



Tauwasserschutz und Regenschutz von Außenwänden mit vorgehängten hinterlüfteten Fassaden

Im Fokus

Vorgehängte
Hinterlüftete
Fassade



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

Der Tauwasserschutz und Regenschutz von Außenwänden mit vorgehängten hinterlüfteten Fassaden (VHF)

Prof. Dr.-Ing. Klaus W. Liersch, Brandenburgische Technische Universität Cottbus

Tauwasserschutz

Neben dem Regenschutz ist der Tauwasserschutz eine der bauphysikalischen Hauptaufgaben von Umfassungsbauteilen. Außenwände mit vorgehängten hinterlüfteten Fassaden können besonders wirksam den Tauwasserschutz sicherstellen.

In einer Außenwand sind zwei Vorgänge des Tauwasserausfalls zu unterscheiden:

- Oberflächentauwasser an der raumzugewandten Innenfläche der Außenwand
- Innerer Tauwasserausfall infolge gestörten Wasserdampftransports in Abhängigkeit der Schichtenfolge der Wand

Mindestwärmeschutz und Sicherheit gegen Oberflächenwasser

Die Tauwasserbildung an Oberflächen hängt stets mit unzureichendem Wärmeschutz und/ oder zu hoher Raumluftfeuchte zusammen. Hierbei sind besonders die Wärmebrückeneffekte in Raumecken, an Fensterleibungen etc. von Bedeutung.

Damit an raumzugewandten Oberflächen die schädliche Tauwasserbildung vermieden wird, ist in der DIN 4108-2 der Mindestwärmeschutz von Außenwänden definiert worden. Danach ist der Mindestwärmeschutz – auch als hygienischer Wärmeschutz bezeichnet – erfüllt, wenn der Temperaturfaktor mindestens den Wert $f_{RSI} \geq 0,70$ annimmt.

Die in der o.g. Gleichung enthaltene Bedingung beinhaltet für die Heizperiode eine Raumlufttemperatur von mindestens 19 °C bei einer Raumluftfeuchte von 50 %. Unter Berücksichtigung dieser Werte ergibt sich der Mindestwert für den Wärmedurchlasswiderstand der Außenwand zu $R = 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$.

Dies entspricht einem Wärmedurchgangskoeffizienten der Außenwand von $U = 0,730 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, bzw. für eine Außenwand mit vorgehängter hinterlüfteter Fassade ein Wert von $U = 0,685 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Innerer Tauwasserschutz gemäß DIN4108-3

Die Bildung von Tauwasser im Inneren eines Bauteils hängt einerseits von den klimatischen Randbedingungen und andererseits von der Anordnung der Bauteilschichten und deren Dampfdiffusionsfähigkeiten ab. Hierbei sind vor allem mehrschichtige Bauteile betroffen, bei denen Schichten mit sehr unterschiedlichen Dampfdurchlässigkeiten hintereinander angeordnet sind. Zur Überprüfung, ob und in welcher Größenordnung Tauwasser auskondensiert, dient das in DIN 4108-3 erläuterte Diffusionsdiagramm, das nach seinem Urheber auch als „Glaserdiagramm“ bezeichnet wird.

Eine innere Tauwasserbildung gilt nach DIN 4108-3 als unschädlich, wenn durch Erhöhung des Feuchtegehaltes der Bau- und Dämmstoffe der Wärmeschutz und die Standsicherheit der Bauteile nicht gefährdet werden.

Wasserdampfdiffusion

Nach DIN 4108-3 sind für normal genutzte Räume, die für den dauernden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, folgende Rechenwerte für die, das Winterklima simulierende, Tauperiode mit der Dauer von 1440 h (= 2 Monate), anzusetzen:

	Temperatur	Rel. Luftfeuchte
Außenklima	- 10 °C	80 %
Innenklima	+ 20 °C	50 %

Für die den Sommer repräsentierende Verdunstungsperiode (Dauer: 2160 h = 3 Monate), in der das sich unter Winterbedingungen gebildete Tauwasser restlos wieder abgeführt werden muss, gilt gleichermaßen für Außenklima und Innenraumklima + 12 °C und 70 % rel. Luftfeuchte.

