$$

Für Türen gilt:  $R_{w,R} = R_{w,P} - 5 \text{ dB}$

---

### 6.3.4.3 Einschalige Konstruktionen

Konstruktionen, die nur aus einer Schale bestehen, sind nur bedingt schalldämmend wirksam.

### 6.3.4.4 Mehrschalige Konstruktionen

Konstruktionen, die aus zwei oder mehreren Schalen bestehen und nicht starr miteinander verbunden sind, sondern durch geeignete Dämmstoffe oder durch Luftschichten voneinander getrennt sind.

Zu unterscheiden sind in der baulichen Praxis grundsätzlich:

- Rein metallene Dach- und Wandkonstruktionen
- Metallene Außenwandbekleidungen auf massivem Untergrund  
(vorgehängte hinterlüftete Fassadenbekleidungen)

Wesentliche Einflußfaktoren auf das schalldämmende Verhalten sind:

- Grenzfrequenz  $f_g$ : Frequenz, bei der die Wellenlänge des Luftschalls mit der Länge der freien Biegewelle der Bauteile übereinstimmt (sog. Spuranpassung). Im Bereich oberhalb der Grenzfrequenz tritt eine Spuranpassung ein und die Luftschalldämmung wird verringert.

Die Grenzfrequenz wird bestimmt durch das Verhältnis der flächenbezogenen Masse zur Biegesteifigkeit des Bauteils.

Für Bauteilschalen von gleichmäßigem Gefüge (z. B. Trapezprofile) gilt näherungsweise:

$$f_g \approx 60/d \cdot \sqrt{\rho/E_{\text{dyn}}} \text{ (Hz)}$$

$d$  = Dicke der Bauteilschale in m

$\rho$  = Rohdichte des Bauteilschale in  $\text{kg/m}^3$

$E_{\text{dyn}}$  = Dynamischer E-Modul der Bauteilschale in  $\text{MN/m}^2$

- Biegeweiche Schalen: Bauteilschalen gelten im akustischen Sinne bei einer Grenzfrequenz oberhalb 2000 Hz als „biegeweich“.
- Dynamische Steifigkeit  $s'$ : Dynamische Steifigkeit von Zwischenschichten kennzeichnet das Federungsvermögen der Zwischenschicht (Luft oder Dämmstoff) zwischen zwei Schalen. Sie ergibt sich aus der Luftsteifigkeit und aus der Gefügesteifigkeit des Dämmstoffes (DIN 52214). Die dynamische Steifigkeit wird in  $\text{MN/m}^3$  angegeben.
- Schallabsorption (Schallschluckung): Ist der Verlust an Schallenergie bei der Reflexion an den Begrenzungsflächen eines Raumes. Dieser Verlust entsteht vorwiegend durch Umwandlung von Schall in Wärme (Dissipation).
- Schallabsorptionsgrad/Schallschluckgrad  $\alpha$ : Ist gemäß DIN 4109 das Verhältnis der nicht

---

reflektierten (nicht zurückgestrahlten) zur auftreffenden Schallenergie. Bei vollständiger Reflexion ist  $\alpha = 0$ , bei vollständiger Absorption ist  $\alpha = 1$ . Wird der Schallabsorptionsgrad nach DIN EN 20354 (DIN 52212) und die Sabine'sche Nachhallformel ermittelt, wird er mit  $\alpha_s$  (im Hallraum) bezeichnet.

- Nachhallzeit  $T$  : Zeitspanne, während der der Schalldruckpegel nach Beenden der Schallsendung um 60 dB abfällt. Aus der Nachhallzeit  $T$  und dem Raumvolumen  $V$  ergibt sich die äquivalente Absorptionsfläche  $A$ .

- Äquivalente Absorptionsfläche  $A$  : Die Fläche mit dem Schallabsorptionsgrad 1, die den gleichen Anteil der Schallenergie absorbieren würde wie die gesamte Oberfläche des Raumes. Sie wird wie folgt berechnet:

$$A = 0,163 (V/T) \text{ in m}^2$$

$$V = \text{Raumvolumen in m}^3$$

$$T = \text{Nachhallzeit in s}$$

- Pegelminderung durch Schallabsorption: Minderung des Schalldruckpegels  $L$ , der in einem Raum durch Anbringen von schallabsorbierenden Stoffen oder Konstruktionen gegenüber dem unbehandelten Raum erreicht wird:

$$\Delta L \approx 10 \lg (A_1/A_2) \text{ dB} \approx 10 \lg (T_1/T_2) \text{ dB}$$

Der Index 1 gilt für den Zustand des unbehandelten, der Index 2 für den des behandelten Raumes.

- Längenbezogener Strömungswiderstand  $\Xi$  : Eine von der Schichtdicke unabhängige Kenngröße für schallabsorbierende Stoffe (DIN 52213). Sie wird in  $\text{kN} \cdot \text{s/m}^4$  angegeben.

- Eigenfrequenz  $f_0$  (Resonanzfrequenz): Eigenfrequenz zweischaliger Bauteile ist diejenige, bei der die beiden Schalen unter Zusammendrücken einer als Feder wirkenden Zwischenschicht (Luft oder Dämmstoff) gegeneinander mit größter Amplitude schwingen. Die Eigenfrequenz soll unter 100 Hz liegen.

Anmerkungen: Zweischalige Wandkonstruktionen aus zwei biegeweichen Schalen mit schallschluckender Einlage können wie folgt berechnet werden, wenn die Bedingung  $m' \cdot s \geq 1$  erfüllt ist:

$$f_0 \approx 85 / \sqrt{m' \cdot s} \text{ (Hz)}$$

$m'$  = flächenbezogene Masse der biegeweichen Schale in  $\text{kg/m}^2$

$s$  = Schalenabstand in m

Beide Schalen dürfen nicht starr miteinander verbunden sein (Distanzprofile und Verbindungselemente wirken als Schallbrücken).

Zweischalige Wände aus einer schweren Schale (z. B. massiver Untergrund) mit einer biegeweichen Vorsatzschale (z. B. Trapezprofil) und einer schallabsorbierenden Einlage

---

können wie folgt berechnet werden, wenn die Bedingung  $m' \cdot s \geq 0,5$  eingehalten ist:

$$f_0 \approx 60 / \sqrt{m' \cdot s} \text{ (Hz)}$$

Die schwere massive Schale muß eine flächenbezogene Masse von mind. 200 kg/m<sup>2</sup> aufweisen.

#### **6.3.4.5 Hinweise für die praktische Anwendung**

Diese Hinweise gelten ausschließlich der ersten Information im Zusammenhang mit schallschutztechnischen Planungsüberlegungen. Das Ergebnis sind Richtwerte und sollten ingenieurmäßig ausgeführt und die Ergebnisse gesamtheitlich beurteilt werden.

Soll die Hüllfläche einer Gewerbehalle akustisch bemessen werden, müssen folgende Randbedingungen bekannt sein:

- Fall a:  
Entweder werden die erforderlichen Luftschall-Dämmwerte für Dach- und Wandkonstruktion vom Planer durch Einzahlangaben vorgegeben oder
- Fall b:  
der zulässige Immissionswert in der Nachbarschaft (z. B. Wohnhaus am Rande des Gewerbegebiets) ist bekannt.

Im Falle a ist zunächst bei den Systemherstellern das bewertete Schalldamm-Maß  $R'_w$  für die geeigneten Konstruktionen zu erfragen. Diese Werte sind mittels Prüfzeugnis gemäß DIN 52210 nachzuweisen.

Der Anbieter übernimmt damit die Verantwortung für die luftschalldämmende Eigenschaft der ungestörten Bauelemente bzw. Konstruktionen; keinesfalls für das Verhalten im eingebauten Zustand, z. B. zusammen mit Öffnungen für Be- und Entlüftung, Belichtungsflächen (Fenster, Lichtkuppeln, TWD) oder Toren.

Im Falle b ist es zweckmäßig, zunächst bei den Systemherstellern fachkundige Unterstützung einzuholen.

Folgende Angaben sind für eine fachgerechte Schallschutzplanung und -beratung erforderlich:

- Zulässige Schalleinwirkung (A-Schalldruckpegel) in dB (A) am Immissionsort (Aufpunkt).
- Zu erwartender Schalldruckpegel in dB in der Halle, einschließlich des hauptsächlich auftretenden Frequenzbereiches in Hz (Frequenzspektrum).
- Prüfung, ob schallabsorbierende Maßnahmen in der Halle vorgenommen werden müssen (Lärmschutzbestimmungen der ArbeitsstättenVO und der UVV Lärm) oder um den Hal-

---

Innenpegel grundsätzlich senken zu wollen.

- Vermaßter Lageplan, aus dem der Standort des Bauvorhabens und des Aufpunktes hervorgeht.
- Sämtliche Ansichten des zu bewertenden Neubaus (z. B. Halle), aus denen alle vermaßten Öffnungen hervorgehen.
- Besteht Sichtverbindung vom Emissions- zum Immissionsort?
- Wenn nicht, Beschreibung des Geländes zwischen beiden Orten (z. B. Mauern, Wälle, Gebäude, Bewuchs, Geländeerhebungen, Hauptwindrichtung)
- Ermittlung bzw. Feststellung der Einzel-Schalldämmwerte für Dach- und Wandelemente, Türen, Tore, Licht- und/oder Fensterbänder, Be- und Entlüftungsanlagen.
- Ergänzende Angaben können objektbezogen erforderlich sein.

Anmerkung: Als Faustregel gilt, daß das bewertete Bau-Schalldämm-Maß  $R'_w$  näherungsweise dem Bau-Schalldämm-Maß  $R'$  im Frequenzbereich um 500 Hz entspricht.

Welche Randbedingungen beeinflussen grundsätzlich das schalldämmende Verhalten mehrschaliger leichter Metall-Konstruktionen?

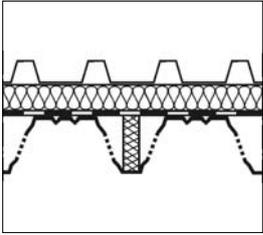
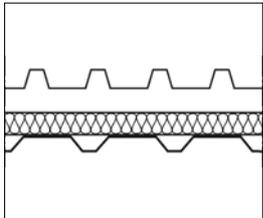
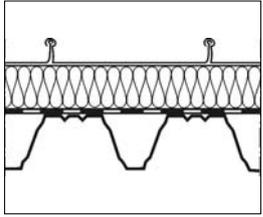
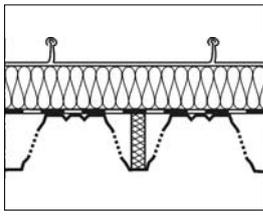
Allgemein gilt, daß mit zweischaligen Konstruktionen höhere Schalldämm-Maße erzielt werden können als mit gleich schweren einschaligen Bauteilen.

Einfluß auf das schalldämmende Verhalten nehmen insbesondere:

- die flächenbezogenen Massen der beteiligten Schalen (Dach: Ober- und Unterschale, Wand: Außen- und Innenschale),
- der Schalenabstand,
- die Dämmstoffeigenschaften (Rohdichte/Masse, längenbezogener Strömungswiderstand),
- der Füllgrad (Füllung des Schalenzwischenraumes mit Dämmstoff),
- die Art der Distanzkonstruktion und
- die Art der Verbindungselemente.

Werden Dach- und Wandkonstruktionen mit bewerteten Schalldämm-Maßen  $> 50$  dB gefordert, handelt es sich um Sonderkonstruktionen. Hier ist das tatsächliche Schalldämm-Maß in jedem Einzelfall durch ein Prüfzeugnis zu belegen (meist dreischalige Wandkonstruktionen).

Dach: Bewertete Schalldämm-Maße  $R'_w$  geprüfter Konstruktionen

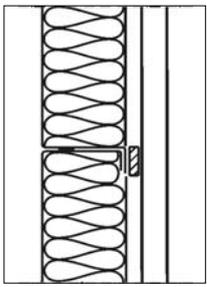
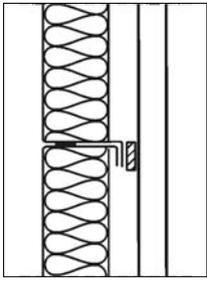
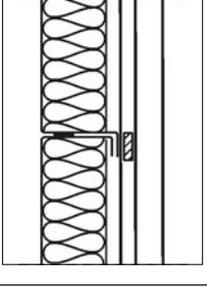
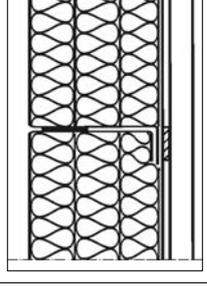
Dachkonstruktion *)	Aufbau **)	Dicke mm	Eigenlast kN/m <sup>2</sup>	Bewertetes Schalldämm-Maß $R'_w$ dB	Anmerkung
	Aluminium-Trapezprofil 45/150-1,0 50 mm MF-Dämmung (RG = 16 kg/m <sup>3</sup> ) Al-kaschierte Dampfbremse MF-Einlage Stahltrapezprofil: 110/275-1,0 (Akustik)	210	0,19	32	mit schallabsorbierender, stehender Einlage
	Aluminium-Trapezprofil: 45/150-1,2 60 mm Distanzprofil 50 mm MF-Dämmung (RG = 37 kg/m <sup>3</sup> ) 0,2 mm PE-Dampfbremse Stahltrapezprofil: 35/207-1,0	190	0,15	37	mit abgedichteten Längsstößen: 40 dB
	Aluminium-FD, 0,7 mm 120 mm MF-Dämmung (trittfest, „Zweischicht“-System) 0,2 mm PE-Dampfbremse Stahltrapezprofil: 135/310-0,88	320	0,31	40	Falzdachsystem auf U-förmigen Befestigungsschienen
	Aluminium-FD, 0,7 mm 120 mm MF-Dämmung (trittfest, Zweischicht-System) Al+V60 Dampfbremse MF-Einlage Stahltrapezprofil: 135/310-1,0 (Akustik)	320	0,37	42	Falzdachsystem auf U-förmigen Befestigungsschienen mit schallabsorbierender stehender Einlage

\*) Aluminium-TP 45/150-1,0 (allein):  $R'_w = 26$  dB

\*\*) FD: Falzdach MF: Mineralfaserdämmstoff

**Tabelle 6.10:** Richtwerte für geprüfte mehrschalige Dachkonstruktionen (Luftschalldämmende und absorbierende Konstruktionen)

Wand: Bewertete Schalldämm-Maße  $R'_w$  geprüfter Konstruktionen

Wandkonstruktion *) (Schnitt)	Aufbau **)	Dicke mm	Eigenlast kN/m <sup>2</sup>	Bewertetes Schalldämm- Maß $R'_w$ dB	Anmerkungen
	KP 120/600-1,0 2 x 60 mm MF GK-PI 12 mm (für Feuchtraum) Al-TP 50/150-1,0	180	0,40	44	-
	KP 140/600-1,0 120 mm MF Al-TP 45/150-1,0	190	0,30	46	mit TT
	KP 145/600-1,25 120 MF 1,0 mm Stahl-Flach- blech Al-TP 45/150-1,0	195	0,42	48	mit TT
	KP 240/920-1,5 3 x 80 mm MF 2,0 mm Stahl- Flachblech Al-TP 40/183-1,0	285	0,57	55	mit TT

\*) Aluminium-TP 45/150-1,0 (allein):  $R'_w = 26$  dB

\*\*\*) KP: Stahl-Kassettenprofil                      MF: Mineralfaserdämmstoff  
TT: thermischer Trennstreifen                      TP: Trapezprofil

**Tabelle 6.11:** Richtwerte für geprüfte mehrschalige Wandkonstruktionen  
(Luftschalldämmende Konstruktionen)

---

#### 6.3.4.6 Geräuschentwicklung

Die Ursache für störende Geräusche (Knistern, Knacken, Knallen) in der metallenen Gebäudehülle sind nicht in den Profilbahnen (Trapez-, Well-, Falz-, Klemmsysteme) zu finden. Sie ist auf die behinderte Längenänderung derselben zurückzuführen. Längenänderungen sind temperaturbedingt und machen sich besonders bei schnellem Wechseln von Sonneneinstrahlung zu Bewölkung bemerkbar.

Bei Temperatureinwirkung erfahren die Profiltafeln Längenänderungen. Diese können dazu führen, daß durch die systembedingt unvermeidbaren Zwängungen Spannungszustände aufgebaut werden, die bei Überschreitung der Zwängungskräfte unter Geräuschentwicklung freiwerden.

Dieser Mechanismus wird als Körperschallübertragung bezeichnet, der besonders bei zweischaligen Konstruktionen zu verzeichnen ist, da hier eine durchgehende metallene Verbindung von der äußeren Metallschale über die Distanzprofile auf die innere Tragschale stattfindet und von dort in die Luft abstrahlt (Luftschallabstrahlung).

Um die Körperschallübertragung grundsätzlich zu vermindern, können unterschiedliche konstruktive Maßnahmen vorgenommen werden, die immer objektbezogen festgelegt werden müssen – in Abhängigkeit von der Gebäudenutzung. Im Gewerbebau spielt die zeitweilige Geräuschentwicklung eine geringere oder gar keine Rolle, wobei es durchaus andere Bereiche gibt, wo sie sehr stört.

Die Baupraxis zeigt, daß Geräuschentwicklungen besonders bei Metall-Dachdeckungen auf Holzkonstruktionen auftreten.

Die temperaturbedingten Längenänderungen von Profilblechen werden weniger behindert bei

- Trapezprofil-Dachdeckungen mit Gleitgarnituren (seltene Ausführungsform),
- Bei Dachdeckungen und Wandbekleidungen aus Aluminium-Profiltafeln auf biegeweichen Unter- oder Zwischenkonstruktionen aus Metall (wie sie in zweischaligen wärme-gedämmten Metalldächern in der Regel eingesetzt werden),
- Querstöße mit Verschiebemöglichkeit vermindern das Maß der temperaturbedingten Verschiebung und müssten sich auch positiv auf die Geräuschentwicklung auswirken.
- Bei verdeckt befestigten Falz- oder Klemmsystemen, bei denen die Profile nicht aufgeschraubt, sondern z. B. aufgeklemmt werden und auf den Halteclips gleiten können. Das Gleiten wird aber bei Bogendächern durch die Krümmung behindert, so daß auch hier eine größere Haftreibung auftritt, die eher zu Knackgeräuschen führt, als bei eben verlaufenden Falz- und Klemmsystemen.

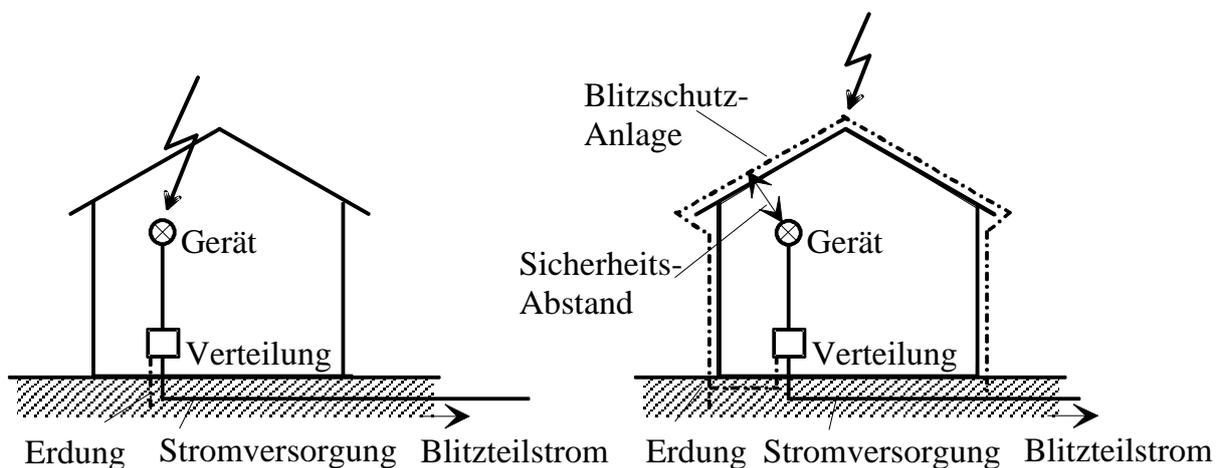
- Verschiedentlich hat auch eine Trennlage aus Dichtungsbändern zwischen Profiltafeln und Unterkonstruktion das Knacken verhindert oder minimiert. Bei Holzunterkonstruktionen wird in jedem Fall eine Trennlage empfohlen.

Da Geräuscentwicklungen bei Dachdeckungen und Wandbekleidungen aus Metall nicht auszuschließen sind, sollten bei Gebäuden mit geräuschempfindlicher Nutzung raumseitig zusätzlich schalldämmende und schallabsorbierende Decken- und Wandbekleidungen vorgesehen werden, die jedoch nicht „starr“ mit der Metallschale verbunden sein dürfen. Dies bedeutet, daß bereits bei der Planung die Maßnahmen gegen mögliche störende Knackgeräusche berücksichtigt werden müssen.

### 6.3.5 Blitzschutz

#### 6.3.5.1 Allgemein

Blitzschutz ist eine notwendige Maßnahme, um Schäden an oder in Gebäuden oder sonstigen Anlagen zu verhindern. Schlägt ein Blitz in ein Gebäude ohne Blitzschutz ein, dann verläuft die Blitzbahn so lange durch isolierende Materialien, bis sie auf leitende Teile trifft, die mit der Erde verbunden sind. Durch diese leitenden Materialien fließt der Blitzstrom in die Erde und verteilt sich dort. Schlägt der Blitz in ein Gebäude mit Blitzschutz ein, wird er eingefangen und zur Erde geleitet. Im ersten Fall können am Gebäude Schäden und Brände entstehen, auch können Menschen zu Schaden kommen.



**Bild 6.3:** Einschlag eines Blitzes in ein Gebäude ohne Blitzschutz

**Bild 6.4:** Einschlag eines Blitzes in ein Gebäude mit Blitzschutz

---

Dachdeckungen und Wandbekleidungen aus Metall können als Komponente des Blitzschutzes genutzt werden als:

- natürliche Fangeinrichtung und Teil des Äußeren Blitzschutzes
- Schirmung gegen die elektromagnetische Wirkung von Blitzströmen

Entgegen landläufiger Meinung ziehen Dachdeckungen oder Wandbekleidungen aus Metall den Blitz nicht an. Ihr Vorteil ist, daß sie bereits einen erheblichen Teil einer Blitzschutzanlage darstellen. Werden sie noch mit der Erde leitend verbunden, ist die Schutzanlage meist schon komplett.

Sowohl die Nutzung als Fangeinrichtung als auch die der Schirmwirkung sollten bereits in der Planungsphase eines Gebäudes berücksichtigt werden, denn nachträglich eingebaute Anlagen bergen die Gefahr, bautechnisch unzureichend oder unästhetisch zu sein.

### **6.3.5.2 Fangeinrichtung**

Nach DIN V VDE V 0185-3 / 11.2002 „sollen ... Verkleidungen aus Metallblech an dem zu schützenden Gebäude, wenn die Dicke des Metallbleches [aus Aluminium] nicht kleiner ist als [0,7 mm] und wenn es nicht notwendig ist, ein Durchschmelzen der Bleche am Einschlagpunkt oder die Entzündung von brennbarem Material unter der Verkleidung zu berücksichtigen, ... als natürliche Fangeinrichtung und Teil des Äußeren Blitzschutzes betrachtet werden“.

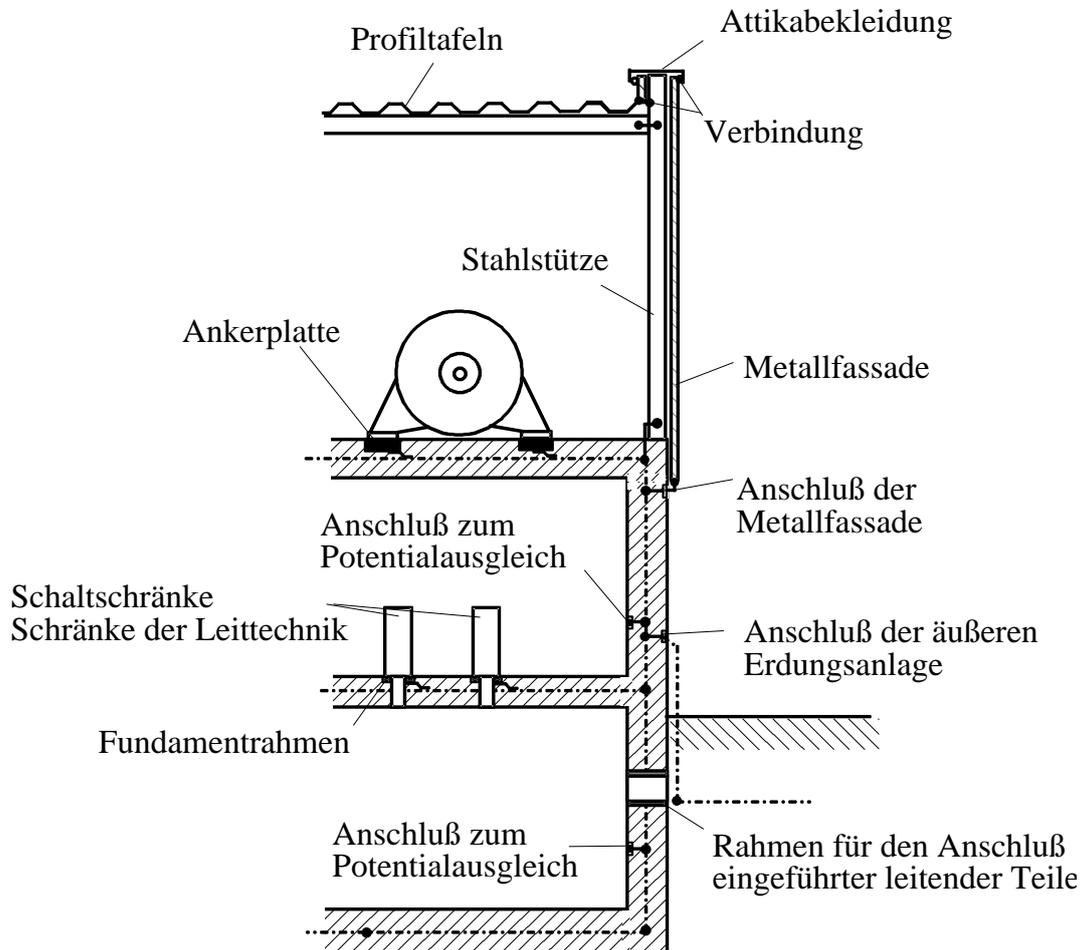
Sie müssen mit anderen Fangeinrichtungen und den Ableitungen verbunden sein, also an die Erdung angeschlossen sein.

Diese normative Regelung beinhaltet einige Voraussetzungen:

- Die Verbindungen zur Erde müssen derart dimensioniert sein, daß die Blitzströme auch sicher abgeleitet werden können.
- Die Profiltafeln müssen dauerhaft elektrisch leitend miteinander verbunden sein, was z. B. durch Löten, Schweißen, Schrauben oder Nieten auch bei beschichteten Blechen der Fall ist, bei unbeschichteten gilt das zusätzlich auch für Falzen, Bördeln, Pressen und Klemmen. Anderenfalls ist ein Nachweis zu führen.

Das Durchschmelzen der Bleche unter Blitzeinwirkung ist von verschiedenen Parametern abhängig, u.a. von den Gebäudeabmessungen, dem Standort, von der Blechdicke, der Stärke des Blitzes, seiner Ladung und seiner Verweildauer an einer bestimmten Stelle. Blechdicken, in die kein Loch von einem Blitz geschmolzen werden kann, betragen einige Millimeter und kommen für die hier zu beurteilenden Bauprodukte nicht in Betracht. Es muß also immer damit gerechnet werden, daß eine Profiltafel durchgeschmolzen wird, allerdings ist ein solches Loch maximal einige wenige Quadratzentimeter, also münzgroß. Ist dies geschehen, wird die Blitzschutzwirkung des Aluminiumdaches oder der -wand nicht

aufgehoben, sondern bleibt weiterhin bestehen. Es ist also zu beurteilen, welche Auswirkung ein solches Loch auf die Funktion des Daches oder der Wand hat.



**Bild 6.5:** Nutzung leitender Unterkonstruktionen und leitender Gebäudeteile für den Blitzschutz und für die Gebäudeschirmung

- Durch experimentelle Untersuchungen (nachvollzogen durch das Blitzkugelverfahren) ist festgestellt worden, daß diejenigen Blitze, die in der Lage sind, die Bleche zu durchschmelzen, in die Erhebungen der Profiltafeln einschlagen, also in die oberliegenden Gurte von Trapez- oder Wellprofilen oder die Bördel oder Falze von Stehfalzprofilen. Niederschlagswasser kann an diesen Stellen nur in geringer Menge, meist nur tropfenweise eindringen.
- Blitze schlagen bevorzugt in Dachränder, First, Traufen oder Ortgänge ein. Abhängig von der konstruktiven Durchbildung der Dachränder ist kaum mit einem gefährlichen Eindrin-

- 
- gen von Niederschlagswasser in den Dachraum von diesen Stellen aus zu rechnen.
- Bei einer Abschätzung der Wahrscheinlichkeit eines durchschmelzenden Einschlages – sie beträgt im ungünstigsten Fall in Deutschland mehrere hundert Jahre – muß die Dachform (z. B. Bogen, Pult, Sattel, Kuppel) berücksichtigt werden.
  - Sind die Profiltafeln bzw. die Zubehörteile an den Dachrändern mit ihrer jeweiligen Unterkonstruktion ausreichend (d.h. nach statischen Erfordernissen) mechanisch verbunden, besteht nach bisherigem Kenntnisstand keine Gefahr, daß sie von der mechanischen Kraftkomponente des Blitzes weggerissen werden.

