

Verbundplatten mit erhöhter Tragfähigkeit für vorgehängte Fassaden

Autor(en): **Bregenzer, René / Grazioli, Mario / Wenk, Thomas**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **103 (1985)**

Heft 48

PDF erstellt am: **15.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-75943>

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.

Verbundplatten mit erhöhter Tragfähigkeit für vorgehängte Fassaden

Von René Bregenzer, Neuhausen, Mario Grazioli und Thomas Wenk, Zürich

Alucobond-Verbundplatten eignen sich besonders gut als Fassadenplatten infolge ihres geringen Flächengewichts und ihrer hohen Biegesteifigkeit. Beim Nachweis der Tragfähigkeit zeigt sich als Folge geometrischer Nichtlinearität ein Tragverhalten, welches zwischen der linearen Platten- und der reinen Membrantheorie liegt. Mit zunehmender Belastung bildet sich entlang dem frei verschieblichen Plattenrand ein Druckring und in Plattenmitte eine Membrane, was zu erhöhter Tragfähigkeit bei geringer Plattendeformation führt.

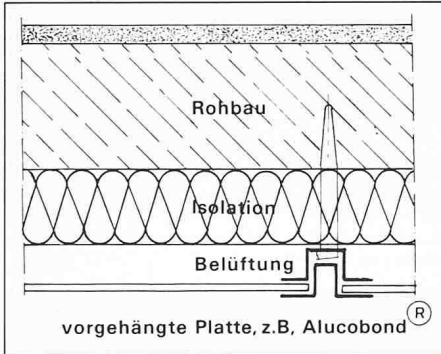


Bild 1. Schematischer Aufbau einer Vorhangsfassade

Bild 2. Zusammenhang zwischen Platendicke, Biegesteifigkeit und Eigengewicht verschiedener Fassadenplatten

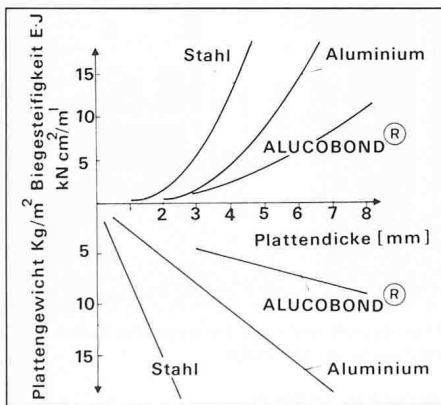
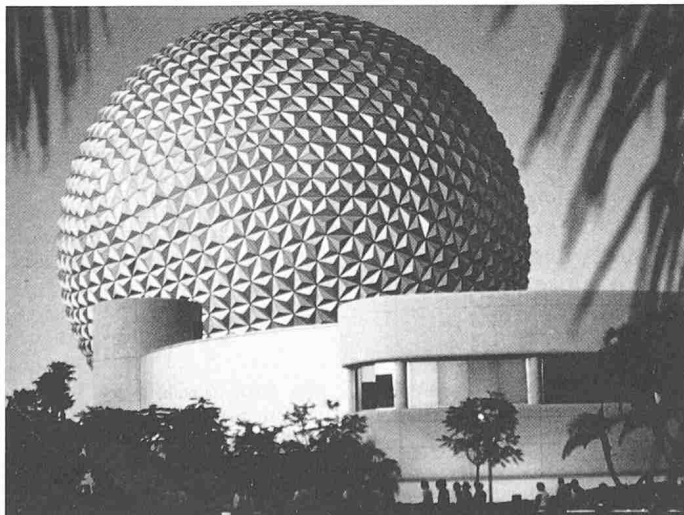


Bild 3. «Space Ship Earth». 18 000 m² anodisiertes Alucobond für das Wahrzeichen des «Epcot Centre» Orlando, Florida



Verbundplatten als Fassadenelemente

Die richtige Funktion der Fassade setzt eine gleichzeitige Lösung der Statik, des Wärme-, Feuchte- und Schallschutzes, des Schutzes gegen mechanische und chemische Angriffe sowie der visuellen Gestaltung voraus [1]. Diese komplexe Aufgabenstellung hat vor 50 Jahren zur Entwicklung der Vorhangfassaden geführt (vgl. Bild 1). Die vorgehängten Platten schützen die Isolation, leiten die Windlast in die tragende Struktur ab und bestimmen das Aussehen des Gebäudes.

