
D 7 Vorgehängte hinterlüftete Fassaden – Technik, Brandschutz und statische Berechnung

Jörg Knackstedt, Ralf-Werner Boddenberg, Horst Herrmann

Dipl.-Ing. Jörg Knackstedt
Eternit AG, Leiter Marketing und Technik
Im Breitspiel 20, 69126 Heidelberg

Studium des Bauingenieurwesens an der Technischen Universität Berlin, Abschluss 1975. Langjährige Markt- und Entwicklungserfahrung auf dem Gebiet der VHF, Mitglied in Normenausschüssen und langjährige Mitgliedschaft im Sachverständigenausschuss des DIBt mit Schwerpunkten Faserzement und VHF.



Prof. Dipl.-Ing. Ralf-Werner Boddenberg
Hochschule Wismar, Fachgebiet Baustatik und Holzbau
Philipp-Müller-Straße, 23962 Wismar

Studium des Bauingenieurwesens an der Technischen Universität Berlin, Abschluss 1980. Gründung und Leitung eines Ingenieurbüros sowie Tätigkeit in der Baustoffindustrie 1981–1996. Seit 1996 Professor für Baustatik und Holzbau an der Hochschule Wismar. Langjährige Mitgliedschaft im Sachverständigenausschuss des DIBt und in Normenausschüssen mit Schwerpunkt Brandverhalten.



Prof. Dr.-Ing. Horst Herrmann
 Beuth-Hochschule für Technik
 Fachbereich Mathematik, Physik, Chemie
 Luxemburger Straße 10, 13353 Berlin

Studium des Flugzeug- und Kraftfahrzeugbaus an der FH Hamburg und der Flugtechnik an der Technischen Universität Berlin, Abschluss 1975. Promotion zur Traglastberechnung von Rahmentragwerken, 1983. Gründung und Leitung eines Ingenieurbüros. Seit 1987 Professor für Mathematik der Technik an der Beuth Hochschule für Technik, Berlin (ehemals TFB Berlin). Langjährige Beratertätigkeit für die Bauindustrie.



Inhaltsverzeichnis

1	Technik 487		
1.1	Verbreitung 487		
1.2	Wirtschaftliche Vorzüge 487		
1.3	Verlegung auf Holz-Unterkonstruktionen 487		
1.4	Verlegung auf Aluminium-Unterkonstruktionen 488		
1.4.1	Nietbefestigung auf Aluminium-Unterkonstruktion 489		
1.4.2	Rückseitige mechanische Befestigung auf Aluminium-Unterkonstruktion 490		
1.4.3	Rückseitige Befestigung durch Kleben der Fassadentafel auf Aluminium-Unterkonstruktion 493		
1.5	Einhaltung der Vorgaben aus der Energieeinsparverordnung 494		
2	Brandschutz 495		
2.1	Verbreitungsgrad der VHF und Erfahrungen mit dem Brandverhalten 495		
2.2	Bauordnungsrechtliche Vorschriften für den Brandschutz der VHF 496		
2.3	Bestimmungen der Landesbauordnungen (LBO) für Bauten, die nicht als Sonderbauten gelten 496		
2.4	Bestimmungen für Sonderbauten 498		
2.5	Bestimmungen für Hochhäuser 498		
2.6	Bestimmungen für Industriebauten 498		
		2.7	Bestimmungen für Krankenhäuser 498
		2.8	Bestimmungen für Verkaufsstätten 500
		2.9	Zuordnung der europäischen Klassen zu den bauaufsichtlichen Begriffen der MBO 500
		2.10	Entwicklung von zusätzlichen Prüfungen für Außenwandbekleidungen 501
		3	Statische Berechnung von Fassadenkonstruktionen 501
		3.1	Zweck des Vorhabens 501
		3.2	Typen von Fassadenkonstruktionen 501
		3.3	Lastfälle 502
		3.4	Statische Modellbildung 502
		3.5	Finite-Elemente-Modellbildung 503
		3.6	Sicherheitskonzept 504
		3.7	Stand der Normung für Werkstoffe und Bauteile von Fassaden 505
		3.8	Das Programm Windlast 505
		3.9	Das Programm Fassadenstatik 508
		3.9.1	Tragwerk 508
		3.9.2	Lasten 510
		3.9.3	Ergebnisse 510
		3.9.4	Beispiel 512
		3.9.5	Interpretation der Ergebnisse 513
		4	Literatur und Bildnachweis 514

