

5

Wärmetauscherpaneel zum Temperieren von Gebäuderäumen

10

Die Erfindung betrifft ein Wärmetauscherpaneel zum Temperieren von Gebäuderäumen und ein Verfahren zum Temperieren der Gebäuderäume mit einem solchen Wärmetauscherpaneel.

15

Es ist bekannt zur Temperierung von Gebäuden, d.h. zur Heizung und Kühlung, ein Bauteil des Gebäudes, z.B. durch ein erwärmtes oder gekühltes Rohrregister zu erhitzen bzw. kühlen. So kann das Bauteil Wärme an die Raumluft und Umgebungsflächen durch Strahlungsaustausch abgeben bzw. Wärme aus der Raumluft und Umgebungsflächen und im Raum befindlichen Wärmelasten aufnehmen und hierdurch das Innenraumklima beeinflussen. Als Bauteile werden häufig Deckenpaneele, Wand-paneele oder Fußbodenheizsysteme mit einem wassergeführten Rohrregister oder elektrisch betriebenen Heizdraht versehen. Dies kann direkt beim Bau des Gebäudes verbaut werden oder bei einem bestehenden Gebäude nachgerüstet werden.

20

25

So betrifft die DE 10 2008 053 192 A1 einen Solarkollektor mit Kühlfunktion, wobei mit dem Solarkollektor einerseits einfallende Solarstrahlung in Wärme umgewandelt werden kann und andererseits Wärmeenergie, beispielsweise von einem Gebäude, abgeführt werden kann. Dafür umfasst der Solarkollektor eine von einem ersten Wärmeträgerfluid durchströmbare Einrichtung, die mit einem Absorber in Kontakt steht. Mittels dem Absorber wird einfallende Sonnenstrahlung in Wärme umgewandelt und vom ersten Wärmeträgerfluid abgeführt. Der Solarkollektor umfasst zudem eine von einem zweiten Wärmeträgerfluid durchströmbare Einrichtung, die zu einer Außenfläche führt. Mittels dem zweiten Wärmeträgerfluid wird Wärme zur Außenfläche geführt, wo sie an die Umgebung abgegeben wird.

30

35

Weiterhin geht aus der DE 20 2008 014 419 U1 ein solar betriebener Kollektivkollektor zur gleichzeitigen Erzeugung von elektrischem Strom und thermischer Wärme, sowie eine Solar-Kälteeinheit, hervor. Der Kollektivkollektor umfasst eine Lichteintrittsscheibe, zumindest eine Photovoltaikzelle, zumindest eine Lichtabsorberschicht und wenigstens eine mit einem Fluid gefüllte Rohrleitung, wobei das Fluid erwärmt wird. Sonnenlicht durchstrahlt die Lichteintrittsscheibe und gelangt durch einen Durchlass der Photovoltaikzelle zur Lichtabsorberschicht, die das Sonnenlicht aufnimmt und so aufgeheizt wird. Die Lichtabsorberschicht steht in thermischem Kontakt mit der Rohrleitung, wodurch das Fluid in der Rohrleitung erwärmt wird. Der Kollektivkollektor ist insbesondere zur Verwendung mit einer Kältemaschine geeignet.

- Die CN 107606824 A zeigt einen Verdampfer und ein Klimaanlage-Kältesystem. Der Verdampfer umfasst ein Wärmetauscherelement und eine wärmebeständige, durchlässige Platte, wobei die wärmebeständige, durchlässige Platte an zumindest einer Seite des Wärmetauscherelements an dessen Oberfläche angeordnet ist und mit Raumluft in Kontakt steht. Die wärmebeständige, durchlässige Platte ist wärmedämmend und für Wärmestrahlung zumindest teilweise durchlässig. Das Material der wärmebeständigen, durchlässigen Platte kann Polyethylen sein. Das Wärmetauscherelement weist weiterhin ein Rohr auf, durch das ein Kühlmedium geleitet werden kann. Mittels dem Verdampfer kann so Wärme aus einem Raum abgeführt werden, in dem die darin anfallende Wärmestrahlung absorbiert wird.
- 5
- 10
- Ausgehend vom Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung somit die Aufgabe zugrunde, ein Wärmetauscherpaneel zum Temperieren von Gebäuderäumen bereitzustellen, welches die Gebäuderäume energieeffizient temperiert und insbesondere eine gute Kühlwirkung mit sehr geringem Konvektionsanteil aufweist.
- 15
- Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Wärmetauscherpaneel zum Temperieren von Gebäuderäumen bereitzustellen, welches einen hohen Wärmestrahlungsaustausch in einem breiten Temperaturspektrum aufweist.
- 20
- Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Wärmetauscherpaneel zum Temperieren von Gebäuderäumen bereitzustellen, welches eine Kondensatbildung am Wärmetauscherpaneel nahezu ausschließt.
- 25
- Weiterhin ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Wärmetauscherpaneel zum Temperieren von Gebäuderäumen bereitzustellen, welches eine hohe mechanische Stabilität aufweist, wobei der Wärmestrahlungsaustausch dadurch kaum beeinflusst wird.
- 30
- Zudem ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Wärmetauscherpaneel zum Temperieren von Gebäuderäumen bereitzustellen, welches optisch ansprechend ausgebildet ist, ohne dabei den Wärmestrahlungsaustausch nennenswert zu beeinflussen.
- Eine oder mehrere dieser Aufgaben werden durch die Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den davon abhängigen Unteransprüchen angegeben.
- 35
- Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung ist ein Wärmetauscherpaneel zum Temperieren von Gebäuderäumen vorgesehen. Das Wärmetauscherpaneel umfasst einen Wärmetauscher, der eine Mediumleitung zum Führen eines Wärmetauschermediums und eine Wärmetauscherwandung, die mit der Mediumleitung in thermischem Kontakt steht, aufweist. Die Wärmetauscherwandung weist eine dem zu

temperierenden Gebäuderaum zugewandte Grenzfläche auf, die auf eine gegenüber einer Wärmelast geringere Temperatur oder gegenüber einer Kältelast höhere Temperatur bringbar ist. Das Wärmetauscherpaneel umfasst weiterhin eine Schicht aus einem Polymermaterial, die auf der Grenzfläche des Wärmetauschers angeordnet ist, wobei die Schicht Gasblasen bzw. Gaskammern aufweist, sodass sie für Wärmestrahlung zumindest teilweise durchlässig ist. Das Wärmetauscherpaneel zeichnet sich dadurch aus, dass die Schicht aus Polymermaterial in einem Wellenlängenbereich der Wärmestrahlung zwischen 9 μm und 11 μm eine Transparenz von nicht mehr als 30% aufweist.

