**Zeitschrift:** IABSE reports = Rapports AIPC = IVBH Berichte

**Band:** 60 (1990)

**Artikel:** Sandwichbauteile aus Stahlblech-Deckschichten und unterschiedlichen

Kernmaterialen

Autor: Berner, Klaus / Stemmann, Dieter DOI: https://doi.org/10.5169/seals-46542

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

**Download PDF: 25.11.2025** 

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

### Sandwichbauteile aus Stahlblech-Deckschichten und unterschiedlichen Kernmaterialen

# Sandwich-Panels with Steel Facings and Different Core Materials

Panneaux sandwich avec parements en acier et noyaux en matériaux différents

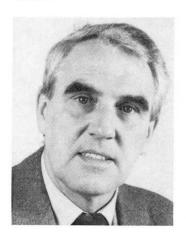
#### Klaus BERNER Prof. Dr. Ing. FH Rheinland-Pfalz Mainz, BRD



Klaus Berner, geb. 1941. Studium: Universität Karlsruhe, Diplom 1968. Promotion: Techn. Hochsch. Darm-Seit stadt. 1974 wissenschaftlich tätig auf dem Gebiet Sandwichtech-Mitglied "Sandwich" SVA beim Ifbt, Berlin und im ECCS Committee, TC7, Working group 7.4 ,, Sand-wich-plates".

#### Dieter STEMMANN

Dipl. Ing. Hoesch Siegerlandwerke GmbH



Dieter Stemmann, geb. 1932. Stu-Universität dium: Karlsruhe, Diplom Bauingenierwesen 1959. Seit 1968 Leiter Forschung und Entwicklung, Hoesch Siegerlandwerke Obmann Working group Sandwichpanel. TWG 7.4 im ECCS Technical Committee TC 7.

#### ZUSAMMENFASSUNG

Die dargestellten Sandwichbauteile für Wandverkleidungen und Dacheindeckungen bestehen aus Stahlblech-Deckschichten und einem schubsteifen Kern. Durch die Sandwichwirkung haben diese Bauteile eine hohe Tragfähigkeit bei gleichzeitig guter Wärmedämmung. Die Paneele sind komplett vorgefertigt, so daß eine einfache, vom Wetter unabhängige Montage möglich ist. Mit neu entwickelten Sandwichbauteilen und speziellen Kernmaterialien wurde auch eine ausreichende Feuerwiderstandsfähigkeit erreicht.

#### **SUMMARY**

The presented sandwich panels for roof and wall cladding consists of steel sheet facings and a stiff shear core. In consequence of the sandwich effect these elements have a high load bearing capacity and a good thermal insulation. The panels are prefabricated completely. The erection is therefore simple and independent of weather conditions. Newly developed sandwich panels with special core material have also an intrinsic fireproof behaviour.

#### RÉSUMÉ

Les panneaux sandwich présentés, destinés à la couverture et au bardage, sont constitués de parements en tôle d'acier et d'un noyau résistant au cisaillement. De par l'effet sandwich, ces éléments possèdent une capacité portante très élevée et simultanément une excellente isolation thermique. Ils sont entièrement préfabriqués et, de ce fait, leur montage est simple et indépendant des conditions météorologiques. La mise au point de ces nouveaux panneaux sandwich à noyau en matériaux spéciaux a permis d'atteindre par ailleurs une résistance au feu largement suffisante.

#### //

#### 1. EIŅFÜHRUNG

Raumbildende und tragende Wand- und Dachbauteile sind wesentliche Konstruktionselemente eines Bauwerkes. Sie stellen einen erheblichen Kostenfaktor dar, der sich bei weiter wachsenden Anforderungen an die bauphysikalischen Eigenschaften (z.B. Wärmedämmung und Feuerwiderstand) vergrößern wird.

Bei den herkömmlichen Wandverkleidungen und Dacheindeckungen wird die Höhe der Kosten auch dadurch verursacht, daß sie durch nacheinanderfolgende Arbeitsvorgänge auf der Baustelle hergestellt werden.



Abb.l: Montage von Sandwich-Dachbauteilen



Abb.2: Montage von Sandwich-Wandbauteilen

Technisch und wirtschaftlich interessante Alternativen
zu diesen herkömmlichen, baustellenkomplettierten Systemen sind Sandwichbauteile, die als
Wand- und Dachbauteile - in der Fabrik
vorgefertigt - auf
der Baustelle nur
noch verlegt und befestigt werden müssen
(Abb. 1 u. 2).