Als Plattenwerkstoffe finden grossformatige Bleche aus verschiedenen Metallen, faserverstärkte Zementplatten usw. Verwendung. Besonders eignen sich Verbundplatten aus Aluminium und Kunststoff, die hohe Biegesteifigkeit bei niedrigem Flächengewicht aufweisen (vgl. Bild 2); sie bewähren sich seit 15 Jahren in vielseitigen Anwendungen (vgl. Bilder 3 und 4). Alucobond® ist als Warenzeichen der Aluminium AG (Alusuisse), Zürich, eingetragen.

Nachweis der Tragfähigkeit

Zum Nachweis der Tragfähigkeit reichen Angaben von Erfahrungswerten bei neueren Plattenwerkstoffen nicht aus, wie dies bei traditionellen Baustoffen noch weitgehend der Fall war. Die Baubehörden verschiedener Länder verlangen genaue Prüfungen und Berechnungen, welche die Funktionstüchtigkeit belegen.

Bei einem Grossteil der Anwendungsfälle werden die vorgehängten Platten vierseitig gelenkig, verschieblich gelagert und durch Windlast beansprucht.

Bei der Suche nach einem wirtschaftlich gangbaren Weg zum Nachweis der Funktionstüchtigkeit grossformatiger Verbundplatten ist es zunächst naheliegend, ein einfaches Handrechenverfahren anzuwenden.

Mittels Bauteilversuchen an Alucobond-Platten sind die verschiedenen Rechenansätze überprüft worden. Bei Vorversuchen zeigte sich, dass solche Platten unter Flächenlast ein stark nichtlineares Verhalten aufweisen, wobei die maximale Durchbiegung ein Mehrfaches der Platendicke beträgt. Somit scheidet die lineare Plattentheorie als Berechnungsgrundlage aus. Andererseits ergeben auch Rechenansätze der Membrantheorie Resultate, die stark von den Messungen abweichen (Bild 5).

Das tatsächliche Tragverhalten liegt zwischen der linearen Plattentheorie und der reinen Membrane. Sowohl Baréš [2], Timoshenko [3] oder auch Wolmir [4] geben eine Beziehung zwischen Flächenlast und Deformation durch Superposition der Biege- und Membranlösung an. Aus dem Bild 5 ist die recht gute Übereinstimmung des Ansatz-

Bild 4. Grossflächige Alucobond-Fassadenplatten: Betriebsgebäude Gehring AG, Ballwil LU (3600 × 1250 × 4 mm)



