

2022

MAUERWERK KALENDER



Sonderdruck

Montage von Fenstern und
Türen mit Anforderungen
an die Einbruchhemmung

Jürgen Küenzlen
Eckehard Scheller

 **Ernst & Sohn**
A Wiley Brand

 **WÜRTH**


ISB Block und Becker
Beratende Ingenieure PartGmbH

C Konstruktive Details (Bauphysik)

**C 4 Montage von Fenstern und Türen mit Anforderungen
an die Einbruchhemmung**

Jürgen Küenzlen und Eckehard Scheller

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4		
1.1	Allgemeines	4		
1.2	Wände, Decken, Böden, Dächer	4		
2	Übersicht zum vorhandenen Regelwerk	4		
2.1	Allgemeines – Bauproduktenverordnung	4		
2.2	Vornormenreihe DIN V ENV 1627 bis DIN V ENV 1630	5		
2.3	Aktuelle Normenreihe DIN EN 1627 bis DIN EN 1630	5		
2.3.1	DIN EN 1627: Anforderungen und Klassifizierung	5		
2.3.1.1	Allgemeines	5		
2.3.1.2	Prüfungen zur Klassifizierung nach DIN EN 1627	6		
2.3.1.3	Verankerungsgründe nach DIN EN 1627	7		
2.3.2	DIN EN 1628: Widerstandsfähigkeit unter statischer Belastung	7		
2.3.3	DIN EN 1629: Widerstandsfähigkeit unter dynamischer Belastung	8		
2.3.4	DIN EN 1630: Widerstandsfähigkeit gegen manuelle Einbruchversuche	8		
2.4	Entwurf E DIN EN 1627	9		
2.5	Montagebescheinigung nach erfolgtem Einbau einbruchhemmender Elemente nach DIN EN 1627	11		
2.6	Regelungen der Deutschen Versicherungswirtschaft	11		
2.6.1	Klassifizierung	11		
2.6.2	Verankerungsgründe	12		
2.7	Zusammenfassung	12		
3	Erfahrungen aus Versuchen	14		
3.1	Allgemeines	14		
3.2	Übersicht zu den durchgeführten Versuchen	14		
3.3	Versuche zum Nachweis der Widerstandsklasse WK 2 und RC 2	15		
3.3.1	Versuche in Porenbeton-Planblöcken (Festigkeitsklasse 4)	15		
3.3.1.1	Allgemeines	15		
3.3.1.2	Statische und dynamische Versuche	16		
3.3.1.3	Manuelle Einbruchversuche	16		
3.3.2	Versuche in Hochlochziegeln (HLz 12)	17		
3.3.2.1	Allgemeines	17		
3.3.2.2	Statische und dynamische Versuche	17		
3.3.2.3	Manuelle Einbruchversuche	17		
3.3.3	Versuche im Hochlochziegel POROTON-S10-P (Perlite gefüllt)	17		
3.3.3.1	Allgemeines	17		
3.3.3.2	Statische und dynamische Versuche	18		
3.3.3.3	Manuelle Einbruchversuche	19		
3.3.3.4	Fazit	19		
3.3.4	Versuche im Hochlochziegel Plan HLzB 6-0,9 (ungefüllt)	19		
3.3.4.1	Allgemeines	19		
3.3.4.2	Manuelle Einbruchversuche	20		
3.3.5	Versuche im Hochlochziegel Thermopor TV 7 (Großkammerziegel Mineralwolle gefüllt)	20		
3.3.5.1	Allgemeines	20		
3.3.5.2	Statische und dynamische Versuche	21		
3.3.5.3	Manuelle Einbruchversuche	21		
3.3.5.4	Fazit	23		
3.3.6	Versuche im Hochlochziegel unipor W07 (Kleinlochung, Mineralwolle gefüllt)	23		
3.3.6.1	Allgemeines	23		
3.3.6.2	Statische und dynamische Versuche	23		
3.3.6.3	Manuelle Einbruchversuche	23		
3.3.7	Versuche in „Hochwärmedämmendem Ziegelmauerwerk“	24		
3.3.7.1	Allgemeines	24		
3.3.7.2	Zusammenfassung der wichtigsten Versuchsergebnisse	24		
3.3.8	Fazit: Konsequenzen für die Normung aus den Versuchen in Hochlochziegeln	25		
3.3.9	Versuche in Mauersteinen aus Leichtbeton	25		
3.3.9.1	Allgemeines	25		
3.3.9.2	Statische und dynamische Versuche	25		
3.3.9.3	Manuelle Einbruchversuche	25		
3.3.10	Versuche in Kalksandlochsteinen (KS L 10)	26		
3.3.10.1	Allgemeines	26		
3.3.10.2	Dynamische Versuche	27		
3.3.10.3	Manuelle Einbruchversuche	27		
3.3.11	Versuche in Normalbeton	27		
3.3.11.1	Allgemeines	27		
3.3.11.2	Manuelle Einbruchversuche	27		
3.4	Versuche zum Nachweis der Widerstandsklasse WK 3 und RC 3	28		
3.4.1	Versuche in Porenbeton-Plansteinen (Festigkeitsklasse 2)	28		
3.4.1.1	Allgemeines	28		
3.4.1.2	Statische Versuche in Anlehnung an DIN V ENV 1628	29		
3.4.1.3	Dynamische Versuche in Anlehnung an DIN V ENV 1629	29		
3.4.1.4	Manuelle Einbruchversuche in Anlehnung an DIN V ENV 1630	29		
3.4.2	Versuche in „Hochwärmedämmendem Ziegelmauerwerk“	31		
3.4.2.1	Allgemeines	31		
3.4.2.2	Zusammenfassung der wichtigsten Versuchsergebnisse	31		
3.4.2.3	Weitere Erkenntnisse: Untersuchung eines Pfeilers und zweier Ziegelrolladenkästen	32		

3.4.2.4	Versuche in Leichtbetonstein Bisomark Plus 10	32	3.6.1.1	Allgemeines	34
3.4.3	Tastversuche in Normalbeton	33	3.6.1.2	Versuchsergebnisse	35
3.4.3.1	Allgemeines	33	3.6.2	Systeme aus Funktionswerkstoff – EPS	35
3.4.3.2	Manuelle Einbruchversuche	33	3.6.3	Systeme aus Funktionswerkstoff – PUR-Composit	36
3.5	Fazit: Vergleich Versuche in den Klassen WK 2 bzw. RC 2 und in den Klassen WK 3 bzw. RC 3	34	3.7	Zusammenfassung: Ergebnis der Versuche	37
3.6	Versuche in der Dämmebene mit Schienen- und Konsolssystemen in Anlehnung an DIN EN 1627 bis DIN EN 1630	34	4	Fazit	38
3.6.1	Schienen-/Konsolssysteme aus Metall	34	5	Literatur	38

1 Einleitung¹⁾

1.1 Allgemeines

Ein Einbruch in die eigenen vier Wände ist für viele Menschen ein schockierendes Erlebnis. Die Verletzung der Privatsphäre, das verlorengegangene Sicherheitsgefühl oder auch tiefgreifende psychische Folgen, die nach einem Einbruch auftreten können, sind für viele Betroffene oft schwerwiegender als der rein materielle Schaden.

Durch richtiges Verhalten und die richtige Sicherungstechnik können jedoch viele Einbrüche verhindert werden. Mehr als 45 % der Einbrüche bleibt nicht zuletzt wegen sicherungstechnischer Einrichtungen im Versuch stecken.

Wie man sich richtig schützt, erfahren Ratsuchende in einer der mehr als 350 Kriminalpolizeilichen Beratungsstellen in Deutschland (Adressen unter www.k-einbruch.de). Die Fachberater beraten kostenlos und neutral, weisen auf Schwachstellen hin und machen konkrete Sicherungsvorschläge. Das Beratungsangebot gilt nicht nur für Privatpersonen, sondern z. B. auch für Gewerbetreibende.

Die aktuellen Einbruchszahlen sind rückläufig und haben sich inzwischen, nach einer Belastungsspitze im Jahr 2015 im Vergleich dazu, mehr als halbiert.

Dank der Corona-Pandemie und damit vieler, die im Home-Office arbeiten, nahmen hier die Tatgelegenheiten deutlich ab. Einbrecher weichen aus und so verlegten sie sich sehr schnell auf geschlossene Gewerbebetriebe.

Unabhängig von den tagesaktuellen Einbruchszahlen sollte damit das Thema Einbruchschutz Bestandteil einer jeden Planung sein und eine solide „Grundsicherheit“ berücksichtigt werden.

Bei Neu- und Umbauten erhält man durch den Einbau geprüfter einbruchhemmender Fenster und Türen nach DIN EN 1627 mindestens der Widerstandsklasse RC 2 (RC = Resistance Class) einen guten Einbruchschutz. Diese Fenster und Türen werden einer praxiserfahrenen Einbruchprüfung unterzogen. So ist sichergestellt, dass es in der Gesamtkonstruktion (Rahmen, Beschlag, Verglasung) keinen Schwachpunkt gibt. Es handelt sich damit um ein Bauelement „aus einem Guss“.

Die Anforderungen an das umgebende Mauerwerk werden in der Norm bzw. den Montageanleitungen der Hersteller beschrieben. Für die üblicherweise im privaten Bereich eingesetzten Widerstandsklassen der Bauelemente (RC 2 und RC 3) reichen die vorzufindenden Mauerwerke meist aus. Trotzdem sollte der Einbruchschutz schon frühzeitig in den Planungen berücksichtigt werden. In einem bekanntgewordenen Fall aus Oberbayern wurde gezielt eine schwer einsehbare Außenwand durchbrochen und die Täter erst durch

die darauffolgende massive Wohnzimmer-schrankwand aufgehalten.

Im gewerblichen Bereich kann im Einkaufszentrum mitunter im Betonskelett eine Zwischenwand erstellt werden und trennt dann Gewerbe mit sehr unterschiedlichen Ansprüchen. Findet sich ein Schnellrestaurant neben einem Juwelier und müssen z. B. einbruchhemmende Bauelemente eingesetzt werden, entstehen Anforderungen, die zu meistern sind, aber frühzeitig in der Planung berücksichtigt werden müssen.

1.2 Wände, Decken, Böden, Dächer

Bei Einbrüchen in Gewerbeobjekte gehen Täter teilweise im wahrsten Sinne des Wortes durch Wände oder dringen über leicht erreichbare Dächer ein, insbesondere dann, wenn diese über Feuerleitern, Anbauten, Vordächer usw. erreichbar sind.

Grundvoraussetzung für den mechanischen Einbruchschutz sind deshalb ausreichend stabile Wände, Decken und Böden. Ob dies der Fall ist, hängt von der Art und Festigkeit des Baustoffs sowie der Verarbeitung bzw. Befestigung ab. Einbruchhemmend wirkt z. B. Stahlbeton bereits ab 100 mm Dicke.

Abhängig von der Art der Räume und deren Nutzung sollte grundsätzlich immer geprüft werden, ob nicht benötigte Fenster und Türen zugemauert werden können.

Um Fenster- und Türöffnungen nicht am Ende wieder zumauern zu müssen, erfordert Einbruchschutz von Anfang an eine gute Planung.

Einbruchhemmende Fenster und Türen mit einem brauchbaren „Grundsicherheit“ z. B. in der Widerstandsklasse RC 2 nach DIN EN 1627 ersparen teure Nachrüstmaßnahmen ebenso wie Wandaufbauten mit „Reserven“. Auch die Befestigungstechnik leistet ihren Anteil in der „Sicherungskette“ und hilft Schwachstellen zu vermeiden.

Ein Gesetz achtet auch jeder Einbrecher, das „Hebelgesetz“, hilft es ihm doch schwache Konstruktionen schnell zu überwinden. Beugen Sie vor!

2 Übersicht zum vorhandenen Regelwerk

2.1 Allgemeines – Bauproduktenverordnung

Die Bauproduktenverordnung aus dem Jahr 2011 [1] enthält in Anhang 1 die „*Grundanforderungen an Bauwerke*“. Dazu zählt unter Punkt 4 auch die „*Sicherheit und Barrierefreiheit bei der Nutzung*“ und, „*dass ein Bauwerk derart entworfen und ausgeführt sein muss, dass sich bei seiner Nutzung oder seinem Betrieb keine unannehmbaren [...] Gefahren ergeben*“.

Zu diesen Gefahren zählen an dieser Stelle der Bauproduktenverordnung neben anderen auch die Gefahr von „*Einbrüchen*“.

1) Verfasser: Technischer Rat Josef Moosreiner, Bayerisches Landeskriminalamt – Technische Prävention, München.

Da es in der Literatur kaum Veröffentlichungen über den Einbruchwiderstand von Wandbaustoffen gibt, werden nachfolgend in diesem Beitrag umfangreiche Versuchserfahrungen im Bereich der Befestigung von einbruchhemmenden Fenstern dargestellt. Diese Versuche enthalten in der Regel auch Aussagen zum verwendeten Wandbaustoff unter mechanischen Angriffen, wie diese bei einem Einbruch vorkommen können. Diese Versuchserfahrungen können dem Planer Anhaltswerte in Bezug auf den Einbruchschutz der gesamten Wandkonstruktion – einschließlich der in diesen Wänden eingebauten einbruchhemmenden Fenstern und Türen – geben.

Zunächst aber werden in diesem Abschnitt 2 die vorhandenen Regelwerke vorgestellt, auf deren Grundlage die anschließend in Abschnitt 3 beschriebenen Versuche durchgeführt wurden.

2.2 Vornormenreihe DIN V ENV 1627 bis DIN V ENV 1630

Viele Jahre lang war die *Vornormenreihe* DIN V ENV 1627 bis DIN V ENV 1630 aus dem Jahr 1999 die Grundlage für die Prüfung von Fenstern und Türen bezüglich der Einbruchhemmung:

- DIN V ENV 1627:1999-04 Fenster, Türen, Abschlüsse – Einbruchhemmung – *Anforderungen und Klassifizierung*
- DIN V ENV 1628:1999-04 Fenster, Türen, Abschlüsse – Einbruchhemmung – Prüfverfahren für die Ermittlung der *Widerstandsfähigkeit unter statischer Belastung*
- DIN V ENV 1629:1999-04 Fenster, Türen, Abschlüsse – Einbruchhemmung – Prüfverfahren für die Ermittlung der *Widerstandsfähigkeit unter dynamischer Belastung*
- DIN V ENV 1630:1999-04 Fenster, Türen, Abschlüsse – Einbruchhemmung – Prüfverfahren für die Ermittlung der *Widerstandsfähigkeit gegen manuelle Einbruchversuche*

Auch wenn die Vornormenreihe mittlerweile zurückgezogen wurde, so können die auf dieser Basis in der Vergangenheit erfolgten Klassifizierungen von Fenstern und Türen in „Widerstandsklassen (WK)“ heutzutage im Prinzip unverändert weiter verwendet und angewendet werden (vgl. Abschnitt 2.3.1.1). Eine erfolgreiche Klassifizierung konnte nach der Vornormenreihe seinerzeit dann erfolgen, wenn *alle* Anforderungen der jeweiligen Widerstandsklasse

- bei statischer Belastung auf die Verriegelungspunkte (vgl. sinngemäß Abschnitt 2.3.2 mit Bild 3)

und

- bei dynamischer Belastung – dem mehrfachen Schleudern eines Sandsacks (30 kg) aus einer definierten Höhe gegen das Fenster (vgl. Bild 1)

- und
- beim manuellen Einbruchversuch (vgl. sinngemäß Abschnitt 2.3.4 mit Bild 5)

erfolgreich erfüllt werden konnten.



Bild 1. Dynamischer Versuch mit einem Sandsack (30 kg) [2]

2.3 Aktuelle Normenreihe DIN EN 1627 bis DIN EN 1630

Die Vornormenreihe DIN V ENV 1627 bis DIN V ENV 1630 aus dem Jahr 1999 wurde im September 2011 bzw. März 2016 durch die endgültige Normenfassung abgelöst, wobei die Gliederung der Normenreihe beibehalten wurde:

- DIN EN 1627:2011-09 Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse – Einbruchhemmung – *Anforderungen und Klassifizierung* (vgl. Abschnitt 2.3.1)
- DIN EN 1628:2016-03 Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse – Einbruchhemmung – Prüfverfahren für die Ermittlung der *Widerstandsfähigkeit unter statischer Belastung* (vgl. Abschnitt 2.3.2)
- DIN EN 1629:2016-03 Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse – Einbruchhemmung – Prüfverfahren für die Ermittlung der *Widerstandsfähigkeit unter dynamischer Belastung* (vgl. Abschnitt 2.3.3)
- DIN EN 1630:2016-03 Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse – Einbruchhemmung – Prüfverfahren für die Ermittlung der *Widerstandsfähigkeit gegen manuelle Einbruchversuche* (vgl. Abschnitt 2.3.4)

Die nachfolgenden Abschnitte geben einen allgemeinen Überblick zu den wesentlichen Inhalten dieser vier Normen.

2.3.1 DIN EN 1627: Anforderungen und Klassifizierung

2.3.1.1 Allgemeines

Mit dem Wechsel der Vornorm auf die aktuell geltende Normfassung änderten sich zunächst einmal die Bezeichnungen der Widerstandsklassen „WK“ in „RC-Klassen“ („RC“ = Resistance Class). Diese aktuell geltenden Widerstandsklassen werden nach bestimmten Tätertypen bzw. dem mutmaßlichen Tatverhalten in

Tabelle 1. Charakterisierung der Widerstandsklasse RC 1 bis 4 nach DIN EN 1627

Widerstands-klasse	Erwarteter Tätertyp, mutmaßliches Täterverhalten
RC 1	Bauteile der Widerstandsklasse RC 1 weisen einen Grundschutz gegen Aufbruchversuche mit körperlicher Gewalt wie Gegentreten, 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.

