

Jahresbericht 2003

Vakuum-Dämmsysteme im Baubereich – Leitung IEA BCS Annex 39

Autor und Koautoren	Markus Erb
beauftragte Institution	Dr. Eicher+Pauli AG, Liestal
Adresse	Kasernenstrasse 21, 4410 Liestal
E-Mail, Internetadresse	markus.erb@eicher-pauli.ch , www.eicher-pauli.ch .
BFE Vertrags-Nummer	84'689
Dauer des Projekts (von – bis)	Januar 2002 bis April 2005

ZUSAMMENFASSUNG

Vakuum-Isolations-Paneele (VIP) wurden bereits vor einiger Zeit für den Einsatz in Geräten, z.B. in Kühlschränken und Tiefkühltruhen, entwickelt. Ihre Dämmleistung liegt um einen Faktor acht bis zehn über derjenigen von konventionellen Dämmstoffen. Die Anwendungsmöglichkeiten im Baubereich bergen ein enormes Energiesparpotential. Die Einführung eines derart neuartigen Materials in der Bauwirtschaft ist aber auch mit vielen offenen Fragen und Risiken verbunden. Im Auftrag des Bundesamtes für Energie wird deshalb in einem umfassenden Projekt die Entwicklung praxistauglicher Vakuum-Dämmsysteme für den Baubereich gefördert. Die Schwerpunkte der Aktivitäten liegen zurzeit im Bereich Forschung, wo die VIP auf ihre Tauglichkeit in Bauanwendungen untersucht, resp. fit gemacht werden. Andererseits in der Zusammenarbeit mit interessierten Firmen, mit dem Ziel VIP in Bauteile zu integrieren. Um die internationale Zusammenarbeit sicherzustellen, wurde im Rahmen der Internationalen Energieagentur (IEA) ein Projekt mit dem Titel „High Performance Thermal Insulation“, kurz HiPTI gestartet. Die Koordination der nationalen, wie der internationalen Aktivitäten liegt bei der Dr. Eicher+Pauli AG.

Im Berichtsjahr haben die Arbeiten national und international erst richtig begonnen. Im Grundlagenbereich (Lebensdauer von VIP, Wärmebrückeneffekt durch Hüllfolien) wurden auch erste Resultate produziert und publiziert. Trotz intensiver Informationstätigkeit bei potentiellen VIP-Systemanbietern konnten nur wenige Firmen für die Entwicklung von VIP-basierten, bautaughen Systemen gewonnen werden. Wichtigster Grund dafür ist das fehlende Vertrauen bzgl. Lebensdauer der heute verfügbaren Paneele. Diese Problematik deckt sich mit den Erfahrungen in den anderen im IEA-Projekt engagierten Ländern. Erste EMPA-Resultate zeigen aber, dass VIP in bestimmten Anwendungsbereichen die Erwartungen aber zu erfüllen vermögen. Aktuelle Informationen sind auf www.vip-bau.ch verfügbar.

Projektziele

IEA BCS ANNEX 39: HIGH PERFORMANCE THERMAL INSULATION

Auf Initiative des Bundesamtes für Energie wurde der IEA/BCS Annex 39 „High Performance Thermal Insulation (HiPTI)“ gestartet. Beteiligt sind Forscherteams aus Frankreich, Deutschland, Holland, Schweden, Kanada und der Schweiz.

Der Annex 39 ist in drei Teilprojekten gegliedert, die auch der Gliederung des schweizerischen Projektes entsprechen:

Subtask A: Basic Concepts and Materials (Leitung: U. Heinemann, ZAE-Bayern, Deutschland)

Subtask B: Applications and System Development (Leitung: A. Binz, FHBB, Schweiz)

Subtask C: Demonstration (Leitung: noch offen)

Die Leitung des Annex liegt bei M. Erb (Dr.Eicher+Pauli AG, Schweiz).

Der Schweizerische Beitrag zu Subtask A wird primär von der EMPA (vgl. separater Jahresbericht) erbracht. Subtask B entspricht dem Basisprojekt „Applikation und Systeme“ (vgl. separater Jahresbericht). Die Initiierung von Demonstrationsobjekten (Subtask C) wird sowohl in der Schweiz wie auch in den anderen Ländern erst in einer zweiten Phase gestartet.