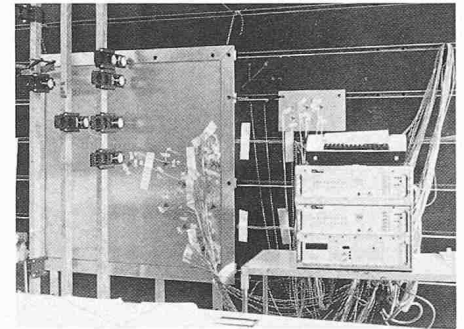
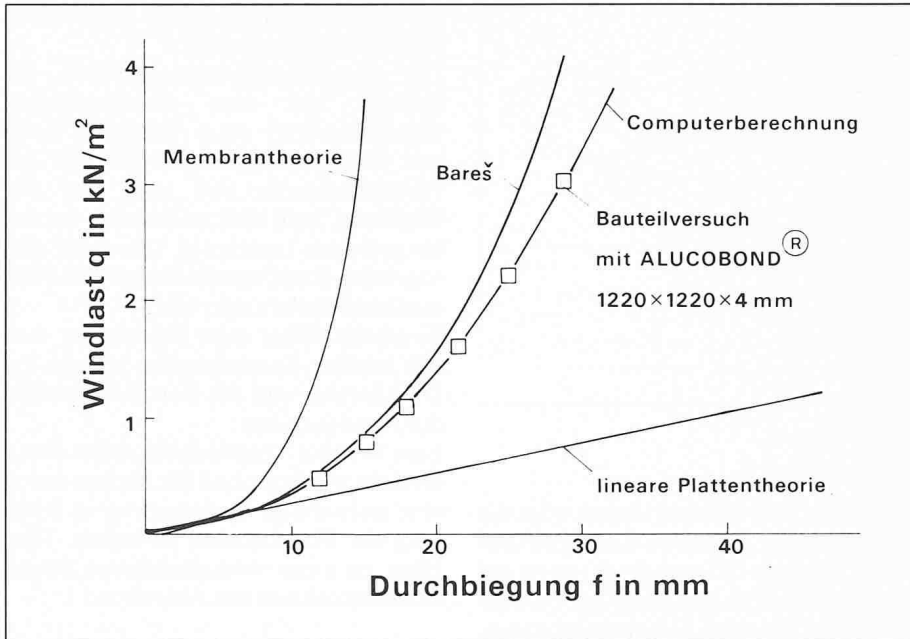


Bild 6. Prüfung von Alucobond-Fassadenplatten 1250×1250×4 mm unter Flächenlast

Bild 5 (links). Rechenverfahren im Vergleich mit einem Bauteilversuch

zes von Bareš mit dem Bauteilversuch ersichtlich.

Bei zunehmender Belastung nimmt jedoch auch hier die Abweichung gegenüber dem Bauteilversuch deutlich zu. Werden die Spannungen in den Deckblechen bestimmt, so liegen die Differenzen zwischen Rechenansatz und Bauteilversuch bei 10 bis 50%, d. h. die Abweichungen sind auch bei diesen Rechenverfahren zu gross.

Im Gegensatz dazu zeigte sich, dass das Verhalten einer Verbundplatte mit einer geometrisch nichtlinearen Finiten-Element-Berechnung (FE-Berechnung) mit dem Computerprogramm Marc [5] sehr gut erfasst und untersucht werden kann.

Bild 5 zeigt den Vergleich zwischen FE-Rechnung und Bauteilversuch am Beispiel einer quadratischen Alucobond-Platte. Bild 6 zeigt den Aufbau des Bauteilversuches auf der Fassadenprüfwand des Forschungsinstitutes der Aluisse in Neuhausen/Rhf. Man sieht, dass die Rechnung das Verhalten der Platte auch bei sehr grossen Deformationen (5 bis 10× Plattendicke) ausgezeichnet vorhersagt. Wie die Abbildungen 7 und 8 zeigen, herrscht auch bei den Spannungen gute Übereinstimmung zwischen Rechnung und Versuch. Eine ebensogute Übereinstimmung wird auch bei anderen Abmessungen der Platte erreicht.

Der Nachweis der Tragfähigkeit von Fassadenelementen mit einer nichtlinearen FE-Berechnung ist natürlich für den Einzelfall zu aufwendig. Aus diesem Grunde sind mit Hilfe solcher FE-Berechnungen allgemeingültige Bemessungstabellen erstellt worden, die dem Anwender von Alucobond-Fassadenplatten zur Verfügung stehen.

