

2014

MAUERWERK KALENDER



Sonderdruck:

Befestigung von Fenstern in Mauerwerk

Jürgen Küenzlen, Künzelsau und
Eckehard Scheller, Berlin

Verankerung von Fassadengerüsten

Jürgen Küenzlen, Künzelsau und
Christoph-Ludwig Bügler, Berlin

 **Ernst & Sohn**
A Wiley Brand

 **WÜRTH**

Sonderdruck aus Mauerwerk-Kalender 2014

Inhalt

B: Konstruktion – Bauausführung – Bauwerkserhaltung

I Befestigung von Fenstern in Mauerwerk 1

Jürgen Künzlen, Künzelsau und Eckehard Scheller, Berlin

II Verankerung von Fassadengerüsten 45

Jürgen Künzlen, Künzelsau und Christoph-Ludwig Bügler, Berlin

I Befestigung von Fenstern in Mauerwerk

Jürgen Küenzlen, Künzelsau und Eckehard Scheller, Berlin

1 Einführung

Die Fragen zur Befestigung von Fenstern konnten in der Vergangenheit durch die Erfahrungswerte des Handwerkers in vielen Fällen beantwortet werden. Durch neue Normen, die rasante Entwicklung moderner Baustoffe – mit fast jährlich besseren Wärmedämmeigenschaften und daraus oft resultierender Zunahme der Porosität und damit in der Regel auch einer Reduzierung der Tragfähigkeiten für Befestigungsmittel (Bild 1) – ist die Fenstermontage in den letzten Jahren jedoch immer mehr zur Herausforderung geworden. Auch die Entwicklung der Fensterprofile mit immer

größeren Bautiefen oder die Zunahme der Glasgewichte (bei gleichzeitig immer größer werdenden Fensterelementen) sorgt für ständig neue (Befestigungs-)Situatio- nen in der Praxis (Bild 2).

In vielen Bereichen sind heute dreifachverglaste Fenster mit einem Glasgewicht von rund 30 kg/m^2 Glasfläche Standard (Bild 3). Entsprechend schwierig ist die sichere und dauerhafte Befestigung der Fenster.

Eine detaillierte Regelung, wie Fensterbefestigungen in den verschiedenen Untergründen ausgeführt werden müssen, gibt es derzeit nicht. Aus diesem Grund soll dieser Beitrag aktuelle Erfahrungen aus Versuchen, der Literatur und der täglichen Praxis zusammenstellen, um

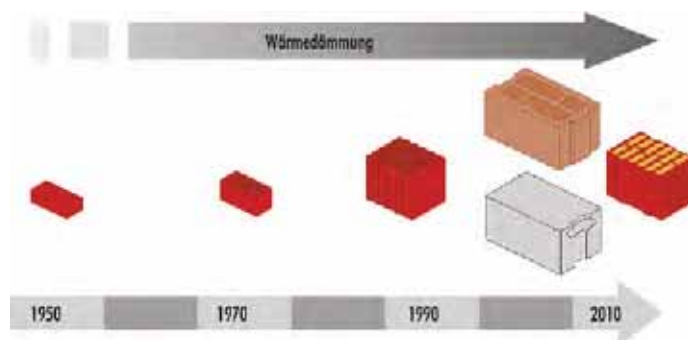


Bild 1. Entwicklung der Wandbaustoffe in den letzten Jahrzehnten [1]

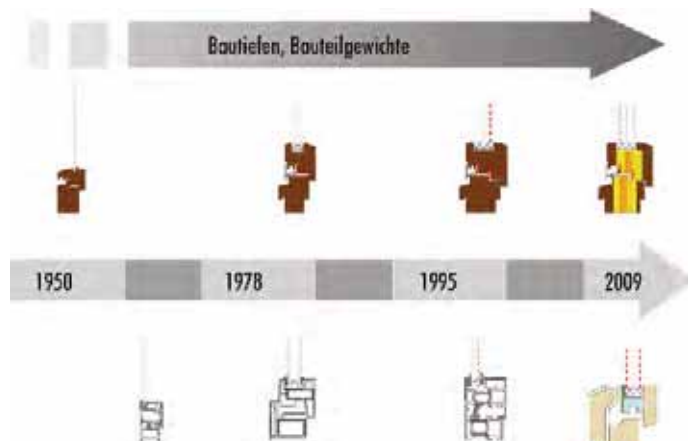


Bild 2. Entwicklung der Fensterrahmen und -profile in den letzten Jahrzehnten [1]

Mauerwerk-Kalender 2014: Bemessen, Bewehren, Befestigen.

Herausgegeben von Wolfram Jäger

© 2014 Ernst & Sohn GmbH & Co. KG. Published 2014 by Ernst & Sohn GmbH & Co. KG.



Bild 3. Modernes Wohngebäude aus Ziegelmauerwerk
(Foto: Firma Wienerberger GmbH)

dem Planenden und dem Ausführenden eine Unterstützung bei der Festlegung der Fensterbefestigungen zu geben. Der Beitrag kann und soll keine „Patentrezepte“ bieten, sondern vielmehr die Notwendigkeit darstellen, dass jeder Einzelfall zu betrachten ist und dass Entscheidungen, wie befestigt werden soll bzw. kann – vor allem in der Altbausanierung – oftmals nur direkt vor Ort getroffen werden können. Es soll aber auch dafür sensibilisiert werden, dass es immer öfter erforderlich ist, bereits in der Planungsphase diverse Randbedingungen einzuhalten, um später in der Bauphase Fenster überhaupt noch sicher und dauerhaft befestigen zu können.

2 Definition „Fenster“

Unter einem Fenster ist nach der „Begriffsnorm“ DIN EN 12519 ein Bauteil zu verstehen, das in eine Öffnung einer Wand bzw. einer geneigten Dachfläche montiert und zur Belichtung und gegebenenfalls zur Belüftung verwendet wird.

Es werden dabei die Fenstervarianten entsprechend den Bildern 4 bis 6 unterschieden.

Bei der Begriffsdefinition stellt sich immer wieder die Frage nach der Abgrenzung zwischen einem Fenster und einer Fassade bzw. bis zu welcher Größe die Bezeichnung Fenster gilt und ab welcher Größe es sich um eine „Fassade“ handelt. Bis zum Jahr 2006 gab es hier (durch entsprechende „Interpretation des Anwenders“) eine relativ eindeutige Regelung. Nach DIN 18056:1966 „Fensterwände, Bemessung und Ausführung“ waren „Fensterwände“ mit einer Fläche $\geq 9 \text{ m}^2$ und einer Länge der kürzesten Seite $\geq 2 \text{ m}$ zu bemessen und „das Traggerippe der Fensterwand [...] in den umgebenden Bauteilen sicher zu verankern“. Diese Formulierung wurde vom Anwender in der Praxis so interpretiert, dass ab dieser Fenstergröße im Prinzip immer zugelassene Befestiger zu verwenden waren. Auf eine Darstellung dieser Zulassungsregelungen wird an dieser Stelle verzichtet und auf die einschlägige Literatur, z. B. [2] und [3], verwiesen. Mit der Einführung von DIN EN 14351-1:2006-07 „Fenster und Türen – Produktnorm“ wurde jedoch die DIN 18056 zurückgezogen.

Im „Leitfaden zur Planung und Ausführung der Montage von Fenstern und Haustüren“ der RAL-Gütegemeinschaft [4] wird die Empfehlung ausgesprochen, dass Fenster, die in ihren Abmessungen in den Anwendungsbereich der ehemaligen DIN 18056 fallen, wie Fassadenelemente zu behandeln und zu befestigen sind. Dies bedeutet, dass diese Elemente in der Regel mit zugelassenen Befestigern im Untergrund verankert werden müssen.



Bild 4. Fenster in Fassadenöffnung bzw. vor der Fassade [4]



Bild 5. Fenster in horizontaler Öffnung [4]

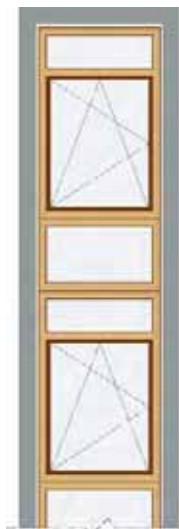


Bild 6. Fenster in vertikaler Öffnung [4]

3 Regelwerke

Nachfolgend werden einige wichtige Regelwerke im Bereich der Fenster – mit direktem Bezug zur Befestigung der Fenster – vorgestellt, ein Anspruch auf Vollständigkeit besteht nicht. Auf eine detaillierte Vorstellung des „Leitfadens zur Planung und Ausführung der Montage von Fenstern und Haustüren“ der RAL-Gütegemeinschaft [4] soll an dieser Stelle verzichtet werden, da dieser im Laufe des Beitrags immer wieder Erwähnung findet.

3.1 Anforderungen an die Dübeltechnik

In verschiedenen Literaturquellen wird im Detail auf die Grundlagen und Regelungen der allgemeinen Dübeltechnik eingegangen (vgl. [2, 3] usw.). Diese Veröffentlichungen beschäftigen sich im Schwerpunkt mit den geltenden Zulassungen bzw. dem Zulassungsverfahren und den entsprechenden Bemessungsregeln. Dass es für Dübel Zulassungen gibt, zeigt, dass es sich für den dort beschriebenen Anwendungsfall um nicht geregelte Bauprodukte im Sinne von § 17 Abs. 3 Satz 1 der Musterbauordnung (MBO) handelt. Wesentliche Abweichungen von den in den Zulassungen der Befestigungsmittel getroffenen Bestimmungen verursachen im Geltungsbereich der Landesbauordnungen im Allgemeinen die Notwendigkeit eines neuen bzw. erweiterten Verwendbarkeitsnachweises (z. B. einer Zustimmung im Einzelfall oder einer erweiterten Zulassung). Bei der Befestigung von Fenstern wird in der Praxis oftmals ohne entsprechenden neuen bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis (z. B. Zustimmung im Einzelfall) wesentlich von den Zulassungen abgewichen. Dieses Vorgehen ist dann baurechtlich nicht zu beanstanden, wenn die in den nachfolgenden Abschnitten geschilderte Vorgehensweise eingehalten wird. Aus Autorensicht handelt es sich hierbei um anerkannte Regeln der Technik im Sinne von § 17 Abs. 3 Satz 1 der MBO. Es handelt sich also um Regeln bzw. Regelwerke, die in der Praxis bekannt sind und entsprechend angewendet werden, weil sich diese Regelungen im praktischen Baualltag bewährt haben. Für Fenster sollen diese Regelwerke nachfolgend vorgestellt werden.

Im Bereich der einbruchhemmenden Fenstermontage werden vor allem durch die mechanischen Angriffe auf die Befestigungsmittel, wie diese bei der Prüfung von einbruchhemmenden Systemen aus Untergrund, Befestiger und Fenster vorkommen, extreme Anforderungen an die Befestigung gestellt. Diese können beispielsweise ebenfalls nicht über eine Zulassung abgedeckt werden. Hier können nur Versuchserfahrungen dazu beitragen, die Befestigungsaufgabe zu lösen. Aus diesem Grund werden Versuche zur Befestigung von einbruchhemmenden Fenstern in den Widerstandsklassen WK 2 und WK 3 sowie die ersten praktischen Erfahrungen mit den Befestigungen von Fenstern mit einbruchhemmenden Eigenschaften der Widerstandsklasse RC 2 nach der neu-

en Normenreihe DIN EN 1627 bis 1630 vom September 2011 vorgestellt. In diesem Bereich gibt es bisher keine allgemeingültigen Regelungen, wie diese Befestigungen ausgeführt werden können.

3.2 Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen

Eine wichtige „Grundlage“ zur Befestigung von Fenstern ist z. B. DIN 18355 (VOB Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen, „Tischlerarbeiten“), die für „das Herstellen und Einbauen von Bauteilen aus Holz und Kunststoff, z. B. Türen, Tore, Fenster und Fensterelemente“ u. a. gilt. Dort findet sich zur Befestigung der Hinweis: „Bauteile sind so zu befestigen, dass die Kräfte sicher in den Baukörper übertragen und Bewegungen aus den Bauteilen aufgenommen werden“. Des Weiteren heißt es: „Befestigungselemente müssen korrosionsgeschützt sein“. Genaue Angaben gibt es jedoch nicht. Eine ähnliche Formulierung findet sich beispielsweise auch in der VOB/C DIN 18360, „Metallbauarbeiten“. Damit gehört aber eine dauerhafte und gebrauchstaugliche Befestigung zu jeder Fenstermontage dazu.

3.3 Normenreihe DIN 18008 „Glas im Bauwesen“

3.3.1 Allgemeines

Voraussichtlich ist im Jahr 2014 mit der bauaufsichtlichen Einführung der Normenreihe DIN 18008 „Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln“ zu rechnen. Drei Teile der bisher insgesamt 5-teiligen Norm enthalten Hinweise für die Befestigung von den im Abschnitt 2 definierten Fenstern:

- DIN 18008-1:2010-12, Teil 1: Begriffe und allgemeine Grundlagen;
- DIN 18008-2:2010-12, Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen;
- DIN 18008-4:2013-07, Teil 4: Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen.

3.3.2 DIN 18008, Teil 1 und Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen

Verglasungen in Fenstern zählen zu „linienförmig gelagerten Verglasungen“ und fallen damit in den Regelungsbereich dieser Normenreihe. Danach ist für die Verglasung ein Standsicherheitsnachweis erforderlich, auf den (nur) verzichtet werden kann, wenn DIN 18008-2:2010-12, Abschnitt 7.5, berücksichtigt wird: „Nur durch Wind, Eigengewicht und klimatische Einwirkungen belastete, allseitig linienförmig gelagerte Vertikalverglasungen aus Zwei- oder Dreischeiben-Isolierverglasungen dürfen für Einbauhöhen bis 20 m über Gelände bei normalen Produktions- und Einbaubedingungen der Isolierverglasungen, d. h. DIN 18008-1:2010-12, Tabelle 3 ist anwendbar, ohne weiteren Nachweis bei Einhaltung der nachfolgenden Bedingungen verwendet werden:

	<i>Floatglas, TVG, ESG/ ESG-H oder VSG aus den vorgenannten Glasarten</i>
– Glaserzeugnis:	
– Fläche:	$\leq 1,6 \text{ m}^2$
– Scheibendicke:	$\geq 4 \text{ mm}$
– Differenz der Scheibendicken:	$\geq 4 \text{ mm}$
– Scheibenzwischenraum:	$\leq 16 \text{ mm}$
– Charakteristischer Wert der Windlast:	$\leq 0,8 \text{ kN/m}^2$

Es ist jedoch in diesem Bereich zu empfehlen, dass nur dann auf eine Bemessung der Befestiger verzichtet wird, wenn Befestiger für die Montage der Fenster eingesetzt werden, die bereits in einem entsprechend vergleichbaren System aus Fenster, Befestiger und Untergrund erfolgreich geprüft wurden. Eine detaillierte Beschreibung dieser Prüfungen erfolgt ab Abschnitt 5. Ist für die Verglasung eines Fensters ein Standsicherheitsnachweis erforderlich, so ist die Weiterleitung der zu verankernden Lasten im tragenden Verankerungsgrund (Bauteil) nachzuweisen. Gemäß DIN 18008-1:2010-12, Abschnitt 8.1.1, gilt:

„Für die Nachweise der Glasbefestigung, Unterkonstruktion, Befestigung am Gebäude, usw. gelten die einschlägigen technischen Regeln.“

Der bereits genannte Leitfaden [4] – der im Folgenden immer wieder Erwähnung findet – kann als eine solche „einschlägige technische Regel“ verstanden werden. Ergänzend zu diesem Leitfaden wird derzeit vom Institut für Fenstertechnik e. V. in Rosenheim an der „ift-Richtlinie MO-02/1 Verfahren zur Ermittlung der Gebrauchstauglichkeit von Befestigungssystemen“ gearbeitet. Diese Richtlinie wird in Abschnitt 3.5.2.2 vorgestellt.

3.3.3 TRAV wird zu DIN 18008, Teil 4 – Regelungen für absturzsichernde Verglasungen

3.3.3.1 Allgemeines

Bis zur Einführung von DIN 18008-4 gelten die bauaufsichtlich eingeführten „Technischen Regeln für die Verwendung von absturzsichernden Verglasungen“ (TRAV) in der Fassung vom Januar 2003 [22]. DIN 18008-4:2013-07 zeigt, dass die Regelungen aus der TRAV nahezu vollständig in die Norm übernommen werden. Gegenüber der TRAV wird dieser Normteil allerdings nicht nur für vertikale Verglasungen, sondern auch für geneigte Horizontalverglasungen oder punktgelagerte Verglasungen gelten. Detaillierte Ausführungen zu dieser neuen Norm, den Inhalten und Anwendungsbedingungen können [23] entnommen werden. Allgemein ist nach der Musterbauordnung (MBO, § 38) eine Umwehrung (als Absturzsicherung) erforderlich, wenn ein festgelegter Höhenunterschied zwischen Verkehrsflächen besteht. Verkehrsflächen sind solche Flächen, auf denen sich Personen (sowohl in öffentlichen als auch in privaten Bereichen) aufhalten können. Der Höhenunterschied zwischen diesen Verkehrsflächen ist

mit Ausnahme von Bayern in allen Bundesländern mit $> 1 \text{ m}$ definiert; in der Bayerischen Bauordnung (BayBO, Artikel 36) sind „*Flächen, die im Allgemeinen zum Begehen bestimmt sind und unmittelbar an mehr als 0,50 m tiefer liegende Flächen angrenzen*“ zu umwehren, d. h. mit einer Absturzsicherung zu versehen.

Beide Regelwerke (TRAV und DIN 18008-4) fordern, dass für die Verglasung immer ein Nachweis der Tragfähigkeit sowohl für statische Einwirkungen (Abschn. 3.3.3.3) als auch für stoßartige Einwirkungen (Abschn. 3.3.3.4) erbracht werden muss.

Gemäß TRAV, Abschnitt 2.3, gilt: „*Die tragenden Teile der Glaskonstruktionen (Pfosten, Riegel, Verankerung am Gebäude usw.) müssen den einschlägigen technischen Baubestimmungen entsprechen*“. Für die Lastabtragung von absturzsichernden Verglasungen in das tragende Bauteil kommen daher nur Dübel infrage, die über eine Zulassung geregelt sind – da es nur für diese Systeme bauaufsichtlich eingeführte Bemessungsregeln gibt – oder eine Zustimmung im Einzelfall (vgl. Abschn. 3.1).

Auch die Bemessung der Verglasung nach DIN 18008-4 impliziert, dass man den Lastfluss der Einwirkungen auf die absturzsichernde Verglasung im Prinzip bis in den tragenden Baugrund verfolgen muss und nicht einfach bei der Befestigung unterbrechen bzw. abbrechen darf. Statisch bemessen werden können aber nur (wie bereits im Absatz zuvor erwähnt) zugelassene Befestigungssysteme bzw. solche, die über eine Zustimmung im Einzelfall geregelt sind.

3.3.3.2 Kategorien

Sowohl die TRAV als auch DIN 18008-4 unterscheiden absturzsichernde Verglasungen in Kategorien. Für die in Abschnitt 2 definierten Fenster („linienförmig gelagerte Verglasung“ – vgl. Abschn. 3.3.2) werden für diesen Beitrag nur die in Bild 7 dargestellten Kategorien relevant.

Bei den dargestellten Kategorien handelt es sich jeweils um raumhohe Verglasungen. Kategorie A weist keinen tragenden Brüstungsriegel oder vorgesetzten Holm in erforderlicher Höhe zur Aufnahme von horizontalen Nutzlasten auf; bei Kategorie C2 ist dafür ein lastabtragender Querriegel und bei Kategorie C3 ein vorgesetzter Holm in erforderlicher Höhe angeordnet.

3.3.3.3 Statische Einwirkungen

Die TRAV fordert, dass für Verglasung und Haltekonstruktion für statische Einwirkungen stets ein „rechnerischer Nachweis“ der Tragfähigkeit zu führen ist ([22], Abschn. 5.1).

Gemäß [22], Abschnitt 4.1 sind „*die charakteristischen Werte der Einwirkungen auf die absturzsichernden Verglasungen (z. B. Wind, Horizontallast in Holmhöhe oder kurz: Holmlast, usw.) [...] den geltenden Technischen Baubestimmungen zu entnehmen*.“

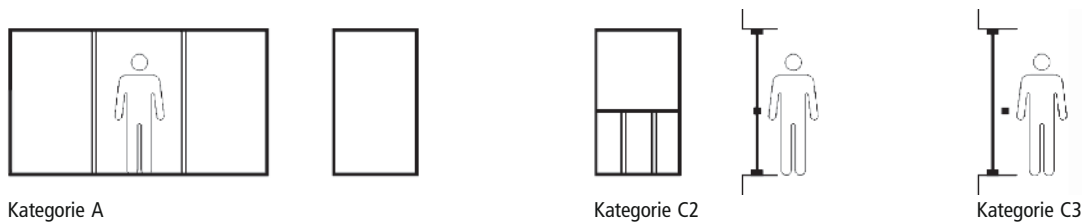


Bild 7. Beispiele für Kategorien absturzichernder Verglasungen (auszugsweise) nach DIN 18008-4 (bzw. TRAV)

3.3.3.4 Stoßartige Einwirkungen

Für absturzichernde Verglasungen ist der Nachweis der ausreichenden Tragfähigkeit unter stoßartigen Einwirkungen zu führen. Im Gegensatz zum „rechnerischen“ Nachweis der ausreichenden Tragfähigkeit unter statischen Einwirkungen (vgl. Abschn. 3.3.3.3) kann dieser Nachweis nach TRAV und nach DIN 18008-4 auf unterschiedliche Art und Weise erfolgen (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1. Alternative Nachweise der ausreichenden Tragfähigkeit für absturzichernde Verglasungen unter stoßartigen Einwirkungen nach TRAV und DIN 18008-4

TRAV [22]	DIN 18008-4:2013-07
Experimenteller Nachweis ([22], Abschn. 6.2)	Nachweis der Stoßsicherheit von Verglasungen durch Bauteilversuch (Anhang A der Norm)
Verglasung mit versuchstechnisch nachgewiesener Stoßsicherheit ([22], Abschn. 6.3)	Einhaltung konstruktiver Bedingungen (Anhang B der Norm)
Nachweis der Stoßsicherheit mittels Spannungstabellen ([22], Abschn. 6.4)	Nachweis der Stoßsicherheit von Glasaufbauten durch Berechnung (Anhang C)

3.4 Produktnorm DIN EN 14351-1:2010-08

Die seit Februar 2010 harmonisierte Produktnorm DIN EN 14351-1 „Fenster und Außentüren – Produktnorm“ regelt in Kombination mit der EU-Bauproduktenverordnung (EU-BauPVO) u. a. die Anforderungen an das Inverkehrbringen bzw. die Handelbarkeit sowie die Bereitstellung von Produkten. Als Grundlage zur Ermittlung der Anforderungen, die eine Fensterbefestigung erfüllen muss, kann DIN EN 14351-1:2010-08 jedoch herangezogen werden. Diese Produktnorm für Fenster und Außentüren enthält zwar keine konkretisierenden Anforderungen an die Befestigung, sondern beschreibt nur die Leistungseigenschaften dieser Bauteile für deren Handelbarkeit, es ist aber einfach nachvollziehbar, dass die Leistungseigenschaften an ein Fenster auch vom Gesamtsystem aus Untergrund, Befestiger und Fenster erfüllt werden müssen. Im Rahmen der Fensterprüfung nach dieser Produktnorm werden die Elemente in der Regel in starren Stahl- bzw. Holzrahmen montiert in Mauerwerk) durchgeführt (Bild 8).

In bereits durchgeführten Versuchen zeigen sich jedoch deutliche Unterschiede einer Montage in einem tragfähigen Untergrund wie beispielsweise Beton oder Kalksandvollsteinen oder in porösen Untergründen wie beispielsweise Ziegeln mit hohen Anforderungen an die Wärmedämmung oder Porenbeton. Im Einzelnen



Bild 8. Fenster zur Prüfung in starrem Stahl- oder Holzrahmen montiert

erfolgt im Rahmen der Prüfung – zur CE-Kennzeichnung bzw. zum Nachweis zusätzlicher Eigenschaften – eine entsprechende Einordnung und Klassifizierung nach den folgenden Merkmalen und Eigenschaften:

- 1) Prüfungen im Rahmen der CE-Kennzeichnung
 - Widerstandsfähigkeit bei Windlast: DIN EN 12210
 - Schlagregendichtheit: DIN EN 12205
 - Luftdurchlässigkeit: DIN EN 12207
 - Tragfähigkeit von Sicherheitsvorrichtungen: DIN EN 14351-1
- 2) Nachweis von zusätzlichen Eigenschaften, z. B. im Rahmen der RAL-Gütesicherung
 - Bedienkräfte: DIN EN 13115
 - Mechanische Beanspruchung: DIN EN 13115
 - Dauerfunktion: DIN EN 12400
 - Differenzklimaverhalten: DIN EN 13420
 - Stoßfestigkeit: DIN EN 13049

Zu den Merkmalen, die ein Fenster erfüllen muss, siehe Abschnitt 3.5.2.

Die wichtigsten Leistungsmerkmale aus dieser Produktnorm werden zudem in Abschnitt 5 im direkten Zusammenhang mit durchgeführten Prüfungen im Detail beschrieben, weshalb an dieser Stelle auf eine detaillierte Darstellung verzichtet wird.

3.5 DIN 18055: Anforderungen und Empfehlungen an Fenster und Außentüren

Für die Ermittlung der Lasten, die auf die Befestigung eines Fensters wirken, steht als wichtigste Grundlage DIN 18055 zur Verfügung. Nachfolgend wird die zur Drucklegung dieses Beitrags aktuellste (Entwurfs-)Fassung vom Juli 2013 vorgestellt.

Basis für die Überarbeitung der DIN 18055:2013-07 ist die in Abschnitt 3.4 vorgestellte Produktnorm DIN EN 14351-1. Diese Produktnorm enthält, wie bereits ausgeführt, nur die Leistungsmerkmale eines Fensters für dessen freie Handelbarkeit im europäischen Wirtschaftsraum, aber keine Regelungen über die Verwendung der Produkte und die sich daraus ergebenden Anforderungen an die konkrete (Ein-)Bausituation. Sie gibt ebenfalls keine Mindestvorgaben für den Einsatz von bestimmten Merkmalen oder Klassen vor. Dieser Regelungsbereich ist den einzelnen Mitgliedsstaaten der Europäischen Union vorbehalten. Damit entsteht für die Praxis die Frage, ob und welche Merkmale in einer bestimmten baulichen Situation überhaupt erforderlich oder gewünscht sind und welche Klasse oder Ausprägung dann objektspezifisch auszuschreiben, also umzusetzen ist.

Um die Produktnorm DIN EN 14351-1 in der Praxis verstehen und anwenden zu können, wurden DIN 18055:1981-10 und anschließend auch der Entwurf DIN 18055:2010-10 umfangreich überarbeitet. Die nachfolgenden Ausführungen zum aktuellen Entwurf der DIN 18055 wurden teilweise [5] entnommen.

3.5.1 Allgemeines

DIN 18055 ist kein eigenständiges, neue Sachverhalte beschreibendes Regelwerk, sondern – als „nationale Verbindung“ zwischen den Leistungsmerkmalen von DIN EN 14351-1 und der baulichen Praxis – eine „Auswahlhilfe“ zur Ermittlung objektspezifischer Eigenschaften für Fenster und Türen. Sie hilft Planern, Bauherren und Ausführenden (auf der Basis der bestehenden Regeln), das technisch richtige Produkt auszuwählen, auszuschreiben und einzubauen. Der Anwender soll durch Aufarbeitung, Kommentierung und Beispiele zu den in der Produktnorm (DIN EN 14351-1) genannten Merkmalen in die Lage versetzt werden, diese richtig anzuwenden. Der Planer eines Objekts kann und muss nun die für sein individuelles Bauwerk geltenden und erforderlichen oder auch gewünschten Anforderungen ermitteln; dabei sind für das einzelne Bauwerk verschiedene Leistungsmerkmale zwingend zu erfüllen (z. B. Anforderungen an die Widerstandsfähigkeit bei Windlast (vgl. Abschn. 3.5.2.1) und andere, wie beispielsweise die Bedienkräfte, fallen unter die Rubrik „zusätzlicher Komfort“ (vgl. Abschn. 5.2).

Damit findet eine Verknüpfung der im CE-Zeichen erklärten Leistungseigenschaften mit der konkreten baulichen Situation statt. Die Anforderungen, also der konkrete bauliche Bedarf, ergeben sich aus der Einbausituation, z. B. durch die regionale Lage, die Geländekategorie, die Gebäudegeometrie, die Gebäudehöhe und auch durch staatliche Vorgaben oder Kundenwünsche. Die Beziehung zu der Produktnorm (DIN EN 14351-1) wird durch einen Verweis auf die dort enthaltenen Tabellen mit Leistungsmerkmalen hergestellt, in deren Reihenfolge auch die neue DIN 18055 gegliedert ist.

Über diese Norm und die darin enthaltene Festlegung der für das lokale Bauobjekt beispielsweise notwendigen Klassifizierung der Windlast können damit auch die entsprechenden Festlegungen für die Befestigung der Fenster getroffen werden, d. h. es kann damit ebenfalls ermittelt werden, welche Anforderungen an die Befestigung der Fenster für das lokale Bauobjekt gestellt werden müssen. Weitere Ausführungen zum Entwurf der DIN 18055 enthält [6].

3.5.2 Merkmale, die ein Fenster erfüllen muss

3.5.2.1 Widerstandsfähigkeit bei Windlast

Die Windbeanspruchung eines Fensters ergibt sich aus der Einwirkung von Wind auf das Bauwerk, welche aus Winddruck, Windsog und Zuschlagswerten besteht. Die Windlasten sind abhängig von

- Gebäudehöhe,
- Gebäudelage (Windzone, Geländekategorie) und
- Gebäudeform.

Speziell die Normen zur Ermittlung der objektspezifisch anzusetzenden Windlast sind zuletzt einem sehr deutlichen Wandel hinsichtlich des Aufwandes zur Ermittlung als auch der Höhe der anzusetzenden Lasten unterlegen. Über Jahrzehnte hinweg gab es in Deutsch-

Tabelle 2. Windlasten nach „alter“ DIN 1055-4:1986-08 und DIN 18056:1966

Höhe	Normales Bauwerk	Turmartiges Bauwerk
0–8 m	0,60 kN/m ²	0,80 kN/m ²
8–20 m	0,96 kN/m ²	1,28 kN/m ²
20–100 m	1,32 kN/m ²	1,76 kN/m ²

land mit DIN 18056:1966-06 „Fensterwände“ und DIN 1055-4:1986-08 „Lastannahmen für Bauten – Windlasten“ bauaufsichtlich eingeführte Normen mit sehr übersichtlichen Angaben von Windlasten. Diese sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Am 1. Juli 2012 wurde die neue europäische Windlastnorm

- DIN EN 1991-1-4:2010-12 „Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten“ mit dem nationalen Anhang
- DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12 „Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten“ bauaufsichtlich eingeführt.

Nach dieser Norm erfolgt die Ermittlung der Bemessungswindlast für den Standsicherheitsnachweis eines Gebäudes wie folgt:

- Entscheidung: Anwendung des vereinfachten Verfahrens (NA.B.3.2; Gebäudehöhe bis 25 m und Bauwerksstandort bis 800 m über NN) oder Anwendung des genauen Verfahrens (NA.B.3.3)
- Aus dem Standort, der Windzone (vgl. Bild 9) und der Geländekategorie ergibt sich der Geschwindigkeitsdruck.
- Dieser Druck ist je nach Lasteinzugsfläche mit dem Außendruckbeiwert c_{pe} zu multiplizieren, womit man als Ergebnis Winddruck (in der Lasteinzugsfläche D) bzw. Windsog (in den anderen Lasteinzugsflächen) erhält.

