



EnOB

Forschung für
Energieoptimiertes Bauen



ViBau



VIP-BAU.DE

Vakuum-Isolations-Paneele am Bau



ZAE BAYERN

Vakuumdämmung im Bauwesen

Block IV

Werkstoffe - Herstellung

angefertigt von der Wolfgang Sorge I f B GmbH / Nürnberg
im Auftrag des ZAE Bayern / Würzburg

Stand: Juli 2010

Gefördert durch das



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

© ZAE Bayern



EnOB

Forschung für
Energieoptimiertes Bauen



ViBau



VIP-BAU.DE

Vakuum-Isolations-Paneele am Bau

Nutzungsbedingungen

1) Urheberrechtshinweis:

Copyright ©

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

Am Hubland

97074 Würzburg

Alle Rechte vorbehalten.

Alle Urheberrechte der Webseite www.vip-bau.de und der vorliegenden Unterlagen für die Aus- und Weiterbildung liegen beim ZAE Bayern.

Diese Webseite, sowie die darauf eingestellten Dokumente dürfen kopiert, ausgedruckt und verteilt werden, vorausgesetzt:

- Sie werden nur zu Informationszwecken - insbesondere für die Aus- und Weiterbildung von Fachplanern, Architekten und Handwerkern - und nicht kommerziell verwendet, und
- jede Kopie - auch Auszüge - enthält den vorgenannten Urheberrechtshinweis.

2) Haftungshinweis:

Das ZAE Bayern haftet nicht für die Inhalte externer Links, dafür sind ausschließlich deren Betreiber verantwortlich.

Das ZAE Bayern ist bemüht, sein Webangebot stets aktuell und inhaltlich richtig sowie vollständig anzubieten. Dennoch ist das Auftreten von Fehlern nicht völlig auszuschließen und das ZAE Bayern übernimmt daher keine Haftung für die Aktualität, die inhaltliche Richtigkeit sowie für die Vollständigkeit der eingestellten Informationen und Dokumente.

Geschützte Marken, Namen, Bilder und Texte werden in der Regel nicht als solche kenntlich gemacht. Das Fehlen einer solchen Kennzeichnung bedeutet aber nicht, dass es sich um einen freien Namen, ein freies Bild oder einen freien Text handelt.

3) Hinweis auf Fördermittelgeber:

Der Aufbau und die Pflege der Informationsplattform www.vip-bau.de, wie auch die Ausarbeitung von Unterlagen für die Aus- und Weiterbildung werden und wurden vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen des Forschungsschwerpunkts EnOB - Forschung für Energieoptimiertes Bauen - mit dem Forschungsakzent ViBau gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichungen liegt bei den Autoren.



EnOB

Forschung für
Energieoptimiertes Bauen

ViBau



VIP-BAU.DE

Vakuum-Isolations-Paneele am Bau

Gliederung

- Herstellung des Hüllmaterials
- Herstellung des Kernmaterials
- Herstellung des VIP
- Qualität und Sicherheit

Herstellung von Kunststoffbarrierelaminaten

■ Anforderung an Kunststoffhochbarrierelaminat:

- heißsiegelbar,
- geringe Wärmeleitfähigkeit,
- Verarbeitbarkeit,
- Dehnbarkeit,
- gute Formbarkeit,
- Langzeitstabilität (Mikroriss- Anfälligkeit),
- Eignung für einen möglichst großen Temperaturbereich,
- Dichtheit (Gas- und Wasserdampfpermeation).

