

*Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Jehl, Produktingenieur Montage und Befestigungssysteme*

*Dipl.-Ing. (FH) Jürgen Benitz-Wildenburg, Leiter PR & Publikation*

## Fachgerechte Fenstermontage

### Praktische Tipps zur Planung und Dimensionierung der notwendigen Befestigungen

Mit dem neuen "Montageleitfaden" wird das Thema Montage intensiv diskutiert und das ist auch gut so, denn in den letzten Jahren sind die Anforderungen an die Befestigung gestiegen. Gründe sind höhere Fenstergewichte, größere Abmessungen, "liegende" Fensterformate, geringere Tragfähigkeiten hochwärmedämmender Außenwände sowie die Montage in Wärmedämmverbundsystemen (WDVS) und Leichtbauwänden. Dadurch gibt es zunehmend Montagesituationen, bei denen allein nur die Beachtung der bekannten Befestigungsregeln (Anordnung von Tragklötzen, Einhaltung von Befestigungs- und Eckabständen) nicht mehr ausreichen. Nach VOB/C ATV DIN 18355, Tischlerarbeiten, Abschnitt 3.5.1 sind Bauteile so zu befestigen und aufzulagern, dass die Kräfte sicher in den Baukörper übertragen und Bewegungen aus den Bauteilen aufgenommen werden. Ebenso fordert die ATV DIN 18360, Metallbauarbeiten, in Abschnitt 3.1.4.2 dass die Verankerungen der Bauteile im Baukörper so anzubringen sind, dass das Übertragen der Kräfte in den Baukörper gesichert ist. Eine steigende Zahl von Befestigungsproblemen und Schadensfällen zeigt, dass Handlungsbedarf besteht. Damit nicht für jede Fenstermontage eine objektspezifische statische Bemessung im Rahmen der Werkstatt- und Montageplanung durchgeführt werden muss, ist eine differenzierte Betrachtung notwendig. Der neue Leitfaden zur Montage (LzM) definiert deshalb in Kapitel 5 drei Anwendungsfälle (s. Bild 1). Diese Aufteilung basiert auf technischen Grundlagen, baurechtlichen Anforderungen und praktischen Unterscheidungskriterien, um die Anwendung zu vereinfachen und gleichzeitig auch ein hohes Maß an Normkonformität und Rechtssicherheit zu ermöglichen.



**Bild 1** Prüfung von Befestigungs- und Abdichtungssystemen gemäß ift-Richtlinie MO Teil 1 und 2 (links Stoßbelastung, mitte Belastung Konsole, rechts Windlast und Schlagregendichtheit)

