

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 83105004.2

51 Int. Cl.³: **E 04 B 1/78**
E 06 B 9/264

22 Anmeldetag: 20.05.83

30 Priorität: 25.05.82 DE 3219509

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.11.83 Patentblatt 83/48

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

71 Anmelder: **Pusch, Günter, Dr.-Ing.**
Bannholzweg 12
D-6903 Neckargemünd(DE)

72 Erfinder: **Pusch, Günter, Dr. Ing. Dipl.-Ing.**
Bannholzweg 12
D-6903 Neckargemünd 2(DE)

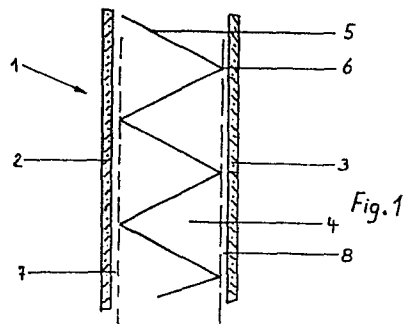
72 Erfinder: **Aisslinger, Dieter E.**
Heidestrasse 54
D-6222 Geisenheim(DE)

74 Vertreter: **Paul, Dieter-Alfred, Dipl.-Ing.**
Erftrasse 82
D-4040 Neuss 1(DE)

54 Materialbahn zur thermischen Isolation in den Luftspalten von Gebäudeteilen.

57 Eine Materialbahn ist bestimmt zur thermischen Isolation in den Luftspalten von Gebäudewänden bzw. deren Teilen.

Damit diese Materialbahn (5) bei zumindest gleicher thermischer Isolierwirkung einfacher herzustellen und zu handhaben und zudem vielseitiger einsetzbar ist, ist sie leporelloartig waagerecht derart gefaltet, daß ein enger Spalt (7, 8) zwischen den Faltkanten (6) und den Begrenzungen (2, 3) des Luftspalts (4) verbleibt, und ist sie zumindest auf einer Seite als Wärmestrahlungsreflektionsfläche ausgebildet.



Patentanwalt Dipl.-Ing. Paul, Erftstr. 82, D-4040 Neuss 1

Erftstr. 82

D-4040 Neuss 1

Tel.: (0 21 01) 27 32 32

Telex: 8517 406 dap d

Datum:

Mein Zeichen:

5 vn 82 687

Ihr Zeichen:

VNR 106623

Dr. Günter Pusch, Bannholzweg 12, 6903 Neckargemünd

Materialbahn zur thermischen Isolation in den Luft-
spalten von Gebäudewänden

5

Die Erfindung betrifft eine Materialbahn zur thermischen Isolation in den Luftspalten von Gebäudewänden bzw. deren Teilen.

10

Zur thermischen Isolation von Gebäudewänden werden Luftspalte vorgesehen, weil Luft eine sehr geringe Wärmeleitzahl von nur $0,025 \text{ W/m}^2\text{K}$ hat. Wird der Luftspalt allerdings freigelassen, so treten in ihm Luftbewegungen auf mit der Folge, daß der Wärmeübergang sich durch Konvektion stark erhöht. Um dies zu vermeiden, werden durch die Luftspalte Schaumstoff- oder Mineralfaserplatten eingesetzt. Zwar erhöht sich hierdurch die Wärmeleitzahl um den Faktor 1,5 bis 2 auf Werte von $0,04$ bis $0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$. Dieser Wert ist jedoch noch erheblich geringer als bei offenen Luftspalten.

15

20

25

Die vorgenannten Werte können sich sehr stark erhöhen, wenn sich in dem Dämmmaterial Feuchtigkeit, beispielsweise aufgrund einer Taupunktverschiebung, ausbildet. Die Isolierwirkung nimmt dann entsprechend stark ab. Ein weiterer Nachteil des Einsatzes der erwähnten

Platten in den Luftspalten besteht darin, daß sie sehr voluminös sind, was hohe Transport- und Lagerkosten verursacht. Transporte über weitere Strecken sind deshalb unwirtschaftlich. In Gebieten, die keine Industrie zur Herstellung derartiger Platten haben, ist der Einsatz von Schaumstoff- oder Mineralfaserplatten deshalb kaum möglich. Schließlich sind die Platten nicht in Luftspalten einsetzbar, die von durchsichtigen Gebäudebandteilen, also vor allem von Fenstern, gebildet werden. Gerade dort ist jedoch die Isolierwirkung besonders gering, d. h. es entstehen besonders große Wärmeverluste bzw. Aufheizungen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Materialbahn für die Luftspalten von Gebäudewänden zu finden, die bei zumindest gleicher thermischer Isolierwirkung einfacher herzustellen und zu handhaben und zudem vielseitiger einsetzbar ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Materialbahn leporelloartig, also zick-zack-förmig, waagrecht derart gefaltet ist, daß ein enger Spalt zwischen den Faltkanten und den Begrenzungen des Luftspalts verbleibt, und daß die Materialbahn zumindest auf einer Seite, vorzugsweise auf beiden Seiten, als Wärmestrahlungsreflexionsfläche ausgebildet ist.

