Traglasterhöhung dank Wärmedämmung: Erhöhung von Trapezprofilen durch Berücksichtigung der Wärmedämmung

Autor(en): **Burkhardt, S.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **107 (1989)**

Heft 24

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-77122

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Traglasterhöhung dank Wärmedämmung

Erhöhung von Trapezprofilen durch Berücksichtigung der Wärmedämmung

Mit geeigneten Klebern oder mechanischen Verbindungsmitteln mit den Trapezprofilen verbundene Dämmstoffplatten können als Verbundsystem betrachtet werden, wodurch mit einer Steigerung der aufnehmbaren Belastung gerechnet werden kann. Hier werden die Problematik der Tragfähigkeitsermittlung von Trapezprofilen und die verschiedenen Verbundsysteme angesprochen und anhand eines konstruierten Beispiels die Tragfähigkeitssteigerung gegenüber dem Trapezprofil kurz dargestellt.

VON S. BURKHARDT, KARLSRUHE

Allein 90% der in der Bundesrepublik Deutschland mit Trapezprofilen eingedeckten Dächer werden als Warmdach ausgebildet. Auf das Profil wird mit Hilfe von verschiedenen Kalt- oder Heissklebern oder mit geeigneten Verbindungsmitteln die Dämmstoffplatte direkt aufgebracht. Betrachtet man einen derartigen Aufbau, so liegt die Frage nahe, ob dieses Tragsystem nicht als Verbundsystem angesehen werden kann (Bild 1). Bisher wurden nur die Trapezprofile, die in der Regel eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung besitzen oder nach DIN 18 807 berechnet werden, als tragende Teile angesehen. Sicherlich gibt es Argumente, die dagegen sprechen, Baustoffen, wie Polystyrolschaum, Polyurethanschaum, Schaumglas oder gepresste Mineralfaser - welche hauptsächlich verwendet werden - eine Tragfunktion zuzuweisen. Ziel dieser Untersuchung ist es jedoch nicht, das Für und Wider eines derartigen Verbundsystems zu erörtern, sondern lediglich, die mögliche Traglasterhöhung eines Trapezprofils in Verbindung mit einer Dämmstoffplatte aufzuzeigen.

Erste Untersuchungen, die sich hauptsächlich mit dem Kurzzeitbruchverhalten von Dämmstoffen unter linien- oder punktförmiger Belastung beschäftigen, wurden in [1; 2] veröffentlicht. Dabei ging es darum, die Frage der Trittfestigkeit von Isolierplatten bei der Begehbarkeit von Warmdächern mit Trapezprofilen als Tragkonstruktion zu klären. Ein Verbund mit den Profilen, der bei derartigen Dachaufbauten stets vorliegt, wurde dabei allerdings noch nicht berücksichtigt.

Die 1987 erschienene DIN 18 807 gibt ein Rechenverfahren wieder, welches es ermöglicht, die Tragfähigkeit eines Trapezprofils zu bestimmen. In verschiedenen Instituten oder bei einigen Profilherstellern wird dieses Verfahren bereits relativ erfolgreich zur Optimierung von neu zu entwickelnden Profilen verwendet.

Ausgehend von diesem Rechenverfahren und mit Hilfe der Verbundtheorie ist nun auf theoretischem Wege versucht worden, den Einfluss einer Dämmstoffplatte auf die Tragfähigkeit eines Trapezprofils zu betrachten.

Tragverhalten eines Trapezprofils

Durch Kaltumformung wird aus einem ebenen, relativ dünnen Flachblechstreifen ein Trapezprofil erzeugt. Das Tragverhalten eines so entstandenen dünnwandigen Bauteils unterscheidet sich im allgemeinen von dem der im Stahlbau üblicherweise verwendeten dickwandigen Profile. Die Annahme einer linearen Spannungsverteilung über den Querschnitt trifft nur noch beschränkt zu. Das Hauptproblem liegt hier in der Erfassung des Beulverhaltens, wobei sowohl im Druckbereich als auch im Zugbereich unter Beanspruchung ein Ausweichen von Querschnittsteilen zu beobachten ist. Der Tragmechanismus selbst lässt sich nur mit einer nichtlinearen Faltwerktheorie beschreiben. Um nun dies zu vermeiden, ist mit Hilfe einiger vereinfachender Annahmen eine Theorie entwickelt worden, die es ermöglicht, eine anschauliche und zutreffende Berechnung von Trapezprofilen durchzuführen.

Betrachtet man ein biegebeanspruchtes Trapezprofil, so lässt es sich im baustatischen Sinne in druck- und zugbeanspruchte, an den Stegrändern teilweise eingespannte Ober- bzw. Untergurte und in in den Ober- bzw. Untergurten teilweise eingespannte biegebeanspruchte Stege aufteilen, wobei die druckbeanspruchten Scheiben besonders beulgefährdet sind. Es ist daher erforderlich, das Tragverhalten dieser Querschnittsteile ausführlicher zu betrachten.