## Differenzierung der Montagesituation

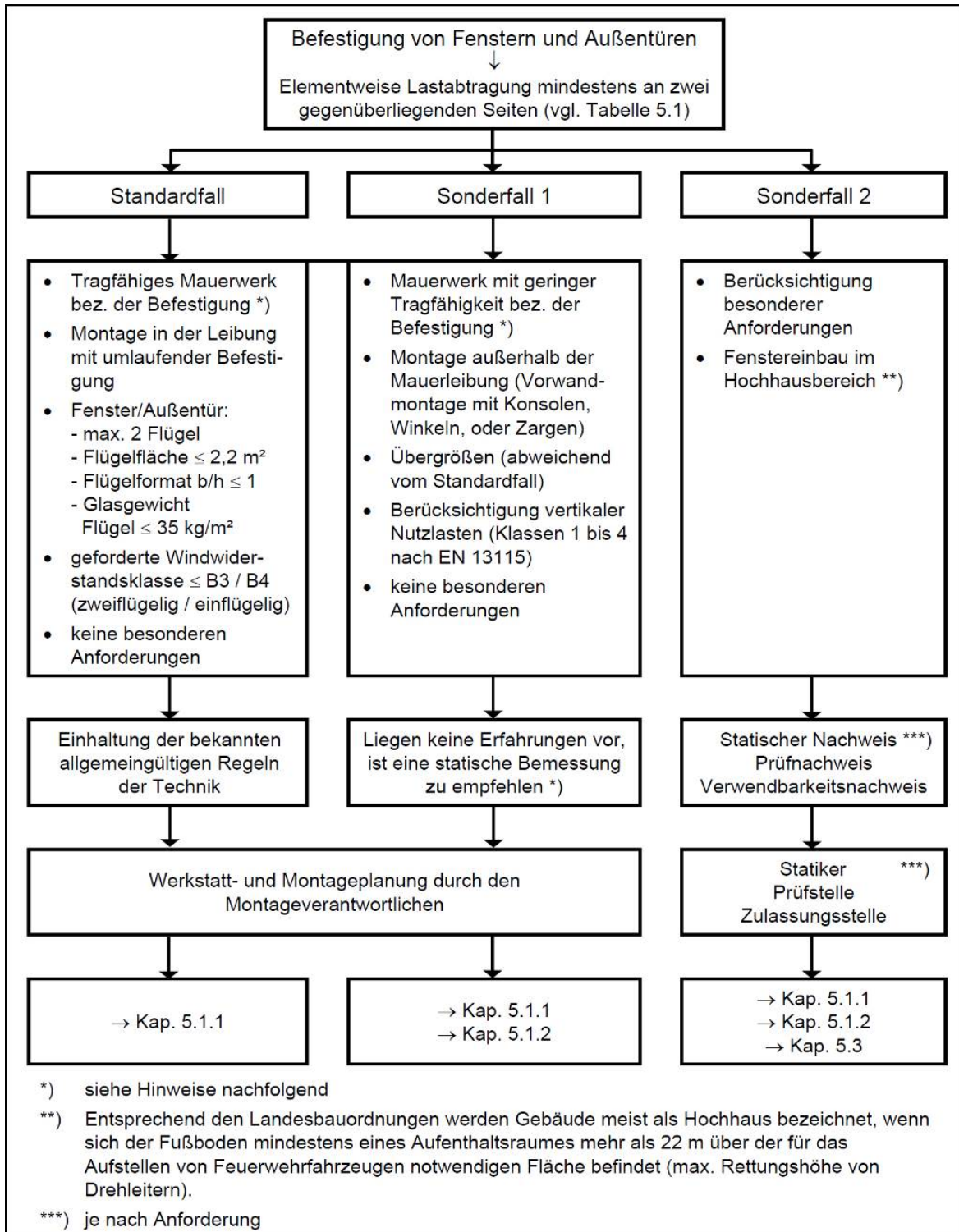
Aufgrund der Vielzahl unterschiedlicher Fenstersysteme, Außenwände, Einbausituationen und Befestigungsmittel gilt nicht mehr "ein Rahmendübel" für alle Fälle. Bereits mit der Ausschreibung bzw. dem Angebot einer Montage müssen die o.g. Einflussfaktoren geprüft werden (s. Tab. 1).

**Tabelle 1** Einflussfaktoren auf die Befestigung von Fenstern (Tab. 5.2. aus [1])

Zeile	Faktoren	Kriterien
1	<b>Außenwand</b>	Wie tragfähig ist die Außenwand für die Fensterbefestigung? Sind spezielle, auf den Wandbaustoff abgestimmte Befestigungsmittel erforderlich? Hinweise hierzu sind im Kapitel 5.1.5 enthalten.
2	<b>Fenster-/Außentürkonstruktion</b>	Zu berücksichtigen sind die Größe und Teilung, festverglaste und öffnere Teile, das Gesamtgewicht und das Flügelgewicht sowie die Öffnungsart und das Flügelformat (Verhältnis Flügelbreite zu Flügelhöhe). Hinweise hierzu sind im Kapitel 5.1.2 enthalten.
3	<b>Einbausituation</b>	Befindet sich die geplante Einbaulage in der Mauerleibung, bündig mit der Mauerkante, oder vor der tragenden Wandkonstruktion mit/ohne Zarge? Hinweise hierzu sind im Kapitel 5.1.6 enthalten.
4	<b>Befestigungsart</b>	Abhängig von der gewählten Befestigungsart, z.B. mit Rahmendübel oder mit Maueranker oder Winkel, ergeben sich unterschiedliche maßgebliche Beanspruchungen und Tragfähigkeiten der Befestigungsmittel, z. B. Belastung auf Biegung, auf Querkraft (abscheren) oder auf Auszug. Hinweise hierzu sind im Kapitel 5.1.4 enthalten.

