


NACHTRÄGLICHE  
HOHLRAUM-  
DÄMMUNG

Fraunhofer IRB  Verlag

Wachsendes Umweltbewusstsein und steigende Energiepreise lassen Eigenheimbesitzer verstärkt über Energieeinsparmaßnahmen nachdenken. Im norddeutschen Raum ist das zweischalige Außenmauerwerk mit dazwischen liegender Luftschicht die übliche Bauweise. Eine schnelle und kostengünstige Möglichkeit der energetischen Sanierung bietet die nachträgliche Hohlraumdämmung des zweischaligen Außenmauerwerks, indem die Luftschicht vollständig mit Dämmstoff verfüllt wird.

Die Funktion der Luftschicht – das Belüften und Entfeuchten der Mauerwerkskonstruktion – wird durch diese Maßnahme aufgehoben. Darin könnte ein Schadenspotenzial (Feuchte) des Verfahrens gesehen werden.

Um die Auswirkungen und die möglichen Risiken der nachträglichen Hohlraumdämmung zu untersuchen, wurde an der Jade Hochschule in Oldenburg im Fachgebiet Baustofftechnologie und Bauwerks-erhaltung über einen Zeitraum von zwei Jahren ein Forschungsvorhaben mit dem Thema „Nachträgliche Hohlraumdämmung – Anwendung und Dauerhaftigkeit“ durchgeführt. Die genaue Festlegung bzw. die Überprüfung der Randbedingungen, bei denen eine nachträgliche Hohlraumdämmung unter bauphysikalischen Gesichtspunkten möglich ist, stellte den Schwerpunkt dieses Vorhabens dar. In diesem Zusammenhang wurden Materialdaten der Dämm- und Baustoffe im Labor ermittelt und anhand dieser Parameter numerische Simulationen zum Feuchte- und Wärmeverhalten des gedämmten Mauerwerks durchgeführt. Außerdem wurde in einem Feldver-

such die Wasseraufnahme und das Setzungsverhalten der Dämmstoffe überprüft. Zudem erfolgten Untersuchungen an Gebäuden vor und nach dem Einbringen einer Hohlraumdämmung. Die Ergebnisse dieses Forschungsvorhabens werden im vorliegenden Leitfaden zusammengefasst.

Ziel dieses Leitfadens ist es, eine Übersicht über die Möglichkeiten und Grenzen einer nachträglichen Hohlraumdämmung des Außenmauerwerks zu geben. Dies beinhaltet Anweisungen und Empfehlungen zu Voruntersuchungen am Gebäude sowie vorbereitende Maßnahmen bei der Durchführung und der anschließenden Qualitätskontrolle der Dämmmaßnahme.

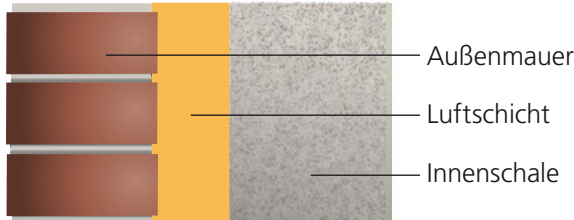
Aufgrund der starken Nachfrage der Erstauflage (2010) liegt nun die zweite, überarbeitete Auflage vor. Neben einigen kleineren Überarbeitungen wurde diese Auflage um eine Auflistung derzeit zugelassener Dämmstoffe erweitert (Stand Juli 2012). Der Leitfaden soll Arbeitsgrundlage für Energieberater, Architekten, Ingenieure, ausführenden Firmen sowie Eigenheimbesitzer sein.

### *Das Projektteam*



## Inhaltsverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| <b>Vorteile</b>                                 |    |
| Hohlraumdämmung spart Energie ...               | 2  |
| ... und steigert den Wohnkomfort                | 3  |
| <b>Dämmstoffe</b>                               |    |
| Dämmstoffgruppen                                | 5  |
| Anforderungen an die Dämmstoffe                 | 7  |
| <b>Bestandsuntersuchungen</b>                   |    |
| Warum Bestandsuntersuchungen                    | 10 |
| Zustand der Vormauerschale                      | 11 |
| Zustand der Luftschicht und der Mauerwerksanker | 12 |
| Undichtigkeiten an den Mauerschalen             | 12 |
| Weitere Besonderheiten am Gebäude               | 12 |
| <b>Ergänzende Untersuchungen</b>                |    |
| Wärmebrücken                                    | 13 |
| Feuchteverhalten der Wand                       | 14 |
| <b>Ausführung</b>                               |    |
| Abdichten der Hohlschicht                       | 15 |
| Dämmen über das Dach                            | 15 |
| Anordnung der Einblasöffnungen                  | 16 |
| Dämmen über das Kleinlochverfahren              | 16 |
| Dämmen über das Großlochverfahren               | 16 |
| <b>Qualitätskontrolle</b>                       | 17 |
| <b>Dämmstoffe und ihre Eigenschaften</b>        | 18 |
| <b>Impressum</b>                                | 19 |
| <b>Checkliste</b>                               | 20 |



**Wandaufbau eines ungedämmten zweischaligen Mauerwerks**

## Hohlraumdämmung spart Energie ...

Nach Angaben des Institutes für Bauforschung e.V. Hannover (Oktober 2007) sind nur 10 % des heutigen Gebäudebestandes nach der Energiekrise der 1970er Jahre errichtet worden. Dadurch erfüllen lediglich 10 % der Gebäude annähernd die Anforderungen der 2. Wärmeschutzverordnung von 1982. Seitdem sind die Anforderungen jedoch weiter gestiegen, mit dem Ziel, den Energieverbrauch zu senken. Das lässt sich allerdings nur durch einen hohen bautechnischen Aufwand realisieren.

Zwischen 1900 und 1970 gebaute Häuser wurden in Norddeutschland in der Regel mit zweischaligem Mauerwerk errichtet: Das innere Mauerwerk bildet

## Die Vorteile auf einen Blick:

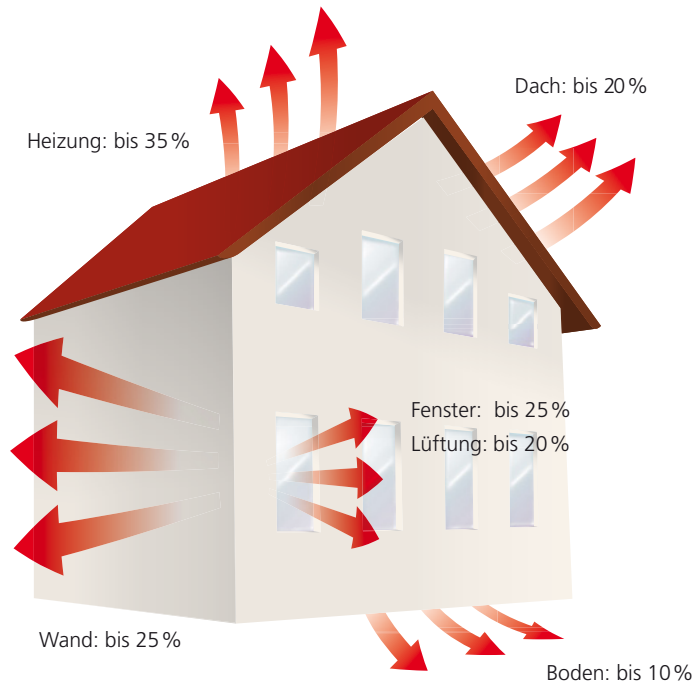
### Nachträgliche Hohlraumdämmung

- spart Energie
- verbessert das Wohnraumklima
- ist ein Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz
- steigert den Wert des Gebäudes

das tragende Gerüst des Hauses, das äußere Mauerwerk den Witterungsschutz, dazwischen befindet sich eine Luftschicht von 4 bis 9 Zentimetern.