DIN EN 1627 definiert bzw. charakterisiert. Tabelle 1 enthält die Definitionen der Klassen RC 1 bis RC 4. Die unterschiedliche Bezeichnung der Widerstandsklassen ermöglicht in der Praxis die Unterscheidung zwischen den Prüfungen nach Vornorm (WK) und aktueller Normfassung (RC), die sich zum Teil etwas unterscheiden (vgl. Abschnitt 2.3.3). Dennoch können die „alten“ Prüfergebnisse zur Einordnung der Fenster und Türen in die „alten“ Widerstandsklassen „WK“ der Vornormenreihe weiterverwendet werden [3]. Eine Umschreibung der „alten“ Prüfungen wurde allerdings nicht vorgenommen. Stattdessen gibt es mit Tabelle NA.7 im Nationalen Anhang zu DIN EN 1627:2011-09, Abschnitt NA.11 eine Korrelationstabelle, um die bisherigen WK-Klassen den entsprechenden RC-Klassen gegenüberzustellen (vgl. hier Tabelle 2).

2.3.1.2 Prüfungen zur Klassifizierung nach DIN EN 1627

Bei den „Einbruchsprüfungen“ nach gültiger Norm – zur CE-Kennzeichnung des reinen Produkts „Fenster“ – wird das jeweilige Fenster in der Regel in einen starren Rahmen aus Stahl oder Holz eingebaut (vgl. Bild 2), da die Versuche eigentlich auch nur der Beurteilung und der Klassifizierung des *Fensters* selbst nach DIN EN 1627 dienen. Der starre Rahmen aus Stahl oder Holz soll gemäß Norm nur verschiedene Wandbauarten „simulieren“.

Tabelle 2. Zuordnung der Widerstandsklassen „RC“ (aktuell) zu „WK“ (alt) nach Korrelationstabelle (Tabelle NA.7) in DIN EN 1627:2011-09

alt: Widerstandsklasse des Bauteils nach DIN V ENV 1627:1999-04	aktuell: Widerstandsklasse des Bauteils nach DIN EN 1627:2011-09
– ¹⁾	RC 1 N ⁴⁾
WK 2 ²⁾	RC 2 N ⁴⁾
WK 2	RC 2
WK 3	RC 3
WK 4	RC 4
WK 5	RC 5
WK 6 ³⁾	RC 6

- 1) Hier ist keine Zuordnung möglich, da die 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 1630:2016-03.
- 4) Der Buchstabe „N“ steht für „normal“; bei diesen Klassen werden keine erhöhten Sicherheitsanforderungen an die Verglasung gestellt.

**Bild 2.** Fenster zur Prüfung in starrem Stahl- oder Holzrahmen montiert (Foto: Küenzlen)

Es werden drei verschiedene Prüfungen durchgeführt.

Diese Prüfungen bestehen aus:

- statischer Belastung nach DIN EN 1628:2016-03,
- dynamischer Belastung nach DIN EN 1629:2016-03,
- manuellen Einbruchversuchen nach DIN EN 1630:2016-03.

Hinweis

Wie bei der Vornorm DIN V ENV 1627:1999-03 gilt auch für die aktuell gültige DIN EN 1627:2016-03, dass nur eine vollständige Prüfung nach allen drei Normen eine endgültige Beurteilung und CE-Kennzeichnung der erreichten Widerstandsklasse (RC) des *Fensters* zulässt (vgl. Tabelle 1)!

2.3.1.3 Verankerungsgründe nach DIN EN 1627

DIN EN 1627 beschreibt die Verankerungsgründe, die aus den Versuchserfahrungen der Vergangenheit heraus dem Täter in der entsprechenden Widerstandsklasse ausreichenden Widerstand entgegensetzen. Dabei kann die „Zuordnung der Widerstandsklassen von einbruchhemmenden Bauteilen zu Massivwänden“ aus mineralischen Baustoffen (Mauerwerk und Stahlbeton) der geltenden Normfassung DIN EN 1627 im Nationalen Anhang NA, in Abschnitt NA.4 mit Tabelle NA.2 entnommen werden (vgl. hier Tabelle 3).

Änderungen haben sich in dieser Tabelle gegenüber der Vornorm beispielsweise für die Klassen RC 5 und RC 6 ergeben. Hier sind nun Mauersteine mit einer Druckfestigkeitsklasse ≥ 20 enthalten. Nach Wissensstand der Autoren wurden in diesen Klassen aber bisher nur die Baustoffe selbst bzw. nur die Massivwände aus diesen Mauersteinen als einbruchhemmend klassifiziert und bieten nur als *monolithische Wand* den angegebenen Widerstand; entsprechende Prüfungen mit in diesen Wänden eingebauten Fenstern oder Türen, also am *Gesamtsystem* aus Fenster/Tür, Befestigungsmittel und Verankerungsgrund, wurden bisher nach noch Wissensstand der Autoren nicht durchgeführt.

DIN EN 1627 zeigt damit im zugehörigen Nationalen Anhang in Tabelle NA.2 zu den Klassen RC 5 und RC 6 für Massivwände aus Mauerwerk aus Sicht der Autoren nur Folgendes auf:

- In den Klassen RC 5 und RC 6 können nur die entsprechenden *Wände* aus Mauerwerk in diesem Bereich eingesetzt werden; an *Befestigungslösungen* unter diesen hohen Anforderungen muss noch gearbeitet werden.
- Ohne entsprechende Prüfung der Anbindung sollten in diesen hohen Klassen *keine* Fenster- und Türelemente montiert werden.

In der geltenden Normfassung wurde – gegenüber der Vornorm – außerdem der Verankerungsgrund Poren-

beton ergänzt. DIN EN 1627 enthält nun im Nationalen Anhang NA, in Abschnitt NA.4 die Tabelle NA.3 „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 ≥ 4 “ in den Nationalen Anhang aufgenommen wurden. Es wird angenommen, dass damit eine Druckfestigkeitsklasse von mindestens der Klasse 4 gemeint ist.

Hinweis

In Versuchen, die von der Adolf Würth GmbH & Co. KG zusammen mit dem Bundesverband Porenbeton e. V. im Jahr 2010 durchgeführt wurden (siehe [4] bzw. [5]), konnte bereits nachgewiesen werden, dass auch Porenbeton der Druckfestigkeitsklasse 2 durchaus in der Widerstandsklasse 3 eingesetzt werden kann (vgl. hier in diesem Beitrag den Abschnitt 3.4.1).

2.3.2 DIN EN 1628: Widerstandsfähigkeit unter statischer Belastung

Bei den statischen Versuchen nach DIN EN 1628:2016-03 wird jeder Verriegelungspunkt eines Fensters bzw. einer Tür einzeln durch Aufbringung einer, für die jeweilige Widerstandsklasse definierten, statischen Einzellast (Drucklast) geprüft. Hat beispielsweise ein Fenster 8 Verriegelungspunkte, so muss jeder einzelne der 8 Verriegelungspunkte entsprechend geprüft werden.

Bei den einzelnen Versuchen darf sich das Fenster bzw. die Tür zwar relativ zum Untergrund verschieben, dafür darf aber ein bestimmtes Spaltmaß zwischen Fensterrahmen und Fensterflügel nicht überschritten werden. Bild 3 zeigt wie die statische Druckbelastung auf einen Verriegelungspunkt im Versuch aufgebracht wird (vgl. hierzu auch die Abschnitte 3.3.3.2 und 3.4.1.2).

Tabelle 3. Zuordnung der Widerstandsklassen von einbruchhemmenden Bauteilen zu Massivwänden nach DIN EN 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	Druckfestigkeitsklasse der Steine (DFK)	Rohdichteklasse der Steine (RDK)	Mörtelgruppe	Neandicke min. mm	Festigkeitsklasse 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	$\geq 1,8$	DM	≥ 140	B 15
RC 6	≥ 240 ¹⁾	≥ 20	$\geq 1,8$	DM	≥ 140	B 15

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



Bild 3. Statische Druckbelastung der Verriegelungspunkte bei der Prüfung nach DIN EN 1628 in der Klasse RC 2 (Foto: Künzlen)



Bild 4. Dynamischer Versuch in der Klasse RC 2 mit einem Doppelreifenpendel (50 kg) [6]

2.3.3 DIN EN 1629: Widerstandsfähigkeit unter dynamischer Belastung

Die dynamischen Versuche nach DIN EN 1629:2016-03 sind mit ein Grund dafür, dass die Versuchsergebnisse bzw. Widerstandsklassen aus der Vornormreihe (WK) nicht direkt eins zu eins auf die aktuell geltende Normenreihe (RC) übertragen werden können: In der aktuell geltenden Normfassung DIN EN 1629:2016-03 wurde für die dynamischen Versuche der Sandsack (30 kg) nach DIN V ENV 1629:1999-04 (vgl. Abschnitt 2.2 mit Bild 1) durch einen Zwillingstreifen bzw. ein Doppelreifenpendel (50 kg) ersetzt. Der Grund dafür lag darin, dass die Reifen – im Gegensatz zu einem Sandsack – nach dem Aufprall auf das Fenster immer wieder ihre selbe, ursprüngliche Ausgangsform annehmen. Damit lassen sich Prüfergebnisse erzielen, die besser miteinander vergleichbar sind (Erhöhung der Reproduzierbarkeit von Versuchsergebnissen).

Um die dynamische Belastung mit dem 50 kg „schweren“ Zwillingstreifen der dynamischen Belastung mit dem 30 kg „leichten“ Sandsack anzugleichen, wurden die Fallhöhen des Zwillingstreifens dafür gegenüber den Fallhöhen des Sandsacks reduziert. Ein Beispiel für einen Zwillingstreifen bzw. ein Doppelreifenpendel (50 kg) zeigt Bild 4.

2.3.4 DIN EN 1630: Widerstandsfähigkeit gegen manuelle Einbruchversuche

Für die erfolgreiche Einordnung eines Fensters oder einer Tür in eine Widerstandsklasse kommt es bei den manuellen Einbruchversuchen nach DIN EN 1630:2016-03 darauf an, dass innerhalb einer vorgegebenen Zeit „gewaltsam“ keine „durchgangsfähige Öff-



Bild 5. Manuelle Einbruchprüfung: Angriff auf das Fenster in einer Porenbetonwand (Foto: Künzlen)

nung“ im Bereich des Fensters (Flügel/Blendrahmen oder Glas) geschaffen werden kann, die es einer Person ermöglicht, in ein Gebäude einzudringen (Bild 5). Eine „durchgangsfähige Öffnung“ ist im Rahmen der Versuche dann erreicht, wenn innerhalb der in der Norm vorgegebenen Zeit Schablonen der Größe (Bild 6)

- 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.



Bild 6. Schablonen zur Ermittlung einer „durchgangsfähigen Öffnung“ (Foto: Küenzlen)



Bild 8. Auswahl aus dem Werkzeugsatz für manuelle Einbruchversuche nach DIN EN 1630 in der Widerstandsklasse RC 2 (Foto: Petter)



Bild 7. „Durchgangsfähige Öffnung“ (Foto: Küenzlen)



Bild 9. Kufuß aus Werkzeugsatz für manuelle Einbruchversuche nach DIN EN 1630 in der Widerstandsklasse RC 3 [5]

Bild 7 zeigt plakativ den Grund, weshalb in diesem Zusammenhang von einer „durchgangsfähigen Öffnung“ gesprochen wird: Es ist tatsächlich möglich, dass bei Öffnungen – oberhalb dieser in der Norm genannten Größenordnungen (Bild 6) – eine Person in ein Gebäude eindringen kann, weshalb es wichtig ist, solche Öffnungsgrößen zu verhindern.

Bei den „manuellen Einbruchversuchen“ stehen neben unterschiedlichen Zeiten für die unterschiedlichen Widerstandsklassen nach DIN EN 1630, in denen *keine* „durchgangsfähige Öffnung“ geschaffen werden sollte, auch unterschiedliche Werkzeugsätze zur Verfügung: Bild 8 zeigt exemplarisch eine Auswahl aus dem Werkzeugsatz (Schraubendreher, Holz- und Kunststoffkeile sowie Rohrspanner) für manuelle Einbruchversuche nach DIN EN 1630 in der Widerstandsklasse RC 2 („Gelegenheitstäter“ nach Tabelle 1).

Alle Werkzeuge werden in der Norm von ihren Abmessungen für die einzelnen Widerstandsklassen genau definiert. So kann der „Täter“ nach Tabelle 1 beispielsweise in der Widerstandsklasse RC 2 u. a. einen

Schraubendreher mit einer Klingenbreite von $16 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ und in der Klasse RC 3 zusätzlich einen Kufuß mit der Länge $710 \pm 10 \text{ mm}$ für seinen manuellen Einbruchversuch verwenden (Bild 9).

2.4 Entwurf E DIN EN 1627

Wie bereits in Abschnitt 2.3.1.3 dargestellt, sind in der aktuell geltenden DIN EN 1627:2016-03 im Nationalen Anhang, Abschnitt NA.4 in den Tabellen NA.2 und NA.3 Baustoffe bzw. Verankerungsgründe geregelt, die mit Bezug auf das aktuelle Baugeschehen relativ hohe Druckfestigkeitsklassen für Wände aus Mauerwerk (≥ 12) und Porenbeton (≥ 4) für die Widerstandsklassen RC 2 und RC 3 fordern. Um mit der Entwicklung moderner Baustoffe Schritt halten zu können, werden schon seit einiger Zeit von den Herstellern der Befestigungsmittel – in Zusammenarbeit mit den Baustoffherstellern/-verbänden – Prüfungen zur Befestigung von einbruchhemmenden Fenstern und Türen in „realen“ Verankerungsgründen in Anlehnung an DIN EN 1627 bis DIN EN 1630 durchgeführt. Diese Prüfungen werden in entsprechenden Prüfberichten ausführlich do-

kumentiert und hier in diesem Beitrag in Abschnitt 3 auszugsweise vorgestellt.

Als wesentliche Ergebnisse dieser Prüfungen konnte festgestellt werden, dass einbruchhemmende Fenster und Türen mit Anforderungen an die Widerstandsklassen RC 2 und RC 3 auch in Wänden aus Mauerwerk und Porenbeton mit geringeren als den o. g. dargestellten Druckfestigkeitsklassen realisiert werden können, wenn bestimmte Randbedingungen wie z. B.

- die Lage des Fensters bzw. der Tür im mittleren Drittel der Fensterlaibung,
- das Erfordernis eines definierten Putzaufbaus auf dem Mauerwerk und/oder
- eine geeignete Brüstungsausbildung eingehalten werden.

Ein Teil dieser Ergebnisse wurde im Jahr 2019 im *Entwurf E DIN EN 1627:2019-05* veröffentlicht und wird hier in Tabelle 4 gezeigt (vgl. dagegen auch Tabelle 3 in Abschnitt 2.3.1.3). Grundlage hierfür waren Untersuchungen der Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel e. V. am PIV – Prüfinstitut für Schlösser und Beschläge Velbert – in modernem Ziegelmauerwerk (vgl. Abschnitte 3.3.4 bis 3.3.6) sowie ein Forschungsprojekt am ift in Rosenheim (vgl. Abschnitte 3.3.7 und 3.4.2).

Diese Resultate erweitern damit die Tabelle NA.2 der aktuell noch gültigen Normfassung DIN EN 1627:2011-09 um modernes Ziegelmauerwerk in den Klasse RC 2 und RC 3 (Tabelle 4).

Ein anderes Forschungsprojekt zu Versuchen in modernen Leichtbetonsteinen soll zusammen mit den in [7] publizierten Versuchen ebenfalls noch in den Ent-

Tabelle 4. Zuordnung der Widerstandsklassen von einbruchhemmenden Bauteilen zu Massivwänden E DIN EN 1627:2019-05
Kursiv: Änderungen zur aktuell gültigen DIN EN 1627:2011-09

Widerstandsklasse des Bauteils nach DIN EN 1627	Umgebende Wände					
	aus Mauerwerk nach DIN 1053-1 oder DIN EN 1996				aus Stahlbeton nach DIN 1045 oder DIN EN 1992	
	Wanddicke (ohne Putz) mm	Druckfestigkeitsklasse der Steine (DFK)	Rohdichteklasse der Steine (RDK)	Mörtelgruppe und Außenputze ⁵⁾	Nennstärke min. mm	Festigkeitsklasse min.
RC 1 N	≥ 115	≥ 12	—	min MG II/DM	≥ 100	B15 oder C12/15
RC 2 N	≥ 240 ^{2) 6)}	≥ 6 ^{2) 6)}	≥ 0,8 ^{2) 6)}	min MGII/DM sowie Außenputz ⁴⁾		
RC 2	≥ 360 ²⁾	≥ 6 ²⁾	≥ 0,5 ²⁾	min MGII/DM sowie Außenputz ³⁾		
RC 3	≥ 115	≥ 12	—	min MG II/DM	≥ 120	B15 oder C12/15
	≥ 240 ^{2) 6)}	≥ 6 ^{2) 6)}	≥ 0,8 ^{2) 6)}	min MGII/DM sowie Außenputz ⁴⁾ und geeigneter Brüstungsausbildung ⁷⁾		
	≥ 360 ²⁾	≥ 6 ²⁾	≥ 0,5 ²⁾	min MGII/DM sowie Außenputz ⁴⁾ und geeignete Brüstungsausbildung ⁷⁾		
RC 4	≥ 240	≥ 12	–	min MG II/DM	≥ 140	B15 oder C12/15
RC 5	≥ 240	≥ 20	≥ 1,8	DM	≥ 140	B15 oder C12/15
RC 6	≥ 240 ¹⁾	≥ 20	≥ 1,8	DM	≥ 140	B15 oder C12/15

1) Anwendbar auf Formate der Höhe 238 mm, 498 mm, 623 mm und 648 mm.
 2) Gültig für Planziegel nach EN 771-1 oder allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung. Montage des Bauteils im mittleren Drittel der Wand.
 3) Erforderlich sind außen mindestens 20 mm Leichtputz Typ II der Druckfestigkeit CS II.
 4) Erforderlich sind außen mindestens 20 mm Leichtputz Typ II der Druckfestigkeit CS II und zudem mindestens 5 mm Leichtputzmörtel der Druckfestigkeit CS III mit eingelegtem Armierungsgewebe als Oberputz.
 5) Der Außenputz ist auf der Wandfläche und der Laibung bis zum Blendrahmen des Fensters aufzubringen.
 6) Anwendbar nur auf Plan-Hochlochziegel mit Lochung B nach DIN 20000-401.
 7) Eine geeignete Brüstungsausbildung ist z. B. die Anordnung eines gedreht eingebauten Wärmedämmsturzes, die Anordnung einer massiven Fensterbank etc.