Wärmestrahlung ist elektromagnetische Strahlung des infraroten Wellenlängenbereiches, die die Schicht aus Polymermaterial zumindest teilweise durchdringt. Der Wellenlängenbereich von Wärmestrahlung (Infrarotstrahlung) erstreckt sich typischerweise von 780 nm bis 1 mm. Für den Spektralbereich von 4 μm bis 12 μm kann auch der Begriff Raumtemperaturstrahlung verwendet werden. Dieser Spektralbereich enthält einen Großteil der Energie der Wärmestrahlung eines schwarzen Strahlers bei etwa Raumtemperatur. Sofern das Wärmetauscherpaneel zum Kühlen in einem wärmeren Klima eingesetzt werden soll, kann dieser Spektralbereich leicht verschoben sein. Ebenso können kürzere Wellenlängen auftreten, wenn der Gebäuderaum besondere Wärmequellen aufweist, beispielsweise elektrische Geräte. Der Spektralbereich von etwa 2 μm bis etwa 100 μm enthält nahezu die gesamte Energie der Wärmestrahlung eines schwarzen Strahlers bei etwa Raumtemperatur.

Der Wellenlängenbereich zwischen 9 μm und 11 μm umfasst das Maximum der Raumtemperaturstrahlung, weshalb dieser Bereich auch für die Beurteilung der Transparenz am wichtigsten ist.

Die Schicht aus Polymermaterial weist im Wellenlängenbereich der Wärmestrahlung zwischen 9 μm und 11 μm eine Transparenz von nicht mehr als 30% auf. Dies bedeutet zwar, dass die Schicht in diesem Wellenlängenbereich eine Transparenz von nicht mehr als 30% aufweist, jedoch weist die Schicht im übrigen Wellenlängenbereich zwischen 780 nm und 1 mm, insbesondere im Bereich zwischen 2 μm und 100 μm , ebenfalls eine gewisse Transparenz auf. Diese Transparenz kann bei einzelnen Wellenlängen auch höher sein als 30%, jedoch weist die Schicht im Mittel über den Wellenlängenbereich von 780 nm und 1 mm, insbesondere zwischen 2 μm und 100 μm , eine Transparenz von nicht mehr als 30% auf. In der Regel besitzt die Schicht bei einzelnen bestimmten Wellenlängen sogar eine wesentlich höhere Absorption, so dass bei einzelnen bestimmten Wellenlängen die Transparenz geringer ist.

Die Schicht aus Polymermaterial weist die Transparenz von nicht mehr als 30% gegenüber der Wärmestrahlung im Wellenlängenbereich zwischen 9 μm und 11 μm über das gesamte örtliche Mittel des Volumens der Schicht auf. Für die übrigen Wellenlängen der Wärmestrahlung weist die Schicht aus Polymermaterial in der Regel dieselbe Eigenschaft auf.

- Eine solche Schicht ist vorzugsweise eine Schaumstoffschicht. Eine Schaumstoffschicht ist nicht homogen, d.h., dass an unterschiedlichen Orten im Querschnitt unterschiedlich viel Material vorhanden ist. Eine Transparenz der Schicht aus Polymermaterial von nicht mehr als 30% gegenüber der Wärmestrahlung in einem Wellenlängenbereich zwischen 9 μm und 11 μm , bedeutet somit, dass über das gesamte
- 5 Volumen der Schicht betrachtet im örtlichen Mittel nicht mehr als 30% der Gesamten auf einer dem Gebäuderaum zugewandten Oberfläche der Schicht auftreffende Wärmestrahlung zwischen 9 μm und 11 μm zur Grenzfläche gelangt. An einzelnen Orten der Schicht kann dabei eine Transparenz von mehr als 30%, jedoch typischerweise nur von etwas mehr als 30%, vorhanden sein. 70% der Wärmestrahlung wird zwischen 9 μm und 11 μm über das gesamte Volumen der Schicht hinweg absorbiert bzw. zu
- 10 einem kleinen Teil reflektiert. Je nach Materialwahl und Raumwinkel wird ein Anteil von 1% bis 15% der Wärmestrahlung zwischen 9 μm und 11 μm reflektiert. Polymere weisen typischerweise eine physikalisch unvermeidliche Reflexion im Bereich von 5% bis 15 % auf. Für die übrigen Wellenlängen der Wärmestrahlung kann die Schicht aus Polymermaterial dieselben Eigenschaften aufweisen.
- 15 Die Transparenz der Schicht aus Polymermaterial wird mittels FTIR-Spektroskopie (Fourier-Transform-Infrarot-Spektroskopie), die unter den Begriff der Infrarotspektroskopie fällt, in einem entsprechenden FTIR-Spektrometer bestimmt. Eine Probe der Schicht wird dabei in der Form in das Spektrometer eingebracht, wie sie auch am Wärmetauscherpaneel ausgebildet ist. Die Schicht wird ohne eine Veränderung, wie sie z.B. durch ein Pressen der Schicht ausgeführt werden würde in das Spektrometer einge-
- 20 legt. Im Spektrometer wird die Schicht senkrecht (unter einem 90°-Winkel) zur Oberfläche der Schaumschicht mit Infrarotstrahlung der Wellenlänge 9 μm bis 11 μm bestrahlt. Es wird die Intensität der Strahlung (Energiedichte) nach der Schicht gemessen und mit der Intensität der Eingangsstrahlung verglichen. Eine Transparenz der Schicht aus Polymermaterial von nicht mehr als 30% in einem Wellenlängenbereich der Wärmestrahlung zwischen 9 μm und 11 μm bedeutet, dass die gemessene Intensität
- 25 der Strahlung im Bereich 9 μm und 11 μm nach der Schicht nicht mehr als 30% der Intensität der Eingangsstrahlung beträgt. Dieses Messverfahren kann bspw. mit dem FTIR-Spektrometer INVENIO® von der Firma Bruker ausgeführt werden.
- 30 Sofern nichts anderes ausgeführt umfasst im Folgenden der Begriff „Wärmestrahlung“ den Wellenlängenbereich zwischen 2 μm und 100 μm .

