

Wandbaustoff mit vielen Vorzügen

# Entwicklungen und Trends im Mauerwerksbau

Mauerwerk ist einer der ältesten Massivbaustoffe. Es hat sich über Jahrtausende bewährt. Besonders vorteilhaft sind seine hervorragenden bauphysikalischen Eigenschaften: Wärmeschutz, Schallschutz, Brandschutz und Feuchteschutz sowie seine hohe Dauerhaftigkeit. Durch die Vielzahl an verfügbaren Mauersteinen und Mauermörteln mit unterschiedlichen Eigenschaften sowie die verschiedenen möglichen Wandkonstruktionen ist eine optimale Kombinierbarkeit für das jeweilige Anwendungsziel gegeben. | [Dr. Ronald Rast](#), [Dr. Peter Schubert](#)

16

Mauerwerk wird als Wandbaustoff vorzugsweise im Wohnungsbau eingesetzt. Der Marktanteil des Mauerwerks bei der Herstellung von Innen- und Außenwänden im Wohnungsbau beträgt über 75 Prozent. Im Nichtwohnbau wird nahezu jede dritte Wand aus Mauerwerk errichtet. Die bauseitige Ausführung ist einfach, flexibel und wirtschaftlich. Auch Umbaumaßnahmen lassen sich unkompliziert verwirklichen. Für die Mauersteine und den Mauermörtel werden natürliche Ausgangsstoffe verwendet. Das bedeutet eine hohe Umweltverträglichkeit. Mit einer Vielzahl von anwendungsbezogenen, erfolgreichen Forschungsarbeiten von Industrie und Hochschulen wurde die hohe Entwicklungs- und Innovationsfähigkeit von Mauerwerk besonders in den letzten Jahren beeindruckend belegt: Alle ständig verschärften gesetzlichen Anforderungen, vor allem im Wärmeschutz, werden bestens erfüllt. In welcher Geschwin-

digkeit sich gerade die ordnungsrechtlichen Vorgaben für den Primärenergiebedarf neu errichteter Wohngebäude allein in den letzten 30 Jahren verändert haben, zeigt Bild 1.

Die weiterentwickelte und verfeinerte Tragfähigkeitsbemessung sowie eine umfangreichere Qualitätssicherung führten gleichzeitig zur besseren Ausnutzung von Mauerwerk. Auch die Wirtschaftlichkeit wurde durch verschiedene Innovationen wesentlich erhöht. Nachfolgend werden wesentliche Weiterentwicklungen dargestellt.

## Mauerwerksbau - Entwicklungen der letzten Jahre

### 1. Wärmeschutz

Die ständig verschärften Wärmeschutzanforderungen verlangten entsprechend verbesserte Wärmedämmeigenschaften des Mauerwerks bzw. der Mauerwerksbaustoffe Mauersteine und Mauermörtel. Dafür ge-

eignete Maßnahmen bei den Mauersteinen waren in der Produktentwicklung der letzten Jahre

- › die Einführung und Verbreitung von Plansteinmauerwerk und Planelementen in Verbindung mit Dünnbettmörtel,
- › die Verringerung der Mauersteinrohichte durch Porosierung des Steinmaterials,
- › eine Erhöhung des Lochanteils im Mauerstein (Neugestaltung der Lochbilder und Stege, Einbringung von Kammern oder Schlitzen u.a.m.) sowie
- › das Füllen der Steinlochungen mit einem besonders wärmedämmenden Material, z.B. Perlite oder Schafwolle.

Diese Maßnahmen lassen sich auch kombinieren. Bild 2 zeigt die Entwicklung der Wärmeleitfähigkeit verschiedener Mauersteinarten über die letzten 30 Jahre.

Dies führte zu hoch porosierten Vollsteinen (Porenbeton) und zu Lochsteinen mit in der Regel kombinierten Maßnahmen (Leichtlochziegel, Leichtbetonsteine). Beispiele dazu zeigt das Bild 3.

Durch diese Weiterentwicklungen wurde die Wärmedämmung von Mauerwerk gravierend verbessert. Wie Bild 2 zeigt, wurde zum Beispiel die Wärmeleitfähigkeit von Mauerwerk aus Ziegelsteinen (Bemessungswert  $\lambda$ ) allein in den letzten zwei Jahrzehnten um über 60 Prozent verbessert. Die niedrigsten (besten)  $\lambda$ -Werte betragen heute 0,06 W/mK. Sie werden von keinem anderen Massivbaustoff auch nur annähernd erreicht.