#### 2.SANDWICHBAUTEILE MIT PUR-HARTSCHAUMKERN

Die am häufigsten verwendeten Sandwich-bauteile im Bauwesen sind Stahlfeinblech/Polyurethanhartschaum-(PUR)-Sandwichplatten, die sich seit mehr als 15 Jahren als Wand- und Dachbauteile vorwiegend im Industriebau durchsetzen und großtechnisch in kontinuierlichen Fertigungslinien hergestellt werden.

Stahlfeinblech/Polyurethanhartschaum-Sandwichtragwerke bestehen im allgemeinen aus einer oberen und einer unteren Deckschicht aus Stahlfeinblech mit Blechstär-

ken zwischen 0,5 und 1,0 mm und einer Kernschicht aus Polyurethan-Hartschaum mit einem Raumgewicht zwischen 40 und 60 kg/m $^3$ /1/.

Abb.3: PUR-Sandwich-Querschnitte

Durch die Verwendung von Deckblechen mit verschiedenen Geometrien entstehen Querschnitte für ebene, profilierte oder Profil-Sandwichbauteile (Abb. 3).

#### 2.1 Sandwich-Wirkungsweise

Ein wesentlicher Vorteil dieser einfach und daher kostengünstig zu montierenden Sandwichtragwerke besteht
darin, daß im Sinne des "integrierten
Bauens" die PUR-Hartschaumkernschicht
nicht nur als hervorragende Wärmedämmung wirkt, sondern durch Aussteifung der Deckbleche und einer Mitwirkung im Verbund erheblich die Steifigkeit und Tragfähigkeit der Bauteile erhöht.

So wird z.B. bei Sand-wich-Bauteilen das druckbeanspruchte Deckblech (das obere bei positiven Biegemomenten) durch eine elastische Bettung auf der Kernschicht sehr wirkungsvoll ausgesteift (Abb. 4).

Bei ausreichend schubfester Verbindung der einzelnen Schichten miteinander wird außerdem bei solchen Sandwichtragwerken eine Verbundwirkung erreicht (Abb.5).

Wegen der Verwendung von Kunststoff als Kernschicht, der sich hinsichtlich der Herstellung und der bautechnischen Anforderungen so günstig verhält, sind bei der Beurteilung der Tragfähigkeit des Sandwichtragwerkes und damit bei der Bemessung jedoch eine Reihe von Besonderheiten zu beachten.

#### 2.2 Bemessung

So muß die gegenseitige Verschiebung der Deckbleche infolge Schubverformung der

#### Ebene Deckbleche

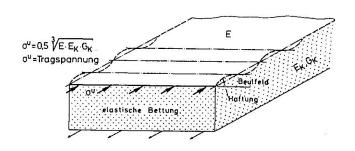
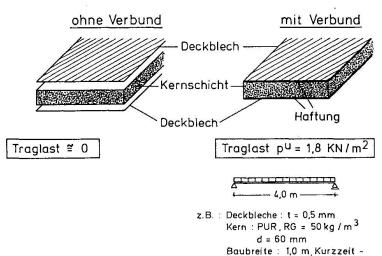
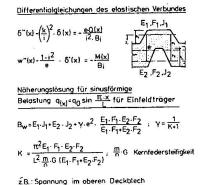


Abb.4: Elastische Bettung der druckbeanspruchten Deckbleche auf der Kernschicht



belastung
Abb. 5: Verbundwirkung durch Haftung zwischen Deckschicht und schubsteifem Kern





 $o = \frac{M(x)}{B_W/E_1} \cdot (\gamma \cdot e_1 + z_1)$ Genque Lösung mit FE - oder Differenzen - Methode

Abb.6: Theorie des elastischen Verbundes

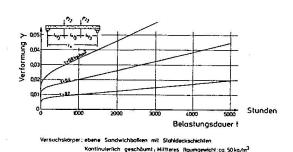


Abb. 7: Kriechverhalten des PUR-

Kernschicht berücksichtigt werden.