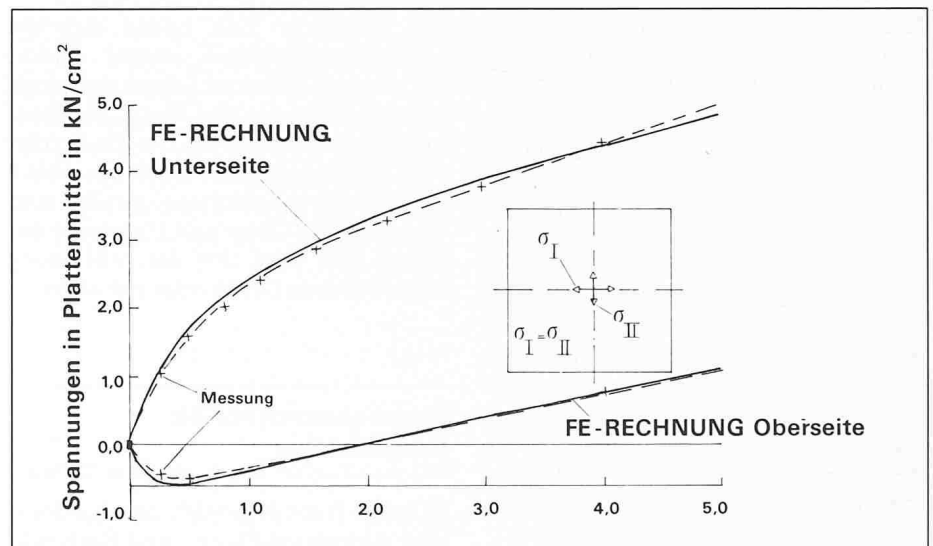
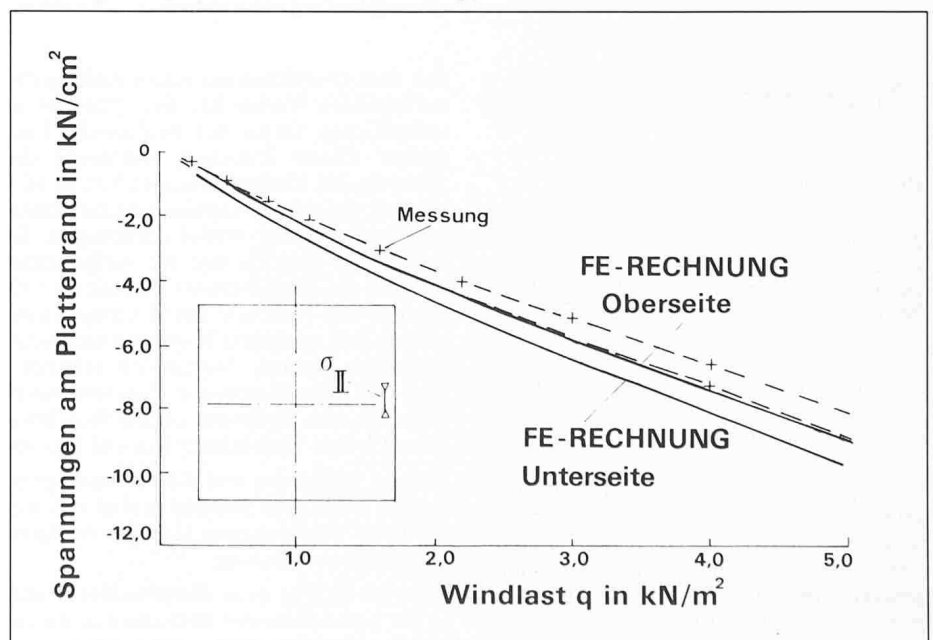


Bild 7. Spannungen in der Mitte einer quadratischen Platte (Oberseite = Seite, an der die Last angreift)

Bild 8. Spannungen parallel zum Rand («Druckring»)