Glaserverfahren/Diffusionsdiagramm

Beim Diffusionsdiagramm werden die möglichen Sättigungsdrücke in Abhängigkeit der sich einstellenden Temperaturen dem Teildruckverlauf im Bauteil gegenübergestellt. Von den verschiedenen möglichen Fällen, die in DIN 4108-3 aufgeführt sind, werden nachfolgend nur die beiden wichtigsten behandelt, wobei zwischen Tauwasseranfall in der Kondensationsperiode und Austrocknung während der Verdunstungsperiode zu unterscheiden ist.

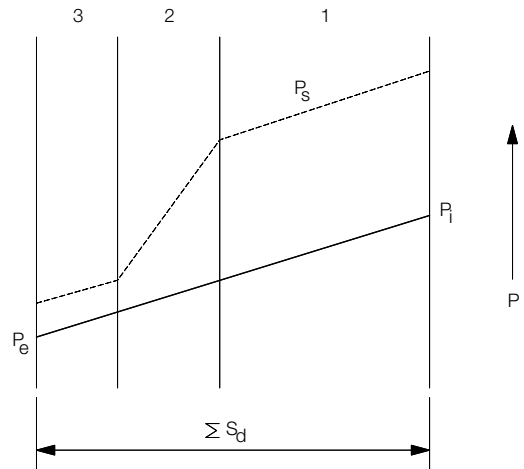
Fall I: keine innere Tauwasserbildung

Wasserdampfdiffusion ohne Tauwasserausfall im Bauteil. Der Wasserdampfteildruck im Bauteil ist an jeder Stelle niedriger als der mögliche Wasserdampfsättigungsdruck. Da es während der Kondensationsperiode nicht zum Tauwasserausfall kommt, braucht auch nicht die mögliche Austrocknung während der Verdunstungsperiode überprüft zu werden.

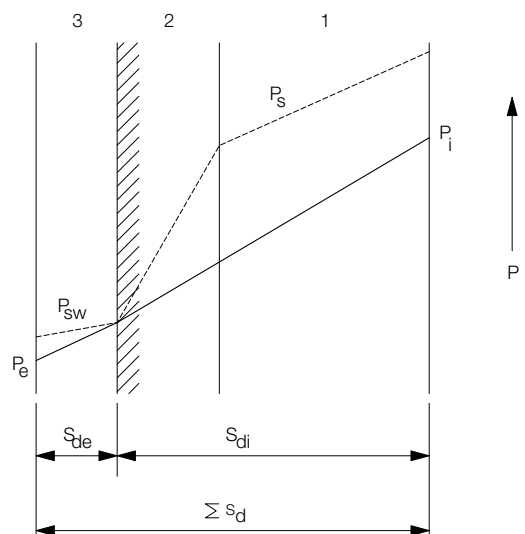
Fall II: innere Tauwasserbildung in einer Ebene

Wasserdampfdiffusion mit Tauwasserausfall in einer Ebene des Bauteils.

Beim Verdunstungsvorgang verläuft der Wasserdampfstrom von der Kondensationsebene ausgehend zum Gebäudeinneren sowie zur Außenluft.



1



2

1 Fall I: Diffusionsdiagramm für ungestörten Wasserdampfdiffusionsdurchgang; im Bauteil fällt kein Tauwasser aus.

2 Fall II: Diffusionsdiagramm eines 3-schichtigen Wandaufbaus, Tauwasserebene zwischen Schicht 2 und 3.

Empfohlene Wandkonstruktionen nach DIN 4108-3

In DIN 4108-3 sind eine Reihe von Wandkonstruktionen mit ausreichendem Wärmeschutz nach DIN 4108-2 und luftdichter Ausführung nach DIN 4108-7 aufgeführt, für die kein rechnerischer Nachweis des Tauwasserausfalls infolge Wasserdampfdiffusion nach den vorgenannten Klimabedingungen erforderlich ist.

Dies ergibt sich entweder daraus, dass kein Tauwasserrisiko besteht oder der Feuchtetransport, z. B. bei kapillaraktiven Materialien, wesentlich durch Kapillaritätseffekte beeinflusst und nur zum Teil durch Diffusionsvorgänge bestimmt wird.

