



(11) **EP 2 620 567 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**31.07.2013 Patentblatt 2013/31**

(51) Int Cl.:  
**E04B 1/76 (2006.01) E04B 1/94 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **13152566.9**

(22) Anmeldetag: **24.01.2013**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**

- **Bombös, Lothar**  
**78247 Hilzingen (DE)**
- **Stotmeister, Gerd**  
**78476 Allensbach (DE)**
- **Weier, Andreas**  
**78647 Trossingen (DE)**

(30) Priorität: **30.01.2012 DE 102012001613**

(74) Vertreter: **Gottschalk, Matthias**  
**Maiwald Patentanwalts-gesellschaft (Schweiz)**  
**mbH**  
**Splügenstrasse 8**  
**8002 Zürich (CH)**

(71) Anmelder: **STO AG**  
**79780 Stühlingen (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Hitzler, Martin**  
**78244 Gottmadingen (DE)**

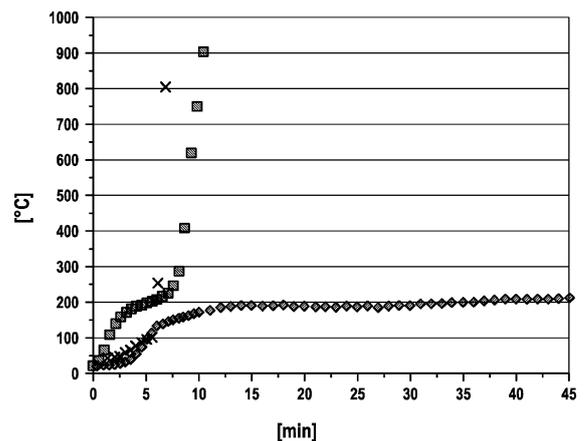
(54) **Wärmedämmverbundsystem mit einer Brandbarriere, Wärmedämmelement sowie Verwendung des Wärmedämmelementes als Brandbarriere**

(57) Die Erfindung betrifft ein Wärmedämmverbundsystem mit einer auf einer Außenseite einer Gebäudeaußenwand angebrachten ein- oder mehrlagigen Wärmedämmschicht und einer hierauf aufgebracht ein- oder mehrlagigen Putzschicht, wobei die Wärmedämmschicht wenigstens eine Wärmedämmplatte aus einem Hartschaum, insbesondere aus einem Polystyrol-Hartschaum, sowie wenigstens ein platten- oder profilförmiges Wärmedämmelement zur Ausbildung einer Brandbarriere umfasst.

Erfindungsgemäß umfasst das die Brandbarriere ausbildende, platten- oder profilförmige Wärmedämmelement einen Wärmedämmstoff, welcher Aerogel-Partikel und wenigstens ein wasserbasiertes organisches und/oder anorganisches Bindemittel enthält und eine Wärmeleitfähigkeit  $\leq 0,028 \text{ W/(mK)}$ , vorzugsweise  $\leq 0,025 \text{ W/(mK)}$ , weiterhin vorzugsweise  $\leq 0,022 \text{ W/(mK)}$ , besitzt.

Ferner betrifft die Erfindung ein als Brandbarriere in einem Wärmedämmverbundsystem einsetzbares, platten- oder profilförmiges Wärmedämmelement sowie die Verwendung eines solchen platten- oder profilförmigen Wärmedämmelementes als Brandbarriere.

Fig.



**EP 2 620 567 A2**

**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Wärmedämmverbundsystem mit einer Brandbarriere sowie den weiteren Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1. Ferner betrifft die Erfindung ein als Brandbarriere in einem Wärmedämmverbundsystem einsetzbares Wärmedämmelement sowie die Verwendung eines solchen Wärmedämmelementes als Brandbarriere.

## Stand der Technik

**[0002]** Wärmedämmverbundsysteme der vorstehend genannten Art umfassen eine ein- oder mehrlagig aus mehreren Wärmedämmplatten gebildete Wärmedämmschicht, wobei häufig Wärmedämmplatten Verwendung finden, die aus einem Hartschaum, insbesondere aus einem Polystyrol-Hartschaum, bestehen oder einen solchen Wärmedämmstoff zumindest umfassen. Denn entsprechende Wärmedämmstoffe weisen gute Wärmedämmeigenschaften auf und sind relativ günstig. Als nachteilig erweist sich jedoch das Brandverhalten derartiger Wärmedämmstoffe, welche gemäß DIN 4102-1 regelmäßig der Baustoffklasse B (brennbare Baustoffe) zuzuordnen sind. Sofern Polystyrol-Hartschaumplatten flammgeschützt sind, werden sie der Baustoffklasse B1 (schwer entflammbar) zugeordnet. Die an der Außenseite einer Gebäudeaußenwand angebrachte Wärmedämmschicht kann demnach zu einer Erhöhung der Brandlast führen. Befindet sich der Brandherd beispielsweise in einem geschlossenen Raum, zerbersten zunächst die Fenster, woraufhin die Flammen nach außen schlagen. Den Flammen hält das Wärmedämmverbundsystem jedoch nur einen begrenzten Zeitraum stand, so dass das Feuer schließlich auf die Fassade übergreift. Um einen derartigen Übergreif zu verhindern oder zumindest zu verzögern, werden oberhalb einer Öffnung einer Gebäudeaußenwand regelmäßig Brandriegel eingesetzt. Die Brandriegel können oberhalb jeder Öffnung oder geschossweise als umlaufendes Band angeordnet sein.

**[0003]** Aus der Gebrauchsmusterschrift DE 84 26 763 U1 ist beispielsweise ein Fassaden-Vollwärmeschutz-Verbundsystem bekannt, das eine als Brandbarriere wirksame, Dämmplatte aus Polystyrol-Hartschaum umfasst. Die Dämmplatte aus Polystyrol-Hartschaum weist hierzu einen in voller Dicke der Dämmplatte ausgebildeten, eingelassenen oder angesetzten Streifen aus einem in der Hitze nicht schmelzenden, vorzugsweise nicht brennbaren oder schwer entflammbaren Dämmstoff auf. Bei diesem Dämmstoff kann es sich beispielsweise um einen Mineralfaser- oder Glasfaser-Dämmstoff handeln. Wird anschließend eine ein- oder mehrlagige Putzschicht appliziert, kann die Verwendung derartiger Dämmstoffe innerhalb einer aus Polystyrol-Hartschaum bestehenden Dämmschicht zu unerwünschten farblichen Abweichungen bzw. Abzeichnungen auf der Fassade führen.

