

## Carbonbeton mit Hochleistungswärmedämmung Lignin-Bioaerogel (0,021 W/mK) und Silika-Biomaterial-Aerogel (0,019 W/mK)

### Aerogel als Hochleistungsdämmstoff

Aerogele sind hochporöse Festkörper, deren Porenvolumen zu mehr als 90 % aus Luft besteht. Die Herstellung erfolgt über schonende Extraktion der eingeschlossenen Flüssigkeit eines gelartigen Ausgangsstoffs bei erhöhtem Druck und Temperatur. Der so erhaltene nanoporöse und leichte Stoff mit hoher innerer Oberfläche zeichnet sich durch besonders niedrige Wärmeleitfähigkeiten aus. Heu-

tige Aerogele basieren hauptsächlich auf silikatischen Rohstoffen. Jüngere Entwicklungen demonstrieren das Potenzial von neuartigen Aerogelen mit verbesserten Eigenschaften auf Basis synthetischer Polymere und biobasierter Rohstoffe. Die besonderen Wärmedämmeigenschaften von Aerogelen resultieren aus dem Zusammenspiel der geringen Porengröße im Nanometerbereich, der

großen inneren Oberfläche der Porenstruktur und einer geringen Dichte. Die um 1000-fach kleineren Poren von Aerogelen reduzieren den Wärmeübertrag durch Gasmoleküle verglichen mit herkömmlichen geschäumten Dämmstoffen signifikant (Knudsen-Effekt). Aus diesem Grund weisen Aerogele niedrigere Wärmeleitfähigkeiten auf als Luft, obwohl ihre Poren mit Luft gefüllt sind.

### Biobasierte Rohstoffe

Seit mehr als 20 Jahren werden Aerogele insbesondere auf Basis von Silikat kommerziell produziert und vertrieben. Verschiedene Firmen vorwiegend in den USA und Asien haben dafür entsprechende Produktionskapazitäten aufgebaut. Prinzipiell eignen sich jedoch auch andere Rohstoffe zur Herstellung von Aerogelen. Die neu gegründete Firma aerogel-it GmbH hat die weltweit ersten biobasierten Aerogele für den kommerziellen

Einsatz entwickelt. Abb. 2 zeigt Aerogele, die aus dem Holzbestandteil Lignin produziert wurden:

Bioaerogel (links): Lignin-Bioaerogel Wärmeleitfähigkeit 0,021 W/mK (Schüttung), das Produkt ist zu 100% biobasiert und erneuerbar und

Silika-Biomaterial-Aerogel (rechts): Silika-aerogel mit Biopolymer als Additiv, Wärmeleitfähigkeit 0,019 W/mK (Schüttung).

