

Bauen +

Energie, Brandschutz, Bauakustik, Gebäudetechnik



- + **3-D-Druck und Lehm – Nachhaltigkeit trifft Hightech**
- + **Experteninterview: Photovoltaik im denkmalgeschützten Ensemble**
- + **Brandschutz für Fassadenbegrünungen**
- + **Innovativer Schallschutz für gesundes Wohnen**
- + **Bogenschützenverein erstellt Ingenieurholzbau**
- + **Nachhaltige Regenwasserbewirtschaftung und Naturnähe im Sportzentrum**
- + **Das Potenzial von Laubholz nutzen**

Inhalt

ENERGIE

Achim Pilz

3-D-Druck und Lehm – Nachhaltigkeit trifft Hightech

Wie innovative 3-D-Drucktechnologien und der Einsatz von Lehm zu einer ökologischeren Zukunft beitragen 8

Experteninterview

Frank Mienhardt: Photovoltaik im denkmalgeschützten Ensemble 15

BRANDSCHUTZ

Thomas Engel

Brandschutz für Fassadenbegrünungen

Ergebnisse des Forschungsvorhabens FireSafeGreen zu begrünten Fassaden 17

BAUAKUSTIK

Wolf von Trotha

Innovativer Schallschutz für gesundes Wohnen

Wie Hafencity-Fenster den Wohnkomfort in urbanen Lagen verbessern 23

GEBÄUDETECHNIK

Marc Wilhelm Lennartz

Bogenschützenverein erstellt Ingenieurholzbau

Vorfertigung ermöglicht Eigenleistungen 30

Klaus W. König

Nachhaltige Regenwasserbewirtschaftung und Naturnähe im Sportzentrum

Modellprojekt mit optimierter Verdunstungsrate 35

NACHHALTIGKEIT

Udo Thönnissen

Das Potenzial von Laubholz nutzen

Neue Wege im Holzbau 39

RUBRIKEN

Kurz & bündig	5
Rechtsprechungsreport	44
Normen & Richtlinien	46
Produkte & Informationen	48
Fachliteratur	49
Termine & Impressum	50



© Bundesverband GebäudeGrün

Titelbild aus dem Fachartikel »Brandschutz für Fassadenbegrünungen« von Thomas Engel ab S. 17

Abb. 1: Gänzlich aus kreislaufgerechten Baustoffen gedruckt: Tecla fokussiert auf die Ästhetik von horizontalen Lagen. Auch der Innenputz wurde wegrationalisiert.

© WASP MCA

Achim Pilz

3-D-Druck und Lehm –

Nachhaltigkeit trifft Hightech

Wie innovative 3-D-Drucktechnologien und der Einsatz von Lehm zu einer ökologischeren Zukunft beitragen

Lehm ist traditionell ein Baumaterial mit hoher Kreislauffähigkeit und ist verbreitet lokal im Aushub enthalten. Deshalb wird weltweit daran geforscht, mit lehmhaltigem Aushub räumlich zu drucken. Neue Wandquerschnitte werden entwickelt und Prototypen gebaut. Gleichzeitig ermöglichen moderne 3-D-Drucktechnologien innovative Bauweisen, die sowohl ökologisch als auch ökonomisch vorteilhaft sind. Von Bildungsstätten über Wettbewerbe bis hin zu groß angelegten Bauprojekten – der Einsatz von Lehm und 3-D-Druck verändert die Architektur und das Bauwesen. Die Reise in eine wirklich nachhaltige Zukunft hat begonnen.

Weltweit werden inzwischen Gebäudeteile und ganze Gebäude mit 3-D-Drucktechnologien hergestellt. Es wird geforscht und der Nachwuchs weitergebildet. Das Iaac, Institut für fortgeschrittene Architektur Iaac, Katalonien, bietet ein sechsmonatiges Aufbaustudium im Bereich der additiven Fertigung nachhaltiger Architektur mit 3-D-Druck an [1]. Forschungsbereiche sind Roboterfertigung, Materialforschung und leistungsorientiertes Design, das auf die klimatischen Bedingungen des Gebäudes reagiert, notwendige Funktionen in die Wände integriert oder auch den seismischen Widerstand erhöht.