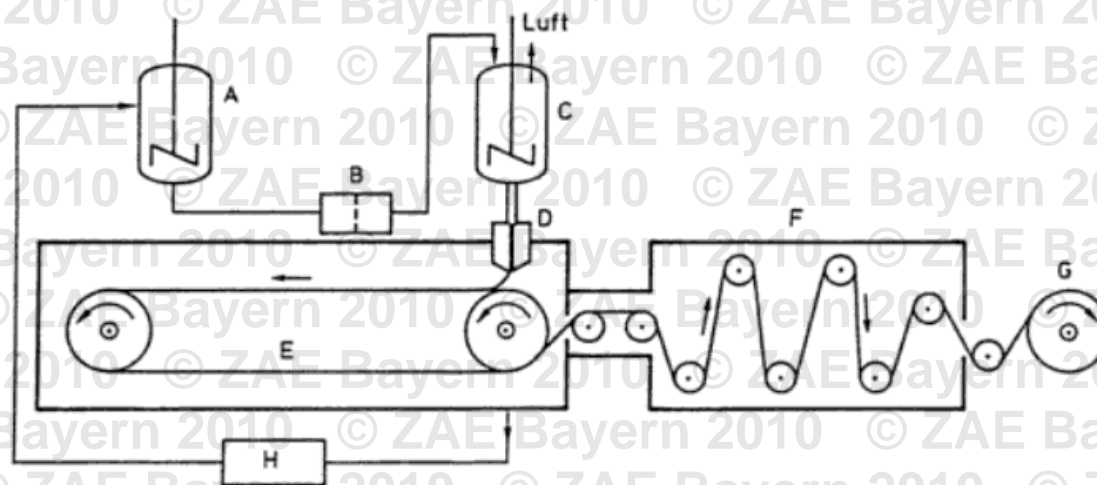


Herstellung des Hüllmaterials

Produktionsverfahren von Folien:

➤ Bandgießverfahren:

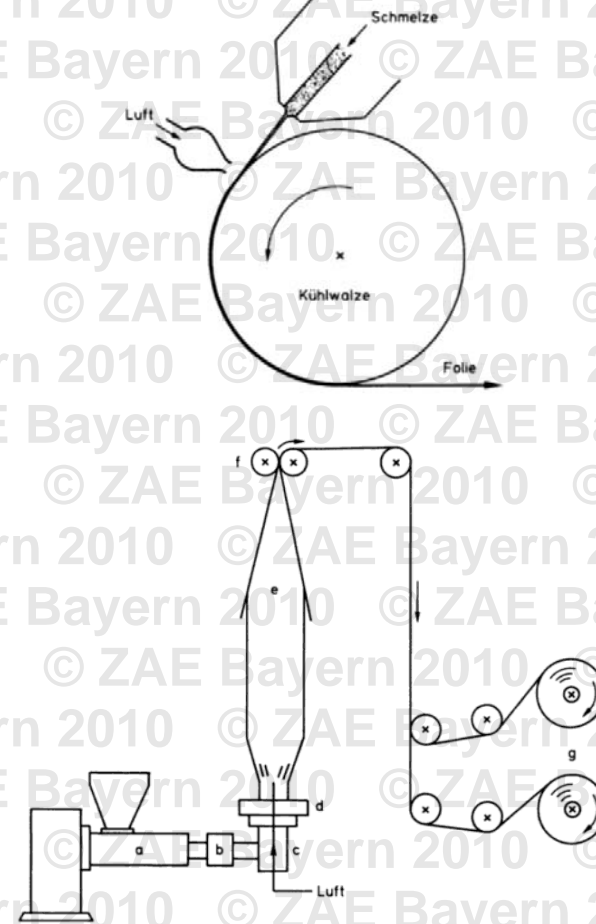
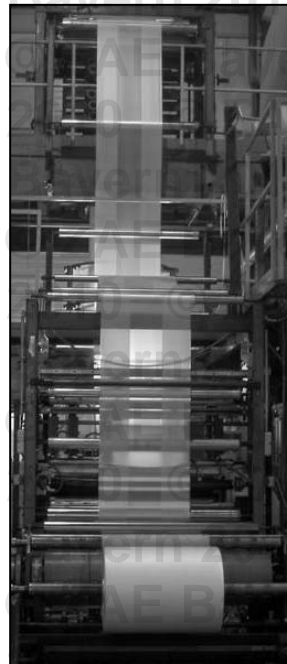
- A Vorratsbehälter
- B Filter
- C Entgasungsbehälter
- D Düse
- E endloses Metallband
- F Trockner
- G Aufwicklung
- H Rückgewinnung des Lösemittels



Quelle: J. Nentwig

Herstellung des Hüllmaterials

- Ein-Schicht-Folien:
 - Flach- bzw. Gießfolienextrusion,
 - Blasfolienextrusion.