Da bei einem ungedämmten Einfamilienhaus bis zu 25 % des Heizenergieverbrauches über die Außenwand „verloren gehen“, ist die nachträgliche Dämmung der Außenwände von Altbauten eine energetisch sinnvolle Maßnahme. Dadurch können bis zu 15 % des gesamten Heizenergieverbrauchs eines Einfamilienhauses eingespart werden.

Die nachträgliche Hohlraumdämmung bietet, bezogen auf die Investitionskosten, hohe Einsparpotenziale. Die Maßnahme amortisiert sich bereits nach wenigen Jahren.



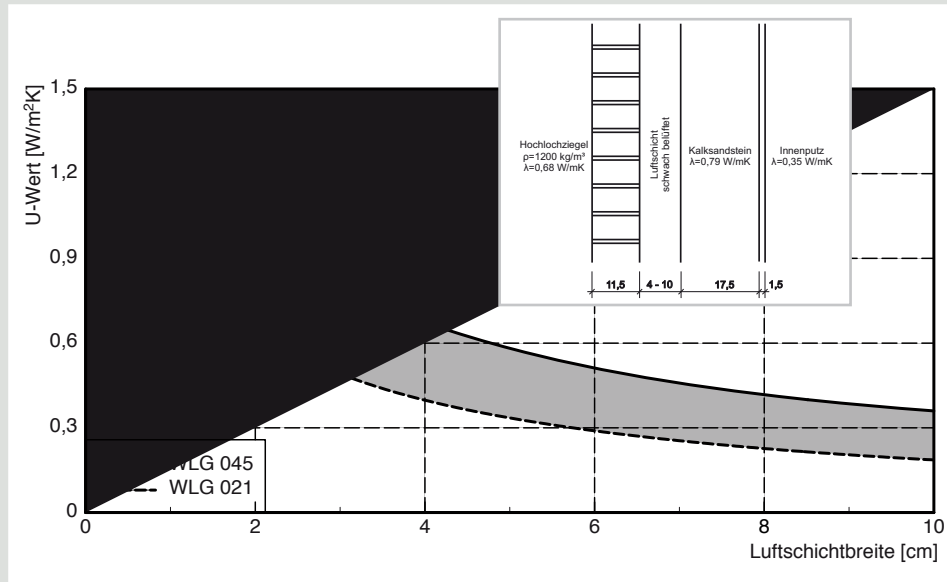
**Energieverluste eines ungedämmten Einfamilienhauses**

## ... und steigert den Wohnkomfort

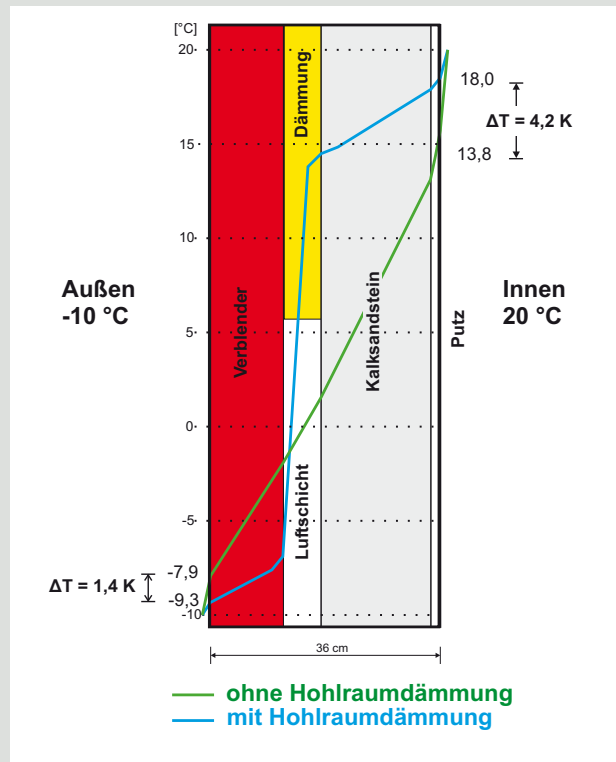
Bei einer ungedämmten Außenwand mit Luftschicht liegt der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) bei ca.  $1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Durch die Dämmung einer 6 cm breiten Luftschicht (WLG 045) reduziert sich der U-Wert auf  $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Dies entspricht einer Verringerung des U-Wertes um ca. 66 %. Aus der Verringerung des Wärmedurchgangs resultiert eine Temperaturerhöhung der Innenoberfläche, wodurch der Wohnkomfort sowie die Behaglichkeit im Innenraum verbessert und die Schimmelpilzgefahr verringert wird.

**Der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert)** ist ein Maß für den Wärmestromdurchgang durch ein Bauteil. Er setzt sich aus den Schichtdicken sowie der jeweiligen Wärmeleitfähigkeit der Baustoffe zusammen. Je geringer der U-Wert einer Konstruktion, desto besser ist die Dämmwirkung.

**Die Wärmeleitgruppe (WLG)** eines Baustoffes macht eine Aussage über dessen Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$ . Ein Material der WLG 045 hat die Wärmeleitfähigkeit von  $\lambda = 0,045 \text{ W/mK}$ . Dies ist ein Maß für den Wärmestrom durch einen Baustoff von 1 m Dicke, wenn die Temperaturdifferenz der Oberflächen ein Kelvin ( $1^\circ\text{C}$ ) beträgt. Je geringer die WLG des Baustoffes, desto besser ist die Dämmwirkung.



Verringerung des U-Wertes durch das Einbringen von Dämmstoffen mit unterschiedlichen Wärmeleitgruppen für den oben dargestellten Wandaufbau mit zunehmender Luftschichtbreite



Beispielhafte Darstellung des Temperaturverlaufes über einen Wandquerschnitt vor und nach einer Dämmmaßnahme. Die Temperaturerhöhung der Innenoberfläche beträgt in diesem Fall 4,2 K





**Mineralwolle (MW)**



**Mineralwolle (MW) in der Hohlschicht**



**Polystyrol (EPS)**



**Polystyrol (EPS) in der Hohlschicht**

## Dämmstoffgruppen

### Mineralwolle (MW)

Mineralfaserdämmstoffe sind anorganische Dämmstoffe, die aus Glas- oder Steinmaterialien hergestellt werden. Glaswolle besteht zu ca. 60 % aus Altglas sowie aus Quarzsand und Kalkstein. Steinwolle wird aus Gesteinen, wie zum Beispiel Diabas, Dolomit und Kalkstein hergestellt. Mineralwolle hat einen Faseranteil von mindestens 90 % und kann außerdem Kunstharze als Bindemittel und Öle zur Staubminderung enthalten. Bei der Herstellung werden die Rohstoffe bei ca. 1400 – 1500 °C geschmolzen, um anschließend die Schmelze zu zerfasern. Dies kann je nach Herstellungsmethode im Schleuder-, Blas- oder Ziehverfahren erfolgen.

### Expandierter Polystyrolschaum (EPS) und Extrudierter Polystyrolschaum (XPS)

Sowohl EPS als auch XPS bestehen aus Polystyrol und Flammenschutzmittel. Bei der Herstellung von Polystyrol-Partikelschaum (EPS) wird durch Polymerisation aus dem Ausgangsstoff Styrol, unter Zugabe des Treibmittels Pentan, Polystyrolgranulat. Das Granulat bläht sich bei der nachfolgenden Behandlung mit Wasserdampf auf das 20 bis 50-fache auf. Diese expandierten Polystyrol-Kügelchen werden zur Kerndämmung verwendet.

