

# 1 Einführung

Das Bauen mit im industriellen Maßstab hergestellten dünnwandigen Profilen mit prismatischen Querschnitten, wie Wellprofilen und Trapezprofilen aus Metall (Stahl und Aluminium), geht auf eine vergleichsweise kurze Tradition zurück. Während in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts Wellprofile aus Stahlblech, eine Entwicklung von *H. R. Palmer*, in England erstmalig zum Einsatz kommen, beginnt das Bauen mit Trapezprofilen und Sandwichelementen erst in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts. Seitdem hat sich die Bauweise im Industrie- und Wirtschaftshochbau sehr schnell weiterentwickelt, so dass heute geschlossenflächige tragende Dachunterschalen fast ausschließlich aus Stahltrapezprofilen hergestellt werden. Neben den traditionellen Dachaufbauten haben sich mit dem Einsatz von kalt verformten dünnwandigen Pfetten aus Stahl auch Dachdeckungen aus Sandwichelementen und Stehfalzprofilen zunehmend am Markt durchgesetzt. Auch für den Wandaufbau gewinnen die dünnwandigen Bauelemente aus Stahl, Aluminium und anderen Werkstoffen als tragende oder bekleidende Elemente immer mehr an Bedeutung.

## 1.1 Entwicklung der Bauweise

Als eine der wichtigsten Voraussetzungen für die Entwicklung der Bauweise ist das Vormaterial feuerverzinkter Bandstahl zu nennen, das seit den 1930er Jahren auf Anlagen zur kontinuierlichen Herstellung produziert in großen Mengen zur Verfügung steht. Hinzu kommen am Beginn der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts sogenannte Coilcoating-Anlagen zur kontinuierlichen Beschichtung des verzinkten Stahlbandes mit farbigen Kunststoffschichten oder Folien. Als Ergebnis neuester Entwicklungen ist das Glühen von Coils in kontinuierlichen Glühanlagen zu nennen, das die Reduzierung von Eigenspannungen im Stahlblech und damit eine wesentliche Verbesserung der Bandqualität ermöglicht.

Eine weitere wichtige Voraussetzung für die massenhafte Herstellung und Verarbeitung von kalt geformten Flächenbauteilen stellt die Einführung des Rollformverfahrens dar. Dieses erlaubt es, profilierte Querschnitte aus verzinktem und kunststoffbeschichtetem Stahlband kontinuierlich herzustellen.

Schließlich haben sich auch die handwerklichen Fertigkeiten so verändert und an die neue Bauweise angepasst, dass neben den klassischen Dachdecker- und Klempnerbetrieben neue Verlegefirmen im Markt tätig sind, die sich auf das Bauen mit dünnwandigen Flächenbauteilen spezialisiert haben.

Innerhalb nur eines halben Jahrhunderts hat die Bauweise im Wirtschaftshochbau eine Bedeutung erlangt, die Planer und Ausführende veranlasst, immer intensiver die Besonderheiten der dünnwandigen Konstruktionen kennenzulernen und zu beachten. Dies geschieht vor dem Hintergrund, dass die Bauweise – mehr noch als der klassische Stahlhochbau – die strenge Einhaltung von besonderen statischen und konstruktiven Vorgaben im Detail erfordert, um die Anforderungen an die Tragsicherheit und die Gebrauchstauglichkeit der einzelnen Baukomponenten sowie des gesamten Bauwerks zu erfüllen.

### 1.1.1 Entwicklung der Produkte

Der Gebrauch von dünnwandigem Metall zur Deckung von Bauten blickt auf eine jahrhundertalte Tradition zurück. Nachdem bereits im 1. Jahrtausend n. Chr. Plättchen aus Gold, gelegentlich auch aus Silber, dazu verwendet wurden, die Dächer von Palästen und Sakralbauten zu zieren, waren es seit der Mitte des 2. Jahrtausends die Handwerkszünfte, die die Deckung von Dächern mit Kupfer- und später auch mit Zinkblech in handwerklicher Ausführung betrieben. Bei den verwendeten Metalltafeln (Bild 1-1) handelte es sich im Wesentlichen um Bleche, deren Ränder für das Befestigen und Abdichten auf einer Unterlage, z. B. einer Holzschalung, mit Falzen ausgestattet waren.

Sie dienten ausschließlich zur Deckung, d. h. zur Abdichtung der Dachfläche gegen das Eindringen von Niederschlag. Sie hatten nur eine raumabschließende Bedeutung und verfügten über keine ausreichende Eigensteifigkeit als Voraussetzung für eine lastabtragende Funktion.

Die jüngere Entwicklung der Bauweise ist mit den nun folgenden Jahresdaten verbunden:

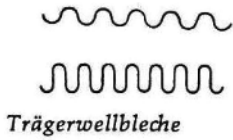
**1858** Diese Jahreszahl markiert den Beginn der Verwendung industriell gefertigter Bauelemente aus Stahlblech im England des 19. Jahrhunderts. Bei den ersten auf Maschinen und in Serie hergestellten dünnwandigen Bauelementen aus Stahl handelt es sich um Wellprofiltafeln (Bild 1-2) mit einer Stahlkerndicke von  $t = 1$  mm. Die Wellprofiltafeln sind mit einem metallischen Überzug aus Zink gegen Korrosion geschützt. Die Schichtdicken erreichen ca. 80–100  $\mu\text{m}$  je Seite. In Deutschland wird die in England begonnene Entwicklung im Jahre 1875 von der Firma Hein Lehmann & Co. in Berlin (Bild 1-3) nachvollzogen.