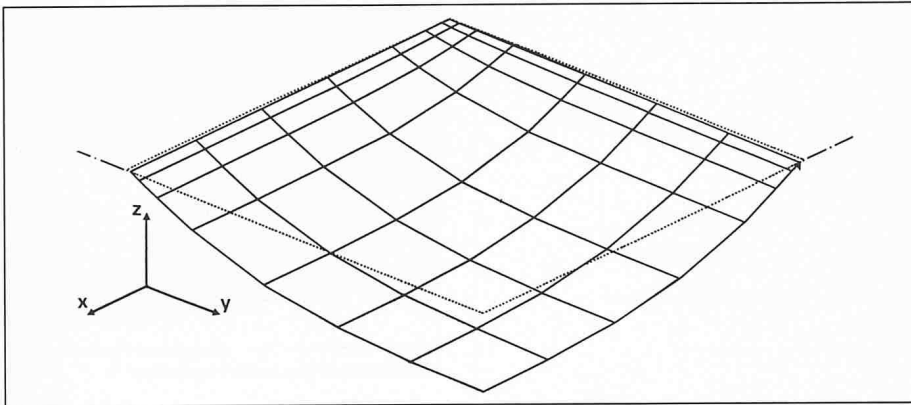


Bild 9. FE-Netz, deformierte Struktur eines Plattenviertels

Nichtlineares Tragverhalten

Das nichtlineare Verhalten einer unter Flächenlast stehenden Alucobond-Fassadenplatte zeigt interessante Besonderheiten, die mit der Auswertung der FE-Rechnung gut veranschaulicht werden können und die von den Bauteilversuchen bis ins Detail bestätigt worden sind.

Es ist anschaulich klar, dass eine Platte Membranspannungen aufbaut, falls ihre Ränder in Richtung der Plattenebene gehalten werden. Interessanterweise entstehen auch Membranspannungen, wenn die Ränder in Richtung der Plattenebene nicht gehalten sind. Gewissermassen als Ersatz bildet sich mit zunehmender Belastung bzw. Verformung in einer quadratischen Platte am Rand ein Druckring, der die Platte hält. Im Innern der Platte entstehen Membranspannungen (Zug) wie bei der Platte, deren Ränder gehalten werden.

In der Mitte der quadratischen Platte sind die Spannungen infolge der vierfachen Symmetrie in allen Richtungen

gleich. Bei sehr kleinen Lasten trägt die Verbundplatte praktisch ausschliesslich durch Biegung. Wie erwartet treten auf der Oberseite der von oben her belasteten Platte zunächst Druckspannungen, auf der Unterseite Zugspannungen auf (Bild 7).

Mit steigender Last bilden sich die Membranspannungen immer stärker aus, und bei höheren Lasten sind auch auf der Oberseite der Platte Zugspannungen zu beobachten. Die Platte trägt jetzt überwiegend als Membrane. Bild 8 zeigt die Druckspannung parallel zum Rand auf der Ober- und Unterseite der Platte. Hier lässt sich die Ausbildung des erwähnten Druckrings verfolgen.

Konsequenzen für die Konstruktion

Es hat sich somit gezeigt, dass quadratische Alucobond-Platten und Rechteckplatten bis zu einem Seitenverhältnis von etwa 3,0 eine verminderte Deformation infolge Membranverhaltens

aufweisen, selbst wenn die Ränder verschiedlich gelagert sind.

Der Membranspannungszustand, bestehend aus dem oben erwähnten Druckring und einer mittleren Zone mit Zugspannungen sowohl auf der Plattenunterseite wie auch auf der Oberseite, baut sich selbständig bereits bei geringen Lasten auf. Die dabei auftretenden Randverschiebungen in Plattenebene bleiben sehr klein.

Es genügt daher eine Befestigung mittels leichter Spezialprofile, welche die Drehbarkeit und die Verschieblichkeit der Ränder zulässt.

Eine erhöhte Tragfähigkeit kann somit erreicht werden, ohne die Platten durch eine aufwendige Aufhängung in Richtung der Plattenebene zu halten. Dies führt zu einer wirtschaftlichen Fassadenkonstruktion mit Alucobond.