Die Herstellung von XPS findet in dem so genannten Extruder statt. Dort wird Polystyrolgranulat geschmolzen und nach Zugabe vom Treibmittel (meist CO<sub>2</sub>) auf ein Fließband ausgetragen. Das geschmolzene Material bläht dabei stark auf, behält jedoch eine zu 98 % geschlossenzellige Struktur. XPS-Granulat wird aus den recycelten XPS-Platten hergestellt.



**Bläherlite**



**Bläherlite in der Hohlschicht**



**Harnstoff-Formaldehydharz-Ortschaum (UF)**



**UF in der Hohlschicht**

## Bläherlite

Perlite ist ein glasartiges Gestein aus der Lava unterseeischer Vulkane. Dieses Vulkangestein wird zu kleinen Perlitekörnern zermahlen und anschließend schockartig auf über 1.000 °C erhitzt. Dadurch entweicht das chemisch gebundene Kristallwasser aus dem sandkorn-großen Gestein. Dies führt zu einem Aufblähen auf das 20-fache seines Ausgangsvolumens.

## Polyurethan-Hartschaum und -Ortschaum (PUR)

Polyurethan besteht aus Polyol und Poly-Isocyanat. Als Treibmittel werden meist Pentan, CO<sub>2</sub>-Pentan-Mischungen oder HFKW verwendet, weiterhin werden Flammenschutzmittel zugegeben. PUR-Granulat wird aus recycelten Produktionsreststücken aus Polyurethan hergestellt. Bei der Herstellung des Ortschaums hingegen werden die zwei Hauptkomponenten erst auf der Baustelle mit mobilen Hochdruckgeräten, mittels beheizter Schläuche, zu einer Spritzpistole gepumpt und dort auch vermischt.

## Harnstoff-Formaldehydharz-Ortschaum (UF)

Harnstoff-Formaldehydharz-Ortschaum ist ein offenzelliger Schaum, der aus den Systemkomponenten Schaum und Kunstharz besteht. Die Gebinde mit den Ausgangsstoffen werden im Werk hergestellt. Beim Einbringen werden die Systemkomponenten vor Ort mithilfe einer speziellen Technik mit Luft ver-

mischt und in die Hohlräume eingeschäumt.

## Blähglas

Als Rohstoff für Blähglas dient Altglas. Das gebrochene Altglas wird zu feinem Glasmehl zermahlen und nach Zugabe von Wasser, Bindemittel und Blähmittel auf ca. 900 °C erhitzt. Beim anschließenden Abkühlen wird das Material entweder zu rundem Blähglasgranulat oder zu grobem Schotter verarbeitet.

## Aerogel

Aerogel wird hauptsächlich aus Silikaten, aber auch aus Metalloxiden oder Polymeren hergestellt. Bei der Herstellung gelieren diese Stoffe unter Zugabe eines Katalysators in einer Flüssigkeit. Anschließend wird das entstandene Gel unter extremen Bedingungen getrocknet.





Blähglas



Blähglas in der Hohlschicht



Aerogel



Aerogel in der Hohlschicht

## Anforderungen an die Dämmstoffe

*Für die nachträgliche Hohlraumdämmung werden Granulate oder Schäume eingesetzt, die über kleine Öffnungen in die Hohlschicht eingebracht werden. Für eine erfolgreiche Maßnahme sollten folgende Anforderungen an die Dämmstoffe beachtet werden:*

### Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

Grundsätzlich dürfen für die nachträgliche Dämmung des Außenmauerwerks nur Materialien verwendet werden, die vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) für diese Maßnahme zugelassen sind. In der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung (abZ) werden sowohl die Eigenschaften des Materials als auch wichtige Bestimmungen für die Ausführung aufgeführt.

### Wärmeschutz

Entscheidend für den Wärmeschutz ist die Wärmeleitgruppe des Dämmstoffes. Diese sollte möglichst niedrig sein, um eine hohe Dämmwirkung zu erzielen. Bei den im Forschungsvorhaben untersuchten Dämmstoffen liegt die Wärmeleitgruppe zwischen 0,05 W/mK und 0,021 W/mK.

### Brandschutz

Ein weiteres Kriterium für die Wahl des Dämmstoffes ist die Brandschutzklasse des Materials. Diese wird entweder nach DIN 4102-1 (8-1998) oder nach EN 13501-1 (1-2010) angegeben. Für die Auswahl der Brandschutzklasse gelten die jeweiligen Landesbauordnungen.

| Bauaufsichtliche Benennungen | Brandschutzklasse nach EN 13501-1 (1-2010) | Brandschutzklasse nach DIN 4102-1 (8-1998) |
|------------------------------|--|--|
| Nicht brennbar               | A1, A2                                     | A1, A2                                     |
| Schwer entflammbar           | B, C                                       | B1   |
| Normal entflammbar           | D, E                                       | B2   |
| Leicht entflammbar           | F  | B3   |

**Das Deutsche Institut für Bau-technik (DIBt) erteilt als deutsche Zulassungsstelle allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen (abZ) für Bauprodukte und Bauarten sowie europäische technische Zulassungen (ETZ) für Bauprodukte und Bauteile. Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen werden für solche Bauprodukte und Bauarten im Anwendungsbereich der Landesbauordnungen erteilt, für die es allgemein anerkannte Regeln der Technik und insbesondere DIN-Normen, nicht gibt oder die von diesen wesentlich abweichen. Sie sind zuverlässige Verwendbarkeitsnachweise von Bauprodukten bzw. Anwendbarkeitsnachweise von Bauarten im Hinblick auf bautechnische Anforderungen an Bauwerke.**

**Der Wasserdampfdiffusionswiderstand  $\mu$  gibt an, um welchen Faktor das betreffende Material gegenüber Wasserdampf dichter ist als eine gleich dicke, ruhende Luftschicht. Je größer der  $\mu$ -Wert, desto dampfdichter ist ein Baustoff. Je kleiner der  $\mu$ -Wert, desto besser kann der Wasserdampf von warmer zu kalter Seite diffundieren.**

## Feuchteschutz

Um zu verhindern, dass durch die Außenschale eindringendes Wasser über die Dämmschicht bis zur Innenschale weitergeleitet und die Dämmwirkung durch Aufnahme von Wasser verringert wird, ist nach DIN 1053-1 (11-1996) nur der Einsatz von hydrophobierten (wasserabweisenden) Materialien erlaubt. Außerdem sollte das Material einen möglichst geringen Wasserdampfdiffusionswiderstand ( $\mu$ -Wert) aufweisen. Der Wasserdampfdiffusionswiderstand der derzeit zugelassenen Dämmstoffe liegt zwischen 1 und 5 und ist daher für die Auswahl des Dämmstoffs nicht entscheidend.

## Setzungs- und Schrumpfverhalten

Durch Setzungen und/oder Schrumpfungen des Dämmmaterials entstehen Freiräume in der Dämmschicht, die Wärmebrücken darstellen und bei einer Qualitätskontrolle sichtbar werden. Diese Bereiche sollten nachgefüllt werden, um Bauschäden zu vermeiden. Eine Angabe bezüglich des Setzmaßes im Hohlraum (Angabe in %) ist nur teilweise in den abZ der Dämmstoffe angegeben.

## Verarbeitung

Beim Einfüllen des Dämmstoffes ist dessen Staubentwicklung zu berücksichtigen, da diese unangenehm für die ausführenden Personen ist (siehe Sicherheitsdatenblatt des Dämmstoffes) und zu Verschmutzungen im Innenraum führen kann.

