

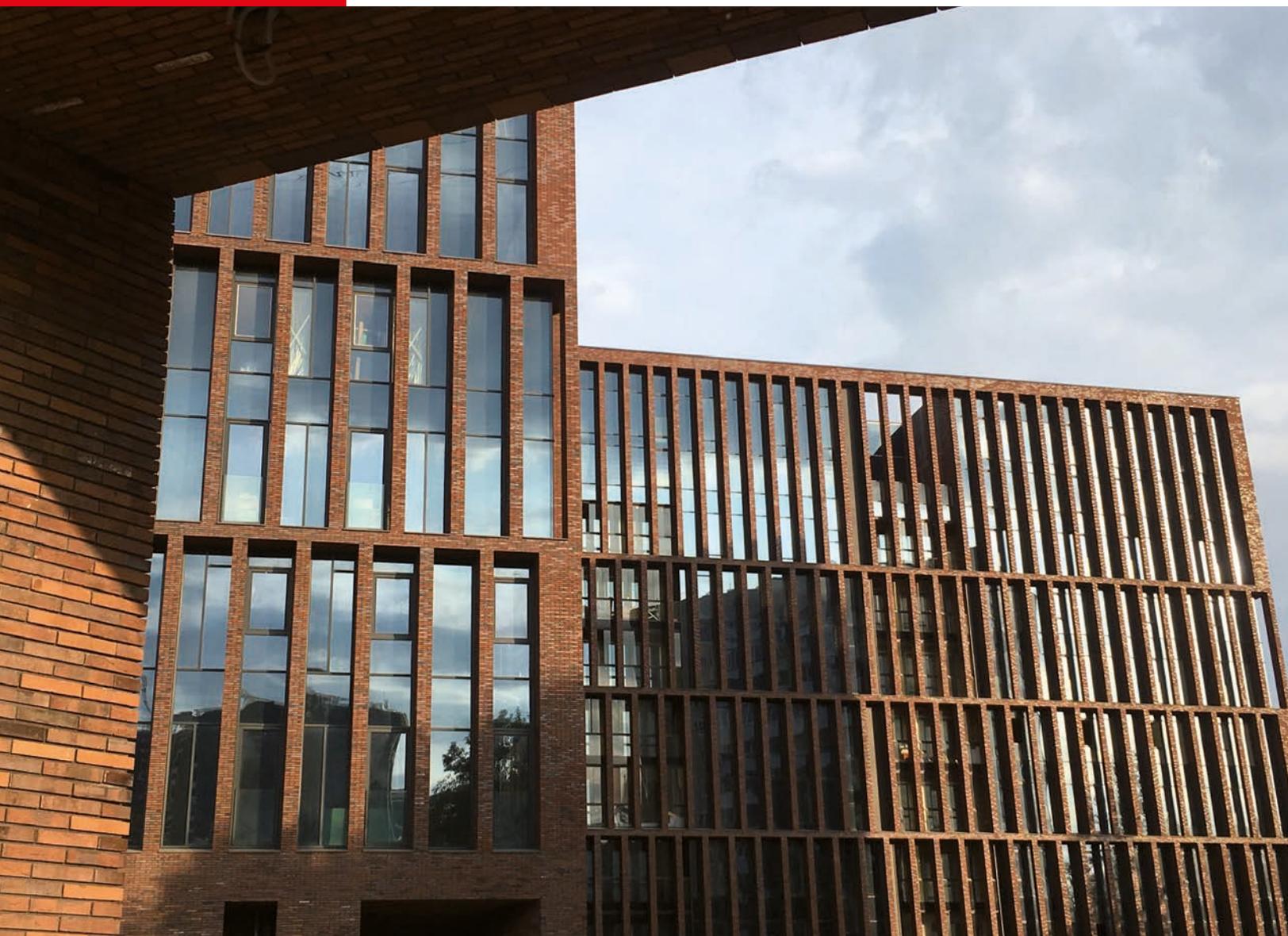
6

Volume 22
December 2018, S. 363-372
ISSN1432-3427
A43283

Sonderdruck

Mauerwerk

European Journal of Masonry



Burglary resistance of highly insulated clay masonry

Einbruchhemmung mit
hochwärmedämmendem Ziegelmauerwerk

Alexander Frank
Udo Meyer
Jürgen Küenzlen
Sandra Haut
Norbert Sack

 **Ernst & Sohn**
A Wiley Brand

 **WÜRTH**

Burglary resistance of highly insulated clay masonry

Einbruchhemmung mit hochwärmedämmendem Ziegelmauerwerk

Alexander Frank
Udo Meyer
Jürgen Küenzlen
Sandra Haut
Norbert Sack

At the institute for window technology in Rosenheim (ift Rosenheim), extensive testing has been undertaken of the burglary resistance of building elements installed in insulated, monolithic fired clay masonry. For the usual 365 mm thick clay masonry units of compressive strength class 6 with a lightweight plaster of Type II, the burglary resistance class RC 2 recommended by the police in Germany was verified in all the investigated variants. With an additional render reinforced with textile mesh, the resistance class RC 3 was also achieved in all investigated variants. The results of the research project have been implemented in a proposed addition to Table NA.2 in the German national annex to DIN EN 1627.

Keywords: masonry; clay units; burglar resistance; resistance class; fastening; anchors; windows

1 Introduction

The standard series DIN EN 1627 to 1630 ([1], [2], [3] and [4]) provides a proven regulation that has been tested in practice for the determination of requirements for the performance of testing and classification of burglary-retarding building elements, like for example windows and doors.

As part of a holistic consideration, requirements for the installation and properties of the fixing substrate are also posed in practice. This should ensure that the burglary-retarding building element also achieves its verified performance properties in practical use.

In the national annex to DIN EN 1627 [1], suitable wall constructions are stated depending on the relevant resistance class and especially for massive walls, and further statements are made about wall thickness, compressive strength and density class of the blocks and requirements for the mortar group. Tab. 1 shows the corresponding requirements of the current DIN EN 1627/NA.

As a result of the continuously increasing requirements of the energy saving regulations for the reduction of thermal transmission losses from the building envelope and the associated optimisation of the thermal transmittance of modern clay masonry materials, modern clay masonry is produced in lower density and compressive strength classes, which are not included in the Table in DIN EN 1627 [1], which is more than 30 years old. The installation of burglary-retarding building elements in modern, highly insulated clay masonry is therefore not covered by standards.