Eine weitere, ganz aktuelle Entwicklung stellen sogenannte Mehrschichtsteine dar. Dabei bildet die innere Schicht das tragende Hintermauerwerk, die mittlere Schicht garan-

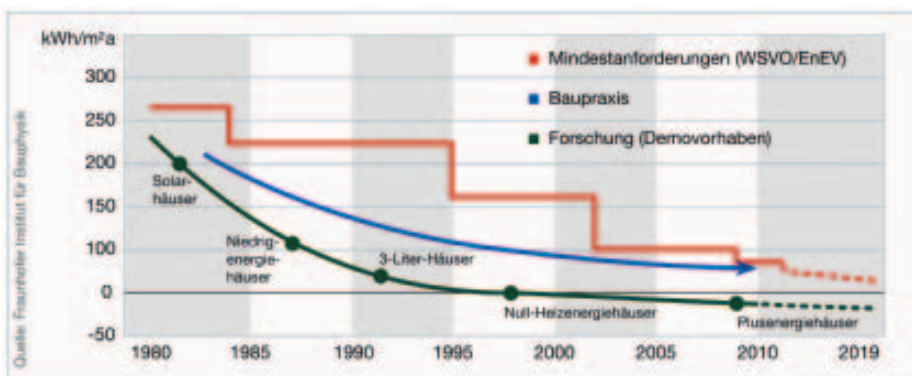


Abb. 1: Entwicklung der Anforderungen an den Primärenergiebedarf von neu errichteten Wohngebäuden im Vergleich zur Umsetzung in der Baupraxis und zum Forschungsvorlauf.

Quelle: Brameshuber, MWK 2011, /1/

tiert die hohe Dämmwirkung und die äußere Schicht bildet die Außenschale. Auf Bild 4 sind zwei Produktbeispiele zu sehen.

Um die Mörtelfuge wärmetechnisch zu verbessern, wurden Leichtmörtel mit geringer Wärmeleitfähigkeit, Dünnbettmörtel mit höchstens 3 Millimeter Fugendicke – und dadurch nur noch sehr geringem Einfluss auf die Wärmedämmung des Mauerwerks – angewendet. Der Fugenanteil kann auch durch die Verwendung großformatiger Mauersteine weiter verringert und die Versetzgeschwindigkeit erhöht werden. Für die Außenwand aus einschaligem Mauerwerk mit der wirtschaftlichen Wanddicke von 365 Millimetern ergibt sich danach ein sehr niedriger Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Das bedeutet eine sehr hohe Wärmedämmung für die Außenwand.

Bei den anderen bedeutenden Außenwandkonstruktionen wird ein Wärmedämmverbundsystem (WDVS) auf eine Hintermauerschicht aufgebracht, oder es werden mehrschichtige Wandkonstruktionen aus Hinter- und Vormauerschichten erstellt (Prinzipdarstellung gemäß Bild 5 a bis c). Dabei wird der Wärmeschutz durch die eingeschlossenen Wärmedämmstoffschichten oder eine Kombination aus bereits gut dämmenden Mauerwerksprodukten und Dämmstoffschichten bzw. Luft erreicht. Auch in diesen Fällen ergeben sich mit einer wirtschaftlichen Wanddicke sehr hohe Wärmeschutzwerte.

Zu beachten ist jedoch, dass inzwischen ein weitgehendes Optimum bei der Gestaltung von Außenwandkonstruktionen erreicht ist. Das gilt insbesondere, wenn man berücksichtigt, dass eine solche Außenwand auch gleichzeitig Anforderungen an die Statik, den Feuchte-, Schall- und den Brandschutz erfüllen muss. Jede unangemessene, weitere Verschärfung der Wärmeschutzanforderungen im Rahmen der zur erneuten Novellierung anstehenden Energieeinsparverordnung (EnEV) für Neubauten kann zu einer erheblichen Verschlechterung der Wirtschaftlichkeit und damit aus Sicht der Investoren zum Verstoß gegen das Wirtschaftlichkeitsgebot führen.

