

# Diplomarbeit

## Kurzfassung

Hochschule für angewandte Wissenschaften und Kunst  
Fachhochschule Hildesheim  
Fakultät Bauwesen  
Fachrichtung Bauingenieurwesen

**Andreas Reimer**

Mat.-Nr. 342881  
Hildesheim

Thema:

**Bestimmung der konstruktiven Ausbildung von  
Fassadenelementen und deren Anbindung an die  
Tragkonstruktion, sowie Spezifikation von Anforder-  
ungen an Holzfassadenkonstruktionen aus Holz-  
werkstoffen**

SS 2006

1. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Leimer
2. Prüfer: Dipl.-Ing. Karsten Tanz

## **Introduction**

Around buildings against influences of the weather to protect it requires functional, maintenance-poor and architecturally flexible materials. In the course of ecological building methods timber material fronts with plate-like construction units offer nowadays alternatives to mineral bound materials or steel glass construction. Outer wall coverings with full wood rather subdivide the façade in small pieces and emphasize the vertical or horizontal line marked by the character of the material wood strongly in the picture, fronts with timber material plates possess their own aesthetics. The aesthetic expression of the front obtain a lasting impression of the architectural quality of the building, its function and its urban development meaning. The use of sandwich elements with skins from timber material plates and a core from damming material makes possible to lend the architects of the front a special flair and to improve at the same time the thermic protection.

Apart from the static, constructional and formative requirements at fronts also warmth, fire, to fulfil moistening and noise control requirements from façade panels to. Around these requirements to fulfil there is a multiplicity at front superstructures and types, their binding to the solidium as well as the constructional detail training already contributes crucially to the maintenance of the weather and climatic protection of existing buildings.

With the constructional training the detail training with joints, crossovers, corners, windows, roof, base, to give and edge connections of a special view. The mounting options and kinds of the façade panels determine their tuning on the requirements posed.

In the context of this thesis for a behind ventilated front and a façade out sandwich elements the constructional and static requirements are determined, as well as introduced their mounting options.

## **Abstract**

1. constructional requirements at fronts
2. static requirements at fronts
3. Available fastening systems
4. developed fastening system for sandwich elements

## 1 Konstruktive Anforderungen

Unabhängig von der Qualität der Fassadenplatten können konstruktive Mängel in der Fassade durch z.B. Holzart bzw. Klebstoff nicht mehr kompensiert werden. Konstruktive Anforderungen sind daher für eine lange Lebensdauer der Fassade von unbedingter Notwendigkeit.

Für die Verkleidung sollte ein Werkstoff mit möglichst resistenten Holzarte (Lärche, Kiefer) verwendet werden der eine entsprechende Verleimklasse für den Bewitterungsanspruch aufweist. Die Einbaufeuchte sollte höchstens 25% betragen um Schwindrisse und Maßänderungen zu vermindern. Ein geeignetes Material für den Anwendungsbereich Fassade ist die 3-Schicht-Platte aus Nadelholz mit entsprechenden Oberflächenbehandlungen.

Der konstruktive Fassadenaufbau bietet zwei Möglichkeiten: Ausbildung einer hinterlüfteten Fassade mit Plattenwerkstoffen und unabhängiger Dämmung oder als Sandwichkonstruktion zur Verbesserung des Wärmeschutzes. Die hinterlüftete Fassade ist auf einer Unterkonstruktion montiert und ermöglicht bei richtiger Detailausbildung ein Ausdiffundieren von Wasserdampf in der Ebene der Unterkonstruktion. Zudem ermöglicht die Lufthinterspülung ein rasches Austrocknen von eventuell durchfeuchteten Fassadenbekleidungen und kühlt die Wand in den Sommermonaten. Für eine wirksame Hinterlüftung sollte ein Abstand von mindestens 2 cm zwischen den Fassadenplatten und der Winddichtungsebene vorgesehen werden.

Die Sandwichkonstruktion wird ohne eine Hinterlüftung ausgebildet, sonst wäre die gewünschte Wärmeschutzverbesserung nicht gegeben. Die Sandwichelemente mit Deckschichten aus 3-Schicht-Platten und einem Kern aus Mineralwolle werden direkt an der Außenwand befestigt. Der entstandene Luftspalt durch das Befestigungssystem kann zusätzlich mit einer Dämmung ausgefüllt werden.