Ein mit mehrgeschossigen Druckern arbeitendes US-Unternehmen hat 2024 einen Wettbewerb für gedruckte Häuser unter 99000 Dollar ausgelobt [2]. In Jeddah, Saudi-Arabien, produzierten 2024 vier große 3-D-Drucker nichttragende

KERNAUSSAGEN

- Inzwischen werden Häuser und ganze Siedlungen gedruckt.
- Über die additive Fertigung lassen sich Eigenschaften wie Dämmung und Kühlung von Bauteilen nach Bedarf (Himmelsrichtung, Bewitterung etc.) steuern.
- Kreislaufgerecht wird mit Lehm und Erdaushub gedruckt.

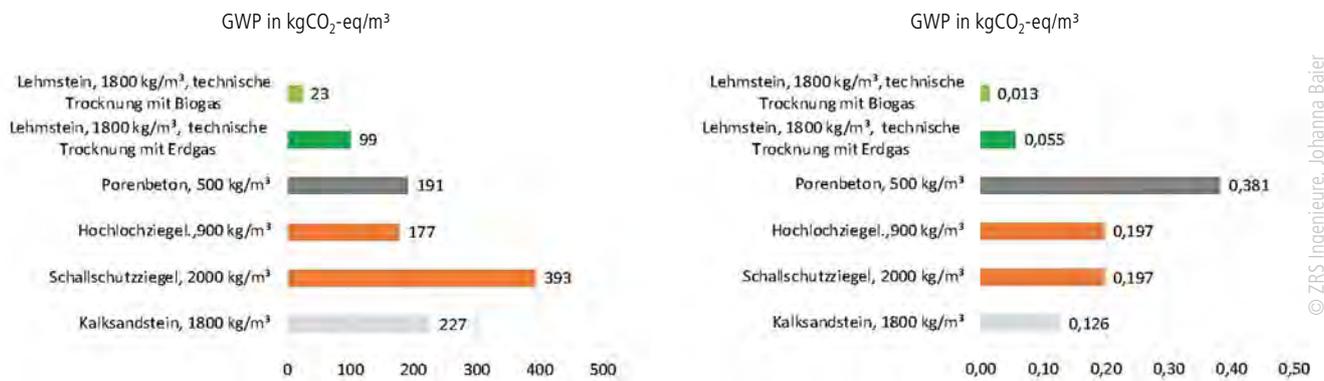


Abb. 2: Treibhauspotenzial verschiedener Baustoffe in Bezug auf das Volumen bzw. das Gewicht. Das GWP von Erdaushub ist noch einmal deutlich besser.

Elemente für eine große Moschee [3]. Das aktuell größte gedruckte Wohnungsbauprojekt in Kanada umfasst insgesamt sechzehn Wohneinheiten und wird von Lafarge hergestellt [4]. Die aktuell begonnene »Genesis Collection« in Amerika soll 100 Häuser umfassen [5]. Bei allen Projekten ist das Druckmaterial Beton mit der bekannten schlechten CO₂-Bilanz, auch wenn teilweise Recyclingzuschläge verwendet werden. Für Lehmaushub gibt es noch keine validierten CO₂-Daten, allerdings für industriell hergestellte Lehmsteine. Denn seit 2023 gibt es eine neue Norm für das Bauen mit lasttragenden Lehmsteinen und Haushersteller arbeiten an Wandmodulen mit möglichst wenig Treibhauspotenzial. Das Treibhauspotenzial von Porenbeton ist achtmal so groß wie das von technisch (mit Biogas) getrockneten Lehmsteinen. Vergleicht man das GWP (Global Warming Potential) in Bezug auf das (raumklimatisch relevante) Gewicht, so hat Porenbeton sogar fast das 30-fache Treibhauspotenzial wie Lehmsteine (Abb. 2). Auch in Bezug auf Kreislaufgerechtigkeit ist Lehm einmalig. Er kann wie kein anderes Baumaterial in kleinen, geschlossenen Kreisläufen genutzt werden.