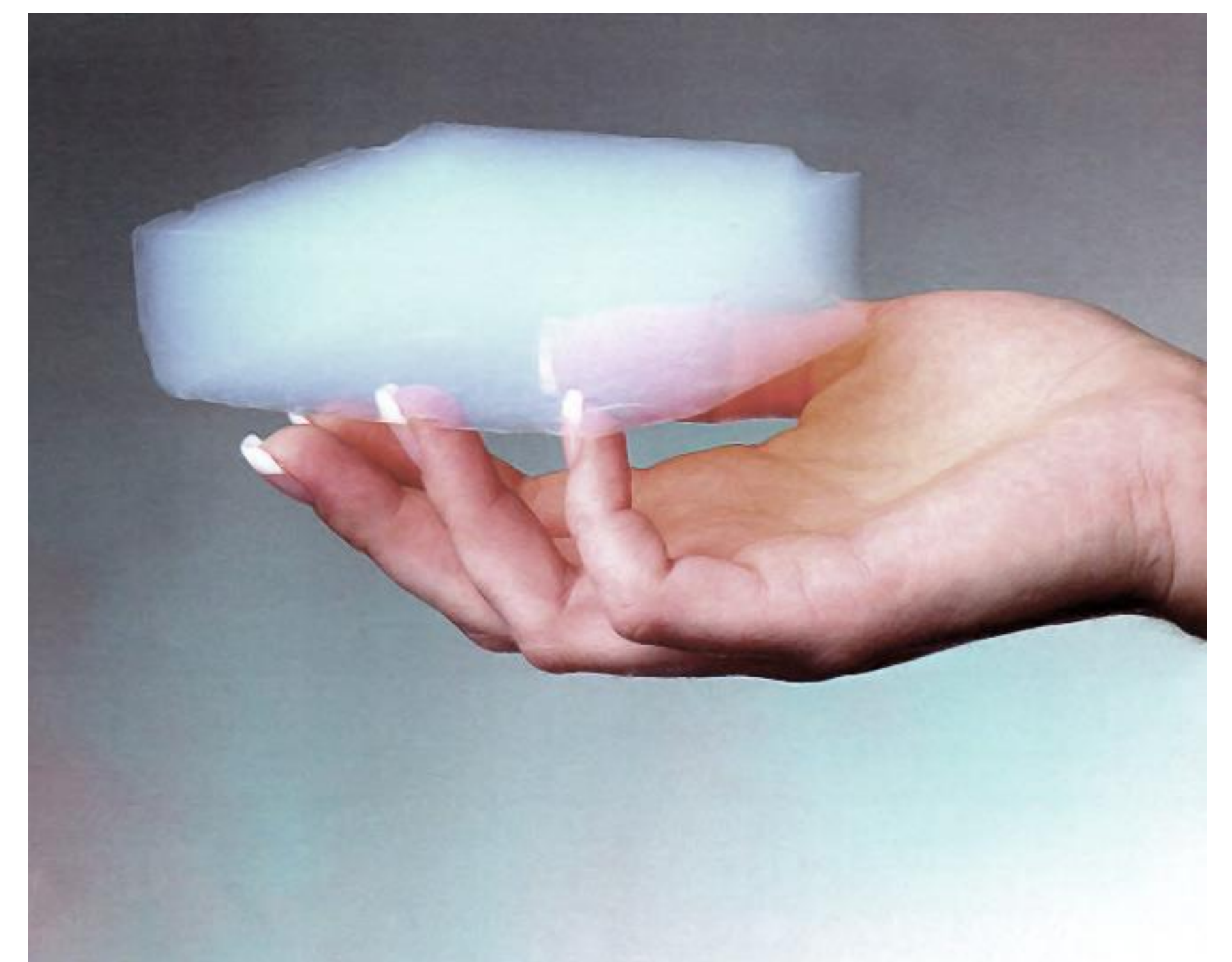


Abb. 1. Silikatbasiertes Aerogel das auch als gefrorener Rauch bezeichnet wird [Foto: NASA/JPL]



Abb. 2. Bioaerogel auf Basis von Lignin (links) und Silika - Biomaterial-Aerogel (rechts)

