

VIP-BAU

Vakuum Isolations Paneele Evakuierte Dämmungen im Bauwesen

3. Fachtagung
20. September 2007
Universität Würzburg



EnOB

Forschung für
Energieoptimiertes Bauen



ViBau

Forschungsschwerpunkt des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie
mit dem Forschungsakzent ViBau - Vakuumisolation im Bauwesen

3. Fachtagung VIP-BAU
Vakuum Isolations Paneele
Evakuierte Dämmungen im Bauwesen

ZAE Bayern, Würzburg

20. September 2007

Dieses Heft beinhaltet die Tagungsbeiträge der am 20. September 2007 in Würzburg stattfindenden „3. Fachtagung VIP-BAU, Vakuum Isolations Paneele - Evakuierte Dämmungen im Bauwesen“. Die Organisation dieser Veranstaltung erfolgt im Rahmen des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie unter dem Förderkennzeichen: 0327321N geförderten Vorhabens „Energieoptimiertes Bauen; ViBau: VIP-PROVE, Vakuumisulationspanelee - Bewährung in der Baupraxis - wissenschaftliche Begleitforschung“.

Die Verantwortung für die Inhalte der einzelnen Beiträge liegt bei den jeweiligen Autoren. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, wie auch das ZAE Bayern übernehmen keine Gewähr insbesondere für die Richtigkeit, die Genauigkeit und die Vollständigkeit der Angaben.

Organisation:

Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V., ZAE Bayern
Abteilung Funktionsmaterialien für Energietechnik
Am Hubland
97074 Würzburg
www.zae-bayern.de

in Kooperation mit

Physikalisches Institut der Universität Würzburg
Lehrstuhl für Experimentelle Physik VI
Am Hubland
97074 Würzburg
www.physik.uni-wuerzburg.de

Editor:

Dr. Ulrich Heinemann

Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V., ZAE Bayern
Abteilung Funktionsmaterialien für Energietechnik
Am Hubland
97074 Würzburg
ulrich.heinemann@zae.uni-wuerzburg.de
www.vip-bau.de

Copyright:

Weder die Texte, noch die Bilder, noch die Logos dürfen ohne Erlaubnis des verantwortlichen Autors bzw. der verantwortlichen Organisation anderweitig benutzt oder vervielfältigt werden.

September 2007, © ZAE Bayern, Bestellungen: vip-bau@zae.uni-wuerzburg.de

Die 3. Fachtagung VIP-BAU wurde gefördert durch :



und finanziell unterstützt durch:

Bifire S.r.l, Nova Milanese



E.ON Energie AG, München



Porextherm Dämmstoffe GmbH, Kempten



Vaku-Isotherm GmbH, Rossau



Va-Q-tec AG, Würzburg



Variotec Sandwichelemente GmbH & Co.KG, Neumarkt



Wipak Walsrode GmbH & Co.KG, Walsrode



Inhaltsverzeichnis

Ulrich Heinemann, ZAE Bayern, Würzburg „Vakuumisolationspaneele - Potentiale und Besonderheiten“	9
Martin Forstner, Forstner Architekturbüro, Neumarkt i.d.Opf. „VIP-basierte Problemlösungen in der Sanierung“	21
Michael Krauter, energie-tib GmbH, Korb „Praxiserfahrungen eines geschulten Fachbetriebes - Einsatz bauaufsichtlich zugelassener Vakuumdämmplatten“	33
Rolf Wieleba, effidur GmbH „Fußbodensanierung mit VIP und dem dünnsten, selbsttragenden Fußbodenheizungssystem“	43
Jürgen Eberlein, GEB Holzbau- und Energietechnik GmbH, Neumarkt i.d.Opf. „Wärmebrückenkompendium: VIP und „In Isothermen Veritas“ “	51
Andreas Beck, Hochschule für Technik, Stuttgart „Wärmebrücken – die planerische Herausforderung beim Einsatz von Vakuum-Wärmedämmelementen“	61
Bruno Arnold, ZZ Wancor, Regensdorf, Schweiz „Anwendungen von VIP im Bauwesen – Umfangreiche Erfahrungen aus Anwendungen in der Schweiz“	75
Christof Stölzel, Variotec-Sandwichelemente GmbH&Co.KG, Neumarkt i.d.Opf. „Vom VIP zum handlingsicheren Bauteil“	91
Otto Fechner, Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt), Berlin „Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung am Beispiel des VIP-Elementes“	101
Dieter Bindel, Gebäudeenergieberater, Ingenieure, Handwerker e.V. GIH Baden-Württemberg „VIP in der Sanierung, Chance auf Fördermittel - VIP im CO2-Gebäudesanierungsprogramm der KfW“	117
Rolf Disch, Architekturbüro Rolf Disch / Geschäftsführer Solarsiedlung GmbH, Freiburg i. Brsg. „VIP als Element der Plusenergie-Bauweise Das Beispiel des Sonnenschiffs in Freiburg“	127

Grußwort

Selbstbewusst mit dem Kürzel „VIP“ bezeichnet, stellen die Vakuum-Isolations-Paneele die effizienteste Technologie der Wärmedämmung für Gebäude dar. Mit dieser raumsparenden Lösung eröffnen sich Chancen für energieeffiziente schlanke Konstruktionen im Neubau, wie auch Lösungsmöglichkeiten für die Sanierung im Bestand. In den vergangenen Jahren haben zahlreiche Hersteller und Anwender die Idee der hocheffizienten Wärmedämmung aufgegriffen, so dass inzwischen an die 100 000 m² eingesetzt sein dürften. Wir denken, man kann sagen: die Technik steht heute an der Schwelle zum Durchbruch. Einer der Schlüssel für den Durchbruch dieser zukunftsorientierten Technologie ist sicherlich der Erfahrungsaustausch zwischen Entwicklern, Herstellern und Anwendern. Eine hervorragende Gelegenheit hierfür bietet die 3. Fachtagung VIP-BAU am 20. September 2007 in Würzburg.

Bei der ersten Fachtagung VIP-BAU „Vakuum Isolations Paneele – Evakuierte Dämmungen im Bauwesen“ am 10.-11. Juli 2003 in Rostock-Warnemünde standen vor allem technische Grundlagen und erste Anwendungen im Mittelpunkt, auf der zweiten Fachtagung VIP-BAU am 16.-17. Juni 2005 in Wismar die zwischenzeitlich gesammelten Erfahrungen aus der Praxis. Auf der dritten Tagung in dieser Reihe stehen in komprimierter Form wiederum die Erfahrungen und Beispiele aus der Praxis im Vordergrund. Die Tagung richtet sich insbesondere an Architekten, Bauingenieure, Entscheidungsträger in öffentlichen Einrichtungen und Wohnungsbaugesellschaften, sowie an Hochschulen, die sich mit dieser besonderen Thematik auseinandersetzen.

Die 3. Fachtagung VIP-BAU findet in direktem Anschluss an das „8th International Vacuum Insulation Symposium“ am 18. und 19. September 2007 statt. Auf dieser englischsprachigen Veranstaltung von Experten aus Forschung und Entwicklung sind auf wissenschaftlicher Ebene die Grundlagen Thema, wie auch unterschiedliche Anwendungen. Die Anwendungen im Bauwesen werden am 19. September behandelt, so dass für Interessierte mit wenig zusätzlichem Aufwand ein Besuch auch dieser Veranstaltung möglich wird.

Wir freuen uns, dass die 3. Fachtagung VIP-BAU in diesem Kontext stattfinden wird und hoffen, dass diese innovative Technologie entscheidend dazu beitragen wird, Energieeinsparpotentiale im Bauwesen zu realisieren. Wir würden uns freuen, Sie in der fränkischen Weinmetropole Würzburg begrüßen zu können.

Würzburg, im August 2007

Prof. Dr. Vladimir Dyakonov, Dr. Ulrich Heinemann

Vakuumisolationspaneele - Potentiale und Besonderheiten

Ulrich Heinemann, Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V. (ZAE Bayern)

1 Einleitung

Während herkömmliche Dämmmaterialien, wie Glas-, Mineralwolle oder Polystyrolschäume bei Umgebungstemperatur Wärmeleitfähigkeiten von etwa 0.035 bis 0.045 W/(m·K) aufweisen, lassen sich mit evakuierten Isolationsmaterialien Wärmeleitfähigkeiten im Bereich von etwa 0.002 bis 0.008 W/(m·K) erreichen. Schwergas-gefüllte Polyurethanschäume haben Wärmeleitfähigkeiten von etwa 0.022 bis 0.030 W/(m·K); bei speziellen, besonders feingegliederten Materialien kann die Wärmeleitfähigkeit von trockener, ruhender d.h. nicht-konvektierender Luft von etwa 0.025 W/(m·K) noch unterschritten werden. Im Vergleich zu den nicht-evakuierten Dämmmaterialien weisen Vakuumisolationen somit ein Verbesserungspotential von einem Faktor 5 bis 10 auf (siehe Bild 1). Der erhebliche Raumgewinn wird anhand der in Bild 2 dargestellten thermisch äquivalenten Systeme offensichtlich.

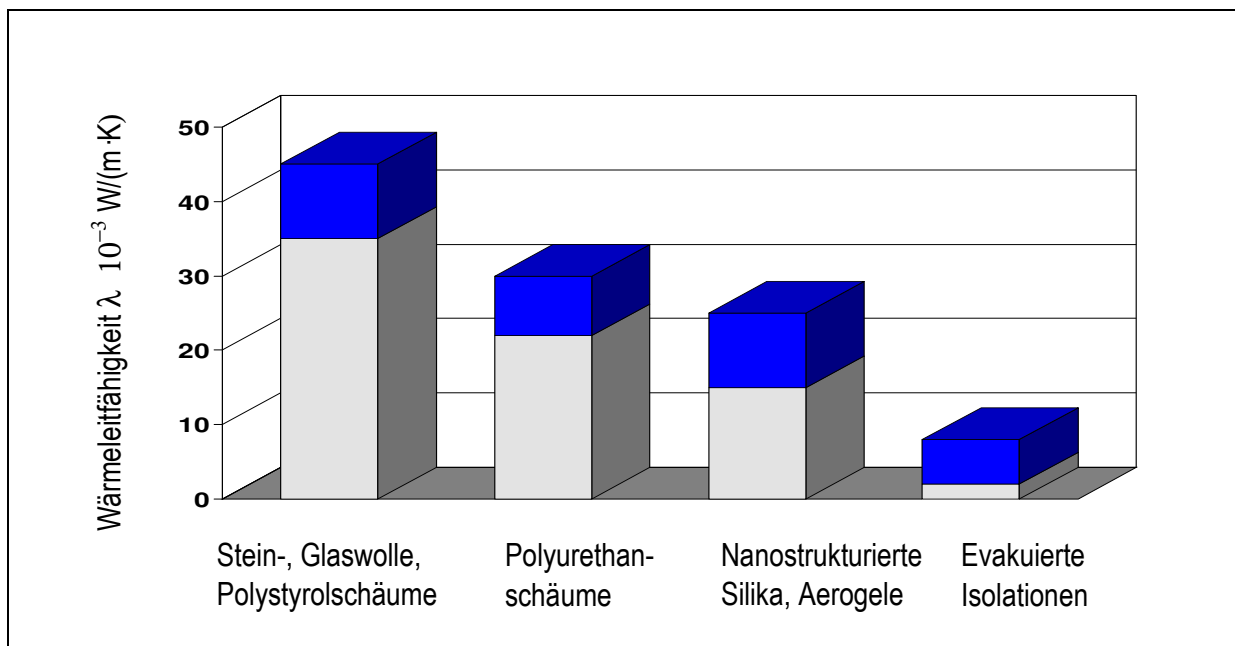


Bild 1: Dämmmaterialien (-systeme) im Vergleich. Die blau unterlegten Bereiche geben etwa die Bandbreite wieder. Während herkömmliche Dämmmaterialien, wie Glas-, Mineralwolle oder Polystyrolschäume bei Umgebungstemperatur Wärmeleitfähigkeiten von etwa 0.035 bis 0.045 W/(m·K) aufweisen, lassen sich mit evakuierten Isolationsmaterialien Wärmeleitfähigkeiten im Bereich von etwa 0.002 bis 0.008 W/(m·K) erreichen; ein Verbesserungspotential von einem Faktor 5 bis 10!

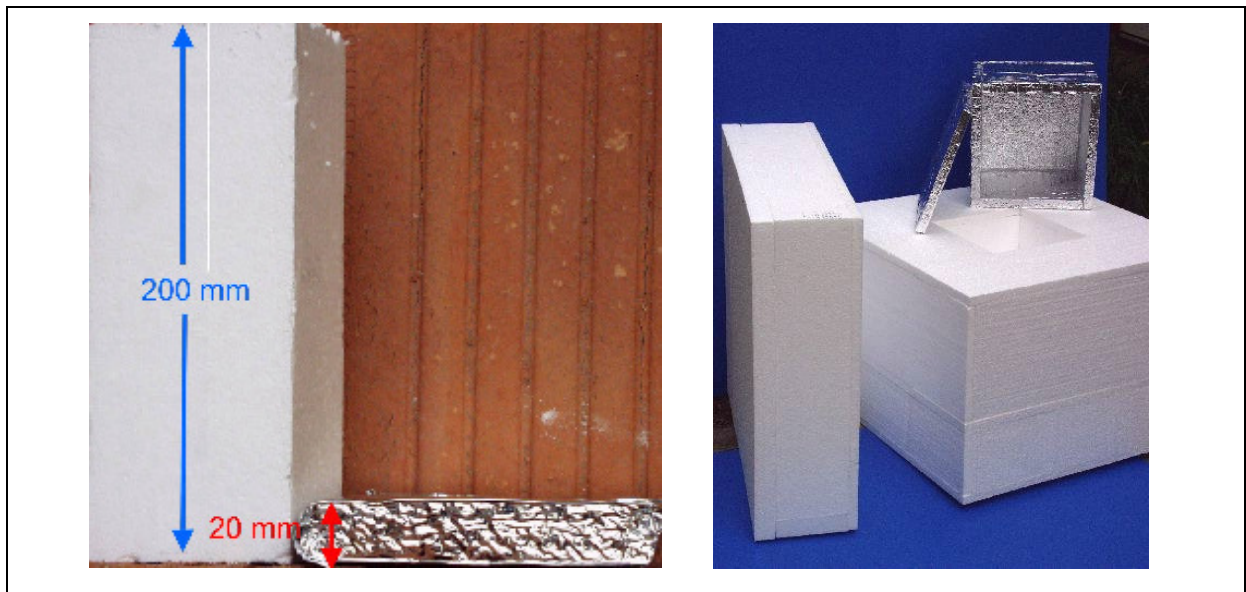


Bild 2: Thermisch äquivalente Dämmsysteme. Insbesondere bei klein-volumigen Elementen ist der Raumgewinn erheblich. Das Bruttovolumen der Box aus Vakuumisolationspaneelen beträgt bei gleichem Nutzvolumen und gleicher Dämmwirkung nur etwa 1/15-tel der entsprechenden Box aus EPS-Schaum (Bild rechts).

Hocheffiziente evakuierte Isolationen finden Anwendung zum Beispiel bei Latentwärmespeichern für Fahrzeuge, Hochtemperatur-Batterien, Kühlfahrzeugen, Kühlzellen oder Kühlhäusern, oder auch Heißwasserbehältern. Bei diesen Anwendungen sind aus Gründen der Temperaturbeständigkeit oder hygienischen Gründen metallische Hüllen erforderlich oder von Vorteil. Für weitere Anwendungen, Kühl- und Gefrierschränke, Transportboxen und aber auch für Anwendungen im Bauwesen, kommen spezielle Kunststoffhochbarrierelamine oder mit Kunststofffilmen laminierte Metallfolien in Frage.

2 Aufbau und Wesen von Vakuumisolationspaneelen (VIP)

Während bei den bekannten Vakuum-basierten hocheffizienten Wärmedämmungen wie Thermoskannen oder Kryogefäßen zylindrische Gefäße in der Lage sind, den äußeren atmosphärischen Druck zu tragen - dieser entspricht einer Gewichtslast von 10 t/m^2 -, müssen bei flachen Vakuumisolationspaneelen druckstabile Füllmaterialien oder Strukturen die entsprechenden Druckkräfte aufnehmen. Hierfür kommen verschiedene Faser-, Pulver- oder Schaumprodukte in Frage. Um evakuierbar zu sein, müssen diese eine offene Struktur besitzen. Zudem sollten sie möglichst wenig ausgasen. Ein VIP besteht somit prinzipiell aus einer ausreichend gasdichten Vakuummhülle und einem Druck tragenden Füllmaterial (siehe z.B. das Ausführungsbeispiel in Bild 3). Vom Wesen her sind Vakuumisolationspaneelen nicht mehr ein Material, das nach Bedarf bearbeitet und zurechtgeschnitten werden kann, sondern es sind in Standardabmessungen oder individuellen Größen vorgefertigte Dämmelemente. Zusätzlicher Planungsaufwand, erhöhte Wärmeströme im Randbereich und Sensitivität auf mechanische Verletzung sind Merkmale, die man wohl von der Planung und dem Einsatz von Fensterelementen gewohnt ist, im Anwendungsbereich Wärmedämmung bedeuten Sie jedoch gegenüber den konventionellen Lösungen zusätzlichen Aufwand, erforderliche Erfahrung im Umgang und Aufklärung der Nutzer über das Wesen dieser Elemente.

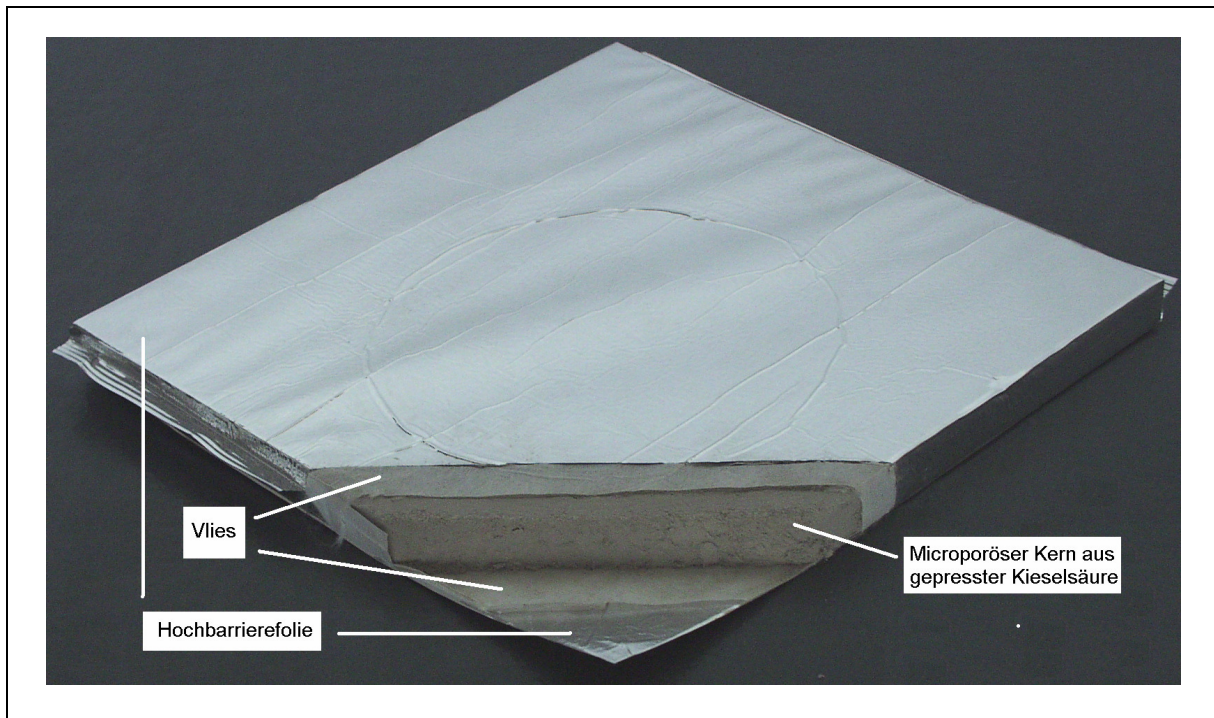


Bild 3: Aufbau eines Vakuumisulationspaneels, in diesem Beispiel mit einem Kern aus zu einem Board gepresstem nanostrukturierten SiO_2 -Pulver und einer Hülle aus einem mehrfach metallisierten Kunststoffhochbarrierefolie.

Diese hocheffiziente Wärmedämmung wird insbesondere dort eingesetzt, wo ein vorgegebenes Dämmmaß mit möglichst schlanken Aufbau realisiert werden soll, oder dort, wo der für die Dämmung verfügbare Raum begrenzt oder sehr wertvoll ist. Die Vorzüge der Vakuumdämmung ergeben sich aus dem Raumgewinn, einem verbesserten Dämmwert oder einer Kombination von beiden.

3 Wärmetransport in porösen Dämmmaterialien

In guter Näherung lässt sich der Wärmetransport in porösen Dämmungen durch die Summe der verschiedenen Beiträge, Wärmetransport über das Festkörpergerippe λ_s , Infrarotstrahlungstransport λ_r und Wärmeleitung des darin enthaltenen, ruhenden Gases λ_g beschreiben. Kopplungseffekte der verschiedenen Transportpfade werden in einem weiteren Term λ_c erfasst:

$$\lambda = \lambda_s + \lambda_r + \lambda_g + \lambda_c . \quad (3-1)$$

In Bild 4 ist die Abhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit vom Gasdruck für verschiedene, mehr oder weniger für den Einsatz in evakuierten Dämmungen optimierte Materialien dargestellt. Die Kurvenverläufe basieren auf am ZAE Bayern durchgeführten Messungen. Der Übergang von einem evakuierten Material, bei dem Beiträge des Gases zur Gesamtwärmeleitfähigkeit zu vernachlässigen sind, zu einem nicht-evakuierten Material bei dem die Wärmeleitfähigkeit in Abhängigkeit vom Gasdruck konstant wird, erfolgt über zwei bis drei Größenordnungen im Gasdruck. In welchem Druckbereich dieser Übergang erfolgt, wird wesentlich von der Größe der (größten) Poren bestimmt. Je feiner das Material, je kleiner die Poren, umso geringer sind die Anforderungen an die Qualität des Vakuums, das erreicht und aufrechterhalten werden muss.

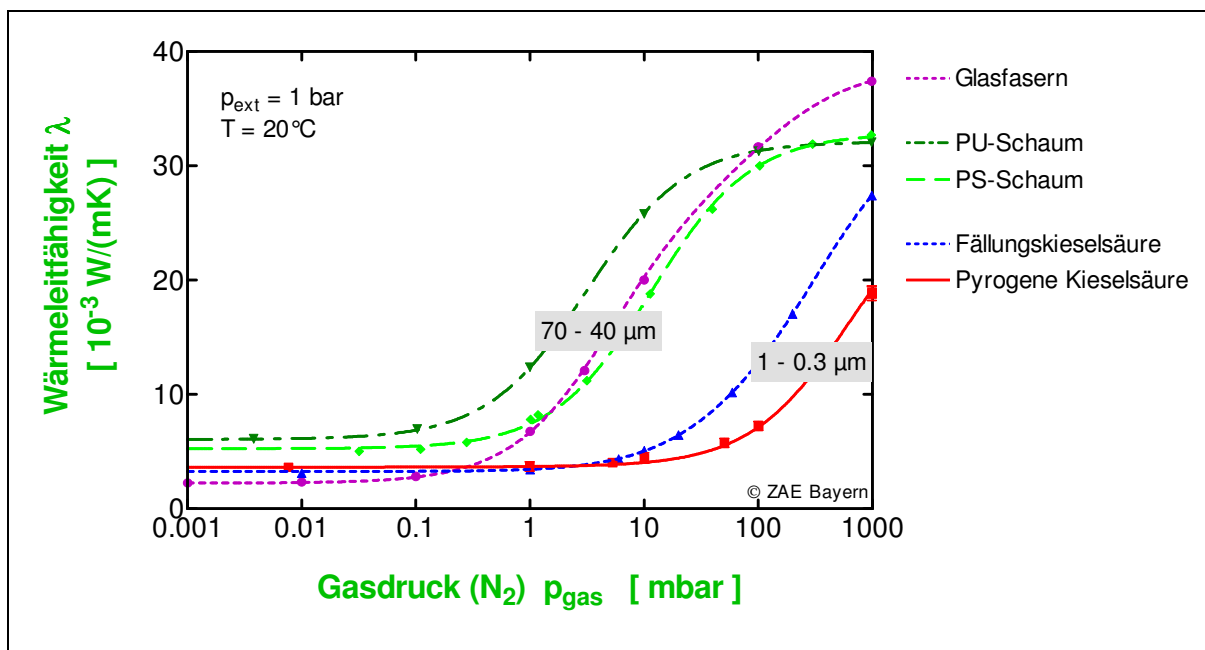


Bild 4: Wärmeleitfähigkeit verschiedener Füllmaterialien in Abhängigkeit vom Gasdruck (N₂).

So ist bei den pyrogenen Kieselsäuren bereits ein Gasdruck („Vakuum“) von einigen zig Millibar zur Unterdrückung der Luftwärmeleitfähigkeit ausreichend, während bei den Schäumen und Faserboards ein Gasdruck von etwa 1 mbar unterschritten werden muss. Beachtenswert ist die Tatsache, dass bei den nanostrukturierten pyrogenen Kieselsäuren die Wärmeleitfähigkeit auch im belüfteten Zustand nur etwa halb so groß ist, wie die bei konventionellen Dämmstoffen, ein Umstand, der das technische Risiko bei Beschädigung oder Versagen der Vakuumschicht mindert.

4 Hüllmaterialien für Vakuumisolationspaneele

Ausgehend von den bekannten evakuierten Isolationen wie Thermoskannen oder Kryogegefäßen lässt sich ableiten, dass die dort verwendeten Hüllmaterialien Edelstahl, Aluminium oder Glas prinzipiell auch für flache Vakuumisolationspaneele geeignet sind. Jedoch weisen laminierte Folien und Filme in Bezug auf die Flexibilität im Herstellungsprozess und den Produktionskosten erhebliche Vorteile auf. Besonders attraktiv für Anwendungen im Bauwesen ist die Kombination solcher Hochbarrierelamine mit nanostrukturierten Füllmaterialien. In dieser Kombination ergeben sich VIP-Produkte mit voraussichtlichen Funktionsdauern von mehreren Jahrzehnten. VIP mit Schaum- oder Faserfüllungen sind weitaus sensibler gegenüber dem internen Gasdruck. Bei gleicher angenommener Permeationsrate der Vakuumschicht wäre die zu erwartende Funktionsdauer dort etwa um einen Faktor 100 kürzer.

Weitgehend Pinhole-freie Aluminiumverbundfolien mit Al-Schichtdicken von 7 oder 8 μm sind den mehrlagigen Kunststoffhochbarrierenfilmen mit mehreren nur wenige zig Nanometer „dünnen“ aufgedampften Al-Sperrschichten in Bezug auf die Dichtigkeit überlegen. Jedoch ist Aluminium ein hervorragender Wärmeleiter. In Bild 5 ist der zum Teil gravierende Einfluss der Wärmeleitung der Hüllen, aber auch der Spalte im Stoßbereich zwischen den Paneelen, auf einen über mehrere Paneele gemittelten Wärmedurchgangskoeffizienten U abzulesen. Selbst bei Paneelen mit 1 m Kantenlänge ist dieser Effekt beachtlich. Laminate mit insgesamt nur etwa 80 nm Aluminiumschichtdicke sind aus wärmetechnischen Gründen daher vorzuziehen.

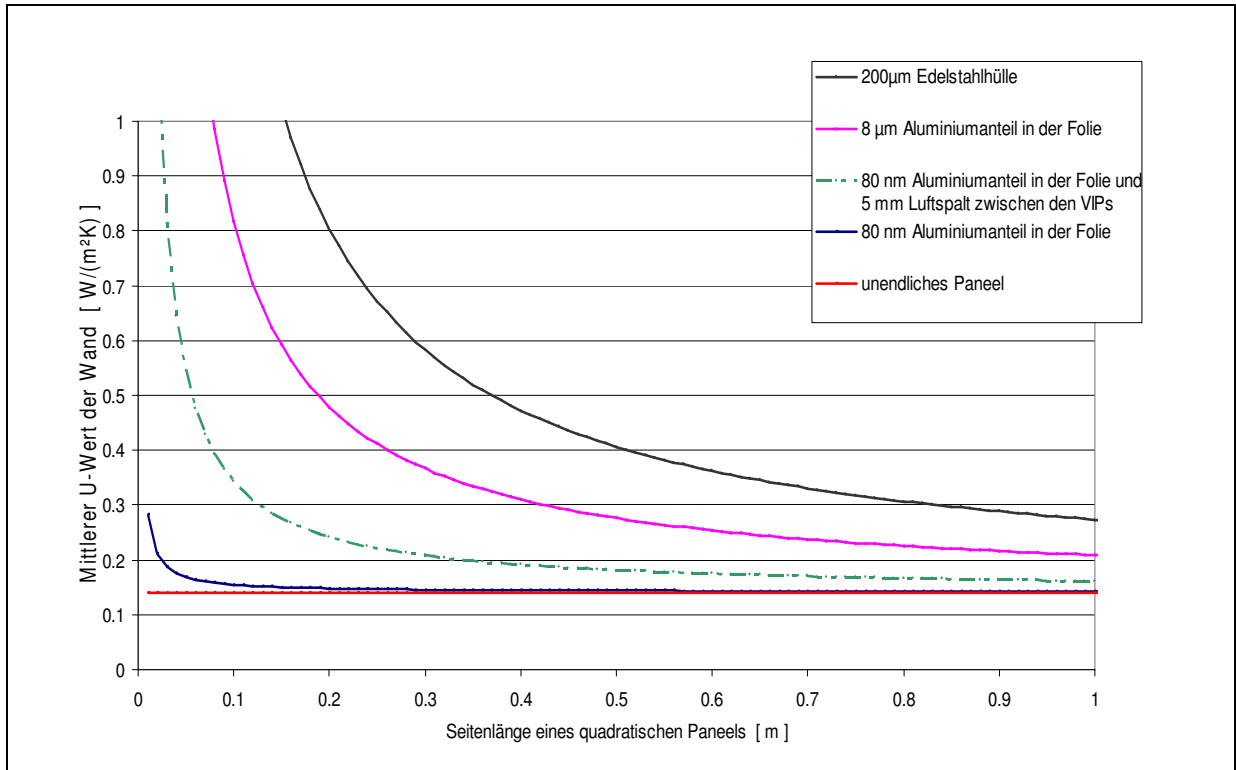


Bild 5: Einfluss von verschiedenen Hüllen und einem Spalt auf den gemittelten Wärmedurchgang für einen Wandaufbau aus 3 cm VIP und 3 cm Polystyrolämmung.

5 Permeation durch Hüllen aus Kunststoffhochbarrierelaminaten

Lösungsdiffusion ist ein wesentlicher Transportmechanismus. Er ist unterschiedlich für die verschiedenen Gase der Luft. Insbesondere Wasserdampf wird aufgrund seiner hohen Löslichkeit in Kunststoffen in weitaus größerem Umfang transportiert als die „trockenen“ Bestandteile der Luft. Generell ist eine starke Temperaturabhängigkeit der Permeationsraten festzustellen. Zudem bestimmen relative Feuchte und treibende Partialdruckdifferenzen den Gastransport (Bild 6).

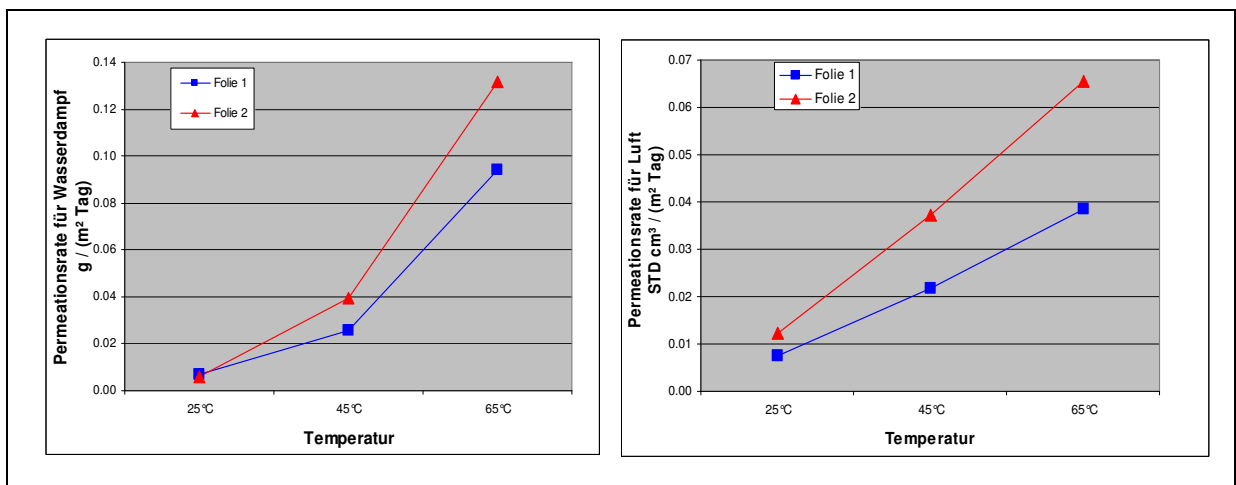


Bild 6: Temperaturabhängigkeit der Permeationsraten in Hochbarrierrefilmen (Beispiele).

6 Anforderungen an die Dichtigkeit der Hülle

Bei den nanostrukturierten pyrogenen Kieselsäuren kann man diskutieren, ob der mit der Feuchte im VIP einhergehende Anstieg der Wärmeleitfähigkeit soweit wie möglich unterdrückt werden sollte, oder ob der im Extremfall im Ausgleich mit der Umgebungfeuchte sich ergebende Einfluss von zusätzlich 1 bis $2 \cdot 10^{-3} \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ toleriert werden kann (siehe Bild 7). Das tolerable Maß für die effektive Wärmeleitfähigkeit zusammen mit der gewünschten Funktionsdauer bestimmen die zulässige Permeationsrate für Wasserdampf.

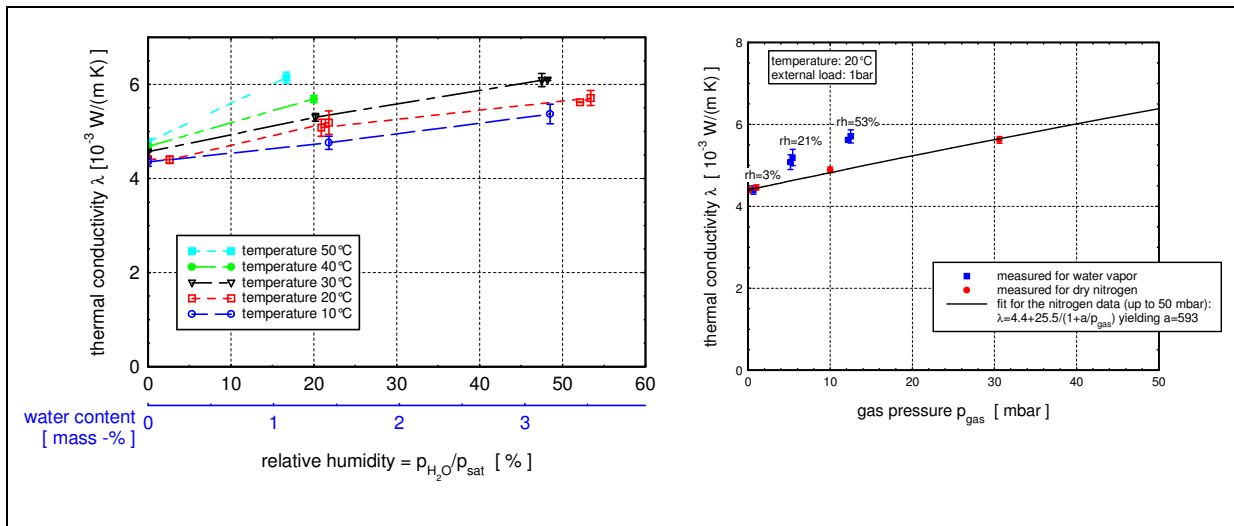


Bild 7: Einfluss von Feuchte und von Luft auf die Wärmeleitfähigkeit in pyrogene-Kieselsäureboards.

Legt man die extremen Anforderungen bzgl. der Funktionsdauer von bis zu 50 Jahren bei Anwendungen im Bauwesen zugrunde und akzeptiert den in Bild 7 rechts dargestellten Anstieg der Wärmeleitfähigkeit, so darf der Druckanstieg in einem Panel maximal 1 mbar pro Jahr betragen, entsprechend einer Permeabilität von max. $0.03 \text{ STDcm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{Tag})$ ohne Berücksichtigung von Einträgen über die Siegelnähte o.ä.. Da die Permeationsraten der Lamine stark von Temperatur und Feuchte beeinflusst werden, müssen auch die klimatischen Bedingungen in der Anwendung beachtet werden.

7 Wesentliche Ergebnisse wissenschaftlicher Untersuchungen

Vakuumhülle

Die Permeation für Luft (ohne Wasserdampf) ist stark temperaturabhängig (Arrheniusfunktion mit Aktivierungsenergien von etwa 30 bis 40 kJ/mol). Für verschiedene Lamine sind die Permeationsraten teilweise sehr unterschiedlich. Der Gaseintrag erfolgt nicht nur über die „Fläche“, sondern in signifikanter und unerwartet großer Menge auch proportional zur Länge der Siegelnähte und Kanten. Aufgrund des günstigeren Oberfläche-(und damit auch Volumen)-zu-Kantenlänge-Verhältnis fällt der Gasdruckanstieg in größeren Paneelen geringer aus als in kleineren.

Die Permeation von Wasserdampf erfolgt im Wesentlichen über die Hüllfläche, Beiträge von den Siegelnähten und Kanten sind häufig nicht oder nur ungenau zu separieren. Die Permeationsraten entsprechen weitgehend den Erwartungswerten. Für die Alu-Folie sind sie etwa um eine Größenordnung

niedriger als für die metallisierten Filme.

Die Lamine sind herstellungsbedingt mit einer großen Anzahl von Fehlstellen wie Gasblasen im PU-Kleber, Demetallisierungen, Delaminierungen und Verunreinigungen durchsetzt. Möglicherweise ergeben sich hier Ansätze zur Verbesserung der Dichtigkeit der Lamine.

Visuelle Untersuchungen zeigen darüber hinaus, dass der Laminataufbau im Bereich der Kanten so stark verletzt ist, dass dort an zahlreichen Punkten Licht durchscheint. Unerwartet hohe Permeationsraten proportional zur Länge der Kanten sind daher vermutlich wesentlich auf Verletzungen im Aufbau der Lamine in den Bereichen hoher mechanischer Beanspruchung zurückzuführen. Auch hier könnten mechanisch robustere Aufbauten weitere Ansätze für noch dichtere Vakuumschichten bieten.

Paneele

Für nicht zu kleine Paneele (größer als etwa $50 \times 50 \times 2 \text{ cm}^3$), unter mäßigen klimatischen Bedingungen (25°C , 75% r.F.) werden mit aktuellen Hochbarrierelaminaten verschiedener Hersteller die Anforderungen an die Dichtigkeit, Druckanstiegsraten kleiner als 1 mbar/a, erfüllt (ohne Berücksichtigung des Einflusses von Wasserdampf, der durch geeignete Trockenmittel oder die Sorptionseigenschaften des Füllmaterials kompensiert werden kann).

VIPs mit derartigen Kunststoffhochbarrierelaminaten in Kombination mit einem Füllkern aus nanostrukturiertem Kern erfüllen damit auch die hohen Anforderungen bezüglich der Dauerhaftigkeit im Bauwesen (etwa 50 Jahre), zumindest rechnerisch.

Tests an VIPs in der baupraktischen Anwendung unter real variierenden klimatischen Bedingungen ergaben gegenüber numerischen Kalkulationen, bei denen zeitlich hoch aufgelöste aufgezeichnete Temperatur- und Feuchteverläufe berücksichtigt wurden, geringere Druckanstiege und Massezunahmen. Für eine einfache theoretische obere Abschätzung von Druckanstieg und Massezunahme lässt sich daher mit den Jahresmittelwerten für Temperatur und Feuchte arbeiten.

8 Fazit zu Vakuumisolationspaneelen

- In Vakuum-Isolations-Paneelen können extrem niedrige Wärmeleitfähigkeiten erreicht werden: 0.002 bis 0.008 W/(m·K).
- Hüllen aus Edelstahl sind ausreichend dicht für alle Füllmaterialien und bieten einen guten Schutz gegen mechanische Verletzung.
- Nanostrukturierte Materialien in Kombination mit speziellen Kunststoffhochbarrierelaminaten ermöglichen VIP-Produkte auch für Anwendungen im Bauwesen mit einer geforderten Funktionsdauer von mehr als 50 Jahren.
- Noch dichtere Lamine würden den Einsatz weiterer Füllmaterialien mit größeren Poren ermöglichen.
- In der praktischen Anwendung ist die besondere Gefahr, die Hülle der Vakuumisolationspaneele zu verletzen, zu beachten. Paneele mit Kunststofflaminat oder Aluminiumverbundfolie müssen mechanisch geschützt werden. Transport, Handling und Verarbeitung sollten nur von eingewiesenem Personal erfolgen.
- Der Wärmebrückenproblematik ist in Verbindung mit Vakuumisolationspaneelen besonderes

Augenmerk zu widmen. In dem gleichen Maße, wie durch den Einsatz von VIPs die Stärke einer Wärmedämmschicht verringert werden kann, verschärft sich das Problem von Wärmebrücken.

Im Vergleich zu einer konventionellen Wärmedämmung ist bei gleicher Dämmwirkung und ohne Einschränkung des hierfür benötigten Raums die Vakuumdämmung heute noch deutlich teurer. Vakuumdämmsysteme werden daher insbesondere dort eingesetzt, wo ihre spezifischen Vorteile zum Tragen kommen, hocheffiziente Dämmung bei geringer Aufbaustärke:

- als „Problemlöser“, wenn für eine konventionelle Dämmung kein ausreichender Raum zur Verfügung steht;
- als finanziell günstigere Lösung, wenn durch den Einsatz von VIPs weitere Maßnahmen eingespart werden können, wie bei der wärmetechnischen Sanierung z.B. der Versatz von Tür- und Fensteröffnungen oder die Verlängerung eines Dachüberstandes;
- wenn es darum geht, aus einer vorgegebenen Grundfläche möglichst viel Nutzfläche zu erzielen (Innenstädte mit hohen Grundstückspreisen) und
- aus architektonischen Gesichtspunkten:
 - bei Dachterrassen zur Vermeidung von Stufen;
 - bei kleinen Anbauten mit besonders ungünstigem Oberfläche-Volumen-Verhältnis wie z.B. Dachgauben;
 - bei Fassaden in Element- und Pfosten-Riegel-Konstruktionen.

