

Micha Illner

Neue Dämmstoffe auf dem Weg in die praktische Anwendung

Fünf Beispielprojekte aus der Forschungsinitiative »HighTechMatBau«

Das wissenschaftliche Begleitvorhaben »WiTraBau« verfolgt das Ziel, forschende Stellen bei der Entwicklung von Strategien zur Verwertung ihrer Forschungsergebnisse zu unterstützen. Die neu entwickelten Dämmstoffe SULFOAM, EcoSphere, THELMA, AeroBasalt und AeroPutz werden durch WiTraBau begleitet und exemplarisch vorgestellt.

KERNAUSSAGEN

- Im Rahmen der Forschungsinitiative »HighTechMatBau« wurde das wissenschaftliche Begleitvorhaben WiTraBau gefördert, um die Verwertungsaktivitäten der Forschungsprojekte der Initiative aus den Bereichen Wärmedämmung, Gleis-, Brücken- und Straßenbau sowie Zement- und Betontechnik zu unterstützen.
- Es werden die Ergebnisse aus fünf Forschungsprojekten und die daraus entstandenen Produkte im Bereich der Wärmedämmung vorgestellt.

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert mit der Initiative »HighTechMatBau« Forschungsprojekte zum Thema »Neue Werkstoffe für urbane Infrastrukturen«. Der Förderschwerpunkt ist Bestandteil der High-tech-Strategie der Bundesregierung. Zur Unterstützung beim Transfer der Forschungsergebnisse in die Praxis wird seit 2014 im Rahmen von HighTechMatBau zusätzlich zu den Forschungsprojekten das wissenschaftliche Begleitvorhaben WiTraBau gefördert. Das Ziel des aus sieben Partnern bestehenden Projektkonsortiums besteht darin, die forschenden Stel-

len bei der Entwicklung von Verwertungsstrategien sowie bei deren Umsetzung zu beraten und zu unterstützen. Das Begleitvorhaben fokussiert sich hierbei auf die Projekte aus den BMBF-Bekanntmachungen:

- HighTechMatBau – Neue Werkstoffe für urbane Infrastrukturen,
- NanoTecture – Nanotechnologie im Bauwesen und
- KMU-innovativ (nur die baustoffspezifischen Projekte).

Für die Umsetzung der Verwertungsstrategien werden die weitreichenden Netzwerke der WiTraBau-Partner genutzt. Zu jedem zentralen Projektergebnis wird eine Verwertungsstrategie erarbeitet. Dies kann zum Beispiel bedeuten, dass ein Ergebnis in einem Normungsgremium vorgestellt wird und so zu einer Anpassung eines Regelwerks führt, was die Vermarktung eines neuen Produktes ermöglicht, vereinfacht oder sogar zu einer höheren Sicherheit im Bauwesen führt. Über Veröffentlichungen oder Merkblätter können Fachleute auf die neuen Technologien und deren Anwendung hingewiesen werden, wodurch sich neue Märkte eröffnen können.

Im Folgenden werden fünf Projekte aus den Förderbekanntmachungen HighTechMatBau und KMU-innovativ des BMBF



Abb. 1: Porenstruktur des entwickelten Schaumgipses



Abb. 2: Ausbringen des Schaumgipses im Technikum zur Hohlraumbefüllung in Holzbalkendecken mit unterschiedlichen Einlagematerialien



Abb. 3: Frisch angemischter Gips-schaummörtel in der speziell entwickelten Mischkammer

und ihre zentralen Projektergebnisse exemplarisch dargestellt. Die Projekte sind auch auf der Webseite des Begleitvorhabens (www.hightechmatbau.de/projekte) dargestellt.

SULFOAM – Schaumgips mit vielen Anwendungsmöglichkeiten

Im Verbundprojekt SULFOAM wurde unter der Leitung der CASEA GmbH ein geschäumter Baustoff (vgl. Abb. 1) auf Calciumsulfatbasis entwickelt. Das zu Projektbeginn definierte Ziel war die Entwicklung von maßgeschneiderten Schaumgipsrezepturen für folgende Anwendungen:

- ▶ Erhöhung des Brand- und Wärmeschutzes bei der Ertüchtigung von Holzbalkendecken in Altbauten,
- ▶ materialverträgliche Sanierung sulfathaltiger Bauwerke und Bauteile (insbesondere zur Verfüllung mehrschaliger Mauerwerke),
- ▶ Verwendung als Ausgleichs-, Einbettungs- und Dämmschicht unter Calciumsulfat-Fließestrich.