1 Technik

Vorgehängte hinterlüftete Fassaden (VHF) sind Bestandteile einer klimagerechten Architektur. Sie entstanden in Gebieten mit rauem Klima als zweischalige, hinterlüftete Fassaden. Dabei wurden die einschaligen Außenwände durch zusätzliche Wetterschalen vor Witterungseinflüssen geschützt. Die Vorteile dieser Bauweise gegenüber einer einschaligen Wand sind bereits sehr früh erkannt worden. So erhielten zum Schutz gegen Schlagregen und Wind, aber auch zur gleichzeitigen Verbesserung des Wärmeschutzes, die Fachwerkbauwerke an der Wetterseite, in exponierten Lagen auch das gesamte Gebäude, zusätzliche Außenwandbekleidungen. Die für die Bekleidung verwendeten Werkstoffe wurden heimischen Vorkommen entnommen. Sehr häufig war es eine Schieferbekleidung, die an der Mosel, am Mittelrhein, im Bergischen Land, im hessischen Mittelgebirge, in Thüringen und in der Lausitz auch noch heute die Häuser der Dörfer und Kleinstädte schützt. In Gebieten ohne Schiefervorkommen bekleidete man die Gebäude mit Holzschindeln oder vertikalen Verbletternungen, so im westlichen Erzgebirge, in der Rhön und im Hochschwarzwald. In Norddeutschland dienten waagerechte Stülpchalungen oder Tonziegel, an der Küste Vormauerschalen als Vorsatzschale. Dort wo es der Werkstoff (Ziegel oder Klinker) gestattete, oder wo eine gesonderte Unterkonstruktion für die Befestigung der Bekleidung notwendig war, wurde ein definierter Spalt vorgesehen, in dem die Luft strömen konnte. Schnell wurde erkannt, dass analog der Wirkungsweise einer hinterlüfteten Dachhaut nicht nur der Bekleidungswerkstoff, sondern auch ein konstruktiv richtig ausgebildeter Hinterlüftungsspalt die Schutzwirkung der Wetterschale verbessert. Hierauf wurde schon in Konstruktionsbüchern des 19. Jahrhunderts hingewiesen.

1.1 Verbreitung

Heute ist die Anwendung als Wetterschale weit über das ursprüngliche Aufgabengebiet hinausgewachsen. Durch die industrielle Produktion von wetterbeständigem Plattenmaterial aus einer großen Palette von geeigneten Werkstoffen ist der Verbreitungsgrad der vorgehängten hinterlüfteten Fassade in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts stark angestiegen. Schätzungen der Industrie gehen davon aus, dass derzeit

- der Gebäudebestand in Deutschland etwa eine Fassadenfläche von 5,2 Milliarden m² hat,
- der Anteil der vorgehängten hinterlüfteten Fassaden 15% – also 800 Millionen m² beträgt und dass dies bei einer durchschnittlichen Fassadenfläche von 800 m² je Gebäude einen Bestand von
- 1 Million Gebäuden mit vorgehängten hinterlüfteten Fassaden in Deutschland ergibt.

Durch die große Auswahl an unterschiedlichen Bekleidungswerkstoffen und Materialkombinationen sowie die Möglichkeiten einer sichtbaren oder verdeckten

Befestigung bietet das System der vorgehängten hinterlüfteten Fassade eine ungewöhnlich hohe Gestaltungsvielfalt.