**[0004]** Zur Vermeidung derartiger Abzeichnungen wird in der DE 196 43618 C5 ein Wärmedämmverbundsystem mit Kunststoffdämmplatten aus Hartschaum, insbesondere Polystyrol-Hartschaum, vorgeschlagen, welches ein mit einem Flammschutzmittel versehenes und zwischen benachbarten Dämmplatten angeordnetes Gewebe zur Ausbildung einer Trennschicht umfasst. Im Brandfall bewirkt die Hitze ein Aufschäumen und Aushärten des Flammschutzmittels, so dass eine Stabilisierung der Trennschicht erfolgt. Der Einsatz eines mit dem Flammschutzmittel beschichteten und/oder getränkten Gewebes hilft unerwünschte Verfärbungen bzw. Abzeichnungen zu vermeiden.

**[0005]** Um durch Inhomogenität der Dämmschicht bedingte Verfärbungen und Risse in der Putzschicht eines Wärmedämmverbundsystems zu vermeiden, wird ferner in der

**[0006]** Gebrauchsmusterschrift DE 20 207 007 225 U1 ein Bauelement für ein Wärmedämmverbundsystem vorgeschlagen, das zwei Dämmelemente und eine zwischenliegende, sich im Wesentlichen über die gesamte Querschnittsfläche des Bauelementes erstreckende Brandschutzschicht umfasst. Die Brandschutzschicht besteht vorzugsweise aus Mineralwolle, Glasgewebe, Nadelfilz, einem beschichteten Glasnetz und/oder Mörtel.

**[0007]** Ausgehend von dem vorstehend genannten Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein vereinfachtes Wärmedämmverbundsystem mit einer Brandbarriere anzugeben. Als Brandbarriere soll insbesondere ein flexibel einsetzbares und möglichst einfach aufgebautes Wärmedämmelement Einsatz finden. Insbesondere soll das Wärmedämmelement die Ausbildung einer Brandbarriere in einem Sturz- und/oder Laibungsbereich einer Öffnung in einer Gebäudeaußenwand ermöglichen.

**[0008]** Zur Lösung der Aufgabe werden ein Wärmedämmverbundsystem mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie ein als Brandbarriere einsetzbares Wärmedämmelement mit den Merkmalen des Anspruchs 5 vorgeschlagen. Vorteilhaftige Weiterbildungen der Erfindung sind den jeweiligen Unteransprüchen zu entnehmen.

## Offenbarung der Erfindung

**[0009]** Das vorgeschlagene Wärmedämmverbundsystem weist eine auf einer Außenseite einer Gebäudeaußenwand angebrachte ein- oder mehrlagige Wärmedämmschicht und eine hierauf aufgebrachte ein- oder mehrlagige Putzschicht auf, wobei die Wärmedämmschicht wenigstens eine Wärmedämmplatte aus einem Hartschaum, insbesondere aus einem Polystyrol-Hartschaum, sowie wenigstens ein platten- oder profillförmiges Wärmedämmelement zur Ausbildung einer Brandbarriere umfasst. Erfindungsgemäß wird ferner vorgeschlagen, dass das die Brandbarriere ausbildende,

platten- oder profilmförmige Wärmedämmelement einen Wärmedämmstoff umfasst, welcher Aerogel-Partikel und wenigstens ein wasserbasiertes organisches und/oder anorganisches Bindemittel enthält und eine Wärmeleitfähigkeit  $\leq 0,028$  W/(mK), vorzugsweise  $\leq 0,025$  W/(mK), weiterhin vorzugsweise  $\leq 0,022$  W/(mK), besitzt.

**[0010]** Aerogel-basierte Wärmedämmstoffe weisen eine sehr geringe Wärmeleitfähigkeit und damit hervorragende Wärmedämmeigenschaften auf. Dies hat zur Folge, dass bei gleichzeitiger Erfüllung der hinsichtlich des Wärmeschutzes gestellten Anforderungen die Dämmstoffdicken deutlich reduziert werden können. Die Zugabe wenigstens eines wasserbasierten organischen und/oder anorganischen Bindemittels bewirkt einen stabilen Verbund der Aerogel-Partikel untereinander, so dass ferner die mechanischen Eigenschaften und damit die Baustellentauglichkeit des den Wärmedämmstoff enthaltenden Wärmedämmelementes verbessert werden. Ein aus einem solchen Wärmedämmstoff hergestelltes Wärmedämmelement kann als dünne Platte ausgebildet sein, welche insbesondere zur Wärmedämmung einer Sturz- oder Laibungsfläche einer Öffnung in der Gebäudeaußenwand geeignet ist. Denn in der Regel können im Sturz- oder Laibungsbereich einer Öffnung, beispielsweise einem Fenster oder einer Tür, keine großen Dämmstoffdicken ausgeführt werden. Hier wirken sich die hervorragenden Wärmedämmeigenschaften des Wärmedämmstoffes bzw. des hieraus hergestellten Wärmedämmelementes als besonders vorteilhaft aus.