Die Aufgabe der Leitung des Annex besteht darin, die von den interessierten Ländern, resp. Instituten und Firmen angebotenen Leistungen so zu koordinieren, dass für alle ein Mehrwert gegenüber isolierten Aktivitäten entsteht. Es finden dazu jährlich zwei Annex-Meetings statt, die jeweils von einem beteiligten Land organisiert werden. Zusätzlich werden Kontakte zu Industrie und Gewerbe gepflegt, i.b. um Bedürfnisse und Entwicklungen frühzeitig zu erkennen. An zwei sogenannten Executive Committee Meetings wird dem zuständigen IEA-Ausschuss (Ländervertretungen) der Projektfortschritt präsentiert und anstehende Probleme werden diskutiert.

Subtask A

In diesem Bereich werden VIP wissenschaftlich auf ihre Eigenschaften untersucht. Dabei geht es in erster Linie darum, festzustellen, welche Einsatzgrenzen die heute verfügbaren Produkte aufweisen. Konkret werden die Anforderungen an VIP beim Einsatz in verschiedenen Bauanwendungen untersucht und diese mit den Eigenschaften von heutigen VIP verglichen. Absolute Priorität hat in diesem Bereich die Lebensdauer. Diese wird durch den unvermeidbaren Anstieg des Paneelinnendrucks limitiert. Es geht also um die Frage, welche Kombination von Umweltbedingungen in welcher Zeit zu einem Anstieg des Drucks über den kritischen Wert führen. Da zurzeit viele verschiedene Hüllmaterialien (i.b. metallbedampfte Kunststofffolien) eingesetzt werden und diese von verschiedenen Produzenten unterschiedlich verarbeitet werden, ist eine grosse Zahl von Paneelen, resp. Folien zu untersuchen. Hier soll deshalb die internationale Kooperation in Form einer Aufteilung der zu untersuchenden Produkte schneller zu einem Überblick führen. Anschliessend sollen auf Basis dieser Erkenntnisse mögliche Mängel in Zusammenarbeit mit den Industriepartnern behoben werden.

Subtask B

Damit die neuen hocheffizienten Dämmmaterialien (siehe Fig. 1) sich im Baubereich durchsetzen, müssen nicht nur die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen stimmen, sondern auch anwendungsreife Systemlösungen zur Verfügung stehen. Zusammen mit interessierten und qualifizierten KMU werden Dämm-Systeme mit Vakuum-Isolations-Paneelen entworfen und entwickelt, die bezüglich Garantiezeiten, Produktsortiment, Anwendungstauglichkeit, Lebensdauer usw. mit den bestehenden Dämmsystemen mithalten können. Diese Aktivitäten liefern auch Rückmeldungen bezüglich der Anforderungen an die Paneele, welche dann in Subtask A weiterbearbeitet werden.



Vakuum-Isolations-Paneele (VIP) sind 8 bis 10 mal leistungsfähiger als konventionelle Dämmstoffe.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

ANNEX 39 MEETINGS

Im Jahr 2003 fanden zwei Meetings aller Annex-Teilnehmer (Stockholm und Delft) und eines spezifisch zum Subtask A (Dübendorf) statt. Im Folgenden sind die wichtigsten Ergebnisse dieser Treffen zusammen gefasst.

Organisatorisches

Das CSTB (Frankreich) muss sich von der Subtask A Leitung zurückziehen, da eine Finanzierung dieser Funktion nicht möglich ist. Das ZAE-Bayern (U. Heinemann) übernimmt die Funktion, obwohl eine ausdrücklich für diese Funktion bestimmte Finanzierung ebenfalls nicht vorliegt. Aus diesem Grund wurde die Verantwortung für den Subtask-Leiter reduziert, indem für die im Subtask A zu erstellen- den Berichte jeweils ein Annex-Teilnehmer mit hoher Kompetenz die Federführung übernimmt. Nach- stehend die Titel der vier geplanten Berichte im Subtask A und die jeweils zuständigen Personen.