1.2 Wirtschaftliche Vorzüge

Vorgehängte hinterlüftete Fassaden erfordern eine vergleichsweise höhere Erstinvestition. Wegen des geringen Wartungs- bzw. Instandhaltungsaufwands und der hohen Lebensdauer sind sie aus ökonomischer Sicht dennoch als günstig zu bezeichnen. Vorgehängte hinterlüftete Fassaden gehören daher heute zu den erfolgreichsten Fassadensystemen. Eine aktuelle Fassadenmarktstudie des Fachverbandes „Baustoffe und Bauteile für vorgehängte hinterlüftete Fassaden e. V. (FVHF)“ belegt, dass Architekten die funktionale Sicherheit, die gestalterischen Möglichkeiten und die geringe Schadensanfälligkeit schätzen. Die Langlebigkeit ist Folge der konstruktiven Trennung von Dämmung und Bekleidung durch den Hinterlüftungsraum. Bewährte Werkstoffe sind HPL- und faserverstärkte Harzkompositplatten, Tafeln aus Faserzement, Keramik und Feinsteinzeug, Kupfer, Titanzink, Aluminium-Verbundplatten, Aluminiumtafeln und Ziegel. Außerdem können Trägerplattensysteme für individuelle Applikationen mit Putz, Glas, Naturwerkstein, Keramik oder Metallen eingesetzt werden.

1.3 Verlegung auf Holz-Unterkonstruktionen

Außenwandbekleidungen auf Unterkonstruktionen aus Holz bestehen in der Regel aus folgenden Bestandteilen:

- Bekleidung,
- Traglattung aus Holz,
- Konterlattung oder metallische Abstandhalter,
- Befestigungs-, Verbindungs- und Verankerungselemente,
- Dämmstoff und Dämmstoffhalter.

Unterkonstruktionen aus Holz sind mit einem Holzschutz nach DIN 68800-2 zu schützen. Die Trag- und Konterlatten der Gefährdungsklasse GK 0 müssen unter den in der DIN 68800-2 genannten Voraussetzungen weder gegen Pilz- noch gegen Insektenbefall chemisch vorbeugend behandelt werden. Der Verzicht auf den vorbeugenden chemischen Holzschutz ist ein wesentlicher Beitrag zum Umweltschutz. Die Gefährdungsklasse GK 0 bei Trag- und Konterlattung liegt vor, wenn:

- die Einbaufeuchte unter 20% liegt oder wenn sichergestellt ist, dass innerhalb einer Zeitspanne von 6 Monaten diese Holzfeuchte durch Austrocknung erreicht wird.
- wenn geeignete Maßnahmen ergriffen worden sind, dass eine Holzfeuchte von 20% im Gebrauchszustand nicht dauerhaft überschritten wird. Hierzu gehören Maßnahmen zum Schutz vor Nutzungsfuchte (z. B. Spritzwasser), Fuchte aus angrenzenden Bauteilen (Dränageschichten) und Tauwasser (Nachweis nach DIN 4108-3).