Für die erfolgreiche Verwendung des Schaumgipses in der horizontalen Anwendung wie z. B. Ausgleichs-, Einbettungs- und Dämmschicht sowie Hohlraumbefüllung in Holzbalkendecken (vgl. Abb. 2) muss ein leichtes Einbringen durch eine pumpfähige, selbstnivellierende Konsistenz erreicht werden, ohne große Wassermengen in das Gebäude einzutragen. Darüber hinaus sind die wärmedämmenden Eigenschaften und die Erfüllung an Begeh- und Belegbarkeit innerhalb bauprozess-relevanter Zeiträume entscheidend. In der vertikalen Anwendung (Verfüllung von sulfathaltigem Mauerwerk) muss die Schaumgipsrezeptur trotz der notwendigen Minimierung der Wasserzugabe eine fließfähige Konsistenz, eine homogene Verteilung im Mauerwerk, eine hohe Sedimentationsstabilität, einen guten Haftverbund und die Formstabilität bei längerer Durchfeuchtung sicherstellen.

Die erforderliche gute Pumpfähigkeit bei gleichzeitig niedrigen Wassergehalten konnte durch eine gezielte Alterung von Stuckgips erreicht werden. Diese Alterung in Kombination mit speziell abgestimmten Additiven ermöglicht ein Wasser/Bindemittel-Verhältnis (W/B-Wert) von 0,35. Gegenüber den ansonsten üblichen W/B-Werten zwischen 0,6 und 0,8 wird so ein erheblicher Vorteil im Trocknungsverhalten erreicht.

Die Herstellung des Schaumgipsbaustoffes erfolgt auf der Baustelle durch die Herstellung des Binderleims aus dem vorkonfektionierten Trockenmörtel (Schritt 1), der Herstellung des Tensidschaums (Schritt 2) und dem Vermischen der beiden Komponenten zum fertigen Gipsschaummörtel (Schritt 3 – siehe Abb. 3). Die dafür notwendige Maschinenteknik wurde im Projekt entwickelt, wobei für große Baustellen auch die Verlegung per Mixmobil möglich ist.

Abb 4: QR-Code zum Video über die beispielhafte Anwendung des Schaumgipses bei der Verfüllung von Hohlräumen einer Holzbalkendecke, <https://youtu.be/KvgOOYDWoy8?t=86> [Stand: 27.05.2020]



Anschließend kann der Schaumgipsbaustoff verpumpt und eingebaut werden. Aufnahmen einer beispielhaften Anwendung bei der Verfüllung von Hohlräumen einer Holzbalkendecke können als Video über den QR-Code in Abb. 4 angesehen werden.

Je nach Verwendungszweck können die Eigenschaften des Schaumgipses u. a. auch über den Schaumanteil und damit über die Trockenrohdichte variiert werden. In einer Spanne von 400 bis 800 kg/m³ können so Druckfestigkeiten von 0,5 bis 5 N/mm² und Wärmeleitfähigkeiten von 0,11 bis 0,26 W/(mK) eingestellt werden.

Eine besonders positive Eigenschaft des neu entwickelten Baustoffs ist die hervorragende Recyclierbarkeit. Der Baustoff kann leicht von anderen Konstruktionen getrennt und separiert werden. Danach ist er zu 100 % recycelbar. Die entsprechenden Anlagen stehen jetzt schon zur Verfügung.

Durch das Projekt SULFOAM steht ein emissionsarmer und recyclingfähiger neuartiger Dämm-, Ausgleichs- und Verfüllbaustoff auf Basis von Calciumsulfat zur Verfügung, welcher durch die maschinelle Verarbeitung und die selbstnivellierenden Eigenschaften bei der Verwendung in Holzbalkendecken, sulfathaltigem Mauerwerk und unter Calciumsulfat-Fließestrichen schnell und einfach verbaut werden kann.