### Carbonbeton und Aerogel-Wärmedämmung

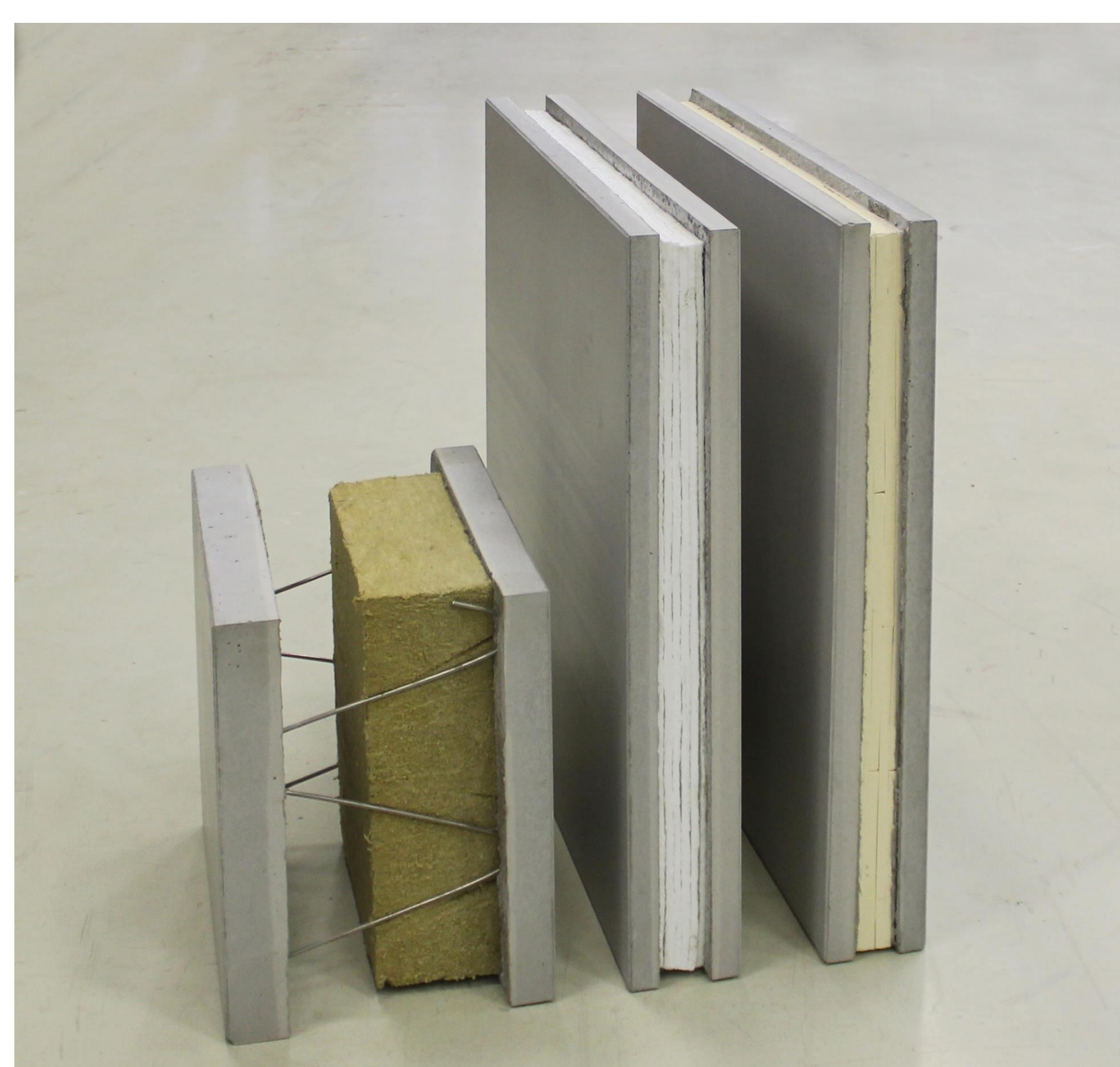


Abb. 3. Carbonbeton-Sandwich-elemente mit Mineralwolle oder Aerogel

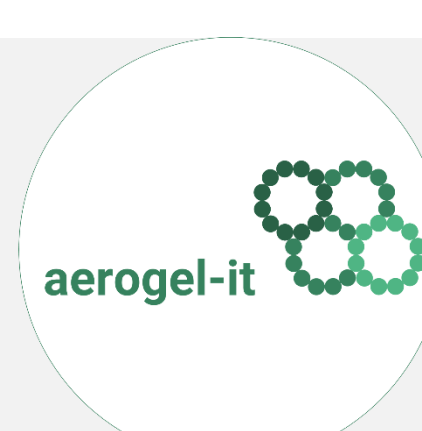
Während steigende Wärmedämmstandards tendenziell zu größeren Außenbauteildicken führen, wirken sowohl die Carbonbetonbauweise als auch Hochleistungsdämmstoffe diesem Trend entgegen. Ein Sandwichelement aus zwei Carbonbetonschichten zu je 3 cm Dicke und einer zentralen Aerogelschicht von 8 cm Dicke mit  $\lambda$  0,019 W/mK erreicht einen U-Wert von 0,22 W/m<sup>2</sup>K. Abb. 3 zeigt zwei Carbonbetonelemente mit Aerogel-Wärmedämmung und einen konventionellen Wandaufbau zum Vergleich.