**[0011]** Zugleich erfüllt das angegebene Wärmedämmelement des erfindungsgemäßen Wärmedämmverbundsystems die Funktion einer Brandbarriere, welche im Brandfall eine Brandausweitung auf eine angrenzende Wärmedämmschicht aus einem nach DIN 4102-1 brennbaren Wärmedämmstoff zu verhindern oder zumindest deutlich zu verzögern vermag. Dabei werden Aerogele allein ebenfalls als brennbar eingestuft, wobei die Einstufung in die Baustoffklasse B1 (schwer entflammbar) erfolgt. Das im Wärmedämmelement enthaltene Bindemittel, insbesondere im Fall eines wasserbasierten organischen Bindemittels, kann der Baustoffklasse B2 (normal entflammbar) zuzuordnen sein, so dass das Wärmedämmelement ggf. nur die Baustoffklasse B2 erreicht. Überraschenderweise wird dennoch eine die Brandausbreitung verhindernde oder zumindest deutlich verzögernde Wirkung erreicht, welche die Anordnung eines separaten, aus einem nicht brennbaren Baustoff bestehenden Brandriegels - sofern nicht bauaufsichtlich verlangt - entbehrlich macht. In Ergänzung zu einem bauaufsichtlich geforderten Brandriegel wird durch die Doppelfunktion des angegebenen Wärmedämmelementes der Brandschutz deutlich verbessert, so dass auch hier der Einsatz eines erfindungsgemäßen Wärmedämmverbundsystems zur Wärmedämmung einer Gebäudeaußenwand Vorteile hat.

**[0012]** Die Wirkung des Wärmedämmelementes als Brandbarriere konnte im Rahmen von Versuchen der Anmelderin - welche nachfolgend anhand konkreter Beispiele noch beschrieben werden - nachgewiesen werden. Sie ist auf die geringe Wärmeleitfähigkeit des Wärmedämmstoffes des Wärmedämmelementes zurückzuführen, welche vorliegend  $\leq 0,028$  W/(mK), vorzugsweise  $\leq 0,025$  W/(mK), weiterhin vorzugsweise  $\leq 0,022$  W/(mK), beträgt.

**[0013]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Wärmedämmverbundsystems ist das die Brandbarriere ausbildende, platten- oder profilmförmige Wärmedämmelement im Bereich einer Öffnung der Gebäudeaußenwand, insbesondere oberhalb und/oder seitlich der Öffnung angeordnet. Denn in der Regel entstehen Brände in geschlossenen Räumen und werden über Öffnungen in der Gebäudeaußenwand, insbesondere Fenster und Türen, auf die Fassade übertragen. Durch die vorgeschlagene Anordnung des platten- oder profilmförmigen Wärmedämmelementes kann ein solcher Brandüberschlag wirksam verhindert oder zumindest deutlich verzögert werden.

**[0014]** Besonders bevorzugt ist das die Brandbarriere ausbildende, platten- oder profilmförmige Wärmedämmelement auf einer im Wesentlichen senkrecht zur Außenseite der Gebäudeaußenwand verlaufenden Fläche, insbesondere einer Sturz- oder Laibungsfläche, angeordnet. In dieser besonders bevorzugten Anordnung kommt insbesondere die reduzierte Dämmstoffdicke des Wärmedämmstoffes des platten- oder profilmförmigen Wärmedämmelementes zum Tragen. Denn in der Regel steht bei einer Fenster- oder Türöffnung nur die sichtbare Tiefe des Blendrahmens der eingebauten Fenster- oder Türanlage zur Realisierung einer Wärmedämmschicht zur Verfügung. In dieser Anordnung weist daher das platten- oder profilmförmige Wärmedämmelement eines erfindungsgemäßen Wärmedämmverbundsystems bevorzugt eine Dicke von 10 bis 30 mm auf, welche ausreicht, um eine Brandbarriere auszubilden. Sofern das Wärmedämmelement profilmförmig ausgebildet ist, kann es beispielsweise L-förmig ausgebildet sein und die Laibung oder den Sturz umgreifen.

**[0015]** Des Weiteren bevorzugt besitzt das die Brandbarriere ausbildende, platten- oder profilmförmige Wärmedämmelement eines erfindungsgemäßen Wärmedämmverbundsystems eine bündig mit der Außenseite der ein- oder mehrlagigen Wärmedämmschicht abschließende Ober- oder Seitenfläche. Dies gilt sowohl bei einer Anordnung des Wärmedämmelementes auf der Außenseite der Gebäudeaußenwand, insbesondere oberhalb oder seitlich einer Öffnung, als auch bei Anordnung auf einer Sturz- oder Laibungsfläche. Die bündig mit der Wärmedämmschicht abschließende Ober- oder Seitenfläche des Wärmedämmelementes dient der Aufnahme der ein- oder mehrlagigen Putzschicht, so dass diese unterbrechungsfrei und zudem in gleichmäßiger Stärke ausgebildet werden kann. Die Putzschicht kann zudem unterbrechungsfrei und in gleichmäßiger Stärke um die Laibung oder den Sturz herum bis an die Fenster- oder Türanlage geführt werden.

**[0016]** Die bündig mit der Wärmedämmschicht abschließende Ober- oder Seitenfläche des Wärmedämmelementes gewährleistet ferner, dass der Raum zwischen der Außenseite der Gebäudeaußenwand und der ein- oder mehrlagigen Putzschicht von dem Wärmedämmelement vollständig ausgefüllt wird. Es verbleibt demnach kein Hohlraum, welcher

eine Brandausweitung begünstigen könnte. Auf diese Weise wird ferner verhindert, dass bereits geschmolzenes Wärmedämmmaterial oberhalb eines Brandriegels abtropft und die heiße Schmelze darunter liegendes Material entzündet oder zumindest beschädigt. Die abtropfende Schmelze könnte zudem Personen verletzen. Somit wird ein besonders effektiver Schutz durch die Brandbarriere erreicht.