EcoSphere – Mineralische Spritzdämmung mit Mikrohohlglaskugeln

Im Verbundprojekt EcoSphere wurde unter der Leitung der Franken Maxit Mauermörtel GmbH & Co. ein Dämmstoff auf Basis von Mikrohohlglaskugeln entwickelt. Das zu Beginn des Projekts definierte Ziel bestand in der Rezeptur einer neuen Generation von mineralischen Spritzdämmungen mit den folgenden Eigenschaften:

- ▶ geringe Wärmeleitfähigkeit in Verbindung mit höherer Wärmespeicherfähigkeit im Vergleich zu konventionellen Dämmstoffen,
- ▶ nicht brennbar (Baustoffklasse A1),
- ▶ offene porige Struktur für ein gutes Feuchtmanagement und Austrocknungsverhalten,
- ▶ hohe Haftung auf unterschiedlichen, typischen Untergründen,
- ▶ hohe Recyclierbarkeit, Volumenstabilität und Dauerhaftigkeit.

Für eine erfolgreiche Markteinführung war es wichtig, dass eine rationelle Verarbeitung des neuen spritzbaren Dämmstoffs ohne die Notwendigkeit einer besonderen Applikationstechnik und mit branchenüblichen Putzmaschinen erfolgen kann. Dafür war es notwendig, die Rezeptur aus zementären Bindemitteln, Mikrohohlglaskugeln als Leichtzuschlag und Additiven der spritzbaren Dämmung so anzu-

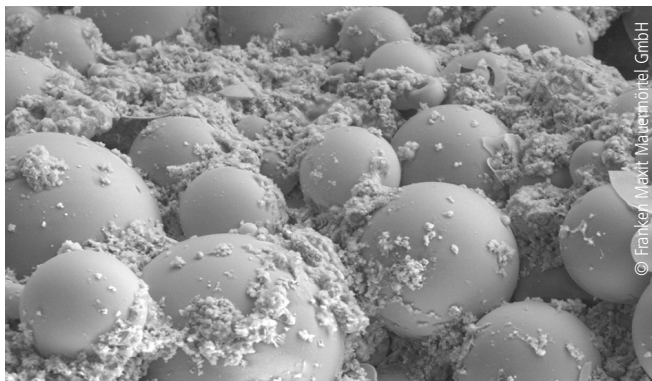


Abb. 5: Mikroskopische Aufnahme der Verbindung zwischen Bindemittel und Mikrohohlglaskugeln



Abb. 6: Aufspritzen der ersten Lage der neu entwickelten Dämmung

passen, dass die Konsistenz die Verarbeitung mit gewöhnlichen Putzmaschinen erlaubt. Hierbei erwies sich der hohe Füllgrad an Mikrohohlglaskugeln von 60 % (siehe Abb. 5) als vorteilhaft, da durch deren nahezu ideale Kugelform ein »Kugellagereffekt« auftritt, welcher das Verpumpen und Aufspritzen nachhaltig verbessert.

Trotz der guten Pump- und Spritzeigenschaften gelang nach Angaben der Entwickler eine praxisgerechte, spritzbare Innen- und Außendämmung, welche durch das Anspritzen einen festen Verbund mit dem Mauerwerk eingeht (siehe Abb. 6) und auch bei mehrschichtigem Auftrag keine Ablösungs- oder Entmischungserscheinungen zeigt. Deshalb kann eine Auftragsstärke von 20 bis 100 mm ohne Putzträger realisiert werden. Auftragsstärken über 100 mm sind mit Putzträger möglich.

Die Herstellung der neuartigen spritzbaren Innen- bzw. Außendämmung erfolgt auf der Baustelle klassisch mit der Putzmaschine oder der Silomischpumpe. Nach erfolgter Vorbehandlung des Mauerwerks (Schritt 1 – sofern erforderlich) werden zuerst 10 mm der spritzbaren Dämmung aufgebracht (Schritt 2). Die weitere Verarbeitung erfolgt »frisch in frisch« in Schichtdicken von ca. 30 mm (Schritt 3). Der fertige Schichtaufbau auf einer Ziegelwand ist in Abb. 7 dargestellt. Bei Putzdicken größer 100 mm bis 150 mm muss ein Putzträger aufgebracht werden. In den nachfolgenden Schritten erfolgt dann das Aufbringen einer Armierungsschicht, des Oberputzes und gegebenenfalls einer Farbbeschichtung. Videoaufnahmen einer Applikation der spritzbaren Dämmung an einem Einfamilienhaus können über den QR-Code in Abb. 8 angesehen werden.