Kreislaufgerechter Lehm

Lehm aus Erdaushub hat noch weniger Treibhauspotenzial als Lehmsteine. Es liegt nahe, ihn für den 3-D-Druck mit mobilen Robotern zu verwenden. Das senkt Energieeinsatz, Transportaufwand und Kosten. Herausforderung war, das Fließverhalten des lokal aufbereiteten Lehms den Anforderungen entsprechend einzustellen. Während des Druckvorgangs muss er in den Drucker fließen können. Nach dem Drucken darf der langsam trocknende Lehm jedoch nicht unter seinem eigenen Gewicht oder dem der oberen Schichten wegfließen. Um die Fließspannung von Lehm während des 3-D-Druckvorgangs zu messen, wurde deshalb ein neuer Test entwickelt. So kann mit lokalem Lehm inzwischen umfassender digital gestaltet und innovative Formen entwickelt werden, wie die europäische Bildungsstätte für Lehm (www.lernpunkt.lehm.de) 2023 auf ihrem Europäischen Lehmbautag in Wangelin zeigte. Themen waren Digitalisierung im Lehm und 3-D-Druck (s. Kasten).



Abb. 3: Erster Prototyp gedruckter Lehmartitektur 2012: Der Einraum – Gaia genannt – hat gerade Wände und ist innen bis Brüstungshöhe mit Lehm verputzt

EUROPÄISCHER LEHMBAUTAG 2023

Digitalisierung im Lehm und 3-D-Druck

Die Bildungsstätte vermittelt seit gut 20 Jahren Wissen zur Nutzung von ökologischen, nachhaltigen Baustoffen. Einmal im Jahr organisiert sie den Europäischen Lehmbautag. 2023 erläuterte Dr.-Ing. Thomas Kölzer vom Institut für digitales und autonomes Bauen der TU Hamburg in seinem Eröffnungsvortrag die Potenziale der Digitalisierung im Lehm.

Massimo Moretti, Gründer und Geschäftsführer von WASP aus Massa Lombardo, berichtete über die konkreten Erfahrungen mit dem Druck von 3-D-Lehmgebäuden in Italien und Dubai.

Nestor Beguin, 3-Druck-Experte vom IAAC Institut für fortgeschrittene Architektur in Katalonien (Spanien), ging auf die vollkommen neuen Gestaltungsoptionen durch das Drucken von Lehm ein. Er entwickelt Prototypen, die besonders wenig graue Energie benötigen und das Raumklima auf passive Weise verbessern.

Leon Radeljic von zrs Architekten, Berlin, ging schließlich der Frage nach, wann das Drucken mit Lehm nachhaltig ist und führte dazu die Ökobilanz und die Zirkularität des Baustoffs aus.

Thomas Engel

Brandschutz für Fassadenbegrünungen

Ergebnisse des Forschungsvorhabens FireSafeGreen zu begrünten Fassaden

Fassadenbegrünungen bieten zahlreiche Vorteile für urbane Räume, indem sie zur Verbesserung der Luftqualität, Reduktion des Wärmeinseleffekts und Lärmabsorption beitragen. Doch wie steht es um den Brandschutz dieser grünen Bauwerke? Das Forschungsvorhaben FireSafeGreen untersucht die brandschutztechnischen Eigenschaften von begrünten Fassaden und liefert wertvolle Erkenntnisse. Im Beitrag werden die wichtigsten Ergebnisse zusammengefasst und praxisnahe Empfehlungen für eine sichere Umsetzung gegeben.

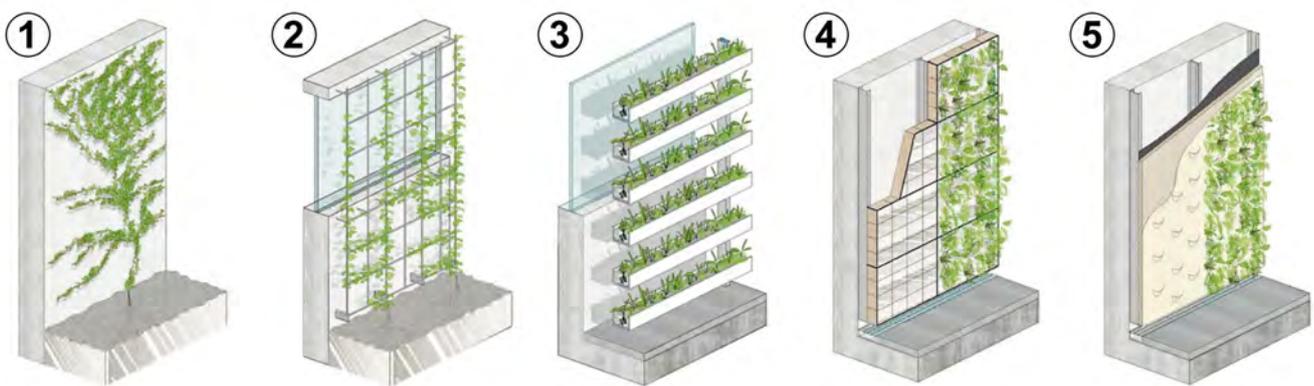


Abb. 1: Ausbildungsformen von Fassadenbegrünungen.