Der Standard (Fall 1) beschreibt die bekannten Befestigungsregeln mit einer umlaufenden Befestigung alle 70 bzw. 80 cm und der Sonderfall 2 basiert auf baurechtlichen bzw. nachweispflichtigen Rahmenbedingungen (Befestigung absturzsichernder Fenstern, Brandschutzanforderungen oder Einbruchhemmung). Beide Fälle sind damit klar definiert.

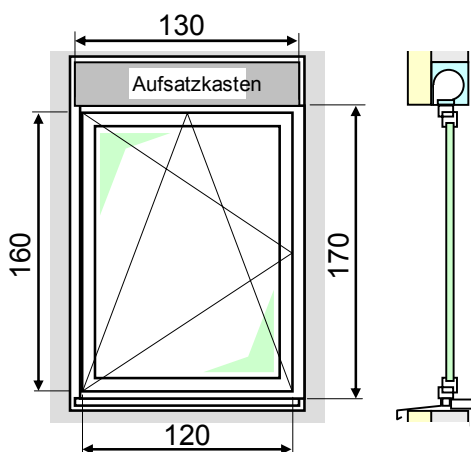
Für die Praxis besonders interessant ist der Sonderfall 1, weil er gerade im Neubau häufig vorkommt. Er gilt bei Mauerwerk mit geringer Tragfähigkeit, Montage vor der Mauerleibung, wenn keine umlaufende Befestigung erfolgen kann, bei Flügelflächen  $> 2,2 \text{ m}^2$ , liegenden Dreh- und Drehkipp-Flügelformaten ( $b/h > 1$ ), Glasgewichten bei Flügeln  $> 35 \text{ kg/m}^2$ , Windklassen  $> B3$  (zweiflügelig) bzw.  $B4$  (einflügelig) und bei vertikalen Nutzlasten (Klassen 1 - 4 n. EN 13115). Hier ist im Rahmen der Werkstatt- und Montageplanung ein Abgleich der zu berücksichtigenden Einwirkungen mit dem Widerstand der Befestigung durchzuführen (= statische Bemessung). Diese kann auf Basis des Montageleitfadens gemacht werden. Nachfolgend wird ein Berechnungsbeispiel geschildert.



**Bild 2** Analyse der Einbausituation mit Definition der Montagefälle mit Angaben zur Bemessung der Befestigungsmittel. (Bild 5.2. aus [1])

## Leibungsmontage in hochwärmedämmendem Mauerwerk

Energieeffiziente Gebäude wie die KfW Effizienzhäuser haben einen großen Marktanteil und für die Außenwände werden hochwärmedämmende Ziegel bei monolithischen Wänden oder Wände mit einer Dämmschale eingesetzt. In beiden Fällen können Fenster nicht mehr unbedenklich nach den Standardregeln befestigt werden. Der LzM schildert in Kapitel 5 ausführlich wie die Kräfte aus Eigen-, Wind- und Nutzlast ermittelt werden können. In der Praxis ist häufig der Lastfall "Flügelgewicht und vertikale Nutzlasten" für die Bemessung ausschlaggebend. Bei großflächigen Elementen, hohen Windlasten und nicht umlaufender Befestigung kann aber auch die Einwirkung zufolge Wind maßgebend sein. Wenn die Eingangsdaten bekannt sind (s. Beispiel) können mit Hilfe des LzM die Kräfte an den Auflagerpunkten relativ einfach aus Grafiken und Tabellen abgelesen werden. Natürlich können auch die Formeln und Berechnungsbeispiele im LzM genutzt werden. Bei Berücksichtigung einer vertikalen Nutzlast wird für private Bauten die Klasse 2 (400 N) und für öffentliche Bauten die Klasse 3 (600 N) n. EN 13115 empfohlen.