Wird eine seitlich teilweise eingespannte Scheibe in axialer Richtung druckbeansprucht, so können im wesentlichen zwei Versagenskriterien auftreten: Entweder die Fliessspannung wird erreicht, oder es tritt ein Stabilitätsproblem ein, und die Scheibe beult. Abhängig von der Plattendicke und von deren Elastizitätsmodul, liegt die kritische Beulspannung oft wesentlich unter der Fliessspannung.

Mit dem Auftreten von Beulen ist nicht unbedingt, wie beim Knicken, mit einem plötzlichen Zusammenbruch des beanspruchten Querschnittsteiles zu rechnen, da oft nur eine innere Kräfteumlagerung stattfindet. Ein überkritischer Bereich wird erreicht, und die Scheibe wird über die Länge einer Beulwelle zu einer räumlich tragenden Membrane ausgebildet, so dass das Tragsystem auch nach dem Auftreten von örtlichen Beulen durchaus noch in der Lage sein kann, eine weitere Laststeigerung zu ertragen. Innerhalb der gedrückten Scheibe ist die Spannungsverteilung nun nicht mehr linear - in der Mitte befindet sich ein Minimum, an den gestützten Rändern ein Maximum, und der Spannungsverlauf gleicht einer Sinuswelle (Bild 2).

Winter [3] bildete nun das Flächenintegral der Spannung über die ganze Plattenbreite und wies je einem Randstreifen zu beiden Seiten des Plattenrandes eine bestimmte Breite, deren Flächenintegral mit der eingesetzten Maximalspannung unter gleichmässiger Spannungsverteilung denselben Betrag ergab, zu. Diese «Ersatzbreite» wird üblicherweise als mitwirkende Breite bezeichnet.

Da die mitwirkende Breite mit zunehmender Scheibenbreite in Abhängigkeit von Elastizitätsmodul, Blechdicke und Fliessspannung gegen einen Grenzwert konvergiert, erscheint es auf den ersten Blick nicht sinnvoll zu sein, Trapezprofile mit breiten Obergurten herzustellen, da zu grosse Teile des Druckgurtes als nicht mittragend ausfallen (Bild 3).

Dieser Erscheinung kann jedoch durch die Verwendung von Obergurtsicken entgegengewirkt werden. Deren Effekt ist, dass dadurch die Breite des ursprünglichen Beulfeldes reduziert und

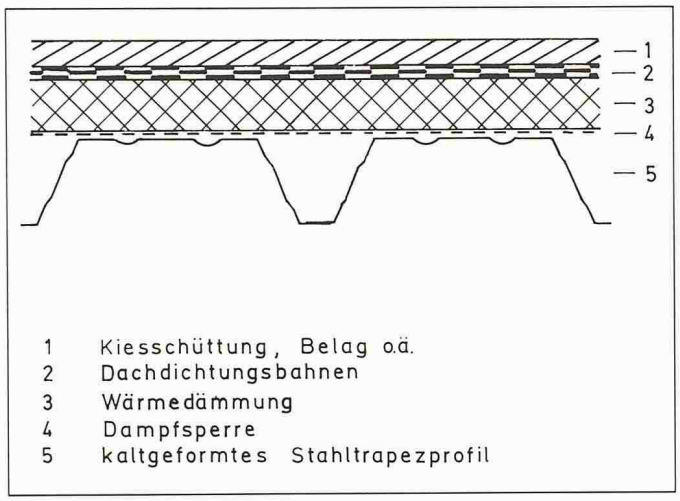

Bild 1. Typischer Aufbau eines Warmdaches

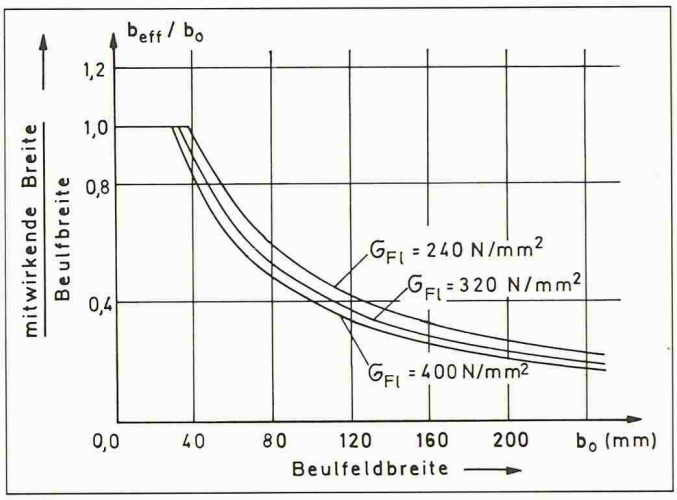

Bild 3. Verhältnis der mitwirkenden Breite (b_{eff}) zur Beulfeldbreite (b_{beul}) für verschiedene Fliessspannungen