Die Unterkonstruktion stellt die Anbindung der Fassadenplatten zur Außenwand dar. Die Aufgabe der Unterkonstruktion ist es die Kräfte aus Eigengewicht der Fassadenbekleidung und Windbelastung aufzunehmen und diese über die Verankerung in die Tragende Wand einzuleiten. Die Unterkonstruktion dient auch dazu, eine ausreichende Hinterlüftung bei hinterlüfteten Fassaden herzustellen und die Dämmstoffe unterzubringen. Unterkonstruktionen müssen den Ausgleich von Unebenheiten der Wand sowie Bautoleranzen, einfache Montage und die Vermeidung von Wärmebrücken ermöglichen.

Ein Hauptaugenmerk bei der Verwendung von Holzwerkstoffplatten liegt in der Anordnung und Ausbildung der Fugen und Stöße. Fugen sollten so ausgeführt werden, dass es zu keiner direkten Bewitterung der Schnittfläche kommt und es muss gewährleistet sein, dass kein Wasser auf den Kanten der Platte stehen bleiben kann. Der Schutz der Schnittflächen kann

durch Abdeckung mit Metallprofilen erfolgen. Soll die Plattenschmalfläche nicht durch eine Abdeckung, sondern nur mit einer geeigneten wasserabweisenden Beschichtung, geschützt werden, so wird sie unter  $15^\circ$  abgeschrägt. Der Abstand zwischen den Platten sollte mindestens 1 cm betragen um die Bewegungen der Fassadenelemente aus Quellen und Schwinden zu ermöglichen. Die Fugenausbildung bei Fassadenkonstruktionen aus Sandwichelementen erfordert eine besondere Betrachtung. Bei den Stossausbildungen muss gewährleistet sein, dass kein Wasser in die Konstruktion (Sandwichelement) eindringen kann. Ein Wassereindring in das Element würde die Dämmschicht durchfeuchten und somit die Konstruktion zerstören. Ebenfalls ist darauf zu achten das die Fugen winddicht ausgebildet werden, so dass in die Luftschicht nicht belüftet wird, andernfalls ist die erwünschte Verbesserung der Wärmedämmung nicht gewährleistet.

Beim Fenstereinbau, aber auch bei allen Arten von Durchdringungen der Fassade, ist darauf zu achten, dass ein klar definierter Wasserablauf von der Fassade auf z.B. das Fenster und vom Fenster wieder vor die Fassade gegeben ist. Der Anschluss an die Leibung und an das Fensterbrett hat so zu erfolgen, dass dieser wasserdicht ist und geringe Bewegungen des Holzes aufnehmen kann. Bei hinterlüfteten Fassaden sind im Fensterbereich Zu- und Abluftöffnungen vorzusehen.

Ein ausreichend großer Dachüberstand schützt nicht nur die Fassadenteile, sondern auch den Anschlussbereich zum Dach. Grundsätzlich sollte versucht werden, einen möglichst großen Dachüberstand auszuführen. Dieser sollte an allen Gebäudeseiten mindestens 30 cm betragen. Bei Ausführung ohne Dachüberstand ist das durch die Strömungsverhältnisse bedingte senkrecht nach oben strömende Wasser zu stoppen und ein Wassereintritt in die Konstruktion durch konstruktive Maßnahmen, z.B. Wasserabweiser, zu verhindern. Bei hinterlüfteten Fassaden ist darauf zu achten das im Anschluss an das Attikapprofil oder an den Dachüberstand eine ausreichende Abluftöffnung vorhanden ist.

Die Fassade sollte einen Abstand von 30 cm zum angrenzenden Terrain haben, um eine Beanspruchung durch Spritzwasser zu vermeiden. Ist es aus architektonischen oder anderen Gründen notwendig, die Holzfassade nahe an das Außenniveau heranzuführen zu müssen, sind entweder die untersten 30 cm der Fassade als Verschleißteil auszuführen oder das Spritzwasser durch konstruktive Maßnahmen zu reduzieren. Im Spritzwasserbereich sollten z.B. Betonplatten, Faserzementplatten, Putzsystemen u.dgl. verwendet werden. Bei hinterlüfteten Fassaden muss eine ausreichende Zuluftöffnung gewährleistet sein.