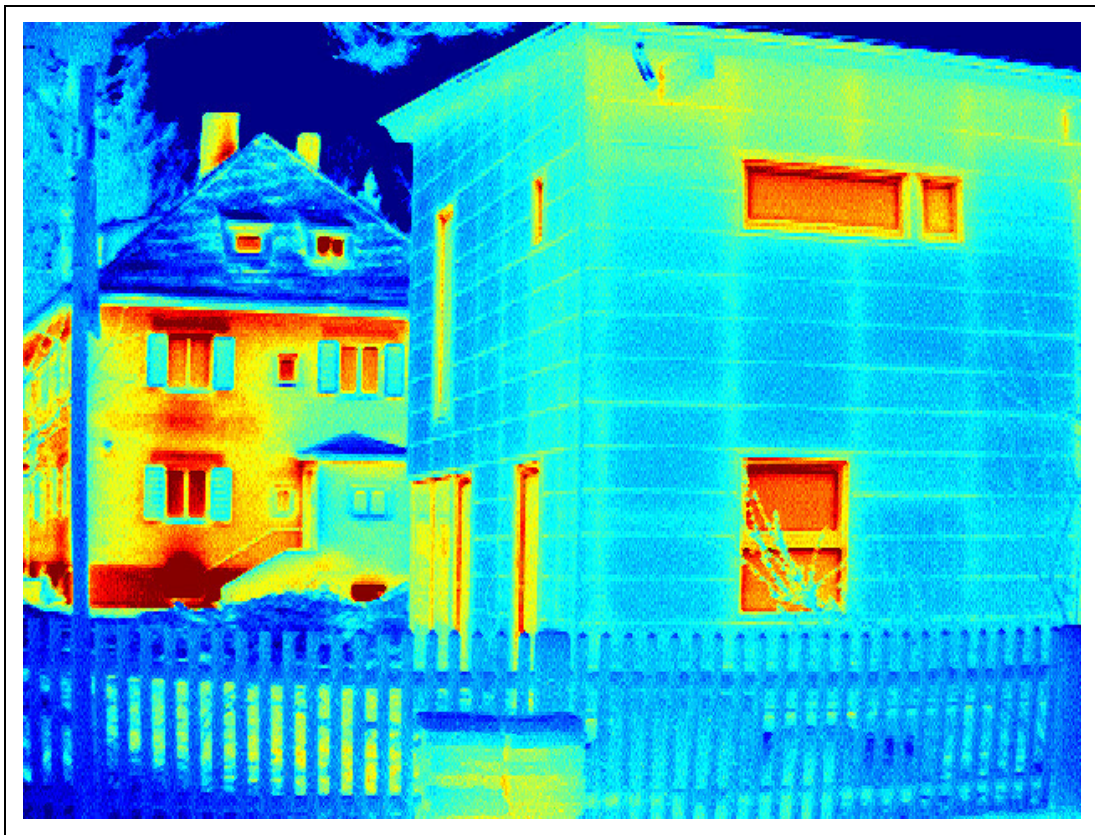


Bild 8: Infrarotaufnahme eines mit Vakuumisolationspaneelen gedämmten Neubaus (rechts) und einem nicht wärmegeprägten Altbau (links).

9 Ausblick - Vakuumisoliergläser VIG

Die thermischen Schwachstellen auch bei gut wärmegeämmten Gebäuden liegen im Bereich der Fenster (siehe z.B. Bild 8). Der Wärmedurchgang selbst von exzellenten Fenstern mit einem U_W -Wert von $0.8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ist um einen Faktor 5 schlechter als der von angrenzenden gut gedämmten Wänden mit einem U-Wert von z.B. $0.15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Ähnlich wie bei den opaken Dämmelementen VIP bietet auch hier die Evakuierung (des Scheibenzwischenraumes) ein enormes Verbesserungspotenzial bzgl. der Dämmwirkung (Faktor 2).

Am ZAE Bayern werden zusammen mit Partnern solche Vakuumisoliergläser mit einem U-Wert von weniger als $0.5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ entwickelt. Die technischen Herausforderungen bestanden zunächst darin, Stützen zu entwickeln, die, wie das Füllmaterial bei den Vakuumpaneelen, die externe Last von $10 \text{ t}/\text{m}^2$ aufnehmen, sowie in einem ausreichend dichten und doch thermisch stabilen Randverbund. Beide sollten nicht nennenswert zum Gesamtwärmetransport beitragen. Die Stützen sollten zudem optisch möglichst wenig in Erscheinung treten. Die Anforderungen an die Qualität des Vakuums und damit die Dichtigkeit der Hülle, insbesondere der des Randverbundes, sind bei einem VIG weitaus höher als bei einem VIP. Kann bei den VIPs mit nanostrukturiertem Füllmaterial der Gasdruck einige oder einige zig Millibar betragen, so muss bei den Vakuumisolierglasfenstern über die gesamte Funktionsdauer der Gasdruck um einen Faktor 10 000 geringer sein ($< 10^{-3} \text{ mbar}$).

Aktuell stehen Labormuster zur Verfügung, die bei einer Gesamtstärke von nur 9 mm und einem Gewicht entsprechend dem der Zweifachverglasung, Dämmwerte erreichen, die besser sind als die einer Dreifachverglasung. Im Weiteren werden zurzeit Maßnahmen und Verfahren für eine großtechnische Fertigung erarbeitet.

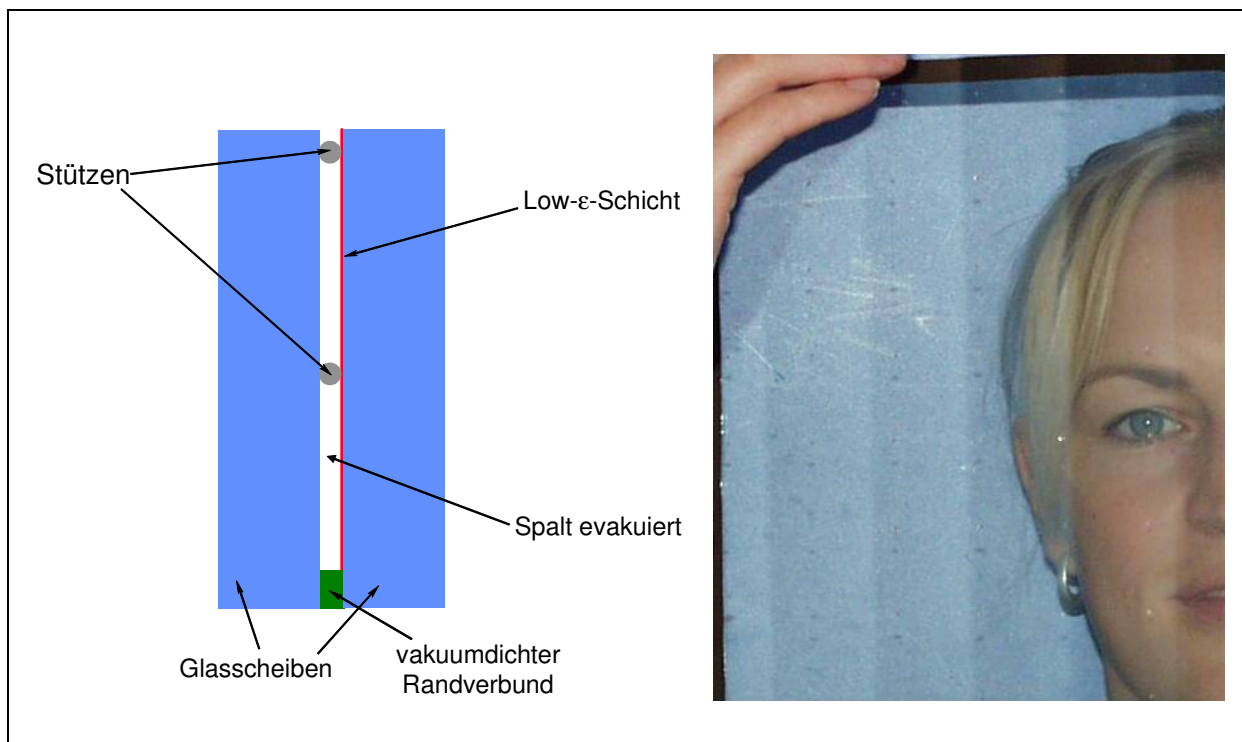


Bild 9: Schematischer Aufbau und Durchsicht durch Ansichtsmuster eines Vakuum-Isolierglases. Der U-Wert der Verglasung liegt bei weniger als $0.5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Literatur

- U. Heinemann, R. Caps, J. Fricke: *Characterization and optimization of filler materials for vacuum super insulations*. Vuoto scienza e tecnologia, Vol. 18, N. 1-2 1999, p. 43-46.
- R. Caps, U. Heinemann, J. Fricke, P. Randel: *Application of Vacuum Insulation in Buildings*. VIA Symposium: Progress in vacuum insulation, June 2000, Vancouver.
- H. Schwab, U. Heinemann, A. Beck, H.-P. Ebert, J. Fricke: *Permeation of different gases through foils used as envelopes for vacuum insulation panels*, Thermal Env. & Bldg. Sci. **28**, No.4 (2005) 293-317.
- H. Schwab, U. Heinemann, A. Beck, H.-P. Ebert, J. Fricke: *Dependence of thermal conductivity on water content in vacuum insulation panels with fumed silica kernels*, Thermal Env. & Bldg. Sci. **28**, No.4 (2005) 319-326.
- H. Schwab, U. Heinemann, J. Wachtel, H.-P. Ebert, J. Fricke, *Predictions for the increase in pressure and water content of vacuum insulation panels (VIPs) integrated into building constructions using model calculations*, Thermal Env. & Bldg. Sci. **28**, No.4 (2005) 327-344.
- H. Schwab, C. Stark, J. Wachtel, H.-P. Ebert, J. Fricke: *Thermal bridges in vacuum-insulated building façades*. Thermal Env. & Bldg. Sci. **28**, No.4 (2005) 345-355.
- H. Schwab, U. Heinemann, A. Beck, H.-P. Ebert, J. Fricke: *Prediction of service life for vacuum insulation panels filled with fumed silica kernel and foil cover*, Thermal Env. & Bldg. Sci. **28**, No.4 (2005) 357-376.
- H. Simmler, S. Brunner, U. Heinemann, H. Schwab, K. Kumaran, P. Mukhopadhyaya, D. Quénard, H. Sallée, C. Stramm, M. Tenpierik, H. Cauberg, M. Erb: *Vacuum Insulation Panels - Study on VIP-components and Panels for Service Life Prediction of VIP in Building Applications*, Annex 39 "HiPTI – High Performance Thermal Insulation" of IEA/ECBCS-Implementing Agreement, Report on Subtask A. 2005, published on www.vip-bau.de.
- A. Binz, A. Moosmann, G. Steinke, U. Schonhardt, F. Fregnan, H. Simmler, S. Brunner, K. Ghazi, R. Bundi, U. Heinemann, H. Schwab, H. Cauberg, M. Tenpierik, G. Johannesson, T. Thorsell, M. Erb, B. Nussbaumer: *Vacuum Insulation in the Building Sector, Systems and Applications*, Annex 39 "HiPTI – High Performance Thermal Insulation" of IEA/ECBCS-Implementing Agreement, Report on Subtask B, 2005, published www.vip-bau.de.
- A. Binz, A. Moosmann, G. Steinke, U. Schonhardt, F. Fregnan, H. Simmler, S. Brunner, K. Ghazi, R. Bundi, U. Heinemann, H. Schwab, H. Cauberg, M. Tenpierik, M. Erb, B. Nussbaumer: *Vakuum-Isolations-Paneele im Gebäudesektor – Systeme und Anwendungen*, Bundesamt für Energie BFE, Ittingen, Schweiz, 12 / 2005, Vertrieb EMPA Dübendorf (www.empa-ren.ch/), veröffentlicht auch unter www.vip-bau.de.
- U. Heinemann, *Influence of water on the total heat transfer in 'evacuated' insulations*, Proceedings of the 7th International Vacuum Insulation Symposium, EMPA, 28-29.09.2005, Zürich-Dübendorf, Schweiz, Vortrag, (published on <http://www.empa-ren.ch/ren/VIP05.htm>).
- H.-P. Ebert, H. Weinläder, J. Manara, S. Weissmann, *Wärmedämmung von Fensterflächen*, Spektrum Gebäude-technik, 6 (2006).

Links:

- Informationsplattform zum Thema Vakuumdämmungen im Bauwesen <http://www.vip-bau.de> .
- Informationen zu Entwicklungen im Bereich Vakuumisolierglas: <http://www.vig-info.de> .

Die zugrund liegenden Arbeiten wurden bzw. werden unterstützt:

- gefördert vom Bayer. Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie:
 - Projekt „Vakuumdämmungen für Gebäude“
Az.: 9400/6.1 – IBS/b – 43145/00,
- gefördert von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt:
 - Projekt „Schlankes Fassadenverbundsystem...“
Az.: 15613,
- gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit / Technologie:
 - Projekt „Entwicklung von vakuumgedämmten Betonfertigteilen“
Fkz.: 0327321C,
 - Projekt „...energ. Sanierung Gemeindezentrum „guter Hirte“...“
Fkz.: 03229750R,
 - Projekte „Koordinationsstelle für die nationalen Tätigkeiten zum Annex 39 `High Performance Thermal Insulations for Buildings´ der Internationalen Energieagentur (IEA)“ und „VIP-Testmethoden“
Fkz.: 0327321E,
 - Projekt „VIP-PROVE, Vakuumisulationspaneele - Bewährung in der Baupraxis - wissenschaftliche Begleitforschung“
Fkz.: 032732N,
 - Projekt „VIG - Vakuumisoliervglas“
Fkz.: 0327366,
 - Verbundprojekt „Produktionstechniken für Vakuumisoliervglas (ProVIG)“
Fkz.: 0327419.

Dr. Ulrich Heinemann

Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V. (ZAE Bayern)
Abteilung Funktionsmaterialien der Energietechnik

Am Hubland, 97074 Würzburg

Telefon: +49 (0)931 / 70564 - 35

www.zae-bayern.de / www.vip-bau.de

E-mail: ulrich.heinemann@zae.uni-wuerzburg.de

VIP-basierte Problemlösungen in der Sanierung

Martin Forstner, Forstner Architekturbüro, Neumarkt i.d.Opf.

VIP-basierte Problemlösungen in der Sanierung forstner-architektur@t-online.de



The image shows the cover of a brochure. The background is a photograph of a desert landscape with large, rounded boulders under a blue sky with white clouds. The text is overlaid on the image. At the top, it says 'Bausichere Vakuum – Isolations- Paneele' in a bold, sans-serif font. Below that, 'VIP / QASA' is written in a larger, bold, sans-serif font. Underneath, it says 'Innovationspreis Bau München 2007' and 'Dipl.-Ing. (FH) Architekt Martin Forstner'. At the bottom left, there is a short paragraph in a smaller font: 'Entwicklung von vakuumgedämmten Verbundfertigteilen im Passivhaus- Standard und deren Anwendung als Problemlöser für Bau- und Sanierungsaufgaben'. The word 'Problemlöser' is highlighted in red.

Bausichere Vakuum – Isolations- Paneele
VIP / QASA
Innovationspreis Bau München 2007
Dipl.-Ing. (FH) Architekt Martin Forstner

Entwicklung von vakuumgedämmten Verbundfertigteilen im Passivhaus- Standard und deren Anwendung als **Problemlöser** für Bau- und Sanierungsaufgaben

VIP-basierte Problemlösungen in der Sanierung forstner-architektur@t-online.de

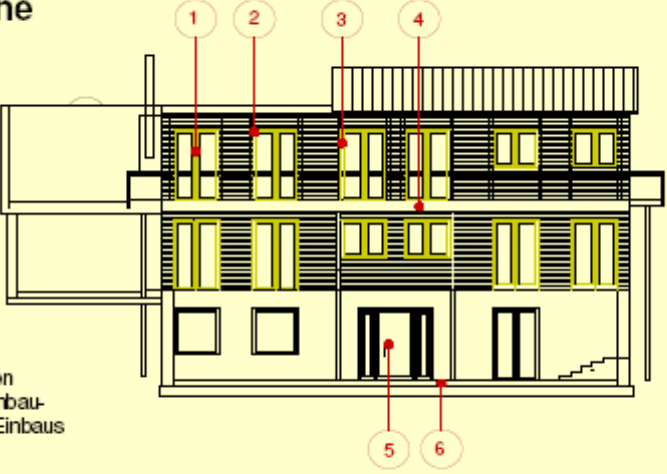
Einsatzbereiche VIP/Qasa - Übersicht



Sanierung . Neubau . Massivbau . Holzbau . Mobilbau

VIP-basierte Problemlösungen in der Sanierung forstner-architektur@t-online.de

VIP/Qasa Einsatzbereiche



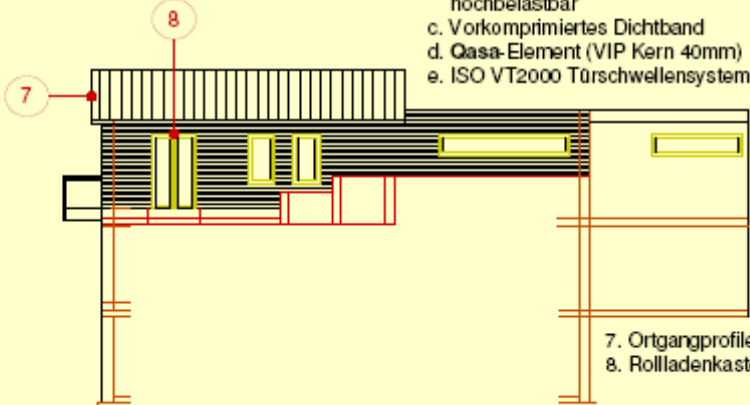
1. Aufdopplung bestehender Fensterrahmen
2. Montagerahmen zur Minimierung der Einbauwärmeverbrücken und Vereinfachung des Einbaus
3. Fensterrahmen mit VIP Einlage
4. Fensterbrüstungspaneelle
5. Multifunktionsüren
Feuer-, Schall-, Rauch und Einbruchschutz, mit Passivhaustauglichkeit $UD < 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$
Hygrothermisch gesichertes Stehvermögen nach Prüfklima c, d, e Toleranzkl. 4 in 68 mm
6. VIP gedämmte Haustür-Bodenanschlüsse

VIP-basierte Problemlösungen in der Sanierung forstner-architektur@t-online.de

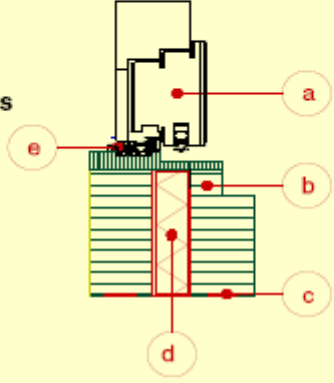
VIP/Qasa Einsatzbereiche

Beispiel: Passivhaustür-Einbau
Passivhaustür Bodenanschluss

- VARIOTEC Thermosafe-Passivhaustür
- PUR Massiv, wasserfest + hochbelastbar
- Vorkomprimiertes Dichtband
- Qasa-Element (VIP Kern 40mm)
- ISO VT2000 Türschwelligensystem



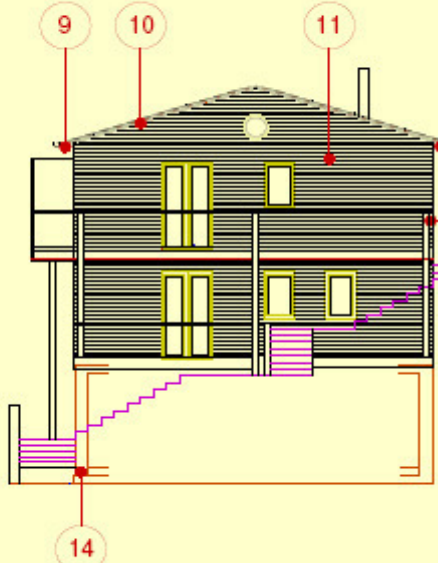
7. Ortgangprofile (oberhalb des Mauerwerks)
 8. Rollladenkastendämmung (Modernisierung)




VIP-basierte Problemlösungen in der Sanierung forstner-architektur@t-online.de

VIP/Qasa Einsatzbereiche

Vorgefertigte VIP gedämmte Dachgauben

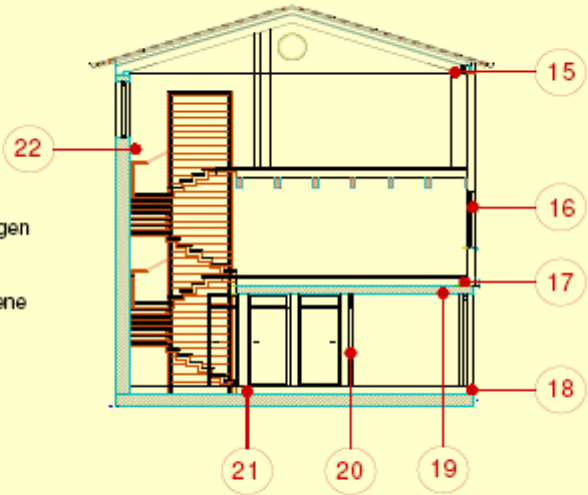


9. Traufdämmung (auch bei Renovierung von Bestandsgebäuden)
 10. Ortgangprofile (seitlich des Mauerwerks)
 11. Fassadendämmung bei Denkmalschutzobjekten oder Grenzbebauung
 12. Traufprofile zur nachträglichen Wärmebrückenlösung
 13. Außeneck-Profile
 14. Profil für Sockellösungen (außen und im Kellerbereich)



VIP-basierte Problemlösungen in der Sanierung forstner-architektur@t-online.de

VIP/Qasa Einsatzbereiche



- 15. Innerwandabschlüsse nach oben (statt Abschlagen vom Mauerwerk unterhalb der Dachhaut)
- 16. Leibungsdämmung bei Einsatz von WDVS bei bestehenden Fenstern die nicht in die Dämmebene gesetzt werden können
- 17. Dämmkeile für Wärmebrückenanschlüsse von Innendämmungen
- 18. Sockelprofile
- 19. Dämmung unter der Kellerdecke bei niedrigen Raumhöhen
- 20. Innentüren im Bestand (zu Kaltbereichen)
- 21. Estrichdämmungen
- 22. Innendämmungen zur Vermeidung von Nutzflächen-Verlusten

VIP-basierte Problemlösungen in der Sanierung forstner-architektur@t-online.de

Modellhafte Darstellung klassischer Einsatzbereiche



- Fenstertüre Niveaugleicher Dachaustritt
- Nachträgliche Rollladenkasten-dämmung
- Detailanschluss Fensterleibung

VIP-basierte Problemlösungen in der Sanierung forstner-architektur@t-online.de

Modellhafte Darstellung klassischer Einsatzbereiche



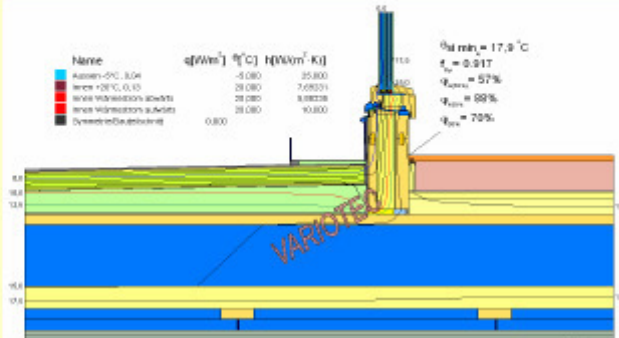
Passivhauszertifiziertes Fenster-system „Energyframe“



Keine Wärmebrücke durch Fensterbank

VIP-basierte Problemlösungen in der Sanierung forstner-architektur@t-online.de

Passivhaus Sonderkonstruktion



Name	q [W/m²] °C	h [mm]	λ [W/m·K]
Außensicht 20°C, 0,04	-5,080	25,000	
Welle 20°C, 0,10	28,080	7,000	0,917
Welle 100%Wärmedämmung 20°C, 0,10	28,080	8,982	0,88
Welle 100%Wärmedämmung 20°C, 0,10	28,080	9,000	0,88
Dachwand 20°C, 0,10	0,800	10,000	

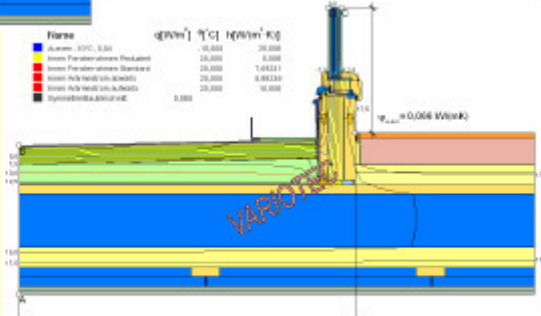
$R_{s,i} \text{ min}_e = 17,9 \text{ } ^\circ\text{C}$
 $f_{Rsi} = 0,917$
 $\eta_{ext} = 57\%$
 $\eta_{int} = 88\%$
 $\eta_{ext} = 70\%$

Navigation

- P Passivhaus
- 4. Sonderkonstruktion
- 1. Dachterrasse
- 1. Dachflächendämmung mit Qasa
- 1. Fenstertür
- c Schwelle

Schimmelpilzkriterium $\rightarrow f_{Rsi}$ -Faktor

Bewertung
KfW-60-Haus
KfW-40-Haus
Passivhaus



Name	q [W/m²] °C	h [mm]	λ [W/m·K]
Außensicht 20°C, 0,04	-5,080	25,000	
Welle 100%Wärmedämmung 20°C, 0,10	28,080	8,982	0,88
Welle 100%Wärmedämmung 20°C, 0,10	28,080	9,000	0,88
Dachwand 20°C, 0,10	0,800	10,000	


$f_{Rsi} = 0,066 \text{ (Werte)}$

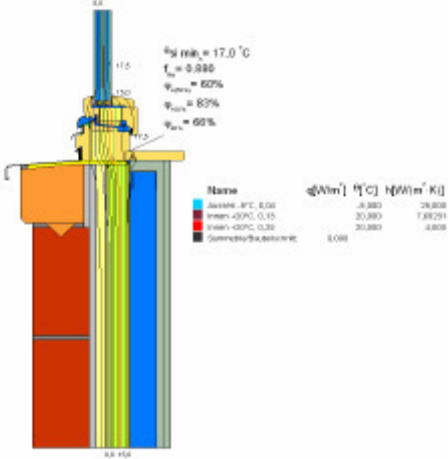
VIP-basierte Problemlösungen in der Sanierung forstner-architektur@t-online.de

Qasa in der Fensterleibung

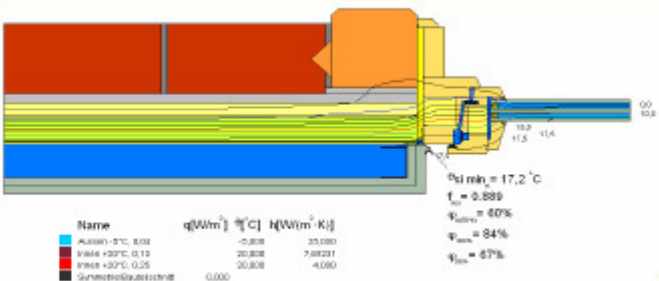
Problempunkte

- Leibungstiefen und Fensteranschluss
- Lichteinfall durch dicke Leibungsdämmungen
- IV 68 Rahmen verhindern große Dämmdicken





Name	q[W/m²]	T[C]	H[W/m²·K]
innen +17°C, 0,02	0,000	17,000	20,000
innen +20°C, 0,15	20,000	7,89231	
innen +20°C, 0,20	20,000	0,000	
Gyprocbauteilstrich	0,000		



Name	q[W/m²]	T[C]	H[W/m²·K]
innen +17°C, 0,02	0,000	17,000	20,000
innen +20°C, 0,13	20,000	7,89231	
innen +20°C, 0,25	20,000	0,000	
Gyprocbauteilstrich	0,000		

VIP-basierte Problemlösungen in der Sanierung forstner-architektur@t-online.de

Qasa in der Pfosten-Riegel-Fassade



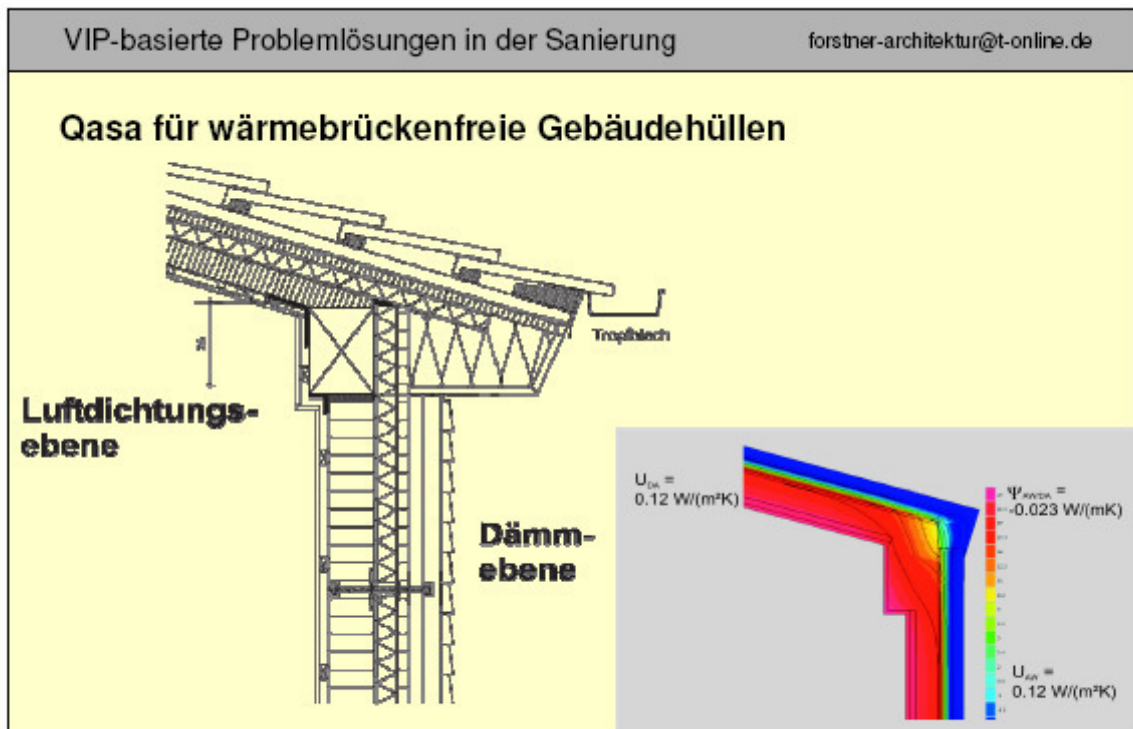
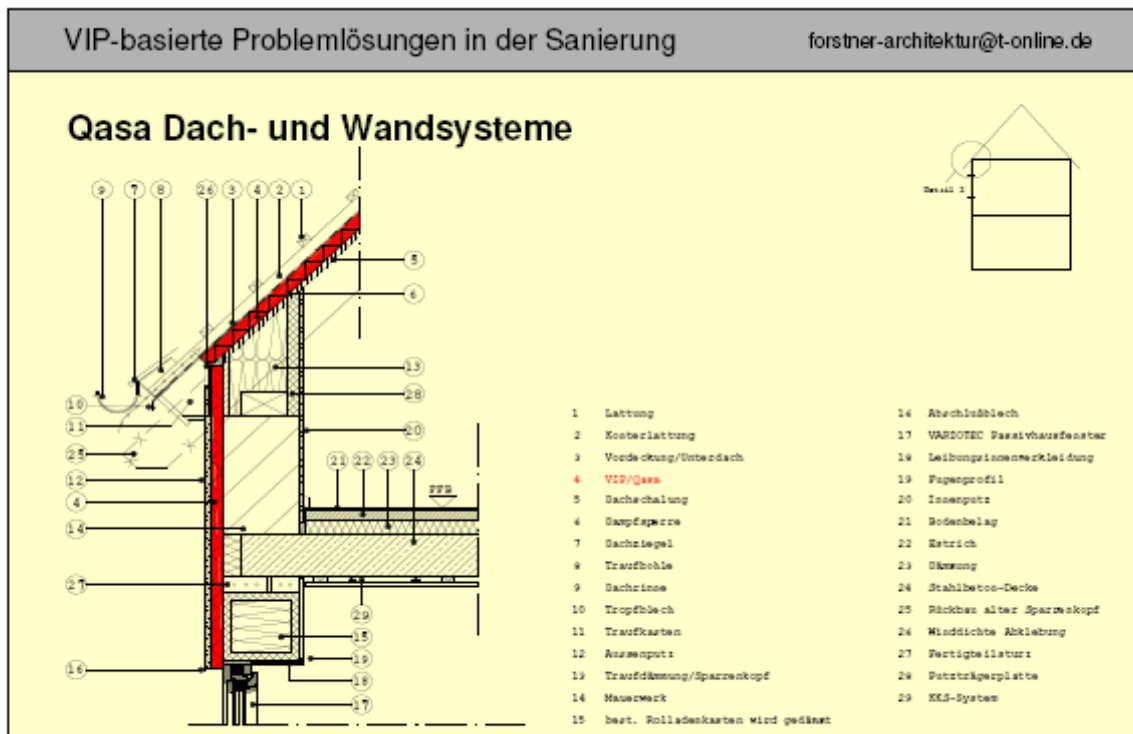




VIP-Qasa gedämmte, passivhaustaugliche Pfosten-Riegel-Fassade
 $U_{\text{Raumseite}} \leq 0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$

1 Bestand IV 68
 2 Innenputz
 3 Mauerwerk
 4 VIP / Qasa 30mm
 5 Aussenputz
 6 WDVS konventionell
 7 RAL-Montage





VIP-basierte Problemlösungen in der Sanierung forstner-architektur@t-online.de

VIP/Qasa Erfolgsfaktoren für den Architekten Was bisher nicht möglich war!



Qasa-Element vor Jalousie -
bzw. Raffstorekasten



Geplante Durchdringung im Qasa
für Raffstorekasten-Befestigung



Auftrag des Putzes. Anschließend
die Befestigung des Raffstorekasten

VIP-basierte Problemlösungen in der Sanierung forstner-architektur@t-online.de

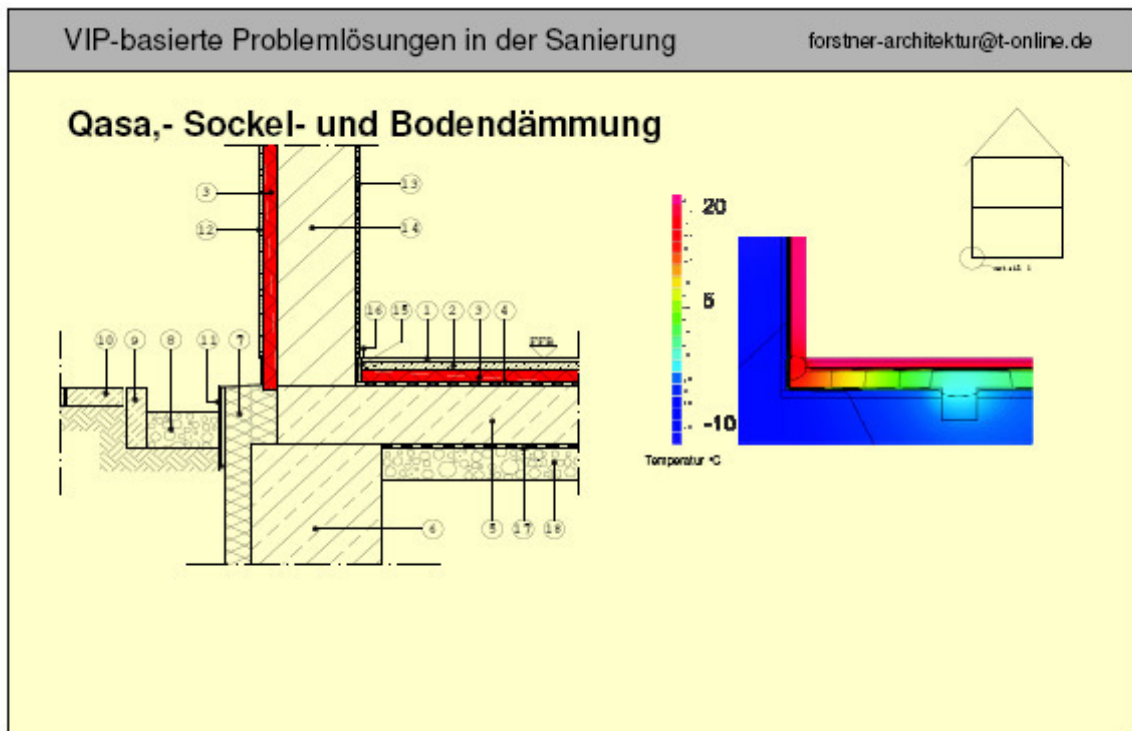
VIP-Lösungen für sonst fast unlösbare Wärmebrücken

Problempunkte

- Wärmebrücken durch fehlende Dämmung
- Massive Einbausituation erfordert rückbauende Maßnahmen
- Architektonisch schwierige Lösungen für fassadenbündigen Einbau







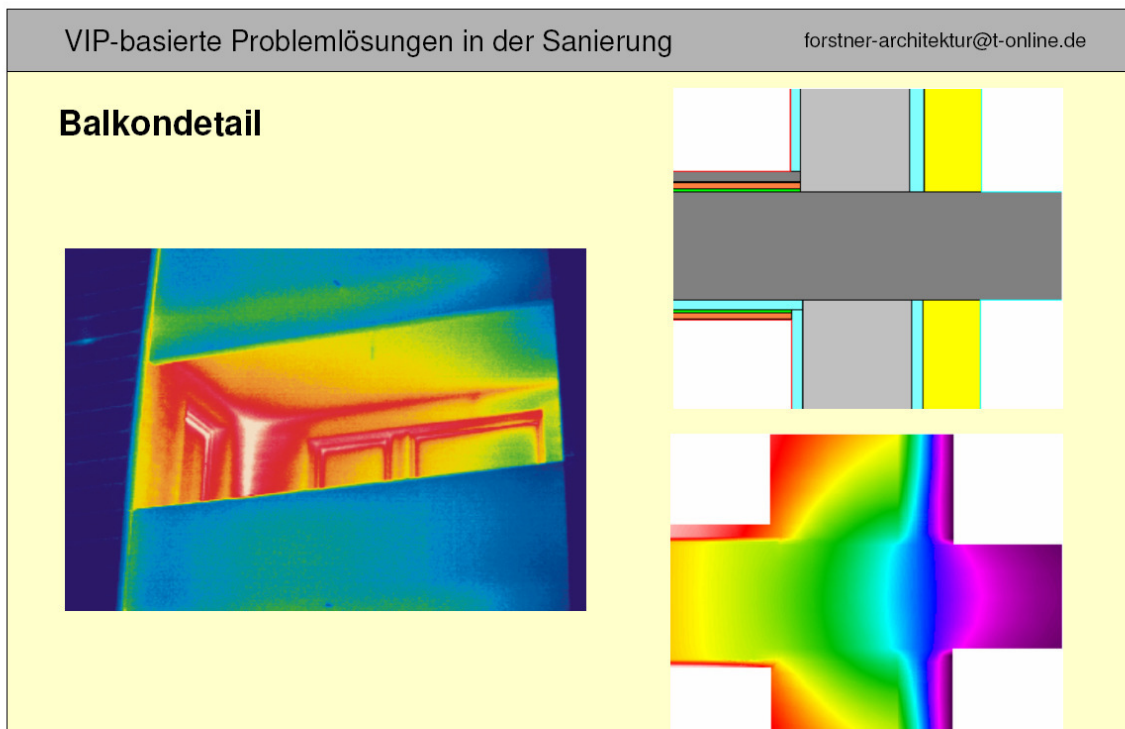
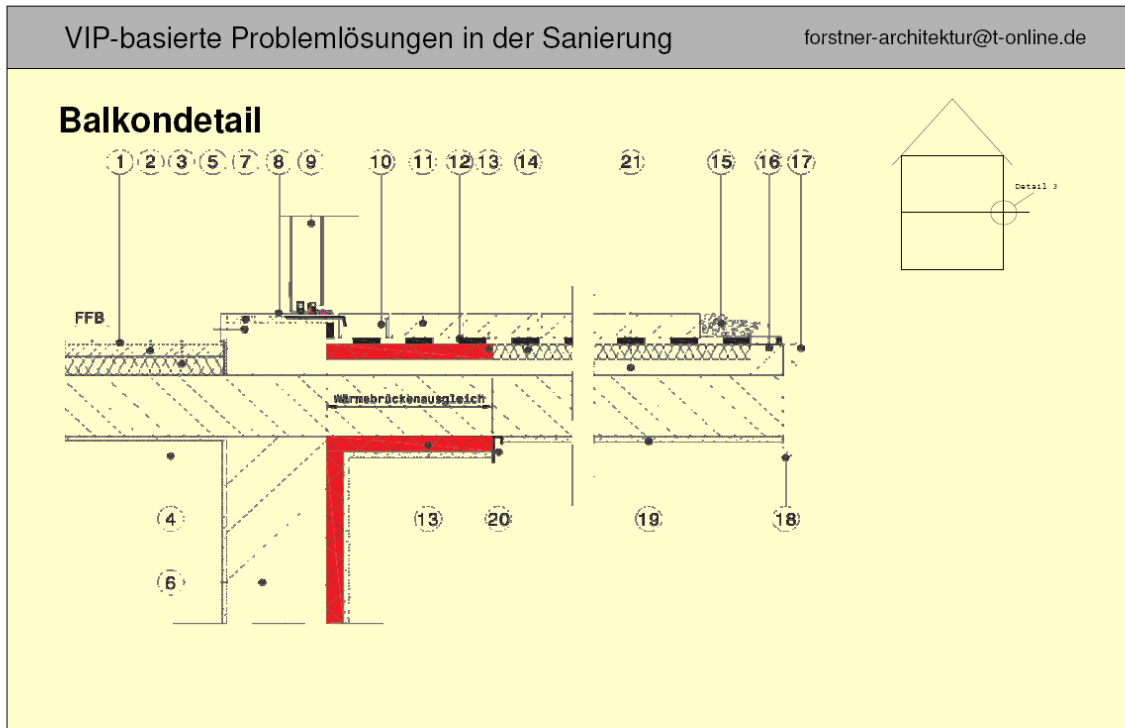
VIP-basierte Problemlösungen in der Sanierung forstner-architektur@t-online.de

VIP im Balkonbereich

Problempunkte

- Wärmebrücken
- Aufbaustärken und fehlende Bauhöhen
- Fassadenanschlüsse
- Entwässerungsebene
- Traufausbildung
- Ansichtsstärken und Architektur
- Keine Abbruchmöglichkeit
- Dachloggien
- Untersichtdämmungen und Rahmenstärken der Fenster
- Barrierefreies Sanieren

The photograph shows a balcony area with a concrete structure, a metal railing, and a tiled roof edge, illustrating the context for the listed problem points.



VIP/Qasa Bauen für die Zukunft



Martin Forstner

Forstner Architekturbüro

Adolf-Menzel-Str. 4, 92318 Neumarkt i.d.Opf.

Telefon: +49 (0)9181 / 460361

E-mail: forstner-architektur@t-online.de

Praxiserfahrungen eines geschulten Fachbetriebes - Einsatz bauaufsichtlich zugelassener Vakuumdämmplatten

Michael Krauter, energie-tib GmbH, Korb

1 Einführung

Mit dem seit vielen Jahren erfolgreichen Einsatz von Vakuumdämmelementen, nachstehend VIP (VakuumsolationsPaneele) genannt, sind wir zusammen mit allen anderen Beteiligten überaus froh, dass nun endlich für einige VIP eine bauaufsichtliche Zulassung vorhanden ist.

Jetzt für die Anwendungsbereiche DEO -Decke Erdgeschoss ohne Trittschallschutzanforderung, WI - Wand Innen und DI -Decke Innen.

Am 21.06.2007 erteilte das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) der Vakuumdämmplatte va-Q-vip des Herstellers va-Q-tec AG unter der Zulassungsnummer Z-23.11-1658 die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für die Anwendungsbereiche DEO, WI und DI nach der Norm DIN V 4108-10, Tabelle 1.

Der Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit wurde für das Produkt dieses Herstellers exklusiv auf $0,008 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ festgelegt. Erreicht wird dieser Spitzenwert auf Grund selbst auferlegter Qualitätskontrollen.

Unter Berücksichtigung aller Einflüsse in der Verlegesicht der VIP setzte man den Wert $0,008 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ fest, abweichend vom bekannten Laborwert von $0,004 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$.

Das bedeutet jedoch **Planungssicherheit** beim Einsatz der VIP-B Platte zu den gleichen Konditionen der „nackten VIP“.



Bild 3: va-Q-vip B Platte.

Auch anderen Herstellern wurde zum Teil eine Zulassung erteilt, jedoch liegen uns zu wenige Informationen darüber vor, um hier für Sie Vergleiche aufzuzeigen.

Die Hoffnung richtet sich nun auf die baldige Ausdehnung dieser Zulassung auch für alle anderen Anwendungsbereiche.

Grundsätzlich kann die VIP unter Betrachtung der bauphysikalischen Einflüsse in fast allen Bereichen zum Einsatz kommen.

2 Einsatz der VIP

Vom ersten Gedanken daran, die VIP einzusetzen, über die erfolgreiche Verarbeitung bis hin zur gewünschten funktionstüchtigen Wärmedämmschicht mit VIP sind einige wichtige Dinge zu beachten.