Unter diesen Aspekten ist bei einer Dachdeckung aus Metall im allgemeinen kein nennenswerter Einbruch von Niederschlagswasser nach dem Einschlag eines Blitzes, der ein kleines Loch in den Obergurt einer Profiltafel oder ein Abdeckblech am Dachrand geschmolzen hat, zu befürchten. Die gleiche Aussage gilt natürlich auch für eine Wandbekleidung.

Diese Aussage befreit nicht von der Überprüfung im Einzelfall. Dachaufbauten sind gesondert zu beurteilen. Soll ein durchschmelzender Einschlag gänzlich verhindert werden, dann ist eine gesonderte Fangeinrichtung an dem zu schützenden Gebäude zu installieren.

Hinsichtlich ihres Brandschutzes müssen alle Dachwerkstoffe mindesten die Baustoffklasse B 2 aufweisen. Experimentelle Untersuchungen, auch mit unüblichen Materialien, wie z. B. Holzwolle, Papier oder Staub, haben gezeigt, daß sowohl Brandentstehung als auch -weiterleitung unter einem Metalldach durch einen Blitzschlag ausgeschlossen werden können.

### **6.3.5.3 Schirmwirkung**

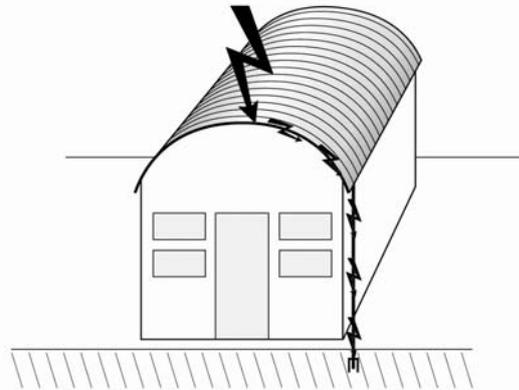
Bei Blitzströmen, die durch einzelne Ableitungen vom Dach zur Erde abfließen, besteht die Gefahr, daß in wandnahen Leitungen, z. B. für IT-Netzwerke oder leitetechnische Anlagen, Induktionsströme von derart großer Spannung erzeugt werden, daß die Anlagen und Geräte zerstört werden können. Trotz einer fachgerecht installierten Äußeren Blitzschutzanlage kann es also immer noch zu Zerstörungen kommen. Das elektromagnetische Feld im Inneren des Gebäudes und damit die in die Signalleitungen eingekoppelten Spannungen können reduziert werden, wenn der abfließende Blitzstrom auf möglichst viele Leitungen im Umfang des Gebäudes verteilt wird. In und an modernen Gebäuden sind viele Möglichkeiten dazu vorhanden, z. B. das Stahlskelett oder die Betonbewehrung der Tragkonstruktion, die Dachdeckung oder Wandbekleidung. Werden diese richtig miteinander verbunden, ergeben sie eine gute Schirmung. Meist ist der Aufwand dafür gering, wenn die notwendigen Ergänzungen und Anschlüsse spätestens bereits während der Bauphase vorgenommen werden.

Das folgende Bild zeigt die Verwendung leitender Gebäudeteile (Dachdeckung, Wandbekleidung,

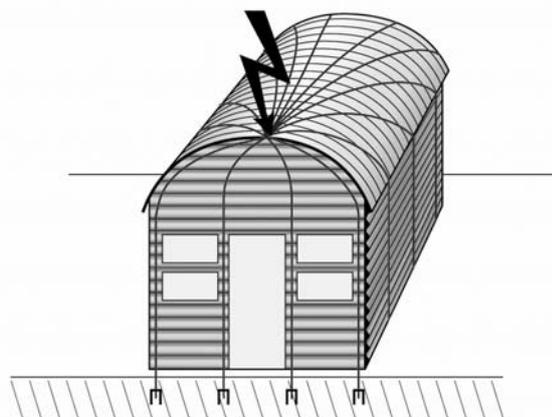
Stahlskelett, Bewehrung) als Blitzschutz. Die damit erzielte Gebäudeschirmung reduziert das elektromagnetische Feld und damit die Spannungen um etwa den Faktor 100! Durch eine solch gute Gebäudeschirmung werden im Inneren weniger aufwendige Maßnahmen notwendig. Werden solche Maßnahmen nicht ergriffen, muß der Schutz der Einrichtungen durch andere (meist aufwendigere) Maßnahmen im Gebäudeinneren realisiert werden.

Eine optimale Schirmung wird erreicht, wenn die Profiltafeln der Gebäudehülle leitend durchverbunden und geerdet sind. Je mehr parallele Ableitungen für den abfließenden Blitzstrom zu Verfügung stehen, umso besser wird er aufgeteilt und umso geringer sind die induzierten Spannungen im Gebäude. Wenn alle Profiltafeln auch an ihren Längsrändern ausreichend leitend verbunden sind (siehe vorigen Abschnitt), fließt der Blitzstrom über die Wandbekleidung ab, ohne Schaden anzurichten. Größere Öffnungen (z. B. Fenster) müssen überbrückt werden. Falls bauseits keine anderen leitenden Verbindungen genutzt werden können, z. B. Fensterrahmen aus Aluminium, sollten Öffnungen, die größer als 1,5 x 1,5 m sind, mit Aluminium-Streifen (mind. 1 mm dick, 50 mm breit) überbrückt werden. Am Anschluß vom Dach zur Wand ist jede Profiltafel mit möglichst kurzen Aluminium-Streifen desselben Mindestquerschnitts mit der entsprechenden Wandtafel zu verbinden.

Am unteren Ende der Wandbekleidung sind Verbindungen zur Erdung notwendig, z. B. über Anschlußstellen an eine Betonbewehrung (siehe auch Bild 6.7).



**Bild 6.6:** Metaldach als natürliche Fangeinrichtung



**Bild 6.7:** Schirmung durch Dach und Wand aus Metall

---

## **6.4 Ausführungszeichnungen**

### **6.4.1 Allgemeines**

Die Ausführungszeichnungen (hier: Verlegepläne) sollen die auszuführende Bausache in ihren Einzelheiten dokumentieren. Sie werden sowohl zur bautechnischen Prüfung als auch für die Bauausführung und die darauf folgende Bauabnahme benötigt. Sie müssen aus diesem Grund alle erforderlichen Informationen in eindeutiger, vollständiger und übersichtlicher Darstellung enthalten.

### **6.4.2 Lage der Profiltafeln**

In einem Verlegeplan sind die Lage und die Größe der Profiltafeln so darzustellen, daß z. B. Traufüberstand, Rinneneinstand, Firstspalt, Ortgangüberstand oder Lage an Gebäudeecken eindeutig ersichtlich sind.

Die Lage der Profiltafeln ist sowohl zum Gebäuderaster als auch zu Bauteilen der Unterkonstruktion zu vermaßen (z. B. Überstand über die Traufpfette). Übliche Abbildungsmaßstäbe für Verlegepläne sind 1:100 bis 1:50.

Ebenfalls ist im Verlegeplan die Lage der Schnitte einzutragen, in denen Details im größeren Maßstab dargestellt werden.

### **6.4.3 Profilbezeichnung**

Zu den Angaben der Profilbezeichnung gehören:

- Profiltyp (in der Regel Bezeichnung nach Profilhöhe, Rippenbreite)
- Blechdicke
- Hersteller und im erweiterten Sinne auch
  - Angabe zur positiven bzw. negativen Lage
  - Farbseite
  - Längsstoßausbildung (Anzahl der überdeckenden Rippen, Lage der Überdeckung)

Es sollten entsprechende Skizzen sowohl in Stücklisten als auch in Verlegeplänen aufgenommen werden.

### **6.4.4 Hinweise auf Sicherungsmaßnahmen**

Die im Zuge der Planung festgelegten Sicherungsmaßnahmen und die eventuell dauerhaft vorgesehenen Sicherungseinrichtungen gegen Absturz sind in die Verlegepläne zu übernehmen.

---

#### **6.4.5 Hinweise auf zulässige Lage und zulässiges Gewicht der Profilkette**

Bei der Verlegung von Profiltafeln als Dachdeckung wird üblicherweise eine komplette Palette auf die Dachkonstruktion abgesetzt und die Tafeln anschließend verteilt. Übliche Palettengewichte sind dabei bis zu 3 Tonnen schwer. Es ist zu prüfen und anzugeben, an welchen Stellen diese Last durch die Unterkonstruktion aufgenommen werden kann. Gegebenenfalls sind mit dem Lieferanten geringere Palettengewichte zu vereinbaren.

#### **6.4.6 Montagerichtung / Regendichtheit**

In Abhängigkeit von der Längsrandausbildung der Profiltafeln (Länge und Form des unter- und überdeckenden Schenkels) können sich Vorzugs-Montagerichtungen ergeben. In der Regel ergibt sich eine Montagerichtung (sowohl bei Dach- als auch bei Wandmontage) entgegen der Hauptwetterrichtung; dies ist üblich, aber nicht zwingend notwendig. Die Regendichtheit muß bezüglich aller Wetterrichtungen gewährleistet sein.

Fachgerecht ausgeführte Dachdeckungen aus Aluminium-Profiltafeln sind regendicht. Regendicht bedeutet: Die Stöße, An- und Abschlüsse und Verbindungen werden derart ausgeführt, daß bei Niederschlägen abfließendes Wasser, Treibregen und Flugschnee nicht in die Dachkonstruktion eindringen.

Einschalige ungedämmte Dachdeckungen sind in der Fläche ebenfalls regendicht. Sie werden an den Rändern oder An- und Abschlüssen jedoch häufig offengelassen und sind dann dort nicht dicht gegen Treibregen und Flugschnee. Gegebenenfalls sind geeignete konstruktive Maßnahmen zu vereinbaren und auszuführen, um das Eindringen von Treibregen und Flugschnee durch diese Öffnungen zu verhindern (z. B. zusätzliche Windleitbleche oder weite Dachüberstände).

Vertikal verlegte Aluminium-Profiltafeln als Wandbekleidungen sind bei fachgerechter Ausführung regendicht. Werden die Profiltafeln horizontal verlegt und die Rippen an An- und Abschlüssen oder Stößen offen gelassen (z. B. an Lisenen oder Wanddurchbrüchen wie Fenster und Türen), so ist diese Ausführung solange kein Mangel, als evtl. an diesen Rippenöffnungen geringfügig eindringender Treibregen oder Flugschnee auf der Rückseite der Außenwandbekleidung unschädlich ablaufen kann oder die Innenkonstruktion regendicht ausgeführt ist. Es empfiehlt sich, in diesen Fällen eine Vereinbarung zwischen Bauherrn/Planer und Ausführendem zu treffen.

Die hier getroffene Definition der Regendichtheit geht damit über die in den Fachregeln des Dachdeckerhandwerks geforderte Regensicherheit hinaus.

Eine Sicherheit gegen Stauwasser erfordert zusätzliche Maßnahmen, z. B. Verschweißen der Bauteile miteinander oder ein wasserdichtes Unterdach.

---

Durch Farbschattierungen und unterschiedliche Lichtbrechungen können sich optische Abweichungen in Abhängigkeit von der Betrachtungsrichtung ergeben. Deshalb ist bei optisch zusammenhängenden Flächen die Fertigungsrichtung bei der Verlegung zu beachten. Häufig ist die Fertigungsrichtung z. B. auf der Rückseite angegeben (siehe auch DIN EN 1396).

#### **6.4.7 Verbindungen**

Zu den wichtigsten Angaben gehören:

- Angabe des Herstellers und der genauen Typbezeichnung der Verbindungselemente sowie der Kalotten. In der Typbezeichnung sind z.T. verschlüsselt enthalten: Werkstoff, Form, Durchmesser und Länge des Verbindungselementes, Durchmesser und Werkstoff der Dichtscheibe, Form der Kalotte
- Ort der Verbindung (im Untergurt oder im Obergurt)
- Abstände und Anordnungsschema der Verbindungselemente sowohl längs als quer zur Rippenrichtung

#### **6.4.8 Schubfeld**

Schubfelder dienen der Ableitung von in der Dach- bzw. Wandebene wirkenden Kräften. Aufgrund der besonderen Beanspruchung sind häufig größere Blechdicken, auf jeden Fall aber ein anderes Verbindungsschema zu erwarten.

Im Verlegeplan sind sowohl die genaue Lage des Schubfeldes, die Lage der einzelnen Profiltafeln als auch die Art und die Anordnung der Verbindungselemente anzugeben. Schubfelder sind am Bauwerk dauerhaft zu kennzeichnen.

#### **6.4.9 Details**

Alle wichtigen Detailpunkte wie Traufe, Ortgang, Firstausbildung, Wandecke, Wandsockel, aber auch Dehnfugen, Bewegungsfugen und Dachaufbauten sind in ihren wesentlichen Merkmalen zeichnerisch darzustellen. Gebräuchliche Abbildungsmaßstäbe liegen zwischen 1:5 bis 1:10. Zeichnerisch dargestellt werden sollte innerhalb dieser Details:

- Lage und Art von Einbauteilen
- Art und Anordnung von Verbindungselementen
- Form und Lage von Anschlüssen
- Art, Lage und Material von Dichtbändern, Profüllüllern
- Bei mehrschaligem Aufbau: Art, Lage und Ausführung des Anschlusses der diffusions-

- 
- dichten Schicht (Dampf- bzw. Luftsperrschicht)
- Erforderliche Untergurtaufkantungen (z. B. am First), Durchbrüchen oder Anschlüsse und gegebenenfalls Traufabkantungen
  - Erforderliche Maßnahmen zur Wärmedämmung
  - Besondere Fugendichtmaßnahmen

#### **6.4.10 Materialauszug**

Der Materialauszug (Stücklisten) stellt die Zusammenfassung aller vorausgegangenen Punkte dar. Er dient in erster Linie dem Verleger zur vollständigen Materialbestellung, aber auch zur Einholung von Angeboten.

Ein eindeutiger und vollständiger Materialauszug gewährleistet nicht zuletzt einen reibungslosen Montageablauf.

---

## **7 Konstruktion**

### **7.1 Allgemeines**

Nachstehend werden die allgemeinen Anforderungen für die Ausbildung von Konstruktionen aus Aluminium-Profiltafeln einschließlich Verbindungen angegeben. Auf weitergehende Festlegungen seitens der Hersteller, Verarbeiter und Behörden und auf die Vorschriften über Arbeitssicherheit wird hingewiesen.

### **7.2 Trapezprofile**

#### **7.2.1 Dachneigung**

Als Dachneigung wird die Abweichung der Dachfläche von der Waagerechten, ausgedrückt als Winkel in Grad oder als Steigung in Prozent, bezeichnet.

Um eine planmäßige und vollständige Entwässerung des Daches zu erreichen, ist eine Mindestdachneigung mit durchlaufendem Gefälle vom First zur Traufe einzuhalten.

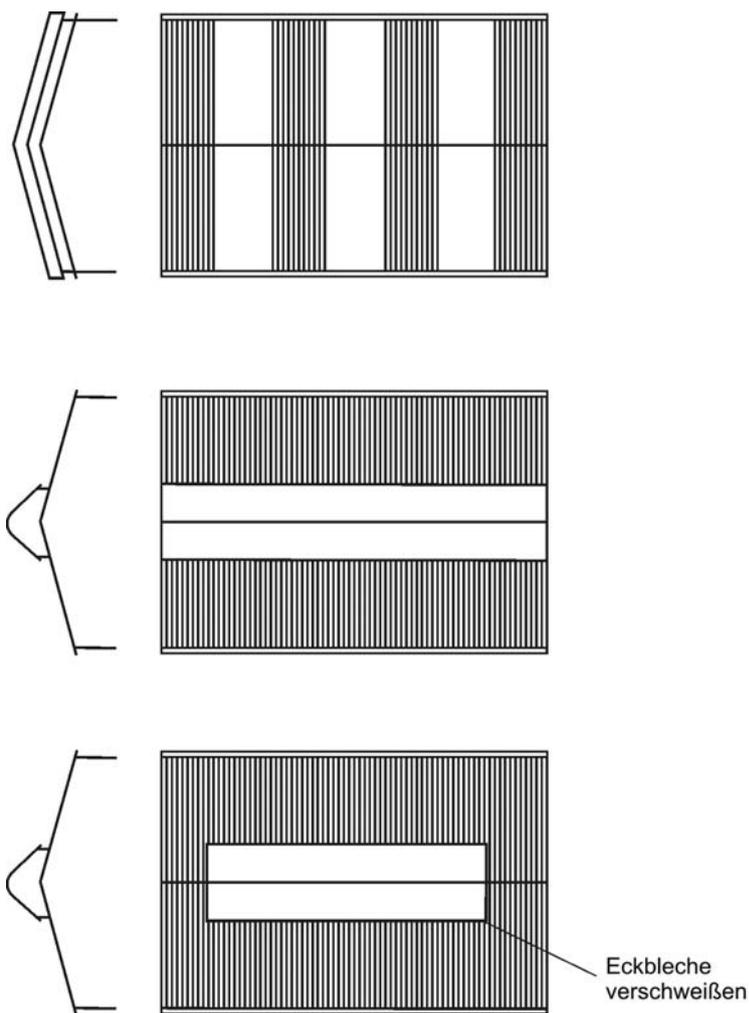
Die in DIN 18807 getroffene Formulierung der besonderen Maßnahmen bei Dächern ohne Gefälle bezieht sich auf Dachaufbauten, bei denen die Trapezprofile als Tragschale eingesetzt sind und die obere Abdichtung aus Kunststoff- oder Bitumendachbahnen besteht.

In DIN 18807 Teil 9 werden folgende Mindestdachneigungen gefordert:

- Dachfläche ohne Querstöße und ohne Durchbrüche: Mindestdachneigung 1,7° (3,0 %)
- Dachfläche mit Querstößen oder mit Durchbrüchen: Mindestdachneigung 2,9° (5,0 %)

Nicht als Durchbrüche gelten:

- Eingeschweißte Ein- bzw. Aufbauten
- Rohrdurchführungen mit flexiblen und umlaufend eingedichteten Rohrmanschetten, wenn kein Wasserstau erzeugt wird. Die Rohrdurchführung darf dabei weder in den Querstößen noch in den Längsstößen der Profiltafeln liegen. Aus baupraktischen Gründen wird eine Beschränkung des Rohrdurchmessers auf 150 mm empfohlen.
- Auf dem First verlaufende Lichtbänder, wenn die Anschlußbleche an den Ecken miteinander verschweißt sind
- Über den First verlaufende Lichtbänder.



**Bild 7.1:** Empfohlene Anordnung von Lichtbändern

Die in DIN 18807 Teil 9 getroffene Regelung basiert auf dem heutigen Erfahrungsstand und ist den bisherigen bauaufsichtlichen Zulassungen bzw. den Verlegeanleitungen der Hersteller entnommen.

Während Fachverbände in erster Linie die Interessen ihrer Mitglieder vertreten und somit zur sicheren Seite tendieren, geben Hersteller die technisch vertretbare Minstdachneigung an. So wird z. B. in den „Fachregeln für Metallarbeiten im Dachdeckerhandwerk“ eine Minstdachneigung von  $3^\circ$  bei Verlegung ohne Querstoß bzw. ohne Durchdringungen gefordert.

Die Forderung der Minstdachneigung entfällt örtlich begrenzt im Firstbereich (Scheitel) bom-

bierter Dächer, wenn die Profiltafeln ungestoßen in einer Länge von Traufe zu Traufe über den First durchlaufend angeordnet werden oder Querstöße im Gefällebereich mit über  $2,9^\circ$  Dachneigung angeordnet werden.

Aus oben genannten Forderungen kann abgeleitet werden, daß Dächer mit einer Oberschale aus Profiltafeln oberhalb einer bestimmten Minstdachneigung ohne besondere Maßnahmen regendicht auszuführen sind. Die Grenze sollte hier bei  $3^\circ$  (ohne Querstöße) und  $5^\circ$  (mit Querstößen oder Durchbrüchen) gezogen werden. Eine Verringerung der Dachneigung bis zu den in DIN 18807 Teil 9 angegebenen Werten ( $1,7^\circ$  bzw.  $2,9^\circ$ ) ist unter Beachtung bestimmter Einflußfaktoren möglich:

- geografische Lage des Daches (Regenspende, Windgeschwindigkeit)
- Dachsystem (Art der Unterkonstruktion, statisches System der Tragkonstruktion, Möglichkeiten von Schnee- oder Wassersackbildung)
- Profilform/Blechdicke

Die Profilauswahl ist so zu treffen, daß die geforderte Mindestdachneigung auch unter der im eingebauten Zustand zu erwartenden Durchbiegung eingehalten wird. Das Profil ist entsprechend zu bemessen.

Zur Vorauswahl kann die nachstehende Faustformel dienen:

$$h_{\text{erf}} \approx \sqrt{140 \cdot q \cdot l^3 / t}$$

$h_{\text{erf}}$  : Profilhöhe [mm]

$q$  : Belastung [kN/m<sup>2</sup>]

$l$  : Stützweite [m]

$t$  : Blechdicke [mm]

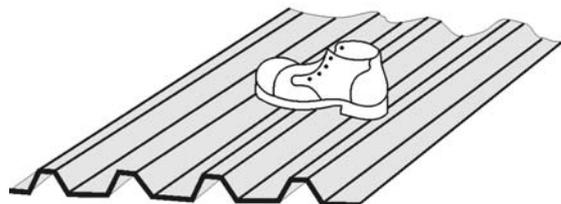
### 7.2.2 Begehbarkeit

Die nach DIN 18807 Teil 7 ermittelten Grenzstützweiten bezüglich einer möglichen Begehbarkeit stellen lediglich die Begehbarkeit der Profiltafeln nach erfolgter Montage und nur für Wartungs- und Reinigungszwecke des eigenen Gewerks durch Einzelpersonen sicher. Müssen Profiltafeln regelmäßig und möglicherweise noch von mehreren Personen mit Gerät begangen werden, z. B. zur Wartung von RWA-Anlagen, so sind entsprechende und für diese Beanspruchung ausgelegte Laufstege vorzusehen.

Obwohl bei Einhaltung der Grenzstützweiten die Gefahr des Ein- oder Durchbrechens für die begehende Person ausgeschlossen ist, kann es zu einer lokalen Beschädigung der Obergurte kommen. Diese Beschädigungen werden durch lastverteilenden Maßnahmen vermieden, so daß deren Verwendung grundsätzlich empfohlen wird.



**Bild 7.2:** Begehen mit lastverteilenden Maßnahmen



**Bild 7.3:** Begehen ohne lastverteilende Maßnahmen

---

Während der Montage, d.h. wenn noch nicht alle Verbindungselemente eingebaut sind, müssen grundsätzlich immer lastverteilende Maßnahmen angewandt werden, sofern kein genauere Nachweis nach DIN 18807 Teil 2 aufgrund experimenteller Untersuchungen geführt wurde.

### 7.2.3 Ausbildung der Profilränder

Bei der Verlegung von Aluminium-Profiltafeln als Dachdeckung bzw. Wandbekleidung ist aus den einzelnen Tafeln eine statisch homogen wirkende Fläche zu bilden, d.h. an den Längsrändern der Profiltafeln sind entsprechende Stützkonstruktionen vorzusehen.

Diese Stützkonstruktionen sind:

- innerhalb der Wand- bzw. Dachfläche die jeweils benachbarte Profiltafel
- aussteifende Bauteile an den Rändern der Verlegefläche.

In beiden Fällen ist eine kraftschlüssige Verbindung herzustellen.

Nachfolgend wird auf die einzelnen Ausbildungen näher eingegangen.

#### 7.2.3.1 Längsstöße

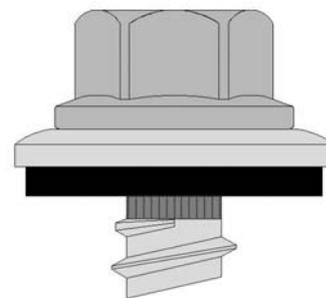
Die Profiltafeln sind so zu verlegen, daß

- am Dach der größere Profilquerschnitt für den Wasserablauf zur Verfügung steht und die seitliche Überdeckung (Längsstoß) aus der wasserführenden Ebene herausgehoben wird, d.h. Verlegung der breiten Gurte nach unten und Überdeckung der Profiltafeln am schmalen (nichtanliegenden) Gurt – Positivlage.
- an der Wand aus ästhetischen Gründen die Längsüberdeckung, wenn möglich im Hintergrund, angeordnet wird (Längsstoß im anliegenden Gurt) und der breitere Gurt als Ansicht dient – Negativlage.

Eine hinreichende Stützung der Profiltafelränder innerhalb der Verlegefläche ist dadurch gegeben, daß die Profiltafeln in den Längsstößen im Abstand von maximal 500 mm durch nichtrostende Verbindungselemente verbunden werden.

In Abhängigkeit von der vorhandenen Randausbildung kann dies wie folgt geschehen:

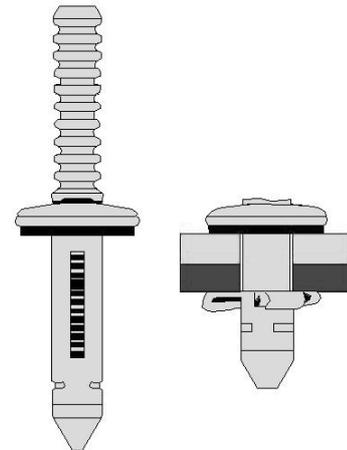
Bei Profiltafeln mit letzter vollständig ausgebildeter untenliegender Rippe (Stützfuß) mittels gewindeformender Schraube oder Blindniet (am Dach dichtender Niet)



**Bild 7.4:** Bohrschraube mit Hinterschnitt

mit einem Durchmesser von mindestens 4 mm. Bewährt haben sich hierbei besonders die Bohrschrauben mit „Hinterschnitt“, d.h. einem gewindefreien Schaft unterhalb des Schraubenkopfes.

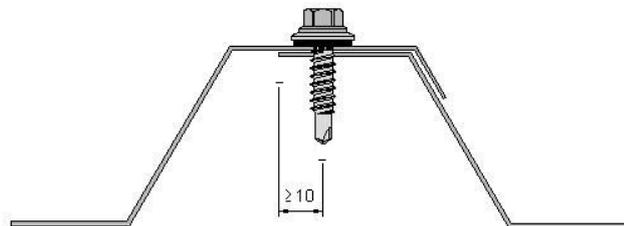
Bei Profiltafeln mit „kurzen Ausläufen“ durch nicht auf Paßsitz wirkende Verbindungselemente mit einem Mindestdurchmesser von mindestens 4 mm (z. B. Preßlaschenblindniet). Ergänzend zur Forderung der DIN 18807 kann auch für diese Anwendungsfälle die Bohrschraube mit Hinterschnitt empfohlen werden, da hier ausreichend Praxiserfahrung gesammelt wurde. Bei der Längsstoßverbindung von Profiltafeln mit „kurzen Ausläufen“ ist darauf zu achten, daß die Randrippe der untenliegenden Profiltafel nicht belastet wird und damit durch „Abdrücken“ dieser Rippe ovalisierte Bohr- löcher darin entstehen oder die unterliegende Rippe nicht gefaßt wird. Im ersten Fall entsteht eine undichte Längsstoßverbindung, im zweiten Fall sogar ein planmäßiger Spalt.



**Bild 7.5:** Preßlaschenblindniet

Bei Profilen mit sogenannten „kurzen Ausläufen“ sind Mindestrandabstände der Verbindungselemente einzuhalten.

In der Praxis werden auch Profile mit derart „kurzen Ausläufen“ angetroffen, daß sie sich nicht für eine obenliegende Längsstoßverbindung eignen. Dann sind Längsstoßverbindungen im Steg vorzunehmen.

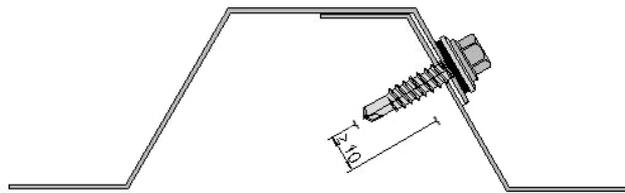


**Bild 7.6:** Mindestrandabstände von Längsstoßverbindungen bei Profilen mit „kurzen Ausläufen“

Auf die Verbindung des Längsrandes darf verzichtet werden, wenn am Längsrand zwei Rippen überdeckt werden oder bei Einrippenüberdeckung folgende Bedingungen gleichzeitig erfüllt sind:

- a) die Tragfähigkeit der Trapezprofile ist höchstens zu 80% ausgenutzt
- b) die Durchbiegung ist nicht größer als  $l/200$
- c) die Profiltafeln sind nicht in einem Schubfeld eingebaut
- d) die Profiltafel hat mehr als fünf Rippen
- e) die Profiltafeln bilden die äußere Schale einer mehrschaligen Konstruktion
- f) die Profiltafeln werden nur mit lastverteilenden Maßnahmen begangen
- g) die letzte untenliegende Rippe ist vollständig ausgebildet

Werden für zweischalige Wandsysteme und Wandbekleidungen die Bedingungen a) bis e) eingehalten, so kann auch hier auf die Verbindung des Längsrandes verzichtet werden.