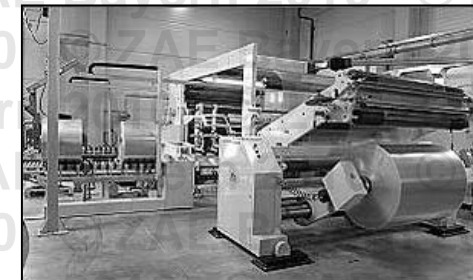
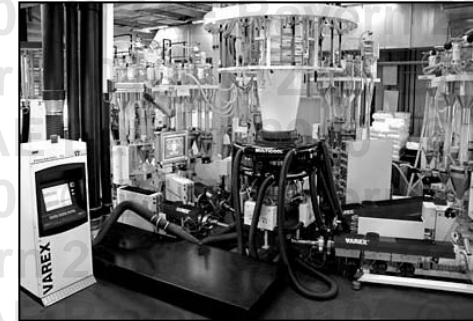


Quelle: J. Nentwig, SOKUFOL FOLIEN GmbH

Herstellung des Hüllmaterials

Herstellungsverfahren im Vergleich:

| Eigenschaft | Gießfolien- extrusion | Blasfolien- extrusion |
|----------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Flexibilität Schichtaufbau | + | - |
| Flexibilität Breite | o | + |
| Flexibilität Rohstoffe | + | o |
| Optische Folienqualität | + | o |
| Mechanische Folienqualität | o (+) | + |
| Folientoleranzen | + | + |
| Ausstoßleistung | ++ | + |
| Randbeschnitt | o | + |
| Rollenqualität | ++ | + |
| Standzeit | o | o |
| Reinigung | + | o |



Quelle: Windmüller, Hölscher



Herstellung des Hüllmaterials

■ Mehrschichtfolien bzw. Verbundfolien I:

➤ Folienkaschierung:

➤ Kleber-Kaschierung:

- Polyolefine als Heißsiegelschicht möglich,
- dicke Kleberschicht ergibt höhere Steifigkeit,
- transparente Verbunde sind relativ klarsichtig und homogen,
- rollneigungsarme Fertigung möglich,
- geruchsneutral;

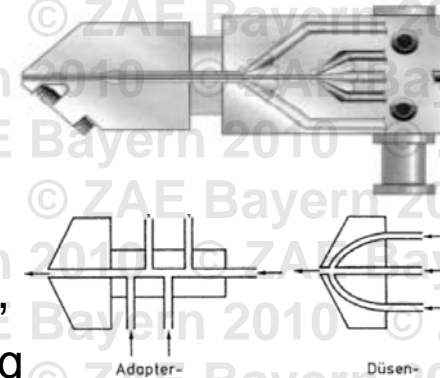
➤ Extruder-Kaschierung:

- Polyolefine als Heißsiegelschicht möglich,
- hitzempfindlichere Trägerfolien (OPP, PVC) sind weniger geeignet,
- die Heißsiegelschicht kann dünn (preiswert) sein,
- dünne Primerschicht (und PE-LD als Zwischenschicht) möglich,
- nicht rollneigungsfrei,
- produktionsbedingter, leichter PE-Geruch.

Herstellung des Hüllmaterials

■ Mehrschichtfolien bzw. Verbundfolien II:

- Extrusions-Beschichtung bzw. Coextrusions-Beschichtung,
 - PE-LD und Ionomere als Heißsiegelschicht möglich,
 - hitzeempfindlichere Trägerfolien (OPP, PVC) sind weniger geeignet,
 - wegen dünner Primerschicht sehr flexibel,
 - zur Schlupfverbesserung leichte Puderung oder Mattierung der PE-Oberfläche empfehlenswert,
 - transparente Verbunde weniger homogen und klarsichtig,
 - produktionsbedingter, leichter PE-Geruch;
- Beschichtung aus der Lösung oder Dispersion (z. B. HS-Lack, Hotmelt, PVDC, Kaltsiegellack).



Herstellung des Hüllmaterials

■ Produktionsanlagen - Verbundfolien:

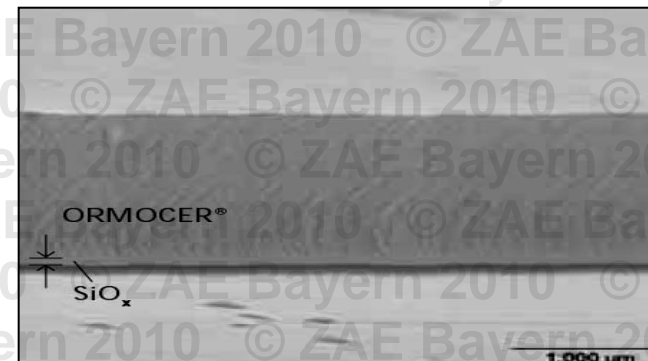


Quelle: IVV Fraunhofer

Herstellung des Hüllmaterials

■ Kunststoffhochbarrierelaminat:

- spezielle mehrlagige Lamine,
- drei bis vier jeweils ca. 10 bis 20 Nanometer dünne Metallisierungen,
- in Kombination mit nanostrukturierter pyrogener Kieselsäure (geringste Anforderung an den zulässigen Restgasdruck);



Quelle: IVV Fraunhofer, Simmler H., Brunner S.

Herstellung des Hüllmaterials

■ Kunststoffhochbarrierelaminat - Schichtaufbau:

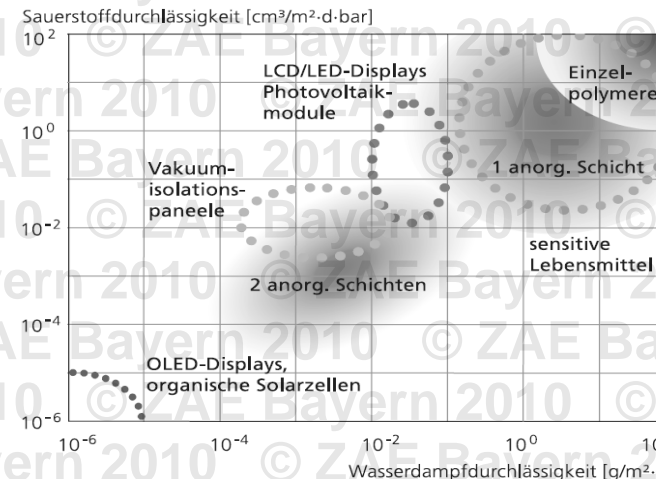
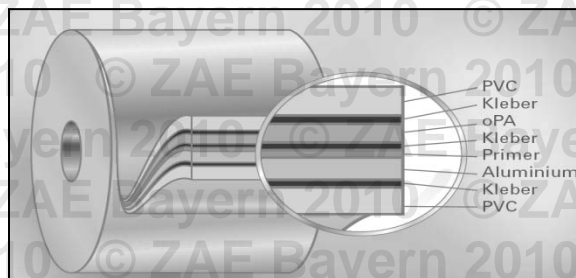
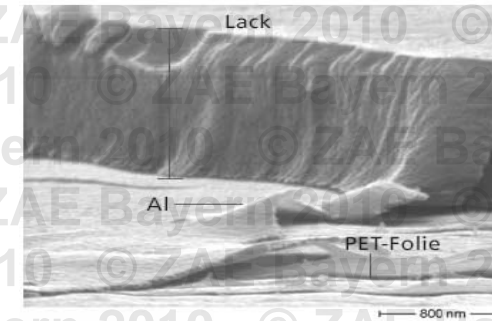


| Schicht | Material | Funktion | Dicke [µm] |
|---------|----------|---------------------------------------|------------|
| 1 | PET | Schutzschicht, Trägerschicht für 2 | 12 |
| 2 | Al | Barrierschicht | 0,03 |
| 3 | PUR | Klebstoff | 2 |
| 4 | Al | Barrierschicht | 0,03 |
| 5 | PP | Trägerschicht für 4 | 18 |
| 6 | PUR | Klebstoff | 2 |
| 7 | Al | Barrierschicht | 0,03 |
| 8 | PET | Trägerschicht für 7 | 12 |
| 9 | PUR | Klebstoff | 2 |
| 10 | PE-LD | Siegelschicht | 60 |

Herstellung des Hüllmaterials

■ Kunststoffkaschierte Aluminiumfolien:

- Schichtdicke des Aluminiums zwischen 6 und 12 μm ,
- Einsatz anderer, gröber strukturierter Kernmaterialien möglich,
- gute Wärmeleitfähigkeit des Aluminiums führt zu größerem Wärmebrückeneffekt im Randbereich der VIP.