Vieles mag vertraut sein, oder sollte regelmäßig so gemacht werden, jedoch ist dies im Alltagsbetrieb oft nicht der Fall.

Die Folgen sind oft, vor Ort, noch mit geringem Aufwand zu heilen.

Beim Einsatz der VIP sollte man davon jedoch Abstand nehmen.

Vielmehr sollte man dieselbe Herangehensweise verwenden, die der Einsatz von Fertigbauteilen (Fenster, Türen, Glasfassaden, Betonfertigteile und viele mehr) am Bau erfordert.

Hier muss es eine Selbstverständlichkeit sein, genau zu planen und zu arbeiten oder eben die Gegebenheiten vor Ort an diese Teile anzupassen und nicht umgekehrt.

Man muss sich vom Gedanken lösen: VIP = Wärmedämmstoff = Verarbeitung wie konventionelle Wärmedämmstoffe = anpassen vor Ort.

Wenn man die folgenden Punkte beherzigt, wird der erfolgreiche Einsatz der VIP am Bau für gute Planer und Verarbeiter regelmäßig kein Problem darstellen!

Aus langjähriger Erfahrung soll hier aufgezeigt werden, was beim Einsatz von VIP am Bau zu beachten ist, um Schwierigkeiten zu vermeiden.

Sehr viele Projekte wurden letztendlich nie mit VIP realisiert, weil oft Kleinigkeiten nicht beachtet wurden.

3 Vorgehensweise zum Einsatz der VIP

3.1 Zusammenfassung

1. Berührungsgängste abstreifen. Beim Planer, beim Bauherren und beim Verarbeiter kann dies nötig sein.
2. Ein erstes Projekt angehen und sich in das Thema einarbeiten, sofern noch nicht geschehen.
3. Wissen, woher man sich die nötigen Informationen besorgen kann.
4. Sinnvollen Einsatz der VIP definieren.
5. Sauber vorplanen und Details ausarbeiten. Evtl. in Zusammenarbeit mit dem Statiker und / oder Bauphysiker. Genehmigung nötig!?

6. Hersteller der VIP festlegen.
7. Ausschreibung erstellen und wichtige Zusätze mit einbauen. z.B. Qualitätskontrolle.
8. Guten Verarbeiter aussuchen.
9. Wer wird die Qualitätskontrolle durchführen und dokumentieren, wenn diese zum Einsatz kommt.
10. Überwachung der Einbauarbeiten vornehmen Ja/Nein.

3.2 Erläuterungen

3.2.1 Berührungängste abstreifen. Beim Planer, beim Bauherren und beim Verarbeiter kann dies nötig sein.

Sehr oft ist Überzeugungsarbeit gefragt, auch bei sich selbst.

Das erste Mal ist immer mit etwas Aufwand verbunden. Als Belohnung erhält man jedoch regelmäßig Erfahrung im Umgang mit dem Neuen, die anderen fehlt.

Nicht zu vergessen der Wettbewerbsvorteil den man erhält.

Ist man selbst schon überzeugt und kennt sich aus, kann der Bauherr oder Verarbeiter durch seinen Widerwillen das Projekt gefährden.

Das gesamte Engagement bis dahin wäre dann vergebens gewesen.

Deshalb sollte man sich überzeugen, alle Beteiligten auf seiner Seite zu haben.

Überzeugungsarbeit kann hier auch bedeuten, den Bauherren zum Beispiel kalkulatorisch über den Einsatz der VIP zu beraten. Dies zumal die VIP auf den ersten Blick als sehr preisintensiv wahrgenommen wird.

Oft sind jedoch die Alternativen, so es überhaupt welche gibt, genauso oder noch teurer.

3.2.2 Ein erstes Projekt angehen und sich in das Thema einarbeiten, sofern noch nicht geschehen.

Wie unter Pkt. 1 bereits beschrieben sollte man dem erstmaligen Aufwand die enormen Vorteile und das Potential der VIP am Bau gegenüberstellen.

In der üblichen Hektik des Alltages sollte man jedoch dies nicht angehen. Es kann nicht funktionieren.

Frust und Enttäuschung werden ein möglicherweise anhaltend negatives Gefühl die VIP betreffend hinterlassen.

Es bedarf keines unmöglichen Zeitaufwandes, dieser ist jedoch nötig um sich in das Thema einzuarbeiten und alle anderen hier aufgelisteten Punkte sinnvoll anzugehen.

Sie erreichen z.B. die Akzeptanz des Bauherren/Verarbeiters durch: überzeugen.

Jedoch, überzeugen kann ich nur, wenn ich selbst überzeugt bin.

Sie müssen selbst daran glauben und damit vertraut sein.

Nehmen Sie mit dem nächstmöglichen Projekt diese Aufgabe in Angriff. Es wird sich für Sie lohnen.

3.2.3 Wissen, woher man sich die nötigen Informationen besorgen kann.

Wer hat Praxiserfahrung und bietet mir Informationen.

Ist evtl. der gleiche, oder ein ähnlicher Aufbau schon gemacht worden!?

Erfahrungen damit.

Fehler die man vermeiden kann erkennt man im Gespräch mit praxiserfahrenen leichter und kann sie umgehen!

Nicht jeder muss „das Rad neu erfinden“ und dadurch evtl. auch die gleichen Fehler machen.

Woher bekomme ich Informationen:

Zum Beispiel von energie-tib, Hersteller der VIP (z.B. va-Q-tec AG), Bauphysiker, Statiker, und anderen.

3.2.4 Sinnvollen Einsatz der VIP definieren.

Ermitteln der maximal notwendigen mit VIP zu belegenden Fläche.

Kostenoptimierung.

Oft kann man den Einsatz der VIP auf Teilflächen reduzieren und den Rest mit konventionellen Dämmstoffen ausführen.

Z.B. ein auskragender Betonbalkon am Altbau ohne thermische Trennung. Wenn dieser mit Wärmedämmung eingepackt werden soll, kann je nach Dämmstärke auch ein Streifen VIP von ca. 50 cm direkt am Gebäude ausreichen. Oben und evtl. seitlich am Balkon. Auf der Unterseite hat man oft schon Platz für stärkere Dämmungen.

Durch Kostenoptimierung erreicht man leichter die Akzeptanz des Bauherren.

Wir haben viele Projekte sterben gesehen, weil der Einsatz der VIP zu großzügig geplant war.

Letztendlich gehen damit aber alle Bemühungen verloren.

3.2.5 Sauber vorplanen und Details ausarbeiten. Evtl. in Zusammenarbeit mit dem Statiker und / oder Bauphysiker. Genehmigung nötig!?

Aufbau entwickeln aus

- den planerischen Wünschen
- den tatsächlichen Gegebenheiten am Projekt (Altbau)
- oder den tatsächlichen Möglichkeiten im Zusammenspiel mit allen weiteren Baukomponenten und Anschlussdetails (Neubau)
- den zwingenden Vorgaben wie z. B. Mindest- oder gewünschtem Wärmedämmschutz
- den Maßgaben der Bauphysik
- den Möglichkeiten der praktischen Durchführbarkeit.

Mit einfließen sollte auch der Bereich der Untergrundvorbehandlung sowie das Thema - wo können Toleranzen ausgeglichen werden. Auch die VIP ist nicht absolut maßhaltig. Bedingt durch den Atmosphärendruck haben die Platten bei geplanter gleicher Größe im evakuierten Zustand nicht die exakt gleichen Abmessungen. Darauf sollte man unbedingt achten. Sinnvoll ist es auch diesbezüglich, die Platten immer in der gleichen Verlegerichtung auszulegen. Irgendwo muss man allerdings auch diese Toleranzen ausgleichen können. Dies vorab schon einzuplanen ist sehr klug. Und sei es letztendlich so, dass

man „zur Not“ das Abschlagen des Wandputzes im VIP Dämmbereich als Lösung heranzieht (z.B. Altbau).

Erstellen eines Verlegeplanes.

Dazu sollte allerdings klar sein welche VIP Abmessungen man einplanen kann. Dies geht einher mit der Klärung von Punkt 6. Hersteller der VIP festlegen. Wenn dieser festgelegt ist, kennt man die möglichen Abmessungen und kann sinnvoll einen Verlegeplan erstellen und eine adäquate Ausschreibung angehen. Es sollte besser davon abgesehen werden, die Erstellung des Verlegeplanes dem Verarbeiter zu überlassen. Bei annehmbarer räumlicher Nähe kann alternativ eine Sachverständige Person dies übernehmen. Die Platteneinteilung innerhalb der zu belegenden Fläche kann noch an die Einbaubedingungen angeknüpft werden. Wenn mit Beginn der Montagearbeiten der komplette Aufbau nahtlos und sehr zeitnah durchgezogen werden muss (z.B. Flachdach oder Terrasse ohne Witterungsschutz), kann man das Risiko nicht eingehen, dass eine beim Einbau evtl. beschädigte VIP die ganze Montage stoppt. Entweder man hat Ersatzplatten von allen möglichen Abmessungen aus dem Verlegeplan, oder man teilt z.B. alle Platten so ein, dass möglichst wenig verschiedene Plattengrößen entstehen. Bei einer rechteckigen Fläche kommt man mit nur einer Plattengröße aus. Davon zwei bis drei Platten, je nach Größe der zu belegenden Fläche natürlich auch mehr oder weniger, als Ersatz mitzubestellen, ist auf jeden Fall günstiger als ein Baustopp.

Genehmigung nötig?

Für den Innenbereich gibt es durch die bauaufsichtliche Zulassung entsprechende Planungssicherheit. Außerhalb des Innenbereichs kann jedoch weiter die Zustimmung im Einzelfall nötig sein. Auch hier gilt: möglicherweise wurde eine solche Zustimmung im Einzelfall schon für die gleiche oder eine ähnliche Ausführungsvariante erteilt. In Anlehnung an diese lässt sich sicher leichter eine für Ihr Projekt erwirken. Auf jeden Fall sollte diese, wenn nötig, frühzeitig beantragt werden

3.2.6 Hersteller der VIP festlegen.

Dazu sollte man mit berücksichtigen und überlegen:

- Welchen Qualitätsstandard möchte ich an meinem Projekt realisieren!?
- Form der VIP. Benötige ich rechtwinkelige und scharfkantige VIP. Das Vorliegen von Musterplatten ist zur Entscheidungsfindung sehr hilfreich.
- Welche Arten von VIP bietet mir der Hersteller. Sonderformen. Aussparungen...
- Welcher Hersteller bietet die beste Qualität und Kontrolle sowie den höchsten Bemessungswert der Wärmeleitgruppe nach bauaufsichtliche Zulassung die mir Planungssicherheit bietet!
- Welche Aufbauhöhe der VIP kann ich maximal integrieren. Brauche ich maximale Dämmwirkung bei minimalem Aufbau? Was bietet der Hersteller für Alternativen.
- Bietet der Hersteller Qualitätskontrolle? Im Werk und / oder auch die Möglichkeit der Kontrolle vor Ort, nach erfolgtem Einbau!
 - Qualitätskontrolle im Werk = große Sicherheit
 - Qualitätskontrolle vor Ort nach erfolgtem Einbau = maximale Sicherheit.

Sehr oft wird in der Ausschreibung der bekannte Passus verwendet: „VIP der Firma xy oder gleichwertig“. Diese Aussage sollte nicht verwendet werden, da die VIP der verschiedenen Hersteller mit Nichten vergleichbar oder gleichwertig sind! Hier stellt man den Bieter vor unlösbare Probleme und eine

Verzerrung der Angebotspreise das komplette Angebot betreffend wird die Folge sein. Wer höhere Qualität anbietet fällt über den sich daraus ergebenden höheren Preis negativ auf und wird eher keinen Auftrag bekommen. Der Planer sollte bestimmen, was genau zum Einbau kommen soll. Dies alleine schon deshalb, weil keine bauaufsichtliche Zulassung für alle VIP besteht. Jeder Hersteller hat zu seinen VIP besondere Zulassungsbedingungen und Zulassungsbestimmungen.

3.2.7 Ausschreibung erstellen und wichtige Zusätze mit einbauen. z.B. Qualitätskontrolle.

In die Ausschreibung sollte wie erwähnt einfließen, von welchem Hersteller genau die VIP in welcher bestimmten Ausführung bezogen werden soll. Darüber hinaus haben schon vermehrt Planer mit in die Ausschreibung aufgenommen, woher die Verarbeiter Informationen zur VIP beziehen können. Die bauaufsichtliche Zulassung der VIP im Innenbereich beinhaltet nun jedoch ebenfalls, dass nur geschulte Verarbeiter die Ausführung der Arbeiten vornehmen dürfen. Nicht zuletzt deshalb kann es hilfreich und sinnvoll sein, die VIP grundsätzlich separat auszuschreiben und nicht in die Ausschreibung anderer Leistungen mit einzubauen. So wird es zu einer separaten Leistung und kann auch getrennt beauftragt werden. Diese Ausschreibung VIP kann dann den geschulten bzw. zertifizierten Betrieben gesandt werden, so dass nur diese ein Angebot erstellen. Darüber hinaus kann die Firma Ihrer Wahl selbstverständlich geschult sein, oder aber auf Wunsch geschult werden.

Ausschreibungsunterlagen

Ausschreibungstexte und Ausschreibungsunterlagen werden sehr oft angefragt. Standardausführungen kennen wir jedoch kaum, der Aufbau ist immer etwas anders. Diesbezüglich können wir nur Empfehlungen zum Aufbau abgeben, über bereits erfolgreich ausgeführte Aufbauten und Projekte berichten und Anregungen geben. Durch die Vielfältigkeit des Einsatzes der VIP und der immer wieder verschiedenen Gegebenheiten und Zwänge am jeweiligen Projekt sind bis dato keine allgemeingültigen Aufbauten vorgegeben worden. Die Frage wäre an die Architekten und Planer zu richten, ob diese nicht in Zusammenarbeit Ausschreibungsunterlagen erarbeiten können!? Wir könnten diese dann unter Erwähnung der Bezugsquelle z.B. über unsere Homepage oder den Hersteller der VIP allgemein zugänglich machen.

Qualitätskontrolle!

Die Qualitätskontrolle im Werk bringt wie erwähnt große Sicherheit. Die Qualitätskontrolle vor Ort nach erfolgtem Einbau bringt maximale Sicherheit. Alleine die Androhung dieser Kontrolle vor Ort führt mit Garantie zu maximaler Qualität der Ausführung durch die Handwerker. Als gutes Beispiel dafür dient die Maßnahme Blower Door Test zur Ermittlung der Dichtigkeit der Gebäudehülle. Alleine die Bemerkung z.B. in der Ausschreibung, dass dieser Test durchgeführt wird, führt zu wesentlich besserer Qualität der Handwerkerleistungen! Wenn dieser Test dann am Ende doch nicht gemacht wird, hat man zumindest bessere Leistungen bekommen. Mit Sicherheit!

3.2.8 Guten Verarbeiter aussuchen.

Es ist extrem wichtig, zur Verarbeitung der VIP auf der Baustelle ausschließlich geeignete Fachbetriebe zu beauftragen. Dies ist nun beim Einsatz der VIP im Innenbereich durch die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung über den Passus geschulter Fachbetrieb auch festgeschrieben worden. Für alle anderen Bereiche sollte man nicht anders vorgehen. Nicht übersehen werden darf jedoch die psychologische Komponente. Es sollten zur Schulung nur Betriebe herangezogen werden, die folgende Voraussetzungen mindestens mitbringen sollten:

- Interesse an neuartigen Produkten.

- „Über den Tellerrand schauen“ wollen.
- Mitarbeiter haben, die qualitativ hochwertige Arbeit abliefern können und wollen.
- Neues dazu lernen wollen.
- Nicht nur blindwütige Akkordarbeiten erbringen

Eine Firma zur Ausführung nötigen oder drängen ist völlig zwecklos, schädlich und der Sache – Einsatz der VIP am Bau – völlig abträglich. Dies versteht sich eigentlich von selbst, jedoch zeigt und lehrt uns die Praxis, dass es genau so oft abläuft. Trotz unserem eindeutigen Hinweis und Erklärung zu den Risiken, werden genau die vorgenannt beschriebenen Dinge zu wenig beachtet.

Grundsätzlich ist kein bestimmter Handwerkszweig besonders qualifiziert und prädestiniert, VIP am Bau einzusetzen. Nur die vorhin erwähnten Punkte sind eigentlich maßgebend. Genaues und vorbereitendes Arbeiten sollte den Beteiligten einfach vertraut und nicht fremd sein. Wer nur arbeiten im Akkord und „etwas gröber tut es auch“ im Kopf hat, ist einfach weniger geeignet. Der Einsatz der VIP am Bau benötigt eine entsprechenden Umgang und Arbeitsablauf.

Wichtig ist, dass man Handwerker zur Auswahl heranzieht, die sich bereits durch das erfolgreiche Verarbeiten von VIP am Bau qualifiziert haben, oder wenn diese nicht vorhanden oder verfügbar sind, Handwerker die man kennt!! Jeder kennt aus der täglichen Praxis seine guten, mittelklassigen und weniger guten Handwerker die man besser fürs Grobe einsetzt. Unter den für Sie guten Handwerkern sollten Sie einen Betrieb herausfiltern und schulen lassen. Sie kennen die Handwerker in Ihrer Gegend, wir nicht. Wir schulen diese von Ihnen ausgesuchten Betriebe gerne, die Auswahl gelingt aber nicht ohne Ihre Mithilfe. Hier sind wir alle gefragt, gute Verarbeiter zu finden und auszubilden.

3.2.9 Wer wird die Qualitätskontrolle durchführen und dokumentieren, wenn diese zum Einsatz kommt.

Grundsätzlich kann der Planer oder sein Bauleiter selbst die Qualitätskontrolle vor Ort durchführen und dokumentieren. Dazu ist lediglich ein kleines Gerät und eine kleine Einweisung in die Bedienung des selbigen nötig. Es kann bei entsprechendem Vertrauen auch der Verarbeiter ausgewählt werden, jedoch wird dieser sich nicht selbst belasten wollen und eher wohlwollend einen Mangel übersehen.

Wir haben als Sachverständige diese Aufgabe ebenfalls schon vielfach übernommen. Beauftragt direkt vom Planer oder, wenn es entsprechend in der Ausschreibung mit enthalten war, über den Verarbeiter selbst. Es sollte dann klar aus der Ausschreibung hervorgehen, dass diese Leistung nicht vom Verarbeiter übernommen werden darf. Die Fremdvergabe wurde dann in der Vergangenheit auch gleich namentlich festgeschrieben.

3.2.10 Überwachung der Einbauarbeiten vornehmen Ja/Nein.

Grundsätzlich kann auch hier der Planer oder sein Bauleiter die Einbauarbeiten selbst überwachen. Auch hier haben wir als Sachverständige die Überwachung mehrfach übernommen. Wiederum ist die psychologische Wirkung mit einzubeziehen. Wenn einem „auf die Finger“ geschaut wird, arbeitet man wesentlich sorgfältiger! Deshalb sollte man die Überwachung zumindest „androhen“. Wenn sie auch unter Umständen gar nicht durchgeführt werden wird. Bei absolutem Vertrauen in ihren Handwerker kann dieser Schritt auch entfallen.

Das sichere Ergebnis aller beschriebenen Maßnahmen ist:

Erfolgreicher Einbau der VIP in das geplante Projekt und volle Funktionstüchtigkeit der Dämmschicht!

Das Risiko bei Weglassen einzelner Punkte wie oben beschrieben ist:

Viel Kapitalaufwand für nur teilweise funktionstüchtige Dämmschicht! Evtl. ein Bauschaden.

Aller Aufwand und alle Energie in der Vorplanung kann zerstört werden weil der Ausführende in der Hektik des Einbaus alles passend macht, was eigentlich nicht passt!

Ein Beispiel dafür war das Projekt VIP unter Gussasphalt in Erbach im Odenwald, hier Stichwortartig aufgeführt:

- Details geplant, aber nur auf dem Papier!
- Vor Ort Gegebenheiten sind leider andere gewesen.
- Ausschreibung so weit OK
- Informationen eingeholt (in diesem Fall über uns) OK
- Aufmaß vor Ort wurde nicht gemacht, dieses wurde dem Verarbeiter überlassen.
- Dieser wiederum, leider völlig unfähig einen rechteckigen Raum sauber zu vermessen. So etwas soll es geben! Wir hatten angeboten, das Aufmaß zu machen, nachdem wir durch telefonische Gespräche mit dem Verarbeiter (Estrichleger) festgestellt hatten, dass es so mit diesem und seiner Motivation wohl nicht klappen wird. Der Planer hat dies jedoch ignoriert.
- Die Folgen: fatal!
- Qualitätskontrolle nach erfolgtem Einbau durch uns wurde beauftragt. Gut!
- Diese wurde auch durchgeführt.
- Dies hatte zur Folge, dass ich am Einbautag vor Ort war! Was sich als Glücksfall herausgestellt hat.
- Acht Estrichleger vor Ort für ca. 28 qm Fläche! Allesamt unsensibel und maximal unqualifiziert für solch ein Bauprodukt.
- Einbau im Akkord, mehr kennt man nicht.
- Die Einbaubedingungen – wirklich schlimm!
- Aufmaß falsch und die dem Verleger mit viel Überzeugungsarbeit mitgelieferten Ersatzplatten bei weitem zu wenig!
- Ich hatte vorsichtshalber den Kofferraum voll mit VIP in allen verschiedenen Abmessungen.
- Und wir haben alles, restlos alles gebraucht, um den Boden vollständig zu belegen so dass der Gußasphaltestrich eingebracht werden konnte. Ansonsten hätte es einen Baustopp gegeben und die acht Arbeiter hätten nochmals ca. 1000 km An- und Abfahrt auf sich nehmen müssen.

All dies hätte auch mit wenig Aufwand verhindert werden können.

Meine Bitte an alle VIP Planer, tun Sie sich diesen Stress und die damit verbundenen Enttäuschungen nicht leichtfertig und freiwillig an. Schaffen Sie sich nicht mehr Schwierigkeiten, als der übliche Bauablauf ohnehin mit sich bringen kann.

4 Fazit

Eine gute Planung ist wichtig.

Eine rechtzeitige Vorplanung noch wichtiger.

Einen qualifizierten Verarbeiter für das Projekt zu haben unverzichtbar.

Mit diesem steht und fällt der Erfolg des Projektes und auch die Erfolgsgeschichte, die VIP am Bau schreiben kann!

Sehr leicht kann ein Projekt negative Schlagzeilen machen. Dies ist jedoch für den Einsatz -VIP am Bau- extrem schädlich, und jedes Projekt bei dem die VIP ohne Erfolg verbaut wurde macht viel Engagement Pro VIP wieder zunichte!

Wir alle arbeiten hart daran, dass die VIP am Bau den Respekt, die Beachtung und den Einsatz findet, den dieses einmalige Produkt verdient hat.

Quellennachweis

energie-tib gmbh, www.energie-tib.de

va-Q-tec AG, , www.va-q-tec.com

Bericht Projekt Erbach Odenwald

Michael Krauter, energie-tib gmbh und MK Bautechnologie

Michael Krauter

Zimmerermeister, Gebäudeenergieberater im Handwerk GIH,
Anwendung Vakuumdämmung: Planung, Vertrieb und Verarbeitung.

energie-tib gmbh, Hanweilerstrasse 22, 71404 Korb

www.energie-tib.de

E-mail: mk-bautechnologie@energie-tib.de

Fußbodensanierung mit VIP und dem dünnsten, selbsttragenden Fußbodenheizungssystem

Rolf Wieleba, effidur GmbH

1 Zweck und Ziel

Der alte Schulungsraum im Produktionswerk HASIT Schwarzenfeld sollte wärmetechnisch saniert werden. Aus den Erfahrungen der letzten Jahre, konnte der Schulungsraum nicht auf ein behagliches Niveau gebracht werden, obwohl die Heizung mind. 24 Stunden vorher eingeschaltet wurde. Die Personen die direkt am Heizkörper sitzen war es zwar im Rücken angenehm warm, allerdings waren die Füße immer noch ungemütlich kalt, damit war die Grundsatzentscheidung für eine Fußbodenheizung gefallen



Bild 4:

2 Erläuterung zur Baukonstruktion

2.1 Fußbodenaufbau im unsanierten Zustand

Aus historischen Gründen befindet sich im Produktionswerk HASIT Schwarzenfeld Farben, Putze und Spachtelmassen auch ein Schulungsraum für Mitarbeiter und Kunden. Die Außenfassade wurde in den 70iger Jahren erstellt (24cm Betonhohlstein). Der Fußbodenaufbau wurde als Verbundestrichkonstruktion (60mm) direkt auf die Rohbetonplatte (220mm) aufgebracht. Der Schulungsraum wurde in eine offene Lagerhalle für Trockenmörtelprodukte integriert und besitzt 2 Außenwände.



Bild 5:

2.2 Anforderungen für die neue Fußbodenkonstruktion

Aufgrund der bestehenden Zusatzräume wie Küche und 2 WC mussten folgenden Anforderungen erfüllt werden:

- schnelles, flinkes Fußbodenheizungssystem, da der Raum nur temporär genutzt wird,
- geringe Aufbauhöhe wegen Anschluss zu anderen Räumen bzw. geringe Trittstufen,
- hohe zulässige Verkehrsbelastung für den Einsatzfall Schulungsraum,
- schnelle Belegereife der Estrichkonstruktion.

2.3 Wärmetechnische Anforderungen für Sanierungsmaßnahmen

Hier sind im Wesentlichen die DIN EN 1264 Teil 4 (Mindest-Wärmeleitwiderstände der Dämmschichten unter der Fußbodenheizung) und die EnEV zu berücksichtigen. Für die Flächenheizung in Gebäuden mit normalen Innentemperaturen gilt ein Mindestwärmeleitwiderstand von 1,25 (m²K/W) und nach den Vorgaben der EnEV gilt Tab 1, Zeile 5 b (*Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen*) ein Mindest U-Wert von 0,5 (W/m²K) entspricht in etwa einer Dämmstoffdicke von 80mm mit WLS 040 (EPS 30) bzw. 50mm WLS 025 (PU-AL).

2.4 Sonstige Anforderungen

Bei Fußbodenkonstruktionen sind nachfolgend noch weitere wichtige Punkte noch zu beachten:

- Feuchtigkeitsabdichtung auf erdberührten Böden (für unsere Objekt nicht erforderlich, da bestehende Konstruktion),
- bei Untergrundtoleranzen Einsatz von Ausgleichschüttungen, die im eingebauten Zustand eine gebundene Form aufweisen (lose Schüttungen sind nicht zulässig),
- Randdämmstreifen mit einer Mindestzusammendrückbarkeit von 5mm,
- ggf. Trittschalldämmplatten bei Anforderungen an den Trittschall (für unser Objekt gibt es keine Anforderungen).

3 Heizungskomponenten

Bevor mit der eigentlichen Verlegung des Fußbodensystems begonnen werden konnte, mussten die alten Heizkörper demontiert und die bestehenden Vor- und Rücklaufleitungen vom 40kW Ölbrenner zum Schulungsraum gedämmt werden. Aus hydraulischen Gründen wurde eine Systemtrennung Fußbodenheizung und Radiatorenheizung im Bürogebäude gewählt. So kann die Fußbodenheizung optimal über eine eigene Pumpengruppe betrieben werden. Im Vorlauf des Fußbodenheizungsstrangs wurden ein Strömungsfilter bzw. Schlammabscheider eingebaut um eventuelle Verunreinigungen wie Rückstände von der Installation, Schmutz u.ä. nicht in den Kreislauf der Fußbodenheizung gelangen.

Im nächsten Schritt wurden dann die notwendigen Ausbrüche für die Unterputzverteiler erstellt.



Bild 6:

4 Neuer Fußbodenaufbau

4.1 Systemkomponenten

Aufgrund der Anforderungen wurden vom Bauherrn folgende Materialkomponenten präferiert:

- 10mm VIP (1000x500mm) mit integrierten va-Q-check Messverfahren mit Handgerät zum Einsatz. Bei den Vakuumdämmplatten wird nach der Verlegung und vor Abdeckung der VIP der bestehende Innendruck gemessen und mit den Werksvorgaben verglichen, weicht dieser Wert mehr als 1 mbar nach oben ab werden die VIP ausgetauscht,
- 20mm effidur WP2000-System (selbsttragend und schnelle Aufheizzeiten).

4.2 Vorbereitung der Verlegflächen

Aufgrund der Raumgröße und der vorgegebenen Plattengröße der VIP-Platten wurde auf der langen Seite (zur Halleninnenseite) ein 1cm EPS WLS 035 Streifen als Ausgleich notwendig.



Bild 7:



Bild 8:

Der alte Fliesenbelag wurde sehr sorgfältig mit einem Staubsauger gereinigt. Die VIP-Dämmplatten wurden in der mitgelieferten 1mm PE-Folie eingewickelt und direkt auf den Fliesenbelag gelegt. Die VIP-Platten wurden allseitig mit Holzleisten von 15 mm Höhe und 20 mm Breite als Tragunterkonstruktion ausgelegt. (Bild Verlegung VIP-Platten). Die Höhendifferenz von 5mm soll Unebenheitstoleranzen sowie einen direkten Belastungskontakt der Estrichfläche auf die VIP-Platte verhindern.

Auf die VIP-Dämmplatten wurde eine hochreißfeste Trittschallmatte von 4mm in Verlegerichtung der Wabenplatte verlegt. Damit sollen die empfindlichen Dämmplatten geschützt werden. Im nächsten Schritt werden die zugehörigen System-Randdämmstreifen verlegt.

4.3 Verlegen der Wabenplatten

Beim Verlegen der ersten Plattenreihe wurde festgestellt, dass einige VIP-Platten im Bereich des Steckdosenschachtes belüftet waren. Es wurden daraufhin alle Platten mit dem va-Q-check Messverfahren überprüft (Grenzwert eingehalten). Die Fehlerursache musste also im Bereich des Schachtes liegen. Die angrenzenden Dämmplatten wurden entnommen und Fliesensplitter als Grund der Zerstörung ausgemacht. Es stellte sich heraus, dass für den neuen Kasten das bestehende Loch vergrößert wurde und hier mit der Flex gearbeitet wurde. Es wurde dann zwar mit dem Industriestaubsauger nachgesaugt, allerdings im unmittelbaren Bereich wurden Fliesensplitter übersehen. Gerade an diesem Punkt zeigt sich

sehr deutlich, dass vorbereitenden Untergrund-Arbeiten äußerst genau zu erfolgen haben. Die kleine Unachtsamkeit hat fast 600€ gekostet. Im Vorfeld wurden ca. 6 Platten als Sicherheitsreserve mitbestellt, da man aufgrund der allgemeinen Baustellenbedingungen nicht von der theoretischen Menge ausgehen kann.

Die Wabenlochplatten wurden von links nach rechts verlegt und in Richtung Tür. Das Reststück einer Reihe wird das Anfangsstück der nächsten Verlegereihe. Kreuzfugen sind zu vermeiden! Durch die asymmetrische Ausstanzung der Unterplatte mit integrierten Biegelaschen werden die einzelnen Wabenplatten kraftschlüssig miteinander verbunden. Um die Dämmplatten nicht zu beschädigen wurden ausreichenden Spannplatten ausgelegt.

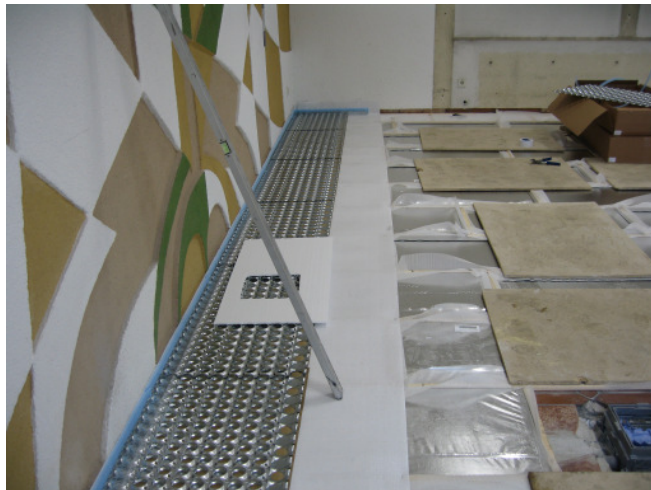


Bild 9:

4.4 Verlegung des Heizrohrs

Zum Einsatz kommt ein diffusionsdichtes Heizungsrohr 8 x 1,1 mm (sauerstoffdiffusionsdicht nach DIN 4726) mit nachfolgenden Verlegeangaben:

- Max. Verlegelänge pro Heizkreis beträgt 35m (entspricht ca. 4m²),
- Pro Raum hat jeder Heizkreis die selbe Verlegelänge (kein hydraulischer Abgleich erforderlich),
- Rohrabstand 120mm,
- Ein Heizkreis entspricht ca. 4,0m²,
- Max. Feldgröße 120m²,
- Heizungsrohr wird generell mäanderförmig in die Systemelemente eingezogen.

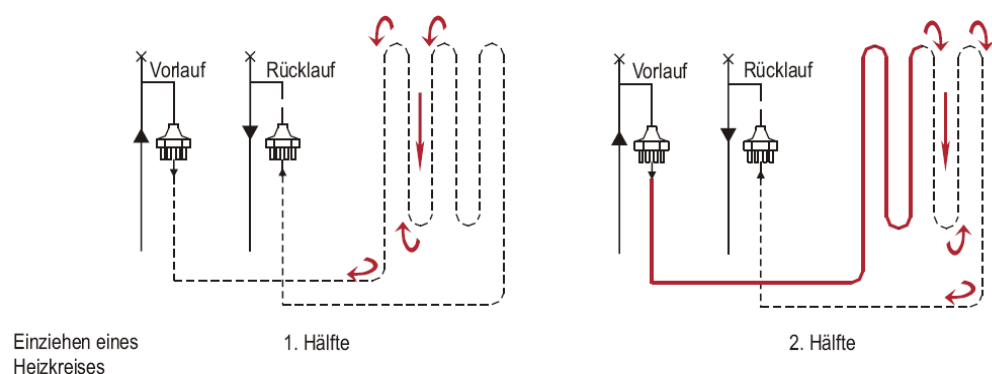


Bild 10:

Es empfiehlt sich zur besseren Übersicht die Markierung der einzelnen Heizkreise z.B. durch einen wasserfesten Schreiber zu kennzeichnen.

Es wird in der Mitte des Heizkreises mit dem Einzug der Rohrleitung, mittels Rohreinödler und Umlenkrolle begonnen. Zur Vermeidung von eindringendem Schutz, der zur Verstopfung des Rohres führen kann, ist eine Rohrschutzkappe zu verwenden. Um Schäden an den Austrittsstellen des Rohres im Fußbodenrandbereich zu vermeiden, ist ein biegsames Wellrohrstück als Schutz über das Heizungsrohr zu schieben.

Bevor die Rohrenden in die Steckverbinder eingesteckt werden, muss eine Kupferstützhülse 8 x 1 mm in das Rohrende eingebracht werden. Alle Steckanschlüsse sind mit dem John Guest-Prinzip ausgestattet. Das Heizrohr mit Kupferstützhülse wird bis zum Anschlag eingesteckt. Das Rohr ist nun in gesicherter Position. Durch anschließendes Ziehen am Rohr wird geprüft ob die Verbindung sicher hält

Es folgt die Dichtheitsprüfung mit 10bar für 10 Minuten, dann Druckentlastung mit nachfolgender Druckbeaufschlagung (Betriebsdruck) für 10 Minuten. Unmittelbar nach der Kaltwasserprüfung ist durch Probeheizen auf die höchste der Berechnung zugrunde gelegten Heiztemperatur zu prüfen, ob die Anlage auch bei Höchsttemperatur dicht bleibt.

4.5 Estricheinbringung mit Systemfließmörtel

Aufgrund der vom Untergrund vorgegebenen Untergrundtoleranzen wurde die Wabenplatte mit 5 mm bis maximal 20 mm mit Systemfließmörtel überdeckt. Konventionelle Fließestriche erreichen Biegefestigkeiten von F4 bis F5. Der hier verwendete Systemfließmörtel besitzt eine Biegefestigkeit von F8.

Die Heizung wurde kurz nach der Estricheinbringung eingeschaltet. Bereits nach 1 Woche wurde die Belegreife erricht (Folienmessung 24h).



Bild 11:

4.6 Belegung des Estrichs

Der Estrich wurde mechanisch gereinigt und mit Supergrund grundiert. Es wurden Buchtal-Fliesen mit einer Abmessung von 500 x 500 mm und FLEX Universal-Fliesenkleber verarbeitet.

5 Schlussbetrachtung

Nach Fertigstellung sieht der Raum heute so aus (siehe Bild 9). Heute wird die Fußbodenheizung 3h vorher eingeschaltet und bietet hier bereits ein gutes Behaglichkeitsgefühl, im Gegensatz zu unsanierten Variante, wo auch nach 24h keine Behaglichkeit erzielt werden konnte.



Bild 12:

Die Nachfrage nach dünnen Fußbodensanierungssystemen wird weiter zunehmen. Da Fußbodenheizungen für Niedertemperaturen ausgelegt sind, sind regenerative Energiequellen wie Solarthermie oder Wärmepumpen die sinnvolle Ergänzung.

Die nachfolgende Systemgegenüberstellung soll noch mal die Beweggründe für den Einsatz dieses innovativen Systems darlegen.

Wärmeverteilungsverhalten in Minuten
(MFPA Leipzig)

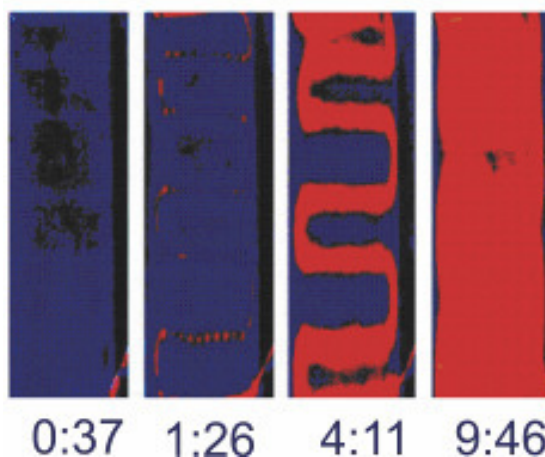


Bild 13:

Tabelle 1: Systemvergleich konventionelles Fußbodenheizung vs. Effidur Bodensystem.

<u>Vorteil</u>	<u>effidur Bodensysteme WP 1000</u>	<u>Konventionelle FBH</u>
niedrige Bauhöhe	ab 15 mm davon Estrichüberdeckung 5 mm	ca. 65 - 80 mm davon Estrichüberdeckung min. 45 mm über Rohr
Kurze Aufheizzeiten	ca. 10 min, dadurch gute Regelbarkeit ähnlich Radiator	Mehrere Stunden ca. 1 h pro cm Überdeckung
Hohe Tragfähigkeit	500 kg/m ² Überbauung Fehlstellen möglich	Tragfähigkeit durch hohe Estrichüberdeckung Ebener Boden = Voraussetzung
Geringer Materialeintrag, geringes Gewicht, schnelle Trocknungszeiten	Gewicht ca. 30 kg/m ² Estrichverbrauch ca. 25 kg/m ² Belegreif nach 6 Tagen	Gewicht ca. Estrichverbrauch über 120 kg/m ² Belegreif nach 42 Tagen

Dipl.-Ing. Rolf Wieleba , Energieberater (HWK)

Verkaufsleiter Süd

effidur GmbH, Kurze Strasse 10, 09117 Chemnitz

Telefon: +49 (0)8764 / 94 82 26 oder 0177 / 567 15 45

www.wwww.effidur.de

E-mail: rolf.wieleba@effidur.de

Wärmebrückenkompendium: VIP und „In Isothermen Veritas“

Jürgen Eberlein, GEB Holzbau- und Energietechnik GmbH, Neumarkt i.d.Opf.

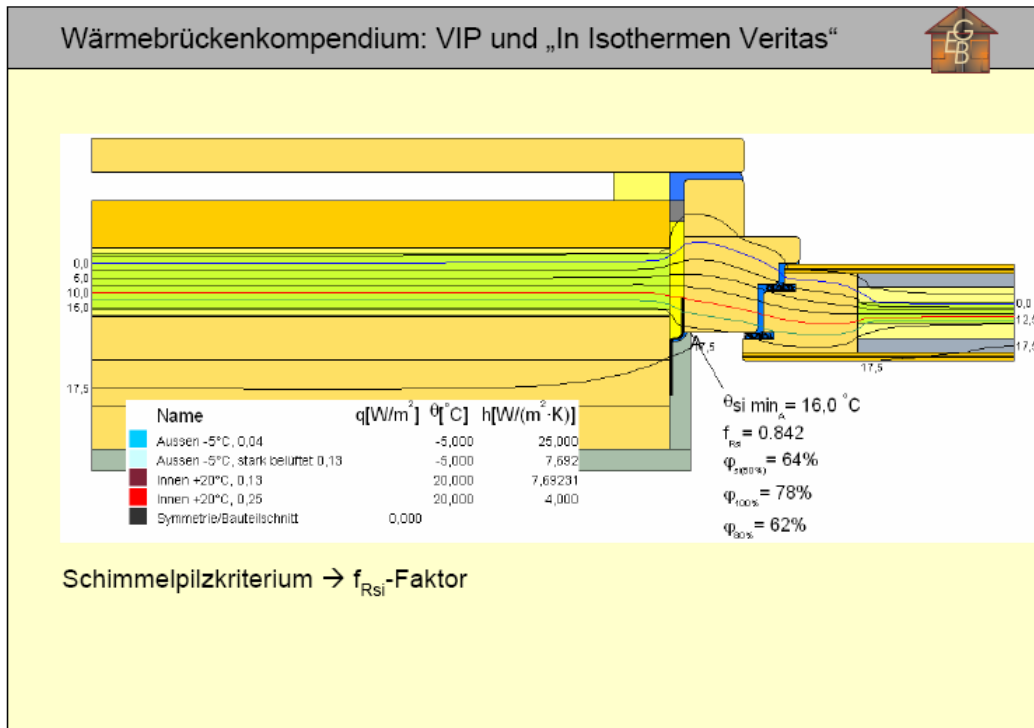
Wärmebrückenkompendium: VIP und „In Isothermen Veritas“




Jürgen Eberlein Bereichsleiter „Energieeffizientes Planen, Bauen und Sanieren“

Funktionsweise und Komfort eines energetisch optimierten Gebäudes werden zu einem erheblichen Anteil von der Qualität der Baukörperanschlüsse bestimmt. Um Architekten, Planern, sowie Fenster- und Türenbauern, dieses Thema zu erleichtern, wurde der Planungsatlas „*In Isothermen Veritas*“ mit 150 bewerteten Baukörperanschlüssen aus den Bereichen Neubau, Sanierung und Spezialaufgaben entwickelt.

Hier kann der Planer bereits im Vorfeld abschätzen, welche Wärmeverluste sich an neuralgischen Fenster- und Türanschlüssen einstellen werden, ohne aufwendige, eigene Berechnungen durchführen zu müssen.