**Bild 7.7:** Längsstoßverbindungen im Steg bei Profilen mit extrem „kurzen Ausläufen“

### 7.2.3.2 Querstöße

Im Hinblick auf eine regendichte Ausführung der Dachdeckung/Wandbekleidung sollten Querstöße (Stöße quer zur Profiltafel) nach Möglichkeit vermieden werden. Jeder Querstoß stellt eine prinzipielle Schwächung der Regendichtheit der Außenhaut dar, die sich in erster Linie bei Dächern, insbesondere mit flachen Dachneigungen, auswirken kann.

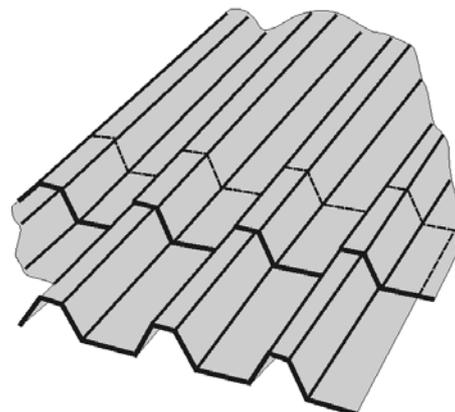
Andererseits sind Querstöße in folgenden Fällen unvermeidlich oder sogar sinnvoll:

- Bei Dach- oder Wandabmessungen, die die größte Lieferlänge oder die mögliche Transportlänge überschreiten, müssen zwangsläufig Querstöße vorgesehen werden.
- Beengte oder schwierige Montagebedingungen (z. B. Gebäudehöhen mit entsprechenden Windverhältnissen) erfordern so kurze Tafellängen, daß Querstöße in Kauf genommen werden müssen.
- Um temperaturbedingte Längenänderungen der Profiltafeln zu ermöglichen und dadurch schädigende Zwängungsbeanspruchungen zu vermeiden, ist es unter Umständen sinnvoll, große Bahnenlängen durch Querstöße (mit planmäßiger Schiebemöglichkeit) in hinreichend kurze Tafellängen zu unterteilen.

Bei Gebäuden, deren Nutzung zusätzliche Einbauten für Lichtkuppeln, Lichtbänder, Rauch- und Wärmeabzugsanlagen und andere Dachdurchbrüche in der Fläche erfordert, müssen oft Querstöße ausgebildet werden.

An quer zur Profilierung verlaufenden Gebäude-  
dehnfugen sind ebenfalls Querstöße anzuordnen.

Unter Einbeziehung der Gesamtsituation sollte sorgfältig geplant und abgewogen werden, um eine bestmögliche Lösung zu finden.



**Bild 7.8:** Querstoß

---

Querstöße werden planmäßig nicht für die Übertragung von Querkräften oder von Biegemomenten ausgeführt. Hieraus resultiert die Forderung der Norm, Querstöße grundsätzlich an einem Auflager der Profiltafeln anzuordnen. Es ist darauf zu achten, daß beide Tafelenden aufgelagert werden. Bei den Querstößen mit planmäßiger Schiebemöglichkeit, wo nur die überdeckende Profiltafel mit der Unterkonstruktion verbunden wird, ergibt sich aus dieser Forderung, daß entweder größere Auflagerbreiten im Stoß vorzusehen sind, oder daß zwei Pfetten/Wandriegel nebeneinander angeordnet werden müssen. Diese Doppelpfetten/Doppelriegel dürfen statisch und konstruktiv als ein Auflager betrachtet werden, wenn ihr Abstand nicht mehr als 300 mm beträgt.

Nach dem letzten Abschnitt des Absatzes 7.2.3 des Teils 9 der DIN 18807 müssen die Profiltafeln im Querstoß mindestens in jeder zweiten Rippe mit der Unterkonstruktion verbunden sein, an den Rändern der Verlegefläche in jeder Rippe. Diese konstruktive Forderung bezieht sich auf durchschnittliche Profilabmessungen und flachgeneigte Dächer unter 10° Neigung. Im Hinblick auf die Vielfalt der Profilabmessungen und der Anwendungsbereiche ist eine Differenzierung angebracht, die in Abhängigkeit von der Profilrippenbreite, der Dachneigung und der Dichtheit die konstruktiv erforderliche Mindestanzahl der Verbindungselemente für die Verbindung mit der Unterkonstruktion an den Querstößen und Rändern der Verlegefläche angibt. In der nachfolgenden Tabelle ist eine solche Differenzierung für die Verbindung mit der Unterkonstruktion an den Querstößen, den Rändern der Verlegefläche sowie an den Zwischenauflagern durchgeführt, die im folgenden begründet ist.

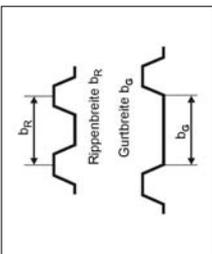
Die Verbindung kann in Abhängigkeit von der Verlegung als Dach- oder Wandprofil im Obergurt oder im Untergurt des Trapezprofils erfolgen. Bei Dächern mit Neigungen bis 10° wird – unabhängig vom Standsicherheitsnachweis der Verbindungen und über die Mindestforderungen der Norm hinausgehend – eine Verbindung in jeder Rippe empfohlen, um im Hinblick auf die Dichtheit des Querstoßes hinreichend Formschluß der Profiltafeln herbeizuführen und das Risiko für Feuchtigkeitseintritt zu minimieren.

Gleichermaßen sollte auch an Wänden bei horizontal verlegten Profiltafeln (Verlegung ohne Lisenen) die Verbindung mit der Unterkonstruktion in jeder Rippe erfolgen, um ein Aufklaffen der überdeckten Tafelenden zu unterbinden und eine optimale Optik im Stoßbereich zu erzielen.

Bei horizontaler Verlegung an der Wand wird sowohl aus optischen als auch aus Gründen der besseren Aufnahme temperaturbedingter Längenänderungen eine Verlegung mittels Lisenen und die Begrenzung der Tafellänge auf maximal 6 m empfohlen.

Engere Abstände der Verbindungen sind dann erforderlich, wenn sich diese aus dem statischen Nachweis der Verbindungen ergeben, z. B. aufgrund hoher Windlasten in Rand- und Eckbereichen.

Im allgemeinen ist an Querrändern von Trapezprofiltafeln, die der Witterung ausgesetzt sind, eine

Abstände der Verbindungselemente ( $b_R$ = Rippenbreite)		Aluminium-Trapezprofile			Stahl-Trapezprofile	
		$b_R \leq 100\text{mm}$	$100\text{mm} < b_R \leq 250\text{mm}$	$b_R > 250\text{mm}$		empfohlener Maximalabstand
<b>Ränder der Verlegeteile</b> (Dach-/ Wandrand, First oder zu Einbauten)		$2 \cdot b_R$	$1 \cdot b_R$	$333\text{mm}$	$1 \cdot b_R$	
		$3 \cdot b_R$	$2 \cdot b_R$	$500\text{mm}$	$2 \cdot b_R$	
<b>Zwischenaufleger</b> (einschließlich Stumpfstoßen bei Stahl-Trapezprofilen)  in Unter- bzw. Innenschalen von Dächern und Wänden		$2 \cdot b_R$	$1 \cdot b_R$	$1 \cdot b_R$	$250\text{mm}$	$1 \cdot b_R$
			$2 \cdot b_R$		$333\text{mm}$	
		$2 \cdot b_R$	$1 \cdot b_R$	$1 \cdot b_R$	$333\text{mm}$	$1 \cdot b_R$
			$2 \cdot b_R$			$2 \cdot b_R$
<b>Querstöße</b> in Ober- bzw. Außenschalen von Dächern mit $\alpha \leq 10^\circ$ Dächern mit $\alpha > 10^\circ$ Wänden, horizontal mit überlappenden Stößen verlegt Wänden, horizontal mit Lisenen verlegt Wänden, vertikal verlegt		$2 \cdot b_R$	$1 \cdot b_R$	$250\text{mm}$	$1 \cdot b_R$	
		$2 \cdot b_R$	$2 \cdot b_R$	$333\text{mm}$	$2 \cdot b_R$	
		$2 \cdot b_R$	$1 \cdot b_R$	$333\text{mm}$	$1 \cdot b_R$	
		$2 \cdot b_R$	$2 \cdot b_R$		$2 \cdot b_R$	

Bei einer Gurtbreite  $b_G > 250\text{mm}$  sind nach Z-14.1-4 je zu verbindender Profilrippe 2 Verbindungselemente zu setzen.  
\* nach DIN 18807 möglich.

**Tabelle 7.1:** Konstruktive Maximalabstände der Verbindungselemente

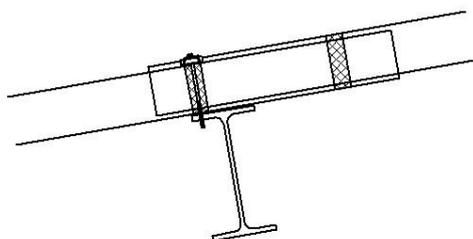
Überlappung der Profiltafelenden von mindestens 200 mm vorzusehen. Bei Dachneigungen über 17° (ca. 30%) und bei Wänden darf die Überlappung auf 150 mm verringert werden. In Abhängigkeit von der Dachneigung und der geographischen Lage des Gebäudes können zusätzliche Dichtmaßnahmen erforderlich werden. Empfohlene Überdeckungslängen und Dichtmaßnahmen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Dach mit Dachneigung	Überdeckungslänge
2,9° – 10° (5% – 17%)	200 mm mit vorkomprimiertem Dichtband
10° – 17° (17% – 30%)	200 mm
> 17° (> 30%)	150 mm
Wand	150 mm ohne Zusatzmaßnahme

**Tabelle 7.2:** Empfohlene Überdeckungslängen und Dichtmaßnahmen

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß die Norm keine Festlegungen hinsichtlich der Überlappungslänge von Profiltafeln trifft, die nicht der Witterung ausgesetzt sind (z. B. Unterschale eines zweischaligen Daches oder Tragschale eines Daches mit oberseitiger Abdichtung), da dies Anwendung die seltene Ausnahme für Aluminium-Trapezprofile ist. In diesem Fall kann durchaus auf eine Überlappung verzichtet werden, wenn beide Tafeln jede für sich auf der Unterkonstruktion befestigt werden (Stumpfstoß). Bei gemeinsamer Verbindung der Tafelenden ergibt sich die erforderliche Überlappungslänge von mindestens 40 mm aus den Mindestrandabständen der Verbindungselemente und gegebenenfalls mehr aus der Mindestauflagerbreite der Trapezprofile.

Querstoßüberdeckungen von Anschlußblechen sind mindestens 100 mm zu überdecken. Sollen diese Anschlüsse gleichzeitig dichtende Funktion erfüllen (Anschluß an höhere Gebäude und Ortgang), ist der Stoß mit zusätzlicher Dichtung auszuführen.



**Bild 7.9:** Standardquerstoß im Dach

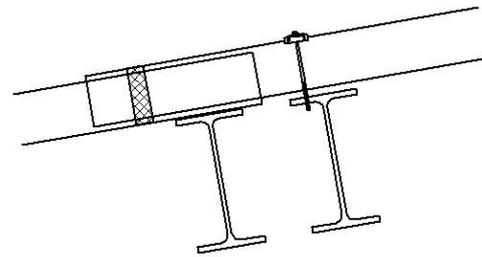
Der Standardquerstoß ist die in der Praxis am häufigsten ausgeführte Variante eines Querstoßes im Dach. Er läßt gegenseitige Verschiebungen der Profiltafeln planmäßig nicht zu.

Aus diesem Grund ist für diese Ausbildung zu empfehlen:

- Verlegung des Querstoßes soweit wie möglich in Firstnähe (geringer Wasseranfall)

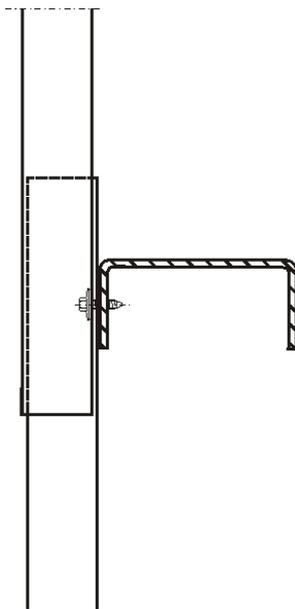
- Ausbildung des Querstoßes als Festpunkt und Verwendung von Schiebegarnituren bei Pultdächern an First und Traufe, bei Satteldächern an der Traufe
- Bei Verbindung auf dem Profiltafelobergurt mit Kalotte Ausnutzung der Schraubenkopfauslenkung der Verbindungselemente zur Aufnahme der temperaturbedingten Längenänderungen
- Verwendung nachgiebiger Unterkonstruktionen.

Beim Querstoß im Dach mit Doppelfette verhalten sich die trauf- und firstseitigen Profiltafeln wie Einzeltafeln, d. h. die temperaturbedingten Längenänderungen der Trapezprofiltafeln stellen sich unabhängig voneinander ein und werden von der Mitte nach beiden Enden gleich erfolgen. Bei einer engeren Verschraubung an Traufe oder First aus statischen oder konstruktiven Gründen wird die Verlängerung verstärkt in Richtung Querstoß erfolgen. Schlußfolgerungen daraus sind:



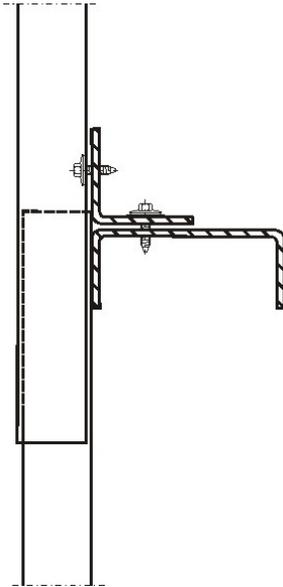
**Bild 7.10:** Querstoß im Dach mit Doppelfette

- bei beschichteten Tafeln ist mit Farbabrieb im Stoßbereich zu rechnen
- als zusätzliches Dichtmaterial sind Dichtbänder zu verwenden, die diese wechselnde gegenseitige Verschiebung der Profiltafeln schadlos ermöglichen. Nach bisherigen Erfahrungen eignen sich dafür Butylbänder.



**Bild 7.11:** Standardquerstoß  
Wand

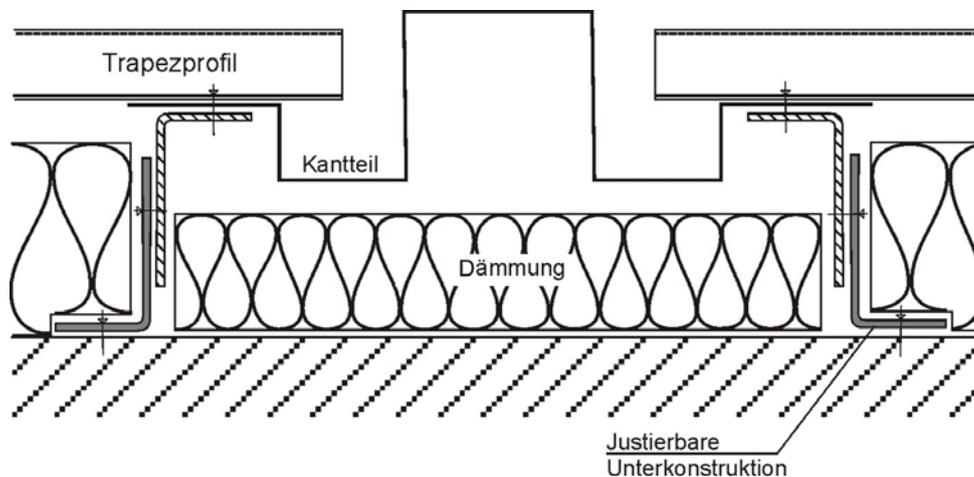
Die dargestellte Ausbildung eines Standardquerstosses an der Wand ist sowohl bei Vertikal- als auch Horizontalverlegung der Profiltafeln möglich. Die temperaturbedingte Längenänderung muß im wesentlichen durch die Verwendung einer nachgiebigen Unterkonstruktion aufgenommen werden. Bei mehreren Querstößen in Reihe kann es durch Zwängungen zu Langlochbildung im Bereich der Verbindungselemente kommen, die sich zusätzlich durch den Abrieb des Beschichtungsstoffes am Querstoß zeigen können. Abrieb kann durch Zwischenschaltung von Dichtbändern vermieden werden. Aus bisherigen Erfahrungen hat sich die Einhaltung einer Gesamtlänge mit Querstoß von 12 m bewährt. Darüber hinaus werden die in den Bildern dargestellten Varianten empfohlen.



**Bild 7.12:** Querstoß Wand als Schiebestoß

Bei der Querstoßausbildung mit Schiebestoß an der Wand wirken die temperaturbedingten Längenänderungen nur an der Einzeltafel. Zwängungsspannungen sind lediglich bei langen Tafeln und starrer Unterkonstruktion zu erwarten. Am Stoß kann sich ein Abrieb des Beschichtungsstoffes zeigen.

Die dargestellten Querstoßausbildungen mit Schiebestoß und mit Lisene und Doppelriegel eignen sich für horizontal verlegte Profiltafeln an der Wand. Es wird bei der Querstoßausbildung Wand mit Lisene und Doppelriegel eine vollständige Entkopplung erreicht. Bei einer horizontalen Verlegung ohne Lisenen ergeben sich an den Eckpunkten der Profiltafeln Kreuzungspunkte mit vierfach übereinanderliegenden Blechen. Dies kann zu klaffenden Fugen führen, deshalb sind diese Bereiche auszuklinken.



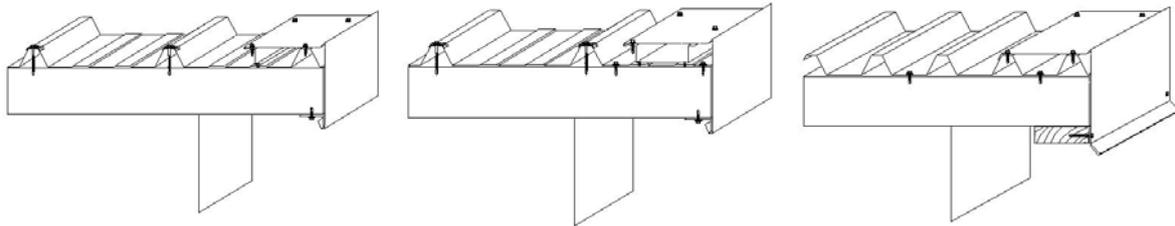
**Bild 7.13:** Querstoß Wand mit Lisene und Doppelriegel

---

### 7.2.3.3 Aussteifung von Längsrändern

Die freien Längsränder der Profiltafeln (z. B. Ortgangabschluß) sind durch Randprofile auszusteifen.

Die Aussteifungsteile müssen mindestens die gleiche Blechdicke wie das Trapezprofil bzw. eine Mindestblechdicke von 0,7 mm haben. Sie sind im Abstand von  $\leq 333$  mm durch Blindniete und Schrauben mit den Trapezprofilen zu verbinden. Ein Abstand von 333 mm gilt dem in der Norm angegebenen Abstand von 300 mm als gleichwertig.



**Bild 7.14:** Beispiele für eine Randausbildung

## 7.2.4 Öffnungen und Durchbrüche

### 7.2.4.1 Allgemeines

Öffnungen und Durchführungen in der Verlegefläche müssen im Nachweis der Standsicherheit berücksichtigt und im Verlegeplan festgelegt werden.

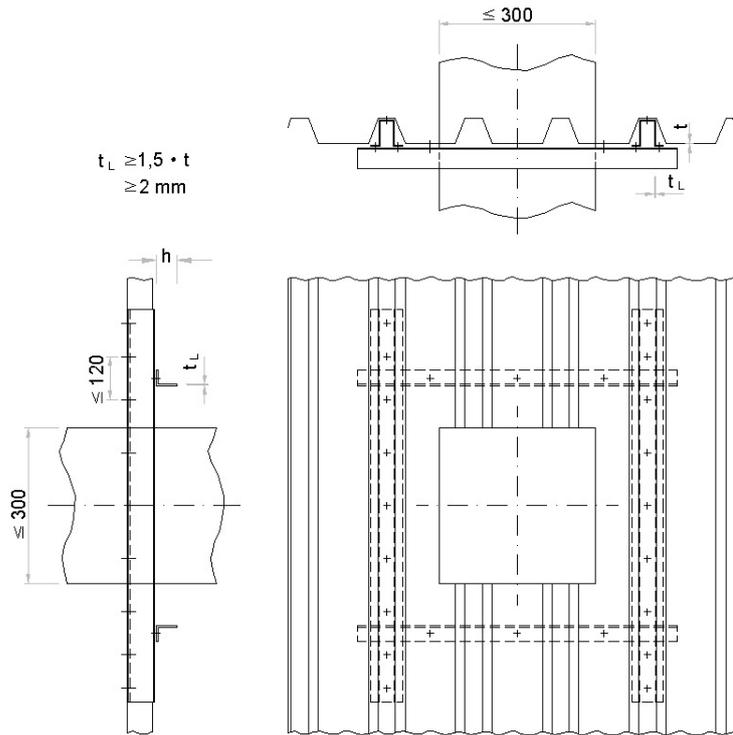
### 7.2.4.2 Öffnungen in Dächern und Wänden

Bei Öffnungen in Dächern und Wänden (z. B. für Lichtkuppeln, Dachentwässerungen) sind grundsätzlich Auswechslungen vorzunehmen und statische Nachweise zu bringen, sofern nicht die folgenden Punkte zutreffen:

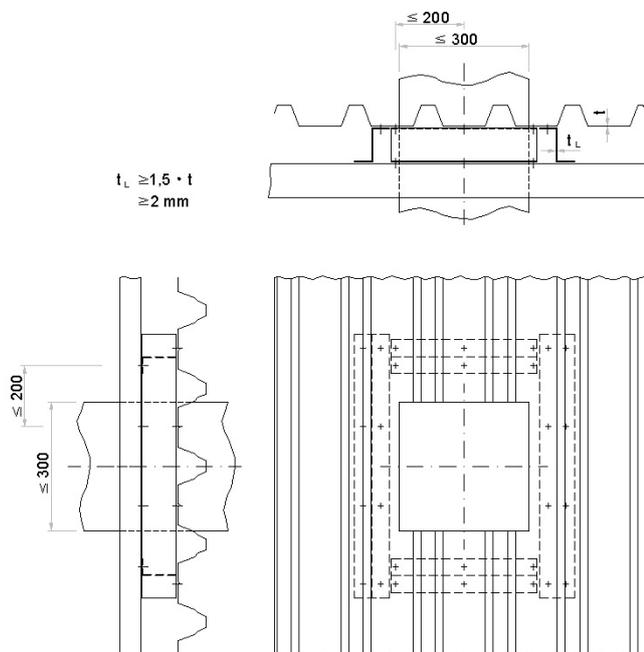
#### 7.2.4.2.1 Öffnungen in einschaligen Dächern

a) Einzelöffnungen je Tafel und Feld mit einem Durchmesser oder einer Seitenlänge bis 150 mm brauchen nicht nachgewiesen werden.

b) Mehrere Öffnungen je Tafel und Feld mit einem Durchmesser oder einer Seitenlänge bis 150 mm brauchen nicht nachgewiesen werden, wenn das durchdringende Bauteil umlaufend eingeschweißt wird. Bei flexiblen Rohrmanschetten gilt dies nicht.



**Bild 7.15:** Öffnungen von 150 mm bis 300 mm Durchmesser oder Seitenlänge in einem einschaligen Dach



**Bild 7.16:** Öffnungen von 150 mm bis 300 mm Durchmesser oder Seitenlänge in der äußeren Schale eines mehrschaligen Daches

---

### **7.2.4.2.2 Öffnungen in äußeren Schalen von mehrschaligen Dächern**

Es gilt 7.2.4.2.1 und b).

Für sonstige Öffnungen mit einem Durchmesser oder einer Seitenlänge von 150 bis 300 mm gilt:

An allen vier Seiten der Öffnung sind die Profiltafeln der äußeren Schale z. B. mit Z-Profilen auf der inneren Tragschale abzustützen. Die Z-Profile sind nach den statischen Erfordernissen mit den beiden Schalen zu verbinden. Die innere Tragschale ist statisch nachzuweisen oder gegebenenfalls konstruktiv auszuwechseln (vgl. 4.8.3 von DIN 18807 Teil 3 oder 7.2.4.2 von DIN 18807 Teil 9).

### **7.2.5 Auskragende Trapezprofile**

#### **7.2.5.1 Allgemeines**

Durch gleichmäßig verteilte Flächenlasten beanspruchte Auskragungen, deren Länge nicht größer als  $1/6$  der Länge des anschließenden Feldes ist, dürfen beim statischen Nachweis vernachlässigt werden. Bei diesen geringen Kraglängen ist der Schnittgrößenzuwachs durch die Auskragung vernachlässigbar bzw. nicht maßgebend.

Vorteilhaft ist diese Regelung bei der Anwendung von Bemessungstabellen, die in der Regel nur für statische Systeme ohne Überstand erstellt werden. Diese Bemessungstabellen können im Rahmen der o.g. Grenze auch für statische Systeme mit Auskragungen angewendet werden.

Wenn die Bemessungstabellen auch den Nachweis der Verbindungselemente enthalten, kann auch auf einen zusätzlichen Nachweis der Verbindungselemente verzichtet werden. Für Überstände, die durch Unterwind belastet werden, sind Bemessungstabellen für offene Gebäude anzuwenden.

#### **7.2.5.2 Querverteilung von Einzellasten am freien Ende**

Die Forderung einer konstruktiven Querverteilung von Einzellasten am Ende von auskragenden Trapezprofilen ist im Zusammenhang mit der Begehung von Dächern zu sehen. Sie gilt deshalb – obwohl im Normtext nicht explizit festgelegt – nur für Dächer, nicht jedoch für Wände.

Die Grenzstützweiten der Begehbarkeit gemäß Typenblatt liefern eine Aussage über das Begehen der Profiltafeln in den Feldbereichen, also im Bereich zwischen zwei Auflagern, nicht jedoch für Kragbereiche, wo die Profiltafel – von der Belastungsstelle aus gesehen – nur auf einer Seite unterstützt ist. Um nun auch in den auskragenden Bereichen eine hinreichende Tragfähigkeit bei punktueller Belastung sicherzustellen, muß eine konstruktive Querverteilung vorgesehen werden, mit Hilfe derer auch die Trapezprofil-Rippen beidseits neben der belasteten Rippe zur Lastaufnahme aktiviert werden. Ohne

---

Querverteilung müßte die Einzellast zum größten Teil allein von der belasteten Rippe übernommen werden, wofür diese jedoch nicht ausreichend tragfähig ist.

Zur Querverteilung sind z. B. Blechwinkel oder Bohlen geeignet. Das Querverteilungsprofil ist so zu bemessen, daß „eine Einzellast von 1 kN auf mindestens 1 m Breite verteilt wird“. Diese Formulierung ist nicht eindeutig. In der Regel wird sie derart vereinfacht interpretiert, daß das Verstärkungsprofil als Einfeldträger mit 1 m Stützweite für eine Einzellast 1 kN in Feldmitte nachgewiesen wird. Die Lastgröße 1 kN entspricht der „Mannlast“ gemäß DIN 1055 Teil 3.

Faßt man bei einer genaueren Betrachtung das Verstärkungsprofil als Balken auf elastischer Bettung auf, kann die Mindeststeifigkeit berechnet werden, die erforderlich ist, um eine Einflußbreite (= Abstand der Nulldurchgänge der Biegelinie des Verstärkungsprofils) von 1 m zu erzielen. Es wurde anhand von Vergleichsrechnungen gezeigt, daß das oben erwähnte vereinfachte Nachweismodell zu ausreichenden Querschnitten führt. Im allgemeinen lohnt es sich nicht, eine genauere und entsprechend aufwendige Berechnung durchzuführen.

Die ausreichende Querverteilung kann nur dann sichergestellt werden, wenn das Verstärkungsprofil mit jeder Rippe zugfest verbunden wird.

Planmäßige Einzellasten z. B. aus aufgeständerten Dachaufbauten sind durch diese Regelung nicht abgedeckt. Hierfür ist in jedem Fall eine geeignete Verstärkungsstruktur zu dimensionieren.

### **7.2.5.3 Montagesicherung gegen Abheben**

Wegen der Unfallgefahr (Kippen) sind auskragende Profiltafeln nach dem Verlegen unverzüglich gegen Abheben zu sichern.