Das Fließverhalten des Materials ist besonders bei späteren Sanierungsmaßnahmen am Mauerwerk (z. B. beim Austausch der Fenster) relevant. Ist ein Dämmstoff fließfähig, besteht die Möglichkeit, dass er bei solchen Maßnahmen durch entstehende Öffnungen aus der Hohlschicht rieselt. Jedoch sind die Verarbeiter in der Lage, die Dämmstoffe nachträglich zu „verkleben“.

## Feuchteaufnahme (Labor- und Feldversuch)

Die Feuchteaufnahme wird über die wasserabweisende Wirkung der Dämmstoffe ermittelt und ist eine wichtige Eigenschaft, die für den Feuchteschutz des Innenmauerwerks maßgeblich ist. In den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen (abZ) der Dämmstoffe werden daher Grenzwerte für die zulässige Wasseraufnahme angegeben. Die in den abZ genannten Prüfungen zur wasserabweisenden Wirkung der Dämmstoffe wurden im Rahmen des Forschungsvorhabens durchgeführt, um das Einhalten der Grenzwerte zu kontrollieren. Um die Anforderungen zu vergleichen, wurden diese in Volumenprozent (V.-%) umgerechnet. Die Grenzwerte für die verschiedenen Dämmstoffe sind teilweise sehr unterschiedlich, wurden im Laborversuch jedoch eingehalten.

Zudem wurden in einem Feldversuch Probekörper der freien Bewitterung ausgesetzt. Bei den Probekörpern handelte es sich um Wände aus zweischaligem Mauerwerk, dessen Luftschicht mit verschiedenen Dämmstoffen gefüllt wurde. Jede Wand bestand aus zwei Bereichen. Auf der einen Seite waren Lüftungsöffnungen im unteren Bereich angeordnet, auf der anderen blieben diese geschlossen. In beiden Bereichen konnte die Feuchtigkeit in der Dämmebene an zwei Stellen mithilfe eines GANN-Gerätes (Feuchtemessgerät) ermittelt werden.

Im Feldversuch konnte die Funktion der Lüftungsöffnungen als Entwässerungsöffnungen nur für einen der untersuchten Dämmstoffe ermittelt werden. Bei den anderen Dämmstoffen war keine eindeutige Auswirkung festzustellen.

Weiterhin wurde im Feldversuch das Setzungs- und Schrumpfverhalten der Dämmstoffe beobachtet. Die Setzungen der Granulate entsprachen den Angaben der abZ.



**Übersicht der Probekörper im Feldversuch**



**Feuchtemessung an einem Probekörper (GANN-Gerät)**



**Salzausblühungen/Algen unterhalb des Fensters**



**Bestimmung der Wasseraufnahme der Vor-mauerziegel (nach Karsten)**



**Riss (0,5 mm) in der Außenfassade**

## Warum Bestandsuntersuchungen

Kein Gebäude gleicht dem anderen – gerade deshalb ist vor jeder Sanierungsmaßnahme eine individuelle Betrachtung des jeweiligen Bauwerkes und der Luftschicht unbedingt erforderlich. Bei umfangreichen Sanierungsmaßnahmen oder außergewöhnlichen Gebäuden sollte zusätzlich zu den ausführenden Fachfirmen ein Planer oder Energieberater hinzugezogen werden.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden Voruntersuchungen an ungedämmten Gebäuden durchgeführt, um folgende Fragestellungen zu betrachten:

- Welche Untersuchungen sind im Rahmen einer nachträglichen Dämmung der Hohlschicht bereits im Vorfeld (vor dem Einbringen der Dämmung) erforderlich und empfehlenswert, um gegebenenfalls daraus resultierende Bauschäden zu verhindern?
- Wie sollten die entsprechenden Voruntersuchungen aussehen, und welche Schwierigkeiten könnten sich aufgrund der unterschiedlichen Materialparameter ergeben?



## Zustand der Vormauerschale

Wird im Vorfeld der Dämmmaßnahme der Zustand der Vormauerschale genau untersucht, können ggf. Probleme durch eindringende und aufsteigende Feuchtigkeit verhindert bzw. berücksichtigt werden. Dazu wird das Außenmauerwerk oder die Putzfassade auf Schwachstellen wie Risse oder Abplatzungen untersucht. Sind Salzausblühungen an der Oberfläche vorhanden, deuten diese auf erhöhte Feuchtigkeit im Mauerwerk hin. Unter Umständen ist es erforderlich, bei den Voruntersuchungen die Wasseraufnahme der Vormaueriegel und des Mörtels zu bestimmen. Ist die Fassade mit einem Putz und/oder einem Anstrich versehen, ist eine Ermittlung des Wasserdampfdiffusionswiderstandes erforderlich.

Die Untersuchung der Vormauerschale wird für einige Dämmstoffe bereits in der abZ gefordert und ist in jedem Fall zu empfehlen bzw. erforderlich.



**diffusionsdichter Anstrich**



**Diffusionsuntersuchungen einer Putzmörtelprobe**

Wasserdampf diffundiert aufgrund von unterschiedlichen Wasserdampfteildrücken durch Baustoffe und Bauteile. Je dichter ein Baustoff ist, desto geringer ist die Wasserdampfdiffusion. Eine dampfdichte Schicht an der Außenseite der Wand behindert daher die Wasserdampfdiffusion vom Innenraum nach außen. Durch die Ermittlung des Wasserdampfdiffusionswiderstandes kann das Ausmaß dieser Behinderung überprüft werden.





**Endoskopieaufnahme eines Hohlraumes mit Mauerwerksanker**



**Mörtelreste/Bauschutt im Hohlraum**



**Undichtigkeit im oberen Anschlussbereich des Fensters**



**Undichtigkeiten im Bereich des Rolladenkastens**

## Zustand der Luftschicht und der Mauerwerksanker

Vor der Durchführung einer Dämmmaßnahme ist es notwendig, den Zustand der Luftschicht zu überprüfen. Dazu wird der Hohlraum zwischen dem zweischaligen Mauerwerk mithilfe eines Endoskopiegerätes visuell untersucht. Je nach Ausführung des Mauerwerks ist es möglich, dass sich in der Luftschicht Mörtelreste und/oder Bauschutt befinden. Diese bilden nach der Verfüllung eine Wärmebrücke, die zu Schäden am Bauwerk führen kann. Zusätzlich muss bei Gebäuden nach abZ die Anzahl und die Funktionsfähigkeit der Mauerwerksanker (Drahtanker) überprüft werden, damit die Standsicherheit der Vormauerschale gewährleistet ist. Durch die Untersuchungen der Luftschicht können gegebenenfalls weitere erforderliche Maßnahmen (Entfernung von Mörtelresten/Bauschutt, zusätzliche Verankerung der Vormauerschale) im Vorfeld berücksichtigt werden.