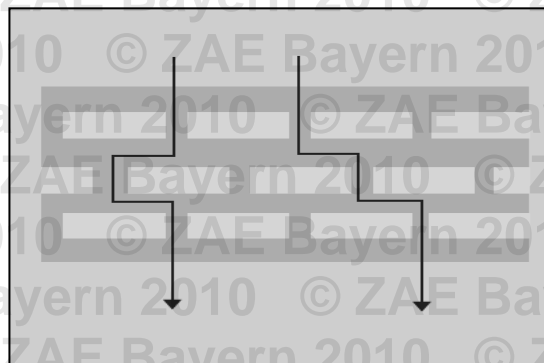


Quelle: Alcan Packaging Singen GmbH, IVV Fraunhofer

Herstellung des Hüllmaterials

■ Hüllmaterialien für VIP - Forschung:

- Verlängerung der Permeationswege durch gefülltes Polymer mit nanohaltigen Partikeln,
- durch Kombination mehrerer anorganischer Aufdampfschichten und nanohybriden Polymerschichten können Ultrabarriereereigenschaften erreicht werden.



| |
|--|
| Substratfolie |
| Barrierschicht (Alufolie, Al-, SiO _x -, Al ₂ O ₃ -Bedampfung) |
| Hybridpolymer-Schichten |
| Barrierschicht (Alufolie, Al-, SiO _x -, Al ₂ O ₃ -Bedampfung) |
| Hybridpolymer-Schichten |
| Klebstoff |
| Barrierschicht |
| Substratfolie |



EnOB

Forschung für
Energieoptimiertes Bauen

ViBau



VIP-BAU.DE

Vakuum-Isolations-Paneele am Bau

Herstellung des Hüllmaterials

■ geeignete Hüllmaterialien für VIP:

- Aluminiumverbundfolien,
- metallbedampfte Folien,
- Folien mit SiO_x -Beschichtung,
- Hüllen aus Glas oder Metall.

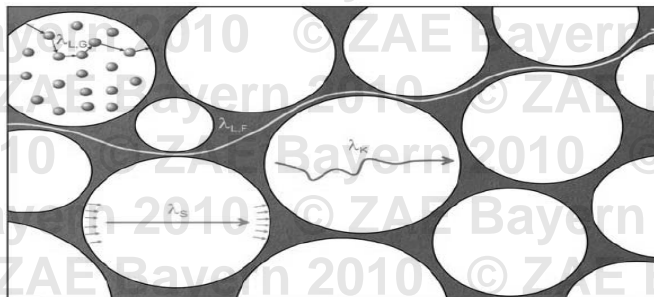
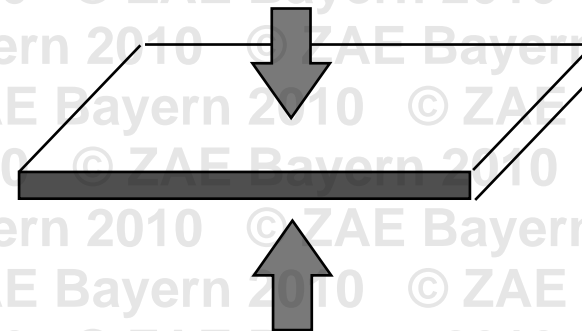


Quelle: lambdasave GmbH, Porextherm Dämmstoffe GmbH

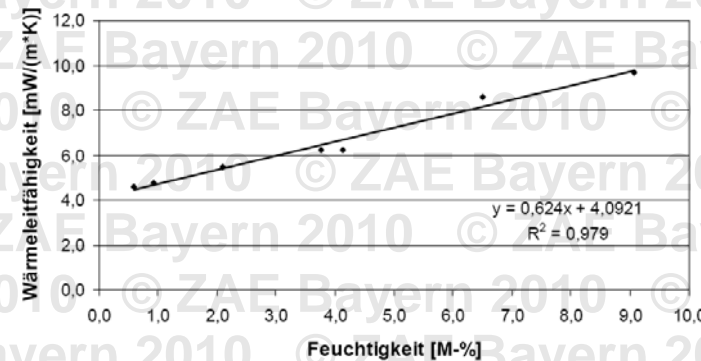
Herstellung des Kernmaterials

■ Anforderung an das Kernmaterial:

- evakuierbar,
- druckbelastbar,
- sauber,
- Bindung der Restfeuchte,
- geringe Wärmeleitung.