- Kern: Daniel Quénard (CSTB, Frankreich)
- Folie: Klaus Noller (IVV, Deutschland)
- Paneele: Hans Simmler (EMPA, Schweiz)
- Qualität: Ulrich Heinemann (ZAE-Bayern, Deutschland)

Die Finanzierung der französischen Aktivitäten geschieht zu einem substantiellen Teil durch die Privat- industrie, welche die Resultate nur beschränkt offen legen will. Es ist deshalb nicht mit anwen- dungspezifischen Informationen aus Frankreich zu rechnen.

In Deutschland befinden sich zurzeit ca. 10 VIP-Projekte in Vorbereitung. Die Finanzierung der gröss- ten dieser Projekte scheint gesichert, deren Beiträge zum Annex sind aber noch unklar. In Anbetracht des Faktums, dass der Annex Ende 2004 abgeschlossen werden sollte, ist dies problematisch, da mög- liche deutsche Beiträge kaum mehr berücksichtigt werden können.

Als neuer Teilnehmer im Annex konnte das Fraunhofer Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung (IVV, Freising), vertreten durch Klaus Noller, begrüßt werden. Noller ist ein Spezialist auf dem Gebiet der Entwicklung von hochgasdichten Folien.

Subtask A

Alterung von VIP in Klimakammern

Eine der wichtigsten Aufgaben des Annex ist es, Licht in die Frage nach der Lebensdauer von VIP in Bauanwendungen zu bringen. Es hat sich gezeigt, dass Feuchte und Temperatur in der Anwendung einen dominanten Einfluss auf das Eindringen von Wasserdampf und Luft in die Paneele haben. Diese Permeation führt zu einem Druckanstieg, welcher ab einem gewissen Niveau zum Verlust der sehr guten Dämmeigenschaften von VIP führt. Verschiedene Annex-Teilnehmer altern VIP deshalb in Klimakammern. Es wurden dazu die Annex-Standardbedingungen definiert:

Type of environment	temperature [°C]	rel. humidity [%]
A) Indoor climate <i>internal use of VIP</i>	23	50
B) Medium demands <i>internal use of VIP (floor heating)</i>	38	90
C) High demands <i>external use of VIP or boilers insulation etc.</i>	65	75
D) Cycling <i>external use of VIP (facade, terrace)</i>	23 (4h) 65 (8h)	50 (4h) 75 (8h)

Erste Resultate dieser Alterungsversuche haben gezeigt, dass hohe Feuchten, insbesondere in Kombination mit erhöhter Temperatur zu einer stark beschleunigten Permeation führen. Dies gilt insbesondere für metallbedampfte Folien, welche heute noch deutlich weniger dicht sind, als Folien auf der Basis von Aluminiumverbundfolien. Daraus muss geschlossen werden, dass bei Anwendungen mit entsprechenden „anspruchsvollen“ Bedingungen heutige metallbedampfte Folien nicht eingesetzt werden sollten. Den Nachteil den man sich durch die Verwendung von Metallverbundfolien einhandelt ist der deutliche Wärmebrückeneffekt im Randbereich der Paneele.

Kieselsäure als Kernmaterial

Alle im Annex untersuchten VIP verwenden Kieselsäure als Kernmaterial. Insbesondere pyrogene Kieselsäure hat ein extrem hohes Oberflächen zu Volumenverhältnis und ist durch seine hydrophilen Eigenschaften ein sehr guter Getter (Absorber) für Wasserdampf. Diese Getterkapazität ist von grosser Bedeutung für die Lebensdauer von VIP. Aus diesem Grund wurde von Deutschland, Kanada und Frankreich die sog. Sorptionsisotherme von pyrogener Kieselsäure gemessen. Diese Resultate werden nun auch dazu verwendet, die in den Alterungsversuchen festgestellten Druckanstiege zu interpretieren. Es geht dabei um die Frage nach dem Anteil des Wasserdampfs am Gesamtdruckanstieg. Dies ist wichtig zu wissen, damit Folien entsprechen verbessert werden können.

Thermische Betrachtungen

Von allen untersuchten VIP-Produkten (Paneele) wurden Messungen des U-Wertes durchgeführt. Diese dienten dann auch als Validierungsinstrument um ganze Konstruktionen mit VIP-Dämmung rechnerisch zu untersuchen. Diese Arbeiten haben zum Ziel, kritische (energetisch, bauphysikalisch) Wärmebrückeneffekte in den Konstruktionen zu finden und diese entsprechend zu optimieren.