## Undichtigkeiten an den Mauerschalen

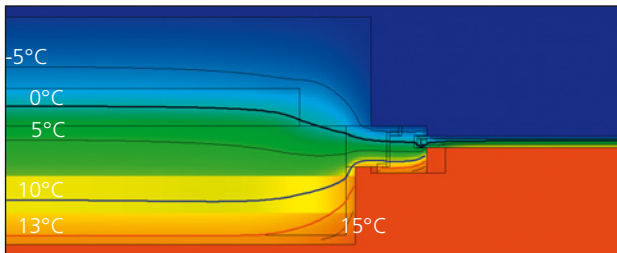
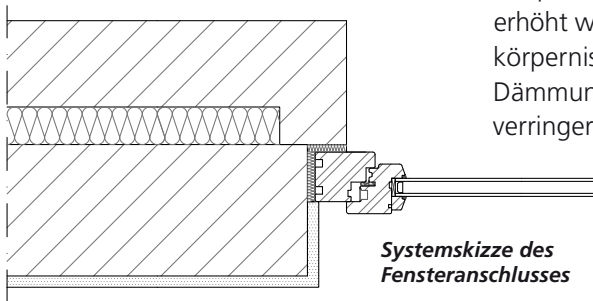
Unmittelbar vor dem Einfüllen der Wärmedämmung sollten die Mauerwerkschalen (innen und außen) auf Dichtigkeit überprüft werden, um ein „Ausrieseln“ der Dämmstoffe zu verhindern. Dies kann mithilfe von synthetischem Nebel geschehen, welcher über die Einfüllöffnungen in die Luftschicht eingeblasen wird. Tritt in einem Bereich Rauch aus, kann diese Stelle direkt abgedichtet werden. Typische Schwachstellen befinden sich in Anschlussbereichen, z. B. bei Fenstern und Rollladenkästen.

## Weitere Besonderheiten am Gebäude

Auch die Bewohner des Gebäudes können hilfreiche Informationen geben, die im Rahmen einer nachträglichen Dämmung des Hohlraumes berücksichtigt werden sollten. Gibt es Feuchtigkeitsprobleme im Sockelbereich? Ist eine Innenverkleidung vorhanden und kann dadurch das Innenmauerwerk nicht untersucht werden? Unabhängig davon sollte ein Vor-Ort-Gespräch mit der ausführenden Firma erfolgen.

## Wärmebrücken

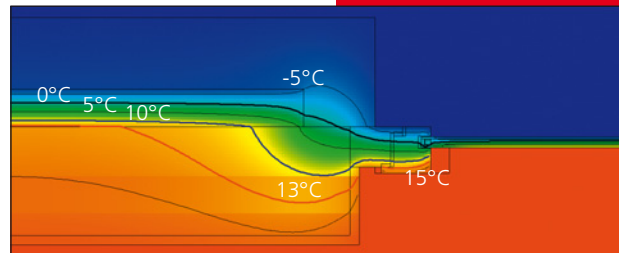
Durch das Einbringen der Hohlraumdämmung erhöht sich die Oberflächen-temperatur an der Innenseite der Wand, wodurch die Gefahr von Tauwasserbildung in der Fläche verringert wird. Jedoch gibt es Bereiche wie zum Beispiel Fensteröffnungen, Heizkörpernischen und durchgemauerte Ecken, in denen die nachträgliche Hohlraumdämmung nicht eingebracht werden kann. Dort bilden sich in der Regel schon beim ungedämmten Gebäude Wärmebrücken. Werden im Rahmen der energetischen Sanierung in diesen Bereichen keine zusätzlichen Maßnahmen ergriffen, kann sich der Einfluss der Wärmebrücke erhöhen und es kann zu Schimmelpilzbildung und/oder zu Tauwasserausfall kommen.



Temperaturverlauf ohne Dämmung der Luftschicht

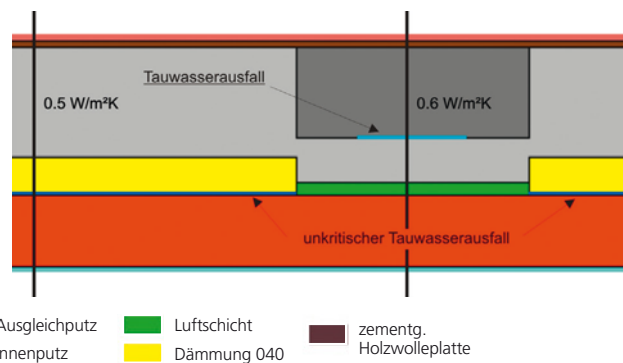
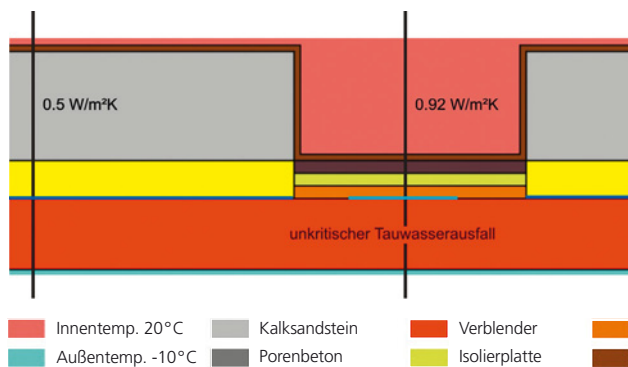
Von besonderer Bedeutung ist der Bereich der Fensterlaibungen. Wird die Luftschicht nachträglich gedämmt, verschiebt sich der Temperaturverlauf. Im Vergleich zur Wandfläche ist die Oberflächentemperatur an der Fensterlaibung gering und es besteht die Gefahr von Tauwasser- und Schimmelpilzbildung. Diese kann durch eine weitere Dämmung der Fensterlaibungen zum Beispiel mit Kalziumsilikatplatten minimiert werden.

Im Bereich der Heizungs-nische ist es je nach Ausführung ähnlich. Auch hier kann es zu einem Tauwasserausfall kommen. Dies wird in der Regel jedoch durch den Betrieb des Heizkörpers im Winter verhindert, da so die Oberflächentemperatur in der Heizkörper-nische erhöht wird. Durch Ausmauern der Heizkörper-nische und/oder zusätzliche Dämmung kann die Gefahr noch weiter verringert werden.



Temperaturverlauf mit Dämmung der Luftschicht

Als geometrische Wärmebrücke bezeichnet man einzelne, örtlich begrenzte Bereiche einer Baukonstruktion, durch die mehr Wärme fließen kann als durch die umgebenden Flächen. Eine Wärmebrücke bewirkt an einzelnen Stellen niedrigere Oberflächentemperaturen, dadurch entsteht die Gefahr von Schimmelpilzbildung und Tauwasserschäden. Weiterhin verursachen die Wärmebrücken einen erhöhten Wärmeverlust und dadurch einen höheren Heizenergiebedarf.



**Heizkörpernischen stellen immer eine Wärmebrücke dar. In diesem Bereich ergeben sich unterschiedliche Möglichkeiten der energetischen Sanierung. Die Gefahr der Tauwasserbildung ist zu berücksichtigen.**

Außerdem wurden die Auswirkungen von Bindersteinen im Mauerwerk berücksichtigt. Im Rahmen der Untersuchung konnte keine Gefahr der Schimmelpilzbildung durch die Wärmebrücke Binderstein ermittelt werden, da der Einfluss dieser Bereiche zu gering ist und sich die Oberflächentemperaturen durch die Dämmung erhöhen.

## Feuchteverhalten der Wand

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden Simulationsberechnungen zum thermisch-hygrischen Verhalten (Temperatur und Feuchte) von zweischaligen Außenwänden unter Annahme verschiedener Randbedingungen mit dem Simulationsprogramm Delphin® durchgeführt.

Aus diesen Berechnungen ergab sich, dass ein Mauerwerk auch nach einer Dämmung des zweischaligen Außenmauerwerks wieder austrocknet. Wird das Innenmauerwerk zu Beginn der Berechnung feucht angenommen, so ist die Trocknungszeit bei einem Wandaufbau mit Dämmschicht etwa dreimal so lang wie bei

einem Wandaufbau mit belüfteter Luftschicht. Die Trocknung erfolgt zur Innenseite der Wand. Bei normalen Bedingungen im Innenraum (20 °C, 50 % relative Luftfeuchte) werden alle Anforderungen an den Feuchteschutz erfüllt, solange ein Austrocknen nach innen möglich ist. Kann die Raumluft an der Innenseite jedoch nicht genügend Feuchtigkeit aufnehmen (niedrige Temperatur, hohe relative Luftfeuchte) oder ist eine Abdichtung an der Innenseite der Wand vorhanden, kann die Trocknung so stark eingeschränkt werden, dass Feuchtigkeitsprobleme auftreten können.