Für hinterlüftete Außenwandbekleidungen ist hieraus der Schluss zu ziehen, dass sie für alle Ausführungsarten von Außenwänden ohne weiteren Nachweis als tauwassersicher einzustufen sind.



Anforderungen an hinterlüftete Wandkonstruktionen

Die Aufgabe der Belüftung besteht darin, durch einen ständigen Luftstrom zwischen Belüftungsraum und Außenluft die inneren Konstruktionsteile trocken zu halten und Wasserdampf nach außen ohne Tauwasserbildung abzuführen.

Ist die Belüftungsfunktion eingeschränkt oder überhaupt nicht vorhanden, z.B. bei verstopften Zu- und/oder Abluftöffnungen, so muss mit der Möglichkeit der Tauwasserbildung gerechnet werden, auch wenn die sonstige Schichtenfolge der Wand nicht zu beanstanden wäre.

Zu unterscheiden sind:

- Tauwasserausfall im Belüftungsraum infolge zu großer Wasserdampfbelastung und/oder zu geringen Belüftungsstroms (Primärtauwasser)
- Tauwasserausfall an der Rückseite der Fassadenbekleidung bei Wärmeabstrahlung der Wandoberfläche in kalten, klaren Nächten (Sekundärtauwasser)

Trocknung von Baufeuchte

Die Feuchtigkeitsbilanz in Bauteilen kann wesentlich durch die Rohbaufeuchte beeinflusst werden. Genügend trockene Baustoffe weisen in der Regel die Werte der „praktischen Feuchtigkeit“ auf, die für die Festlegung der Rechenwerte der Wärmeleitfähigkeit nach DIN 4108-4 verwendet wird.

Ist der Wassergehalt des Baustoffs beim Einbau höher als die Ausgleichsfeuchte, so wird die Bauteilschicht solange Wasser abgeben bis der Gleichgewichtszustand erreicht ist. Kann wegen der Schichtenfolge die Wasserabgabe nur an den Innenraum erfolgen, so ist eine beträchtliche Anreicherung der Raumluftfeuchte die Folge, welche die vorgenannten Einflüsse erheblich verstärken kann.

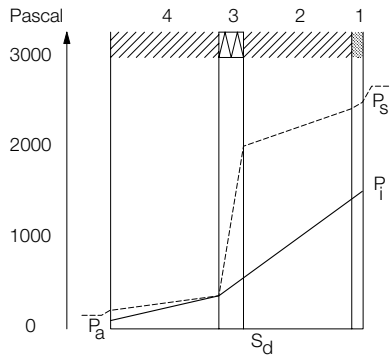
3 Museum Alf Lechner, Ingolstadt. Fischer Architekten, München.

Auszeichnung Deutscher Fassadenpreis 2001.

(Aluminium-Verbundplatten)

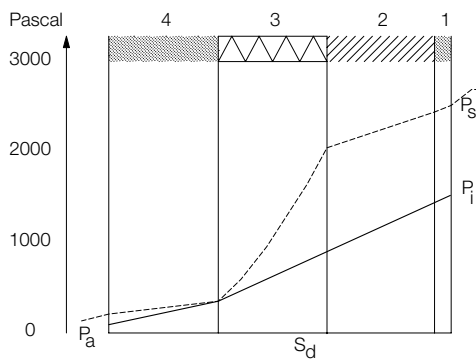
Foto: Michael Heinrich, München

Diffusionsdiagramme von nicht belüfteten und belüfteten Außenwänden für die Tauperiode



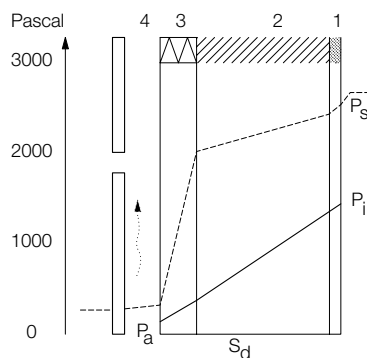
Zweischaliges Mauerwerk mit Mineralfaser-Kerndämmung;
Tauwasserbildung zwischen Wärmedämmung und Vorsatzschale