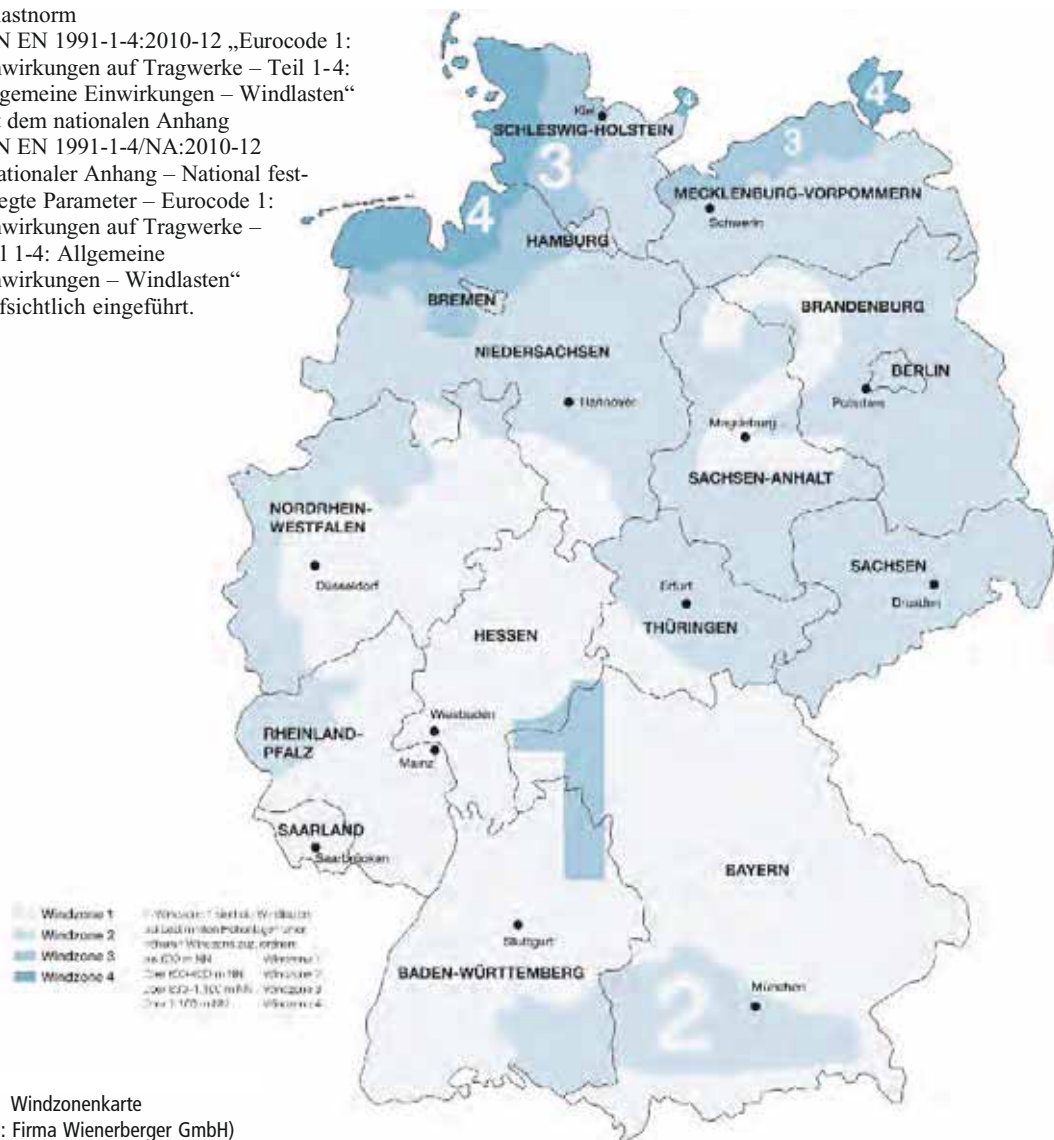


Bild 9. Windzonenkarte (Quelle: Firma Wienerberger GmbH)

Auf Grundlage der DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12 mussten die im vorher veröffentlichten Entwurf DIN 18055:2010-10 ausgewiesenen Windlasten deutlich erhöht werden, da die Windlasten, die auf ein Fenster wirken, genauso groß sind wie die Windlasten, die auf das Gesamtgebäude wirken, in dem das Fenster eingebaut ist. Einen Vergleich der „Windlasten alt“ (E DIN 18055:2010-10) und „Windlasten neu“ (E DIN 18055:2013-07) und der damit verbundenen Höherklassifizierungen gemäß DIN EN 14351-1 ermöglichen die Tabellen 3 und 4.

Reichte beispielsweise für ein Einfamilienhaus, Höhe < 10 m, Lage im Binnenland, Windzone 1 nach E DIN 18055:2010-10 („alt“) ein Fenster mit der Wind-

widerstandsklasse B 1 aus (vgl. Markierung in Tabelle 3), so muss das Fenster in gleicher Einbaulage nach E DIN 18055:2013-07 („neu“) jetzt B 2 (vgl. Markierung in Tabelle 4) klassifiziert sein. Die höhere Windlast auf das Fenster selbst bedeutet natürlich auch für die Befestigung des Fensters, dass hier höhere Lasten bei der Auslegung der Verankerungen berücksichtigt werden müssen.

E DIN 18055:2013-07 verweist in Anhang A, Abschnitt A.1 zur Herleitung der Bemessungswindlast für den Standsicherheitsnachweis eines Gebäudes auf DIN EN 1991-1-4 und DIN EN 1991-1-4/NA auf das im Anhang NA.B, Abschnitt NA.B.3.2 dargestellte vereinfachte Verfahren. In Abhängigkeit vom Standsicherheitsnach-

Tabelle 3. Auszug aus Entwurf DIN 18055:2010-10 („alt“), Anhang A, Tabelle A.1 – Beanspruchungsklassen für Fenster – Geländekategorie Binnenland

Fenster-Einbauhöhe	Windzone WZ	Klassifizierung	Wind $c_{pe,10}$ für Gebäude		
			Mitte	Rand	
			0,8	1,4	
≤ 10 m	1	Bemessungswindlast	0,40	0,70	
		Klasse Windwiderstand	B 1	B 2	
	2	Bemessungswindlast	0,52	0,91	
		Klasse Windwiderstand	B 2	B 3	
	3	Bemessungswindlast	0,64	1,12	
		Klasse Windwiderstand	B 2	B 3	
	4	Bemessungswindlast	0,76	1,33	
		Klasse Windwiderstand	B 2	B 4	
	Über 10 m bis 18 m	1	Bemessungswindlast	0,52	0,91
			Klasse Windwiderstand	B 2	B 3
2		Bemessungswindlast	0,64	1,12	
		Klasse Windwiderstand	B 2	B 3	
3		Bemessungswindlast	0,76	1,33	
		Klasse Windwiderstand	B 2	B 4	
4		Bemessungswindlast	0,92	1,61	
		Klasse Windwiderstand	B 3	B 5	
Über 18 m bis 25 m		1	Bemessungswindlast	0,60	1,05
			Klasse Windwiderstand	B 2	B 3
	2	Bemessungswindlast	0,72	1,26	
		Klasse Windwiderstand	B 2	B 4	
	3	Bemessungswindlast	0,88	1,543	
		Klasse Windwiderstand	B 3	B 4	
	4	Bemessungswindlast	1,04	1,82	
		Klasse Windwiderstand	B 3	B 5	

Tabelle 4. Auszug aus Entwurf DIN 18055:2013-07 („neu“), Anhang A, Tabelle A.3 Festlegung der Beanspruchungsklassen für Fenster und Außentüren – Geländekategorie Binnenland

Gebäudehöhe	Windzone WZ	Klassifizierung	Mitte	Rand
≤ 10 m	1	Geschwindigkeitsdruck in kN/m ² (1)	0,50	0,50
		Winddruck in kN/m ² $c_{pe,1} = 1,0/1,0$	0,50	0,50
		Windsog in kN/m ² $c_{pe,1} = -1,1/-1,7$	0,55	0,9
		Widerstand gegen Windlast (2)	B 2	B3
	2	Geschwindigkeitsdruck in kN/m ² (1)	0,65	0,65
		Winddruck in kN/m ² $c_{pe,1} = 1,0/1,0$	0,65	0,65
		Windsog in kN/m ² $c_{pe,1} = -1,1/-1,7$	0,72	1,11
		Widerstand gegen Windlast (2)	B 2	B 3
	3	Geschwindigkeitsdruck in kN/m ² (1)	0,80	0,80
		Winddruck in kN/m ² $c_{pe,1} = 1,0/1,0$	0,80	0,80
		Windsog in kN/m ² $c_{pe,1} = -1,1/-1,7$	0,88	1,36
		Widerstand gegen Windlast (2)	B 3	B 4
	4	Geschwindigkeitsdruck in kN/m ² (1)	0,95	0,95
		Winddruck in kN/m ² $c_{pe,1} = 1,0/1,0$	0,95	0,95
		Windsog in kN/m ² $c_{pe,1} = -1,1/-1,7$	1,05	1,62
		Widerstand gegen Windlast (2)	B 3	B 5
> 10 – 18 m	1	Geschwindigkeitsdruck in kN/m ² (1)	0,65	0,65
		Winddruck in kN/m ² $c_{pe,1} = 1,0/1,0$	0,65	0,65
		Windsog in kN/m ² $c_{pe,1} = -1,1/-1,7$	0,72	1,11
		Widerstand gegen Windlast (2)	B 2	B 3
	2	Geschwindigkeitsdruck in kN/m ² (1)	0,80	0,80
		Winddruck in kN/m ² $c_{pe,1} = 1,0/1,0$	0,80	0,80
		Windsog in kN/m ² $c_{pe,1} = -1,1/-1,7$	0,88	1,36
		Widerstand gegen Windlast (2)	B 3	B 4
	3	Geschwindigkeitsdruck in kN/m ² (1)	0,95	0,95
		Winddruck in kN/m ² $c_{pe,1} = 1,0/1,0$	0,95	0,95
		Windsog in kN/m ² $c_{pe,1} = -1,1/-1,7$	1,05	1,62
		Widerstand gegen Windlast (2)	B 3	B 5
	4	Geschwindigkeitsdruck in kN/m ² (1)	1,15	1,15
		Winddruck in kN/m ² $c_{pe,1} = 1,0/1,0$	1,15	1,15
		Windsog in kN/m ² $c_{pe,1} = -1,1/-1,7$	1,27	1,96
		Widerstand gegen Windlast (2)	B 4	B 5
> 18 – 25 m	1	Geschwindigkeitsdruck in kN/m ² (1)	0,75	0,75
		Winddruck in kN/m ² $c_{pe,1} = 1,0/1,0$	0,75	0,75
		Windsog in kN/m ² $c_{pe,1} = -1,1/-1,7$	0,83	1,28
		Widerstand gegen Windlast (2)	B 3	B 4

Tabelle 4. Auszug aus Entwurf DIN 18055:2013-07 („neu“), Anhang A, Tabelle A.3 Festlegung der Beanspruchungsklassen für Fenster und Außentüren – Geländekategorie Binnenland (Fortsetzung)

2	Geschwindigkeitsdruck in kN/m ²	(1)	0,90	0,90
	Winddruck in kN/m ²	$c_{pe,1} = 1,0/1,0$	0,90	0,90
	Windsog in kN/m ²	$c_{pe,1} = -1,1/-1,7$	0,99	1,53
	Widerstand gegen Windlast	(2)	B 3	B 4
3	Geschwindigkeitsdruck in kN/m ²	(1)	1,10	1,10
	Winddruck in kN/m ²	$c_{pe,1} = 1,0/1,0$	1,10	1,10
	Windsog in kN/m ²	$c_{pe,1} = -1,1/-1,7$	1,21	1,87
	Widerstand gegen Windlast	(2)	B 4	B 5
4	Geschwindigkeitsdruck in kN/m ²	(1)	1,30	1,30
	Winddruck in kN/m ²	$c_{pe,1} = 1,0/1,0$	1,30	1,30
	Windsog in kN/m ²	$c_{pe,1} = -1,1/-1,7$	1,43	2,21
	Widerstand gegen Windlast	(2)	B 4	E 2210

(1) nach EN 1991-1

(2) nach DIN EN 14351-1

weis des Gebäudes, speziell der Bemessungswindlast, ergeben sich dann die Anforderungen an die Widerstandsfähigkeit bei Windlast.

Die Höhe des bei der Dimensionierung von Pfosten und Riegeln oder nicht direkt am Bauwerk zu befestigenden Rahmenteilen anzusetzenden Staudrucks kann damit für den Regelfall bis 25 m Gebäudehöhe DIN EN 1991-1-4/NA, Anhang NA.B, Tabelle NA.B.3 entnommen werden (vgl. auch Tabelle 5). Die Werte liegen zwischen 0,5 und 1,55 kN/m² und müssen noch mit dem gebäudeabhängigen Außendruckbeiwert c_{pe} multipliziert werden. Für die Rand- bzw. Eckbereiche von Gebäuden sind höhere Faktoren als für die Gebäudemitte anzusetzen. Im Eck- und Randbereich müssen

die Windlasten erhöht werden. Für die in der Norm dargestellten Beispiele wurde der entsprechende höchste $c_{pe,1}$ -Wert von $-1,7$ angesetzt. Damit sind alle vorkommenden Verhältnisse von Breite zu Höhe des Gebäudes erfasst. Der Randbereich ist vereinfachend für alle Seiten definiert als 1/5 der Breite des Gebäudes. Durch eine genaue Berechnung des realen Baubjekts nach den genannten Normen können sich günstigere Verhältnisse durch kleinere c_{pe} -Werte ergeben, was gewisse Vorteile haben kann. Für die Dimensionierung von Pfosten und Riegeln oder auch von freien Blendrahmenteilen wird in den Tabellen in E DIN 18055:2013-07 („neu“), Anhang A, Abschnitt A.3 eine „Windlast zur statischen Bemessung“ angegeben.

Tabelle 5. Vereinfachte Geschwindigkeitsdrücke für Bauwerke bis 25 m Höhe (DIN EN 1991-1-4/NA, Anhang NA.B, Tabelle NA.B.3)

Windzone		Geschwindigkeitsdruck in q_p kN/m ² bei einer Gebäudehöhe h in den Grenzen von		
		$h \leq 10$ m	$10 \text{ m} < h \leq 18$ m	$18 \text{ m} < h \leq 25$ m
1	Binnenland	0,50	0,65	0,75
2	Binnenland	0,65	0,80	0,90
	Küste und Inseln der Ostsee	0,85	1,00	1,10
3	Binnenland	0,80	0,95	1,10
	Küste und Inseln der Ostsee	1,05	1,20	1,30
4	Binnenland	0,95	1,15	1,30
	Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee	1,25	1,40	1,55
	Inseln der Nordsee	1,40	–	–

3.5.2.2 Schlagregendichtheit und Luftdurchlässigkeit

Die Bereiche Schlagregendichtheit und Luftdurchlässigkeit sind durch die jeweiligen Abdichtungssysteme zwischen Fensterrahmen und Mauerwerk abzudecken und werden deshalb nachfolgend nicht näher erläutert. Details dazu können beispielsweise dem RAL-Montageleitfaden [4] entnommen werden. Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass auch die Abdichtungssysteme auf die Befestiger – und umgekehrt – abgestimmt werden müssen. Es kann nicht jede Befestigungslösung mit jedem Abdichtungssystem kombiniert werden.

3.5.2.3 Tragfähigkeit von Sicherheitsvorrichtungen

Mit „Sicherheitsvorrichtungen“ sind nach DIN EN 14351-1, Abschnitt 4.8 z. B. Befestigungsvorrichtungen und Fangscheren sowie Feststeller und Befestigungsvorrichtungen für Reinigungszwecke gemeint (Beschläge – wie z. B. Drehkippschläge, Türschließer mit Öffnungsbegrenzern, Feststellanlagen für Außentüren, Sperrbügel und Sicherheitsketten – sind keine Sicherheitsvorrichtungen in diesem Sinne); sie dienen zur Vermeidung u. a. von heraus- und/oder herunterfallenden Elementen bzw. Elementteilen. Im speziellen Anwendungsfall ist zu prüfen, ob diese Sicherheitsvorrichtungen zusätzliche Belastungen für das Fenster und dessen Befestigung bedeuten oder nicht.

3.6 ift-Richtlinie MO-02/1

Diese Richtlinie – die derzeit im Entwurf vorliegt – soll aus zwei Teilen bestehen, wobei sich der eine Teil an die Montageverantwortlichen und der zweite Teil [7] an die Hersteller von Befestigungssystemen wendet. Die Richtlinie soll den Leitfaden [4] entsprechend ergänzen bzw. um die Grundlagen der Befestigung von Fenstern erweitern.

Der Einsatzbereich wird auf folgende Randbedingungen beschränkt, d. h. nur für diese Anwendungsfälle werden die Vereinfachungen der Richtlinie gelten bzw. anwendbar sein:

- Elementgröße $\leq 9 \text{ m}^2$ oder kürzeste Seite $\leq 2 \text{ m}$,
- Gebäudehöhe bis maximal 25 m,
- keine Anforderung an eine Absturzsicherung,
- Einbausituation verhindert ausreichend einen unmittelbaren Absturz des Fensters bei „versagender“ Befestigung (vgl. Bild 10).

Im Einzelnen sind weiterhin folgende Inhalte vorgesehen:

- Regelung/Abgrenzung der Anforderungen für den Bereich „Lochfenster“;
- Festlegung von Standardsituationen ohne weiteren Nachweis,
- Berechnungshilfe für den Verarbeiter,
- Prüfverfahren zur Ermittlung charakteristischer Tragfähigkeiten und der grundsätzlichen Eignung von Befestigungssystemen.

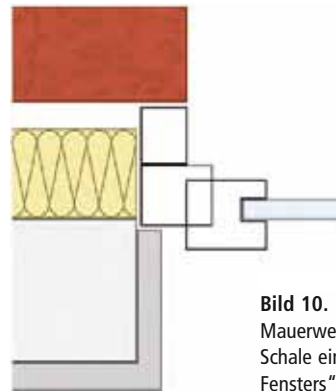


Bild 10. Bei zweischaligem Mauerwerk verhindert die äußere Schale ein „Herausfallen des Fensters“ nach außen; Schema

Nicht gelten wird die Richtlinie jedoch für folgende Anwendungsfälle [7]:

- Fensterwände, Fassaden, Wintergärten,
- Belastungen durch absturzhemmende Ausführung der Konstruktion,
- Einflüsse infolge außergewöhnlicher Einwirkungen (Einbruch, Explosionen, usw.),
- Einsatz bei aggressiven Medien,
- direkte Verklebung des Rahmens mit dem Wandsystem.

Bei Abweichungen von diesen Vorgaben kommen für die Lastabtragung der Verglasung über das Fenster und die Lastweiterleitung in das tragende Bauteil in der Re-



Bild 11. ift-Richtlinie MO-02/1 Verfahren zur Ermittlung der Gebrauchstauglichkeit von Befestigungssystemen





KOMPETENTE UNTERSTÜTZUNG

für Ingenieure, Planer und Architekten

Dank der großen Bandbreite unseres Produktportfolios können wir Anwendungen ganzheitlich einschätzen und passende Lösungen für Planer entwickeln. Auf dieser Basis unterstützen wir Sie mit benutzerfreundlichen Softwaretools sowie informativen Produktkatalogen, Tabellenbüchern und Seminaren.

Unsere praxiserfahrenen Anwendungsingenieure beraten Sie auf Augenhöhe und wissen, was Ihnen wichtig ist. Ganz gleich ob es sich um Dübel, Brandschutzsysteme, Vollgewindeschrauben für den Holzbau oder das Luft- und Winddichtprogramm für den Dachausbau handelt: Würth Produkte sind immer zuverlässig verfügbar und entsprechen höchsten Qualitätsanforderungen. Für Sie bedeutet das: Mit Würth sind Sie in jeder Hinsicht auf der sicheren Seite.

Mehr Informationen finden Sie unter:
www.wuerth.de/ingenieure

Würth. Wir machen das.

Adolf Würth GmbH & Co. KG
Ingenieure, Planer, Architekten
T 07931-913700 · ingenieure@wuerth.com
www.wuerth.de/ingenieure

gel nur noch Dübel infrage, die über eine Zulassung oder eine Zustimmung im Einzelfall geregelt sind (vgl. Abschn. 3.1). Das Vorgehen zur Auswahl geeigneter Befestiger nach [4] wird in Abschnitt 7 vorgestellt. Außerdem stellt die Richtlinie Anforderungen an den Korrosionsschutz im Bereich der Fensterbefestigungen dar (vgl. Abschn. 3.2). Als Besonderheit bei der Befestigung von Fenstern erfolgt die Montage in der Regel in der Fensterlaibung und damit im „Zwischenbereich“ zwischen Außen- und Innenklima. Unter den Voraussetzungen, dass:

- die Befestigung im Funktionsbereich der Anschlussfuge zwischen Fenster und Wand erfolgt,
- keine hohen chemischen Belastungen vorliegen,
- keine nennenswerte Tauwasserbelastung und
- eine raum- und außenseitige Abdichtung vorhanden sind,

können verzinkte, d. h. beispielsweise galvanisch oder feuerverzinkte, Stähle für die Befestigung eingesetzt werden. Bei höheren chemischen Belastungen bzw. Befestigungen im Außenbereich sind nichtrostende Stähle bzw. hochkorrosionsbeständige Stähle für die Befestigung erforderlich. Eine Entscheidungshilfe für die Auswahl des richtigen Materials für die Befestigungsmittel bietet beispielsweise die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für nichtrostende Stähle [8].

Auch zur Gebrauchstauglichkeit von Befestigungsmitteln trifft die Richtlinie Aussagen. Demnach dürfen bei den Versuchen im Rahmen eines Bauteilversuchs (vgl. Abschn. 5)

- keine Lockerungen,
- kein Versagen und
- nur reversible Verformungen ≤ 3 mm unter Last auftreten.

4 Einwirkungen auf ein Fenster

Ein Fenster ist im Rahmen seiner Nutzung verschiedenen Belastungen ausgesetzt [4]. Diese sind nachfolgend zusammengestellt und können z. B. nach DIN EN 1991 (Windlast nach 1991-1-4 und DIN EN 1991-1-4/NA) bzw. DIN 18055 (vgl. Abschn. 3.5) ermittelt werden:

- Eigenlast (ständig),
- Windlast (veränderlich),
- ggf. Schnee- und Eislasten bei Dachfenstern,
- ggf. Zusatzlasten durch Anbauteile, z. B. Rollladentkästen,
- vertikale und ggf. horizontale Nutzlasten,
- bewegliche Teile (z. B. Fensterflügel).

Die Befestigung des Fensters muss alle planmäßig auf das Fenster einwirkenden Belastungen in den Verankerungsgrund übertragen können (vgl. Bild 12). Je nach Art der Belastung bzw. Montagart des Fensters werden die auftretenden Belastungen entweder durch die Befestiger direkt oder durch Trag- bzw. Distanzklötze in den Verankerungsgrund eingeleitet. Eine typische Aufteilung der auftretenden Belastungen zeigt Bild 13. Die vertikalen Lasten werden dabei durch Tragklötze

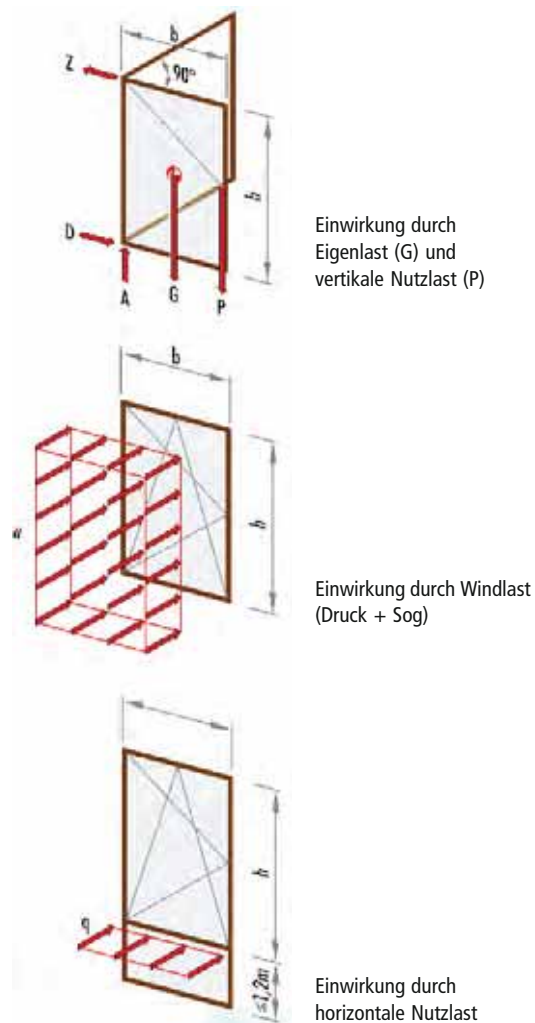


Bild 12. Einwirkungen auf ein Fenster [4]

(Bild 13 a) und die horizontalen Lasten, wie beispielsweise die Windbelastung, durch die Befestiger in den Untergrund eingeleitet (Bild 13 b).

5 Prüfung von Befestigern für Fenster am Gesamtsystem

Wie bereits erwähnt, werden im Rahmen der Klassifizierung von Fenstern nach der europäischen Produktnorm (vgl. Abschn. 3.4) Versuche in starren Holz- oder Stahlrahmen durchgeführt (Bild 8). Diese Versuche bieten wenig bis gar keine Informationen darüber, wie sich das entsprechende Gesamtsystem aus Verankerungsgrund, Befestiger und Fenster im realen

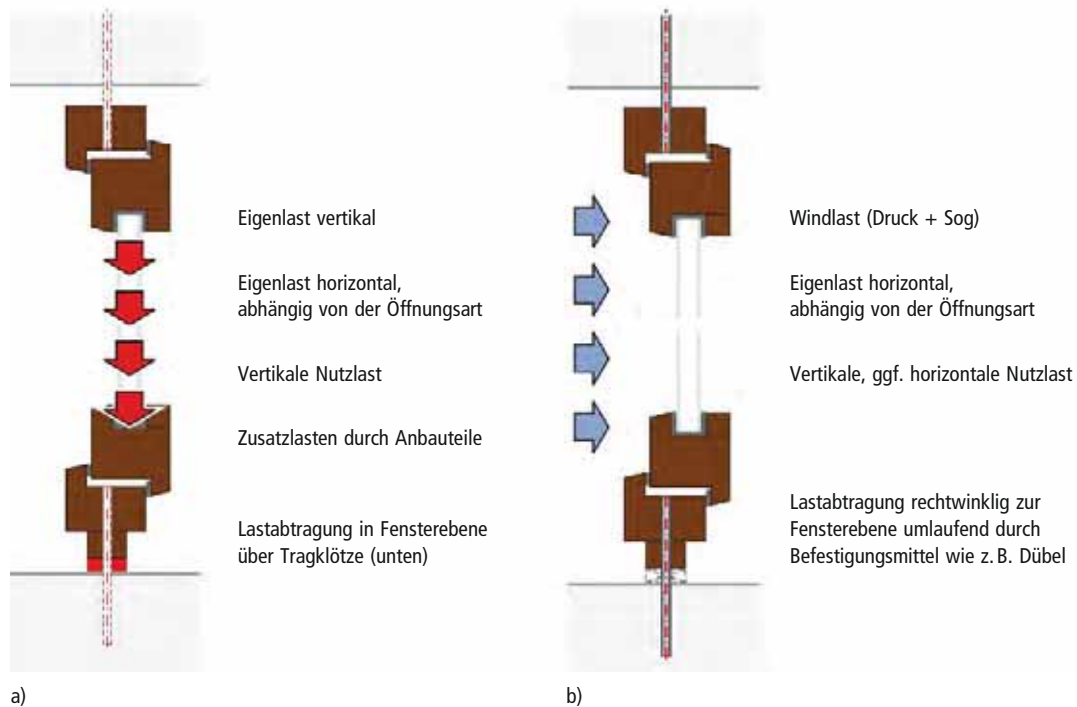


Bild 13. a) Lastabtragung vertikal und b) horizontal [4]

Montagefall verhält bzw. ob ein Befestigungssystem prinzipiell für die Montage eines Fensterelements überhaupt geeignet ist.

Um Aussagen für die Praxis, vor allem bei der Befestigung von schweren, dreifachverglasten Fenstern in der Fensterlaibung, treffen zu können bzw. die generelle Eignung des Befestigungssystems nachzuweisen, wurden von der Adolf Würth GmbH & Co. KG in den letzten Jahren verschiedene Bauteilprüfungen am Institut für Fenstertechnik e. V. in Rosenheim durchgeführt (vgl. Tabelle 7 bzw. [9–15]).

Nachfolgend werden Versuche in Kalksandvollsteinen, Porenbeton und Ziegeln mit hohen Anforderungen an die Wärmedämmung (z. B. mit filigraner Stegstruktur oder Mineralwolle gefüllt) vorgestellt bzw. die Erfahrungen bei den einzelnen Anforderungen erläutert. Dabei ist es für einen Hersteller von Befestigungsmaterial unmöglich, ein „Patentrezept“ für jede in der Praxis vorkommende Kombination aus Untergrund und Fensterelement liefern zu können. Es ist immer eine Entscheidung am realen Objekt notwendig, wie die entsprechende Befestigung ausgeführt werden kann bzw. muss. Die zusammengestellten Versuche bzw. die erwähnten Prüfberichte können dabei eine Entscheidungshilfe bieten, da die Versuche in verschiedenen Fällen auch aufzeigen, wo die Grenzen der jeweiligen Befestigungsart liegen und wo besondere Überlegungen notwendig sind.

Fensterprüfungen im Gesamtsystem werden in Anlehnung an die „Normversuche“ für die Fensterklassifizierung durchgeführt, d. h. dass die Versuche zur Erfüllung der einzelnen Anforderungen, die bereits in einem starren Holz- bzw. Stahlrahmen durchgeführt wurden, noch einmal in einer individuellen Einbausituation (gewähltes Fenster, definierter Verankerungsgrund und darauf abgestimmter Befestiger) wiederholt werden. Diese Versuche werden in der Regel in Prüfberichten dokumentiert. Es ist einfach nachvollziehbar, dass die darin dokumentierten Ergebnisse nur dann auf den realen Praxisfall übertragen werden können, wenn auch vergleichbare Randbedingungen in den Prüfungen vorhanden waren. Die wichtigsten Parameter, die Prüfberichte in der Regel immer enthalten, sind:

- Glasgewicht,
- Rahmenfarbe,
- Befestigungsabstände,
- Randabstand,
- Abstand zwischen Fensterrahmen und Laibung im Mauerwerk,
- Untergrund,
- Distanzverklotzung.

Außerdem wird in der Regel angegeben, welchen Anforderungen die Prüfungen für die Befestigungen in Bezug auf die Prüfungen nach DIN EN 14351-1 entsprechen. Es macht wenig Sinn, bei einem Fenster einen Windwiderstand der Klasse 5 (s. Abschn. 5.1) zu for-

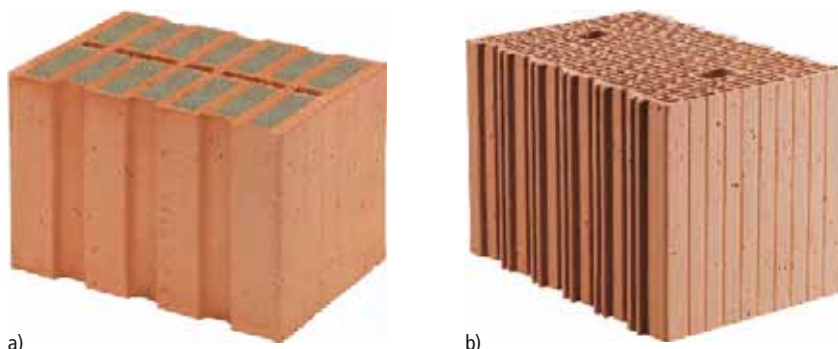


Bild 14. a) Mit Mineralwolle gefüllter Hochlochziegel Wienerberger POROTON-T8-36,5-MW und b) Wienerberger Plan-T10-30,0

dern, wenn dann die gewählte Montageart beispielsweise nur nach Klasse 3 nachgewiesen wurde bzw. überhaupt nur die Anforderungen bis Klasse 3 erfüllt (vgl. Abschn. 5.1). Dann erfüllt auch das Gesamtsystem aus Untergrund, Fenster und Befestiger nur die Anforderungen nach Klasse 3. Wie in Abschnitt 3.5 kurz dargestellt, gibt die E DIN 18055 entsprechende Anhaltswerte, welchen Windwiderstand die Fensterelemente – abhängig von den örtlichen Gegebenheiten – erfüllen müssen (vgl. auszugsweise Tabelle 4).

Wie bereits erwähnt, werden nachfolgend Versuche (Gesamtübersicht siehe Tabelle 7) in

- Kalksandvollsteinen [9],
- Porenbetonplansteinen P1,6 (Windklasse 3) [11] und PP2 (Windklasse 5) [12] der Firma Xella International GmbH,
- Hochlochziegelmauerwerk Plan-T12-24,0 der Firma Wienerberger GmbH [13],
- Hochlochziegelmauerwerk POROTON-T8-36,5 MW (Bild 14 a) der Firma Wienerberger GmbH [14],
- Hochlochziegelmauerwerk Plan-T10-30,0 (Bild 14 b) der Firma Wienerberger GmbH [15] näher erläutert.

Dabei wurde in der Regel bei allen Versuchen

- eine Dreifachverglasung bzw. schwere Schallschutzverglasung verwendet, um ein sehr hohes Glasflächengewicht zu prüfen;
- ein Fensterrahmen in dunkler Farbe geprüft, um die höchste Beanspruchung bei Temperaturwechseln zu simulieren;
- ohne seitliche Distanzverklötzung montiert, weil dies die in der Praxis am meisten verbreitete Art der Montage ist;
- Tragklötze auf der Unterseite der Fenster verwendet, um das Eigengewicht der schweren Elemente in den Untergrund einleiten zu können;
- Randabstände im Bereich 50 bis 60 mm zur Wandaußenkante eingehalten und
- ein Abstand zwischen Fensterlaibung und Fensterrahmen von rund 15 mm eingehalten, um den Einbau der Abdichtung zu ermöglichen.

Variiert wurde

- die Elementgröße zwischen normalem Fenster [9, 12], einer Kunststofffenstertür [11, 13, 14] und einem zweiflügligen Element [15];

Tabelle 6. In den Prüfungen verwendete Befestigungssysteme

Untergrund	Geprüfte Befestigungssysteme	
Porenbeton	AMO-Y 7, 5 mm	
	AMO-Y 11,5 mm	
Hochlochziegel mit Füllung (Bild 14 a)	AMO Combi 7,5/11,5 mm mit Kunststoffdübel W-UR XXL	
		
Hochlochziegel mit filigraner Stegstruktur (Bild 14 b)	AMO Combi 7,5/11,5 mm mit Kunststoffdübel W-RD	
		
Kalksandstein	AMO III 7,5 mm	

- Elemente mit umlaufender Stahlverstärkung und ohne Stahlverstärkung (normales Fenster [9, 12] und Kunststofffenstertür [11]);
 - die Befestigungsabstände zwischen den einzelnen Befestigern, je nach Untergrund;
 - die Anzahl der Befestiger bzw. die Lage der Befestiger (oben, Seite, unten);
 - die Windbelastung sowie
- die Befestigungssysteme (vgl. Tabelle 6).
- Einen Überblick über die bis Mai 2013 durchgeführten Prüfungen und die zugehörigen Prüfberichte bietet Tabelle 7. Die Details – vor allem zu den aufgetretenen Verformungen – zeigen die nächsten Abschnitte. Die nachfolgenden Erläuterungen der einzelnen Prüfungen wurden im Schwerpunkt dem Kommentar zur DIN EN 14351-1 [16] entnommen.