## 2 Statische Anforderungen

Außenwandbekleidungen übernehmen neben der Funktion als Gestaltungselement der Architektur bauphysikalische und statische Aufgaben. Aus der Umwelt wirken auf die Fassade vor allem Sonneneinstrahlung und Regen zusammen mit Windbelastungen und Außentemperatur ein. Die Fassade dient zur Abwehr und zur Dämpfung dieser Einflüsse. Die Fassade muss darüber hinaus Brandschutzanforderungen erfüllen. Um diesen Aufgaben gerecht zu werden, muss die Fassade entsprechend konstruktiv ausgebildet und bemessen werden. Hauptsächlich werden hinterlüftete, nicht tragende Fassaden gemäß DIN 18516-1 ausgeführt. Ihre Befestigungen und die Unterkonstruktion werden im wesentlichen durch ihr Eigengewicht beansprucht und leiten zudem die Windlasten in die tragenden Wand- oder Fassadenbauteile weiter.

Bis zu 8 m Gebäudehöhe können vorgehängte hinterlüftete Fassaden aus Holzwerkstoffplatten ohne statischen Nachweis verlegt werden. Erst bei Gebäudehöhen größer als 8 m sind statische Nachweise erforderlich.

Bei Fassaden muss in erster Linie sichergestellt werden, dass keine Gefährdung der Öffentlichkeit durch herabfallende Fassadenbauteile zu erwarten ist. Die Holzwerkstoffplatten dürfen unter den mechanischen Beanspruchungen nicht brechen oder an den Befestigungspunkten ausbrechen. Es ist sicher zu stellen dass die Verbindungsmittel, die Lattung und die Befestigung in der Außenwand nicht versagen. Zwangsbeanspruchungen infolge Formänderung aufgrund Temperatureinfluss, Quellen und Schwinden dürfen an Verbindungs- und Befestigungsstellen keine Schädigungen in der Bekleidung oder Unterkonstruktion verursachen. Im Bereich von Bewegungsfugen im Bauwerk müssen in der Unterkonstruktion und in der Bekleidung die gleichen Bewegungen möglich sein. Fassadenbauteile müssen gewartet werden können. Für Standgerüste sind Verankerungsmöglichkeiten vorzusehen.

Die Lastannahmen für die Bemessung einer Fassade sind in der DIN 18516 Teil 1 aufgeführt. Im allgemeinen müssen für die Fassaden folgende Beanspruchungen berücksichtigt werden:

- Eigenlast nach DIN 1055-1
- Windlast, Wechselbeanspruchung aus Winddruck/ -sog nach DIN 1055-4
- Schnee- und Eisbelastung nach DIN 1055-5
- Zwängungen aus Temperatur, Quellen und Schwinden
- Sonderlasten aus Leuchtreklamen, Sonnenschutzvorrichtungen, Gerüstankern

### **3 Vorhandene Befestigungssysteme**

Für die Unterkonstruktion eignen sich einfache Holzlatten in unterschiedlichen Querschnitts-abmessungen die auf eine Holzkonstruktion genagelt, geschraubt oder an eine massive Wand gedübelt werden. Gängige Abmessungen für Grund- und Traglattung sind 24x48 mm oder 30x50 mm. Das Holz für die Unterkonstruktion muss der Sortierklasse S 10 oder MS 10 nach DIN 4074-1 entsprechen und darf beim Einbau nicht mehr als 20% Feuchte aufweisen. Der Abstand der Unterkonstruktion richtet sich nach der Dimension, Gewicht und Befesti-gungsart der gewählten Platte sowie nach den zu erwartenden Druck- und Sogbelastungen durch Wind.

Außer der Holzkonstruktion bietet der Markt eine Reihe geeigneter Aluminium-Unterkonstruktion für die Aufnahme von großformatigen Fassadenplatten. Sie unterscheiden sich in der Form der Konstruktionsprofile und durch die Art der Klemm-, Schraub- oder Niet-verbindungen. Ihre Standsicherheit ist in der Regel an Hand der vorliegenden Technischen Baubestimmungen rechnerisch nachzuweisen.

Fassadenbekleidungen aus Holzwerkstoffen werden in der Regel sichtbar durch Schrauben und Nageln direkt auf der Unterkonstruktion befestigt. Bei sichtbaren Befestigungen schreibt die ATV DIN 18334 Verbindungsmittel aus nichtrostendem Stahl vor.