5 **[0017]** Das ferner zur Lösung der eingangs genannten Aufgabe vorgeschlagene, platten- oder profilförmige Wärmedämmelement ist als Brandbarriere in einem erfindungsgemäßen Wärmedämmverbundsystem einsetzbar und umfasst einen Wärmedämmstoff, welcher Aerogel-Partikel und wenigstens ein wasserbasiertes organisches und/oder anorganisches Bindemittel enthält und eine Wärmeleitfähigkeit  $\leq 0,028$  W/(mK), vorzugsweise  $\leq 0,025$  W/(mK), weiterhin vorzugsweise  $\leq 0,022$  W/(mK), besitzt. Die geringe Wärmeleitfähigkeit ist auf die enthaltenen Aerogel-Partikel zurückzuführen. Gegenüber bekannten Wärmedämmstoffen, welche Aerogel-Partikel enthalten, weist der vorliegende Wärmedämmstoff eines erfindungsgemäßen Wärmedämmelementes aufgrund des ferner enthaltenen Bindemittels zudem gute mechanische Eigenschaften, insbesondere eine ausreichende Stabilität, auf, so dass auch geringe Dämmstoffdicken realisiert werden können. Die geringe Wärmeleitfähigkeit des Wärmedämmstoffes ist ein Grund, dass das Wärmedämmelement zugleich die Funktion einer Brandbarriere erfüllt. Denn durch das platten- oder profilförmige Wärmedämmelement wird die angrenzende Wärmedämmschicht des Wärmedämmverbundsystems im Wesentlichen vor der beim Brand entstehenden Hitze geschützt. Auf diese Weise wird insbesondere ein Schmelzen der angrenzenden Wärmedämmschicht verhindert. Demnach könnte das platten- oder profilförmige Wärmedämmelement auch als Hitzeschutzelement bezeichnet werden.

20 **[0018]** Da der im Wärmedämmstoff enthaltene Bindemittelanteil grundsätzlich zu einer Verschlechterung der Wärmedämmeigenschaften führt, wird des Weiteren vorgeschlagen, dass der im Wärmedämmstoff enthaltene Bindemittelanteil weniger als 5 Vol.-%, vorzugsweise weniger als 3 Vol.-%, weiterhin vorzugsweise weniger als 2 Vol.-% bezogen auf das Gesamtvolumen des Wärmedämmstoffes beträgt. Der Bindemittelanteil trägt somit kaum zur Erhöhung der Wärmeleitfähigkeit bei. Zugleich ist ein stabiler Verbund der Aerogel-Partikel untereinander gewährleistet, wenn der Bindemittelanteil nicht weniger als 0,5 Vol.-% bezogen auf das Gesamtvolumen des Wärmedämmstoffes beträgt.

25 **[0019]** Ein höherer Bindemittelanteil wirkt sich nicht nur ungünstig auf die Wärmedämmeigenschaften des platten- oder profilförmigen Wärmedämmelementes aus. Er weist weiterhin den Nachteil auf, dass die Gefahr besteht, dass sich das Bindemittel im Brandfall unter der Hitzeeinwirkung zersetzt und verglüht bzw. verdampft. Das dabei entstehende Zersetzungsgas hat eine hohe Sprengkraft und kann zu einer vollständigen Zerstörung des Wärmedämmelementes führen. Insofern sollten die angegebenen Maximalwerte nicht überschritten und der ferner angegebene Mindestwert zur Erzielung einer ausreichenden mechanischen Festigkeit nicht unterschritten werden.

30 **[0020]** Ferner bevorzugt beträgt das zwischen den Aerogel-Partikeln ausgebildete Gesamtwickelvolumen weniger als 35 Vol.-%, vorzugsweise weniger als 25 Vol.-%, weiterhin vorzugsweise weniger als 20 Vol.-%, bezogen auf das Gesamtvolumen des Wärmedämmstoffes. Auch diese Maßnahme trägt zu einer geringen Wärmeleitfähigkeit sowie einer erhöhten Stabilität des Wärmedämmstoffes und damit des Wärmedämmelementes bei. Unter Gesamtwickelvolumen wird vorliegend das gesamte luft- und/oder bindemittelgefüllte Wickelvolumen zwischen den Aerogel-Partikeln verstanden. Um das angegebene Gesamtwickelvolumen zu realisieren, ist der Wärmedämmstoff bevorzugt bei der Herstellung in einer Form oder auf einer Bandanlage unter Zugabe von Druck und/oder Wärme verdichtet worden.

35 **[0021]** Des Weiteren wird vorgeschlagen, dass der Wassergehalt des im Wärmedämmstoff des Wärmedämmelementes enthaltenen, wasserbasierten organischen und/oder anorganischen Bindemittels wenigstens 50 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht des Bindemittels beträgt. Der hohe Wassergehalt erhöht die Benetzungsfähigkeit, so dass eine gleichmäßige Verteilung des Bindemittels und damit einhergehend ein stabiler Verbund der Aerogel-Partikel untereinander selbst bei dem vorstehend beschriebenen geringen Bindemittelanteil erzielbar sind.

40 **[0022]** Vorzugsweise ist das wasserbasierte organische Bindemittel ein wasserbasiertes duroplastisches Bindemittel, wie beispielsweise Epoxidharz oder Polyurethan, und/oder ein Dispersionsbindemittel auf Basis thermoplastischer Vinylacetat-, Acrylat-, Styrolacrylat- oder Styrolbutylacrylatpolymere oder eine sonstige Polymerdispersion sein. Bei Verwendung derartiger organischer Bindemittel kann der Bindemittelanteil weiter reduziert werden, da diese eine besonders hohe Bindekraft aufweisen und demnach auch mit weniger Bindemittel ein stabiler Verbund der Aerogel-Partikel untereinander gewährleistet ist.

45 **[0023]** Alternativ oder ergänzend kann auch ein wasserbasiertes anorganisches Bindemittel enthalten sein, wobei dieses bevorzugt Natron- oder Kaliwasserglas ist.

50 **[0024]** Des Weiteren wird vorgeschlagen, dass zumindest ein Teil der enthaltenen Aerogel-Partikel aus Aerogel-Recyclat besteht. Auf diese Weise können Kosten eingespart werden, da die Aerogel-Partikel aufwendig in der Herstellung und somit teuer sind. Ferner wird ein Beitrag zum Umweltschutz geleistet, da weniger Abfall produziert wird.

