

# Stahlbau Arbeitshilfe

## Hallenwände aus Sandwichelementen

### Allgemeines

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

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

### Ausführungen

Sandwichelemente gibt es mit profilierten und quasi-ebenen Deckschichten (Bild 2 und 3). Für den Dachbereich werden hauptsächlich Elemente mit einer profilierten Deckschicht verwendet, für Wandbauteile dagegen häufiger Elemente mit zwei quasi-ebenen Deckschichten.

### Montage und Verlegung

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

### Berechnung

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

### Nachweise

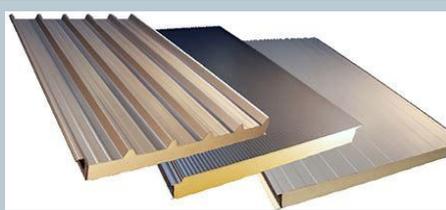
Sandwichelemente können nur auf der Basis von allgemeinen Bauartgenehmigungen eingesetzt werden, sofern sie nicht durch DIN EN 14509 geregelt sind. In Anlehnung an das Sicherheitskonzept der Eurocodes mit Teilsicherheitsbeiwerten sind für die Nachweise  $\gamma$ -fache Spannungen und Schnittgrößen den Versagenswerten gegenüberzustellen. Nachzuweisen sind insbesondere die Grenznormalspannungen (Knitterspannung  $\sigma_k$  bzw. Fließspannung  $\beta_s$ ) in den Deckblechen infolge Normalkraft bzw. Biegemomenten und die Grenzschubspannungen im Kern infolge Querkraften. Zusätzlich sind die Verbindungen zur Unterkonstruktion nachzuweisen (z.B. gewindefurchende Schrauben).

Der Tragfähigkeitsnachweis für die Deckschicht-Druck- und -zugspannungen ist unter der Annahme von Knittergelenken über den Stützen am Einfeldträger zu führen. Die 1,85-fachen Spannungen aus äusseren Lasten ( $\sigma_L$ ) plus die 1,3-fachen Spannungen aus Temperaturdifferenzen zwischen den Deckschichten ( $\sigma_T$ ) sind zu überlagern und den Grenzwerten gegenüberzustellen (Vgl. Tabelle 2).

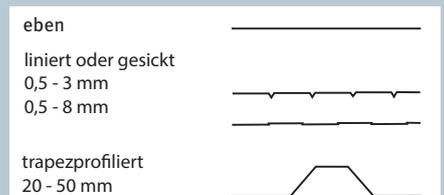
Beim Gebrauchstauglichkeitsnachweis der Deckschichtspannungen ist der Nachweis am Gesamtsystem zu führen. Hier gilt sowohl für die Spannungen aus äußeren Lasten als auch für diejenigen aus Temperatur ein  $\gamma_M$  von 1,1, wobei bei Gebäuden mit normalen Innentemperaturen die Temperaturdifferenzspannungen mit dem  $\psi$ -Faktor 0,9 abgemindert werden dürfen (Vgl. Tabelle 2).



**Bild 1:** Sandwichelemente für Wand und Dach



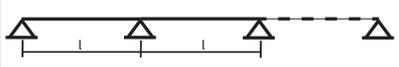
**Bild 2:** Oberflächengestaltung und Profilierung



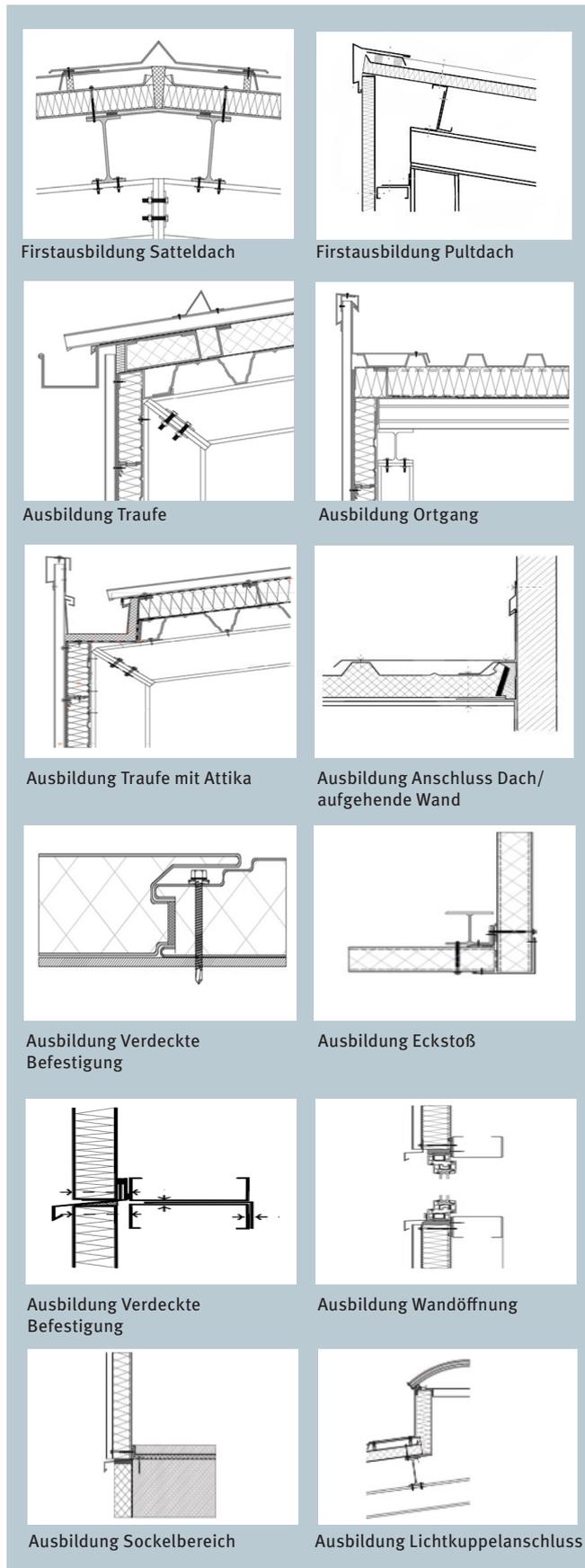
**Bild 3:** Geometrie der Deckblechprofile