Tabelle 5. Vorschlag zu Erweiterung der Tabelle NA.2 in E DIN EN 1627:2019-05 nach [8]
Kursiv Änderungen zur aktuell gültigen DIN EN 1627

Widerstandsklasse des Bauteils nach DIN EN 1627	Umgebende Wände aus Mauerwerk nach DIN 1053-1 oder DIN EN 1996			
	Wanddicke (ohne Putz) mm	Druckfestigkeitsklasse der Steine (DFK)	Rohdichteklasse der Steine (RDK)	Mörtelgruppe und Außenputz ¹⁾
RC 1 N	≥ 115	≥ 12	—	min MG II/DM
RC 2 N	≥ 360 ²⁾	≥ 2 ²⁾	≥ 0,4 ²⁾	min MG II/DM sowie Außenputz ³⁾

1) Der Außenputz ist auf der Wandfläche und der Laibung bis zum Blendrahmen des Fensters aufzubringen.

2) Gültig für Mauersteine aus Beton (mit dichten und porigen Zuschlägen) nach EN 771-3 oder allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung. Montage des Bauteils im mittleren Drittel der Wand.

3) Erforderlich sind außen mind. 20 mm Leichtputz Typ I oder Typ II der Druckfestigkeitsklasse CS II.

wurf E DIN EN 1627 einfließen (vgl. hier Tabelle 5). Ein entsprechender Vorschlag für die weitere Ergänzung des bereits veröffentlichten Normentwurfs wurde daher in [8] bzw. [9] veröffentlicht. Die dem Vorschlag zugrunde liegenden Versuche werden im Detail in Abschnitt 3.3.9 beschrieben.

Einen *Vorschlag*, die Ergebnisse der genannten Projekte aus Tabelle 4 und 5 in einer zusammenfassenden Tabelle darzustellen, enthält der Leitfaden zur Planung und Ausführung der Montage von Fenstern und Haustüren in der Ausgabe 2020 (siehe in [10] die Tabelle 5.16).

2.5 Montagebescheinigung nach erfolgtem Einbau einbruchhemmender Elemente nach DIN EN 1627

Im Nationalen Anhang zu DIN EN 1627 wird empfohlen, nach Abschluss der Montagearbeiten eine Montagebescheinigung zu erstellen; Tabelle 6 zeigt dafür ein entsprechendes Muster.

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 (vgl. Abschnitt 3) und Montageanleitung in der Baustellenpraxis nicht immer im Detail eingehalten werden können.

2.6 Regelungen der Deutschen Versicherungswirtschaft

2.6.1 Klassifizierung

Neben der Klassifizierung nach DIN EN 1627 gibt es in Deutschland zusätzlich auch noch eine „Klassifizierung“ der VdS Schadensverhütung GmbH. Diese ist dabei ein Unternehmen des Gesamtverbandes der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV) und stellt als herstellereunabhängiges Institut weiterführende In-

formationen zur Sicherungstechnik zur Verfügung. Tabelle 7 zeigt die entsprechenden „Anerkennungsklassen“ der VdS Schadensverhütung GmbH in der direkten Gegenüberstellung mit den Widerstandsklassen aus DIN EN 1627 bzw. DIN V EN V 1627. Diese Gegenüberstellung erfolgt zusätzlich in Verbindung mit den Sicherungsklassen SG 1 bis SG 6, wobei in der Abkürzung „SG“ das „S“ für „Sicherungsklasse“ und das „G“ für den „gewerblichen Bereich“ zu verstehen ist. Für private Hausrisiken („H“) kommen sinngemäß Sicherungsklassen „SH“ zum Ansatz (siehe in VdS 2559-1 [11, S. 38]). Weitere Empfehlungen zum Thema „Einbruchdiebstahl“ in privaten Haushalten enthält VdS 691 [12] bzw. Tabelle 8.

Die Einteilung der Betriebsarten in die Sicherungsklassen SG, die über das Betriebsartenverzeichnis [11] erfolgt, gibt dem Planenden die entsprechenden Empfehlungen, wann Fenster in den jeweiligen RC-Klassen in der baupraktischen Anwendung verbaut werden sollen:

- Nach dieser Einteilung wäre ein „Auktionshaus“ mindestens in der Sicherungsklasse SG 3 eingeordnet [11].

Nach Tabelle 7 ergibt sich dann für die Sicherungsklasse SG 3 „Auktionshaus“ beispielweise die Anerkennungsklasse A und damit ein nach DIN EN 1627 geprüftes Fenster in der Klasse RC 3 als Mindestanforderung.

- Eine „Tabakerstellung“ z. B. fällt dagegen in die Sicherungsklasse SG 4.

In der Klasse SG 4 wird zum Beispiel die detaillierte Empfehlung gegeben, Maßnahmen für das gesamte Objekt nach der Sicherungsklasse SG 2 durchzuführen und besonders gefährdete Bereiche, z. B. das Warensortiment (hier Tabak), zusätzlich mindestens nach der Sicherungsklasse SG 3 abzusichern.

- Die Sicherungsklasse SG 5 ist in der Sicherungsrichtlinie VdS 2472 [13] für „Bargeld“ geregelt.

- Dagegen fallen eine „Wäscherei“ oder eine „Tanzschule“ lediglich in die Klasse SG 1, für die ein Mindestschutz der Klasse RC 2 als ausreichend angesehen wird.

Tabelle 6. Montagebescheinigung nach DIN EN 1627 (Muster)

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

Diese Beispiele bedeuten in Konsequenz, dass die Klasse SG 1 im Prinzip für alle Arten von Gewerbe eine Mindestempfehlung darstellt und entsprechend Fenster der Widerstandsklasse RC 2 vorzusehen wären. Einzelne Gewerbearten werden im Betriebsartenverzeichnis – wie gezeigt – auch höher eingestuft. Diese Sicherungsmaßnahmen gelten nach VdS 2333 [14] in der Regel bei Fenstern und Türen, wenn sich diese weniger als 4 m über dem Erdboden befinden „oder sie mit vorhandenen Hilfsmitteln von außen, z. B. über Anbauten, Vordächer, Balkone, Feuerleitern oder Außengitter zu erreichen sind“.

2.6.2 Verankerungsgründe

Zusätzlich zum Nationalen Anhang von DIN EN 1627 gibt es in Deutschland auch noch eine „Einstufung des Widerstands von Wänden“ der Versicherungswirtschaft durch die VdS Schadensverhütung GmbH. Tabelle 9 zeigt diese Einstufung bezogen auf geringen, erhöhten und hohen Widerstand der Wände.

2.7 Zusammenfassung

Folgende Punkte können am Ende dieses Abschnitts 2 „Übersicht zum vorhandenen Regelwerk“ festgehalten werden:

- Bei Anforderungen an die Einbruchhemmung an Fenstern und Türen bieten neben der aktuellen Normenreihe DIN EN 1627 bis DIN EN 1630 insbesondere bei Gewerbebauten – aber ggf. auch beim Bau von privaten Einfamilienhäusern – die Regelungen der Deutschen Versicherungswirtschaft weitere Hinweise für die Planung.
- Für moderne Mauersteine mit geringen Druckfestigkeitsklassen liegen ein Normentwurf (E DIN EN 1627:2019-05) sowie Veröffentlichungen vor, die es ermöglichen, von den aktuellen Regelungen für die Widerstandsklassen RC 2 und RC 3 in DIN EN 1627:2016-03, Nationaler Anhang, Abschnitt NA.4, Tabelle NA.2 abzuweichen.

Tabelle 7. Gegenüberstellung: Anerkennungsklassen (VdS 2534), RC-Klassen (DIN EN 1627), WK-Klassen (DIN V ENV 1627) und Sicherungsklassen (VdS 2333)




Anerkennungsklasse (VdS 2534 [15, S. 20])	DIN EN 1627	DIN V ENV 1627	Klassenbeschreibung nach VdS 3801 [16]	Sicherungsklasse SG (VdS 2333 [14, S. 48])
keine Entsprechung	RC1N	keine Entsprechung		
keine Entsprechung	RC1	WK1		
keine Entsprechung	RC2N	keine Entsprechung		
N 	RC 2	WK 2	qualifizierter Mindestschutz gegen Einbruchsversuche	SG 1 und SG 2
A 	RC 3	WK 3	definierter Schutz gegen Einbruchsversuche, bei denen auch professionelle Aufhebeltechniken eingesetzt werden	SG 3
B 	RC 4	WK 4	definierter Schutz gegen Einbruchsversuche, bei Anwendung professioneller Aufhebeltechniken unter besonderer Berücksichtigung zusätzlicher handgeführter Einbruchswerkzeuge	SG 6
C	RC 5	WK 5	definierter Schutz gegen Einbruchsversuche, bei Anwendung professioneller Aufhebeltechniken unter besonderer Berücksichtigung elektrisch betriebener Werkzeuge	
keine Entsprechung	RC 6	WK 6		

Tabelle 8. Klassenzuordnung und Deckungssummen (Erfahrungswerte), Auszug aus VdS 691 [12] nur mechanische Sicherungsmaßnahmen

Sofern nicht etwas anderes vereinbart ist, gilt folgende Klassenzuordnung für Haushalte in ...	Versicherungssumme in Euro (€)	Wertsachen ¹⁾ in Euro (€)	VdS-Klasse der mechanischen Sicherungsmaßnahmen
... ständig bewohnten Wohnungen in Mehrfamilienhäusern, Einfamilienhäusern	bis 100.000	bis 20.000	N
	über 100.000	über 20.000	A
... nicht ständig bewohnten Wohnungen, in einem von Dritten ständig bewohnten Gebäude	bis 50.000	bis 10.000	N
	über 50.000	über 20.000	A
... nicht ständig bewohnten Gebäuden	Die Sicherungsmaßnahmen sind individuell mit dem Versicherer zu vereinbaren.		

1) Wertsachen sind z. B. a) Bargeld und auf Geldkarte gespeicherte Beträge; b) Urkunden einschließlich Sparbücher und sonstige Wertpapiere; c) Schmucksachen, Edelsteine, Perlen, Briefmarken, Telefonkarten, Münzen und Medaillen sowie alle Sachen aus Gold und Platin; d) Pelze, handgeknüpfte Teppiche und Gobelins, Kunstgegenstände – z. B. Gemälde, Collagen, Zeichnungen, Grafiken und Plastiken – sowie nicht in d) genannte Sachen aus Silber; sonstige Sachen, die über 100 Jahre alt sind, jedoch mit Ausnahme von Möbelstücken.

Tabelle 9. Einstufung des Widerstandes von Wänden, Auszug aus Tabelle 5-1 nach VdS 2333 [14]

Bauweise/ Widerstand	Material z. B.
Leichtbauweise, Widerstand gering	<ul style="list-style-type: none"> – Leichtbauplatten, z. B. aus Gipskarton – Holzwerkstoffe, Holz (Bretter, Platten) – Porenbeton – Hohlblocksteine – Mauerwerk, auch im Fachwerk, unter 120 mm Dicke
Feste Bauweise, Widerstand erhöht	<ul style="list-style-type: none"> – Mauerwerk, z. B. aus Ziegel-, Kalksandsteinen, auch im Fachwerk, ab 120 mm Dicke – Beton
Besonders feste Bauweise, Widerstand hoch	<ul style="list-style-type: none"> – Mauerwerk, z. B. aus Ziegel-, Kalksandsteinen ab 240 mm Dicke – Beton ab 200 mm Dicke

3 Erfahrungen aus Versuchen

3.1 Allgemeines

Bezüglich der Verwendung von Befestigungsmitteln für die Montage von Fenstern und Türen mit Anforderungen an die Einbruchhemmung erfolgt sowohl

- in der Vornormenreihe DIN V ENV 1627 bis DIN V EN V 1630 (vgl. Abschnitt 2.2) als auch
- in der geltenden Normenreihe DIN EN 1627 bis DIN EN 1630 (vgl. Abschnitt 2.3)

keine Regelung im Detail, da die jeweilige Normenreihe nur für die Prüfung des Produkts „Fenster“ galt bzw. gilt (vgl. Abschnitt 2.3.1.2). Diese Prüfungen bieten damit nur wenig Aussagekraft, ob auch das Gesamtsystem „Fenster, Wand und vor allem Befestiger“ die Anforderungen an die jeweilige Widerstandsklasse erfüllen kann.

Die Befestigung wird daher in der Regel nach Erfahrung des Monteurs bzw. nach Herstellervorgaben in den entsprechenden Montageanleitungen ausgeführt. Dazu werden üblicherweise von den Herstellern der Befestigungsmittel – in Zusammenarbeit mit den Baustoffherstellern/-verbänden – eigene Prüfungen zur Befestigung von einbruchhemmenden Fenster- und Türenelementen in „realen“ Verankerungsgründen *in Anlehnung* an DIN EN 1627 bis DIN EN 1630 durchgeführt, die in entsprechenden Prüfberichten dokumentiert werden. Das bedeutet, dass hier nicht nur Versuche im starren Rahmen aus Stahl oder Holz durchgeführt werden, sondern z. B. in Wänden aus Mauerwerk, das eine niedrigere Druckfestigkeit hat als in DIN EN 1627, Abschnitt NA.4, Tabelle NA.2 ausgewiesen wird (vgl. hier Abschnitt 2.3.1.3 mit Tabelle 3).

Die Erfahrungen aus diesen individuellen Prüfungen sind bisher die einzigen Möglichkeiten, Aussagen über die „einbruchhemmende Befestigung“ und den jeweiligen Wandbaustoff selbst zu treffen.

3.2 Übersicht zu den durchgeführten Versuchen

In den Folgeabschnitten werden umfangreiche Erfahrungen zum Nachweis der einbruchhemmenden Montage von Fenstern und Türen, die nur aus Versuchen gewonnen werden konnten, dargestellt und erläutert. Dabei wurden

- Versuche zum Nachweis der Widerstandsklassen WK 2 und WK 3 (in Anlehnung an die Vornormenreihe DIN V ENV 1627 bis DIN V EN V 1630),
- Versuche zum Nachweis der Widerstandsklassen RC 2 und RC 3 (in Anlehnung an die geltende Normenreihe DIN EN 1627 bis DIN EN 1630) sowie
- Versuche in der Dämmebene mit Schienen- und Konsolensystemen (in Anlehnung an die geltende Normenreihe DIN EN 1627 bis DIN EN 1630)

durchgeführt. Eine entsprechende Übersicht zu diesen Versuchen enthält Tabelle 10.

Das Ziel dieser Versuche war es stets zu zeigen, dass auch in Verankerungsgründen, die zum Zeitpunkt der Prüfungen jeweils noch nicht in DIN V ENV 1627:1999-04 bzw. DIN EN 1627:2011-09 (vgl. hier Tabelle 3 in Abschnitt 2.3.1.3) enthalten waren, die Montage von Fenstern und Türen mit Anforderungen an die Einbruchhemmung möglich sind.

So konnte anfangs gezeigt werden, dass auch Verankerungen in Porenbeton mit geringen Druckfestigkeitsklassen und in Hochlochziegeln überhaupt (zunächst mit Druckfestigkeitsklasse ≥ 12 gemäß DIN EN 1627) realisiert werden können (vgl. Abschnitt 3.3.1 und 3.3.2).

Im nächsten Schritt wurde in Hochlochziegeln geprüft, deren Druckfestigkeitsklassen zwischen 6 und 10 deutlich unter der in Tabelle 3 ausgewiesenen Druckfestigkeitsklasse (DFK ≥ 12) lagen (vgl. Abschnitte 3.3.3 bis 3.3.6).

Dabei wurde auch begonnen, den gesamten Wandaufbau aus Mauerstein, Putz und Gewebeeinlage zu beurteilen (vgl. Abschnitte 3.3.5 und 3.3.6), nachdem anfänglich *ohne* besonderen Putzaufbau geprüft wurde (vgl. Abschnitte 3.3.2, 3.3.3 und 3.3.4).

In zwei Forschungsprojekten am ift in Rosenheim wurden schließlich Fenstereinbauten in hochwärmedämmendem Ziegelmauerwerk und in Mauerwerk aus Leichtbetonsteinen in Bezug auf die Einbruchhemmung untersucht, wobei hier insbesondere ein Fokus auf die Druckfestigkeiten und Rohdichten der unterschiedlichen Mauersteine gelegt wurde (vgl. Abschnitte 3.3.7, 3.3.9 und 3.4.2).

Weiterhin wurden Versuche in Kalksandlochsteinen mit der Druckfestigkeitsklasse 10 (Abschnitt 3.3.10) sowie (Tast-)Versuche in Normalbeton der Druckfestigkeitsklasse C30/37 durchgeführt (Abschnitt 3.3.11 und 3.4.3).

Tabelle 10. Übersicht der Versuche zum Nachweis einer einbruchhemmenden Montage von Fenster- und Türelementen

Zeile	Beschreibung der Versuche	Prüfbericht/Quelle (vgl. Literaturverzeichnis)	Erläuterungen in Abschnitt
	Versuche zum Nachweis der Widerstandsklasse WK 2 und RC 2 in ... [Versuche in Anlehnung an DIN (V) EN(V) 1627 bis DIN (V) EN(V) 1630]		
1	... Porenbeton-Planblöcken (Festigkeitsklasse 4)	[17]	3.3.1
	... Hochlochziegel:		
2	– Hochlochziegel (HLz 12)	[17]	3.3.2
3	– POROTON-S10-P (Perlite gefüllt)	[18]	3.3.3
4	– Plan HLzB 6-0,9 (ungefüllt)	[19]	3.3.4
5	– Thermopor TV 7 – (Großkammerziegel Mineralwolle gefüllt)	[20]	3.3.5
6	– unipor W07 – (Kleinlochung, Mineralwolle gefüllt)		3.3.6
7	– „Hochwärmedämmendes Ziegelmauerwerk“	[21]	3.3.7
8	... Mauersteinen aus Leichtbeton	[22] [8]	3.3.9
9	... Kalksandlochsteinen (KS L 10)	[23]	3.3.10
10	... Normalbeton	[24]	3.3.11
	Versuche zum Nachweis der Widerstandsklasse WK 3 und RC 3 in ... [Versuche in Anlehnung an DIN (V) EN(V) 1627 bis DIN (V) EN(V) 1630]		
11	... Porenbeton-Plansteinen (Festigkeitsklasse 2)	[4]	3.4.1
12	... „hochwärmedämmendem Ziegelmauerwerk“	[21]	3.4.2
13	... Leichtbetonstein Bisomark Plus 10	[25]	3.4.2.4
14	... Normalbeton – Tastversuche	(Entwurf)	3.4.3
	Versuche in der Dämmebene mit Schienen- und Konsolsystemen [Versuche in Anlehnung an DIN EN 1627 bis DIN EN 1630]		
15	Systeme aus Metall	[26]	3.6.1
16	Systeme aus Funktionswerkstoff – EPS	[27]	3.6.2
17	Systeme aus Funktionswerkstoff – PUR-Composit	(Entwurf)	3.6.3

Erkenntnisse zur Beurteilung der Einbruchhemmung von Fenstern in der Dämmebene zeigen abschließend die Abschnitte 3.6.1, 3.6.2 und 3.6.3.