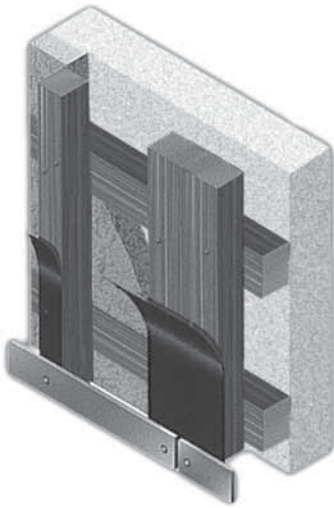


Bild 1. Konterlattung

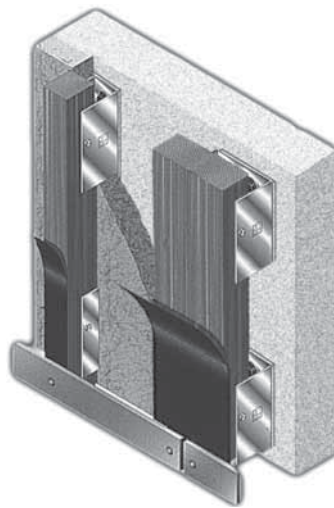


Bild 2. Metallische Abstandhalter

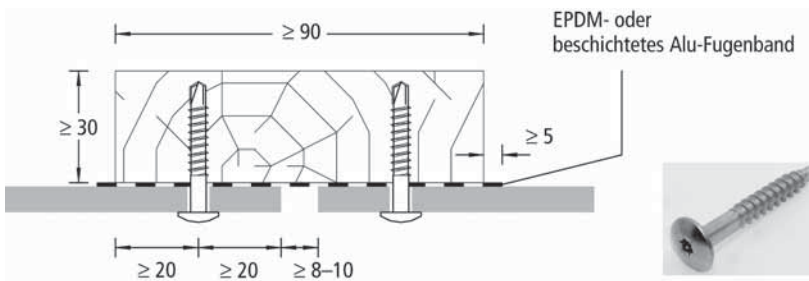


Bild 3. Befestigung an der Holz-Unterkonstruktion durch eine farbige Fassadenschraube

Falls diese Rahmenbedingungen nicht eingehalten werden, muss die Unterkonstruktion gemäß DIN 68800-3 „Chemischer Holzschutz“ geschützt werden. Zur sicheren Offenhaltung des Hinterlüftungsspalts wird der Dämmstoff durch Verklebung oder mit Dämmstoffhaltern am Baukörper befestigt. Zur Herstellung des Abstandes zwischen Baukörper und Fassadentafel werden üblicherweise zwei konstruktive Varianten eingesetzt.

1. Eine horizontal angeordnete Konterlattung wird verwendet, zwischen die der Dämmstoff eingebracht wird (Bild 1). Als Verbindungselemente zwischen Trag- und Konterlattung müssen ausziehfeste metallische Verbindungsmittel nach DIN 1052 verwendet werden, z.B. Sondernägel der Tragfähigkeitsklassen 1 bis 3.

2. Der Abstand zum Baukörper wird durch eine Verankerung mit geeigneten Rahmendübeln hergestellt, die das Eigengewicht der Konstruktion aufnehmen können,

oder es werden bei größeren Dämmstoffdicken metallische Winkel- bzw. U-Abstandhalter mit thermischem Trennelement verwendet (Bild 2).

Fassadentafeln werden an der Traglattung durch Holzschrauben mit geeignetem großem Kopf befestigt.

1.4 Verlegung auf Aluminium-Unterkonstruktionen

Für Fassaden von Neubauten und für die Sanierung gibt es am Markt ein umfangreiches Angebot von Unterkonstruktionen aus Aluminium, das von der individuellen handwerklichen Lösung bis zum Unterkonstruktionssystem reicht. Die Standsicherheit ist in der Regel anhand der vorliegenden Technischen Baubestimmungen rechnerisch nachzuweisen. Falls der rechnerische Nachweis hiernach nicht zu erbringen ist, z.B. bei Systemen mit Klemmbefestigungen, ist

eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für die Konstruktion erforderlich.

Außenwandbekleidungen auf Unterkonstruktionen aus Aluminium bestehen in der Regel aus folgenden Bestandteilen:

- Bekleidung,
- Aluminium-Tragprofile,
- Abstandhalter,
- Befestigungs-, Verbindungs- und Verankerungselemente,
- Dämmstoff und Dämmstoffhalter,
- Ergänzungsteile, Systemteile.

Zur Verankerung der Wandhalter in der tragenden Wand sind bauaufsichtlich zugelassene Dübel (Schraub-Dübelkombinationen) zu verwenden. Die Vorgaben des Stand sicherheitsnachweises für die Lage der Fest- und Gleitpunkthalter und die Bestimmungen der jeweils gültigen Zulassung sind zu beachten. Der Einsatz thermischer Trennelemente zwischen der tragenden Wand und den Abstandhaltern verringert die Wärmebrückenwirkung der Unterkonstruktion aus Aluminium. Thermische Trennelemente dienen zur Verringerung der Wärmeleitung zwischen Baukörper und Unterkonstruktion und werden von den Herstellern der Unterkonstruktionen angeboten.