- Die Schicht aus einem Polymermaterial weist Gasblasen bzw. Gaskammern auf. Die Gasfüllung der Gasblasen bzw. Gaskammern ist weitgehend durchlässig für Wärmestrahlung. Die Gasblasen bzw. Gaskammern sind vorzugsweise mit Luft gefüllt. Die Gasfüllung gleicht vorzugsweise die Druckverhältnisse in der Schicht aus. Die Gasfüllung der Schicht hat damit vorzugsweise ein nahezu gleiches Druck-
- 35 niveau wie die umgebende Luft. Die Schicht wird im Folgenden als „Schaumschicht“ bezeichnet.

Die Schaumschicht kann als Barriere gegenüber Luft und Wasserdampf aus dem Raum, die durch die Schaumschicht nicht zur Grenzfläche hindurch gelangen können, angesehen werden. Hierdurch kann kein konvektiver Wärmeaustausch zwischen der Luft und der Grenzfläche erfolgen.

- 5 Die Schaumschicht ist einerseits mit dem Wärmetauscher an der Grenzfläche verbunden und weist auf der anderen Seite eine freie Oberfläche auf, die im Folgenden als „Oberfläche der Schaumschicht“ oder lediglich als „Oberfläche“ bezeichnet wird.

- 10 Unter dem Begriff Gebäuderaum werden sowohl geschlossene als auch offene Räume verstanden. Ein geschlossener Raum ist ein zu allen Seiten hin geschlossener Raum. Ein offener Raum umfasst alle Arten von Räumen, die zumindest zu einer Seite hin offen sind. Dies kann beispielsweise ein Bushaltestellenhäuschen oder eine überdachte Außenfläche sein. Im Folgenden werden alle diese Räume als „Raum“ bezeichnet.

- 15 Das Wärmetauscherpaneel kann zur Kühlung eines Raumes vorgesehen sein (Kühlfall). In dem Raum ist dann eine Wärmelast vorhanden. In diesem Fall ist das Wärmetauschermedium in der Mediumleitung ein Kühlmedium. Die Raumtemperatur beträgt im Falle einer Wärmelast im Raum (bei einer relativen Luftfeuchte von 60%) typischerweise in etwa 20°C bis 30°C und die Temperatur des Wärmetauschermediums beträgt typischerweise in etwa 6°C bis 20°C.

- 20 Das Wärmetauscherpaneel kann ebenso zur Erwärmung eines Raumes vorgesehen sein (Heizfall). In dem Raum befindet sich dann eine Kältelast. In diesem Fall ist das Wärmetauschermedium ein Heizmedium. Die Raumtemperatur beträgt im Falle einer Kältelast im Raum typischerweise in etwa 10°C und die Temperatur des Wärmetauschermediums beträgt typischerweise in etwa 35°C bis 50°C.

- 25 Die Schaumschicht ist so ausgebildet, dass sie in einem Wellenlängenbereich der Wärmestrahlung zwischen 9 µm und 11 µm eine Transparenz von nicht mehr als 30% aufweist.

- 30 Grundsätzlich sollte für das Funktionsprinzip des Wärmetauscherpaneels die Transparenz möglichst hoch sein, damit Wärmestrahlung möglichst vollständig an der temperierten Grenzfläche absorbiert werden kann. Eine hohe Transparenz von beispielsweise mehr als 60% erfordert jedoch, dass sehr wenig Polymermaterial auf die Grenzfläche aufgetragen wird. Dies bedingt eine sehr dünne oder sehr empfindliche Schaumschicht. Eine dünne Schaumschicht bewirkt nur eine geringe thermische Isolierung gegenüber Wärmeleitung, sodass die Oberfläche der Schaumschicht sich schnell der Temperatur der
35 Grenzfläche annähert.

Der Erfinder hat festgestellt, dass eine maximale Transparenz von 10% bereits genügt, da dann etwa 10% der Wärmestrahlung unmittelbar auf die Grenzfläche auftreffen, aber noch ein weiterer erheblicher

Teil der Wärmestrahlung im Bereich der Grenzfläche von der temperierten Schaumschicht über die Materialstärke selbst absorbiert und die Wärme mittels Wärmeleitung im Material der Grenzfläche zu-geführt wird.

- 5 Zudem erlaubt eine geringere Transparenz das Vorsehen von mehr Polymermaterial bzw. einer dickeren Schaumschicht. Eine Schaumschicht mit einer gewissen Mindestdicke von beispielsweise 0,5 cm bis 1,5 cm bewirkt eine gute thermische Isolierung, sodass die Oberfläche der Schaumschicht über dem Taupunkt gehalten werden kann, wenn auch die Grenzfläche unter dem Taupunkt gehalten wird.
- 10 Es hat sich gezeigt, dass eine solche Schaumschicht mit einer maximalen Transparenz von nicht mehr als 40% bzw. von nicht mehr als 30% bzw. von nicht mehr als 20% in einem Wellenlängenbereich zwischen 9 μm und 11 μm mit einer ausreichenden thermischen Isolierung ausgebildet ist, um die gewünschten Funktionen der Ableitung der mittels Wärmestrahlung eingetragenen Wärme und der Isolation der Oberfläche der Schaumschicht zu erzielen, sodass die Temperatur der Oberfläche über dem
- 15 Taupunkt liegt.

- Ergänzend gesagt, wird bei einer dickeren Schaumschicht mehr Wärme vom Raum in die Schaumschicht eingetragen und dort auch gespeichert und abgeleitet. Dieser Wärmeeintrag erfolgt einerseits mittels Wärmeleitung im Bereich der Oberfläche der Schaumschicht, wobei durch Konvektion Wärme
- 20 von der Raumluft an die Oberfläche übertragen wird. Andererseits erfolgt der Wärmeeintrag im gesamten Volumen der Schaumschicht durch eine (aufgrund der niedrigen Transparenz der Gesamtschichtdicke, aber erheblichen Transparenz im Wärmestrahlungsspektrum über einen Teil der Materialdicke) erhöhte Absorptionsfähigkeit der Schaumschicht. Der Wärmeeintrag in die Schaumschicht übersteigt den Wärmestrom von der (konstant) kühlen Grenzfläche zur Oberfläche und verhindert zielgemäß ein
- 25 Abkühlen der Oberfläche unter die Taupunkttemperatur der Raumluft bis zu einem definierten Punkt. Dieser liegt gemäß des Prinzips nahe der mittleren Raumtemperatur des Raumes.