Die Ergebnisse aus dem Forschungsvorhaben stellen eine Möglichkeit zur Einschätzung des thermisch-hygrischen Verhaltens von Außenwänden unter bestimmten Randbedingungen dar. Es ist jedoch zu empfehlen, mithilfe der Ergebnisse aus den Voruntersuchungen auf das jeweilige Objekt abgestimmte Simulationen durchzuführen. Dies ist besonders dann erforderlich, wenn die Randbedingungen Besonderheiten aufweisen, wie zum Beispiel:

- geringe Temperaturen im Innenraum (< 20 °C)
- hohe Luftfeuchten im Innenraum (> 50 % relative Luftfeuchte)
- Behinderung der Dampfdiffusion an der Außen- und / oder Innenseite der Wand (z. B. Anstrich, Fliesen).



**Abdichten der Hohlschicht am Giebel**



**Einfüllen des Dämmmaterials über das Dach**

## Abdichten der Hohlschicht

Vor dem Einbringen des Dämmstoffes ist zu prüfen, ob die Hohlschicht am Giebel oder an der Traufe offen ist. Dazu werden die Dachpfannen in diesem Bereich entfernt und die ggf. vorhandene Folie gesäubert und angeschnitten. Ist die Hohlschicht darunter nicht mit Bindersteinen, aufgelegten Platten o. ä. verschlossen, könnte das eingefüllte Dämmmaterial am „Kopf“ der Hohlschicht wieder austreten. Daher sollte die Hohlschicht in diesem Fall mit einem entsprechenden Material abgedichtet werden. Im Anschluss wird die Dachfolie mit einem geeigneten Klebeband verschlossen und die Dachpfannen werden wieder aufgelegt.

## Dämmen über das Dach

Ist ein Abdichten der Hohlschicht am Kopfpunkt erforderlich, so ist sie in diesem Bereich leicht zugänglich, da die Dachpfannen entfernt sind und die Folie zerschnitten ist. In diesem Fall bietet es sich an, die Hohlschicht vom Dach aus zu dämmen, um die Fassade zu schonen. Jedoch sind auch bei diesem Verfahren im Bereich von Problemstellen, wie engen Mauerabschnitten oder unter Fenstern, zusätzliche Einblasöffnungen im Mauerwerk erforderlich.

*Die Ausführung sollte nur von einem Fachbetrieb vorgenommen werden.*





**Unterhalb von Fenstern kann eine Trichterbildung des Dämmmaterials entstehen. Daher ist hier mindestens ein zusätzliches Bohrloch anzuordnen.**



**Beim Kleinlochverfahren werden die Bohr-  
löcher in der Schnittstelle von Lager- und  
Stoßfuge eingebracht.**



**Einfüllen des Dämmmaterials mit dem Klein-  
lochverfahren**



**Für das Großlochverfahren werden ganze  
Steine aus der Fassade entnommen.**

## Anordnung der Einblasöffnungen

Das Dämmmaterial wird über Öffnungen in die Hohl-  
schicht eingebracht, wobei Anzahl und Lage der Einblasöffnungen von der Aus-  
wahl des Dämmstoffes und den örtlichen Gegebenheiten abhängen. Bei der Anordnung müssen Problemstellen wie Fenster und Türen  
oder enge Mauerabschnitte berücksichtigt werden, da sich hier un-  
verfüllte Bereiche bilden können, die dann als Wärmebrücke wirken.

## Dämmen über das Kleinlochverfahren

Ist eine Abdichtung der Hohl-  
schicht am Kopfpunkt bereits vorhan-  
den, so wird in der Regel das Kleinlochverfahren angewandt. Bei  
diesem Verfahren wird der Dämmstoff über Bohrlöcher mit einem  
Durchmesser von 20 – 30 mm in der Schnittstelle von Lager- und  
Stoßfuge der Vormauerschale eingebracht. Nach dem Verfüllen  
werden die Öffnungen wieder fachgerecht und farblich angepasst  
verfugt. Wird im Innenraum eine Sanierung durchgeführt, so ist  
es auch möglich, den Dämmstoff von innen einzubringen.

## Dämmen über das Großlochverfahren

Sind die Fugen der Vormauerschale zu klein oder ist das Dämm-  
material nicht für das Kleinlochverfahren geeignet, so müssen ganze  
Steine entfernt werden, um das Dämmmaterial einzufüllen. Nach  
dem Verfüllen werden diese wieder fachgerecht eingesetzt und farb-  
lich passend verfugt.



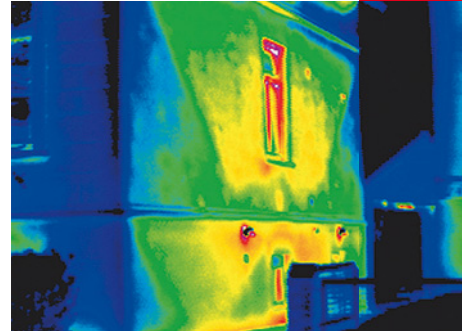
# Qualitätskontrolle

Das Forschungsvorhaben hat gezeigt, dass eine Qualitätskontrolle der Dämmmaßnahme in jedem Fall zu empfehlen ist. An 17 Gebäuden erfolgte nach einer Dämmung eine Kontrolle durch Thermografieaufnahmen. Nach Auswertung wurden an 7 von 17 untersuchten Gebäuden Auffälligkeiten des Dämmmaterials vermutet. Aufgrund dieser Vermutung wurden die auf den Bildern sichtbaren „Fehlstellen“ mithilfe von Endoskopieaufnahmen überprüft. Auf diese Weise konnte bestätigt werden, dass sich in den vermuteten Bereichen kein Dämmmaterial befand. Derartige Auffälligkeiten entstehen zum Beispiel durch falsche Anordnung der Bohrungen beim Verfüllen oder durch Setzungen des Dämmmaterials. Sie wirken als Wärmebrücken, an denen Schimmelbildung möglich ist. In diesen Bereichen sollte nachverfüllt werden.

Mithilfe der Endoskopieuntersuchung konnte die Thermografie als eine empfehlenswerte Maßnahme zur Qualitätskontrolle, um Fehlstellen zuverlässig aufzudecken, bestätigt werden. Als Voraussetzung für eine aussagefähige Thermografie sollten folgende Randbedingungen eingehalten werden:

- Temperaturunterschied von ca. 15 Kelvin zwischen dem Innen- und dem Außenklima
- stabile Temperaturdifferenz
- keine Sonneneinstrahlung auf die zu untersuchenden Bauteile
- Abstrahlungen berücksichtigen (Nachbargebäude etc.)
- trockene Fassadenoberfläche (kein Niederschlag)
- Windstärke < 3 m/s.

Außerdem treten einige Auffälligkeiten erst nach einer gewissen Zeit auf, da sie durch Setzungen des Materials entstehen. Es wird daher empfohlen, die Thermografieaufnahmen nicht direkt nach der Dämmung durchzuführen, sondern bis zur nächsten Heizperiode zu warten.