Im Bereich der Bewegungsfugen der Unterkonstruktion müssen in der Bekleidung die gleichen Bewegungen zwängungsfrei möglich sein. Damit durch Kopp-

lung einzelner Tafeln über vertikale Tragprofile aus Aluminium keine Zwängungen auftreten, dürfen keine Stöße dieser Profile zwischen Befestigungspunkten einer Tafel ausgeführt werden. Die Kopplung einzelner Tafeln über Tragprofile aus Aluminium kann zu Schäden führen. Die Tragprofile der Unterkonstruktion müssen so ausgerichtet werden, dass die Fassadentafeln auf einer Ebene aufliegen und zwängungsfrei befestigt werden können. Eine Tafel darf gleichzeitig nur an Tragprofilen befestigt werden, deren Festpunkte auf gleicher Höhe liegen. Hieraus abgeleitet muss z. B. an Fensterbrüstungen eine Trennung der Profile ausgeführt werden, um Profilstöße unter den Tafeln zu vermeiden.

Das Konstruktionsprinzip von vorgehängten hinterlüfteten Fassaden auf Aluminium-Unterkonstruktion ist in Bild 4 dargestellt.

Aus der Vielfalt der Systeme sollen hier exemplarisch drei Kategorien von Verlegungen auf Aluminium-Unterkonstruktion dargestellt werden.

1.4.1 Nietbefestigung auf Aluminium-Unterkonstruktion

Ein sauberes Befestigungsbild wird durch exaktes und millimetergenaues Vorbohren der Fassadentafeln gewährleistet. Damit sich zwängungsfreie Bewegungen tatsächlich wie projiziert einstellen können, ist die ge-