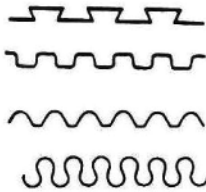
**Bild 1-1** Handwerkliche Dachdeckung mit Tafeln aus Kupferblech



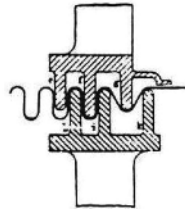
**Bild 1-2** Dach und Wandbekleidung aus Wellprofilen



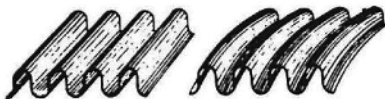
*Trägerwellbleche*



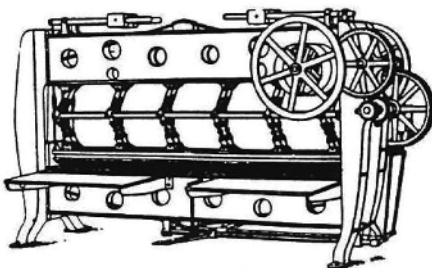
*Seltene Wellblechformen*



*Schema der von der Firma Thyssen & Co. in Mülheim entwickelten Maschine für die Herstellung längerer Wellbleche.*



*Gerade und bombierte Wellbleche.*



**Bild 1-3** Wellblechpresse um 1880



**Bild 1-4** Dachdeckung mit „Siegener Stahldachpfanne“

Parallel hierzu finden zunehmend auch industriell hergestellte Pfannenbleche – bekannt als „Siegener Stahldachpfanne“ (Bild 1-4) – bei der Deckung von Dächern Anwendung.

Well- und Pfannenprofile bleiben während der folgenden Jahrzehnte die einzigen Bauelemente, die man maschinell in Serie fertigt und als einschalige Dachdeckung und Wandbekleidung vorwiegend für Landwirtschafts- und Industriegebäude einsetzt.

**1930** Mit dem Beginn der kontinuierlichen Herstellung von verzinktem Stahlband (Bandverzinkung) denkt man auch im Industriebau über weitere Einsatzmöglichkeiten des nunmehr reichlich zur Verfügung stehenden Vormaterials nach und entwickelt die bisher sinusförmigen Wellprofile weiter zu trapezförmigen Querschnitten. Damit hat man die Möglichkeit, größere Dachflächen rationell einzudecken und bei größeren Spannweiten auch höhere Flächenlasten abzutragen. Erste Traglastermittlungen basieren auf experimentellen Erfahrungen und werden ergänzt durch erste theoretische Betrachtungen von Kármán, der das Modell der mittragenden Breiten – siehe Band I, Kapitel 5.1.2 – einführt.

**1946** Nach etwa eineinhalb Jahrzehnten des Gebrauchs von Stahltrapezprofilen und anderer dünnwandiger Querschnitte als tragende Bauelemente für Dach und Wand werden vom amerikanischen American Iron and Steel Institute die ersten Bemessungsregeln für den Gebrauch von dünnwandigen Querschnitten im „Cold-Formed Steel Design-Manual“ herausgegeben. Im Jahr 1946 beginnt auch der Einsatz von Stahltrapezprofilen auf dem deutschen Markt. Die Profile werden zunächst noch aus Amerika bezogen, doch bald beginnt die Fertigung der ersten Generation (Bild 1-5) auch in Deutschland, und zwar auf Kantbänken. Diese Art der Herstellung fordert allerdings die Begrenzung auf Längen von ca. 5 m und Bauhöhen von ca. 70 mm.

**1955** Was in den 30er Jahren in den USA begonnen hatte, ist nun auch in Deutschland möglich: die kontinuierliche Verzinkung von Stahlband in sogenannten Schmelztauchveredelungsanlagen. Damit steht auch in Deutschland geeignetes Vormaterial zur Herstellung von Stahltrapezprofilen zur Verfügung.



**Bild 1-5** Trapezprofile der ersten Generation

**1960** Nach der Einführung des kontinuierlichen Rollformverfahrens (Bild 1-6) für Stahltrapezprofile steht der massenhaften Herstellung von Stahltrapezprofilen für den Einsatz in Dach und Wand nichts mehr im Wege. Schnell etablieren sich die heute üblichen Stahlkerndicken von 0,5–1,5 mm. Auch die Dicke des metallischen Überzuges aus Zink von  $t = 20 \mu\text{m}$  pro Seite hat hier ihren Ursprung.

Im gleichen Jahr werden die ersten stückgefertigten Sandwichelemente getestet. Dabei wird die Steifigkeit von profilierten Deckschalen aus Stahlblech genutzt, um im Verbund mit der ohnehin erforderlichen Wärmedämmung (Bild 1-7) besonders tragfähige und zugleich wärmedämmende Bauteile herzustellen.

**1966** Die Stahlregion Nordrhein-Westfalen, in der kontinuierlich verzinktes Stahlband hergestellt wird, sorgt als erste für die Einführung von Regeln für die Anwendung von Stahl-



**Bild 1-6** Rollformanlage zur Herstellung von Stahltrapezprofilen