Am Institut für Fenstertechnik Rosenheim (ift Rosenheim) wurden umfangreiche Untersuchungen zur Einbruchhemmung von Bauelementen durchgeführt, die in wärmedämmendes, monolithisches Ziegelmauerwerk eingebaut waren. Für übliches, 365 mm dickes und mit einem Leichtputz Typ II verputztes Ziegelmauerwerk der Druckfestigkeitsklasse 6 wurde in allen untersuchten Varianten die in Deutschland von der Polizei empfohlene Einbruchwiderstandsklasse RC 2 nachgewiesen. Mit einem zusätzlichen Armierungsputz mit Gewebeeinlage wurde die Widerstandsklasse RC 3 ebenfalls in allen untersuchten Varianten erreicht. Die Ergebnisse des Forschungsprojekts wurden in einem Vorschlag für eine Ergänzung der Tabelle NA.2 im deutschen nationalen Anhang zu DIN EN 1627 umgesetzt.

Stichworte: Mauerwerk; Ziegel; Einbruch; Einbruchhemmung; Widerstandsklasse; Befestigung; Dübel; Fenster

1 Einleitung

Mit der Normenreihe DIN EN 1627 bis 1630 ([1], [2], [3] und [4]) existiert ein bewährtes und in der Praxis erprobtes Regelwerk zur Festlegung der Anforderungen, zur Durchführung der Prüfung und zur Klassifizierung einbruchhemmender Bauelemente wie beispielsweise Fenster und Türen.

Im Rahmen einer ganzheitlichen Betrachtungsweise werden in der Praxis auch Anforderungen an die Montage und die Beschaffenheit des Befestigungsuntergrunds gestellt. Dies soll gewährleisten, dass das einbruchhemmende Bauelement seine im Prüfstand nachgewiesenen Leistungseigenschaften auch in der praktischen Anwendung erreicht.

Im nationalen Anhang zur DIN EN 1627 [1] sind in Abhängigkeit der jeweiligen Widerstandsklasse geeignete Wandaufbauten benannt und speziell für Massivwände weiterführende Angaben zur Wanddicke, Druckfestigkeits- und Rohdichteklasse der Steine und Vorgaben zur Mörtelgruppe aufgeführt. Tab. 1 zeigt die entsprechenden Vorgaben der aktuellen DIN EN 1627/NA.

Infolge der stetig steigenden Anforderungen der Energieeinsparverordnung an die Reduzierung der Transmissionswärmeverluste der Gebäudehülle und der damit einhergehenden wärmeleittechnischen Optimierung moderner Ziegelbaustoffe wird modernes Ziegelmauerwerk in geringeren Rohdichte- und Druckfestigkeitsklassen hergestellt, die in der über 30 Jahre alten Tabelle in DIN EN 1627 [1] nicht erfasst sind. Normativ ist die Mon-

Table 1. Assignment of resistance classes of burglary-retarding building elements to massive walls (from DIN EN 1627/NA) [1]
 Tabelle 1. Zuordnung der Widerstandsklassen von einbruchhemmenden Bauteilen zu Massivwänden (nach DIN EN 1627/NA) [1]

Resistance class of the building element to DIN EN 1627 / Widerstandsklasse des Bauteils nach DIN EN 1627	Surrounding walls / Umgebende Wände			
	of masonry to DIN 1053 Part 1 / aus Mauerwerk nach DIN 1053 Teil 1			
	Wall thickness (without render) min. / Wanddicke (ohne Putz) min. [mm]	Compressive strength class of the blocks / Druckfestigkeitsklasse der Steine (DFK)	Density class of the blocks / Rohdichteklasse der Steine (RDK)	Mortar group / Mörtelgruppe
RC 1 N, RC 2 N and / und RC 2	≥ 115	≥ 12	-	min. MG II/DM
RC 3	≥ 115	≥ 12	-	min. MG II/DM
RC 4	≥ 240	≥ 12	-	min. MG II/DM
RC 5	≥ 240	≥ 20	≥ 1,8	DM
RC 6	≥ 240 ^{a)}	≥ 20	≥ 1,8	DM

^{a)} Applicable for formats of heights 238 mm, 498 mm, 623 mm and 648 mm. / Anwendbar auf Formate der Höhe 238 mm, 498 mm, 623 mm und 648 mm.

The ift Rosenheim has been working since summer 2016 on the research project “Burglary retardation with highly insulated clay masonry – Analysis of the current conditions, preparation of construction and verification criteria”, in the course of which extensive investigations have been carried out with the objective of making generally valid statements about the suitability of highly insulated clay masonry with regard to the installation of burglary-retarding building elements to DIN EN 1627 [1]. The emphasis is on the resistance classes RC 2 and RC 3.

2 Test program

The stated research project “Burglary retardation with highly insulated clay masonry – Analysis of the current conditions, preparation of construction and verification criteria” is supported with finance from the research initiative *Zukunft Bau* (future building) of the Federal Institute for Research on Building, Urban Affairs and Spatial Development (Az. SWD-10.08.18.7-16.14). The PaX AG, Ingelheim, the Adolf Würth GmbH & Co. KG, Künzelsau, and the Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel, Berlin, are supporting the project as industry partners.

The key part of the practical investigation is the testing according to DIN EN 1627 [1] of already classified burglary-retarding building elements of resistance classes RC 2 and RC 3 in a real installation situation, i.e. in various walls of thermally insulated masonry.

The investigation of the test samples for their resistance against static and dynamic loading according to DIN EN 1628 [2] or DIN EN 1629 [3] tests the samples in accordance with the requirements of the standard.

The testing of the resistance against a manual attack according to DIN EN 1630 [4] is extended. This is undertaken “from inside to the outside”, which means that the building element is first subjected to a regular burglary test in the classified resistance class. The objective here is to investigate whether the installation in the corresponding clay masonry has an influence on the resistance class of the window itself in comparison to installation in a rigid testing frame.

Then the installation joint, the fixings and the anchoring of the fixing in the clay masonry unit are tested.

tage einbruchhemmender Bauelemente in modernes, hochwärmedämmendes Ziegelmauerwerk daher derzeit nicht abgedeckt.