### Angaben zum Objekt:

Kunststoff-Fenster mit Stahlarmierung und 3fach-Isolierverglasung im Aufbau 4/12/4/12/8, oben Aufsatzrollladenkasten (Zusatzlast)

Gebäudestandort: Frankfurt

Gebäudehöhe: bis 18 m

Zu berücksichtigende vertikale Nutzlast am geöffneten Flügel  $P = 400 \text{ N}$

in der Leibung der tragenden Wandkonstruktion bei einem hochwärmedämmenden Planziegel und Wärmedämmverbundsystem (WDVS)

Maßangaben in cm

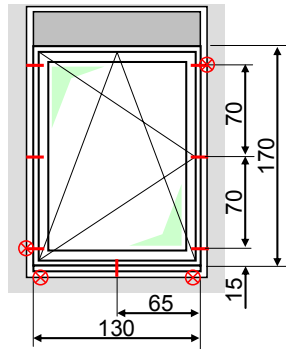
**Bild 3** Objektangaben Berechnungsbeispiel

Damit tritt der Sonderfall 1 ein, weil das Glasgewicht  $> 35 \text{ kg/m}^2$  beträgt, die Befestigung durch den Aufsatzkasten nicht umlaufend erfolgen kann und die Montage in einer Ziegelwand mit geringer Tragfähigkeit (Druckfestigkeitsklasse  $< 12$ , Planziegel mit der Wärmeleitfähigkeit:  $\lambda_R = 0,09 \text{ W/mK}$ , Rohdichteklasse: 0,60, einer Festigkeitsklasse: 6 und der zul. Druckspannung mit  $0,7 \text{ MN/m}^2$ ) erfolgt.



**1. Schritt: Vorläufige Annahme der Befestigungspunkte**

(nach Bild 5.6 aus LzM mit max. 700 mm bei Kunststoff-Fenster)

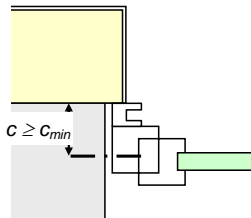


Befestigung dreiseitig mit gleichmäßigen Abständen

— Anzahl der Befestigungspunkte  $BP = 7$

⊗ Lage der erforderlichen Lastabtragung in Fensterebene

Der Blendrahmen oben quer ist statisch freitragend zu dimensionieren (siehe Kap. 5.1.3)



gewählte Befestigung mit Rahmendübel unter Berücksichtigung des erforderlichen Randabstandes zur Mauerkante

**Bild 4** Vorläufige Annahmen der Befestigungspunkte nach Bild 5.6 aus LzM [1]

**2. Schritt: Ermittlung des Eigengewichts**

Mit Hilfe der Tabelle 5.3 aus LzM (Gewichtsannahmen für Rahmenprofile und Glas):

**Tabelle 1** Ermittlung des Eigengewichts

Zeile	Bauteil	Rechenweg	Ergebnis
1	Blendrahmen	$(2 \times 1,3 \text{ m} + 2 \times 1,7 \text{ m}) \times 3,5 \text{ kg/m} =$	21,0 kg
2	Flügelrahmen	$(2 \times 1,2 \text{ m} + 2 \times 1,6 \text{ m}) \times 3,5 \text{ kg/m} =$	19,6 kg
3	Isolierglas	$2,5 \text{ kg}/(\text{mm m}^2) \times 16 \text{ mm} \times (1,1 \times 1,5) \text{ m}^2 =$	66,0 kg
4	Fenster	(Zeile 1 + 2 + 3)	106,6 kg
5	Eigenlast $G_{Fenster}$	$106,6 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 1045,7 \text{ N}^*) =$	1,05 kN
6	Flügel	(Zeile 2 + 3)	85,6 kg
7	Eigenlast $G_{Flügel}$	$85,6 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 839,7 \text{ N}^*) =$	0,84 kN
8	Blendrahmen	(Zeile 1)	21,0 kg
9	Eigenlast $G_{BR}$	$21 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 206,0 \text{ N}^*) =$	0,21 kN
10	Aufsatzkasten	laut Angabe Hersteller	30,0 kg
11	Eigenlast $G_{RK}$	$30,0 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 294,3 \text{ N}^*) =$	0,29 kN

\*)  $1 \text{ kg m/s}^2 = 1 \text{ N}$  (Newton)

**3. Schritt: Ermittlung der Kräfte in Fensterebene**

Aus Tab. 5.4, Zeile 1 des LzM „Einwirkung aus Eigengewicht bei geschlossenem Flügel“.