Außer dem winterlichen Wärmeschutz ist auch der sommerliche Wärmeschutz für das Wohlbefinden der Bewohner von großer Bedeutung. Massivbauten aus Mauerwerk besitzen große Wärmespeichermassen und eine größere Trägheit bei Temperaturänderungen: Tagsüber können massive Wände Wärme zunächst in einem spürbaren Maß speichern. Infolge der Nachtauskühlung der Bauteile wird diese später wieder abgegeben; dadurch wird

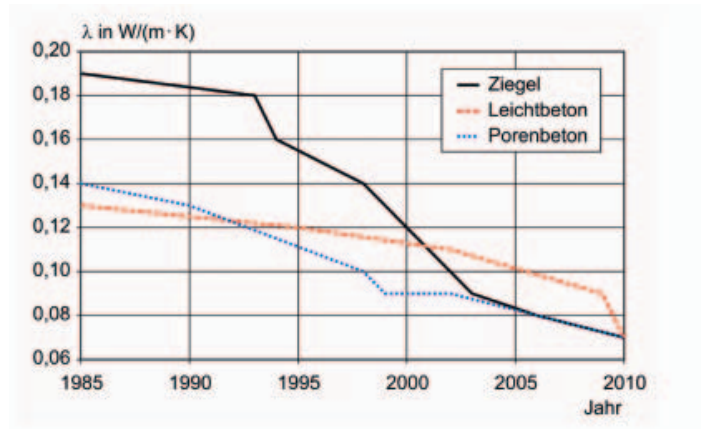


Abb. 2: Entwicklung der Wärmeleitfähigkeit verschiedener Mauersteinarten.

Quelle: Brameshuber, MWK 2011, /2, 3, 4/

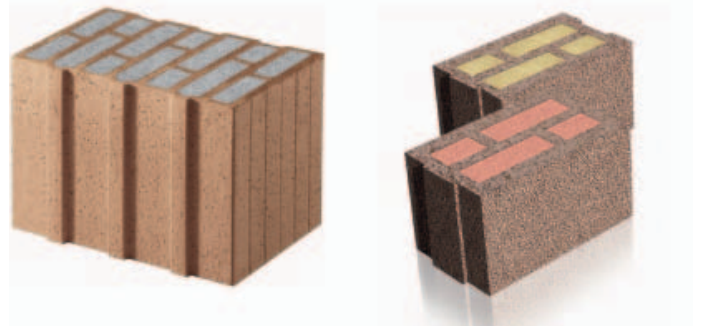


Abb. 3: Ziegel-Hochlochstein mit integrierter Wärmedämmung (li.) und Leichtbeton-Hochlochstein mit integrierter Wärmedämmung (re.). Quelle: Brameshuber, MWK 2011, /4, 5/



Abb. 4: Porenbeton-Mehrschichtstein (li.) und Leichtbeton-Mehrschichtstein (re.)

Quelle: Brameshuber, MWK 2011, /8, 9/

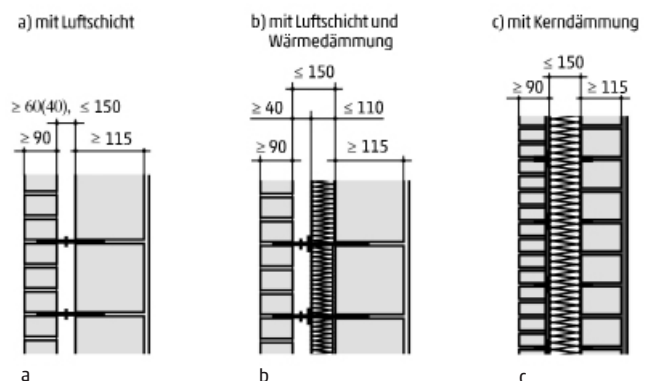


Abb. 5 a bis c: Verschiedene mehrschichtige Mauerwerkskonstruktionen.

Grafiken: DGFm



Foto: DGfM

Abb. 6: Versetzen von großformatigen Planelementen aus Kalksandstein.

eine hohe thermische Behaglichkeit erreicht. Der Vorteil des sommerlichen Wärmeschutzes vom Massivbaustoff Mauerwerk wird auch in der Norm berücksichtigt.

## 2. Schallschutz

Mit den verfügbaren Mauerwerksbaustoffen – Mauersteine mit Rohdichten bis  $2,4 \text{ kg/m}^3$  und geeignete Wandkonstruktionen – lassen sich alle Schallschutzanforderungen an Einfamilien-, Doppel- und Reihenhäuser sowie mehrgeschossige Wohngebäude erfüllen.