1) Direktbewuchs mit Selbstklimmern, bodengebunden, 2) leitbarer Bewuchs an Kletterhilfen, bodengebunden, 3) Pflanzgefäße, horizontale Vegetationsflächen, wandgebunden, 4) modulares System (Living Wall), vertikale Vegetationsflächen, wandgebunden, 5) flächiges System (Living Wall), vertikale Vegetationsflächen, wandgebunden; basierend auf Quelle [5]

Begrünte Fassaden werden zunehmend populärer. Gründe hierfür sind u. a., dass durch begrünte Fassaden in urbanen Räumen die Luftqualität und die thermische Leistung des Gebäudes verbessert, der Wärmeinseleffekt verringert und Lärm durch Absorption reduziert werden sollen [1], [2]. Der Begriff begrünte Fassaden ist ein Überbegriff für sehr unterschiedliche konstruktive Ausführungen von Fassadenbegrünungen. Abb. 1 zeigt die verschiedenen Arten von Fassadenbegrünungen. Prinzipiell zu unterscheiden sind eine direkte bodengebundene Begrünung an der Außenwand durch Kletterpflanzen, eine indirekte bodengebundene Begrünung durch von der Außenwand abgesetzte Kletterhilfen und begrünte Wandsysteme mit Bepflanzung in Gefäßen oder an flächigen vertikalen Vegetationsflächen (Living Wall). Auch Mischformen sind möglich. [3], [4], [5]

Für bodengebundene Begrünungen an Kletterhilfen haben sich je nach Dickenwuchs (Wüchsigkeit) Wandabstände von 50 bis 200 mm zur Kletterhilfe etabliert [4], [5]. Ein ausreichender Abstand ist neben der Wüchsigkeit der Pflanze auch aufgrund der sonst möglichen Überhitzung der Gerüstkletterpflanze durch die Außenwand notwendig [5].

Die Verwendung von Kletterpflanzen zur Fassadenbegrünung weist viele regionale Besonderheiten auf [3], [4], [5]. Das Artenpotenzial für Kletterpflanzen in der DACH-Re-

gion umfasst ca. 150 Arten und Sorten [3]. Das Spektrum der möglichen Pflanzenarten für wandgebundene Begrünungssysteme ist wesentlich umfangreicher. Für die DACH-Region werden in [4] ca. 100 Arten und Sorten aufgeführt. Zu unterscheiden sind Stauden, Gräser und Klettergehölze [3].

Abb. 2 und 3 zeigen Beispiele für realisierte Grünfassaden.

KERNAUSSAGEN

- Die Brandausbreitung entlang der Fassade stellt eines der kritischsten Brandszenarien dar.
- Haupteinflussfaktor auf das Brandverhalten von Pflanzen ist der Feuchtigkeitsgehalt.
- Eine Kombination aus Holz- und begrünter Fassade führt nach dem Stand der Forschung nicht zu einer Entzündung der dahinterliegenden Holzfassade.
- Die angemessene Pflege und Wartung sind der maßgebende Faktor für brandsichere begrünte Fassaden.
- Living Walls bzw. wandgebundene Systeme können sich aus brandschutztechnischer Sicht kritisch verhalten. Aktuell ist es wichtig genau zu prüfen, welche Nachweise vorgelegt werden.



Abb. 2: Bodengebundener Bewuchs an Kletterhilfen (Swiss Re Bürogebäude in München)



Abb. 3: Wandgebundenes Begrünungssystem (Stadtverwaltung Venlo, Niederlande)

Brandschutztechnische Bewertbarkeit der verschiedenen begrünten Fassadentypen

Wie im Abschnitt zuvor beschrieben sind »Living Walls« komplexe Fassadensysteme, die sich von Hersteller zu Hersteller erheblich unterscheiden. Die herstellereigene Systeme lassen sich nur durch großmaßstäbliche Brandversuche am jeweiligen Gesamtsystem produktspezifisch zielführend untersuchen [6]. Anders verhält sich dies für Kletterpflanzen an Rankhilfen. Diese können brandschutztechnisch allgemeingültig untersucht und im Folgenden bewertet werden. Aus diesen Untersuchungen ergeben sich allgemeingültige Prinzipien für einen brandschutztechnisch sicheren Betrieb [6].