| Werkstoff         | Eigenschaften  |
|-------------------|--|
| Polyurethan (PUR) | Hartschaum, Dichte $\rho = 40$ bis $50 \text{ kg/m}^3$<br>Treibmittel R141b, R22/142b, R134a,<br>Penthan, CO <sub>2</sub><br>Selbsthaftende Wirkung        |
| Polystyrol (PS)   | Hartschaum, Dichte $\rho \geq 15 \text{ kg/m}^3$<br>Verklebung mit Deckschichten   |
| Mineralwolle      | Dichte $\rho = 90$ bis $150 \text{ kg/m}^3$<br>Verklebung mit Deckschichten  |
| Stahlblech        | Zul. Fließspannung $\beta_s = 280$ bis $350 \text{ N/mm}^2$<br>Materialdicke $t_N = 0,40$ bis $1,00 \text{ mm}$<br>Korrosionsschutz gemäß DIN EN ISO 12944 |

**Tabelle 1:** Eigenschaften der Kern- und Deckblechwerkstoffe

| Nachweis                       | Nachweisformat und Statisches System  |
|--------------------------------|---|
| Tragfähigkeitsnachweis         | $1,85 \cdot \sigma_L + 1,3 \cdot \sigma_T \leq \sigma_K; \beta_s$    |
| Gebrauchstauglichkeitsnachweis | $1,1 \cdot (\sigma_L + \psi \cdot \sigma_T) \leq \sigma_K; \beta_s$  |

**Tabelle 2:** Statische Nachweise für Sandwichelemente



**Bild 4:** Sandwichelemente: Anschluss- und Stoßdetails

## Konstruktionshinweise

Durch den (gewünschten) hohen Dämmwert der Kernschicht erwärmen sich die Deckschichten sehr unterschiedlich. Während die äussere Deckschicht Temperaturschwankungen zwischen + 80 °C im Sommer unter direkter Sonneneinstrahlung und – 20 °C im Winter ausgesetzt ist, behält die innere weitestgehend die Temperatur des umschlossenen Raumes. Infolgedessen dehnen sich die Deckschichten unterschiedlich aus. Werden die resultierenden Verformungen z. B. durch biegesteife Deckschichten oder mehrfeldrig gespannte Platten behindert, führt dies zu Zwängungen. Im Sommer entstehen dabei z. B. bei Durchlaufträgern Beanspruchungen im Bereich der Zwischenaufleger, die doppelt so groß wie diejenigen aus äusseren Lasten werden können. Zusätzlich ergeben sich dabei erhebliche abhebende Kräfte, die bei der Bemessung der Verbindungsmittel zu berücksichtigen sind.

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

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

## Literatur

- K. Schwarze: Numerische Methoden zur Berechnung von Sandwichelementen. Stahlbau 12/1984.
- O. Jungbluth: Verbund- u. Sandwichtragwerke. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, 1986.
- E. Wölfel: Nachgiebiger Verbund.
- Eine Näherungslösung und deren Anwendungsmöglichkeiten. Stahlbau 6/1987. K. Berner: Praxisgerechte Nachweise zur Trag- und Gebrauchsfähigkeit von Sandwichbauteilen, Stahlbau 12/1998.
- Klaus Berner, Oliver Raabe: Bemessung von Sandwichbauteilen. IFBS-Schrift 5.08, IFBS e.V., Düsseldorf 2006.