Es ist somit die Theorie des elastischen Verbundes (Abb. 6) anzuwenden/2/. Da Polyurethan-Hartschäume hochpolymere Kunststoffe sind, die ihrem mechanischen Verhalten nach den viskoelastischen Werkstoffen zugeordnet werden, wird ihr Trag- und Verformungsverhalten durch eine ausgeprägte Zeitabhängigkeit bestimmt, d.h. sie kriechen (Abb. 7).

Da durchlaufende Sandwichbauteile vom System und profilierte zusätzlich innerlich statisch unbestimmte Tragwerke sind, erzeugen unterschiedliche Deckblechtemperaturen – außen z.B. bei Sonneneinstrahlung bis zu 80°C, innen

durch die gute Wärmedämmung 20°C - zusätzliche Beanspruchungen, die bei der Bemessung zu berücksichtigen sind.

Die praktische Bemessung von Sandwichplatten wird unter Berücksichtigung der genannten Besonderheiten durchgeführt. Es sind sowohl der Gebrauchsfähigkeitsnachweis als auch die Tragsicherheitsnachweise zu führen (Abb.8)/1/.

## Hartschaums unter Schubbeanspruchung

#### Bezeichnungen:

Sr : Schnittgrößen aus äußeren Lasten (z.B. Schnee)

Yı: zugehöriger Sicherheitsbeiwert

S<sub>I</sub>:Schnittgrößen aus Zwängung Infolge Temperatur

Yı : zugehörliger Sicherheitsbeiwert

S<sub>K</sub> : Langzeiteinfluß auf die Teilschnittgrößen

YK: zugehöriger Sicherheitsbeiwert

RF: Widerstandsbeiwert . z. B. Trag - oder Knitterspannung

#### Gebrauchsfähigkeitsnachweis

V. (S. + S. + S. ) = RE Y = 1,1

#### <u>Tragsicherheitsnachweis</u>

Wandelemente. γ<sub>L</sub> = 1,85 stat bestimmt YL . SL . YT . ST & RF YL = 2,0 stat unbestimmt Dachelemente  $\gamma_{\gamma} = 1.3$ YL . SL + YT . ST + YK . SK 4RF Yx = 1,15

Instituts für Bautechnik, Berlin. Für die praxisnahe Anwendung stehen typengeprüfte Stützweiten- oder Belastungstabellen zur Verfügung. Wesentlich ist aber, daß auch im Rahmen der "European Convention for Constructional Steelwork"(ECCS) seit mehreren Jahren europäische Empfehlungen für Sandwich-Bauteile vorbereitet werden. Diese Empfehlungen können dann Grundlage für gleichwertige Bemessung von Sandwichbauteilen im europäischen Bereich sein /3/.

In der BRD erfolgt die Bemessung auf

der Grundlage von Zulassungen des

Abb.8: Bemessung

#### 3. SANDWICHBAUTEILE MIT MINERALWOLLKERN

Zu einem Leistungsbild für Bauteile gehört auch eine Abschätzung des Verhaltens im Katastrophenfall Brand. Hier kann man natürlich bei Sandwichbauteilen mit organischen Kernschichten (PUR) keine Wunder erwarten.

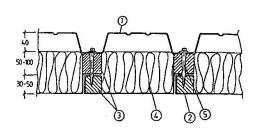
Dacheindeckungen aus nichtbrennbaren Materialien und Trapezblechen werden deshalb z.Zt. meist nur in doppelschaliger Ausbildung, d.h. Außen- und Innenschale aus Trapez- oder Stehfalzblech und lose eingelegter Isolierung aus Mineralwolle, eingesetzt.

Nichtbrennbare Wandbauteile werden in letzter Zeit auch als Sand-wichbauteile mit Mineralwollkern bereits großtechnisch eingesetzt. Der relativ feste Kern, mit Fasern die senkrecht zu den Deckschichten verlaufen, ist schubsteif verklebt mit den Deckschichten, so daß ein ähnliches Tragverhalten besteht wie bei den PUR-Sandwichbauteilen.

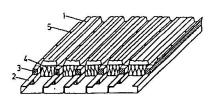
Hierbei ist aber zu beachten, daß die Bauteile zwar als nicht brennbar eingestuft werden, aber keine Feuerwiderstandsklasse erreichen, da unter Brandbeanspruchung das tragende Blech frühzeitig versagt.