*Thermografieaufnahme mit sichtbaren Schwach-/Fehlstellen (qualitativ)*



*Endoskopieaufnahme → im Bereich der vermuteten Fehlstelle ist tatsächlich keine Dämmung vorhanden!*

Dämmstoffe und ihre Eigenschaften (Stand Juli 2012)

Die Tabelle zeigt eine Auflistung aller derzeit zugelassenen Dämmstoffe für die nachträgliche Hohlraumdämmung und ihre Eigenschaften (nach allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen).

| Dämmstoffeigenschaften<br>nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung |                                   | Wärmeleitfähigkeit<br>[W/mK]      |       | Baustoffklasse<br>(Brandverhalten) |            | fließfähig | Schüttdichte<br>[kg/m³] |            | Setzmaß<br>im<br>Hohlraum<br>[%] | Körnung<br>[mm] |       |       |
|--|-----------------------------------|-----------------------------------|-------|------------------------------------|------------|------------|-------------------------|------------|----------------------------------|-----------------|-------|-------|
|  |                                   |                                   |       | DIN 4102-1                         | EN 13501-1 |            | lose                    | verdichtet |                                  |                 |       |       |
| Mineralwolle (MW)  |                                   | ASTRATHERM<br>Steinwolle-Granulat | 0,039 | A1                                 | A1         | Nein       | 75 - 130                |            | —                                | —               |       |       |
|  |                                   | ECOFIBRE KD                       | 0,040 | A1                                 | A1         | Nein       | 65 - 85                 |            |                                  |                 |       |       |
|  |                                   | FILLROCK KD                       | 0,040 | A1                                 | A1         | Nein       | 80 - 150                |            |                                  |                 |       |       |
|  |                                   | Indi-Flock/Teko-Flock             | 0,038 | A1                                 | A1         | Nein       | 80 - 100                |            |                                  |                 |       |       |
|  |                                   | Isomat Steinwolle<br>granulat ISG | 0,040 | A1                                 | A1         | Nein       | 65 - 85                 |            |                                  |                 |       |       |
|  |                                   | Paroc-lose<br>Wolle BLT 7         | 0,040 | A1                                 | A1         | Nein       | 65 - 85                 |            |                                  |                 |       |       |
|  |                                   | Supafil                           | 0,035 | A1                                 | A1         | Nein       | 30 - 40                 |            |                                  |                 |       |       |
| Polystyrol   | Partikelschaum-<br>Granulat (EPS) | DämmPerl 035                      | 0,035 | B2                                 | E          | Ja         | 16 - 20                 |            | < 7                              | < 8             |       |       |
|  |                                   | DuroPerl Plus                     | 0,033 | B2                                 | E          | Ja         | 18 - 22                 |            | —                                | < 6,3           |       |       |
|  |                                   | Easy-Fill 034                     | 0,034 | B2                                 | E          | Ja         | 11 - 14                 |            | < 3                              | < 4             |       |       |
|  |                                   | Easy-Fill 033                     | 0,033 | B2                                 | E          | Ja         | 19 - 24                 | 20 - 24    | < 2                              | < 4             |       |       |
|  |                                   | GRANUBLOW 035                     | 0,035 | B2                                 | D / E      | Ja         | 16 - 20                 |            | < 3                              | < 6             |       |       |
|  |                                   | GRANUBLOW 033                     | 0,033 | B2                                 | D / E      | Ja         | 18 - 22                 |            | < 3                              | < 6             |       |       |
|  |                                   | H2 Wall/<br>isofloc H2 Wall       | 0,033 | B2                                 | E          | Ja         | 16 - 18                 | 18 - 20    | —                                | 4 - 7           |       |       |
|  |                                   | JomaPerl                          | 0,033 | B2                                 | E          | Ja         | 20 - 25                 |            | < 5                              | < 6             |       |       |
|  |                                   | RigiBead<br>035*                  | 0,035 | B2                                 | D / E      | Ja         | 16 - 20                 |            | < 3                              | < 6             |       |       |
|  |                                   | RigiBead<br>Premium 033           | 0,033 | B2                                 | D / E      | Ja         | 18 - 22                 |            | < 3                              | < 6             |       |       |
|  | Styrodämm                         | 0,033                             | B2    | E                                  | Ja         | 16 - 20    | 18 - 22                 | < 2        | 4 - 6                            |                 |       |       |
|  | Extruderschaum-<br>Granulat (XPS) | Bodiflock<br>XPS-Einblas granulat | 0,040 | B2                                 | D / E      | Ja         | 85 - 105                |            | < 2                              | < 6             |       |       |
| Blähperlite  |                                   | Perli-Fill                        | 0,045 | A1                                 | A1         | Ja         | 65 - 78                 |            | < 10                             | < 4             |       |       |
|  |                                   | Perli-Fill F                      | 0,040 | A1                                 | A1         | Ja         | 40 - 50                 |            | < 10                             | < 1,5           |       |       |
| Polyurethan-<br>Hartschaum   | Granulat (PUR)                    | RATHIPUR<br>Dämmgranulat KD       | 0,036 | B2                                 | D / E      | Ja         | 30 - 40                 |            | < 6                              | —               |       |       |
|  | Ortschaum (PUR)                   | DuroNova                          | 0,027 | B2                                 | D / E      | Nein       | —                       |            | —                                | —               |       |       |
| Harnstoff-<br>Formaldehyd-Harz-Ortschaum<br>(UF)                       |                                   | Aminotherm                        | 0,035 | B2                                 | D / E      | Nein       | —                       |            | —                                | —               |       |       |
|  |                                   | Copa Therm                        | 0,035 | B2                                 | D / E      | Nein       |                         |            |                                  |                 |       |       |
|  |                                   | Durolan*                          | 0,035 | B2                                 | D / E      | Nein       |                         |            |                                  |                 |       |       |
|  |                                   | Eco-Schaum                        | 0,040 | B2                                 | D / E      | Nein       |                         |            |                                  |                 |       |       |
|  |                                   | Plastoschaum                      | 0,035 | B2                                 | D / E      | Ja         |                         |            |                                  |                 |       |       |
| Blähglas   |                                   | SLS 20*                           | 0,035 | 0,040                              | A1         | A1         | Ja                      | 18 - 30    |                                  | < 10            | 0 - 2 | 0 - 8 |
| Aerogel  |                                   | Nanogel Aerogel*                  | 0,021 |                                    | B1         | B / C      | Ja                      | 75 - 80    |                                  | < 10            | < 4   |       |

\*Dämmstoffe, die im Rahmen des Forschungsvorhabens (nachträgliche Hohlraumdämmung) untersucht wurden.

# Impressum

**Herausgeber** Jade Hochschule  
Wilhelmshaven/**Oldenburg**/Elsfleth  
Ofener Straße 16/19  
26121 Oldenburg

**Autoren** Prof. Dr.-Ing. Heinrich Wigger  
Dipl.-Ing. (FH) Kerstin Stölken  
Dipl.-Ing. Britta Schreiber

**Projektpartner** Ingenieurbüro Reimers & Meyer  
Bauplanung und Energieberatung

Monumentendienst  
Info- und Wartungsdienst für historische Gebäude  
Monumentendienst ist eine Initiative der gemeinnützigen Stiftung Kulturschatz Bauernhof

EWE Aktiengesellschaft

Stadt Oldenburg  
Amt für Umweltschutz und Bauordnung

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg  
CENTOS (Oldenburg Center for Sustainability Economics and Management)

**Layout und Gestaltung** mensch und umwelt  
Büro für Gestaltung, Oldenburg

**Druck** Fraunhofer IRB Mediendienstleistungen

**ISBN** (Print): 978-3-8167-8714-3  
(E-Book): 978-3-8167-8715-0

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek: Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.  
Alle Rechte vorbehalten. Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung des Fraunhofer IRB Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen. Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen und Handelsnamen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Bezeichnungen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und deshalb von jedermann benutzt werden dürften. Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z. B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert werden, kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