Das ift Rosenheim bearbeitet daher seit Sommer 2016 das Forschungsvorhaben „Einbruchhemmung mit hochwärmedämmendem Ziegelmauerwerk – Analyse des Ist-Zustandes, Erarbeitung von Konstruktions- sowie Nachweiskriterien“, in dem umfassende Untersuchungen mit dem Ziel durchgeführt werden, allgemeingültige Aussagen zur Eignung von hochwärmedämmendem Ziegelmauerwerk hinsichtlich der Montage von einbruchhemmenden Bauelementen nach DIN EN 1627 [1] treffen zu können. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf den Widerstandsklassen RC 2 und RC 3.

2 Versuchsprogramm

Das genannte Forschungsvorhaben „Einbruchhemmung mit hochwärmedämmendem Ziegelmauerwerk – Analyse des Ist-Zustandes, Erarbeitung von Konstruktions- sowie Nachweiskriterien“ wird mit Mitteln der Forschungsinitiative *Zukunft Bau* des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert (Az. SWD-10.08.18.7-16.14). Die PaX AG, Ingelheim, die Adolf Würth GmbH & Co. KG, Künzelsau, und die Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel, Berlin, unterstützen das Forschungsvorhaben als Industriepartner.

Kernstück der praktischen Untersuchung ist die Prüfung nach DIN EN 1627 [1] von bereits klassifizierten einbruchhemmenden Bauelementen der Widerstandsklassen RC 2 und RC 3 in einer realen Montagesituation, d.h. in unterschiedlichen Wänden aus wärmedämmendem Ziegelmauerwerk.

Die Untersuchung der Probekörper auf ihre Widerstandsfähigkeit gegen statische und dynamische Belastung entsprechend DIN EN 1628 [2] bzw. DIN EN 1629 [3] wird laut normativer Vorgabe am Bauelement geprüft.

Die Überprüfung der Widerstandsfähigkeit gegen einen manuellen Angriff entsprechend DIN EN 1630 [4] wird erweitert. Es wird „von innen nach außen“ vorgegangen. Das bedeutet, dass das Bauelement zuerst einer regulären Einbruchprüfung in der klassifizierten Widerstandsklasse unterzogen wird. Ziel hierbei ist es zu unter-



Fig. 1. Masonry test wall with installed burglary-retarding windows (resistance class RC 2)

Bild 1. Aufgemauertes Probekörper mit einbruchhemmenden Fenstern (Widerstandsklasse RC 2)

An attack on the wall surface to open a passage through is also undertaken as part of the research project. For these extended attacks, which are not provided in the standard, the tool kit belonging to the corresponding class is used.

Fig. 1 shows a wall section with installed windows.

In advance of the actual tests, the parameters relevant for burglary retarding were identified and the test plan was developed. Due to the number of relevant parameters altogether 20 wall constructions are provided.

3 Materials used

3.1 Windows

For the investigations, plastic windows in various sizes with the opening types turn-tilt and tilt have been used so far. The tests in resistance class RC 2 were undertaken on tested and certified burglary-retarding windows and French windows of the type PaXsecura 200, for resistance class RC 3, elements of type PaXsecura 300 were used.

The selection of the various sizes from about $0.5\text{ m} \times 0.75\text{ m}$, about $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ and about $1\text{ m} \times 2\text{ m}$ was undertaken under ironmongery and practical considerations.

In general, the tests undertaken on the smaller elements turned out to be more critical due to the lower number of fixing points.

3.2 Window installation/fixings

The side fixings into the masonry generally used through fixings with spacer installation screws of type Würth AMO Combi 7,5/11,5 and the associated plastic wall plugs W-UR 10 XXL and W-UR 10 XS. The width of the assembly joint between window frame and masonry varied between 15 and 30 mm. In general, a perimeter joint width of 20 mm was implemented.

With the elements of resistance class RC 2, firm backing between frame and masonry was omitted. At the top,

suchen, ob die Montage im entsprechenden Ziegelmauerwerk einen Einfluss auf die Widerstandsklasse des Fensters selbst im Vergleich zur Montage im starren Prüfrahmen hat.

Anschließend werden die Montagefuge, die Befestigungsmittel und die Verankerung des Befestigungsmittels im Ziegel geprüft. Ein Angriff auf die Wandfläche zur Erreichung einer durchgangsfähigen Öffnung wird im Rahmen des Forschungsvorhabens ebenfalls durchgeführt. Für diese erweiterten und normativ nicht vorgesehenen Angriffe wird der der entsprechenden Klasse zugehörige Werkzeugsatz verwendet.

Bild 1 zeigt einen Wandabschnitt mit montierten Fenstern.

Im Vorfeld der eigentlichen Versuche wurden die für die Einbruchhemmung relevanten Parameter identifiziert und hieraus der Probekörperaufbau und der Prüfplan entwickelt. Aufgrund der Vielzahl der relevanten Parameter sind insgesamt 20 Wandaufbauten vorgesehen.

3 Verwendete Materialien

3.1 Fenster

Für die Untersuchungen kamen bisher Kunststofffenster in verschiedenen Baugrößen in den Öffnungsarten Dreh-Kipp und Kipp zum Einsatz. Die Prüfungen in der Widerstandsklasse RC 2 erfolgten an geprüften und zertifizierten einbruchhemmenden Fenstern und Fenstertüren des Typs PaXsecura 200, für die Widerstandsklasse RC 3 wurden Elemente des Typs PaXsecura 300 eingesetzt.

Die Auswahl der verschiedenen Baugrößen von ca. $0,5\text{ m} \times 0,75\text{ m}$, ca. $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ und ca. $1\text{ m} \times 2\text{ m}$ erfolgte nach beschlagtechnischen und praktischen Erwägungen.

Generell haben sich im Prüfungsverlauf die kleineren Elemente aufgrund der geringeren Anzahl an Befestigungspunkten als kritischer erwiesen.

3.2 Fenstermontage/Befestigungsmittel

Die seitliche Befestigung im Mauerwerk erfolgte generell in Durchsteckmontage unter Verwendung von Distanzmontageschrauben des Typs Würth AMO Combi 7,5/11,5 und zugehörigen Kunststoffdübeln W-UR 10 XXL und W-UR 10 XS. Die Breite der Montagefuge zwischen Blendrahmen und Mauerwerk variierte zwischen 15 mm und 30 mm. Im Regelfall wurde eine umlaufende Fugenbreite von 20 mm realisiert.

Bei den Elementen der Widerstandsklasse RC 2 wurde auf die druckfeste Hinterfüterung zwischen Blendrahmen und Mauerwerk verzichtet. Im oberen Bereich wurde komplett auf die Befestigung und die Hinterfüterung zwecks Simulation eines Rollladenanschlusses verzichtet.