Tabelle 7. Übersicht über die durchgeführten Prüfungen, Stand Mai 2013

Bezeichnung	Prüfberichte				
	Bezeichnung	Untergründe	Befestigung	Tür/Fenster	Prüfbericht
AMO [®] III Ø 7,5	Befestigung einer Kunststofffenstertür, ohne seitliche Trag- und Distanzklötze	Hochlochziegelstein (Poroton Planziegel T12 24,0)	AMO [®] III Ø 7,5 in Verbindung mit Kunststoff-Rahmendübel W-RD 10	Kunststofffenstertür Flügelgewicht: 95,5 kg Rahmenfarbe: dunkelbraun	105 44179/2 ift Rosenheim
	Befestigung eines Kunststofffensters, ohne seitliche Trag- und Distanzklötze	Kalksandstein (DIN V 106 – KS 12 – 1,6 – 4 DF)	AMO [®] III Ø 7,5	Kunststofffenster – System Rehau GENE0 Flügelgewicht: 70 kg Rahmenfarbe: dunkelbraun	105 35697 ift Rosenheim
		Kalksandstein (DIN V 106 – KS 12 – 1,6 – 4 DF)			105 34261 ift Rosenheim
		Kalksandstein (DIN V 106 – KS 12 – 1,6 – 4 DF)			105 43036 ift Rosenheim
	Prüfung zur Eignung für die Montage von hochwasserbeständigen Fenstern	Betonwand	AMO [®] III Ø 7,5	Kunststofffenster – Veka Topline DK – Hochwasserfenster	202 31790 ift Rosenheim
	Befestigung eines Kunststofffensters, ohne seitliche Trag- und Distanzklötze	Hochlochziegelstein	AMO [®] III Ø 7,5	Kunststofffenster – Fa. Veka Flügelgewicht: 75 kg Rahmenfarbe: dunkelbraun	509 22462/KF ift Rosenheim
AMO [®] III Ø 11,5	Befestigung eines Kunststofffensters, ohne seitliche Trag- und Distanzklötze	Hochlochziegelstein (Rohdichteklasse 1,2)	AMO [®] III Ø 11,5	Kunststofffenster – Fa. Weru AG Flügelgewicht: 43 kg Rahmenfarbe: dunkelbraun	105 30599 ift Rosenheim
AMO [®] -Y	Befestigung eines Kunststofffensters, ohne seitliche Trag- und Distanzklötze	Porenbeton-Planstein (DIN V 4165 – PP2 – 0,35)	AMO [®] -Y Ø 7,5	Kunststofffenster – System Rehau Flügelgewicht: 58 kg	105 42538/1 ift Rosenheim
	Befestigung einer Kunststofffenstertür, ohne seitliche Trag- und Distanzklötze	Porenbeton-Planstein (DIN V 4165 – PP1,6 – 0,30)	AMO [®] -Y Ø 11,5 und Ø 7,5	Kunststofffenstertür – System Rehau GENE0 Flügelgewicht: 95,5 kg Rahmenfarbe: dunkelbraun	11-002642-PR01 ift Rosenheim
AMO [®] -Combi	Befestigung einer Kunststofffenstertür, ohne seitliche Trag- und Distanzklötze	Hochlochziegelstein (Poroton Planziegel T8-36,5 MW)	AMO [®] -Combi in Verbindung mit Kunststoff-Rahmendübel W-UR 10 XXL	Kunststofffenstertür Flügelgewicht: 95,5 kg Rahmenfarbe: dunkelbraun	11-001214-PR01 ift Rosenheim
	Bauteilversuch zur Befestigung einer 2-flügeligen Kunststofffenstertür am Baukörper	Hochlochziegelstein (Poroton T10)	AMO [®] -Combi in Verbindung mit Kunststoff-Rahmendübel W-RD 10	Kunststofffenstertür – System Ideal Flügelgewicht: 74,5 kg Rahmenfarbe: dunkelbraun	11-002744-PR01 ift Rosenheim
Kunststoff-Rahmendübel W-UR F 8 mit Panhead-Schraube	Bauteilversuch Konsolenbefestigung für die Vorwandmontage eines Kunststofffensters, ohne Trag- und Distanzklötze	Hochlochziegel (Poroton Blockziegel T 20/1,2)	JB-D System und W-UR 8	Kunststofffenster – System Rehau GENE0 Flügelgewicht: 70,5 kg Rahmenfarbe: dunkelbraun	105 44179/1 ift Rosenheim
	Bauteilversuch zur justierbaren Befestigung von Fenstern vor dem tragenden Baukörper	Kalksandsteinmauerwerk (Typ DIN V 106 – 4 DF – 12 – 1,8)	JB-D System und W-UR 8	Kunststofffenster Flügelgewicht: 55 kg Rahmenfarbe: dunkelbraun	12-000263-PR01 ift Rosenheim

5.1 Widerstandsfähigkeit bei Windlast

Die Klassifizierung von Fenstern in Bezug auf die Widerstandsfähigkeit bei Windlast erfolgt nach DIN EN 12210. Dabei werden die verschiedenen Klassen vom Fensterhersteller in den entsprechenden Unterlagen angegeben. Die Bedeutung der einzelnen Klassen, d. h. die entsprechend geprüfte Belastung in Pascal (Pa; 1 Pa entspricht dem Druck von 1 N/m²), zeigt Tabelle 8.

Zur Gesamtklassifizierung der Windlast gehört außerdem die relative frontale Durchbiegung (Tabelle 9). In den Unterlagen der Fensterhersteller findet sich dann beispielsweise die Angabe für Widerstandsfähigkeit des Elements gegen Windlast „B5“, also eine kombinierte Bezeichnung aus den Angaben der Tabellen 8 und 9.

In Tabelle 10 erfolgt eine Gegenüberstellung der Windbelastung und der entsprechend auftretenden Auswirkungen im Vergleich zum auftretenden Winddruck in Pascal. Grau hervorgehoben wird die Windklasse 3 nach DIN EN 12210 (vgl. Tabelle 8). Die Windklasse 3 entspricht damit in der geprüften Druck-Sogbelastung P2 dem Beaufortgrad 12, also einem Orkan, bei dem bereits schwere Verwüstungen auftreten können. Damit bildet dieser Versuch eine realitätsnahe Simulation eines Orkans, wie er in Deutschland durchaus auftreten kann, ab.

Tabelle 8. Klassifizierung der Windlast (Tabelle 1 aus DIN EN 12210) in [Pa]

Klasse	P1	P2	P3
0	nicht geprüft		
1	400	200	600
2	800	400	1200
3	1200	600	1800
4	1600	800	2400
5	2000	1000	3000
E xxxx	xxxx		

P1: Bemessungslast (Messung der Verformung der Tragglieder)
 P2: Druck- und Sogbeanspruchung des Bauteils (50 Wiederholungen bei der Prüfung)
 P3: Sicherheitstest berücksichtigt kurzfristige Windböen
 E: Klassifizierung oberhalb der Klasse 5 durch Angabe der real geprüften Werte in Klasse E

Tabelle 9. Klassifizierung der relativen frontalen Durchbiegung (Tabelle 2 aus DIN EN 12210)

Klasse	Relative frontale Durchbiegung
A	≤ l/150
B	≤ l/200
C	≤ l/300



Bild 15. Steinausbruch beim Sicherheitsversuch mit ca. 2800 Pa und einem Randabstand von nur 5 cm [14]

Welche hohen Belastungen – vor allem beim Sicherheitsversuch in Klasse 5 – auftreten, zeigt Bild 15. Bei ca. 2.800 Pa Windsog kam es aufgrund der Lage des Fensters in der Öffnung (Randabstand des Dübels von nur 5 cm, Verankerung in der ersten Steinkammer, vgl. Bild 14) zu einem Ausbrechen der Steine. Die Anforderungen an Klasse 4 mit 2.400 Pa konnten dagegen selbst bei diesem sehr kleinen Randabstand erfüllt werden; dieser Belastung hielt das Gesamtsystem ohne Probleme stand. Bei einem Randabstand (wie vom Ziegelhersteller vorgegeben) von ca. 15 cm (Verankerung in der dritten Steinkammer, vgl. Bild 14) konnten die Anforderungen der Klasse 5 erfüllt werden [14].

5.1.1 Auswirkung der Windbelastungen bei einflügligen Elementen

Nachfolgend werden exemplarisch die Verformungen im Bereich der Befestiger für einflüglige Fenster mit einer Größe von 1,23 m × 1,49 m (Breite × Höhe) bzw. eine Fenstertür dargestellt. Die Bilder 16 und 17 zeigen die gemessenen Verformungen in der Windklasse 5 nach Tabelle 8 bei einem umlaufend mit AMO-Y 7,5 mm in Porenbeton befestigten, einflügligen Fenster. An der Seite betrug der Befestigungsabstand rund 40 cm, oben und unten wurde zusätzlich nur in Ecknähe befestigt. Bei der Druck-Sog-Wechselbelastung wurden Verformungen im Bereich von einem Millimeter gemessen. Bei einer Verdopplung der Windbelastung auf die Bemessungslast P2 (Bild 17) trat auch eine deutliche Zunahme der Verformungen auf. In beiden Fällen blieben die gemessenen Verformungen jedoch in einem Bereich, der in der Regel keine Beeinträchtigung für beispielsweise gängige Abdichtungssysteme bedeutet hätte bzw. unter den Forderungen nach [7].

Tabelle 10. Gegenüberstellung von Windbelastung, deren Auswirkungen und dem auftretenden Winddruck in Pascal (grau hervorgehoben P1, P2 und P3 in Klasse 3 nach Tabelle 8) [17]

Beaufort-grad	Bezeichnung	Mittlere Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe über freiem Gelände		Druck Pa	Beispiele für die Auswirkungen des Windes im Binnenland
		m/s	km/h		
0	Windstille	0–0,2	< 1		Rauch steigt senkrecht auf
1	leiser Zug	0,3–1,5	1–5		Windrichtung angezeigt durch den Zug des Rauches
2	leichte Brise	1,6–3,3	6–11		Wind im Gesicht spürbar, Blätter und Windfahnen bewegen sich
3	schwache Brise schwacher Wind	3,4–5,4	12–19		Wind bewegt dünne Zweige und streckt Wimpel
4	mäßige Brise mäßiger Wind	5,5–7,9	20–28	42	Wind bewegt Zweige und dünnere Äste, hebt Staub und loses Papier
5	frische Brise frischer Wind	8,0–10,7	29–38	58	kleine Laubbäume beginnen zu schwanken, Schaumkronen bilden sich auf Seen
6	starker Wind	10,8–13,8	39–49	93	starke Äste schwanken, Regenschirme sind nur schwer zu halten, Telegrafentelegraphen pfeifen im Wind
7	steifer Wind	13,9–17,1	50–61	142	fühlbare Hemmungen beim Gehen gegen den Wind, ganze Bäume bewegen sich
8	stürmischer Wind	17,2–20,7	62–74	200	Zweige brechen von Bäumen, erschwert erheblich das Gehen im Freien
9	Sturm	20,8–24,4	75–88	304	Äste brechen von Bäumen, kleinere Schäden an Häusern (Dachziegel oder Rauchhauben abgehoben)
10	schwerer Sturm	24,5–28,4	89–102	426	Wind bricht Bäume, größere Schäden an Häusern
11	orkanartiger Sturm	28,5–32,6	103–117	563	Wind entwurzelt Bäume, verbreitet Sturmschäden
12	Orkan	ab 32,7	120	676	schwere Verwüstungen
			130	793	
			140	926	
			150	1058	
			160	1200	
			170	1362	
			180	1528	
			190	1705	
			200	1891	
			210	2080	
			220	2295	
			230	2510	
240	2730				
250	2950				

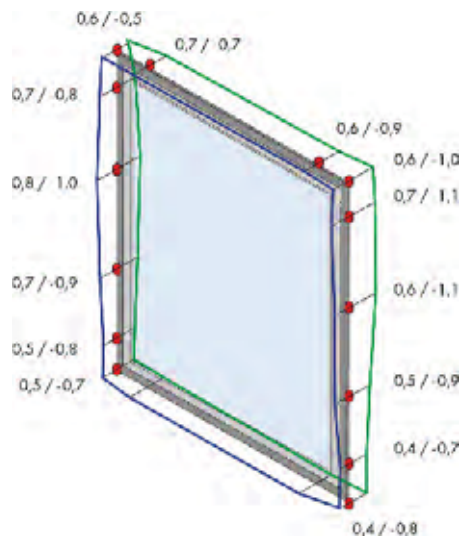


Bild 16. Maximale Verformung [mm] des Blendrahmens bei Druck-Sog-Wechselbelastung mit $P_2 = \pm 1000 \text{ Pa}$ [12]

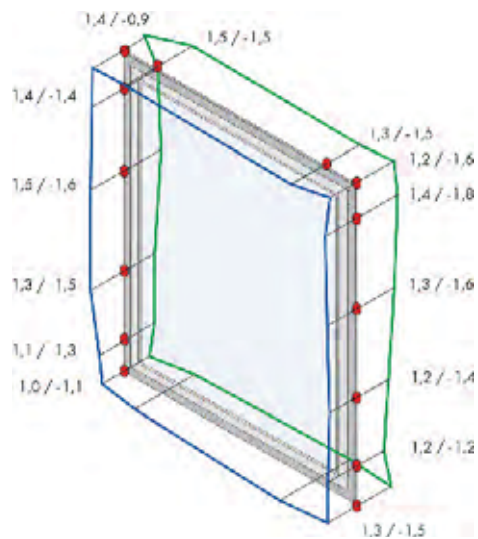


Bild 17. Maximale Verformung [mm] des Blendrahmens bei statischer Druckbelastung mit $P_1 = \pm 2000 \text{ Pa}$ [12]

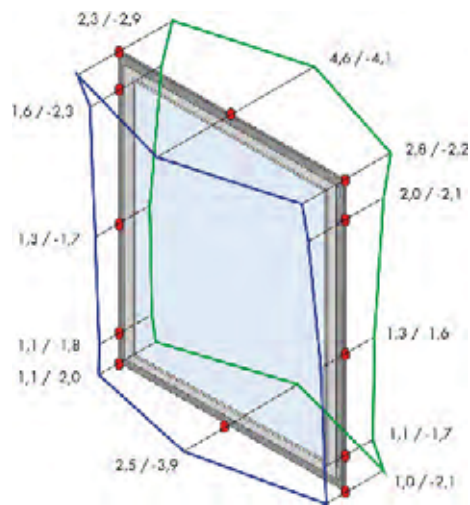


Bild 18. Maximale Verformung [mm] des Blendrahmens bei Druck-Sog-Wechselbelastung mit $P_2 = \pm 1000 \text{ Pa}$ [10]

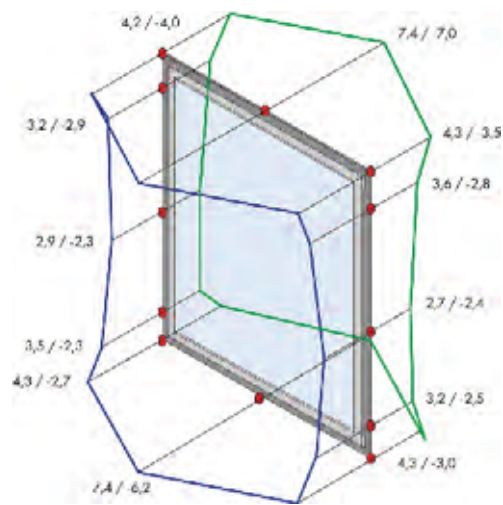


Bild 19. Maximale Verformung [mm] des Blendrahmens bei statischer Druckbelastung mit $P_1 = \pm 2000 \text{ Pa}$ [10]

Die Bilder 18 und 19 zeigen ebenfalls die Verformungen bei Versuchen in der Windklasse 5. Es handelte sich (wie beim bereits erwähnten Element) um ein einflügliges Fenster mit einer Größe von $1,23 \text{ m} \times 1,49 \text{ m}$ (Breite \times Höhe). Der Unterschied lag in der Montage-situation. Beide Fenster waren mit Abstandsmontageschrauben mit einem Außendurchmesser von $7,5 \text{ mm}$ befestigt. Das Element in den dargestellten Bildern war jedoch sowohl oben als auch unten nicht befestigt und der seitliche Befestigungsabstand lag in

einem Bereich von rund 60 cm . Die gemessenen Verformungen nehmen aufgrund der reduzierten Befestigeranzahl deutlich zu. In Bild 19 liegen diese teilweise über dem für Abdichtungssysteme vertretbaren Bereich von ca. 3 mm nach [7].

Die Bilder 20 und 21 zeigen die Verformungen bei einer einflügligen Fenstertür, ebenfalls wieder in der Windklasse 5. Hier wurde der seitliche Befestigungsabstand (AMO-Combi-Schraube $7,5/11,5 \text{ mm}$ mit Kunststoffdübel W-RD) auf im Mittel 35 cm reduziert, eine Be-

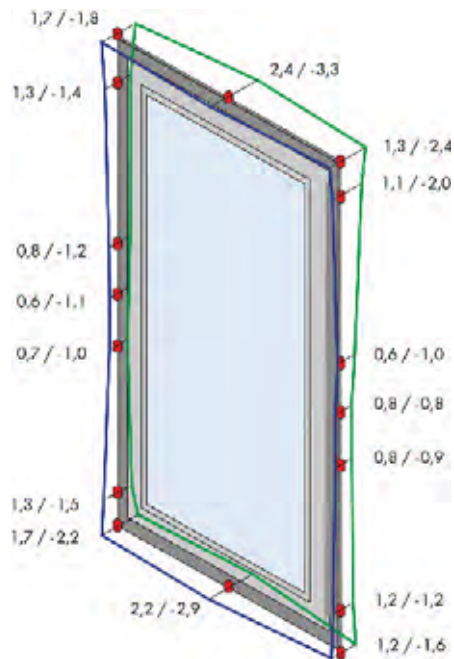


Bild 20. Maximale Verformung [mm] des Blendrahmens bei Druck-Sog-Wechselbelastung mit $P_2 = \pm 1000$ Pa [13]

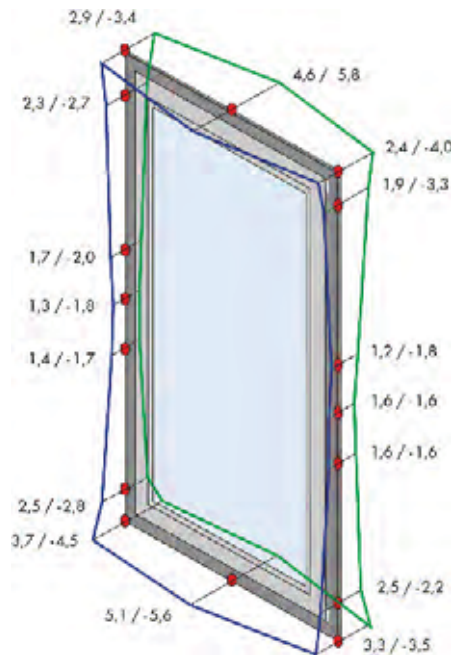


Bild 21. Maximale Verformung [mm] des Blendrahmens bei statischer Druckbelastung mit $P_1 = \pm 2000$ Pa [13]

festigung oben und unten erfolgte nicht. Durch die fehlende Befestigung oben und unten sind hier bereits bei 1000 Pa Verformungen im Bereich von 3 mm vorhanden. Bei Bemessungswindlast P_2 liegen die Verformungen sogar im Bereich von 5 bis 6 mm.

5.1.2 Auswirkung der Windbelastungen bei einem zweiflügligen Element

Vor allem die im Jahr 2012 durchgeführten Versuche mit einer zweiflügligen Kunststoffentertür (mit mittigem Pfosten) haben bei einer Größe von 2,0 m × 2,4 m (Breite × Höhe) deutlich aufgezeigt, mit welchen Verformungen bei einem derart großen Element bereits bei Windbelastungen der Klasse 3 (vgl. Tabelle 8) zu rechnen ist [15]. Durch geeignete Maßnahmen (Verstärkungsprofile und zusätzliche Befestiger) wurden die Einbausituation optimiert und die Versuche wiederholt. In den nachfolgenden Grafiken sind für die unterschiedlichen Einbausituationen bzw. Verstärkungsmaßnahmen auszugswweise die entsprechenden Verformungen bei den jeweiligen Windbelastungen dargestellt. Bild 22 zeigt die Anordnung der Messaufnehmer (M XX) und die Lage der Befestigungspunkte. Seitlich war der Blendrahmen der zweiflügligen Kunststoffentertür mit einem mittleren Achsabstand der Befestiger (AMO-Combi-Schraube 7,5/11,5 mm mit dem Kunststoffdübel W-RD) von 35 cm eingebaut worden. Das Element war bei allen Versuchen oberseitig nicht

befestigt. Diese Art des Einbaus simuliert das spätere Vorhandensein eines Rollladenkastens in der wirklichen Einbausituation auf der Baustelle. Für die erste Versuchsreihe war auch das untere horizontale Blendrahmenprofil der zweiflügligen Kunststoffentertür ohne Befestigung im Verankerungsgrund ausgeführt worden. Bild 23 zeigt für diese Einbausituation die gemessenen Verformungen bei einer Druck-Sog-Wechselbelastung

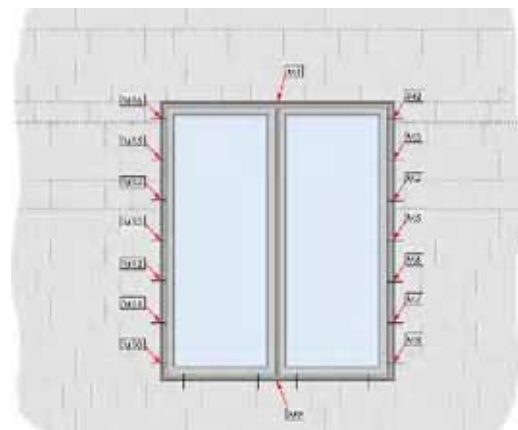


Bild 22. Anordnung der Messaufnehmer (M XX) und der Befestigungspunkte [15]

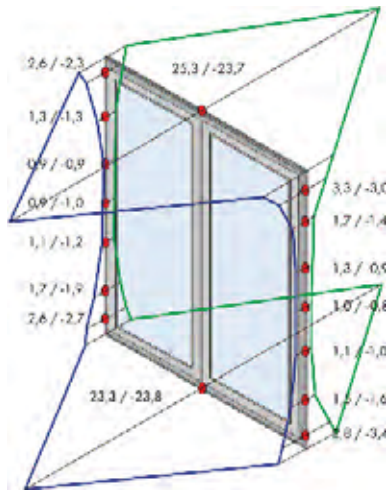


Bild 23. Maximale Verformungen [mm] des Blendrahmens bei Druck-Sog-Wechselbelastung $P_2 = \pm 600$ Pa, Ober- und Unterseite nicht befestigt [15]



Bild 24. Rohbauöffnung in der „Versuchswand“ mit zusätzlichem Ziegelsturz an der Unterseite

von $P_2 = \pm 600$ Pa (vgl. Tabelle 8). Aufgrund der fehlenden Befestigungen an Ober- und Unterseite traten hier – in Elementmitte – maximale Verformungen von über 20 mm in beide Richtungen auf.

Zur Reduzierung dieser Verformungen wurde im ersten Schritt das untere horizontale Blendrahmenprofil mit vier AMO-Combi-Schrauben 7,5/11,5 mm mit dem Kunststoffdübel W-RD befestigt. Der Abstand zwischen den beiden Dübeln je Türfeld betrug 60 cm (vgl. Bild 22). Die unterseitige Befestigung durch das Profil selbst war möglich, da die Rohbauöffnung auch im unteren Bereich mit einem Ziegelsturz ausgeführt worden war (Bild 24). Diese Art der Bauausführung hat den Vorteil, dass keine offene Wabenstruktur der Hochlochziegel (vgl. Bild 14) – wie sonst in Fensteröffnungen im Brüstungsbereich üblich – vorhanden ist. Durch diese einfache bauliche Maßnahme können Fenster an der Unterseite

mit normalen Befestigern montiert werden. Ein bauseitiges und oft problematisches „Verfüllen“ der Kammern der Hochlochziegel kann damit entfallen. Des Weiteren hat man eine saubere und glatte Aufstandsfläche für die Lastabtragung des Fensters nach unten sowie für den späteren Einbau der Abdichtung, die sonst ebenfalls ein Verschließen der offenen Wabenstruktur der Hochlochziegel erfordert. Derartige Stürze sind auch mit entsprechender Dämmstofffüllung lieferbar (Bild 25).

Im zweiten Schritt zur Reduzierung der Verformungen infolge von Windlasten wurde der Blendrahmen an der Oberseite durch ein Stahlprofil verstärkt, das außen auf das obere horizontale Blendrahmenprofil aufgeschraubt wurde (vgl. Bild 26).

Durch die unterseitige Befestigung im Ziegelsturz mit vier zusätzlichen Befestigern konnte dort bei gleicher Belastung die maximale Verformung von ca. 20 mm



Bild 25. Ziegelsturz mit Dämmkern



Bild 26. Oberseitige Verstärkung des Fensterprofils mit zusätzlichem Stahlprofil [15]

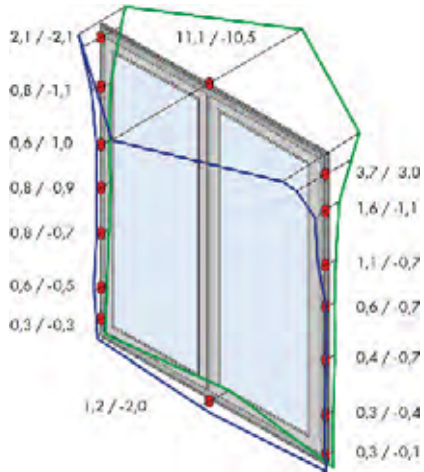


Bild 27. Maximale Verformung [mm] des Blendrahmens bei Druck-Sog-Wechselbelastung mit $P_2 = \pm 600$ Pa, Oberseite nicht befestigt, Verstärkung mit Profil [15]

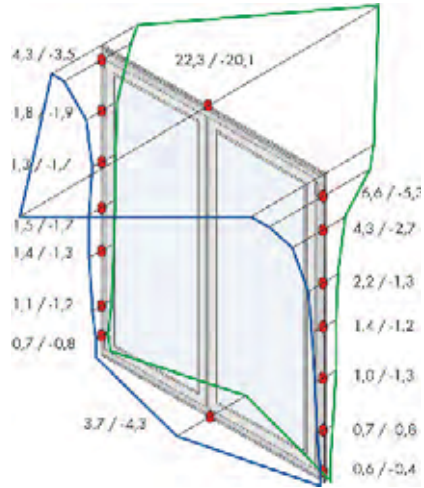


Bild 28. Maximale Verformung [mm] des Blendrahmens bei statischer Druckbelastung mit $P_1 = \pm 1200$ Pa, Oberseite nicht befestigt, Verstärkung mit Profil [15]

(vgl. Bild 23) auf ca. 2 mm, also um 90% reduziert werden (Bild 27). Auf der Oberseite war lediglich eine Reduzierung um 50% von ca. 20 auf ca. 10 mm möglich, was bedeutet, dass die zusätzliche Aussteifung des oberen horizontalen Blendrahmenprofils ohne Befestigung im Verankerungsgrund nicht ausreichte, um gebrauchstaugliche Verformungen (Abdichtung der Fuge zwischen Element und Wand) sicherzustellen (Bild 27). Bei Verdopplung der Windbelastung (Bemessungslast, Tabelle 8) auf $P_1 = 1.200$ Pa traten an der mit dem Stahlprofil verstärkten Oberseite wieder Verformungen von über 20 mm auf (Bild 28). Auch mit der unterseitigen Befestigung durch vier Dübel ergaben sich auf der Unterseite noch Verformungen von rund 4 mm (Bild 28). Dagegen konnten nahe den seitlichen Befestigungen – vor allem im unteren Bereich – nur Verformungen von ca. 1 mm gemessen werden. Hier hat sich

der reduzierte Achsabstand von 35 cm zwischen den Befestigern bewährt. Auf der Unterseite hätte der Abstand der Befestiger ebenfalls reduziert werden können, um die Verformungen auf einen für die Gebrauchstauglichkeit vertretbaren Bereich zu begrenzen. Im letzten Schritt wurde das bereits verstärkte obere horizontale Blendrahmenprofil durch ein zusätzliches Stahlrohr 40 mm × 50 mm weiter verstärkt (Bild 29). Dieses Stahlrohr wurde alle ca. 15 cm mit dem Stahl



Bild 29. Oberseitige Verstärkung des Fensterprofils mit Stahlprofil und Rohr [15]

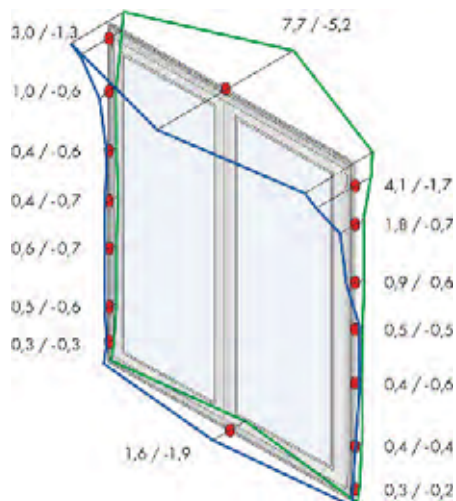


Bild 30. Maximale Verformung [mm] des Blendrahmens bei Druck-Sog-Wechselbelastung mit $P_2 = \pm 600$ Pa, Oberseite nicht befestigt, Verstärkung mit Profil und Rohr [15]

im Kunststofffensterprofil verschraubt. Selbst diese massive Verstärkungsmaßnahme zeigte, dass eine Reduzierung der maximalen Verformungen nur bis auf ca. 5 bis 7 mm möglich war (Bild 30, oben). Das bedeutet, dass die vorhandene Einbausituation der zweiflügeligen Kunststofffenstertür inklusive aller dargestellten Optimierungsmaßnahmen – ohne obere Befestigung – für die Windklasse 3 nicht ausreicht, um die Verformungen (je nach Abdichtungssystem) auf ein für die Gebrauchstauglichkeit vertretbares Maß von ca. 3 mm zu begrenzen.

5.2 Bedienkräfte nach DIN EN 13115

Fensterelemente müssen nicht nur sicher und dauerhaft am Untergrund befestigt werden, sie müssen in der Regel auch geöffnet und geschlossen werden können (Ausnahme Festverglasung). Dabei gibt es Grenzwerte für die Bedienbarkeit, die nicht überschritten werden sollten. Die einzelnen Klassen zeigt Tabelle 11, die Prüfung erfolgt entsprechend DIN EN 12046-1. Diese Grenzwerte sind so festgelegt, dass auch Kinder, ältere Personen oder Personen mit körperlichen Einschränkungen diese Fensterelemente noch öffnen und schließen können. Seitens der Gütegemeinschaft Fenster und Haustüren e.V. wird für Fenster in [18] die Klasse 1 nach Tabelle 11 als Mindestanforderung empfohlen. Die Montage der Befestiger im Untergrund kann auf diese Anforderung einen direkten Einfluss haben. Werden Befestigungssysteme eingesetzt, die zu einer Verspannung des Fensterrahmens in der Wandöffnung führen, kann dies zum Klemmen der Fensterflügel und damit zu hohen Bedienkräften, vor allem unter Temperatureinfluss (vgl. Abschn. 5.5), führen. Aus diesem Grund ist es empfehlenswert, Befestigungssysteme einzusetzen, die eine weitgehend spannungsfreie Montage der Elemente ermöglichen. Die einfachsten Befestigungssysteme, die diese Anforderungen erfüllen, sind beispielsweise die selbstschneidenden Abstandsmontageschrauben. Durch Schrauben bzw. Befestiger, die nur über einen kleinen bzw. gar keinen Schraubkopf verfügen (vgl. Bild 31), wird vermieden, dass der Rahmen bei der Montage zum Untergrund gezogen und damit bereits bei der Montage verspannt wird. Werden Abstandsmontageschrauben mit z. B. Panheadkopf verwendet (vgl. Bild 32), muss bei der Montage darauf geachtet werden, dass der Fensterrahmen nicht zum Untergrund gezogen und dabei verzogen wird.