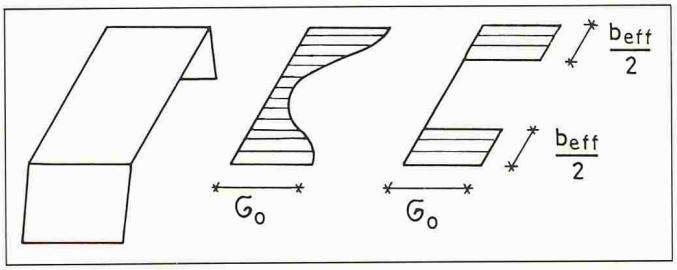

Bild 2. Spannungsverteilung einer gedrückten, seitlich eingespannten Platte und Aufteilung in mitwirkende Breiten

damit die Tragfähigkeit angehoben wird. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Sicken ebenfalls stabilitätsgefährdet sind, da es sich im allgemeinen um elastisch gebettete Knickstäbe handelt.

Für derartige Trapezquerschnitte ist vor allem von Höglund [4] ein Berechnungsverfahren entwickelt worden, welches es erlaubt, die Tragfähigkeit von Trapezprofilen zu bestimmen. Dieses Verfahren wird auch ohne wesentliche Änderungen in der DIN 18.807 wiedergegeben, so dass an dieser Stelle nicht näher darauf eingegangen wird.

Problematik der Trapezprofile

Im vorhergehenden Abschnitt wurde die Tragfähigkeitsberechnung eines Trapezprofils angesprochen und auf verschiedene Tragmechanismen hingewiesen. Dabei ist festgestellt worden, dass nicht der gesamte Druckbereich zur Aufnahme der Traglast herangezogen werden kann, denn auch trotz einer Anordnung von Sicken fallen vor allem bei dünneren Blechen oft noch wesentliche Querschnittsteile aus. Auch kann die Sicke in der Regel nicht bis zum Erreichen der Fliessspannung beansprucht werden, da sie als Knickstab betrachtet werden muss.

Zieht man nun das bei Warmdächern stets vorhandene Isoliermaterial als Aussteifung heran, so lässt sich sicherlich bei bestimmten Profilgeometrien eine Traglasterhöhung erzielen. Damit wird aus dem reinen Trapezprofildach ein Verbundsystem.

Ähnliche Gedanken sind für Kassettenprofile bereits von Baehre [6; 7] und König [5] aufgegriffen und abgehandelt worden.

Verschiedene Betrachtungsmöglichkeiten des Verbundes

Für die Mitwirkung einer Dämmstoffplatte am Gesamttragvermögen des zusammengesetzten Querschnitts lassen sich verschiedene Möglichkeiten vorstellen:

- Die Plattenauflage wird als nicht mittragend angesehen, das Trapezprofilblech trägt allein.
- Die Dämmstoffplatte ist so biege- und schubweich, dass sie keine Last aufnimmt; das Trapezprofil trägt allein, wird aber durch die Dämmstoffplatte ausgesteift, so dass sich sein Tragvermögen erhöht. Das Ausbeulen der Druckbereiche wird teilweise oder ganz verhindert und die elastische Bettung der Sicken vergrössert sich.
- Die Dämmstoffplatte ist biegesteif und ganz oder teilweise mit dem Profil verbunden. Sie trägt zusätzlich zu dem Profil teilweise oder voll mit und behindert ausserdem das Ausbeulen des Druckbereiches.

Auf die Differentialgleichungen der Verbundtheorie, welche die vorgenannten Möglichkeiten einer Mitwirkung der Dämmstoffplatte am Tragverhalten beschreiben, wird an dieser Stelle nicht weiter eingegangen. Lösungen dazu sind bekannt. Zusammenfassend sei nur bemerkt, dass durch den Verbund von zwei Materialien innere Biegespannungen und Normalspannungen erzwungen werden, die den äusseren Spannungen entgegenstehen. Die Teilschnittgrössen sind damit abhängig von den Elastizitätsmoduln, den Querschnittsflächen, den einzelnen Flächenmomenten 2. Grades und von den in der Verbindungsfuge übertragbaren Schubkräften.

Die vorhandene Schubkraft ist wiederum von der Verteilung der Schnittgrössen abhängig. Zusätzlich muss noch beachtet werden, dass das Flächenmoment 2. Grades des Trapezprofils auch im elastischen Zustand von den vorhandenen Spannungen abhängig und somit über die Systemlänge veränderlich ist, da die Spannungsverteilung über den Querschnitt sich entlang der Stützweite verändert. In der Feldmitte eines Einfeldträgers unter Gleichstrekkenbelastung liegt z.B. die maximale Ober- und Untergurtspannung, gleichzeitig jedoch oft das geringste Flächenmoment 2. Grades eines Trapezprofils vor.