- Eine Oberfläche der Schaumschicht mit einer Temperatur unterhalb der mittleren Raumtemperatur würde ab Erreichen der Taupunkttemperatur der Raumluft zu einer Kondensatbildung durch die Raum-
- 30 luft an der Oberfläche führen, was zwingend vermieden werden soll. Dieser Effekt wird auch durch Wärmegewinne aus vorbeiströmender warmer Raumluft (im typischen Verwendungszweck eines Deckensegels oder Wandpanels) unterstützt. Warme Raumluft steigt auf und trifft auf die leicht kühlere Oberfläche. Folglich kühlt die Raumluft leicht ab, wärmt aber gleichzeitig die Oberfläche und fällt wieder herab.

- 35 Gleichzeitig wirkt ein Wärmestrom durch Wärmestrahlung von den von der Oberfläche sichtbaren Raumbooberflächen auf die Grenzfläche ein, so dass diese eine Gleichgewichtstemperatur entsprechend der mittleren Strahlungstemperatur anstrebt.

Ist die Schaumschicht zu dünn ausgebildet, dann übersteigt ein Wärmestrom von der (konstant) kühlen Grenzfläche zur Oberfläche der Schaumschicht die in der Schaumschicht enthaltene Wärme aus dem Raum, was zu einer kühlen Oberfläche und damit zu Kondensatbildung führt.

5

Um eine Transparenz der Schaumschicht, insbesondere über die gesamte Schichtdicke, von 30% in einem Wellenlängenbereich zwischen 9 μm und 11 μm zu erreichen, muss sie bereits sehr dünn ausgebildet sein. Dabei gilt bei gleichbleibender Dichte an Gasblasen bzw. Gaskammern in der Schaumschicht, dass je dünner die Schicht, desto höher ist die Transparenz. Wird die Schicht jedoch so dünn ausgebildet, dass sie eine Transparenz von über 30% aufweist, dann wird sie instabil.

10

Auf der anderen Seite kann man die Transparenz der Schaumschicht auf über 30%, insbesondere über 50%, erhöhen, in dem man bei gleichbleibender Dicke der Schicht und Anzahl Gasblasen bzw. Gaskammern größere Gasblasen bzw. Gaskammern in der Schaumschicht vorsieht oder die Wandungen der Gasblasen sehr dünnwandig ausbildet. Dies führt dann jedoch dazu, dass wenig Material in der Schaumschicht vorhanden ist, wodurch die Schaumschicht sehr instabil wird. Ist wenig Material in der Schicht vorhanden, um Wärme in Form von Wärmestrahlung und durch Konvektion von der Raumluft aufzunehmen, dann übersteigt der Wärmestrom von der (konstant) kühlen Grenzfläche erneut die in der Schaumschicht vorhandene Wärme.

15

20

Der Erfinder hat erkannt, dass sich bei einer Schaumschicht mit einer Transparenz von nicht mehr als 30% in einem Wellenlängenbereich zwischen 9 μm und 11 μm ein Gleichgewicht einstellt, das einen möglichst effektiven Wärmeeintrag von Wärme aus dem Raum zur Grenzfläche hin (mittels Wärmestrahlung und Wärmeleitung durch die Schaumschicht) erlaubt, wobei gleichzeitig genügend Wärme von der Schaumschicht aufgenommen wird, sodass kein (bzw. nur ein sehr geringer) Wärmestrom von der Grenzfläche die Oberfläche der Schaumschicht erreicht.

25

Im Falle einer Kältelast im Raum stellt sich bei einer Schaumschicht mit einer Transparenz von nicht mehr als 30% in einem Wellenlängenbereich zwischen 9 μm und 11 μm auf die gleiche Art und Weise ein Gleichgewicht ein, bei dem von der Grenzfläche Wärme (mittels Wärmestrahlung durch die Schaumschicht) in den Raum emittiert wird, wobei gleichzeitig kein Wärmestrom von der Grenzfläche die Oberfläche der Schaumschicht erreicht, wodurch die Schaumschicht an der Oberfläche kühl genug bleibt, sodass der Verlust an Konvektionswärme an der Oberfläche gering gehalten wird. Diese Konvektionswärme würde besonders bei der Beheizung von Außenräumen vollständig verloren gehen, da sie von bewegter Luft im Außenbereich davon getragen wird.

30

35

Es gibt lediglich einen kleinen Teil an Wärme, der durch Konvektionswärme verloren geht. Dies ist der Teil der Wärmestrahlung von der Grenzfläche, der in einem Bereich nahe der Oberfläche der Schaumschicht von der Schaumschicht absorbiert wird und dann mittels Wärmeleitung zur Oberfläche gelangt.

- 5 Die vom Wärmetauscherpaneel erzeugte Strahlungswärme sorgt für eine relativ verlustarme Beheizung. So kann die Temperatur des Wärmetauschermediums relativ gering sein und es ist trotzdem eine effektive Beheizung eines Außenraumes möglich. Da das Temperaturniveau des Wärmetauschermediums relativ gering sein kann, ist die Verwendung von Wärmepumpen zum Erwärmen des Mediums möglich. Das Wärmetauscherpaneel bietet somit die Möglichkeit einer energieeffizienten Beheizung
10 auch in Außenbereichen.

- Da die Schaumschicht nur eine bedingte Wärmeleitung von der temperierten Grenzfläche zur Oberfläche der Schaumschicht hin ermöglicht und einen konvektiven Wärmeaustausch zwischen der Grenzfläche und der Raumluft verhindert, kann sich eine große Temperaturdifferenz zwischen der Grenzfläche
15 und der Oberfläche bilden. So kann im Falle einer Wärmelast im Raum die Grenzfläche auf eine Temperatur unterhalb des Taupunkts gekühlt werden und die Oberfläche behält eine Temperatur oberhalb der Taupunkttemperatur der Raumluft bei, was zu einer effektiven Kühlung über die Absorption von Wärmestrahlung von Raumbooberflächen bzw. Wärmequellen führt. Durch die von der Grenzfläche zur Oberfläche hin dämmende Wirkung der Schaumschicht kann außerdem die Grenzfläche besonders
20 schnell heruntergeköhlt werden.