## 3. Brandschutz

Alle Mauerwerksbaustoffe sind nicht brennbare Produkte der Klasse A1. Mauerwerksbauteile werden somit in die Klasse A (entspricht einer Feuerwiderstandsklasse F 90-A) eingestuft. Mauerwerksbauteile mit organischen Wärmedämmverbundsystemen werden mit AB (F 90-AB) klassifiziert. Mit Mauerwerk lassen sich alle brandschutztechnischen Anforderungen der Gebäudeklassen 1 bis 5 (EFH, EFH-Reihenhäuser und Doppelhaushälften, bis fünfgeschossige Mehrfamilienhäuser) erfüllen.

## 4. Feuchteschutz

Außenwände als Gebäudehaut müssen ausreichend gegen Feuchteinwirkung von außen (Beregnung) geschützt sein; Wasser darf nicht in die Mauerwerkswand und eine davor angeordnete Wärmedämmstoffschicht eindringen. Das wird durch einen wasserabweisenden Außenputz oder beim zweischaligen Mauerwerk durch die äußere Mauerwerksschale gewährleistet. Diese besteht aus Mauersteinen mit hohem Frostwiderstand, schützt die

dahinter liegenden Wandschichten vor Durchfeuchtung und erfüllt ästhetische/optische Ansprüche. Solche Verblendschalen aus Ziegelmauerwerk sind außerordentlich dauerhaft, wie z.B. die vielen Bauwerke in der traditionellen Bauweise Norddeutschlands zeigen.

## 5. Tragfähigkeit

Durch die geplante Umstellung auf das probabilistische Sicherheitskonzept (Bezug auf Wahrscheinlichkeiten) im Zuge der vorgesehenen Einführung des Eurocode 6 zur zukünftigen Bemessung von Mauerwerk und intensive Forschungstätigkeiten konnten die Festigkeitseigenschaften von Mauerwerk (charakteristische Festigkeitswerte – Quantilwerte) und die Tragfähigkeit von Mauerwerksbauteilen zutreffender und genauer erfasst werden. Die Bemessung von Mauerwerk kann zurzeit noch nach den alten nationalen Normen der DIN-Normenreihe 1053, aber auch schon nach dem Eurocode 6 (DIN EN 1996) mit den Nationalen Anwendungsdokumenten (NA), welche national spezifische Sachverhalte beinhalten, erfolgen. Der bisherige große Vorteil bei der Bemessung von Mauerwerk: Die Anwendbarkeit von vereinfachten Bemessungsverfahren (DIN 1053-3) bleibt auch im Eurocode bestehen. Es gibt auch hier gemäß DIN EN 1996-3 ein vereinfachtes Verfahren. Zunächst dürfen DIN und EC 6 noch wahlweise angewendet werden. Eine bauaufsichtlich verbindliche Einführung des Eurocode 6 wird frühestens im Verlauf des Jahres 2014 erwartet. Die Tragfähigkeit von Mauerwerk ist bis zu sieben Geschossen in der Regel bei wirtschaftlichen Wanddicken auch im mehrgeschossigen Wohnungsbau ausreichend hoch.

## 6. Nachhaltigkeit

Nachhaltigkeit beinhaltet Ökologie, Ökonomie und soziale Gesichtspunkte wie Nutzerzufriedenheit. Massivbauten, wie auch Mauerwerksbauten, weisen eine vergleichsweise hohe Nachhaltigkeit auf. Dies betrifft u.a. die relativ niedrigen Lebenszykluskosten, d.h. alle Kosten eines Gebäudes von der Herstellung bis zur Beseitigung. Besonders positiv sind die im Vergleich zu anderen Bauweisen geringen laufenden Kosten und die Instandhaltungskosten. Dies führt zu hoher langfristiger Wertigkeit und wirkt sich besonders vorteilhaft beim mehrgeschossigen Wohnungsbau aus. Auch in ökologischer Hinsicht ist Mauerwerk günstig einzustufen. Die Nutzerzufriedenheit ist bei Mauerwerksbauten sehr hoch. Die Wiederverwertbarkeit von Mauerwerksbaustoff-

fen wird seit vielen Jahren mit intensiver Forschungsunterstützung erfolgreich betrieben. Sowohl eine Rückführung in den Produktionsprozess als auch die Verwendung in anderen Bereichen wie Straßenbau und Betonzuschlag sind möglich.