Subtask B

VIP Anwendung und Systementwicklung

In der Schweiz wie international hat es sich als recht schwierig erwiesen, Firmen für die Entwicklung von VIP-basierten Bauteilen (Fassadenelemente, Fussbodenheizungssystem usw.) zu gewinnen. Das

fehlende Vertrauen in die heute verfügbaren Paneele sowie die nur beschränkte Garantieübernahme seitens der Paneellieferanten lässt die meisten Interessenten früher oder später von einer Investition in diese Technik (Entwicklungsprojekt) Abstand nehmen. In der Schweiz werden VIP aber trotzdem bereits in grösseren Mengen eingesetzt und zwar v.a. als auf der Baustelle verlegte Platten, i.b. zur Dämmung von Terrassen. Diese Anwendung zeichnet sich dadurch aus, dass VIP hier durch die sehr hohe Dämmleistung, Konstruktionen zulässt, die dem Bauherren einen grossen Zusatznutzen (keine Stufe zw. Innen- und Aussenbereich) bringt. Um dieses Ziel zu erreichen, ist der Einsatz von VIP kaum zu umgehen. In vielen anderen Bereichen, in denen VIP in Konkurrenz zu bewährten Konstruktionen und Materialien steht, sieht es jedoch aus den erwähnten Gründen anders aus.

Ein ursprüngliches Ziel des Projekts, die Entwicklung von VIP-basierten Bauteilen zu initiieren, wird deshalb nur begrenzt erreicht werden können. Mit folgenden Unternehmen wurden eingehende Gespräche bezüglich einer Einführung der VIP-Technologie in deren Produkten geführt: Forster AG (Arbon), Gebr. Tobler AG (Urdorf), Geweco AG (Schwerzenbach), Friap AG (Ittigen), Eternit AG (Niederurnen), Swiss Sustainable Systems AG (Bern) und Bombardier (Villeneuve).

Informationstätigkeit in der Schweiz

Die Informationstätigkeit in der Schweiz umfasste dieses Jahr folgende Aktivitäten:

- Messeauftritte: 24.1.03: Swissbau, 27.-30.11.03: Minergie-Messe:
Für die Swissbau und weitere Messen resp. Anlässe wurde ein Flyer sowie ein Plakat produziert. Der Messeauftritt gestaltet sich so, dass im Rahmen von Sonderschauen ein nicht betreuter Info-Stand vip-bau.ch aufgestellt wird. Gleichzeitig werden die Aussteller als primäre Ansprechpartner besucht.



Flyer, A-5 4-seitig



Plakat, Weltformat

- Internet-Auftritt: Die vom Projektteam unterhaltene Website www.vip-bau.ch wird regelmässig den Bedürfnissen angepasst und mit neuen Publikationen ergänzt. Die Seite wird sehr häufig besucht (durchschnittlich 10'000 Hits pro Monat).
- 7.10.03: Informationsveranstaltung ETH
Das Schweizer Projektteam führte am 7. Oktober einen Workshop an der ETH Zürich durch. Die Veranstaltung hatte den Charakter einer erweiterten Projekt-Begleitgruppenbesprechung. Die 30 Teilnehmer repräsentierten die gesamte Produktionskette von VIP-Produzenten (Deutschland) über deren (Schweizer) Vertriebspartner, Systementwickler bis zu Anwendern (Architekten) und Bauphysikern. Bei dieser Veranstaltung, wie auch bei den Annex-Meetings wurde wiederholt das fehlende Vertrauen in die VIP-Technik zum Ausdruck gebracht.