Adressen der Verfasser: R. Bregenzer, dipl. Bau-Ing. ETH, Schweizerische Aluminium AG, Forschung und Entwicklung, Stabstelle Bauwesen, Bad. Bahnhofstrasse 16, 8212 Neuhausen/Rhf.; M. Grazioli, dipl. Masch-Ing. ETH, Institut für Leichtbau, LEC-ETH Zürich; Th. Wenk, dip. Bau-Ing. ETH, Schweizerische Aluminium AG, Buckhauserstrasse 11, 8048 Zürich.

Literatur

- [1] Meyer-Bohe, W. Vorhangfassaden. Stuttgart, Verlagsanstalt Alexander Koch GmbH, 1980.
- [2] Bareš, R. Berechnungstafel für Platten und Wandscheiben. Berlin, Bauverlag GmbH, 3. Auflage 1979.
- [3] Timoshenko S., Woinowsky-Krieger S. Theory of plates and shells. New York, Mc Graw-Hill Book Company, 1959.
- [4] Wolmir, A.S. Biegsame Platten und Schalen. Berlin, Verlag für Bauwesen, 1962.
- [5] Marc Programmers and Users Manuals, Rev. K.1, Marc Analysis Research Corporation, Palo Alto, California.

Neue Bücher

Projektmanagement im Bauwesen

Von Jürg Brandenberger und Ernst Ruosch. 2., vollständig neubearbeitete und aktualisierte Auflage 1985. 204 Seiten, 164 Abbildungen, gebunden mit stabilem Einband. Baufachverlag AG, 8953 Dietikon. Fr. 68.-.

Den mit Bauprojekten verbundenen Risiken wird eine wachsende Bedeutung beigemessen. Vor allem sind Kostensteigerungen und -überschreitungen ins Bewusstsein der Investoren gerückt. Aber nicht nur ungenau festgelegte Investitionskosten, sondern auch unterschätzte Betriebs- und Instandhaltungskosten können die Wirtschaftlichkeit des Bauprojektes in Frage stellen. Projektmanagement hilft, solche Risiken zu vermeiden oder wenigstens zu vermindern.

Seit dem Erscheinen der ersten Auflage des vorliegenden Werkes hat diese Methode in wesentlichen Teilen der Baubranche Fuss gefasst. Dieser Umstand veranlasste die Autoren, den lehrbuchmässigen Teil zu kürzen und die neueste Entwicklung der praktischen Anwendung breiter darzustellen. So wurden die Begriffe und die Aufgabenteilung auf die überarbeitete Ordnung für Leistungen und Honorare des SIA abgestimmt und die dort fehlenden Projektmanagementleistungen ergänzt. Ausführlich behandelt wird das organisatorische Zusammenspiel zwischen dem Bauherrn, dessen Projektleiter sowie dem Projektleiter Bau und Betrieb.

Genau Aufgaben- und Kompetenzabgrenzungen unter allen Beteiligten sind eine wesentliche Voraussetzung für eine erfolgreiche Projektrealisierung.

Die Abwicklung eines Bauprojektes strahlt in die verschiedensten Bereiche aus, die ihrerseits Veränderungen unterworfen sind.

Als überarbeitete oder neu hinzugefügte Kapitel seien in diesem Zusammenhang erwähnt: Rechtliche und versicherungstechnische Fragen, Sicherheitsprobleme, Öffentlichkeitsarbeit u.a.m.

Eine angepasste Projektüberwachung hat sicherzustellen, dass die Ausführung tatsächlich gemäss den planerischen Vorstellungen abläuft. Abweichungen sind rechtzeitig festzustellen und Steuerungsmechanismen zum Einleiten der korrektiven Massnahmen einzurichten. Bei diesem Prozess spielt das Informationswesen eine zentrale Rolle. Auch dieser Punkt ist in dieser zweiten Auflage völlig neu dargestellt.

Das Buch richtet sich an Bauherren und deren Vertreter, Projektleiter, Architekten, Ingenieure sowie an die Bauunternehmungen; ein Beitrag zu ihrer Ausbildung kann es all jenen bieten, die an Bauprojekten eine Führungs- oder Stabsfunktion haben bzw. haben werden.