Stand der Forschung

Zum Brandverhalten begrünter Fassaden und der daraus folgenden Brandweiterleitung über die Fassaden stehen zum aktuellen Zeitpunkt international nur wenige Erkenntnisse zur Verfügung. Eine genaue Übersicht zum aktuellen Stand

der Forschung für das Brandverhalten von begrünten Fassaden kann [6] und [7] entnommen werden.

Mittel- bzw. großmaßstäbliche Brandversuche an begrünten Fassaden wurden bis dato vor allem in Österreich und Deutschland durchgeführt. Diese Untersuchungen fanden jedoch vorwiegend an genormten Fassadenbrandprüfständen statt, die ursprünglich für einen anderen Anwendungsfall konzipiert wurden und nicht den Einwirkungen realer Brandereignisse entsprechen [6]. Die aktuelle Herausforderung für begrünte Fassaden besteht folglich darin, Ergebnisse skaliert Prüfverfahren, wie beispielsweise nach [8] oder [9], in Verbindung mit Bewertungskriterien, die ebenfalls für andere Baustoffe konzipiert wurden, direkt in die Realität zu überführen bzw. Maßnahmen darauf aufbauend abzuleiten. Dieses Vorgehen kann zu unrealistischen Ergebnissen führen und birgt ohne gesamtgesellschaftliche Betrachtung Risiken [6].

Die Auswertung des Stands der Forschung liefert zwei wesentliche Erkenntnisse: Erstens ist eine regelmäßige Pflege und Wartung eine wichtige Grundlage für eine brandschutztechnisch sichere Fassadenbegrünung. Großflächig

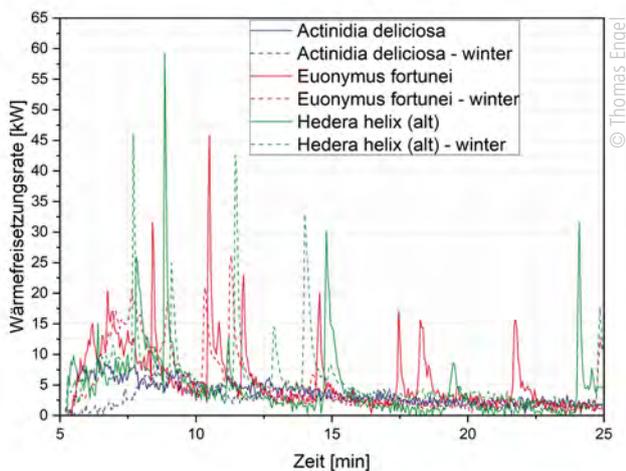


Abb. 4: Vergleich der Wärmefreisetzungsrate von Actinidia deliciosa, Euonymus fortunei und Hedera helix im Sommer und Winter

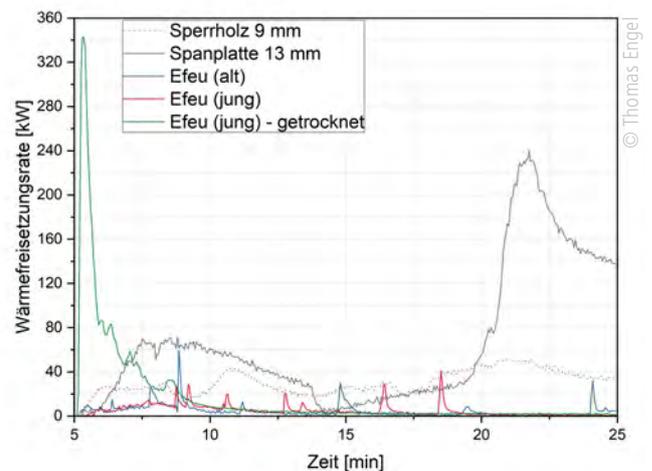


Abb. 5: Wärmefreisetzungsrate eines 42 Tage getrockneten, eines vitalen jungen und eines vitalen alten Efeus im Vergleich zu einer 9 mm Span- und einer 13 mm Sperrholzplatte

abgestorbene Pflanzen müssen zeitnah erkannt und entfernt werden. Zweitens ist bei einer Brandbeanspruchung der begrünter Fassaden mit einem Austrocknen der Begrü- nung und im weiteren Verlauf mit einer abrupten kurzweiligen Brandausbreitung (»Strohfeuer«) begrenzender Bereiche außerhalb des Primärbrands zu rechnen. [6], [7]