- Gleichzeitig führt das Verhindern des konvektiven Wärmeaustauschs zwischen der Grenzfläche und der Raumluft dazu, dass keine Feuchtigkeit aus der Raumluft an der Grenzfläche kondensieren kann, obwohl die Grenzfläche eine Strahlungstemperatur unterhalb des Taupunkts aufweist.
25

- Bei einer großflächigen Anordnung des Wärmetauscherpaneels in einem Raum, kann dieser so sehr effizient und schnell geköhlt werden und es kann dennoch vermieden werden, dass Feuchtigkeit an der Grenzfläche ausfällt. So wird verhindert, dass der Raum oder die Oberfläche der Schaumschicht bzw. das Wärmetauscherpaneel verunreinigt werden, oder dass Geräte oder Einrichtungsgegenstände be-
30 schädigt, Personen belästigt, Bauschäden verursacht und/oder das Raumklima negativ beeinflusst wird.

Im Falle einer Kältelast im Raum kann die Grenzfläche auf eine hohe Temperatur erhitzt werden und die Grenzfläche kann schnell aufgeheizt werden.

- 35 Mit der Anordnung der für Wärmestrahlung durchlässigen Schaumschicht auf der geköhltten oder erwärmten Grenzfläche wird die tatsächliche Oberflächentemperatur (entspricht im Wesentlichen der mittleren Raumtemperatur) der Schaumschicht von der Strahlungstemperatur an der Oberfläche der Schaumschicht entkoppelt. Die Strahlungstemperatur an der Oberfläche der Schaumschicht kann im

- Kühlfall folglich niedriger sein als die materielle Temperatur der Oberfläche. Die Strahlungstemperatur an der Oberfläche entspricht einem Wert, der von der Transparenz, Wärmeleitfähigkeit und Oberflächenbeschaffenheit der Schaumschicht abhängt und sich bei zunehmender Transparenz immer mehr der Strahlungstemperatur der Grenzfläche annähert. Eine höhere Wärmeleitfähigkeit der Schaumschicht führt zur Annäherung der materiellen Oberflächentemperatur an die der Grenzfläche. Durch die Oberflächenbeschaffenheit durch z.B. eine Oberflächenvergrößerung durch eine raue Oberfläche kann der Wärmeeintrag aus konvektiven und strahlungsphysikalischen Gegebenheiten beeinflusst werden. Beispielsweise wäre hier eine bewusst rillenartige oder unebene Struktur.
- Die zusätzliche mögliche Temperaturdifferenz führt im Falle einer Wärmelast oder einer Kältelast im Raum zu einer höheren Leistungsdichte und weniger konvektiven Verlusten, als bei einer offenliegenden Grenzfläche. Mit einer offen liegenden Grenzfläche ist der direkte Kontakt zwischen der Raumluft und der Grenzfläche gemeint. Folglich wird durch die Schaumschicht der Ausnutzungsgrad der Wärmestrahlung erhöht. Insbesondere führt die zusätzliche mögliche Temperaturdifferenz zwischen mittlerer Vorlauftemperatur ($(\text{Vorlauftemperatur} + \text{Rücklauftemperatur})/2$) zu einer höheren Leistungsdichte über einen breiten Temperaturbereich, als bei einer offenliegenden und damit in direktem Kontakt mit der Raumluft stehenden Grenzfläche.
- Während mit Taupunktbegrenzung der Grenzfläche die Temperaturdifferenz und folglich die Absorptionsleistung begrenzt ist, kann eine taupunktunabhängige Grenzfläche konstant mit hoher Temperaturdifferenz und niedrigen Strahlungstemperaturen betrieben werden.
- Der Erfinder hat einerseits erkannt, dass bei einer Schaumschicht eine Transparenz von mehr als 30% in einem Wellenlängenbereich zwischen 9 μm und 11 μm nicht notwendig ist, um die gewünschten thermischen Eigenschaften zu erfüllen und andererseits mit einer Transparenz von nicht mehr als 30% in einem Wellenlängenbereich zwischen 9 μm und 11 μm eine mechanisch stabile Schaumschicht möglich ist, die einen dauerhaften Betrieb erlaubt.
- Die Schaumschicht kann fest mit der Grenzfläche verbunden sein. Die Schaumschicht kann auch ein Körper sein, der auf die Grenzfläche aufgebracht und mit dieser verklebt wird. Es ist auch möglich, dass die Schaumschicht lediglich auf die Grenzfläche aufgesetzt und mit dieser verspannt wird. Hierfür kann eine umlaufende Dichtung durch Klebung oder eine Trockendichtung auf der Grenzfläche vorgesehen sein, an der die Schaumschicht aufgesetzt wird. So kann die Schaumschicht je nach Bedarf im Nachhinein wieder von der Grenzfläche getrennt werden.
- Es können seitlich am Wärmetauscherpaneel Einfassungen vorgesehen sein. Diese können fest mit dem Wärmetauscherpaneel und/oder mit der Schaumschicht verbunden sein. Bei einer festen

Verbindung mit dem Wärmetauscherpaneel und mit der Schaumschicht kann die Schaumschicht so zusätzlich fixiert werden. Die Einfassungen können daher optische und/oder statische Zwecke erfüllen.

Es kann auch vorgesehen sein, dass die Schaumschicht die Mediumleitungen des Wärmetauschers vollständig umgibt. Die Mediumleitungen verlaufen dabei innerhalb der Schaumschicht. So wird eine bessere Wärmeübertragung gewährleistet. In diesem Fall ist die Schaumschicht nicht auf der Grenzfläche angeordnet, sondern auf einer Oberfläche des Decken- oder Wandpaneels. Es kann trotzdem eine wärmeleitende Schicht vorgesehen sein, die die Mediumleitungen innerhalb der Schaumschicht miteinander verbindet und so eine große Oberfläche ausbildet.

10

Die Schicht aus Polymermaterial kann in dem Wellenlängenbereich der Wärmestrahlung zwischen 9 μm und 11 μm eine Transparenz von nicht mehr als 25% bzw. von nicht mehr als 20% bzw. von nicht mehr als 15% bzw. von nicht mehr als 10% bzw. von nicht mehr als 5% aufweisen.

15

In einem Wellenlängenbereich der Wärmestrahlung zwischen etwa 2 μm und etwa 20 μm oder zwischen etwa 2 μm und etwa 100 μm kann die Schicht aus Polymermaterial eine Transparenz von nicht mehr als 30% bzw. von nicht mehr als 25% bzw. von nicht mehr als 20% bzw. von nicht mehr als 15% bzw. von nicht mehr als 10% bzw. von nicht mehr als 5% aufweisen.