Quelle: Schild, K



Quelle: Porextherm Dämmstoffe GmbH (dargestellt: pyrogene Kieselsäure)



EnOB

Forschung für
Energieoptimiertes Bauen

ViBau



VIP-BAU.DE

Vakuum-Isolations-Paneele am Bau

Herstellung des Kernmaterials

■ mögliche Kernmaterialien:

➤ Glas- oder Mineralfasern,

➤ Pulver:

➤ Aerogele,

➤ Perlite,

➤ Fällungskieselsäure,

➤ pyrogene Kieselsäure;

➤ offenporige Schäume:

➤ Polystyrol,

➤ Polyurethan.

■ in den meisten Fällen Verwendung von pyrogener Kieselsäure als Kernmaterial.



Evakuiertes Kern aus
nanoporösem SiO_2
(Kieselsäure)



EnOB

Forschung für
Energieoptimiertes Bauen

ViBau



VIP-BAU.DE

Vakuum-Isolations-Paneele am Bau

Herstellung des Kernmaterials

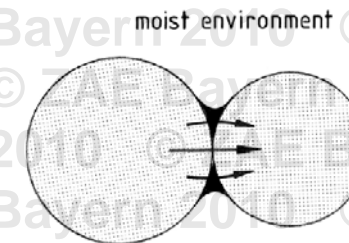
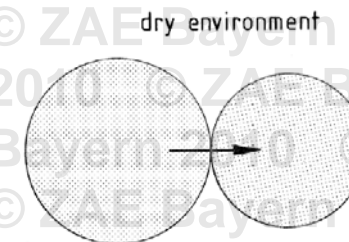
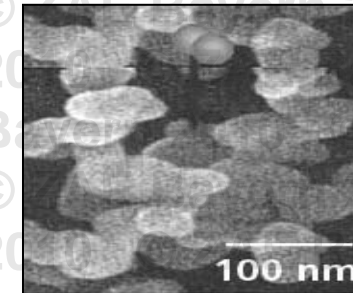
■ pyrogene Kieselsäure I

➤ Besonderheiten:

- sehr geringe Porengröße,
- offenzellige Struktur;

➤ Vorteile:

- sehr kleine Porendurchmesser,
- Stützkörper selbst sorbiert größere Mengen eindringenden Wasserdampfs (mehrere Masseprozent), bei anderen Kernmaterialien sind Trockenmittel erforderlich,
- offenzellige Struktur garantiert eine rasche Evakuierung.



Herstellung des Kernmaterials

■ pyrogene Kieselsäure II

➤ Kern nicht zu 100 % aus pyrogener Kieselsäure:

- Siliziumdioxid (SiO_2) 80 %,
- Siliziumkarbid (SiC) 15 % (IR-Trübungsmittel),
- andere (Faserfilamente: Struktur bildende und Stabilität gebende Elemente) 5 %;

➤ Konsistenz ist ascheartig:

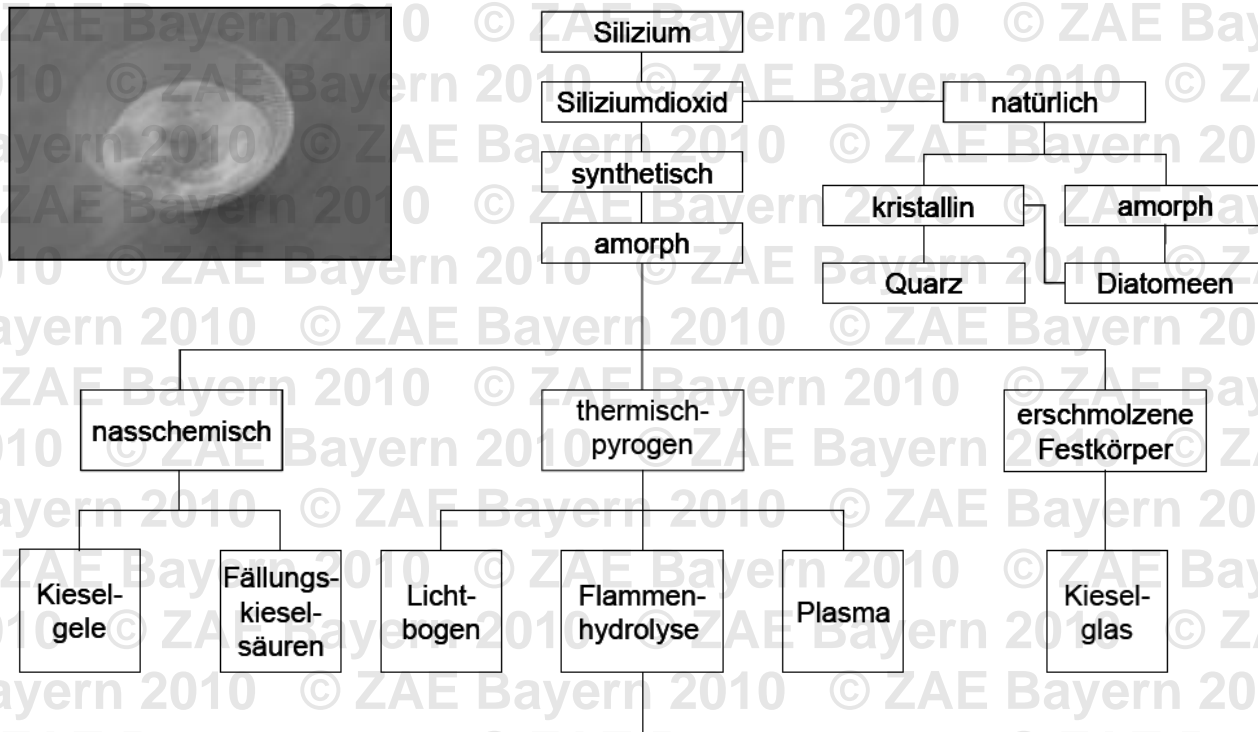
- toxikologisch unbedenklich,
- emissionsfrei,
- gut rezyklierbar,
- nicht brennbar.



Herstellung des Kernmaterials

- pyrogene Kieselsäure III

➤ in der Natur ist Silizium nie in reiner Form zu finden.