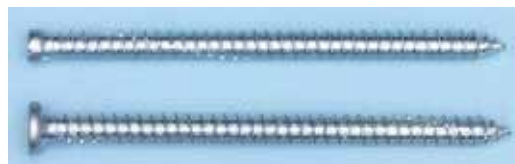


Bild 31. Unterschiedliche Kopfformen bei selbstschneidenden Abstandsmontageschrauben



Bild 32. Montage eines Fensterrahmens mit einer Abstandsmontageschraube mit Panheadkopf

5.3 Mechanische Festigkeit nach DIN EN 13115

Durch die Prüfung der mechanischen Festigkeit nach DIN EN 14608 und 14609 soll der üblicherweise vom Nutzer zu erwartende Missbrauch im Rahmen der Nutzung geprüft werden, z. B. ein unbeabsichtigtes Belasten des Fensterflügels beim Fensterputzen oder das Anhängen von Gegenständen an einen Fenster- oder Türflügel. Es gibt keine bauaufsichtlichen Anforderungen in Bezug auf die mechanische Festigkeit, d. h. es handelt sich um ein reines „Komfort-Merkmal“, das gesondert vereinbart werden muss. Wird dieses Merkmal jedoch vereinbart, dann hat dies direkte Auswirkungen auf die Befestigung des Fensterelementes und muss bei der Auswahl der Befestiger berücksichtigt werden. Diese Prüfung erfolgt durch Anbringen von Zusatzgewichten (statische Ersatzlast) am Fensterflügel (vgl. Bild 33). Bedingt durch den recht großen Hebelarm (90°-Öffnung des Fensterflügels) können durch die zusätzliche Belastung ebenfalls hohe Kräfte auf die Befestiger resultieren. Deshalb sind diese Belastungen bei der Auswahl der Befestiger ebenfalls zu berücksichti-

Tabelle 11. Klassifizierung von Bedienkräften für Fenster (Tabelle 1 aus DIN EN 13115)

Prüfung	Widerstandsfähigkeit gegen Bedienkräfte	Klasse 0	Klasse 1	Klasse 2
3	a) Schiebe- oder Flügel Fenster	–	100 N	30 N
	b) Beschläge 1) Hebelgriffe (handbetätigt) 2) fingerbetätigt	–	100 N oder 10 Nm 50 N oder 5 Nm	30 N oder 5 Nm 20 N oder 2 Nm

Tabelle 12. Klassifizierung für Vertikallasten und statische Verwindung nach DIN EN 13115

Prüfung	Widerstandsfähigkeit gegen	Klasse 0	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4
1	Vertikallasten	–	200 N	400 N	600 N	800 N
2	Statische Verwindung	–	200 N	250 N	300 N	350 N

gen (vgl. Berechnungsbeispiel Abschn. 7), wenn diese Anforderungen an das Element selbst gestellt werden. Die Gütegemeinschaft Fenster und Haustüren e.V. empfiehlt hier in [18] für Fenster die Klasse 3 nach Tabelle 12 als Mindestanforderung sowohl für die Widerstandsfähigkeit gegenüber Vertikallasten als auch für die Widerstandsfähigkeit gegen statische Verwindung durch beispielsweise Torsionsbelastungen aus klemmenden Fensterflügeln.

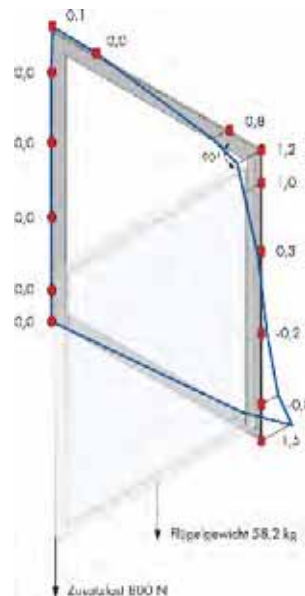
In [12] wurden Versuche mit einem einflügligen Fensterelement, befestigt mit Abstandmontageschrauben AMO-Y 7,5 mm in Porenbeton PP2-035 und einer zusätzlichen Vertikallast von 800 N (entsprechend Klasse 4 nach Tabelle 12) durchgeführt. Im ersten Schritt der Prüfung wurde bei einer Fensterhöhe von 1,49 m (Breite 1,23 m) mit drei Schrauben pro Seite, d.h. mit einem Schraubenabstand von rund 60 cm, geprüft. Dabei kam es direkt beim Anbringen der Vertikallast in Höhe von 800 N (Flügelgewicht 58,2 kg) zu einem Versagen der Befestigung auf der Bandseite. Im zweiten Schritt wurde an jeder Seite mit vier Schrauben (Abstand im Mittel ca. 40 cm) befestigt. Des Weiteren wurden auf der Unterseite zwei Schrauben mit einem Eckabstand von jeweils ca. 15 cm eingeschraubt. Damit konnte erreicht werden, dass die Verformungen bei Aufbringen der Vertikallast in einem für die Gebrauchstauglichkeit vertretbaren Bereich begrenzt werden konnten. Bild 34 zeigt die Verformungen der endgültigen Befestigungslösung mit umlaufender Befestigung und seitlichem Befestigungsabstand von rund 40 cm. Die oberseitige Befestigung wurde aufgrund der Dauerfunktionsversuche (vgl. Abschn. 5.4) notwendig, da hier die im zweiten

**Bild 33.** Versuch zur Überprüfung der Verformung bei statischer Zusatzlast am Fensterflügel [15]

Schritt gewählte Befestigung seitlich und unten (Simulation Rollladenkasten oben) zu einem Versagen der Befestigung geführt hatte. Durch die umlaufende Befestigung und die reduzierten seitlichen Abstände konnten die Verformungen bei Anbringen der Zusatzlast auf maximal 1,5 mm begrenzt werden.

Bild 35 zeigt die Verformungen bei gleicher Fenstergröße und einem seitlichen Befestigungsabstand von rund 60 cm bei einer Befestigung mit Abstandmontageschrauben AMO-III 7,5 mm in einem Kalksandvollstein. Durch das ca. 15 kg höhere Flügelgewicht (72,5 kg anstatt 58,2 kg) und die rein seitliche Befestigung kann eine deutliche Zunahme der Verformung beobachtet werden. In diesem Falle hätte zur Reduzierung der Verformungen ebenfalls der Befestigungsabstand verringert werden, d.h. die seitliche Befestigung mit vier Schrauben erfolgen können.

Bild 36 zeigt die Verformungen bei einer Fenstertür mit einer Größe von 1,176 m × 2,576 m (Breite × Höhe). Hier wurde ebenfalls nur an der Seite mit in den Kunststoffdübel W-RD eingeschraubten AMO-III-Schrauben befestigt, auf eine ober- und unterseitige Befestigung wurde verzichtet. Durch die reduzierten seitlichen Befestigungsabstände von im Mittel 35 cm konnten bei einem

**Bild 34.** Verformung [mm] des Blendrahmens bei geöffnetem Flügel (Eigengewicht 58,2 kg) und einer Zusatzlast von 800 N [12]

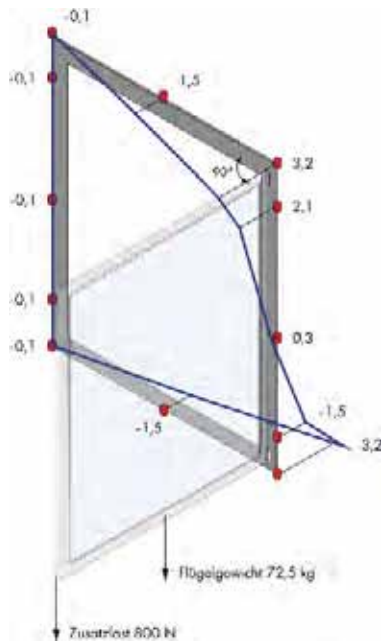


Bild 35. Verformung [mm] des Blendrahmens bei geöffnetem Flügel (Eigengewicht 72,5 kg) und einer Zusatzlast von 800 N [10]

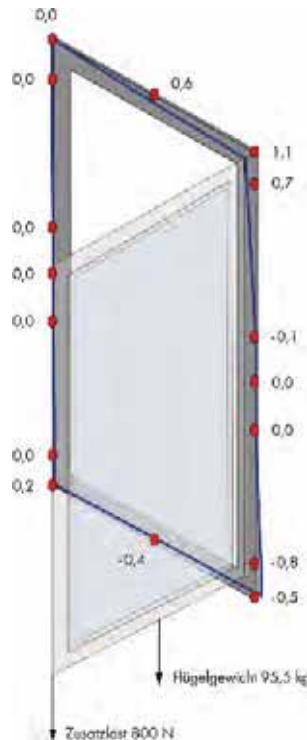


Bild 36. Verformung [mm] des Blendrahmens bei geöffnetem Flügel (Eigengewicht 95,5 kg) und einer Zusatzlast von 800 N [13]

Flügelgewicht von 95,5 kg und einer zusätzlichen Vertikallast in Höhe von 800 N die Verformungen im Bereich von maximal einem Millimeter begrenzt werden.

5.4 Dauerfunktion nach DIN EN 12400

Im Rahmen der Prüfung zur Dauerfunktion nach DIN EN 12400 wird die reguläre Nutzung eines Fensters simuliert. Dabei wird das Fenster in einen Prüfstand eingebaut, der es ermöglicht, das Fenster zu öffnen und zu schließen. Dieser Dauerfunktionsversuch offenbart die Schwachstellen eines Fensters und seiner Befestigung oft erst nach mehreren tausend Öffnungs- und Schließvorgängen.

Für die normale Fensterprüfung sind deshalb 10.000 Zyklen vorgesehen (Tabelle 13). Prüfungen mit dieser Zyklanzahl können aber nicht eins zu eins beispielsweise für Haustüren verwendet werden. Bei einer Eingangstür eines Ladengeschäftes, das täglich von sehr vielen Menschen betreten wird, ist es offensichtlich, dass 10.000 Zyklen in sehr kurzer Zeit erreicht werden. Aus diesem Grund empfiehlt die Gütegemeinschaft Fenster und Haustüren e. V. in [18] für Fenster 10.000 Zyklen und für normale Haustüren 100.000 Zyklen als Mindestanforderung. Deshalb können Prüfungen für Fensterbefestiger in der Regel auch nicht direkt auf Haustüren übertragen werden. Aus den bisher von der Adolf Würth GmbH & Co. KG durchgeführten Versuchen am ift in Rosenheim kann jedoch abgeleitet wer-

den, dass dieser Versuch mit die höchsten Anforderungen an die Kombination Untergrund/Befestiger stellt. Das Problematische daran ist, dass man in der Praxis nach dem Einbau des Fenster- bzw. Türelements oft den Eindruck hat, dass das Element fest am Untergrund verankert ist, nicht tragfähige Befestigungen aber häufig oft erst nach Jahren auffallen, wenn die Elemente eine gewisse Anzahl an Öffnungs- und Schließvorgängen hinter sich haben. Eine Abschätzung, ob ein Befestigungssystem im entsprechenden Untergrund geeignet und dauerhaft eingesetzt werden kann, liefern exemplarisch die entsprechenden Prüfberichte (z. B. [9] bis [15]) der Befestigungsmittelhersteller.

Tabelle 13. Zyklanzahl zur Klassifizierung der Beanspruchung von Fenstern und Haustüren nach DIN EN 12400

Klasse	Anzahl der Zyklen	Element	Beanspruchung
0	–	Türen und Fenster	leicht
1	5.000		mittel
2	10.000		stark
3	20.000	nur Türen	mittel
4	50.000		normal
5	100.000		häufig
6	200.000		stark
7	500.000		sehr oft
8	1.000.000		

5.4.1 Prüfung von Fenstern und Fenstertüren

Bei Vorprüfungen in Porenbeton [12] hat sich bei den Dauerfunktionsversuchen beispielsweise gezeigt, dass sich die Befestiger durch die Öffnungs- und Schließvorgänge ins Untergrundmaterial eindrücken und damit lösen können. Als Lösung für eine funktionsfähige Befestigung wurde im Rahmen dieser Prüfung das Fensterelement – aufgrund dieser Ergebnisse – umlaufend befestigt, um die entsprechende Gebrauchstauglichkeit nachweisen zu können.

Aus den vorliegenden Erfahrungen, z. B. der Dauerfunktionsversuche, hat die Firma YTONG für den Planstein P1,6-0,25 entsprechende anwendungstechnische Auflagen [21] erarbeitet, die bereits bei der Gebäudeplanung berücksichtigt werden müssen. Im Einzelnen wurde dort festgelegt, dass:

- ausreichend dimensionierte Trag- und Distanzklötze eingebaut werden müssen,
- die Befestigung umlaufend nach [4] bzw. [18] zu erfolgen hat,
- mit nicht spreizenden Befestigungsmitteln, z. B. der AMO-Y-Schraube oder Injektionsdübeln, auszuführen ist,



Bild 37. Haustür zur Prüfung der möglichen Öffnungs- und Schließvorgänge

- bei großen und schweren Elementen im Brüstungsbereich ein Fenstersturz eingebaut werden muss, um das Element dort zu verankern und
- Rollladensysteme so ausgewählt werden müssen, dass eine oberseitige Befestigung im Sturzbereich möglich ist.

5.4.2 Prüfung von Haustüren

In der Regel werden Haustüren bei den Öffnungs- und Schließvorgängen höheren Belastungen ausgesetzt als normale Fenster oder Fenstertüren (vgl. Tabelle 13). Dies liegt zum einen daran, dass Haustüren deutlich öfter geöffnet und geschlossen werden, zum anderen an dynamischen Lasten, die z. B. aus einem kräftigen Zuschlagen der Tür resultieren. Bild 37 zeigt eine in einem Prüfstand befestigte Haustür, die mit einer Zyklenanzahl von über 100.000 Vorgängen geprüft wurde.

5.5 Differenzklimaverhalten nach DIN EN 13420

Durch die Montagesituation der Fenster, z. B. in einer Außenwand, sind diese im Rahmen ihrer bestimmungsgemäßen Nutzung teilweise hohen Temperaturunterschieden zwischen Innen- und Außenseite ausgesetzt. Bedingt durch den Wechsel der Jahreszeiten kann die wärmere Seite sowohl innen als auch außen auftreten. Diese Temperaturunterschiede führen zu unterschiedlichen Längenausdehnungen des Fensterelements. Durch die Versuche in Anlehnung an DIN EN 13420 soll aufgezeigt werden, wie sich das Gesamtsystem bei unterschiedlichen Temperaturbelastungen verhält. Dabei ist beispielsweise denkbar, dass ein Fenstersystem durch die Wahl des Befestigungssystems in seiner Wärmeausdehnung behindert werden kann und es u. a. zu höheren Bedienkräften durch Zwängungen kommt. Deshalb ist es auch wichtig, dass solche Temperaturunterschiede und die dabei auftretenden Verformungen vom Befestigungssystem aufgenommen werden können. In [9] bis [15] wurde dieses Verformungsverhalten des Gesamtsystems aus Fenster, Befestiger und Untergrund durch die Prüfung von 10 Zyklen mit einer Außentemperatur von rund 60 °C bzw. –15 °C und Raumtemperatur auf der Innenseite simuliert (vgl. Bild 38).

Die nachfolgenden Bilder zeigen exemplarisch die in den Versuchen gemessenen Verformungen, wobei

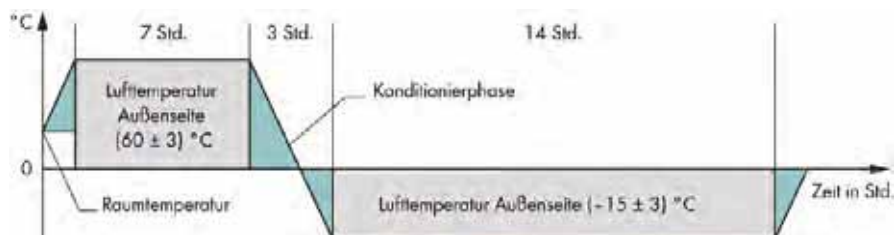


Bild 38. Temperaturwechselbelastung für einen Zyklus [15]

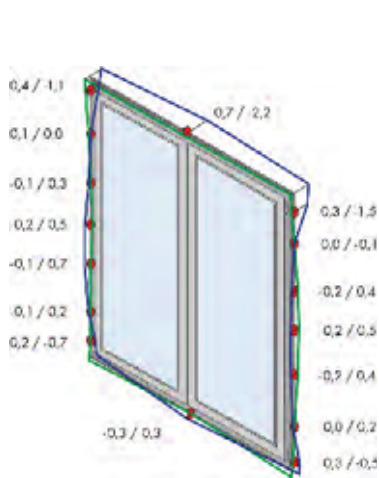


Bild 39. Maximale Verformung [mm] unter Temperaturwechselbelastung zwischen +60°C und -15°C [15]

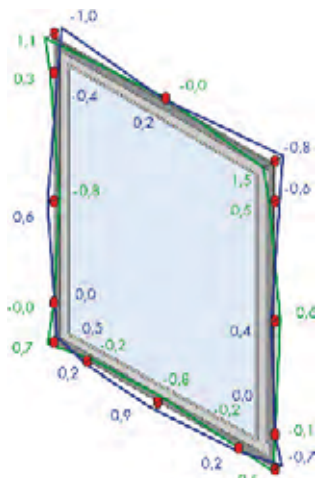


Bild 40. Maximale Verformung [mm] unter Temperaturwechselbelastung zwischen +60°C und -15°C [12]

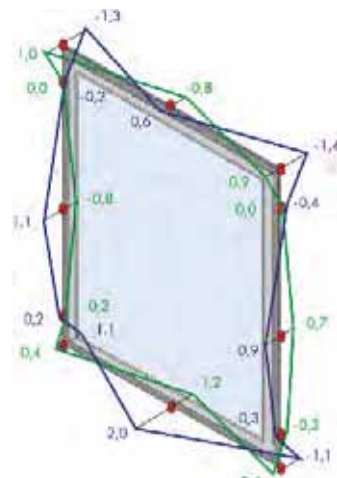


Bild 41. Maximale Verformung [mm] unter Temperaturwechselbelastung zwischen +60°C und -15°C [10]



Bild 42. Putzanschlüsse an Fensterprofile [19]

Bild 39 ein zweiflügliges Fenster ohne obere Befestigung, d.h. nur mit seitlicher und unterer Befestigung (vgl. Bild 22), Bild 40 ein ebenfalls oben nicht befestigtes, einflügliges Fenster und Bild 41 ein nur an der Seite befestigtes, einflügliges Fenster darstellt. Im Gegensatz zum Fenster in Bild 40 wurden beim Fenster in Bild 41 die Befestigungsabstände außerdem von rund 40 cm auf 60 cm erhöht.

Die Diagramme zeigen deutlich, dass sich Kunststofffensterprofile unter Temperaturbelastung im Millimeterbereich verformen. Nach [20] ergeben sich bei weißen PVC-U-Fenstern pro 1 m Fensterbreite Längenänderungen von $\pm 1,25$ mm; bei farbigen Oberflächen verdoppelt sich dieser Wert sogar, da bei farbigen Oberflächen die Oberflächentemperatur im Sommer deutlich über der bei weißen Oberflächen liegt.

Diese Verformungen im Bereich der Anschlussfuge sind u. a. ein Grund dafür, dass Fenster nicht starr anputzt werden sollen. Mögliche Anschluss-Systeme

können Bild 42 entnommen werden. Dabei ist immer darauf zu achten, dass zwischen Fensterprofil und Putz eine „Trennschicht“ eingefügt wird, um die auftretenden Bewegungen zu ermöglichen.

5.6 Stoßfestigkeit nach DIN EN 13049

Durch die Prüfung der Stoßfestigkeit soll eine unplanmäßige Nutzung der Fenster simuliert werden. Diese Prüfung darf nicht mit den Anforderungen an eine absturzsichernde Verglasung verwechselt werden, die im folgenden Abschnitt 6 beschrieben wird. Im Rahmen der Klassifizierung der Stoßfestigkeit wird das Element nach erfolgreicher Prüfung in die in Tabelle 14 angegebenen Klassen eingeteilt. Dabei hängt die Einteilung von der jeweils positiv geprüften Fallhöhe eines Doppelreifendels mit einer Gesamtmasse von 50 kg ab. Bild 43 zeigt einen typischen Prüfaufbau zur Simulation der Stoßfestigkeit.

Die Prüfungen sind einzeln durchzuführen, ein Stoß je Prüfkörper. Der gefährlichste Aufschlagpunkt ist z. B. durch Vorprüfungen oder Berechnungen zu wählen, um auf Folgendes zu treffen:

- den Mittelpunkt der Füllung oder
- eine Ecke der Füllung oder
- den Mittelpunkt der längsten Kante der größten Fläche der Füllung.

Die Aufschlagrichtung ist vom Antragsteller oder Hersteller festzulegen.

Tabelle 14. Belastungsstufen und Fallhöhen gemäß DIN EN 13049 zur Ermittlung der Stoßfestigkeit

Klassifizierung	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4	Klasse 5
Fallhöhe [mm]	200	300	450	700	950



Bild 43. Simulation einer unplanmäßigen Nutzung mit einem Doppelreifenpendel [15]

6 Absturzsichernde Verglasungen

Durch die Stoßprüfung bei Fenstern nach DIN EN 13049 (im Rahmen der Prüfung nach DIN EN 14351) wird nicht automatisch der Nachweis erbracht, dass das geprüfte Fenster auch die Anforderungen der TRAV, den „Technischen Regeln für absturzsichernde Verglasungen“ [22] des DIBt, bzw. die Anforderungen an DIN 18008-4 (vgl. Abschn. 3.3.3) erfüllt. Sowohl nach TRAV als auch nach DIN 18008-4:2013-07 wird ebenfalls eine Pendelschlagprüfung mit einem Doppelreifenpendel mit einer Gesamtmasse von 50 kg durchgeführt, allerdings differieren gegenüber der Stoßprüfung nach DIN EN 13049 (vgl. Abschn. 5.6) die Fallhöhen (s. Tabelle 15) und die Bereiche, in denen das Pendel auf das Fenster trifft („Aufreffflächen“ – vgl. Bild 44).

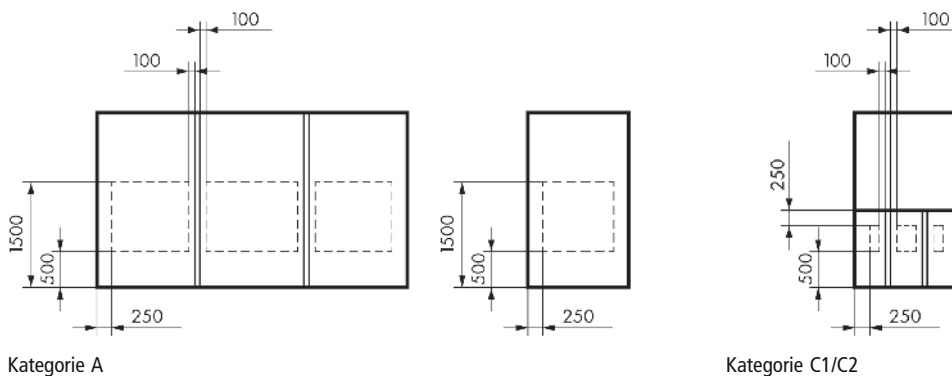
Darüber hinaus sind nach Abschnitt 3.3.3 auch statische horizontale Linien- und Holmlasten in einem Standsicherheitsnachweis nach den anerkannten Regeln der Technik zu berücksichtigen und deren Weiterleitung in den tragenden Verankerungsgrund (in das tragende Bauteil) nachzuweisen.

Außerdem werden – gegenüber den Anforderungen nach DIN EN 13049 – besondere Anforderungen an die Rahmenkonstruktion und die zu verwendenden Glasarten gestellt.

Vor allem bei Verankerungsgründen wie beispielsweise Steinen mit sehr dünnen Stegen (vgl. Bild 14 b) und geringen Druckfestigkeiten kann es sehr schwer werden, die erforderlichen Bemessungslasten aus den Anforderungen einer absturzsichernden Verglasung für die Kombination Dübel/Verankerungsgrund nachzuweisen. Außerdem können hier geringe Randabstände zu einem

Tabelle 15. Pendelfallhöhen für die Verglasungskategorien nach TRAV und DIN 18008-4:2013-07

Kategorie	A	B	C
Pendelfallhöhe h [mm]	900	700	450



Kategorie A

Kategorie C1/C2

Bild 44. Auftreffflächen für stoßartige Einwirkungen (auszugsweise) nach DIN 18008-4 (bzw. TRAV) – vgl. mit Bild 7

Versagen des Untergrundes bei einem Anprall führen, d. h. das gesamte Element kann sich aus dem umgebenden Mauerwerk lösen, weil es zu einem Ausbrechen der Steine im Bereich der Dübel kommt. Hier sind deshalb immer weitere Überlegungen bei der Planung derartiger Elemente anzustellen, um zu ermitteln, ob in den entsprechenden Verankerungsgründen überhaupt die Anforderungen an die Absturzsicherheit von der gewählten Befestigungsart erfüllt werden können oder ob weitere konstruktive Maßnahmen notwendig sind. Dies ist auch deshalb notwendig, weil die Zulassungen für Dübel in der Regel nicht auf stoßartige Belastungen ausgelegt sind. In der Praxis wird daher oft mit einer statischen Ersatzlast („quasi-statisch“) gerechnet, um einen Anprall überhaupt bemessen zu können, bzw. werden die Stoßlasten direkt über eine entsprechende konstruktive Ausbildung der Anbindung an das Mauerwerk und nicht über die Dübel in den Untergrund eingeleitet.

7 Abschätzung der Einwirkungen auf die Fensterbefestiger

In [4] wurde im Jahr 2010 erstmals ein Rechenmodell für die rechnerische Abschätzung der Einwirkungen auf ein Fensterelement vorgestellt. Im Nachfolgenden wird das Rechenmodell anhand eines dem RAL-Montageleitfaden [4] entnommenen Beispiels (Bild 45) näher erläutert.

Im ersten Schritt für eine Berechnung der auf einen Befestiger einwirkenden Belastungen sind die Befestigungsabstände durch eine erste Abschätzung festzulegen. Diese Abschätzung muss dann – je nach Resultat der nachfolgenden Schritte – eventuell verändert werden. Für eine grobe erste Planung liefert [4] mit Bild 47 einen ersten Anhaltswert. Dabei ist jedoch besonders darauf zu achten, dass die in der Literatur angegebenen Abstände zwischen den einzelnen Befestigern maxima-

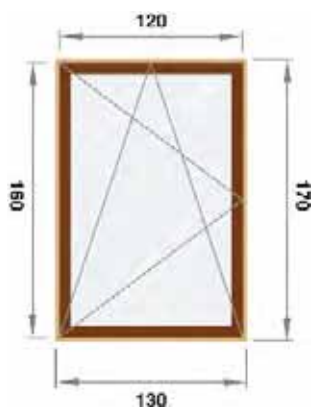
le Abstände darstellen und keinesfalls als fest vorgegebene Abstände zu verstehen sind.

Gerade bei modernen, dreifach verglasten Elementen und porösen Untergründen ist es empfehlenswert, diese Abstände teilweise deutlich zu verringern, um damit gleichzeitig die Belastung auf die einzelnen Befestiger zu reduzieren (vgl. z. B. [11–15]). In Abschnitt 5.1.2 wurde außerdem dargestellt, welche Auswirkungen ein Verzicht auf eine umlaufende Befestigung – entgegen den Empfehlungen in [4] – bei einem zweiflügligen Element haben kann, wenn das Element nicht für eine derartige Montagesituation ausgelegt wurde.

Im Rechenbeispiel (Bild 45) wurde der maximale Abstand von 70 cm gewählt, um die maximal auftretenden Belastungen verdeutlichen zu können. Bei der Wahl der Lage der Befestiger ist es ebenfalls empfehlenswert, Fensterelemente standardmäßig umlaufend zu befestigen, d. h. auch oben und unten Befestiger vorzusehen. Das Rechenmodell enthält aber auch eine Möglichkeit, eine Berechnung für eine rein seitliche Befestigung durchzuführen (Bild 51). Der Verzicht auf obere und untere Befestigungspunkte führt jedoch zu höheren Belastungen der Befestiger an der Fensterseite. Muss auf eine Befestigung oben und unten ganz verzichtet werden, weil beispielsweise bauseits auf der Oberseite ein Rollladenkasten vorgesehen wird, sind immer weitere Überlegungen anzustellen bzw. ist zu prüfen, ob die Lastweiterleitung in den Untergrund allein durch eine reine seitliche Befestigung sichergestellt werden kann. Im nächsten Schritt werden die Gewichte der einzelnen Bauteile ermittelt und die daraus resultierenden Lasten zusammengestellt. Anhaltspunkte für typische Rahmen- und Glasgewichte enthält [4].

Mit den ermittelten Lasten können die entsprechenden Einwirkungen berechnet werden. Die vertikalen Auflagerkräfte aus dem Eigengewicht des Fensters ergeben sich bei geschlossenem Flügel zu:

$$V_1 = V_2 = G_{\text{Fenster}}/2 = 0,88 \text{ kN}/2 = 0,44 \text{ kN} \quad (1)$$



- Kunststofffenster mit Stahlarmierung und Dreifach-Isolierverglasung im Aufbau 4/12/4/12/4 (4 = Glasdicke; 12 = Zwischenraumbreite, jeweils in [mm])
 - Gebäudestandort: Frankfurt
 - Einbauhöhe: 18 m
 - Einbaulage in der Laibung der tragenden Wand
 - Zu berücksichtigende, vertikale Nutzlast am geöffneten Flügel: $P = 600 \text{ N}$
- Maßangaben in cm

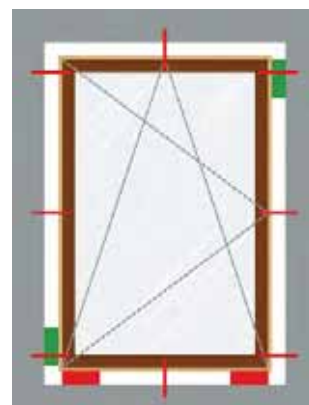


Bild 45. Rechenbeispiel, entnommen aus [4]

Bild 46. Erster Schritt: Festlegung der Befestigungsabstände [4]

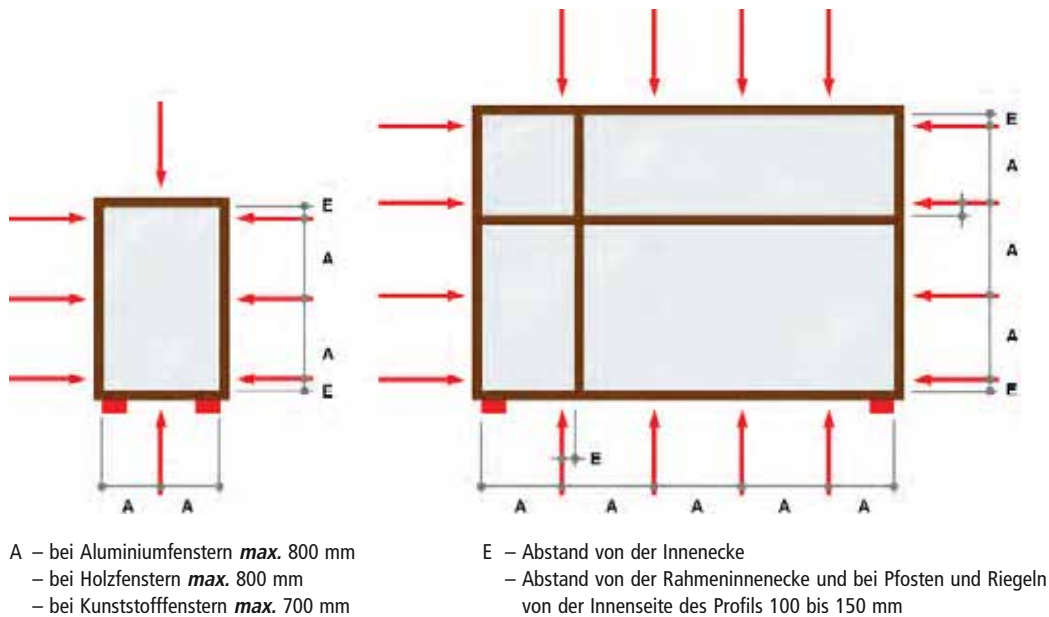


Bild 47. Befestigungsabstände nach [4]

Die höchsten Einwirkungen in Wandebene ergeben sich aus dem Eigengewicht und vertikaler Nutzlast (P, Definition siehe vorherige Abschnitte – vgl. Bild 12 bzw. Bild 33), die je nach Anforderung festgelegt wird, bei minimal geöffnetem Flügel auf der Bandseite:

$$V_1 = G_{\text{Flügel}} + G_{\text{Blendrahmen}/2} + P = 0,68 \text{ kN} + 0,1 \text{ kN} + 0,60 \text{ kN} = 1,38 \text{ kN} \quad (2)$$

$$H_1 = H_2 = b/h \cdot (G_{\text{Flügel}}/2 + P) = 1,2 \text{ m} / 1,6 \text{ m} \cdot (0,68 \text{ kN}/2 + 0,60 \text{ kN}) = 0,71 \text{ kN} \quad (3)$$

Die Einwirkungen in Wandebene können entweder von Befestigern oder von sogenannten Trag- und Distanzklötzen übernommen werden. Die schematische Lage

der Klötze bei einem Dreh-Kippflügel zeigt Bild 49. Bei zweiflügligen Dreh-Kippelementen sollte die mögliche Lage der Distanzklötze mit dem Fenster- bzw. Profilverhersteller abgeklärt werden, um ein Einspannen des Elements z.B. bei Temperaturbelastungen zu vermeiden. Aufgrund der hohen Vertikallasten bei leicht geöffnetem Fensterflügel sollte auf die Tragklötze an der Unterseite des Fensters nicht verzichtet werden. Es ist bei der Auswahl der Tragklötze ebenfalls darauf zu achten, dass diese ausreichend dimensioniert werden (Aufstandsfläche), um bei Untergründen mit geringer Druckfestigkeit ein Eindringen in den Untergrund zu vermeiden, und aus einem geeigneten und dauerhaften Material bestehen. Auf die seitlich am Fenster angebrachten Distanzklötze sollte nur dann verzichtet werden, wenn das Befestigungssystem in der Lage ist, die auftretenden

Tabelle 16. Annahmen zu den Gewichten von Rahmen und Glas nach [4]

Zeile	Bauteil	Rechenweg	Ergebnis
1	Blendrahmen	$(2 \cdot 1,3 \text{ m} + 2 \cdot 1,7 \text{ m}) \cdot 3,5 \text{ kg/m}$	21,0 kg
2	Flügelrahmen	$(2 \cdot 1,2 \text{ m} + 2 \cdot 1,6 \text{ m}) \cdot 3,5 \text{ kg/m}$	19,6 kg
3	Isolierglas	$2,5 \text{ kg}/(\text{mm und m}^2) \cdot (3 \cdot 4 \text{ mm}) \cdot (1,1 \cdot 1,5) \text{ m}^2$	49,5 kg
4	Fenster	(Zeile 1 + 2 + 3)	90,1 kg
5	Eigenlast G_{Fenster}	$90,1 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2$	0,88 kN
6	Flügel	(Zeile 2 + 3)	69,1 kg
7	Eigenlast $G_{\text{Flügel}}$	$69,1 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2$	0,68 kN

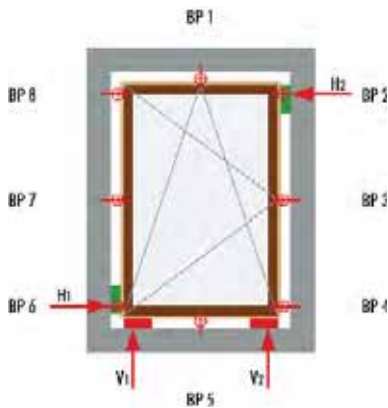


Bild 48. Ermittlung der Einwirkungen in Wandebene

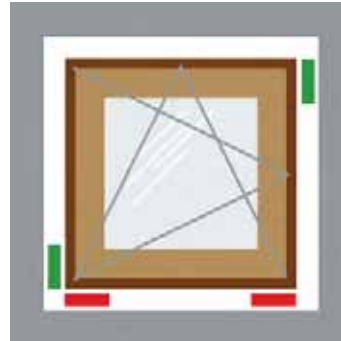


Bild 49. Lage der Trag- (unten) und Distanzklötze (Seite) bei einem Dreh-Kippflügel

Zug- und Druckkräfte in den Untergrund einzuleiten. Bei wenig tragfähigen Untergründen kann geprüft werden, ob durch eine Verringerung der Abstände zwischen den Befestigern die maximale Belastung der einzelnen Befestiger soweit reduziert werden kann, dass diese Anforderungen erfüllt werden können. Ein Versuch in Porenbetonmauerwerk PP2-0,35 [12] hat hier exemplarisch gezeigt, dass bei Anordnung der Befestiger mit einem Abstand von ca. 15 cm aus der Rahmenecke (oben/unten und seitlich) und einer umlaufenden Befestigung auf die seitlichen Distanzklötze verzichtet werden konnte. Diese Möglichkeit der Lastverteilung sieht das Rechenmodell nach [4] derzeit jedoch noch nicht vor. Deshalb sind hier immer Überlegungen, direkt auf den Befestigungsfall bezogen, anzustellen.