Mit dieser Materialbahn wird die Wärmeübertragung durch Wärmestrahlung, die einen wesentlichen Anteil am gesamten Wärmeübergang im Luftspalt hat, praktisch vollständig unterbunden, so daß die Wärmeübertragung im wesentlichen lediglich durch die Wärmeleitung in der Luft erfolgt. Die Leporellofaltung verhindert dabei nennenswert Luftbewegungen im Luftspalt, so daß die Isolierwirkung der Luft durch Konvektion kaum beeinträchtigt wird. Insgesamt ist die Wärmeisolierung gegenüber einer

Ausfüllung des Luftspalts mit Schaumstoff- oder Mineralfaserplatten verbessert.

5 Dabei wird dies mit einem wesentlich verringerten Materialeinsatz erreicht, da die Materialbahn sehr dünn ausgebildet werden kann. Außerdem kann sie für den Transport auf ein sehr geringes Volumen zusammenge-

10 faltet werden, so daß auch Transporte über weite Entfernungen wirtschaftlich sind.

10 In Ausbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Materialbahn an den Faltkanten in auseinandergefaltetem Zustand einen Winkel von etwa 40 bis 120° einschließt. Bei größeren Winkeln verschlechtert sich

15 die Wärmeisolation, weil dann vermehrt Konvektion auftritt. Liegen die Faltwinkel unter 40°, so wird der Materialaufwand relativ groß, ohne daß hierdurch eine nennenswert verbesserte Isolierwirkung erreicht wird. Ein günstiger Kompromiß ist dann gegeben, wenn der von

20 den Faltkanten eingeschlossene Winkel im Bereich von etwa 60° bis 90° liegt.

25 Zur Unterbindung der für die Wärmeisolation schädlichen Konvektion sollte der Abstand der Faltkanten zu den Begrenzungen des Luftspalts im auseinandergefalteten Zustand der Materialbahn möglichst gering sein. Bewährt hat sich ein Abstand, der maximal im Bereich von etwa 10 mm liegt.

30 Die Materialbahn sollte im Prinzip aus einem Trägermaterial mit darauf aufgetragener Metallbeschichtung als Wärmereflexionsfläche(n) aufgebaut sein, da Metallflächen praktisch vollständig thermische IR-Strahlung reflektieren. Die Metallbeschichtung ist zweckmäßiger-

35 weise in einer Dicke von einigen 10 nm auf das Trägermaterial aufgedampft. Selbstverständlich kann statt

der Bedampfung auch eine Metallplattierung mit dünnsten Aluminiumfolien vorgesehen werden, was jedoch normalerweise mit höheren Kosten und Gewicht verbunden ist.

- 5 Zur Vermeidung von Korrosion sollte die Wärmestrahlungsreflexionsfläche(n) mit einer zumindest für thermische IR-Strahlung weitgehend durchlässigen Schutzschicht abgedeckt sein. Aufgrund der Transparenz im Infrarotspektralbereich wird die Wärmestrahlungsreflexion durch diese Schutzschicht nur wenig
10 beeinträchtigt, bleibt also im wesentlichen erhalten. Als Material für diese Schutzschichten kommen vor allem infrarotdurchlässige Kunststoffmaterialien infrage, wie etwa speziell formuliertes Polyäthylen oder
15 isomerisierter Kautschuk (Cyklokautschuk).