## 7. Wirtschaftlichkeit

Eine Reihe von Rationalisierungsmaßnahmen hat die Wirtschaftlichkeit des Mauerwerksbaus in den letzten Jahren ganz erheblich verbessert. Die Formate (Maße) der Mauersteine wurden im Rahmen des großformatigen Bauens bis zu Elementen erweitert, die heute folgende Höchstmaße aufweisen: Länge bis 998/1499 Millimeter, Höhe bis 623 Millimeter, Breite bis 500 Millimeter. Sie werden mit



### Dr. RONALD RAST

› Langjährig in Führungspositionen der Baustoffindustrie bei der YTONG AG, der Readymix AG und der Haniel Baustoff-Industrie (heute Xella), seit 2004 Geschäftsführer der DGfM e.V., Mitglied im NABau-Beirat und diversen Normungsgremien, im Redaktionsbeirat der Zeitschrift „Mauerwerk“ und Mitherausgeber des Fachbuches „Mauerwerksbau aktuell“.



### Dr. PETER SCHUBERT

› War Leiter der Arbeitsgruppe „Mauerwerk“ und Betriebsleiter im Institut für Bauforschung der RWTH Aachen (ibac), Mitglied in zahlreichen Fachausschüssen des DIN, Schriftleiter der Zeitschrift „Mauerwerk“ und Mitherausgeber des Mauerwerk-Kalenders.

mechanischen Hilfen (Minikräne, Greifzangen) verlegt, was zu deutlich schnelleren Bauzeiten und spürbar niedrigeren Herstellkosten führt. Als Mörtel werden überwiegend Dünnbettmörtel verwendet. Dies setzt wegen der dünnen Fuge eine besonders hohe Maßhaltigkeit (Planstein-Qualität) der Mauersteine voraus. Auch dafür war erhebliche Entwicklungsarbeit erforderlich. Das weitgehend mechanisierte Verlegen dieser Planelemente ist bei bestimmten Systemangeboten auch nach Ausführungsplänen für vorkonfektionierte Mauerwerkswände möglich, bei denen die Anlieferung der Mauersteine just-in-time auf der Baustelle erfolgt. Das ist ein weiterer Schritt für die Verringerung des bauseitigen Herstellungsaufwandes und für die Verbesserung der Wirtschaftlichkeit. Ein Beispiel zeigt Bild 6.

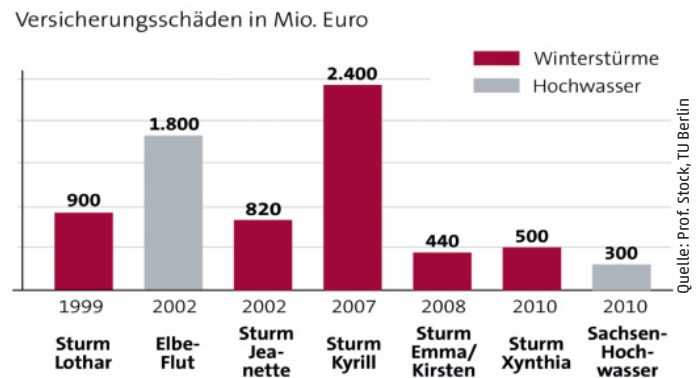
Eine weitere beträchtliche Rationalisierung mit verbesserten Bauteileigenschaften wurde in den letzten Jahren durch die Entwicklung und den Einsatz von Mauerwerksfertigbauteilen erreicht. Beispiele dafür sind:

- Flachstürze,
  - Fertigstürze aus Mauerwerk,
  - wärmegeämmte Deckenrandsteine (keine Stirnschalung für die Betondecken, Vermeidung der sonstigen Wärmebrücke, einheitliche, putzgeeignete Oberfläche),
  - U-Schalen-Steine (Schalung für Ringanker, Ringbalken, Installationskanäle – Vorteile analog Deckenrandsteine),
  - tragende und nicht tragende Rollladenkästen mit integrierter Wärmedämmung (einfacher Einsatz, putzgeeignete Oberfläche).
- Eine weitere wesentliche Rationalisierung ergibt sich durch den Einsatz im Werk vorgefertigter Mauerwerksbauteile (Wände, Sonderbauteile), die mit Tiefladern angeliefert und bauseits mit Kran versetzt werden.