**vertikal**

$$V_1 = V_2 = \frac{G_{Fenster} + G_{RK}}{2} = \frac{1,05kN + 0,29kN}{2} = 0,67kN$$

**Horizontal geschlossener Fensterflügel**

$$H_{1/2} = 0kN \text{ (bei geschlossenem Flügel wirken nur vertikale Kräfte)}$$

Einwirkung aus Eigengewicht und vertikaler Nutzlast bei minimal geöffnetem Flügel:

vertikal. auf der Bandseite:

$$V_1 = \frac{G_{BR} + G_{RK}}{2} + G_{Flügel} + P = \frac{0,21kN + 0,29kN}{2} + 0,84kN + 0,40kN = 1,49kN$$

**Horizontal geöffneter Fensterflügel**

$$H_1 = H_2 = \frac{b}{h} \cdot \left( \frac{G_{Flügel}}{2} + P \right) = \frac{1,2m}{1,6m} \cdot \left( \frac{0,84kN}{2} + 0,40kN \right) = 0,62kN$$

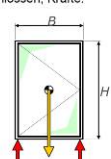
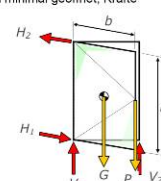
**4. Schritt: Ermittlung der Kräfte rechtwinkelig zur Fensterebene**

Aus Bild 5.8 (aus LzM „einwirkende Kräfte“)

Einwirkung aus Eigengewicht und vertikaler Nutzlast bei

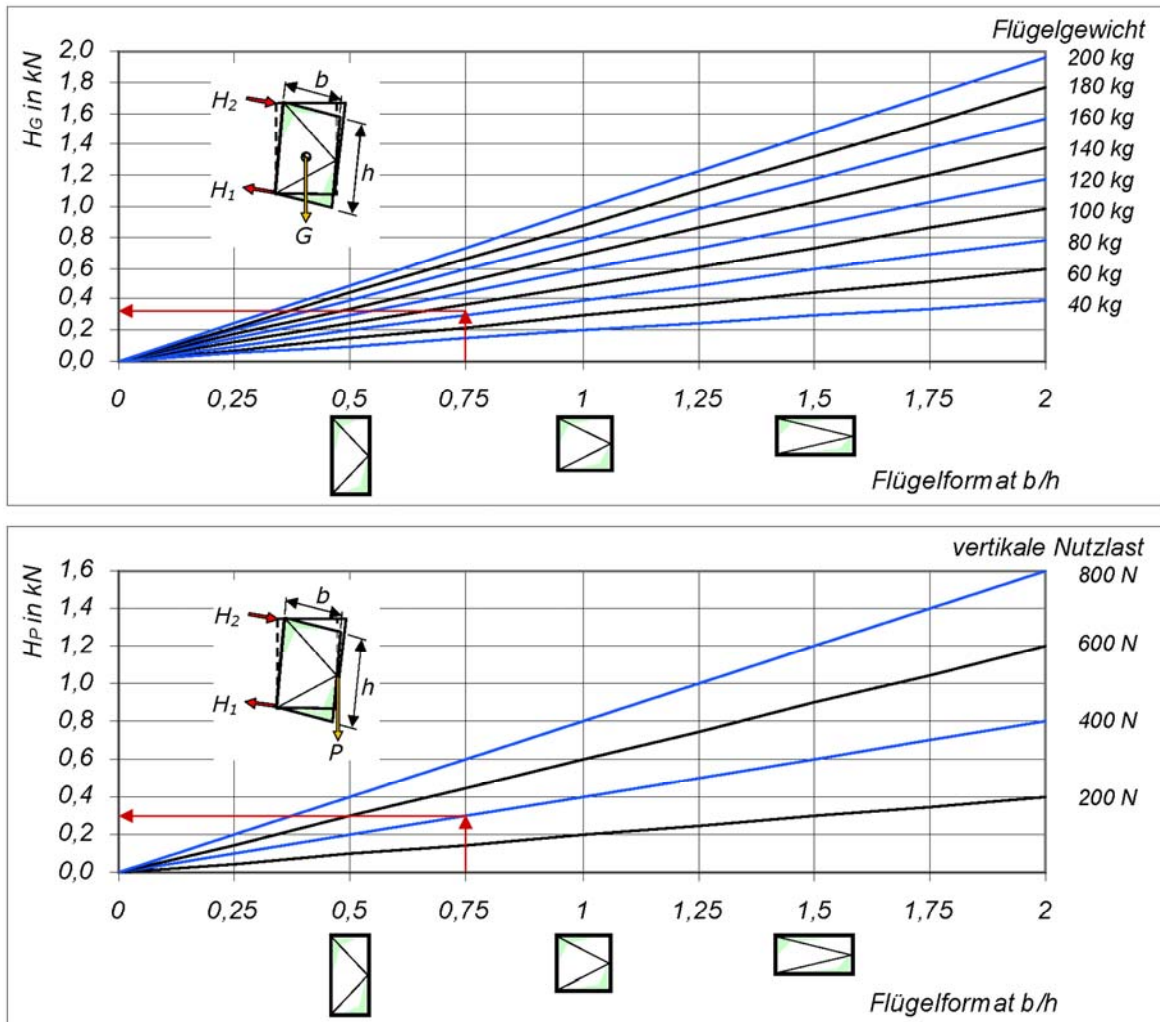
90° geöffnetem Flügel auf der Bandseite:

$$H_1 = H_2 = 0,62kN \text{ (siehe Schritt 3)}$$

Zelle	Kräfte in Fensterebene (V) bzw. Flügelebene (H)	
1	<p>Flügel geschlossen, Kräfte:</p>  $V_1 = V_2 = \frac{G}{2}$	<p>Flügel minimal geöffnet, Kräfte:</p>  $V_1 = \frac{G_{BR}}{2} + G_{FL} + P$ $V_2 = \frac{G_{BR}}{2}$ $H_1 = H_2 = \frac{b}{h} \cdot \left( \frac{G_{FL}}{2} + P \right)$
<p>Legende:</p> <p><math>V_1, H_1, F_{BR}</math> Auflagerkräfte in kN  <math>G</math> Eigengewicht in kN, <math>g_{BR}</math> = Blendrahmen, <math>f_L</math> = Flügel  <math>P</math> vertikale Nutzlast in kN  <math>B, H, b, h</math> Elementbreite, Elementhöhe bzw. Flügelbreite, Flügelhöhe in m  <math>w</math> Windlast in kN/m<sup>2</sup>  <math>n_{BR}</math> Anzahl der Befestigungspunkte</p>		

**Bild 5** Lasteinwirkung mit Formeln zur Berechnung der Auflagerkräfte in Fenster- bzw. Flügelebene

Alternativ ist auch eine Ermittlung der horizontalen Auflagerkräfte gemäß Bild 5.11 aus dem LzM möglich. Hierzu werden als Eingangsdaten das Flügelformat (b/h), das Flügelgewicht und die Höhe der vertikalen Nutzlast benötigt.



**Bild 6** Ermittlung der horizontalen Auflagerkräfte  $H_G$  zufolge Flügelgewicht (oben) und  $H_P$  zufolge einer vertikalen Nutzlast (unten) (Bild 5.11 aus [1])

Mit den Flügelabmessungen  $b \times h = 120 \times 160$  cm ergibt sich ein Verhältnis  $b/h$  von 0,75. Die resultierende Auflagerkraft  $H_{1/2}$  ergibt sich aus der Summe der beiden Einzelwerte ( $H_{1/2} = H_G + H_P$ ), also ca.  $0,32 \text{ kN} + 0,30 \text{ kN} = 0,62 \text{ kN}$ .