Die untere Befestigung erfolgte unter Verwendung der Fenstermontagekonsole Würth JB-DK mit höhenjustierbarer Anschlagplatte. Die Verankerung erfolgte mittels eines Umlenk winkels in der inneren Ansichtsfläche der Wand mittels Kunststoffdübel Würth, W-UR 8.

Die Elemente der Widerstandsklasse RC 3 wurden zusätzlich auch nach oben in einem Ziegel-Wärmedämmsturz verankert. Ferner wurde eine druckfeste Hinterfüterung im Bereich der Befestigungspunkte angeordnet.



Fig. 2. Mounting situation in the wall for RC 2 (view from inside). (a) Fixing in the reveal; (b) fixing in the lower connection
 Bild 2. Montagesituation in der Wand für RC 2 (Ansicht innen). (a) Befestigung in der Laibung; (b) Befestigung im unteren Anschlussbereich



Fig. 3. Mounting situation in the wall for resistance class RC 3 (view from inside, before application of render)
 Bild 3. Montagesituation in der Wand für Widerstandsklasse RC 3 (Ansicht von innen, vor Auftrag des Außenputzes)

there was no fixing or backing to simulate a roller shutter connection.

The lower fixing used a window mounting bracket of type Würth JB-DK with adjustable height of the meeting plate. The anchoring was undertaken with a twisted angle in the inner facing surface of the wall with plastic wall plugs Würth, W-UR 8.

The elements of resistance class RC 3 were additionally anchored above into an insulated lintel of clay masonry. Firm backing was also arranged at the fixing points.

Alternative fixing variants, e.g. the use of a thermally insulated lintel on top of the parapet or fixing into the parapet by screwing into a locally formed mortar pocket with rapid-hardening masonry mortar were also investigated.

Weiterhin wurden alternative Befestigungsvarianten, z. B. die Verwendung eines Wärmedämmsturzes als oberen Abschluss der Brüstung oder die Befestigung in der Brüstung durch Verschraubung in einer mittels schnell abbindenden Mauermörtels lokal hergestellten Mörteltasche untersucht.

Die Fenster wurden generell im mittleren Drittel der Laibung montiert, wie es sich bei monolithischen Wandaufbauten aus Gründen der Wärmebrückenoptimierung anbietet.

Die Bilder 2 und 3 zeigen typische Montagesituationen in der Wand.

3.3 Wärmedämmziegel

Im bisherigen Verlauf des Forschungsprojekts kamen die in Tab. 2 aufgeführten Ziegel in einer Wanddicke von 365 mm zum Einsatz. Diese stellen eine repräsentative Auswahl aktueller hochwärmedämmender Mauerziegel dar, die auch den verschiedenen markttypischen Ausprägungen – Kleinkammerlochbild mit filigraner Stegstruktur oder gedämmte Großkammerziegel mit breiteren Stegen – Rechnung tragen.

3.4 Wandprüfkörper

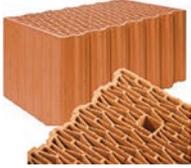
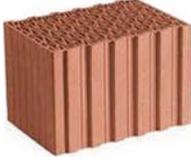
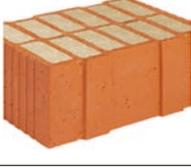
Aus den genannten Ziegeln wurden Wandabschnitte aufgemauert und die Fenster darin montiert. Dabei wurden verschiedene Aufbauvarianten des Außenputzes untersucht – von unverputztem Mauerwerk bis zu mehrlagigen Leicht- und Armierungsputzaufbauten. Die innenseitigen Wand- und Laibungsflächen wurden generell nicht verputzt. (Bild 4)

4 Durchführung der Prüfung nach DIN EN 1627-1630

Die Prüfung nach DIN EN 1627 [1] gliedert sich in drei unterschiedliche Teilprüfungen:

- Statische Prüfung nach DIN EN 1628 [2]
- Dynamische Prüfung nach DIN EN 1629 [3]
- Manuelle Prüfung nach DIN EN 1630 [4]

Table 2. Variants of clay masonry unit investigated until now (source: Lebensraum Ziegel)
 Tabelle 2. Bislang untersuchte Ziegelvarianten (Quelle: Lebensraum Ziegel)

Name / Name	Picture / Bild	Properties (The properties were determined on units of the identical batch.) / Eigenschaften (Die Eigenschaften wurden an Ziegeln aus der identischen Charge ermittelt.)
filled thin-web clay masonry unit, $\lambda = 0,07 \text{ W/mK}$ / gefüllter Ziegel mit Kleinlochung, $\lambda = 0,07 \text{ W/mK}$		compressive strength class 6 density class 0,60 / Druckfestigkeitsklasse 6 Rohdichteklasse 0,60
unfilled thin-web clay masonry unit, $\lambda = 0,075 \text{ W/mK}$ / ungefüllter Ziegel mit Kleinlochung, $\lambda = 0,075 \text{ W/mK}$		compressive strength class 10 density class 0,65 / Druckfestigkeitsklasse 10 Rohdichteklasse 0,65
unfilled thin-web clay masonry unit, $\lambda = 0,09 \text{ W/mK}$ / ungefüllter Ziegel mit Kleinlochung, $\lambda = 0,09 \text{ W/mK}$		compressive strength class 6 density class 0,65 / Druckfestigkeitsklasse 6 Rohdichteklasse 0,65
filled large chamber clay masonry unit, $\lambda = 0,09 \text{ W/mK}$ / gefüllter Großkammerziegel, $\lambda = 0,09 \text{ W/mK}$		compressive strength class 8 density class 0,65 / Druckfestigkeitsklasse 8 Rohdichteklasse 0,65
filled large chamber clay masonry unit, $\lambda = 0,07 \text{ W/mK}$ / gefüllter Großkammerziegel, $\lambda = 0,07 \text{ W/mK}$		compressive strength class 6 density class 0,50 / Druckfestigkeitsklasse 6 Rohdichteklasse 0,50

The windows were generally mounted in the middle third of the reveal, as is sensible with monolithic wall construction in order to optimise thermal bridging.

Figs. 2 and 3 show typical installation situations in the wall.