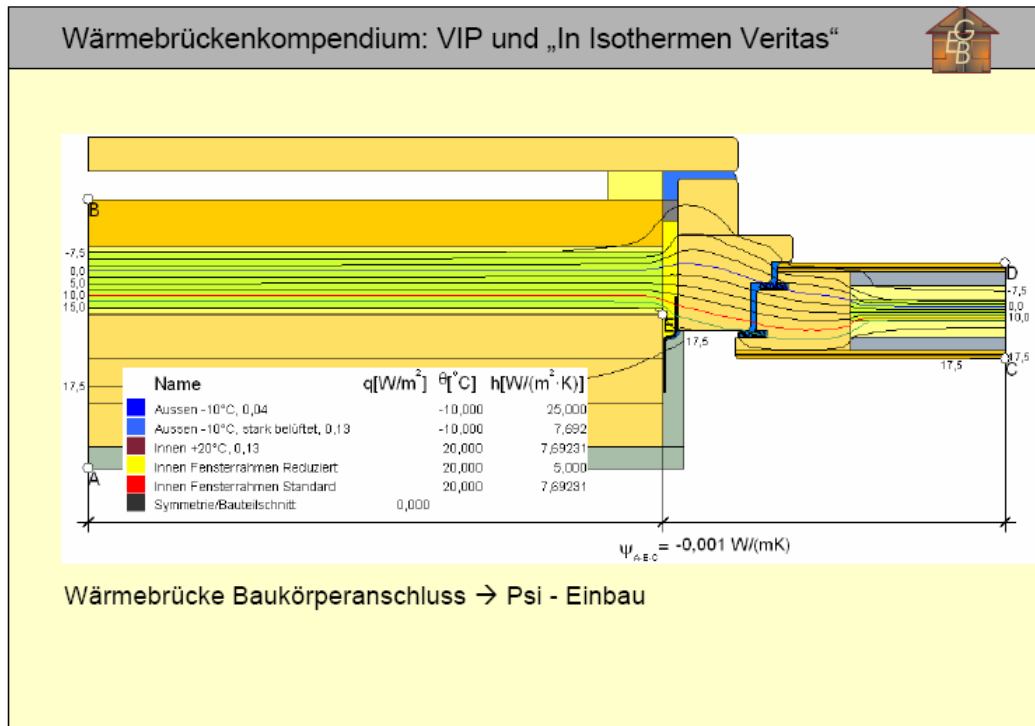
GEB Holzbau- und Energietechnik GmbH *Im Voggenthal 21 *D-92318 Neumarkt *Tel.: 09181/464463 *Fax: 09181/8825
 VARIOTEC GmbH & Co. KG * Weißmarterstr. 3-5 * D-92318 Neumarkt i. d. Opf. * Tel.: 09181/6946-0 * VIP-Technologie *www.variotec.de

Wärmebrückenkompendium: VIP und „In Isothermen Veritas“ 

Das Werk deckt nicht nur die Wandaufbauten im Passivhaus-Neubau ab, sondern zeigt auch die typischen Fälle aus dem Altbaubereich.
 Das 170 Seiten umfassende Kompendium zeigt erstmals alle Temperaturverläufe von Fenster- und Türanschlüssen, nicht nur im Horizontalschnitt, sondern von allen 3 relevanten Seiten.

Neben dem üblichen seitlichen Wandanschluss findet der Benutzer zu jeder Einbausituation auch den oberen Sturzanschluss – mit und ohne Rolladenkasten – sowie das untenliegende Brüstungs- und Türschwellen-Detail im Vertikalschnitt.

GEB Holzbau- und Energietechnik GmbH *Im Voggenthal 21 *D-92318 Neumarkt *Tel.: 09181/464463 *Fax: 09181/8825
 VARIOTEC GmbH & Co. KG * Weißmarterstr. 3-5 * D-92318 Neumarkt i. d. Opf. * Tel.: 09181/6946-0 * VIP-Technologie *www.variotec.de



GEB Holzbau- und Energietechnik GmbH *Im Voggenthal 21 *D-92318 Neumarkt *Tel.: 09181/464463 *Fax: 09181/8825
 VARIOTEC GmbH & Co. KG * Weißmarterstr. 3-5 * D-92318 Neumarkt i. d. Opf. * Tel.: 09181/6946-0 * VIP-Technologie *www.variotec.de

Wärmebrückenkompendium: VIP und „In Isothermen Veritas“

Komfort und Sicherheit im energieeffizienten Planen, Bauen und Sanieren

Über eine raffinierte Matrix wählt der Architekt zuerst seine Wandkonstruktion aus. Hier bleiben keine Wünsche offen, denn neben monolithischen Außenwänden aus Kalksandstein oder Beton findet der Planer auch Holzkonstruktionen aus Kreuzlagenholz (KLH), Magnumboard (OSB), oder Stegträgersystemen (TJI), bzw. Brettschichtholz.

Weitere Außenwandvarianten gliedert die Planungs-CD mit dem vakuumgedämmten *Qasa* - Bausystem von VARIOTEC und Sonderkonstruktion, wie z. B. passivhaustaugliche Pfosten-Riegel-Fassaden. Hat der Planer den passenden Außenwandtyp gefunden, wählt er in der nächsten Ebene die Art der Fassadendämmung aus und entscheidet dann, ob er eine Außentür oder ein Fenster planen will. Über diese Matrix führt die CD gezielt zum gewünschten Detail. Der Datenexport in die Werkpläne ist ebenso schnell möglich wie genaue Vorgaben an den ausführenden Handwerker.

GEB Holzbau- und Energietechnik GmbH *Im Voggenthal 21 *D-92318 Neumarkt *Tel.: 09181/464463 *Fax: 09181/8825
 VARIOTEC GmbH & Co. KG * Weißmarterstr. 3-5 * D-92318 Neumarkt i. d. Opf. * Tel.: 09181/6946-0 * VIP-Technologie *www.variotec.de

Wärmebrückenkompendium: VIP und „In Isothermen Veritas“



Im Kapitel Altbausanierung wartet der Planungsatlas mit den Außenwandtypen Fachwerk, Vollziegelmauerwerk, Hochlochziegel und Waschbetonfassade auf. Über die farbig gehaltenen Detail-Datenblätter kann der Planer sofort erkennen, ob der gewählte Baukörperanschluss die erforderliche Komforttemperatur, inkl. Ψ -Wert aufweist. Die Isothermenverläufe, Kennwerte - wie die schimmelpilzkritische Temperatur, z. B. $\theta_{si \text{ min}}$, und rechnerische Randbedingungen findet der Planer auf einen Blick.

Des Weiteren zeigt jedes Datenblatt die Wärmeverluste im Baukörperanschluss über den ψ -Wert, den längenbezogenen Wärmebrückenverlustkoeffizient, an. In die Berechnungen sind jeweils die zwei VARIOTEC-Türtypen **Thermosafe** und die neue vakuumgedämmte **Multifunktionstür**, sowie die zwei VARIOTEC-Fenstertypen **EF 1** mit einem U_w -Wert von 0,81 W/(m²K) und **EF 2** mit einem U_w -Wert von 0,73 (W/m²) jeweils in Holz- und Holz-AluAusführung eingegangen. Im Kapitel Altbau finden sich auch fünf Bestandssituationen mit herkömmlichen Einfach-, Verbund- und Kastendoppelfenstern und deren Ertüchtigung mit VIP.

GEB Holzbau- und Energietechnik GmbH *Im Voggenthal 21 *D-92318 Neumarkt *Tel.: 09181/464463 *Fax: 09181/8825
VARIOTEC GmbH & Co. KG * Weißmarterstr. 3-5 * D-92318 Neumarkt i. d. Opf. * Tel.: 09181/6046-0 * VIP-Technologie *www.variotec.de

Wärmebrückenkompendium: VIP und „In Isothermen Veritas“

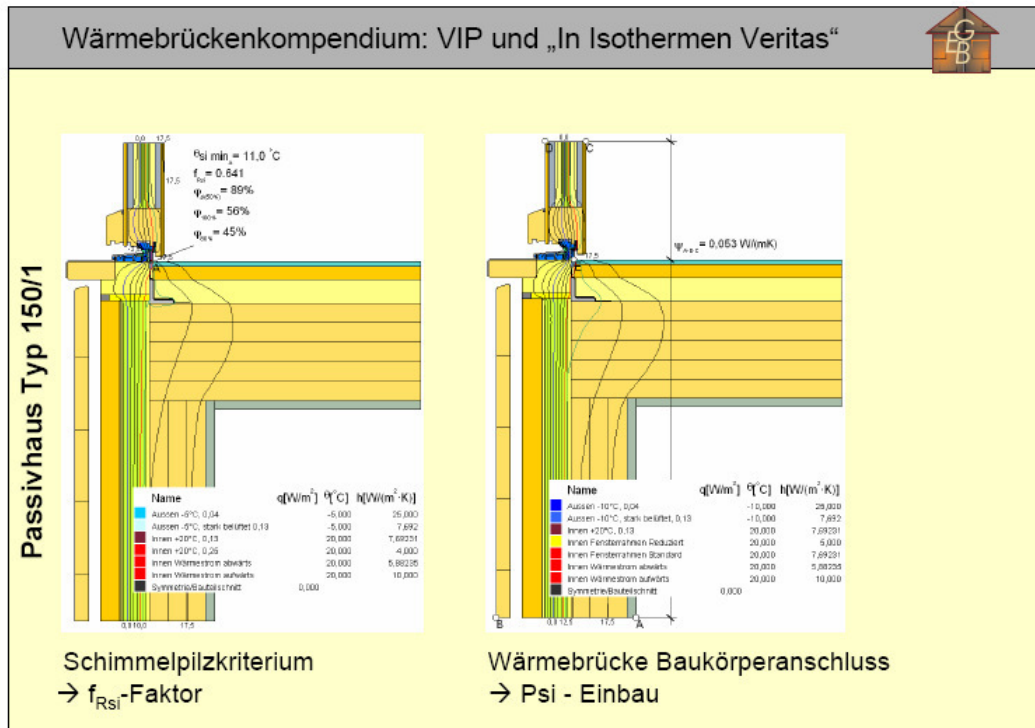


CD-ROM bietet zusätzliche Hilfen


Leider findet man am jungen VIP-Markt auch schon wieder die ersten eklatanten Fehlplanungen bzw. -Verwendungen. VIP - ein optimaler Problemlöser – aber nur dann, wenn die Umfeld- und Randbedingungen sorgfältig gerechnet und geplant sind – so wie es der Isothermenservice von GEB für seine Partner durchführt. Andernfalls kann es im VIP-Umfeld zu größeren Schadensbildern als „ohne“ kommen.



GEB Holzbau- und Energietechnik GmbH *Im Voggenthal 21 *D-92318 Neumarkt *Tel.: 09181/464463 *Fax: 09181/8825
VARIOTEC GmbH & Co. KG * Weißmarterstr. 3-5 * D-92318 Neumarkt i. d. Opf. * Tel.: 09181/6046-0 * VIP-Technologie *www.variotec.de



Wärmebrückenkompendium: VIP und „In Isothermen Veritas“



Navigation

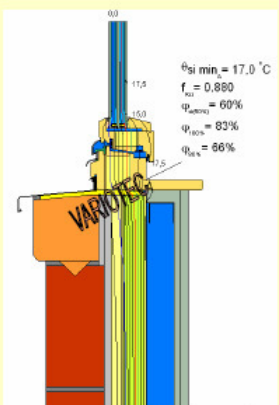
A Altbau

1. Fachwerk, historisch
1. Laubholz, Vollziegel
2. Innendämmung mit Qasa
1. Fenster
- c unten quer

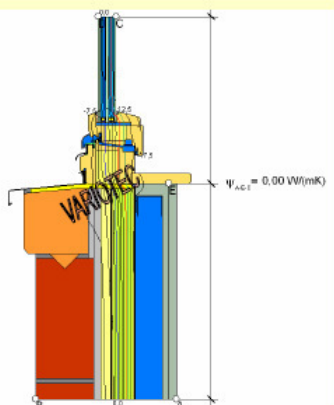
Bewertung

KfW-60-Haus
KfW-40-Haus
Passivhaus

Passivhaus Fachwerk mit Qasa



Name	q[W/m²]	θ[°C]	h[W/(m²·K)]
Außen -10°C, 0,04	-5,000	25,000	
Innen +20°C, 0,13	20,000	7,69231	
Innen +20°C, 0,25	20,000	4,000	
Symmetrie/Bauteilschnitt	0,000		




Name	q[W/m²]	θ[°C]	h[W/(m²·K)]
Außen -10°C, 0,04	-10,000	25,000	
Innen Fensterrahmen Reduziert	20,000	5,000	
Innen Fensterrahmen Standard	20,000	7,69231	
Symmetrie/Bauteilschnitt	0,000		

Schimmelpilzkriterium
→ f_{Rsi}-Faktor

Wärmebrücke Baukörperanschluss
→ Psi - Einbau

GEB Holzbau- und Energietechnik GmbH *Im Voggenthal 21 *D-92318 Neumarkt *Tel.: 09181/464463 *Fax: 09181/8825
VARIOTEC GmbH & Co. KG * Weißmarterstr. 3-5 * D-92318 Neumarkt i. d. Opf. * Tel.: 09181/6046-0 * VIP-Technologie *www.variotec.de

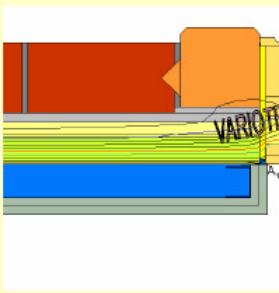
Wärmebrückenkompendium: VIP und „In Isothermen Veritas“



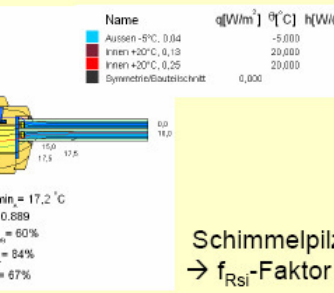
Bewertung

KfW-60-Haus
KfW-40-Haus
Passivhaus

Passivhaus Fachwerk mit Qasa



Name	q[W/m²]	θ[°C]	h[W/(m²·K)]
Außen -5°C, 0,04	-5,000	25,000	
Innen +20°C, 0,13	20,000	7,69231	
Innen +20°C, 0,25	20,000	4,000	
Symmetrie/Bauteilschnitt	0,000		

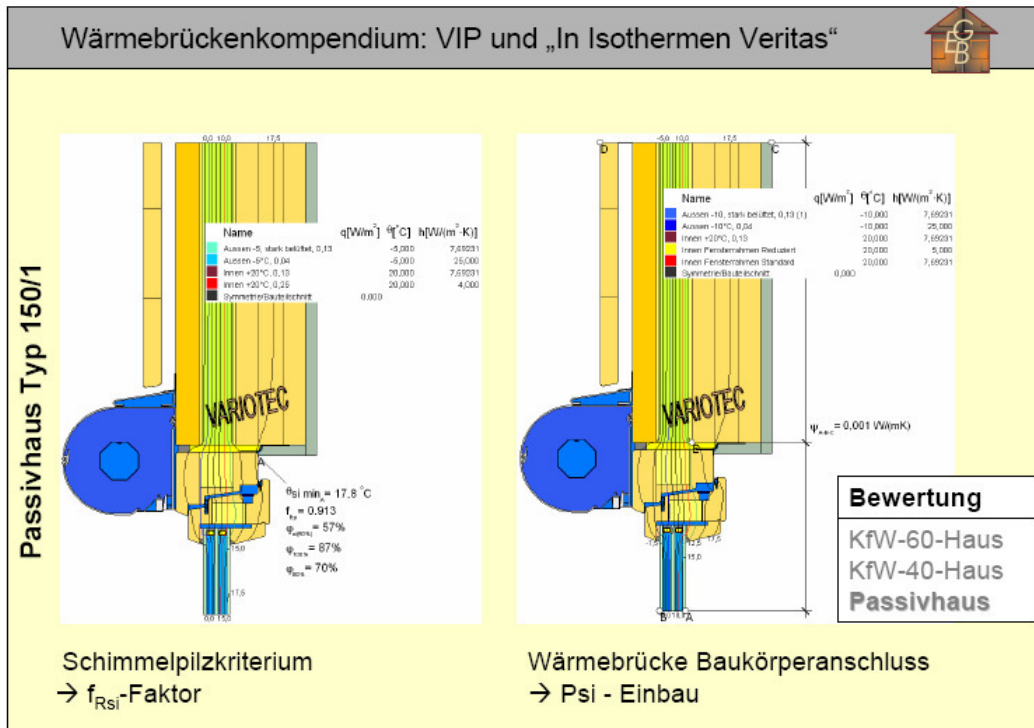


Name	q[W/m²]	θ[°C]	h[W/(m²·K)]
Außen -10°C, 0,04	-10,000	25,000	
Innen +20°C, 0,13	20,000	7,69231	
Innen Fensterrahmen Reduziert	20,000	5,000	
Innen Fensterrahmen Standard	20,000	7,69231	
Symmetrie/Bauteilschnitt	0,000		

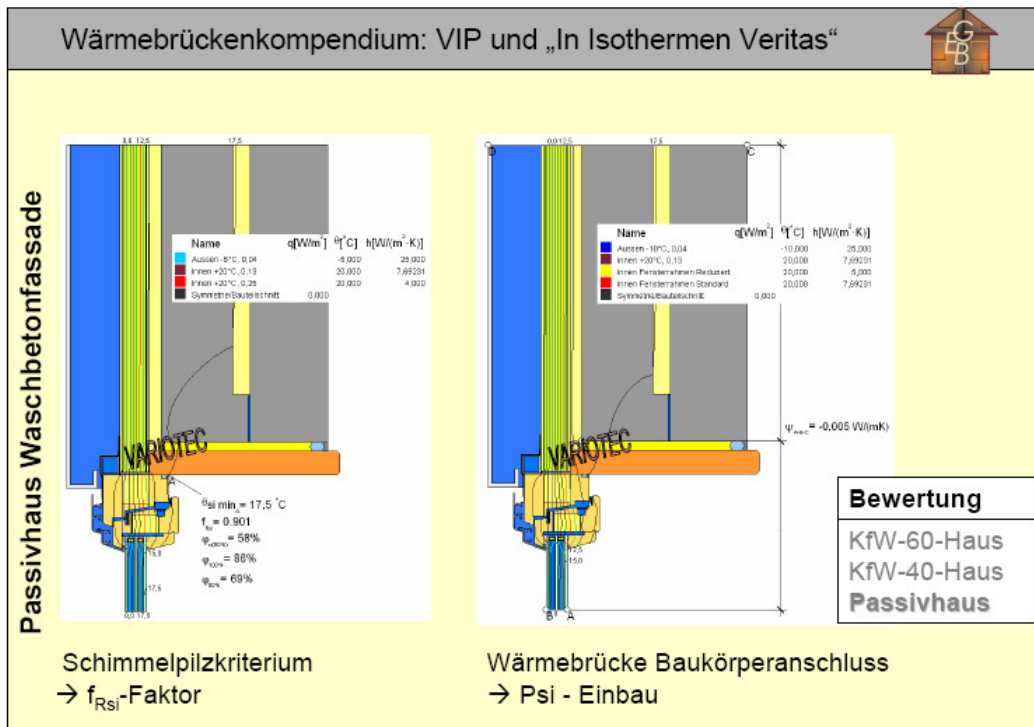
Schimmelpilzkriterium
→ f_{Rsi}-Faktor

Wärmebrücke Baukörperanschluss
→ Psi - Einbau

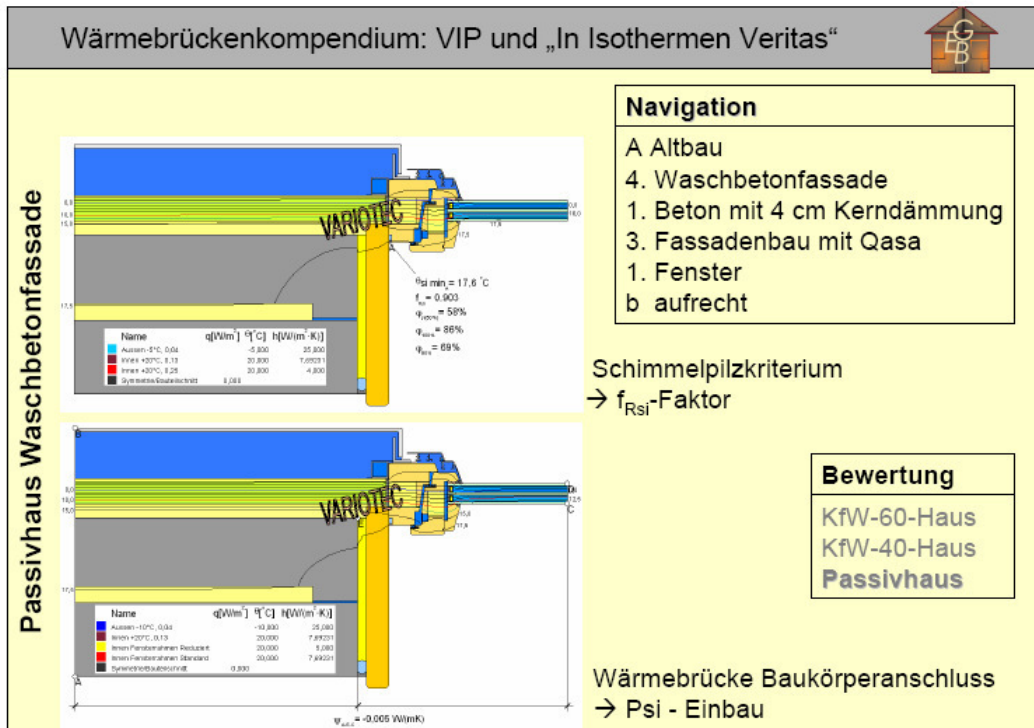
GEB Holzbau- und Energietechnik GmbH *Im Voggenthal 21 *D-92318 Neumarkt *Tel.: 09181/464463 *Fax: 09181/8825
VARIOTEC GmbH & Co. KG * Weißmarterstr. 3-5 * D-92318 Neumarkt i. d. Opf. * Tel.: 09181/6046-0 * VIP-Technologie *www.variotec.de



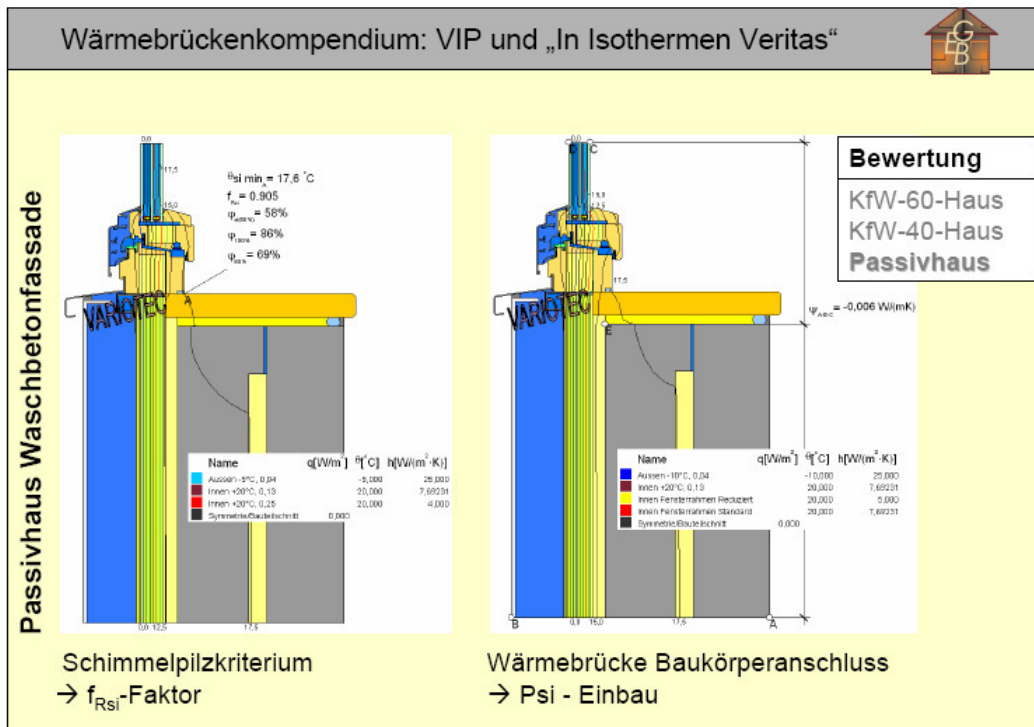
GEB Holzbau- und Energietechnik GmbH *Im Voggenthal 21 *D-92318 Neumarkt *Tel.: 09181/464463 *Fax: 09181/8825
 VARIOTEC GmbH & Co. KG * Weißmarterstr. 3-5 * D-92318 Neumarkt i. d. Opf. * Tel.: 09181/6046-0 * VIP-Technologie *www.variotec.de



GEB Holzbau- und Energietechnik GmbH *Im Voggenthal 21 *D-92318 Neumarkt *Tel.: 09181/464463 *Fax: 09181/8825
 VARIOTEC GmbH & Co. KG * Weißmarterstr. 3-5 * D-92318 Neumarkt i. d. Opf. * Tel.: 09181/6046-0 * VIP-Technologie *www.variotec.de



GEB Holzbau- und Energietechnik GmbH *Im Voggenthal 21 *D-92318 Neumarkt *Tel.: 09181/464463 *Fax: 09181/8825
 VARIOTEC GmbH & Co. KG * Weißmarterstr. 3-5 * D-92318 Neumarkt i. d. Opf. * Tel.: 09181/6046-0 * VIP-Technologie *www.variotec.de



GEB Holzbau- und Energietechnik GmbH *Im Voggenthal 21 *D-92318 Neumarkt *Tel.: 09181/464463 *Fax: 09181/8825
 VARIOTEC GmbH & Co. KG * Weißmarterstr. 3-5 * D-92318 Neumarkt i. d. Opf. * Tel.: 09181/6046-0 * VIP-Technologie *www.variotec.de



GEB-Serviceleistung für Architekten und Planer

- ❖ Individuelle Isothermen- und Einbauplanungen inkl. ψ -Berechnungen usw.
- ❖ VIP + Feuerschutzplanungen + Baumusterprüfungen z. B. T60-Elemente
- ❖ VIP + Schallschutzplanungen + Baumusterprüfungen z. B. Paneele: Dicke= 46 mm mit Schalldämmung: 44 dB, U_p : 0,23 W/m²k inkl. technisch dekorativer Innen- und Außenflächen
- ❖ VIP + Lastannahme-Berechnungen
- ❖ VIP + Barrierefreie Baukonzepte
- ❖ VIP + PCM-Einsatz
- ❖ VIP + Allergiker-verträgliche Bauplanungen

GEB Holzbau- und Energietechnik GmbH *Im Voggenthal 21 *D-92318 Neumarkt *Tel.: 09181/464463 *Fax: 09181/8825
VARIOTEC GmbH & Co. KG * Weißmarterstr. 3-5 * D-92318 Neumarkt i. d. Opf. * Tel.: 09181/6946-0 * VIP-Technologie *www.variotec.de



GEB-Serviceleistung für Architekten und Planer

- ❖ VIP + Raumgewinnende Modulbauweise
- ❖ VIP + umlaufend wärmebrückenfreie Gebäudehülle
- ❖ VIP + in individuellen Sanierungen
- ❖ VIP + Tageslichtgewinne
- ❖ VIP + Ausführungskompetenz durch Qasa-Produktsysteme
- ❖ VIP + Passive Strahlungs-Kühlsysteme (KKS)

GEB Holzbau- und Energietechnik GmbH *Im Voggenthal 21 *D-92318 Neumarkt *Tel.: 09181/464463 *Fax: 09181/8825
VARIOTEC GmbH & Co. KG * Weißmarterstr. 3-5 * D-92318 Neumarkt i. d. Opf. * Tel.: 09181/6946-0 * VIP-Technologie *www.variotec.de

Jürgen Eberlein

GEB Holzbau- und Energietechnik GmbH
Im Voggenthal 21, 92318 Neumarkt i.d.Opf.

Telefon: +49 (0)9181 / 464453

E-mail: beratung@variotec.de

Wärmebrücken – die planerische Herausforderung beim Einsatz von Vakuum-Wärmedämmelementen

Andreas Beck, Hochschule für Technik, Stuttgart



FACHHOCHSCHULE HOCHSCHULE FÜR
STUTTGART TECHNIK

Wärmebrücken - die planerische Herausforderung beim Einsatz von Vakuumdämmelementen

Andreas Beck, Oswald Frank, Markus Binder

Hochschule für Technik Stuttgart
Schellingstraße 24, D-70174 Stuttgart
Email: Andreas.Beck@hft-stuttgart.de



Gliederung

FACHHOCHSCHULE HOCHSCHULE FÜR
STUTT GART TECHNIK

Potenziale und Problematik von VIP am Bau

Wärmebrücken bei VIP

- an Paneelen
- in diversen Einbausituationen

Zusammenfassung und Ausblick



Was sind Wärmebrücken (WB)? Wie lassen sich diese mathematisch beschreiben?

FACHHOCHSCHULE HOCHSCHULE FÜR
STUTT GART TECHNIK

Wärmebrücken sind lokale Bereiche mit erhöhter Wärmestromdichte!

Der Gesamtwärmeverluststrom durch ein Bauteil mit Fläche A_{WB} ergibt sich zu:
(Längen- (ψ) und punktbezogene (χ) Wärmedurchgangskoeffizienten)

$$\dot{Q}_{\text{tot}} = \left\{ U_0 A_{WB} + \sum l_k \cdot \psi_k + \sum n_k \cdot \chi_k \right\} \cdot (T_i - T_e)$$

Oder alternativ mittels Wärmebrückenzuschlagswert ΔU

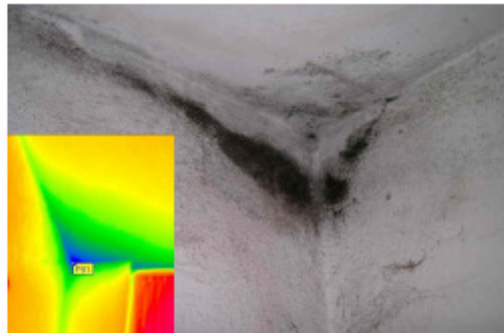
$$\Delta U = \frac{\sum l_k \cdot \psi_k + \sum n_k \cdot \chi_k}{A_{WB}}$$



Problematik bei Wärmebrücken

FACHHOCHSCHULE HOCHSCHULE FÜR
STUTT GART TECHNIK

- Erhöhung der Wärmeverluste
z.B. $\Delta U = 0,05 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ lt. DIN 4108
($U = 0,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ bei NEH)
- Feuchte Kondensation und Schimmelpilzgefahr
durch Temperaturabsenkung

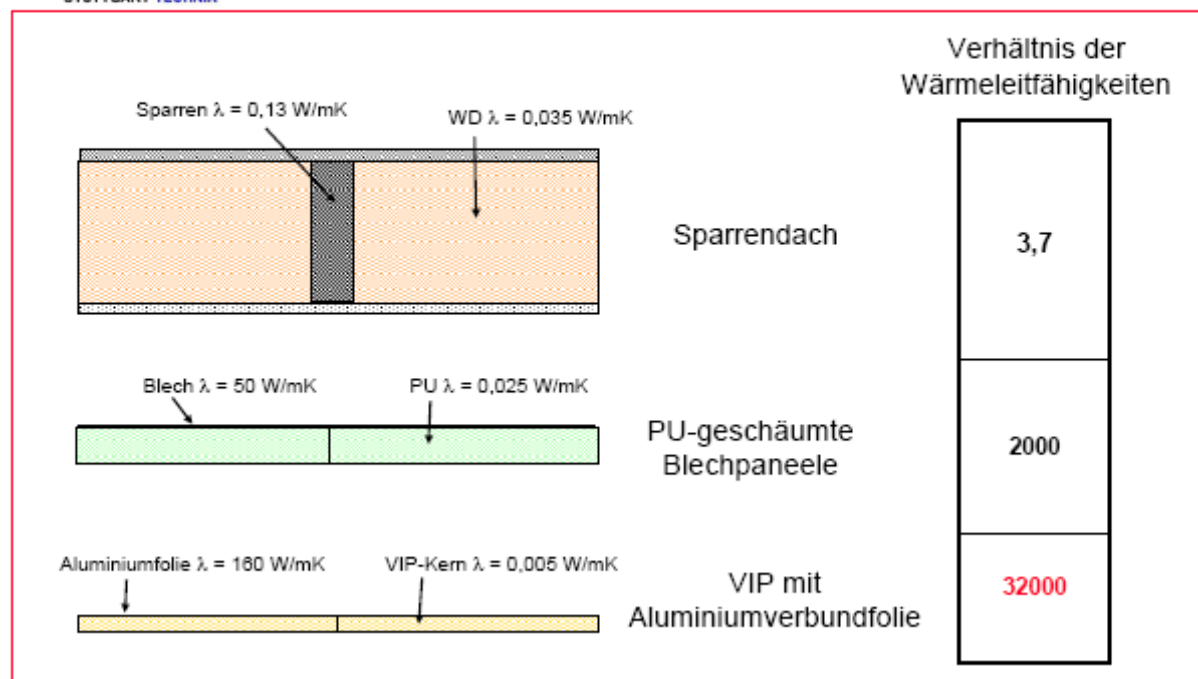


Quelle: Schulze Darup, Hannover 2004



Verhältnis der Wärmeleitfähigkeiten bei unterschiedlichen Baumaterialien

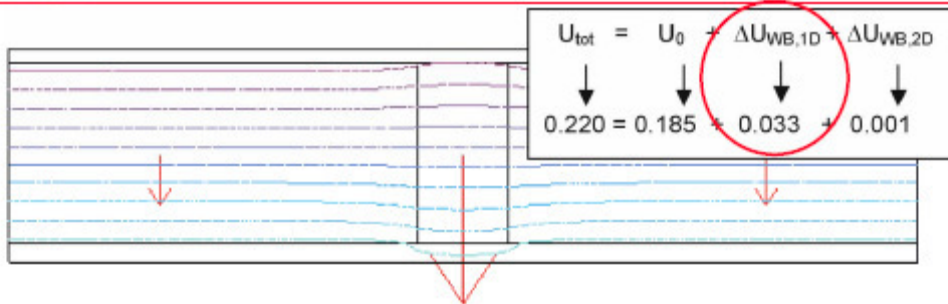
FACHHOCHSCHULE HOCHSCHULE FÜR
STUTT GART TECHNIK





Beispiel Sparrendach Zwischensparrendämmung mit Isothermenverlauf

FACHHOCHSCHULE HOCHSCHULE FÜR
STUTT GART TECHNIK

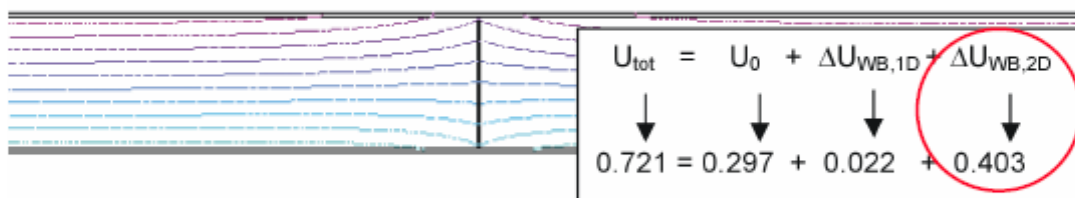


- U_0 Wärmedurchgangskoeffizient im ungestörten Bereich
- $\Delta U_{\text{WB},1\text{D}}$ Zuschlag eindimensional; Querleitungseffekte nicht berücksichtigt
- $\Delta U_{\text{WB},2\text{D}}$ Zuschlag unter Berücksichtigung von Querleitungseffekten



Beispiel PU-geschäumtes Blechpaneelle mit Isothermenverlauf

FACHHOCHSCHULE HOCHSCHULE FÜR
STUTT GART TECHNIK



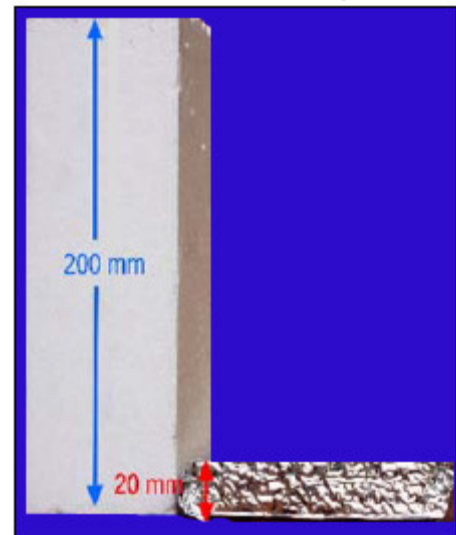
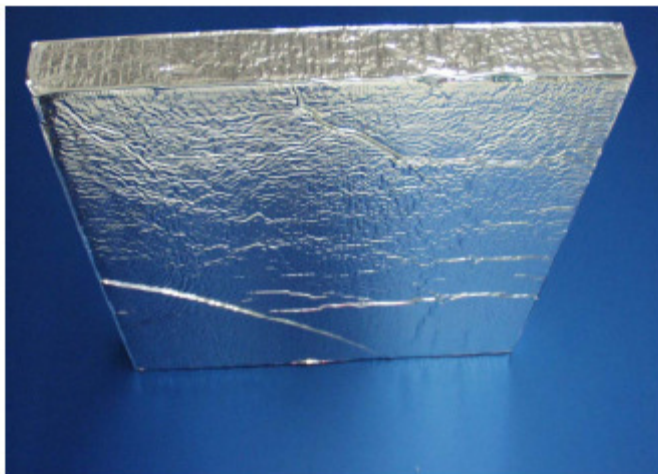
Es dominiert der zweidimensionale Wärmebrückeneffekt!



Situation bei VIP! Herausragendes Merkmal von VIP?

FACHHOCHSCHULE HOCHSCHULE FÜR
STUTTGART TECHNIK

Extrem niedrige Wärmeleitfähigkeit ($\lambda = 0,004$ bis $0,008$ W/m²K)



Problematik von VIP

FACHHOCHSCHULE HOCHSCHULE FÜR
STUTTGART TECHNIK

Umsetzung des Wärmedämmpotenzials in der Praxis

Schlankheit und niedrige Wärmeleitfähigkeit begünstigen

Wärmebrückenausbildung

Wärmequerleitungseffekte

Wärmebrückeneffekte treten auf:

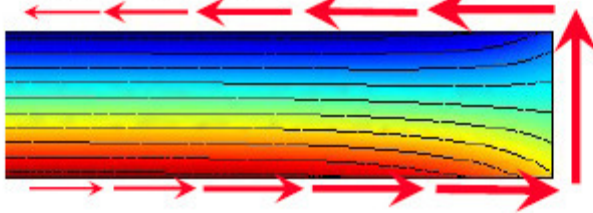
- bei der Hüllfolie des VIP
- wegen den Fugen zwischen den VIPs
- wegen notwendiger Durchdringungen für Befestigungen
- am Anschluss an andere Bauteile



Wärmebrückeneffekte Hüllfolie

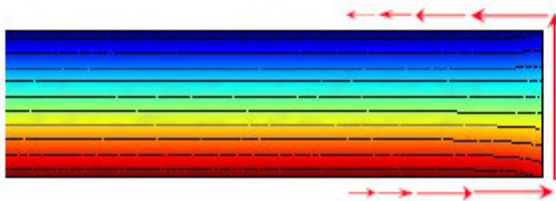
FACHHOCHSCHULE HOCHSCHULE FÜR
STUTTGART TECHNIK

Aluminiumverbundfolie
(Aluminiumschicht 10 μm)



Starke Wärmebrücke am Rand mit
verstärkter Wärmequerleitung

Metallisierte Hochbarrierefolie
(Aluminiumschicht 50 nm)

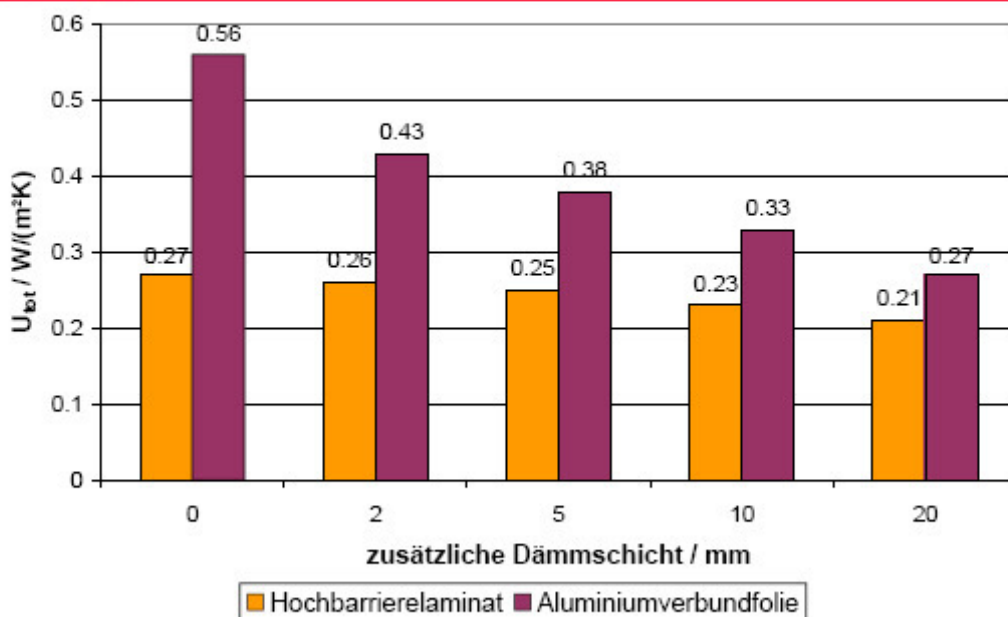


Wärmebrückeneffekte durch
Folie nahezu vernachlässigbar



Minderung der Wärmebrücke durch zusätzliche Dämmschichten

FACHHOCHSCHULE HOCHSCHULE FÜR
STUTTGART TECHNIK



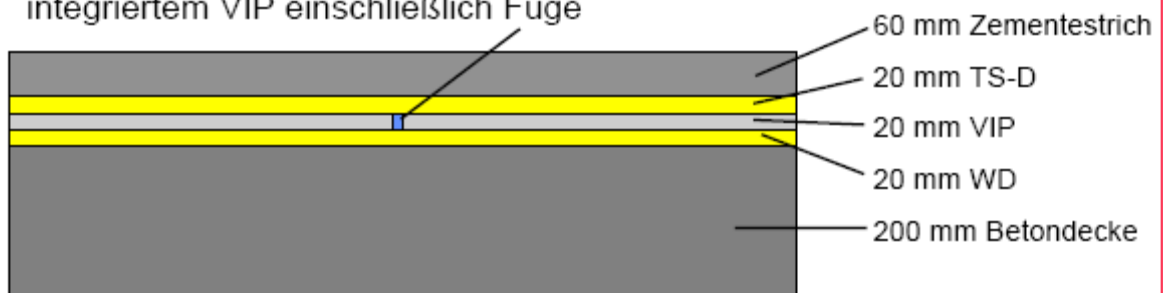
Ergebnis: Die Auswirkung der WB ist stark von der Einbausituation abhängig!