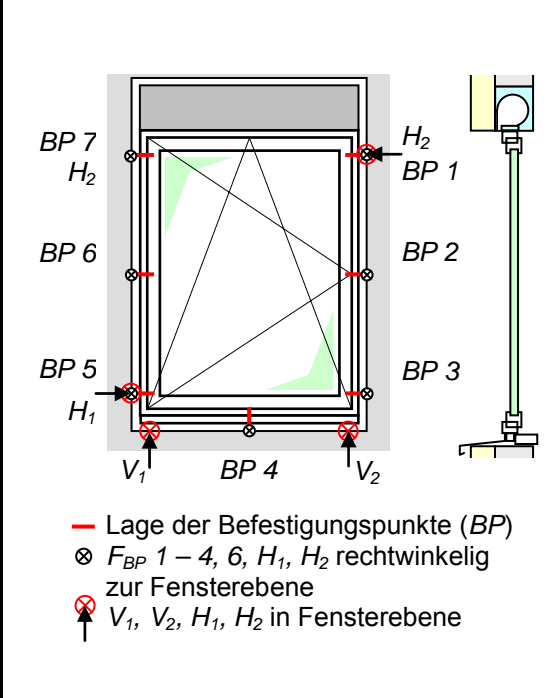
### Einwirkung aus Windlast

Ermittlung der maßgeblichen Windlast anhand der E DIN 18055, Anforderungen und Empfehlungen an Fenster und Außentüren. Für den oben genannten Standort Frankfurt (Windlastzone 1, Geländekategorie Binnenland) und die Gebäudehöhe (bis 18 m) ergibt sich eine zu berücksichtigende Windlast von 0,72 kN/m<sup>2</sup> (Windsog maßgebend) für den mittleren Bereich einer Wandfläche (im Randbereich = e/5 mit e = b oder 2 x h, je nachdem, welcher Wert kleiner ist, sind erhöhte Windsoglasten zu berücksichtigen).

Da im vorliegenden Beispiel eine Befestigung nach oben wegen dem vorhandenen Rollladenaufsatzkasten nicht möglich ist, wird der ungünstigere Ansatz mit 2-seitiger Befestigung gewählt. Die größte Lastezugsfläche ergibt sich für die mittlere, seitliche Befestigung. Dieser Fall wird als maßgebend berücksichtigt.

$$F_{BP} = w \cdot s \cdot \frac{B}{2} = 0,72 \text{ kN} / \text{m}^2 \cdot 0,7 \text{ m} \cdot \frac{1,3 \text{ m}}{2} = 0,33 \text{ kN}$$

### 5. Schritt: Zusammenstellung der ermittelten Kräfte



— Lage der Befestigungspunkte (BP)  
 ⊗  $F_{BP} 1 - 4, 6, H_1, H_2$  rechtwinkelig zur Fensterebene  
 ⊕  $V_1, V_2, H_1, H_2$  in Fensterebene

**Erforderliche Auflagerkräfte in Fensterebene**

$V_{l,max}^{*)} =$	1,49 kN
$V_2 =$	0,67 kN
$H_1^{*)} =$	0,62 kN
$H_2^{*)} =$	0,62 kN

\*) bei leicht geöffnetem Flügel

**Erforderliche Auflagerkräfte rechtwinkelig zur Fensterebene**

$F_{BP} 1 - 4, 6^{**)} =$	± 0,33 kN
$F_{BP} 5 (H_1)^{***)} =$	- 0,62 kN
$F_{BP} 7 (H_2)^{***)} =$	0,62 kN

\*\* Winddruck/-sog  
 \*\*\* bei 90° geöffnetem Flügel

Der Blendrahmen oben quer ist statisch freitragend zu dimensionieren (ggf. Info an den Fensterhersteller).

**Bild 7** Zusammenstellung der ermittelten Kräfte zur Bemessung der Befestigungsmittel



## 6. Schritt: Auswahl eines geeigneten Befestigungssystems

Mit den ermittelten Daten und den Objektangaben zur Einbausituation (Verankerungsgrund, Einbaulage) kann, zusammen mit dem Befestigungsmittelhersteller, ein geeignetes Befestigungssystem ausgewählt werden. Die Kräfte in Fensterebene werden dabei über Tragklötze unten (links und rechts) und seitlich diagonal (bandseitig unten, schließseitig oben) in den Baukörper abgeleitet. Die Kräfte rechtwinkelig zur Fensterebene müssen über die Dübel in den Baukörper abgetragen werden.