Die Befestigungsabstände richten sich nach der Werkstoffart und Dimension der verwen-de-ten Fassadenbeplankung. Bei einer sichtbaren Befestigung ist besonders auf gleichmäßige Verbindungsmittelabstände zu achten um den architektonischen Ansprüchen gerecht zu werden. Bei einer sichtbaren Befestigung werden bereits beschichtete Oberflächen verletzt, weshalb diese zumindest im Bereich der Befestigungsmittel nachbehandelt werden sollten. Es ist zu empfehlen bei einer sichtbaren Schraubung von Holzwerkstoffplatten dichtende Unterlegscheiben (z.B. aus Neoprene) zur Verhinderung örtlicher Durchfeuchtungen zu ver-wenden. Schrauben dürfen nur handfest angezogen werden und müssen eben auf der Fas-sadenplatte ansitzen, so dass die Platten zwängungsfrei befestigt sind.

Eine verdeckte Befestigung von der Plattenrückseite ist bei ausreichender Plattendicke durchaus möglich, bringt aber einen erhöhten Montageaufwand mit. Die unsichtbare Befes-tigung verleiht den Befestigungsmitteln Witterungsschutz durch die Fassadenplatten.

Die Montage sollte sorgfältig erfolgen, um eine Verletzung der Deckschichten durch zu tiefes Eindringen der Befestigungsmittel zu vermeiden.

Für die verdeckte Befestigung sind inzwischen spezielle Befestigungssysteme erhältlich.

Eine häufig verwendete nicht-sichtbare Befestigung wird mit Metallgraffen, die an der Rückseite der Platte mittels Hinterschnitt Plattenanker befestigt werden, ausgeführt. Die Platten werden an einer Metallunterkonstruktion befestigt. Des Weiteren sind auch hand-werkliche Befestigungen für verdeckte Anordnung möglich. Klammerverbindungen in den

Fugen, wie sie häufig bei klein- bzw. brettformatigen Fassadenelementen Verwendung finden, sind für die verdeckte Befestigung von Holzwerkstoffplatten nicht geeignet.

Klebstoffverbindungen sind einfach, kostengünstig und mit wenig Aufwand zu erstellen. Die Verwendung von Klebstoffen zur Verbindung oder Befestigung von Fassadenverkleidung hat jedoch nur eine geringe Bedeutung. Die unkontrollierbare Kriechverformung, mangelnde Langzeiterfahrung und vor allem die schlechte Demontierbarkeit bei einem späteren Rückbau sprechen klar gegen eine Verwendung von Montageklebern.

Sind Klebeverbindungen nicht zu vermeiden, sollten sie elastisch sein und nur punkt- oder linienförmig ausgeführt werden. Im Zusammenhang mit der Witterungsbeständigkeit von Verbindungsmitteln ist besonders auf das Sprödwerden von Klebstoffen zu achten.

Die Qualität einer Klebstoffverbindung ist davon abhängig unter welchen Umständen geklebt werden kann. Eine feuchte, kalte und staubige Umgebung kann hierauf einen negativen Einfluss haben. Die maximal vorgeschriebenen Plattenabmessungen dürfen nicht überschritten werden, so dass die Platten ungehindert arbeiten können.

#### **4 Befestigungssystem für Sandwichelemente**

Sandwichelemente erfreuen sich immer größerer Beliebtheit, da diese wirtschaftlich hergestellt und den Anforderungen entsprechend gestaltet werden können. Neben den im Industrie- und Hallenbau bereits großtechnisch eingesetzten Sandwichpaneelen aus metallischen Deckschichten für Dacheindeckung und Wandverkleidungen, besteht die Möglichkeit Sandwichelemente aus Holzwerkstoffplatten für den Fassadenbereich einzusetzen.

Der Aufbau einer Fassade aus Sandwichelementen unterscheidet sich nicht wesentlich von der vorgehängten hinterlüfteten Fassade. Die Sandwichelemente tragen die Windlasten und das Eigengewicht in die Unterkonstruktion ab. Diese ist an der Außenwand verankert. Die Luftschicht zwischen der Außenwand und dem Element wird nicht belüftet ausgeführt und kann zusätzlich mit einer Dämmschicht versehen werden. Bei Neubauten, aber auch bei der Sanierung von Altbauten kann durch ein Sandwichelement eine verbesserte Wärmedämmung erzielt werden. Die architektonische Gestaltung mit Sandwichelementen ist genau so vielseitig wie mit großformatigen Platten.