Zusätzlich zu den Lasten in Wandebene müssen die Lasten rechtwinklig dazu berücksichtigt werden. Dazu gehören die maximale Last aus Eigengewicht und vertikaler Nutzlast bei um 90° geöffnetem Flügel (vgl. Bild 33) auf der Bandseite und die Einwirkung aus den auftretenden Windlasten.

Die Einwirkung aus Eigengewicht und vertikaler Nutzlast bei 90° geöffnetem Flügel auf der Bandseite entspricht den bereits ermittelten Lasten $H_1 = H_2$, wirkt jedoch in diesem Lastfall als Querlast und nicht als Zug- bzw. Drucklast auf die Befestiger.

Für die Ermittlung der Einwirkungen aus Windlast sieht [4] zwei mögliche Rechenwege vor. Es wird dabei unterschieden, ob das Fensterelement umlaufend (Bild 50) oder nur seitlich (Bild 51) befestigt wird. Bei einer umlaufenden Befestigung liegen nach [4] folgende Annahmen zur Anwendung des Rechenmodells zugrunde:

- keine Unterteilung durch Pfosten und Riegel,
- umlaufende Befestigung mit gleichmäßigen Befestigungsabständen,
- gleichmäßige Verteilung der Windlast auf alle Befestigungspunkte.

Die Querlast je Befestigungspunkt (BP) wird hier ermittelt, indem die Windlast mit der Fensterfläche mul-

tipliziert und eine gleichmäßige Verteilung der Windlast auf alle Befestiger angenommen wird.

Bei einer reinen seitlichen Befestigung liegen dem vereinfachten Rechenmodell nach [4] folgende Annahmen zugrunde:

- keine Unterteilung durch Pfosten und Riegel,
- zweiseitige Befestigung mit gleichmäßigen Befestigungsabständen,
- maximale Auflagerkraft beim mittleren Auflager.

Für die Annahme der Windlast w stehen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung. Beispielsweise stellt das DIBt auf seiner Internetseite eine Excel-Datei zur Verfügung, die für Deutschland die Windzonen, nach Verwaltungsgrenzen sortiert, enthält [24]. Für das Rechenbeispiel würde die Stadt Frankfurt entsprechend [24] in die Windzone 1 eingruppiert werden. Für die Windzone 1 sieht die ift-Richtlinie FE-05/2 [25] bei einer Einbauhöhe zwischen 10 und 18 m in der Kategorie Binnenland (Frankfurt) eine Windlast von $0,65 \text{ kN/m}^2$ vor. Hier muss jedoch beachtet werden, dass im Eck- und Randbereich ($1/5$ der Gebäudebreite) die Windlast erhöht werden muss.

Damit ergibt sich für das Beispiel eine maximale Windbelastung pro Befestigungspunkt:

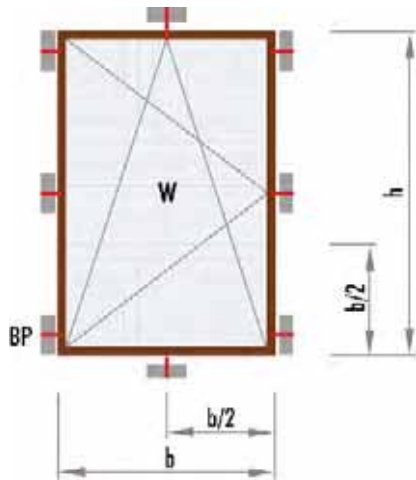
- bei gleichmäßiger Verteilung auf alle Befestigungspunkte

$$\begin{aligned} \text{BP} &= w \cdot b \cdot h/n \\ &= (0,65 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,3 \text{ m} \cdot 1,7 \text{ m})/8 \\ &= 0,18 \text{ kN} \end{aligned} \quad (4)$$

- bei nur zweiseitiger Befestigung

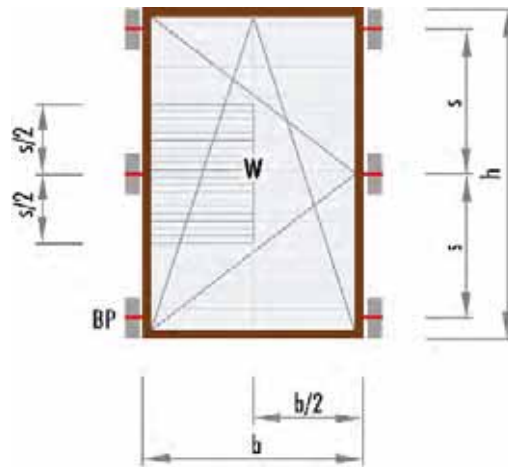
$$\begin{aligned} \text{BP} &= w \cdot s \cdot b/2 \\ &= (0,65 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,7 \text{ m} \cdot 1,3 \text{ m})/2 \\ &= 0,29 \text{ kN} \end{aligned} \quad (5)$$

Das Beispiel zeigt damit ganz deutlich, dass ein Verzicht auf eine umlaufende Befestigung, d. h. eine nur seitliche Befestigung eines Fensterelements – bei reduzierter Anzahl von Befestigern – zu einer deutlich höheren Belas-



$BP = w \cdot b \cdot h / \text{Anzahl BP}$
 mit
 BP Befestigungspunkt
 w Windlast [kN/m²]
 b Elementbreite [m]
 h Elementhöhe [m]

Bild 50. Ermittlung der Einwirkungen aus Windlast bei umlaufender Befestigung [4]



$BP = w \cdot s \cdot b/2$
 mit
 BP Befestigungspunkt
 w Windlast [kN/m²]
 b Elementbreite [m]
 h Elementhöhe [m]
 s Befestigungsabstand [m]

Bild 51. Ermittlung der Einwirkungen aus Windlast bei seitlicher Befestigung [4]

tung durch Wind auf die einzelnen Befestiger führt. Aus diesem Grund sollte vor Verzicht auf eine umlaufende Befestigung immer die Lasterhöhung bereits in die Planung der Befestigung mit einbezogen werden.

8 Montage in der Dämmebene

Die bisherigen Ausführungen gelten im Schwerpunkt für die Befestigung der Fenster direkt in der Laibung einer Fensteröffnung. Bedingt durch die aktuellen Vorschriften im Bereich der Energieeinsparung werden Fenster jedoch immer öfter vor der tragenden Wand,

also direkt in der Dämmebene, montiert. Dazu werden am Markt verschiedene Konsolensysteme angeboten. Bild 52 zeigt schematisch die Funktion derartiger Systeme. Dabei wird das Eigengewicht in der Fensterebene durch Tragkonsolen aufgenommen. Die Einwirkungen senkrecht zur Fensterebene werden mittels Dübeln über entsprechende Winkel oder Laschen in den Untergrund eingeleitet.

Für die Montage in der Dämmebene ist es empfehlenswert, entsprechend geprüfte Systeme einzusetzen (vgl. Prüfung von Fenstern nach Abschnitt 5 bzw. [26]), die im Rahmen einer Bemessung nach (Abschn. 7) für das jeweilige Fenstergewicht, die Windlast usw. entspre-

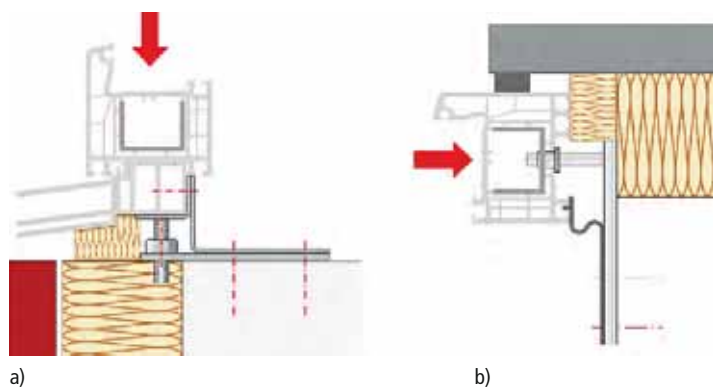


Bild 52. Schema der Befestigung von Fenstern in der Dämmebene vor der tragenden Fassade; a) Konsolle zur Lastabtragung in vertikaler Richtung, b) biegesteife Lasche zur seitlichen Befestigung [1]

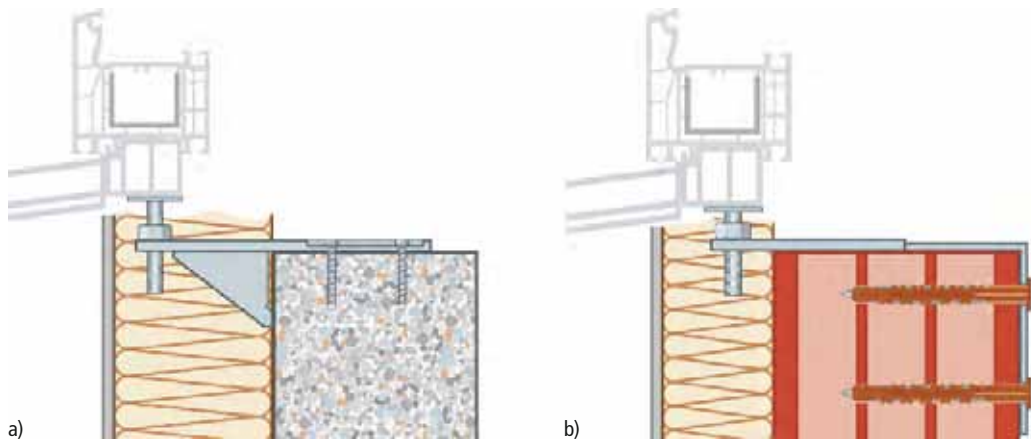


Bild 53. System zur Fenstermontage in der Dämmebene; a) Abstützwinkel für größere Auskragungen, b) Befestigung in einem oben offenen Lochstein mit einem Umlenkwinkel [27]

chend dimensioniert werden können. Für die Aufnahme höherer Lasten (vor allem bei großen Auskragungen) sind in vielen Systemen zusätzliche Abstützwinkel vorgesehen (Bild 53 a). Zu beachten ist weiter, dass bei einer unterseitigen Befestigung in einem Lochstein die Befestigung eine besondere Lösung erfordert, da hier im Brüstungsbereich ohne „Verfüllen“ der Kammern oder besondere Maßnahmen (vgl. Bild 24) die offene Wabenstruktur der Lochsteine zu berücksichtigen ist, in der in der Regel nicht verankert werden kann. Für diesen Befestigungsfall werden beispielsweise Systeme mit einem Umlenkwinkel zur Befestigung auf der Wandinnenseite angeboten (Bild 53 b).

Bei der Dübelauswahl sind hier bauaufsichtlich bzw. europäisch technisch zugelassene Dübelssysteme zu empfehlen. Werden nicht zugelassene Befestiger eingesetzt und erfolgt des Weiteren keine Bemessung gemäß den Zulassungsvorschriften, muss beachtet werden, dass das Element zusätzlich zur Befestigung durch

eine gemauerte Vorsatzschale oder einen entsprechend ausgebildeten Putzanschlag vor einem Absturz geschützt werden muss (vgl. Abschn. 3.6).

Wenn das System nicht durch eine andere konstruktive Maßnahme zusätzlich vor einem Absturz geschützt wird (vgl. Bild 10 bzw. Bild 54), dann müssen Befestigungen mit allgemeinen bauaufsichtlichen oder europäischen technischen Zulassungen bemessen und ausgeführt werden.

Bei Verwendung entsprechender Dübel sind die in den Zulassungen angegebenen Montagekennwerte (Mindestbauteildicke, Achs- und Randabstände, ggf. Montage Drehmoment, ...) zu beachten, da z. B. zu kleine Randabstände bereits bei der Montage zu einer Beschädigung des Untergrundes führen können (Bild 55).

Die Dübel-Zulassungen enthalten weiterhin Rechenwerte für die Bemessung der Befestigungspunkte sowie ggf. Hinweise auf das oder die anzuwendenden Bemessungsverfahren.



Bild 54. Fensterelemente vor der tragenden Wand, kein zusätzlicher Schutz vor einem Absturz bei Versagen der Befestigungsmittel



Bild 55. Zu geringer Randabstand eines Kunststoffdübels bei Montage einer Anschweißblase für die Befestigung einer Tür

9 Montage von Fenstern mit Anforderungen an die Einbruchhemmung

9.1 Allgemeines

Seit vielen Jahren werden Fenster und Türen hinsichtlich ihres Einbruchwiderstandes geprüft. Grundlage für diese Prüfungen war bis September 2011 die Vornormenreihe DIN V ENV 1627 bis 1630:1999-04. Diese Vornormenreihe wurde dann durch die endgültige Normfassung DIN EN 1627 bis 1630:2011-09 abgelöst.

Die entsprechenden Prüfergebnisse der „alten“ Widerstandsklassen „WK“ können mit Einführung der neuen Normenreihe ebenfalls weiterverwendet werden [28]. Geändert haben sich jedoch die Bezeichnungen in der neuen Normenreihe. Die Klassen werden neu mit „RC“ = Resistance Class bezeichnet. Dies ermöglicht in der Praxis die Unterscheidung zwischen den Prüfungen nach Vornorm (WK) und aktueller Normfassung (RC). Eine Umschreibung der Prüfungen nach den bisherigen Widerstandsklassen ist nicht vorgesehen, es gibt vielmehr im nationalen Vorwort der DIN EN 1627:2011-09 eine Korrelationstabelle, um die bisherigen WK-Klassen den neuen RC-Klassen gegenüberzustellen (Tabelle 17).

9.2 Prüfungen und Verankerungsgründe

Bei diesen „Einbruchprüfungen“ nach gültiger Norm werden die Fenster in der Regel in einen starren Rahmen aus Stahl oder Holz eingebaut (vgl. Bild 8). Dieser Rahmen soll gemäß der Norm verschiedene Wandbau-

arten „simulieren“. Es werden drei verschiedene Prüfungen durchgeführt. Diese Prüfungen bestehen aus:

- statischer Belastung nach DIN EN 1628:2011-09,
- dynamischer Belastung nach DIN EN 1629:2011-09,
- manuellen Einbruchversuchen nach DIN EN 1630:2011-09.

Nur eine vollständige Prüfung nach allen drei Normen lässt eine endgültige Beurteilung der erreichten Widerstandsklasse zu. Die Widerstandsklassen werden nach bestimmten Tätertypen bzw. dem mutmaßlichen Täterverhalten in DIN EN 1627:2011-09 definiert. Tabelle 18 enthält die Definitionen der Klassen 1 bis 4.

Weiter beschreibt die Norm DIN EN 1627:2011-09 die Verankerungsgründe, die aus den Versuchserfahrungen heraus dem Täter (in der entsprechenden Widerstandsklasse) ausreichenden Widerstand entgegensetzen. In der aktuellen Normfassung wurde – gegenüber der Vornorm – der Porenbeton ergänzt. DIN EN 1627:2011-09 enthält nun in Tabelle NA.3 „die Zuordnung der Widerstandsklassen von einbruchhemmenden Bauteilen zu Porenbetonwänden“. Da Porenbetonmauerwerk üblicherweise aus Plansteinen oder Planelementen in den Festigkeitsklassen 2, 4 und 6 erstellt wird, ist es etwas unverständlich, dass nur Porenbetonwände mit einer Druckfestigkeit der Steine $\geq 4 \text{ N/mm}^2$ in das neue nationale Vorwort aufgenommen wurden. In Versuchen, die von der Adolf Würth GmbH & Co. KG zusammen mit dem Bundesverband Porenbeton im Jahr 2010 durchgeführt wurden (vgl. [29] bzw. [30]), konnte bereits nachgewiesen werden, dass auch Porenbeton mit der Druckfestigkeit 2 N/mm^2 durchaus in der Widerstandsklasse 3 eingesetzt werden kann.

Tabelle 17. Korrelationstabelle mit Zuordnung der Widerstandsklassen (Tabelle NA.7 – DIN EN 1627:2011-09)

Lfd. Nr.	Widerstandsklasse des Bauteils nach DIN EN 1627:2011-09	Widerstandsklasse des Bauteils nach DIN V ENV 1627:1999-04	Widerstandsklasse nach DIN 18106:2003-09
1	RC 1 N	– 1)	– 1)
2	RC 2 N	WK 2 ²⁾	–
3	RC 2	WK 2	WK 2
4	RC 3	WK 3	WK 3
5	RC 4	WK 4	WK 4
6	RC 5	WK 5	WK 5
7	RC 6	WK 6 ³⁾	WK6 ³⁾

1) Keine Zuordnung möglich, da Prüfanforderungen erhöht wurden.

2) Die Widerstandsklasse WK 2 ist grundsätzlich für die Korrelation der Widerstandsklasse RC 2 N geeignet; die Verglasung kann jedoch frei vereinbart werden.

3) Zusatzprüfung mit dem Spalthammer nach DIN EN 1630:2011-08.

Tabelle 18. Charakterisierung der Widerstandsklasse RC 1 bis 4 nach DIN EN 1627:2011-09

Widerstandsklasse	Erwarteter Tätertyp, mutmaßliches Täterverhalten
RC 1	Bauteile der Widerstandsklasse 1 weisen einen Grundschatz gegen Aufbruchversuche mit körperlicher Gewalt wie Gegendreten, Gegenspringen, Schulterwurf, Hochschieben und Herausreißen (vorwiegend Vandalismus) auf. Nur geringer Schutz gegen den Einsatz von Hebelwerkzeugen.
RC 2	Der Gelegenheitstäter versucht, zusätzlich mit einfachen Werkzeugen wie Schraubendreher, Zange und Keilen das verschlossene und verriegelte Bauteil aufzubrechen.
RC 3	Der Täter versucht, zusätzlich mit einem zweiten Schraubendreher und einem Kuhfuß das verschlossene und verriegelte Bauteil aufzubrechen.
RC 4	Der erfahrene Täter setzt zusätzlich Elektrowerkzeuge und Schlagwerkzeuge wie Schlagaxt, Stemmeisen, Hammer und Meißel sowie Akku-Bohrmaschine ein.

Tabelle 19. Zuordnung der Widerstandsklassen von einbruchhemmenden Bauteile zu Massivwänden DIN 1627:2011-09

Widerstandsklasse des Bauteils nach DIN EN 1627	Umgebende Wände					
	aus Mauerwerk nach DIN 1053-1				aus Stahlbeton nach DIN 1045	
	Wanddicke (ohne Putz) mm	Druckfestigkeits- klasse der Steine (DFK)	Rohdichteklasse der Steine (RDK)	Mörtelgruppe	Nenndicke mm min.	Festigkeits- klasse min.
RC 1 N RC 2 N RC 2	≥ 115	≥ 12	–	min. MG II / DM	≥ 100	B 15
RC 3	≥ 115	≥ 12	–	min. MG II / DM	≥ 120	B 15
RC 4	≥ 240	≥ 12	–	min. MG II / DM	≥ 140	B 15
RC 5	≥ 240	≥ 20	≥ 1,8	DM	≥ 140	B 15
RC 6	≥ 240 ^{a)}	≥ 20	≥ 1,8	DM	≥ 140	B 15

1) Anwendbar auf Formate der Höhe 238 mm, 498 mm, 623 mm und 648 mm.

Die „Zuordnung der Widerstandsklassen von einbruchhemmenden Bauteilen zu Massivwänden“ der aktuellen Normfassung kann Tabelle NA.2 in DIN EN 1627:2011-09 entnommen werden. Änderungen haben sich hier gegenüber der bisherigen Norm beispielsweise für die Klassen RC 5 und RC 6 ergeben. Hier sind nun Steine mit einer Druckfestigkeit von über 20 N/mm² enthalten. Nach Wissensstand der Autoren wurden in diesen Klassen aber bisher nur die Untergründe selbst als einbruchhemmend klassifiziert, eine entsprechende Prüfung am Gesamtsystem aus Fenster/Tür, Befestigungsmittel und Untergrund wurde noch nicht durchgeführt. Die Norm zeigt damit nur auf, dass die entsprechenden Wände in diesem Bereich eingesetzt werden können. An Befestigungslösungen unter diesen hohen Anforderungen muss noch gearbeitet werden.

Bezüglich der Verwendung von Befestigungsmitteln erfolgt auch in der neuen Normenreihe keine Regelung im Detail. Die Befestigung wird in der Regel nach Erfahrung des Monteurs bzw. nach Herstellervorgaben in den entsprechenden Montageanleitungen ausgeführt. Weiter werden dazu von den Herstellern der Befestigungsmittel eigene Prüfungen durchgeführt, die in entsprechenden Prüfberichten dokumentiert werden.

Im Nachfolgenden werden die ersten Erfahrungen mit Prüfungen nach aktueller Normfassung in der Klasse RC 2 vorgestellt, die von der Adolf Würth GmbH & Co. KG und der Wienerberger GmbH gemeinsam am Institut für Fenstertechnik (ift) in Rosenheim durchgeführt wurden (vgl. [32] und [33]). In den beschriebenen Versuchen wurde damit erstmals die Eignung eines mit Perlite gefüllten Hochlochziegels für eine einbruchhemmende Bauweise in der Klasse RC 2 nachgewiesen.

9.3 Durchgeführte Versuche

Wie zuvor bereits ausgeführt, werden die Fenster zur Bestimmung der Widerstandsklasse (der Fenster) in der Regel in starren Stahl- bzw. Holzrahmen montiert (vgl. Bild 8). Diese Prüfungen bieten damit nur wenig Aussagekraft, ob auch das Gesamtsystem „Fenster, Wand und vor allem Befestiger“ die Anforderungen an die Widerstandsklasse erfüllen kann.

Um Erfahrungen in diesem Bereich zu sammeln, wurden folgende Versuche durchgeführt, d.h. die Fensterelemente in den realen Untergrundsituationen geprüft:

- in der Widerstandsklasse WK 2 in Hochlochziegeln HLz der Festigkeitsklasse 12 und in Porenbeton-Planblöcken der Festigkeitsklasse 4 [31],
- in der Widerstandsklasse WK 3 in Porenbeton-Plansteinen der Festigkeitsklasse 2 [29],
- in der Widerstandsklasse RC 2 in einem mit Perliten gefüllten Hochlochziegel [32],
- in der Widerstandsklasse RC 2 mit Montage in der Dämmebene und Befestigung in einem Hochlochziegel, d.h. mit einer Auskrantung von rund 140 mm vor der tragenden Wand [33].

9.3.1 Versuche nach DIN V ENV 1627 bis 1630:1999-04

9.3.1.1 Widerstandsklasse WK 2

Die bereits im starren Rahmen in der Widerstandsklasse WK 2 geprüften Fenster wurden für diese Versuche ohne druckfeste Hinterfüterung der Verriegelungspunkte bzw. Befestiger eingebaut. Dies stellt die ungünstigsten Bedingungen dar. In der Regel wird eine druckfeste Hinterfüterung gefordert, um eine sehr starre Verbindung zwischen Fensterrahmen und Mauerwerk zu erreichen. Außerdem wurde als weitere un-

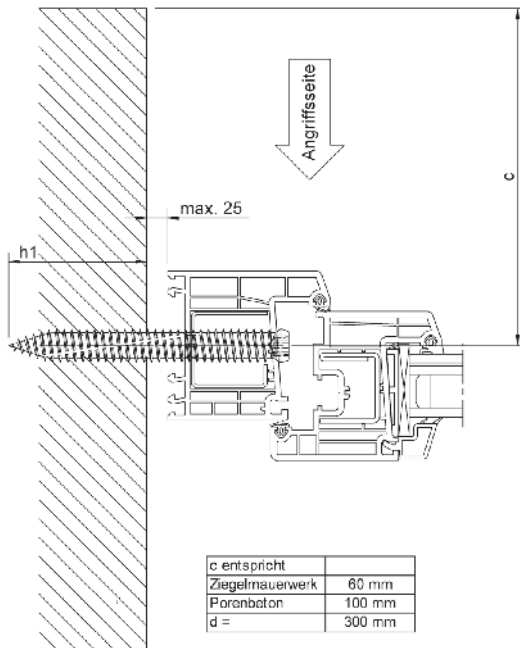


Bild 56. Schema der für die Versuche gewählten Montageart und der verwendeten AMO®-III-11,5-mm-Schraube mit Lage innerhalb des Fensterprofils [34]

günstige Anforderung ein Spalt zwischen Mauerwerk und Fenster von rund 25 mm vorgesehen, um genug Platz für einen manuellen Angriff zur Verfügung zu stellen und einen ungünstigen Einbau zu simulieren (Bilder 56 und 57).

Gemäß der DIN V ENV 1627:1999-04 wurden die statischen und die dynamischen Versuche in der Klasse WK 2 durchgeführt. Bei den statischen Versuchen wur-



Bild 58. Dynamischer Versuch mit einem Sandsack (30 kg) [34]



Bild 57. Detail der verwendeten Versuchswand aus Porenbeton PPW 4 und der Befestigungsanordnung in der Widerstandsklasse WK 2 [34]

de jeder Verriegelungspunkt mit einer Last von 3 kN belastet. Die dynamischen Versuche wurden mit einem Sandsack (30 kg) geprüft, der mehrfach aus einer Höhe von 80 cm gegen das Fenster geschleudert wurde (Bild 58). In der Normfassung DIN EN 1629:2011-09 wurde der Sandsack durch einen Zwillingssreifen ersetzt. Dies ist beispielsweise einer der Gründe, warum die Versuchsergebnisse bzw. Widerstandsklassen nicht direkt eins zu eins übertragen werden können.

Im Anschluss an die statische und dynamische Prüfung wurde der manuelle Einbruchversuch mit dem Ziel durchgeführt, eine „durchgangsfähige Öffnung“ herzustellen. Eine „durchgangsfähige Öffnung“ ist erreicht, wenn Schablonen der Größe (Bild 59)

- eines Rechtecks: 400 mm × 250 mm,
- einer Ellipse: 400 mm × 300 mm oder
- eines Kreises: Durchmesser 350 mm

durch das Fensterelement selbst (Angriff auf das Fenster) bzw. eine Öffnung im Verankerungsgrund (Angriff auf den Verankerungsgrund) geschoben werden können.

Für diese Versuche stehen nach DIN V ENV 1627:1999-04 in der Widerstandsklasse WK 2 drei Minuten Zeit zur Verfügung. Es darf für diesen „manuellen Einbruchversuch“ das Werkzeug eines Gelegenheitsstäters verwendet werden (Bild 60).

Bei den Versuchen in der Porenbetonwand war es dabei möglich, innerhalb von drei Minuten die Befestigungspunkte so weit freizulegen, dass das gesamte Fenster



Bild 59. Schablonen zur Ermittlung einer „durchgangsfähigen Öffnung“



Bild 60. Im Rahmen der Widerstandsklasse WK-2-Prüfung verwendeter Werkzeugsatz [34]



Bild 61. Aus dem Verankerungsgrund gerissenes Fensterelement bei zu geringem Randabstand in Porenbetonmauerwerk

aus der Wand gerissen werden konnte (Angriff auf den Verankerungsgrund – vgl. Bild 61).

Hier hat sich der gewählte Randabstand von 60 mm als viel zu klein erwiesen. Beim Angriff auf das Fenster war es dagegen nicht möglich, eine „durchgangsfähige

Öffnung“ zu erzielen. Im zweiten Versuch wurde der Randabstand auf 100 mm erhöht. Hier war es erst nach über 15 Minuten möglich, die Befestigungsmittel so weit freizulegen, dass eine Öffnung erreicht wurde. Die Fensterbefestigung muss daher gewisse Anforderungen erfüllen, um ein geprüftes Fenster sicher in der Wand zu halten. Dies konnte in diesem Falle durch eine Vergrößerung des Randabstandes an der Angriffsseite erreicht werden (Bild 62 a).

In der Wand aus Hochlochziegeln war es dagegen nicht möglich, die Befestigungsmittel aus der Wand zu brechen. Bei Hochlochziegeln war in diesem Falle der Randabstand von 60 mm ausreichend (Bild 62 b).

9.3.1.2 Widerstandsklasse WK 3

Da die Anforderungen in der Widerstandsklasse WK 3 deutlich höher sind als bei den bereits erläuterten Versuchen in der Widerstandsklasse WK 2 (s. Tabelle 18), wurde diesmal eine druckfeste Hinterfüterung im Bereich der Befestigungen eingebaut, um beim manuellen Angriff mit dem Kuhfuß eine ausreichende Steifigkeit des Systems zu gewährleisten (Bilder 63 und 64). Der Abstand zwischen Untergrund und Fensterelement wurde ebenfalls um 15 mm von 25 mm auf 10 mm reduziert, um auch hier weniger Möglichkeiten zu bieten, am Fensterelement Hebelkräfte aufbringen zu können.

Auch die Einschraubtiefe der verwendeten AMOY-Schrauben wurde aufgrund der bisherigen Erfahrungswerte (Freilegen der Befestiger in der Widerstandsklasse WK 2) auf eine Tiefe von 140 mm vergrößert. In der Widerstandsklasse WK 2 wurden zum Angriff auf die Befestiger nur Schraubendreher verwendet. Es musste in der Klasse WK 3 davon ausgegangen werden, dass mit einem Kuhfuß deutlich größere Mengen an Porenbeton entfernt werden können. Durch die vergrößerte Einschraubtiefe konnte dies kompensiert werden.