Die zum Teil sehr detaillierte Vorstellung der maßgebenden Versuche (Abschnitte 3.3 bis 3.6) soll grundsätzlich einen Eindruck vermitteln, welche Anforderungen an die Montage von einbruchhemmenden Fenster- und Türelementen überhaupt gestellt werden. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse aller Versuche sowie ein daraus resultierender Hinweis für die Befestigung von einbruchhemmenden Fenstern und Türen findet sich in Abschnitt 3.7.

3.3 Versuche zum Nachweis der Widerstandsklasse WK 2 und RC 2

3.3.1 Versuche in Porenbeton-Planblöcken (Festigkeitsklasse 4)

3.3.1.1 Allgemeines

Die bereits im starren Rahmen in der Widerstandsklasse WK 2 geprüften Fenster wurden für diese Versuche ohne druckfeste Hinterfüterung der Verriegelungspunkte bzw. Befestiger in die Versuchswand aus Porenbeton-Planblöcken (Festigkeitsklasse 4) eingebaut (siehe in [17]). Dieser Einbau ohne Hinterfüterung stellt die ungünstigsten Bedingungen dar.

Als weiterer ungünstiger Prüfparameter wurde ein Spalt zwischen Mauerwerk und Fenster von rund 25 mm vorgesehen, um genug Platz für einen manuel-

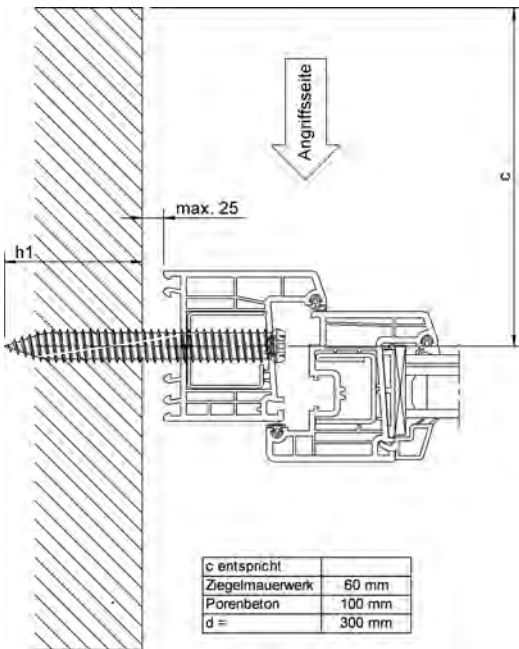


Bild 10. Schematische Darstellung der für die Versuche gewählten Montageart und der verwendeten AMO®-III-Schraube 11,5 mm mit Lage innerhalb des Fensterprofils [2]



Bild 11. Detailaufnahme der verwendeten Versuchswand aus Porenbeton PPW 4 und der Befestigungsanordnung in der Widerstandsklasse WK 2 [2]

len Angriff und eine Auslenkung des Blendrahmens zu ermöglichen und einen ungünstigen Einbau zu simulieren (Bilder 10 und 11).

Hinweis

In der Regel wird in den Montageanleitungen der jeweiligen Fensterhersteller eine druckfeste Hinterfüttung gefordert, um eine sehr starre Verbindung zwischen Fensterrahmen und Mauerwerk zu erreichen und bei mechanischen Angriffen eine Auslenkung des Blendrahmens zu verhindern.

3.3.1.2 Statische und dynamische Versuche

Gemäß DIN V ENV 1627:1999-04 wurden die statischen und die dynamischen Versuche für die Einstufung in die Widerstandsklasse WK 2 durchgeführt:

- Bei den statischen Versuchen in Anlehnung an DIN V ENV 1628:1999-04 wurde jeder Verriegelungspunkt mit einer Last von 3 kN belastet.
- Die dynamischen Versuche in Anlehnung an DIN V ENV 1629:1999-04 wurden mit einem Sandsack (30 kg) durchgeführt, der mehrfach aus einer Höhe von 80 cm gegen das Fenster geschleudert wurde (vgl. Bild 1 in Abschnitt 2.2).

3.3.1.3 Manuelle Einbruchversuche

Im Anschluss an die statische und dynamische Prüfung wurde der manuelle Einbruchversuch in Anlehnung an DIN V ENV 1630:1999-04 mit dem Ziel durchgeführt, eine „durchgangsfähige Öffnung“ herzustellen (vgl. sinngemäß Abschnitt 2.3.4).

Bei den Versuchen in der Porenbetonwand war es dabei möglich, innerhalb von drei Minuten die Befestigungspunkte so weit freizulegen, dass das gesamte Fenster aus der Wand gerissen werden konnte (Angriff auf den Verankerungsgrund – vgl. Bild 12).

Hier hat sich der gewählte Randabstand von $c = 60$ mm als viel zu klein erwiesen (für „c“ vgl. Bild 10). Beim Angriff auf das Fenster war es dagegen nicht möglich, eine „durchgangsfähige Öffnung“ zu erzielen.

Im zweiten Versuch wurde der Randabstand auf $c = 100$ mm erhöht (für „c“ vgl. Bild 10). Hier war es erst nach über 15 Minuten möglich, die Befestigungsmittel so weit freizulegen, dass eine Öffnung erreicht wurde. Die Fensterbefestigung muss also gewisse Anforderungen erfüllen, um ein – zunächst nur im starren Stahl-



Bild 12. Aus dem Verankerungsgrund gerissenes Fensterelement bei zu geringem Randabstand in Mauerwerk aus Porenbetonsteinen (Foto: Küenzlen)

bzw. Holzrahmen – geprüftes Fenster auch sicher in der eigentlichen Wand aus Porenbeton-Mauerwerk halten zu können. Dies konnte in diesem Fall durch eine Vergrößerung des Randabstands auf der Angriffsseite erreicht werden.

3.3.2 Versuche in Hochlochziegeln (HLz 12)

3.3.2.1 Allgemeines

Der Versuchsaufbau entsprach dem Versuchsaufbau in Abschnitt 3.3.1.1 (siehe ebenfalls in [17]).

3.3.2.2 Statische und dynamische Versuche

Vergleiche hierfür sinngemäß Abschnitt 3.3.1.2.

3.3.2.3 Manuelle Einbruchversuche

In der Wand aus Hochlochziegeln war es – im Vergleich zu Abschnitt 3.3.1.3 – bei einem Randabstand $c = 60$ mm nicht möglich, die Befestigungsmittel aus der Wand zu brechen; auf eine Erhöhung des Randabstands konnte daher verzichtet werden (vgl. Bild 13).

3.3.3 Versuche im Hochlochziegel POROTON-S10-P (Perlite gefüllt)

3.3.3.1 Allgemeines

Der mit Perlite gefüllte Hochlochziegel POROTON-S10-P (Bild 14) ist derzeit in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung/allgemeinen Bauartge-



Bild 14. Mit Perlite gefüllter Stein POROTON-S10-P (Foto: Firma Wienerberger GmbH)



Bild 15. AMO®-Combi-Schraube 7,5/11,5 mm mit Kunststoff-Dübelhülse W-UR 10 XXL

nehmung Z-17.1-1017 [28] geregelt und fiel zum Zeitpunkt der Prüfung mit einer Druckfestigkeitsklasse 10 nicht unter die nach DIN EN 1627:2011-09, Tabelle NA.2 als „einbruchhemmende Massivwände“ klassifizierte Untergründe (vgl. Tabelle 3 in Abschnitt 2.3.1.3).

Zur Befestigung des Fensterelements wurde die speziell für diese gefüllten Ziegel mit sehr großen Kammern entwickelte AMO®-Combi-Schraube 7,5/11,5 mm in Kombination mit der Kunststoff-Dübelhülse W-UR 10 XXL verwendet (Bilder 15, 16 und 17 bzw. siehe in [29]).

Die bereits im starren Stahl -bzw. Holzrahmen – für die Einstufung in die Widerstandsklasse WK 2 – geprüften Fenster, bestehend aus dem Profilsystem GENEО der Firma REHAU AG + Co, wurden für diese Versuche ohne druckfeste Hinterfüterung der Verriegelungspunkte bzw. Befestiger im realen Verankerungsgrund POROTON-S10-P eingebaut. Dabei wurden folgende Überlegungen angestellt und entsprechende Montageparameter berücksichtigt [18]:

- Es wurde das Kunststoff-Profil GENEО ohne Stahlarmierung ausgewählt, um eine reale Einbausituation simulieren zu können, da in modernem Mauerwerk mit optimierter Wärmedämmung immer öfter auch Kunststoff-Fenster-Profile ohne Stahlarmierung zum Einsatz kommen.
- In der Regel wird für eine einbruchhemmende Montage immer eine druckfeste Hinterfüterung der Verriegelungspunkte gefordert, um eine sehr starre Verbindung zwischen Fensterrahmen und Mauerwerk zu erreichen. Bei den im Folgenden beschriebenen Versuchen wurde auf diese Hinterfüterung stattdessen verzichtet, um möglichst ungünstige Einbaubedingungen prüfen zu können.



Bild 13. Manuelle Einbruchsprüfung (Angriff auf den Verankerungsgrund) in einer Wand aus Hochlochziegeln der Druckfestigkeitsklasse 12 [2]

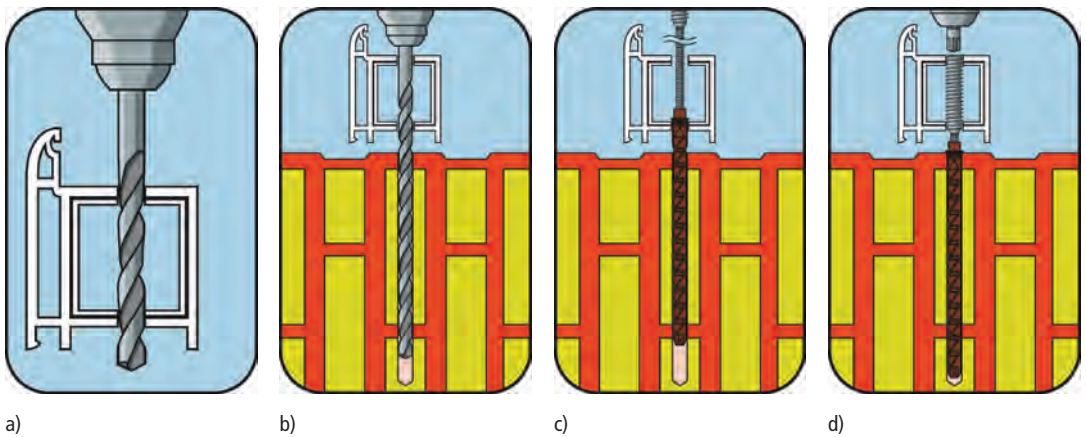


Bild 16. Montagevorgang der in den Versuchen verwendeten AMO®-Combi Schraube 7,5/11,5 mm mit Kunststoff-Dübelhülse W-UR 10 XXL

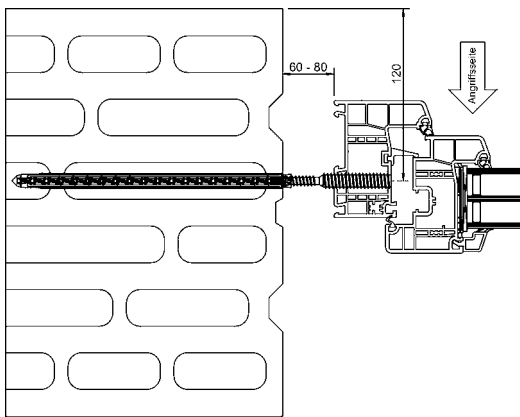


Bild 17. Schematische Darstellung der für die Versuche gewählten Montageart und der verwendeten AMO®-Combi-Schraube 7,5/11,5 mm mit Kunststoff-Dübelhülse W-UR 10 XXL mit Lage innerhalb des Fensterprofils und des Steins [6]

- 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.
- Ebenfalls wurde auf eine oberseitige Befestigung verzichtet, wie es beispielsweise beim Einbau von Rollladenkästen der Fall ist.

Die gewählten Versuchsbedingungen stellten damit eine der größten Herausforderungen für das Befestigungssystem in Bezug auf die Kombination aus Mauerwerk und dem gewählten Fenster dar.

3.3.3.2 Statische und dynamische Versuche

Gemäß DIN EN 1627:2011-09 wurden die statischen und die dynamischen Versuche durchgeführt:

- Bei den statischen Versuchen in Anlehnung an DIN EN 1628 wurde jeder Verriegelungspunkt mit einer Last von 3 kN belastet. Da das Fenster ohne Befestigung oben und seitlich mit einem großen Abstand zwischen Laibung und Fensterprofil von rund 50 mm montiert wurde, kam es hier zu einer sehr großen Auslenkung, die sich aber nicht negativ auf die Einbruchhemmung ausgewirkt hat (Bild 18).



Bild 18. Auslenkung des Fensters bei statischer Prüflast von 3 kN ohne Befestigung oben und ohne seitliche Verklotzung [6]

- Die dynamischen Versuche in Anlehnung an DIN EN 1629 wurden mit einem Doppelreifenpendel (50 kg, Fallhöhe 450 mm; vgl. Bild 4 in Abschnitt 2.3.3) geprüft.

3.3.3.3 Manuelle Einbruchversuche

Im Anschluss an die statische und dynamische Prüfung wurde der manuelle Einbruchversuch in Anlehnung an DIN EN 1630 mit dem Ziel durchgeführt, eine „durchgangsfähige Öffnung“ herzustellen (vgl. Abschnitt 2.3.4).

Bei den Versuchen in den mit Perlite gefüllten Hochlochziegeln POROTON-S10-P war es dabei nicht möglich, innerhalb von drei Minuten die Befestigungspunkte so weit freizulegen (Bild 19), 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 nachgewiesen, dass auch ein mit Wärmedämmung gefüllter Ziegel, der von der Druckfestigkeit unter den Mindestanforderungen an einbruchhemmende Massivwände nach DIN 1627:2011-09 (Tabelle 3) liegt, die Anforderungen an die aktuelle Normenreihe in der Klasse RC 2 erfüllt.

3.3.3.4 Fazit

Die durchgeführten Versuche haben bewiesen, dass die Kombination aus einem geprüften WK 2-Fenster und der untersuchten AMO®-Combi-Schraube 7,5/11,5 mm in Kombination mit der Kunststoff-Dübelhülse W-UR 10 XXL den geforderten Einbruchwiderstand 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 Hochlochziegel POROTON-S10-P die Anforderungen an die Einbruchhemmung der Klasse RC 2 erfüllt, obwohl die Druckfestigkeit des Mauersteins mit der Druckfestigkeitsklasse 10 unter den Normanforderungen (DFK ≥ 12) liegt.

Für einen sicheren Einbruchschutz ist es sehr wichtig, dass immer komplette Systeme aus Verankerungsgrund, Befestiger und Fensterelement betrachtet werden. Deshalb sind die vom Hersteller des Befestigungsmittels bzw. des Fensters angegebenen Montagehinweise genau einzuhalten. Beachte hierzu auch den detaillierten zusammenfassenden Hinweis in Abschnitt 3.7 dieses Beitrags.

3.3.4 Versuche im Hochlochziegel Plan HLzB 6-0,9 (ungefüllt)

3.3.4.1 Allgemeines

Nach Tabelle 3 in Abschnitt 2.3.1.3 gilt eine *Wand* aus Hochlochziegeln ab einer Druckfestigkeitsklasse der verwendeten Steine von ≥ 12 als einbruchhemmend. Im Jahr 2005 wurde in [17] bereits der Nachweis geführt, dass auch eine *Fensterbefestigung* in einem Hochlochziegel nach Tabelle 3 die Anforderungen an die Einbruchhemmung der damaligen Vornormenreihe in der Klasse WK 2 erfüllt, wenn gewisse Randbedingungen, z. B. der Randabstand der Fensterbefestiger in der Laibung, eingehalten werden (vgl. Abschnitt 3.3.2).

Die Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel e. V. hat darüber hinaus im Jahr 2015 am PIV – Prüfinstitut für Schlösser und Beschläge in Velbert – erstmals umfangreiche Versuche nach aktueller Normenreihe in Hochlochziegeln mit geringerer Druckfestigkeit durchgeführt (siehe in [19]). Dabei wurde u. a. ein Plan HLzB



Bild 19. Manuelle Einbruchprüfung (Fotos: Künzlen)

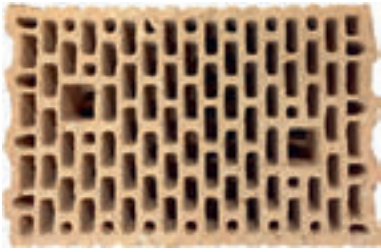


Bild 20. In den Versuchen verwendeter Plan HLzB 6-0,9 (Foto: Dr. Meyer)

6-0,9 (Druckfestigkeitsklasse 6) in der Klasse RC 2 geprüft (Bild 20; für weitere in diesem Zusammenhang geprüfte Hochlochziegel vgl. die Abschnitte 3.3.5 und 3.3.6).

Als Befestigung wurde das bereits in der Klasse RC 2 erfolgreich geprüfte Dübel-System AMO®-Combi-Schraube 7,5/11,5 mm in Kombination mit der Kunststoff-Dübelhülse W-UR 10 XXL als seitliche Befestigung verwendet (vgl. Abschnitt 3.3.3). An der Unterseite wurde das verwendete Fensterprofil mit einer Montagekonsole befestigt.