55 **[0025]** Vorteilhafterweise ist das erfindungsgemäße platten- oder profilförmige Wärmedämmelement durchgehend aus dem Aerogel-Partikel und wenigstens ein wasserbasiertes organisches und/oder anorganisches Bindemittel enthaltenden Wärmedämmstoff hergestellt. Es weist somit bevorzugt einen homogenen Aufbau auf. Ein solches Wärmedämmelement ist im Vergleich zu einem Wärmedämmelement mit einem beispielsweise geschichteten Aufbau einfacher und damit kostengünstiger herstellbar. Zudem weist ein homogen aufgebautes Wärmedämmelement die gleichen Ei-

genschaften über seinen gesamten Querschnitt auf. Dadurch ist die Wirkung als Brandbarriere über den gesamten Querschnitt des Wärmedämmelementes gewährleistet.

**[0026]** Schließlich wird die Verwendung eines erfindungsgemäßen platten- oder profilmförmigen Wärmedämmelementes als Brandbarriere in einem Wärmedämmverbundsystem beansprucht. Das Wärmedämmsystem besitzt eine auf einer Außenseite einer Gebäudeaußenwand angebrachte ein- oder mehrlagige Wärmedämmschicht sowie eine hierauf aufgebrachte ein- oder mehrlagige Putzschicht, wobei die Wärmedämmschicht wenigstens eine Wärmedämmplatte aus einem Hartschaum, insbesondere aus einem Polystyrol-Hartschaum umfasst. In der beanspruchten Verwendung besitzt das platten- oder profilmförmige Wärmedämmelement eine Doppelfunktion, nämlich die Funktion einer Wärmedämmung und die Funktion einer Brandbarriere. Das Wärmedämmelement ersetzt oder unterstützt somit die Funktion eines zusätzlich in der Wärmedämmschicht eines Wärmedämmverbundsystems angeordneten Brandriegels, so dass ein solcher- sofern nicht bauaufsichtlich gefordert - ggf. entfallen kann. Hierzu kann das Wärmedämmelement in der Fläche, beispielsweise als umlaufendes Band im Bereich einer Geschossdecke und/oder oberhalb einer Öffnung der Gebäudeaußenwand angeordnet werden. Alternativ oder ergänzend ist die Anordnung eines erfindungsgemäßen Wärmedämmelementes in einem Sturz - und/oder Laibungsbereich einer Öffnung von Vorteil, da es einen Übergriff eines raumseitigen Brandherdes auf die Fassade zu verhindern oder zumindest deutlich zu verzögern vermag.

**[0027]** Die eine Brandausbreitung verhindernde oder zumindest deutlich verzögernde Wirkung eines erfindungsgemäßen Wärmedämmelementes wurde im Rahmen von Versuchen nachgewiesen. Die jeweils bei den Versuchen eingesetzten Wärmedämmelemente bestanden durchgehend aus einem Wärmedämmstoff, wobei der Wärmedämmstoff nach dem nachfolgend genannten Beispiell oder Beispiel 2 hergestellt worden ist:

Beispiel 1

**[0028]** Der Wärmedämmstoff wurde aus einer homogenen Mischung aus:

- 42 g Silica-Aerogel-Granulat mit einer Partikelgröße  $\leq 1,2$  mm und einer Schüttdichte von 85 g/L,
- 23 g Vinylacetat-Ethylen-Polymerdispersion mit einem Polymergehalt von 53 Gew.-% und
- 10 g Wasser

in einer Form unter Zugabe von Druck und Wärme hergestellt. Der Bindemittelanteil beträgt 3,4 Vol.-% bezogen auf das Gesamtvolumen des Wärmedämmstoffs.

Beispiel 2

**[0029]** Dieser Wärmedämmstoff wurde aus einer homogenen Mischung aus:

- 42 g Silica-Aerogel-Granulat mit einer Partikelgröße  $\leq 1,2$  mm und einer Schüttdichte von 85 g/L,
- 15 g Styrolbutylacrylat-Polymerdispersion mit einem Polymergehalt von 50 Gew.-% und
- 10 g Wasser

in einer Form unter Zugabe von Druck und Wärme hergestellt. Der Bindemittelanteil beträgt 1,9 Vol.-% bezogen auf das Gesamtvolumen des Wärmedämmstoffs. Ferner wurde das Muster ober- und unterseitig mit einem nichtbrennbaren Glasfasergewebe kaschiert, um die mechanische Stabilität und die Haptik zu verbessern.

**[0030]** Im Rahmen der Versuche wurde das Brandverhalten dieses Wärmedämmelementes im Vergleich zu Wärmedämmelementen aus anderen Wärmedämmstoffen, nämlich aus Polystyrol-Hartschaum, Phenolharz, Mineralwolle und Mineralschaum untersucht. Die Abmessungen der Muster betragen jeweils 300 mm x 300 mm x 20 mm.

**[0031]** Die nachfolgende Tabelle zeigt die untersuchten Dämmstoffe in einer Übersicht:

Dämmstoff	Dicke [mm]	WLF [W/(mK)]	Rohdichte [g/L]	kaschiert	Baustoffklasse DIN 4102-1
Gebundene Aerogel-Partikel (Beispiel 1)	20	0,017	145	nein	B2
Gebundene Aerogel-Partikel (Beispiel 2)	20	0,016	150	ja	B2
Polystyrol-Hartschaum	20	0,032	17	nein	B1

## EP 2 620 567 A2

(fortgesetzt)

Dämmstoff	Dicke [mm]	WLF [W/(mK)]	Rohdichte [g/L]	kaschiert	Baustoffklasse DIN 4102-1
Phenolharz	20	0,024	38	ja	B2
Mineralwolle	20	0,040	100	nein	A1
Mineralschaum	20	0,045	110	nein	A1

**[0032]** Zur Laibungsdämmung werden üblicherweise Polystyrol-Hartschaumplatten oder Phenolharzplatten verwendet, da diese eine ausreichende Eigenstabilität selbst in dünneren Dämmstoffdicken aufweisen. Zwar wäre aus Gründen des Brandschutzes eine Platte aus Mineralwolle sinnvoller, da diese nach DIN 4102-1 nicht brennbar ist, aufgrund der geringen Eigenstabilität ist Mineralwolle als Laibungsdämmung in der Regel jedoch ungeeignet. Zur Kompensation des Stabilitätsproblems müsste die Platte aus Mineralwolle zusätzlich mittels mechanischer Befestigungsmittel, wie beispielsweise Dübel, am Untergrund befestigt werden. Dies ist im Bereich einer Laibung jedoch regelmäßig nicht möglich. Aufgrund der Zuordnung zur Baustoffklasse A (nicht brennbar) wird Mineralwolle typischerweise zur Ausbildung von Brandriegeln in der Wärmedämmschicht eines Wärmedämmverbundsystems eingesetzt. Hier können die Platten deutlich dicker ausgeführt und/oder zusätzlich verdübelt werden.