### **7.2.6 Löcher in Gurten und Stegen**

Eine örtliche Querschnittsschwächung der Aluminium-Trapezprofile durch z. B. mechanische Befestigung von Wärmedämmung, Abhängungen für Installationen oder ähnliches ist ohne Nachweis zulässig, wenn folgende Bedingungen eingehalten werden:

- Lochdurchmesser  $d_{\max} = 10 \text{ mm}$
- Abstände von Einzellöchern oder Randlöchern von Lochgruppen  $\geq 20 d$
- Anzahl der Löcher je Lochgruppe max. 4
- Abstände der Löcher in der Lochgruppe  $\geq 4 d, \geq 30 \text{ mm}$

## 7.2.7 Fugenabdichtung

Bei der Umsetzung der bauphysikalischen Gegebenheiten muß der konstruktive Aufbau der Anschlußfuge möglichst übersichtlich und für den ausführenden Verarbeiter erfaßbar geplant sein. Eine umfassende und exakte Aufnahme der Bausituation ermöglicht die fachgerechte Ausführung der Abdichtung. Diese muß sich auf folgende Bereiche erstrecken:

- geometrische Ausbildung des Anschlußbereiches unter Berücksichtigung der Anschlagsart (Beanspruchung von Fugen)
- maßgebliche Ermittlung des Anschlußbereichs und der Toleranzen
- Aufnahme der Bausituation in Hinsicht auf die vorhandenen Werkstoffe (Werkstoff und Zustand des anschließenden Baukörpers)
- Aufnahme der vorhandenen Wandkonstruktion in Hinsicht auf die bauphysikalische Ausbildung (Anforderungen an Fugen)
- Bauwerksbewegungen
- Ermittlung der vorliegenden Belastung, Windlasten, Schlagregenbeanspruchung, äußere zusätzliche Lasten, innere zusätzliche Beanspruchungen, Anforderungen an den Schallschutz

<b><u>Beanspruchung von Fugen</u></b>			
Fugenbewegungen	Witterung	Chemikalien	Sonstige
feuchtebedingte Bauteillängenänderung	Schlagregen	Luftschadstoffe	Brandbelastung
temperaturbedingte Bauteillängenänderung	Windkräfte	Reinigungsmittel	Außenlärm
Verschiebung infolge Bodenverformungen	Infrarote und ultraviolette Strahlung	Holzschutzmittel	mechanische Zerstörung
		Beschichtungen, Anstriche	

**Tabelle 7.3:** Beanspruchung von Fugen

<b>Anforderungen an Fugen</b>			
Bauphysik	Statik	Ausführung	Wirtschaftlichkeit
<u>Wärmeschutz</u> EnEV geringe U-Werte	<u>Bewegungen</u> Zwängungsfreie Aufnahme von Horizontal- und Vertikal-Verschiebungen benachbarter Bauteile	<u>Witterung</u> Witterungs-unabhängige Ausführung der Fugenabdichtung	geringe Gesamtkosten
<u>Winddichtheit</u> (DIN 4108) geringe A-Werte			hohe Lebenserwartung
<u>Feuchteschutz</u> (DIN 4108) Dicht gegen Niederschlagswasser; wasserdampfdurchlässig	<u>Kraftfluß</u> Übertragung von Normal- und Querkräften nach statischen Erfordernissen (z. B. Scheibenbildung zur Windaussteifung)	<u>Toleranzen</u> Aufnahme von Bauteilabmaßen	geringe Wartungskosten
<u>Brandschutz</u> (DIN 4102) Anforderung entsprechend Landesbauverordnung			

**Tabelle 7.4:** Anforderungen an Fugen

Bauphysikalische Anforderung:

- **Wärmeschutz:** Durch die Fuge kann aus beheizten Räumen Wärme auf dem Wege der Leitung (Transmission) und auf dem Wege der Luftströmung (Konvektion) entweichen. Zur Verringerung des Transmissionswärmeverlustes sollte der Wärmedurchgangskoeffizient der Fuge zumindest genauso groß wie der des angrenzenden Bauteils sein.
- **Winddichtheit:** Wird ein Gebäude von Wind angeströmt, so besteht zwischen dem Rauminneren und der vor dem Gebäude „angestauten“ Außenluft eine Druckdifferenz. Infolge dieser Druckdifferenz strömt Luft durch undichte Fugen, wodurch ein Wärmeverlust verursacht wird. Darüber hinaus wird die Luftbewegung im Fugenbereich als Zug empfunden. Die Luftdurchlässigkeit einer Fugenkonstruktion wird durch den Fugendurchlaßkoeffizienten

---

ten (a-Wert nach DIN EN 42) gekennzeichnet. Der a-Wert gibt an, wie viele Kubikmeter Luft in einer Stunde bei einer Druckdifferenz von 1 daPa durch 1 m Fuge hindurchströmen. Die Einheit des a-Wertes ist  $\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m} \cdot [\text{daPa}]^n)$ .

Untersuchungen an der TU Berlin haben gezeigt, daß ein max. zulässiger a-Wert für Fugenkonstruktionen von  $a \leq 0,1 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m} \cdot [\text{daPa}]^{2/3})$  den fugenbedingten Lüftungswärmebedarf, bezogen auf den gesamten Wärmebedarf in einem vertretbaren Maß begrenzt.

In DIN 18 542 ist die Anforderung für imprägnierte Dichtbänder aus Schaumkunststoffen hinsichtlich des Fugendurchlaßkoeffizienten durch die Beanspruchungsgruppen 1 (BG 1) und 2 (BG 2) eindeutig festgelegt.

Die derzeitige Forderung gemäß der gültigen EnEV schreibt diesen a-Wert vor.

- Tauwasserschutz: Insbesondere während der kälteren Jahreszeiten liegt der Wasserdampfgehalt der Raumluft erheblich über dem Wasserdampfgehalt der Außenluft. Die aus den Wasserdampfgehalten resultierenden Dampfdrücke sind stets bestrebt, sich auszugleichen. Die Folge ist, daß der Dampfdruckausgleich durch die Außenbauteile hindurch erfolgt (Dampfdiffusion). Die Dampfdurchlässigkeit der einzelnen Baustoffe wird durch die Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl ( $\mu$ -Wert) gekennzeichnet. Sie drückt aus, um wie vielmal größer der Diffusionswiderstand eines Stoffes ist als der einer gleich dicken Luftschicht.

Um Bauteile bezüglich ihres Diffusionswiderstandes beurteilen zu können, wird in DIN 4108 Teil 3 folgende Einteilung getroffen:

diffusionsoffen:	$s_d \leq 0,5 \text{ m}$
diffusionshemmend:	$0,5 \text{ m} < s_d < 1500 \text{ m}$
diffusionsdicht:	$s_d \geq 1500 \text{ m}$

- Schlagregenschutz: Fugen in Außenbauteilen werden durch Schlagregen (Regen in Verbindung mit Winddruck) beansprucht. Hierbei muß sichergestellt werden, daß das Eindringen von Niederschlagswasser in die Fugenkonstruktion vermieden wird.
- Brandschutz: Nach Bauordnungsrecht wird gefordert:  
„Bauliche Anlagen müssen so beschaffen sein, daß der Entstehung eines Brandes und der Ausbreitung von Feuer und Rauch vorgebeugt wird und bei einem Brand die Rettung von Menschen und Tieren sowie wirksame Löscharbeiten möglich sind" (§ 17 (1) MBO 6/1996).

Sind in diesen Bauteilen mit Anforderungen an die Feuerwiderstandsdauer Fugen erforderlich, muß sichergestellt sein, daß die Fugenausbildung das Brandverhalten des Bauteils nicht negativ beeinflusst. Die Fugenausbildung muß in einer Brandprüfung in Anleh-

---

nung an DIN 4102 Teil 1 bei einem vom Institut für Bautechnik in Berlin gelisteten Prüfinstitut geprüft und das Brandverhalten in einem Prüfzeugnis bescheinigt sein.

Fugen in Bauteilen mit hohen Feuerwiderstandsklassen können mit vorkomprimierten Dichtungsbändern aus Polyurethan-Schaum ausgeführt werden, die im Brandfall durch ein speziell entwickeltes Imprägnat die erforderlichen Feuerwiderstandsklassen des Bauteiles bei der Ausbildung der Fugen mit diesem Dichtband sicherstellen (siehe auch Fugenbänder).

- **Materialverträglichkeit:** Fugenabdichtungen können entsprechend ihrer Aufgabenstellung mit zahlreichen anderen Materialien, wie z. B. auch mit Anstrichen, in Kontakt kommen. Damit die Fuge ihren Anforderungen dauerhaft gerecht wird, muß eine Verträglichkeit im Kontaktbereich des Fugenwerkstoffes mit dem angrenzenden Material gewährleistet sein. Es dürfen somit keine optischen und/oder physikalischen bzw. chemischen Materialveränderungen auftreten, die die Funktionsfähigkeit und/oder das Erscheinungsbild negativ beeinflussen.
- **Temperaturbeständigkeit:** Fugenabdichtungen müssen ihrer Funktion sowohl bei niedrigen als auch bei hohen Temperaturen gerecht werden. Die auftretenden Oberflächentemperaturen von Außenbauteilen sind je nach Himmelsrichtung und Oberflächenfarbe unterschiedlich. Maximale Oberflächentemperaturen werden von  $-20^{\circ}\text{C}$  bis  $+80^{\circ}\text{C}$  angenommen.
- **Beanspruchung durch Bewegungen:** Bei der Planung der Anschlußfuge müssen bauwerksbedingte Bewegungen berücksichtigt werden.
- **Dichtbänder und Verlegung:** Vorkomprimierte und imprägnierte Dichtbänder stellen ein luft- und schlagregendichtes, dampfdiffusionsoffenes Abdichtungssystem dar und werden gemäß DIN 18 542 nach der Größe der Beanspruchung, der sie in eingebautem Zustand ausgesetzt sind, in die Beanspruchungsgruppen BG1 und BG2 eingeteilt.

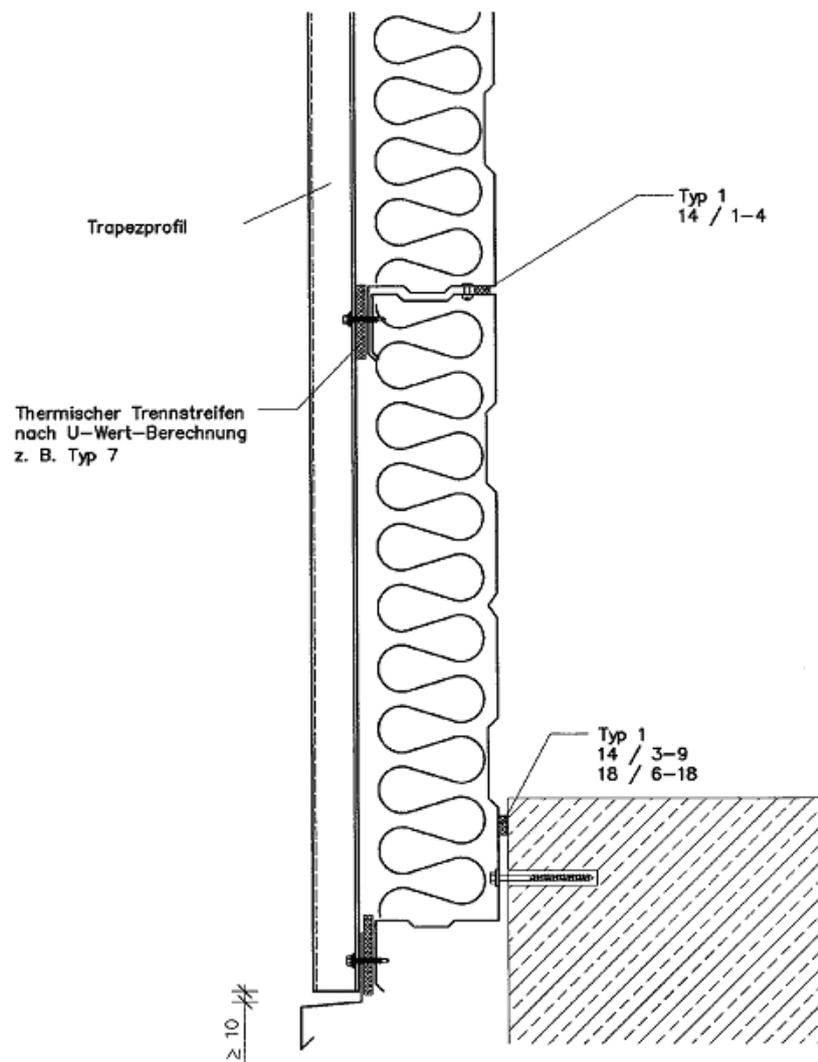
Beanspruchungsart	Beanspruchungsgruppe	
	BG 1	BG 2
Fugenbewitterung	direkt	entfällt
Schlagregeneinwirkung	stark	gering
Tauwassereinwirkung	hoch	gering
Einwirkung von Luftfeuchte	langzeitig	langzeitig
Winddichtheit	normal	normal

**Tabelle 7.5:** Beanspruchungsgruppen

Nr.	Eigenschaft	BG 1	BG 2	Prüfung nach
1	Fugendurchlaßkoeffizient $a$ bei 10Pa	$\leq 0,1 \text{ m}^3/\text{H}\cdot\text{m}\cdot(\text{daPa})^n$	$\leq 0,1 \text{ m}^3/\text{H}\cdot\text{m}\cdot(\text{daPa})^n$	7,2
2	Schlagregendichtheit von Fugen bei $\Delta_p$	$\geq 600 \text{ Pa}$	$\geq 300 \text{ Pa}$	7,3
3	Schlagregendichtheit von Fugenkreuzungen bei $\Delta_p$	$\geq 600 \text{ Pa}$	-	7,4
4	Temperaturwechselbeständigkeit	von -20 bis +80°C	von -20 bis +60°C	7,5
5	Beständigkeit gegen Licht- und Feuchteinwirkung	muß sichergestellt sein	-	7,6
6	Verträglichkeit mit angrenzenden Baustoffen	bis 80°C	bis 60°C	7,7
7	Brandverhalten	B1	B2	7,8
8	Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl $\mu$	$\leq 100$	$\leq 100$	7,9

**Tabelle 7.6:** Anforderungen nach DIN 18542

Geeignet sind vorkomprimierte und imprägnierte Dichtbänder aus Polyurethan. Zu beachten ist die Komprimierung und deren Eigenschaften. Schon bei der Planung einer Halle kann auf die hersteller- und montagebedingten Toleranzen durch das Dichtband eingegangen werden, so daß eine Fuge sicher abgedichtet wird.



**Bild 7.17:** Beispiel für eine luftdichte Kassettenkonstruktion nach IFBS / EnEV

---

## 7.3 Verbindungen, Verbindungselemente, Einsatzbereiche

### 7.3.1 Arten von Verbindungen

Grundsätzlich werden folgende Arten von Verbindungen unterschieden:

- Verbindungen von Profiltafeln mit der Unterkonstruktion,
- Verbindungen von Profiltafeln miteinander (Längsstoß) und
- Verbindungen von Profiltafeln mit Kant- und Zubehörteilen.

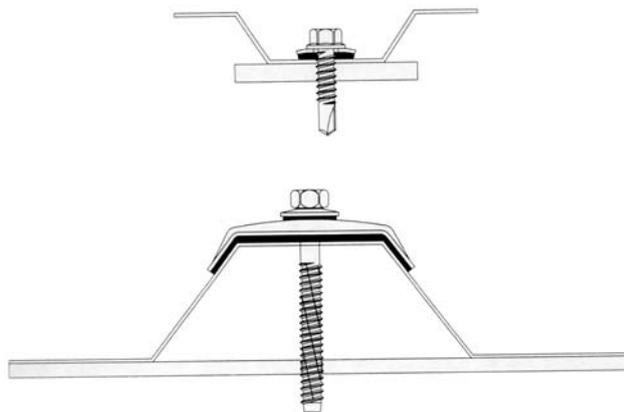
Unterkonstruktionen bestehen aus kaltgeformten, warmgewalzten oder stranggepreßten Metallprofilen sowie aus Holz oder Holzwerkstoffen. Bei massiven Stahlbeton-Bauteilen erfolgt die Verbindung von Profiltafeln mittelbar über Einlegeteile aus Stahl oder Holz.

#### 7.3.1.1 Verbindungen von Profiltafeln mit der Unterkonstruktion

Profiltafeln können im Untergurt (anliegender Gurt) oder im Obergurt (nicht anliegender Gurt) mit der Unterkonstruktion verbunden werden. Je nach der Art der Verbindung und der Unterkonstruktion sind die Verbindungselemente nach Angabe des Herstellers auszuwählen, wobei in der Regel Schrauben mit Dichtscheiben zur Anwendung kommen.

Bei Obergurtverbindungen liegen die Durchdringungen der Profiltafeln außerhalb der wasserführenden Ebene, und die temperaturbedingten Längenänderungen der Profiltafeln werden durch das elastische Biegevermögen der Schraube kaum behindert. Eine Langlochbildung in den Profiltafeln kann baupraktisch somit ausgeschlossen werden. Die planmäßige Übertragung von Kräften in der Dachebene (z. B. Dachschub aus Schnee) ist allerdings nicht möglich. Bei einer großen Obergurtbreite besteht die Gefahr, daß der Obergurt durch zu festes Anziehen der Schrauben eingedellt wird. Um dem entgegenzuwirken, wird die Verwendung von Kalotten empfohlen. Hierdurch wird die aufnehmbare Überknöpfung zusätzlich vergrößert und die Wettersicherheit der Verbindung verbessert. Mit Schrauben, die ein Stützgewinde unter dem Kopf aufweisen, ist diese Verbesserung ebenfalls zu erreichen.

Bei Untergurtverbindungen befindet sich die Verbindungsstelle zwar in der wasserführenden Ebene, allerdings können durch diese Art der Verbindung planmäßig Schubkräfte



**Bild 7.18:** Verbindungen von Profiltafeln im Obergurt und im Untergurt

---

übertragen werden. Dies ist dann wichtig, wenn die Dachscheibe als Schubfeld zur Aussteifung des Gebäudes genutzt wird. Die erforderliche Schraubenlänge ist im Vergleich zur Obergurtverbindung um die Profilhöhe kürzer. Bei der Verwendung von Aluminium-Profiltafeln als Wandbekleidung ist die Verbindung im Untergurt die Regel. Die temperaturbedingten Längenänderungen sind zu beachten und durch geeignete konstruktive Maßnahmen aufzunehmen.

Werden Aluminium-Profiltafeln als Dachdeckung eingesetzt, ist die Entscheidung, ob die Verbindung im Ober- oder Untergurt erfolgen soll, sehr sorgfältig abzuwägen. Weitere Informationen können dem Merkblatt A9 des GDA entnommen werden (vgl. Abschnitt 11.3).

Unabhängig von der Art der Verbindung (Obergurt oder Untergurt) sowie von der Art des Verbindungselementes (gewindefurchende Schraube oder Bohrschraube) sind der sorgfältigen Montage und dem korrekten Sitz der Dichtscheiben besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Die bauaufsichtliche Zulassung für Verbindungselemente Z-14.1-4 gibt Drehmomente nur als Richtwert vor und empfiehlt eine anschlagorientierte Verschraubung. Aus diesem Grund soll die Montage der Verbindungselemente nur mit Schraubgeräten erfolgen, die mit einem Tiefenanschlag ausgestattet sind. Hierdurch wird eine exakte Abschaltung des Schraubvorgangs nach Erreichen der vorgegebenen Einschraubtiefe, die vorher durch Probeverschraubung zu ermitteln ist, mit hoher Wiederholgenauigkeit erreicht. Ein zu geringes Anziehen der Verbindungselemente oder ein Zerquetschen der EPDM-Dichtscheiben wird durch den Einsatz des Tiefenanschlags verhindert. Keinesfalls dürfen die aus dem Stahlbau bekannten Schlag-schrauber verwendet werden.

### **7.3.1.2 Verbindungen von Profiltafeln miteinander (Längsstoß)**

Die Verbindung der Profiltafeln miteinander erfolgt mit Schrauben oder Blindnieten.

Die Schrauben sollten einen sog. Hinterschnitt oder Hinterstich aufweisen, einen gewindefreien Bereich unterhalb des Schraubenkopfes, dessen Durchmesser kleiner oder gleich dem Gewindekern-durchmesser ist. Ist die Hinterschnitthöhe so ausgelegt, daß beide Profile (Bauteil I und Bauteil II) in den Hinterschnitt einlaufen, erfolgt der Schraubvorgang ohne Tiefenanschlag und Drehmomentbe-grenzung. Die Schraube wird solange gedreht, bis beide Bleche auf dem obersten Gewindegang lie-gen und die Dichtscheibe komprimieren. Werden Schrauben ohne Hinterschnitt verwendet, besteht die Gefahr, daß die Profiltafeln sperren, wenn sie nicht bereits zu Beginn des Schraubvorgangs exakt aufeinander liegen

Bei der Verwendung von Blindnieten ist ebenfalls darauf zu achten, daß die Profiltafeln nicht sperren. Es besteht sonst die Gefahr, daß die Bildung des Schließkopfes behindert wird oder zwischen den Bauteilen erfolgt.

---

Werden Blindniete zur Verbindung sehr dünner Bleche eingesetzt, so ist durch eine vorherige Probenietung zu überprüfen, ob sich der Schließkopf ausbildet.

Bei Schubfeldern muß der Schubfluß zwischen den verbundenen Profiltafeln von der Verbindung übertragen werden. Deshalb müssen die Abstände der Verbindungen entsprechend der statischen Berechnung eingehalten werden.

### **7.3.1.3 Profiltafeln verbunden mit Kantteilen**

Kantteile sind z. B. Randversteifungsprofile und Dachabschlußprofile sowie Eckprofile im Wandbereich, die in der Regel aus dem gleichen Material wie die Profiltafeln hergestellt sind.

Die Verbindung erfolgt mit den gleichen Verbindungselementen nach denselben Kriterien wie bei der Verbindung von Profiltafeln miteinander.

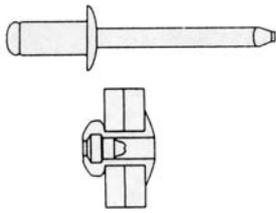
## **7.3.2 Verbindungselemente und Zubehörteile**

### **7.3.2.1 Allgemeines**

Es dürfen nur Verbindungselemente verwendet werden, die genormt und güteüberwacht oder bauaufsichtlich zugelassen sind. Die Güteüberwachung erfolgt nach den Verfahrensvorgaben der DIN 18200 „Übereinstimmungsnachweis für Bauprodukte - Werkseigene Produktionskontrolle, Fremdüberwachung und Zertifizierung von Produkten“ und der Überwachungsverordnung der Länder.

Es ist in diesem Zusammenhang darauf hinzuweisen, daß – sofern es sich nicht um genormte Verbindungselemente handelt – nur die Verbindungselemente bauaufsichtlich zugelassen sein müssen (siehe z. B. Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen Nr. Z-14.1-4 „Verbindungselemente zur Verbindung von Bauteilen im Metallleichtbau“ oder Z-14.4-407 „Verbindungselemente zur Verwendung bei Konstruktionen mit Sandwichbauelementen“), nicht jedoch die Verbindung als Bauart. Eine bauaufsichtliche Zulassung für Verbindungselemente speziell für den Anwendungsbereich Aluminium-Bauteile ist nicht erforderlich, da die Verbindungen von Aluminium-Profilen in DIN 18807 Teile 6 bis 9 geregelt sind. Im Sinne des Bauordnungsrechts handelt es sich, unter der Voraussetzung, daß zugelassene Verbindungselemente verwendet werden, somit um geregelte Verbindungen. Damit dürfen die in den Zulassungen Nr. Z-14.1-4 und Nr. Z-14.4-407 aufgeführten Verbindungselemente, soweit sie den Festlegungen in DIN 18807 Teil 9 entsprechen, auch für die Befestigung und Verbindung von Aluminium-Profiltafeln verwendet werden.

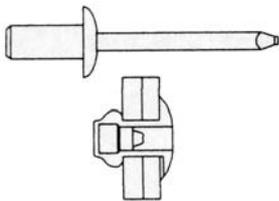
Es wird auf die besondere Sorgfalt bei der Verarbeitung der Verbindungselemente hingewiesen, insbesondere sind die Vorschriften und Empfehlungen der Hersteller zu beachten.



**Bild 7.19:** Standardblindniet

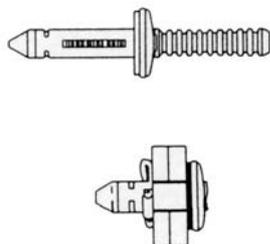
Bei der Verschraubung von dicken Bauteilen I in dünne Bauteile II besteht die Gefahr, daß die Schraube im Bauteil II durchdreht und das Muttergewinde nicht richtig gebildet oder zerstört wird. Deshalb sollten für diesen Anwendungsfall Schrauben verwendet werden, die derart setzsicher sind, daß bei ihnen der Setzvorgang noch feiner geregelt beendet werden kann als mit einem Tiefenanschlag oder einem Drehmomentbegrenzer. Hierfür bieten die Hersteller spezielle Schrauben an.

### 7.3.2.2 Blindniete



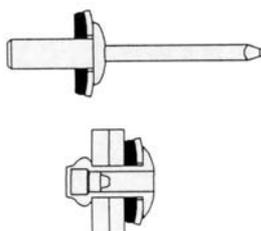
**Bild 7.20:** Becherblindniet

Blindniete sind Verbindungselemente, die ohne Zerstörung, z. B. durch Aufbohren, nicht gelöst werden können. Sie bestehen aus einer Niethülse mit Setzkopf und einem Nietdorn. Die Verarbeitung wird von der Setzkopfseite her vorgenommen. Auf der Blindseite entsteht der Schließkopf. Beim Verarbeiten der Blindniete werden die zu vernietenden Bauteile aufeinander gepreßt, wobei die Niethülse aufgeweitet bzw. umgeformt, der Schließkopf ausgebildet und das Nietloch ausgefüllt wird. Nach Erreichen der maximalen Ausformkraft reißt der Nietdorn an der Sollbruchstelle ab. Der Nietdornkopf verbleibt in der Niethülse.



**Bild 7.21:** Preßlaschenblindniet

Im Gegensatz zu Verbindungen mit Standardblindnieten sind Verbindungen mit Becher- oder Preßlaschenblindnieten (jeweils mit Dichtscheibe) regendicht. Becherblindniete ohne Dichtscheibe sollten aufgrund ihrer nicht ausreichenden Dichtheit für die Verwendung in Bauteilen, die unmittelbar der Witterung ausgesetzt sind, nicht eingesetzt werden.



**Bild 7.22:** Becherblindniet mit Dichtscheibe

Nietverbindungen wirken auf Paßsitz, weshalb die Bohrlöcher sehr genau den Angaben der Niethersteller entsprechend gebohrt werden müssen. Von den vielen unterschiedlichen Blindnietformen zeigen die nebenstehenden Abbildungen die wichtigsten.

Der Haupteinsatzbereich der Blindniete ist die Verbindung von Profiltafeln (insbesondere in Längsstößen) miteinander, bzw. mit Anschlußteilen, wenn temperaturbedingte Zwängungsbeanspruchungen im Allgemeinen nicht auftreten oder vernachlässigbar klein sind.

---

### 7.3.2.3 Schrauben

Die in der Leichtbautechnik am häufigsten zur Lastübertragung eingesetzten Verbindungselemente sind gewindefurmende Schrauben. Sie werden unterschieden in gewindefurchende Schrauben, deren Kernloch vorgebohrt werden muß, und in Bohrschrauben mit Bohrspitze, mit der unmittelbar vor dem eigentlichen Schraubvorgang ein Loch gebohrt wird. (Der zuweilen gebrauchte Begriff „Selbstbohrschraube“ ist zwar falsch, beschreibt den Vorgang aber relativ plastisch.) Die Gruppe der gewindefurchenden Schrauben hat im Metall-Leichtbau keine Verbreitung gefunden.

#### 7.3.2.3.1 Holzschrauben

Neben den für Holzunterkonstruktionen zugelassenen gewindefurchenden Schrauben und Bohrschrauben werden auch Holzschrauben nach DIN 571 eingesetzt. Sie müssen zusätzlich mit Dichtscheiben und/oder Kalotten bestückt werden.

#### 7.3.2.3.2 Gewindefurchende Schrauben

(nicht genormt)

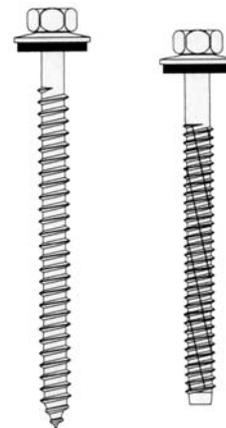
Gwindefurchende Schrauben formen sich während des Setzvorgangs in einem vorgebohrten Kernloch mit genau abgestimmtem Durchmesser ihr Muttergewinde spanlos und toleranzfrei durch Materialverdrängung und weisen somit einen Klemmsitz auf.

Der Durchmesser des vorzubohrenden Kernloches ist abhängig von der Dicke und dem Werkstoff der Unterkonstruktion. Er ist in den Zulassungsbescheiden für die Verbindungselemente sowie in den Unterlagen der Hersteller angegeben und genau einzuhalten, da nur bei einem exakten Vorbohrdurchmesser eine einwandfreie Ausformung des Muttergewindes stattfindet und die Verbindung die ihr zugeordneten Kräfte aufnehmen kann.

Gwindefurchende Schrauben für die Verbindung von Bauteilen aus Aluminium müssen aus nichtrostenden Werkstoffen bestehen. Für den Außeneinsatz sind sie grundsätzlich mit einer unter Kopf montierten Dichtscheibe versehen.