Wärmebrückeneffekte beim Spalt

FACHHOCHSCHULE HOCHSCHULE FÜR
STUTTGART TECHNIK

Kellerdecke mit Estrichaufbau und integriertem VIP einschließlich Fuge



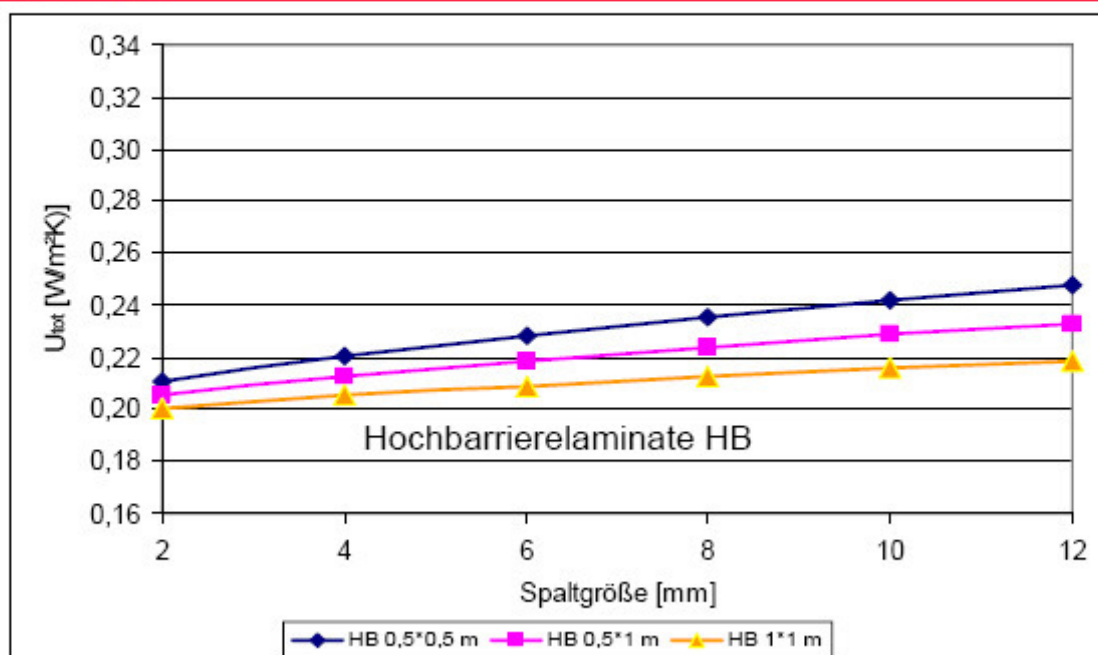
Variation von:

- Fuge 2-12 mm
- Paneelgröße (0,5*0,5 m), (0,5*1 m), (1*1 m)
- Hüllfolie (HB-Folie, Aluminiumverbundfolie)



Einfluss der Fuge, Paneelgröße und Hüllfolie

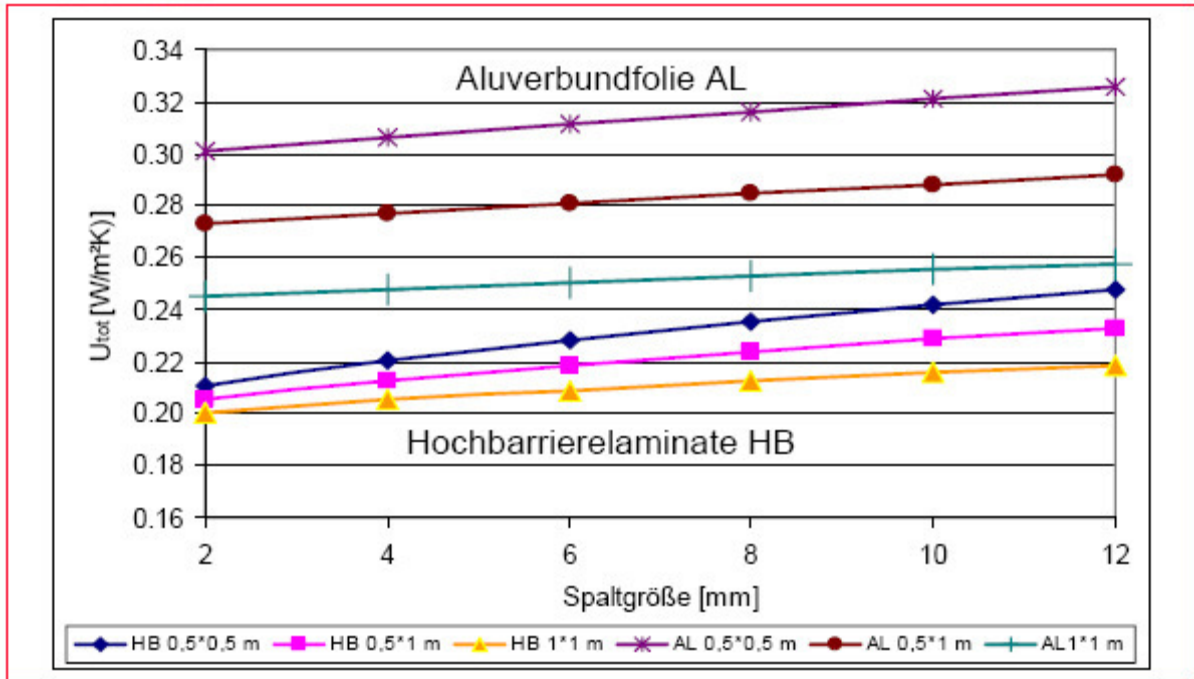
FACHHOCHSCHULE HOCHSCHULE FÜR
STUTTGART TECHNIK





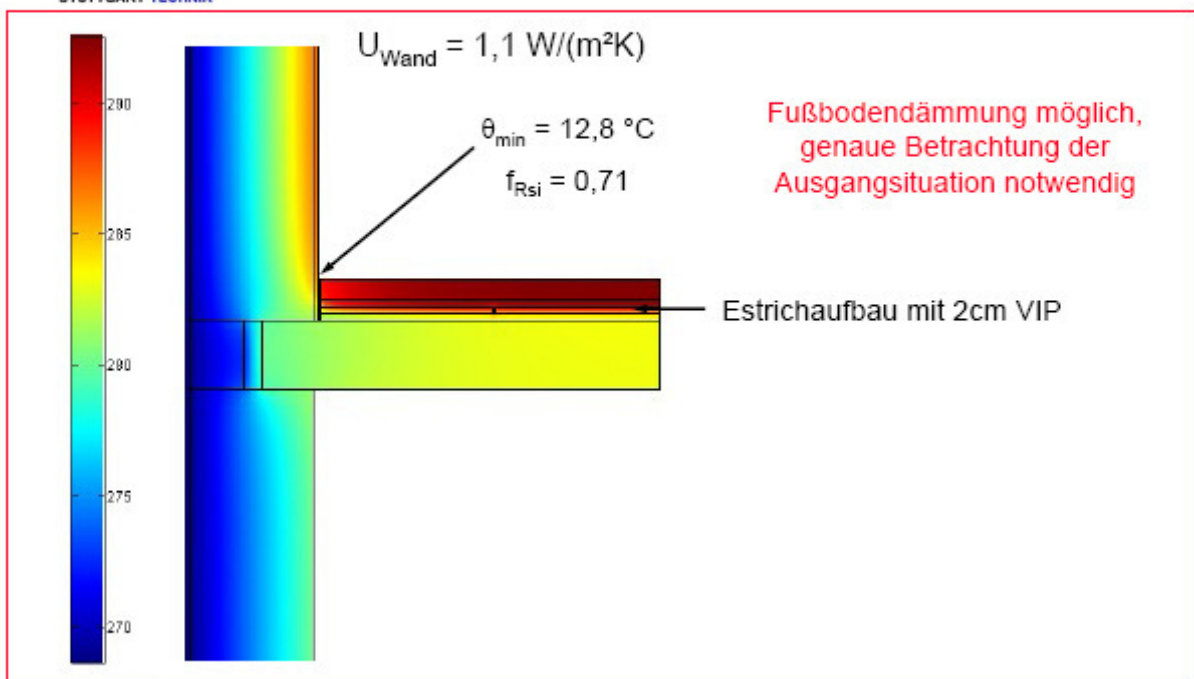
Einfluss der Fuge, Panelgröße und Hüllfolie

FACHHOCHSCHULE HOCHSCHULE FÜR
STUTT GART TECHNIK



Oberflächenkondensat bei Innendämmung?

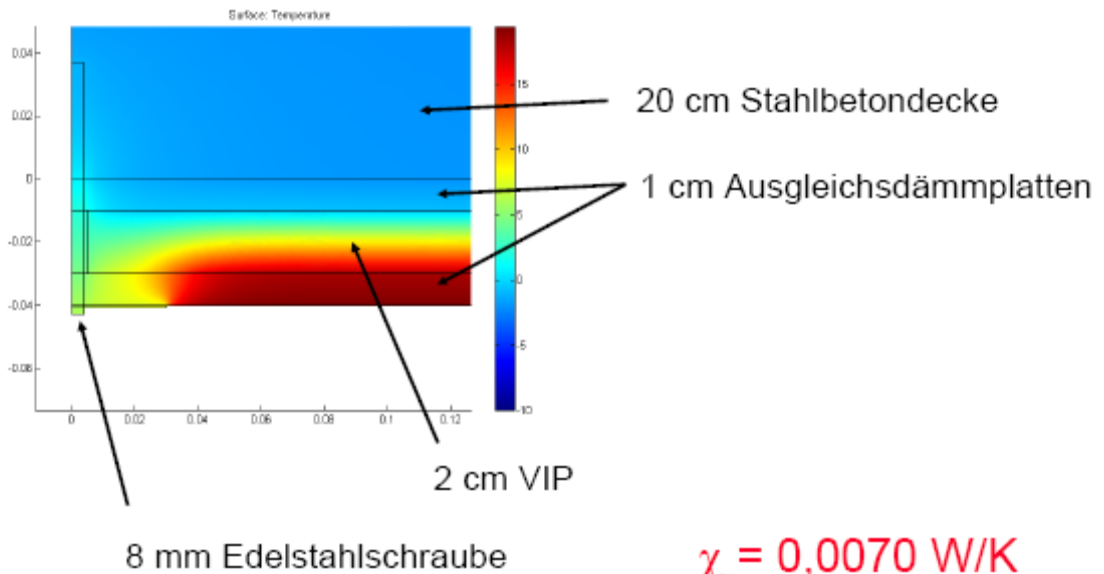
FACHHOCHSCHULE HOCHSCHULE FÜR
STUTT GART TECHNIK





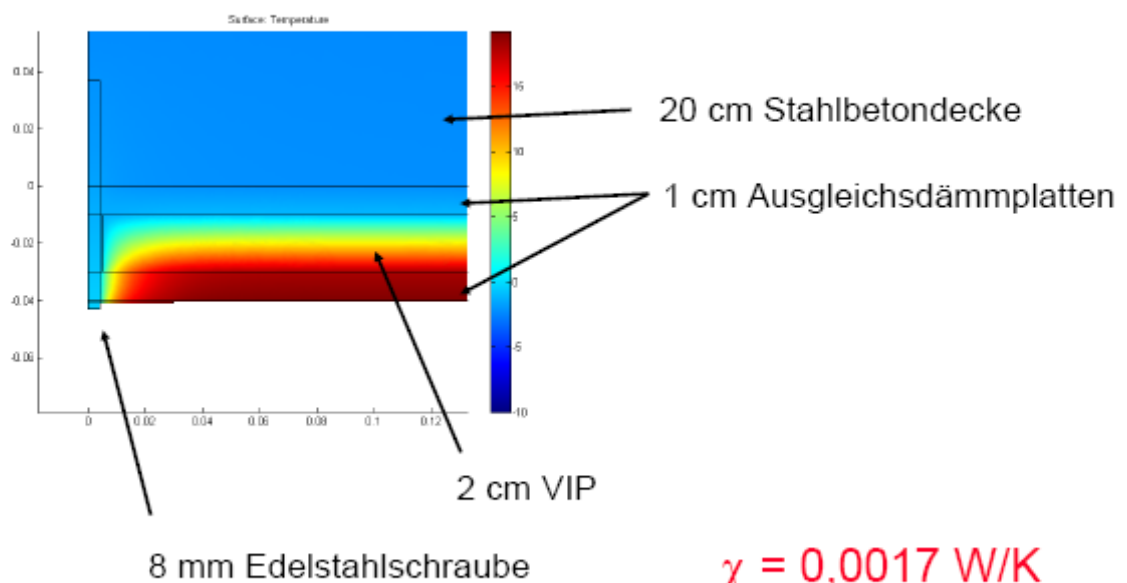
Punktförmige Wärmebrücken - Deckenhalterung Stahlblechschiene -

FACHHOCHSCHULE HOCHSCHULE FÜR
STUTTGART TECHNIK



Punktförmige Wärmebrücken - Deckenhalterung Kunststoffschiene -

FACHHOCHSCHULE HOCHSCHULE FÜR
STUTTGART TECHNIK





FACHHOCHSCHULE HOCHSCHULE FÜR
STUTT GART TECHNIK

Punktförmige Wärmebrücken - Deckenhalterung Kunststoffschiene -

D.h., es ergibt sich bei 4 Schrauben pro m²:
Stahlblechschiene $\Delta U = 0,028 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Kunststoffschiene $\Delta U = 0,007 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Aber Vorsicht!

Zur Vermeidung von Kondensationsgefahr
müssen die Schraubenköpfe abgedeckt werden!



FACHHOCHSCHULE HOCHSCHULE FÜR
STUTT GART TECHNIK

Mit VIP sanierte Reihenhausfassade $U = 1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \Rightarrow U = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



Architekt: F. Lichtblau, München, 2001



Sanierung eines Reihenhauses mit Vakuumdämmung

FACHHOCHSCHULE HOCHSCHULE FÜR
STUTT GART TECHNIK

1 cm Ausgleichsschicht
4 cm VIP
2 cm HWF
1.5 cm
Fermacell

34 cm Wand

40/30

$U_0 = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ $U_{\text{tot}} = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ Architekt: F. Lichtblau, München, 2001



Projektbeispiel Zweifamilienhaus München-Solln

FACHHOCHSCHULE HOCHSCHULE FÜR
STUTT GART TECHNIK

innen

8

2,5

4

VIP

2

Holzfassade

19,5

Detail: Südfassade

U_0 : Wand: $0,11 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$, Dach: $0,09 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$
 U_{tot} Wand: $0,14 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$, Dach: $0,10 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$

Lichtblau Architekten BDA, München



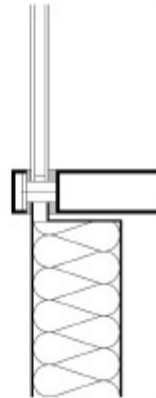
FACHHOCHSCHULE HOCHSCHULE FÜR
STUTT GART TECHNIK

Projektbeispiel Pfosten-Riegel-Fassade RH-Binnungen

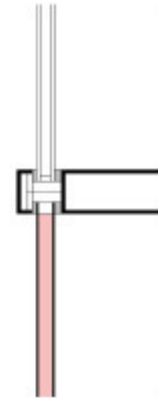


Feiner Pestalozzi Architekten, Basel;
Lambdasave

konventionell



edelstahlmantelte VIP



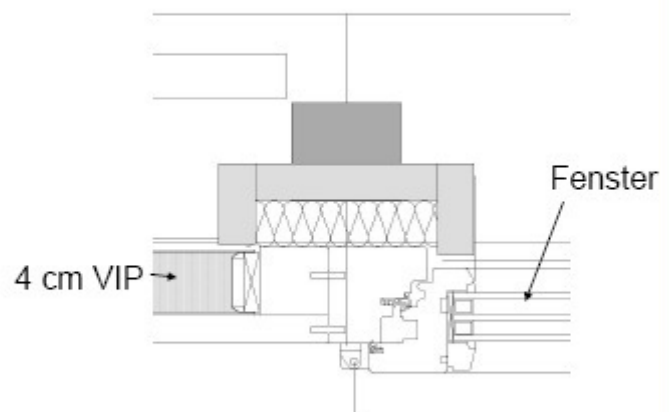
FACHHOCHSCHULE HOCHSCHULE FÜR
STUTT GART TECHNIK

Projektbeispiel Pfosten-Riegel-Fassade RH-Binnungen



Feiner Pestalozzi Architekten, Basel;
Lambdasave

Horizontalschnitt: Wandaufbau - Fensteranschluss



$$U_0 = 0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{\text{tot}} = 0,31 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Gesamtfassade incl. Fenster!



FACHHOCHSCHULE HOCHSCHULE FÜR
STUTTGART TECHNIK

Wie lassen sich Wärmebrückeneffekte vermindern?

Allgemein

- Wahl möglichst großer Formate (günstiges Umfang/Flächen-Verhältnis)
⇒ Minimierung des Randeinflusses
- Fugenbreite verringern (Falttechnik)
- Verwendung von Folien mit dünner Metallsperrschicht
- Anbringen zusätzlicher Dämmschichten im Bereich der Wärmebrücke



FACHHOCHSCHULE HOCHSCHULE FÜR
STUTTGART TECHNIK

Zusammenfassung

- VIP ist ein Extremdämmstoff
- Wärmebrücken sind unvermeidbar, jedoch optimierbar
- Große Einsatzpotenziale vorhanden (Brüstung, Fußboden,...)
- Hochleitfähige Schichten sind je nach Anwendungsfall tolerierbar!

**Eine weitergehende Analyse und Optimierung der
Wärmebrückenproblematik ist unbedingt erforderlich und muss
an der konkreten Einbausituation durchgeführt werden!**

Prof. Dr. Andreas Beck

Hochschule für Technik Stuttgart

Schellingstr. 24, 70174 Stuttgart

Telefon: +49 (0)711 / 8926 - 2677

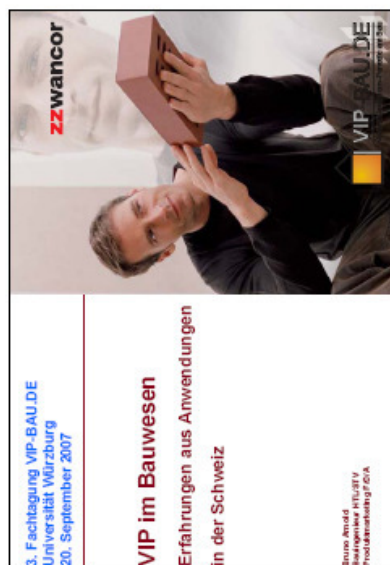
www.hft-stuttgart.de/Bauphysik/

E-mail: andreas.beck@hft-stuttgart.de

Anwendungen von VIP im Bauwesen – Umfangreiche Erfahrungen aus Anwendungen in der Schweiz

Bruno Arnold, ZZ Wancor, Regensdorf, Schweiz

ZZ Wancor



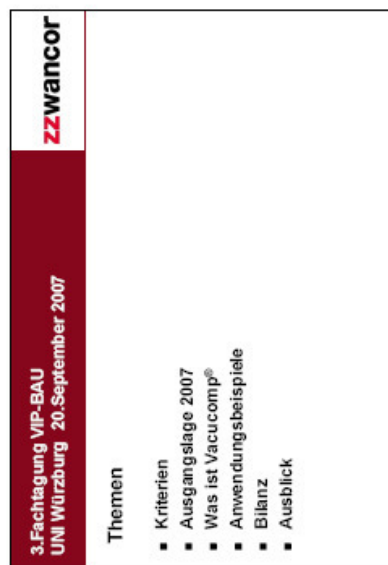
The slide cover features a photograph of a man in a dark suit holding a small red box. The text on the slide is as follows:

3. Fachtagung VIP-BAU DE
Universität Würzburg
20. September 2007

VIP im Bauwesen
Erfahrungen aus Anwendungen
in der Schweiz

Bruno Arnold
www.vip-wancor.ch
Problemlösung F&E

zzwancor
VIP-BAU DE



The slide content is as follows:

3. Fachtagung VIP-BAU
UNI Würzburg 20. September 2007

zzwancor

Themen

- Kriterien
- Ausgangslage 2007
- Was ist Vacucomp®
- Anwendungsbeispiele
- Bilanz
- Ausblick

ZZ Wancor



ZZ Wancor

3. Fachtagung VIP-BAU
UNI Würzburg 20. September 2007

zzwancor

Kriterien

- Nach wie vor steigende Anforderungen an die Gebäudehülle
- Zunahme der Dämmstoffdicken
- Positiver Trend Minergie und Minergie P Standard
- Hohe Energiepreise
- Platzknappheit, Behördliche Auflagen, u.a. → Sanierungen
- Wunsch Planer und Verarbeiter nach effizienteren Dämmmaterialien

3. Fachtagung VIP-BAU
UNI Würzburg 20. September 2007

zzwancor

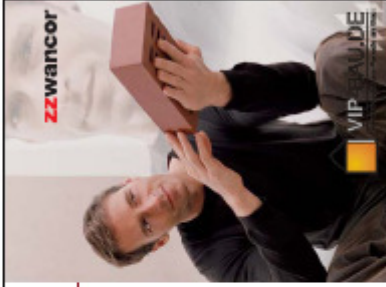
Ausgangslage 2007

- ZZ Wancor seit 1998 in VIP Projekt involviert
- HIPTI (IEA/ECCS Annex 39) Abschlussbericht liegt vor „Vakuum-Isolations-Paneele im Gebäudesektor“
- Projekt : Weiterentwicklung, Qualitätssicherung und Langzeitverhalten von VIP (BFE/EMPA) bis 2008
- Seit 1999 am Markt im Objekteinsatz
- Seit 2003 eigenes Versuch- und Prüftach → EMPA
- Bis dato Fokussierung auf Anwendungsbereiche Terrasse / Fußböden / Holzelementbau / Türen / Kühlhausbau

→ Fazit Positive Erfahrungen

ZZ Wancor

3.Fachtagung VIP-BAU UNI Würzburg 20.September 2007		zzwancor	
Stärken			
Vacucomp S	Vacucomp P1	Vacucomp P2	
15 mm	18 mm	21 mm	
20 mm	23 mm	26 mm	
25 mm	28 mm	31 mm	
30 mm	33 mm	36 mm	

3.Fachtagung VIP-BAU UNI Würzburg 20. September 2007		zzwancor	
Anwendungsbeispiele 1999 - 2007			
			

ZZ Wancor

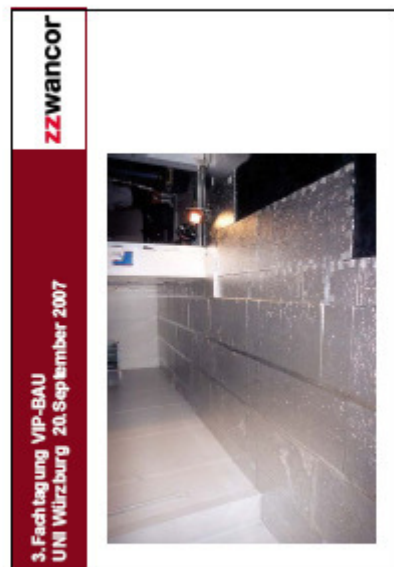


3.Fachtagung VIP-BAU UNI Würzburg 20.September 2007		zzwancor	
Standardformate			
mm 1200 x 1000			
mm 1200 x 500			
mm 1000 x 600			
mm 600 x 500			
Sonderformate möglich, auch spezielle geometrische Formen!!			

ZZ Wancor



ZZ Wancor



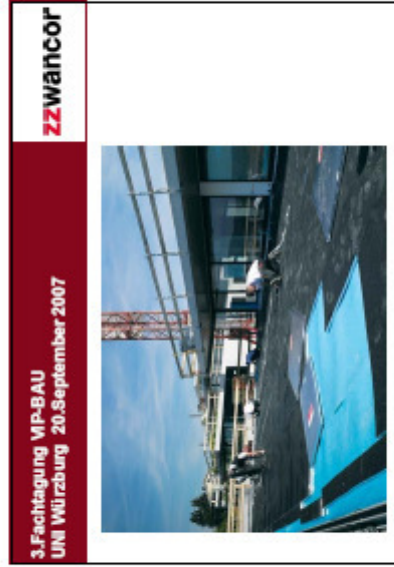
ZZ Wancor



ZZ Wancor



ZZ Wancor

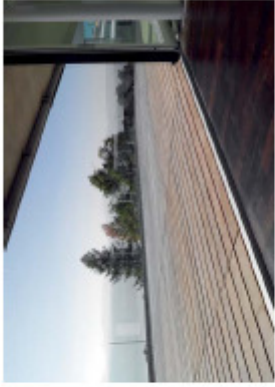


ZZ Wancor



ZZ Wancor

3. Fachtagung VIP-BAU
UNI Würzburg 20. September 2007



zzwancor

3. Fachtagung VIP-BAU
UNI Würzburg 20. September 2007


Auftragsablauf

- ZZ Wancor erstellt anhand einer Massaufnahme am Bau, einen Verlegplan mit positionierter Platteneinteilung
- Auftragsbestätigung an Unternehmer
- Bestellung
- Anlieferung der Platten in einer speziellen Schutzverpackung
- Platten sind gegen Nässe, Sonneneinstrahlung und mech. Einflüsse an einem trockenen Ort zu lagern
- Vor dem Einbau Platten auf Dichtheit prüfen
- ZZ Wancor instruiert den Verleger vorort

zzwancor

ZZ Wancor

3. Fachtagung VIP-BAU
UNI Würzburg 20. September 2007



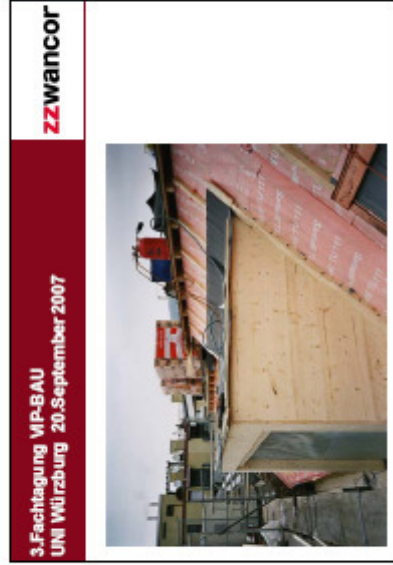
zzwancor

3. Fachtagung VIP-BAU
UNI Würzburg 20. September 2007

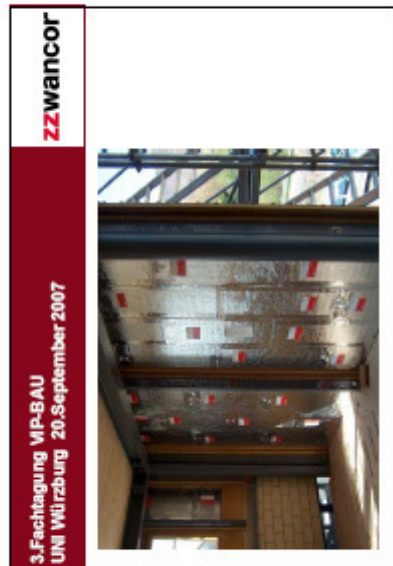


zzwancor

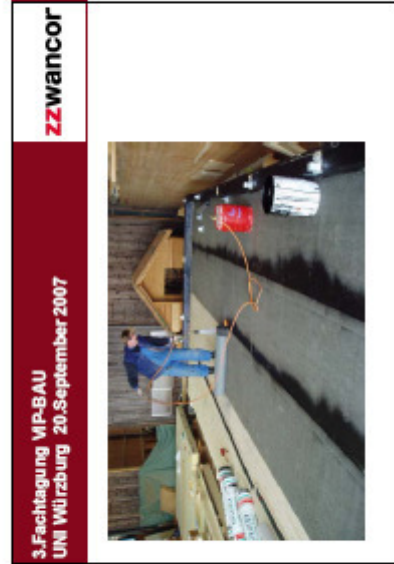
ZZ Wancor



ZZ Wancor



ZZ Wancor



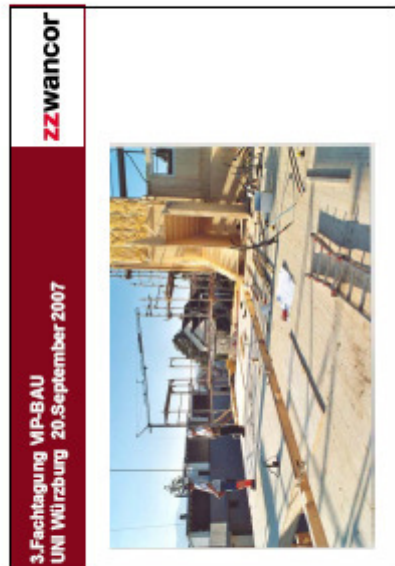
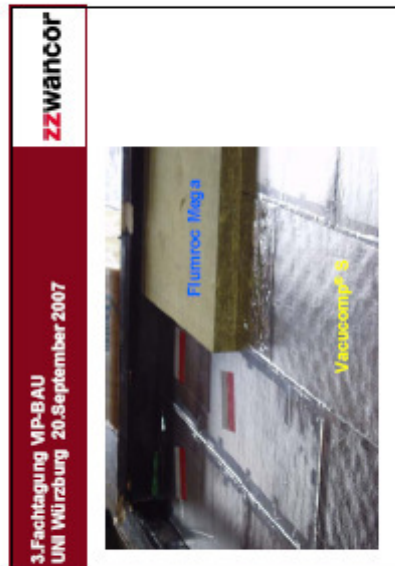
ZZ Wancor



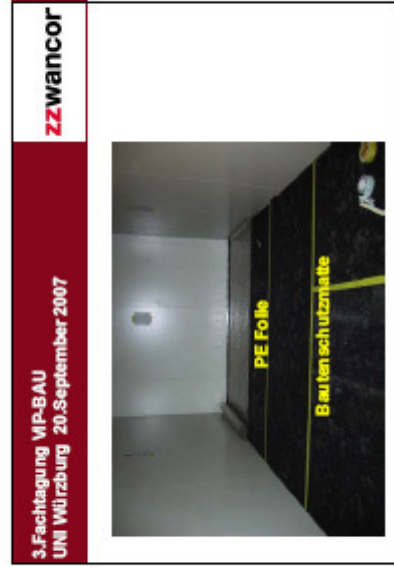
ZZ Wancor



ZZ Wancor



ZZ Wancor



ZZ Wancor



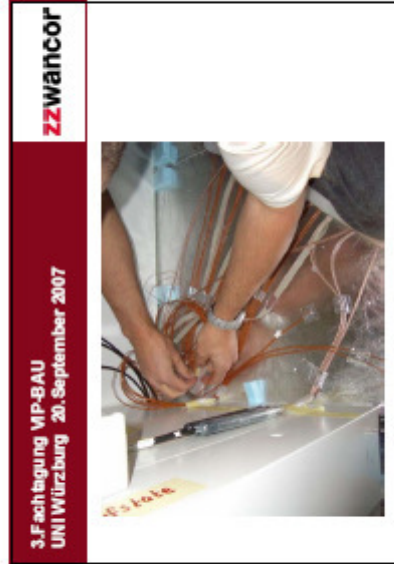
ZZ Wancor



ZZ Wancor



ZZ Wancor



ZZ Wancor



ZZ Wancor

3. Fachtagung VIP-BAU UNI Würzburg 20. September 2007	ZZwancor
<p>Bilanz</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ VIP-Anwendung hat sehr viel Potential. ▪ Positive Erfahrungen mit Vacucomp® Dämmplatten konnten in verschiedensten Anwendungsbereichen Hochbau gemacht werden. ▪ „Klassischer“ Offen-Einbau auf Baustelle nach wie vor sehr heikel! ▪ Verbesserung mit Vacucomp® P1/P2 (mechanischer Schutz). 	

ZZ Wancor

3. Fachtagung VIP-BAU UNI Würzburg 20. September 2007	ZZwancor
<p>Ausblick</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bisherige Erfahrungen und Ergebnisse sind zu erweitern: → Know-how Transfer Forschung / Produzent / Lieferant ▪ Kontinuität im Kontakt und Know-how Austausch mit Fachhochschulen / Int. Institute / Verbänden / Energiefachstellen / Bauphysiker / Verarbeiter ▪ Fortschritte im Bereich Qualitätsmanagement / Qualitätssicherung → Zuverlässigkeit Platten (Versäger) → Vertrauen 	

28

29

3. Fachtagung VIP-BAU UNI Würzburg 20. September 2007	ZZwancor
<ul style="list-style-type: none"> ▪ VIP ist neue Technologie und neue Philosophie in <ul style="list-style-type: none"> - Beratung - Planung - Ausführung / Verarbeitung 	

3. Fachtagung VIP-BAU UNI Würzburg 20. September 2007	ZZwancor
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Weitere Entwicklung notwendig → Folientechnologie, Innendruckmessung, Stützkörpermaterialien, Mechanischer Schutz, Produktionsautomatisierung ▪ Weitere Entwicklung im Bereich Anwendungen ZZ Wancor div. Anwendungsprojekte im Bereich Gebäudehülle ▪ International abgestimmte Produktdeklaration und Zertifizierung ▪ Fachgerechter Support und Dienstleistung beim Planer und Verarbeiter → Vertrauen 	

ZZ Wancor



Bruno Arnold

ZZ Wancor,

Althardstrasse 5, CH 8105 Regensdorf, Schweiz

www.zzwancor.ch

E-mail: info@zzwancor.ch

Vom VIP zum handlingsicheren Bauteil

Christof Stölzel, Variotec-Sandwichelemente GmbH&Co.KG, Neumarkt i.d.Opf.

Vom VIP zum handlingsicheren Bauteil 

Der Bau braucht QASA

*** VIP/Qasa → Kein ungeschützter Dämmstoff sondern ein vorgefertigtes, hocheffizientes Konstruktionselement ... in Kürze mit bauaufsichtlicher Zulassung als umfangreiche Elementfamilie**



Positionierung VIP-gedämmter Elemente vor der gehwegbündigen Altfassade



Befestigung der GEDT-Elemente

*Energietechniken *Passivhaussysteme *Außen-, Spezial- und Funktionstüren *All inclusive Türen-Baukastensysteme *Sandwichelemente *Garantie- und Designpertholz
VARIOTEC GmbH & Co. KG * Weißmarstr. 3-5 * D-92318 Neumarkt i. d. Opf. * Tel.: 09181/6946-0 * Fax: 09181/6825 * VIP-Technologie *www.variotec.de

VARIOTEC

Vom VIP zum handlings sicheren Bauteil

...VIP-Platten sind dämmtechnisch sehr effiziente Produkte die stets einer sorgfältigen Behandlung bedürfen! ...so eine Herstellerangabe auf dem Datenblatt → und da diese Voraussetzungen am Bau selten gegeben sind, haben wir "Qasa" entwickelt!

- beidseitiger Flächenschutz
- Durchdringungen geplant
- geschützter und gedämmter Kantenbereich ermöglicht flexible, wärmebrücken-reduzierte Elementstöße λ 0,008 gem. umfangreicher FIW-Prüfungen



Qasa Großflächen-Sandwich bis 3.000 x 12.000 mm



Kerfo Qasa KLH
Aufbau: Holzwand- oder Dachelement



Qasa-light mit Durchführung



VIP-Ortbeton-Sandwich

*Energietechniken *Passivhausssysteme *Außen-, Spezial- und Funktionstüren *All inclusive Türen-Baukastensysteme *Sandwichelemente *Garantie- und Designsperrholz
VARIOTEC GmbH & Co. KG * Weißmarstr. 3-5 * D-92318 Neumarkt i. d. Opf. * Tel: 09181/6946-0 * Fax: 09181/6825 * VIP-Technologie *www.variotec.de

VARIOTEC

Vom VIP zum handlings sicheren Bauteil

Lösung: VARIOTEC - Qasa

Zusätzlicher Schutz vor Permeation und mechanischer Beanspruchung mit PUR-Massivplatten und Aluminiumschichten sowie diffusionsdichten Kanten Durchdringungen und Ankerlösungen ergeben unproblematische, da vorgefertigte Elemente






Einsatz von elastischem Randbereich ermöglicht fugenfreies Verlegen der Qasa-Elemente und reduziert so Wärmebrücken

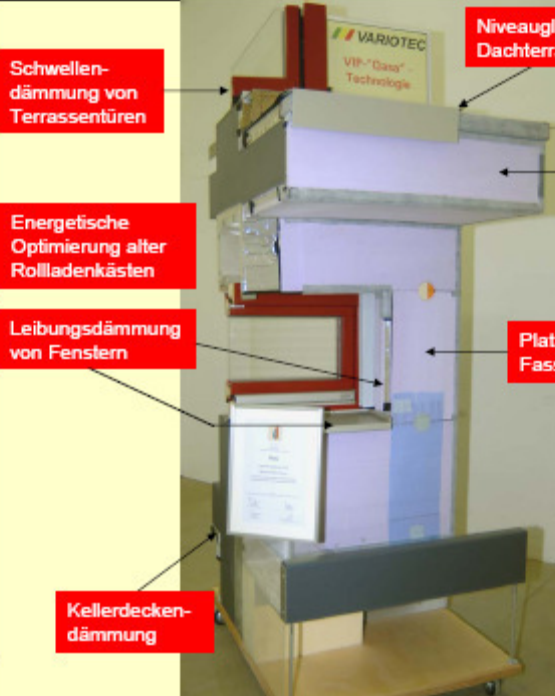




Baupraktische Einsetzbarkeit für alle Bausituationen und Detailpunkte

*Energietechniken *Passivhausssysteme *Außen-, Spezial- und Funktionstüren *All inclusive Türen-Baukastensysteme *Sandwichelemente *Garantie- und Designsperrholz
VARIOTEC GmbH & Co. KG * Weißmarstr. 3-5 * D-92318 Neumarkt i. d. Opf. * Tel: 09181/6946-0 * Fax: 09181/6825 * VIP-Technologie *www.variotec.de

Vom VIP zum handlings sicheren Bauteil 



VIP+Qasa in der Sanierung
Modellhafte Darstellung klassischer Einsatzbereiche

Schwelldämmung von Terrassentüren

Niveaugleiche Dachterrasse

Dämmung durchgehender Balkonplatten

Energetische Optimierung alter Rollladenkästen

Leibungsdämmung von Fenstern

Platzsparende Fassadendämmung

Kellerdecken-dämmung

Vom VIP zum handlings sicheren Bauteil 

VARIOTEC-Qasa Systembauteile



VIP-Satteldach

VIP-Betongiebel 150

VIP-Flachdach

VIP-Holzgiebel


VIP-Holz wand 150

VIP-Wand 270


VIP-Wand 330

VIP-Bodenplatte

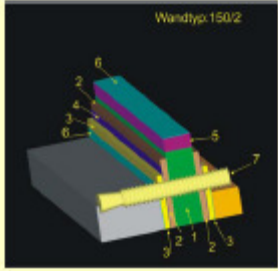
*Energietechniken *Passivhausssysteme *Außen-, Spezial- und Funktionstüren *All inclusive Türen-Baukastensysteme *Sandwichelemente *Garantie- und Designperforholz
VARIOTEC GmbH & Co. KG * Weißmarstr. 3-5 * D-92318 Neumarkt i. d. Opf. * Tel.: 09181/6946-0 * Fax: 09181/6825 * VIP-Technologie *www.variotec.de

Vom VIP zum handlings sicheren Bauteil 

VARIOTEC-Qasa Systembauteile




Glasfaseranker-Durchführung




KLH-VIP-Dachelemente mit Stufenfalz für Pressdichtung VIP:VIP

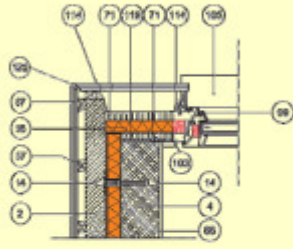
*Energietechniken *Passivhaussysteme *Außen-, Spezial- und Funktionstoren *All inclusive Türen-Baukastensysteme *Sandwichelemente *Garantie- und Designsperrholz
 VARIOTEC GmbH & Co. KG * Weißmarstr. 3-5 * D-92318 Neumarkt i. d. Opf. * Tel: 09181/6946-0 * Fax: 09181/6825 * VIP-Technologie *www.variotec.de


Vom VIP zum handlings sicheren Bauteil 

Umsetzung der Wärmedämmung beim Forschungshaus Voggenthal durch Qasa Bauelemente

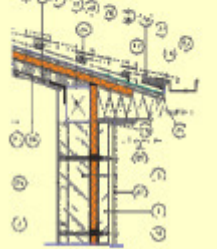


Wandtyp 150/1
 $U_{reg.} = 0,12 \text{ W/mK}$







Konstruktionsdetail Dach
 $U_{reg.} = 0,12 \text{ W/mK}$



*Energietechniken *Passivhaussysteme *Außen-, Spezial- und Funktionstoren *All inclusive Türen-Baukastensysteme *Sandwichelemente *Garantie- und Designsperrholz
 VARIOTEC GmbH & Co. KG * Weißmarstr. 3-5 * D-92318 Neumarkt i. d. Opf. * Tel: 09181/6946-0 * Fax: 09181/6825 * VIP-Technologie *www.variotec.de

Vom VIP zum handlingsicheren Bauteil 

**VIP-Datenevaluierung aus Dach,- Wand,- und Boden-
elementen aus diversen Forschungsprojekten z. B. aus
dem elementiert gebauten Nullheizenergiehaus, GEDT-
Fassaden, VIP-Innendämmprojekten u. v. m.**



Einbau von Sensoren im VIP-Stoßfugenbereich

*Energietechniken *Passivhausysteme *Außen-, Spezial- und Funktionstüren *All inclusive Türen-Baukastensysteme *Sandwichelemente *Garantie- und Designsperrholz
VARIOTEC GmbH & Co. KG * Weißmarstr. 3-5 * D-92318 Neumarkt i. d. Opf. * Tel.: 09181/6946-0 * Fax: 09181/6825 * VIP-Technologie *www.variotec.de

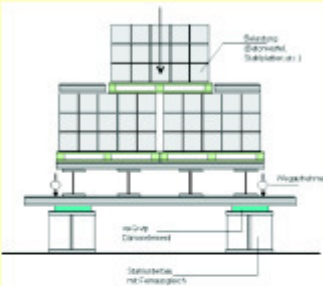
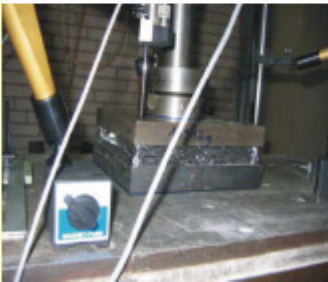
Vom VIP zum handlingsicheren Bauteil 

Belastungstests

Kurzzeit-Versuch

Die angestrebte Belastbarkeit von 70kN/m^2 für mitteldichte und 350kN/m^2 für dichte Elemente wurde bei Weitem erreicht.

Der Kern bleibt bis ca. 2500kN/m^2 Belastung intakt.

Langzeit-Versuch

Bei Belastung mit 60kN/m^2 über 50 Jahre ergeben sich extrapolierte Kriechverformungen von 3 bis 4 mm.

Bei VIP's unter der Sohlplatte mit 300kN/m^2 Druckbelastung Verformungen von 3,5 bis 5 mm.

*Energietechniken *Passivhausysteme *Außen-, Spezial- und Funktionstüren *All inclusive Türen-Baukastensysteme *Sandwichelemente *Garantie- und Designsperrholz
VARIOTEC GmbH & Co. KG * Weißmarstr. 3-5 * D-92318 Neumarkt i. d. Opf. * Tel.: 09181/6946-0 * Fax: 09181/6825 * VIP-Technologie *www.variotec.de

Vom VIP zum handlings sicheren Bauteil

Großelemente Dämmtechnik mit integrierten VIP's Fassade U = 0,188 Dicke: 90 mm

Althaus-Wand

PG-Punkt am Rand des Großelementes

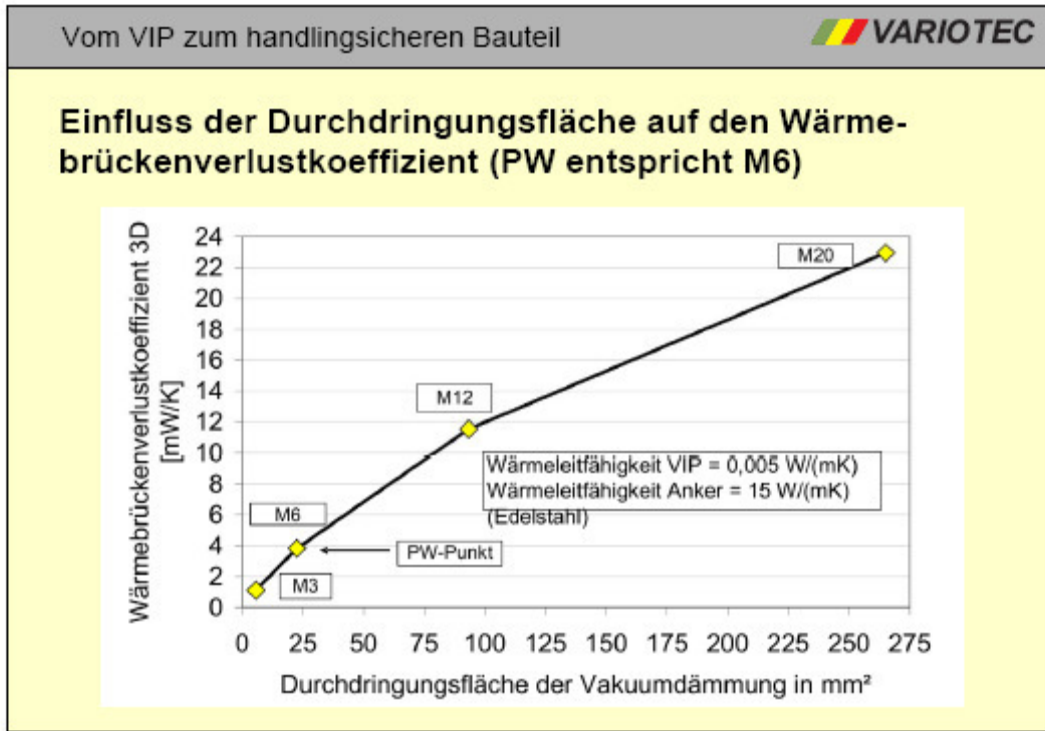
*Energietechniken *Passivhausysteme *Außen-, Spezial- und Funktionstoren *All inclusive Türen-Baukastensysteme *Sandwichelemente *Garantie- und Designsperrholz
VARIOTEC GmbH & Co. KG * Weißmarterstr. 3-5 * D-92318 Neumarkt i. d. Opf. * Tel.: 09181/6946-0 * Fax: 09181/6825 * VIP-Technologie *www.variotec.de

Vom VIP zum handlings sicheren Bauteil

Einfluss der Wärmeleitfähigkeit des durchstoßenden Ankers auf den Wärmebrückenverlustkoeffizient

Wärmeleitfähigkeit des durchstoßenden Ankers [W/(mK)]	Ankerfläche 22,5 mm ² (m ² W/K)	Ankerfläche 93 mm ² (m ² W/K)
0	0	0
~5	~2	~4
~15	~4	~10
~60	~11	~25
~160	~20	~36

*Energietechniken *Passivhausysteme *Außen-, Spezial- und Funktionstoren *All inclusive Türen-Baukastensysteme *Sandwichelemente *Garantie- und Designsperrholz
VARIOTEC GmbH & Co. KG * Weißmarterstr. 3-5 * D-92318 Neumarkt i. d. Opf. * Tel.: 09181/6946-0 * Fax: 09181/6825 * VIP-Technologie *www.variotec.de




Vom VIP zum handlings sicheren Bauteil 

Modulares Bauen mit vakuumgedämmten Raumzellen

- Entwicklung eines variablen passivhaustauglichen Komfort-Raummoduls für Wohn- und Verwaltungsgebäude.
- Raumgewinn: 20,7 % im Vergleich zu Standardlösungen mit 25 cm Dämmung
- Mit dem Bau kompletter vakuumgedämmter Module, inkl. Haus- und Sanitärtechnik etc., wird das Marktsegment Mobil- und Leichtbau in eine neue energetische Kategorie überführt. Die Module eignen sich sowohl zur Einzelraumverwendung für Interimslösungen, als auch für die Dauerverwendung im Ein- und Mehrfamilienwohnbau, bis hin zu Büro- und Verwaltungskomplexen.