Das verwendete Dübel-System wurde ursprünglich für die Befestigung in Steinen mit großen Kammern (Bild 16) entwickelt. Auf Grundlage bereits vorhandener Erfahrungen aus Versuchen in Porenbeton in der Klasse WK 3 (vgl. Abschnitt 3.4.1) wurde entschieden, auch für die einbruchhemmende Befestigung in einem Stein mit kleiner Kammerstruktur (Bild 20) und geringer Druckfestigkeit ein Befestigungssystem mit größerer Setztiefe zu verwenden, weshalb hier eine AMO®-Combi-Schraube 7,5/11,5 mm mit der Länge 242 mm zum Einsatz kam.

3.3.4.2 Manuelle Einbruchversuche

Bild 21 zeigt, dass auch bei einem Hochlochziegel mit kleiner Kammerstruktur (Bild 20) und deutlich geringerer Druckfestigkeit als in Tabelle 3 vorgesehen, die Befestigungsmittel – ähnlich wie beim Porenbeton – grundsätzlich freigelegt werden können. Aller-



Bild 21. Freigelegte Verankerung nach manuellem Angriff in der Klasse RC 2 (Fotos: Küenzlen)

dings führte die große Setztiefe bzw. Schrauben- bzw. Dübellänge dazu, dass die für die Widerstandsklasse RC 2 zur Verfügung stehende Zeit (3 Minuten) zum Freilegen eines Befestigungspunkts nicht ausreichend ist.

Als direkter Unterschied zu den Versuchen in Steinen mit einer Druckfestigkeitsklasse ≥ 12 zeigte sich aber, dass in Steinen mit größerer Festigkeit die Befestiger nicht im gleichen Umfang freigelegt werden konnten, sondern nur ein „Ankratzen“ der Steinoberfläche möglich war (vgl. Bild 13).

Damit konnte aber trotzdem – auch für einen Stein mit der Druckfestigkeitsklasse 6 – erstmals nachgewiesen werden, dass die Kombination aus Mauerstein, Befestigungsmittel und geprüftem Fenster die Anforderungen an die Einbruchhemmung in der Klasse RC 2 erfüllt.

3.3.5 Versuche im Hochlochziegel Thermopor TV 7 (Großkammerziegel Mineralwolle gefüllt)

3.3.5.1 Allgemeines

In einem weiteren Versuch der Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel e. V. im Jahr 2016 am PIV – Prüfinsti-



Bild 22. In den Versuchen verwendeter Großkammerziegel Thermopor TV 7 nach abZ/aBG Thermopor [30]

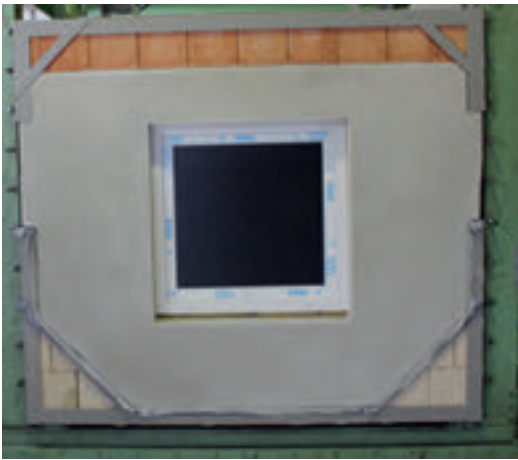


Bild 23. Fertig verputzte Wand vor den Versuchen
(Foto: Dr. Meyer)

tut für Schlösser und Beschläge in Velbert – wurde 365 mm dickes Mauerwerk aus Großkammerziegeln mit Mineralwollfüllung nach derzeit geltender allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung/allgemeine Bauartgenehmigung Z-17.1-1006 (abZ/aBG Thermopor, 2019) mit einer Druckfestigkeitsklasse 6 (mittlere Ziegeldruckfestigkeit $8,3 \text{ N/mm}^2$) in der Klasse RC 2 geprüft (siehe in [20]).

Dieser Ziegel Thermopor TV 7 wurde deshalb ausgewählt, weil er üblicherweise vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) als Referenzprodukt für „Gatungsprüfungen“, z. B. beim Brandschutz herangezogen wird (Bild 22).

In Abschnitt 3.3.3 wurden bereits Versuche in einem bezogen auf das Lochbild ähnlichen – allerdings Perlite gefüllten – Hochlochziegel vorgestellt. Im Unterschied zum jetzt geprüften Mauerstein handelte es sich

dort um einen Stein mit der Druckfestigkeitsklasse 10, der hauptsächlich im Mehrfamilienhausbau eingesetzt wird, weshalb auch die Ziegelstege im Vergleich zum hier geprüften Thermopor TV 7-Plan deutlich massiver ausgeführt sind (vgl. Bild 14).

Aus den vorliegenden Erfahrungen und einigen „Kleinversuchen“ wurde entschieden, im Gegensatz zu den bisherigen Versuchen – ohne Putzaufbau – hier eine Wand mit praxisüblichem Außenputzaufbau zu prüfen. In diesem Versuch wurde damit erstmals der Einfluss eines Putz- und Gewebeaufbaus als „Schutz“ der Fensterbefestigung gegen einen manuellen Angriff untersucht. Bild 23 zeigt die fertig verputzte Wand mit eingebautem Fenster.

Zur Befestigung des Fensters wurde das zugelassene Dübel-System aus AMO®-Combi-Schraube 7,5/11,5 mm in der Länge 242 mm in Kombination mit der Kunststoff-Dübelhülse W-UR 10 XXL verwendet (vgl. Bild 15 und Bild 16).

3.3.5.2 Statische und dynamische Versuche

Die auftretenden Belastungen aus den statischen Versuchen in Anlehnung an DIN EN 1628 und die dynamischen Versuche in Anlehnung an DIN EN 1629 zur Einstufung in die Widerstandsklasse RC 2 konnten – wie bei den bereits durchgeführten und beschriebenen Versuchen (vgl. Abschnitt 3.3.3.2) – ohne Probleme durch das Befestigungssystem aufgenommen werden.

3.3.5.3 Manuelle Einbruchversuche

Da bisher keine Erfahrungen über die einbruchhemmende Wirkung eines gesamten Außenwandaufbaus (inklusive Putz- und Gewebeaufbaus) vorliegen, wurde die linke (Bild 24) und die rechte (Bild 25) Laibungsseite unterschiedlich verputzt:

– Bild 24 zeigt den Aufbau der – von außen gesehen – linken Laibungsseite. An dieser Seite wurde



a)



b)

Bild 24. Eingeputztes Fenster vor dem Versuch; a) Außenseite, b) Innenseite der von außen gesehenen linken Laibungsseite mit Armierungsputz mit Gewebeeinlage (Fotos: Dr. Meyer)



Bild 25. Eingeputztes Fenster vor dem Versuch; a) Außenseite, b) Innenseite der von außen gesehenen rechten Laibungsseite (Fotos: Dr. Meyer)



Bild 26. Beschädigungen nach mechanischem Angriff (Widerstandsklasse RC 2); a) linke Laibungsseite mit und b) rechte Laibungsseite ohne Armierungsputz mit Gewebeeinlage (Fotos: Dr. Meyer)

vor dem Einbau des Fensters ein Armierungsputz mit Gewebeeinlage direkt auf das Mauerwerk aufgebracht. Nach dem Einbau wurde das Fenster mit einem Leichtunterputz Typ II „MEP it“ eingeputzt.

- Auf der gegenüberliegenden Laibungsseite (Bild 25) wurde auf die zusätzliche Gewebespachtelung verzichtet. Hier wurde das Fenster „nur“ außenseitig eingeputzt.

Das Versuchsergebnis nach einem mechanischen Angriff in Anlehnung an DIN EN 1630, in der Klasse RC 2 von mindestens 3 Minuten, zeigt Bild 26:

- Dabei fallen die Beschädigungen sehr viel geringer aus als bei den in der Vergangenheit durchgeführten Versuchen ohne Putzaufbau (vgl. z. B. Bild 19 oder Bild 21).

- Es war an keiner Stelle möglich – auch nur Ansatzweise – ein Befestigungsmittel freizulegen. Man erkennt jedoch einen Unterschied zwischen der linken und der rechten Laibungsseite:
- Auf der rechten Laibungsseite (Bild 26b) sieht man deutlich, dass die Steinoberfläche durchdrungen werden konnte und die Mineralwollfüllung sichtbar wird.
- Eine derartige mechanische Beschädigung der Steinoberfläche war auf der linken Seite (Bild 26a) – vermutlich bedingt durch die zusätzliche Spachtelung – nicht möglich.

3.3.5.4 Fazit

Die durchgeführten Versuche zeigen deutlich, dass bei praxisüblich ausgeführtem hochwärmedämmendem Ziegelmauerwerk, auch bei Ziegeln mit einer Druckfestigkeitsklasse 6 und sehr großen Kammern, eine Einbruchhemmung in der Klasse RC 2 nachgewiesen werden kann.

3.3.6 Versuche im Hochlochziegel unipor W07 (Kleinlochung, Mineralwolle gefüllt)

3.3.6.1 Allgemeines

Auch in den Versuchen mit dem Hochlochziegel unipor W07 – mit derzeit geltender allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung/allgemeiner Bauartgenehmigung Z-17.1-1074 [31] (vgl. Bild 27) – wurde wie in Abschnitt 3.3.5 der Einfluss eines Putz- und Gewebenaufbaus als Schutz der Fensterbefestigung gegen einen manuellen Angriff berücksichtigt.



Bild 27. In den Versuchen verwendeter Wärmedämmziegel mit Kleinlochung (unipor W07 – Zulassung Z-17.1-1074)

Zur Befestigung des Fensters wurde das Dübel-System aus AMO[®]-Combi-Schraube 7,5/11,5 mm in der Länge 242 mm in Kombination mit der Kunststoff-Dübelhülse W-UR 10 XXL verwendet (vgl. Bild 15 und Bild 16). Die Befestigung erfolgte dabei nur an den beiden vertikalen Rändern und am unteren Rand. Wie in Abschnitt 3.3.5 wurden die beiden Laibungsseiten unterschiedlich verputzt:

- An einer Seite wurde vor dem Einbau des Fensters ein Armierungsputz mit Gewebeeinlage direkt auf das Mauerwerk aufgebracht. Nach dem Einbau wurde das Fenster mit einem Leichtmörtel „MEP it“ eingeputzt.
- Auf der gegenüberliegenden Laibungsseite wurde auf die zusätzliche Gewebespacktelung verzichtet. Hier wurde das Fenster „nur“ eingeputzt.

3.3.6.2 Statische und dynamische Versuche

Die auftretenden Belastungen aus den statischen Versuchen in Anlehnung an DIN EN 1628 und die dynamischen Versuche in Anlehnung an DIN EN 1629 konnten in der Klasse RC 2 ohne Probleme durch das Befestigungssystem aufgenommen werden. Die Befestigung erfolgte dabei nur an den beiden vertikalen Rändern und dem unteren Rand.

3.3.6.3 Manuelle Einbruchversuche

Das Versuchsergebnis nach einem mechanischen Angriff in Anlehnung an DIN EN 1630, in der Klasse RC 2 von mindestens 3 Minuten, zeigt Bild 28:



a)

b)

Bild 28. Beschädigungen nach mechanischem Angriff (Widerstandsklasse RC 2); a) linke Laibungsseite mit und b) rechte Laibungsseite ohne Armierungsputz mit Gewebeeinlage (Fotos: M. Ruppik)

- Dabei fallen auch hier die Beschädigungen geringer aus als bei den in der Vergangenheit durchgeführten Versuchen ohne Putzaufbau (vgl. z. B. Bild 19 oder Bild 21).
- Es war an keiner Stelle möglich, ein Befestigungsmittel freizulegen.
- Man erkennt einen deutlichen Unterscheid zwischen der linken und der rechten Laibungsseite. Die Laibungsseite mit zusätzlicher Gewebearmierung weist deutlich geringere Schädigungen nach dem RC 2-Angriff auf.

3.3.7 Versuche in „Hochwärmedämmendem Ziegelmauerwerk“

3.3.7.1 Allgemeines

Die umfangreichsten Versuche – mit Druckfestigkeiten und Rohdichten der Mauersteine, die deutlich unterhalb den Angaben der aktuellen Normfassung DIN EN 1627:2011-09 lagen (vgl. hier Tabelle 3 in Abschnitt 2.3.1.3) – wurden in einem großen Forschungsprojekt durchgeführt [21]:

„Einbruchhemmung mit hochwärmedämmendem Ziegelmauerwerk – Analyse des Ist-Zustandes, Erarbeitung von Konstruktions- und Nachweiskriterien.“

Gefördert durch die Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Aktenzeichen: SWD-10.08.18.7-16.14).

Im Rahmen dieses Forschungsprojekts (vgl. hierzu auch Abschnitt 3.4.2) wurden insgesamt 19 Wandaufbauten und 41 Fenster in den Klassen RC 2 und RC 3 geprüft (vgl. exemplarisch Bild 29). Die geprüften Mauersteine repräsentierten dabei den Großteil der zu diesem Zeitpunkt auf dem deutschen Markt vorhandenen hochwärmedämmenden Hochlochziegel.



Bild 29. Forschungsprojekt „Einbruchhemmung mit hochwärmedämmendem Ziegelmauerwerk“: verschiedene Fenstergrößen, Fensterformate und Putzaufbauten in den Klasse RC 2 und RC 3 (Foto: Küenzlen)

Die Fensterelemente in der Klasse RC 2 waren in allen Versuchen seitlich mit dem Dübel-System AMO®-Combi Schraube 7,5/11,5 mm in Kombination mit der Kunststoff-Dübelhülse W-UR 10 XXL befestigt (vgl. Bild 15 und Bild 16). An der Oberseite wurde auf eine Befestigung genauso verzichtet wie auf eine druckfeste Hinterfüterung der Befestigungspunkte. Brüstungsseitig erfolgte die Befestigung mit JB-D Schienen nebst Umlenkwinkel und Kunststoffdübel W-UR 8.

Die nachfolgende Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse sind dem Abschlussbericht des Forschungsprojekts entnommen (siehe in [21]).

3.3.7.2 Zusammenfassung der wichtigsten Versuchsergebnisse

Die Ergebnisse der Versuche [21] wurden für die zukünftige Anwendung in der Praxis bereits in Tabelle 4 umgesetzt und zeigen im Einzelnen Folgendes:

- Als kritisch haben sich in allen Versuche kleine Fensterformate mit nur zwei Befestigern pro Seite gezeigt (vgl. Bild 29 obere Reihe); Türen mit deutlich mehr Befestigern an der Seite verhielten sich in den Versuchen dagegen unkritisch.
- In Bezug auf die Anforderungen an die Einbruchhemmung können Fenster und Türen in Wänden aus Hochlochziegeln eingebaut werden, deren Mindestwanddicke $h_{\min} = 360$ mm beträgt und deren Mauersteine mindestens eine Druckfestigkeitsklasse 6 und eine Rohdichteklasse von 0,5 aufweisen.
- Es ist mindestens ein Leichtputz auf den Ziegeln aufzubringen. Detaillierte Angaben zu den Putzen enthält Tabelle 4 in Abschnitt 2.4. Dieser Putz verlängert die Widerstandszeit gegen mechanische Angriffe auf die Befestigungsmittel und den Ziegel selbst. Der Putz ist dabei in der Laibung bis zum Blendrahmen zu führen.
- Die Fensterelemente müssen im mittleren Drittel der Wand montiert werden, um einen möglichst großen Randabstand für die Befestiger und damit einen Schutz für die Befestiger durch entsprechendes Ziegelmaterial zu gewährleisten. Diese Fensterlage entspricht auch den bauphysikalischen Anforderungen.
- Die Art der Montage und die Wahl der Befestigungsmittel können einen erheblichen Einfluss auf die einbruchhemmenden Eigenschaften des gesamten Systems haben. Deshalb wird empfohlen die Befestigungsmittel für die Eignung hinsichtlich der Montage von einbruchhemmenden Elementen in hochwärmedämmendem Mauerwerk separat zu qualifizieren [21].

Dem Forschungsprojekt kann allerdings in Sachen Befestigungsmittel – im Gegensatz zu den Hochlochziegeln – keine Allgemeingültigkeit entnommen werden, da nur ein System von Befestigungsmitteln geprüft wurde und das Projekt nur eine allgemeingültige Beurteilungsgrundlage für die Ziegel zum Ziel hatte, nicht aber für die Befestigungsmittel.



Bild 30. Auswahl der im Forschungsprojekt 1 untersuchten hochwärmedämmenden Ziegel (Foto: Künzlen)

- Weichen – für die Anwendung in der Praxis – die Form und/oder die Lochgeometrie der im realen Bauvorhaben verbauten Hochlochziegel stark von den im Forschungsprojekt geprüften Formen und/oder Lochbildern ab, so können die Ergebnisse des Forschungsprojekts nicht ohne Weiteres auf die Montage von einbruchhemmenden Fenstern und Türen in den abweichenden Hochlochziegeln übertragen werden (siehe in [21]). Eine Auswahl der im Forschungsprojekt geprüften Hochlochziegel und deren Lochbilder zeigt Bild 30.

3.3.8 Fazit: Konsequenzen für die Normung aus den Versuchen in Hochlochziegeln

Die Resultate aus dem Forschungsprojekt (vgl. Abschnitt 3.3.7 und 3.4.2) sowie die zuvor gewonnenen Ergebnisse der Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel e. V. aus den Untersuchungen am PIV – Prüfinstitut für Schlösser und Beschläge Velbert – in modernem Ziegelmauerwerk (vgl. Abschnitte 3.3.4, 3.3.5 und 3.3.6) sind bereits in den aktuellen Normentwurf von DIN EN 1627 eingeflossen (vgl. hier Tabelle 4 in Abschnitt 2.4), der im Mai 2019 veröffentlicht wurde. Diese Resultate erweitern damit die Tabelle NA.2 der aktuell noch gültigen Normfassung DIN EN 1627:2011-09 (vgl. auch Tabelle 3 in Abschnitt 2.3.1.3) um modernes Ziegelmauerwerk in den Klasse RC 2 und RC 3.