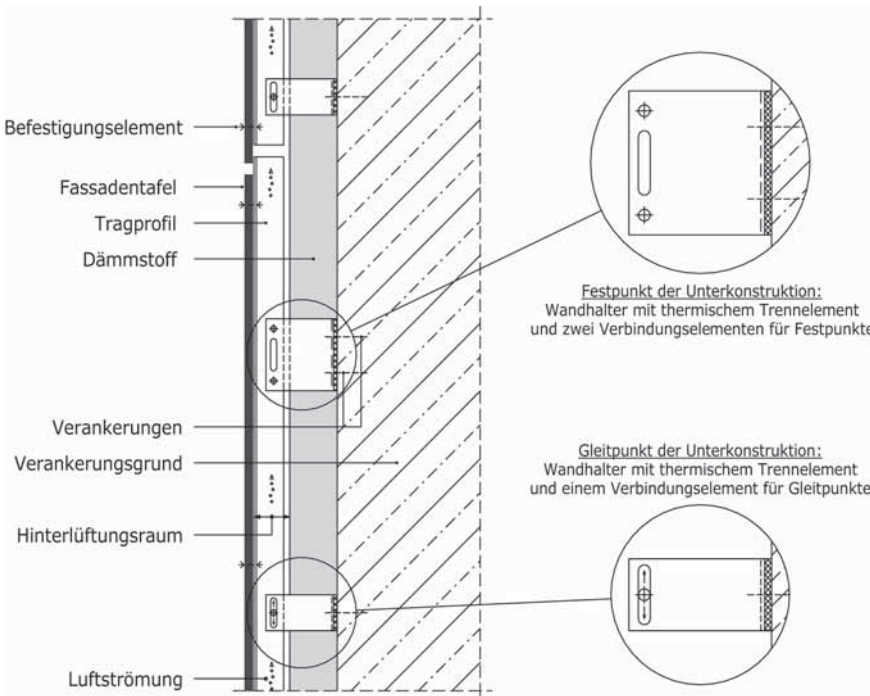


Bild 4. Konstruktionsprinzip von VHF auf Aluminium-Unterkonstruktion

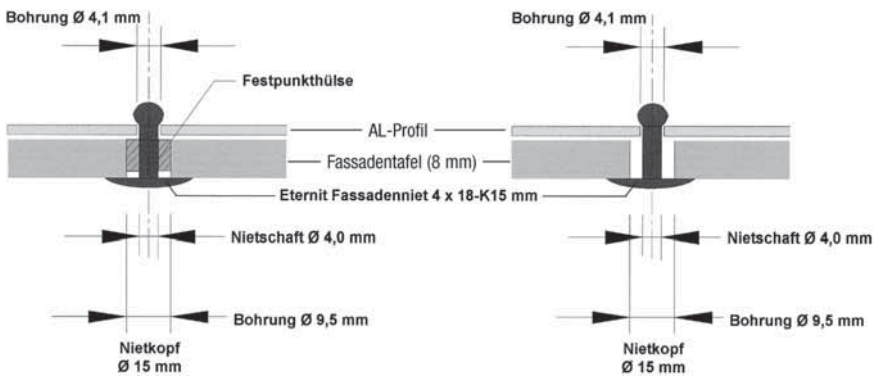


Bild 5. Festpunkt und Gleitpunkt

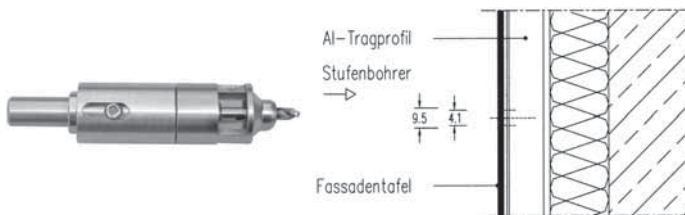


Bild 6. Bohrlehre zur Zentrierung der Bohrung in der Unterkonstruktion

nau abgestimmte Einhaltung von Lochabständen in der Fassadentafel und in der Unterkonstruktion von zentraler Bedeutung. Bild 5 zeigt, was hiermit gemeint ist: Das Zentrum der Bohrungen in der Unterkonstruktion muss exakt hinter dem Zentrum der Bohrung in der Fassadentafel liegen.

Da Bohrungen in der Unterkonstruktion üblicherweise auf der Baustelle ausgeführt werden, ist es eine erhebliche Erleichterung, wenn werkseitig gebohrte Befestigungslöcher in der Tafel zur Zentrierung genutzt werden können. Bild 6 zeigt eine pragmatische Lösung dieser Aufgabe durch eine spezielle Bohrlehre.

Beim Setzen des Nietes muss darauf geachtet werden, dass kein dauerhafter Anpressdruck zwischen Nietkopf und Fassadentafel entsteht, der zu einer Haftreibung zwischen Tafel und Unterkonstruktion führt. Auch der

Niet muss selbstverständlich eine bauaufsichtliche Zulassung haben und Befestigungs- und Randabstände müssen sorgfältig eingehalten werden.

1.4.2 Rückseitige mechanische Befestigung auf Aluminium-Unterkonstruktion

Stellvertretend für die am Markt angebotenen Systeme mit rückseitiger mechanischer Befestigung von Fassadentafeln auf Aluminium-Unterkonstruktionen wird ein System dargestellt, bei dem Faserzementtafeln mit einem Hinterschnittanker an Agraffen befestigt werden. Mit dem System Eternit-Tergo gestaltete Fassaden sind technisch und ästhetisch auf höchstem Niveau. Ihre Sichtseite zeigt keine Befestigungselemente. Folgende Merkmale können individuell gestaltet werden:

- frei wählbare Rasterplanung bis zur vollen Formatgröße 3100 mm × 1500 mm ohne sichtbare Befestigungspunkte,
- offene Fugen oder Fugengestaltung mit Profilen aus Aluminium.

- Befestigung mit Agraffen

An der Tafelrückseite werden Agraffen mit Hinterschnittdübeln befestigt. Die auf diese Weise vorbereiteten Tafeln werden dann in die horizontalen Tragprofile der Unterkonstruktion eingehängt, justiert und gegen seitliches Verschieben mit dafür vorgesehenen Haltevorrichtungen dauerhaft gesichert. Die horizontalen

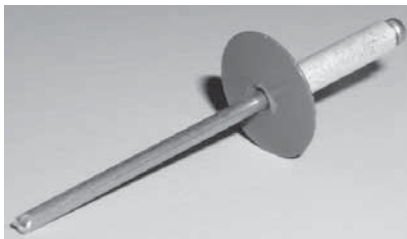


Bild 7. Fassadenniet mit farbigem Nietkopf