**[0033]** Zunächst wurde ein Versuchsaufbau definiert, um die Widerstandfähigkeit der verschiedenen Dämmstoffmuster bei direkter Flammenbeaufschlagung zu untersuchen. Mit einer großen Fläche wurde jedes Muster auf einen Metallständer platziert und von der unteren Seite direkt der rauschenden Mantelflamme eines Bunsenbrenners ausgesetzt. In der Mantelflamme betrug die Temperatur 1000-1200°C. Mittels eines digitalen Kontaktthermometers wurde der Temperaturverlauf auf der Plattenoberseite über die Plattendicke von 20 mm verfolgt.

**[0034]** In einem ersten Versuch wurde die Flammenbeaufschlagung jeweils 5 Minuten lang durchgeführt. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt:

Zeit [min]	Gebundene Aerogel-Partikel (Beispiel 1) [°C]	Polystyrol-Hartschaum [°C]	Phenolharz [°C]	Mineralwolle [°C]
0,0	23,0	23,4	23,6	22,9
1,0	26,3	Schmelzen mit Durchbruch	41,9	42,8
2,0	26,9		107,8	113,9
3,0	43,7		165,5	188,2
4,0	93,1		188,6	207,0

**[0035]** Die Tabelle zeigt, dass bei kurzzeitiger direkter Flammeneinwirkung die Temperatur auf der Oberseite des Aerogel-Partikel enthaltenden Musters im Vergleich zu den übrigen Mustern relativ langsam steigt. Das Muster aus Polystyrol-Hartschaum schmilzt bereits innerhalb der ersten Minute. Nach Verlöschen der Flamme brennt keines der verbleibenden Muster selbstständig weiter.

**[0036]** In einem zweiten Versuch wurde die Flammenbeaufschlagung 45 Minuten lang durchgeführt. Das gebundene Aerogel-Partikel enthaltende Muster wurde diesmal nach dem Beispiel 2 hergestellt und anstelle eines Musters aus Mineralwolle wurde ein Muster aus Mineralschaum untersucht. Auf die Wiederholung des Versuchs anhand eines Musters aus Polystyrol-Hartschaum wurde verzichtet, da dieser Dämmstoff im ersten Versuch bereits nach kurzer Zeit versagte.

**[0037]** Die Ergebnisse des zweiten Versuchs sind wiederum in der nachfolgenden Tabelle dargestellt:

Zeit [min]	Gebundene Aerogel-Partikel (Beispiel 2) [°C]	Phenolharz [°C]	Mineralschaum [°C]
0,0	22,4	21,6	22,0
0,5	22,5	36,8	24,1
1,0	22,6	65,6	31,6
1,5	23,0	107,7	38,6
2,0	25,1	138,2	43,4

## EP 2 620 567 A2

(fortgesetzt)

Zeit [min]	Gebundene Aerogel-Partikel (Beispiel 2) [°C]	Phenolharz [°C]	Mineralschaum [°C]
2,5	28,5	158,9	48,8
3,0	32,6	172,6	56,2
3,5	40,1	182,7	64,2
4,0	54,9	189,6	75,3
4,5	73,2	194,5	87,3
5,0	94,9	197,8	94,3
5,5	114,4	201,0	100,8
6,0	130,6	207,0	250,0
6,5	137,6	215,0	803,0
7,0	145,5	225,0	
7,5	151,7	246,0	
8,0	154,6	285,0	
8,5	158,0	406,0	
9,0	162,1	615,0	
9,5	167,6	748,0	
10,0	170,1	903,0	
...			
20,0	186,3		
...			
30,0	188,0		
...			
40,0	204,0		
...			
45,0	207,0		

**[0038]** Der Tabelle ist zu entnehmen, dass bei länger andauernder Flammenbeaufschlagung das Muster aus Mineralschaum als erstes versagt hat und zwar nach etwa 6 Minuten. Der sprunghafte Anstieg der Temperatur von 250°C auf über 800°C hatte einen Dämmstoffbruch zur Folge. Ein ähnliches Verhalten war bei dem Muster aus Phenolharz zu beobachten, wobei der Dämmstoffbruch nach etwa 9-10 Minuten aufgrund eines sprunghaften Temperaturanstiegs auf über 900°C erfolgte. Das Muster aus gebundenen Aerogel-Partikeln hielt der Beanspruchung stand, insbesondere konnte kein gleichartiger sprunghafter Temperaturanstieg beobachtet werden. Die Temperatur stieg zudem lediglich auf 207°C an.

**[0039]** Das Verhalten der Dämmstoffe im zweiten Versuch ist anschaulich in der Graphik der beigefügten Figur dargestellt. Es zeigt den Temperaturverlauf auf der Oberseite des jeweiligen Musters (in °C) über der Zeit (Zeitdauer der Flammenbeaufschlagung in Minuten). Die Kreuze kennzeichnen die Werte für das Muster aus Mineralschaum, die Quadrate die Werte für das Muster aus Phenolharz und die Rauten für die Werte des Aerogel-Partikel und Bindemittel enthaltenden Musters, wobei jeweils ein Muster der Plattenstärke 20 mm beflammt wurde. Die Graphik zeigt deutlich den sprunghaften Temperaturanstieg bei den Mustern aus Mineralschaum und Phenolharz, während der Temperaturanstieg bei dem weiteren Muster auf etwa 200°C begrenzt und über einen Zeitraum von etwa 30 Minuten gehalten werden konnte. Der erste steile Anstieg der dem Muster aus Phenolharz zugeordneten Kurve verdeutlicht den Durchbruch der ersten Kaschierungsschicht und der zweite steile Anstieg den Durchbruch der zweiten Kaschierungsschicht. Das Muster aus Mineralschaum erlitt einen kompletten Durchbruch, während das Muster aus gebundenen Aerogel-Partikeln lediglich einen Durchbruch im Bereich der ersten Kaschierung, die in direktem Kontakt mit der Brennerflamme war, zeigte.