Beispielsweise gibt ein Befestigungsmittelhersteller für seinen Dübel im vorliegenden Ziegelmauerwerk eine empfohlene Last  $F_{\text{empf}}$  von 0,64 kN an. Die ermittelten Auflagerkräfte rechtwinkelig zur Fensterebene sind nicht größer als die Tragfähigkeit des Dübels. Die geplante Befestigung ist ausreichend bemessen.

Angaben zur Tragfähigkeit der Befestigungsmittel in Wänden (Mauerwerk, Beton, Holz etc.) müssen vom Hersteller von Befestigungsmittel kommen. Montagebetriebe sind daher gut beraten beim Einkauf der notwendigen Schrauben, Dübel, Krallen etc. auf entsprechende Kennwerte und Nachweise sowie einfache Angaben und Bemessungshilfen zu achten.

### Autoreninfo



**Wolfgang Jehl** ist im ift Rosenheim als Produktioningenieur für den Bereich äußere Abschlüsse, Montage und Baukörperanschlüsse tätig. Als Hauptverfasser des Montageleitfadens und diverser Richtlinien sowie als langjähriger Gutachter gilt er als führender Experte auf diesem Gebiet. Als Referent und Autor sowie in verschiedenen Normungsgremien gibt er seine Erfahrung an die Branche weiter.



**Jürgen Benitz-Wildenburg** leitet im ift Rosenheim den Bereich PR & Marketingkommunikation. Als Schreiner, Holzbauingenieur und Marketingexperte ist er seit über 30 Jahren in der Holz- und Fensterbranche in verschiedenen Funktionen tätig. Als Lehrbeauftragter, Referent und Autor gibt er seine Erfahrung weiter.

#### Literatur

- [1] Leitfaden zur Planung und Ausführung der Montage von Fenstern und Haustüren für Neubau und Renovierung (Leitfaden Montage/ LzM). Erstellt vom ift Rosenheim und der RAL-Gütegemeinschaft Fenster und Haustüren e.V., Rosenheim/Frankfurt, März 2014.
- [2] ift-Richtlinie MO-01/1: Baukörperanschluss von Fenstern – Teil 1: Verfahren zur Ermittlung der Gebrauchstauglichkeit von Abdichtungssystemen; Institut für Fenstertechnik e.V., ift-Rosenheim
- [3] ift-Richtlinie MO-02/1: Baukörperanschluss von Fenstern – Teil 2: Verfahren zur Ermittlung der Gebrauchstauglichkeit von Befestigungssystemen; Institut für Fenstertechnik e.V., ift-Rosenheim
- [4] ift-Richtlinie AB-02/1 : Luftdichtheit von Rollladenkästen – Anforderung und Prüfung; Institut für Fenstertechnik e.V., ift-Rosenheim
- [5] VFF-Merkblatt TLE.01: Der richtige Umgang mit einbaufertigen Fenstern und Außentüren bei Transport, Lagerung und Einbau; VFF, Verband der Fenster- und Fassadenhersteller e.V.,
- [6] E DIN 18055 : Anforderungen und Empfehlungen an Fenster und Außentüren, Beuth Verlag GmbH
- [7] DIN 1055: Einwirkungen auf Tragwerke – Beuth Verlag GmbH
- [8] DIN 1961 : VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen, Teil B: Allgemeine Vertragsbedingungen für die Ausführung von Bauleistungen; Beuth Verlag GmbH
- [9] DIN EN 1991: Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke - Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau; Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen - Windlasten; Beuth Verlag GmbH
- [10] DIN EN ISO 10211: Wärmebrücken im Hochbau – Wärmeströme und Oberflächentemperaturen – Detaillierte Berechnungen; Beuth Verlag GmbH
- [11] DIN 18202 : Toleranzen im Hochbau – Bauwerke; Beuth Verlag GmbH
- [12] DIN 18540 : Abdichten von Außenwandfugen im Hochbau mit Fugendichtstoffen; Beuth Verlag GmbH
- [13] DIN 18542: Abdichten von Außenwandfugen mit imprägnierten Fugendichtungsbändern aus Schaumkunststoff - Imprägnierte Fugendichtungsbänder - Anforderungen und Prüfung. Beuth Verlag GmbH