- Aufgrund der erfindungsgemäßen Ausbildung kann die Materialbahn auch in den Luftspalten von Mehrfachglasfenstern, insbesondere Doppelfenstern oder Verbundfenstern, angeordnet werden. Durch die Leporellofaltung läßt sich nämlich die Materialbahn je nach Bedarf hochziehen oder herablassen. In letzterem Zustand ergibt sich überraschenderweise eine Verminderung der Wärmeübertragungszahl K und damit der thermischen Durchlässigkeit um den Faktor 3 bis 5. Selbst mit aufwendigen Konstruktionen konnte dies bisher noch nicht erreicht werden. Damit kann das größte "thermische Loch" in einer Gebäudewand thermisch weitgehend isoliert werden, wodurch sich erhebliche Einsparungen an Heizkosten erzielen lassen.
20
25
30

- Die Schutzschicht auf den Wärmestrahlungsreflexionsflächen kann normalerweise auch im visuellen Bereich transparent ausgebildet sein. Sofern die Materialbahn
35 in Mehrfachglasfenstern angeordnet wird, besteht jedoch häufig der Wunsch, die Wärmestrahlungsreflexionsfläche

farblich zu gestalten, damit deren metallischer Charakter nicht mehr zu sehen ist. In diesem Fall ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß die Schutzschicht Farbe bzw. Farbpigmente in solcher Anreicherung enthält, daß die Wärmestrahlungsreflexionsfläche nicht mehr sichtbar ist, die Durchlässigkeit der Schutzschicht für thermische Strahlung aber weitgehend erhalten bleibt, die thermische Absorption in der Schutzschicht also möglichst gering ist. Allerdings sollte die auf der Außenseite aufgebrachte Schutzschicht im visuellen Bereich der Strahlung durchsichtig oder weiß ausgebildet sein, damit die Materialbahn im Sommer als Sonnenschutz dienen kann, indem sie in mehr oder weniger geschlossenem Zustand eine Erwärmung der Räume durch Eintreten der Sonnenenergie verhindert.

Die Einfärbung der Schutzschicht kann dadurch geschehen, daß die Schutzschicht ein für Wärmestrahlung durchlässiges Bindemittel aufweist, in das nur im sichtbaren Spektralbereich absorbierende bzw. reflektierende Farbstoffe gelöst und/oder Farbpigmente eingelagert sind. Dabei sollte das Bindemittel Farbpigmente in einer Größenverteilung enthalten, die relativ groß im Verhältnis zur Wellenlänge der Strahlung im visuellen Bereich und relativ klein im Verhältnis zur Wellenlänge der Strahlung im thermischen IR-Bereich ist. Die Farbpigmente sollten also möglichst einen Durchmesser aufweisen, der kleiner als $1\mu\text{m}$ ist. Als brauchbar hat sich eine Größenverteilung von Farbpigmenten erwiesen, bei der die Pigmentdurchmesser eine Gauß-Verteilung von $0,35\mu\text{m}$ aufweisen. Das Verhältnis von Bindemittel zu Pigmentanteilen soll möglichst groß sein und die Schichtdicke der Schutzschicht möglichst klein gewählt werden. Vorzugsweise wird eine solche Schichtdicke und ein solches Bindemittel-Pigmentanteilverhältnis gewählt, daß im Mittel etwa zwei Lagen aus Pigmentteilchen im Bindemittel lose eingebettet sind, wodurch sich

- eine hohe Transparenz der Schutzschicht im gesamten relevanten IR-Bereich ergibt. Als Farbpigmente können alle Stoffe verwendet werden, die selbst keine IR-Molekülresonanz aufweisen. Geeignet sind vorzugsweise anorganische Pigmentstoffe, wie zum Beispiel TiO_2 . Als Farbstoffe kommen beispielsweise Alizarin- und Azo-Farbstoffe in Frage, die im IR-Spektralbereich transparent sind.
- 10 Der Schutzüberzug ist zweckmäßigerweise so aufgebaut, daß er sich aus einer auf die Wärmestrahlungsreflektionsfläche aufgebrachten, vor Korrosion schützenden und als Haftvermittler bzw. Primer dienenden Unterlage und aus einer auf diese aufgebrachten Farbschicht
- 15 zusammensetzt. Dabei sollte die Unterlage eine möglichst geringe Dicke bis hin zu $0,5 \mu\text{m}$ und/oder die Farbschicht eine Dicke von einigen μm bis einigen $10 \mu\text{m}$ haben. Die Unterlage kann aus den gleichen Bindemittelmaterialien bestehen wie die Farbschicht.
- 20 Letztere hat dieselbe Spezifikation wie die oben beschriebene farbige Schutzschicht, wobei ihre Dicke so gewählt ist, daß einerseits eine Farbdeckung erreicht wird, andererseits weitgehende Transparenz im thermischen Infrarotspektralbereich erhalten bleibt.
- 25 Der Luftspalt in dem Mehrfachglasfenster, in dem die Materialbahn eingesetzt ist, sollte beispielsweise durch Gummidichtungen möglichst luftdicht abgeschlossen sein. Um ein Beschlagen zu verhindern, sollten
- 30 feuchtigkeitsabsorbierende Silikatpäckchen in den Luftspalt eingelagert werden.
- Zur Auf- und Abbewegung der Materialbahn ist zweckmäßigerweise ein Schnurtrieb oder dergleichen vorgesehen. Dieser kann mit einem kleinen Elektromotor
- 35 verbunden werden. Hierdurch eröffnet sich die Möglich-