20

Die Schicht aus Polymermaterial kann eine Dicke von zumindest 2 mm bzw. zumindest 3 mm bzw. zumindest 4 mm bzw. zumindest 5 mm bzw. zumindest 6 mm bzw. zumindest 7 mm bzw. zumindest 8 mm und/oder eine Dicke von maximal 150 mm bzw. maximal 75 mm bzw. maximal 50 mm bzw. maximal 28 mm bzw. maximal 27 mm bzw. maximal 26 mm bzw. maximal 25 mm bzw. maximal 24 mm bzw. maximal 23 mm bzw. maximal 22 mm aufweisen. Die Schicht kann insbesondere eine Dicke von 10 mm

25

bis 14 mm aufweisen.

Die Schichtdicke der Schaumschicht kann basierend auf den individuellen Anforderungen durch das Umgebungsklima und der Betriebstemperatur der Grenzfläche angepasst sein.

30

Das Polymermaterial der Schicht kann aus einem Polyolefin, vorzugsweise aus Polyethylen oder aus Polypropylen, oder einem Gemisch daraus ausgebildet sein.

Das Polymermaterial kann aus einer beliebigen Materialkombination der Polyolefine ausgebildet sein. Weiterhin kann das Polymermaterial mit verschiedenen Zuschlagstoffen, wie Brandschutzmitteln, Inhibitoren, einem UV-Schutz oder speziellen reflektierenden oder absorbierenden Partikeln oder Wärmetransportschichten versehen sein. Die Oberfläche der Schaumschicht kann vorder- und/oder rückseitig beschichtet sein.

35

Die Schaumschicht kann bei einer Dicke zwischen 2 mm 10 und 20 mm für Strahlung mit einer Wellenlänge im Bereich von 4 μm bis 12 μm eine Transmission von 20% bis 80% aufweisen. Daher sind diese Materialien geeignet zur Ausbildung der Schaumschicht. Vorzugsweise wird ein flammenhemmender, geschlossenzelliger Polyethylenschaum mit einer geringen Dichte verwendet. Alternativ wird Polypropylen, oder ein Copolymer aus beiden oder mehreren Polymeren, oder ein Polyolefinschaum verwendet.

Die Schicht aus Polymermaterial kann eine Schicht aus einem Schaum, insbesondere mit geschlossenen Zellen, oder eine Blasenfolie bzw. Hohlkammerfolie sein. Die Schicht kann die Grenzfläche vollständig bedecken.

Schäume und Blasenfolien bieten sich als Materialien für die Schaumschicht an, da sie mit einem Gas gefüllte Zellen aufweisen, durch die die Schaumschicht eine gewisse Transparenz gegenüber Wärmestrahlung erhält. Gleichzeitig kann die Schaumschicht dadurch relativ leicht ausgebildet sein, sodass das Gesamtgewicht des Wärmetauscherpaneels kaum erhöht wird. Da das Gas in den Zellen für gewöhnlich einen guten Wärmeisolator darstellt, weist das restliche Material der Schaumschicht vorzugsweise wärmeleitende Eigenschaften auf.

Das Material der Schaumschicht kann mit Materialien versetzt sein, die eine hohe Absorption gegenüber Wärmestrahlung aufweisen. So kann der Wärmeeintrag von Wärmestrahlung in das Material verbessert werden. Ergänzend oder alternativ kann das Material der Schaumschicht mit Materialien versetzt sein, die eine hohe Wärmeleitfähigkeit aufweisen. So können der Wärmeeintrag von Konvektionswärme aus dem Raum und die Wärmeleitfähigkeit der Schaumschicht erhöht werden.

Die Schaumschicht ist vorzugsweise so ausgebildet und an der Grenzfläche angeordnet, dass ein Feuchteintrag an der Grenzfläche ausgeschlossen wird. Trotzdem können Kapillarkanäle in der Schaumschicht vorgesehen sein, um Feuchtigkeit zum Raum hin abzuführen. Die Kapillarkanäle verlaufen möglichst direkt von der Grenzfläche in Richtung des Raumes und führen die anfallende Feuchtigkeit wieder in den Raum ab. Hierdurch wird eine dauerhafte Funktionsfähigkeit des Wärmetauscherpaneels gewährleistet.

Die Kapillarkanäle können aus dem gleichen Material wie die Schaumschicht oder aus einem anderen kapillaraktiven Material ausgebildet sein.

Es kann vorgesehen sein, dass die Schaumschicht zusätzlich seitlich umlaufend am Wärmetauscherpaneel angeordnet ist. Dabei kann die Schaumschicht in den seitlichen Bereichen des Wärmetauscherpaneels eine andere Dicke als auf der dem Raum zugewandten Seite aufweisen.

Der Wärmetauscher weist Mediumleitungen auf, die von einem kalten oder heißen Wärmetauschermedium (vorzugsweise einem Fluid) durchströmt werden können. Der Wärmetauscher ist ein Körper, der diese Mediumleitungen umfasst bzw. in den diese Mediumleitungen eingebettet sind und in dem sich die Wärme überwiegend durch Wärmeleitung verteilt. Im Extremfall kann der Wärmetauscher lediglich aus den Mediumleitungen bestehen. In der Regel weist der Wärmetauscher jedoch einen Körper auf, in dem die Mediumleitungen eingebettet sind und in dem sich die Wärme überwiegend durch Wärmeleitung und nicht durch Wärmestrahlung verteilt.

Im einfachsten Fall kann der Wärmetauscher nur aus einem heißen oder kühlen Medium führenden Rohr und der verbundenen Schaumschicht ausgebildet sein. Die Tragkonstruktion im Decken- oder Wandbereich kann dann z.B. durch Rohrschellen oder eine Spannkonstruktion gewährleistet sein.

Von der Grenzfläche wird Wärmestrahlung grundsätzlich sowohl in den Raum als auch ins Innere des Wärmetauschers abgestrahlt. Die Wärmestrahlung kann sich im Inneren des Wärmetauschers jedoch nur ausbreiten, wenn der Wärmetauscher ein Material mit geringer Dichte bzw. hoher Transparenz, insbesondere im Infrarotspektrum, aufweist. Je höher die Dichte ist, desto geringer ist die Ausbreitung der Wärme mittels Wärmestrahlung und umso stärker ist die Übertragung mittels Wärmeleitung.

Der Wärmetauscher kann zumindest ein geradliniges oder mäanderförmiges Rohr aufweisen und/oder ein Plattenwärmetauscher sein.