Durch den hohen Füllgrad mit Mikrohohlglaskugeln erreicht die mineralische Spritzdämmung eine Trockenwärmeleitfähigkeit von 0,04 W/(mK) und ist somit vergleich-

bar mit anderen nicht brennbaren Dämmstoffen wie z. B. Mineralwolle und Glasschaum. Die geringe Feuchteaufnahme aus der Luft und das gute Austrocknungsverhalten der spritzbaren Dämmung wirkt sich positiv auf eine mögliche Algenproblematik aus. Darüber hinaus verzögert und dämpft die im Vergleich zu Polystyrol oder PU-Schäumen sehr viel höhere Wärmekapazität die Temperaturschwankungen, wodurch die thermische Behaglichkeit im Gebäude verbessert werden kann.

THELMA – Hochdämmender Kimmstein und Spezialadditive zur Porosierung und Hydrophobierung von Baustoffen

Im Verbundprojekt THELMA wurde unter der Leitung der Schöck Bauteile GmbH ein Kimmstein mit verbesserten Dämmeigenschaften vorgestellt. Zum anderen wurden Spezialadditive zur Porosierung und Hydrophobierung von Baustoffen entwickelt. Die Zielsetzung des Projekts war es, ein überwiegend aus mineralischen Rohstoffen bestehendes Bauelement für Sockelkonstruktionen zu entwickeln, welches gegenüber herkömmlichen Sockelkonstruktionen eine verbesserte Wärmedämmwirkung aufweist. Darüber hinaus sollte die Neuentwicklung die folgenden Eigenschaften aufweisen:

- unempfindlich gegenüber äußeren Feuchte- und Witterungseinflüssen,
- hohe statische Tragwirkung und Dauerhaftigkeit und
- weitgehend monolithischer Aufbau – keine Wärmedämmkammern.

Die Entwicklung des neuen, hochdämmenden Kimmsteins lief dabei in mehreren Schritten ab. In einem ersten Schritt wurde die Temperaturleitfähigkeit des Zement-



Abb. 7: Schichtaufbau einer Ziegelwand mit applizierter Spritzdämmung und Oberputz

Abb. 8:
QR-Code zum Video über eine Applikation der spritzbaren Dämmung an einem Einfamilienhaus,
<https://youtu.be/KvgOOYDWoy8?t=134>
[Stand: 27.05.2020]



© HighTechMatBau.de

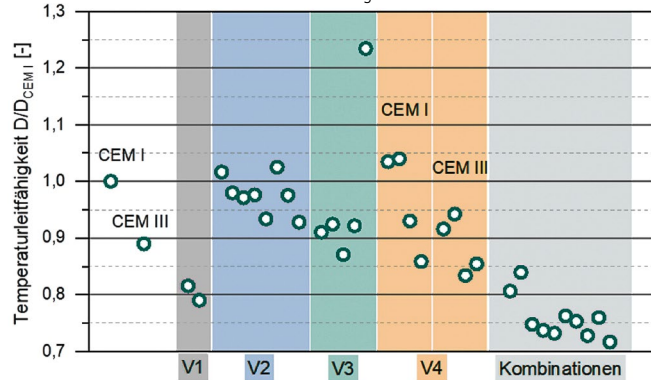


Abb. 9: Vergleich der erreichten Temperaturleitfähigkeit aller Versuchsreihen im Alter von 28 Tagen, bezogen auf die Referenz aus CEM I

steins und damit dessen Wärmeleitfähigkeit deutlich reduziert. Durch die Zugabe von Hüttensand und zweier weiterer Additive ließ sich die Temperaturleitfähigkeit von reinem Portlandzementstein (CEM I) um bis zu 28 % reduzieren (vgl. Abb. 9), indem die Feststoff-Wärmeleitung in der Zementmatrix manipuliert wurde.

In einem zweiten Schritt wurden Untersuchungen zur Reduktion der Wärmeleitfähigkeit von Beton durch die Adaption der Porenstruktur sowohl durch Leichtzuschläge als auch durch neu entwickelte porosierende Additive, die hierfür durch den Verbundpartner Hydroment GmbH entwickelt wurden, durchgeführt.

Anschließend erfolgte im dritten Schritt die Untersuchung von Wechselwirkungen zwischen Zementleim, Additiven und Gesteinskörnung, wobei es unter anderem um die Frage ging, wie luftporenbildende Additive und Fließmittel die Porenstruktur des Zementsteins beeinflussen und welche Kombinationen von Additiven (Fließmittel, Luftporenbildner, Stabilisierer und Hydrophobierungsmittel) die beste Grundlage für den vierten Schritt, die Entwicklung von Wärmedämmbetonen, bieten.