3.3 Thermally insulated clay masonry units

In the course of the project until now, the clay masonry units listed in Tab. 2 in a wall thickness of 365 mm have been used. These are a representative selection of modern highly insulated clay masonry units, which also reflect the various types on the market – small-chamber coring with thin web structure or insulated large-chamber units with wide webs.

3.4 Sample walls

From the stated clay masonry units, wall sections were built and the windows installed. Various compositions of render were investigated, from unrendered masonry to multi-layer lightweight and reinforced render constructions. The inside wall surface and the reveals were not generally plastered (Fig. 4).

4.1 Statische Prüfung nach DIN EN 1628

In der statischen Prüfung wird eine definierte Belastung an verschiedenen Stellen des Fensters mittels eines Hydraulizylinders aufgebracht. Beispielsweise werden die Verglasungsecken und die Verriegelungspunkte des Bauelementes in der Widerstandsklasse RC 2 mit einer Kraft von 3 kN und in der Widerstandsklasse RC 3 mit 6 kN belastet. Die Durchführung der statischen Prüfung hat in keinem Fall zu einem Versagen der Fenster, der Befestigungsmittel oder von Teilen der Wände geführt.

4.2 Dynamische Prüfung nach DIN EN 1629

In der dynamischen Prüfung wird eine stoßartige Belastung mittels des sog. Zwillingsreifens aufgebracht. Es handelt sich hierbei um einen Stahlzylinder von 50 kg, der – von zwei Reifen umschlossen – aus einer definierten Höhe auf verschiedene Stellen des Fensters gependelt wird.

Die Fallhöhe beträgt 450 mm in der Prüfung für die Widerstandsklasse RC 2 und 750 mm für die Widerstandsklasse RC 3.

Die Durchführung der dynamischen Prüfung hat in keinem Fall zu einem Versagen der Fenster, der Befestigungsmittel oder von Teilen der Wände geführt.

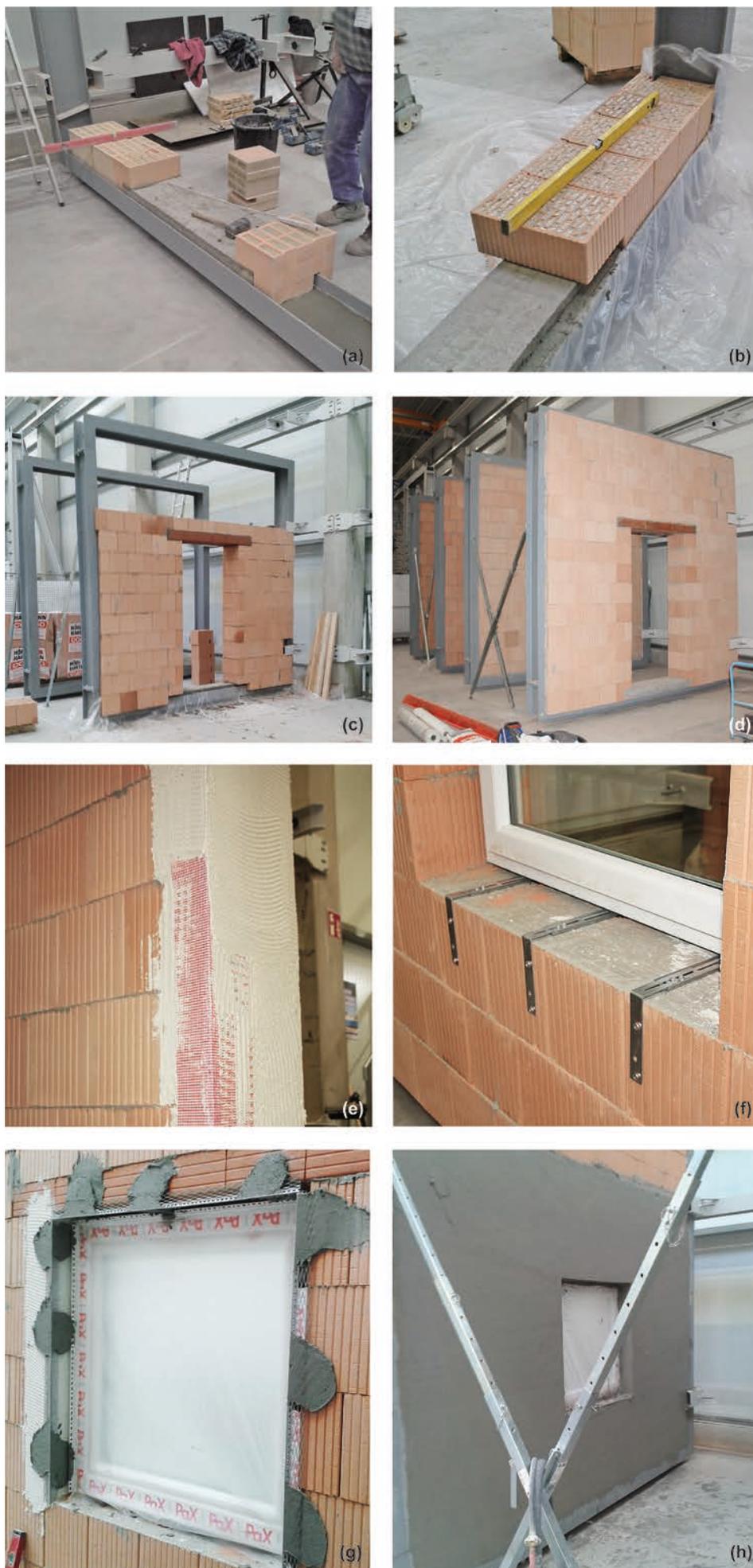


Fig. 4. Steps building the wall. (a) wall construction with large-chamber clay masonry units; (b) wall construction with thin-web clay masonry units; (c) wall building; (d) completed masonry; (e) reveal with reinforcing textile mesh in reinforced render; (f) mounting of the window; (g) setting the render corners; (h) completely rendered wall
Bild 4. Schritte beim Errichten der Wand. (a) Wandaufbau mit Großkammerziegel; (b) Wandaufbau mit filigranem Ziegel; (c) Wand-erstellung; (d) fertiggestelltes Mauerwerk; (e) Laibung mit Armierungsgewebe in Armierungsputz; (f) Montage des Fensters; (g) Setzen der Eckputzschienen; (h) fertig verputzte Wand

Table 3. Tool kits and resistance times from DIN EN 1627 [1]
Tabelle 3. Werkzeugsätze und Widerstandszeiten nach DIN EN 1627 [1]

Resistance class / Widerstandsklasse	Tool kit / Werkzeugsatz	Resistance time / Widerstandszeit
RC 1	A1	–
RC 2 / RC 2 N	A2	3 min.
RC 3	A3	5 min.