HTWK Leipzig, Institut für Betonbau, FG Nachhaltiges Bauen, Karl-Liebknecht-Str. 132, 04277 Leipzig  
Web: [nachhaltigesbauen.htwk-leipzig.de](http://nachhaltigesbauen.htwk-leipzig.de)  
Ansprechpartner: Lukas Steffen, [lukas.steffen@htwk-leipzig.de](mailto:lukas.steffen@htwk-leipzig.de)



aerogel-it GmbH, Albert-Einstein-Str. 1, 49076 Osnabrück  
Web: [aerogel-it.de](http://aerogel-it.de)  
Ansprechpartner: Dr. Marc Fricke, [info@aerogel-it.de](mailto:info@aerogel-it.de)



## Carbon concrete with high-performance thermal insulation Lignin bioaerogel (0,021 W/mK) and silika biomineral aerogel (0,019 W/mK)

### Aerogel as high-performance insulation material

Aerogels, which are highly porous materials with more than 90% of their volume consisting of air, are produced by carefully extracting liquid from a gel-like starting material at high pressure and temperature. The resulting lightweight material has a high internal surface area and nanoporous structure, leading to exceptionally low thermal conductivity. Although current aerogels are primarily

based on silicates, recent advances have shown the potential of new aerogels made from synthetic polymers and renewable resources. The unique thermal insulation properties of aerogels are due to a combination of their small nanopore size, large internal surface area, and low density. Compared to conventional foamed insulation materials, the heat transfer by gas molecules is significantly

reduced in aerogels due to the pores that are approximately 1000 times smaller, which is known as the Knudsen effect. Despite being filled with air in their pores, aerogels have lower thermal conductivity than air, which makes them a highly effective insulation material.

### Bio-based raw materials

Aerogels have been commercially produced and sold for more than 20 years, primarily based on silicates. Several companies, mainly located in the US and Asia, have established corresponding production capacities. However, aerogels can also be produced from other raw materials. Recently, aerogel-it GmbH, a newly founded company, has developed the world's first commercially available bio-based aerogels. Figure 2 displays

aerogels made from the wood component lignin:

Bioaerogel (left): Lignin bioaerogel thermal conductivity 0.021 W/mK (bulk material), the product is 100% bio-based and renewable, and

Silica biomineral aerogel (right): Silica aerogel with biopolymer as an additive, thermal conductivity 0.019 W/mK (bulk material).



Fig. 1. Silicate-based aerogel also known as frozen smoke [Photo: NASA/JPL]



Fig. 2. Bioaerogel based on lignin (left) and silica biomineral aerogel (right)