Durch die Vorarbeiten und die darauf aufbauende Rezeptur aus feiner und grober Gesteinskörnung, einem geeigneten Zement und verschiedenen Additiven, ist es gelungen einen Wärmedämmbeton zu entwickeln, dessen Würfeldruckfestigkeit ($29,5 \text{ N/mm}^2$) und Wärmeleitfähigkeit ($0,281 \text{ W/(mK)}$) nach 28 Tagen die gesetzten Zielgrößen erreichten. Durch die zusätzliche Beimischung von Hydrophobierungsmitteln konnte darüber hinaus sichergestellt werden, dass der Wasseraufnahmekoeffizient unter $0,5 \text{ kg/(m}^2\text{h}^{0,5})$ liegt und der Baustoff somit die Bedingungen für kapillar nicht wasseraufnahmefähige Stoffe nach DIN 4108-3:2014-11 erfüllt.

Auf Basis des entwickelten Wärmedämmbetons wurden unterschiedliche Steingeometrien zunächst durch den Verbundpartner BfB-Büro für Baukonstruktionen GmbH numerisch analysiert und anschließend in den Laboren des Verbundpartners Karlsruher Institut für Technologie (KIT) getestet, wobei sich im Hinblick auf die zu erreichende Steinfestigkeitsklasse SFK 20 die Verwendung von Vollsteingeometrien (siehe Abb. 10) als zielführend erwiesen hat.

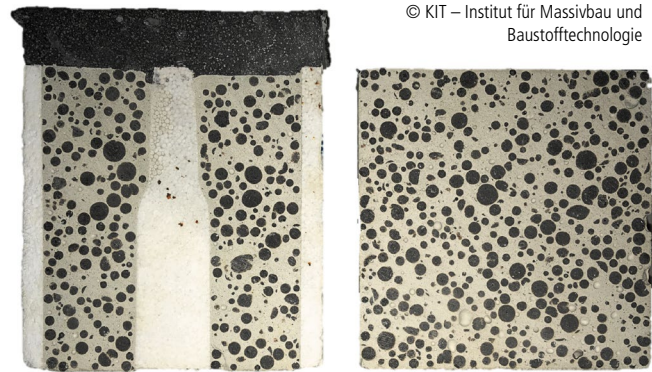


Abb. 10: Entwickelter Kimmstein als Hybridstein (links) und Vollstein (rechts) im Querschnitt

Dieser Ansatz bestätigte sich auch im vereinfachten Nachweis der Mauerwerksdruckfestigkeit nach DIN EN 1996-3/NA:2012-1, wo Hybridwände aus Kalksandstein und dem neu entwickelten Kimmstein getestet wurden (siehe Abb. 11). In den durchgeführten Prüfserien war immer ein Versagensbeginn in einer der Mörtelfugen oder im umgebenden Kalksandstein vorzufinden.

Durch den neu entwickelten Kimmstein, dessen Markteinführung derzeit noch nicht terminlich bekannt ist, liegt nun ein System bereit, welches

- aufgrund der Ausführung als Vollstein keine Abminderung der Tragfähigkeit aufweist und in dem Biegezugspannungen rechnerisch voll angesetzt werden können,
- über eine Steinfestigkeitsklasse SFK 20 verfügt und somit auch für Mehrfamilienhäuser mit bis zu vier Vollgeschossen geeignet ist,
- nach DIN 4108-3:2014-11 als nicht kapillar wasseraufnahmefähig definiert ist und
- eine äquivalente Wärmeleitfähigkeit $< 0,33 \text{ W/(mK)}$ aufweist und somit nach DIN 4108 Beiblatt 2:2017-11 ein Wärmedämmsystem der Kategorie B ist und somit einen verminderten Wärmebrückenzuschlag ΔU_{WB} von $0,03 \text{ W/m}^2\text{K}$ ermöglicht.

Die im Projekt entwickelten porosierenden Additive sind für die Marktanwendung verfügbar. Eine Kommerzialisierung der Additive zur Reduktion der Wärmeleitfähigkeit der Zementstein-Feststoffmatrix befindet sich in Vorbereitung.