**Bild 7.23:** Holzschraube

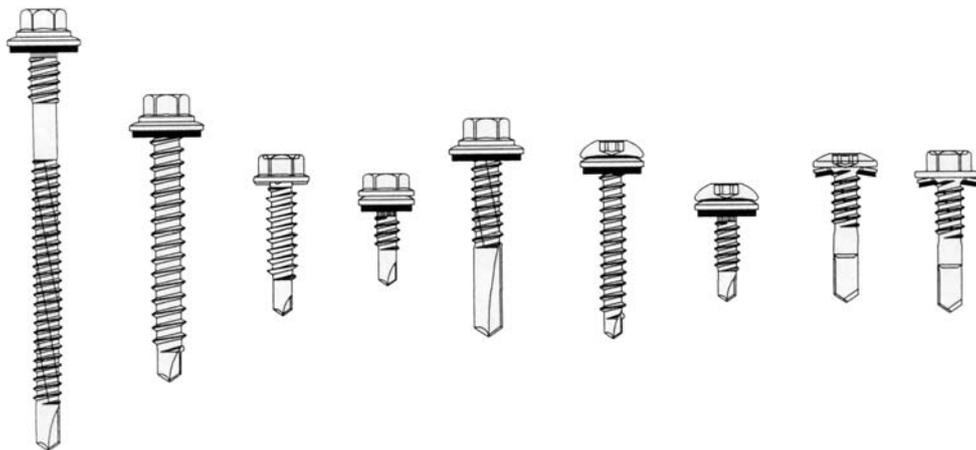


**Bild 7.24:** Gewindeformen  
(Grobgewinde, Feingewinde)

---

### 7.3.2.3.3 Bohrschrauben

Bohrschrauben für Unterkonstruktionen aus Stahl, Aluminium oder Holz sind gewindeformende Verbindungselemente, die mit angeformten oder angeschweißten Bohrspitzen versehen sind. Die Bohrspitzen sind entsprechend dem Einsatzzweck der Schraube ausgebildet (Bohrspitzen für Holz sind nicht für Metalle geeignet oder umgekehrt). Bei der Auswahl dieser Verbindungselemente sind die Einsatzvorschriften der Schraubenhersteller bezüglich Bohrleistung und Klemmpaketdicke genauestens zu beachten und einzuhalten.



**Bild 7.25:** Bohrschrauben mit unterschiedlicher Geometrie für verschiedene Einsatzzwecke

Da Bohrschrauben für spezielle Einsatzbereiche ausgelegt sind, gibt es sie mit unterschiedlichen Schraubenköpfen und Gewindesteigungen. Sie werden je nach Anwendungsfall mit oder ohne vormontierten Dichtscheiben verwendet. Bohrschrauben für die Verbindung von Bauteilen aus Aluminium müssen aus nichtrostenden Werkstoffen bestehen. Für den Außeneinsatz sind sie grundsätzlich mit einer unter Kopf montierten Dichtscheibe zu versehen.

### 7.3.2.4 Kalotten

Bei Obergurtverbindungen können zusätzlich zu den mit Dichtscheiben versehenen Schrauben Kalotten verwendet werden. Gegenüber der Obergurtverbindung ohne Kalotte wird hierdurch die Tragfähigkeit des Trapezprofils gegen Windsogbelastung verbessert, da die Auflagerfläche zwischen Trapezprofil und Schraubenkopf vergrößert wird. Insbesondere wird die im Lastfall Windsog auftretende Schraubenzugkraft über die Kalotte weitgehend direkt in die Trapezprofilstege eingeleitet, während andernfalls die Schraubenzugkraft erst vom Trapezprofilgurt aufgenommen und dann in die Trapezprofil-

stege übertragen werden muß. Außerdem bewirkt die gegenüber einer Dichtscheibe größere Länge der Kalotte eine gleichmäßigere Kraftverteilung an den Profilstegen und führt damit zu einer insgesamt höheren Biegetragfähigkeit des Trapezprofils. (Dies ist im Prinzip der gleiche günstige Effekt wie die Vergrößerung der Auflagerbreite im Lastfall Auflast.)

Die größere Auflagefläche erhöht die Montagesicherheit insoweit, daß die Gefahr des Eindrückens des Obergurtes bei der Montage verringert wird.

Die Kalotten müssen mit ihrer Form auf den Querschnitt des Trapezprofils abgestimmt sein, damit sie ihre Funktionen hinsichtlich Tragfähigkeit und Dichtheit erfüllen können. Durch Wahl der entsprechenden Farbe können sie an das optische Erscheinungsbild des Daches angepaßt werden. Deshalb werden für alle gängigen Aluminium-Trapezprofile passende Kalotten angeboten.



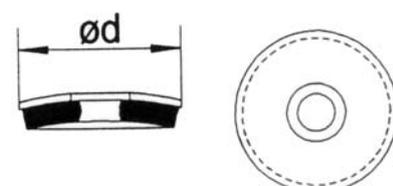
**Bild 7.26:** Kalottenformen

Die Kalotten können mit Versteifungssicken versehen sein, mit denen die tragfähigkeitserhöhende Wirkung unterstützt werden kann. Daraus resultieren die unterschiedlichen, den Kalotten zugeordneten zulässigen Zugkräfte der Verbindung.

Auf die Unterseite der Kalotte ist eine vollflächige Dichtung aufgeklebt bzw. aufvulkanisiert. Als Dichtungsmaterial werden unterschiedliche Elastomere in verschiedenen Shore-A-Härten eingesetzt. Am weitesten verbreitet sind Dichtungen aus geschäumtem EPDM (Ethylen-Propylen-Dien-Monomer), die aufgrund ihrer geringen Härte bereits bei relativ geringem Anpreßdruck eine hohe Dichtwirkung erreichen (geringes Anzugsmoment der Schraube erforderlich und dadurch hohe Montagesicherheit).

### 7.3.2.5 Dichtscheiben

Bei der Außenanwendung von Verbindungselementen an der Fassade und auf dem Dach ist eine regendichte Verbindung sicherzustellen. Diese Aufgabe übernimmt die unter dem Schraubenkopf angeordnete Dichtscheibe. Außerdem vergrößert die Dichtscheibe die kraftübertragende Fläche am Schraubenkopf, wodurch die aufnehmbaren Kräfte gesteigert werden. Der Durchmesser der Dichtscheiben variiert üblicherweise zwischen 10 und 29 mm.



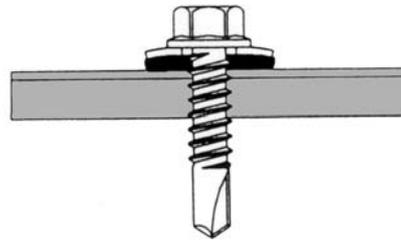
**Bild 7.27:** Dichtscheibe

Aus den verschiedenen Ausführungsvarianten hat sich die Metallscheibe mit aufvulkanisiertem EPDM als gebräuch-

---

lichste Dichtscheibe durchgesetzt. Zur besseren Kraftübertragung und -verteilung sind die Metallscheiben aus nichtrostendem Stahl oder Aluminium leicht gewölbt ausgebildet und meist 1 mm dick.

Der aufvulkanisierte EPDM-Dichtstoff ist üblicherweise 2 bis 3 mm dick und je nach Einsatzgebiet des Verbindungselementes in entsprechender Shore-A-Härte eingestellt. Beim Anziehen der Schraube wird das EPDM nach innen an die Schraube sowie nach außen vor die Metallscheibe gedrückt. Wichtig ist, daß die Dichtscheibe weder zu schwach noch zu stark angepreßt wird. Bei zu schwachem Anpressen ist die Verbindung von vornherein undicht, bei zu starkem Anpressen wird der Metallrücken mit seinem scharfkantigem inneren Lochrand in den Dichtwerkstoff gedrückt, was zu einem ringförmigen Einschnitt in die Dichtscheibe führt. Die Verbindung wird etwas später undicht.



**Bild 7.28:** Korrekter Sitz der Schraube mit richtig angepreßter Dichtscheibe

### 7.3.3 Einsatzbereiche

Siehe 7.3.4

### 7.3.4 Anforderung an die Verbindungen

#### 7.3.4.1 Allgemeines

Die Tragfähigkeit von Verbindungen darf nach DIN 18807 Teil 6 durch Berechnung oder nach Teil 7 durch Versuche bestimmt werden. Beide Verfahren sind nach DIN 18807 Teil 8 gleichwertig. So darf z. B. die Zugtragfähigkeit hinsichtlich Überknöpfen durch Bauteil I berechnet und die Zugtragfähigkeit hinsichtlich Ausreißen aus dem Bauteil II durch Versuche ermittelt werden. Diesem Gedanken folgend ist es konsequenterweise auch statthaft, die Tragfähigkeit bezüglich Überknöpfen durch Bauteil I über den Kopf des Verbindungselements nach DIN 18807 Teil 6 oder Teil 7 zu bestimmen, die Tragfähigkeit bezüglich Zugbruch des Verbindungselements oder bezüglich Ausreißen des Verbindungselements aus einer Unterkonstruktion aus Stahl der Zulassung Nr. Z-14.1-4 „Verbindungselemente zur Verbindung von Bauteilen im Metallleichtbau“ zu entnehmen. Bei einer Scherbeanspruchung gilt diese Überlegung entsprechend, wenn die einzelnen Tragfähigkeitswerte gegenüber verschiedenen Versagensformen voneinander unabhängig sind (z. B. Bauteilversagen und Scherbruch des Verbindungselements).

Die maßgebende Längszugtragfähigkeit ist die kleinste Tragfähigkeit bezüglich der Versagensformen Überknöpfen durch Bauteil I, Ausziehen aus der Unterkonstruktion und Zugbruch des Verbindungselements. Die maßgebende Querszugtragfähigkeit ist dementsprechend die kleinste Tragfähigkeit bezüg-

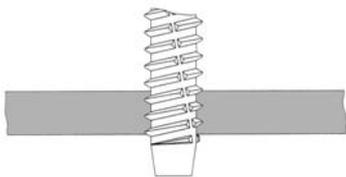
---

lich der Versagensformen Schrägstellen des Verbindungselements, Langloch in einem der Bauteile und Abscheren des Verbindungselementes. Die Ausbildung eines kleinen Langloches (ca. 2 - 3 mm) in Bauteil I (Profiltafel) dient dem gleichmäßigen Verteilen der Beanspruchung in Richtung der Schraubenreihe und kompensiert die Zwängungen aus temperaturbedingten Längenänderungen der Profiltafeln. Derartige Langlöcher sind keine Mängel.

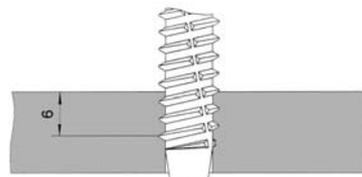
#### 7.3.4.2 Unterkonstruktion aus Stahl oder Aluminium

Grundsätzlich gilt, daß bei bis zu 6 mm dicken Unterkonstruktionen der zylindrische Gewindeteil der Schrauben vollständig durch die Unterkonstruktion geschraubt werden muß. Bei Unterkonstruktionen, die dicker als 6 mm sind, muß der zylindrische Gewindeteil mindestens 6 mm tief eingeschraubt sein, wobei zu beachten ist, daß Unterkonstruktionen bis zu einer Dicke von 10 mm komplett durchbohrt werden müssen. Eine Sacklochverschraubung ist so auszuführen, daß mindestens 6 mm des zylindrischen Teiles des Schraubengewindes (Zapfen werden somit nicht in Ansatz gebracht) in die Unterkonstruktion eingreift.

Bei der Verwendung von Bohrschrauben wird das Bohrloch durch die Schraube erzeugt. Das Vorbohren entfällt. Die Schraubenauswahl erfolgt unter Berücksichtigung der Gesamtpaketdicke nach den technischen Unterlagen der Hersteller. Die für Bohrschrauben festgelegten Einsatzbedingungen sind hierbei zu beachten (technische Unterlagen der Schraubenhersteller, DIN 18807 Teil 6 oder Teil 7).



**Bild 7.29:** Schraube durch die Unter- konstruktion geschraubt



**Bild 7.30:** Mindesteinschraubtiefe bei Unter- konstruktionsdicken > 6,0 mm

Bei gewindefurchenden Schrauben mit den Durchmessern 6,25 bis 6,5 mm müssen die Unter- konstruktionen gemäß nachfolgender Tabellen in Abhängigkeit des Werkstoffes und der Dicke des Bautei- les vorgebohrt werden.

$t_{II}$ *) in mm	< 3,0	$\leq 3,0 \leq 4,0$	$\geq 4,0$
$d_L$ in mm	4,5	5,0	5,3

**Tabelle 7.7:** Bohrlochdurchmesser  $d_L$  in Abhängigkeit von der Bauteildicke der Unterkonstruktion  $t_{II}$   
 \*) Die Tabelle 1 in DIN 18807 Teil 9 enthält in der mittleren Spalte einen Schreibfehler.

Die Zuordnung der Gewindetypen (grob, fein, Spitze, Zapfen) zu den Blechdicken hat nach den Angaben der Hersteller zu erfolgen. Daraus resultieren Abweichungen der Bohrlochdurchmesser im Vergleich zur Zulassung Z-14.1-4. Das gilt besonders für den Blechdickenbereich von 2 und 3 mm, zu dem die Hersteller unterschiedliche Angaben machen.

$t_{II}$ in mm	0,75	> 0,75 < 1,5	$\geq 1,5$ < 3,0	$\geq 3,0$ $\leq 5,0$	> 5,0 < 7,0	$\geq 7,0$
$d_L$ in mm	4,0	4,5	5,0	5,3	5,5	5,7
Schrauben und Gewindeform	Grobgewinde + Spitze	Grobgewinde + Spitze	Grobgewinde + Spitze Feingewinde + Zapfen	Feingewinde + Zapfen	Feingewinde + Zapfen	Feingewinde + Zapfen

**Tabelle 7.8:** Bohrlochdurchmesser  $d_L$  in Abhängigkeit von der Bauteildicke der Unterkonstruktion  $t_{II}$

### 7.3.4.3 Unterkonstruktion aus Holz

Die Verwendbarkeit genormter Holzschrauben in Unterkonstruktionen aus Holz ist in DIN 1052 geregelt. Für die Ermittlung der Beanspruchbarkeit ist unter anderem die Einschraubtiefe des Gewindes in die Unterkonstruktion maßgebend, wobei die Mindesteinschraubtiefe mindestens das Vierfache des Gewindedurchmessers betragen muß.

Hinsichtlich der Verwendbarkeit nicht genormter gewindeformender Schrauben wurden durch Überarbeitung der bauaufsichtlichen Zulassung Z-14.1-4 Festlegungen getroffen, mit denen eine praxisgerechte Auswahl und Bemessung dieser Verbindungselemente sichergestellt werden sollen.

Für kurzzeitig einwirkende Lasten (z. B. Windsog) dürfen bei Unterkonstruktionen aus Holz der Sortierklasse  $\geq S 10$  die Tragfähigkeitswerte von gewindeformenden Schrauben der angegebenen Durchmesser für Versagen der Unterkonstruktion gemäß nachstehender Tabelle ermittelt werden:

$d_G$ [mm]	$Z_{H,k}$ [kN]	max $Z_{H,k}$ [kN]	$Q_{H,k}$ [kN]	max $Q_{H,k}$ [kN]
5,5	$0,0495 \cdot s$	$\leq 3,27$	$0,029 \cdot s$	$\leq 1,28$
6,0	$0,054 \cdot s$	$\leq 3,89$	$0,032 \cdot s$	$\leq 1,54$
6,3	$0,0565 \cdot s$	$\leq 4,27$	$0,0335 \cdot s$	$\leq 1,69$
6,5	$0,0585 \cdot s$	$\leq 4,56$	$0,0345 \cdot s$	$\leq 1,79$

**Tabelle 7.9:** Tragfähigkeitswerte gewindefurchender Schrauben in Holz  
(mit  $s$  = Einschraubtiefe in mm bei Bohrschrauben abzüglich Länge der Bohrspitze)

Bei Holzschrauben ist die Unterkonstruktion auf die Länge des Gewindeteils in Holz mit dem 0,7-fachen des Gewindedurchmessers vorzubohren. Gewindefurchende Schrauben mit einem Durchmesser von 6,5 mm, die nach der Zulassung Z-14.1-4 für eine Verwendung in Holzunterkonstruktionen geeignet sind, werden in der Regel mit einem Durchmesser von 4,8 mm vorgebohrt, sofern auf dem jeweiligen Anlageblatt der Zulassung nichts anderes festgelegt ist. Ist dieser passende Bohrer nicht verfügbar, wird empfohlen, einen Bohrer  $\varnothing$  4,5 mm zu verwenden.

Bei der Verwendung von zugelassenen Bohrschrauben entfällt das Vorbohren, allerdings gelten Bohrschrauben hinsichtlich ihrer Randabstände im Sinne der Holzbaunorm als nicht vorgebohrt.

## 7.4 Unterkonstruktion

### 7.4.1 Allgemeines

Als Unterkonstruktion für die Verlegung von Aluminium-Profiltafeln eignen sich Profile aus Stahl, Aluminium oder auch Holz. Bei Unterkonstruktionen aus Beton sind grundsätzlich ausreichend verankerte durchgehende Einlegeteile aus Metall bzw. Holz einzusetzen. Der Kontakt der Aluminium-Profiltafeln mit der Beton-Unterkonstruktion ist zu vermeiden.

Zum Ausgleich der üblichen Bauleranzen sind bei Wandbekleidungen justierbare Metallunterkonstruktionen zu verwenden.

Die Unterkonstruktion ist vor der Verlegung der Aluminium-Profiltafeln hinsichtlich Ebenheiten, Winkligkeit, Dachneigung, Flucht und Lot, Pfetten- bzw. Riegelabständen und -maßen, Auflagerbreiten sowie Durchbrüchen, Wechsel u. ä. zu kontrollieren. Abweichungen sind schriftlich zu beanstanden.

Querschnitt und Abmessungen sowie Abstände der Unterkonstruktion sind nach statischen Erforder-

nissen festzulegen. Darüberhinaus können jedoch bei der Wahl der Abstände gestalterische Gesichtspunkte mitbestimmend und eventuell ausschlaggebend sein.

## 7.4.2 Auflagerbreiten

Die Auflagerbreiten von Pfetten für Aluminium-Trapezprofiltafeln sind nach Mittelaufleger und Endaufleger zu unterscheiden.

Mittelaufleger haben in der Regel eine Mindestbreite von 60 mm und Endaufleger eine Mindestbreite von 40 mm haben. Bei Unterschreitung dieser Mindestbreiten sind die zulässigen Auflagerkräfte entsprechend abzumindern, z. B. durch Berechnung nach DIN 18807 Teil 6 oder gemäß der Typenblätter der Hersteller.

## 7.4.3 Korrosion

### 7.4.3.1 Kontaktkorrosion und Schutzmaßnahmen

Stehen unbeschichtete Aluminiumbauteile in direktem Kontakt mit Unterkonstruktionen aus anderen Werkstoffen, besteht keine Gefahr einer Kontaktkorrosion in folgenden Fällen:

- bei dauerhaft korrosionsgeschützten Bauteilen, die z. B. verzinkt oder beschichtet sind,
- bei unbehandelten oder mit verträglichen (z. B. öligen) Holzschutzmitteln behandelten Holzbauteilen oder
- bei beschichteten Beton- oder Stahlbetonteilen.

In allen anderen Fällen sind entkoppelnde Zwischenschichten als Schutzmaßnahmen anzuordnen, z. B. Kunststoff-Folien, Bitumenbahnen oder bituminöse Anstriche. Diese Maßnahmen dürfen entfallen, wenn die Aluminiumbauteile beschichtet sind. Bei Kontakt mit anderen metallenen Werkstoffen, so z. B. mit Anschlußteilen und Verbindungselementen, ist auf ihre Verträglichkeit mit den Aluminium-Profiltafeln zu achten. Anhaltspunkte dafür gibt die nachstehende Tabelle.

Werkstoffpaarung	Land	Atmosphäre Stadt / Industrie	Seenähe
Zink	Unbedenklich	Unbedenklich	Unbedenklich
Nichtrostender Stahl	Unbedenklich	Unbedenklich	Unbedenklich <sup>1)</sup>
Blei	Unbedenklich	Unbedenklich	Bedenklich
Ungeschützter Stahl	Bedenklich	Bedenklich	Bedenklich
Kupfer	Bedenklich	Bedenklich	Bedenklich

<sup>1)</sup> Dies gilt nur für gewindeformende Schrauben und Blindniete aus nichtrostendem Stahl, wenn eine Elektrolytbildung auszuschließen ist

**Tabelle 7.10:** Gefahr der Kontaktkorrosion für unbeschichtete Aluminium-Profiltafeln beim Zusammenbau mit Zubehörteilen aus anderen Metallen

---

Frischer Beton, Kalk und Zementmörtel haben einen pH-Wert von etwa 12 und greifen die Oberfläche von Aluminium und Aluminiumlegierungen massiv an. Während der Aushärtephase geht der pH-Wert nur langsam zurück. Die Angriffsgeschwindigkeit läßt mit der Zeit nach, sodaß der Angriff mit erfolgter Abbindung zurückgeht und nach etwa 6 bis 12 Wochen stagniert.

Gegenüber ausgehärtetem und trockenem Beton, Kalk- und Zementmörtel, Gips, Estriche ist Aluminium beständig.

Besteht nun die Möglichkeit, daß während der Nutzung der Beton, Estrich o.ä. durch z. B. Tauwasser Feuchtigkeit aufnimmt, so wird wiederum Alkalität an die Kontaktfläche transportiert, so daß die Korrosion fortschreitet und nicht zum Stillstand kommt. Ebenso kritisch sind Spalte zwischen Beton und Aluminium bei ständiger Feuchtigkeit zu betrachten.

Schäden können in diesen Fällen durch eine Beschichtung der Aluminiumoberfläche mit Bitumen und auf Epoxid-Harz-Teer-Basis vermieden werden. Auch geeignete Anstrichsysteme können diese Isolierwirkung leisten, wenn ein dekoratives Aussehen gewünscht wird.

#### **7.4.3.2 Korrosionsschutz der Unterkonstruktion**

Der Korrosionsschutz der Unterkonstruktion (nicht Kontaktkorrosion) ist keine spezielle Problematik bei der Verwendung von Aluminium-Trapezprofilen und wird deshalb in diesem Normteil auch nicht behandelt. Er richtet sich nach den Festlegungen von DIN 18807 Teil 1 oder von DIN 18516 Teil 1 "Aussenwandbekleidungen, hinterlüftet". Zur Frage, welche Norm anzuwenden ist, geben der jeweilige Norm-Anwendungsbereich sowie zusätzliche Festlegungen in den Einführungserlassen Auskunft. Eine umfassende Erläuterung hierzu enthält auch Kapitel 2 "Normative Verweisungen".

Verkürzt und zusammengefaßt gilt DIN 18807 für die Unterkonstruktion von Trapezprofilen nur insoweit, wie die Unterkonstruktion aus Stahl besteht und Bestandteil einer mehrschaligen raumabschließenden Trapezprofil-Konstruktion ist. Für die Unterkonstruktion der Außenschale (in diesem Fall die Zwischenkonstruktion) ist der erforderliche Korrosionsschutz in DIN 18807 Teil 1 festgelegt: Hiernach ist bei trockenen, überwiegend geschlossenen Räumen im Dach Korrosionsschutzklasse K II und in der Wand Korrosionsschutzklasse K I für die Unterkonstruktion der Aussenschale ausreichend. Bei Räumen mit hoher Feuchtebelastung ist die Zwischenkonstruktion sowohl im Dach als auch in der Wand mit einem Korrosionsschutzsystem der Klasse K III auszuführen. Die Einteilung der Korrosionsschutzklassen richtet sich nach DIN 55 928 Teil 8. (Die aktuelle Korrosionsschutznorm DIN EN ISO 12944 behandelt keine dünnwandigen Bauteile mit Blechdicken bis 3 mm und trifft daher in der Regel nicht zu.) Die Korrosionsschutzklasse K I wird von Bauteilen mit einer Zinkauflage der Gruppe Z 275 (ca. 20 µm je Seite, entsprechen insgesamt 275 g/m<sup>2</sup>) erreicht, für K II ist eine zusätzliche organische

---

Bandbeschichtung (z. B. 10 µm Rückseitenschutzlack) erforderlich. In die Korrosionsschutzklasse K III werden Beschichtungssysteme nach entsprechender Prüfung aufgenommen. Beispiele für Korrosionsschutzsysteme der Klasse K III sind die Kombination aus 20 µm Bandverzinkung und einer zusätzlichen Bandbeschichtung von 25 µm Polyester oder 25µm PVDF oder 100 µm PVC-Plastisol. Gleichfalls der Klasse K III zuzuordnen sind Bauteile mit einem Aluminium-Zink-Überzug AZ 185 (25 µm je Seite entsprechend insgesamt 185 g/m<sup>2</sup>) ohne zusätzliche organische Beschichtung. Weitere Korrosionsschutzsysteme der Klasse K III sind in Tabelle 3, DIN 55 928 Teil 8 angegeben, wobei diese Angaben nur für bandbeschichtete Bauteile gelten. Bei Stückbeschichtung werden andere Beschichtungsstoffe eingesetzt, außerdem gelten größere Mindestschichtdicken (siehe DIN 55 928 Teil 8). Wichtig für den Planer/Anwender ist, daß nur nachweislich geprüfte Korrosionsschutzsysteme aus metallischem Überzug und ggf. zusätzlicher organischer Beschichtung entsprechender Dicke der Korrosionsschutzklasse K III zugeordnet sind.

Zwischenkonstruktionen aus Aluminium – in der Regel werden hierfür Strangpreßprofile aus EN AW-6060 (AlMgSi<sub>0,5</sub>) oder Kantteile aus EN AW-5754 (AlMg<sub>3</sub>) verwendet – bedürfen, sofern nicht mit einer außergewöhnlichen Korrosionsbelastung zu rechnen ist, keines besonderen Korrosionsschutzes, da die natürliche Oxidschicht einen hinreichenden Korrosionsschutz darstellt.

Die Unterkonstruktion der Innenschale von mehrschaligen bzw. die Unterkonstruktion einschaliger Dach- und Wandkonstruktionen ist Bestandteil des Tragwerks und entsprechend gegen Korrosion zu schützen. Diese Bauteile sind nicht Gegenstand der DIN 18 807.

Sofern Aluminium-Profiltafeln als vorgehängte Außenwandbekleidung eingesetzt werden, gilt für die Unterkonstruktion – und damit auch für deren Korrosionsschutz – DIN 18 516 Teil 1 als übergeordnete Norm, wie in DIN 18 807 Teil 1, Abschnitt 1 festgelegt ist. Für Unterkonstruktionen aus Aluminium (Spezifikation der Legierungen siehe DIN 18 516 Teil 1, Abschnitt 7.2.2) ist kein Korrosionsschutz erforderlich, sofern deren Wanddicke mindestens 1,6 mm beträgt. Bei kleineren Wanddicken ist ein Korrosionsschutz nach DIN V 4113 Teil 3, Abschnitt 10 vorzusehen oder es ist ein besonderer Nachweis zu führen. Die marktgängigen Unterkonstruktionen sind jedoch zumeist in Dicken von mindestens 1,6 mm konzipiert, so daß in der Praxis Aluminium-Unterkonstruktionen ohne zusätzlichen Korrosionsschutz eingesetzt werden.

Unterkonstruktionen aus Stahl (Stahlsorten nach DIN EN 10025) dürfen gemäß DIN 18 516 Teil 1 ohne besonderen Nachweis verwendet werden, wenn ihre Blechdicke mindestens 3 mm beträgt und wenn sie mit einem der dort genannten Korrosionsschutzsysteme nach DIN EN ISO 12944 Teil 5 geschützt sind. Diese Art von Stahl-Unterkonstruktionen ist jedoch aufgrund des großen Gewichts in der Praxis nur selten anzutreffen. In der Regel werden dünnwandige kaltgeformte Profile mit Blechdicken ab 1,0 mm verwendet, die entsprechend DIN 55 928 Teil 8 mit einem Korrosionsschutzsystem der

---

Klasse K III – bestehend aus einem metallenen Überzug und ggf. zusätzlicher organischer Beschichtung – versehen sind. Details zu den möglichen Korrosionsschutzsystemen K III siehe oben bei „Zwischenkonstruktionen von mehrschaligen Trapezprofil-Konstruktionen“.

Die in DIN 18 516 Teil 1 weiterhin genannten Unterkonstruktionen aus nichtrostenden Stählen oder aus Kupfer haben im Zusammenhang mit Aluminium-Profiltafeln keine praktische Bedeutung und werden deshalb hier nicht weiter behandelt. Insbesondere die Verwendung von Kupfer als Unterkonstruktion für Aluminium-Profiltafeln verbietet sich wegen der Gefahr der Kontaktkorrosion.

#### **7.4.4 Verankerung im Beton**

Bei der Verbindung von Aluminium-Profiltafeln mit Betonunterkonstruktionen sind Einlegeteile, wie z. B. Profilschienen oder Holz im Beton vorzusehen.

Die Einbauteile schließen mit ihrer Oberkante bündig zur Betonoberkante ab. Im Regelfall handelt es sich um U-förmige Profilschienen mit eingelegten Hartschaumstreifen, die mit ihrer offenen Seite im Beton eingebettet werden.

Eine Verbindung von Aluminium-Profiltafeln mit in Beton verankerten Flachstählen ohne Freiraum darunter ist nicht zulässig, da auf eingelegten Flachstählen eine Befestigung nur mit Setzbolzen möglich wäre und die Verwendung von Setzbolzen für die Befestigung von Aluminium-Profiltafeln nicht zugelassen ist.