Nach den Anforderungen der DIN V ENV 1627: 1999-04 bzw. den Normen DIN V ENV 1628 bis



a)



b)

Bild 62. Manuelle Einbruchprüfung; a) Porenbetonwand (hier Angriff auf das Fenster), b) Hochlochziegel (hier Angriff auf den Verankerungsgrund) [34]

1629:1999 wurden die statischen und die dynamischen Versuche durchgeführt. Bei den statischen Versuchen wurde jeder Verriegelungspunkt mit einer Last von 6 kN belastet (in der Klasse WK 2 werden nur 3 kN geprüft). Die Last wurde also durch die vorhandenen 12 Verriegelungspunkte insgesamt 12-mal auf das Fensterprofil aufgebracht. Dabei darf sich zwar das Fenster relativ zum Untergrund verschieben, es darf

aber kein Spalt über 20 mm zwischen Fensterrahmen und Fensterflügel entstehen. Die hohe Last von 6 kN hatte zur Folge, dass das Fenster in der Laibung verschoben wurde (siehe schwarzer Strich (Pfeil) in Bild 65 a). Es konnte sogar ein Riss durch die 36,5 cm dicke Porenbetonwand beobachtet werden (Bild 65 b). Doch weder die Verschiebung noch der Riss in der Wand selbst hatten negative Auswirkungen auf die ein-

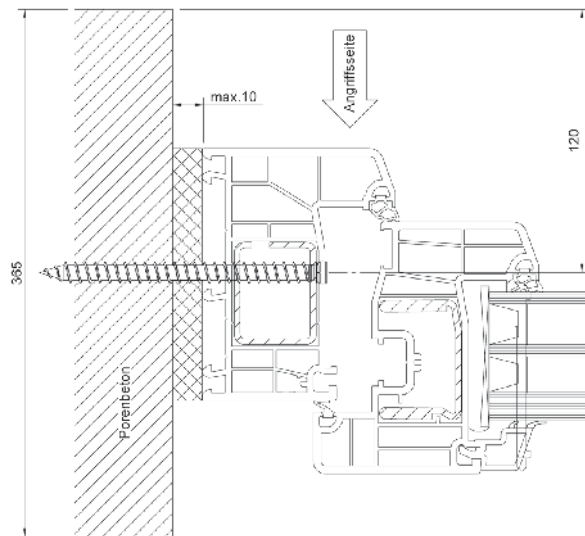
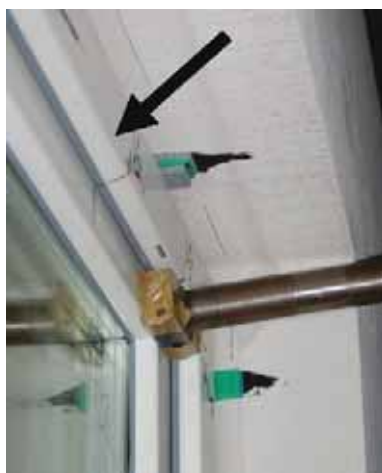


Bild 63. Schema der für die Versuche gewählten Montageart und der verwendeten AMO®-Y-Schraube mit Lage innerhalb des Fensterprofils [30]



Bild 64. Detail der verwendeten Versuchswand aus Porenbeton-Plansteinen der Festigkeitsklasse PP2 und der Befestigungsanordnung mit druckfester Hinterfüterung in der Widerstandsklasse WK 3 [30]



a)



b)

Bild 65. Statische Druckbelastung der Verriegelungspunkte und Rissbildung in der Wandecke [30]

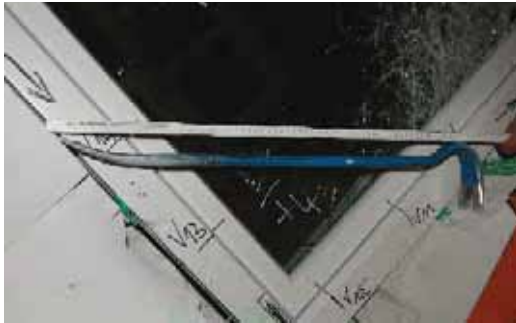


Bild 66. Zusätzlicher Kuhfuß in der Widerstandsklasse WK 3 [30]



Bild 67. Manuelle Einbruchprüfung mit dem ca. 700 mm langen Kuhfuß [30]



Bild 68. Versuch, mit dem Kuhfuß innerhalb von fünf Minuten direkt durch die 36,5 cm dicke Wand zu brechen [30]

bruchhemmende Wirkung der Porenbetonwand bzw. des Gesamtsystems. Dies dokumentiert deutlich, dass die Anforderungen an die Kombination aus Untergrund, Fenster und Befestigungsmittel bei Prüfungen in der Widerstandsklasse WK 3 sehr hoch sind.

Die dynamischen Versuche wurden, wie in Abschnitt 9.3.1.1 beschrieben, ebenfalls mit einem Sandsack (30 kg), der in der Widerstandsklasse WK 3 aus einer Höhe von 1,2 m gegen das Fenster geschleudert wurde, durchgeführt (Bild 58).

Im Anschluss an die statische und dynamische Prüfung wurde – wie in der Widerstandsklasse WK 2 – der manuelle Einbruchversuch mit dem Ziel durchgeführt, eine „durchgangsfähige Öffnung“ (s. Abschn. 9.3.1.1) herzustellen. Dabei durfte es nach Vorgaben der Norm in der Widerstandsklasse WK 3 nicht möglich sein, innerhalb von fünf Minuten diese Öffnung zu erreichen. Ergänzend zum im Bild 66 dargestellten Werkzeugsatz des Gelegenheitstäters wurde zusätzlich ein Kuhfuß mit rund 70 cm Länge (Bild 66) verwendet.

Im Vergleich zu den in Abschnitt 9.3.1.1 dargestellten Versuchen in der Widerstandsklasse WK 2 wurde bei den Versuchen in der Widerstandsklasse WK 3 der Randabstand von 100 mm auf 120 mm vergrößert. Gleichzeitig wurde die Einschraubtiefe der AMO-Y-Schrauben (gegenüber den AMO-III-Schrauben bei den Versuchen in der Klasse WK 2) um 80 mm auf 140 mm erhöht. Die Abstände der Schrauben untereinander wurden von rund 400 mm auf 300 mm reduziert und die Schrauben in der Rahmenecke nur noch mit einem Abstand aus der Ecke von 100 mm gegenüber 150 mm eingebaut. Durch diese Ausführung der Montage war es auch mit dem Kuhfuß nicht möglich, genug Befestigungsmittel freizulegen, um das Fenster aus der Wand reißen zu können (Bild 67).

Des Weiteren wurde der Versuch unternommen, direkt durch einen Porenbetonstein „durchzugraben“, aber auch dieser Versuch wurde nach über fünf Minuten abgebrochen, da es nicht möglich war, eine durchgangsfähige Öffnung in der 36,5 cm dicken Wand zu schaffen (Bild 68).

9.3.1.3 Vergleich Versuche in den Klassen WK 2 und WK 3

Es konnte festgestellt werden, dass von den Normvorgaben in Teilen abgewichen werden kann (beispielsweise Untergrund, Ausführung der Montage), wenn die entsprechende Eignung des Systems durch Versuche nachgewiesen wird. Es zeigt sich aber auch, dass Montageparameter, wie sie für eine Standardfenstermontage eingesetzt werden, nicht ohne Weiteres auch im Bereich der Einbruchhemmung verwendet werden können. Dazu gehören nach den bisherigen Erkenntnissen vor allem die Randabstände, Anzahl der Befestiger und auch die Abstände der Befestiger untereinander.

Die durchgeführten Versuche haben außerdem bewiesen, dass Porenbeton die Anforderungen an die Widerstandsklasse WK 3 erfüllen kann, obwohl Porenbeton aufgrund der geringen Druckfestigkeiten die Forderungen der DIN V ENV 1627:1999-04 bzw. DIN EN 1627:2011-09 (Tabelle 19) nicht erfüllt. Die Kombination aus einem WK-3-Fenster und der untersuchten AMO[®]-Y-Schraube bietet weiter den geforderten Einbruchschutz für Fenster und deren Befestigung in dieser Widerstandsklasse. Es hat sich aber auch gezeigt, dass die Anforderungen in der Klasse WK 3 deutlich über den Anforderungen der Klasse WK 2 liegen und es

zwingend erforderlich ist, die vom Hersteller des Befestigungsmittels bzw. des Fensterherstellers angegebenen Montagehinweise genau einzuhalten.

9.3.2 Versuche nach DIN EN 1627 bis 1630:2011-09

9.3.2.1 Widerstandsklasse RC 2

Um Erfahrungen mit der neuen Normreihe zu sammeln, wurden Versuche in der Widerstandsklasse RC 2 in mit Perlite gefüllten Hochlochziegeln POROTON-S10-P (Bild 69) der Wienerberger GmbH durchgeführt [32]. Dieser Ziegel ist in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Z-17.1-1017 geregelt und fällt mit einer Druckfestigkeit von 10 N/mm^2 nicht unter die gemäß DIN 1627:2011-09 als einbruchhemmende Massivwände klassifizierte Untergründe (vgl. Tabelle 19). Zur Befestigung des Fensterelements wurde der speziell für diese gefüllten Ziegel mit sehr großen Kammern entwickelte Kunststoffdübel W-UR XXL in Kombination mit der Schraube AMO-Combi 7,5/11,5 verwendet (Tabelle 6). Die bereits im starren Rahmen in der Widerstandsklasse WK 2 geprüften Fenster mit dem Profilsystem GENEО der Firma REHAU AG + Co wurden für diese Versuche ohne druckfeste Hinterfüterung der Verriegelungspunkte bzw. Befestiger eingebaut [32]. Zudem wurde das Profil GENEО ohne Stahlarmierung deshalb ausgewählt, um eine reale Einbausituation simulieren zu können, da in modernem Mauerwerk mit optimierter Wärmedämmung immer öfter auch Profile ohne Stahlarmierung zum Einsatz kommen. Die gewählten Versuchsbedingungen stellen damit eine der größten Herausforderungen für ein Befestigungssystem in Bezug auf die Kombination aus Mauerwerk und Fenster dar. In der Regel wird in der einbruchhemmenden Montage immer eine druckfeste Hinterfüterung der Verriegelungspunkte gefordert, um eine sehr starre Verbindung

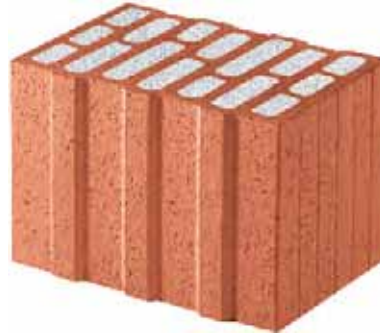


Bild 69. Mit Perlite gefüllter Stein POROTON-S10-P (Foto: Firma Wienerberger GmbH)

zwischen Fensterrahmen und Mauerwerk zu erreichen. Bei den im Folgenden beschriebenen Versuchen wurde deshalb ebenfalls auf diese Hinterfüterung verzichtet. Als zusätzliche Anforderung wurde ein Spalt zwischen Mauerwerk und Fenster von über 50 mm vorgesehen, um genug Platz für einen manuellen Angriff und die Auslenkung des Elements zur Verfügung zu stellen und eine Extremsituation des Einbaus zu simulieren [32]. Ebenfalls wurde auf eine oberseitige Befestigung verzichtet, wie es beispielsweise beim Einbau von Rollladenkästen der Fall ist.

Gemäß DIN EN 1627:2011-09 wurden die statischen und die dynamischen Versuche durchgeführt. Bei den statischen Versuchen wurde jeder Verriegelungspunkt mit einer Last von 3 kN belastet. Da das Fenster im Versuch ohne Befestigung oben und mit einem großen seitlichen Abstand von rund 50 mm montiert wurde, kam es hier zu einer sehr großen Auslenkung (Bild 71),

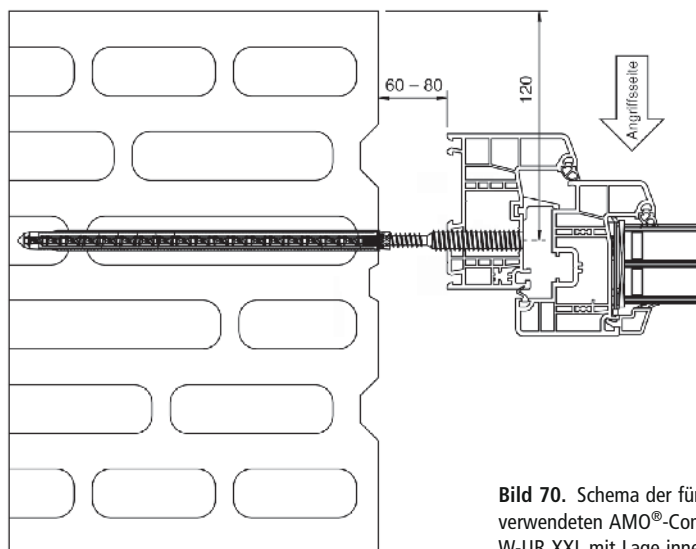


Bild 70. Schema der für die Versuche gewählten Montageart und der verwendeten AMO®-Combi-Schraube 7,5/11,5 mm mit Kunststoffdübel W-UR XXL mit Lage innerhalb des Fensterprofils und des Steins [35]



Bild 71. Auslenkung des Fensters bei statischer Prüflast von 3 kN ohne Befestigung oben und ohne seitliche Verklotzung [35]



Bild 72. Dynamischer Versuch in der Klasse RC 2 mit einem Doppelreifenpendel (50 kg) [35]

die sich aber nicht negativ auf die Einbruchhemmung ausgewirkt hat.

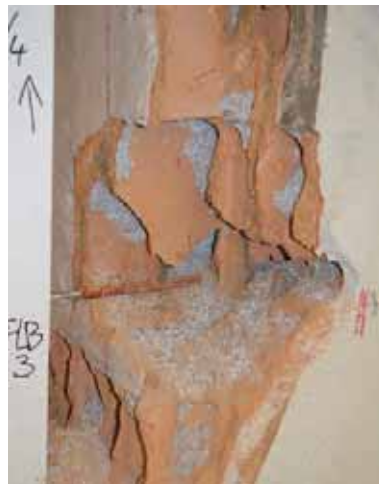
Die dynamischen Versuche wurden mit einem Doppelreifenpendel (50 kg, Fallhöhe 450 mm, Bild 72) geprüft. Diese dynamische Prüfung unterscheidet sich von der Prüfung nach der bisherigen Vornorm, in der bisher mit einem Sandsack mit einem Gewicht von 30 kg bei einer Fallhöhe von 800 mm geprüft wurde (Bild 58). Dies ist beispielsweise einer der Gründe, warum die Versuchsergebnisse bzw. Widerstandsklassen nicht direkt eins zu eins übertragen werden können.

Im Anschluss an die statische und dynamische Prüfung wurde der manuelle Einbruchversuch mit dem Ziel durchgeführt, eine „durchgangsfähige Öffnung“ herzustellen (vgl. Abschn. 9.3.1.1).

Bei den Versuchen von mit Perlite gefüllten Hochlochziegeln POROTON-S10-P war es nicht möglich, innerhalb von drei Minuten die Befestigungspunkte soweit freizulegen (Bild 73), dass das Fenster aus der Wand gerissen werden konnte. Des Weiteren konnte keine durchgangsfähige Öffnung durch die Wand selbst erzielt werden. Somit wurde durch diese Versuche erstmals nach-



Bild 73. Manuelle Einbruchprüfung



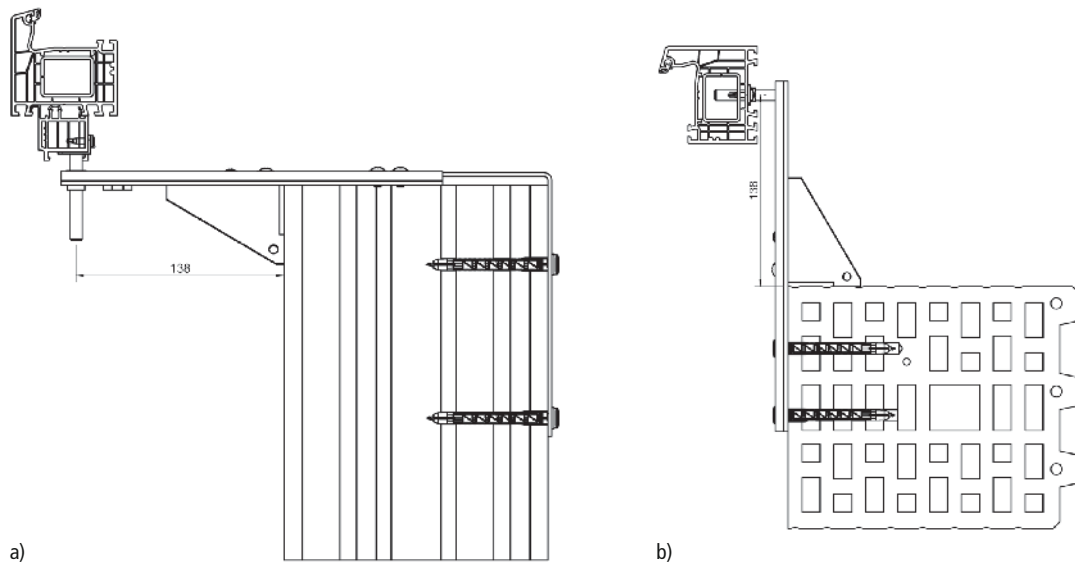


Bild 74. Schema der Befestigung; a) im Brüstungsbereich, b) in der Laibung [36]

gewiesen, dass auch ein mit Wärmedämmung gefüllter Ziegel, der von der Druckfestigkeit unter den Mindestanforderungen an einbruchhemmende Massivwände nach DIN 1627 (Tabelle 19) liegt, die Anforderungen an die aktuelle Normenreihe in der Klasse RC 2 erfüllt.

Die durchgeführten Versuche haben bewiesen, dass die Kombination aus einem geprüften WK 2-Fenster und der untersuchten AMO-Combi-Schraube den geforderten Einbruchswiderstand auch ohne druckfeste Hinterfüterung selbst dann aufweist, wenn auf eine Befestigung an der Oberseite verzichtet wird. Es konnte weiter nachgewiesen werden, dass der mit Perlite gefüllte Ziegel POROTON-S10-P die Anforderungen an die Einbruchhemmung der Klasse RC 2 erfüllt, obwohl die Druckfestigkeit des Steins unter den Normforderungen liegt. Für einen sicheren Einbruchschutz ist es sehr wichtig, dass immer komplette Systeme aus Untergrund, Befestiger und Fensterelement betrachtet werden. Deshalb sind die vom Hersteller des Befestigungsmittels bzw. des Fensters angegebenen Montagehinweise genau einzuhalten.

9.3.2.2 Montage in der Dämmebene

In der Regel werden auch bei Systemen zur Fenstermontage in der Dämmebene nur die Fenster selbst geprüft und nicht die Anbindung an das Mauerwerk. Deshalb wurde von der Adolf Würth GmbH & Co. KG im Jahr 2013 eine Prüfung in der realen Einbausituation mit einem zweiflügligen Fensterelement mit den Abmessungen $2\text{ m} \times 2\text{ m}$ durchgeführt ([33]). Dabei wurden die Konsolen mit dem Kunststoffdübel W-UR 8 mm in einem Planziegel T-18 der Wienerberger

GmbH mit einer Wandstärke von 17,5 cm montiert (vgl. Bild 74) und die Wand mit einem zusätzlichen Wärmedämm-Verbundsystem in einer Stärke von 20 cm versehen. Das Fensterelement war dabei ca. 14 cm vor der tragenden Wand montiert.

Das Element wurde für die Versuche nicht an der Oberseite befestigt, um einen Rollladenkasten simulieren zu können. Im Brüstungsbereich und in der Laibung wurden die Konsolabstände auf rund 30 cm reduziert, um die bei den Versuchen auftretenden Belastungen sicher in den Verankerungsgrund einleiten zu können (Bild 75).



Bild 75. Montagesituation im Bereich der Brüstung und der Laibung mit Konsolen in einem Ziegelmauerwerk [36]



Bild 76. Statische Belastung mit 3 kN in Fenstermitte, ohne Befestigung oben [36]



Bild 77. Manueller Angriff auf die Verbindung Konsole – Fensterprofil [36]

Bedingt durch den Verzicht auf eine obere Befestigung konnte beim Aufbringen der statischen Last in Höhe von 3 kN (in Fenstermitte) eine Verformung von rund 3 cm gemessen werden (vgl. Bild 76), eine durchgangsfähige Öffnung konnte jedoch trotz der großen Verformung ausgeschlossen werden.

Beim mechanischen Angriff auf die Konsolen war es möglich, dass die Schraubverbindung zwischen Konsole und Profil gelöst werden konnte, d.h. die Hebelkräfte, die mit dem Schraubendreher aufgebracht werden konnten, waren ausreichend, um die Schrauben aus

dem Stahlprofil im Rahmen zu „hebeln“. Bedingt durch die engen Konsolabstände war es aber nicht möglich, genügend Konsolen zu lösen, um eine durchgangsfähige Öffnung herzustellen.

9.4 Montagebescheinigung nach erfolgtem Einbau einbruchhemmender Elemente

Im nationalen Vorwort der DIN EN 1627:2011-09 wird empfohlen, eine Montagebescheinigung nach Abschluss der Montagearbeiten zu erstellen. Tabelle 20

Tabelle 20. Montagebescheinigung nach DIN EN 1627:2011-09

Montagebescheinigung nach DIN EN 1627:2011-09			
Firma:			
Anschrift:			
bescheinigt, dass nachstehend aufgeführte einbruchhemmende Bauteile entsprechend den Vorgaben der Montageanleitung (Anlage zum Prüfbereich)			
im Objekt:			
Anschrift:			
eingebaut wurden.			
Stück	Lage im Objekt	Klassifizierung	Besondere Angaben
Datum	Stempel	Unterschrift	

zeigt das Muster für eine derartige Montagebescheinigung. In der Spalte „besondere Anmerkungen“ besteht die Möglichkeit, auf bauseits bedingte Abweichungen oder Besonderheiten hinzuweisen, wenn z. B. aus wichtigen Gründen von der Montageanleitung des Herstellers abgewichen werden musste, da die theoretischen Bedingungen aus Prüfbericht und Montageanleitung in der Baustellenpraxis nicht immer im Detail eingehalten werden können.

10 Fazit

Mit dem vorliegenden Beitrag sollen Lösungsansätze für die Bereiche der Befestigung von

- Fenstern,
 - Fenstern mit absturzsichernden Eigenschaften und
 - Fenstern mit einbruchhemmenden Eigenschaften
- aufgezeigt werden. Der Beitrag kann und soll keine „Patentrezepte“ bieten, es soll vielmehr dargestellt werden, dass es trotz eines umfangreichen Zulassungswesens nicht in allen Bereichen der Befestigungstechnik möglich ist, „einfach“ nach Zulassung zu bemessen bzw. zu arbeiten oder sogar gänzlich nach eigenen „Vorstellungen“ eine Befestigung auszuführen. Es ist vielmehr notwendig, jeden Einzelfall genau zu betrachten, und die Entscheidung, wie befestigt werden soll bzw. kann – vor allem in der Altbausanierung – lässt sich oftmals nur direkt vor Ort treffen werden.

11 Literatur

- [1] Küenzlen, J.: Dübeltechnik praxisnah, Teil 2: Bemessung und Ausführung von Sonderbefestigungen in Mauerwerk. In: Mauerwerk-Kalender 37 (2012), S. 275–302. Hrsg. W. Jäger. Ernst & Sohn, Berlin 2012.
- [2] Müller, M.; Scheller, E.: Befestigungsmittel für den Mauerwerksbau. In: Mauerwerk-Kalender 36 (2011), S. 267–336. Hrsg. W. Jäger, Ernst & Sohn, Berlin 2011.
- [3] Scheller, E.; Küenzlen, J. (Hrsg.): Handbuch der Dübeltechnik – Grundlagen, Anwendungen, Praxis. Swiridoff Verlag GmbH & Co. KG, Künzelsau 2013.
- [4] Leitfaden zur Planung und Ausführung der Montage von Fenstern und Haustüren. RAL-Gütegemeinschaft Fenster und Haustüren e. V., Frankfurt 2010.
- [5] Oberacker, R.: Vorgaben zur Befestigung von Fenstern. Unveröffentlichte Ausarbeitung, Juli 2013.
- [6] Oberacker, R.: Neue DIN 18055 begleitet die Produktnorm. Metallbau, Heft 11/2011, S. 8–12, Bauverlag, Gütersloh, 2011.
- [7] ift Rosenheim: ift-Richtlinie MO-02/1, Baukörperanschluss von Fenstern, Teil 2 : Verfahren zur Ermittlung der Gebrauchstauglichkeit von Befestigungssystemen, Entwurf Februar 2013.
- [8] Informationsstelle Edelstahl rostfrei: Z-30.3-6 Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung über Erzeugnisse, Verbindungsmittel und Bauteile aus nichtrostendem Stahl, Geltungsdauer bis 30. April 2014.
- [9] ift Rosenheim: Prüfbericht Bauteilversuch mit Rahmenschrauben zur Befestigung eines Kunststofffensters am Baukörper, Amo® III-Schraube 7,5 mm, dübellose Rahmenschraube, Kunststofffenster – aus PVC-Mehrkammerprofilen ohne Stahlarmierung – in einem Kalksandsteinmauerwerk, Berichtsdatum 21. Oktober 2010.
- [10] ift Rosenheim: Prüfbericht Bauteilversuch mit Rahmenschrauben zur Befestigung eines Kunststofffensters am Baukörper, Amo® III-Schraube 7,5 mm, dübellose Rahmenschraube, Kunststofffenster mit umlaufender Stahlverstärkung in einem Kalksandsteinmauerwerk DIN V 106 – KS 12 – 1,6 – 4 DF, Berichtsdatum 21. November 2007.
- [11] ift Rosenheim: Prüfbericht Bauteilversuch mit Rahmenschrauben zur Befestigung einer Kunststofffenstertür am Baukörper ohne seitliche Trag- und Distanzklötze. AMO® Y Schraube 11,5 mm und AMO® Y Schraube 7,5 mm, Kunststofffenstertür aus PVC-Mehrkammerprofilen ohne Stahlarmierung, Porenbetonmauerwerk vom Typ PP1,6-0,30. 2012.
- [12] ift Rosenheim: Prüfbericht Bauteilversuch mit Rahmenschrauben zur Befestigung von Fenstern am Baukörper, Amo® Y-Schraube 7,5 mm, Porenbetonmauerwerk PP2-0,35, Berichtsdatum 14. März 2011.
- [13] ift Rosenheim: Prüfbericht Bauteilversuch mit Rahmendübeln zur Befestigung einer Kunststofffenstertür am Baukörper ohne seitliche Trag- und Distanzklötze. Kunststoffrahmendübel W-RD 10 mit AMO® III Schraube 7,5 mm, Kunststofffenstertür aus PVC-Mehrkammerprofilen und Stahlarmierung, Hochlochziegelmauerwerk vom Poroton Planziegel T12, Berichtsdatum 23. Dezember 2010.
- [14] ift Rosenheim: Prüfbericht Bauteilversuch mit Rahmendübeln zur Befestigung einer Kunststofffenstertür am Baukörper ohne seitliche Trag- und Distanzklötze. Kunststoffrahmendübel W-UR 10 XXL mit AMO® Combi Schraube 7,5/11,5 × 222 mm, Kunststofffenstertür aus PVC-Mehrkammerprofilen mit Stahlarmierung, Hochlochziegelmauerwerk vom Typ POROTON-T8-36,5 MW, Berichtsdatum 17. Oktober 2011.
- [15] ift Rosenheim: Prüfbericht Bauteilversuch mit Rahmendübeln zur Befestigung einer 2-flügeligen Kunststofffenstertür am Baukörper ohne seitliche Trag- und Distanzklötze. Kunststoffrahmendübel W-RD 10x100 mit AMO® Combi Schraube 7,5/11,5 × 152 mm, Kunststofffenstertür aus PVC-Mehrkammerprofilen mit Stahlarmierung, Ziegelmauerwerk vom Typ POROTON-T10-30, Berichtsdatum 15. Januar 2013.
- [16] Sieberath, U.; Niemöller, C.: Kommentar zur DIN EN 14351-1 Fenster und Türen, Produktnorm, Leistungseigenschaften mit Ergänzung (Amendment) A1:2010. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2010.
- [17] Deutscher Wetterdienst: Beaufort-Skala, <http://www.deutscher-wetterdienst.de/lexikon/index.htm?ID=B&DAT=Beaufort-Skala>, (Stand 25.02.2013).
- [18] Gütegemeinschaft Fenster und Haustüren e. V.: Fenster, Haustüren, Fassaden und Wintergärten, Gütesicherung, RAL-GZ 695, Ausgabe 5/2010.

- [19] Richtlinie Anschlüsse an Fenster und Rollläden bei Putz, Wärmedämm-Verbundsystem und Trockenbau. Fachverband der Stuckateure für Ausbau und Fassade Baden-Württemberg, Stuttgart 2010.
- [20] Montagehandbuch Kunststofffenster und -türen. Gütegemeinschaft Kunststoff-Fenstersysteme, Bonn, 2004.
- [21] YTONG, anwendungstechnische Auflagen für den Ytong Planstein P1,6-0,25 mit $\lambda = 0,07 \text{ W/(mK)}$, Stand 19.07.2012.
- [22] DIBt, Technische Regeln für die Verwendung von absturz sichernden Verglasungen (TRAV), Fassung Januar 2003, <http://www.dibt.de/de/data/eTRAV.pdf>, (Stand 28. Juli 2011).
- [23] Oberacker, R.: Glasdicke zukünftig nach DIN. Neues zur Absturz sicherung im Fokus. Metallbau, Heft 05/2012, S. 20–23, Bauverlag, Gütersloh 2012.
- [24] DIBt: Windzonen nach Verwaltungsgrenzen, Ausgabe 2010, http://www.dibt.de/de/Data/TB/Windzonen_nach_Verwaltungsgrenzen.xls (Stand 03. Juni 2011).
- [25] ift Rosenheim: ift-Richtlinie FE-5/02 Einsatzempfehlung für Fenster und Außentüren, (Ausgabe 2005, http://www.window.de/uploads/media/ri_fe_05_2_einsatzempfehlungen_fenster_und_aussentueren_web.pdf) (Stand 03. Juni 2011).
- [26] ift Rosenheim: Prüfbericht Bauteilversuch mit einem Befestigungssystem zur Vorwandmontage eines Kunststofffensters am Baukörper, Fenstermontagekonsole JB-DK, Montageschiene JB-D, Kunststoffrahmendübel W-UR 8, Kunststofffenster aus PVC-Mehrkammerprofilen mit Faserverstärkung ohne Stahlarmierung im Ziegelmauerwerk POROTON-Hochlochziegel-Block-T20/1,2, Berichtsdatum 07. Oktober 2011.
- [27] Küenzlen, J.: Befestigung von Fenstern (3): Modell.Metall-markt.net, Heft 03/2013, S. 50–55, PSE Redaktionsservice GmbH, Gütersloh 2013.
- [28] Pickelmann, J.: Die neue Einbruchnorm ist da! Zwillingssreifen, Handbohrmaschine und die Konsequenzen. Tagungsband der Rosenheimer Fenstertage 2010, S. 101–145, ift Rosenheim 2010.
- [29] ift Rosenheim: Prüfbericht Nachweis einbruchhemmende Eigenschaften: Widerstandsklasse 3, einbruchhemmendes Einfachfenster mit AMO[®]-Y 7,5 Schraube der Adolf Würth GmbH & Co. KG montiert in Porenbetonwand PP2-0,35 der Firma Xella Deutschland GmbH, Berichtsdatum 16. Juni 2010.
- [30] Küenzlen, J. H. R.; Flassenberg, G.: Einbruchsicherheit durch Porenbeton Mauerwerk. Mauerwerk (2010), Heft 6, S. 372–375, Ernst & Sohn, Berlin 2010.
- [31] ift Rosenheim: Prüfbericht Nachweis einbruchhemmende Eigenschaften: Widerstandsklasse 2, einbruchhemmendes Fenster, Montage der Fenster in Ziegelmauerwerk und Porenbetonwand mit Würth AMO[®] III-Schraube 11,5 mm, Berichtsdatum 03. November 2005.
- [32] ift Rosenheim: Prüfbericht: Prüfung der Wandanbindung und der Wand in der Klasse RC 2 und RC 2N in Anlehnung an DIN EN 1627:2011 in einer Wand bestehend aus POROTON-S10-P der Schlagmann Baustoffwerke GmbH und der Wienerberger GmbH, Berichtsdatum 04. Juni 2012.
- [33] ift Rosenheim: Prüfbericht: Prüfung der Wandanbindung und der Wand in der Klasse RC 2 und RC 2N in Anlehnung an DIN EN 1627:2011 in einer Wand bestehend aus POROTON Planziegel-T18 der Wienerberger GmbH, Berichtsdatum 01. Juli 2013.
- [34] Küenzlen, J. H. R.: Porenbeton gegen Hochlochziegel: Fenster in der Widerstandsklasse 2 richtig befestigen. GFF (Glas – Fenster – Fassade – Metall). hofmann bauverlag GmbH, Schorndorf, 2008, Heft 6/2008, S. 21 u. 22.
- [35] Küenzlen, J.; Kuhlemann, C.: Befestigungen von Fenstern in Mauerwerk mit Anforderungen an die Einbruchhemmung in der Klasse 2 nach der neuen Normfassung DIN EN 1627:2011-09. Mauerwerk (2012), Heft 4, S. 206–209, Ernst & Sohn, Berlin 2012.
- [36] Küenzlen, J.: Montage von einbruchhemmenden Festerelementen in der Wärmedämmebene. Mauerwerk (2013), Heft 4, S. 252–253, Ernst & Sohn, Berlin 2013.

II Verankerung von Fassadengerüsten

Jürgen Küenzlen, Künzelsau und Christoph-Ludwig Bügler, Berlin

1 Lasten und Mechanismen bei einem Fassadengerüst

1.1 Grundsätzliches

Gerüste sind temporäre Konstruktionen, die in der Regel an ihrem Verwendungsort aus vorgefertigten Bauteilen zusammengesetzt und nach erfolgter Nutzung wieder demontiert werden. Entsprechend ihrem jeweiligen Einsatzzweck wird unterschieden in:

- Arbeitsgerüste gemäß DIN EN 12811-1, die einen hochgelegenen Arbeitsplatz bieten samt den Flächen für Lagerung der für die auszuführenden Arbeiten erforderlichen Werkzeuge und Baustoffe sowie die notwendigen Zugänge zu diesen Arbeitsplätzen,
- Schutzgerüste gemäß DIN 4420-1, die Menschen vor dem tiefen Absturz oder Menschen, Geräte und Einrichtungen vor herabfallenden Gegenständen schützen sollen, und
- Traggerüste gemäß DIN EN 12812, die Konstruktionen im Bauzustand unterstützen, bis diese eine ausreichende Tragfähigkeit erlangt haben, oder auf denen Maschinen, Baustelleneinrichtungen u. Ä. abgesetzt werden können.