Der Wärmetauscher kann auch ein geometrisch von einer flachen Ebene abweichend frei geformter Körper mit Leitungen sein, oder direkt aus einer Leitung ausgebildet sein.

In einer bevorzugten Ausführungsform des Wärmetauscherpaneels weist der Wärmetauscher zumindest zwei parallele geradlinige Rohre auf, die durch mehrere dünnere und wiederum parallel verlaufende Rohre miteinander verbunden sind. Der Wärmetauscher kann auch ein Rohrsystem mit Kapillarrohren oder eine Kapillarrohrmatte sein. Hierbei sind die Rohre vorzugsweise in ein Decken- oder Wandpaneel integriert, sodass das Material des Decken- oder Wandpaneels die Zwischenräume zwischen den Rohren ausfüllt. Die Rohre können aber auch freiliegend auf das Decken- oder Wandpaneel aufgebracht sein.

Für die Temperierung des Raumes ist besonders die Oberfläche der Rohre relevant. Diese Oberflächen können glatt oder rau sein, um deren Absorptions- bzw. Reflexionsverhalten zu beeinflussen. Die Oberflächen können auch ein Metall oder eine Legierung enthalten oder daraus bestehen. Durch die hohe Wärmeleitfähigkeit und/oder hohe Wärmekapazität der Oberflächen und hohe Absorption im Strahlungsbereich der Temperaturstrahlung von 2 μm bis 20 μm bzw. 2 μm bis 100 μm Wellenlänge, kann die Leistung der erfindungsgemäßen Vorrichtung erhöht werden. Durch eine geringe oder hohe

Wärmekapazität der Oberflächen, oder durch zusätzlich eingebrachte oder angebrachte Latentspeichermaterialien (PCM), kann hingegen das Ansprechverhalten des Wärmetauscherpaneels gezielt beeinflusst werden.

- 5 Der Wärmetauscher und/oder das Decken- oder Wandpaneel können aus dem gleichen Material wie die Schaumschicht hergestellt sein oder daraus bestehen. Dies reduziert die Materialvielfalt und verbessert die Recyclingfähigkeit. So kann der Wärmetauscher auch eine Kapillarrohrr Matte sein, die vollständig aus einem Polymermaterial hergestellt ist.
- 10 Es kann vorgesehen sein, das Material des Wärmetauschers und/oder des Decken- oder Wandpaneels mit stark strahlungsabsorbierenden Partikeln, wie beispielsweise Kohlenstoffpartikeln, zu versetzen. Diese Partikel absorbieren Wärmestrahlung, die aus dem Raum kommt und auch die Strahlung, die vom Wärmetauscher selbst ausgeht. Durch die Partikel wird jegliche Wärmestrahlung sehr schnell absorbiert, ohne dass sie tief ins Material vordringen kann. Die absorbierte Wärmestrahlung wird in Wärme
- 15 umgewandelt und trägt durch Wärmeleitung zur Erwärmung des Wärmetauschers bei. Es kann auch vorgesehen sein die Schaumschicht mit solchen strahlungsabsorbierenden Partikeln zu versetzen.

- Als strahlungsabsorbierende Partikel können jegliche Partikel vorgesehen sein, die eine gute Absorptionsfähigkeit aufweisen. Dies können beispielsweise Polymer- oder Metallpartikel sein. Metall weisen
- 20 jedoch im Allgemeinen einen hohen Reflexionsgrad für IR-Strahlung auf. Wenn der Wärmetauscher und/oder das Decken- oder Wandpaneel sowie die Schaumschicht aus einem Polymermaterial bestehen, bieten sich hierfür Kohlenstoffpartikel oder Partikel einer strahlungsabsorbierenden Kohlenstoffverbindung an. So sind Polymermaterialien chemisch betrachtet ebenfalls Kohlenstoffverbindungen, was die Materialvielfalt weiterhin gering und die Recyclingfähigkeit hoch hält.

- 25 Zwischen dem Wärmetauscher und der Schaumschicht kann eine zusätzliche wärmeleitende Schicht vorgesehen sein.

- Die wärmeleitende Schicht kann derart zwischen den Wärmetauscher und die Schaumschicht eingebracht werden, dass die Oberflächen der einzelnen Leitungen des Wärmetauschers zusätzlich wärmeleitend miteinander verbunden sind. Die wärmeleitende Schicht ist beispielsweise eine Schicht aus einem Metall. Insbesondere kann die wärmeleitende Schicht eine optisch-funktionale Schicht, die durch ein Druckverfahren oder andere Beschichtungsverfahren aufgebrachte Lage sein. Hierdurch wird eine große Gesamtoberfläche des Wärmetauschers erzeugt, die eine gleichmäßige Temperaturverteilung
- 30 aufweist. Im Falle einer Heizlast im Raum wird so eine große Kühlfläche gebildet, die Wärmestrahlung gesamtflächig absorbiert und zu den Rohren leitet. Im Falle einer Kältelast im Raum wird hingegen eine große Heizfläche gebildet, die Wärmestrahlung großflächig an den Raum abgibt.
- 35

Zwischen dem Wärmetauscher und der Schaumschicht kann eine feuchtigkeitsabführende Schicht vorgesehen sein, die beispielsweise ein kapillaraktives Vlies ist.

5 Anstelle oder ergänzend der Kapillarkanäle in der Schaumschicht kann eine feuchtigkeitsabführende Schicht an der Grenzfläche vorgesehen sein. Diese feuchtigkeitsabführende Schicht ist vorzugsweise ein kapillaraktives Vlies. Das Vlies ist bevorzugt aus hoch saugfähigen, biologisch resistenten synthetischen Fasern ausgebildet. Mit dem Vlies soll möglicherweise anfallende Feuchtigkeit gepuffert werden und in einen Bereich des Vlieses abgeleitet werden, der beispielsweise an der Raumluft trocknen kann.

10 Zwischen dem Wärmetauscher und der Schaumschicht können elektronische Komponenten, wie beispielsweise Sensoren, Halbleiter, LEDs und/oder andere aktive oder passive Bauelemente oder thermische Speichermaterialien angeordnet sein.

15 Die Bauteile können auch elektrothermische Bauteile, wie z.B. Peltier Elemente sein. In Ausprägungen kann auch ein PCM-Material zur thermischen Pufferung eingebracht werden.