Bei der Verwendung von Schrauben zur Verbindung von Aluminium-Profiltafeln mit U-förmigen Einlegeteilen aus Stahl muß darunter ein Freiraum von ca. 20-25 mm vorhanden sein, in den der Gewindefang oder die Bohrspitze eintauchen können.

Bei der Verwendung von Einlegeteilen aus Holz ist zu beachten, daß die Mindestschraubtiefen in Holz nach DIN 1052 respektive allgemeine Bauaufsichtliche Zulassung Z-14.1-4 eingehalten werden. Für die Praxis erweisen sich Holzdicken von 40 mm als vertretbare Untergrenze. Um die Tragfähigkeit der Schrauben voll auszunutzen, sind Holzdicken von 80 mm erforderlich.

#### **7.4.5 Dünnwandige Unterkonstruktionen**

Bei Verwendung von unsymmetrischen dünnwandigen Unterkonstruktionen (z. B. kaltgeformten Stahlprofilen) sind eventuell notwendige Abminderungen der übertragbaren Kräfte der Verbindungen zu berücksichtigen.

Häufig werden Aluminium-Profiltafeln als Bekleidungen von Wänden auf horizontal verlegten Kassetten verwendet. In der Regelausführung werden die Profiltafeln senkrecht zu den Kassetten angeordnet, wobei sich der Abstand der Verbindungselemente nach den Bemessungsunterlagen der Kassetten

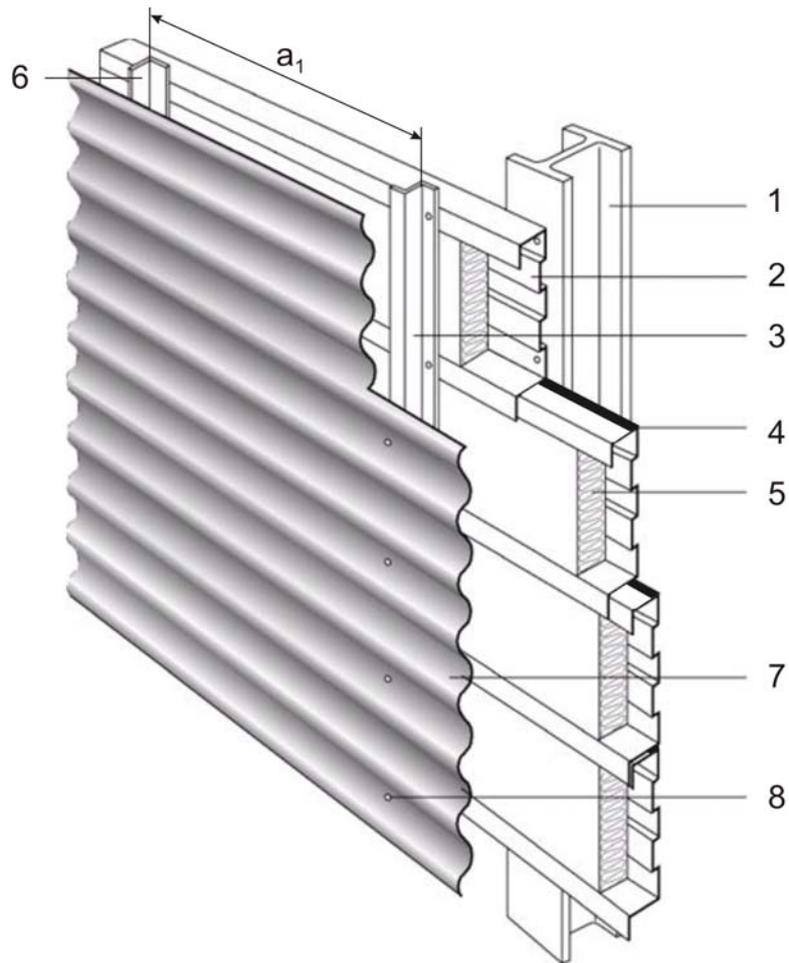
---

(Zulassung, allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis) richtet. Für den Fall, daß die Profiltafeln ebenfalls horizontal angeordnet werden sollen, sind senkrecht verlaufende Aussteifungsprofile aus Aluminium oder Stahl notwendig, die zwei Aufgaben erfüllen müssen. Sie bilden einerseits die Unterkonstruktion der Profiltafeln und dienen andererseits als Aussteifung für die schmalen Gurte und Stege der Kassetten. Deshalb richten sich ihre Abstände nach beiden Kriterien.

Im Regelfall sind die Abstände der senkrechten Aussteifungsprofile kleiner als die zulässigen Abstände  $a_1$  der seitliche Stützungen für die Kassettenobergurte nach den Zulassungen bzw. nach DIN 18807 Änderung A11 zu den Teilen 1-3 zu wählen. Sollen die zulässigen Stützweiten der Profiltafeln, die im allgemeinen größer als  $a_1$  auf nachfolgendem Bild sind, ausgenutzt werden, müssen weitere Aussteifungsprofile eingebaut werden. Sollen diese zur Vermeidung weiterer Wärmebrücken nur mit den Kassetten und nicht mit den Profiltafeln verbunden werden, ist darauf zu achten, daß die zusätzlichen Aussteifungsprofile mit anderen „Festpunkten“, z. B. einer Sockelschiene oder dem Traufriegel, verbunden sind. Werden Flachstähle (Blechstreifen) als zusätzliche Aussteifung verwendet, sind diese an beiden Enden mit „Festpunkten“ zu verbinden. Bei Verwendung von drucksteifen Profilen, z. B. Blechwinkel (siehe nachfolgendes Bild), genügt die Verbindung mit einem „Festpunkt“.

Auf die Verwendung von zusätzlichen Aussteifungsprofilen kann verzichtet werden, wenn die Abnahme der Tragfähigkeit der Kassetten bei größeren Stützungsabständen rechnerisch berücksichtigt wird oder Kassetten gewählt werden, für die Tragfähigkeitswerte ohne Außenschale ermittelt wurden.

Näheres zu Aussteifungsprofilen ist dem einschlägigen Schrifttum zu entnehmen (z. B. Abschnitt 11.5).



- 1 - Gebäudestütze
- 2 - Stahlkassetten
- 3 - Distanzprofil
- 4 - vorkomprimiertes Dichtband
- 5 - Dämmung
- 6 - zusätzliches Aussteifungsprofil
- 7 - Wellprofil
- 8 - Verbindungselement

**Bild 7.31:** Konstruktionsbeispiel: Kassettenwand mit horizontal verlegtem Wellprofil und zusätzlichen zug- und drucksteifen Kant-Profilen zur Aussteifung der Kassettenurte (Prinzip)

---

#### 7.4.6 Unterkonstruktionen aus Holz

Gemäß dem Stand der Technik und der Qualität der eingesetzten Produkte für die Verbindung der Profiltafeln mit der Unterkonstruktion aus Holz ist es möglich, die Verbindung im Obergurt oder Untergurt der Profiltafeln anzuordnen und eine regendichte Verbindung herzustellen.

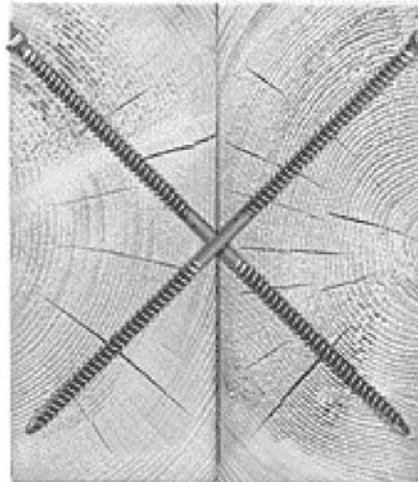
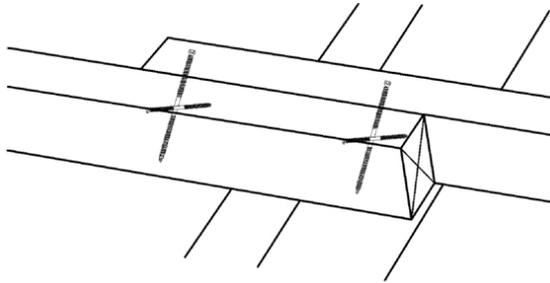
Bei einer Verbindung im Untergurt ist zu beachten:

- Werden keine Bohrschrauben verwendet oder gewindefurchende Schrauben oder Holzschrauben nicht vorgebohrt oder gar eingeschlagen, dann kommt es in relativ kurzer Zeit zu einer undichten Verbindung und damit zum Zerstören des Muttergewindes im Holz, da die Holzfasern durch das unsachgemäße Eintreiben der Schrauben gespannt und die Schrauben durch die feuchtigkeitsbedingten Quell- und Schwindbewegungen des Holzes wieder ausgetrieben werden. Die Verbindung wird undicht und lose.
- Da in den Untergurten der Trapezprofile mehr Niederschlagswasser abläuft als auf den Obergurten, so besteht die Gefahr – falls auch nur eine von vielen Verbindungen undicht werden sollte – daß an dieser undichten Stelle das im Untergurt wie in einer Rinne abfließende Niederschlagswasser in das Dach hineinläuft. Wäre diese Undichtigkeit im Obergurt, also außerhalb der wasserführenden Schicht, dann gelangten höchstens einige Tropfen Niederschlagswasser in das Dach.

Zur Minimierung dieser Risiken ist die Anordnung der Schrauben im Untergurt mit den in der Norm festgelegten Voraussetzungen eingeschränkt. Die Dicke und Shore-Härte der EPDM-Dichtung sind dort ebenso definiert wie die Größe des Durchmessers der Dichtscheiben. Bei Verwendung von Wellprofilen ist darauf zu achten, daß die Dichtscheibe nicht zwischen den aufsteigenden Wellenbergern eine Brücke bildet und die EPDM-Dichtung außer Kraft gesetzt wird. Deshalb sind der Durchmesser der Scheibe und die Dicke der EPDM-Unterlage der Wellenform anzupassen. Sie sind eine Hilfestellung zur Erfüllung der Forderung nach einer besonderen Sorgfalt beim Setzen der Schrauben.

Bei einer Verbindung im Obergurt ist zu beachten, daß die Obergurte nicht eingedellt oder die Rippen zusammengedrückt werden dürfen. Das kann ebenfalls zu Undichtigkeiten oder erkennbaren Höhenunterschieden bis zum Verlust von Tragfähigkeit führender Profilrippen führen. Deshalb ist unbedingt mit Tiefenanschlag zu arbeiten, der sehr genau eingestellt sein muß.

Werden als Unterkonstruktion Koppelpfetten eingesetzt, die gemeinhin zum Verdrehen neigen, so kann dieser Effekt eingeschränkt werden, indem durch fachwerkartige Anordnung von Spezialschrauben mit Doppelgewinde (z. B. SFS WT-T-8,2 mit Zulassung-Nr. Z-9.1-472) Verwerfungen in der Dachebene verhindert werden (siehe nachstehende Abbildungen).



**Bild 7.32:** Verbindung von Koppelfetten mittels Spezialschrauben mit Doppelgewinde

#### 7.4.7 Wärmeausdehnung

Temperaturbedingte Längenänderungen sind zu berücksichtigen. Der thermische Ausdehnungskoeffizient von Aluminium ist im betrachteten Temperaturbereich mit  $24 \times 10^{-6} /K$  anzusetzen. Bei einer angenommenen Temperatur von  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  bei der Verlegung der Profiltafeln ergibt sich daraus im Sommer ( $+ 80 \text{ }^\circ\text{C}$ ) eine Verlängerung von  $1,5 \text{ mm/m}$  Tafellänge und im Winter ( $- 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ) eine Verkürzung von  $1 \text{ mm/m}$  Tafellänge. Da jedoch auch die benachbarten Bauteile Temperaturschwankungen ausgesetzt sind und die Unterkonstruktionen in der Regel Verformungen aufnehmen können, ist ein Bewegungsspiel von  $\pm 0,5 \text{ mm/m}$  Konstruktionslänge anzusetzen. Sind diese Voraussetzungen nicht gegeben, muß mit den Maximalwerten gerechnet werden.

Dazu können noch die Längtoleranzen aus der Fertigung der Profiltafeln kommen.

Aus diesen Gründen ist bei der Verwendung von Aluminium-Profiltafeln als Wandbekleidung an Lisenen, Fensterlaibungen, Türzargen o. ä. bei der empfohlenen Tafellänge von maximal  $6 \text{ m}$  ein Mindestabstand der Profiltafelenden zu den anderen Konstruktionsteilen von mindestens  $5 \text{ mm}$  vorzusehen.

Werden lange Profiltafeln durch Überlappung gestoßen, ist mit Abschürfungen an den Oberflächen in der Größe der Längenänderungen zu rechnen. In diesen Stößen angeordnete Verbindungen können zerstört werden (z. B. durch Langlochbildung).

#### 7.4.8 Sicherung gegen Biegedrillknicken

Hier ist im Unterschied zu DIN 18807 Teil 8 nur erläutert, in welchen Fällen aufgrund ausreichender aussteifender Wirkung der Profiltafel kein Biegedrillknicknachweis für die Stahlunterkonstruktion erfor-

derlich ist. Die Bedingungen für die Entbehrlichkeit des Biegedrillknicknachweises sind im Wesentlichen konstruktiver Art. Daher ist ihre Angabe hier im Teil 9 angebracht.

Die Beschreibung der Bedingungen ist im Teil 9 klarer als im Teil 8, aber nicht ganz vollständig. Sie werden daher hier als Zusammenfassung aus Teil 8 und Teil 9 aufgelistet.

Wenn folgende Bedingungen eingehalten sind, ist kein Biegedrillknicknachweis für die Stahlunterkonstruktion erforderlich:

- Stahlträger mit I-förmigem Querschnitt ( $f_{y,k} \leq 360 \text{ N/mm}^2$ ).
- Direkte Verbindung der Profiltafeln mit den Stahlträgern (Pfetten), d.h. keine zwischenliegende Wärmedämmung, mindestens in jeder 2. Rippe fest, d.h. keine L-Haken und andere Obergurtbefestigungen sowie keine Schiebegarnituren.
- Abtragung des Dachschubes durch zumindest eine in Feldmitte angeordnete Zugstange oder Druckstrebe oder Nachweis der Abtragung über die Profiltafel.

Dachneigung	Trägerhöhe	max Feldlänge
$\leq 6,8^\circ$ (12%)	$\leq 180 \text{ mm}$	$\leq 10 \text{ m}$
$\leq 16,7^\circ$ (30%)	$\leq 100 \text{ mm}$	unbegrenzt

**Tabelle 7.11:** max. Feldlänge in Abhängigkeit von Trägerhöhe und Dachneigung

Sind die genannten Voraussetzungen erfüllt, so darf der Stahlträger ohne Biegedrillknicknachweis auf einachsige Biegung bemessen werden. Sofern die für den Träger erforderlichen  $b/t$ -Verhältnisse eingehalten sind, kann dieser Nachweis auch nach dem Traglastverfahren erfolgen.

Bezüglich weiterer Einzelheiten zur Stabilisierung der Unterkonstruktion sei auf die Erläuterungen zu DIN 18807 Teil 8 verwiesen.

#### 7.4.9 Dachschub

Der bei geneigten Dächern aus Schnee und Eigengewicht resultierende Dachschub muß sicher in die Unterkonstruktion abgetragen werden. Bei den im Regelfall wegen der Entwässerung vom First zur Traufe spannenden Profiltafeln wird dies vorzugsweise durch geeignete Befestigung am First erreicht. Der First kann als Festpunkt mit Untergurtbefestigung der Profiltafeln ausgebildet werden oder die Profiltafeln beider Dachhälften werden zur Aufnahme des Dachschubs durch ein Firstblech miteinander verbunden. Die bei diesen Ausbildungen auftretenden Beanspruchungen (Zug in der Profiltafel, Querkraft im Verbindungselement am First) sind im allgemeinen so klein, daß sich ein Nachweis erübrigt. Die im Dach wegen der Regendichtheit oft verwendeten Verbindungen im Obergurt sind zur Abtragung des Dachschubs nur bedingt geeignet. Zu beachten ist, daß Obergurtverbindungen nur gerin-

---

ge Schubkräfte übertragen können. Bei großer Obergurtbreite besteht die Gefahr, daß der Obergurt durch die Schraube eingebeult wird. Wird der Dachschub an der Traufe abgetragen, so sind die Profiltafeln nach DIN 18807 Teil 8 nachzuweisen.

Grundsätzlich gelten diese Überlegungen auch für die Abtragung des Eigengewichts der Wand. Da hier aber aus gestalterischen Gründen die Befestigung im anliegenden Gurt die Regel und die abzutragende Last im allgemeinen gering ist, kann, soweit dies zutrifft, auf einen Nachweis verzichtet werden.

## **7.5 Schubfeld**

Aus Trapezprofilen und der zugehörigen Unterkonstruktion gebildete Schubfelder (siehe Abbildung in DIN 18807 Teil 9) dienen zur Aussteifung von Dächern und Wänden, indem sie an die Stelle von sonst üblichen Verbänden treten. Dabei ersetzen die Trapezprofile die Verbandsdiagonalen. Die in DIN 18807 Teil 3 bei Stahltrapezprofilen auf Dach- und Deckenkonstruktionen beschränkte Anwendung ist hier bei den Aluminium-Profiltafeln entfallen. Der Grund für die Beschränkung war die Befürchtung, daß bei Umbauten im Wandbereich durch Einbau von Toren, Türen und Fenstern die Schubfelder zerstört werden und dadurch das Gebäude instabil wird. Wenn bei den Aluminium-Profiltafeln die Einschränkung entfallen ist, so sollte doch die Begründung nicht aus dem Auge verloren werden. Dementsprechend wird dringend empfohlen, die Schubfelder deutlich zu kennzeichnen, um zu vermeiden, daß hier im Rahmen von Umbaumaßnahmen Durchbrüche ohne entsprechende Ersatzmaßnahmen eingebaut werden.

Die Kennzeichnung der Schubfeldbereiche ist zum einen im Verlegeplan als „Schubfeld“ und zum anderen in der ausgeführten Konstruktion durch gut sichtbare dauerhafte Hinweisschilder erforderlich. Der Text des Schildes muß darauf hinweisen, daß die Standsicherheit des gesamten Gebäudes gefährdet wird, wenn an Schubfeldern nachträglich Änderungen ohne statische Überprüfung vorgenommen werden.

Für Aluminium-Profiltafeln ist in DIN 18807 Teil 8 geregelt, daß beim Nachweis des Schubfeldes „...kleine Öffnungen z. B. für Dachentwässerung, Entlüftung, die nicht gehäuft angeordnet sein dürfen, deren Summe nicht mehr als 3% der Fläche zwischen benachbarten Randträgern beträgt und die die Anzahl der Verbindung nicht reduzieren....“ vernachlässigt werden dürfen. Darauf folgt auch, in welchem Umfang nachträglich kleinere Durchbrüche ohne statische Nachweise ausgeführt werden dürfen.

Im Gegensatz zur Regelung für Stahltrapezprofil in DIN 18807 Teil 3 ist bei den Aluminium-Trapezprofilen auch eine Verbindung der Trapezprofilquerränder mit den Randträgern in jedem zweiten anliegenden Gurt zulässig. Eine Sonderausführung wie bei den Stahltrapezprofilen ist nicht vorgesehen, da

---

bei der Nachweisführung für die Aluminium-Trapezprofile, die von der der Stahltrapezprofile abweicht, daraus kein Vorteil resultiert.

Bei zweischaligen Dach- oder Wandkonstruktionen können nur die Innenschalen, die unmittelbar auf der Unterkonstruktion aufliegen, als Schubfelder ausgebildet werden. Aluminium-Trapezprofilkonstruktionen werden nur selten als Schubfelder, die anstelle von Verbänden treten, ausgebildet, da meistens die für die Montage der Unterkonstruktion ohnehin erforderlichen Verbände auch für das fertige Gebäude bemessen und benutzt werden.

Die Schubsteifigkeit der Trapezprofile kann aber nach DIN 18800 Teil 2 zur Aussteifung einer kippgefährdeten Stahlunterkonstruktion (z. B. Pfetten) herangezogen werden. Bei ausreichender Schubfestigkeit gelten die Gurte, mit denen die Trapezprofile verbunden sind, als seitlich unverschieblich gehalten.

Der in DIN 18800 Teil 2 angegebene Hinweis bezüglich der Schubsteifigkeit auf DIN 18807 Teil 1 gilt auch für DIN 18807 Teil 8.



**Bild 7.33:** Hinweisschild für ein Schubfeld

## 7.6 Rinnen

Für Entwurf, Konstruktion und Wartung von Entwässerungsanlagen gelten folgende Normen:

- DIN EN 612 Hängedachrinnen mit Aussteifung der Rinnenvorderseite und Regenrohre aus Metallblech mit Nahtverbindungen
- DIN 1986 Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke  
Teil 3: Regeln für Betrieb und Wartung  
Teil 4: Verwendungsbereiche von Abwasserrohren und -formstücken verschiedener Werkstoffe

- 
- DIN EN 752
    - Teil 30: Instandhaltung
    - Teil 100: Zusätzliche Bestimmungen zu DIN EN 752 und DIN EN 12056
    - Berichtigung 1, Berichtigungen zu DIN 1986 Teil 100
    - Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden
    - Teil 1: Allgemeines und Definitionen
    - Teil 2: Anforderungen
    - Teil 3: Planung; Deutsche Fassung EN 752-3:1996
    - Teil 4: Hydraulische Berechnung und Umweltschutzaspekte;
    - Teil 5: Sanierung; Deutsche Fassung EN 752-5:1997
    - Teil 6: Pumpanlagen; Deutsche Fassung EN 752-6:1998
    - Teil 7: Betrieb und Unterhalt; Deutsche Fassung EN 752-7:1998
  - DIN EN 12056
    - Schwerkraftentwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden
    - Teil 1: Allgemeine und Ausführungsanforderungen
    - Teil 3: Dachentwässerung, Planung und Bemessung
  - DIN 18339
    - VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen
    - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV); Klempnerarbeiten
  - Fachregeln ZVSHK
    - Bemessung von vorgehängten und innenliegenden Rinnen.
    - Grundlagen der Rinnenberechnung

---

## **8 Bestimmungen für den Einbau**

### **8.1 Qualifikationsvoraussetzungen für die Arbeiten auf der Baustelle**

Der Einbau der Aluminium-Profiltafeln darf nur von Montagefirmen vorgenommen werden, die die dazu erforderlichen Fachkenntnisse besitzen.

#### **8.1.1 Qualifikation der Montagefirmen**

Qualifizierte Montagefirmen sind in der Lage, folgende Nachweise zu erbringen:

- Fachbezogene, ordnungsgemäße Zugehörigkeit zur Handwerkskammer oder zur Industrie- und Handelskammer (IHK),
- Unbedenklichkeitsbescheinigung der Berufsgenossenschaft, der gesetzlichen Krankenkassen und des Finanzamtes,
- Bescheinigung über ausreichenden Versicherungsschutz des Unternehmens,
- für firmenfremdes Personal eine behördliche Bescheinigung nach dem Arbeitnehmerüberlassungsgesetz,
- Nachweis über ausreichende Kenntnis in der Montage der Aluminium-Profiltafeln, z. B. durch eine Referenzliste, Schulungen
- Nachweis über ausreichend qualifiziertes Personal nach 8.1.2 bis 8.1.4.

#### **8.1.2 Qualifikation der Montageleitung**

Montagearbeiten von Aluminium-Profiltafeln müssen von Personen geleitet werden, die aufgrund ihrer fachlichen Eignung und Erfahrung deren vorschriftsmäßige Durchführung gewährleisten können. Fachliche Eignung und Erfahrung haben Personen, die aufgrund ihrer Ausbildung und bisherigen Tätigkeit umfassende theoretische und praktische Kenntnisse auf dem Gebiet des Bauens mit Aluminium-Profiltafeln haben und mit einschlägigen staatlichen Arbeitsschutzvorschriften, Unfallverhütungsvorschriften, Richtlinien und allgemein anerkannten Regeln der Technik vertraut sind.

Montagearbeiten leiten heißt, auch Maßnahmen zur Durchführung der Unfallverhütungsvorschriften anzuordnen (siehe auch Pflichtenübertragung nach §9 OWiG § 708 RVO).

Die Baustellen-Montageleitung sollte jährlich mindestens eine Fortbildungsmaßnahme besuchen.

#### **8.1.3 Qualifikation des Baustellen-Führungspersonals**

Montagearbeiten von Aluminium-Profiltafeln müssen von Personen beaufsichtigt werden (Aufsichtsführende), die ausreichende theoretische und praktische Kenntnisse und Erfahrungen besitzen, um deren arbeitssichere Durchführung beurteilen zu können.

---

Bauarbeiten beaufsichtigen heißt, die Durchführung angeordneter Maßnahmen zu überwachen. Ausreichende Kenntnisse und Erfahrung haben Personen, die aufgrund ihrer Ausbildung und bisherigen Tätigkeit mit der jeweils durchzuführenden Arbeit und den einschlägigen staatlichen Arbeitsschutzvorschriften, Unfallverhütungsvorschriften, Richtlinien und allgemein anerkannten Regeln der Technik vertraut sind.

Baustellen-Führungspersonen sollten jährlich mindestens eine Fortbildungsmaßnahme besuchen.

#### **8.1.4 Qualifikation des Baustellen-Fachpersonals**

Die Ausführung von Montagearbeiten mit Aluminium-Profiltafeln obliegt dem Fachmonteur. Er wird in seiner Tätigkeit durch den Montagehelfer unterstützt.

Der Fachmonteur weist eine abgeschlossene handwerkliche oder industrielle Ausbildung nach, der ein Berufsbild zugrunde liegt, das die Bearbeitung vorgefertigter Metallbauteile enthält; insbesondere als Fassadenbaumonteur, Klempner, Dachdecker, Schlosser, Metallbauer und Konstruktionsmechaniker, zuzüglich einer fachbezogenen Spezialausbildung. In Ausnahmefällen kann die Qualifikation des Fachmonteurs auch Personen zuerkannt werden, die durch mehrjährige Tätigkeit auf den Baustellen nachgewiesen haben, daß sie den Anforderungen eines Fachmonteurs auch ohne Absolvierung einer der o. a. Ausbildungen gerecht werden.

Der Montagehelfer ist im allgemeinen eine angelernte Kraft, die nach Einweisung und Anweisung durch den Baustellenleiter und den Fachmonteur einfache Montagearbeiten verrichtet.

### **8.2 Sicherheitstechnische Belange**

#### **8.2.1 Allgemein**

Bei der Montage von Aluminium-Profiltafeln sind die Unfallverhütungsvorschriften (UVV) der Berufsgenossenschaft zu beachten. Dies gilt insbesondere für die Unfallverhütungsvorschrift 43.0 Bauarbeiten (VBG 37), neueste Fassung, sowie für „Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Montage von Profiltafeln“, ZH 1/166<sup>2</sup>.

In diesen Regeln sind die Bestimmungen der VBG 37 „Bauarbeiten“<sup>3</sup> für die praktische Anwendung konkretisiert und aufbereitet worden. So gehört es u. a. zu den Pflichten des Unternehmers, dafür zu

---

<sup>2</sup> ZH-1-Sammelwerk. Zentrales Vorschriftenverzeichnis des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften e.V., Alte Heerstr. 111, Sankt Augustin. Neue Bezeichnung: BGR 122. Berufsgenossenschaft Regeln.

<sup>3</sup> VBG = Vorschriften der gewerblichen Berufsgenossenschaft. Die Unfallverhütungsvorschrift VBG 37 beinhaltet „Bauarbeiten“.  
Neue Bezeichnung für VBG 37: BGV C22. Berufsgenossenschaft Vorschriften. C = Gliederung A, B, C... nach Betriebsart / Tätigkeit.

---

sorgen, daß für die Montage von Profiltafeln an der Montagestelle eine schriftliche Montageanweisung vorliegt, die alle erforderlichen sicherheitstechnischen Angaben, einschließlich der vom Planer getroffenen Festlegungen, enthält. Die Angaben der Montageanweisung können auch in Verlege- und Ausführungsplänen enthalten sein. Der Unternehmer hat ferner darauf zu achten, daß persönliche Schutzausrüstung, z. B. Schutzschuhe, Schutzhandschuhe, Schutzhelme etc., vom Montage-Personal bestimmungsgemäß angewandt werden.

Vor Beginn der Montagearbeiten sind die erforderlichen Schutzvorrichtungen und Sicherungen gegen Absturz zu erbringen (Auffangvorrichtungen: z. B. Netze nach innen und Seitenschutz nach außen).

Strom ist von Baustromverteilern mit 30mA-Fehlerstromschutzschaltung zu entnehmen. Elektrowerkzeuge sind regelmäßig durch eine Elektrofachkraft zu überprüfen.

Es gehört zu den gesetzlichen Pflichten des Bauherrn, die Voraussetzungen an der baulichen Anlage zu erfüllen, damit der ausführende Unternehmer die ihm obliegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzpflichten erfüllen kann.

Personensicherung während der Montage:

- Werden Aluminium-Profiltafeln als Dachdeckung von zweischaligen Dächern verlegt, besteht eine unmittelbare Gefahr für einen Absturz nur an den Rändern der Verlegefläche, weil eine Tragkonstruktion bereits vorhanden ist. Deshalb sind hier die notwendigen Maßnahmen gegen Absturz im Einzelfall zu prüfen und einzubauen (Sicherungsleinen, -gurte, Schutzgerüste, Netze etc.).
- Befinden sich unter den Aluminium-Profiltafeln keine begehbaren Flächen (z. B. bei Verwendung als einschalige Dächer oder als untere Tragschale von zweischaligen Dächern), so ist für die vorgeschriebenen Absturzsicherungen (Auffangnetze, Anschlagpunkte, Absturzsicherungssysteme) und ihre Verankerung an tragfähigen Bauteilen zu sorgen.
- Bei böigem und starkem Wind sind die Montagearbeiten einzustellen.