keit, die Materialbahn in ein zentrales Regel- und Rechensystem einzubeziehen, das je nach Sonnenstand, Tageszeit und Witterungsverhältnissen eine entsprechende Einstellung der Materialbahn bewirkt und damit zu einer Optimierung des jeweiligen Gebäudeklimas einerseits und andererseits zu einem minimalen Energieverbrauch beiträgt.

Das Trägermaterial für die erfindungsgemäße Materialbahn kann beispielsweise aus einem Textilgewebe oder Faservlies bestehen. Dann sollte nach Möglichkeit deren Oberfläche mit einer glattmachenden Beschichtung versehen sein, damit nach der Bedampfung mit der Metallbeschichtung eine hohe thermische Reflektion erzielt wird.

Alternativ dazu kann das Trägermaterial auch aus einem feuchtigkeitsbeständigen, mit einer fungizid wirkenden Beschichtung versehenen Spezialpapier bestehen. Derartige Spezialpapiere sind marktgängig. Durch weitere Ausrüstung kann das Papier den jeweils gegebenen Einsatzzwecken angepaßt werden, so daß sich eine hohe Lebensdauer erzielen läßt.

Die Erfindung sieht schließlich vor, daß die Materialbahn wasserdampfdurchlässig ist.

In der Zeichnung ist die Erfindung an Hand eines Ausführungsbeispiels näher veranschaulicht. Es zeigen:

30

Figur 1 einen Querschnitt durch ein Doppelfenster mit einer thermisch isolierenden Materialbahn und

35

Figur 2 eine Ansicht auf das Doppelfenster gemäß Figur 1 mit teilweise herabgelas-

sener Materialbahn.

Das in Figur 1 schematisch gezeigte Doppelfenster 1 weist zwei im Abstand zueinander angeordnete Fensterscheiben 2, 3 auf, die einen Luftspalt 4 einschließen. Eine hier nicht dargestellte Abdichtung schließt den Luftspalt gegen Lufteintritt ab.

In den Luftspalt 4 ist eine Faltbahn 5 eingesetzt, die leporelloartig, also zick-zack-förmig, gefaltet und hier soweit auseinandergezogen ist, daß deren Faltkanten 6 gewissen Abstände 7, 8 zu den Innenseiten der Fensterscheiben 2, 3 aufweisen. Diese Abstände betragen nur wenige Millimeter, sind also so bemessen, daß in dem Luftspalt 4 keine nennenswerte Konvektion auftritt.

Die Faltbahn 5 besteht, was hier nicht näher dargestellt ist, aus einem Trägermaterial, beispielsweise einem Textilgewebe, einem Faservlies oder einem Spezialpapier. Auf dieses Trägermaterial ist beidseitig eine Aluminiumschicht aufgedampft. Diese reflektiert auftreffende Wärmestrahlung praktisch vollständig. Auf den Metallschichten ist zur Vermeidung von Korrosion eine Schutzschicht aufgebracht, die so dünn ausgebildet ist, daß sie für thermische IR-Strahlung weitgehend durchlässig ist.

Damit die Faltbahn ein ästhetisch befriedigendes Aussehen hat, ist die innenseitige Schutzschicht farbig gestaltet, was beispielsweise durch eingelagerte Farbpigmente in der oben beschriebenen Weise geschehen kann. Zweckmäßig ist dabei ein Schutzschichtaufbau, der aus einer auf die Metallschicht aufgetragenen Unterlage und einer darauf aufgetragenen Farbschicht besteht. Außenseitig ist die Schutzschicht weiß einge-

färbt, um einen möglichst guten Schutz gegen Sonneneinstrahlung zu geben.