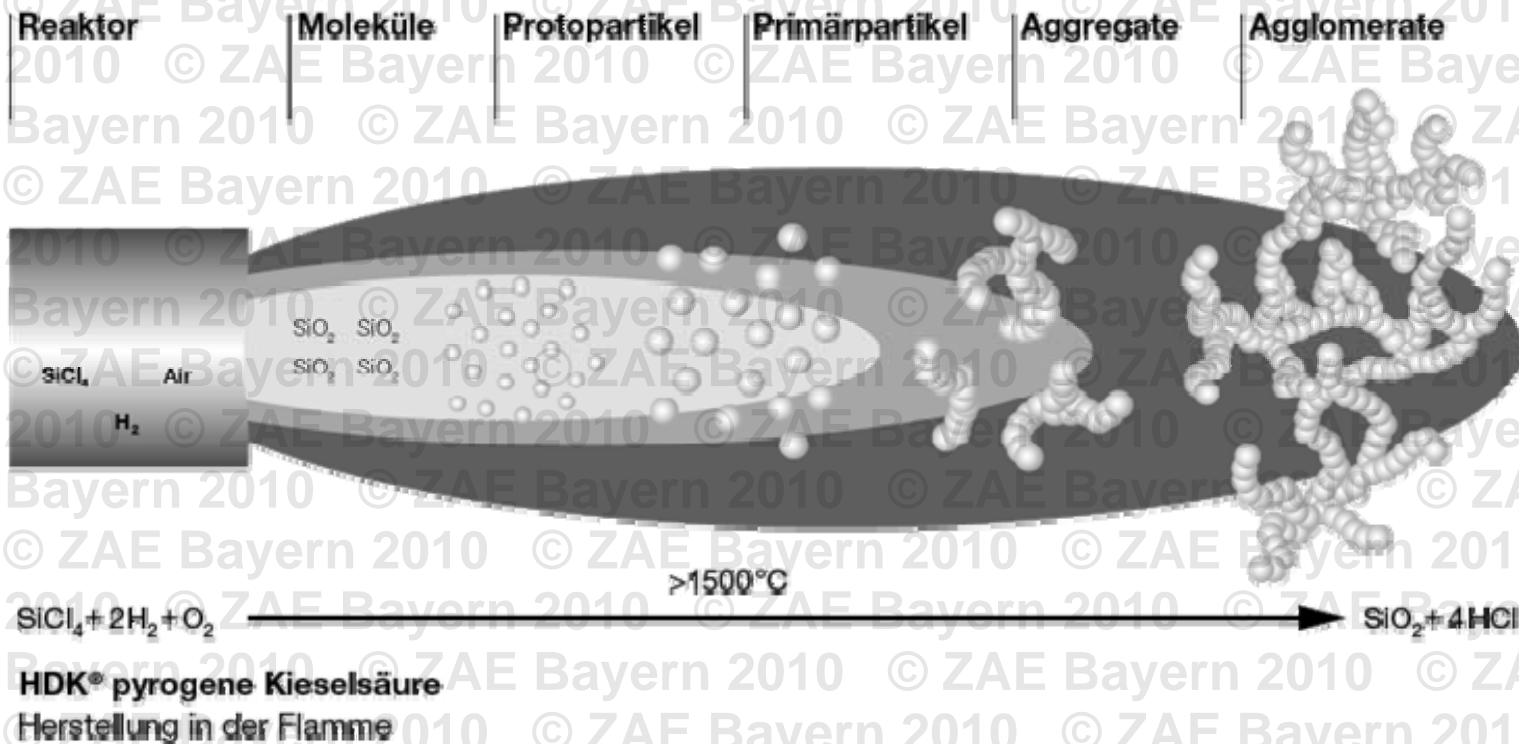


Pyrogene Kieselsäure

Quelle: Porextherm Dämmstoffe GmbH

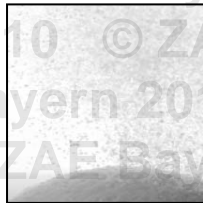
Herstellung des Kernmaterials

- Flammenhydrolyse:
 - Nebenprodukt aus der Wafer-Silizium-Produktion.



Herstellung des Kernmaterials

Kieselsäure



IR-Trübungsmittel



Faser-Filamente



Mischen

Pressen



Pulver zu Platte gepresst:
Dichte 160 - 220 kg/m³

Verfahren I

Verfahren II

Quelle: Porextherm Dämmstoffe GmbH,
Boge Industrieprecision GmbH,
conYcap GmbH

Herstellung des VIP

Verfahren I

Einfüllen in Presswerkzeug
Pressen einer Grundplatte



Konfektionieren



Einschrumpfen in PE



Trocknen im Durchlaufofen



PP-Vlies als Partikelschutz



Verpacken in Barrierefolie
und Evakuierung

Pressen



Verfahren II

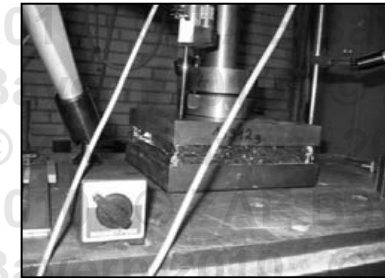
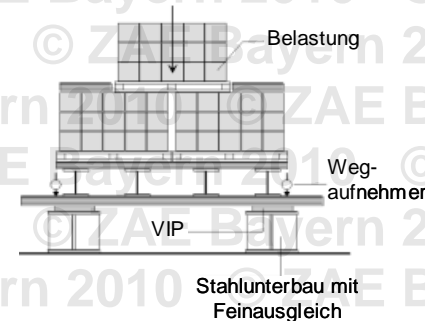
Einfüllen in Bags
Pressen auf Endmaß in
Endmaßwerkzeug



Qualität und Sicherheit

■ Qualitätssicherung

➤ Belastungsprüfung
durch Druckbelastung,

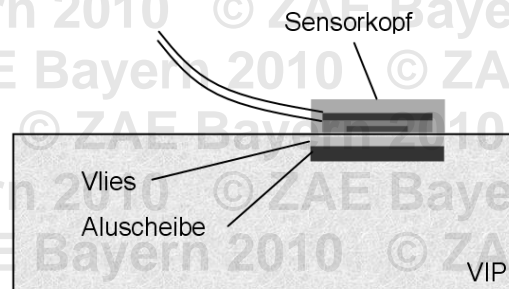


➤ Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit,



➤ Bestimmung des Innendrucks

- Laser-Distanzmessung,
- Messfühler oder -köpfe.





EnOB

Forschung für
Energieoptimiertes Bauen



ViBau



VIP-BAU.DE

Vakuum-Isolations-Paneele am Bau

Vakuumdämmung im Bauwesen

Werkstoffe - Herstellung

Fragen?