Personensicherung nach der Montage:

- Ohne Nachweis nach DIN EN 795 „Schutz gegen Absturz; Anschlagvorrichtungen – Anforderungen und Prüfverfahren“ können Anschlagvorrichtungen (z. B. als Einzelanschlagpunkt oder für die Seilführung von Absturzsicherungssystemen) nicht unmittelbar auf Aluminium-Profiltafeln befestigt werden. Deshalb ist eine ausreichend tragfähige Verankerung mit der Tragkonstruktion (Binder, Stützen) notwendig.

Montage an der Wand:

- Hierfür sind ausreichend verankerte Standgerüste oder zugelassene Fahrgerüste in Abhängigkeit von der Montagehöhe einzusetzen.

- 
- Bei böigem und starkem Wind sind die Montagearbeiten einzustellen.

Profiltafeln:

- Geöffnete Pakete und einzelne Profiltafeln sind gegen Abheben durch Wind zu sichern.
- Ort des Verlegebeginns, Verlegerichtung und Befestigung ausgelegter Profiltafeln sind vorher festzulegen.
- Bei auskragenden Profiltafeln ist das hintere Auflager sofort nach dem Verlegen gegen Aufheben zu sichern.
- Dachausschnitte sind unter Absturzsicherung herzustellen und anschließend gegen Hineinstürzen von Personen zu sichern.

### **8.3 Übernahme der Vorgewerke**

Vor Montagebeginn sind die Vorgewerke hinsichtlich der für die Montage der Dach- und Wandkonstruktion notwendigen Voraussetzungen zu kontrollieren. Bei erkennbaren Mängeln an den Vorgewerken, die die Verlegearbeiten beeinträchtigen oder unmöglich machen, sind gemäß VOB Teil B §4 Ziff.3 schriftlich Bedenken anzumelden und auf die Konsequenzen hinzuweisen. Solche Mängel sind z. B.:

- über die gültigen DIN-Normen hinausgehende Maßabweichungen (DIN 18201 und DIN 18202),
- Abweichungen der Unterkonstruktion von den Planunterlagen hinsichtlich Werkstoffe (z. B. Aluminium, Stahl, Holz, Beton) und Abmessung,
- das Fehlen von sicherheitstechnischen Voraussetzungen.

### **8.4 Verlegetechnische Hinweise**

#### **8.4.1 Allgemeine Hinweise**

Das Verlegen der Profiltafeln hat nach den zum Objekt erstellten Verlegeplänen zu erfolgen. Alle darauf vermerkten Hinweise sind zu beachten. Änderungen sind nur in Abstimmung mit dem Planverfasser zulässig und entsprechend schriftlich festzuhalten.

Die Profiltafeln sind lotrecht und fluchtgerecht zu verlegen, um schiefe Anschlüsse und „Sägezahn“ zu vermeiden. Bei Dach- und Wandkonstruktionen, die keine Möglichkeiten des Toleranzausgleiches haben, sind Maßabweichungen, die sich aus der Unterkonstruktion in der fertigen Konstruktion abbilden, unvermeidlich. Hierauf ist der Auftraggeber ausdrücklich hinzuweisen.

Die Baubreiten der Profiltafeln sind gemäß Angabe der Norm im Mittel einzuhalten (Kontrollgröße: 3-4 Baubreiten). Nach Auslegen der Profiltafeln sind die Baubreiten zu prüfen, und es ist in Abstimmung mit dem Verlegeplan ein Rastermaß für die Verlegung festzulegen. Hierzu ist es zweckmäßig, drei bis vier Baubreiten zu verlegen, die gleichmäßig auszuschnüren und zu kontrollieren sind. Wandriegel,

---

die nicht durch zusätzliche Abhängungen ausgerichtet sind, müssen vor Montage durch geeignete Maßnahmen dauerhaft ausgerichtet sein. Dies gilt insbesondere bei Anschlüssen an Lichtband- und Fensterriegeln. Andernfalls sind Bedenken anzumelden.

Die Handhabung der Aluminium-Profiltafeln hat unter Berücksichtigung der Oberflächenausführung sorgsam zu erfolgen. Bei Beschichtungsstoffen mit Metallic-Effekt muß beim Verarbeiten auf die gleiche Verlegerichtung der Tafeln (Markierung auf der Rückseite beachten) geachtet werden. Wird die Verlegerichtung bei Metallic-Lacken nicht beachtet, kann dies zu Farbtonunterschieden zwischen einzelnen Tafeln je nach Betrachtungswinkel führen.

Werden Trenn- und Schleifarbeiten an den Stahlkonstruktionen ausgeführt, so sind die Aluminium-Profiltafeln gegen Funkenflug zu schützen.

Schutzfolien auf Oberflächen von Bauteilen sind gemäß Herstellervorschrift zu entfernen. Eventuelle Kleberückstände dürfen nur mit oberflächenverträglichen Reinigungsmitteln entfernt werden.

Aluminiumbauteile dürfen keinen Kratz- und Stoßbeanspruchungen ausgesetzt werden. Maurer-, Stuck-, Beton- und Putz- sowie Werkstein- und Plattenarbeiten sollten beendet sein, um eine Einwirkung von z. B. Kalk-, Mörtel-, Beton- und Zementspritzern auf die Oberfläche zu vermeiden. Diese Baumaterialien reagieren speziell während des Abbindens alkalisch und greifen die blanke Oberfläche an.

Bei beschichteten Aluminium-Profiltafeln kann die Oberfläche, je nach verwendetem Lack, ebenfalls geschädigt werden.

Kalk-, Mörtel- und Zementspritzer müssen sofort mit viel Wasser abgespült werden. Bei längerer Einwirkung kann eine Anätzung der blanken bzw. der beschichteten Oberfläche erfolgen.

Nach dem sorgfältigen Abspülen sind keine die Oberfläche beeinträchtigenden Reaktionen mehr zu erwarten. Es bleiben jedoch optische Unregelmäßigkeiten zurück.

Optische Unregelmäßigkeiten und mechanische Beschädigungen sind, wenn überhaupt, nur durch Ausbau der Teile mit den angegriffenen bzw. beschädigten Oberflächen und Abbeizen bzw. Entschichten, eventuelle mechanische Nachbehandlung der Oberfläche und erneute Beschichtung oder anodische Oxidation zu beheben. Beim Austausch der Teile besteht die Gefahr, daß Farbtonunterschiede zu den nicht ausgetauschten Teilen auftreten. Dies ist bei der Entscheidung für einen Ausbau zu bedenken.

Die optischen Beeinträchtigungen sind im Einzelfall sorgfältig zu beurteilen, da sie keine Beeinträchtigung der Funktionalität bedeuten, jedoch das dekorative Aussehen der Fassade bzw. des Daches

---

durch die zu erwartenden Farbtonunterschiede erheblich beeinträchtigen können.

#### **8.4.2 Lagesicherung der Profiltafeln**

Profiltafeln sind sofort nach dem Verlegen gegen Verschieben an den Auflagern zu sichern und an den seitlichen Überlappungen mit der benachbarten Profiltafel zu verbinden. Dies ist bei Dächern, insbesondere bei auskragenden Profiltafeln, sowohl hinsichtlich einer Absturzsicherung als auch hinsichtlich einer Sturmsicherung erforderlich, denn Gebäude im Montagezustand unterliegen infolge vorübergehend offener Wände oder Dächer häufig einer höheren Windbelastung als geschlossene Gebäude.

#### **8.4.3 Beschädigte Profiltafeln**

Beschädigte Profiltafeln (Risse, Knicke, Beulen, Knitterfalten etc.) dürfen nicht eingebaut werden. Auch die im Zuge der Montage bleibend verformten, verbeulten oder sonstwie örtlich oder im ganzen geschädigten Profiltafeln sind auszuwechseln, falls ihre Tragfähigkeit beeinträchtigt ist.

#### **8.4.4 Zuschnitt von Profiltafeln**

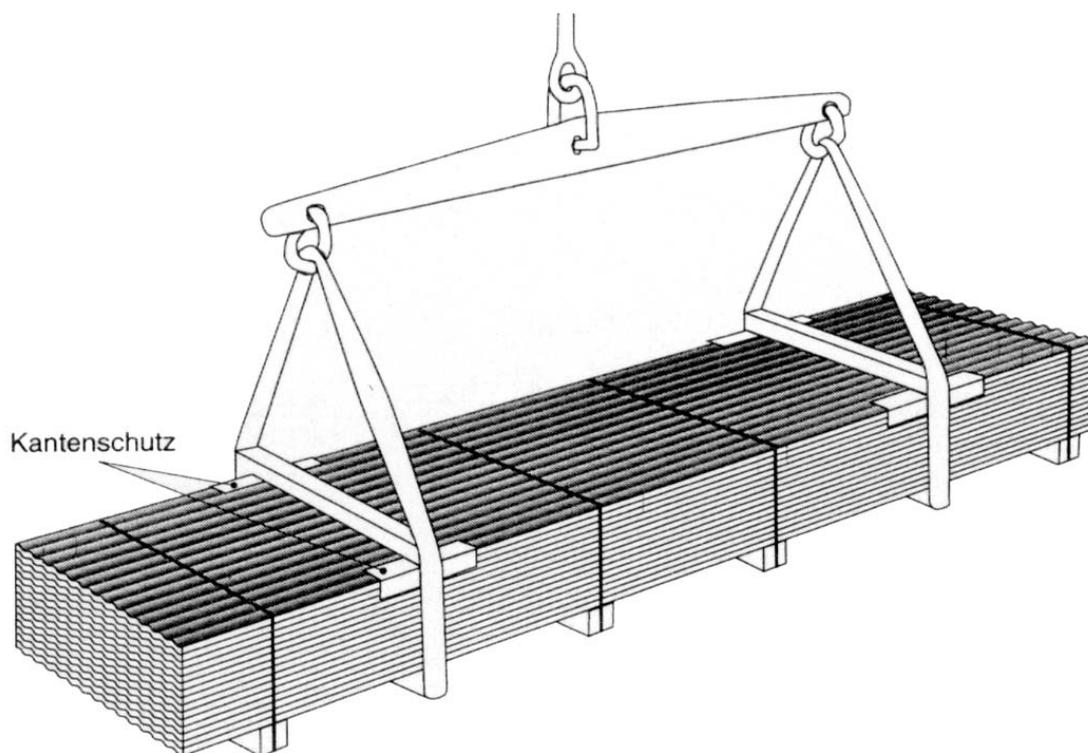
Trennarbeiten können mit Sägen (z. B. Handkreissäge mit mittlerer bis grober Zahnteilung) oder mit Spezialtrennscheiben, die für Aluminiumbleche geeignet sind, durchgeführt werden.

---

## 9 Transport

Es gilt die Regelung nach DIN 18807 Teil 9, wonach die Profiltafeln trocken transportiert werden müssen. Dies kann durch Transport in geschlossenen Fahrzeugen oder Abdeckung mit wasserundurchlässigen Planen erfolgen.

Die Entladung bzw. der Umschlag von Paletten mit Profiltafeln erfolgt in der Regel mittels Kran, Traverse, gummierten Hebebändern und Spreizvorrichtungen.



**Bild 9.1:** Palette mit Profiltafeln im Hebezeug

Stehen zur Entladung nur Stahlanschlagseile zur Verfügung, so müssen entsprechende Kantenschutzwinkel verwendet werden.

Kurze Profiltafeln bis 6 m Länge dürfen in Ausnahmefällen mit dem Stapler entladen werden.

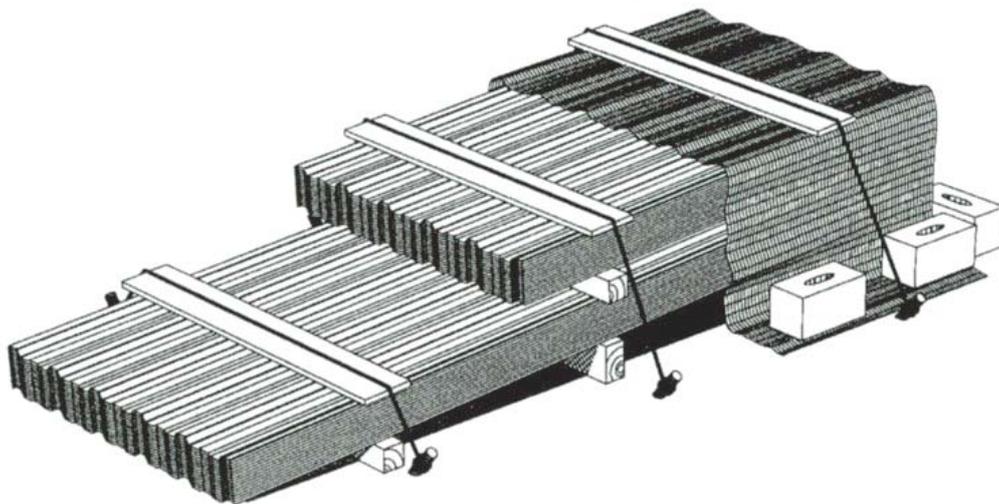
---

## 10 Lagerung

### 10.1 Allgemein

Die Lagerung der Profiltafeln muß so erfolgen, daß eine Tauwasserbildung innerhalb des Stapels vermieden wird, z. B. durch eine Lagerung auf einem überdachten Freilager, das nicht feucht oder warm sein darf oder öfteren Temperaturwechseln unterliegt.

Eine kurzzeitige Lagerung im Freien ist möglich, wenn die Profiltafeln durch geeignete Abdeckung vor Niederschlags- und Spritzwasser geschützt werden. Die Abdeckung muß jedoch luftdurchlässig und gegen Windangriff gesichert sein.



**Bild 10.1:** Kurzfristige Lagerung im Freien

Die Profiltafeln sollten auf Holzunterlagen mit unterschiedlicher Höhe gelagert werden, damit ein Gefälle entsteht. Sie dürfen keinesfalls direkt auf dem Boden lagern. Die Profiltafeln dürfen außerdem nicht mit Schmutz, feuchtem Mörtel oder Beton bzw. Kalk und Zement in Berührung kommen.

Besondere Sorgfalt ist bei der Lagerung von unbeschichteten Profiltafeln erforderlich. Transportverpackungen (z. B. Schrumpf- oder Stretchfolien) sind unverzüglich zu entfernen. Geöffnete Stapel bzw. Paletten sind gegen Windangriff zu sichern.

---

In dicht verpackten Blechstapeln oder straff aufgewickelten Bändern aus unbeschichtetem Aluminium, aber auch bei direkter Abdeckung der Blechstapel mit Planen oder Folien, kann man gelegentlich Fleckenbildung durch Tauwasser beobachten (Brunnenwasserschwärze). Die Ursache dieser Erscheinung ist zwar grundsätzlich bekannt, doch fehlen vielfach genaue Vorstellungen über deren Entstehung und Verlauf. Die Oberflächenverfärbungen (Brunnenwasserschwärze) stellen eine optische Beeinträchtigung dar und sind für die Bauteilfunktion selbst ohne Bedeutung. Diese Brunnenwasserschwärzung kann im Laufe der Zeit mit der Bewitterung, die eine Vergrauung der Aluminiumoberfläche bewirkt (oxidische Deckschichtbildung), teilweise kaschiert werden, wird aber sichtbar bleiben. Unter Gesichtspunkten der Korrosion sind die Wasseroxidhäute ein hervorragender Eigenkorrosionsschutz des Metalls mit dem Nachteil der optischen Beeinträchtigung, wenn eine uniforme Oberfläche vom Kunden erwartet wird und diese Flächen im Sichtbereich sind.

## **10.2 Entstehung und Ursachen von Tauwasserschäden**

Der stets in der Luft enthaltene Wasserdampf kondensiert an kälteren Oberflächen, sobald seine Taupunkt-Temperatur unterschritten wird. Diese Temperaturgrenze läßt sich bei Kenntnis der relativen Luftfeuchte und der zugehörigen Lufttemperatur leicht ermitteln. Tauwasserbildung setzt ein, wenn die Taupunktkurve mit 100% relativer Feuchte erreicht oder überschritten wird. So ergibt sich z. B. für einen Luftzustand mit 70% relativer Feuchte, bei einer Temperatur von 21°C, eine Taupunkt-Temperatur von 15°C, d. h. daß sich an einem vergleichsweise kalten Gegenstand bereits Tauwasser niederschlägt. In der Praxis tritt dieser Fall dann ein, wenn z. B. kaltes Transportgut nach der Ankunft in einem warmen und feuchten Raum gelagert wird. Der umgekehrte Fall, d. h. eine plötzliche Abkühlung der Außenluft bzw. ein plötzliches Ansteigen der Luftfeuchtigkeit bei gleichem Temperatur-Niveau (z. B. bei Gewittern) führt an den Außenflächen verpackter Metalle ebenfalls zu Kondenswasserbildung. Das Ausmaß der Tauwasserbildung innerhalb der Spalte eines Stapels ist dabei jedoch geringer. Dies beruht darauf, daß die warme Luft gegenüber der kalten fast immer einen höheren Dampfdruck besitzt. Der Wasserdampf wandert jedoch stets vom höheren zum niedrigeren Druckniveau, d. h. im vorliegenden Falle aus den Spalten des warmen Stapels in die abgekühlte Luft, wobei die Spalten austrocknen.

Bei Kondensationserscheinungen feuchtwarmer Luft an kalten Blechstapeln wirkt demgegenüber der Dampfdruckunterschied zwischen der warmen Außenluft und der in den Spalten eines kalten Stapels eingeschlossenen kalten Luft in Richtung einer vermehrten Kondensation in den Spalten. Dabei wird, solange bis ein Ausgleich des Dampfdruckgefälles bzw. des Temperaturniveaus erfolgt ist, der Wasserdampf der warmen Außenluft heftig in das Innere eines Stapels gesaugt. Auf diese Weise entstehen zwischen den Metalloberflächen dünne Flüssigkeitsfilme, die Teile der Oberfläche bedecken, während andere Bezirke frei bleiben. Unter den in den engen Spalten herrschenden extremen Bedingungen kommt es zwischen den mit Kondenswasser benetzten Stellen und den Randbezirken dieser Zonen sehr rasch zur Bildung elektrochemischer Potential-Differenzen und damit zu einem anodischen An-

---

griff.

Dieser führt im Anfangsstadium in den angegriffenen Bereichen zur Bildung von Anlauffarben, welche oft mit eingebrannten Ölresten verwechselt werden. Sobald der Spalt austrocknet, kommt der Angriff zum Stillstand, jedoch verursachen die zurückbleibenden Reaktionsprodukte vielfach ein intensives Aneinanderkleben der Oberflächen.

Sehr langsames Austrocknen einmal feucht gewordener Spalte fördert diese Vorgänge. Dies beruht darauf, daß dieselben Kapillarwirkungen, welche eine Kondensation begünstigen, die Wiederverdunstung verlangsamen. Hinzu treten noch geringe Dampfdruckunterschiede und mangelnde Luftkonvektion. Verpackte Halbzeuge, auf denen einmal Schweißwasser entstanden ist, bleiben deshalb auch in der Verpackung noch lange feucht, selbst wenn das Packmaterial außen bereits trocken erscheint.

---

## **11            Literatur**

### **11.1        Normen und Verordnungen**

DIN EN 485-2, Ausgabe:2004-09

Aluminium und Aluminiumlegierungen - Bänder, Bleche und Platten - Teil 2: Mechanische Eigenschaften; Deutsche Fassung DIN EN 485-2:2004

DIN EN 508 Teil 2, Ausgabe:2000-12

Dachdeckungsprodukte aus Metallblech - Festlegungen für selbsttragende Bedachungselemente aus Stahlblech, Aluminiumblech oder nichtrostendem Stahlblech - Teil 2: Aluminium; Deutsche Fassung

DIN 571, Ausgabe:1986-12

Sechskant-Holzschrauben

DIN EN 573 Teil 3, Ausgabe:2003-10

Aluminium und Aluminiumlegierungen - Chemische Zusammensetzung und Form von Halbzeug - Teil 3: Chemische Zusammensetzung; Deutsche Fassung DIN EN 573-3:2003

DIN EN 612, Ausgabe:2004-08

Hängedachrinnen mit Aussteifung der Rinnenvorderseite und Regenrohre aus Metallblech mit Nahtverbindungen; Deutsche Fassung pr DIN EN 612:2004

DIN EN 612, Ausgabe:1996-05

Hängedachrinnen und Regenfallrohre aus Metallblech - Begriffe, Einteilung und Anforderungen; Deutsche Fassung DIN EN 612:1996

DIN EN 752-1, Ausgabe:1996-01

Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden - Teil 1: Allgemeines und Definitionen; Deutsche Fassung EN 752-1:1995

DIN EN 752-2, Ausgabe:1996-09

Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden - Teil 2: Anforderungen; Deutsche Fassung EN 752-2:1996

DIN EN 752-3, Ausgabe:1996-09

Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden - Teil 3: Planung; Deutsche Fassung EN 752-3:1996

DIN EN 752-4, Ausgabe:1997-11

Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden - Teil 4: Hydraulische Berechnung und Umwelt-

---

schutzaspekte; Deutsche Fassung EN 752-4:1997

DIN EN 752-5, Ausgabe:1997-11

Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden - Teil 5: Sanierung; Deutsche Fassung EN 752-5:1997

DIN EN 752-6, Ausgabe:1998-06

Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden - Teil 6: Pumpsanlagen; Deutsche Fassung EN 752-6:1998

DIN EN 752-7, Ausgabe:1998-06

Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden - Teil 7: Betrieb und Unterhalt; Deutsche Fassung EN 752-7:1998

DIN EN 795, Ausgabe:1996-08

Schutz gegen Absturz - Anschlageneinrichtungen - Anforderungen und Prüfverfahren; Deutsche Fassung DIN EN 795:1996

DIN EN ISO 1043 Teil 1, Ausgabe:2002-06

Kunststoffe - Kennbuchstaben und Kurzzeichen - Teil 1: Basis-Polymere und ihre besonderen Eigenschaften (ISO 1043-1:2001); Deutsche Fassung DIN EN ISO 1043-1:2002

DIN 1055 Teil 1, Ausgabe:2002-06

Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1: Wichten und Flächenlasten von Baustoffen, Bauteilen und Lagerstoffen

DIN 1055 Teil 3, Ausgabe:2002-10

Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 3: Eigen- und Nutzlasten für Hochbauten

DIN 1055 Teil 4, Ausgabe:1986-08

Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten, Windlasten bei nicht schwingungsanfälligen Bauwerken

DIN 1055 Teil 5, Ausgabe:1975-06

Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten, Schneelast und Eislast

(Vornorm) DIN ENV 1187, Ausgabe:2002-05

Prüfverfahren zur Beanspruchung von Bedachungen durch Feuer von außen

DIN EN 1396, Ausgabe:1997-02

Aluminium und Aluminiumlegierungen - Bandbeschichtete Bleche und Bänder für allgemeine Anwendungen - Spezifikationen; Deutsche Fassung DIN EN 1396:1996

---

DIN 1986-3, Ausgabe:2004-11

Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke - Teil 3: Regeln für Betrieb und Wartung

DIN 1986-4, Ausgabe:2003-02

Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke - Teil 4: Verwendungsbereiche von Abwasserrohren und -formstücken verschiedener Werkstoffe

DIN 1986-30, Ausgabe:2003-02

Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke - Teil 30: Instandhaltung

DIN 1986-100, Ausgabe:2002-03

Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke - Teil 100: Zusätzliche Bestimmungen zu DIN EN 752 und DIN EN 12056

DIN 1986-100 Berichtigung 1, Ausgabe:2002-12

Berichtigungen zu DIN 1986-100:2002-03

DIN 4102 Teil 1, Ausgabe:1998-05

Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Teil 1: Baustoffe; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen

DIN 4102-2, Ausgabe:1977-09

Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Bauteile, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen

DIN 4102 Teil 3, Ausgabe:1977-09

Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Brandwände und nichttragende Außenwände, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen

DIN 4102 Teil 4 Berichtigung 1, Ausgabe:1995-05

Berichtigungen zu DIN 4102-4:1994-03

DIN 4102 Teil 7, Ausgabe:1998-07

Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Teil 7: Bedachungen; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen

DIN 4108 Teil 2, Ausgabe:2003-07

Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz

DIN 4108 Beiblatt 2, Ausgabe:2006-03

Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Wärmebrücken - Planungs- und Ausführungs-

---

beispiele

DIN 4108 Teil 3, Ausgabe:2001-07

Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz; Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung

+ Berichtigung 1: 2002-04

(Vornorm) DIN V 4108 Teil 4, Ausgabe:2004-07

Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte

(Vornorm) DIN V 4108 Teil 6, Ausgabe:2003-06

Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 6: Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs

DIN 4108 Teil 7, Ausgabe:2001-08

Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 7: Luftdichtheit von Gebäuden, Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie -beispiele

(Vornorm) DIN V 4108 Teil 10, Ausgabe:2004-06

Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe - Teil 10: Werkmäßig hergestellte Wärmedämmstoffe

(Vornorm) DIN V 4113 Teil 3, Ausgabe:2003-11

Aluminiumkonstruktionen unter vorwiegend ruhender Belastung - Teil 3: Ausführung und Herstellerqualifikation

DIN EN ISO 6946, Ausgabe:2003-10

Bauteile - Wärmedurchlaßwiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient - Berechnungsverfahren (ISO 6946:1996 + Amd 1:2003) (enthält Änderung A1:2003); Deutsche Fassung DIN EN ISO 6946:1996 + A1:2003

(Vornorm) DIN EN ISO 7345, Ausgabe:1996-01

Wärmeschutz. Physikalische Größen und Definitionen (ISO 7345: 1987). Deutsche Fassung EN ISO 7345: 1995

DIN EN 12056-1, Ausgabe:2001-01

Schwerkraftentwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden - Teil 1: Allgemeine und Ausführungsanforderungen; Deutsche Fassung EN 12056-1:2000

DIN EN 12056-3, Ausgabe:2001-01

---

Schwerkraftentwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden - Teil 3: Dachentwässerung, Planung und Bemessung; Deutsche Fassung EN 12056-3:2000

DIN EN 12056 Teil 3: 2001-01

Schwerkraftentwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden - Teil 3: Dachentwässerung, Planung und Berechnung

DIN EN ISO 12944 Teil 5, Ausgabe:1998-07

Beschichtungsstoffe - Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme - Teil 5: Beschichtungssysteme (ISO 12944-5:1998); Deutsche Fassung DIN EN ISO 12944-5:1998

DIN EN 13187, Ausgabe:1999-05

Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Nachweis von Wärmebrücken in Gebäudehüllen - Infrarot-Verfahren (ISO 6781:1983, modifiziert); Deutsche Fassung DIN EN 13187:1998

DIN EN 13187:1999-05 „Nachweis von Wärmebrücken in Gebäudehüllen“, Infrarot-Verfahren

DIN EN 13823: Ausgabe:2002-02. Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten

DIN EN 13829: Ausgabe:2001-02. Bestimmung der Luftdurchlässigkeit von Gebäuden (Differenzdruckverfahren)

DIN 18202, Ausgabe:2005-10

Toleranzen im Hochbau - Bauwerke

DIN 18234 Teil 1, Ausgabe:2003-09

Baulicher Brandschutz großflächiger Dächer - Brandbeanspruchung von unten - Teil 1: Begriffe, Anforderungen und Prüfungen; Geschlossene Dachflächen

DIN 18234 Teil 2, Ausgabe:2003-09

Baulicher Brandschutz großflächiger Dächer - Brandbeanspruchung von unten - Teil 2: Verzeichnis von Dächern, welche die Anforderungen nach DIN 18234-1 erfüllen; Geschlossene Dachflächen

DIN 18234 Teil 3, Ausgabe:2003-09

Baulicher Brandschutz großflächiger Dächer - Brandbeanspruchung von unten - Teil 3: Begriffe, Anforderungen und Prüfungen, Durchdringungen, Anschlüsse und Abschlüsse von Dachflächen

DIN 18234 Teil 4, Ausgabe:2003-09

Baulicher Brandschutz großflächiger Dächer - Brandbeanspruchung von unten - Teil 4: Verzeichnis von Durchdringungen, Anschlüssen und Abschlüssen von Dachflächen, welche die Anforderungen nach DIN 18234-3 erfüllen

---

DIN 18339, Ausgabe:2002-12

VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV); Klempnerarbeiten

DIN 18351, Ausgabe:2002-12

VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV); Fassadenarbeiten

DIN 18516 Teil 1, Ausgabe:1999-12

Außenwandbekleidungen, hinterlüftet - Teil 1: Anforderungen, Prüfgrundsätze

DIN 18807 Teil 1/A1, Ausgabe:2001-05

Trapezprofile im Hochbau - Stahltrapezprofile - Allgemeine Anforderungen, Ermittlung der Tragfähigkeitswerte durch Berechnung; Änderung A1

DIN 18807 Teil 2, Ausgabe:1987-06

Trapezprofile im Hochbau; Stahltrapezprofile; Durchführung und Auswertung von Tragfähigkeitsversuchen

DIN 18807 Teil 2/A1, Ausgabe:2001-05

Trapezprofile im Hochbau - Stahltrapezprofile - Durchführung und Auswertung von Tragfähigkeitsversuchen; Änderung A1

DIN 18807 Teil 3 A1, Ausgabe:2001-05

Trapezprofile im Hochbau; Stahltrapezprofile; Festigkeitsnachweis und konstruktive Ausbildung

DIN 18807 Teil 6, Ausgabe:1995-09

Trapezprofile im Hochbau - Teil 6: Aluminium-Trapezprofile und ihre Verbindungen; Ermittlung der Tragfähigkeitswerte durch Berechnung

DIN 18807 Teil 7, Ausgabe:1995-09

Trapezprofile im Hochbau - Teil 7: Aluminium-Trapezprofile und ihre Verbindungen; Ermittlung der Tragfähigkeitswerte durch Versuche

DIN 18807 Teil 8, Ausgabe:1995-09

Trapezprofile im Hochbau - Teil 8: Aluminium-Trapezprofile und ihre Verbindungen; Nachweise der Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit

DIN 18807 Teil 9, Ausgabe:1998-06

Trapezprofile im Hochbau - Teil 9: Aluminium-Trapezprofile und ihre Verbindungen; Anwendung und Konstruktion

---

SN EN 20354, Ausgabe:1997

Akustik; Messung der Schallabsorption im Hallraum (ISO 354:1985)

Schwedische Norm SS 024230 (1998): Värmeisolering. Plåtkonstruktioner med köldbryggor. Beräkning av värmemotstånd (Wärmedämmung. Leichtbaukonstruktionen mit Wärmebrücken. Berechnung des Wärmewiderstandes).