*Energiespartechiken *Passivhausssysteme *Außen-, Spezial- und Funktionstoren *All inclusive Türen-Baukastensysteme *Sandwichelemente *Garantie- und Designsperrholz
VARIOTEC GmbH & Co. KG * Weißmarstr. 3-5 * D-92318 Neumarkt i. d. Opf. * Tel.: 09181/6946-0 * Fax: 09181/6825 * VIP-Technologie *www.variotec.de

Vom VIP zum handlings sicheren Bauteil 

Modulares Bauen mit vakuumgedämmten Raumzellen

- Wärmedurchgangskoeffizient $U=0,12 \text{ W / m}^2\text{K}$ über die gesamte Gebäudehülle Schallschutz: R_w ca. 46 dB. Brandschutz: gem. den wichtigsten europäischen Brandschutzvorschriften. Statische Anforderungen: einsetzbar einschließlich Erdbebenzone 1 und 2, sowie bis Meereshöhe 2000 m.
- Die Mobilität der Informationsgesellschaft, sowie der temporäre Einsatz von Komfortgebäuden in klimatisch extremen Zonen, wird in den kommenden Jahrzehnten stark zunehmen. Leichte Systeme, jedoch mit Bestmarken in allen bautechnischen Anforderungen, insbesondere bzgl. der energetischen Qualität, stellen wichtige Problemlösungen auch für Notfallsituationen in Katastrophengebieten dar (z.B. mobile Krankenhäuser usw.).



VIP's mit Dämmkante für fugendicht Verlegung

*Energiespartechiken *Passivhausssysteme *Außen-, Spezial- und Funktionstoren *All inclusive Türen-Baukastensysteme *Sandwichelemente *Garantie- und Designsperrholz
VARIOTEC GmbH & Co. KG * Weißmarstr. 3-5 * D-92318 Neumarkt i. d. Opf. * Tel.: 09181/6946-0 * Fax: 09181/6825 * VIP-Technologie *www.variotec.de

Vom VIP zum handlings sicheren Bauteil 


VIP-Qasa-Fazit

- als „nacktes“ VIP = Risiko!!! - daher Qasa-Bauelemente
- VIP ohne Zusatzfunktion/Nutzen deutlich teurer
- Qasa kein Belüftungs-Risiko, baupraktisch sichere Anwendung
- Dauerhaftigkeit/Langzeitfunktion als Qasa – Element definierbar
- Sichere Durchdringungen, absolute Maßgenauigkeit
- Geplante Befestigungen mit minimalen Wärmebrücken





Qasa

*Energietechniken *Passivhaussysteme *Außen-, Spezial- und Funktionstüren *All inclusive Türen-Baukastensysteme *Sandwichelemente *Garantie- und Designsperrholz
 VARIOTEC GmbH & Co. KG * Weißmarstr. 3-5 * D-92318 Neumarkt i. d. Opf. * Tel.: 09181/6946-0 * Fax: 09181/6825 * VIP-Technologie *www.variotec.de

Vom VIP zum handlings sicheren Bauteil 

Zusammenfassung + Ausblick

1. Universell einsetzbare Qasa-Konstruktionselemente
2. Detailsichere Lösungen für alle Einsatzzwecke
3. Bauphysikalisch optimierte Anwendung durch GEB-Planungs- und Berechnungsservice „In Isothermen Veritas“
4. Maximal möglicher Flächengewinn
5. Hohe Wirtschaftlichkeit als Bausystem, anstelle langer Verarbeitungsprozesse von VIP auf der Baustelle
6. Einfaches Handling, schnelle Montage und optimale Sicherheit
7. VIP-Qasa durch 2-Stufige Qualitätskontrolle mit Qasa-Doppelhülle und Fremdüberwachung



*Energietechniken *Passivhaussysteme *Außen-, Spezial- und Funktionstüren *All inclusive Türen-Baukastensysteme *Sandwichelemente *Garantie- und Designsperrholz
 VARIOTEC GmbH & Co. KG * Weißmarstr. 3-5 * D-92318 Neumarkt i. d. Opf. * Tel.: 09181/6946-0 * Fax: 09181/6825 * VIP-Technologie *www.variotec.de

Vom VIP zum handlings sicheren Bauteil 

Planungstool's für Architekten und Planer

Planungs-Katalog Nr. 23 für alle Aufgaben im energieeffizienten Planen, Bauen und Sanieren rund um die Gebäudehülle



VIP - die Zukunft des Dämmens
Ideen / Konzepte / Erfolge
Wärmebericht Nullheizenergiehaus
eintauchen in neue Dimensionen
Modulares Bauen mit BASA 

veni - vici - vip
Planen - Bauen - Sanieren
mit VIP - Gips, den hocheffizienten
und raumsparenden Wärmeblockelementen

IN ISOTHERMEN
Einbauelemente für energieoptimierte Bauteilanschlüsse
in Außen-, Innen- und Dachflächen
Planungshandlung mit einfachem und flexiblen System


*Energietechniken *Passivhausssysteme *Außen-, Spezial- und Funktionstüren *All inclusive Türen-Baukastensysteme *Sandwichelemente *Garantie- und Designsperrholz
VARIOTEC GmbH & Co. KG * Weißmarterstr. 3-5 * D-92318 Neumarkt i. d. Opf. * Tel.: 09181/6946-0 * Fax: 09181/6825 * VIP-Technologie * www.variotec.de

Christof Stölzel

VARIOTEC-Sandwichelemente GmbH&Co.KG

Weißmarterstraße 3, 92318 Neumarkt i.d.Opf.

Telefon:+49 (0)9181 / 6946-0

www.variotec.de

E-mail: sekretariat@variotec.de

Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung am Beispiel des VIP-Elementes

Otto Fechner, Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt), Berlin

1 Grundlagen

Das Inverkehrbringen von Bauprodukten wird in Deutschland seit 1992 durch das Bauproduktengesetz geregelt. Das Bauproduktengesetz stellt die nationale Umsetzung der europaweit gültigen Bauproduktenrichtlinie aus dem Jahre 1989 dar. Im Zuge der Umsetzung der europäischen Richtlinie für Bauprodukte wurde die Musterbauordnung novelliert. Die Musterbauordnung wiederum stellt die Grundlage zu den jeweiligen Landesbauordnungen dar. Hierdurch werden die europäischen Regelungen in Deutschland verbindlich (vgl. hierzu Abbildung 1).

Grundsätzlich ist zu unterscheiden zwischen den von der europäischen Kommission festgelegten Regelungen zum Bauprodukt und der Verwendung dieser Bauprodukte in Bauwerken. Die Regeln zur Verwendung von Bauprodukten, das heißt zur Planung und zur Ausführung in Bauwerken, muss durch die jeweiligen Länder der europäischen Union in eigener Verantwortung geregelt werden. Dies sieht die Bauproduktenrichtlinie ausdrücklich vor. Dadurch soll den klimatischen sowie historisch gewachsenen Unterschieden in den einzelnen Ländern der europäischen Gemeinschaft Rechnung getragen werden.

Die Gesetzgebung im Bereich der öffentlichen Rechtsprechung (BauPG) wird vom Deutschen Bundestag wahrgenommen. Die novellierte Musterbauordnung wurde in Abstimmung zwischen den Vertretern der Bundesländer (ARGEBAU) und des Deutschen Institutes für Bautechnik (DIBt) erarbeitet.

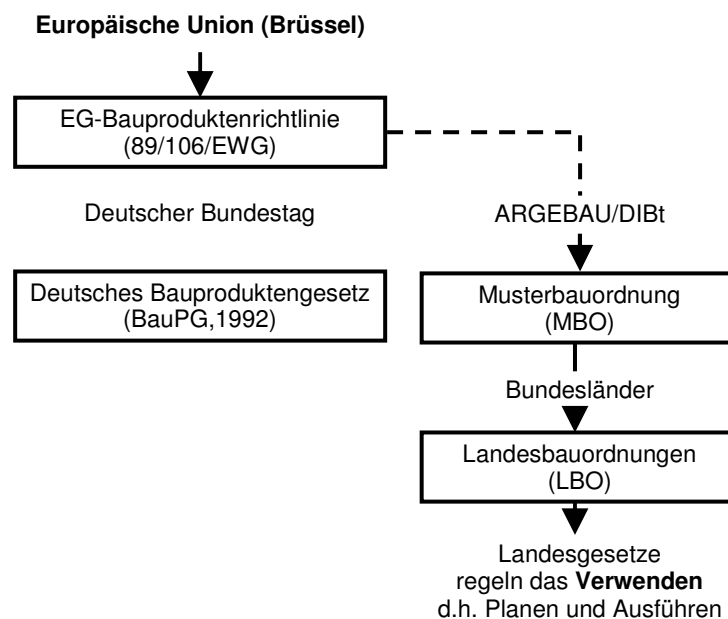


Bild 1: Rechtliche Grundlagen zum Nachweis der Verwendung von Bauprodukten.

Die Landesbauordnungen unterscheiden verschiedene Fälle für die Verwendung von Bauprodukten (Fälle 1 bis 3). Nach den Landesbauordnungen dürfen Bauprodukte für die Errichtung, Änderung und Instandhaltung baulicher Anlagen nur verwendet werden,

- 1) wenn sie für den Verwendungszweck von der in der Bauregelliste A bekannt gemachten technischen Regel nicht oder nicht wesentlich abweichen (geregelt Bauprodukte) und das Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) tragen
- 2) oder (wenn sie von der in der Bauregelliste A bekannt gemachten technischen Regel wesentlich abweichen oder wenn es für sie keine Technische Baubestimmung oder allgemein anerkannte Regel der Technik gibt (nicht geregelte Bauprodukte), wenn sie
 - a) eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung oder
 - b) ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis oder
 - c) eine Zustimmung im Einzelfall haben und das Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) tragen
- 3) oder wenn sie nach den Vorschriften
 - a) des Bauproduktengesetzes oder
 - b) zur Umsetzung der Bauproduktenrichtlinie durch andere Mitgliedstaaten der Europäischen Gemeinschaft und andere Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum oder
 - c) zur Umsetzung sonstiger Richtlinien der Europäischen Gemeinschaft, soweit diese die wesentlichen Anforderungen nach § 5 Abs. 1 Bauproduktengesetz berücksichtigen,

in den Verkehr gebracht und gehandelt werden dürfen, das CE-Zeichen tragen und die in der Bauregelliste B festgelegten Klassen bzw. Leistungsstufen aufweisen (siehe [1] Mauerwerkskalender 2003, Beitrag F I, Seite 702).

Anwendungsregeln für Dämmstoffe

Die in der Bauregelliste B Teil 1 bekannt gemachten harmonisierten technischen Regeln erhalten zur Regelung der Anwendung über die Anlage 01 die nachfolgend genannten Bedingungen, die im Rahmen der Anwendung einzuhalten sind:

„Es gelten die in den Landesbauordnungen und in den Vorschriften aufgrund der Landesbauordnungen vorgegebenen Stufen, Klassen und Verwendungsbedingungen.“

Beispiele für Dämmstoffe

Fall Nr. 1: Dämmstoffe nach nationalen technischen Regeln

Für Dämmstoffe für die Wärmedämmung und für Dämmstoffe für die Schalldämmung nach nationalen technischen Regeln sind die technischen Regeln einschließlich ergänzender Bestimmungen in der Bauregelliste A Teil 1 unter der lfd. Nr. 5 angegeben:

Im Rahmen des Übereinstimmungsnachweises sieht die Bauregelliste A Teil 1 für Dämmstoffe die Bestätigung der Übereinstimmung des Bauprodukts mit der technischen Regel durch ein Übereinstimmungszertifikat einer hierfür anerkannten Zertifizierungsstelle [1] vor.

Fall Nr. 2a: Dämmstoffe mit wesentlicher Abweichung von der technischen Regel

Bei wesentlicher Abweichung des Bauprodukts von der technischen Regel wird für die Dämmstoffe der Verwendbarkeitsnachweis durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung gefordert (vgl. hierzu Bauregelliste A Teil 1). Dämmstoffe für die es keine Technische Baubestimmung und keine allgemein anerkannte Regel der Technik gibt bedürfen ebenfalls einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung.

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen für Dämmstoffe werden vom Deutschen Institut für Bautechnik - DIBt - auf Antrag erteilt, wenn für das jeweilige Bauprodukt und die vorgesehene Anwendung die Verwendbarkeit im Zulassungsverfahren nachgewiesen worden ist. Die im Rahmen des Zulassungsverfahrens durchzuführenden Untersuchungen richten sich nach der Dämmstoffart (Material, Lieferform), der Anwendung im Gebäude und gegebenenfalls der Transportart und der Verarbeitung auf der Baustelle.

Fall Nr. 3a: Dämmstoffe nach europäisch harmonisierten technischen Regeln

Von dem europäischen Institut für Normung (CEN) wurde für eine Reihe von Dämmstoffen für die Wärme- und Schalldämmung im Rahmen eines ersten Normenpakets die Normen EN 13162 [2] bis 13171 [11] fertig gestellt. Durch Mitteilung der Kommission im Rahmen der Durchführung der Richtlinie des Rates 89/106/ EWG wurden diese Normen durch Veröffentlichung im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften am 15.12.2001 als harmonisierte Normen im Sinne der Bauproduktenrichtlinie bekannt gemacht.

Nach der Bauproduktenrichtlinie müssen Bauprodukte technischen Spezifikationen entsprechen, die entweder harmonisierte Normen oder europäische technische Zulassungen sind. Man findet also auf europäischer Ebene ein vergleichbares System wieder, wie es bereits in Deutschland auf der Grundlage der Landesbauordnungen seit vielen Jahren vorhanden ist.

Europäische technische Zulassungen werden von Stellen der EOTA (europäische Organisation für technische Zulassungen) aufgrund von Anträgen und nach Zustimmung der Europäischen Kommission und der erforderlichen positiven Beurteilung des Bauproduktes nach gemeinsamen Verfahrensregeln der EOTA erteilt.

Das Deutsche Institut für Bautechnik ist nach dem Bauproduktengesetz - BauPG - vom 10. August 1992 die für Deutschland zuständige Zulassungsstelle und Mitglied der EOTA. Anträge auf Erteilung einer europäischen technischen Zulassung können bei jeder der Stellen der EOTA gestellt werden.

Für einige Dämmstoffe, die nicht durch die europäische Normung erfasst werden, wurden bereits europäische technische Zulassungen erteilt (siehe hierzu Abschnitt 4).

Anmerkung: Vakuumdämmelemente benötigen eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung oder eine Europäisch Technische Zulassung, weil es keine Technische Baubestimmung oder allgemein anerkannte Regel der Technik hierfür gibt.

2 Wärmedämmstoffe mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung

Vom Deutschen Institut für Bautechnik - DIBt - wurden bisher allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen für mineralische und für organische Dämmstoffe erteilt. Zu den mineralischen Dämmstoffen gehören zum Beispiel Bläherlit, künstliche Mineralfasern, Kalziumsilikat, Blähton, Bims und Schaumglas, zu den organischen Dämmstoffen Hartschäume, Zellulosefasern, Flachsfasern, Schafwolle, Baumwolle, Hanfschäben oder Reisschalen. Die Dämmstoffe werden in Form von Platten, Bahnen oder Matten sowie als Schüttungen oder als Ortschäume hergestellt. Die allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen enthalten neben Bestimmungen für den Dämmstoff auch Regelungen zum Anwendungsbereich, zur Herstellung, Bezeichnung und Kennzeichnung, zum Übereinstimmungsnachweis, zum Entwurf und zur Bemessung sowie zur Ausführung.

Im Zuge der Umsetzung der Bauproduktenrichtlinie werden für einige dieser Bauprodukte zunehmend auch Europäisch Technische Zulassungen (ETA's) erteilt. Auf der Basis von CUAP's (Common Under standing Approval Procedure) stimmen sich dazu die der EOTA angehörenden Zulassungsstellen unter Federführung einer Zulassungsstelle z.B. dem DIBt ab, um die Regeln für die Zulassung eines Baupro-

duktes festzulegen. Diese Abstimmung unter den europäischen Zulassungsstellen hat zum Ziel, die in den jeweiligen Ländern geltenden Anforderungen für die wesentlichen Eigenschaften zu berücksichtigen (vgl. hierzu Abschnitt 4).

Im Jahre 2007 wurden erstmals nationale Zulassungen für Vakuumdämmstoffe erteilt. Die Produkte bestehen aus einem Stützkern aus pyrogener Kieselsäure, der von einer hochdiffusionsdichten Sperrfolie umgeben wird. Der Stützkern wird nahezu luftleer hergestellt. Der Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit solcher Vakuumdämmelemente konnte nach Alterungsversuchen und unter Berücksichtigung der Wärmeübertragung im Randbereich zwischen 0,008-0,012 W/(m²·K) festgelegt werden. Aufgrund der geringen Wärmeleitfähigkeit von Vakuumdämmelementen können hochgedämmte Konstruktionen mit Vakuumdämmelementen (VIP'S) wesentlich dünner konstruiert werden als bisher allgemein üblich.

Einen weiteren Zulassungsbereich stellen die allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen dar, die noch für die Produkte nach europäisch harmonisierten Dämmstoffnormen [2] bis [11] ausgestellt werden müssen. Aufgrund fehlender Regelungen zur Durchführung von Brandversuchen müssen die vorgenannten Normen überarbeitet werden. Bis zur Einarbeitung der Regelungen zum Brandverhalten in die Dämmstoffnormen kann das Brandverhalten nicht abschließend beurteilt werden.

Damit die in europäischen Normen geregelten Dämmstoffe auch in Deutschland im Bauwesen anwendbar sind, wurden vom Deutschen Institut für Bautechnik allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen nach den Bauordnungen der Länder erteilt, in denen unter anderem das Brandverhalten nach der bauaufsichtlich eingeführten Norm DIN 4102 geregelt wird. Die Zulassungen enthaltenen zusätzliche Regelungen zur Wärmeleitfähigkeit und zum Brandverhalten.

Die europäischen Dämmstoffnormen enthalten auch Regelungen zur Wärmeleitfähigkeit. Der in der CE-Kennzeichnung zu deklarierende Nennwert (λ_D) der Wärmeleitfähigkeit (declared value of thermal conductivity) stellt aber einen Wert dar, der im Rahmen einer statistischen Auswertung vorhandener Messungen unter Berücksichtigung eines Klimas von 23 °C/50 % rel. Luftfeuchte nach prEN 10456 („Wärmeschutz - Baustoffe und -produkte -Verfahren zur Bestimmung der wärmeschutztechnischen Nenn- und Bemessungswerte“) ermittelt wurde. Der vom Hersteller deklarierte Nennwert (λ_D) der Wärmeleitfähigkeit stellt noch keinen Bemessungswert (früher Rechenwert) dar, der in Deutschland für den Nachweis des Wärmeschutzes verwendet werden darf.

Entsprechende Regelungen zur Ermittlung des Bemessungswertes enthält DIN V 4108-4 [12], Tabelle 2. In der Kategorie I kann der Bemessungswert λ unmittelbar aus dem Nennwert (λ_D) durch Multiplikation mit dem Faktor 1,2 ermittelt werden.

Für den Fall, dass in entsprechenden Spezifikationen Regelungen zur Ermittlung eines Grenzwertes der Wärmeleitfähigkeit enthalten sind, kann der Bemessungswert nach der Kategorie II der DIN V 4108-2 ermittelt werden. Solche Spezifikationen können allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen oder Normen sein.

Im Rahmen der erteilten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen wurden neben den Regelungen zum Brandverhalten zusätzlich folgende Regelungen aufgenommen:

- Festlegung des Grenzwertes der Wärmeleitfähigkeit
- Regelungen zur Berücksichtigung eines Klimas von 23 °C/80 % rel. Luftfeuchte,
- Angabe eines Anwendungstyps nach DIN V 4108-10 [13]

Für Produkte der Kategorie II, die einen Grenzwert der Wärmeleitfähigkeit (λ_{grenz}) einhalten ergibt sich der Bemessungswert durch Multiplikation des λ_{grenz} -Wertes mit dem Faktor 1,05. Die Einhaltung des λ_{grenz} -Wertes und des Brandverhaltens sowie des Anwendungstyps nach DIN 4108-10 wird durch ein fremdüberwachendes Institut durch Ausstellung eines Übereinstimmungszertifikates bescheinigt.

Das hat zur Folge, dass die mit dem CE-Zeichen zu kennzeichnenden Bauprodukte im Hinblick auf das Brandverhalten auch noch mit dem Ü-Zeichen für die Anwendung in Deutschland zu kennzeichnen

sind. Das Ü-Zeichen enthält den Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit und die Baustoffklasse gemäß DIN 4102.

In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass die Baustoffklasse E mit Einführung der Bauregelliste 2/2007 aufgrund der Erfahrungen mit den Brandprüfungen harmonisiert wird. Somit reicht hier zum Nachweis der Normalentflammbarkeit die europäische Kenzeichnung in der Brandklasse E aus.

3 Wärmedämmsysteme mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung

3.1 Außenliegende Wärmedämmung

3.1.1 Allgemeines

In der Norm DIN 4108 -2 [14] ist die Bauart „Außenliegende Wärmedämmung“ für bestimmte genormte Dämmstoffe aufgenommen worden.

Nach Abschnitt 5.3.3 der Norm gelten folgende Regelungen:

„5.3.3 Bauteile mit Abdichtungen

Bei der Berechnung des Wärmedurchlasswiderstandes R werden nur die raumseitigen Schichten bis zur Bauwerksabdichtung bzw. der Dachabdichtung berücksichtigt.

Ausgenommen sind Dämmsysteme folgender Konstruktionen:

- Wärmedämmsysteme als Umkehrdach unter Verwendung von Dämmstoffplatten aus extrudergeschäumtem Polystyrolschaumstoff nach DIN 18164-1 (nunmehr DIN EN 13164, Anmerkung des Verfassers) und DIN V 4108-4, die mit einer Kiesschicht oder mit einem Betonplattenbelag (z. B. Gehwegplatten) in Kiesbettung oder auf Abstandshaltern abgedeckt sind. Die Dämmplatten sind einlagig auf ausreichend ebenem Untergrund zu verlegen. Die Dachentwässerung ist so auszubilden, dass ein langfristiges Überstauen der Wärmedämmplatten ausgeschlossen ist. Ein kurzfristiges Überstauen (während intensiver Niederschläge) kann als unbedenklich angesehen werden.

Bei der Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten eines Umkehrdaches ist der errechnete Wärmedurchgangskoeffizient U um einen Betrag ΔU in Abhängigkeit des prozentualen Anteils des Wärmedurchlasswiderstandes unterhalb der Abdichtung am Gesamtwärmedurchlasswiderstand nach Tabelle 4 zu erhöhen. Bei leichter Unterkonstruktion mit einer flächenbezogenen Masse unter 250 kg/m^2 muss der Wärmedurchlasswiderstand unterhalb der Abdichtung mindestens $0,15 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$ betragen.

Wärmedämmsysteme als Perimeterdämmung (außenliegende Wärmedämmung erdberührender Gebäudeflächen außer unter Gebäudegründungen), unter Anwendung von Dämmstoffplatten aus extrudergeschäumtem Polystyrolschaumstoff nach DIN 18164-1 und DIN V 4108-4 und Schaumglas nach DIN 18174 (nunmehr DIN EN 13164 bzw. DIN EN 13167), Anmerkung des Verfassers), wenn die Perimeterdämmung nicht ständig im Wasser liegt. Langanhaltendes Stauwasser oder drückendes Wasser ist im Bereich der Dämmschicht zu vermeiden. Die Dämmplatten müssen dicht gestoßen im Verband verlegt werden und eben auf dem Untergrund aufliegen. Platten aus Schaumglas sind miteinander vollfugig und an den Bauteilflächen großflächig mit Bitumenkleber zu verkleben. Die Oberfläche der verlegten, unbeschichteten Schaumglasplatten ist vollflächig mit einer bituminösen, frostbeständigen Deckbeschichtung zu versehen. Diese entfällt bei werksseitig beschichteten Platten, wenn es sich um eine mit Bitumen aufgebrachte Beschichtung handelt.

Darüber hinaus enthält die Norm DIN V 4108-4 [12] für extrudierte Polystyrol-Hartschaumplatten und für Schaumglasplatten, die als außenliegende Wärmedämmung angewendet werden sollen, zusätzliche

Regelungen für diese Produkte. Des Weiteren sind für extrudierte Polystyrol-Hartschaumplatten in der Bauregelliste A Teil 1 die zusätzlichen Anforderungen festgeschrieben, die im Rahmen des Übereinstimmungsnachweises einzuhalten sind.

Für Dämmstoffe, die oberhalb der Dachabdichtung angeordnet werden sollen, so genannte Umkehrdächer (schematische Darstellung siehe Bild 2), und Dämmstoffe, die außerhalb der Bauwerksabdichtung angrenzend an das Erdreich eingebaut werden sollen, so genannte Perimeterdämmung (schematische Darstellung siehe Bild 3 und Bild 4), und nicht unter die Regelungen der Norm DIN 4108-2 und DIN V 4108-4 fallen, ist die Verwendbarkeit durch allgemeine bauaufsichtliche Zulassung nachzuweisen.

Für Dämmstoffe nach den harmonisierten Normen DIN EN 13162 bis DIN EN 13171 wurde für die Anwendung dieser Produkte in Deutschland die Norm DIN V 4108-10 [13] erarbeitet. Nach DIN V 4108-10 ist für extrudierte Polystyrol-Hartschaumplatten die Anwendung als Umkehrdach oder Perimeterdämmung und für Schaumglas als Perimeterdämmung möglich. Für die anderen Dämmstoffe nach harmonisierten Normen ist die Anwendung als außenliegende Wärmedämmung nicht geregelt. Diese Dämmstoffe bedürfen hiernach einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung, wenn sie als außenliegende Wärmedämmung angewendet werden sollen.

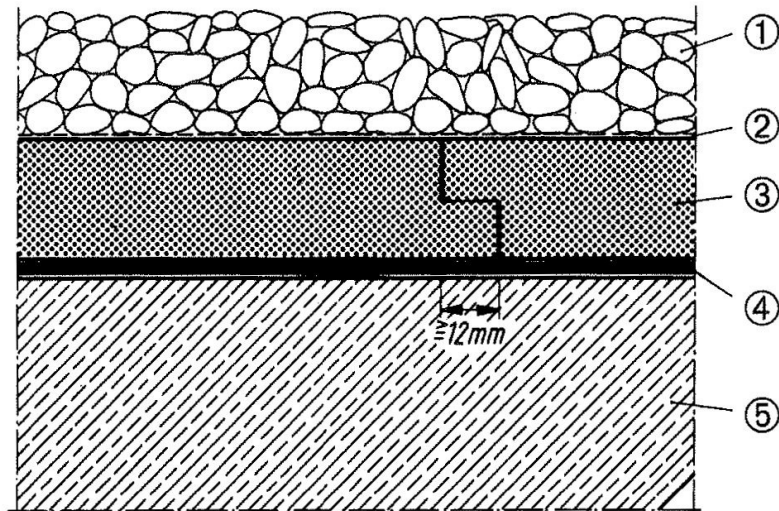
3.1.2 Umkehrdach

Für die Anwendung im Umkehrdach wurden bisher (bis auf eine Ausnahme; siehe hierzu Erläuterungen am Ende dieses Abschnitts) nur extrudergeschäumte Polystyrol-Hartschaumplatten mit Schäumhaut allgemein bauaufsichtlich zugelassen. Die extrudergeschäumten Polystyrol-Hartschaumplatten müssen hierfür die Anforderungen entsprechend dem Anwendungstyp WU nach DIN V 4108-10 [13] erfüllen sowie eine Druckspannung bei 10 % Stauchung von mindestens 0,30 N/mm² aufweisen und bei Prüfung der Wasseraufnahme bei Unterwasserlagerung bzw. beim Diffusionsversuch bestimmte Werte nicht überschreiten. Zusätzlich müssen die Platten Frost-Tau-Wechselbeanspruchungen unter definierten Bedingungen ohne wesentliche Veränderung der Druckfestigkeit und der Wasseraufnahme überstehen.

Bei der Berechnung des vorhandenen Wärmedurchgangskoeffizienten U_D (früher k_D) der gesamten Dachkonstruktion ist der errechnete U-Wert um einen Zuschlag ΔU (früher Δk) (max. 0,05 W/(m²·K) zu erhöhen, wenn der Anteil des Wärmedurchlasswiderstandes unterhalb der Dachabdichtung kleiner 50 % ist. Hiermit soll der sich bei Niederschlag ergebende Wärmeverlust, der durch den Regenwasserabfluss unterhalb der Dämmschicht entsteht, berücksichtigt werden.

Tabelle 1: Zuschlagswerte für Umkehrdächer.

Anteil des Wärmedurchlasswiderstandes raumseitig der Abdichtung am Gesamtwärmedurchlasswiderstand [%]	Zuschlagswert ΔU [W/(m ² ·K)]
unter 10	0,05
von 10 bis 50	0,03
Über 50	0



- ① Kiesschüttung \varnothing 16–32 mm
- ② ggf. Rieselerschutz
- ③ extrudierter Polystyrol-Hartschaum
- ④ Dachabdichtung
- ⑤ Dachdecke

Bild 2: Umkehrdach (schematische Darstellung).

In den Zulassungen können neben dem üblichen Umkehrdach mit Kiesschicht auch folgende Sonderkonstruktionen mit zugelassen sein:

- Umkehrdach mit Begrünung
Bei dieser Konstruktion wird oberhalb der Kiesschicht (Dränschicht) eine Vegetationsschicht angeordnet. Bei Anordnung einer Extensivbegrünung kann auf die Kiesschicht oberhalb der Dämmplatten verzichtet werden, wenn die Vegetationsschicht die Funktion der Dränschicht übernehmen kann.
- Umkehrdach mit einer Verbundplatte
Dieses Dämmsystem besteht aus einer extrudergeschäumten Polystyrol-Hartschaumplatte, die werkseitig mit einer Mörtelschicht beschichtet wird. Die Mörtelschicht übernimmt hierbei die Funktion des UV-Schutzes sowie der Lagesicherung des Dämmsystems gegen Windsog.

In den Zulassungen wird die Anwendung der Wärmedämmsysteme in der Regel nur in Bereichen zugelassen, in denen die Dächer entweder nur zu Wartungszwecken begangen werden oder bei Konstruktionen mit Betonplatten im Kiesbett nur eine Nutzung als Terrasse oder dergleichen vorgesehen ist.

Soll ein System auch für befahrbare Dächer (Parkdecks) verwendet werden, so ist das nur zulässig, wenn in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung auch dieser Anwendungsbereich erlaubt wird. Vom DIBt werden daher Zulassungen erteilt, die unter anderem für befahrbare Umkehrdachkonstruktionen gelten. Die erteilten Zulassungen regeln Umkehrdachkonstruktionen mit der Möglichkeit verschiedener Konstruktionsaufbauten, die bei entsprechender Bemessung und Ausführung mit Kraftfahrzeugen befahren werden dürfen.

Als besondere Ausführung eines Umkehrdaches wurden vom DIBt Zulassungen für Umkehrdachkonstruktionen erteilt, für die bei Anordnung einer wasserableitenden Trennlage oberhalb der extrudergeschäumten Polystyrol-Hartschaumplatten auf eine Erhöhung des Wärmedurchgangskoeffizienten U der Dachkonstruktion um einen ΔU -Wert verzichtet werden kann (siehe hierzu [15]).

Bei Umkehrdächern treten bedingt durch den Abfluss von Niederschlägen unter der Wärmedämmung

Wärmeverluste auf. Bisher werden in Deutschland niederschlagsbedingte Wärmeverluste mit einem Zuschlag ΔU von bis zu $0,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ zum U-Wert berücksichtigt, wodurch die Dicke des Dämmstoffs erheblich vergrößert werden muss.

Beim verbesserten Umkehrdachaufbau ohne nennenswerte Wärmeverluste wird anstelle der bisher üblichen Vliesauflage oberhalb der extrudergeschäumten Polystyrol-Hartschaumplatten eine Trennlage mit wasserableitenden Eigenschaften angeordnet. Die Aufgabe der im Regelfall 3 m breiten und überlappt verlegten Trennlage besteht darin, anfallendes Niederschlagswasser bereits oberhalb der Dämmplatten abzuführen. Die wasserableitende Trennlage vermindert die unter den Dämmplatten abfließende Wassermenge soweit, dass der ΔU -Zuschlag unberücksichtigt bleiben kann ($\Delta U = 0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$).

Auch die Ausführung eines Umkehrdaches mit einer expandierten Polystyrol-Hartschaumplatte (EPS) gehört zu den „Sonderkonstruktionen“ eines Umkehrdaches. Vom DIBt werden für diese Ausführung ebenfalls Zulassungen erteilt. Aufgrund der nachfolgend genannten zusätzlich einzuhaltenden Anforderungen für die Ausführung dieser Konstruktion sollte man hier eher von einem DUO-Dach sprechen. Für die Anwendung dieser Dämmplatte enthält die Zulassung, wie auch die Zulassung für Dachbegrünungssysteme (siehe auch Abschn. 3.1.3), folgende einschränkende Regelungen, die zu beachten sind:

- Die Dachkonstruktion muss so gestaltet sein, dass mindestens 50 % des Wärmedurchlasswiderstands unterhalb der Dachabdichtung vorhanden ist,
- der Wärmedurchlasswiderstand der Schichten unterhalb der Dachabdichtung muss mindestens den Anforderungen der DIN 4108-2 entsprechen.

Zur Berücksichtigung eines möglicherweise höheren Feuchtegehalts im Dämmstoff enthält der in der Zulassung festgelegte Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit einen entsprechenden „Sicherheitszuschlag“.

Tabelle 4 enthält eine Auflistung aller bei Redaktionsschluss dieses Beitrages (2.08.2007) geltenden allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für Umkehrdächer unter Verwendung von extrudergeschäumte Polystyrol-Hartschaumplatten und einer expandierten Polystyrol-Hartschaumplatte in alphabetischer Reihenfolge der Produktbezeichnungen (Zulassungsgegenstand).

3.1.3 Dachbegrünungssysteme

Dachbegrünungssysteme bestehen aus expandierten Polystyrol-Hartschaumelementen (EPS) sinngemäß nach DIN EN 13163 (Genauerer siehe Zulassungsbescheid), die oberhalb der Dachabdichtung angeordnet werden und als oberen Abschluss eine Vegetationsschicht erhalten. Die Dämmelemente sind zur Aufnahme der Vegetationsschicht profiliert. Die Vegetationsschicht übernimmt die Funktion des UV-Schutzes und der Lagesicherung der Dämmelemente gegen Windsog (die vorhandene Windsogbeanspruchung in Abhängigkeit von der Gebäudehöhe ist jedoch zu beachten).

Die allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen enthalten für den rechnerischen Nachweis des Wärmeschutzes für das jeweilige Dämmelement einen Bemessungswert (früher Rechenwert) des Wärmedurchlasswiderstands. Die Vegetationsschicht wird beim rechnerischen Nachweis des Wärmeschutzes nicht berücksichtigt.

Die Dachbegrünungssysteme dürfen nur unter folgenden Voraussetzungen verwendet werden:

- Die Dachkonstruktion muss so gestaltet sein, dass mindestens 50 % des Wärmedurchlasswiderstands unterhalb der Dachabdichtung vorhanden ist,
- der Wärmedurchlasswiderstand der Schichten unterhalb der Dachabdichtung muss mindestens den Anforderungen nach DIN 4108-2 entsprechen.

3.1.4 Dachspritzschaumsysteme

Die bisher allgemein bauaufsichtlich zugelassenen Dachspritzschaumsysteme sind Wärmedämmsysteme, die aus einem Polyurethan (PUR)-Hartschaum, der als Ortschaum an der Anwendungsstelle im Spritzverfahren hergestellt wird, und einem oberhalb des Ortschaumes angeordneten UV-Schutz bestehen. Der UV-Schutz wird entweder als Kiesschüttung oder als UV-Schutzanstrich ausgeführt. Weitere Informationen über Dachspritzschaumsysteme können [16] entnommen werden.

Die für die Anwendung als Dachspritzschaumsystem geeigneten Polyurethan (PUR)-Ortschäume müssen die Anforderungen nach DIN 18159-1 [17] erfüllen, darüber hinaus aber eine höhere Rohdichte, eine Mindestdruckfestigkeit von 0,30 N/mm² und eine bestimmte Geschlossenzelligkeit aufweisen.

Die Schaumschicht wird in mindestens 3 Lagen mit je 10 bis 15 mm aufgebracht. Die Mindestdicke der gesamten Dämmschicht muss 30 mm betragen. In den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen wird keine Aussage über eine etwaige abdichtende Wirkung des Dachspritzschaumsystems gemacht.

3.1.5 Perimeterdämmung

Unter Perimeterdämmung wird die Anordnung der Wärmedämmung zwischen Außenwand (außerhalb einer evtl. Abdichtung) und Erdreich bzw. zwischen Fußbodenplatte (auch dort außerhalb einer evtl. Abdichtung) und Erdreich verstanden (siehe Bilder 3 und 4). Die Perimeterdämmung ersetzt nicht einen eventuellen Schutz gegen Feuchtebeanspruchung der Bauteile aus dem Boden. Bei der Anwendung der Perimeterdämmung im erdfeuchten Bereich wird vorausgesetzt, dass der anstehende Boden gut wasserdurchlässig ist. Bei bindigen oder geschichteten Böden, bei denen Stau- oder Schichtenwasser auftreten kann, ist eine Dränung nach DIN 4095 [18] vorzusehen. Für die Anwendung als Perimeterdämmung im erdfeuchten Bereich wurden bisher für folgende Dämmstoffe Zulassungen erteilt:

- extrudergeschäumte Polystyrol-Hartschaumplatten (XPS) mit Schäumhaut
- expandierte Polystyrol-Hartschaumplatten (EPS) als Automaten- oder Blockware
- Schaumglasplatten

künstliche Mineralfaserdämmplatten für die Anwendung im Wandbereich (zurzeit keine gültige Zulassung).

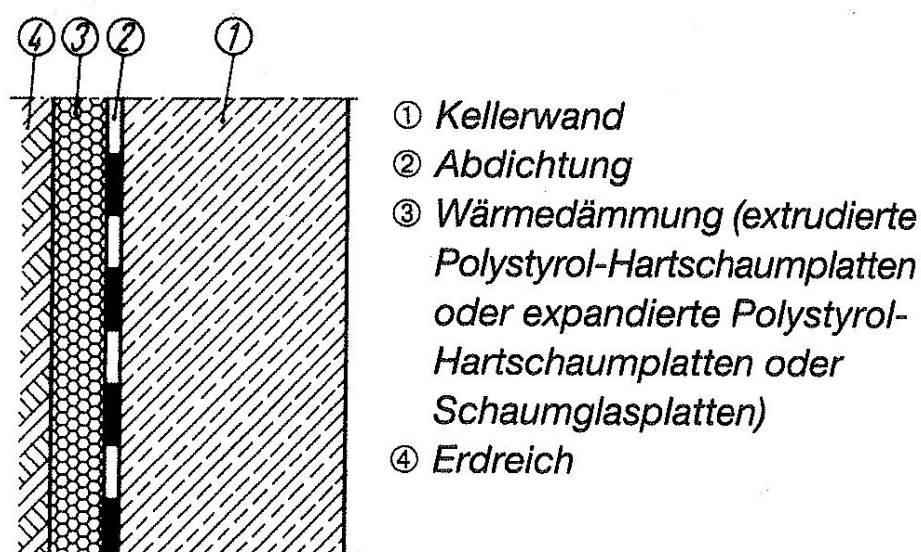
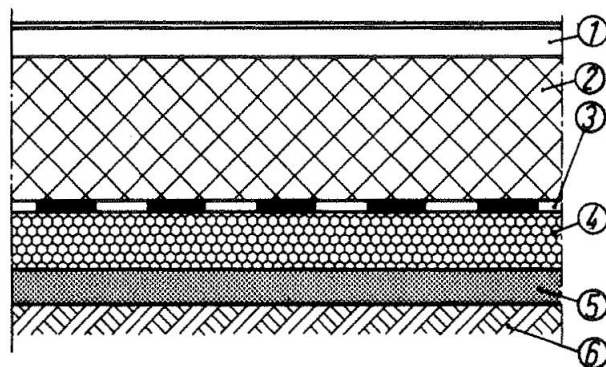


Bild 3: Perimeterdämmung im Wandbereich (schematische Darstellung).



- ① *Fußboden*
- ② *Bodenplatte*
- ③ *Abdichtung nach DIN 18195 Teil 10, unterste Lage Lochglasvlies o.a., nicht verklebt*
- ④ *Wärmedämmung (extrudierte Polystyrol-Hartschaumplatten oder expandierte Polystyrol-Hartschaumplatten oder Schaumglasplatten)*
- ⑤ *Sauberkeitsschicht*
- ⑥ *Erdreich*

Bild 4: Perimeterdämmung unter dem Kellerfußboden (schematische Darstellung).

Für die Anwendung als Perimeterdämmung im drückenden Wasser (Grundwasser) wurden bisher Zulassungen erteilt für

- extrudergeschäumte Polystyrol-Hartschaumplatten (XPS mit Schäumhaut) und für
- Schaumglasplatten.

Der vorhandene Kenntnisstand aus Untersuchungen an ausgeführten Objekten und aus Feldversuchen erlaubt die Anwendung von Perimeterdämmungen in Bereichen mit drückendem Wasser nur dann, wenn die Dämmplatten nicht vom Wasser hinterlaufen werden können. Die Dämmplatten sind deshalb vollflächig mit dem Untergrund zu verkleben. Zusätzlich sind die Seiten der Dämmstoffplatten ebenfalls vollflächig zu verschließen, um einen Wassereindrang zu verhindern. Darüber hinaus sind die Dämmplatten gegen Auftrieb konstruktiv zu sichern. Da die Weiterleitung der Auftriebskräfte bei Vorhandensein einer bituminösen Abdichtung nicht über die Abdichtung möglich ist, sind geeignete andere Maßnahmen vorzusehen (z. B. die Anordnung einer Konsole). Die Auftriebsicherung ist in jedem Fall nachzuweisen.

Für die Perimeterdämmung geeignete Dämmplatten müssen zunächst die Anforderungen des entsprechenden Anwendertyps der jeweiligen Produktnormen erfüllen

- (siehe hierzu DIN V 4108-10).

Darüber hinaus werden im Rahmen der zu erteilenden Zulassungen noch weitere Anforderungen an den Dämmstoff gestellt.