- 1 Innenputz
- 2 KS-Mauerwerk
- 3 Mineralfaserdämmung
- 4 Vorsatzschale



Einschaliges Mauerwerk mit Wärmedämmverbundsystem;
Tauwasserbildung in einer Ebene zwischen Wärmedämmung und Vorsatzschale

- 1 Innenputz
- 2 KS-Mauerwerk
- 3 PS-Hartschaumdämmung
- 4 Kunstharzputz



Einschaliges Mauerwerk mit Mineralfaserdämmung und vorgehängter
hinterlüfteter Fassade; es findet keine Tauwasserbildung statt

- 1 Innenputz
- 2 KS-Mauerwerk
- 3 Mineralfaserdämmung
- 4 Hinterlüftete Bekleidung

Für hinterlüftete Außenwandbekleidungen ist hieraus der Schluss zu ziehen, dass sie für alle Ausführungen von Außenwänden ohne weiteren Nachweis als tauwassersicher einzustufen sind.



4

Regenschutz

Unter dem Gesichtspunkt des energiesparenden Wärmeschutzes kommt dem Regenschutz besondere Bedeutung zu, da großzügig dimensionierte Wärmedämmschichten an den Wandaußenseiten nur dann ihre Aufgabe zur Heizenergie minimierung erfüllen können, wenn ihre geplanten Wärmedurchlasswiderstände gegen Feuchtigkeitseinwirkungen auf Dauer gewährleistet sind. Ist diese Bedingung erfüllt, so sind auch sonstige feuchtigkeitsbedingte Bauschäden wie Korrosion, Frosteinwirkung oder der Befall durch tierische und pflanzliche Schädlinge, nicht mehr zu erwarten.

Schlagregenbeanspruchung

Unter Schlagregen versteht man die horizontale Komponente des Regens, die sich mit zunehmender Windgeschwindigkeit vergrößert. Unter Berücksichtigung von örtlicher Windgeschwindigkeit und Regenmengen werden in DIN 4108-3 Beanspruchungsgruppen definiert. Bei Einordnung der Gebäude in die Beanspruchungsgruppen sind die regionalen klimatischen Bedingungen sowie der Bauwerksstandort zu berücksichtigen. Für die Ermittlung der Jahresniederschlagsmengen kann die Regenkarte des Anhangs A in DIN 4108-3 dienen.

Regenkarte der DIN 4108-3 zur Zuordnung der Beanspruchungsgruppen



waagerechte Schraffur Beanspruchungsgruppe I
ohne Schraffur Beanspruchungsgruppe II
senkrechte Schraffur Beanspruchungsgruppe III

Definition der Beanspruchungsgruppen nach DIN 4108-3

Gruppe	I	II	III
Beanspruchung	gering	mittel	stark
Jahresniederschlag	< 600 mm	< 800 mm	> 800 mm
Lage	geschützt	geringe mittlere Schlagregenbeanspruchung Hochhäuser und Gebäude in exponierter Lage	

Zuordnung von Außenwandkonstruktionen an die Schlagregenbeanspruchung

In DIN 4108-3 sind weiterhin eine Reihe von Außenwandkonstruktionen bezüglich ihres Schlagregenschutzes qualifiziert. Danach ergeben sich vorgehängte hinterlüftete Fassaden für alle Beanspruchungsgebiete als besonders schlagregensicher. Dies resultiert vor allem daraus, dass bei der Schlagregenbeanspruchung die kapillare Feuchtigkeitswanderung durch den Luftspalt des Belüftungsraums unterbrochen wird und die Wandbekleidung die Funktion der „zweistufigen Abdichtung“ übernimmt .



5

4 Dienstleistungs- und Service-Center der GEWOGE, LUWOG BASF GmbH, Ludwigshafen. Allmann Sattler Wappner Architekten, München.