DIN 55928 Teil 8, Ausgabe:1994-07

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

Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV), 2004

DIN Taschenbuch 35. Schallschutz (Anforderungen, Nachweise, Berechnungsverfahren und bauakustische Prüfungen). 1998, 10. Aufl., Beuth/Berlin

## **11.2 Fachregeln**

Der "Coleman Verlag, Lübeck" befindet sich zwischenzeitlich in Köln.

Richtlinie: Bestimmung der wärmetechnischen Einflüsse von Wärmebrücken bei vorgehängten hinterlüfteten Fassaden (1998). Vertrieb für Deutschland: FVHF e.V., Berlin

Loose, T., Saal, H.: Forschungsbericht P 586/14 (2001): Ermittlung der Wärmeverluste an zweischaligen Wandaufbauten in Stahlleichtbauweise. Lehrstuhl für Stahl- und Leichtmetallbau, Universität Karlsruhe (TH).

In: Fassadentechnik (8) 2002, H. 5 und 6. Coleman Verlag, Lübeck. Sonderdruck des GDA, Düsseldorf

Deutsches Dachdeckerhandwerk-Regelwerk: U.a. „Hinweise für hinterlüftete Außenwandbekleidungen“ und „Fachregeln für Metallarbeiten“. Rudolf Müller, Köln

VDI-Richtlinie 2571: Schallabstrahlung von Industriebauten

VDI-Richtlinie 2714: Schallausbreitung im Freien

Richtlinien für die Ausführung von Metall-Dächern, -Außenwandbekleidungen und Bauklempner-Arbeiten. ZVSHK, St. Augustin

IFBS-Info 1.03: Richtlinie für die Planung und Ausführung zweischaliger wärmedämmter nichtbelüfteter Metaldächer (2005)

---

IFBS-Info 3.08: Verbindungen bei Stahlkassettenwänden (2002)

IFBS-Info 4.01: Einschaliges Stahltrapezprofildach mit oberseitiger Wärmedämmung und Dachabdichtung. Wann ist eine Dampfsperre erforderlich? (2000)

IFBS-Info 4.02: Fugendichtheit im Stahlleichtbau (2004)

IFBS-Info 4.04: Dach- und Wandsysteme im Vergleich. Bewertetes Schalldämm-Maß  $R'_w$  und mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient  $k_m$ . (2000)

IFBS-Info 4.05: Ermittlung der Wärmeverluste an zweischaligen Dach- und Wandaufbauten (2003)

IFBS-Info 4.06: Schallschutz im Stahlleichtbau (2003)

IFBS-Info 5.06: Unterkonstruktionen bei Außenwandbekleidungen (2004)

Merkblatt 191: Wellprofile aus Stahl. 2001. Stahl-Informations-Zentrum (S-I-Z), Düsseldorf

Merkblatt 480: Wohnungsbau mit Stahl – Profilhandbuch. Stahl-Informations-Zentrum (S-I-Z), Düsseldorf

Übersicht der Technischen Regeln für das Herstellen von Tragwerken aus Metall „i 15“. Schriftenreihe des BVM. 1999, Coleman, Köln

Übersicht der Technischen Regeln „i 19“. Schriftenreihe des BVM. 1999, Coleman, Köln

ATV-Merkblatt M 153 „Handlungsempfehlung zum Umgang mit Regenwasser“

Merkblätter des Industrieverbandes Dichtstoffe e.V. (IVD), Düsseldorf

### **11.3 GDA-Merkblätter**

- A 1 Aluminium-Dachdeckung und –Wandbekleidung, 8. Auflage 1994
- A 2 Aluminium-Dachdeckung, Doppelfalz- und Leistendach, 5. Auflage 1986
- A 5 Reinigen von Aluminium im Bauwesen, 10. Auflage 2005
- A 6 Folien und dünne Bänder aus Aluminium als Funktionsträger für Dämmelemente und Dichtungsbahnen im Bauwesen, 3. Auflage 1993
- A 7 Richtlinie für die Verlegung von Aluminium- Profiltafeln, 3. Auflage 1993
- A 8 Aluminium-Wellprofile, 1. Auflage 1998
- A 9 Verbinden von Profiltafeln und dünnwandigen Bauteilen aus Aluminium, 1. Auflage 1995
- A 11 Bemessen von Aluminium-Trapezprofilen und ihren Verbindungen.

- 
- Berechnungsbeispiele, 1. Auflage 1995  
Ermittlung der Wärmeverluste an zweischaligen Dach- und Wandaufbauten in Leichtbauweise, 1. Auflage 2003
- B 1 Biegen von Aluminium-Halbzeug in der handwerklichen Praxis, 6. Auflage 2000  
B 2 Spanen von Aluminium, 4. Auflage 2000
- E 1 Aluminium in der Elektrotechnik, 1. Auflage 1999
- K 5 Einfache Spannungsnachweise, 2. Auflage 2004
- O 2 Chemische Oxidation, Chromatieren, Phosphatieren von Aluminium, 8. Auflage 1987  
O 3 Beschichten von Aluminium, 7. Auflage 1992  
O 4 Anodisch oxidiertes Aluminium für dekorative Zwecke, 15. Auflage 1991  
O 5 Schleifen und Polieren von Aluminium, 3. Auflage 2000  
O 6 Beizen und Entfetten von Aluminium, 7. Auflage 1992  
O 8 Galvanische und chemische Überzüge, 2. Auflage 2000  
O 11 Hartanodisieren 3. Auflage 1989
- V 1 Gasschmelzschweißen von Aluminium, 6. Auflage 1990  
V 2 Lichtbogenschweißen von Aluminium, 7. Auflage 1992  
V 4 Löten von Aluminium, 5. Auflage 1992  
V 5 Nieten von Aluminium, 7. Auflage 1992  
V 6 Kleben von Aluminium, 4. Auflage 1997
- W 1 Der Werkstoff Aluminium, 6. Auflage 2004  
W 2 Aluminium-Knetwerkstoffe, 11. Auflage 2003  
W 3 Formguss von Aluminium-Werkstoffen, 4. Auflage 2003  
W 7 Wärmebehandlung von Aluminium-Knetwerkstoffen, 1. Auflage 1998  
W 8 Wärmebehandlung von Aluminium-Gusslegierungen, 4. Auflage 1992  
W 17 Aluminiumschaum, 1. Auflage 1999  
W 18 Aluminium in der Verpackung - Herstellung, Anwendung, Recycling, 1. Auflage 2005

#### **11.4 Weiterführende Literatur**

Kellner, Theodor: Eine notwendige Klarstellung: Wie ist die DIN 18516-1 zu verstehen? FASSADEN-TECHNIK (1) 1995, H. 5, S. 27 - 29. CUBUS Medien Verlag, Hamburg.

Engin, Kotan: Entwurf eines Nachweiskonzeptes für die Randeinfassung auskragender Trapezprofiltafeln aus Stahl und Aluminium. Vertiefearbeit am Lehrstuhl für Stahl- und Leichtmetallbau, Universität

---

Karlsruhe (TH), SS 1993.

Baehre, R., Holz, R., Voß, R. P.: Befestigung von Trapezprofiltafeln auf Stahlkassettenprofilen, Stahlbau 57 (1988), S. 305

Lubinski, F.: Der allgemein gültige Wärmeschutznachweis doppelschaliger Wandkonstruktionen aus Stahlblech. („WBV-Verfahren“) BAUPHYSIK (11) 1989, H. 5, S. 198-203. Ernst & Sohn; Berlin

Lubinski, F.: Hinterlüftete Wandkonstruktionen aus Stahl und Aluminium. Ein Blick über die Grenzen - Teil 2. Der Bausachverständige (1) 2005, H. 3, S. 26-29; Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart. Vertrieb: Bundesanzeiger Verlag, Köln

Lubinski, F.: Grundlagen der Bauphysik, Teil 17. FASSADENTECHNIK (5)1999, H.1, S.25-26. CUBUS Medien Verlag, Hamburg (Dehnungsverhalten von Bauelementen)

Lubinski, F.: Grundlagen der Bauphysik, Teil 27. FASSADENTECHNIK (6) 5/2000, S. 40-42. CUBUS Medien Verlag, Hamburg (Möglichkeiten des Schutzes mit VHF vor Außenlärm)

Lubinski, F.: Grundlagen der Bauphysik. Abgeschlossene Fortsetzungsreihe in: FASSADENTECHNIK (Teile 1– 28). CUBUS Medien Verlag, Hamburg

Schalltechnisches Handbuch. 1. Aufl., 2000. Saint-Gobain Isover G+H AG, Ludwigshafen

Schmidt, H.: Schalltechnisches Taschenbuch. Schwingungskompodium. 1996, 5. Aufl., VDI/Düsseldorf

Bauphysikalisches Planungshandbuch (Wärmeschutz, Schallschutz, Brandschutz im Hochbau), 1996. G+H AG, Ludwigshafen

Die Schalldämmung mehrschaliger Konstruktionen. (Übersetzung aus dem Schwedischen) Forschungsvorhaben R35. 1989. Bauforschungsamt, S-Stockholm. Bezug: LIB Leichtbau IngenieurBüro, 53173 Bonn

Lubinski, F. et al: Schäden an Metallfassaden und -dachdeckungen. Schadenfreies Bauen. 2001, 2., erw. Auflage. Band 12 (Hrsg. Prof. G. Zimmermann). Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart

Lubinski, F.: Typische Bauschäden an Außenbauteilen und ihre Auswirkungen (1999). IBK-Bau-Fachtagung 249

Mühlberg, W., Rafalski, H.-J.: Resistenzsicherung von Holzunterkonstruktionen für Fassadenbekleidungen. BAUTENSCHUTZ + BAUSANIERUNG (19)1996; H.7, S. 34-36. Rudolf Müller, Köln

---

Blaich, J. et al: Die Gebäudehülle. Konstruktive, bauphysikalische und umweltrelevante Aspekte. 2000, Hrsg. EMPA-Akademie, CH-Dübendorf. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart

### **11.5 Metallprofile für Unterkonstruktionen**

Aluminium Lieferverzeichnis. Aluminium-Verlag, Düsseldorf

Edelstahl Rostfrei im Bauwesen/Profil-Katalog, Informationsstelle Edelstahl Rostfrei (ISER), Düsseldorf

Dokumentation 864: Bauprofile aus Edelstahl Rostfrei. Teil 1: Walzprofile und geschweißte Rohre (ISER), Düsseldorf (kalt- und warmgeformte L-, T-, C-, Hut- und andere Profile)

Scharfkantiger T-Stahl Nach DIN 59051 und L-Stahl nach DIN 1022. Stahlbau-Profile (22. Aufl.), Verlag Stahleisen, Düsseldorf

Kaltprofile (Anm.: U-, C-, Hut-, L- und Z-Profile, einschl. Doppelquerschnitte), Verlag Stahleisen, Düsseldorf

**Aluminium-Profiltafeln**

Alcan Singen GmbH  
ALCAN COMPOSITES  
Alusingen-Platz 1  
78221 Singen/Hohentwiel  
Telefon: +49 (0)7731/80-2435  
Telefax: +49 (0)7731/80-2001  
E-Mail: composites@alcan.com  
www.alucobond.com

Aluform System GmbH & Co. KG  
Dresdner Straße 15  
02994 Bernsdorf  
Telefon: +49 (0)35723/99-0  
Telefax: +49 (0)35723/99-403  
E-Mail: info@aluform.de  
www.aluform.de

Corus Bausysteme GmbH  
August-Horch-Straße 20-22  
56070 Koblenz  
Telefon: +49 (0)261/9834-0  
Telefax: +49 (0)261/9834-100  
E-Mail: kalzip@corusgroup.com  
www.kalzip.com

MAAS Trapez- und Wellprofile  
Friedrich-List-Straße 25  
74532 Ilshofen  
Telefon: +49 (0)7904/9714-0  
Telefax: +49 (0)7904/9714-151  
E-Mail: info@maasprofile.de  
www.maasprofile.de

Novelis Deutschland GmbH  
Werk Göttingen  
Hannoversche Straße 1  
37075 Göttingen  
Telefon: +49 (0)551/304-0  
Telefax: +49 (0)551/304-640  
E-Mail: andreas.schmelzer@novelis.com  
www.novelis-goettingen.com

Novelis Deutschland GmbH  
Werk Nachterstedt  
Gaterslebener Straße 1  
06469 Nachterstedt  
Telefon: +49 (0)34741/770  
Telefax: +49 (0)34741/204  
E-Mail: horst.dwenger@novelis.com  
www.novelis-nachterstedt.com

Prefa Aluminium Produkte GmbH  
3182 Marktl/Lilienfeld NÖ  
Österreich  
Telefon: +43 (0)2762/502-0  
Telefax: +43 (0)2762/502-874  
E-Mail: technik@prefa.at  
www.prefa.at

PREFA GmbH Alu-Dächer und Fassaden  
Aluminiumstraße 2  
98634 Wasungen  
Telefon: +49 (0)36941/785-0  
Telefax: +49 (0)36941/785-20  
E-Mail: office@prefa.de  
www.prefa.de

---

Vollmer Aluminium Systemtechnik

Königsbrücker Straße 69

01099 Dresden

Telefon: +49 (0)351/89859-60

Telefax: +49 (0)351/89859-89

E-Mail: info@vah.de

www.vah.de

### **Verbindungselemente**

EJOT Baubefestigungen GmbH

In der Stockwiese 35

57334 Bad Laasphe

Telefon:+49 (0)2752/908-0

Telefax:+49 (0)2752/908-731

E-Mail: bau@ejot.de

www.ejot.de

SFS intec GmbH

In den Schwarzwiesen 2

61440 Oberursel/Ts

Telefon: +49 (0)6171/7002-0

Telefax: +49 (0)6171/7002-32

E-Mail: de.oberursel@sfsintec.biz

www.sfsintec.biz/de

### **Dichtbänder**

AZTEC Dichtscheiben GmbH

Lindenstraße 11

57334 Bad Laasphe

Telefon: +49 (0)2752/1353

Telefax: +49 (0)2752/1728

E-Mail: Aztec.GmbH@t-online.de

Tremco illbruck GmbH & Co. KG

Von-der-Wetter-Str. 27

51149 Köln

Telefon: +49 (0)2203/57550-0

Telefax: +49 (0)2203/57550-90

E-Mail: info-de@tremco-illbruck.de

www.tremco-illbruck.com

### **Profilfüller**

AZTEC Dichtscheiben GmbH

Lindenstraße 11 57334 Bad Laasphe

Telefon: +49(0)2752/1353

Telefax: +49 (0)2752/1728

E-Mail: Aztec.GmbH@t-online.de

---

## Ingenieurbüros

Karcher & Ladwein

Dipl.-Ing. Thomas Maria Ladwein

Ingenieurpartnerschaft für Bautechnik

Ahrstrasse 3

41352 Korschenbroich

Telefon: +49 (0)2161/997580

Telefax: +49 (0)2161/997581

E-Mail: ladwein@klib.de

www.klib.de

Ingenieurbüro für Leichtbau

Dipl.-Ing. Rainer Holz

Dr.-Ing. Gerhard Huck

Rehbuckel 7

76228 Karlsruhe

Telefon: +49 (0)721/94712-0

Telefax: +49 (0)721/94712-50

E-Mail: info@ifleichtbau.de

www.ifleichtbau.de

LIB Leichtbau IngenieurBüro

Dipl.-Ing. Franz Lubinski

Denglerstraße 78

53173 Bonn

Telefon: +49 (0)228/3509050

Telefax: +49 (0)228/3509050

E-Mail: mon-lib@t-online.de

## Hochschulen, Institutionen, Verbände

Universität Karlsruhe (TH)

Prof. Dr.-Ing. Helmut Saal

Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine

76128 Karlsruhe

Telefon: +49 (0)721/608-2215

Telefax: +49 (0)721/608-4078

E-Mail: saal@va.uka.de

www.va.uni-karlsruhe.de

Ministerium für Städtebau und Wohnen, Kultur  
und Sport der Landes Nordrhein-Westfalen

Elisabethstraße 5-11

40217 Düsseldorf

Telefon: +49(0)211/3843-0

Telefax: +49(0)211/3843-601/602

E-Mail: Jens.Zurborg@mbv.nrw.de

www.mbv.nrw.de

Regierungspräsidium Darmstadt

Prüfamt für Baustatik

Wilhelminenstraße 1-3

64283 Darmstadt

Telefon: +49 (0)6151/12-3510

Telefax: +49 (0)6151/12-5816

E-Mail: l.schroeter@rpda.hessen.de

www.rp-darmstadt.de

---

Regierungspräsidium Leipzig  
Landesstelle für Bautechnik  
Braustraße 2  
04107 Leipzig  
Telefon: +49 (0)341/977 5501  
Telefax: +49 (0)341/977 5599  
E-Mail: [iris.gentele@rpl.sachsen.de](mailto:iris.gentele@rpl.sachsen.de)  
[www.rpl.sachsen.de](http://www.rpl.sachsen.de)

DIBt  
Deutsches Institut für Bautechnik  
Kolonnenstraße 30 L  
10829 Berlin  
Telefon: +49 (0)30/78730-0  
Telefax: +49 (0)30/78730-320  
E-Mail: [dibt@dibt.de](mailto:dibt@dibt.de)  
[www.dibt.de](http://www.dibt.de)

GDA  
Gesamtverband der Aluminiumindustrie e.V.  
Am Bonnhof 5  
40474 Düsseldorf  
Telefon: +49 (0)211/4796-0  
Telefax: +49 (0)211/4796-410  
E-Mail: [technik@aluinfo.de](mailto:technik@aluinfo.de)  
[www.aluinfo.de](http://www.aluinfo.de)

IFBS  
Industrieverband für Bausysteme im  
Metallleichtbau e.V.  
Max-Planck-Straße 4  
40237 Düsseldorf  
Telefon: +49 (0)211/91427-0  
Telefax: +49 (0)211/91427-27  
E-Mail: [post@ifbs.de](mailto:post@ifbs.de)  
[www.ifbs.de](http://www.ifbs.de)

FVHF  
Fachverband Baustoffe und Bauteile für  
vorgehängte hinterlüftete Fassaden e.V.  
Kurfürstenstraße 129  
10785 Berlin-Schöneberg  
Telefon: +49 (0)30/21286281  
Telefax: +49 (0)30/21286241  
E-Mail: [info@fvhf.de](mailto:info@fvhf.de)  
[www.fvhf.de](http://www.fvhf.de)

---

## Öffentlich bestellte und vereidigte Sachverständige

Dipl.-Ing. Karlfriedrich Fick  
Emser Straße 32a  
56203 Höhr-Grenzhausen  
Telefon: +49 (0)2624/951571  
Telefax: +49 (0)2624/951151  
E-Mail: k-f-f@t-online.de

Dipl.-Ing. Wolfgang Fryn  
Zur Malsch 9  
57080 Siegen  
Telefon: +49 (0)271/316301  
Telefax: +49 (0)271/3138180  
E-Mail: W.Fryn@t-online.de  
[www.fryn.de](http://www.fryn.de)

Dipl.-Ing. Arnd Kniese  
Wernickstraße 7  
99817 Eisenach/Thüringen  
Telefon: +49 (0)3691/886690  
Telefax: +49 (0)3691/886699  
E-Mail: kniese.eisenach@t-online.de

Dipl.-Ing. Franz Lubinski  
Denglerstraße 78  
53173 Bonn  
Telefon: +49 (0)228/3509050  
Telefax: +49 (0)228/3509050  
E-Mail: mon-lib@t-online.de

---

**13 Sachregister****A**

Abnahmeprüfzeugnis	23
Aluminiumherstellung	12
Anschlußfuge	88
A-Seite	9
Ausführungszeichnung	31
Ausführungszeichnungen	69
Auskragungen	86
Außenwandbekleidung	7
Außenwandbekleidung, hinterlüftet	10, 38
Aussteifungsprofile	109
Auswechselungen	84

**B**

Bandbeschichtung	16
bauaufsichtliche Zulassung	15
bauaufsichtliches Prüfzeugnis	30
bauphysikalische Anforderungen	32, 89
Baustellen-Führungspersonal	117
Baustoffklasse A1	42
Baustoffklasse A2	42
Baustoffklassen	43
bautechnische Prüfung	69
Bauteil I	97, 101, 102
Bauteil II	97
Bautoleranz	20
Bautoleranzen	104
Bauxit	12
Becherblindniet	97
Begehbarkeit	75, 86
Belastung, nicht ruhend	6
Belastung, ruhend	6
Belastungstabellen	31
Belüftungsquerschnitt	39
Bemessungstabellen	30

---

Beschichtungssystem	16
Beton, Verankerung im	108
Betonspritzer	121
Betrachtungsabstände	17
Biegedrillknicken	112
Blindniete	26, 97
Blitzschutz	64
Blitzschutz, Fangeinrichtung	65
Blitzschutz, Schirmwirkung	67
Bohrschraube	99
Bohrschrauben	26
bombiertes Dach	74
Brandschutz	42
Brandschutz, großflächige Dächer	49
Brandverhalten	46
Brandverhalten, Klassifizierungssystem	46, 47, 49
Brunnenwasserschwärze	125
B-Seite	9
<b>C</b>	
Coil Coating	15
<b>D</b>	
Dachabdichtungen	7
Dachdeckungen	7
Dächer	6
Dachkonstruktion, hinterlüftet	38
Dachschub	113
Decken	7
dekorative Anforderungen	15
Dichtband	91
Dichtscheiben	100
Dichtungsmaterial	35
Doppelfetten	79, 82
Doppelriegel	79
Durchbruch	73
<b>E</b>	
Einbaulage, Kennzeichnung	9

---

Einbaulage, negativ	9
Einbaulage, positiv	9
Einheitstemperaturkurve	43, 44
Einlegeteile	94, 108
Einrippenüberdeckung	77
Einwirkung, charakteristische	30
Energieeinsparverordnung (EnEV)	35
Entwässerungsanlagen	115
<b>F</b>	
Fachmonteur	118
Fachpersonal	118
Falzdächer	7
Fangeinrichtung	65
farbliche Gestaltung	15
Farbton	16, 17
Farbtonabweichung	17
Farbtonunterschied	121
Fertigungsrichtung	71
Festpunkt	113
Feuchteschutz, Symbole	33
Feuchtetransport	37
Feuerwiderstandsklassen	43
Flugfeuer	45
Flugschnee	70
Flüssiglack	16
Freilager	124
Fremdüberwachung	22
Fugenabdichtung	88
Fugendichtstoff	35
Fugenfüllmaterial	35
Funkenflug	121
<b>G</b>	
Gebäudehülle, luftdicht	39
Gebrauchstauglichkeit	30, 31
Geräuschentwicklung	63
Glanzgrad	17

---

Grenzstützweiten	75, 86
großflächige Dächer, Brandschutz	49
Gurt, anliegend	94
Gurt, nichtanliegend	94
<b>H</b>	
Hauptwetterrichtung	70
Hinterlüftungsquerschnitt	39
Hinterschnitt	77, 95
Hinterstich	95
Holzschraube	98
Horizontale Verlegung	79
<b>K</b>	
Kalkspritzer	121
Kalotte	94, 99
Kaltumformung	14
Kassetten	8
Klemmrippenprofil	8
Knetlegierung	14
Kontaktkorrosion	105
Korrosion	105
Korrosionsschutz	15, 20, 106
Korrosionsschutzklasse	106
Korrosionsschutzsystem	106
Korrosionsverhalten	13
<b>L</b>	
Lagerung	124
Lagesicherung	122
Längsrand	77
Längsstöße	76
Längsstoßverbindung	77, 95
Lasten	6
Lastverteilende Maßnahmen	75
Laufsteg	75
Legierungen, nicht aushärtbar	13
Legierungen, schweißbar	13
Luftdichtheitsschicht	35

---

**M**

Maximalabstände Verbindungselemente	80
meerwasserbeständig	13
Metallic-Lack	121
Metallunterkonstruktion, justierbar	104
Mindestblechdicke	18
Minstdachneigung	73
Montageanweisung	119
Montagearbeiten	117
Montagehelfer	118
Montageleitung	117
Mörtelspritzer	121

**N**

Nennblechdicke	18
----------------	----

**O**

Oberflächenvorbehandlung	16
Obergurtverbindung	94
Öffnung, Einzelöffnung	84
Öffnung, mehrere Öffnungen	84
Ortgangabschluß	84

**P**

Personensicherung	119
Planung	28
Preßlaschenblindniet	77, 97
Profilformen	8
Pulverlack	16

**Q**

Qualitätssicherung	22
Querschnittsschwächung	87
Querstoß	73, 78

**R**

Randausbildung	76
Randprofile	84
Rauchgase	44
Recycling	13
regendicht	7, 74

---

Regendichtheit	70
Regensicherheit	70
Reinigung	17
Reinigungsmittel	18
Rinnen	115
Rohrdurchführung	73
<b>S</b>	
Sägezahn	19, 120
Sandwichelemente	8
Schallschutz	50
Schallschutz, Symbole	51
Schalltechnische Kenngrößen	52
Schiebemöglichkeit	78
Schirmwirkung	67
Schleifarbeiten	121
Schrauben, gewindeformend	26
Schrauben, gewindefurchend	26, 98
Schrumpffolie	124
Schubfeld	71, 114
Schutzfolien	121
Schutzvorrichtungen	119
schweißbar	13
seewassergeeignet	14
Sonderfarbtöne	16
Spezialtrennscheiben	122
Standicherheit	30
Stauwasser	70
strahlende Wärme	45
Stretchfolie	124
Stumpfstoß	81
Stützweitentabellen	31
<b>T</b>	
Tauwasserbildung	40
Tauwasserschutz	32, 33, 37
Teilsicherheitsbeiwerte	31
temperaturbedingte Längenänderungen	78, 112

---

Toleranzen, Profilgeometrie	18
Toleranzen, Tafelgeometrie	18
Tragfähigkeiten, charakteristische	30
Tragsicherheitsnachweise	31
Transport	123
Transportverpackungen	124
Treibregen	70
Trennarbeiten	121, 122
<b>U</b>	
Überdeckungslängen	81
Übereinstimmungszeichen	22
Übereinstimmungszertifikat	22
Überlappungslänge	81
Unfallverhütungsvorschriften	118
Unterdach, wasserdicht	70
Untergurtverbindung	94
Unterkonstruktion	94, 104
Unterkonstruktion, Aluminium	102
Unterkonstruktion, dünnwandig	108
Unterkonstruktion, Holz	103, 111
Unterkonstruktion, Stahl	102
Unterwind	86
<b>V</b>	
Verankerung	10, 108
Verbandsdiagonale	114
Verbindung	10
Verbindungen	94
Verbindungen, Tragfähigkeit	101
Verbindungselemente	94
Verbindungselemente	26
Verlegepläne	31, 69
Verlegerichtung	121
<b>W</b>	
Wandbekleidung	10
Wände, nichttragend	7
Wände, tragend	7

---

Wärmeausdehnung	112
Wärmebrücken	36
Wärmedurchgangskoeffizient	34
Wärmeleitfähigkeit	34
Wärmeschutz	32
Wärmeschutz, Symbole	33
Wärmeverluste	35
Wasserdampfdiffusion	40
wasserdicht	7
Wellprofile	8
Werkseigene Produktionskontrolle (WEPK)	23, 25
Werkstoffe	13
Werkstoffeigenschaften	23
Witterungsbeständigkeit	15
<b>X</b>	
<b>Y</b>	
<b>Z</b>	
Zementspritzer	121
Zwischenkonstruktion	10





## **Impressum**

### **Herausgeber**

GDA - Gesamtverband der Aluminiumindustrie e.V.  
Arbeitskreis Dach und Wand  
Am Bonneshof 5  
40474 Düsseldorf

### **Gestaltung**

Sektor GmbH, Düsseldorf (Umschlag)  
Barbara Lehmann, Köln (Satz und Layout)

### **Bildnachweis**

Aluform Systemtechnik GmbH, Bernsdorf (Titel)