Figur 2 zeigt das Doppelfenster 1 gemäß Figur 1 in der Ansicht. Es besteht aus den beiden Fensterscheiben 2, 3 und dem sie umgebenden Fensterrahmen 9. Zwischen den Fensterscheiben 2, 3 ist die Faltbahn 5 eingesetzt, die in der gezeigten Darstellung leicht angehoben ist, so daß die vier untersten Faltkanten 6 einen engen Abstand im Vergleich zu den weiter oben liegenden Faltkanten 6 haben.

Die Faltbahn 5 hat untenseitig eine Abschlußleiste 10, die an Halteschnüren 11, 12 aufgehängt ist. Die Halteschnüre 11, 12 werden in den oberen Teil des Fensterrahmens 9 und dort zu einem Elektromotor 13 geführt, mit dessen Hilfe die Halteschnüre 11, 12 und damit die Abschlußleiste 10 und die Faltbahn 5 hochgezogen oder abgelassen werden können. Der Elektromotor 13 kann bei größeren Gebäuden an ein Regel- und Rechensystem angeschlossen sein, das dann die automatische Einstellung der Faltbahn 5 je nach Sonnenstand, Tageszeit und Witterungsverhältnissen bewirkt.

Patentanwalt Dipl.-Ing. Paul, Erftstr. 82, D-4040 Neuss 1

Erftstr. 82
D-4040 Neuss 1
Tel.: (0 21 01) 27 32 32
Telex: 8517406 dap d
Datum:

Mein Zeichen:
5 vn 82 687

Ihr Zeichen:
VNR 106623

Dr. Günter Pusch, Bannholzweg 12, 6903 Neckargemünd 2

Materialbahn zur thermischen Isolation in den Luft-
spalten von Gebäudewänden

5

Ansprüche:

1. Materialbahn zur thermischen Isolation in den Luft-
spalten von Gebäudewänden bzw. deren Teilen, dadurch
gekennzeichnet, daß die Materialbahn (5) leoporello-
artig waagerecht derart gefaltet ist, daß ein enger
Spalt (7, 8) zwischen den Faltkanten (6) und den
Begrenzungen (2, 3) des Luftspalts (4) verbleibt,
und daß die Materialbahn (5) zumindest auf einer
Seite als Wärmestrahlungsreflektionsfläche ausge-
bildet ist.
2. Materialbahn nach Anspruch 1, dadurch gekennzeich-
net, daß die Materialbahn (5) auf beiden Seiten
als Wärmestrahlungsreflektionsfläche ausgebildet
ist.
3. Materialbahn nach Anspruch 1 oder 2, dadurch ge-
kennzeichnet, daß die Materialbahn (5) an den
Falkanten (6) in auseinandergefaltetem Zustand
einen Winkel von etwa 40° bis 120° einschließt.

4. Materialbahn nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand (7, 8)
der Faltkanten (6) zu den Begrenzungen (2, 3)
des Luftspaltes (4) in auseinandergefaltetem Zu-
stand der Materialbahn (5) maximal im Bereich
von etwa 10 mm liegt.
5. Materialbahn nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, daß die Materialbahn (5)
aus einem Trägermaterial mit darauf aufgetragener
Metallbeschichtung als Wärmereflektionsfläche(n)
aufgebaut ist.
6. Materialbahn nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmestrahlungs-
reflektionsfläche(n) mit einer zumindest für ther-
mische IR-Strahlung weitgehend durchlässigen
Schutzschicht abgedeckt ist.
7. Materialbahn nach Anspruch 6, dadurch gekennzeich-
net, daß die Schutzschicht ein für Wärmestrahlung
durchlässiges Bindemittel aufweist, in das nur im
sichtbaren Spektralbereich absorbierende bzw. re-
flektierende Farbstoffe gelöst und/oder Farbpigmente
eingelagert sind.
8. Materialbahn nach Anspruch 7, dadurch gekennzeich-
net, daß das Bindemittel Farbpigmente in einer
Größenverteilung enthält, die relativ groß im Ver-
hältnis zur Wellenlänge der Strahlung im visuellen
Bereich und relativ klein im Verhältnis zur Wellen-
länge der Strahlung im thermischen IR-Bereich ist.
9. Materialbahn nach einem der Ansprüche 5 bis 8, da-
durch gekennzeichnet, daß das Trägermaterial aus

einem Textilgewebe oder Faservlies besteht, das mit einer deren Oberfläche glattmachenden Beschichtung versehen ist.

- 5 10. Materialbahn nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägermaterial aus einem feuchtigkeitsbeständigem, mit einer fungizid wirkenden Beschichtung versehenen Spezialpapier besteht.

10

1/1