4 Performance of testing according to DIN EN 1627-1630

The testing to DIN EN 1627 [1] can be categorised into three test types:

- Static testing to DIN EN 1628 [2]
- Dynamic testing to DIN EN 1629 [3]
- Manual testing to DIN EN 1630 [4]

4.1 Static testing according to DIN EN 1628

In the static test, a defined loading is applied to various locations on the windows with a hydraulic cylinder. For example, the glazing corners and the locking points of the building element in resistance class RC 2 were loaded with a force of 3 kN and in resistance class RC 3 with 6 kN. The performance of the static test did not lead to any failures of the windows, the fixings or parts of the wall.

4.2 Dynamic testing according to DIN EN 1629

In the dynamic test, an impact load is applied with the so-called twin tyre. This is a steel cylinder of 50 kg, which – surrounded by two tyres – is swung as a pendulum against various locations on the window from a defined height.

The fall height is 450 mm in the test for resistance class RC 2 and 750 mm for resistance class RC 3.

The performance of the dynamic test did not lead to any failures of the windows, the fixings or parts of the wall.

4.3 Manual test according to DIN EN 1630

In the manual test, the tester tries to open a passage through the building element by manual attack using a defined tool kit and within a defined time – the so-called resistance time. For this purpose various weak points of the element could be identified during the preliminary test, which were intentionally attacked on a similar sample during the subsequent main test. Tab. 3 gives an overview of the resistance times. Whether the resulting opening can be regarded as a passage is evaluated with the templates shown in Tab. 4.

The entire construction of the test sample is known to the testers in detail – e.g. through various section and elevation drawings, precise manufacturer’s instructions and markings, which could be applied before the test.

For the exact definition of the tool set, reference is made to DIN EN 1630 [4]. As a simplification, it can be stated that the main attack tool for resistance class RC 2 is the screwdriver set ($\ell = 365$ mm and $\ell = 260$ mm), while for RC 3 a wrecking bar ($\ell = 710$ mm) is also used.

Table 4. Templates for the assessment of a passage opening from DIN EN 1630 [4]

Tabelle 4. Schablonen zur Bewertung einer durchgangsfähigen Öffnung nach DIN EN 1630 [4]

Template / Schablone	Shape, dimensions / Form, Maß
Template / Schablone E1	Square / Rechteck, 400 mm × 250 mm
Template / Schablone E2	Ellipse / Ellipse, 400 mm × 300 mm
Template / Schablone E3	Circle / Kreis, d = 350 mm

4.3 Manuelle Prüfung nach DIN EN 1630

Im Rahmen der manuellen Prüfung versuchen die Prüfer durch einen manuellen Angriff unter Einsatz definierter Werkzeugsätze, innerhalb einer vorgegebenen Zeit – der sog. Widerstandszeit – eine durchgangsfähige Öffnung im Bauelement zu erzeugen. Hierzu können innerhalb der Vorprüfung mögliche Schwachstellen am Element identifiziert werden, die in der anschließenden Hauptprüfung an einem gleichartigen Probekörper gezielt attackiert werden. Tab. 3 gibt einen Überblick über die Widerstandszeiten. Ob die sich ergebende Öffnung als durchgangsfähig anzusehen ist, wird anhand der in Tab. 4 aufgeführten Schablonen bewertet.

Der gesamte Aufbau des Probekörpers ist den Prüfern im Detail bekannt – z. B. durch vorliegende Schnitt- und Ansichtszeichnungen, präzise Herstellerangaben und Markierungen, die vor der Prüfung angebracht werden können.

Für die exakte Definition der Werkzeugsätze wird auf die DIN EN 1630 [4] verwiesen. Vereinfachend lässt sich zusammenfassen, dass das Hauptangriffswerkzeug in der Widerstandsklasse RC 2 der Schraubendrehersatz ($\ell = 365$ mm und $\ell = 260$ mm) darstellt, während in der Widerstandsklasse RC 3 zusätzlich ein Kuhfuß ($\ell = 710$ mm) zum Einsatz kommt.

Im ersten Schritt wurden die Fenster der manuellen Vor- und Hauptprüfung unterzogen. Typische Angriffspunkte hierbei sind der Ecklagerbereich, der Scherenlagerbereich, die Griffseite sowie die Glasanbindung. Im zweiten Schritt wurde versucht, das Fenster durch Ausgraben oder Zerstören der Befestigungsmittel aus der Wandöffnung herauszureißen. Im dritten Schritt wurde untersucht, ob sich bei einem Angriff auf die Wandfläche eine durchgangsfähige Öffnung in der Wand selbst herstellen lässt.

Es sei an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen, dass der zweite sowie der dritte Schritt nicht Bestandteil einer normativen Prüfung der Einbruchhemmung nach DIN EN 1627 ff. sind.

5 Versuchsergebnisse

5.1 Widerstandsklasse RC 2

Die bisherigen Untersuchungen in der Widerstandsklasse RC 2 haben zu folgenden Ergebnissen geführt:

- Die Widerstandsklasse der Fenster von RC 2 wurde bei allen untersuchten Varianten des umgebenden Ziegelmauerwerks erreicht. Es ist kein Einfluss der unter-



Fig. 5. Damage from manual testing in resistance class RC 2
Bild 5. Schäden aus manueller Prüfung in Widerstandsklasse RC 2

In the first step, the windows were subjected to the manual preliminary and main tests. Typical attack points were the corner bearing area, the support area of the shears, the handle side and the glass connection. In the second step, an attempt is made to tear the window out of the wall by digging or destroying the fixings. In the third step, it is investigated whether a passage can be opened through the wall by attacking the wall surface.

It should be pointed out again here that the second and third steps are not part of the test of burglary retarding to the standards DIN EN 1627 ff.

5 Test results

5.1 Resistance class RC 2

The investigations of resistance class RC 2 performed until now have led to the following results:

- The resistance class of the windows of RC 2 was reached with all investigated variants of the surrounding clay masonry. No influence of the various investigated types of clay masonry unit on the safe reaching of RC 2 was discernible.
- Attacks on the fixings in the reveal with one layer of render (lightweight render Type II) did not lead to any failure of the fixing, which could have led to the removal of the window or formation of a passage through.
- It was not possible to open a passage through the wall surface with one layer of render (lightweight render Type II) within the resistance time.