Auswirkungen des Verbundes auf ein Trapezprofil

Durch das Heranziehen der Dämmstoffplatten werden die mitwirkenden Breiten der Obergurte vergrössert. Rein mechanisch steigt mit dem Grösserwerden der ansetzbaren Flächen das Flächenmoment 2. Grades eines Profils und somit auch seine Tragfähigkeit so lange an, bis die mitwirkenden Flächenteile den Bruttoquerschnitt erreicht haben. Setzt man allerdings voraus, dass der gesamte Querschnitt sich im elastischen Zustand befindet, so ist es durchaus möglich, dass nicht der volle Querschnitt, sondern ein Querschnitt mit nicht voll mitwirkenden Flächen ein Maximum an Tragfähigkeit liefert. Mit dem Zunehmen der mitwirkenden Breiten des Obergurtes und der Stege im Druckbereich wandert die Spannungsnullinie, das heisst, die Linie, für welche die Summe der inneren Kräfte Null wird, in Richtung des Obergurts. Damit verbunden ist die Abnahme der oberen Abstände der einzelnen Querschnittsteile zur Nullinie. Diese Abstände jedoch gehen nach dem Prinzip von Steiner mit ihrem Quadrat in die Tragfähigkeitsberechnung ein. Das Optimum der Tragfähigkeit eines Profils im elastischen Zustand lässt sich daher nur durch eine aufwendige Iteration finden.

Wesentlich komplizierter gestaltet sich die Berechnung der Tragfähigkeit für den Fall, dass im Zugbereich Fliessen zugelassen wird und sich plastische Zonen ausbilden können. Dies wird deutlich, wenn man sich einmal den Einfluss der Obergurtspannung auf die mitwirkende Breite für den Traglast- und den Gebrauchszustand für verschiedene Obergurtbreiten betrachtet (Bild 4). Es kann dabei durchaus der Effekt eintreten, dass der Gebrauchszustand eine grössere Tragfähigkeit für ein Profil liefert als der Traglastzustand.

Durch das Einbeziehen der Dämmstoffplatte bei der Tragfähigkeitsermittlung verändert sich auch die Bettungsziffer einer Obergurtsicke und zusätzlich noch deren Flächenmoment 2. Grades, was auf grössere mitwirkende Breiten zurückzuführen ist. Man erreicht hier ein Optimum dadurch, dass das Versagen einer Sicke von einem Stabilitätsproblem in ein Spannungsproblem übergeführt wird.

Berechnung des Verbundquerschnittes

Der in DIN 18 807 enthaltene Vorschlag erlaubt, dass bei der Berechnung des Tragmomentes im Zugbereich des Profils sich eine plastische Zone ausbilden darf. Die Nullinie wird durch Iteration für den Fall erhalten, dass die Druck- und Zugkräfte im Gleichgewicht stehen und im Druckbereich die Fliessspannung nicht überschritten wird. Das effektive Trägheitsmoment hingegen wird aus dem Gebrauchsmoment und dem zugehörigen Widerstandsmoment unter der Voraussetzung, dass die maximale Obergurtspannung zwei Drittel der Fliessspannung erreichen darf, ermittelt. Die für eine Berechnung unter Berücksichtigung des erlaubten Plastizierens des Zuggurtes geforderten Abminderungen im Sikkenbereich werden zur Bestimmung des Gebrauchsmomentes nicht angewendet, wodurch es möglich wird, dass das Gebrauchsmoment grösser als das Tragmoment sein kann.

Zur Bestimmung der Tragfähigkeit eines Verbundquerschnittes, das heisst unter Berücksichtigung des Trageffektes der Isolierplatte eines Warmdaches, wird in diesem Zusammenhang allerdings ein rein elastischer Querschnitt des Profils zugrunde gelegt. An keinem der beiden Ränder darf die Fliessspannung überschritten werden. Dies liegt hauptsächlich in der ausserordentlich schwierigen, wenn für einen teilplastizierten Bereich überhaupt möglichen, Berechnung mit über der Systemlänge veränderlichem Trägheitsmoment begründet.

Das Tragmoment des reinen Trapezprofils wird auf der Grundlage des Vorschlages in DIN 18 807 für den Fall des Gebrauchszustandes, allerdings unter der Voraussetzung, dass im Druckbereich ebenfalls die Fliessspannung erreicht werden darf, ermittelt. Der Vergleich des so bestimmten Tragmomentes mit dem Tragmoment, welches unter Berücksichtigung einer zugelassenen Plastizierung des Zugbereichs berechnet wurde, erbrachte bei einigen Profilen keinen Unterschied. Dies ist darauf zurückzuführen, dass speziell bei niedrigen Profilen mit kleiner Blechdicke und im Vergleich zur Höhe relativ grosser Obergurtbreite der Anteil der mitwirkenden Breite im Vergleich zur Gesamtbreite so gering ist, dass im Zugbereich die Fliessspannung überhaupt nicht erreicht wird. Allerdings ist gerade bei solchen Profilen der grösste Zuwachs an Tragfähigkeit unter Berücksichtigung der Dämmstoffplatte zu erwarten.