Brandverhalten der Pflanzen

Im Rahmen des Forschungsvorhabens FireSafeGreen [10] wurde in einem ersten Teil das Brandverhalten von begrünter Fassaden untersucht. Im Fokus stand hierbei die Entflammbarkeit begrünter Fassaden, die im Rahmen von 43 kalorimetrischen Brandversuchen im mittleren Maßstab mit der Prüfmethode Single Burning Item (SBI) [11] bewertet wurde. Schwerpunkt der Untersuchung waren insgesamt 25 Kletterpflanzenarten. Der Haupteinflussfaktor auf das Brandverhalten von Pflanzen ist der Feuchtigkeitsgehalt der Pflanze [7]. Ein Vergleich der Wärmefreisetzungsrate von vitalen Pflanzen (normaler Feuchtigkeitsgehalt) zeigt ein ähnliches Verhalten, vgl. Abb. 4.

Im Verlauf der Beanspruchung kommt es zu kurzen Spitzen der Wärmefreisetzungsrate. Diese Spitzen sind die aus

vorherigen Untersuchungen bekannten Strohfeuer. Sie entstehen, wenn Teile der Pflanzen durch die Brandeinwirkung austrocknen und sich dann schlagartig entzünden. Die Pflanzenart selbst hat keinen signifikanten Einfluss auf das Brandverhalten. Bei allen Versuchen trat mit vitalen, gepflegten Pflanzen eine horizontale Brandausbreitung in nur sehr geringem Umfang und nach Abschalten des Brenners ein Selbstverlöschen auf. Auch ein direkter Vergleich zwischen jungen und alten Pflanzen sowie der Vergleich des jahreszeitlichen Einflusses zwischen Sommer und Winter ergab keinen signifikanten Unterschied bei vitalen, gepflegten Pflanzen. [7]

Ein entscheidender Unterschied lag bei getrockneten Pflanzen vor. Hier trat zu Beginn eine abrupte Wärmefreisetzung auf. Abgestorbene Pflanzen sowie ungepflegte Pflanzen mit einem hohen Anteil an Totholz stellen folglich den kritischsten Fall dar. Abb. 5 stellt die Wärmefreisetzungsrate eines 42 Tage getrockneten, eines vitalen jungen und eines vitalen alten Efeus (*Hedera helix*) im Vergleich zu einer 9 mm Span- und einer 13 mm Sperrholzplatte dar. [7]

Pflege und Wartung einer begrünter Fassade sind daher der wichtigste Faktor für die Aufrechterhaltung der Brand- sicherheit. Totholz in Form von abgestorbenem Laub, Ästen oder Vogelnestern ist regelmäßig zu entfernen. Außerdem ist stetig zu prüfen, ob die Pflanzen noch vital sind und einen normalen Feuchtigkeitsgehalt aufweisen. Zusätzlich sind die Pflanzen regelmäßig zurückzuschneiden. Unkontrolliertes Wachstum kann zu viel Totholz führen – vor allem bei lichtfliehenden Pflanzen. [7]

Im nächsten Schritt ist es notwendig, die Erkenntnisse aus den mittelgroßen Versuchen im großen Maßstab zu überprüfen; insbesondere die vertikale Brandausbreitung ist hier- bei genauer zu bewerten. [6], [7], [12]

Kombination von Holz- und Grünfassaden

Eine zentrale Frage für die Realisierung kombinierter Holz- und Grünfassaden sind die entstehenden Wechselwirkungen im Brandfall. Die Frage ist, ob der Wärmestrom einer brennenden begrünter Fassade ausreicht, um eine dahinterliegende Außenwandverkleidung aus Holz zu entzünden, und ob eine begrünte Fassade im Bereich von Brandsperren [13], [14] von Holzfassaden zu einem Zünd- schnurreffekt führt.