3.3.9 Versuche in Mauersteinen aus Leichtbeton

3.3.9.1 Allgemeines

Im Nationalen Anhang der zurzeit geltenden DIN EN 1627:2011-09 sind bisher nur Steine mit einer Druckfestigkeitsklasse ≥ 12 erfasst (vgl. hier Tabelle 3 in Abschnitt 2.3.1.3). Wie zuvor in Abschnitt 3.3.8 erwähnt, enthält der aktuelle Normentwurf zur DIN EN 1627 aus dem Jahr 2019 mittlerweile einen Vorschlag für Hochlochziegel ab der Druckfestigkeitsklasse 6.

In die laufende Diskussion zur Erweiterung der Anwendung des Nationalen Anhangs der Norm wurden die nachfolgend beschriebenen Versuche eingebracht (siehe in [22] und [8]). Tabelle 11 zeigt die in den zwei verschiedenen Projekten in der Klasse RC 2 geprüften Steine.

3.3.9.2 Statische und dynamische Versuche

Um eine vollständige Prüfung in Anlehnung an DIN EN 1627 bis DIN EN 1630 abzubilden, wurden sowohl statische Versuche in der Klasse RC 2 mit 3 kN pro Verriegelungspunkt (vgl. Bild 3) als auch dynamische Versuche mit einem Doppelreifenpendel durchgeführt. Die aus diesen Versuchen gewonnenen Ergebnisse können als unkritisch betrachtet werden, auch wenn die statischen Verformungen aufgrund der sehr geringen Druckfestigkeit der Steine deutlich sichtbar waren, wie Bild 3 zeigt.

3.3.9.3 Manuelle Einbruchversuche


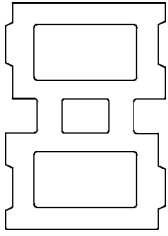

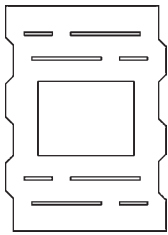

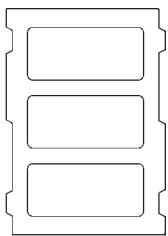

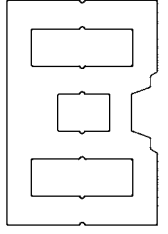
Aufgrund der teilweise sehr großen Kammern in Kombination mit der geringen Druckfestigkeit der geprüften Mauersteine aus Leichtbeton (vgl. Tabelle 11) waren bei den manuellen Einbruchversuchen in Anlehnung an DIN EN 1630 bereits mit einem Schraubendreher deutliche Beschädigungen möglich (Bild 31).

Eine auch nur annähernd „durchgangsfähige Öffnung“ (vgl. Abschnitt 2.3.4) konnte jedoch in keinem der geprüften Leichtbetonsteine, die in beiden Projekten untersucht wurden, in der Widerstandsklasse RC 2 erreicht werden.



Bild 31. Manueller Einbruchversuch in Mauerwerk aus Leichtbeton in der Druckfestigkeitsklasse 2 (Foto: Künzlen)

Tabelle 11. In der Klasse RC 2 untersuchte Leichtbetonsteine und deren Eigenschaften (siehe in [9] und [7]); Fotos: Bundesverband Leichtbeton e. V. (wenn nicht anders angegeben)

Bild	Querschnitt	Eigenschaften (Die Eigenschaften wurden sowohl an den Regel- als auch an den Endsteinen aus den zugehörigen Chargen ermittelt)	
		Druckfestigkeitsklasse	Rohdichteklasse
		2	0,40
		2	0,50
		2	0,50
 (Foto: Bisotherm GmbH)		4	0,45

Eine umfangreiche, sehr detaillierte Dokumentation der durchgeführten RC 2 Versuche in Steinen der Druckfestigkeitsklasse 2 enthält der Abschlussbericht des Forschungsprojekts [8] bzw. der Aufsatz von Frank et al. [9].

Die Versuche in Mauersteinen aus Leichtbeton der Druckfestigkeitsklasse 4 sind im Prüfbericht [22] bzw. in [7] dokumentiert.

3.3.10 Versuche in Kalksandlochsteinen (KS L 10)

3.3.10.1 Allgemeines

Die Versuche wurden in einer gemauerten Wand aus Kalksandlochsteinen KS L 10 durchgeführt [23]. Es wurde also bei den Mauersteinen eine Druckfestigkeitsklasse geringer geprüft, gegenüber der im Nationalen Anhang von DIN EN 1627 bis zur einbruchhemmenden Klasse RC 4 freigegebenen Druckfestigkeitsklasse 12.

3.3.10.2 Dynamische Versuche

Bei einem dynamischen Versuch in Anlehnung an DIN EN 1629 (vgl. Abschnitt 2.3.3) an bereits RC 2 zertifizierten Fensterelementen (Zertifizierung „nur“ der Fensterelemente auf Grundlage von Prüfungen im starren Stahl- bzw. Holzrahmen) kam es zu einem Versagen der drei seitlichen Verankerungen im Kalksandlochstein.

Geprüft worden waren hier zunächst folgende (extreme) Montageparameter:

- nur seitliche Befestigung: 3 Befestiger je Seite,
- sehr kleiner Randabstand von $c = 30$ mm (außen bündige Montage des Fensters),
- kurze Einschraubtiefe der Abstandsmontageschraube von $h_{\text{nom}} = 42$ mm,
- Achsabstand zwischen den Abstandsmontageschrauben von $s = 250$ mm (vgl. Bild 32 mit dazugehörigem Hinweis),
- Abstand aus der Ecke $E = 160$ mm (vgl. Bild 32).

Durch den Anprall des Doppelreifenpendels „federte“ das Fensterelement so stark nach außen zurück, dass es zum Ausbruch der Steinkante kam (Bild 33).

Die folgende Modifikation der Parameter verhinderte das Ausbrechen der Steinkante beim dynamischen Versuch:

- nur seitliche Befestigung: Erhöhung der Anzahl der Befestiger auf 4 Befestiger je Seite,
- Reduzierung des Achsabstands auf $s = 230$ mm,
- Reduzierung des Abstands aus der Ecke auf $E = 70$ mm,
- Vergrößerung der Einschraubtiefe auf $h_{\text{nom}} = 112$ mm.

Hinweis

Im Bereich der (internationalen) Dübeltechnik wird – abweichend zum Leitfaden zur Montage – der Achsabstand zwischen Dübeln nicht mit dem Großbuchstaben

„A“ („Ankerabstand“ vgl. Bild 32), sondern mit dem Kleinbuchstaben „s“ (Englisch: „spacing“) bezeichnet bzw. abgekürzt. Aus diesem Grunde wird in diesem Beitrag ausschließlich die Abkürzung „s“ verwendet.

3.3.10.3 Manuelle Einbruchversuche

Beim anschließenden manuellen Einbruchversuch in Anlehnung an DIN EN 1630 (vgl. Abschnitt 2.3.4) war es möglich, *einen Befestiger* mit einem Schraubendreher innerhalb von ca. 65 Sekunden freizulegen (Bild 34). Dies bedeutet, dass für das untersuchte Fensterelement bei *mindestens vier Befestigern pro Seite* der Einbruchschutz in der Klasse RC 2 für die Verankerung eines Fensterelements in einem Kalksandlochstein auch bei Beibehaltung des geringen Randabstands $c = 30$ mm gewährleistet werden kann, sofern alle in den Versuchen geprüften Parameter auch in der Praxis eingehalten werden.

3.3.11 Versuche in Normalbeton

3.3.11.1 Allgemeines

Es wurden Versuche in einer Wand aus Normalbeton der Druckfestigkeitsklasse C30/37 durchgeführt [24]. Das bedeutet, dass hier in Bezug auf den Beton in einem Verankerungsgrund geprüft wurde, der in den meisten Montageanleitungen der Hersteller einbruchhemmender Fensterelemente als geeignet vorgegeben ist, da er im Nationalen Anhang von DIN EN 1627 sogar bis zur einbruchhemmenden Klasse RC 6 freigegeben ist.

3.3.11.2 Manuelle Einbruchversuche

In Beton zeigten die manuellen Einbruchversuche in Anlehnung an DIN EN 1630 (vgl. Abschnitt 2.3.4), dass bei kleinen Randabständen sogar in der Klasse

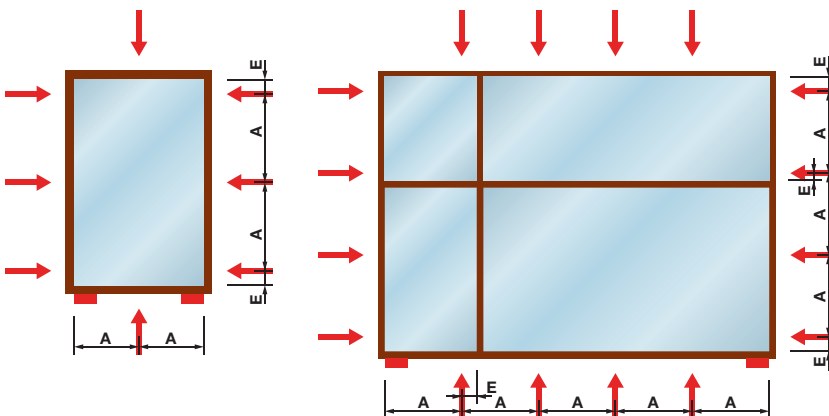


Bild 32. Befestigungsabstände nach [10]

- A: bei Aluminiumfenstern: max. 800 mm;
 bei Holzfenstern: max. 800 mm;
 bei Kunststofffenstern: max. 700 mm

E: Abstand von der Rahmeninnenecke und bei Pfosten und Riegeln von der Innenseite des Profils 100 bis 150 mm



Bild 33. Ausbruch der Abstandsmontageschrauben aus einem Kalksandlochstein bei einem dynamischen Versuch nach DIN EN 1629 in der Klasse RC 2 (Fotos: Grammling)



Bild 34. Beschädigung durch manuellen Einbruchversuch in der Klasse RC 2 mit Schraubendreher in Kalksandlochstein nach einer Prüfdauer von 65 Sekunden (Foto: Küenzlen)



Bild 35. Beschädigung durch manuellen Einbruchversuch in der Klasse RC 2 mit Schraubendreher in Beton C30/37 (Foto: Küenzlen)

RC 2 mit einem Schraubendreher die Betonkante (Beton C30/37) stark beschädigt werden kann (Bild 35). Zum Vergleich: Im Kalksandlochstein kann dies bei kleinen Einschraubtiefen und kleinen Randabständen bereits zu einem Freilegen der Befestiger führen (vgl. Abschnitt 3.3.10.3). In Beton war dies bei einem Randabstand von $c = 30$ mm und einer Einschraubtiefe von $h_{\text{nom}} = 30$ mm dagegen nicht möglich.

3.4 Versuche zum Nachweis der Widerstandsklasse WK 3 und RC 3

3.4.1 Versuche in Porenbeton-Plansteinen (Festigkeitsklasse 2)

3.4.1.1 Allgemeines

Da die Anforderungen in der Widerstandsklasse WK 3 deutlich höher sind als bei den in den Abschnitten zuvor erläuterten Versuchen zur Einstufung in die Wider-

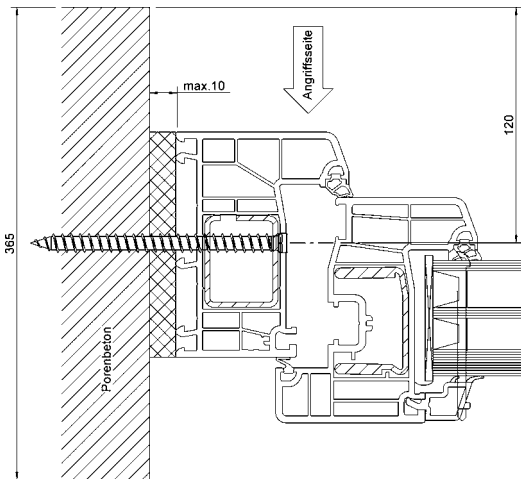


Bild 36. Schema der für die Versuche gewählten Montageart und der verwendeten AMO®-Y-Schraube mit Lage innerhalb des Fensterprofils [5]



Bild 37. Detail der verwendeten Versuchswand aus Porenbeton-Plansteinen der Druckfestigkeitsklasse 2 und der Befestigungsanordnung mit druckfester Hinterfüterung in der Widerstandsklasse WK 3 [5]

standsklasse WK 2 (vgl. sinngemäß Tabelle 1 in Abschnitt 2.3.1.1), wurde bei den Versuchen in Porenbeton-Plansteinen der Druckfestigkeitsklasse 2 [4] im Bereich der Befestigungen eine druckfeste Hinterfüterung eingebaut, um beim manuellen Angriff mit dem Kuhfuß eine ausreichende Steifigkeit des Systems gewährleisten zu können (Bilder 36 und 37).

Außerdem wurde der Abstand zwischen Verankerungsgrund und Fensterelement gegenüber den in Abschnitt 3.3.1 beschriebenen Versuchen um 15 mm, von 25 mm auf 10 mm, reduziert, um auch dadurch weniger Möglichkeiten zu bieten, am Fensterelement Hebelkräfte aufbringen zu können (Bild 36).

Auch die Einschraubtiefe der verwendeten AMO®-Y-Schraube wurde aufgrund der bisherigen Erfahrungswerte (Freilegen der Befestiger in der Widerstandsklasse WK 2, vgl. Abschnitt 3.3.1) auf $h_{\text{nom}} =$

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 und die Zeit bis zum Freilegen eines Befestigers deutlich vergrößert werden.

3.4.1.2 Statische Versuche in Anlehnung an DIN V ENV 1628

Für die Klassifizierung WK 3 nach DIN V ENV 1627:1999-04 wurden die statischen Versuche in Anlehnung an DIN V ENV 1628:1999-04 durchgeführt.

Bei den 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 (vgl. sinngemäß Abschnitt 2.3.2).

Die hohe Last von 6 kN hatte zur Folge, dass das Fenster in der Laibung verschoben wurde (vgl. schwarzer Strich (Pfeil) in Bild 38a). Es konnte außerdem ein Riss durch die 36,5 cm dicke Porenbetonwand beobachtet werden (Bild 38b). Allerdings hatten dabei weder die Verschiebung noch der Riss in der Wand selbst negative Auswirkungen auf die einbruchhemmende Wirkung der Porenbetonwand bzw. des Gesamtsystems. Dies dokumentiert deutlich, dass die Anforderungen an die Kombination aus Verankerungsgrund, Fenster und Befestigungsmittel bei Prüfungen in der Widerstandsklasse WK 3 sehr hoch sind.

3.4.1.3 Dynamische Versuche in Anlehnung an DIN V ENV 1629

Die dynamischen Versuche in Anlehnung an DIN V ENV 1629:1999-04 wurden, wie in Abschnitt 3.3.1.2 beschrieben, ebenfalls mit einem Sandsack (30 kg) durchgeführt (vgl. Bild 1 in Abschnitt 2.2). Für die Klassifizierung WK 3 wurde der Sack allerdings nicht nur aus 80 cm, sondern aus einer Höhe von 1,20 m gegen das Fenster geschleudert.

3.4.1.4 Manuelle Einbruchversuche in Anlehnung an DIN V ENV 1630

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 herzustellen (vgl. sinngemäß Abschnitt 2.3.4)“. 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 8 dargestell-

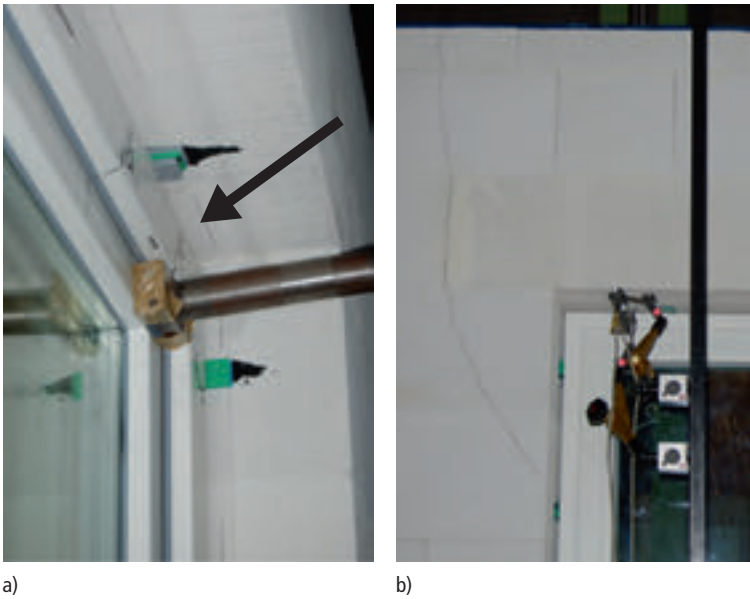


Bild 38. Statistische Druckbelastung der Verriegelungspunkte und Rissbildung in der Wandecke [5]



Bild 39. Manueller Einbruchversuch mit dem ca. 700 mm langen Kuhfuß [5]



Bild 40. Versuch, mit dem Kuhfuß innerhalb von fünf Minuten direkt durch die 36,5 cm dicke Wand zu brechen [5]

ten Werkzeugsatz des Gelegenheitstäters wurde zusätzlich ein Kuhfuß mit rund 70 cm Länge (Bild 9) verwendet.

Folgende Montage-Parameter wurden geprüft:

- Im Vergleich zu den in Abschnitt 3.3.1.2 dargestellten Versuchen in der Widerstandsklasse WK 2 wurde bei den Versuchen in der Widerstandsklasse WK 3 der Randabstand der AMO®-Y-Schraube von 100 mm auf $c = 120$ mm vergrößert.
- Gleichzeitig wurde die Einschraubtiefe der Schrauben (gegenüber den AMO®-III-Schrauben bei den Versuchen in der Klasse WK 2) um 80 mm auf $h_{\text{nom}} = 140$ mm erhöht.

- Die Achsabstände der Schrauben untereinander wurden von rund 400 mm auf $s = 300$ mm reduziert und die Schrauben in der Rahmenecke nur noch mit einem Abstand aus der Ecke von $E = 100$ mm gegenüber 150 mm eingebaut (vgl. Bild 32).

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 39).

Des Weiteren wurde der Versuch unternommen, direkt durch einen Porenbetonstein ein Loch zu „graben“. Doch 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 40).

3.4.2 Versuche in „Hochwärmedämmendem Ziegelmauerwerk“

3.4.2.1 Allgemeines

Zu diesem Abschnitt sind auch die Ausführungen in Abschnitt 3.3.7 zu beachten (Versuche in der Widerstandsklasse RC 2).