Zur Berechnung der Tragfähigkeit des Verbundquerschnittes sind drei Arten des Verbundes zu betrachten:

- Der lose Verbund, d.h. die beiden Komponenten Trapezprofil und Isolierplatte, liegen lose aufeinander.
- Der elastische Verbund, d.h. die beiden Komponenten, sind fest miteinander verbunden, wobei jedoch entlang ihrer Verbindungsfuge eine gegenseitige Verschiebung möglich ist.
- Der volle Verbund, d.h. die beiden Komponenten, sind fest miteinander verbunden, und eine Verschiebung entlang der Verbindungsfuge ist nicht möglich.

Literatur

[1] *Burkhardt, S., Schulz, U.:* Das Tragverhalten von Dämmstoffen in Zusammenhang mit der Begehbarkeit von kaltgeformten dünnwandigen Profilen. Berichte der Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine, Universität Karlsruhe, 4. Folge, Heft 10 (1984).

[2] *Burkhardt, S.:* Das Tragverhalten von Dämmstoffen. Das Dachdeckerhandwerk DDM 21 (1985), S. 23–26.

[3] *Winter, G.:* Strength of Thin Steel Compression Flanges. Trans. ASCE, Vol. 112 (1947).

[4] *Höglund, T.:* Design of Trapezoidal Sheeting Provided with Stiffeners in the Flanges and Webs. Swedish Council for Building Research (i980), Stockholm.

[5] *König, J.:* The composite beam action of coldformed sections and boards. Swedish Council for Building Research, D 14: (1981), Stockholm.

[6] *Baehre, R.:* Entwicklungsmerkmale der Leichtbautechnik. Aussteifungen, Komponenten, Verbund. Swedish Council for Building Research, D 8: (1978), Stockholm.

[7] *Baehre, R.:* Raumabschliessende Bauelemente. Stahlbauhandbuch, Band 1, Kap. 17. Stahlbau-Verlags GmbH, Köln 1982.

[8] *Steinhardt, 0.:* Zur wirklichkeitsnahen Standsicherheitsuntersuchung von Leichtbaukonstruktionen. In: Probleme der Festigkeitsforschung im Flugzeugbau und Bauingenieurwesen, Hrsg.: M. Esslinger, B. Geier, München 1977.

[9] *Steinhardt, 0., Einsfeld, U.:* Trapezblechscheiben im Stahlhochbau – Wirkungsweise und Berechnung. Die Bautechnik, 47. Jg., Heft 10 (1970).

[10] *Stahlberger, E.D.:* Trapezbleche mit Plattenauflage im trockenen Verbund. Diplomarbeit am Lehrstuhl für Stahl- und Leichtmetallbau, Universität Karlsruhe (1985), nicht veröffentlicht.

[11] DIN 18 807, Trapezprofile im Hochbau, Stahltrapezprofile, Teil 1 bis 3, Juni 1987.

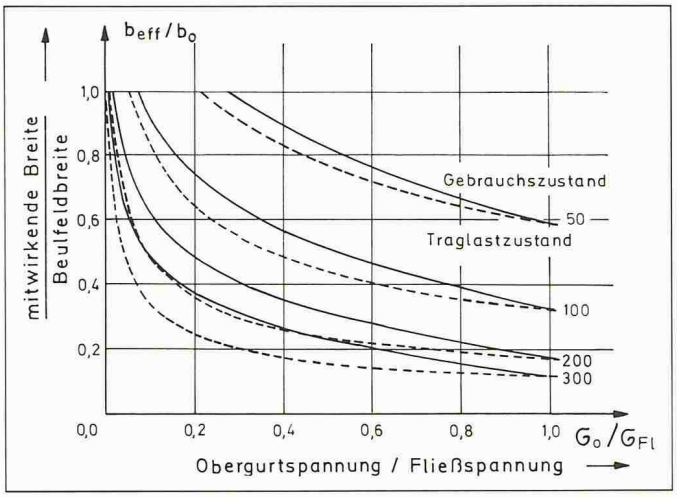

Bild 4. Einfluss der Obergurtspannung auf die mitwirkende Breite für verschiedene Beulfeldbreiten (Blechdicke t_N = 0,75 mm, σ_{Fl} = 320 N/mm²)