Zur Untersuchung dieser Fragestellung wurden mittel- maßstäbliche Brandversuche durchgeführt [6], vgl. Abb. 6.

Im Rahmen der Versuche wurde ein Abstand von 110 mm zwischen Rankgitter und Holzschalung gewählt. Diese Wahl soll eine möglichst kritische Brandeinwirkung der begrünter Fassade aufgrund des geringen Abstands zur Holz- schalung generieren. Bekannt ist, dass Wandabstände für bodengebundene Begrünungen von 50 mm bis 200 mm zur Kletterhilfe üblich sind [4], [5]. Diese Richtwerte orientieren sich an typischen mineralischen Außenwänden ohne Brand- sperren. Ein ausreichender Mindestabstand zur Außenwand ist notwendig, da vor allem Pflanzen mit dichter Blattmasse einen Hitzestau begünstigen und folglich absterben können. Um eine Überhitzung zu vermeiden, muss eine Luft- zirkulation an der Fassade durch einen ausreichenden Ab- stand der Rankgitter zur Außenwand uneingeschränkt mög- lich sein [5].



Abb. 6: Fotodokumentation des Brandversuchs Test 3 mit Holz- und Grünfassade zur dritten Prüfminute

Termine & Impressum

Messen, Seminare und Kongresse	Termin	Ort	Veranstalter
4. Fachtagung des Radon-Forum Baden-Württemberg	13.11.2024	Stuttgart	Radon-Beratungsstelle Baden-Württemberg; www.lubw.baden-wuerttemberg.de
26. Herbstforum Altbau	20.11.2024	Stuttgart	Zukunft Altbau; www.zukunftaltbau.de
VdS-BrandSchutzTage	4./5.12.2024	Köln	VdS Schadenverhütung GmbH; https://bst.vds.de
Nachhaltiges Bauen nach den Bundeskriterien BNB Fokus Lebenszyklusberechnungen	5.12.2024	online	Akademie der Ingenieure AkadIng; https://fort-und-weiterbildung.akademie-der-ingenieure.de
Holz, Stroh, Lehm und Co. Potenziale und Einsatzmöglichkeiten von Naturbaustoffen	6.12.2024	online	Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen – DGNB e.V.; www.dgnb.de
Schallschutz im Hochbau Planungshinweise und Schadensursachen	11.12.2024	Ostfildern	Akademie der Ingenieure AkadIng; https://fort-und-weiterbildung.akademie-der-ingenieure.de
Gutachten kurz und klar schreiben, ansprechend gestalten	11.–13.12.2024	Feuchtwangen	Bayerische BauAkademie; https://baybauakad.de
BAU 2025 Weltleitmesse für Architektur, Materialien und Systeme	13.–17.1.2025	München	Messe München; https://bau-muenchen.com
Luftdichtheitsmessung (BlowerDoor-Messung) nach DIN EN ISO 9972	23.01.2025	Springe	e.u.[z.] – Energie- und Umweltzentrum am Deister e.V.; www.e-u-z.de
Angewandter Wärmeschutz Wärmetechnische Grundlagen und aktuelle Anforderungen	24./25.1.2025	online	ift Rosenheim; www.ift-rosenheim.de
13. Fachtagung »Der Bausachverständige«	20.2.2025	Köln online	Fraunhofer IRB; www.irb.fraunhofer.de
Tücken der Wärmebrückenberechnung für Fortgeschrittene	13./14.3.2025	Springe	e.u.[z.] – Energie- und Umweltzentrum am Deister e.V.; www.e-u-z.de
Deutscher Bautechnik-Tag 2025	20./21.3.2025	Stuttgart	Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V.; https://bautechniktag.de
Haustechnik für Architekten und Ingenieure	26.–28.5.2025	Springe	e.u.[z.] – Energie- und Umweltzentrum am Deister e.V.; www.e-u-z.de

→ Weitere Veranstaltungshinweise finden Sie in unserem Veranstaltungskalender auf www.bauenplus.de.

IMPRESSUM

Bauen+

Energie – Brandschutz – Bauakustik – Gebäudetechnik

Herausgeber

Fraunhofer IRB Verlag | Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB
Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart
E-Mail: irb@irb.fraunhofer.de | www.irb.fraunhofer.de
Das Fraunhofer IRB ist Mitglied der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen – DGNB e.V.