[0040] Die Erfindung ist nicht auf die im Rahmen der Versuche eingesetzten Wärmedämmstoffe bzw. diese enthaltenden Wärmedämmelemente beschränkt. Über die untersuchten Muster hinaus kann der im Wärmedämmelement enthaltene Wärmedämmstoff auch aus anderen Zusammensetzungen hergestellt sein. Zudem ist eine Kaschierung mit einem nicht brennbaren Gewebe nicht zwingend erforderlich (siehe auch Beispiel 1). Eine solche Kaschierung vermag jedoch einen Beitrag zur mechanischen Stabilität des Wärmedämmelementes zu leisten, so dass diese weiter verbessert wird. Zudem wird die Haptik durch eine außenseitig angebrachte Kaschierung verbessert. Die Kaschierung wird vorzugsweise bei der Herstellung gleich mit in die Form eingelegt und aufgepresst, wobei der Bindemittelanteil der in die Form eingegebenen Mischung den Verbund des Gewebes mit dem Wärmedämmelement gewährleistet. Auf eine zusätzliche Verklebung kann auf diese Weise verzichtet werden.

[0041] Eine weitere mögliche Zusammensetzung zur Herstellung eines in einem erfindungsgemäßen Wärmedämmelement enthaltenden Wärmedämmstoffs wird nachfolgend genannt:

Beispiel 3

[0042]

40 g Silica-Aerogel-Granulat mit einer Partikelgröße  $\leq 1,2$  mm und einer Schüttdichte von 85 g/L,  
 10 g wässrige Reinacrylat-Polymerdispersion mit einem Polymergehalt von 50 Gew.-% und  
 10 g Wasser

[0043] Werden homogen gemischt und in einer Form unter Zugabe von Druck und Wärme ausgeformt. Die Rohdichte des auf diese Weise erhaltenen Wärmedämmstoffs beträgt 125 g/L und die Wärmeleitfähigkeit 0,016 W/(mK). Der Bindemittelanteil beträgt 1,4 Vol.-% bezogen auf das Gesamtvolumen des Wärmedämmstoffs. Auch ein Wärmedämmelement aus diesem Wärmedämmstoff ist als Brandbarriere einsetzbar.

#### Patentansprüche

1. Wärmedämmverbundsystem mit einer auf einer Außenseite einer Gebäudeaußenwand angebrachten ein- oder mehrlagigen Wärmedämmschicht und einer hierauf aufgebracht ein- oder mehrlagigen Putzschicht, wobei die Wärmedämmschicht wenigstens eine Wärmedämmplatte aus einem Hartschaum, insbesondere aus einem Polystyrol-Hartschaum, sowie wenigstens ein platten- oder profilmörmiges Wärmedämmelement zur Ausbildung einer Brandbarriere umfasst,

**dadurch gekennzeichnet, dass** das die Brandbarriere ausbildende, platten- oder profilmörmige Wärmedämmelement einen Wärmedämmstoff umfasst, welcher Aerogel-Partikel und wenigstens ein wasserbasiertes organisches und/oder anorganisches Bindemittel enthält und eine Wärmeleitfähigkeit  $\leq 0,028$  W/(mK), vorzugsweise  $\leq 0,025$  W/(mK), weiterhin vorzugsweise  $\leq 0,022$  W/(mK), besitzt.

2. Wärmedämmverbundsystem nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet, dass** das die Brandbarriere ausbildende, platten- oder profilmörmige Wärmedämmelement im Bereich einer Öffnung der Gebäudeaußenwand, insbesondere oberhalb und/oder seitlich der Öffnung angeordnet ist.

3. Wärmedämmverbundsystem nach Anspruch 1 oder 2,

**dadurch gekennzeichnet, dass** das die Brandbarriere ausbildende, platten- oder profilmörmige Wärmedämmelement auf einer im Wesentlichen senkrecht zur Außenseite der Gebäudeaußenwand verlaufenden Fläche, insbesondere einer Sturz- oder Laibungsfläche, angeordnet ist.

4. Wärmedämmverbundsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet, dass** das die Brandbarriere ausbildende, platten- oder profilmörmige Wärmedämmelement eine bündig mit der Außenseite der ein- oder mehrlagigen Wärmedämmschicht abschließende Ober- oder Seitenfläche besitzt.