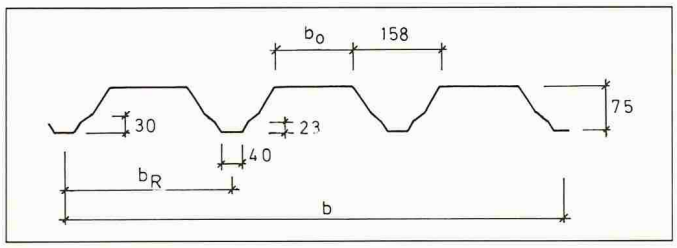

Bild 5. Querschnittsgeometrie des betrachteten Trapezprofils

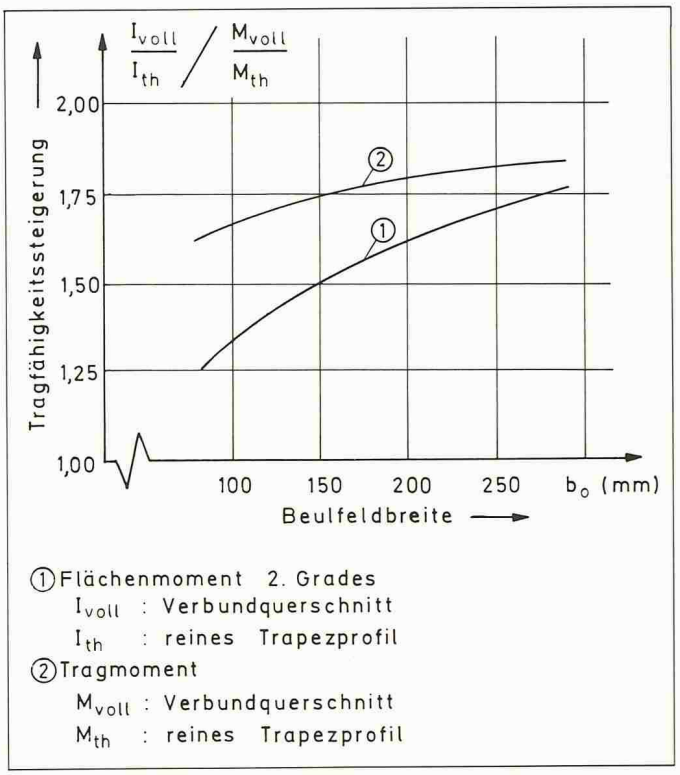

Bild 6. Auf die Ausgangskennwerte des Trapezprofils bezogene Tragfähigkeitssteigerung bei der Betrachtung als Verbundquerschnitt

Es ist sehr leicht ersichtlich, dass durch den losen Verbund aufgrund der meist sehr geringen Eigenbiegesteifigkeit der Dämmstoffplatte keine oder zumindest keine nennenswerte Erhöhung der Tragfähigkeit eintritt.

Die Tragfähigkeit eines Querschnittes mit vollem Verbund wird unter der Annahme, dass beide Komponenten voll miteinander verbunden sind, bestimmt. Durch die Dämmstoffplatte wird das Ausweichen des Trapezprofilobergurtes verhindert, was bedeutet, dass ausser der Dämmstoffplatte auch die ganze Breite des Obergurtes zur Erhöhung der Tragfähigkeit herangezogen wird. Bei der Berechnung kann ausserdem, was jedoch zumeist nicht empfehlenswert ist, berücksichtigt werden, dass die Tragfähigkeit des Gesamtquerschnittes erreicht ist, wenn die zulässige Druckspannung des Plattenwerkstoffes überschritten wird. In einigen Fällen erhält man dadurch ein Tragmoment, das unter dem Tragmoment des reinen Trapezblechprofils liegt.

Da die hauptsächlich verwendeten Dämmstoffe ohne grosse Schädigung eine relativ hohe Dehnung bis zum endgültigen Versagen ertragen können, ist es zweckmässig, eine Dehnungsbegrenzung und keine Spannungsbegrenzung einzuführen. Damit erreicht man praktisch das Tragmoment eines Trapezprofils mit voll mitwirkendem Obergurt.

Bei der Berechnung des elastischen Verbundes wird vorausgesetzt, dass das Flächenmoment 2. Grades über die Systemlänge konstant ist, was streng genommen nicht zutrifft. Ebenfalls als konstant wird ein Gleit- oder Verschiebungsmodul, welcher in der Fuge der beiden Komponenten herrscht, vorausgesetzt. Ansonsten erfolgt die Berechnung des Tragmoments unter den gleichen Voraussetzungen wie beim vollen Verbund, wobei allerdings die gegenseitige Verschiebungsmöglichkeit in der Fuge berücksichtigt wird.

Vergleich der Tragmomente

Anhand eines Beispiels wird versucht darzustellen, wie sich die Tragfähigkeit eines Profils verändert, wenn dieses in Verbindung mit einer Dämmschicht als Verbundsystem betrachtet wird. Dazu ist für das in Bild 5 dargestellte Profil die Obergurtbreite b_o variiert worden. Die übrigen Abmessungen wurden konstant gehalten. Nach DIN 18 807 sind das Tragmoment und das zugehörige Flächenmoment 2. Grades für die verschiedenen Obergurtbreiten berechnet worden. Sie dienen als Ausgangswerte zur Ermittlung des traglaststeigernden Einflusses bei der Betrachtung als Verbundquerschnitt.