Fig. 5 shows a test sample after an attack in the resistance class RC 2.

5.2 Resistance class RC 3

The investigations of resistance class RC 3 performed until now have led to the following results:



Fig. 6. Damage from manual testing in resistance class RC 3
Bild 6. Schäden aus manueller Prüfung in Widerstandsklasse RC 3

schiedlichen untersuchten Ziegelarten auf das sichere Erreichen der Widerstandsklasse RC 2 erkennbar.

- Angriffe auf die Befestigungsmittel in der einlagig verputzten Laibung (Leichtunterputz Typ II) haben zu keinem Versagen der Befestigung geführt, die zu einem möglichen Entfernen des Fensters bzw. zur Schaffung eines ausreichenden Durchgangs geführt hätten.
- Es war nicht möglich, eine durchgangsfähige Öffnung in der einlagig verputzten Wandfläche (Leichtunterputz Typ II) innerhalb der Widerstandszeit herzustellen.

Bild 5 zeigt einen Prüfkörper nach einem Angriff in der Widerstandsklasse RC 2.

5.2 Widerstandsklasse RC 3

Die bisherigen Untersuchungen in der Widerstandsklasse RC 3 haben zu folgenden Ergebnissen geführt:

- Die Widerstandsklasse der Fenster von RC 3 wurde unter den in Abschnitt 3 genannten Randbedingungen mit allen untersuchten Varianten des umgebenden Ziegelmauerwerks (Untergründen) erreicht. Es war kein Einfluss der untersuchten Untergründe auf das Erreichen der Widerstandsklasse RC 3 erkennbar.
- Im Rahmen von Vorversuchen hat sich gezeigt, dass ein kritischer Punkt der direkte Angriff mit dem Kuhfuß auf ein Befestigungsmittel in der einlagig verputzten Laibungsfläche sein kann. Durch den Einsatz eines zusätzlichen Armierungspuzzes (5 mm Leichtputz CS III mit eingelegtem Armierungsgewebe) konnte erreicht werden, dass das Herausbrechen des Fensters innerhalb der Widerstandszeit nicht möglich war.
- Es war nicht möglich, eine durchgangsfähige Öffnung in der mit Armierungsputz und Leichtputz versehenen Wandfläche innerhalb der Widerstandszeit herzustellen.

Bild 6 zeigt einen Prüfkörper nach einem Angriff in der Widerstandsklasse RC 3.

- The resistance class of the windows of RC 3 was reached under the constraints stated in Section 3 with all investigated variants of the surrounding clay masonry (substrates). No influence of the investigated substrates on the reaching of resistance class RC 3 was discernible.
- In the course of the preliminary tests, it was shown that on a fixing in the reveal with a single layer of render can be a critical point for direct attack with the wrecking bar. The use of an additional reinforced render (5 mm lightweight render CS III with inserted textile mesh) had the effect that breaking out the window within the resistance time was no longer possible.
- It was not possible to open a passage through the wall surface with reinforced render and lightweight render within the resistance time.

Fig. 6 shows a test sample after an attack in the resistance class RC 3.

6 Vorschlag für eine Erweiterung der Tabelle NA.2 in DIN EN 1627/NA

Aufgrund der Untersuchungsergebnisse wurde als Tabelle 5 ein Vorschlag für die Erweiterung der Tabelle NA.2 in DIN EN 1627 [1] im nationalen Spiegelausschuss NA 005-09-02 AA Einbruchschutz eingebracht.

7 Zusammenfassung

Die durchgeführten Untersuchungen zeigen, dass sich mit einem Leichtunterputz Typ II verputztes, hochwärmedämmendes Ziegelmauerwerk in der Wanddicke ≥ 365 mm zur Montage einbruchhemmender Bauelemente bei Einbau im mittleren Drittel der Laibung der Widerstandsklasse RC 2 eignet.

Wird zusätzlich ein Armierungsputz mit Gewebeeinlage eingesetzt, eignet sich dieses Mauerwerk auch für Bauelemente der Widerstandsklasse RC 3.

Table 5. Proposal for a revised Table NA.2 for the DIN EN 1627 [1]

Tabelle 5. Vorschlag einer überarbeiteten Tabelle NA.2 für die DIN EN 1627 [1]

Resistance class of the building elements according to DIN EN 1627 / Widerstandsklasse des Bauteils nach DIN EN 1627	Surrounding walls of masonry to DIN 1053-1 or DIN EN 1996 / Umgebende Wände aus Mauerwerk nach DIN 1053-1 oder DIN EN 1996			
	Wall thickness (without plaster) / Wanddicke (ohne Putz) mm	Compressive strength class of the blocks (DFK) / Druckfestigkeitsklasse der Steine (DFK)	Density class of the blocks (RDK) / Rohdichteklasse der Steine (RDK)	Mortar group and render ^{e)} / Mörtelgruppe und Außenputz ^{e)}
RC 1 N RC 2 N RC 2	≥ 115	≥ 12	-	min. MG II/DM
	$\geq 240^{b) f)}$	$\geq 6^{b) f)}$	$\geq 0.8^{b) f)}$	min MG II/DM and render ^{d)} / min MG II/DM sowie Außenputz ^{d)}
	$\geq 360^{b)}$	$\geq 6^{b)}$	$\geq 0.50^{b)}$	min MG II/DM and render ^{c)} / min MG II/DM sowie Außenputz ^{c)}
RC 3	≥ 115	≥ 12	-	min. MG II/DM
	$\geq 240^{b) f)}$	$\geq 6^{b) f)}$	$\geq 0.8^{b) f)}$	min MG II/DM and render ^{d)} and suitable parapet detail ^{g)} / min MG II/DM sowie Außenputz ^{d)} und geeignete Brüstungsbildung ^{g)}
	$\geq 360^{b)}$	$\geq 6^{b)}$	$\geq 0.50^{b)}$	min MG II/DM and render ^{d)} and suitable parapet detail ^{g)} / min MG II/DM sowie Außenputz ^{d)} und geeignete Brüstungsbildung ^{g)}
RC 4	≥ 240	≥ 12	-	min. MG II/DM
RC 5	≥ 240	≥ 20	≥ 1.8	DM
RC 6	$\geq 240^{a)}$	≥ 20	≥ 1.8	DM

a) Applicable to formats of heights 238 mm, 498 mm, 623 mm and 648 mm / Anwendbar auf Formate der Höhe 238 mm, 498 mm, 623 mm und 648 mm

b) Valid for precision clay masonry units to EN 771-1 or with national technical approval. Mounting of the building element in the middle third of the wall. / Gültig für Planziegel nach EN 771-1 oder allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung. Montage des Bauteils im mittleren Drittel der Wand.