## Die Zukunft mit Mauerwerk

Zukünftig muss nach den Vorhersagen der Klimaforscher noch mehr mit extremen, zum Teil katastrophalen Witterungsereignissen wie Hochwasser, Stürmen, Blitzeinschlag verbunden mit Bränden, starken kurz- oder auch längerfristigen Dürre- und Kälteperioden gerechnet werden. Die letzten Jahrzehnte, insbesondere die letzten Jahre, waren durch die politische und allgemeine Diskussion um Energieeffizienzverbesserung und das Beherrschen der Energiewende in Deutschland geprägt. Viele Entwicklungen, im Produkt – sowie auch im konstruktiven Bereich – waren sehr dominant auf die Verbesserung des Wärmeschutzes und die Einsparung von Ener-

Abb. 7: Versicherungsschäden infolge großer Naturgewalten in Deutschland.



gie für das Heizen und den Warmwasserverbrauch ausgerichtet. Aber ist diese einseitige Optimierung wirklich das, was wir für die Zukunft brauchen?

Dass die Vorhersagen der Klimaforscher im Trend bereits heute Realität geworden sind, zeigt die Entwicklung der Versicherungsschäden infolge von Naturkatastrophen allein in Deutschland (Bild 7).

So schätzt die Münchener Rück, dass die gesamten Flutschäden 2013 etwa 12 Milliarden Euro betragen und damit noch über den Schadenssummen der sogenannten Jahrhundertflut 2002 liegen werden. Die Versicherer werden dieses Mal nach erster Schätzung der Münchener Rück davon einen Schadensersatz in Höhe von bis zu 3 Milliarden Euro tragen.

Wir müssen uns wohl ernsthaft damit auseinandersetzen, dass die gebaute Umwelt und damit die Gebäude, in denen wir wohnen und arbeiten, schon in den nächsten Jahren den spürbaren Auswirkungen des Klimawandels gerecht werden müssen. Was bedeuten längere Dürrephasen und extreme Hitze für den zukünftigen sommerlichen Wärmeschutz? Wie werden unsere Gebäude in den Wintermonaten auf extreme Kälteeinbrüche reagieren? Wie können Folgeschäden an Gebäuden durch das Auftreten von Tornados vermieden oder minimiert werden? Wie können Brände durch Blitzschlag infolge vermehrt auftretender Unwetter verhindert oder eingegrenzt werden? Welche Konsequenzen für die Materialauswahl und die Konstruktion hat in den betroffenen Regionen das häufigere Auftreten von Überschwemmungs- und Flutereignissen?

Neben dem Klimawandel wird auch der demografische Wandel Auswirkungen auf das Bauen in naher Zukunft haben. Wir werden mehr kleinere, bezahlbare und altersgerechte Wohnungen benötigen. Wie wird es gelingen, die Kostenentwicklung im Neubau von Wohngebäuden für die Bereitstellung bezahl-

baren Wohnraums zu beeinflussen und welche Materialien und Konstruktionen sind für nachträgliche Eingriffe in die Bausubstanz zur Anpassung an die Bedürfnisse der Bewohner in verschiedenen Lebensphasen besonders geeignet? Nicht zuletzt bei der Bewertung der Nachhaltigkeit werden diese Anforderungen aus der Sicht von Klima- und demografischem Wandel immer bedeutsamer.

Der massive Baustoff Mauerwerk wird sich dabei als geeigneter Wandbildner bewähren. Als Beispiel sei hier auf die aktuelle Flutkatastrophe in Deutschland verwiesen. Hochwasser durchfeuchtet praktisch alle Gebäudebauteile bis zur Höhe des anstehenden Wassers. Dadurch können die Bauteileigenschaften mehr oder weniger stark beeinträchtigt werden. Von größter Bedeutung ist die Festigkeit und damit die Standsicherheit. Entscheidend ist, ob eine Durchfeuchtung zu dauerhaften Schäden führt oder ob nach einer Trocknung die ursprünglichen Eigenschaften wieder erreicht werden. Aktuelle Schadensauswertungen zur Flutkatastrophe von 2002 zeigen, dass bei Mauerwerk eine dauerhafte, wesentliche Eigenschaftverschlechterung (Druckfestigkeit, Verbundfestigkeit zwischen Mauerstein und Fugenmörtel) infolge einer derartigen Durchfeuchtung bei nachfolgender Trocknung nicht zu erwarten ist.

Durch die große Robustheit und Flexibilität, den hervorragenden Brandschutz und die guten Eigenschaften bezüglich Wärmeschutz und Wärmespeicherung wird sich Mauerwerk als zukunftssicherer Baustoff erweisen. ◀