Die Polystyrol-Hartschaumplatten (XPS und EPS) dürfen außerdem unter definierten Prüfbedingungen nur eine begrenzte Wasseraufnahme haben und müssen einer Frost-Tau-Wechselbeanspruchung ohne wesentliche Veränderung der Druckfestigkeit bei nur begrenzter Wasseraufnahme standhalten. Je nach Einbautiefe in das Erdreich müssen die Polystyrol-Hartschaumplatten eine entsprechende Mindest-

druckfestigkeit aufweisen. Schaumglasplatten sind bei der Ausführung in Bereichen, in denen Frost auftreten kann, durch eine frostbeständige Bitumenspachtelmasse vor Feuchtigkeit zu schützen.

Bei der Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten der gesamten Wand- bzw. Fußbodenkonstruktion ist der errechnete U-Wert (früher k-Wert) bei Anordnung von expandierten Polystyrol-Hartschaumplatten um ein Zuschlag ΔU (früher Δk) = 0,04 W/(m²K) zu erhöhen. Hiermit soll unter anderem das Langzeitverhalten (Wasseraufnahme, Druckbeanspruchung) berücksichtigt werden. Bei extrudergeschäumten Polystyrol-Hartschaumplatten und bei Schaumglasplatten ist ein solcher Zuschlag nicht erforderlich.

3.2 Wärmedämmputzsysteme

Wärmedämmputzsysteme aus Mörteln mit mineralischen Bindemitteln sind in DIN EN 998-1 [19] sowie DIN 18550 [20] geregelt. Wärmedämmputzsysteme, die wesentlich davon abweichen, bedürfen einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung.

Eine wesentliche Abweichung von DIN EN 998-1 kann zum Beispiel darin bestehen, dass der Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit für den Wärmedämmputz (Unterputz) nicht von den in der europäischen harmonisierten Norm angegebenen Klassen erfasst wird, da hier wesentlich bessere Werte erzielt werden können oder da der Wasseraufnahmekoeffizient erheblich von den genormten Werten nach oben abweicht.

3.3 Wärmedämmung unter lastabtragenden Bauteilen

Die Anordnung von Dämmstoffen unter statisch tragenden Bauteilen ist in den Technischen Baubestimmungen für die verschiedenen Bauarten nicht vorgesehen. Aber auch die Dämmstoffnormen (Produktnormen) enthalten keinen entsprechenden Anwendungstyp. Die in den Dämmstoffnormen definierten Angaben zur Druckspannung (z. B. Druckspannung bei 10 % Stauchung für Dämmstoffe nach DIN EN 13164) führen zu einer Stoffkenngröße, die nach einem festgelegten Kurzzeit-Prüfverfahren ermittelt wird. Diese Druckspannungen sind also keinesfalls Werte, die für den Standsicherheitsnachweis bei einer solchen Anordnung verwendet werden könnten. Genau das aber ist der Kern der Untersuchungen im Zulassungsverfahren für eine solche Bauart. Die Anordnung von Dämmstoffen unter statisch tragenden Bauteilen kann deshalb nur auf dem Zulassungswege allgemein nachgewiesen werden.

Für die Anwendung von Schaumglasplatten unter lastverteilenden Gründungsplatten gibt es bereits seit mehreren Jahren allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen.

Seit Ende 1999 werden vom Deutschen Institut für Bautechnik allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen auch für extrudergeschäumte Polystyrol-Hartschaumplatten für die Anwendung unter lastverteilenden Gründungsplatten erteilt. Im Gegensatz zu den Schaumglasplatten ist bei der Verwendung von extrudergeschäumten Polystyrol-Hartschaumplatten mit Kriechverformungen zu rechnen, die bei der Planung des jeweiligen Bauwerks zu berücksichtigen sind. Die erteilten Zulassungen enthalten eine Aussage zu den erwartenden Kriechverformungen. Grundsätzlich gelten die erteilten Zulassungen nur für die Anordnung der Dämmplatten unter vorwiegend ruhender Belastung.

Aufgrund umfangreicher Untersuchungen im Zulassungsverfahren zum Tragverhalten von dicken Platten aus expandiertem Polystyrol konnte der Anwendungsbereich von vorher maximal 12 cm dicken Platten auf 30 cm dicke Platten erweitert werden. In einem Fall ist der Nachweis für die Aufnahme von horizontal einwirkenden Kräften geführt worden. In der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung ist festgelegt, dass in Abhängigkeit der Auflast bis zu 10% der vertikal einwirkenden Kräfte als Horizontalkraft aufnehmbar sind.

Weitere Zulassungen wurden auch für lose Schüttungen aus Schaumglas erteilt, nachdem im Jahr 2001 erstmalig eine Zulassung für eine lose Schüttung aus Schaumglassplitt mit einer Körnung ≤ 60 mm vom DIBt erteilt wurde. Der Dämmstoff wird hierbei im verdichteten Zustand als Perimeterdämmung unter

einer Gründungsplatte außerhalb der Abdichtung angeordnet. Der anstehende Boden muss gut wasserdurchlässig (nichtbindiger Boden) sein. Alle bisher erteilten Zulassungen für Dämmstoffe unter lastabtragenden Bauteilen (statisch tragend) gelten nur für die Anwendung unter lastverteilenden Gründungsplatten bei vorwiegend ruhenden Verkehrslasten.

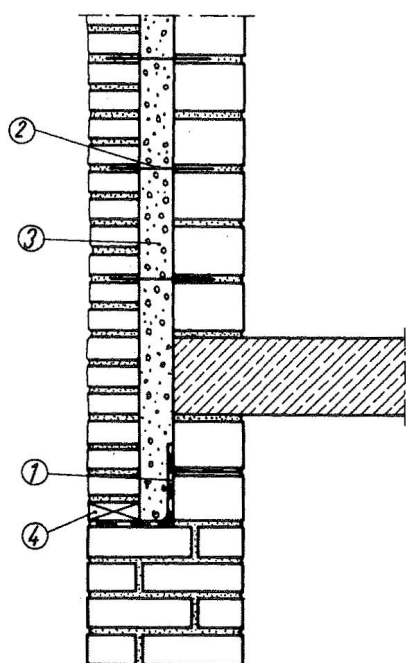
3.4 Kerndämmung zweischaliger Außenwände aus Mauerwerk

Nach DIN 1053 -1 [21] darf der Hohlraum zwischen den Mauerwerksschalen von zweischaligen Außenwänden mit Wärmedämmstoff ohne verbleibende Luftschicht verfüllt werden (Kerndämmung), wenn die verwendeten Dämmstoffe für diesen Anwendungsbereich genormt sind oder deren Verwendbarkeit nach bauaufsichtlichen Vorschriften nachgewiesen ist (siehe Bild 5 bis 7).

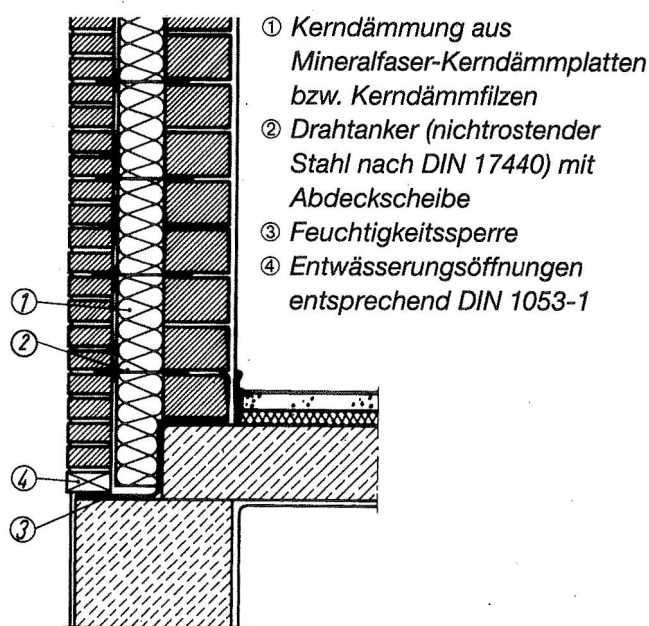
Wie bereits unter Abschnitt 1 beschrieben, wird die Anwendung von Dämmstoffen mit CE-Kennzeichnung nach harmonisierten Normen in DIN V 4108-4 und DIN V 4108-10 geregelt.

Der Anwendungstyp Kerndämmung wird nach DIN V 4108-10 mit dem Kurzzeichen WZ gekennzeichnet (Wand-Zwischenraum).

Bild 5: Schüttungen aus Perlit oder Mineralfasergranulat als Kerndämmung für zweischaliges Mauerwerk.

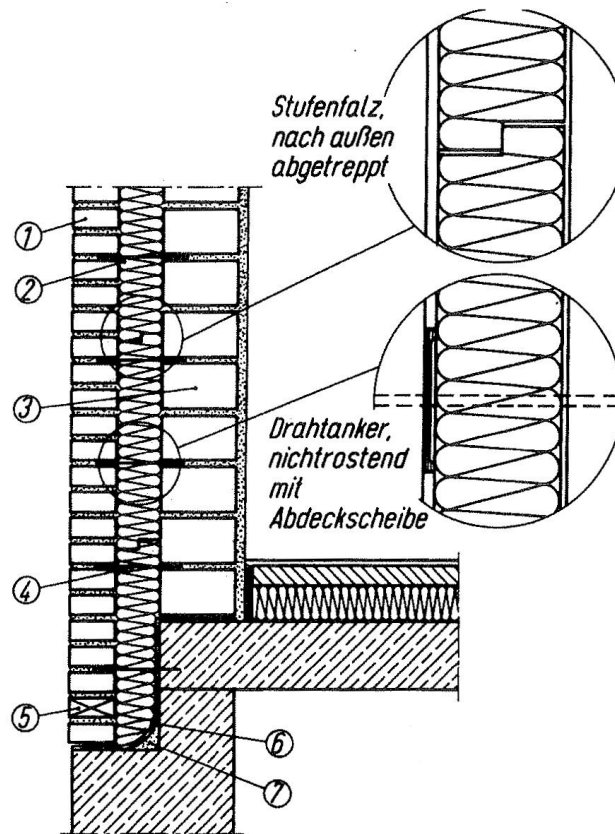


- ① Feuchtigkeitssperre
- ② Drahtanker, ggf. nachträglich gesetzt (nichtrostender Stahl nach DIN 17440)
- ③ Schüttung als Kerndämmung
- ④ Entwässerungsöffnung



- ① Kerndämmung aus Mineralfaser-Kerndämmplatten bzw. Kerndämmfilzen
- ② Drahtanker (nichtrostender Stahl nach DIN 17440) mit Abdeckscheibe
- ③ Feuchtigkeitssperre
- ④ Entwässerungsöffnungen entsprechend DIN 1053-1

Bild 6: Mineralfaser-Kerndämmplatten bzw. Kerndämmfilze für zweischaliges Mauerwerk ohne Luftschicht.



- ① Außenschale (Verblend- oder Vormauerschale)
- ② EPS-, XPS- oder PUR-Hartschaumplatte
- ③ Innenschale (Hintermauerschale)
- ④ Drahtanker (nichtrostender Stahl nach DIN 17440) mit Abdeckscheibe
- ⑤ Entwässerungsöffnungen entsprechend DIN 1053-1
- ⑥ Feuchtigkeitssperre
- ⑦ Untermörtelung

Bild 7: EPS-, XPS- oder PUR-Hartschaumplatten für zweischaliges Mauerwerk ohne Luftschicht; Einbau.

Hiernach ist für folgende Dämmstoffplatten vom Anwendungstyp WZ die Anwendung als Kerndämmung zweischaliger Wände aus Mauerwerk geregelt:

Mineralwolledämmstoffe nach DIN EN 13162 [2], expandierter Polystyrol-Hartschaum (EPS) nach DIN EN 13163 [3], extrudierter Polystyrol-Hartschaum (XPS) nach DIN EN 13164 [4], Polyurethan-Hartschaum (PUR) nach DIN EN 13165 [5], Phenolharz-Hartschaum (PP) nach DIN EN 13166 [6], Schaumglas (CG) nach DIN EN 13167 [7], Bläherlit (EPB) nach DIN EN 13169 [9], expandierter Kork (ICB) nach DIN EN 13170 [10] und Holzfaserdämmstoff (WP) nach DIN EN 13171 [11].

3.5 Trittschalldämmstoffe

Für die Verwendung von Dämmstoffen unter Estrichen ist die Verwendbarkeit durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung nachzuweisen. Die Zulassung enthält neben den Angaben zum Verbesserungsmass des Trittschallschutzes weitere Produkteigenschaften wie die Druckfestigkeit, die Zusammendrückbarkeit und ggf. der Wasseraufnahme.

4 Wärmedämmstoffe mit europäischer technischer Zulassung

Auf der Grundlage der Bauproduktenrichtlinie (siehe hierzu auch Abschnitt 1) können Dämmstoffe mit CE-Kennzeichnung nach harmonisierten Produktnormen oder nach europäischen technischen Zulassungen hergestellt werden und in den Handel gelangen. Die Anwendung dieser Dämmstoffe im Bauwerk bleibt jedoch weiterhin im nationalen Regelungsbereich der Mitgliedstaaten, die in technischen Anwendungsregeln (z. B. Anwendungsnormen) festzuschreiben sind. Anträge auf Erteilung europäischer technischer Zulassungen werden von den europäischen Zulassungsstellen, die in der Organisation für Technische Zulassungen (EOTA) zusammengeschlossen sind, bearbeitet. Die Arbeiten an der Erstellung von europäischen technischen Zulassungen, auch im Bereich der Bauprodukte für den Wärme- und Schallschutz, laufen bereits seit einiger Zeit.

Nach Art. 8.2 der Bauproduktenrichtlinie können europäische technische Zulassungen für Bauprodukte erteilt werden, für die eine harmonisierte Norm oder ein Normungsmandat nicht existiert und nach Auffassung der Europäischen Kommission eine Norm nicht oder noch nicht ausgearbeitet werden kann oder für Bauprodukte, die wesentlich von der jeweiligen harmonisierten Norm abweichen.

Die europäischen technischen Zulassungen wurden nach den gemeinsamen Verfahrensregeln der EOTA entsprechend dem Art 9.2 der Bauproduktenrichtlinie - also ohne Zulassungsleitlinie - nach erfolgter Abstimmung mit den anderen Stellen der EOTA vom Deutschen Institut für Bautechnik erteilt.

Vom Deutschen Institut für Bautechnik werden bereits seit 1999 europäische technische Zulassungen für Dämmstoffe erteilt. Es handelt sich hierbei um Dämmplatten und Dämmfilze, die aus Schafwolle, Schafwolle und Polyesterfasern oder einem Gemisch von Flachs-, Jute- und Polystyrolfasern hergestellt werden.

Für den Bereich Umkehrdach (vgl. hierzu Abschnitt 3.1.2 wurde zudem eine Leitlinie (ETAG) nach Art 9.1 der Bauproduktenrichtlinie erarbeitet. Danach sind europäisch technische Zulassungen auch für bestimmte Umkehrdachkonstruktionen (siehe hierzu [22]) möglich, wenn die ETAG endgültig von der europäischen Kommission angenommen ist.

Im Unterschied zu den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen im nationalen Bereich gelten die europäischen technischen Zulassungen nur für die Herstellung der Bauprodukte in einem in der Zulassung genannten Herstellwerk oder auch dort genannten mehreren Herstellwerken.

Besonders zu erwähnen sind die in den erteilten Zulassungen enthaltenen Regelungen zur Wärmeleitfähigkeit und zum Brandverhalten. Der Abschnitt 2.9 der erteilten europäischen technischen Zulassungen enthält Regelungen zur Wärmeleitfähigkeit. Wie bereits bei den europäischen Dämmstoffnormen erläutert stellt der dort angegebene Nennwert der Wärmeleitfähigkeit (declared value of thermal conductivity) einen Wert dar, der im Rahmen einer statistischen Auswertung vorhandener Messungen unter Berücksichtigung eines Klimas von 23 °C/50 % rel. Luftfeuchte nach DIN EN ISO 10456 [23] („Wärmeschutz - Baustoffe und -produkte -Verfahren zur Bestimmung der wärmeschutztechnischen Nenn- und Bemessungswerte“) ermittelt wurde. Nach Abschn. 3.3 der erteilten Zulassung ist der Nennwert der Wärmeleitfähigkeit im Rahmen der CE-Kennzeichnung anzugeben. Dieser Wert stellt noch keinen Bemessungswert (früher Rechenwert) dar, der in Deutschland für den Nachweis des Wärmeschutzes verwendet werden darf.

Der Abschnitt 2.10 der erteilten Zulassungen enthält Angaben zum Brandverhalten der Bauprodukte. Bis auf Produkte der Baustoffklasse E werden die zugelassenen Dämmstoffe hiernach in die Euroklasse NPD („keine Leistung festgestellt“) eingestuft (siehe Entscheidung der Kommission zum europäischen Klassifizierungssystem zum Brandverhalten). Die mit europäischen technischen Zulassungen geregelten Bauprodukte sind damit in Deutschland ohne zusätzliche Regelungen zum Brandverhalten nicht ohne weitere Nachweise anwendbar. Für die Verwendung in Deutschland ist lediglich die Baustoffklasse E mindestens normalentflammbar nachgewiesen.

Damit die europäisch zugelassenen Dämmstoffe auch in Deutschland im Bauwesen anwendbar sind, wurden vom Deutschen Institut für Bautechnik zu den europäischen technischen Zulassungen jeweils allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen nach den Bauordnungen der Länder erteilt, in denen unter anderem das Brandverhalten nach der bauaufsichtlich eingeführten Norm DIN 4102 geregelt wird.

Das hat zur Folge, dass die meisten mit dem CE-Zeichen zu kennzeichnenden Bauprodukte im Hinblick auf das Brandverhalten auch noch mit dem Ü-Zeichen für die Anwendung in Deutschland zu kennzeichnen sind.

Im Rahmen der erteilten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen wurden außer der Regelung des Brandverhaltens zusätzlich auch noch folgende Regelungen aufgenommen:

- Festlegung des Rechenwertes der Wärmeleitfähigkeit unter Berücksichtigung eines Klimas von 23°C/80 % rel. Luftfeuchte und der entsprechenden Wärmeleitfähigkeitsgruppe,
- Angabe eines Anwendungstyps nach DIN V 4108-10 und
- Regelung zur Anwendung im Holzbau.

Literatur

- [1] Mauerwerkskalender 2003, Beitrag F I, Seite 702, Ernst & Sohn Verlag
- [2] DIN EN 13162:2001-10: Wärmedämmstoffe für Gebäude - Werkmäßig hergestellte Produkte aus Mineralwolle (MV) DIN EN 13162 Berichtigung 1:2006-06
- [3] DIN EN 13163:2001-10: Wärmedämmstoffe für Gebäude - Werkmäßig hergestellte Produkte aus expandiertem Polystyrol (EPS) und DIN EN 13163 Berichtigung 1:2006-06
- [4] DIN EN 13164:2001-10: Wärmedämmstoffe für Gebäude - Werkmäßig hergestellte Produkte aus extrudiertem Polystyrolschaum und DIN EN 13164 Berichtigung 1:2006-06
- [5] DIN EN 13165:2001-10: Wärmedämmstoffe für Gebäude - Werkmäßig hergestellte Produkte aus Polyurethan-Hartschaum (PUR) und DIN EN 13165 Berichtigung 1:2006-06
- [6] DIN EN 13166:2001-10: Wärmedämmstoffe für Gebäude - Werkmäßig hergestellte Produkte aus Phenolharzhartschaum (PP) und DIN EN 13166 Berichtigung 1:2006-06 und DIN EN 13162 Berichtigung 1:2006-06
- [7] DIN EN 13167:2001-10: Wärmedämmstoffe für Gebäude - Werkmäßig hergestellte Produkte aus Holzwolle (WW) und DIN EN 13167 Berichtigung 1:2006-06
- [8] DIN EN 13168:2001-10: Wärmedämmstoffe für Gebäude - Werkmäßig hergestellte Produkte aus Schaumglas (CG) und DIN EN 13167 Berichtigung 1:2006-06
- [9] DIN EN 13169:2001-10: Wärmedämmstoffe für Gebäude - Werkmäßig hergestellte Produkte aus Blähperlit (EPB) und DIN EN 13169 Berichtigung 1:2006-06
- [10] DIN EN 13170:2001-10: Wärmedämmstoffe für Gebäude - Werkmäßig hergestellte Produkte aus expandiertem Kork (ICB) und DIN EN 13170 Berichtigung 1:2006-06
- [11] DIN EN 13171:2001-10: Wärmedämmstoffe für Gebäude - Werkmäßig hergestellte Produkte aus Holzfasern (WP) und DIN EN 13171 Berichtigung 1:2006-06
- [12] DIN V 4108-4:2007-06: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden -Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte, Vornorm
- [13] DIN V 4108-10:2004-06: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe - Teil 10: Werkmäßig hergestellte Wärme-

dämmstoffe

- [14] DIN 4108-2:2003-07: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden -Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
- [15] Cziesielski, E.; Fechner, O.: Experimentelle Untersuchung zum Δ -U-Wert bekiester Umkehrdächer mit wasserableitender Trennlage, Bauphysik, Heft 5, Seiten 288-297, Ernst & Sohn Verlag 2001.
- [16] Bender, U.: Ortschaumdächer, Bauphysik-Kalender 2002, S. 725- 738
- [17] DIN 18159-1:1991-12: Schaumkunststoffe als Ortschäume im Bauwesen -Polyurethan-Ortschaum für Wärme-und Kälte-dämmung -Anwendung, Eigenschaften, Ausführung, Prüfung
- [18] DIN 4095:1990-06: Baugrund-Dränung zum Schutz baulicher Anlagen -Planung, Bemessung und Ausführung
- [19] DIN EN 998-1: 2003-09:Festlegungen für Mörtel im Mauerwerksbau – Teil 1: Putzmörtel und DIN EN 998-1:2006-05: Berichtigung 1
- [20] DIN V 18550:2005-03: Putz- und Putzsysteme – Ausführung
- [21] DIN 1053-1:1996-11: Mauerwerk -Teil 1: Berechnung und Ausführung
- [22] ETAG Inverted Roof Kits Part 1: General und Part 2: Rendered Insulation Products for Inverted Roofs (Finalized at EOTA Level December 2006)
- [23] DIN EN ISO 10456:2000-08: Wärmeschutz - Baustoffe und -produkte -Verfahren zur Bestimmung der wärmeschutztechnischen Nenn- und Bemessungswerte

Dipl.-Ing. Otto Fechner

Leiter des Referates Wärme-, Feuchte- und Schallschutz

Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt)

Kolonnenstr. 30L, 10829 Berlin

Telefon: +49 (0)30/78730 291

Fax: +49 (0)30/7873011 291

E-Mail: ofe@dibt.de

www.dibt.de

VIP in der Sanierung, Chance auf Fördermittel - VIP im CO₂-Gebäudesanierungsprogramm der KFW

Dieter Bindel, Gebäudeenergieberater, Ingenieure, Handwerker e.V. GIH Baden-Württemberg

1 Einführung

Energieeffizienz, Energieeinsparung im Gebäudebereich, CO₂ Minderung, Fördermittel das sind einige der Themen in der täglichen Energieberatung. Insbesondere die möglichen Zuschüsse und zinsgünstige Darlehen für die anstehende energetische Sanierung interessieren die Bauherren.

Grundlage für viele Förderprogramme ist eine Berechnung des Gebäudezustands vor der Sanierung, und die sich daraus ergebenden Modernisierungsvorschläge zur Verbesserung des Dämmstandards und der Gebäudetechnik. Zur Berechnung werden die Rechenverfahren der gültigen Energieeinsparverordnung und dazugehörigen Normen zugrunde gelegt. Eine umfassende Energieberatung mit Vor-Ort Termin, Gebäudeaufnahme und Auswertung leistet hierfür eine sehr gute Grundlage.

Im Sanierungsbereich bei bestehenden Wohngebäuden sind in der Energieeinsparverordnung Mindestwerte für den U-Wert der einzelnen Bauteile festgelegt. Es ist jedoch möglich bei umfassender Modernisierung das Gebäude zu bilanzieren und primärenergetisch zu bewerten. Mit der bauaufsichtlichen Zulassung der Vakuumdämmung erschließen sich für den Energieberater und Planer nun neue Möglichkeiten für die Modernisierungsplanung im Gebäudebereich und der Ausnutzung von Fördermitteln.

2 Das CO₂ Gebäudesanierungsprogramm

Die KFW stellt für die energetische Sanierung zinsgünstige Darlehen und Zuschüsse zur Verfügung. Die hier kurz beschriebenen Programme beinhalten Varianten für eine umfangreiche Modernisierung ebenso wie auch die Förderung von Einzelmaßnahmen. Die Zinssätze für die Kredite sind gegenüber banküblichen Finanzierungen verbilligt und die Auszahlung erfolgt mit 100%. Weitere KFW-Förderprogramme und die Merkblätter/ Förderbedingungen finden Sie auf der Homepage der KFW-Bankengruppe www.kfw-foerderbank.de.

2.1 KFW Programm 143 Wohnraum Modernisieren „ÖKO-Plus“ (Kredit)

In diesem Kreditprogramm können unter anderem Einzelmaßnahmen zur energetischen Verbesserung der Gebäudehülle gefördert werden. Die Zinskonditionen sind etwas höher als im CO₂-Gebäudesanierungsprogramm jedoch immer noch erheblich günstiger als auf dem freien Kapitalmarkt.

In den Förderbedingungen und Merkblättern zum Programm wird die Vakuumdämmung nicht extra erwähnt. Somit ist der Einbau von Vakuumdämmung nur im Rahmen der derzeitigen vorliegenden bauaufsichtlichen Zulassungen möglich. Die in den Förderbedingungen enthaltenen Mindestdämmstärken

und Wärmedurchlasswiderstände sind mit dem CO₂-Gebäudesanierungsprogramm weitgehend identisch, so dass hier auf eine detaillierte Auflistung verzichtet wird.

2.2 KFW Programm 130 CO₂ Gebäudesanierungsprogramm (Kredit)

Das Programm 130 ist als Kreditvariante für die umfassende Sanierung von Wohngebäuden geeignet. Die maximale Kreditsumme beträgt 50.000,00 € je Wohneinheit bei 100% Auszahlung. Die Zinshöhe richtet sich nach der Laufzeit des Kredits und den tilgungsfreien Anlaufjahren. Stand August 2007 liegen die Zinssätze zwischen 2,5 und 2,9% je nach Laufzeit.

Zum Erfüllen der Förderbedingungen gibt es zwei Möglichkeiten

Kategorie A, Berechnung nach EnEV (Für Gebäude bis 31.12.1983)

Bei Erreichen des Neubau-Niveaus nach §3 EnEV wird zusätzlich zur Zinsvergünstigung ein Tilgungszuschuss von 5% gewährt. Sollte das Neubaulniveau um mindestens 30% unterschritten werden erhöht sich der Tilgungszuschuss auf 12,5%

Kategorie B, Maßnahmenpakete 0 bis 4 (Für Gebäude bis 31.12.1994)

Hier sind Maßnahmenpakete mit sinnvollen Sanierungsmaßnahmen in unterschiedlicher Kombination geschnürt. Hervorzuheben ist das Maßnahmenpaket 4 bei welchem ein Energieberater oder Sachverständiger die Maßnahmen individuell zusammenstellen kann. Die technischen Mindestanforderungen sind in einem Merkblatt zusammengefasst.

2.3 KFW Programm 430 CO₂ Gebäudesanierungsprogramm (Zuschuss)

Für selbstgenutztes Wohneigentum gibt es seit Anfang 2007 eine Zuschuss-Variante im Programm CO₂-Gebäudesanierungsprogramm. Das Programm 430 eignet sich für alle die Ihr Gebäude umfassend sanieren möchten jedoch das Kapital für die notwendigen Investitionen angespart haben oder sich anderweitig finanzieren.

Zum Erfüllen der Förderbedingungen gibt es zwei Möglichkeiten

Kategorie A, Berechnung nach EnEV (Für Gebäude bis 31.12.1983)

Bei Erreichen des Neubau-Niveaus nach §3 EnEV wird ein nicht rückzahlbarer Zuschuss von 10% der förderfähigen Investitionskosten gewährt, jedoch begrenzt auf maximal 5000,00 € je Wohneinheit. Wird das Neubaulniveau um mindestens 30% unterschritten, erhöht sich der Zuschuss auf 17,5% der förderfähigen Investitionskosten jedoch maximal 8750,00 € je Wohneinheit.

Kategorie B, Maßnahmenpakete 0 bis 4 (Für Gebäude bis 31.12.1994)

Hier sind Maßnahmenpakete mit sinnvollen Sanierungsmaßnahmen in unterschiedlicher Kombination geschnürt. Hervorzuheben ist das Maßnahmenpaket 4 bei welchem ein Energieberater oder Sachverständiger die Maßnahmen individuell zusammenstellen kann. Die technischen Mindestanforderungen sind in einem Merkblatt zusammengefasst. Bei Durchführung der Maßnahmenpakete 0 bis 4 wird ein Zuschuss von 2500,00 € je Wohneinheit gewährt.

Weitere KFW-Förderprogramme und die ausführlichen Merkblätter, Förderbedingungen und aktuelle Zinskonditionen finden Sie auf der Homepage der KFW-Bankengruppe www.kfw-foerderbank.de .

3 Energetische Modernisierung Dreifamilienhaus

Zum besseren Vergleich der unterschiedlichen Kreditvarianten wurde ein Gebäude aus dem Jahr 1955 gewählt, welches umfassend saniert werden soll. Aus Platzgründen kann die unterste Decke nur von der Warmseite gedämmt werden. Die verfügbare Aufbauhöhe beträgt ca. 50 mm. Als Dämmstoff soll hier Vakuumisolierung berücksichtigt werden. Ebenfalls soll die Heizung erneuert werden.



3.1 Gebäudedaten unsanierter Zustand

- Baujahr 1955
- 3 Wohneinheiten
- Heizung Öl-Kachelofen und ÖL Einzelöfen
- Warmwasser dezentral elektrisch

Tabelle 1: U-Werte unsanierter Zustand

Beschreibung Bauteil Gebäudehülle	U- Wert Bauteil
Außenwand Massiv	1,59 W/(m ² *K)
Oberste Decke Spitzboden	0,99 W/(m ² *K)
Kellerdecke	1,23 W/(m ² *K)
Dachschrägen/ Dachfläche	2,05 W/(m ² *K)
Fenster (wurden 1984 getauscht)	2,80 W/(m ² *K)

3.2 Modernisierungsvariante Maßnahmenpakete

In den vorgegebenen Maßnahmenpaketen der KFW gibt es drei Pakete die auch die Kellerdecke als Maßnahme beinhaltet.

- MP 0 mit Dach, Kellerdecke, Fenster und Außenwand
- MP 2 beinhaltet Dach, Kellerdecke, Fenster und Heizung
- MP 4 hier sind vom Energieberater mindestens drei aus sechs vorgegebenen Maßnahmen auszuwählen

Für das Sanierungsobjekt eignet sich nur das Paket 4, hier kann der Berater alle geplanten Maßnahmen einbeziehen, was in den vorgefertigten Paketen nicht möglich ist.

Entsprechend den Förderbedingungen sind für die energetische Verbesserung der Gebäudehülle nachstehende Vorgaben zu erfüllen:

Wärmedämmung der Außenwände

Die zusätzliche Dämmung der Außenwand muss einen Wärmedurchlasswiderstand von mind. $4,0(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$ aufweisen. Folgende beispielhaft aufgeführte Kombinationen des Bemessungswertes der Wärmeleitfähigkeit (WL) und der Dämmstoffdicke erfüllen diese Anforderung:

Tabelle 2:

WL (W/mK)	0,008	0,011	0,025	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050
Dämmstoffdicke (cm)	3,5	4,5	10	12	14	16	18	20

Wärmedämmung der obersten Geschossdecke und von Flachdächern

Die Wärmedämmung von obersten Geschossdecken zu nicht ausgebauten Dachräumen und von Flachdächern müssen einen Wärmedurchlasswiderstand von mind. $6,8 (\text{m}^2\text{K})/\text{W}$ aufweisen. Folgende beispielhaft aufgeführte Kombinationen des Bemessungswertes der Wärmeleitfähigkeit (WL) und der Dämmstoffdicke erfüllen diese Anforderung:

Tabelle 3:

WL (W/mK)	0,008	0,011	0,025	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050
Dämmstoffdicke (cm)	6	8	17	20	24	27	31	34

Wärmedämmung des Daches

Die Wärmedämmung von Dachschrägen muss einen Wärmedurchlasswiderstand von mind. $4,5 (\text{m}^2\text{K})/\text{W}$ aufweisen. Kann die Dämmung im Zwischensparrenbereich nicht untergebracht werden, so sind Dämmungen unter bzw. auf dem Sparren vorzusehen. Folgende beispielhaft aufgeführte Kombinationen des Bemessungswertes der Wärmeleitfähigkeit (WL) und der Dämmstoffdicke erfüllen diese Anforderung:

Tabelle 4:

WL (W/mK)	0,008	0,011	0,025	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050
Dämmstoffdicke (cm)	4	5	11	14	16	18	20	22

Wärmedämmung der Kellerdecke von der Warmseite aus

Die Dämmung der Kellerdecke oder der Wand- und Bodenflächen muss einen Wärmedurchlasswiderstand von mind. $2,2 (\text{m}^2\text{K})/\text{W}$ aufweisen. Folgende beispielhaft aufgeführte Kombinationen des Bemessungswertes der Wärmeleitfähigkeit (WL) und der Dämmstoffdicke erfüllen diese Anforderung:

Tabelle 5:

WL (W/mK)	0,008	0,011	0,025	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050
Dämmstoffdicke (cm)	2	3	6	7	8	9	10	11

Fenster und Heizung

Die auszutauschenden Fenster müssen mindestens einen U_W -Wert von $1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ aufweisen. Als Austausch der Heizung gilt der Einbau von Heizungstechnik auf Basis der Brennwerttechnologie, erneuerbarer Energien, Kraft-Wärme-Kopplung und Nah-/Fernwärme (einschließlich der unmittelbar dadurch veranlassten Maßnahmen).

Für die Umsetzung der Sanierung auf Basis der Maßnahmenpakete wurden folgende Dämmstoffdicken und Qualitäten ausgewählt.

Tabelle 6: Ausgewählte Maßnahmen MP4.

Bezeichnung	Dicke	Bemessungswert	
Außenwand	140 mm	$0,035 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	EPS
Oberste Decke(nicht begehbar)	240 mm	$0,035 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	Miwo
Dachschrägen / Dachfläche	160 mm	$0,035 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	Miwo
Kellerdecke oberseitig	20 mm	$0,008 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	VIP

Zur Umsetzung der Dämmmaßnahmen zuzüglich Fenster und Heizungsanlage stehen für die Umsetzung der Maßnahmen ein Kreditvolumen von 150.000,00 € zur Verfügung. (3 Wohneinheiten a' 50.000,00 €)

Alternativ kann auch der Zuschuss in Höhe von 2500,00 € je Wohneinheit beantragt werden. Diese Variante ist in der Zusammenfassung zum Vergleich aufgeführt.

3.3 Modernisierungsvariante ENEV Neubaustandard

In der Kategorie A, Berechnung nach ENEV Neubaustandard sind die vorgegebenen Werte nach §3 der EnEV in Bezug auf den Primärenergiebedarf und der spezifische Transmissionswärmeverlust HT' einzuhalten. Durch die ganzheitliche Betrachtung des Gebäudes sind die fest vorgegeben Wärmedurchlasswiderstände aus den Maßnahmenpaketen nicht mehr zwingend vorgeschrieben. Das Hauptaugenmerk liegt nun im Primärenergiebedarf und spezifischen Transmissionswärmeverlust HT' .

Tabelle 7: Gebäudedaten.

Gebäudenutzfläche (AN)	295	m ²
Gebäude Bruttovolumen (Ve)	922	m ³
Wärmeübertragende Umfassungsfläche (A)	567	m ²
A / Ve Verhältnis	0,61	

Tabelle 8: Einzuhaltende Bedingungen / berechnete Werte.

Primärenergie berechnet	34,66	kWh/m ² *a
Primärenergie zulässig	103	kWh/m ² *a
Transmissionswärmeverlust HT' berechnet	0,48	W/(m ² *K)
Transmissionswärmeverlust HT' zulässig	0,55	W/(m ² *K)
Anlagenaufwandszahl ep	0,44	

Bei der Berechnung des Gebäudes auf Neubaustandard konnten die Dämmdicken entsprechend reduziert werden. Möglich wurde dies durch den Einsatz von erneuerbaren Energien in Form einer Holzpelletsheizung. Würde dies Gebäude ohne den Dämmstandard zu erhöhen mit einer Gas Brennwertheizung ausgestattet überschreitet der berechnete den einzuhaltenden Primärenergiebedarf. In nachstehender Tabelle sind die erforderlichen Dämmdicken unter Einbeziehung der Heizungsvarianten aufgeführt.

Tabelle 9: Erforderliche Dämmdicken Einhaltung Primärenergie bei unterschiedlichen Heizsystemen.

	Holzpelletsheizung		Gas Brennwertheizung	
Außenwand	80 mm	0,035 W/(m ² *K)	120 mm	0,035 W/(m ² *K)
Oberste Decke	100 mm	0,035 W/(m ² *K)	120 mm	0,035 W/(m ² *K)
Kellerdecke	15 mm	0,008 W/(m ² *K)	20 mm	0,008 W/(m ² *K)
Dachschräge	160 mm	0,035 W/(m ² *K)	120 / 80 mm	0,035 / 0,030
Fenster	Uw- Wert 1,7		Uw- Wert 1,3	

Beide Varianten erfüllen die Förderbedingungen. Ein Verzicht auf die Kellerdeckendämmung mit VIP aus Kostengründen hat zur Folge dass dies durch Erhöhung der Dämmdicken in anderen Bereichen ausgeglichen werden muss und die Mehrkosten sich verlagern.

Durch Erreichen des Neubaustandards wird der Kreditnehmer mit 5% Tilgungszuschuss belohnt. Bei einer Investitionssumme von 98.000,00 € sind das 4.900,00 € Tilgungszuschuss im Kreditprogramm.

Im CO₂ Gebäudesanierungsprogramm Programmnummer 430 sind das 12.250,00 € (17,5% aus 98.000,00€) nicht zurückzahlbarer Zuschuss.

3.4 Modernisierungsvariante ENEV + 30%

Dieser Programmteil bietet zusätzlichen Anreiz die Energieeffizienz der Immobilie weiter zu steigern. Ein Tilgungszuschuss in Höhe von 12,5% von der Kreditsumme oder einen nicht zurückzahlbaren Zuschuss in Höhe von 17,5% der anrechenbaren Investitionskosten jedoch maximal 8750,00 € je Wohneinheit. können die höheren Kosten etwas mindern.

Den Transmissionswärmeverlust um 30% zu senken bedarf nur der entsprechenden Erhöhung der Dämmdicken oder Einbau von Dämmschichten mit geringerer Wärmeleitfähigkeit. In gleichem Maß muss jedoch auch der Primärenergiebedarf gesenkt werden, was ohne Einplanung von erneuerbaren Energien nur mit größtem Aufwand möglich ist.

Könnte die Kellerdeckendämmung bei der Berechnung EnEV Neubaustandard noch durch andere Maßnahmen ausgeglichen werden so kann bei EnEV +30 nicht darauf verzichtet werden.

Auf eine erneute Auflistung wie unter Punkt 3.4 wird verzichtet, eine Variante EnEV + 30% findet sich in der zusammenfassenden Übersichtstabelle.

3.5 Eine Variantenauswahl

Zum Vergleich wurden 5 mögliche Varianten ausgewählt siehe Übersichtstabelle.

Variante 1, das Maßnahmenpaket 4 mit Dämmung des Daches, obersten Decke, Außenwand, Kellerdecke, Austausch der Fenster und der Heizung.

Variante 2, Berechnung nach EnEV Neubaustandard mit Energieträger Holzpellets. Maßnahmen wie Variante 1 jedoch mindest U-Werte nach EnEV

Variante 3, Berechnung nach EnEV Neubaustandard mit Energieträger Gas, Brennwerttechnik. Maßnahmen wie Variante 1 jedoch U-Werte optimiert zur Einhaltung der zulässigen Primärenergie.

Variante 4, Berechnung nach EnEV Neubaustandard mit Energieträger Holzpellets. Maßnahmen wie Variante 1 jedoch Primärenergie und spezifischer Transmissionswärmeverlust 30 % unter EnEV Anforderung.

Variante 5, Berechnung nach EnEV Neubaustandard mit Energieträger Gas, Brennwerttechnik mit solarer Trinkwasserbereitung. Maßnahmen wie Variante 1 jedoch Primärenergie und spezifischer Transmissionswärmeverlust 30 % unter EnEV Anforderung.

Tabelle 10: Übersichtstabelle.

	MP4	EnEV Holzpel- letsheizung	EnEV Gas- brennwert- heizung	EnEV +30 Holzpel- letsheizung	EnEV +30 Gas- brennwert- heizung Solar WW	Einheit
	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5	
Primärenergie berechnet		34,66	99	29,87	68,38	kWh/m ² *a
Primärenergie zulässig		103	103	72,41	72,41	kWh/m ² *a
Transmissionswärmeverlust HT' be- rechnet		0,48	0,38	0,35	0,27	W/(m ² *K)
Transmissionswärmeverlust HT' zu- lässig		0,55	0,55	0,38	0,38	W/(m ² *K)
Anlagenaufwandszahl ep	X	0,44	1,5	0,49	1,35	W/(m ² *K)
U- Wert Außenwand	X	0,34	0,25	0,22	0,17	W/(m ² *K)
Oberste Geschossdecke	X	0,26	0,23	0,15	0,13	W/(m ² *K)
Dachflächen/ Schrägen	X	0,27	0,19	0,19	0,17	W/(m ² *K)
Kellerdecke	X	0,37	0,30	0,30	0,30	W/(m ² *K)
Fenster	X	1,7	1,3	1,1	1,0	W/(m ² *K)
Investitionskosten	101.000,00	95.000,00	98.000,00	110.000,00	126.000,00	€
Enthaltene Kosten VIP	17.000,00	15.500,00	17.000,00	17.000,00	17.000,00	€
Max KFW Kreditsumme Programm 130 / 143	150.000,00					€
Benötigter KFW Kredit Programm 130 oder 143	101.000,00	95.000,00	98.000,00	110.000,00	126.000,00	€
Zu erwartender Tilgungszuschuss 5% bzw 12,5%		4.750,00	4.900,00	14.362,50	15.750,00	€
Zuschuss Programm 430	7.500,00 €	9.500,00	9.800,00	19.250,00	22.050,00	€
Endenergie nach EnEV	80,70	125,75	84,17	102,38	56,24	kWh/m ² *a
Energiekosten pro qm	5,65	4,90	5,90	3,99	3,94	€ / m ² Jahr

3.6 Mit VIP zum Tilgungszuschuss

Wegen der baulichen Situation ist es bei diesem Beispielprojekt nur möglich die Kellerdecke von oben zu dämmen. Begünstigt wird die Entscheidung durch die Investoren auch die Fußböden im Zuge der Maßnahmen mit zu erneuern. Es spielt keine Rolle welche Variante letztendlich ausgewählt wird, die Kosten für die VIP werden zum großen Teil durch die Vergünstigungen wie Teilschulderlass oder Zuschuss ausgeglichen, so dass nach der Sanierung nur wenig Mehrkosten verbleiben.

Ich für meinen Teil habe den Bauherren die Variante 4 vorgeschlagen, hier bietet sie doch das beste Verhältnis zwischen Investition, Zuschüssen, baulichen Gegebenheiten und Energieeinsparung. Die jährliche Energieeinsparung beträgt 18,27 €/m² oder 5390,00 € im Jahr, das Nutzerverhalten ist in dieser Zahl jedoch nicht berücksichtigt.

4 Förderung von Einzelmaßnahmen

Mit dem unter Punkt 2.1 beschriebenen Kreditprogramm Wohnraum Modernisieren „ÖKO-PLUS“ ist es möglich zinsgünstige Kredite für die Durchführung von Einzelmaßnahmen zu bekommen. Anhand der Dämmung einer Bodenplatte soll dies erklärt werden.