Auszeichnung Deutscher Fassadenpreis 2007. (Trägerplattensystem)

Foto: Jens Passoth, Berlin

5 Servicecenter Theresienwiese, München. Staab Architekten, Berlin.

Auszeichnung Deutscher Fassadenpreis 2005. (Kupfer)

Foto: Werner Huthmacher, Berlin



6

Da der Belüftungsraum mit der Außenluft in Verbindung steht, ist beiderseits der Fassadenbekleidung der gleiche Luftdruck gegeben, so dass praktisch kein Schlagregen durch die Fugen gedrückt wird.

Die Zuordnung von Außenwänden mit hinterlüfteter Fassade in alle Beanspruchungsgruppen ist unabhängig von der Formatgröße oder der Verlegemethode. Wie Erfahrungen aus Skandinavien und auch seit vielen Jahren aus Deutschland zeigen, gilt dies auch für Fassaden mit horizontal offenen Fugen, sofern sie nicht wesentlich breiter als 10 mm sind.

Derartige Fugen besitzen zudem auch noch den zusätzlichen Vorteil geringerer Verschmutzungsanfälligkeit gegenüber Fassaden mit geschlossener oder hinterlegter Fuge.

Bei vorgehängten hinterlüfteten Fassaden auf Holzlattenunterkonstruktion dürfen im Bereich offener Fugen liegende Holzlatten nicht direkt der Witterung ausgesetzt sein. Das bedeutet für die meist vertikal ausgerichteten Latten die Hinterlegung der Fuge mit Fugenbändern.

6 Filter- und Wasseranlage, Darmstadt.

Architekten P. Karle / R. Buxbaum, Darmstadt.

Auszeichnung Deutscher Fassadenpreis 2001. (Grobkeramik/Ziegel)

Foto: Karle/Buxbaum, Darmstadt

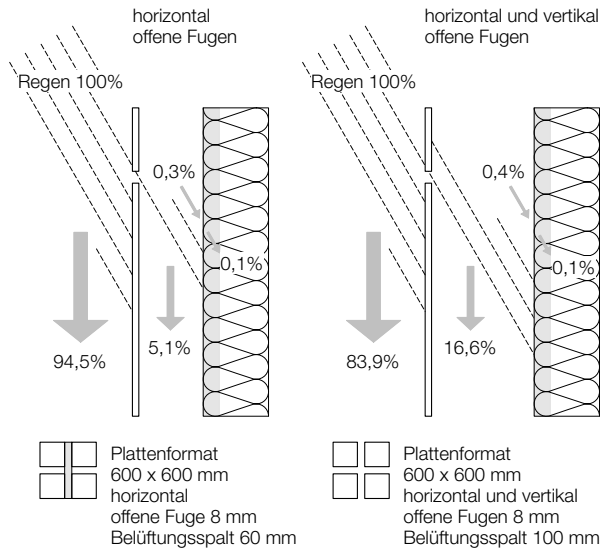
Zusammenstellung der Wandkonstruktionen mit ausreichendem Regenschutz nach DIN 4108-3

Spalte	1	2	3
Zeile	Beanspruchungsgruppe I Geringe Schlagregenbeanspruchung	Beanspruchungsgruppe II Mittlere Schlagregenbeanspruchung	Beanspruchungsgruppe III Starke Schlagregenbeanspruchung
1	Außenputz ohne besondere Anforderungen an den Schlagregenschutz nach DIN 18550-1 auf <ul style="list-style-type: none"> • Außenwänden aus Mauerwerk; Wandbauplatten, Beton o.ä. • Holzwolle-Leichtbauplatten und Mehrschicht-Leichtbauplatten nach DIN 1101, ausgeführt nach DIN 1102 	Wasserhemmender ¹⁾ Außenputz nach DIN 18550-1 auf	Wasserabweisender ²⁾ Außenputz nach DIN 18 550-1 bis DIN 18 550-4 oder Kunstharzputz nach DIN 18558 auf
2	Einschaliges Sichtmauerwerk nach DIN 1053-1, 31 cm dick (mit Innenputz)	Einschaliges Sichtmauerwerk nach DIN 1053-1, 37,5 cm dick (mit Innenputz)	Zweischaliges Verblendmauerwerk nach DIN 1053 mit Luftschicht und Wärmedämmung oder mit Kerndämmung (mit Innenputz)
3	Außenwände mit im Dickbett oder Dünnbett angemörtelten Fliesen oder Platte nach DIN 18 515-1		Außenwände mit im Dickbett oder angemörtelten Fliesen oder Platten nach DIN 18515-1 mit wasserabweisendem Ansetzmörtel
4	Außenwände mit gefügedichter Betonaußenschicht nach DIN 1045 sowie DIN 4219-1 und DIN 4219-2		
5	Wände mit hinterlüfteter Außenwandbekleidung nach DIN 18516-1, DIN 18516-3 und DIN 18516-4; offene Fugen zwischen den Bekleidungsplatten sind zulässig und beeinträchtigen den Regenschutz nicht		
6	Wände mit Außendämmung durch ein Wärmedämmputzsystem nach DIN 18550-3 oder durch ein zugelassenes Wärmedämmverbundsystem		
7	Außenwände in Holzbauart nach DIN 68800-2 Abschnitt 8.2		