Im Folgenden wird lediglich auf die beiden erstgenannten Gerüstarten eingegangen, die in der Praxis als Arbeits- und Schutzgerüste häufig beiden Verwendungszwecken gleichermaßen dienen.

Hinsichtlich ihres Tragverhaltens werden Arbeits- und Schutzgerüste unterschieden in:

- Standgerüste (vgl. Bild 1), welche ihre Vertikallasten direkt über druckbeanspruchte Stäbe in den Bau-

grund oder tragfähige Unterkonstruktionen ableiten (siehe hierzu [1]) und

- Hängegerüste (vgl. Bild 2), welche ihre Vertikallasten über zugbeanspruchte Hängestäbe in Primärkonstruktionen ableiten (siehe hierzu [2]).

Abhängig von der Geometrie der Belagflächen wird differenziert in:

- Gerüste mit längenorientierten Belagebenen (Fassadengerüste, vgl. Bild 1) und
- Gerüste mit flächenorientierten Belagebenen (Raumgerüste, vgl. Bild 3).



Bild 1. Rahmengerüst als Standgerüst mit längenorientierten Gerüstlagen (Fassadengerüst)



Bild 2. Hängegerüst mit flächenorientierten Gerüstlagen



Bild 3. Raumgerüst als Standgerüst mit flächenorientierten Gerüstlagen

Mauerwerk-Kalender 2014: Bemessen, Bewehren, Befestigen.

Herausgegeben von Wolfram Jäger

© 2014 Ernst & Sohn GmbH & Co. KG. Published 2014 by Ernst & Sohn GmbH & Co. KG.

Die anschließenden Ausführungen behandeln ausschließlich die Bauart des Standgerüsts mit längenorientierten Belagebenen (vgl. Bild 1), und zwar solche, die das Bauwerk zur Abstützung benötigen, d. h. an diesem verankert werden.

1.2 Konstruktive Besonderheiten des Gerüstbaus

Bedingt durch den temporären Einsatz der Konstruktionen an wechselnden Aufbauorten und die Notwendigkeit ihrer flexiblen Anpassung an unterschiedlichste Primärkonstruktionen ergeben sich zwingend konstruktive Besonderheiten, die den Gerüstbau prägen. Um manuellen Horizontal- und Vertikaltransport und manuelle Montage zu ermöglichen, unterliegen die verwendeten, meist konfektionierten Bauteile, die gewissermaßen einem „Baukastensystem“ entsprechen, einer Gewichtsbeschränkung. Dies führt zu aufgelösten, schlanken Querschnitten (meist Rundrohren), die durch sorgfältige konstruktive Maßnahmen gegen Stabilitätsversagen gesichert werden müssen. Gerüstkonstruktionen, die aus vorgefertigten Bauteilen bestehen, deren Systemmaße durch die an ihnen angebrachten Verbindungsmöglichkeiten vorgegeben sind, werden als Systemgerüste bezeichnet. Die überwiegende Anzahl der in Deutschland errichteten Fassadengerüste wird aus Systemgerüstmaterial erstellt.

Systemgerüste sind entweder Rahmengerüste (Bild 1), bei denen meist die vertikalen Tragglieder als geschlossene Rahmen hergestellt werden, oder Modulgerüste (Bild 4), bei denen die Ständerrohre in vorgegebenen modularen Abständen (meist 0,50 m) mit festen Anschlussmöglichkeiten für weitere Gerüstbauteile ausgestattet sind. Als Fassadengerüste werden hauptsächlich Rahmengerüstsysteme eingesetzt, weshalb die folgenden Ausführungen sich auf diese konzentrieren.



Bild 4. Modulgerüst

Da der Monteur die Verbindungen der Systemteile schnell und einfach herstellen und auch wieder lösen können muss, werden überwiegend Steck- und Klemmverbindungen eingesetzt. Steckverbindungen, z. B. zwischen Ständerrohr und Stoßverbinder, haben in der Regel ein Spiel (sogenannte Lose) im Bereich von drei bis vier Millimetern je Verbindung. Klemmverbindungen (vgl. Bild 5) dienen zur Verbindung von zueinander geneigten oder parallelen Rohren und werden überwiegend mittels Schraubkupplungen gemäß DIN EN 74-1 hergestellt. Durch das Vorspannen der Hammerkopfschraube der Kupplung wird ein Anpressdruck zwischen Sattel und Überwurfbügel der Kupplung einerseits und der Rohrwandung andererseits erzeugt, mit dem eine kontrollierte Reibung erreicht wird. Als Versagen wird das Rutschen der Kupplung betrachtet.

Diese speziellen Verbindungstechniken haben zur Folge, dass aus Systembauteilen zusammengesetzte Konfigurationen zunächst – je nach Fabrikat – spezifische Verformungswege zurücklegen müssen, bevor sie einer auf sie einwirkenden Last planmäßigen Widerstand entgegensetzen. Diese typischen, systemabhängigen Federsteifigkeiten können nur im Rahmen von Versuchen ermittelt werden.

1.3 Baurechtliche Konsequenzen – Regelausführungen

Konstruktionen, deren Standsicherheit und Tragfähigkeit nicht auf der Grundlage bauaufsichtlich eingeführter technischer Baubestimmungen nachgewiesen werden können, bedürfen in der Bundesrepublik Deutschland einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung (abZ) oder einer Zustimmung im Einzelfall. Da wesentliche Parameter ihres Tragverhaltens nur durch Ver-



Bild 5. Verbindung zweier Rohre mit einer Normalkupplung

suche ermittelt werden können, trifft dies auf Systemgerüste zu. Sämtliche Systemgerüste, die in Deutschland verwendet werden sollen, benötigen eine abZ. Im Rahmen des Zulassungsverfahrens durch das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) werden für vorgegebene Ausstattungsvarianten die erforderlichen Federkennwerte ermittelt und rechnerisch – ebenfalls vorgegebene – Aufbaukonfigurationen untersucht. Produktfestlegungen, Bemessungsverfahren, Versuchsanforderungen, Ausstattungsvarianten und Aufbaukonfigurationen sind in den Normen DIN EN 12810-1, DIN EN 12810-2, DIN EN 12811-3 und in den Zulassungsgrundsätzen für Arbeits- und Schutzgerüste des DIBt festgelegt. Die zu untersuchenden Konfigurationen der Systemgerüste sind Aufbauvarianten für am Bauwerk verankerte Fassadengerüste bis zu einer Höhe der obersten Arbeitslage von 24,0 m. Sie beinhalten alle wesentlichen, für den Einsatz als Arbeits- und Schutzgerüst erforderlichen Bauteile. Diese im Rahmen des Zulassungsverfahrens berechneten Konfigurationen werden als Regelausführungen bezeichnet und in den Aufbau- und Verwendungsanleitungen, die der Hersteller dem Anwender zur Verfügung stellen muss, dargestellt und beschrieben. Standsicherheit und Tragfähigkeit der Regelausführung gelten als nachgewiesen. Die Regelausführung beinhaltet sowohl die unbedeckte Ausführung des Gerüsts als auch bedeckte Aufbauvarianten mit Gerüstschutznetzen oder Planen, jeweils vor offener und geschlossener Fassade, abhängig vom Öffnungsanteil des Bauwerks.

In der Baustellenpraxis werden die meisten Fassadengerüste – sofern sie nicht gravierend und signifikant von den Vorgaben des Zulassungsbescheides und der Aufbau- und Verwendungsanleitung abweichen – als Umsetzung der Regelausführung betrachtet, wobei kleinere Abweichungen stillschweigend hingenommen werden. Für Gerüste, die keiner Regelausführung entsprechen, muss ein Standsicherheits- und Festigkeitsnachweis im Einzelfall erbracht werden.

1.4 Ankerraster und Ausbildung der Gerüsthälter

Die Regelausführung eines Rahmengerüstsystems sieht grundsätzlich drei Verankerungsraster vor (weitere, vom Fabrikat abhängige Ankerraster sind möglich):

- Verankerung eines jeden Rahmenstrangs im Höhenabstand von 8,00 m, wobei die Anker benachbarter Rahmenstränge um 4,00 m versetzt sind. Diese Ausführung kann eingesetzt werden für unbedeckte Gerüste und für mit Netzen bedeckte Gerüste vor geschlossener Fassade.
- Verankerung eines jeden Rahmenstrangs im Höhenabstand von 4,00 m. Diese Ausführung kann auch für mit Netzen bedeckte Gerüste vor offener Fassade eingesetzt werden.
- Verankerung eines jeden Rahmenstranges im Höhenabstand von 2,00 m. Diese Ausführung kann auch für mit Planen bedeckte Gerüste eingesetzt werden.



Bild 6. Verankerung eines Fassadengerüsts mit kurzem Gerüsthälter und Ringössenschraube

Das Gerüstbauteil, mit dem Ankerkräfte aus dem Gerüst in die Verankerung am Bauwerk eingeleitet werden, ist der Gerüsthälter, ein Rohr, an dessen vom Gerüst abliegenden Ende sich ein angeschweißter Haken befindet, der in der Regel in eine Ringössenschraube eingehakt wird. Diese Ringössenschraube wird im Regelfall mit einem Dübel in der Fassade verankert. Am anderen Ende werden die Gerüsthälter mit Kupplungen in Knotennähe an den Ständerrohren des Gerüsts angeschlossen (vgl. Bild 6). Die Ausführung der Verankerung von Fassadengerüsten im Verankerungsgrund wird in Abschnitt 2 dieses Beitrags detailliert beschrieben.

Die horizontal auf das Gerüst wirkenden Kräfte rufen sowohl rechtwinklig als auch parallel zur Fassade wirkende Beanspruchungen hervor. Um ausschließlich rechtwinklig zur Fassade wirkende Kräfte in den Verankerungsgrund einzuleiten, reicht es aus, einen rechtwinklig zur Fassade ausgerichteten sogenannten „kurzen“ Gerüsthälter mit einer Kupplung am inneren Ständer des Gerüststrahmens zu befestigen (Bild 6). Dabei ist sowohl die Stelle des Einhakens des Gerüsthälters in die Ringössenschraube als auch der Kupplungsanschluss am Gerüst wegen seiner geringen rechnerischen Torsionssteifigkeit als Gelenk zu betrachten. Das statische System dieses „kurzen“ Gerüsthälters ist ein beiderseits gelenkig angeschlossener Stab.

Sollen parallel zur Fassade wirkende Lasten übertragen werden, so muss eine Verdrehbarkeit des Gerüsthälters um den Innenständer ausgeschlossen werden. Dabei muss das Ankerrohr als sogenannter „langer“ Gerüsthälter ausgeführt und sowohl am Außen- als auch am Innenständer des Gerüststrahmens angeschlossen werden, um einen biegesteifen Anschluss an das Gerüst zu erzeugen. Die gleiche Wirkung wird durch einen sogenannten „Dreieckshalter“ oder „V-Anker“ (vgl. Bild 7) erzielt, der aus zwei unter 90° zueinander geneigten „kurzen“ Gerüsthaltern besteht, die an den Innenständer angeschlossen werden. Auch dieser „Dreieckshalter“ verhindert eine Verdrehung. Beide Mechanismen



KUNDENSEMINARE VON WÜRTH

Know-how für die Erfolge von Morgen!

Wer sich und seine Mitarbeiter weiterbildet, verschafft sich starke Wettbewerbsvorteile und macht seinen Betrieb fit für die Zukunft. Wir unterstützen Sie seit Jahrzehnten mit praxisnahen Schulungen in den Handwerkerzentren der Akademie Würth. Von Seminaren zur Betriebsführung oder zur Rechtssicherheit im Baualltag bis zu handwerklichen Themen bieten wir Ihnen eine Fülle an kompetenten Weiterbildungen. Gerne beraten wir Sie auch individuell und führen eines unserer Kundenseminare direkt bei Ihnen vor Ort durch.

Entdecken Sie unsere komplettes Seminarprogramm auf www.wuerth.de/seminare

FENSTERBEFESTIGUNG NACH STAND DER TECHNIK

Moderne Baustoffe und 3-fach verglaste Fenster machen die Befestigung der Elemente immer mehr zu einer Herausforderung. Bisher bekannte Standardlösungen funktionieren oft nicht mehr. Moderne Abdichtmethoden lassen keine seitliche Verklotzung zu. Immer öfter müssen die Fenster in der Dämmebene, also vor der Fassade, montiert werden. Alle diese Punkte machen es erforderlich, dass der Fenstermonteur auf dem aktuellen Stand der Befestigungstechnik bleibt, um sowohl Untergründe erkennen zu können, als auch die dafür geeignete Befestigungslösung auswählen zu können.

Ihr Nutzen

Sie kennen moderne Befestigungsmethoden, um auch in schwierigen Untergründen 3-fach verglaste Fenster sicher befestigen zu können. Sie lernen dazu die modernen Baustoffe im Detail kennen und erfahren, wie Sie eine Befestigung planen können. Sie erfahren einfache Methoden, wie Sie Untergründe auf das Tragverhalten hin beurteilen können

Seminarinhalte

- Montage von Fenstern in und vor der Leibung
- Auswahl von geeigneten Befestigungsmitteln
- Beurteilung von verschiedenen Untergründen in der Praxis
- Tragverhalten von verschiedenen Untergründen in der Praxis
- Umgang und Interpretation von/mit Prüfberichten
- Aktuelle Regelungen im Bereich der Fenstermontage
- Montage von einbruchhemmenden Fenstern
- Aktuelles aus der Normung

Termine finden Sie unter: www.wuerth.de/seminare
akademie-kundenseminare@wuerth.com oder
rufen Sie uns direkt an T 07940 15-2330

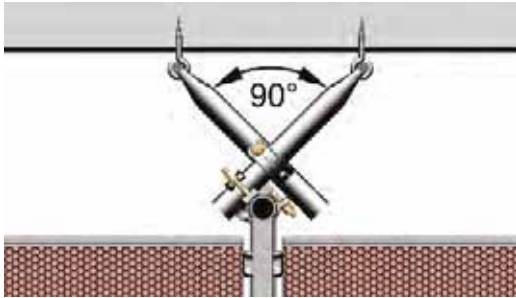


Bild 7. Schema eines V-Ankers zur Übertragung von Lasten parallel zur Fassade (Wilhelm Layher GmbH & Co. KG)

sind geeignet, zusätzlich zu den rechtwinklig angreifenden auch parallel zur Fassade wirkende Ankerkräfte zu übertragen. Die erforderliche Anzahl der einzubauenden „langen“ Gerüsthalter oder „Dreieckshalter“ ist abhängig vom Fabrikat und der Ausführungsvariante des Fassadengerüsts. Für unbekleidete Gerüste kann als überschlägliche Faustregel gelten, dass etwa jeder dritte Anker derart auszubilden ist. Genauere Angaben können der Aufbau- und Verwendungsanleitung des jeweiligen Gerüstherstellers entnommen werden. Grundsätzlich bleibt festzuhalten, dass sich an dem der Fassade zugewandten Ende des Gerüsthalters stets ein Gelenk befindet (vgl. Grafiken Tabelle 1).

1.5 Horizontale Beanspruchungen der Fassadengerüste und Ankerkräfte

Die in die Verankerung des Gerüsts einzuleitenden Lasten speisen sich aus drei Einflüssen:

- Windlasten, die auf das Gerüst wirken,
- unvermeidbare Schiefstellung der Ständerrohre gegeneinander an ihren Stoßstellen und
- Vorkrümmungen der einzelnen Tragglieder.

Der aus den Windlasten resultierende Anteil ist der quantitativ größte und insofern der maßgebliche Einfluss. Vereinfacht wird nur dieser in den folgenden Überlegungen betrachtet.

Für die Regelausführung, die einen wesentlichen Anteil der Einsatzfälle abdecken soll, sind die rechnerisch anzusetzenden Windlasten – gemessen an den tatsächlichen Einsatzfällen z. B. im innerstädtischen Raum – verhältnismäßig ungünstig. Die anzusetzenden Bemessungsstaudrücke sind in DIN EN 12810-1 zwingend vorgegeben. Sie verlaufen – unabhängig vom Aufstellort – linear von $0,80 \text{ kN/m}^2$ am Stellgrund des Gerüsts bis zu $1,10 \text{ kN/m}^2$ in $24,00 \text{ m}$ Aufbauhöhe. Diese Staudrücke sind deutlich höher als die nach nationaler Windlastnorm anzusetzenden Werte für dicht besiedeltes Binnenland (siehe hierzu DIN EN 1991-1-4 „Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten“ mit dem nationalen Anhang DIN EN 1991-1-4/NA „Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 1:

Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten“).

Die aus diesen Bemessungsstaudrücken resultierenden Ankerkräfte werden von den jeweiligen Herstellern der Systemgerüste in den zugehörigen Aufbau- und Verwendungsanleitungen angegeben. Sie betragen – abhängig von Fabrikat, Aufbauvariante, Bekleidung und Öffnungsanteil der Fassade – zwischen $1,0 \text{ kN}$ und $6,0 \text{ kN}$ je Anker rechtwinklig zur Fassade und zwischen $3,5 \text{ kN}$ und $8,0 \text{ kN}$ je „langem“ Gerüsthalter oder „Dreieckshalter“ parallel zur Fassade.

Wenngleich die meisten Fassadengerüste stillschweigend als „Regelausführung“ und somit ohne expliziten Standsicherheits- und Tragfähigkeitsnachweis im Einzelfall errichtet werden, so besagt dies nicht zwingend, dass die oben angegebenen Ankerkräfte auch real auftreten. Um diesen Sachverhalt zu veranschaulichen, werden beispielhaft die parallel zur Fassade wirkenden Ankerkräfte eines mit Netzen bekleideten Fassadengerüsts betrachtet.

Bei einem vertikalen Abstand der Ankerlagen von $4,00 \text{ m}$, einer Aufbauhöhe des Gerüsts von $20,0 \text{ m}$ und Windlastannahmen gemäß DIN EN 12810-1 ergäben sich für eine solche Konfiguration Parallellasten von ca. $0,66 \text{ kN/m}$ Fassadenlänge. Betrachtet man die gleiche Konstruktion im Rahmen eines Nachweises im Einzelfall und ermittelt die Windlast nach nationalen Vorgaben für Windzone WZ 2 (Binnenland), Geländekategorie III (Vorstädte, Industrie- und Gewerbegebiete) unter Annahme eines Qualitätsnetzes mit Prüfzeugnis und eines aerodynamischen Beiwerts von $c_{fl} = 0,14$ (dies ist üblicher Standard, vgl. [3]), so ergibt sich nur noch eine Parallellast von ca. $0,23 \text{ kN/m}$ Fassadenlänge. Die rechnerische Ankerkraft sinkt also auf fast ein Drittel des Wertes der Regelausführung. Für den innerstädtischen Bereich sind die Ergebnisse einer Berechnung im Einzelfall also erheblich günstiger als die Werte der Regelausführung.

Andererseits können die Werte der Regelausführung aber auch erheblich überschritten werden: unter Annahme der Windzone WZ 4 (Deutsche Bucht), Geländekategorie I (Küste) steigt die rechnerische Parallellast für die beschriebene Gerüstkonfiguration auf ca. $1,05 \text{ kN/m}$ Fassadenlänge. Dies zeigt, dass die in den Regelausführungen dargestellten Gerüstkonfigurationen durchaus geeignet sind, die Einsatzbedingungen in den meisten Regionen Deutschlands auch in unterschiedlichstem Gelände abzudecken, dass jedoch an Aufstellorten mit extremen Windlasten eine statische Untersuchung im Einzelfall und entsprechende Ertüchtigungsmaßnahmen erforderlich sind.

1.6 Verankerung von Gerüsten an Fassaden mit nicht tragfähigen Aufbauten

Werden Fassaden mit Aufbauten versehen, die nicht in der Lage sind, Verankerungskräfte temporärer Konstruktionen aufnehmen zu können (z. B. Natursteinfassaden, Vorhangfassaden, zweischaliges Mauerwerk,

Wärmedämm-Verbundsysteme etc.), kann der im Abschnitt 1.4 beschriebene Verankerungsmechanismus nicht mehr ausgeführt werden, es sei denn, der Gerüsthalter würde die nicht tragenden Schichten durchdringen. Da dies zu Schäden oder Fehlstellen in der Fassadenbekleidung führen würde, muss dies in den allermeisten Fällen ausgeschlossen werden. Um eine Beschädigung der Fassadenaufbauten – auch und insbesondere im Hinblick auf künftige Einrüstungen – zu vermeiden, müssen dauerhafte Verankerungskonstruktionen in das Fassadensystem integriert werden, die in der Lage sind, die Verankerungskräfte eines Fassadengerüstes aufzunehmen. Diese sogenannten „Daueranker“ sind Bestandteil der Fassade und somit des Bauwerks, sie sind kein Bestandteil des Gerüsts.

Bei Naturstein- oder Vorhangfassaden ist der Einbau derartiger Daueranker gängige Praxis. Es handelt sich hierbei um Bauteile, die biegesteif an die Fassade angeschlossen werden, meist entweder in Form eines an tragfähige Bauteile angedübelten „Dreibocks“ (Bild 8) oder als in tragfähige Bauteile eingespannte Kragkonstruktion. Ein biegesteifer Anschluss an das Bauwerk ist zwingend erforderlich. Da der Gerüsthalter – wie bereits erläutert – mit einem Gelenk endet, würde ein gelenkiger Anschluss des Dauerankers an die Fassade zu einer kinematischen Kette führen.

Die dauerhaften Ankerkonstruktionen sind mit demontierbaren Endstücken ausgestattet, welche die Fassade in den Fugen der Bekleidung durchdringen und in denen sich Ösen für die Haken der Gerüsthalter befinden.

Bei der Montage des Gerüsts werden zunächst an tragenden Bauteilen die gerüstbautypischen temporären Verankerungen mit kurzen Ringöschenschrauben und Kunststoffdübeln eingebaut. Nachdem der Fassadenbauer die Daueranker gesetzt hat, verankert der Gerüstbauer das Gerüst an diesen und entfernt die ursprünglichen temporären Anker. Im Zuge der Demontage des Gerüsts werden die Endstücke der Daueranker ausgebaut. Der verbleibende Daueranker ist Bestandteil des Bauwerks und muss dementsprechend auch alle für das Bauwerk geltenden baurechtlichen Anforderungen erfüllen, auch hinsichtlich der Dauerhaftigkeit. Dies setzt sowohl einen ausreichenden Korrosionsschutz als auch die Verwendung entsprechender Befestigungsmittel voraus. Eine detaillierte Betrachtung der Befestigung einer dauerhaften Gerüstverankerung im Vergleich zu einer temporären Verankerung enthält Abschnitt 2.3.

Problematischer als bei den genannten Naturstein- und Vorhangfassaden stellt sich die Situation bei Fassaden dar, die mit Wärmedämm-Verbundsystemen bekleidet werden. Als die Entwicklung dieser Fassadendämmsysteme in den achtziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts einsetzte, waren die Schichtdicken noch relativ gering. Meist konnte die Verankerung der Fassadengerüste noch unter Ausnutzung einer kurzen Ringöschenschraube realisiert werden. Auf zunehmende Dämmstoffdicken (aufgrund immer höherer Anforderungen der Energieeinsparverordnung) reagierte man mit Ein-



Bild 8. Dauerhafte Einrichtung zur Verankerung von Fassadengerüsten mit Gerüsthalter

bau immer längerer Ringöschenschrauben; eine Praxis, die einen rechnerisch kaum als standischer nachweisbarer Zustand erzeugte (vgl. Abschn. 2.2.5).

Mittlerweile erreichen die Aufbauten der Wärmedämm-Verbundsysteme Dämmstoffdicken von über 20 cm. Es bedarf keiner weiteren Erläuterung, dass normale Schraubenschäfte bei einer Kraglänge von 25 bis 30 cm kaum noch Druckkräfte rechtwinklig zur Fassade, geschweige denn Biegung erzeugende Lasten parallel zur Fassade aufnehmen können. Eine temporäre Verankerung mit den oben beschriebenen üblichen Mitteln des Gerüstbaus ist praktisch nicht mehr möglich. Auf die Problematik der Verankerung von Fassadengerüsten mit Wärmedämm-Verbundsystem wird in Abschnitt 2.2.5 im Detail eingegangen. Ohne Einbau von Dauerankern ist die Einhaltung des in den technischen Regelwerken geforderten Sicherheitsniveaus technisch nur dann möglich, wenn spezielle WDVS-Verankerungen verwendet werden (z. B. Bild 14) oder das Gerüst durch entsprechende Konstruktionen zur Aufnahme der parallel zur Fassade wirkenden Lasten ertüchtigt wird, z. B. durch

- Umleitung der Kräfte parallel zur Fassade über fachwerkartige Rohr-Kupplungskonstruktionen unter den Belagebenen im Eckbereich des Gerüsts in Anker, die lotrecht zur betrachteten Fassade eingebaut sind;
- stirnseitige Verankerung des Gerüsts in Erkern, Balkonen;
- Stützung des Gerüsts durch Aussteifungskonstruktionen usw.

Diese Zusatzkonstruktionen sind aber mit erheblichem Aufwand und Zusatzkosten verbunden und bieten für künftige Einrüstungen keine Lösung.

2 Verankerung im Untergrund im Detail

2.1 Allgemeines

In verschiedenen Literaturquellen wird im Detail auf die Grundlagen und Regelungen der allgemeinen Dübeltechnik in Mauerwerk eingegangen (vgl. [4, 5] usw.). Diese Veröffentlichungen beschäftigen sich im Schwerpunkt mit den geltenden Zulassungen bzw. dem Zulas-



Bild 9. Fassadengerüst mit engmaschigem Netz

sungsverfahren und den entsprechenden Bemessungsregeln. Dass es für die Verwendung bestimmter Bauprodukte Zulassungen gibt, zeigt, dass es sich für den dort beschriebenen Anwendungsfall um nicht geregelte Bauprodukte im Sinne von § 17 Abs. 3 Satz 1 der Musterbauordnung (MBO) handelt. Wesentliche Abweichungen von den in den Zulassungen der Befestigungsmittel getroffenen Bestimmungen verursachen im Geltungsbereich der Landesbauordnungen im Allgemeinen die Notwendigkeit eines neuen bzw. erweiterten Verwendbarkeitsnachweises (z. B. einer Zustimmung im Einzelfall oder einer erweiterten Zulassung).

Bei der Befestigung von Fassadengerüsten wird in der Praxis dennoch oftmals ohne entsprechenden neuen bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis wesentlich von den Zulassungen abgewichen. Dies ist dann baurechtlich nicht zu beanstanden, wenn die in den folgenden Abschnitten geschilderte Vorgehensweise eingehalten wird, da es sich hierbei aus Autorensicht um anerkannte Regeln der Technik im Sinne von § 17 Abs. 3 Satz 1 der MBO handelt, also um Regeln bzw. Regelwerke, die in der Praxis bekannt sind und entsprechend angewendet werden, weil sie sich im praktischen Baualltag bewährt haben. Diese Regelwerke, z. B. die entsprechende Handlungsanleitung der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft [6], sollen im Folgenden vorgestellt werden.

Da die Regelungen bzw. Zulassungen für Fassadengerüste von einer maximalen Standzeit von maximal zwei Jahren ausgehen, sind die derzeit gültigen Sicherheitskonzepte für die allgemeine Dübeltechnik, die von einer Nutzungsdauer von mindestens 50 Jahren ausgehen, im Bereich der Fassadengerüste nicht immer anwendbar. Eine direkte Anwendung dieser Regelungen (vgl. [4, 5] usw.) führt für die Dübel zu zulässigen Lasten, mit denen die beispielsweise in den Zulassungen der Gerüsthersteller angegebenen (und für die Fassadengerüste notwendigen) Befestigungsanforderungen nicht erreicht werden können (vgl. Abschn. 1.5). Vor allem bei Fassadenge-

rüsten, die – wie in Bild 9 dargestellt – mit einem engmaschigen Netz bzw. einer Plane verhängt werden, können charakteristische Zuglasten im Bereich von über 5 kN pro Befestigungsstelle auftreten. Nachfolgend werden nur die wichtigsten vorhandenen Regelungen im direkten Bereich der Fassadengerüste im direkten Bezug zur Verankerung am Bauwerk kurz dargestellt, ein Anspruch auf Vollständigkeit besteht jedoch nicht.

2.2 Regelungen

2.2.1 DIN EN 12811-1: Temporäre Konstruktionen für Bauwerke, Teil 1: Arbeitsgerüste

„Diese Europäische Norm legt die Leistungsanforderungen sowie Verfahren für Entwurf, Konstruktion und Bemessung von Arbeitsgerüsten fest. Die Anforderungen gelten für Arbeitsgerüste, die das angrenzende Bauwerk zur Standsicherheit benötigen“. Damit betreffen die Anforderungen dieser Norm auch die Dübeltechnik, da die Verbindung zwischen Bauwerk und Arbeitsgerüst in den meisten Fällen über ein Befestigungsmittel erfolgt. In der Norm finden sich beispielsweise Angaben zur Ermittlung der Windbelastung. Detaillierte Angaben zur Ausführung der Verankerung am Bauwerk gibt es in der Norm jedoch nicht, es werden lediglich die entsprechenden Einwirkungen auf das Gerüst betrachtet, die dann natürlich – über Befestigungsmittel – in den Verankerungsgrund eingeleitet werden müssen.

2.2.2 DIN 4426: Einrichtungen zur Instandhaltung baulicher Anlagen

Die Anforderungen an dauerhafte Gerüstverankerungen, wenn tragenden Bauteile einer Außenwand mit Platten bekleidet oder Vorhangfassaden angebracht werden, sind über die DIN 4426 geregelt.

Die im Dezember 2013 veröffentlichte DIN 4426 schreibt vor: „Werden die tragenden Bauteile einer Außenwand mit Fassadenkonstruktionen (Vorhang-

fassaden, Wärmedämmverbundsysteme, zweischaliges Mauerwerk) versehen, die keine Verankerungskräfte temporärer Arbeitsplätze aufnehmen können, sind dauerhafte Vorrichtungen für die Verankerungen temporärer Arbeitsplätze für künftige Arbeiten an der Fassade vorzusehen.“

Dabei sind diese in DIN 4426 geforderten „Vorrichtungen“ wie folgt auszubilden:

- Der vertikale Abstand zwischen den Verankerungsebenen darf 4,0 m nicht überschreiten.
- Die Verankerungen sind mindestens für folgende charakteristische Einwirkungen zu bemessen:
 - rechtwinklig zur Fassade 2,25 kN je Meter Fassadenlänge,
 - parallel zur Fassade 0,75 kN je Meter Fassadenlänge.
- Beträgt der vertikale Abstand weniger als 4,0 m, dürfen die Kräfte proportional abgemindert werden. An Gebäudekanten (z. B. Traufkanten, Gebäudeecken) sind die angegebenen Kräfte zu verdoppeln.

Auf die genannten Verankerungsvorrichtungen darf nur dann verzichtet werden, wenn die Traufhöhe des Gebäudes 8 m nicht überschreitet.

Die in der Norm genannten Lasten, für die dauerhafte Gerüstverankerungen (Daueranker) auszulegen sind, entsprechen in etwa dem für Gerüste der Regelausführung zu berücksichtigenden Lastspektrum. Die Kräfte parallel zur Fassade von 0,75 kN entsprechen ungefähr der Größenordnung eines mit Netzen bekleideten Fassadengerüsts mit den aus den Windlasten nach DIN EN 12810-1 ermittelten Parallellasten von ca. 0,66 kN/m Fassadenlänge. An einem für die in DIN 4426 geforderten Lasten bemessenen „Daueranker“ können also problemlos Gerüste der Regelausführung verankert werden. Dies macht auch Sinn, denn ein konfektionierter Daueranker kann ja durchaus an beliebigen Orten in Deutschland eingesetzt werden.

Die zur Verankerung in DIN 4426 genannten Lasten sind in Betonbauteilen in der Regel problemlos möglich. Soll jedoch in weniger tragfähigem Mauerwerk verankert werden, kann es durchaus sinnvoll sein, für die Bemessung der Dübel nicht die in DIN 4426 geforderten – der Regelausführung entsprechenden Werte – anzunehmen, sondern die Ankerkräfte für das ungünstigste zu erwartende Gerüstsystem mit den möglicherweise wesentlich günstigeren örtlich anzunehmenden Staudrücken entsprechend DIN EN 1991-1-4 zu ermitteln. Wie in Abschnitt 1.5 dargestellt, kann dies zu wesentlich günstigeren (und realistischeren) Ergebnissen führen und damit zu geringeren Lasten, die mittels Dübeln verankert werden müssen.

2.2.3 Zulassungen für Fassadengerüste

In den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen der für den Aufbau von Fassadengerüsten eingesetzten Systemgerüste (vgl. z. B. [7]) ist ganz klar dargelegt:

„Die Verankerung der Gerüsthalter an der Fassade oder an anderer Stelle am Bauwerk sind nicht Gegen-

stand der Zulassung. Der Anwender hat dafür Sorge zu tragen, dass diese Kräfte aus den Gerüsthaltern sicher aufgenommen und abgeleitet werden können. Vertikalkräfte dürfen dabei nicht übertragen werden.“

Damit erfolgen in den Zulassungen der Fassadengerüste selbst keine Regelungen zu den Befestigungen der Gerüste am Verankerungsgrund, es werden allein die verankernden Lasten angegeben (vgl. Abschn. 1.5).