Produkte von Subtask B

Die Produkte der Aktivitäten des Subtask B bestehen aus einem vierteiligen Bericht:

- Teil 1: VIP - Ein neues Material für die Bauwirtschaft
 - Was sind VIP
 - Dauerhaftigkeit und Risikofaktoren
 - Wärmeleitfähigkeit von VIP
 - U-Werte von VIP-enthaltenden Konstruktionen
- Teil 2: VIP im Praxiseinsatz auf der Baustelle
 - Praxisreportagen
- Teil 3: Der Einsatz von VIP auf der Baustelle
 - Umgang mit dem Material, Handling, Schutzmassnahmen, Hinweise.
 - Risikominderung bei Wärmebrücken
 - Anpassungsarbeiten an Ränder, Stützen etc. geeignete Füllmaterialien
 - Durchdringungen und Aufhängungen
- Teil 4: VIP inside - Systeme und Produkte mit eingebauten VIP
 - Beschrieb der bereits auf dem Markt erhältlichen VIP-basierten Bauteilen

Diese Struktur wird für die nationale wie internationale Berichterstattung verwendet.

Nationale Zusammenarbeit

Die Arbeiten der drei Schweizer Projektteams (FHBB, EMPA und Dr. Eicher+Pauli AG) erfolgt in enger Zusammenarbeit. Koordiniert werden die Aktivitäten durch die Dr. Eicher+Pauli AG. Die nationalen Kontakte werden von der FHBB, die internationalen von Dr. Eicher+Pauli AG gepflegt. Es finden mindestens alle zwei Monate Arbeitstreffen statt.

Bewertung 2003 und Ausblick 2004

Das vergangene Jahr kann bezüglich der Aktivitäten innerhalb des Projekts aber auch was die realen VIP-Anwendungen im Baubereich betrifft als Konsolidierungsphase bezeichnet werden. Im Projekt sind die Arbeiten, i.b. was die Schweiz betrifft, auf gutem Wege.

In der realen Praxis hat sich gezeigt, dass in Bereichen, in denen VIP mit anderen Dämmstoffen konkurriert, letzteren häufig der Vorzug gegeben wird. Es sind die bereits mehrfach erwähnten Ursachen wie Vertrauensmangel und fehlende Garantieübernahme durch Paneel-Lieferanten, die dies bedingen. Es ist deshalb klar, dass die Frage nach der Lebensdauer von VIP, resp. die Sicherstellung einer genügenden Lebensdauer hohe Priorität eingeräumt werden muss. Dies geschieht einerseits durch die bereits laufenden Aktivitäten, wird aber im nächsten Jahr ergänzt durch Feldmessungen an sechs realen VIP-Anwendungen, in welchen die Innendruckentwicklung von Paneelen, sowie die hierfür entscheidenden Parameter Temperatur und Feuchte gemessen über längere Zeit gemessen werden.

Mit dem Weiterführen von gezielten Unternehmenskontakten sollen besonders interessante VIP-Anwendungen initialisiert werden. Die Bereiche Bodenheizsysteme und Einbauwassererwärmer werden bereits bearbeitet.

Referenzen

- [1] Eicher, Hp.; A. Binz; M. Erb. 1997. ***Hochleistungs-Wärmedämmsysteme***. Bericht Vorphase. Bundesamt für Energie.
- [2] Eicher, Hp.; M. Erb; A. Binz; A. Moosmann. 2000. ***Hochleistungs-Wärmedämmsysteme***. Schlussbericht Dezember 2000 Bundesamt für Energie
- [3] Erb, M. et al. 2002. ***Vakuum-Dämmung im Baubereich***. 12. Schweiz. Status-Seminar 2002. Zentrum für Energie und Nachhaltigkeit im Bauwesen. Bundesamt für Energie, September 2002.
- [4] Zimmermann, M.; H. Bertschinger. 2001. ***High performance thermal insulation Systems, Vacuum insulated Products (VIP)***. Proceedings of the international conference and workshop.
- [5] Weber, R. 2001. ***Studie Hochisolationsleitungen***. EMPA-BFE, Juni 2001.
- [6] Bundi, R. 2003. ***Vakuumisolierte Paneele***. Zeitschrift: Fassade - Façade. 3/2003
- [7] Brunner, S; H. Simmler. 2003. ***Service life prediction for vacuum insulation panels (VIP)***. Proceedings of the CISBAT 2003 conference. EPFL, Lausanne.
- [8] Bundi, R; K. Ghazi Wakili; Th. Frank. 2003. ***Vacuum insulated panels in building applications***. Proceedings of the CISBAT 2003 conference. EPFL, Lausanne.