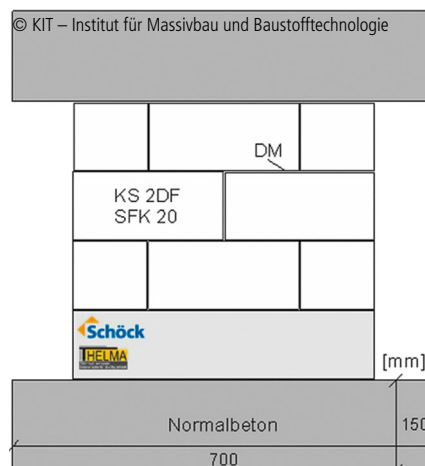


Abb. 11: Schematischer Aufbau des Prüfkörpers für die Mauerwerksdruckfestigkeit (links) und Versagensbild des Kalksandsteins nach Abschluss der Prüfung (rechts)

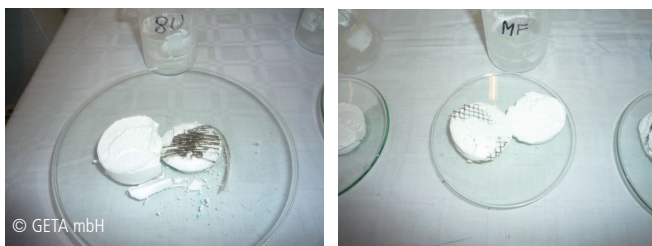


Abb. 12: Bruchkanten an der Grenzfläche zwischen Basaltgewebe und Aerogel zeigen deutlich die unbefriedigende Verbindung zwischen beiden Stoffen

AeroBasalt – Plattendämmstoff aus faserverstärktem Aerogel

Im Verbundprojekt AeroBasalt wurde unter der Leitung der GETA mbH eine monolithische Aerogel-Dämmplatte mit Faserverstärkung aus Basaltfasern entwickelt. Die Zielsetzung des Projekts bestand darin, eine aus Aerogel hergestellte Dämmplatte zu entwickeln, welche preislich mit marktgängigen Dämmprodukten im Bauwesen konkurrieren kann und die folgenden Produkteigenschaften aufweist:

- ▶ rein aus mineralisch-anorganischen Bestandteilen aufgebaut und vollständig recyclingfähig,
- ▶ Brandschutzklasse mindestens B1 mit dem Zielwert A2,
- ▶ Wärmeleitfähigkeit $< 0,025 \text{ W/(mK)}$ und
- ▶ Handhabung wie konventionelle Plattendämmstoffe.

Um preislich konkurrenzfähig mit gängigen Plattendämmstoffen zu werden, muss die Herstellung der Aerogel-Monolithen im Hinblick auf Material- und Zeiteinsatz optimiert sowie auf Fertigungsprozesse zurückgegriffen werden, welche einen möglichst kontinuierlichen Produktionsprozess ermöglichen. Deshalb wurden zu Beginn des Projekts verschiedene Synthesewege für die kosteneffiziente Herstellung des Aerogels im Sol-Gel-Verfahren sowie dessen Trocknung untersucht. Dabei erwiesen sich die folgenden Vorgehensweisen als zielführend:

- ▶ Verwendung einer Precursor-Mischung aus MTES (Triethoxymethylsilan) und TEOS (Tetraethoxysilan) aus Brandschutzgründen zur Gelherstellung,
- ▶ Verkürzung der Reaktionszeit und des notwendigen Reifeprozesses des Gels von 24 auf 6,5 h durch Säurekatalyse,
- ▶ Verzicht auf den Lösungsmittelaustausch, der ansonsten 2,5 Tage dauert und
- ▶ Ofen- oder Mikrowellentrocknung bei Normaldruck anstelle einer Trocknung mit überkritischem CO_2 .

Nachdem der Herstellungsprozess der Aerogel-Monolithen unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten optimiert war, erfolgten die Untersuchungen zur Einbringung der Faserverstärkung. In einer ersten Versuchsreihe wurde untersucht, wie sich verschiedene Fasergewebe aus Basalt im Verbund mit Aerogel verhalten. Dabei konnte festgestellt werden, dass zwischen Fasergeweben und Aerogel, weder im Ursprungszustand noch mit chemisch oder physikalisch-chemisch aktivierter Oberfläche, keine chemische Verbindung zustande kommt. Die Prüfkörper brachen alle an der Grenzfläche zwischen Aerogel und Gewebe (siehe Abb. 12).