Für den Verbundquerschnitt wurde vorausgesetzt, dass die Dämmplatte vollflächig mit dem Obergurt verklebt, ein Ausweichen des Obergurtes also nicht möglich ist. Gleichzeitig wurde aufgrund der grossen Differenz der Elastizitätsmoduln zwischen dem Trapezprofil und dem Dämmstoffmaterial eine zusätzliche traglaststeigernde Wirkung der Dämmstoffplatte nicht berücksichtigt. Diese ist ohnehin sehr klein und somit vernachlässigbar.

Es hat sich gezeigt, dass zwischen einem starren Verbund und einem elastischen Verbund keine grossen Differenzen zwischen den Tragfähigkeitswerten derartiger Verbundquerschnitte vorhanden sind. Die Tragfähigkeitskenngrössen eines elastischen Verbundes sind zusätzlich zur Geometrie des Verbundkörpers auch noch von dessen Stützweite abhängig. Um das Berechnungsbeispiel so allgemein wie möglich zu halten, ist an dieser Stelle nur der starre Verbundkörper betrachtet worden. Ebenfalls nicht zugelassen wurde die Plastizierung der zugbeanspruchten Randzone des Trapezprofils. Man erreicht damit zwei Dinge, zum einen liegt man bei der Bemessung auf der sicheren Seite, zum anderen wird der druckbeanspruchten Deckschicht keine übermässig grosse Dehnung zugemutet.

In Bild 6 wird das Verhältnis der Tragfähigkeitswerte zwischen dem reinen Trapezprofil und dem Verbundquerschnitt in Abhängigkeit von der Obergurtbreite des in Bild 5 dargestellten

Profils aufgetragen. Man sieht deutlich, dass die Traglaststeigerung bedeutend sein kann.

In gleicher Weise lassen sich auch für andere Querschnitte von Trapezprofilen Tragfähigkeitserhöhungen berechnen. Eine traglaststeigernde Wirkung der Dämmschicht ist jedoch dann nicht mehr vorhanden, wenn der gesamte Querschnitt des Trapezprofils voll mitträgt, das heisst, wenn der Obergurt keine im Sinne von DIN 18 807 ausfallenden Querschnittsteile aufweist!

Für die Betrachtung eines Daches als Verbundsystem eignen sich hier nur Profile mit relativ grossen Obergurtbreiten. Diese weisen jedoch wiederum den Nachteil auf, dass es Probleme bei der Begehbarkeit im Bauzustand geben kann.

Dieser Beitrag ist Prof. Dr. Ing. Dr. sc. techn. h.c. (ETH) *O. Steinhardt* zum 80. Geburtstag gewidmet.

Zusammenfassung

Sehr oft werden Trapezprofildächer als Warmdächer ausgebildet, das heisst, die Wärmedämmung wird mit Hilfe von Klebern oder mechanischen Verbindungsmitteln direkt mit den Trapezprofilen verbunden. Dies führte dazu, einen derartigen Dachaufbau als Verbundsystem zu betrachten.

Abhängig von der Geometrie eines Trapezprofils nehmen mit zunehmender Breite der Obergurte die nicht mittragenden Querschnittsteile ab. Gelingt es nun, die Grösse dieser nicht mittragenden Querschnittsteile zu verringern, so ist dies mit einer Tragfähigkeitssteigerung verbunden. Die einfachste Möglichkeit, den Obergurt in seiner vollen Breite zu nutzen, ist, ihn am Ausweichen zu hindern. Dies geschah hier, indem man ihn mit der ohnehin erforderlichen Dämmschicht verband und das so entstandene Tragsystem als Verbundsystem betrachtete.

Zuerst wurde jedoch auf die Problematik der Berechnungsmöglichkeiten eines Trapezprofils kurz eingegangen. Dann ist auf die Betrachtung eines Warmdaches aus derartigen Profilen in Verbindung mit der Dämmschicht als Verbundsystem hingewiesen worden. Anhand eines konstruierten Beispiels wurde die Tragfähigkeitssteigerung durch diese Betrachtungsweise graphisch dargestellt. Man erkennt deutlich den Anstieg der Tragfähigkeit.

Abschliessend soll noch darauf hingewiesen werden, dass die hier aufgezeigte Erhöhung der Tragfähigkeit eines Trapezprofils nur nutzbar ist, wenn auf eine sorgfältige Ausführung des Dachaufbaus geachtet wird.

Adresse des Verfassers: *S. Burkhardt,* Dr. Ing., Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine, Universität (TH) Karlsruhe, Kaiserstrasse 12, D-7500 Karlsruhe.

Wettbewerbe

Edificio per accogliere l'Archivio cantonale e altri uffici statali sul fondo «Ex Caserma», Bellinzona

La Sezione stabili erariali del Dipartimento delle pubbliche costruzioni, banditore del concorso, così autorizzata dal Consiglio di Stato, a aperto un concorso di progetto in vista della costruzione di un edificio per accogliere l'Archivio cantonale e altri uffici statali, da edificarsi sul fondo «Ex Caserma» situato nel Comune di Bellinzona al mappale n°. 93.