### Carbon concrete and aerogel insulation

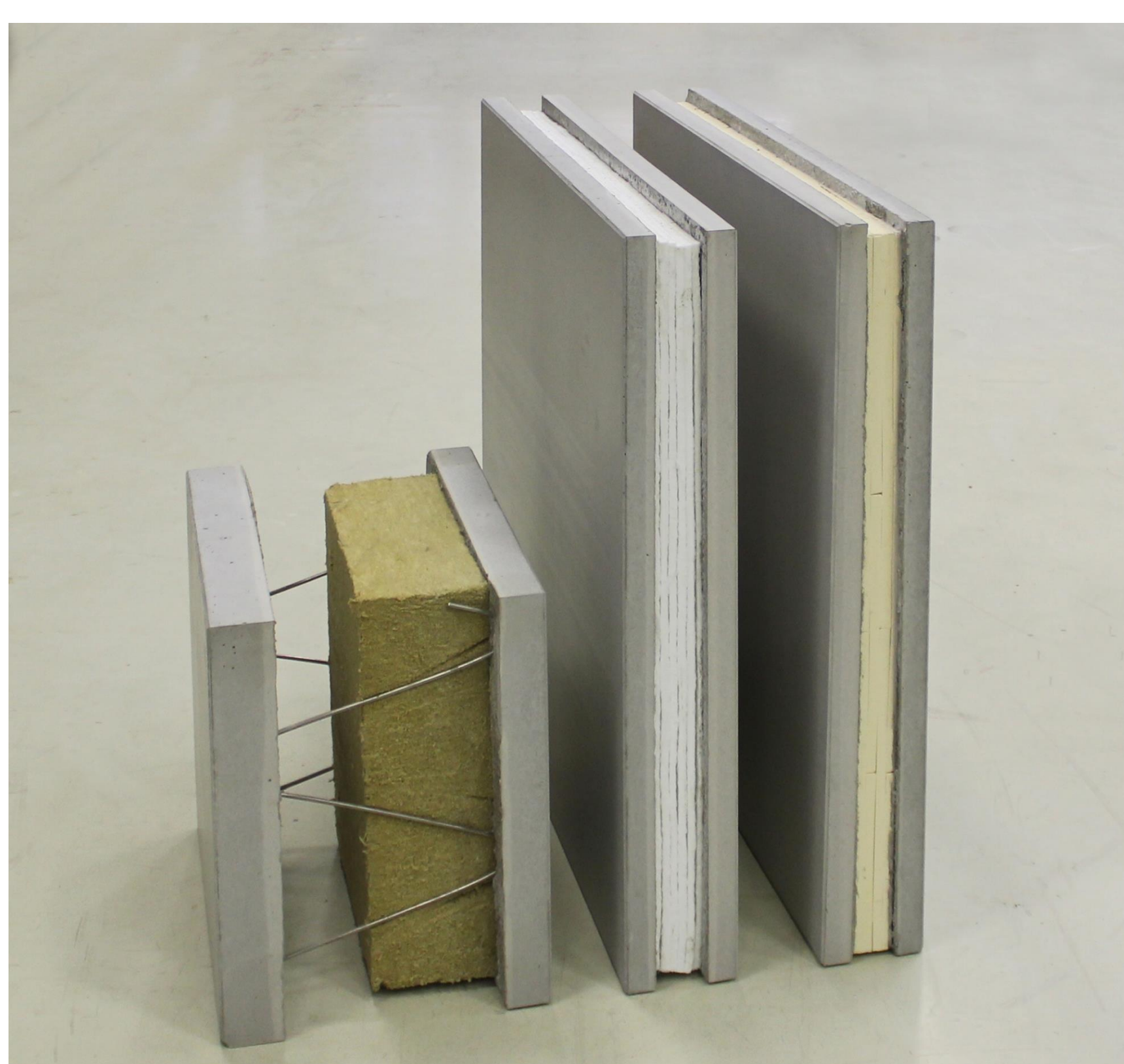
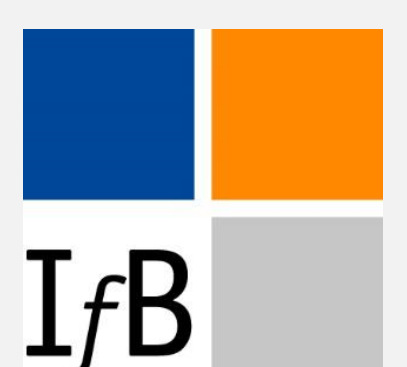


Fig. 3. Carbon concrete sandwich elements with mineral wool or aerogel

As thermal insulation standards continue to rise, building components tend to become thicker. However, both carbon concrete construction and high-performance insulation materials counteract this trend. One solution is a sandwich construction that includes two 3 cm-thick carbon concrete layers and a central 8 cm-thick aerogel layer with a thermal conductivity of 0.019 W/mK, resulting in a U-value of 0.22 W/m<sup>2</sup>K. Figure 3 illustrates this with two carbon concrete elements featuring aerogel insulation, as well as a conventional wall construction for comparison.



HTWK Leipzig, Institut für Betonbau, FG Nachhaltiges Bauen, Karl-Liebknecht-Str. 132, 04277 Leipzig  
Web: [nachhaltigesbauen.htwk-leipzig.de](http://nachhaltigesbauen.htwk-leipzig.de)  
Contact: Lukas Steffen, [lukas.steffen@htwk-leipzig.de](mailto:lukas.steffen@htwk-leipzig.de)



aerogel-it GmbH, Albert-Einstein-Str. 1, 49076 Osnabrück  
Web: [aerogel-it.de](http://aerogel-it.de)  
Contact: Dr. Marc Fricke, [info@aerogel-it.de](mailto:info@aerogel-it.de)

