

Vakuum-isolierte Bauelemente mit Schaumglasstützkern für diverse Anwendungen (VIsus3D)

Load-bearing Vacuum-insulated Components with Foam Glass Support Core for Various Applications (VIsus 3D)

Projektleiter

Project leader:
Jens Wiedemann

Projektbearbeiter

Persons in-charge:
Stefan Feuersenger,
Bernd Brendler

Fördermittelgeber

Co-funded by:
BMW i (ZIM)

Projektpartner

Project partner:
SMK Ingenieure GmbH &
Co KG;
Vaku-Isotherm GmbH;
TUBAF – Institut für
Keramik, Glas- und Bau-
stofftechnik

EINLEITUNG

In Zeiten der Energiewende und ständig weiter steigender Energiekosten erlangt eine bessere Wärmedämmung immer größere Bedeutung. Mit herkömmlichen Dämmmaterialien können die im Bauwesen entsprechend gesetzlicher Vorgaben (z. B. der Energieeinsparverordnung) geforderten Werte nur durch hohe Materialdicken erreicht werden. Damit geht viel Wohn- bzw. Nutzraum verloren und es entstehen zunehmend konstruktive Probleme durch immer größer werdender Dämmdicken. Analoges gilt auch für temperierte Räume in LKWs oder Schiffen sowie die gesamte Logistikbranche. Um dem zu begegnen, sind mit Vakuum-Isolations-Paneelen (VIP) bereits seit einigen Jahren hochdämmende Materialien verfügbar, die aufgrund ihrer hohen Kosten bisher nur einen Nischenplatz im Dämmbereich einnehmen.

ZIELSTELLUNG UND VORGEHENSWEISE

Inhalt des Vorhabens war daher die Entwicklung hochdämmender, vakuum-isolierter, kostengünstiger Bauelemente, bei denen die bisher verwendete sehr preisintensive pyrogene Kieselsäure durch einen auf Basis von Altglas herstellbaren Schaumglasstützkern ersetzt wird. Dafür wurden von den Projektpartnern materialtechnische Entwicklungen hinsichtlich der Stützkernstruktur (offenzelliges und geschlossenzelliges Schaumglas), verfahrenstechnologische Entwicklungen bezüglich der Verschluss-

INTRODUCTION

In times of the energy transition and of constantly rising energy costs, better thermal insulation is becoming increasingly important. With conventional insulation materials, the values required in the building industry in accordance with legal requirements (e.g., the Energy Saving Ordinance) can only be achieved through high material thicknesses. As a result, a lot of living space is lost along with increasingly arising construction problems as insulation thicknesses increase. The same applies to temperature-controlled rooms in trucks or ships as well as the entire logistics sector. In order to counter this, vacuum insulation panels (VIP) have been available for several years as highly insulating materials, which, due to their high costs, only occupy a niche position in the insulation sector.

OBJECTIVE AND APPROACH

Hence, the content of the project was the development of highly insulating, vacuum-insulated, cost-effective components in which the very price-intensive fumed silica previously used is replaced by a foam glass support core based on waste glass. For this purpose, the project partners carried out developments in material technology with regard to the support core structure (open-cell and closed-cell foam glass), process technology developments with regard to sealing and evacuation technology and developed various application concepts.

und Evakuierungstechnologie durchgeführt sowie verschiedene Anwendungskonzepte entwickelt.

Der Schwerpunkt der am IHD durchgeführten Arbeiten bestand in der Erforschung von Möglichkeiten zur Beschicht-, Bedruck- und Verklebbarkeit der bereitgestellten Schaumglashalbezeuge sowie der Erarbeitung von Anwendungskonzepten für den Schiffbau und deren exemplarischer Umsetzung in Form von Demonstratoren. Dabei waren insbesondere die Beschichtbarkeit mit Furnieren, HPL, Glasfaservlies und Pulverlack, verschiedene Vorbehandlungs- und Grundierungsarten sowie die Verklebbarkeit auf für das Bauwesen gängigen Untergründen wie Beton und Mauerwerk zu untersuchen.

ERGEBNISSE

Durch die im Rahmen des Projektes durchgeführten Untersuchungen konnte die prinzipielle Beschicht-, Bedruck- und Verklebbarkeit hochdämmender Schaumglasprodukte nachgewiesen werden. Großen Einfluss hat dabei die Art der zu verarbeitenden Oberfläche (angesägte Schaumglasoberfläche bei geschlossenzelligem Stützkern bzw. Verbundfolie oder artgleicher Verschluss bei offenzellig evakuierbarem Schaumglas), die nicht nur den Einsatz verschiedener Vorgehensweisen erfordert, sondern auch zu Unterschieden in der Qualität der erzielbaren Resultate führt.

Während die Haftung verschiedener Klebstoffsysteme auf Glas an sich als unkritisch zu beurteilen ist, besteht bei geschlossenzelligen Stützkernen das Hauptproblem in der geringen mechanischen Stabilität der angesägten Schaumglasoberfläche. Es ist daher entscheidend, dass thermisch induzierte

The focus of the work carried out at the IHD consisted in researching possibilities for coating, printing and bonding the semi-finished foam glass products provided as well as in developing application concepts for shipbuilding and their exemplary implementation in the form of demonstrators. In particular, their coating properties with veneers, HPL, glass fibre fleece and powder coating, various types of pretreatment and priming as well as their bondability to substrates commonly used in the construction industry, such as concrete and masonry, were to be investigated.

RESULTS

By means of the investigations carried out within the scope of the project, the basic coating, printing and bonding properties of highly insulating foam glass products could be demonstrated. The type of surface to be processed (sawn-on foam glass surface with closed-cell support core or laminated film or similar closure with open-cell foam glass that can be evacuated) has a major influence here, which not only requires the use of different procedures, but also leads to differences in the quality of the achievable results.

While the adhesion of different gluing systems to glass is not judged critical in itself, the main problem with closed-cell support cores is the low mechanical stability of the sawn-on foam glass surface. It is therefore crucial that thermally induced stresses are avoided, and that the adhesive system used remains permanently elastic and shows no material shrinkage. Otherwise, the resulting forces immediately behind the bonding zone can quickly lead to breakage within

Spannungen vermieden werden und das verwendete Klebstoffsystem dauerhaft elastisch bleibt und keinen Materialschumpf aufweist. Andernfalls kann es infolge der entstehenden Kräfte unmittelbar hinter der Verklebungszone schnell zum Bruch innerhalb des Schaumglases und somit zum Abheben bzw. Abscheren der aufgetragenen Beschichtung kommen. Nach Auftrag eines Polyester-spritzfüllers und Einbetten eines Glasfaser-vlieses konnten die Schaumglasoberflächen mittels UV-Tinte im Digitaldruckverfahren erfolgreich bedruckt werden.

Bei folierten offenzelligen Schaumglasstützkernen ist im Gegensatz zur Beschichtung des „nackten“ Schaumglases ein etwaiger Schumpf des eingesetzten Klebstoffes kaum relevant, da entstehende Kräfte von der Folie flexibel aufgenommen werden können. Problematisch ist jedoch die aufgrund der geringen Oberflächenenergie der Verbundfolie generell schlechte Haftung von Klebstoffen. Auch wenn sich durch Einsatz einer Plasmavorbehandlung oder Auftrag eines Primers leichte Verbesserungen erzielen lassen, so werden lediglich geringe Festigkeiten erreicht. Trotz dieser ungünstigen Oberflächeneigenschaften zeigte sich, dass ein direktes Bedrucken folierter Schaumglas-elemente möglich ist (Abb. 1).

Zur Untersuchung der Verklebbarkeit auf Beton und Mauerwerk wurden sowohl ein flexibel als auch ein starr aushärtender Mörtel verwendet. Allgemein lässt sich festhalten, dass zwischen der Haftung auf Beton und Mauerwerk keine signifikanten Unterschiede bestehen. Im Falle des unbeschichteten Schaumglases zeigten Abscherversuche eine gute Haftung mit beiden Mörteln. Auch wenn sich die folierten Elemente wider Erwarten mit beiden Mörteln vergleichs-

the foam glass and thus to lifting or shearing off of the applied coating. After applying a polyester spray filler and embedding a glass fibre fleece, the foam glass surfaces were successfully printed on in a digital printing process using UV ink.

In contrast to the coating of the “bare” foam glass, any shrinkage of the adhesive used is hardly relevant in the case of laminated open-cell foam glass support cores, as the resulting forces can be absorbed flexibly by the film. A problem, however, is the generally poor adhesion of adhesives due to the low surface energy of the composite film. Even if slight improvements can be achieved by using a plasma pretreatment or applying a primer, only low strengths are achieved. Despite these unfavourable surface properties, direct printing of laminated foam glass elements proved possible (Fig. 1).

Both a flexible and a rigid curing mortar were used to investigate the bondability to concrete and masonry. It can generally be stated that there are no significant differences between the adhesion to concrete and masonry. In the case of uncoated foam glass, shear tests showed good adhesion with either mortar. Even if, contrary to expectations, the laminated elements could be bonded comparatively reliably to concrete and masonry with either mortar, such fastening cannot be recommended, however, as the majority of the elements suffered a loss of vacuum either shortly after application or after a few days, which is attributable to the easy damageability of the composite film. It is therefore advisable for the insulation of the building shell to install such parts as filler elements.



Abb. 1: Digitaldruckvarianten auf verschiedenen Grundierungen: links auf weiß pigmentierter dauerelastischer Acrylat-Copolymerisat-Dispersion, mittig auf schiefergrauem Kunststoffhaftprimer und rechts auf angeliertem UV-Lack

Fig. 1: Digital printing variants on various primers: left: on white pigmented permanently elastic acrylate copolymer dispersion, centre: on slate grey plastic adhesive primer, and right: on gelled UV varnish.

weise zuverlässig auf Beton und Mauerwerk verkleben ließen, kann eine derartige Befestigung jedoch nicht empfohlen werden, da bei der Mehrzahl der Elemente entweder bereits kurz nach der Applikation oder nach wenigen Tagen ein Verlust des Vakuums zu verzeichnen war, was auf die leichte Beschädigbarkeit der Verbundfolie zurückzuführen ist. Zur Dämmung der Gebäudehülle ist daher eine Montage als ausfachendes Element anzuraten.