Dämmung der Bodenplatte 100qm gedämmt von der Warmseite. Fußbodenaufbau max. 45 mm, ohne Fertigbelag. Für den Trockenestrich sind 2*10 mm abzuziehen und für die Feuchtigkeitssperre und Ausgleich nochmals ca. 5 mm, verbleiben für die Dämmung eine Einbauhöhe von 20 mm.

Für diesen Bereich schreibt die Förderbedingung im KFW Programm 143 einen Wärmedurchlasswiderstand von 2,2 (m²*K) /W vor. In der folgenden Tabelle sind mögliche Dämmdicken in Bezug auf deren Wärmeleitfähigkeit (Bemessungswert) zum Vergleich aufgeführt.

Tabelle 11:

WLF W/(m*K)	0,008	0,011	0,025	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050
Dämmstoffdicke in cm	2	3	6	7	8	9	10	11

Die Berechnungsergebnisse wurden auf die lieferbaren Dämmstoffdicken aufgerundet.

Die Tabelle zeigt beim Einsatz von Vakuumdämmung Bemessungswert von 0,008 W/(m*K) einen deutlichen Platzgewinn von 6 cm gegenüber einem üblicherweise verwendeten Polystyrol-Hartschaum der WLF 0,035 W/(m*K).

Tabelle 12: Aufbau mit konventionellen Dämmstoffen.

Bezeichnung	Dicke	Bemessungswert	Wärmedurchlasswiderstand
PUR alukaschiert	20 mm	0,025 W/(m ² *K)	0,80 (m ² K)/W

Der Wärmedurchlasswiderstand ist kleiner als 2,2 und liegt außerhalb der Förderbedingungen somit kann das zinsgünstige Darlehen aus dem KFW-Programm 143 nicht beantragt werden, die Finanzierung muss über die Hausbank bzw. den freien Kapitalmarkt beantragt werden.

Tabelle 13: Bodenaufbau mit VIP.

Bezeichnung	Dicke	Bemessungswert	Wärmedurchlasswiderstand
Vakuumdämmung	20 mm	0,008 W/(m ² *K)	2,50 (m ² K)/W

Der Wärmedurchlasswiderstand ist größer als 2,2 und entspricht den Förderbedingungen. Somit kann zur Finanzierung der Investition auf das Kreditprogramm 143 zurückgegriffen werden.

Bei der Nachrüstung von Einzelbauteilen ergeben sich Vorteile durch die Einplanung von VIP. Nur durch den Einbau von VIP ist es möglich in diesem Fall auf ein zinsgünstiges Darlehen zurückzugreifen. Auch die in der Energieeinsparverordnung verankerte Nachrüstpflcht wird erfüllt. Als Planer und Handwerker ist es möglich auch bei geringen Aufbauhöhen die in der EnEV festgelegten Werte einzuhalten.

5 Zusammenfassung

Auch bei den Förderprogrammen der KfW muss zuerst die Bereitschaft vorhanden sein etwas zu investieren um dann Zuschüsse oder zinsgünstige Darlehen zu erhalten. Für die VIP gibt es keinen bundesweiten direkten Zuschuss. Allein das Bundesland Schleswig-Holstein und einige Regionen und Städte gewähren Zuschüsse zwischen 20 und 100,00 €. Die VIP kann jedoch mit seinem hohen Dämmwert dazu beitragen die Gebäudehülle ganzheitlich ohne Schwachstellen zu dämmen. Hier ist der Ansatzpunkt um die Hürde der Förderbedingungen zu nehmen um an die Fördertöpfe zu gelangen.

Nur in dem KfW-Förderprogramm CO₂-Gebäudesanierung Programmnummer 130/430 ist es möglich in dem Maßnahmenpaket 4, Vakuumdämmung außerhalb der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung einzusetzen.

Bei aller Begeisterung ist zu beachten dass die VIP nur die bauaufsichtliche Zulassung für die Anwendungsbereiche DEO (Dämmung unter Estrich ohne Schallschutzanforderung), WI (Wand Innendämmung) und DI (Decken Innendämmung) nach DIN 4108 Teil 10 besitzt. Alle anderen Einbaubereiche benötigen weiterhin die Zustimmung im Einzelfall, wobei weitere Kosten entstehen.

Quellennachweis

Energieeinsparverordnung 2007 Gültig ab 1.10.2007

KfW- Förderbank, wohnwirtschaftlichen Programme. Merkblätter Förderbedingungen und technische Mindestanforderungen. Stand: 01/2007

va-Q-tec AG, allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Nr. Z-23.11-1658 (DiBT) vom 21.06.2007

Energieberatungsbericht, 07/2007 Matten, Dieter Bindel, Bindel Isolierungen GmbH

Dieter Bindel

1. Vorsitzender Gebäudeenergieberater, Ingenieure, Handwerker e.V. GIH Baden-Württemberg
Industriestrasse 4, 79565 Stuttgart - Vaihingen

www.gih-bw.de

E-mail : bindel@gih-bw.de

VIP als Element der Plusenergie-Bauweise Das Beispiel des Sonnenschiffs in Freiburg

Rolf Disch, Architekturbüro Rolf Disch / Geschäftsführer Solarsiedlung GmbH, Freiburg i. Brsg.

Einleitung

Das Architekturbüro Rolf Disch engagiert sich seit über drei Jahrzehnten für nachhaltiges, energieeffizientes Bauen. Teilweise galt und gilt es, hergebrachte Techniken wieder aufzugreifen (Südausrichtung der Gebäude zur Sonne, Sommer-Verschattung durch Dachüberstände, die zugleich die Wintersonne tief in die Räume fallen lässt). Andernteils muss ein Architekt den neuesten Stand der neuesten Technik wahrnehmen, abwägen und, wo es praktikabel ist, zur Anwendung. Wenn ich mich hier über Vakuum-Isolation und Fassadentechnik äußern soll, dann

- erstens vor dem Hintergrund dieser langjähriger Erfahrungen,
- zweitens als Architekt der *Solarsiedlung* Freiburg und des Gewerbebaus *Sonnenschiff*, welches ein integraler Teil der Solarsiedlung ist und in welchem die VIP-Technik erfolgreich umgesetzt wurde,
- drittens aber auch als Geschäftsführer der Solarsiedlung GmbH, die Bauträger von Solarsiedlung und Sonnenschiff ist.



Die Solarsiedlung am Schierberg in Freiburg

Um verständlich zu machen, um den Horizont aufzureißen, wie und warum die VIP-Technik im Sonnenschiff umgesetzt wurde, ist es also notwendig vier Aspekte zu skizzieren:

- Erstens scheinen mir einige Sätze nötig, den Kontext der spezifischen VIP-Technik in Hinblick auf ihre Chancen vor dem Hintergrund der notwendigen Energiewende (nicht nur) im Bauen aufzureißen. Wir reden nicht einfach über irgendeine Innovation, sondern über ein größeres Ziel. Weltweit notwendig ist das Haus, das ohne zusätzliche Energie für Kühlung und Heizung auskommt. Mit VIP – im Verbund mit anderen Techniken – ist diese Möglichkeit keine vage Utopie.
- Zweitens wird das Konzept des Sonnenschiffs als Teil der Solarsiedlung Freiburg beschrieben.
- Drittens sind die VIP Bestandteil eines wiederum ganzheitlichen Konzepts von Energieeffizienz. Das internationale Interesse am Sonnenschiff bezieht sich von architektonischer, politischer und publizistischer Seite stets auf das Konzept der Plusenergie insgesamt, was aber, so unsere Erfahrung, sozusagen „en bloc“ noch sehr viel interessanter wird für jede Nachfrage nach Nachhaltigkeitskonzepten.
- Viertens sollen die Vorteile der VIP beschrieben werden, wie sie sich aus unserer Erfahrung darstellen. Erfahrungen mit einer innovativen Technologie aus Planung und Bauaufsicht herauszustellen, bedeutet natürlich auch, Hinweise zu geben, wo die Innovation der Innovation stattfinden könnte.

1 Klimawandel – Architektur – VIP

Mit Vakuum-Isolier-Paneelen steht eine eminent fortschrittliche Technik zur Verfügung. Mit dem Sonnenschiff in Freiburg, dem ersten Gewerbebau in Plusenergie-Bauweise, haben wir diese Umsetzung gewagt, haben mit innovativen Herstellern unter Hinzuziehung wissenschaftlicher Experten das Vorhandene auf eigene Initiative testen lassen und die Weiterentwicklung forciert, durchlaufen ein langfristiges Monitoring der tatsächlichen Effizienz. Die Erfahrungen sind gut. Mit VIP steht ein Werkstoff zur Verfügung, dessen Potential jetzt schon groß, aber – in der Breite der Anwendung und in der Weiterentwicklung – noch keineswegs ausgeschöpft ist.

Wir stehen mit dem Klimawandel vor der derzeit größten globalen Herausforderung. Dass das Wohnen, dass das Bauen – Neubauen und Renovieren – ein entscheidender Faktor ist, ist jedem bekannt. Es geht um nicht weniger als um den Erhalt unserer Zivilisation.

Zumal bei Neubauten gibt es längst eine Palette an marktfähigen Werkstoffen und Haustechnik, die ganz einfach zur Anwendung kommen muss, um ein Ziel zu erreichen, das eigentlich – angesichts des Klimawandels, angesichts der Endlichkeit der fossilen Ressourcen und der damit verbundenen Preissteigerungen für Energie nebst sonstigen (sozialen und weltpolitischen) Kosten, angesichts der untragbaren Gefahren der Atomenergie für uns heute und der Jahrhunderte währenden Belastungen für die Folgegenerationen – auf der Hand liegt: Unsere Bauten müssen in der Erstellung und im Betrieb sehr viel vernünftiger mit der knappen Menschheits-Ressource Energie umgehen.

Das Ziel lässt sich präzise fassen: Wir brauchen – für jedes Klima weltweit – Konzepte für Häuser, die mit der Energie auskommen, welche die Sonne überall und kostenlos noch 5 Milliarden Jahre liefern wird, bestenfalls ohne jeglichen zusätzlichen Energieverbrauch für Heizung und Kühlung, jedenfalls ohne weitere Verschwendung von fossil-atomaren Brennstoffen, also unter ausschließlicher Verwendung

von Erneuerbaren Energien. Das Gebäude, das Energie produziert, statt Energie zu verschwenden ist möglich. Das Plusenergiehaus® ist möglich. Die Energiewende ist möglich. Und VIP sind ein Beitrag dazu. Das Ziel ist erreichbar,

- weil erstens die Techniken (VIP und andere) bereits vorhanden sind,
- weil zweitens das entsprechende Know-how in den Architektur- und Handwerksbetrieb hinein diffundiert und zunehmend zahlreiche Büros und Betriebe hier eine Markt-Chance sehen und entsprechend von sich aus Angebote machen,
- weil drittens die Nachfrage mit dem Bewusstseinswandel der Bauherren steigen wird, ob es nun um Industrie- und Gewerbebau, Wohnungsbau oder die öffentliche Hand geht,
- und weil viertens Techniken wie VIP mit zunehmender Anwendung bezahlbar werden.
- Fünftens, und dieses ist der entscheidende Faktor: Die Zusatzkosten energieeffizienter Bauweise (von allenfalls 10 bis 15%) auf dem Stand dessen, was jetzt schon möglich ist, erbringen gegenüber konventionellen Baukosten aufgrund der steigenden *Energiekosten* für den Bauherrn und Investor nicht erst langfristig, sondern von Anfang an eine faktische Ersparnis und Dividende, welche man aus ureigenem, betriebswirtschaftlichen Interesse nicht mehr lange ausschlagen wird.

Im größeren Kontext liegen hier die Chancen auch für die VIP-Technik: Die Gebäudehülle, die Dämm- und Fassadentechnik sorgen dafür, dass die je nach Bedarf eingesetzte Energie im Gebäude verbleibt und dass zugleich die Aufenthaltsqualität der Wohn-, Arbeits- und Konsumräume nicht etwa leidet, sondern zusammen mit der Energie-Effizienz noch erhöht wird.

2 Das Sonnenschiff in der Solarsiedlung Freiburg

Das Heliotrop® war ein Experiment in Sachen Energieeffizienz und Nachhaltigkeit: Das futuristische Gebäude, das sich mit der Sonne drehen kann, war das erste Plusenergiehaus®. Hier wurden die technischen Möglichkeiten ausgelotet, die mit der Solarsiedlung umgesetzt wurden. Die Zielsetzung war, Plusenergie-Konzepte für Wohn-, Siedlungs- und Gewerbebau zu entwickeln, die über das Experimentieren hinausgingen, die vielmehr wirtschaftlichen Erfolg und eine Anwendung in der Breite gewährleisten sollten.



Sonnenschiff

Die Solarsiedlung wurde so als ein Ensemble von heiter gestalteten Reihenhäusern und einem Gewerbebau mit Verkaufs-, Praxis- und Büroräumen erstellt, welcher eine Reihe von Funktionen für den ebenfalls komplett neu entstandenen Freiburger Stadtteil „Vauban“ übernimmt. Auf 11.000 m² verteilen sich

60 Wohnhäuser – davon neun Penthäuser in einer Dachgartenlandschaft auf dem Sonnenschiff – mit zusammen 7.850 m² Wohnfläche. Nach Westen schließt das Sonnenschiff die Siedlung ab, bei 1.200 m² Gewerbe- und 3.600 m² Bürofläche.

3 Plusenergie

Das Sonnenschiff wurde in Plusenergiebauweise erstellt, das heißt: Das Gebäude gewinnt in der Jahresenergiebilanz mehr Energie, als es verbraucht. Gemeinsam mit den Fachberatern wurden die einzelnen Komponenten geplant und entwickelt – und mit dynamischen Simulationsberechnungen und Lautversuchen auf ihre Wirksamkeit überprüft. Im Vergleich zu den Wohnhäusern, die überwiegend in Holzbauweise ausgeführt und nach Süden orientiert sind, musste für den großzügig dimensionierten Gewerbebau mit Ost-West-Orientierung das Energiekonzept, insbesondere die Fassadentechnik anders ausfallen.

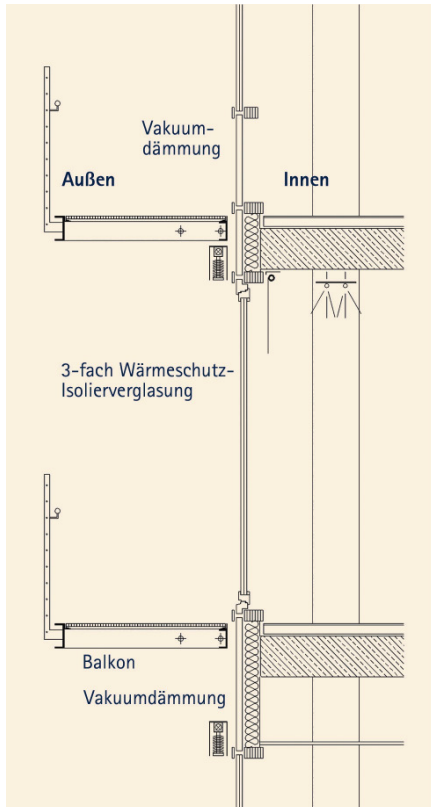
Bei der Planung wurde eine Holz-Metall-Fassade mit einem mittleren U-Wert von ca. 0,6 W/m²K bei einer Bauteilstärke von 48 mm entwickelt. Diese schützt das Gebäude vor Wärme und Kälte. Sie besteht aus einer vorgefertigten Pfosten-Riegel-Fassade aus astfreiem Brettschichtholz 80/140 und Vakuum-Isolierpaneelen (ca. 0,13 W/m²K). Die Holz-Alu-Fenster/-Fenstertüren sind durchgängig mit 3-Scheiben-Wärmeschutzisolierverglasung (0,6 W/m²K) versehen, mit nach innen wirksamer Infrarot-Reflexion. Zur natürlichen Lüftung und Nachtkühlung im Sommer und in der Übergangszeit sind spezielle einbruch- und regengeschützte Fassadenelemente eingebaut. Diese sind abends wie ein Fenster zu öffnen: Für die Isolierung tagsüber, also in geschlossenem Zustand, wirkt hier ebenfalls Vakuum-Isolierung.



Verblendungen der Lüftungklappen

In die Fassade integrierte Lüftungsgeräte mit einer Wärmerückgewinnung von über 90% versorgen nahezu verlustfrei die Räume mit Frischluft. Jalousien verhindern ein Überhitzen der Räume im Sommer, sorgen aber durch Lichtlenkelemente für Ausleuchtung mit Tageslicht.

Durch dieses System können Büroräume ohne künstliche Klimatisierung auskommen. Mit Hilfe von Nachtlüftung sowie temperaturspeichernden Böden, Decken und Wänden – bei letzteren unter Verwendung von PCM (Phase Changing Material) – wird das Gebäude im Sommer nachts gekühlt bzw. im Winter die Wärme gespeichert.



Längsschnitt Fassade

Die VIP-Technik ist also integriert in ein energetisches Gesamtkonzept: Energie wird gewonnen durch große Dachflächen aus PV-Paneelen. Zudem ist das Gebäude angeschlossen an das Fernwärmesystem des Stadtteils „Vauban“, also an das lokale Holzhackschnittel-Blockheizkraftwerk mit Kraft-Wärme-Kopplung. Aus diesem Grund war es sinnvoll, auf den Einsatz von Solarthermie am Gebäude zu verzichten. Passive Wärmenutzung erfolgt durch die großflächige Spezialverglasung. Die Aktivierung der Gebäudemasse zur Wärmeabsorption wird unterstützt durch die PCM- Latentwärmespeicher, die wie die VIP die herkömmliche Bauphysik – große Materialstärke = hoher energetischer Wirkungsgrad - umkehren. Wo immer die Fassade nicht verglast ist, sind VIP eingesetzt. Von ca. 3.000 m² Gesamtfassadenfläche entfällt über ein Drittel (ca. 1300 m²) auf VIP.

4 Vorteile und Potential der VIP

Der grundsätzliche Nutzen dieser Isolierungstechnik liegt selbstredend in ihrem sehr guten U-Wert. Darüber hinaus gibt es aus unserer Erfahrung drei weitere Vorteile:

Erstens: Flächengewinn:

Um eine ähnlich effiziente Dämmung mit anderen Werkstoffen zu erreichen, muss eine größere Materialstärke gewählt werden. Mit VIP gewinnt man Nutzfläche, was sich zumal in der Addition bei größeren Gebäuden rechnet.

Zweitens: Systembedingter Vorteil

Die für das Gebäude gewählte Pfosten-Riegel-Konstruktion ließ sich systematisch durchhalten. Die VIP liegen ziemlich genau im gleichen Stärkenbereich wie das Drei-Scheiben-Glas, was die Planung vereinfacht und den optischen Eindruck vereinheitlicht. In den Innenräumen wechseln so harmonisch z.B. Fenster/Fenstertüren mit vakuumisolierten Lüftungseinheiten. Für die Pfosten-Riegel-Konstruktion war die Anwendung von VIP ideal.



Einsatz von dreifachverglasten Fenstern und VIP im Sonnenschiff

Links: Lüftungselement mit Wärmetauscher und Lüftungsklappe

Drittens: Minimale Ausfälle

Bei einem relativ neu eingeführten Baustoff lassen sich natürlich noch keine Angaben über Langlebigkeit und langfristige Zuverlässigkeit machen, die über Laborversuche hinausgehen. Unsere Erfahrung ist bisher jedenfalls die, dass es bei ca. 1.000 m² VIP-Einsatzfläche nur zu einem einzigen Ausfall gekommen ist.

Zuverlässigkeit. Systematische Planbarkeit und Durchführbarkeit. Flächengewinn durch geringe Materialstärke. Das alles als erwünschte Nebeneffekte, die zum Hauptfaktor außerordentlich hoher Energieeffizienz hinzutreten: Diese an VIP geknüpften Versprechen werden nach unserer Erfahrung eingehalten. Diese mit dem innovativen Werkstoff VIP verbundenen Vorteile empfehlen den breitenwirksamen Einsatz – für das architektonisch innovative weil ökologisch-gesellschaftlich verantwortungsbewusste Bauen. Ebenso rechtfertigen sich die entsprechenden Investitionen auf Seiten des Bauherrn, denn die energetische Rentabilität des Gebäudes im Betrieb lässt sich so nachweisbar und in erheblichem Maße steigern, zusammen mit der nachhaltig wertstabilen Substanz des Gebäudes.

Abschließend einige Bemerkungen zu spezifischen Anforderungen beim Einsatz von VIP, einige Hinweise zu Besonderheiten bei Planung, Ausführung und Bauaufsicht, sowie einiges zu wünschenswerten Optimierungen:

Erstens: Planungsvorlauf

Der Einsatz von VIP bedarf eines erhöhten Planungsaufwandes, der den von herkömmlichen Dämmungen überschreitet.

Zweitens: Zeitaufwand bei der Fertigung:

Auch die Fertigung von VIP-Elementen ist – noch – verhältnismäßig zeitaufwendig. Auch dieses ist vorrangig eine Frage der breiteren Durchsetzung dieses Werkstoffes. Dasselbe ist für ggf. notwendige Ersatzbeschaffung zu bedenken

Drittens: Systembedingte Grenzen

Wie bei jedem Baustoff gibt es systembedingte Grenzen der Einsatzmöglichkeiten. VIP sind eine nahezu ideale Lösung für große Flächen. Je mehr kleine Teilflächen gefüllt werden, desto größer der Aufwand.

Viertens: Serialität

Ob große oder kleine Teilflächen: Es empfiehlt sich, auf Serien von gleichartig dimensionierten VIP-Elementen im Gebäude zu setzen, was dann nicht nur bei der Planung, sondern vor allem bei der Fertigung hilft, den Aufwand zu minimieren.

Fünftens: Anschlüsse

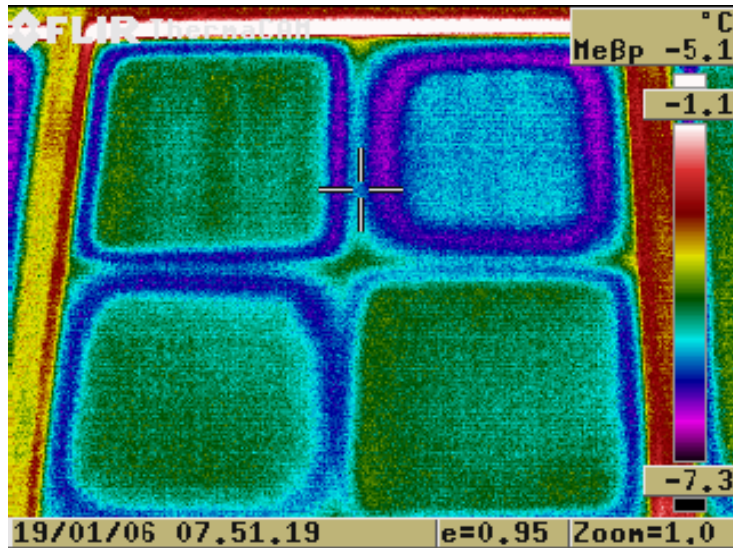
Bei den Anschlüssen können sich Probleme ergeben, die dann dazu führen, dass „schwierige“ Teilflächen mit konventionellen Dämmungen versehen werden müssen.

Sechstens: Ränder

Das Anschluss-Problem gilt auch für den Werkstoff als solchen: Der U-Wert ist im Zentrum optimal, nimmt aber zu den Rändern hin stark ab. Es ist zu hoffen, dass dieses Problem in naher Zukunft besser gelöst werden kann.

Siebtens: Innere Stöße

Was im Fall des Sonnenschiffs erst bei der Thermografie nach Fertigstellung im laufenden Betrieb deutlich geworden ist: Nicht nur zu den Rändern der VIP-Elemente hin nimmt die Energie-Effizienz ab. Innerhalb der einzelnen Paneele gibt es innere Stöße zwischen vakuum-isolierten Segmenten. Durch Kondensat-Bildung kann das sogar unmittelbar sichtbar werden, und durch Wärmebild-Aufnahmen wird es nachweisbar. Innere Stöße sollten möglichst vermieden oder reduziert werden.



Thermografische Aufnahme: innere Stöße werden sichtbar



Kondensatbildung erfolgt nicht über den wärmeren Stößen

Achtens: Internes Temperaturgefälle

Bei starker Sonneneinstrahlung kann das Temperaturgefälle – gerade wegen der guten Isolierung – zwischen Innen- und Außenseite erheblich sein. Die Außenseite kann sich im Sommer bis 80° C aufheizen, während im Inneren um die 20° C herrschen. Der Unterschied von 60° C entfällt dann auf die geringe Materialstärke von 48 mm. Dieser Sachverhalt erfordert – wegen temperaturbedingter Ausdehnungen – eine entsprechende Materialwahl an Innen- und Außenseite. Bleche z.B. empfehlen sich daher für die Außenseite nicht.

Neuntens: hochqualitative Materialien für Anschlüsse

Das Problem der Wärmebrücken zu den Rändern hin erfordert besonders hochwertige Materialien für die Abdichtung der Anschlüsse.

Zehntens: Thermografie als Argument

Für das Sonnenschiff war zu Beginn und ist kurz vor Ablauf der Gewährleistung die Durchführung von Thermografien vorgesehen. Dieses ist zur Absicherung des Architekten/Bauträgers sinnvoll, liefert zudem gute Argumente gegenüber dem Bauherrn.

5 Fazit

Die Entscheidung für Vakuum-Isolierung ist nach den Erfahrungen mit Planung, Bau und Betrieb des Sonnenschiffs ohne Abstriche richtig gewesen. VIP haben auf dem bisherigen Entwicklungsstand ein großes Potential, stellen einen durchaus entscheidenden technischen Durchbruch dar.

Wünschenswert wäre vor allem anderen, dass zur Vermeidung von Wärmebrücken und zur Verbesserung der Materialeigenschaften an Rändern und Stößen die einzelnen VIP-Elemente großflächiger hergestellt werden.

Anhang: Am Sonnenschiff beteiligte Firmen (in Auswahl)

Bauherr:	Solarsiedlung GmbH Freiburg
Planung:	Architekturbüro Rolf Disch, Freiburg
Projektentwicklung:	Rolf Disch
Projektleitung:	Bernhard Vester
Mitarbeiter:	Oliver Vollmer, Holger Auracher, Christel Sick
Energieberatung:	Stahl & Weiß, Büro für SonnenEnergie, Freiburg
Schallschutz:	ITA, Wiesbaden
Fassade:	Finnforest Merk GmbH, Aichach

3. Fachtagung VIP-BAU am 20.09.2007 in Würzburg

Rolf Disch

Architekturbüro Rolf Disch / Solarsiedlung GmbH

www.rolfdisch.de

rolf.disch@solarsiedlung.de

3. Fachtagung VIP-BAU
Evakuierte Dämmungen im Bauwesen
20. September 2007 in Würzburg

Teilnehmerliste

Stand 06.09.2007

Lfd.Nr	Name	Vorname	Titel	Firma / Institut / Einrichtung	Strasse	Land	Ort	Email
1	Abbo	Alberto	Dr.	Bifire s.r.l.	via E. Fermi 10	I	Nova Milanese	abbo@bifire.it
2	Adelmann	Christoph		Polywert GmbH	Straßberger Str. 6		Bobingen	Christoph.Adelmann@polywert.de
3	Andreas	Holger			Feldstr. 3		Neu Brandenburg	info@bau-h-and.de
4	Anton	Herbert		FIW München	Lochhamer Schlag 4		Gräfelfing	anton@fiw-muenchen.de
5	Arnold	Bruno		ZZ Wancor	Althardstrasse 5	CH	Regensdorf	bruno.arnold@zzwancor.ch
6	Baars	Rainer		Vaku-Isotherm GmbH	Mittweidaer Straße 16		Rossau	info@vaku-isotherm.de
7	Beck	Andreas	Dr.	Hochschule für Technik Stuttgart	Schellingstr. 24		Stuttgart	andreas.beck@hft-stuttgart.de
8	Bertele	Ludwig	Dr.		Elbestr. 15		Weißenhorn	bertele.ludwig@t-online.de
9	Beyrichen	Hermann		va-Q-tec AG	Karl-Ferdinand-BraunStr. 7		Würzburg	beyrichen@va-q-tec.com
10	Bihy	Lothar		Saint-Gobain Isover G+H AG	Dr.-Albert-Reimann-Str. 20		Ladenburg	lothar.bihy@sait-gobain.com
11	Bindel	Dieter		GIH Gebäudeenergieberater Ingenieure Handwerker BW	Industriestr.4		Waiblingen	bindel@gih-bw.de
12	Binder	Markus		Hochschule für Technik Stuttgart	Schellingstr. 24		Stuttgart	markus.binder@hft-stuttgart.de
13	Bouchaala	Nicolas		EPO	Brahmsstr. 17A		Berlin	nbouchaala@epo.org
14	Buchholz	Ralf		DS-Plan AG	Obere Waldplätze 11		Stuttgart	buchholz@ds-plan.com
15	Buecher	Sven		alsecco GmbH & Co KG	Kupferstraße 50		Wildeck-Richelsdorf	Brita.Schneider@alsecco.com
16	Caps	Roland	Dr.	va-Q-tec AG	Karl-Ferdinand-BraunStr. 7		Würzburg	caps@va-q-tec.com
17	Derrer	Peter		Schneider Systemtechnik AG	Im Hölderli 26	CH	Winterthur	peter.derrer@syag.ch
18	Diefenbach	Nikolaus		Institut Wohnen und Umwelt GmbH	Annastr. 15		Darmstadt	n.diefenbach@iwu.de
19	Disch	Rolf		Architekturbüro Rolf Disch	Merzhauser Str. 177		Freiburg	info@rolfdisch.de
20	Dyakonov	Vladimir	Prof.	ZAE Bayern	Am Hubland		Würzburg	dyakonov@zae.uni-wuerzburg.de
21	Eberhardt	Hans-Frieder		Porextherm Dämmstoffe GmbH	Heisinger Str. 8		Kempton	Hans-Frieder.Eberhardt@Porextherm.com
22	Eberlein	Jürgen		GEB Holzbau- und Energietechnik GmbH	Im Voggenthal 21		Neumarkt i.d.Opf.	
23	Ebert	Hans-Peter	Dr.	ZAE Bayern	Am Hubland		Würzburg	ebert@zae.uni-wuerzburg.de
24	Ebner	Alexander		LandesEnergieVerband	Burggasse 9/II	A	Graz	
25	Ehmann	Rudolf		bba IB Dipl.Ing. Rudolf Ehrmann	Hans-Felber-Weg 13		Biberach	bba-Rudolf-Ehmann@t-online.de
26	Eichenberger	Simon		swisspor AG	Industriestrasse	CH	Boswil	simon.eichenberger@swisspor.com
27	Erbenich	Gregor		Porextherm Dämmstoffe GmbH	Heisinger Str. 8		Kempton	gregor.erbenich@porextherm.com
28	Ernst	Maximilian		Puren GmbH	Rengoldshauser Str. 4		Überlingen	maximilian.ernst@puren.com
29	Eyhorn	Thomas		CIC Ingenieurbüro f. Brandschutz u. Isoliersysteme	Walzlings 6		Altusried	eyhorn@cerincon.de
30	Fechner	Otto		Deutsches Institut f. Bautechnik	Kolonnenstr. 30L		Berlin	ofe@DIBt.de
31	Forstner	Martin		Forstner Architekturbüro	Adolf-Menzel-Str.4		Neumarkt i. d. Opf.	forstner-architektur@t-online.de
32	Fricke	Marc	Dr.	Elastogran GmbH, c/o BASF Service Europe GmbH Abt. SA	Postfach 11 02 48		Berlin	hrtraining@basf.com
33	Fricke	Jochen	Prof.	ZAE Bayern	Am Hubland		Würzburg	fricke@zae.uni-wuerzburg.de
34	Friese	Karl-Rudolf		Kaefer-Isoliertechnik GmbH & Co. KG	Getreidestr. 3		Bremen	karl-rudolf.friese@kaefer.com
35	Gebauer	Horst		Architekturbüro Gebauer	Heideweg 22		Schwebheim	gebauer-horst@t-online.de
36	Gebelein	Bernd		Viessmann Kältetechnik AG	Schleizer Str. 100		Hof	bernd.gebelein@vkag.de
37	Geisler	Matthias		ZAE Bayern	Am Hubland		Würzburg	geisler@zae.uni-wuerzburg.de
38	Gerstberger	Marco			Heinrich-Zille-Str. 1B		Weißenberg	marco.gerstberger@hgerstberger.de
39	Gronwald	Werner		M.o.I.- New Applied Technologies	Luxemburger Allee 32		Frankfurt	w.gro@gmx.de
40	Güttler	Katrin		ZAE Bayern	Am Hubland		Würzburg	guettler@zae.uni-wuerzburg.de
41	Haindl	Sebastian-Josef		Zimmerei Sebastian Haindl	Grucking, Kreisstraße 2		Fraunberg	sebastian-j.haindl@zimmerei-haindl.de

**3. Fachtagung VIP-BAU
Evakuierte Dämmungen im Bauwesen
20. September 2007 in Würzburg**

Teilnehmerliste

Stand 06.09.2007

Lfd.Nr	Name	Vorname	Titel	Firma / Institut / Einrichtung	Strasse	Land	Ort	Email
42	Hake	Thomas		Hake und Partner	Kreisstr. 67		Selm	info@hakeundpartner.de
43	Heijnemans	Jan		Glaverbel Heerlen	Sourethweg 1	NL	PC Heerlen	Jacques.Mol@heerlen.glaverbel.com
44	Heil	Michael		ISOVAK Entwicklungs- GmbH & Co KG	Europaallee 6		Kaiserslautern	hei.m@t-online.de
45	Heinemann	Ulrich	Dr.	ZAE Bayern	Am Hubland		Würzburg	heinemann@zae.uni-wuerzburg.de
46	Heise	Jörg		the vac company GmbH	Industriestr. 54		Westerkapplen-Velpe	heise@thevaccompany.com
47	Helbig	Stefan	Dr.	MFPA an der Bauhaus-Universität	Codraystr. 9		Weimar	stefan.helbig@mfpa.de
48	Hemberger	Frank		ZAE Bayern	Am Hubland		Würzburg	hemberger@zae.uni-wuerzburg.de
49	Herrmann	Jasper	Prof.	Hochschule 21	Harburger Str. 6		Buxtehude	jasper-herrmann@t-online.de
50	Hiemeyer	Jochen		va-Q-tec AG	Karl-Ferdinand-BraunStr. 7		Würzburg	hiemeyer@va-q-tec.com
51	Hippeli	Sven		ZAE Bayern	Am Hubland		Würzburg	Hippeli@zae.uni-wuerzburg.de
52	Jelovcan	Pierre		ZZ Wancor	Althardstrasse 5	CH	Regensdorf	pierre.jelovcan@zzwancor.ch
53	Jirka	Oliver			Hubertusallee 19		Borgsdorf	info@jirka-nadansky.de
54	Kastner	Ronny		ZAE Bayern	Am Hubland		Würzburg	ronny.kastner@zae.uni-wuerzburg.de
55	Klein	Hans	Dr.	Sto AG	Ehrenbachstrasse 1		Stühlingen	h.klein@stoeu.com
56	Knoll	Steffen		Porextherm Dämmstoffe GmbH	Heisenkamper Str. 8		Kempten	steffen.knoll@porextherm.com
57	Koch	Wilhelm Christian		Architektur- & Ingenieurbüro f. energieeffizientes Bauen	Friedenstr. 41		Petersberg	wilh-chr.koch@passivhausarchitekt.de
58	Kratz	Markus		Forschungszentrum Jülich - PtJ	Postfach 1913		Jülich	m.kratz@fz-juelich.de
59	Kraus	Daniel		ZAE Bayern	Am Hubland		Würzburg	kraus@zae.uni-wuerzburg.de
60	Krauter	Michael		energie-tib GmbH	Hanweilerstrasse 22		Korb	mk-bautechnologie@energie-tib.de
61	Krogmann	Jörg		Elastogran GmbH	Elastogranstr. 60		Lemförde	joerg.krogmann@elastogran.de
62	Kubina	Libor	Dr.	Ceskomoravsky Cement, a. s.	nastupnicka spolenost	CZ	Beroun 660	libor.kubina@cmcem.cz
63	Lang	Johannes		FIZ Karlsruhe, Büro Bonn	Kaiserstr. 185-197		Bonn	info@fiz-karlsruhe.de
64	Leineweber	Ronny		Forschungsvereinigung Kalk-Sand e. V.	Entenfangweg 15		Hannover	ronny.leineweber@kalksandstein
65	Leiser	Thomas		IB Leiser	Herzogenstr. 2		Würzburg	info@ib-leiser.com
66	Lottmann	Martin J.		wedi GmbH	Kolpingstr. 52-54		Emsdetten	martin.lottmann@wedi.de
67	Luib	Markus		Linzmeier Bauelemente GmbH	Industriestr. 21		Riedlingen	makus.luib@linzmeier.de
68	Manara	Jochen	Dr.	ZAE Bayern	Am Hubland		Würzburg	manara@zae.uni-wuerzburg.de
69	Meier	Matthias		Schindler GmbH & Co. KG	Mauthstr. 15		Roding	ks@schindler-roding.de
70	Meier	Ulrich	Dr.	Saint-Gobain Isover G+H AG	Dr.-Albert-Reimann-Str. 20		Ladenburg	ulrich.meier@saint-gobain.com
71	Meyer	Urs		Schneider Systemtechnik AG	Im Hölderli 26	CH	Winterthur	urs.meyer@syag.ch
72	Missbach	Philipp		FH München	Lothstr. 34		München	missbac0@fhm.edu
73	Mol	Jacques		Glaverbel Heerlen	Sourethweg 1	NL	PC Heerlen	Jacques.Mol@heerlen.glaverbel.com
74	Möller	Ulrich	Dr.		Georg-Hofmann-Str. 20		Eckersdorf	info@bauberatung-moeller.de
75	Müller	Jochen		ecoba Energiesparhandel	Lavesstr. 8		Hildesheim	j.mueller@ecoba.de
76	Perl-Mai	Jutta		FIZ Karlsruhe, Büro Bonn	Kaiserstr. 185-197		Bonn	info@fiz-karlsruhe.de
77	Platzer	Werner	Dr.	Fraunhofer ISE	Heidenhofstr. 2		Freiburg	werner.platzer@ise.fraunhofer.de
78	Pool	Martin		Martin Pool Architekten	Adalbertstr. 23		München	mp@pool-architekten.de
79	Rasch	Folkmer		faktor 10 GmbH	Herta-Mansbacher-Str. 124		Darmstadt	faktor10@t-online.de
80	Rasche	Christopher		DEGEWO AG	Potsdamer Str. 60		Berlin	ilona_wilhelm@degewo.de
81	Reinhardt	Stefan		Porextherm Dämmstoffe GmbH	Heisinger Str. 8		Kempten	stefan.reinhardt@porextherm.com
82	Rimmele	Matthias		Georg Rimmele KG	Riedlinger Str. 49		Ehingen	monika.buck@rimmele.de

**3. Fachtagung VIP-BAU
Evakuerte Dämmungen im Bauwesen
20. September 2007 in Würzburg**

Teilnehmerliste

Stand 06.09.2007

Lfd.Nr	Name	Vorname	Titel	Firma / Institut / Einrichtung	Strasse	Land	Ort	Email
83	Rupprecht	Manfred		Polywert GmbH	Strassberger Str. 5		Bobingen	Manfred.Rupprecht@polywert.de
84	Schick	Manfred			Wolliner Str. 29		Berlin	manfred.schick@sonnige-aussichten.eu
85	Schild	Kai	Dr.	Ruhr-Universität Bochum	Universitätsstr. 150		Bochum	kai.schild@rub.de
86	Schmucker	Stefan		Schindler GmbH & Co. KG	Mauthstr. 15		Roding	ks@schindler-roding.de
87	Schnös	Hermann		Maler-, Putz-, Trockenbau Hermann Schnös	Im Kleingehäg 38		Knetzgau/Westheim	
88	Schwab	Hubert	Prof. Dr.	Fachhochschule Karlsruhe	Moltekestr. 30		Karlsruhe	hubert.schwab@hs-karlsruhe.de
89	Schwarz	Michael		C. Hasse & Sohn	Sternstr. 10		Uelzen	info@hasseundsohn.de
90	Seiler	Hans-Jörg		Hasit Trockenmörtel GmbH	Landshuter Str. 30		Freising	HansJoerg.Seiler@hasit.de
91	Simmler	Hans	Dr.	Empa - Materials Science & Technology	Überlandstr. 129	CH	Dübendorf	hans.simmler@empa.ch
92	Skottke	Tanja		Ruhr-Universität Bochum	Universitätsstr. 150		Bochum	tanja.skottke@rub.de
93	Sorge	Christoph		ecoba Energiesparhandel	Lavesstr. 8		Hildesheim	c.sorge@ecoba.de
94	Stark	Cornelia		ZAE Bayern	Am Hubland		Würzburg	stark@zae.uni-wuerzburg.de
95	Staub	Beat		Schneider Systemtechnik AG	Im Hölderli 26	CH	Winterthur	info@syag.ch
96	Stelzer	Jörg	Dr.	BSH Bosch & Siemens Hausgeräte GmbH	Robert Bosch Strasse		Giengen	joerg.stelzer@bshg.com
97	Stempfhuber	Dirk		Roto Frank Bauelemente GmbH	Wilhelm-Frank-Str. 38-40		Bad Mergentheim	Dirk.Stempfhuber@roto-frank.com
98	Sterneck	Dirk	Prof. Dr.	Fachverband Ziegelindustrie Südwest e. V.	Friedrich-Ebert-Str. 11		Neustadt	dirk.sterneck@ivn.de
99	Stölzel	Christoph		Variotec-Sandwichelemente GmbH & Co.KG	Weißarterstraße 3		Neumarkt i.d. Opf.	sekretariat@variotech.de
100	Stopp	Horst	Prof. Dr.	FH Lausitz	PF 13 02 33		Cottbus	hstopp@ve.fh-lausitz.de
101	Strauß	Helge		B&O WohnungsWirtschaft GmbH & Co.KG	Ridlerstr. 75		München	h.strauss@bo-wohnungswirtschaft.de
102	Stubner	Peter		Porextherm Dämmstoffe GmbH	Heisinger Str. 8		Kempen	peter.stubner@porextherm.com
103	Tryfonidou	Rodoula	Dr.	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie	Villemombler Str. 76		Bonn	rodoula.tryfonidou@bmwi.bund.de
104	Uennigmann	Anja		wedi GmbH	Kolpingstr. 52-54		Emsdetten	anja.uennigmann@wedi.de
105	Varga	Edit			Christine-Teusch-Str. 37. Nr.:B5		Winnenden	vargaedit@gmail.com
106	Völkner	Stefan		Rockwool International A/S	Hovedgaden 584	DK	Hedehusene	stefan.volkner@rockwool.com
107	Wagner	Moritz		Ingenieurbüro Sorge	Südwestpark 100		Nürnberg	wagner@ifbsorge.de
108	Wahner	Rolf			Schloßstr. 1		Bayreuth	rolf.wahner@web.de
109	Walberg	Dietmar		Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e. V.	Walkerdamm 17		Kiel	dwalberg@arge-sh.de
110	Weich	Nicklas			Uhlandstr. 14		Berlin	nicklas.weich@gmail.com
111	Weinläder	Helmut	Dr.	ZAE Bayern	Am Hubland		Würzburg	weinlaeder@zae.uni-wuerzburg.de
112	Weismann	Stephan		ZAE Bayern	Am Hubland		Würzburg	weismann@zae.uni-wuerzburg.de
113	Willems	Wolfgang	Prof. Dr.	Ruhr-Universität Bochum, Fakultät f. Bauingenieurwesen	Universitätsstr. 150		Bochum	Wolfgang.Willems@ruhr-uni-bochum.de
114	Wust	Hendrik	Dr.	Forschungszentrum Jülich - PtJ	Postfach 1913		Jülich	h.wust@fz-juelich.de
115	Zöller	Armin		Maxit Deutschland GmbH	Paul-Mathis-Str. 1		Meringingen	armin.zoeller@maxit.de
116	Zwerger	Markus		Sto AG	Ehrenbachstrasse 1		Stühlingen	m.zwerger@stoeu.com
117	Zymek	Michael		Hochschule Zittau, FB Bauwesen	Schliebenstr. 21		Zittau	mzymek@hs-zigr.de

Gefördert durch:

