



Schadenfreies Bauen

mit vorgehängten hinterlüfteten Fassaden

Im Fokus

Vorgehängte
Hinterlüftete
Fassade



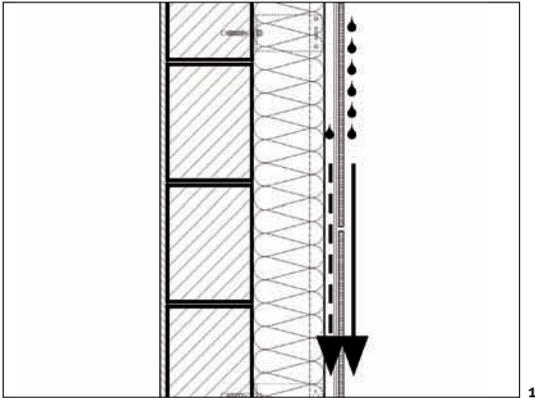
Fachverband Baustoffe und Bauteile für
vorgehängte hinterlüftete Fassaden e.V.

Schadenfreies Bauen mit vorgehängten hinterlüfteten Fassaden (VHF)

Prof. Dr.-Ing. Rainer Oswald; Dipl.-Ing. Ralf Spilker; Dipl.-Ing. Klaus Wilmes

AlBau – Aachener Institut für Bauschadensforschung und angewandte Bauphysik, gemeinnützige GmbH, Aachen

Vorgehängte hinterlüftete Fassaden werden wegen ihrer hohen Funktionssicherheit auch bei starker Beanspruchung seit langem bevorzugt angewendet. Historische einschalige Außenwände wurden und werden an extrem schlagregenbeanspruchten Fassadenseiten hinterlüftet bekleidet. Dieses positive Verhalten ergibt sich im Wesentlichen aus der Entkopplung von bewitterter Oberflächenschicht und tragender Wand (Verankerungsgrund) und durch die Hinterlüftung der Konstruktion (zweistufiges Abdichtungskonzept, Abb. 1).



1 Zweistufiges Abdichtungskonzept – Der Hauptanteil des Regenwassers wird an der Oberfläche der Fassade abgeführt. Geringe Mengen von an Fehlstellen eingedringendem Wasser sowie Tauwasser werden im Hinterlüftungsraum abgeleitet. Bei offenen Fugen in der Fassadenbekleidung ist mit erheblich höherer Wasserbelastung im Hinterlüftungsraum zu rechnen.

2 Fassadenbekleidung der Hauptverwaltung der Mainova AG in Frankfurt am Main mit planebenen und gerundeten Ziegel-Fassadenplatten.

Konstruktionsregeln zur Schadensvermeidung

Aufgrund ihrer sehr geringen Schadensanfälligkeit sind vorgehängte hinterlüftete Fassaden (VHF) in den Schadensstatistiken kaum zu finden [1]. Selbstverständlich sind zur Schadensvermeidung auch bei der Ausführung von VHF Regeln einzuhalten, die im Folgenden angesprochen werden.

Verankerungsgrund

Tragfähigkeit

Die Lasten der VHF werden direkt über Einzelbefestigungen oder über die Unterkonstruktion, in der Regel punktweise in den Verankerungsgrund – meist tragender Außenwände – eingeleitet. Die Art der Verankerungen und die Befestigungsabstände sind auf die Tragfähigkeit des Verankerungsgrundes abzustimmen, damit es nicht zum Versagen der Konstruktion kommt. Für alle gängigen Beton- und Mauerwerksuntergründe findet man dazu Angaben in der DIN 18516 [2] sowie in den Dübelzulassungen.

Die Systemhersteller beschreiben in den Montagevorschriften Anzahl und Art der erforderlichen Verankerungen in Abhängigkeit von der Tragfähigkeit des Verankerungsgrundes. Bei nicht in den Dübelzulassungen aufgeführten Mauerwerksarten und insbesondere bei Altbausanierungen sind die aufzunehmenden Lasten gegebenenfalls durch Versuche am Objekt zu ermitteln. Besonders die Eignung von Brüstungsausmauerungen ist detailliert zu untersuchen.

Verformungen

Verformungen des Untergrundes, zum Beispiel durch Schwinden, Setzungen oder durch dynamische Beanspruchungen, die in fest aufgebrachten Bauteilschichten wie Putzen oder angemörtelten Bekleidungen zu Risschäden führen, werden von einer vorgehängten Konstruktion in weitem Rahmen aufgenommen, ohne dass die Bekleidung schadhaf wird.

Kurzgefasst

Durch vorgehängte hinterlüftete Fassaden (VHF) können Konstruktionen mit sehr geringer Schadensanfälligkeit realisiert und Untergrundverformungen rissfrei aufgenommen werden. Auch bei erhöhten Baufeuchtegehalten des Untergrundes sind VHF einsetzbar. Selbst offene Fugen und kleinere Lücken in der VHF führen nicht zu Undichtigkeiten der Außenwand.

Baufeuchte

Die Luftfeuchte in den angrenzenden Innenräumen, vor allem aber die erhöhte Bauteilfeuchte, die in Neubauwänden und bewitterten Altbauwänden vorhanden ist, werden durch Wasserdampfdiffusion nach außen transportiert. Im Gegensatz zu nicht hinterlüfteten Wandquerschnitten ist die Wasserdampfdurchlässigkeit der Bekleidung bei solchen Beanspruchungen nur von untergeordneter Bedeutung. DIN 4108 [3] stuft fachgerecht hinterlüftete Bekleidungen generell ohne rechnerischen Nachweis als diffusionstechnisch unbedenklich ein. Selbst bei völlig dampfdichten Bekleidungsstoffen, wie zum Beispiel Metallbekleidungen, wird es nicht zu einer schädigenden Feuchtigkeitsbelastung der wärmedämmenden Schicht und der Bekleidung kommen, wenn der eindiffundierende Wasserdampf über den Hinterlüftungsraum abtransportiert wird. Ist dies nicht gewährleistet, so kann es im Falle einer lang anhaltenden rückseitigen Tauwasserbelastung zu Schäden auch an der Bekleidung kommen. Insgesamt ist der Feuchtigkeitsgehalt des Untergrundes bei VHF unproblematisch. Auch feuchte Untergründe können bekleidet werden, da die erforderliche Austrocknung über den Hinterlüftungsraum erfolgen kann.

Luftdichtheit

Luftundichtheiten in Außenbauteilen können Wärmeverluste verursachen, die den Heizwärmebedarf vervielfachen. Die Wärmeschutzverordnung fordert daher dauerhaft luftundurchlässig abgedichtete Bauteilflächen und Fugen.

Konstruktiv bedingt erfordert das System der VHF eine luftdichte innere Wandschale. Besonders Wandquerschnitte aus großformatigen Mauersteinen oder trocken versetzten Schalungssteinen, die innenseitig nicht verputzt, sondern lediglich bekleidet sind, benötigen zusätzliche luftdichtende Maßnahmen. Deshalb ist wenigstens eine Seite des Mauerwerks sorgfältig zu verfugen, besser aber zu verputzen (Abb. 4).

Innenseitig können als zusätzliche Maßnahmen auch Folien mit abgedichteten Stößen aufgebracht werden.



3

Unterkonstruktion

Die Unterkonstruktion leitet als tragendes Element der VHF die auftretenden Lasten über Verankerungen in den Untergrund ein. Die zu erwartende Lebensdauer der Unterkonstruktion muss der der Fassadenbekleidung entsprechen. Die Unterkonstruktion ermöglicht darüber hinaus den Ausgleich sämtlicher Bauunebenheiten auf einfache Weise.

Bemessung

Die Unterkonstruktion, deren Verankerung und die Befestigungen sind nach DIN 18516-1 [2] nachzuweisen. Bei der Bemessung sind Eigenlasten, Windlasten, Schnee- und Eislasten sowie gegebenenfalls Sonderlasten zu berücksichtigen. Klimabedingt sind VHF Formänderungen durch Temperaturwechsel, gegebenenfalls auch durch Quellen und Schwinden, ausgesetzt. Eine zwängungsfrei ausgeführte Unterkonstruktion verhindert Spannungen und eine zusätzliche Beanspruchung der Bekleidungselemente. Zur Absicherung der Kompatibilität von Unterkonstruktion und Bekleidung ist es empfehlenswert, die individuellen Herstellerangaben zu beachten.

Schutz der Unterkonstruktion gegen biologische und chemische Einflüsse

Da die Unterkonstruktion nach Fertigstellung der VHF-Bekleidung in der Regel ohne Teilabbau zu Kontrollzwecken nicht zugänglich ist, ist sie dauerhaft gegen biologische und chemische Einflüsse zu schützen. Bauteile aus Holz- und Holzwerkstoffen sind nach DIN 68800-3 [4] gegen biologische Einflüsse zu schützen. Unterkonstruktionen aus metallischen Werkstoffen bestehen in der Regel aus Aluminium, Stahl, nichtrostendem Stahl oder Kupferwerkstoffen.

3 Glasfliesen auf großformatigen Trägerplatten kennzeichnen die Fassade des Dienstleistungs- und Service-Centers der GEWOGE, LUWOGE BASF GmbH in Ludwigshafen am Rhein.

Geeignete Metalle, die keines besonderen Korrosionsschutznachweises bedürfen, regelt die DIN 18516 [2]. Sie enthält auch Angaben über den unter Umständen erforderlichen Korrosionsschutz. Die Verwendung unterschiedlicher Metalle innerhalb derselben Unterkonstruktion kann durch Kontaktkorrosion zu Schäden führen. Daher ist in diesem Falle die Verträglichkeit der Werkstoffe zu überprüfen. Auch von angrenzenden Metallabdeckungen (zum Beispiel Attikaabdeckungen) in den Fassadenzwischenraum gelangende Feuchtigkeit kann durch gelöste Spurenelemente Korrosion auslösen. Gegebenenfalls sind trennende Zwischenschichten anzulegen [5].

Verankerungen

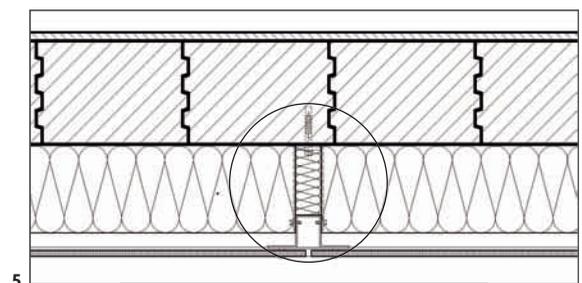
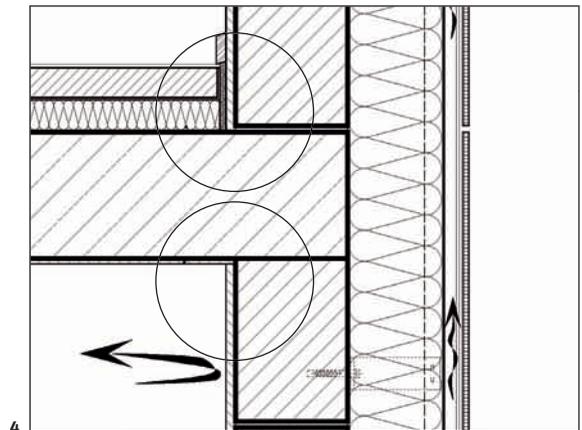
Verankerungen sind Teile, die die Unterkonstruktion mechanisch in der tragenden Wand verankern, dies erfolgt mit Hilfe von Verankerungsvorrichtungen und Ankerkörpern. Das Verankerungselement muss in Verbindung mit zum Beispiel einem Wandwinkel die Summe der auftretenden Lasten und bauwerksbedingte Toleranzen aufnehmen können und diese in den Verankerungsgrund einleiten. Verankerungselemente bestehen heute in der Regel aus einer Dübel-/Schraubkombination. Neben Kunststoffdübeln werden auch objektbezogen Stahl- oder Verbundanker eingesetzt, in Sonderfällen Injektionsanker. Die Eignung von Dübelverankerungen ist nachzuweisen, zum Beispiel durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung oder eine Zustimmung im Einzelfall. Die Anzahl der erforderlichen Verankerungen richtet sich nach den übertragbaren Lasten des Verankerungsgrundes. Bei Verankerungen von Naturwerksteinplatten aus leicht spaltfähigen Baustoffen (wie Schiefer und Quarziten) mit Trag- und Halteankern können Abspaltungen in der Ankerdornenebene auftreten, die zum Ablösen der Bekleidung führen würden. Bei derartigen Baustoffen sind besondere Anforderungen an die Ankerdornlöcher zu stellen [6].

4 Mauerwerk und Dämmstoffe alleine bewirken keine ausreichende Luftdichtheit. Bei Mauerwerkskonstruktionen muss der Innenputz (bzw. die Innenspachtelung) die Winddichtungsfunktion übernehmen. Der Innenputz muss daher bis an alle einbindenden Bauteile sorgfältig herangeführt werden.

Wärmebrücken

Bei VHF wird die Unterkonstruktion durch die Wärmedämmung hindurch in der Außenwand verankert. Da die für die Herstellung der Unterkonstruktion und Verankerung verwendeten Werkstoffe meist gut wärmeleitfähig sind, gilt es, diese Wärmebrücken zu minimieren. Dies kann zum Beispiel durch die Anordnung und Form der Tragprofile sowie die Anzahl der erforderlichen Wandhalterungen sowie durch Einbau eines thermischen Trennelements zwischen Außenwand und Wandhalter erfolgen. Die Wärmebrücken sind energetisch zu berücksichtigen (Abb. 5). Die Auswirkungen verschiedener Unterkonstruktionen auf den Wärmeschutz sind in der Richtlinie [7] zur Bestimmung der wärmetechnischen Einflüsse von Wärmebrücken bei vorgehängten hinterlüfteten Fassaden und in der Broschüre Verbesserter Wärmeschutz mit vorgehängten hinterlüfteten Fassaden [8] detailliert beschrieben.

5 Insbesondere bei großen Dämmstoffdicken ist auf eine Minimierung der Wärmebrückenwirkung der Befestigungselemente zu achten.



Wärmedämmung

Werkstoff

Bei VHF sind grundsätzlich nur Dämmstoffe einzusetzen, deren Funktion bei Feuchteeinwirkung im Hinterlüftungsraum nicht beeinträchtigt wird. Für die Dämmung vorgehängter hinterlüfteter Fassaden sind mineralische Dämmstoffe nach DIN EN 13162 des Typs WAB T3 WL(P) [5] einzusetzen. Eine zusätzliche schwarze Vlieskaschierung verhindert das optische Hervortreten der Dämmung hinter den offenen Fugen der Bekleidung.

Verlegung der Wärmedämmung

Die plattenförmige Wärmedämmung wird einlagig im Verband dicht gestoßen verlegt. Ihre Befestigung erfolgt mechanisch mit Dämmstoffhaltern. Nach DIN 18516-1 [2] sind im Mittel 5 Dämmstoffhalter/m² vorzusehen. Alle Durchdringungen der Dämmung, zum Beispiel im Bereich der Verankerungen, sind dicht anzuarbeiten, um jede Lückenbildung und damit mögliche Wärmebrücken auszuschließen.

Zusammenhängende Hohlräume zwischen Außenwand und Dämmung sind auszuschließen, so dass sich kein Konvektionsstrom bilden kann, der den Wärmeschutz mindert. Die Dämmung ist also flächig auf dem Verankerungsgrund aufzubringen. Vorsprünge sind zu entfernen, Rücksprünge sind auszugleichen (Abb 6). Mit flexiblen Dämmstoffen können zwar grundsätzlich Lücken an Durchstoßpunkten und Hohllagen leicht vermieden werden, wegen der großen Bedeutung von Fehlstellen für den Wärmeschutz sollte daher die sorgfältige Ausführung der Wärmedämmung vor der Montage der Bekleidung besonders kontrolliert werden.

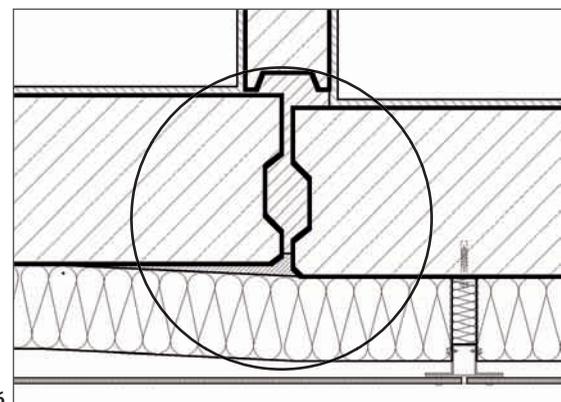
Hinterlüftung

Der Hinterlüftungsraum in einer VHF trennt die bewiterte Bekleidung von der Dämmung und der dahinter befindlichen Außenwand. Im Zwischenraum wird gege-

benenfalls über die Fugen eindringende Niederschlagsfeuchte, ausdiffundierende Raum- oder Baufeuchte sowie Tauwasser von der Innenseite der Bekleidungen abgeführt. Der Hinterlüftungsraum ist daher für die Funktionssicherheit von besonderer Bedeutung. Nach DIN 18516-1 [2] ist dieser mit mindestens 20 mm Breite auszubilden. Örtliche Unterschreitungen bis 5 mm Breite sind zulässig. In Abhängigkeit von der Maßhaltigkeit der Unterkonstruktion, insbesondere aber der Dämmung und der Beschaffenheit der zu bekleidenden Außenwand, sind gegebenenfalls planmäßig breitere Hinterlüftungsräume vorzusehen, um die o.a. Mindestmaße praktisch nicht zu unterschreiten. Zu- und Abluftöffnungen müssen Querschnitte von mindestens 50 cm²/m aufweisen.

Die Fugen zwischen den Bekleidungs-elementen bewirken je nach Abmessungen der Elemente, der Fugenbreite und der Fugenausbildung eine zusätzliche Hinterlüftung der Konstruktion, die bei kleinformatischen Platten ausreichend sein kann, um den eindiffundierenden Wasserdampf abzuführen. Dieser zusätzliche Hinterlüftungseffekt sollte jedoch nicht planmäßig in Ansatz gebracht werden.

Grundsätzlich kann bei VHF durch Windeinwirkung Niederschlagsfeuchte hinter die Bekleidung gelangen. Die Anschlüsse sollten so ausgebildet werden, dass zu großer Feuchteintrag vermieden wird und an den Fußpunkten eine gezielte Wasserableitung möglich ist [5] (Abb. 7).



6 Bei unebenen Untergründen ist auf einen dichten Kontakt der Dämmung zum Verankerungsgrund zu achten, um eine Hinterströmung und damit Wärmeverluste zu vermeiden.

Bekleidung

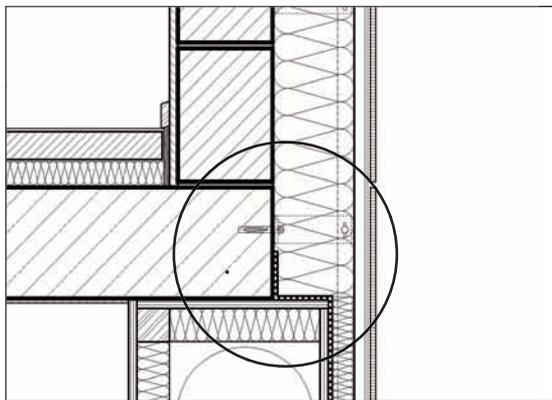
Werkstoffe

Als Bekleidung werden Bleche, faserverstärkte Baustoffe, Glas, Holz, Holzwerkstoffe und Verbundelemente eingesetzt. „Kleinformatige“ Bekleidungselemente ($< 0,4 \text{ m}^2$ und nicht schwerer als 5 kg je Element) werden nach handwerklichen Fachregeln eingebaut.

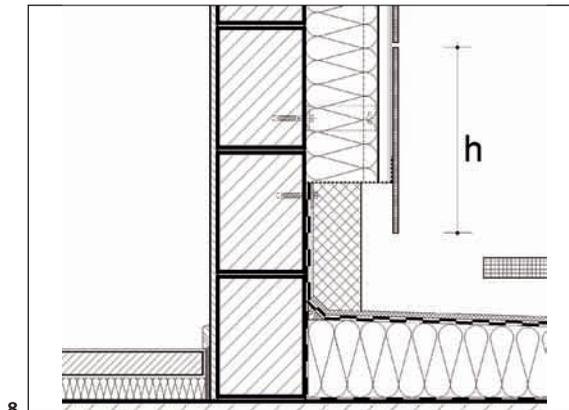
„Großformatige“ Bekleidungselemente bedürfen einer Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung, die beim Hersteller/Lieferanten vorliegen muss. Aluminiumtafeln, Titanzink und Bleche aus Kupfer gelten als „Halbzeuge“ und sind durchzubilden und nachzuweisen.

Befestigung

Als „Befestigung“ wird die Verbindung zwischen der Bekleidung und der Unterkonstruktion bezeichnet. Die unterschiedlichen sichtbaren oder verdeckten Befestigungselemente sind so anzubringen, dass Zwängungsspannungen in der Bekleidung ausgeschlossen sind. Bei metallischen Werkstoffen würden Zwängungsspannungen zu konvexen oder konkaven Verformungen führen, bei plattenförmigen Bekleidungen zu Rissen oder zu einem Bruch. Soweit die Befestigung nicht nach Handwerksregeln erfolgt, geben die jeweiligen Hersteller zur erforderlichen Art der fachgerechten Befestigung detaillierte Hinweise.



7 Bei Fensterstürzen, Fassadenrücksprüngen sowie Werkstoffwechseln zu feuchteempfindlichen Bekleidungen muss auf eine sorgfältige Ausführung der Fußpunktabdichtung geachtet werden.



Fugen

Bekleidungselemente werden überdeckt, mit geschlossenen oder offenen Fugen verlegt. Die Schlagregensicherheit der VHF ist auch bei großformatigen Bekleidungselementen mit offener Fugenausbildung gesichert [9]. Im Hinblick auf ein sauberes Erscheinungsbild der Fassade sind offene Fugen vorteilhaft. Offene Fugen dienen einer besseren Belüftung und es wird der Ablagerung von Schmutz vorgebeugt. Der Einsatz von Fugenprofilen erweist sich in dieser Hinsicht eher nachteilig. Auf den Einsatz wartungsintensiver Dichtstoff-Fugen sollte ganz verzichtet werden.

Stoß- und Schlagbeanspruchbarkeit

In bestimmten Einbausituationen, zum Beispiel an stark frequentierten Fußwegen, Hauseingängen o.ä. sollte eine erhöhte Stoßbelastung, gegebenenfalls auch mutwillige Beschädigung berücksichtigt werden. Zum Schutz vor Stoß und Schlag können bis zu einer Höhe von ca. $2,8 \text{ m}$ (Greifhöhe) dickere Platten oder Aussteifungselemente eingesetzt werden. Zur einfachen Entfernbarkeit von Graffiti haben sich im Sockelbereich auch keramische Platten mit Glasur bewährt, die bis zu der o.a. Höhe im Mörtelbett verlegt werden.

Austauschbarkeit

Aufgrund der Einzelkomponenten einer VHF und der konstruktiv einfachen Fugenausbildung gilt dieses Fassadensystem als instandhaltungsfreundlich. Schadhafte Elemente können meist ohne großen Aufwand ausgetauscht bzw. zu Arbeiten am Verankerungsgrund demontiert und wieder angebracht werden (Abb. 8).

8 Bekleidungselemente im Bereich von Dachanschlüssen sollten so geplant werden, dass die Abdichtungsanschlüsse nach Entfernen der unteren Bekleidungselemente leicht wartbar und erneuerbar sind.

Literatur:

- [1] Oswald, R. u.a. **Dritter Bericht über Schäden an Gebäuden**, Bonn 1996
- [2] DIN 18516-1 **Außenwandbekleidungen, hinterlüftet**, Teil 1: Anforderungen, Prüfgrundsätze
- [3] DIN 4108 **Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden**
- [4] DIN 68800-2 **Holzschutz** – Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau
- [5] VOB C ATV DIN 18351 **Vorgehängte hinterlüftete Fassaden**
- [6] DIN 18516-3 **Außenwandbekleidungen, hinterlüftet**, Teil 3: Naturwerkstein, Anforderungen, Bemessung
- [7] Richtlinie **Bestimmung der wärmetechnischen Einflüsse** von Wärmebrücken bei vorgehängten hinterlüfteten Fassaden
- [8] Im Fokus: **Mineralische Wärmedämmung** mit Zusatznutzen in vorgehängten hinterlüfteten Fassaden
- [9] Im Fokus: **Tauwasserschutz und Regenschutz von Außenwänden** mit vorgehängten hinterlüfteten Fassaden



9



10

9 Fassadensanierung der Nationalregierung der russischen Stadt Cheljabinsk mit Titanzink.

10 Aluminium-Verbundplatten für ein modernes Verwaltungsgebäude in Metzingen.

Alle Hinweise, technische und zeichnerische Angaben, entsprechen dem derzeitigen technischen Stand sowie unseren darauf beruhenden Erfahrungen.

Die beschriebenen Anwendungen sind Beispiele und berücksichtigen nicht die besonderen Gegebenheiten im Einzelfall. Die Angaben und die Eignung der gezeigten Werkstoffe sind in jedem Fall für die beabsichtigten Verwendungszwecke bauseitig zu überprüfen.

Eine Haftung des FVHF e.V. ist ausgeschlossen.

Dies betrifft auch Druckfehler und nachträgliche Änderungen technischer Angaben, insbesondere bei Normen und anderen Regelwerken.

Bildmaterial Copyright © FVHF e.V., Abb. 2 Moeding Keramikfassaden (Michael Bender, Darmstadt), Abb. 3 Jens Passoth, Berlin, Abb. 9 WS-Fassadenelemente GmbH

FVHF e.V., Berlin, 10/2007



Fachverband Baustoffe und Bauteile für vorgehängte hinterlüftete Fassaden e. V. (FVHF)
Kurfürstenstraße 129 · 10785 Berlin · Telefon: 030/21286-281 · Telefax: 030/21286-241
Internet: <http://www.fvhf.de> · e-mail: info@fvhf.de