Redaktion

Dipl.-Ing. (FH) Julia Ehl (verantwortl.), Telefon: 0711 970-25 51, Telefax: 0711 970-25 99
E-Mail: julia.ehl@irb.fraunhofer.de

Leitender Redakteur und verantwortlich für den Bereich Brandschutz

Dipl.-Ing. Architekt Reinhard Eberl-Pacan, Architekten + Ingenieure Brandschutz,
Brunnenstraße 156, 10115 Berlin
E-Mail: r.eberl-pacan@brandschutzplus.de

Verantwortlich für den Bereich Schallschutz

Prof. Dr.-Ing. Birger Gigla, Institut für Akustik im Technologischen Zentrum an der TH Lübeck,
Mönkhof Weg 239, 23562 Lübeck
E-Mail: birger.gigla@th-luebeck.de

Verantwortlich für den Bereich Energie | Gebäudetechnik

Dipl.-Ing.(FH) Klaus-Jürgen Edelhäuser, Konopatzki & Edelhäuser Architekten und Beratende
Ingenieure GmbH, Klingengasse 13, 91541 Rothenburg
E-Mail: mail@konopatzki-edelhaeuser.de

Satz

Fraunhofer IRB Verlag | Herstellung Fachpublikationen

Druck

Ortmaier Druck GmbH, Birnbachstraße 2, 84160 Frontenhausen

Erscheinungsweise

zweimonatlich, jeweils zum 15. der ungeraden Monate



Bezugspreise/Bestellungen/Kündigungen

Einzelheft Inland: 22,80 €, Einzelheft Ausland: 25,90 € inkl. MwSt. und Versandkosten. Der Jahresabonnementspreis des Premium-Abonnements beträgt 129,50 € (Inland) / 142,50 € (Ausland) inkl. MwSt. und Versandkosten. Das Studenten-Abonnement ist für 77,70 € inkl. MwSt. und Versandkosten nur in Deutschland erhältlich. Die Abonnements umfassen die Lieferung der gedruckten Ausgaben sowie den Zugang zur Bauen++-App, zum Online-Archiv und zur Datenbanken RReport-Online. Bestellungen über jede Buchhandlung oder beim Verlag. Der Bezugszeitraum beträgt jeweils 12 Monate. Die Abonnements können vom Kunden mit einer Frist von einem Monat zum Ablauf der Mindestbezugsfrist gekündigt werden. Andernfalls verlängert sich das Abonnement auf unbestimmte Zeit. Soweit sich die Vertragslaufzeit des Abonnements auf unbestimmte Zeit verlängert, kann das Abonnement vom Kunden jederzeit mit einer Frist von einem Monat gekündigt werden.

Vertrieb/Abo-Service

Telefon: 0711 970-27 11, Telefax: 0711 970-25 08
E-Mail: abo-verwaltung@irb.fraunhofer.de

Anzeigenleitung

Stefan Kalbers, Telefon: 0711 970-25 02, Telefax: 0711 970-25 08
E-Mail: stefan.kalbers@irb.fraunhofer.de

Urheber- und Verlagsrechte

Alle in dieser Zeitschrift veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Jegliche Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Mit der Annahme des Manuskriptes zur Veröffentlichung überträgt der Autor dem Verlag das ausschließliche Vervielfältigungsrecht bis zum Ablauf des Urheberrechts. Das Nutzungsrecht umfasst auch die Befugnis zur Einspeicherung in eine Datenbank sowie das Recht zur weiteren Vervielfältigung zu gewerblichen Zwecken, insbesondere im Wege elektronischer Verfahren einschließlich CD-ROM und Online-Dienste.

Haftungsausschluss

Die in dieser Zeitschrift veröffentlichten Beiträge wurden nach bestem Wissen und Gewissen geprüft. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann jedoch nicht übernommen werden. Eine Haftung für etwaige mittelbare oder unmittelbare Folgeschäden oder Ansprüche Dritter ist ebenfalls ausgeschlossen. Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben nicht notwendig die Meinung der Redaktion wieder.

ISSN: 2363-8125

Bauen +

interdisziplinär
kompetent
praxisnah

Jetzt regelmäßig
lesen!



Ihre Vorteile als Abonnent:

- + Keine Ausgabe mehr verpassen
- + Praktisches allroundo® All-in-One-Ladekabel gratis

Hier abonnieren &
Geschenk sichern!