Versuche zur Verwendung von texturierten Kurzfasern aus Basalt lieferten deutlich bessere Ergebnisse. Hier kam zwar auch keine chemische Verbindung zustande, aber eine intensive Verkrallung zwischen Aerogel und Basaltfasern. Dadurch konnten die Fasern die mechanischen Eigenschaften der Aerogel-Monolithe deutlich verbessern. Im



Abb. 13: Bild der unbewehrten Aerogelplatte nach der Trocknung (links) und der bewehrten Platte (rechts)

Dreipunktbiegeversuch in Anlehnung an DIN EN ISO 14125 konnte die maximale Biegespannung gegenüber einem Referenzprüfkörper ohne Fasern um 500 % auf 0,05 MPa gesteigert werden.

Die Wirksamkeit der Faserbewehrung (6,4 Massen-% des Sols) des Aerogel-Monolithen zeigte sich bei der Herstellung größerer Platten (38 x 22 cm). Während die unbewehrte Platte bei der Trocknung aufgrund der Schwindvorgänge zersprang (Abb. 13 links), blieb die faserbewehrte Platte an einem Stück (Abb. 13 rechts). Es zeigte sich aber die Schwierigkeit, die texturierten Fasern gleichmäßig in der Platte zu verteilen, was dazu führte, dass es an Stellen mit wenig Fasern zu kleineren Schwindrissen kam.

Um eine Gleichverteilung der Fasern sicherzustellen, wurden schließlich unvernadelte Basaltfaservliese verwendet, welche die Erstellung von gleichmäßig faserverstärkten Platten ermöglichten (siehe Abb. 14). Zur Unterbindung der Staubbildung der Platten bei der Handhabung wurden diese nach der Trocknung mit Lithiumwasserglas imprägniert.

Für die so hergestellten Platten wurde eine Wärmeleitfähigkeit von $0,037 \text{ W/(mK)}$ ermittelt. Durch eine weitere Reduktion des Faseranteils von derzeit rund 5,5 % und weitere Optimierungsansätze könnte die Wärmeleitfähigkeit noch weiter reduziert werden. Dies war im Projekt aber noch nicht möglich. Der vereinfacht durchgeführte Brandtest zeigte bei der Verwendung der Precursor-Mischung aus MTES und TEOS für die Aerogel-Monolithe mit unvernadeltem Basaltfaservlies ein Brandverhalten, das möglicherweise sogar die Brandklasse A1 erreichen lässt. Abschließende Ergebnisse hierzu liegen aber noch nicht vor.

DER AUTOR



Micha Illner

Micha Illner ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP
Nobelstraße 12
70569 Stuttgart
micha.illner@ibp.fraunhofer.de



Abb. 14: Unvernadeltes Basaltfaservlies (links) und Aerogel-Dämmplatte mit unvernadeltem Basaltfaservlies als Bewehrung nach der Trocknung (rechts)



Abb. 15: Kontinuierlich hergestellte Aerogel-Kugeln für die Anwendung in Aerogeldämmputzen

AeroPutz – Kostengünstige Aerogele für Putzanwendungen

Im Verbundprojekt AeroPutz wurde unter der Leitung der PROCERAM GmbH & Co. KG ein Herstellungsverfahren für Aerogele zur Anwendung in mineralischen Wärmedämmputzen entwickelt.

Das Projektkonsortium setzte sich die folgenden Ziele:

- Entwicklung eines Verfahrens zur kostengünstigen, kontinuierlichen und einfachen Herstellung von Aerogelen für Putzanwendungen.
- Entwicklung eines voll funktionsfähigen Systemaufbaus auf Basis der kontinuierlich hergestellten Aerogele. Dabei sind Zielparаметer für die Bewertungsgrößen Wärmeleitfähigkeit ($< 0,035 \text{ W/(mK)}$), Wasserdampfdiffusionswiderstand ($\mu < 20$), Wasseraufnahmekoeffizient ($w < 0,5 \text{ kg/(m}^2\text{h}^{0,5})$), Brandstoffklasse (A1) sowie für die Biozidfreiheit und Recyclierbarkeit einzuhalten.
- Entwicklung von verschiedenen Aerogeldämmputz-Varianten.

Aktuell werden Aerogele in kostenintensiven Batchprozessen hergestellt, weshalb die Kosten für aerogelbasierte Dämmprodukte bei gleicher Dämmwirkung um den Faktor drei bis fünf höher liegen. Um die Herstellungskosten und -zeit zu reduzieren, wurde im Rahmen des Projekts eine Anlage im Technikumsmaßstab installiert, in welchem Aerogele auf Kieselsäurebasis kontinuierlich hergestellt werden können. Dazu wird die Kieselsäurelösung kontinuierlich vertropft und die Gelierung durch den Kontakt mit verdichtetem CO_2 und der damit einhergehenden pH-Wert-Verschiebung ausgelöst. Durch die nachgeschaltete Trocknung werden die Hydrogele kontinuierlich in Aerogele überführt. Die aufgrund des Herstellungsprozesses entstandenen Aerogel-Kugeln (siehe Abb. 15) haben dank ihrer Form eine höhere Stabilität und ermöglichen einen höheren Füllgrad des Aerogeldämmputzes. Die Eigenschaften der hergestellten Aerogele wurden analysiert und waren vergleichbar mit jenen der Referenz-aerogele,

wobei Wärmeleitfähigkeiten von $0,014 \text{ W/(mK)}$ und Porositäten von 97 % erreicht wurden.

Parallel zu den Arbeiten am Herstellungsverfahren wurde die Entwicklung des Dämmputzsystems vorangetrieben. Dabei erfolgte die aufeinander abgestimmte Entwicklung aller Komponenten des Putzsystems (Grundierung, Dämmputz, Armierung, Oberputz und Schlussbeschichtung) wie in Abb. 16 dargestellt. Die entwickelte Grundierung dient der Egalisierung des Untergrundes, schafft einen Haftverbund und verhindert einen zu schnellen Wasserentzug aus der Dämmputzschicht. Diese wurde so entwickelt, dass das Rohmaterial lagerstabil und in einem Arbeitsgang mit verschiedenen Putzmaschinen bis zu einer Schichtstärke von 8 cm verarbeitet werden kann. Die erforderliche Putzarmierung wurde so ausgewählt, dass sie das Putzsystem nicht schädigt, über eine entsprechende Reißfestigkeit verfügt und gegen alkalischen Angriff resistent ist. Der Oberputz wurde u. a. im Hinblick auf Diffusionsfähigkeit, Wasseraufnahme und CO_2 -Durchlässigkeit entwickelt. Die abschließende Beschichtung wurde entwickelt, um die Wasseraufnahme zu reduzieren, ohne dabei die Offenporigkeit und Atmungsaktivität des diffusionsoffenen Aerogeldämmputzes einzuschränken.

Außerdem wurden verschiedene Formulierungen des Aerogeldämmputzes entwickelt, um dessen Eigenschaften auf das Anwendungsprofil anzupassen. So wurde auf Kosten der Wärmeleitfähigkeit ein Aerogeldämmputz mit hoher Druckfestigkeit entwickelt. Außerdem erfolgte die Entwicklung einer hochdämmenden Variante mit einem Aerogelfüllgrad von 85 % und einer Wärmeleitfähigkeit von $0,028 \text{ W/(mK)}$, einer hydrophobierten Variante mit dauerhaft reduzierter Wasseraufnahme sowie einer Variante für den Innenbereich zur Aufnahme von Feuchtigkeit aus dem Mauerwerk. Durch das Projekt AeroPutz steht nun ein neues, kostengünstiges Herstellungsverfahren für in Dämmputzen verwendbare Aerogele im Technikumsmaßstab zur Verfügung. Diese können in dem entwickelten Dämmputzsystem mit den verschiedenen verfügbaren Dämmputzvarianten kombiniert werden, um ein zu herkömmlichen WDVS preislich konkurrenzfähiges Dämmsystem mit breiten Einsatzmöglichkeiten zu erhalten.

Danksagung

Diese Veröffentlichung wurde im Rahmen des wissenschaftlichen Begleitvorhabens WiTraBau (Förderkennzeichen: 13N13541) erstellt. Das Vorhaben wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert und vom Projektträger VDI Technologiezentrum GmbH administrativ koordiniert. Der Autor bedankt sich für die Projektförderung.



Abb. 16: Schichtaufbau des entwickelten Aerogel-Dämmsystems