Il concorso era aperto ai professionisti che al momento dell'iscrizione al concorso sono iscritti all'ordine degli Ingegneri e Architetti del Cantone Ticino (OTIA) ramo architettura, con domicilio fiscale al 1° gennaio 1988 nel Cantone Ticino, e ai architetti attinenti del Cantone Ticino che, pur non essendo iscritti all'OTIA perchè domiciliati fuori cantone possiedono i requisiti professionali che ne permettono l'iscrizione.

29 concorrenti hanno consegnato il loro progetto. La giuria a deciso di escludere un progetto dai premi. Risultato:

1° premio (25 000 fr.): Luca Ortelli, Chiasso

2° premio (20 000 fr.): Claudio Negrini, Alvaro Buehring, Lugano

3° premio (12 000 fr.): Alberto Ruggia, Pura

4° premio (10 000 fr.) Cristina Lombardi-Serventi, Roberto Schira, Muralto

1° acquisto (9000 fr.): Marco Magnoni, Arbedo

2° acquisto (6000 fr.): Enzo Volger, Lugano

3° acquisto (6000 fr.): Vittorio Pedrocchi, Locarno

4° acquisto (6000 fr.): Angelo Bianchi, Agno

5° acquisto (6000 fr.): Giorgio Tognola, Locarno

La giuria a raccommandato all'Ente banditore di conferire mandato di esecuzione all'autore del progetto primo premiato.

Giuria: arch. Benedetto Antonini, Muzzano, arch. Jean-Pierre Dresco, Losanna, arch. Giancarlo Durisch, Riva San Vitale, prof. Andrea Ghiringhelli, Osogna, prof. Dino Jauch, Semione, arch. Sergio Pagnamenta, Lugano (Presidente), arch. Gianfranco Rossi, Lugano; supplenti: prof. Pierluigi Borella, Gorduno, ing. Piero Früh, Massagno; consulente: prof. Diego Erba, Locarno.

Bahnhofgebiet Cham ZG

Die Gemeinde Cham und die SBB veranstalteten den öffentlichen Projektwettbewerb für die Überbauung des Bahnhofgebietes in Cham. Teilnahmeberechtigt waren alle Architekten, die mindestens seit dem 1. Januar 1988 im Kanton Zug ihren Wohn- oder Geschäftssitz haben oder dort heimatberechtigt sind. Zusätzlich wurden die folgenden Architekten zur Teilnahme eingeladen: De Biasio & Scherrer, Zürich; H. Ineichen und E. Mugglin, Luzern; Lüscher + Lauber + Gmür, Luzern; R. Obrist, St. Moritz; A. Weber, Luzern. Es wurden 15 Projekte eingereicht. Ein Projekt wurde aufgrund schwerwiegender Verletzung von Programmbestimmungen von der Preisverteilung ausgeschlossen. Ergebnis:

1. Preis (20 000 Fr. mit Antrag zur Weiterbearbeitung): Lüscher + Lauber + Gmür-Architekten, Luzern; Mitarbeiter: Christian Müller; beigezogener Fachmann: Fred Itschner, Bauingenieur c/o Basler & Hofmann, Zürich

2. Preis (16 000 Fr.): Erich Weber, Cham; Mitarbeiter: Gerhard Unternährer; beigezogene Fachleute: Emch + Berger Zug AG, Verkehrsplanung

3. Preis (8000 Fr.): De Biasio & Scherrer, Zürich; Mitarbeiter: M. Giardina, C. Friedrich

4. Preis (5000 Fr.): Architektengemeinschaft Th. Geiger und HWZ Architektur AG, Heinz Hüsler, Beat Wiss, Jürg Zwiker, Steinhausen; Mitarbeiter: Alain Othenin-Girard

5. Preis (4500 Fr.): Hannes Ineichen und Eugen Mugglin, Luzern; Mitarbeiter: Erich Stadler; beigezogener Fachmann: Heinz Schmid, Ingenieur, Verkehrsplaner, in Büro Zwicker + Schmid, Zürich

6. Preis (3000 Fr.): Kamm & Kündig, Zug; Peter Kamm, Marliese Aeberli, Fredi Krähenbühl

Fachpreisrichter waren Prof. J. Schader, Zürich, K.Vogt, Scherz, W. Felber, SBB Chef Hochbau SBB Kreis II, A. Brunnschweiler, Ersatz.

Alterszentrum Luzernerring, Basel

Die «Alterszentrum Luzernerring AG Basel» erteilte an fünf Architekturbüros Studienaufträge für das Alterszentrum Luzernerring.

Das Expertengremium beantragte der Bauherrschaft einstimmig, *Frau Silvia Gmür,*

Fortsetzung Seite 655