2.2.4 Handlungsanleitung für den Umgang mit Arbeits- und Schutzgerüsten der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft

Dem Umstand, dass die vorher genannten Normen und auch die Gerüstzulassungen die Verankerung an der Fassade nicht im Detail einschließen, nimmt sich die „Handlungsanleitung für den Umgang mit Arbeits- und Schutzgerüsten“ der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft an [6]. In dieser Handlungsanleitung ist das Thema Verankerungen mit einem eigenen Sicherheitskonzept dargestellt. Dabei sind die Lasten, die der Dübel aufnehmen muss, den Aufbau- und Verwendungsanleitungen, den Montageanleitungen oder den statischen Berechnungen zu entnehmen. Die Verankerungen müssen außerdem fortlaufend mit dem Gerüstaufbau eingebaut werden.

Die Dübel müssen für die Verankerung von Fassadengerüsten in ausreichend tragfähigen Untergrund eingebaut werden. Dazu gehören beispielsweise Stahlbetondecken, -wände oder -stützen nach DIN 1045 (Bestandsbau) bzw. DIN EN 1992 (Neubau) und tragendes Mauerwerk nach DIN 1053 bzw. DIN EN 1996. Nicht geeignet sind beispielsweise Befestigungen an Schneefanggittern, Fensterrahmen usw. (vgl. Bild 10).

Die Tragfähigkeit der Dübel kann dafür durch eine Zulassung des Dübels (statische Bemessung, vgl. z. B. [4] und [5]) oder eine Probelastung direkt auf der Baustelle erfolgen.

Für den Untergrund Beton gibt es verschiedene Dübelssysteme, die die erforderlichen Lasten nach den Rege-



Bild 10. Sicherung eines Fassadengerüsts mittels Spanngurt zur Ladungssicherung

lungen der Zulassungen in den Untergrund einleiten können. Dazu gehören beispielsweise Bolzenanker oder auch Injektionssysteme für gerissenen Beton. In Mauerwerk ist es derzeit in der Regel kaum möglich, die erforderlichen Lasten mit einem Kunststoffdübel oder einem Injektionssystem über eine gültige allgemeine bauaufsichtliche oder europäische technische Zulassung abzudecken. Hinweise zu Befestigungslösungen für Mauerwerk enthält Abschnitt 2.5 dieses Beitrags.

Da die Lasten im Rahmen des Sicherheitskonzeptes einer ETA (vgl. z. B. [4] und [10]) für Kunststoff-Rahmendübel für die Gerüstbefestigungen oft nicht ausreichen, müssen die aufnehmbaren Lasten für die Befestigung von Fassadengerüsten nach der Handlungsanleitung der Berufsgenossenschaft ermittelt werden. Es sind Probelastungen direkt auf der Baustelle auszuführen. Diese Probelastungen müssen mit dafür geeigneten Prüfgeräten (z. B. Bild 11) durchgeführt werden. Die zu prüfenden Dübel sind dazu von einer dafür befähigten Person festzulegen. Die Prüflast wird in der Handlungsanleitung der Berufsgenossenschaft dabei auf das 1,2-Fache der für die Gerüstbefestigung erforderlichen Last festgelegt. In Beton müssen, sofern keine zugelassenen Dübel mit entsprechenden zulässigen Lasten verwendet werden (z. B. einfache Gerüstdübel aus Kunststoff), mindestens 10% aller verwendeten Dübel geprüft werden. In Mauerwerk streuen die Dübelauszugslasten deutlich stärker, beispielsweise durch Fugen oder unterschiedliche Steinarten bei verputztem Mauerwerk im Altbaubereich. Aus diesem Grund sind hier mindestens 30% der Dübel vor Ort zu prüfen. Dabei ist zu beachten, dass immer ein Minimum von fünf Dübeln geprüft werden muss.



Bild 11. Prüfgerät zur Prüfung eines Kunststoffdübels mit Ringöschenschraube direkt am Bauwerk

Können die erforderlichen Lasten nicht erreicht werden, ist die Ursache zu ermitteln und eine Ersatzbefestigung einzubauen. Gegebenenfalls kann es auch erforderlich werden, den Prüfumfang zu erhöhen. Über die gesamten Prüfungen ist eine schriftliche Dokumentation zum Nachweis der durchgeführten Prüfungen anzufertigen (Muster siehe [6]). Diese Dokumentation muss mindestens über die Standzeit des Gerüsts aufbewahrt werden.

2.2.5 Fachinformation Gerüste für Arbeiten an Fassaden mit Wärmedämm-Verbundsystemen (WDVS)

Die Fachinformation [8] beschreibt „Anforderungen für die Erstellung von Arbeits- und Schutzgerüsten an ein- und zweischaligen massiven Wandbildnern, an denen erstmalig ein WDVS erstellt wird, sowie bei der Instandhaltung/-setzung bestehender WDVS einschließlich der Aufdopplung“.

Im Kapitel 2.7 der Fachinformation finden sich Hinweise zur Befestigung von Fassadengerüsten im Anwendungsbereich der Fachinformation. Dort heißt es u. a. „in der Praxis des Gerüstbauer-Handwerks hat sich daher ein maximaler Abstand von ca. 7 cm zwischen Ringöse und Ankergrund als Grenzwert (0,5 kN parallel zur Fassade) herausgestellt. [...] Bei größeren Schaftlängen geht die Tragfähigkeit der Ringöschenschraube – für Kräfte parallel zur Fassade – gegen Null“.

Die Befestigung eines Fassadengerüsts mit langen Ringöschenschrauben ist gemäß der Fachinformation für WDVS-Arbeiten nicht geeignet, da:

- die Standsicherheit des Gerüsts nicht gegeben ist,
- sich bei Verwendung langer Ringöschenschrauben das Gerüst unter der Windbelastung bewegt, was wiederum zu Schäden am WDVS führt.



Bild 12. Befestigung eines Arbeitsgerüsts mit langen Ringöschenschrauben bei Montage eines WDV-Systems

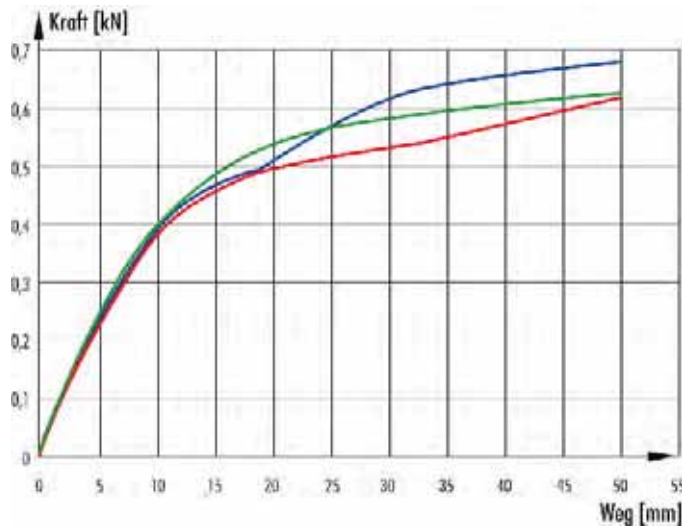


Bild 13. Typische Last-Verschiebungskurven unter Querbeanspruchung einer Ringöschenschraube mit einem Abstand von der Öse zur Wand mit ca. 180 mm

Lange Ringöschenschrauben können zwar bei ausreichend tragfähigem Untergrund die auftretenden Zuglasten übertragen, nicht jedoch die Querlasten parallel zur Fassade (d. h. in Längsrichtung der Belagsebene). Bild 13 zeigt typische Last-Verschiebungskurven unter Querbeanspruchung einer Ringöschenschraube mit einem Abstand von der Öse zur Wand von rund 180 mm. Man erkennt deutlich, dass selbst bei großen Verformungen von rund 20 mm nur eine Last von ca. 0,5 kN parallel zur Fassade übertragen werden kann.

Diese nach [8] übertragbare Last (0,5 kN) reicht in der Regel für die Anforderungen bei der Befestigung eines Arbeitsgerüsts nicht aus.

Die zeichnerischen Darstellungen der Anker in den Aufbau- und Verwendungsanleitungen der Gerüsthersteller bilden die Ringöschenschraube als gänzlich in tragfähigen Ankergrund eingedreht ab. Diese rein theoretische Vorgabe ist praktisch nicht umsetzbar. Sowohl die Schaftausbildung der Ringöschenschraube als auch die Tatsache, dass sich auf dem tragfähigen Ankergrund in der Regel mindestens Putz befindet, haben zur Folge,

dass unvermeidbar ein Abstand zwischen Vorderkante des tragfähigen Ankergrundes und der Achse der Ringöse besteht. In der Baustellenpraxis hat sich deshalb als handwerkliche Regel durchgesetzt, dass der Abstand zwischen der Achse der Ringöse und der Vorderkante des Ankergrundes so kurz wie möglich zu halten ist und 7 cm nicht überschreiten soll (vgl. auch Darstellung in [9]). Die Einhaltung dieser pragmatischen Regel hat bislang zu keinerlei bekannten nachteiligen Auswirkungen oder gar Schäden geführt.

Eine Möglichkeit zur Übertragung von Lasten parallel zur Fassade – bei Verwendung von kurzen Öschenschrauben – ist, wie zuvor bereits erwähnt, die Ausbildung sogenannter V-Anker (Bild 7).

Da bei der Montage von Wärmedämm-Verbundsystemen aber keine V-Anker mit kurzen Schrauben eingesetzt werden können, werden von Gerüstherstellern Systeme als Alternative für die Befestigung mit langen Ringöschenschrauben angeboten. Es gibt auf dem Markt Systeme, die nach Verwendung wieder demontiert und bis auf den Dübel selbst mehrfach verwendet werden können (Bild 14).

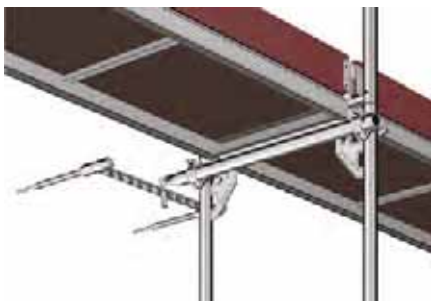


Bild 14. Schema eines demontierbaren „WDVS-Ankers“ (Wilhelm Layher GmbH & Co. KG)

2.3 Temporäre bzw. dauerhafte Verankerung

Die Möglichkeit, Probelastungen nach [3] durchzuführen, um die entsprechende Dübeltragfähigkeit für die Verankerung eines Fassadengerüsts nachzuweisen, gilt nur für Dübel von einmalig temporär angebrachten Fassadengerüsten, d. h. die Dübel werden nach dem Abbau des Gerüsts nicht wieder verwendet.

Im Rahmen eines erforderlichen Standsicherheitsnachweises für Verankerungen von Fassadengerüsten, die regelmäßig und dauerhaft verwendet werden und die Anforderungen der DIN 4426 (Abschn. 2.2.2) erfüllen müssen, um beispielsweise in Zeitintervallen > 2 Jahre wiederholt Wartungs- oder Reinigungsarbeiten ausfüh-

ren zu können, kommen nur Dübel infrage, die über eine Zulassung (abZ bzw. ETA) oder eine Zustimmung im Einzelfall geregelt sind.

Diese Unterscheidung zwischen einer dauerhaften und einer einmalig verwendeten Gerüstverankerung kann zum einen damit begründet werden, dass die dauerhaften Befestigungen (zulassungspflichtig) im Zuge der erstmaligen Gerüstmontage angebracht werden, diese dann aber für längere Zeit z. B. hinter einer Dämmung/Fassadenplatte nicht mehr zugänglich sind. Wird dann beispielsweise für einen neuen Anstrich/Reinigung der Fassade der Befestigungspunkt erneut verwendet, dann muss sich der „Zweitverwender“ auf diese tragfähige Befestigung verlassen können. Er hat dann oft keine Möglichkeit, die Dübel zu prüfen. Deshalb sind hier die Vorschriften gemäß den entsprechenden Dübelzulassungen bzw. der DIN 4426 einzuhalten. Bei einmaliger Verwendung der Befestigungspunkte dagegen hat der Gerüstmonteur bei seinem eigenen Gerüst nach [3] selbst dafür Sorge zu tragen, dass die Dübel korrekt montiert werden und von ihm im entsprechenden Umfang geprüft und dokumentiert wurden. Tabelle 1 bietet einen direkten Überblick über die Unterschiede zwischen einer temporären und einer dauerhaften Gerüstverankerung.

2.4 Einleitung von Druckkräften

Dübelsysteme sind in der Regel nicht für die Aufnahme von Drucklasten ausgelegt, Zulassungen und Herstellerunterlagen enthalten im Allgemeinen darüber keine Regelungen. Hier ist deshalb der Einbau einer Druckabstützung zu empfehlen (Bilder 15 und 16), jedoch muss bei modernen Baustoffen darauf geachtet werden, dass die Abstützkonstruktion nicht in den Untergrund eingedrückt wird.

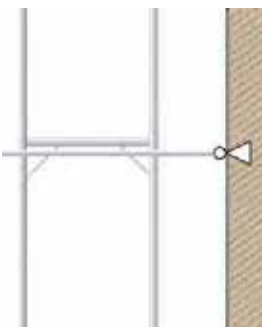
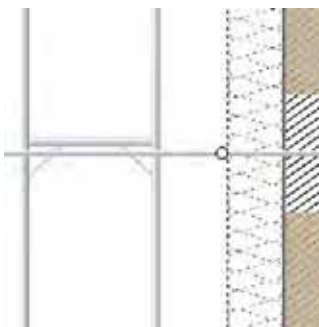
2.5 Montage und Auswahl von Dübeln

In der Regel ist die Befestigung von Fassadengerüsten beim Verankerungsgrund Beton unkritisch. Aus diesem Grund werden nachfolgend nur Befestigungslösungen und Montagehinweise für Mauerwerk dargestellt, für Beton wird auf die einschlägige Literatur verwiesen, z. B. [4] und [5].

2.5.1 Bohren

Das Tragverhalten der Dübelsysteme wird in Lochsteinen vor allem durch die Art und Weise, wie das Bohrloch erstellt wird, d. h. durch das Bohrverfahren und damit die Bohrlochgeometrie, beeinflusst. Die gängigsten Verfahren zur Erstellung von Löchern in Mauerwerk sind Dreh- und Hammerbohren. Für Lochsteine ist generell das Drehbohren empfehlenswert, da bei Ein-

Tabelle 1. Vergleich temporäre und dauerhafte Gerüstverankerung

	temporär	dauerhaft
Statisches System	 <ul style="list-style-type: none"> – Gerüsthalter biegesteif am Gerüst – Gelenk am Ankergrund (z. B. Ringöschenschraube) 	 <ul style="list-style-type: none"> – Gerüsthalter biegesteif am Gerüst – Ankerkonstruktion biegesteif an Ankergrund angeschlossen (Einspannung) – Gelenk vor Fassadenaufbau (z. B. Ringöschenschraube)
Lastannahmen	<p>Regelausführung: Aufbau- und Verwendungsanleitung</p> <p>Abweichung: DIN EN 12811-1 in Verbindung mit DIN EN 1991-1-4</p>	<p>Ankerkonstruktion ausgelegt gemäß DIN 4426 (vgl. Abschn. 2.2.2) örtliche Windlast gemäß DIN EN 1991-1-4</p>

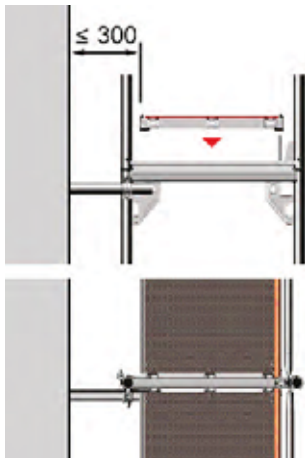


Bild 15. Schema zur Druckabstützung bei einem Arbeitsgerüst (Wilhelm Layher GmbH & Co. KG)



Bild 16. Einleitung der Zugkräfte über eine kurze Ringöschenschraube und der Druckkräfte über eine Druckabstützung bei einem historischen Altbau



Bild 17. Ausbrechen der Stege in einem Lochziegelstein (links Drehbohren, rechts Hammerbohren)

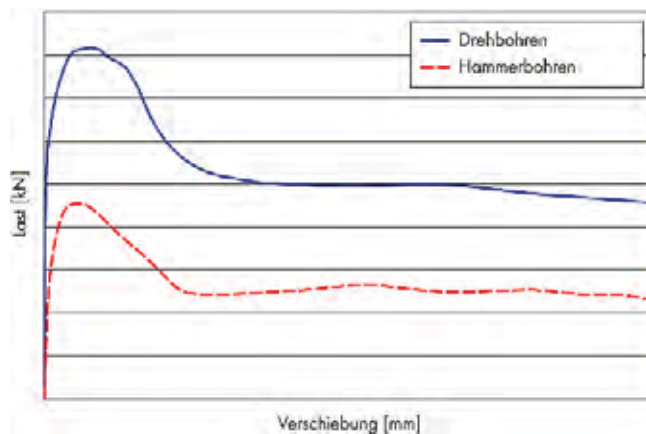


Bild 18. Reduzierung der Tragfähigkeit durch Hammerbohren bei einem Kunststoffdübel in einem Hochlochziegelstein

satz des Hammerbohrverfahrens das Bohrloch für den Dübel zu groß werden kann bzw. in Lochsteinen die Stege ausbrechen (Bild 17), was bedeutet, dass der Verankerungsgrund beim Bohren vorgeschädigt wird. Dies kann zu einer deutlichen Reduzierung der übertragbaren Last führen (Bild 18).

Bohrer für die Erstellung von Dübellöchern müssen Toleranzgrenzen einhalten. Diese sind bei neuen Bohrern gewährleistet, wenn Bohrwerkzeuge mit der Prüfmarke der Prüfgemeinschaft Mauerbohrer e. V. verwendet werden. Die Prüfmarke befindet sich auf dem Schaft des Bohrers. Des Weiteren müssen entweder der Hersteller oder eine Zahlen- bzw. Buchstabenkombination auf dem Bohrer vorhanden sein.

2.5.2 Kunststoffdübel

Für die Befestigung von einfachen Fassadengerüsten werden in der Regel Kunststoffdübel verwendet. Bei Kunststoffdübeln hängt das Tragverhalten sehr stark von der Kombination Dübel und Schraube ab. In der Regel werden in der Praxis einfache Kunststoffdübel in Kombination mit Ringöschenschrauben (Bild 19) verwendet. Eine optimierte Abstimmung der Gewindegeometrie auf den Dübel erfolgt meist nicht.

Beim neu entwickelten Gerüstdübel W-UR 14 SymCon wurde die Schraubengeometrie auf den Dübel abgestimmt und das Tragverhalten damit optimiert (Bild 20). Durch eine Spreizonenlänge von 100 mm ist es beispielsweise in modernen Lochsteinen (Bild 21)



Bild 19. Herkömmlicher Gerüstdübel mit Ringöseschraube

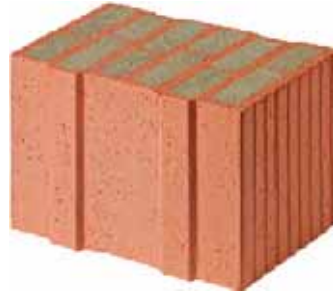


Bild 21. Moderner gefüllter Lochziegelstein (Foto: Wienerberger GmbH)



a) Ringöseschraube mit SymCon-Gewinde und Kunststoffdübel



b) Schraube mit Anschlussgewinde M12 und SymCon-Gewinde und Kunststoffdübel

Bild 20. W-UR 14 SymCon mit auf den Kunststoffdübel abgestimmter Ringöseschraube

möglich, einen zweiten Steinsteig zur Lasteinleitung zu aktivieren.

Den Einfluss auf die Tragfähigkeit zeigt das in Bild 22 dargestellte Last-Verschiebungsdiagramm. Man erkennt, dass herkömmliche Gerüstdübel (vgl. Bild 19) für eine ausreichende Lastübertragung in dieser Art von Steinen nur bedingt geeignet sind und der W-UR 14 SymCon deutlich höhere Versagenslasten bietet.

Weiterhin hat sich in durchgeführten Versuchen gezeigt, dass die übertragbare Last – in den geprüften Steinen – in der Stoßfuge deutlich höher ist als in der Steinfläche bzw. am Steinrand (Bild 22).

Besonders auffällig ist dieser Unterschied im Tragverhalten – zwischen Steinfläche und massiver Stoßfuge – bei Ziegelsteinen mit filigraner Stegstruktur (Bild 23). Bedingt durch die filigranen Steinstege lassen sich in der massiven Stoßfuge (Bild 24) deutlich höhere Werte erzielen als beispielsweise in der Lagerfuge oder der Steinfläche selbst (vgl. Bild 25).

Den in den Bildern 22 und 25 dargestellten Versuchsergebnissen kann man entnehmen, dass bei der Montage des Fassadengerüsts nach Möglichkeit bereits geprüft werden sollte, ob es durch die Wahl beispielsweise der Gerüsthalter bzw. der Gerüstkonstruktion selbst möglich ist, eine Verankerung im Bereich der Stoßfugen auszuführen. Damit könnte bei den Probelastungen (vgl. Abschn. 2.2.4) in den geprüften Steinen (Bilder 22 und 25) auf der Baustelle eventuell eine größere Tragfähigkeit nachgewiesen werden als bei einer Dübelmontage nur in den Steinflächen.

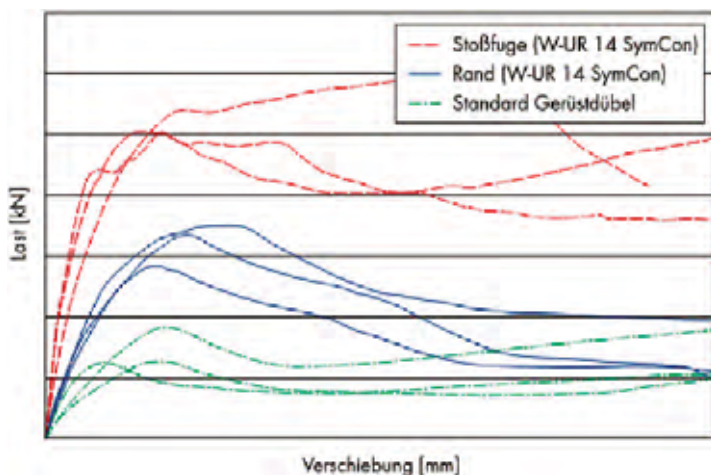


Bild 22. Typische Last-Verschiebungsdiagramme bei Verwendung eines W-UR 14 SymCon (Stoßfuge und Rand) sowie eines Standardgerüstdübels in einem POROTON T8 Ziegelstein



Bild 23. Moderner, hochwärmedämmender Lochziegel mit filigraner Stegstruktur Wienerberger Plan-T10-30,0 (Foto: Wienerberger GmbH)



Bild 24. Montage des Kunststoffdübels W-UR 14 SymCon in der Stoßfuge einer Wand aus Hochlochziegelsteinen

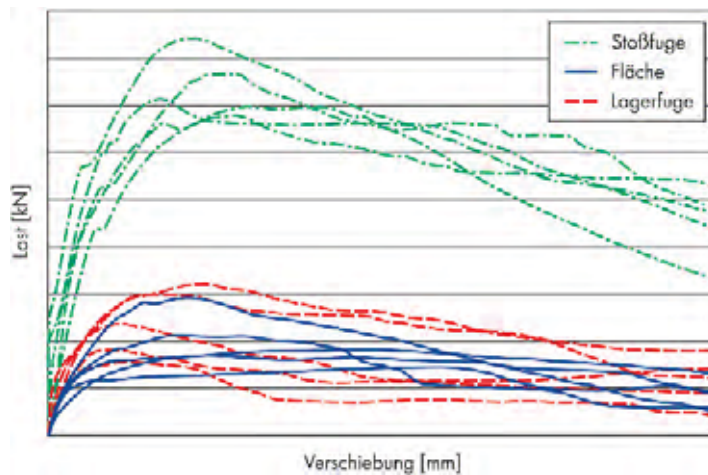


Bild 25. Typische Last-Verschiebungskurven bei Verwendung eines W-UR 14 SymCon in einem Lochziegel Plan-T10

2.5.3 Injektionsdübel

Reichen die Traglasten von Kunststoffdübeln in Mauersteinen nicht mehr aus, können für die Verankerung von Fassadengerüsten Injektionsdübel verwendet werden. Injektionsdübel sind Verankerungen, bei denen Gewindestangen oder Innengewindehülsen mit Injektionsmörtel nachträglich in ein Bohrloch gesetzt werden. Die Mörtelmasse besteht aus zwei Komponenten, wobei die eine Komponente den Härter und die zweite Komponente das Harz beinhaltet. Das Wirkungsprinzip in Vollmaterial beruht hauptsächlich auf einer Verklebung der Ankerstange mit der Bohrlochwand (Bild 26).

Bei Lochsteinen werden Siebhülsen aus Metall oder Kunststoff verwendet, die verhindern, dass die Mörtelmasse unkontrolliert in die Steinkammer gelangt. Diese Siebhülsen müssen vollständig mit Mörtel verfüllt werden. Durch das Einbringen der Gewindestange wird der in die Siebhülse eingepresste Injektionsmörtel durch die Maschen der Siebhülse in die Kammern des Steines gedrückt und erzeugt einen Formschluss mit den Stegen (Bild 27). Deshalb tragen Injektionsdübel in Mauer-

werk ihre Lasten überwiegend durch Formschluss und nur im Bereich der Steinstege durch Stoffschluss in den Verankerungsgrund ein.

Die Aushärtung der Mörtelmasse ist unter anderem von deren chemischer Zusammensetzung und der Temperatur im Verankerungsgrund abhängig. Zwischen dem Setzen und Belasten der Dübel ist deshalb – je nach Mörtelart – bei Untergrundtemperaturen von beispielsweise 20 °C eine Wartezeit von ca. 45 Minuten und bei der minimalen Anwendungstemperatur von mehreren Stunden einzuhalten. Die genauen Angaben enthalten die Zulassungsbescheide und Produktinformationen der Hersteller, die bei Injektionsdübeln auch auszugsweise auf der Mörtelkartusche abgedruckt sind.

Ein guter Verbund zwischen Mauersteinen und Verbundmasse wird nur erreicht, wenn der Injektionsdübel entsprechend der Montageanleitung sorgfältig montiert wird. Auf eine gründliche Reinigung des Bohrlochs ist besonders bei Vollsteinen zu achten. Eine unzureichende Bohrlochreinigung kann hier zu starken Lastabminderungen führen (Bild 28).

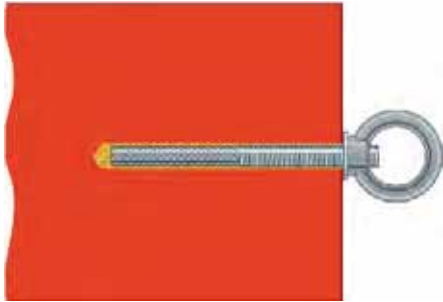


Bild 26. Öse zur Befestigung eines Fassadengerüsts, montiert mit einem Injektionsdübel in einem Vollstein

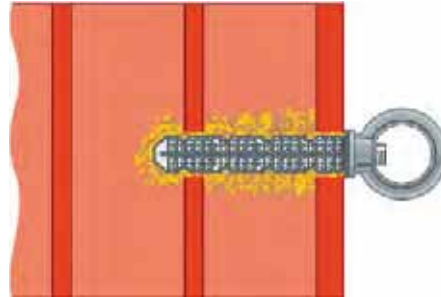


Bild 27. Öse zur Befestigung eines Fassadengerüsts, montiert mit einem Injektionsdübel in einem Lochstein

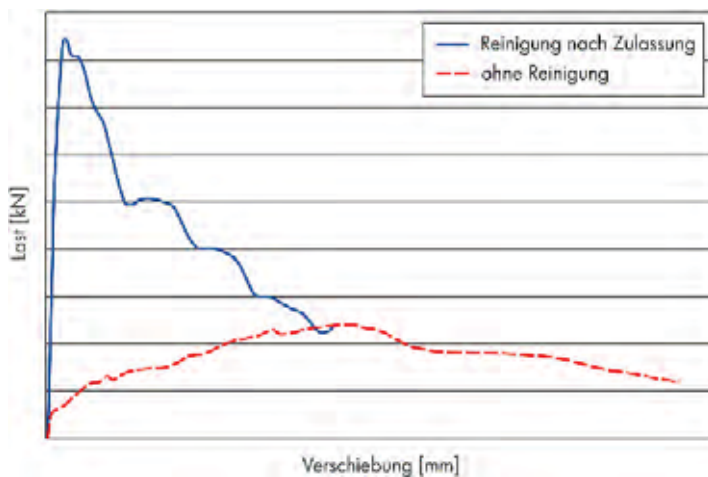


Bild 28. Einfluss der Bohrlochreinigung auf die Tragfähigkeit eines Injektionsdübels in einem Vollziegel

3 Fazit

Mit dem vorliegenden Beitrag sollen die wichtigsten Einflussgrößen auf die Befestigung eines Fassadengerüsts dargestellt und Lösungsansätze für deren Befestigung aufgezeigt werden. Der Beitrag stellt außerdem die wichtigsten aktuellen Regelwerke für diesen Bereich vor, kann und soll aber keine „Patentrezepte“ bieten. Es soll vielmehr die Notwendigkeit aufgezeigt werden, dass es trotz eines umfangreichen Zulassungs- und Regelungswesens nicht in allen Bereichen der Befestigungstechnik möglich ist, „einfach“ nach Zulassung zu bemessen bzw. zu arbeiten oder sogar gänzlich nach eigenen „Vorstellungen“ eine Befestigung auszuführen. Es ist vielmehr notwendig, jeden Einzelfall genau zu betrachten, und die Entscheidung, wie befestigt werden soll bzw. kann – vor allem beim Bauen im Bestand – lässt sich oftmals nur direkt vor Ort treffen.

4 Literatur

- [1] Fachregeln für den Gerüstbau FRG 1: Standgerüst als Fassaden- oder Raumgerüst aus vorgefertigten Bauteilen, Hrsg. Bundesinnung für das Gerüstbauer-Handwerk, Köln 2007.
- [2] Fachregeln für den Gerüstbau FRG 2: Hängegerüste als Fassaden- oder Raumgerüste, Hrsg. Bundesinnung für das Gerüstbauer-Handwerk, Köln 2010.
- [3] Nieser, H.: SVA „Gerüste“. In: Mitteilungen des Instituts für Bautechnik 1/1990, Berlin 1990.
- [4] Müller, M., Scheller, E.: Befestigungsmittel für den Mauerwerksbau. In: Mauerwerk-Kalender 36 (2011), S. 267–336. Hrsg. W. Jäger. Ernst & Sohn, Berlin 2011.
- [5] Scheller, E.; Küenzlen, J. Hrsg.: Handbuch der Dübeltechnik – Grundlagen, Anwendungen, Praxis. Swiridoff Verlag, Künzelsau 2013.
- [6] BG Bau Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, BGI/GUV-I 663: Handlungsanleitung für den Umgang mit Arbeits- und Schutzgerüsten, Berlin 2011

[7] Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung: Gerüstsystem Layher-Blitzgerüst 70 S, Wilhelm Layher GmbH & Co. KG. Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin 2008.

[8] Fachinformation Gerüste für Arbeiten an Fassaden mit Wärmedämm-Verbundsystemen (WDVS), gemeinsam herausgegeben von: Bundesinnung für das Gerüstbauer-Handwerk/Bundesverband Gerüstbau e. V. Köln, Bundesverband Farbe Gestaltung Bautenschutz, Frankfurt am Main, Gütegemeinschaft Wärmedämmung von Fassaden, Frankfurt am

Main und Güteschutzverband Stahlgerüstbau e. V., Köln, November 2012.

[9] Lehrbuch für das Gerüstbauerhandwerk, Bände 1 bis 3, Hrsg. Sozialkasse des Gerüstbaugewerbes, Wiesbaden 2001 bis 2011.

[10] Europäische Technische Zulassung Würth Kunststoff-Rahmendübel W-UR SymCon, ETA-11/0309 vom 26.06.2013.

UNSERE SPEZIALISTEN FÜR DIE FENSTER- MONTAGE



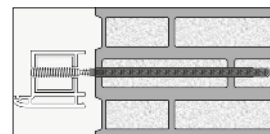
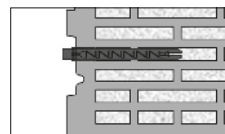
Befestigungslösungen von Würth – für jede Montagesituation

Während Fenster immer schwerer werden, werden Baustoffe immer leichter. Umso wichtiger sind sichere Befestigungslösungen für jede Anwendung.

Würth hat solche Lösungen, z. B. die AMO[®]-Y-Schraube für Porenbeton und die variable AMO[®]-COMBI-Schraube mit Kunststoffdübel für Lochsteine sowohl mit großen als auch mit kleinen Kammern.



Art.-Nr. 0912 810 90 ...



AMO[®]-Y

Zur Verankerung in Porenbeton

Art.-Nr. 0234 630 ...



AMO[®]-COMBI

Direktes Einschrauben in Vollstein, Beton und Holz;
in Lochstein mit Kunststoffdübel W-UR 10 XS/XXL

Art.-Nr. 0234 030 ...

Empfohlen von

YTONG

Empfohlen von

Wienerberger
Building Material Solutions

SCHLAGMANN
POROTON

mein ziegelhaus[®]