Die Sandwichelemente für den Fassadenbereich besitzen Deckschichten aus 3-Schichtplatten und einen 8 cm Kern aus Steinwolle. Die Abmessungen der Elemente sind 40x240 cm. Durch die folgend aufgeführte Unterkonstruktion können die Elemente auf allen Außenwand-Typen im Neubau sowie Altbau als Fassadenelemente montiert werden.

Die Unterkonstruktion besteht aus Alu-Winkel-Profilen, die mit Dübeln an der Außenwand aus Mauerwerk oder Holzschrauben im Holztafelbau befestigt sind. Auf die Winkel werden Profile mit Halterung für die Sandwichelemente geschoben und mit einer Flügelschraube

fixiert. Die Sandwichelemente werden in die u-Profile gestellt und im oberen Bereich ebenfalls durch ein u-Profil gehalten. Die Horizontalfuge wird durch ein Fugenprofil geschützt. Eine bauseits eingebrachte Dämmschicht z.B. Glaswolle verhindert Wärmebrücken in den Fugenbereichen. Die Vertikale Fugenausbildung erfolgt mit Hilfe einer Steckleiste. Der Aufbau der Fassade verläuft vom Sockelbereich zum Dach. Bohrlöcher für die Verankerung können ausnivelliert und vorab gebohrt werden. Die Winkel werden mit Hilfe von Dübeln und Schrauben ca. alle 80 cm an der Außenwand vorbevestiget. Ein thermisches Trennelement zwischen Wand und Winkel verhindert Wärmebrücken und ermöglicht einen Ebenen Anschluss an die Außenwand. Durch die Langlöcher im Winkel kann ein Ausgleich bis ca. 4 cm in der Horizontelen erfolgen. Zugleich ermöglicht das Langloch die Montage der Winkel an oberer Seite der Sandwichelemente. Nachdem die Winkel ausgerichtet sind, wird das Halteprofil bevestiget. Die Befestigung erfolgt mit einer Flügelschraube im Gewinde des Winkels. Das Gewinde im Winkel dient als Fixpunkt. Bautoleranzen bis ca. 3 cm können durch das Langloch im Halteprofil ausgeglichen werden. Die Verzahnung am Winkel und Halteprofil dient der Aufnahme der Kräfte aus Winddruck und Windsog. Durch die Gummipplatten im Halteprofil soll verhindert werden, dass das Sandwichelement, durch die Wechselbelastung aus Winddruck und Windsog, sich in dem u-Profil bewegt. Ein Abstand von 1 cm in den oberen Anschluss ermöglicht eine zwängungsfreie Montage bei der Bewegungen aus Quellen und Schwinden aufgenommen werden können.

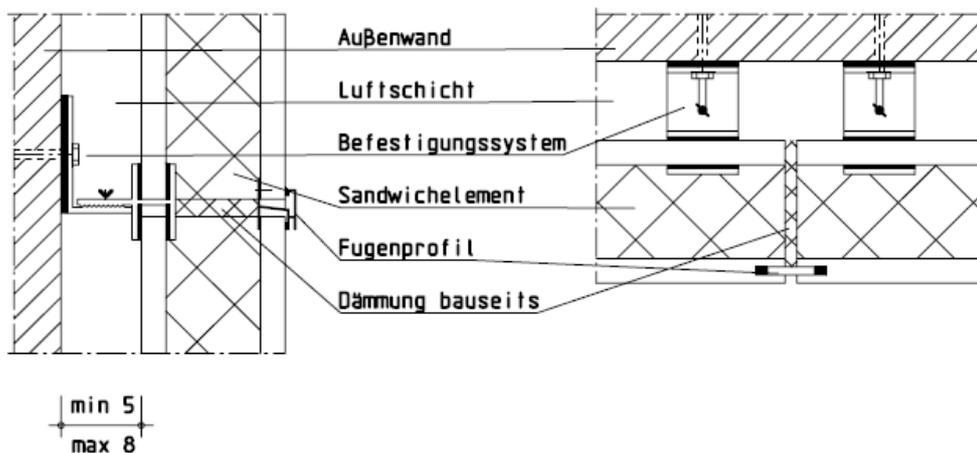


Abb. Befestigungssystem