Die Fensterelemente waren auch hier seitlich mit dem Dübel-System AMO[®]-Combi-Schraube 7,5/11,5 mm in Kombination mit der Kunststoff-Dübelhülse W-UR 10 XXL befestigt. Im Bereich der Fensterstürze oben und der Fensterbrüstung unten kamen dagegen kürzere AMO[®]-Combi-Schrauben in Kombination mit der Kunststoff-Dübelhülse W-UR 10 XS zum Einsatz. Alle Befestigungspunkte waren mit einer druckfesten Hinterfütterung (durchbohrte Kunststoffklötze) versehen.



Bild 41. Ergebnis des mechanischen Angriffs auf die Brüstung mit und ohne Fenstersturz in der Widerstandsklasse RC 3 (Foto: Küenzlen)



3.4.2.2 Zusammenfassung der wichtigsten Versuchsergebnisse

Die aus dem Forschungsprojekt 1 resultierenden *allgemeinen* Anforderungen und Ergebnisse (in der Widerstandsklasse RC 2) enthält Abschnitt 3.3.7.2.

Nachfolgend werden deshalb nur die *zusätzlichen* Erfahrungen bei den Prüfungen in der Widerstandsklasse RC 3 ergänzt:

- Ein Putzaufbau aus reinem Leichtputz ist nicht ausreichend [21].
- Eine Montagefuge von bis zu 30 mm (z. B. Altbauseanierung, Fensteraustausch) verhält sich bei Verwendung eines Kuhfußes in den Versuchen günstiger als eine Fuge mit einer Breite von nur 15 mm. Beim Angriff mit einem Kuhfuß ergibt sich scheinbar kein Widerlager, um die vergleichbare Kraft wie bei einer Fugenbreite von 15 mm aufbringen zu können. Damit können die Ergebnisse auch auf Situationen im Bestandsbau bei einem Austausch der Fenster übertragen werden [21].
- Eine ausreichende Einbruchhemmung für Ziegel in der Druckfestigkeitsklasse 4 mit der Rohdichtklasse 0,6 konnte in den Versuchen *nicht* nachgewiesen werden [21]. Aus diesem Grund wurde in Tabelle 4 (Entwurf DIN EN 1627:2019-05) eine entsprechende Randbedingung aufgenommen, dass die Mauersteine mindestens der Druckfestigkeitsklasse 6 entsprechen müssen.
- Als Ergänzung zu den Versuchen in der Widerstandsklasse RC 2 muss in der Klasse RC 3 außerdem noch die Brüstung bzw. die Lagerfläche der oberen Ziegelreihe in der Brüstung geschützt werden (vgl. auch Abschnitt 3.4.2.4). Eine mögliche Lösung kann hier als „Brüstungsabschluss“ der Einbau eines Fenstersturzes (Bild 41) oder der Einbau einer massiven Fensterbank sein. Leichte Fensterbänke, z. B. aus Aluminium, sind hier nicht geeignet (Bild 42).



Bild 42. Mechanischer Angriff auf eine „normale“ Fensterbank aus Aluminium (Foto: Küenzlen)

3.4.2.3 Weitere Erkenntnisse: Untersuchung eines Pfeilers und zweier Ziegelrollladenkästen

In einer weiteren Versuchsserie wurde ein Pfeiler zwischen zwei Fenstern untersucht. Dabei bestand der Pfeiler lediglich aus zwei Steinen je Steinreihe.

Bild 43 zeigt, dass es in der Widerstandsklasse RC 3 *nicht* möglich war, im Bereich des Pfeilers eine durchgangsfähige Öffnung zu erzielen.

Damit können unter Einhaltung der Vorgaben zur Putzausbildung nach Tabelle 4 (Entwurf DIN EN 1627:2019-05) auch schmale Pfeiler ausgeführt werden und führen zu keiner Schwächung der Wandkonstruktion in Bezug auf den Einbruchwiderstand in der Klasse RC 3 – unter den geprüften Rahmenbedingungen.

In je einem ersten Tastversuch wurde außerdem die Einbruchhemmung zweier Ziegelrollladenkästen in der Klasse RC 3 untersucht. Es handelte sich dabei um handelsübliche Rollladenkästen ohne besondere einbruchhemmende Eigenschaften.

Bei den insgesamt zwei Tastversuchen zeigte sich, dass auch ohne besondere Maßnahmen – bei beiden unter-

suchten Kästen – keine durchgangsfähige Öffnung erreicht werden kann (Bild 44), wenn der Abstand zwischen Oberkante des Blendrahmens und der Oberkante des Kastens (innen) kleiner ist als die Forderung einer durchgangsfähigen Öffnung, die in der Höhe mindestens 250 mm benötigt (vgl. Abschnitt 2.3.4).

3.4.2.4 Versuche in Leichtbetonstein Bisomark Plus 10

In Abschnitt 3.3.9 wurden bereits Prüfungen in Mauerwerk aus Leichtbeton in der Widerstandsklasse RC 2 vorgestellt.

In einem der Steine, dem Bisomark Plus, wurden zusätzlich Versuche mit Anforderungen an die Widerstandsklasse RC 3 durchgeführt [25]. Bild 45 zeigt die Beschädigung der Versuchswand (Brüstung) bei Verwendung eines Kuhfußes.

Als sensibler Bereich konnte in Steinen aus Leichtbeton in der Klasse RC 3 der Brüstungsbereich identifiziert werden. Auf diese Erfahrungen, d. h. aus diesen Prüfungen, ist die folgende Anmerkung zurückzuführen (siehe im Entwurf von E DIN EN 1627:2019-05 für



Bild 43. Ergebnis des mechanischen Angriffs auf einen Pfeiler aus zwei Steinen in der Widerstandsklasse RC 3 (Fotos: Küenzlen)



Bild 44. Tastversuch zum Erreichen einer durchgangsfähigen Öffnung bei einem Ziegelrollladenkasten in der Klasse RC 3 (Fotos: Küenzlen)



Bild 45. Beschädigung einer Wand aus Leichtbeton-Lochsteinen nach 5 Minuten Prüfdauer in der Klasse RC 3, wobei die oberste Steinreihe im Bereich der Brüstung mit Leichtbeton-Vollsteinen ausgeführt wurde (Foto: Küenzlen)

Steine mit einer Druckfestigkeitsklasse ≥ 6 ; vgl. hier in diesem Beitrag in Abschnitt 2.4, Tabelle 4, Fußnote 7): „Eine geeignete Brüstungsbauweise ist z. B. die Anordnung eines gedreht eingebauten Wärmedämmsturzes, die Anordnung einer massiven Fensterbank etc.“

In den Versuchen mit den Mauersteinen aus Leichtbeton hat sich auch eine einfache Reihe aus Leichtbeton-Vollsteinen als mögliche technische Lösung zur Erfüllung dieser Bedingung erwiesen (vgl. Bild 45):

- Die geprüften Fensterelemente waren zusätzlich nach unten in den Leichtbeton-Vollsteinen befestigt.
- Diese Befestigung erschwerte ein Entfernen der Steine zusätzlich deutlich.

Eine allgemeingültige Aufnahme der Widerstandsklasse RC 3 für Leichtbetonsteine in Tabelle 4 ist bisher aufgrund der geringen Versuchserfahrungen – gerade bei einer Druckfestigkeitsklasse 2 – nicht möglich. Hier muss für eine sichere Beurteilung weiter der Einzelfall betrachtet werden, wobei die vorliegenden Erfahrungen berücksichtigt werden können.

3.4.3 Tastversuche in Normalbeton

3.4.3.1 Allgemeines

In Fortsetzung zu den in Abschnitt 3.3.11 durchgeführten Versuchen wurden ergänzend Tastversuche mit einem Fensterelement in einer Wand aus Normalbeton der Druckfestigkeitsklasse C30/37 zum Nachweis der Widerstandsklasse RC 3 nach DIN EN 1627

durchgeführt. Es wird noch einmal festgestellt, dass hier in Bezug auf den Beton in einem Verankerungsgrund geprüft wurde, der in den meisten Montageanleitungen der Hersteller einbruchhemmender Fensterelemente als geeignet vorgegeben ist, da er im Nationalen Anhang von DIN EN 1627 sogar bis zur einbruchhemmenden Klasse RC 6 freigegeben ist.

3.4.3.2 Manuelle Einbruchversuche

Wie bei den Versuchen in der Widerstandsklasse RC 2 (vgl. Abschnitt 3.3.11) war der Randabstand der Fensterbefestiger mit $c = 30$ mm sehr klein gewählt. Außerdem waren die seitlichen Befestigungspunkte nicht verklotzt, um damit – als weitere ungünstige Randbedingung – eine große Auslenkung des Elements mithilfe des Kuhfußes in der Prüfung zu ermöglichen.

Tatsächlich stellte sich bei den als Tastversuche durchgeführten manuellen Einbruchversuchen in Anlehnung an DIN EN 1630 heraus, dass die Randbedingungen in der Summe zu ungünstig gewählt waren, da unter Einsatz eines Kuhfußes das gesamte Fensterelement aus der Betonwand gebrochen werden konnte (Bild 46).

Auch dieser Versuch in Beton zeigt, dass – wie hier in der Klasse RC 3 – detaillierte Versuchserfahrungen notwendig sind, um ein einbruchhemmendes System aus Befestiger, Fensterelement und Verankerungsgrund realisieren zu können.



Bild 46. Manueller Einbruchversuch in der Klasse RC 3 in Beton C30/37 als Tastversuch: Herausbrechen des seitlich nicht verklotzten Fensterelements bei Einsatz eines Kuhfußes (Foto: Küenzlen)

3.5 Fazit: Vergleich Versuche in den Klassen WK 2 bzw. RC 2 und in den Klassen WK 3 bzw. RC 3

Es konnte festgestellt werden, dass von den aktuellen Normvorgaben (vgl. Tabelle 3 in Abschnitt 2.3.1.3) in Teilen abgewichen werden kann (z. B. Verankerungsgrund, Ausführung der Montage), wenn die entsprechende Eignung des Systems durch Versuche nachgewiesen wird. Es zeigt sich aber auch deutlich, dass Montageparameter, die für eine „Standard-Fenstermontage“ – ohne Anforderung an die Einbruchhemmung – „üblich“ sind, so nicht ohne Weiteres auch im Bereich der Montage von Fenstern und Türen mit Anforderungen an die Einbruchhemmung zur Anwendung kommen können. Nach den bisherigen Erkenntnissen sind für eine einbruchhemmende Montage vor allem die Randabstände (c) und die Anzahl der Befestiger sowie die Abstände (s) der Befestiger untereinander sinngemäß den hier dargestellten Versuchsergebnissen anzupassen.

Die durchgeführten Versuche haben außerdem bewiesen, dass z. B. Porenbeton auch die Anforderungen an die Widerstandsklasse WK 3 erfüllen kann, obwohl Porenbeton aufgrund der geringen Druckfestigkeitsklasse 2 die Forderungen der DIN V ENV 1627:1999-04 bzw. DIN EN 1627:2011-09 (vgl. hier Tabelle 3) 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 bzw. RC 3 deutlich über den Anforderungen der Klasse WK 2 bzw. RC 2 liegen und es zwingend erforderlich ist, die vom Hersteller des Be-

festigungsmittels bzw. des Fensterherstellers angegebenen Montagehinweise genau einzuhalten; beachte hierzu auch den detaillierten zusammenfassenden Hinweis in Abschnitt 3.7 dieses Beitrags.

3.6 Versuche in der Dämmebene mit Schienen- und Konsolsystemen in Anlehnung an DIN EN 1627 bis DIN EN 1630

3.6.1 Schienen-/Konsolsysteme aus Metall

3.6.1.1 Allgemeines

In der Regel werden auch bei Systemen zur Fenstermontage in der Dämmebene nur die Fenster selbst geprüft und nicht die Anbindung am 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 m × 2 m durchgeführt [26]. 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 47) 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 $s = 30$ cm reduziert (vgl. Bild 32), um die bei den Versuchen auftretenden Belastungen sicher in den Verankerungsgrund einleiten zu können (Bild 48).

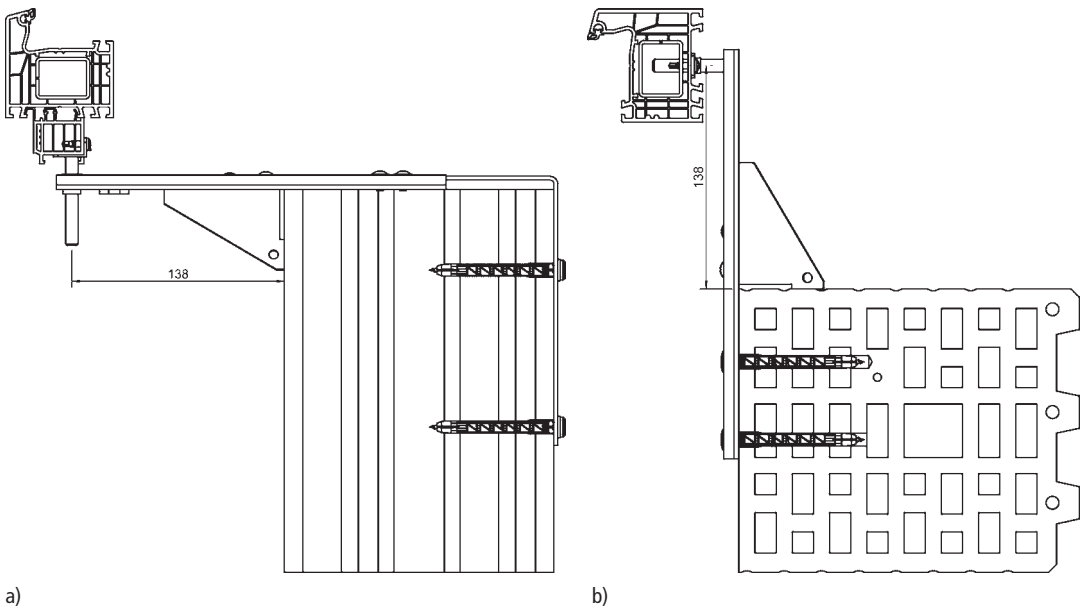


Bild 47. Schematische Darstellung der Befestigung; a) im Brüstungsbereich und b) in der Laibung [32]



Bild 48. Montagesituation im Bereich der Brüstung und der Laibung mit Konsolen in einem Ziegelmauerwerk [32]

3.6.1.2 Versuchsergebnisse

Bedingt durch den Verzicht auf eine obere Befestigung konnte beim Aufbringen der statischen Last in Anlehnung an DIN EN 1628 in Höhe von 3 kN (in Fenstermitte) eine Verformung von rund 3 cm gemessen werden (vgl. Bild 49), eine „durchgangsfähige Öffnung“ konnte jedoch trotz der großen Verformung ausgeschlossen werden (manueller Einbruchversuch in Anlehnung an DIN EN 1630; vgl. Abschnitt 2.3.4). 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 und die Behinderung durch das Wärmedämm-Verbundsystem war es aber nicht möglich, ausreichend Konsolen zu lösen, um eine durchgangsfähige Öffnung herzustellen (Bild 50).



Bild 49. Statische Belastung mit 3 kN in Fenstermitte, ohne Befestigung oben [32]



Bild 50. Manueller Angriff auf die Verbindung Konsole – Fensterprofil [32]

3.6.2 Systeme aus Funktionswerkstoff – EPS

Neben den Systemen aus reinen Metallschienen und -konsolen gibt es neue Entwicklungen für den Einsatz von verschiedenen Funktionswerkstoffen. Hier zeigt die Versuchserfahrung, dass sich die verschiedenen Werkstoffe gerade im Bereich der Einbruchhemmung sehr unterschiedlich verhalten können. Bild 51 und Bild 52 zeigen Versuche mit einem in EPS mit unterschiedlichen Randabständen montierten Fenster:

- Das Versagensbild bei Bild 51 zeigt eine Kombinationsprüfung. Zum einen wurde versucht, die Befestigung des EPS mittels Kunststoffdübel am Wandbaustoff freizulegen, und zum anderen wurde die Befestigung des Fensters im EPS selbst geprüft.



Bild 51. Schadensbild bei einem Randabstand des Befestigers zur Außenkante des System EPS von 95 mm nach rund 6 Minuten bei einer Kombinationsprüfung in der Klasse RC2 (Foto: ift Rosenheim [27])



Bild 52. Schadensbild bei einem Randabstand des Befestigers zur Außenkante des System EPS von 55 mm bei einer Prüfdauer in der Klasse RC2 von rund 3 Minuten in der Klasse RC2 (Foto: ift Rosenheim, [27])

Die dargestellte Beschädigung erfolgte bei einem *Randabstand von 95 mm* in ca. 6 Minuten, d. h., nach den Regelungen der Klasse RC 2 wurden jeweils rund 3 Minuten für die Befestigung am Wandbaustoff und rund 3 Minuten für die Befestigung im EPS selbst aufgewendet.

- Bild 52 zeigt den Angriff auf die Befestigung im EPS bei einer Prüfdauer von rund 3 Minuten in der Klasse RC 2. Es war hier möglich 2 Befestigungspunkte mit einem *Randabstand von rund 55 mm* freizulegen. Daraus kann abgeleitet werden, dass das Fensterelement in der Klasse RC 2 mindestens entweder dreiseitig mit jeweils 2 Schrauben oder zweiseitig mit mindestens 3 Schrauben befestigt werden muss, um den Einbruchwiderstand der Klasse RC 2 zu erreichen und ein „Herausnehmen“ des gesamten Fensterelements aus dem Funktionswerkstoff zu verhindern.

Die Klebung und Verdübelung zwischen EPS und Wandbaustoff zeigte sich in allen Versuchen als unkritisch.

3.6.3 Systeme aus Funktionswerkstoff – PUR-Composit

Wie in Abschnitt 3.6.2 bereits erwähnt, zeigt die Erfahrung, dass sich unterschiedliche Materialien der Funktionswerkstoffe gerade in Bezug auf die einbruchhemmenden Eigenschaften teilweise sehr unterschiedlich verhalten. Bild 53 zeigt ein System aus PUR-Composit Material verklebt an einer Hochlochziegelwand.