c) Required externally 20 mm lightweight plaster Type II of compressive strength CS II / Erforderlich sind außen mind. 20 mm Leichtputz Typ II der Druckfestigkeit CS II

d) Required externally 20 mm lightweight plaster Type II of compressive strength CS II and additionally at least 5 mm lightweight render mortar of compressive strength CS III reinforced with reinforcing textile as outer render / Erforderlich sind außen mind. 20 mm Leichtputz Typ II der Druckfestigkeit CS II und zudem mindestens 5 mm Leichtputzmörtel der Druckfestigkeit CS III mit eingelegtem Armierungsgewebe als Oberputz

e) The render is to be continued to the frame of the window on the wall surface and in the reveal / Der Außenputz ist auf der Wandfläche und in der Laibung bis zum Blendrahmen des Fensters aufzubringen

f) Only applicable to precision clay masonry units with coring pattern B to DIN 20000-401 / Anwendbar nur auf Plan-Hochlochziegel mit Lochung B nach DIN 20000-401

g) Suitable parapet details are, for example, the provision of a thermally insulated lintel installed backwards, the provision of a massive window ledge etc. / Eine geeignete Brüstungsbildung ist z.B. die Anordnung eines gedreht eingebauten Wärmedämmsturzes, die Anordnung einer massiven Fensterbank etc.

6 Proposal for an extension of Table NA.2 in DIN EN 1627/NA

Based on the test results, the proposal shown in Table 5 for the extension of Table NA.2 in DIN EN 1627 [1] has been introduced to the national mirror committee NA 005-09-02 AA burglary prevention.

7 Summary

The performed investigations show that highly insulated clay masonry with a wall thickness of 365 mm and a light-weight render of Type II is suitable for the installation of burglary-retarding building elements in the middle third of the reveal for resistance class RC 2.

If in addition a reinforced render with inserted textile mesh is applied, then the masonry is also suitable for building elements of resistance class RC 3.

The classified burglary-retarding properties of the windows (RC 2 and RC 3) were not negatively influenced by the fixing substrate – in combination with the selected mounting variants.

Breaking out of the entire window by digging or destroying the fixings was also impossible with the investigated variants.

When the wall surface itself was attacked, it was not possible to open a passage through.

Based on the investigation results, an extension of Table NA.2 in DIN EN 1627/NA will be discussed in the responsible mirror committee.

References – Literatur

- [1] DIN EN 1627:2011-09: Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse – Einbruchhemmung – Anforderungen und Klassifizierung, Beuth Verlag GmbH, Berlin.
- [2] DIN EN 1628:2016-03: Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse – Einbruchhemmung – Prüfverfahren für die Ermittlung der Widerstandsfähigkeit unter statischer Belastung, Beuth Verlag GmbH, Berlin.
- [3] DIN EN 1629:2016-03: Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse – Einbruchhemmung – Prüfverfahren für die Ermittlung der Widerstandsfähigkeit unter dynamischer Belastung, Beuth Verlag GmbH, Berlin.
- [4] DIN EN 1630:2016-03: Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse – Einbruchhemmung – Prüfverfahren für die Ermittlung der Widerstandsfähigkeit gegen manuelle Einbruchversuche, Beuth Verlag GmbH, Berlin.

Die klassifizierten einbruchhemmenden Eigenschaften der Fenster (RC 2 bzw. RC 3) wurden durch den Befestigungsuntergrund – im Zusammenspiel mit der jeweils gewählten Montagevariante – nicht negativ beeinflusst.

Auch das Herausbrechen des gesamten Fensters durch Ausgraben oder Zerstören der Befestigungsmittel war bei den untersuchten Varianten nicht möglich.

Bei einem Angriff auf die Wandfläche selbst war es nicht möglich, eine durchgangsfähige Öffnung zu erstellen.

Aufgrund der Untersuchungsergebnisse wurde eine Erweiterung der Tabelle NA.2 in DIN EN 1627/NA im zuständigen Spiegelausschuss diskutiert.

Authors – Autoren:

Dipl.-Ing. Alexander Frank
PaX AG
Neuweg 7
D-55218 Ingelheim
a.frank@pax.de

Dr.-Ing. Udo Meyer
Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel e.V.
Reinhardtstraße 12–16
D-10117 Berlin
meyer@ziegel.de

Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. (FH) M.A. Jürgen H. R. Künzlen
Adolf Würth GmbH & Co. KG
Reinhold-Würth-Straße 12–17
D-74653 Künzelsau-Gaisbach
juergen.kueenzlen@wuertth.com

Sandra Haut, M.Sc
ift Rosenheim
Theodor-Gietl-Straße 7-9
D-83026 Rosenheim
haut@ift-rosenheim.de

Dipl.-Phys. Norbert Sack
ift Rosenheim
Theodor-Gietl-Straße 7-9
D-83026 Rosenheim
sack@ift-rosenheim.de

(all photos / alle Fotos: ift Rosenheim)

**ENTWICKELT VON WÜRTH.
PRODUZIERT VON WÜRTH.
HÄLT WIE WÜRTH.**



AMO[®]-COMBI mit W-UR 10 XS/XXL

Erster Fensterbefestiger mit bauaufsichtlicher Zulassung für moderne Lochziegel.

Die Abstandsmontageschraube AMO[®]-COMBI mit dem Kunststoffdübel W-UR 10 XS/XXL ist der erste Dübel mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung zur Fensterbefestigung in modernen Lochziegeln.



Von führenden Ziegelherstellern zur Fenstermontage empfohlen:



Würth Dübel halten, was sie versprechen.

Durch eigene Entwicklung und Fertigung bieten wir Ihnen von der Idee bis zur konkreten Anwendung geballte Kompetenz. Zahlreiche Fachleute, modernste Produktionstechnik und langjährige Erfahrung garantieren Ihnen zuverlässige Befestigungslösungen. 100% Halt und 0% Kompliziert: So macht Würth Dübeltechnik einfach. www.wuerth.de/duebel