1) Übernimmt eine zusätzlich vorhandene Wärmedämmschicht den erforderlichen Wärmeschutz allein, so kann das Mauerwerk in die nächsthöhere Beanspruchungsgruppe eingeordnet werden.

2) Die Luftschicht muss nach DIN 1053-2 ausgebildet werden. Eine Verfüllung des Zwischenraumes als Kerndämmung darf nur nach hierfür vorgesehenen Normen durchgeführt werden oder bedarf eines besonderen Nachweises der Brauchbarkeit, z. B. durch allgemeine bauaufsichtliche Zulassung.

Ergebnisse von Schlagregenuntersuchungen an vorgehängten hinterlüfteten Fassaden



Ein wesentlicher Antrieb für den Feuchtetransport bei Schlagregenbeanspruchung geht von der Windwirkung aus.

Der bei Windanströmung des Gebäudes entstehende Staudruck würde bei einer Außenwand ohne Belüftungsraum durch etwaig vorhandene Risse, Fugen und Spalten Niederschlagswasser direkt in die hinter der Fassade liegenden wärmedämmenden Schichten treiben und eine Durchfeuchtung bewirken.

Der Belüftungsraum verhindert dies und ist außerdem in der Lage, eindringende Feuchtigkeit über den Belüftungsstrom wieder zu verdunsten.



7

7 Büro- und Servicezentrum des Bildungswerkes der sächsischen Wirtschaft e.V., Dresden. Heinle Wischer Partner, Dresden.

Auszeichnung Deutscher Fassadenpreis 2004. (Faserzement)

Foto: Bernadette Grimmenstein, Hamburg

Literatur

Cziesielski, E.: Regenschutz, in Hütte Bautechnik Band V, Konstruktiver Ingenieurbau 2: Bauphysik, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York

Cziesielski, E./Maerker, B.: Erzeugung eines künstlichen Schlagregens für die Bauteilprüfung, BAUPHYSIK 3/1985

Klopper, H.: Feuchte, in: Lehrbuch der Bauphysik, Teubner 3. Auflage 1984

Künzel, H./Popp, W./Mayer, E.: Untersuchungen über die Belüftung des Luftraumes hinter vorgesetzten Fassadenbekleidungen aus kleinformatigen Elementen, Bericht B Ho 22/80 Inst.f.Bauphysik Stuttgart 1980

Liersch, K.W.: Belüftete Dach- und Wandkonstruktionen; Band 1, Vorhangfassaden: Bauphysikalische Grundlagen des Wärme- und Feuchteschutzes; Bauverlag Wiesbaden und Berlin, 1981

Liersch, K.W.: Bauphysik kompakt – Wärme- und Feuchteschutz; Bauwerk Verlag Berlin 2001

Molenhoek: Berechnungsprüfung keramischer Fassaden, Bericht Nr.: DA 1196-1 vom 05.04.1990 Adviesbureau Peutz & Associates B.V. Nijmegen

DIN 4108 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden; Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung

DIN 4108 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden; Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte

DIN 18516-1 Außenwandbekleidungen, hinterlüftet; Anforderungen, Prüfgrundsätze

DIN 18351 VOB Teil C (ATV): Vorgehängte hinterlüftete Fassaden

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.



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