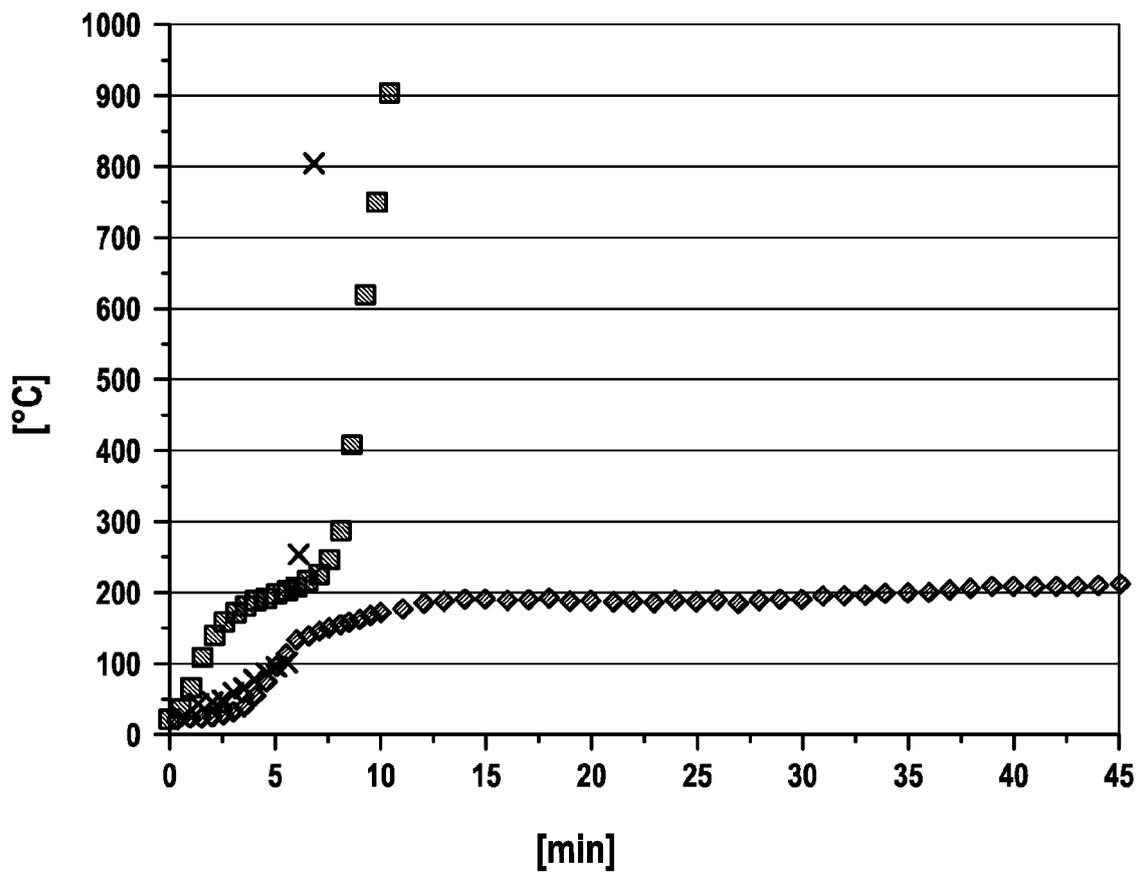
5. Als Brandbarriere in einem Wärmedämmverbundsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche einsetzbares, platten- oder profilmörmiges Wärmedämmelement,

**dadurch gekennzeichnet, dass** das Wärmedämmelement einen Wärmedämmstoff umfasst, welcher Aerogel-Partikel und wenigstens ein wasserbasiertes organisches und/oder anorganisches Bindemittel enthält und eine Wärmeleitfähigkeit  $\leq 0,028$  W/(mK), vorzugsweise  $\leq 0,025$  W/(mK), weiterhin vorzugsweise  $\leq 0,022$  W/(mK), besitzt.

## EP 2 620 567 A2

- 5
6. Wärmedämmelement nach Anspruch 5,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** der im Wärmedämmstoff enthaltene Bindemittelanteil weniger als 5 Vol.-%, vorzugsweise weniger als 3 Vol.-%, weiterhin vorzugsweise weniger als 2 Vol.-% bezogen auf das Gesamtvolumen des Wärmedämmstoffs beträgt.
- 10
7. Wärmedämmelement nach Anspruch 5 oder 6,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das zwischen den Aerogel-Partikeln ausgebildete Gesamtwickelvolumen weniger als 35 Vol.-%, vorzugsweise weniger als 25 Vol.-%, weiterhin vorzugsweise weniger als 20 Vol.-%, bezogen auf das Gesamtvolumen des Wärmedämmstoffs beträgt.
- 15
8. Wärmedämmelement nach einem der Ansprüche 5 bis 7,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** der Wassergehalt des enthaltenen wasserbasierten organischen und/oder anorganischen Bindemittels wenigstens 50 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht des Bindemittels beträgt.
- 20
9. Wärmedämmelement nach einem der Ansprüche 5 bis 8,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das wasserbasierte organische Bindemittel ein wasserbasiertes duroplastisches Bindemittel, wie beispielsweise Epoxidharz oder Polyurethan, und/oder ein Dispersionsbindemittel auf Basis thermoplastischer Vinylacetat-, Acrylat-, Styrolacrylat- oder Styrolbutylacrylatpolymere oder eine sonstige Polymerdispersion ist.
- 25
10. Wärmedämmelement nach einem der Ansprüche 5 bis 9,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das wasserbasierte anorganische Bindemittel Natron- oder Kaliwasserglas ist.
- 30
11. Wärmedämmelement nach einem der Ansprüche 5 bis 10,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Teil der enthaltenen Aerogel-Partikel aus Aerogel-Recyclat besteht.
- 35
12. Wärmedämmelement nach einem der Ansprüche 5 bis 11,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das platten- oder profilmörmige Wärmedämmelement durchgehend aus dem Aerogel-Partikel und wenigstens ein wasserbasiertes organisches und/oder anorganisches Bindemittel enthaltenden Wärmedämmstoff hergestellt ist.
- 40
13. Wärmedämmelement nach einem der Ansprüche 5 bis 12,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Ober- und/oder Seitenfläche mit einer Kaschierung versehen ist, wobei die Kaschierung vorzugsweise wenigstens ein flammgeschütztes oder nicht brennbares Gewebe umfasst.
- 45
14. Verwendung eines platten- oder profilmörmigen Wärmedämmelementes nach einem der Ansprüche 5 bis 13 als Brandbarriere in einem Wärmedämmverbundsystem mit einer auf einer Außenseite einer Gebäudeaußenwand angebrachten ein- oder mehrlagigen Wärmedämmschicht und einer hierauf aufgebrachten ein- oder mehrlagigen Putzschicht, wobei die Wärmedämmschicht wenigstens eine Wärmedämmplatte aus einem Hartschaum, insbesondere aus einem Polystyrol-Hartschaum umfasst.
- 50
- 55

Fig.



**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 8426763 U1 [0003]
- DE 19643618 C5 [0004]
- DE 20207007225 U1 [0006]