© by Fraunhofer IRB Verlag, 2012, Fraunhofer-Informationszentrum, Raum und Bau IRB, Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart,  
Telefon (0711) 9 70-25 00, Telefax (0711) 9 70-25 08, E-Mail: [irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de), <http://www.baufachinformation.de>

gefördert durch:



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung



**agip**

Arbeitsgruppe + Geschäftsstelle  
Innovative Projekte  
der angewandten Hochschulforschung  
beim Ministerium für Wissenschaft  
und Kultur  
des Landes Niedersachsen  
an der Fachhochschule Hannover



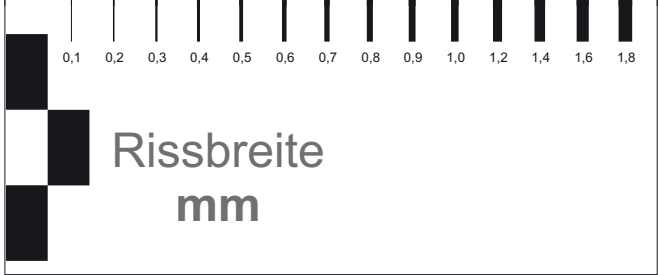
Niedersächsisches Ministerium  
für Wissenschaft und Kultur



Institut für Materialprüfung

Dieser Leitfaden wurde nach  
bestem Wissen erarbeitet.  
Rechtliche Ansprüche können aus dem  
Inhalt nicht abgeleitet werden.  
Änderungen vorbehalten.  
Stand Juli 2012

Unser Tipp:  
Lassen Sie sich bei  
einer Sanierungs-  
maßnahme  
von Fachplanern  
beraten!



Rissbreitenmaßstab

Die folgende Checkliste soll eine Hilfestellung im Rahmen einer nachträglichen Hohlraumdämmung bieten. Nutzen Sie diese, um eine Dämmmaßnahme zu planen und die Ausführung Schritt für Schritt zu begleiten.

| Erste Schritte   |  |   |
|--|--|---|
| Haben Sie einen qualifizierten Energieberater hinzugezogen?                                  |  | <input type="checkbox"/>                |
| Haben Sie sich über bundesweite und regionale Fördermöglichkeiten informiert?                |  | <input type="checkbox"/>                |
| Ist Ihr Gebäude denkmalgeschützt? Welchen Denkmalstatus hat das Gebäude?                     |  |   |
| Kein Denkmal <input type="checkbox"/>  | Einzeldenkmal <input type="checkbox"/> | Ensembleschutz <input type="checkbox"/> |
| Haben Sie die Denkmalschutzbehörde mit einbezogen?   |  | <input type="checkbox"/>                |
| Einschränkungen:   |  |   |
| Dämmstoffe   |  |   |
| Sind weitere Umbaumaßnahmen geplant?   | Ja <input type="checkbox"/>            | Nein <input type="checkbox"/>           |
| Soll es möglich sein, die Dämmung wieder zu entfernen?                                       | Ja <input type="checkbox"/>            | Nein <input type="checkbox"/>           |
| Wahl des Dämmstoffes (nur Dämmstoffe mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung verwenden): |  |   |

| Notwendige Bestandsaufnahme der ausführenden Firmen   |  |   |                               |
|---|--|---|-------------------------------|
| Haben Sie bei unterschiedlichen ausführenden Firmen angefragt?  |  |   | <input type="checkbox"/>      |
| Wurde der Zustand der Fassade kontrolliert?   |  |   | <input type="checkbox"/>      |
| Risse > 0,15 mm (ab dieser Rissbreite ist eine Sanierung erforderlich)  |  |   |                               |
| Nicht vorhanden <input type="checkbox"/>  | Vorhanden <input type="checkbox"/>                 | Saniert <input type="checkbox"/>            |                               |
| Sonstige Fehlstellen  |  |   |                               |
| Nicht vorhanden <input type="checkbox"/>  | Vorhanden <input type="checkbox"/>                 | Saniert <input type="checkbox"/>            |                               |
| Außenanstrich   |  |   |                               |
| Nicht vorhanden <input type="checkbox"/>  | Nicht berücksichtigt <input type="checkbox"/>      | Berücksichtigt <input type="checkbox"/>     |                               |
| Diffusionswert der Außenfassade (Anstrich) bekannt?   |  |   | <input type="checkbox"/>      |
| Wurde eine Endoskopie der Hohlschicht (an allen Fassadenseiten) durchgeführt?   |  |   | <input type="checkbox"/>      |
| Breite der Hohlschicht:   |  | _____ mm                                    |                               |
| Mörtelreste / Bauschutt   |  |   |                               |
| Nicht vorhanden <input type="checkbox"/>  | Vorhanden <input type="checkbox"/>                 | Entfernt <input type="checkbox"/>           |                               |
| Verankerung der Mauerschalen überprüft? (Siehe abZ der Dämmstoffe)  |  |   |                               |
| Ausreichend, guter Zustand <input type="checkbox"/>   | Unzureichend (korrodiert) <input type="checkbox"/> | Wurde verstärkt <input type="checkbox"/>    |                               |
| Horizontalsperre vorhanden?   |  |   |                               |
| Nicht vorhanden <input type="checkbox"/>  | Vorhanden <input type="checkbox"/>                 | Nicht untersucht <input type="checkbox"/>   |                               |
| Innenverkleidungen vorhanden? (Kontrolle des Innenmauerwerks nicht möglich)   |  |   |                               |
| Nicht vorhanden <input type="checkbox"/>  | Vorhanden <input type="checkbox"/>                 | Nicht untersucht <input type="checkbox"/>   |                               |
| Weitere Auffälligkeiten am Gebäude (Feuchtigkeiten, Salzausblühungen etc.)  |  |   |                               |
| Nicht vorhanden <input type="checkbox"/>  | Vorhanden <input type="checkbox"/>                 | Nicht untersucht <input type="checkbox"/>   |                               |
| Wurden konstruktive Einschränkungen berücksichtigt<br>(z. B. Heizungsanlagen, Verjüngung der Hohlschicht, Fensteranschlüsse)?   |  |   | <input type="checkbox"/>      |
| Wurden Anschlussbereiche berücksichtigt (z. B. Ortsgang, Flachdach)?  |  |   | <input type="checkbox"/>      |
| Ist eine zusätzliche Dämmung der Fensterlaibungen erforderlich/möglich?   |  |   |                               |
| Ja <input type="checkbox"/>   | Nein <input type="checkbox"/>                      | Nicht untersucht <input type="checkbox"/>   |                               |
| Wurden ergänzende Untersuchungen (Wärmebrücken, Diffusion) durchgeführt?<br>(Erforderlich z. B. bei besonderen Randbedingungen) |  |   |                               |
| Ja <input type="checkbox"/>   | Nein <input type="checkbox"/>                      | Nicht erforderlich <input type="checkbox"/> |                               |
| Qualitätskontrolle der Dämmmaßnahme   |  |   |                               |
| Wurde eine Thermografieaufnahme als Qualitätskontrolle durchgeführt?  |  |   | <input type="checkbox"/>      |
| Wurden dabei Auffälligkeiten gefunden?  |  | Ja <input type="checkbox"/>                 | Nein <input type="checkbox"/> |
| Wenn Ja: Wurden diese mit Endoskopie überprüft?   |  |   | <input type="checkbox"/>      |
| Wenn Ja: Wurden die Auffälligkeiten ausgebessert?   |  |   | <input type="checkbox"/>      |





Ofener Straße 16/19  
26121 Oldenburg

ISBN 978-3-8167-8714-3



WWW.JADE-HS.DE