Bei den doppelschaligen Ausführungen kann eine Verbundtragwirkung nicht ausgenützt werden, da keine schubsteife Verbindung zwischen der oberen und unteren Deckschicht vorhanden ist, wie es z.B. bei den PUR-Sandwichbauteilen durch die selbstklebende Verbindung der Polyurethan-Hartschaum-Kernschicht mit den Deckschichten der Fall ist.

Dacheindeckungen, die neben dem Vorteil einer Verbundtragwirkung auch den Anforderungen des Wärmeschutzes und vorallem des Brandschutzes genügen, wurden im Rahmen einer Reihe von Forschungs-vorhaben, die an der Technischen Hochschule Darmstadt durchgeführt wurden, untersucht /4/,/5/.



Als konstruktive Lösung wurde nach umfangreichen Parameterstudien Stahlblech-Stegverbundplatten konzipiert, bei denen ein Stegwinkel mit dem unteren Deckblech mit zwischenliegenden Dämmstreifen verschraubt ist. Der Stegwinkel ist dann wiederum mit dem oberen Deckblech schubfest verbunden. (Abb. 9)



- 1) Stahltrapezblech
- (2) Stahlprofilblech (Siding)
- (3) Fasersilikalsteg
- 4 Steinwalle
- (5) Rostfreie , selbstfurchende Schrauben.

Abb. 9: Stahlblech/Siding-Stegverbundplatte

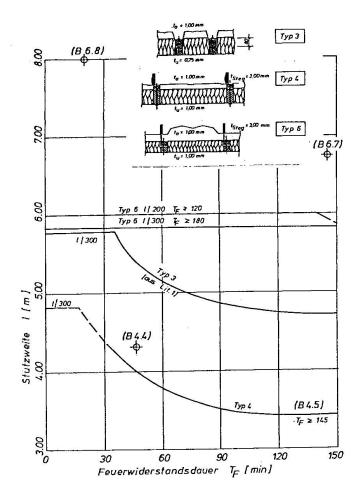


Abb.10: Bemessungsdiagramm für Dachverbundplatten, abhängig von der Feuerwiderstandsdauer (Einfeldplatten, 1.0  $KN/m^2$  Schneebel., max f = 1/300)

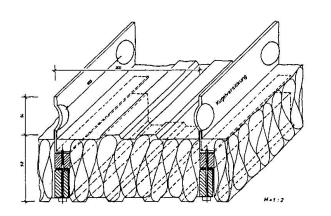


Abb.ll: Dachverbundplatten mit Kugel-versickung

Vorallem durch umfangreiche experimentelle Untersuchungen wurden Grundlagen für die Möglichkeit
der gezielten Dimensionierung für die zu erwartenden äußeren Belastungen
und die geforderten Feuerwiderstandsklassen geschaffen (Abb. 10).

Um eine absolut regenwasserdichte Ausführung zu
gewährleisten wurden außerdem besondere schraubenlose Verbindungen (z.B.
Kugel oder Wellenversikkung) der oberen Deckschicht mit den Stützstegen konzipiert und durch
eine Reihe von Versuchen
nachgewiesen (Abb. 11).

Es kann davon ausgegangen werden, daß die im Sinne einer integrierten Bauwei-se geforderten Eigenschaften hinsichtlich des Trag-verhaltens, der bauphysikalischen Eigenschaften und vorallem der Feuerwiderstandsfähigkeit mit solchen Verbundplatten weitgehend erreicht werden.

#### LITERATURVERZEICHNIS

/1/ Jungbluth,0.(Berner,K.):
Verbund- u.Sandwichtragwerke,
Springer-Verlag, 1986

/2/ Berner,K.: Stahl/PUR-Sandwichtragw. unter Temperatur-u.Brandbelastung, TH Darmstadt 1978

/3/ ECCS, European Reccomendations for Sandwich Panels,TC 7,WG 7.4

/4/ Junglbuth,0. u.Berner,K.:
 Feuerwiderstandsfähige Dachver bundplatten, Werkstoff u. Tech nik 1989

/5/ Junglbuth,O.: Feuerwiderstandsfähige Dachverbundplatten mit unbrennbarem Stützsteg u. Dämmstoffkern, BMFT-Forschungsvorhaben, 1984/1985