Die statischen Versuche in Anlehnung an DIN EN 1628 und die dynamischen Versuche in Anlehnung an DIN EN 1629 (vgl. Bild 54) wurden bestanden. Auch der manuelle Einbruchversuch in Anlehnung an DIN EN 1630 allein auf das bereits geprüfte Fenster führt zu einer positiven Beurteilung der einbruchhemmenden Eigenschaften des Fensters selbst (Bild 55).



Bild 53. Als einbruchhemmend in der Klasse RC 2 zertifiziertes Fenster montiert an einem – an einer Wand aus Hochlochziegeln – verklebten Winkel aus PUR-Composit-Material (Foto: Künzlen)



Bild 54. Dynamischer Anprall in Anlehnung an DIN EN 1629 bei einem RC-2-Fenster montiert in einem PUR-Composit-Werkstoff (Foto: Künzlen)

Dagegen zeigte der manuelle Einbruchversuch auf den Winkel aus PUR-Composit-Material ein ganz anderes Ergebnis gegenüber dem gleichen Versuch mit EPS-Material (Abschnitt 3.6.2). Durch Hebeln mit-



Bild 55. Manueller Angriff in Anlehnung an DIN EN 1630 auf ein bereits zertifiziertes RC-2-Fenster montiert in einem PUR-Composit Werkstoff (Foto: Künzlen)

tels Schraubendreher konnten die Befestiger im PUR-Material innerhalb kürzester Zeit (ca. 20 Sekunden pro Befestiger) freigelegt und das Fenster vollständig ausgebaut werden.

Die Klebung am Baustoff Hochlochziegel konnte im Gegensatz dazu nur mit großem Zeitaufwand überwunden werden und stellt keinerlei Schwachstelle dar (Bild 56).

Je nach System kann es also notwendig werden – bei Anforderungen an die Einbruchhemmung des gesamten Systems – eine Ertüchtigung vorzunehmen. Der Einsatz des PUR-Systems ist unter der Anforderung der Einbruchhemmung beispielsweise in zweischaligem Mauerwerk denkbar, wenn die äußere Klinkerschale (Vorsatzschale) den Blendrahmen überdeckt. Dann ist kein direkter Angriff auf das PUR-System möglich. Das geprüfte Fenster selbst hat in den durchgeführten Versuchen einen Einbruchwiderstand erfolgreich nachweisen können – befestigt im PUR-System.

3.7 Zusammenfassung: Ergebnis der Versuche

Für die Montage von Fenstern und Türen mit Anforderungen an die Einbruchhemmung kann die Tabelle NA.2 in DIN 1627:2011-09 (hier Tabelle 3 in Abschnitt 2.3.1.3) als erste Orientierung für die Befestigung der Blendrahmen-Profile an Massivwänden aus mineralischen Baustoffen (Beton und Mauersteine) herangezogen werden. Dabei wird in dieser Tabelle zunächst aber nur der Wandbaustoff „geregelt“.

Für die Erweiterung der genannten Tabelle um moderne Mauersteine („hochwärmedämmende Ziegel“ und Leichtbetonsteine mit geringen Druckfestigkeitsklassen) liegen zwei Tabellen im Entwurf vor:

– vgl. hier Tabelle 4

(siehe in Entwurf DIN EN 1627:2019-05),

– vgl. hier Tabelle 5 (siehe in [8] bzw. [9])

Einen Vorschlag, die Inhalte aus Tabelle 4 und Tabelle 5 in einer zusammenfassenden Tabelle darzustellen, enthält der Leitfaden zur Planung und Ausführung der Montage von Fenstern und Haustüren in der Ausgabe 2020 (siehe in [10] die Tabelle 5.16).



Bild 56. Manueller Angriff in Anlehnung an DIN EN 1630 auf die Befestigung im einem PUR-Composit Werkstoff und die Klebung mit Baugrund Hochlochziegel (Fotos: Künzlen)

Neben der Betrachtung des Wandbaustoffs selbst sind unterschiedliche Montage-Parameter für das Gesamtsystem aus Wand, Befestigungsmittel und einbruchhemmendem Fenster- bzw. Türelement zu beachten, die in folgendem Hinweis abschließend allgemein zusammengefasst werden können.

Hinweis

Die in den Montagehinweisen der Befestigungsmittel- bzw. Fensterhersteller enthaltenen Parameter für einbruchhemmende Fenster- und Türen-Montagen, wie z. B.

- Art des Fensterprofils,
- Art des Verankerungsgrunds,
- Druckfestigkeitsklasse des Verankerungsgrunds,
- Abstand zwischen Verankerungsgrund und Blendrahmen,
- Art des Befestigers (Typ, Durchmesser, Länge),
- Einschraubtiefe in den Verankerungsgrund (h_{nom}),
- Anzahl der Befestiger,
- Randabstände (c),
- Achsabstände (s),
- Abstände aus den Fensterecken (E) und
- ggf. weitere

müssen eingehalten werden, da sonst die jeweils ausgewiesene Widerstandsklasse (RC bzw. WK) nicht realisiert werden kann.

4 Fazit

Mit dem vorliegenden Beitrag sollen Lösungsansätze für die Befestigungstechnischen Anforderungen an die Montage von Fenstern und Türen im Bereich des Einbruchschutzes vorgestellt werden. Außerdem soll das Verhalten verschiedener mineralischer Wandbaustoffe unter dem Einfluss eines mechanischen Angriffes dargestellt werden.

Der Beitrag kann und soll keine „Patentrezepte“ bieten. Es ist vielmehr notwendig, dass man sich immer über den Einzelfall seine Gedanken machen muss und die Entscheidung, wie die Montage von Fenstern und Türen erfolgen soll bzw. kann, lässt sich oftmals nur direkt vor Ort treffen.

5 Literatur

[1] Bauproduktenverordnung (2011) *Verordnung (EU) Nr. 305/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 2011 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates*, Amtsblatt der Europäischen Union L 88/5 vom 4.4.2011, <https://www.dgwz.de/wp-content/uploads/2013/10/Bauproduktenverordnung-BauPVO-EU-Nr-305-2011-03-09-Volltext.pdf>, abgerufen am: 08.02.2021.

[2] Küenzlen, J. (2008) Porenbeton gegen Hochlochziegel Fenster in der Widerstandsklasse 2 richtig befestigen, *GFF – Glas Fenster Fassade Metall* (6), 21 u. 22.

[3] Pickelmann, J. (2010) *Die neue Einbruchnorm ist da! Zwillingsreifen, Handbohrmaschine und die Konsequenzen*, Tagungsband der Rosenheimer Fenstertage 2010, S. 101–145, ift Rosenheim, 2010.

[4] ift Rosenheim (2010) *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.

[5] Küenzlen, J.; Flassenberg, G. (2010) Einbruchsicherheit durch Porenbeton, *Mauerwerk* (6), 372–375.

[6] Küenzlen, J.; Kuhlemann, C. (2012) Befestigungen von Fenstern in Mauerwerk mit Anforderungen an die Einbruchhemmung in der Klasse 2 nach der neuen Normfassung DIN EN 1627:2011-09, *Mauerwerk* (4), 206–209.

[7] Küenzlen, J.; Merz, S.; Schuck, M.; Frank, A. (2019) Gesamtsystem aus Wandbaustoff, Fenster und Befestigung, Lassen sich in Hohlblock-Steinen RC 2- und RC 3-Fenster montieren? *GLASWELT Fassade Sicherheit Sonnenschutz* (9), 28–30.

[8] ift Rosenheim (2019) *Abschlussbericht Einbruchhemmung mit Mauerwerk aus Leichtbeton*, Erarbeitung eines Vorschlags zur Erweiterung des Nationalen Anhangs der DIN EN 1627, Berichtsdatum Juni 2019.

[9] Frank, A.; Heinrichsberger, S.; Kranzler, T.; Küenzlen, J.; Sack, N. (2020) Einbruchhemmung mit Mauerwerk aus Leichtbeton – Burglary resistance lightweight concrete masonry, *Mauerwerk* (01), 37–44.

[10] RAL Gütegemeinschaft (2020) *Leitfaden zur Planung und Ausführung der Montage von Fenstern und Haustüren für den Neubau und Renovierung*. Ausarbeitung: RAL-Gütegemeinschaft Fenster und Haustüren e. V., ift Rosenheim. Hrsg.: RAL-Gütegemeinschaft Fenster und Haustüren e. V., Frankfurt.

[11] VdS 2559-1 (2015) *Betriebsartenverzeichnis*, Sortiert nach Betriebsart/Stichwort, Hrsg. und Verlag VdS Schadenverhütung GmbH, Köln, <https://shop.vds.de/de/download/56472e1660a11a366ed04ef62c3d57ed>, (abgerufen am 29.09.2020).

[12] VdS 0691 (2010) *Sicherungsrichtlinien für Haushalte – Einbruchdiebstahl*, Hrsg. und Verlag VdS Schadenverhütung GmbH, Köln, https://www.vds-home.de/fileadmin/publikationen/vds_0691_k-einbruch.pdf, (abgerufen am 29.09.2020).

[13] VdS 2472 (2020) *VdS-Sicherungsrichtlinien Bargeld – Prozesse der Annahme, Ausgabe, Bearbeitung, Transport und Lagerung*, Hrsg. und Verlag VdS Schadenverhütung GmbH, Köln, <https://shop.vds.de/de/download/547036d8498e041d5be4d18dd7958989>, (abgerufen am 29.09.2020).

- [14] VdS 2333 (2014) *Sicherungsrichtlinien für Geschäfte und Betriebe*, Hrsg. und Verlag VdS Schadenverhütung GmbH, Köln, <https://shop.vds.de/de/download/acea1881280b7a6cb1959f5720bfa3b>, (abgerufen am 29.09.2020).
- [15] VdS 2534 (2013) *Einbruchhemmende Fassadenelemente, Anforderungen und Prüfmethoden*, Hrsg. und Verlag VdS Schadenverhütung GmbH, Köln, <https://shop.vds.de/de/download/ae31cc05e7e1373150c165776fd66bfa>, (abgerufen am 29.09.2020).
- [16] VdS 3801 (2019) *VdS-anerkannte Produkte und Systeme der mechanischen Sicherungstechnik*, Hrsg. und Verlag VdS Schadenverhütung GmbH, Köln, <https://shop.vds.de/de/download/026e22631e76881fbc23357604a52060>, (abgerufen am 29.09.2020).
- [17] ift Rosenheim (2005) *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.
- [18] ift Rosenheim (2012) *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
- [19] PIV (2016) *Prüfbericht Nr. 45-43/15: Prüfung von Dübelbefestigungssystemen an einem Mauerwerk*, PIV-Prüfinstitut Schlösser und Beschläge Velbert, Berichtsdatum 08. Januar 2016.
- [20] PIV (2016) *Prüfbericht Nr. 45-3/16: Prüfung von Dübelbefestigungssystemen an einem Mauerwerk*, PIV-Prüfinstitut Schlösser und Beschläge Velbert, Berichtsdatum 15. Juli 2016.
- [21] ift Rosenheim (2019) *Abschlussbericht Einbruchhemmung mit hochwärmedämmendem Ziegelmauerwerk – Analyse des Ist-Zustandes, Erarbeitung von Konstruktions- und Nachweiskriterien*, Berichtsdatum Januar 2019.
- [22] ift Rosenheim (2018) *Prüfbericht Prüfung der einbruchhemmenden Eigenschaften nach DIN EN 1627, Kunststofffenster RC2 montiert in Leichtbeton Bisomark Plus 10*, Berichtsdatum 29.08.2018.
- [23] ift Rosenheim (2021) *Prüfbericht: Prüfung der einbruchhemmenden Eigenschaften nach DIN EN 1627, Kunststofffenster RC 2 montiert in KS L*, Berichtsdatum 25. März 2021.
- [24] ift Rosenheim (2021) *Prüfbericht: Prüfung der einbruchhemmenden Eigenschaften nach DIN EN 1627, Kunststofffenster RC 2 montiert in Beton*, Berichtsdatum 25. März 2021.
- [25] ift Rosenheim (2018) *Prüfbericht Prüfung der einbruchhemmenden Eigenschaften nach DIN EN 1627, Kunststofffenster RC3 montiert in Leichtbeton Bisomark Plus 10*, Berichtsdatum 29.08.2018.
- [26] ift Rosenheim (2013) *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.
- [27] ift Rosenheim (2020) *Prüfbericht: Prüfung der einbruchhemmenden Eigenschaften nach DIN EN 1627*, Berichtsdatum 16. Januar 2020.
- [28] abZ/aBG Poroton S10 (2019) *Mauerwerk aus POROTON Planhochlochziegeln mit integrierter Wärmedämmung – bezeichnet als POROTON-S10-Planziegel – im Dünnbettverfahren*, Z-17.1-1017 vom 23. Mai 2019; kostenlose Download-Möglichkeit z. B. unter www.dibt.de/de/service/zulassungsdownload/suche.
- [29] abZ AMO-Combi (2017) *AMO®-Combi Schraube mit Kunststoff-Dübelhülse W-UR 10 XS oder W-UR 10 XXL*, Z-21.2-2017 vom 19. Januar 2017; kostenlose Download-Möglichkeit z. B. unter www.dibt.de/de/service/zulassungsdownload/suche.
- [30] abZ/aBG Thermopor (2019) *Mauerwerk aus THERMOPOR Planhochlochziegeln „THERMOPOR TV 9 – Plan“ und „THERMOPOR TV 10 – Plan“ mit integrierter Wärmedämmung im Dünnbettverfahren mit gedeckelter Lagerfuge*, Z-17.1-1006 vom 24. Januar 2019; kostenlose Download-Möglichkeit z. B. unter www.dibt.de/de/service/zulassungsdownload/suche.
- [31] abZ/aBG unipor (2020) *Mauerwerk aus UNIPOR WS07 CORISO Planziegeln im Dünnbettverfahren mit gedeckelter Lagerfuge*, Z-17.1-1074 vom 15. April 2020; kostenlose Download-Möglichkeit z. B. unter www.dibt.de/de/service/zulassungsdownload/suche.
- [32] Küenzlen, J. (2013) *Montage von einbruchhemmenden Fensterelementen in der Wärmedämmebene*, *Mauerwerk* (04), 252–253.

Normen

- [33] DIN V ENV 1627:1999-04 (1999) *Fenster, Türen, Abschlüsse – Einbruchhemmung – Anforderungen und Klassifizierung*, Beuth, Berlin (zurückgezogen).
- [34] DIN EN 1627:2011-09 (2011) *Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse – Einbruchhemmung – Anforderungen und Klassifizierung*, Beuth, Berlin.
- [35] E DIN EN 1627:2019-05 (2019) *Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse – Einbruchhemmung – Anforderungen und Klassifizierung*, Beuth, Berlin.
- [36] DIN V ENV 1628:1999-04 (1999) *Fenster, Türen, Abschlüsse – Einbruchhemmung – Prüfverfahren für die Ermittlung der Widerstandsfähigkeit unter statischer Belastung*, Beuth, Berlin (zurückgezogen).
- [37] DIN EN 1628:2016-03 (2016) *Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse – Einbruchhemmung – Prüfverfahren für die Ermittlung der Widerstandsfähigkeit unter statischer Belastung*, Beuth, Berlin.

[38] DIN V ENV 1629:1999-04 (1999) *Fenster, Türen, Abschlüsse – Einbruchhemmung – Prüfverfahren für die Ermittlung der Widerstandsfähigkeit unter dynamischer Belastung*, Beuth, Berlin (zurückgezogen).

[39] DIN EN 1629:2016-03 (2016) *Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse – Einbruchhemmung – Prüfverfahren für die Ermittlung der Widerstandsfähigkeit unter dynamischer Belastung*, Beuth, Berlin.

[40] DIN V ENV 1630:1999-04 (1999) *Fenster, Türen, Abschlüsse – Einbruchhemmung – Prüfverfahren für die Ermittlung der Widerstandsfähigkeit gegen manuelle Einbruchversuche*, Beuth, Berlin (zurückgezogen).

[41] DIN EN 1630:2016-03 (2016) *Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse – Einbruchhemmung – Prüfverfahren für die Ermittlung der Widerstandsfähigkeit gegen manuelle Einbruchversuche*, Beuth, Berlin.



ISB Block und Becker
Beratende Ingenieure PartGmbH

Bauwerkslager | Befestigungstechnik | WDVS

Unsere Leistungen für Sie

- Schadensbeurteilung, Bestandsaufnahmen inkl. Sanierungskonzept
- Beratung im Rahmen von Produktentwicklungen
- Erstellung statischer Berechnungen (z. B. Verankerung von Fenstern)
- Durchführung und Bewertung von Versuchen am Bau nach den Technischen Regeln des DIBt

Edelstahlweg 5c – 44287 Dortmund
zentrale@isb-ing.de

Befestigungstechnik / WDVS Tel +49 (0) 231 137 276 50
Bauwerkslager Tel +49 (0) 231 137 276 51

Und wenn es nicht nur ein Gutachten, sondern eine Zulassung sein soll ...

OPUS
Engineering

Bauwerkslager | Befestigungstechnik | WDVS

Wir bieten Ihnen

- Die komplette Betreuung im Zulassungsverfahren, ob national oder europäisch
- Wissenschaftliche Beurteilung externer Versuchsergebnisse
- Mit unserem Maschinenpark bewältigen wir beinahe jede Ihrer Aufgaben

Edelstahlweg 5c – 44287 Dortmund
info@opus.gmbh

Befestigungstechnik / WDVS Tel +49 (0) 231 586 875 32
Bauwerkslager Tel +49 (0) 231 586 875 33



Abstandsmontageschraube

AMO[®]-COMBI

Zur Montage von Fenstern mit
einbruchhemmenden Eigenschaften



**Jetzt in den Klassen RC 2 und RC 3 für die neuen
Verankerungsgründe* in DIN EN 1627 geprüft!**

* nach Tabelle NA.2, Nationaler Anhang NA, DIN EN 1627:2021-11



Von führenden Herstellern zur Fenstermontage empfohlen:



**SCHLAGMANN
POROTON**

THERMOPOR
ZIEGEL-INNOVATIONEN

UNIPOR

ziegelhaus

GISOTON
Wandsysteme

Bisotherm

Kunststoffdübel W-UR 10 XXL Art.-Nr. 0912 810 901

AMO[®]-Combi Schraube Art.-Nr. 0234 030 ...