20 Elektronische Komponenten wie beispielsweise LEDs können zu dekorativen und technischen Zwecken vorgesehen sein. So kann das Wärmetauscherpaneel nicht nur zur Temperierung eines Raumes dienen, sondern gleichzeitig mit Lichtelementen zur optischen Gestaltung und Arbeitsplatzbeleuchtung des Raumes beitragen. In Lagerhallen oder Laboren, wo eine konstante Temperatur und/oder eine konstante Luftfeuchtigkeit sehr wichtig sind, können Sensoren vorgesehen sein, die diese Werte dauerhaft überwachen.

25 Die Schaumschicht kann auf einen Teilabschnitt der Grenzfläche aufgebracht sein, sodass ein Teil der Grenzfläche freiliegt, um darauf Feuchtigkeit zu kondensieren.

30 In dieser Ausgestaltung ist mit dem Wärmetauscherpaneel neben einer Kühlung eines Raumes auch eine Entfeuchtung des Raumes möglich. Da die Grenzfläche für die Kühlung des Raumes erfindungsgemäß auf eine Temperatur unterhalb des Taupunkts gekühlt wird, findet an den freiliegenden Teilbereichen eine starke Kondensation von Feuchtigkeit aus der Raumluft statt. Dieses Kondensat wird vorzugsweise von einem auf der Grenzfläche aufgebrachten kapillaraktiven Vlies in einen äußeren Randbereich des Wärmetauscherpaneels abgeleitet und dort gesammelt. Im Randbereich ist bevorzugt eine Auffangrinne vorgesehen, um die Feuchtigkeit aufzufangen und abzuleiten. Die Entfeuchtung des Raumes kann somit auf eine einfache Art und Weise zusätzlich erreicht werden. Dies geschieht ebenfalls mit geringerer Luftströmung als bei typischen Luft-Klimageräten, bietet aber gleichzeitig den Vorteil der Systemkombination.

35

An einer dem zu temperierenden Gebäuderaum abgewandten Seite des Wärmetauschers kann eine wärmedämmende und/oder schallabsorbierende Schicht und/oder gegenüber Wasserdampf diffusionsdichte Schicht vorgesehen sein.

- 5 Durch die wärmedämmende Schicht können beispielsweise Energieverluste vom Raum nach außen bzw. in nicht zu beheizende Volumen und Flächen vermindert werden.

- Durch die schallabsorbierende Schicht wird der Schallpegel im Raum durch die Absorption von Schallwellen reduziert. Dadurch wird unter anderem die Sprachverständlichkeit in Räumen verbessert. Die
10 schallabsorbierende Schicht ist beispielsweise ein Akustikschaumstoff und bevorzugt aus dem gleichen Material wie das diffusionsdichte Wärmedämmmaterial ausgebildet. Der Akustikschaumstoff weist im Vergleich zum Wärmedämmmaterial eine offenerporigere Oberfläche auf.

- Die gegenüber Wasserdampf diffusionsdichte Schicht verhindert Feuchtigkeitseinträge in die Decke
15 und/oder die Wand des Raumes bzw. auf der Oberfläche des Wärmetauschers.

- Das Wärmetauscherpaneel kann ein fester Bestandteil eines Gebäudes sein, wie beispielsweise eine in Massivbauweise errichtete Decke oder Wand. Ist das Wärmetauscherpaneel in ein Deckenpaneel, ein Deckensegel oder in ein Wandpaneel integriert, so kann es zusammen mit den Paneelen auch
20 nachträglich in ein bestehendes Gebäude eingebracht werden. Durch den Einbau solcher Paneele erzielt man eine große Oberfläche zum Austausch von Wärmestrahlung, die zur Temperierung eines Raumes verwendet wird. Dadurch ist einerseits ein schnelles Kühlen bzw. Heizen möglich, andererseits erfolgt die Temperierung des Raumes auf eine angenehme Weise, da keine Luftströmungen wie bei einer üblichen Luft-Klimaanlage erzeugt werden. Das Material der Paneele ist vorzugsweise ein Was-
25 serdampf-diffusionsdichtes Wärmedämmmaterial.

- Bei Betrieb des Wärmetauscherpaneels wird die dem Raum zugewandte Grenzfläche auf eine gegenüber einer Wärmelast geringere Temperatur (Kühlfall) oder gegenüber einer Kältelast höhere Temperatur (Heizfall) gebracht. Dies kann beispielsweise durch ein Kältemittel bzw. ein Heizmittel erfolgen.
30 Das Kälte- bzw. Heizmittel kann beispielsweise Wasser sein, welches mittels einer Wärmepumpe abgekühlt bzw. erwärmt wird. So kann entweder die Temperatur der Grenzfläche abgesenkt werden, um der Wärmelast Wärme zu entziehen oder die Temperatur der Grenzfläche erhöht werden, um der Kältelast Wärme zuzuführen. Mittels der Schaumschicht können diese Effekte somit auf eine einfache und besonders kostengünstige Art und Weise erzielt werden.

- 35 Die Wärmelast kann beispielsweise Sonneneinstrahlung sein oder durch elektrische Geräte oder Personen im Raum anfallen. Üblicherweise strahlen die warmen Raumbooberflächen mehr Wärmestrahlung ab als die Kühlfläche des Wärmetauscherpaneels, sodass sich ein Energietransport von den warmen

Raumoberflächen zur gekühlten Grenzfläche einstellt. Die von der Wärmelast ausgehende (infrarote) Wärmestrahlung wird von der kalten Grenzfläche und der Schaumschicht absorbiert und vom Kältemittel aus dem Raum entfernt.

- 5 Die Kältelast entsteht üblicherweise durch kühle Raumflächen, durch kühle Oberflächen von Gegenständen im Raum oder durch Personen, die eine niedrigere Strahlungstemperatur als die Strahlungstemperatur der Oberfläche des Wärmetauscherpaneels aufweisen. Die Raumoberflächen nehmen dann umgekehrt mehr Wärme von der warmen Grenzfläche auf, als sie abgeben. Das Heizmittel erhitzt die Grenzfläche durch Wärmeleitung, von der die (infrarote) Wärmestrahlung dann an den Raum abgegeben wird. Die Wärme wird dem Raum zusätzlich über die Schaumschicht zugeführt, welche diese zur Oberfläche leitet.

- 15 Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung ist ein Wärmetauscherpaneel zum Temperieren von Gebäuderäumen vorgesehen. Das Wärmetauscherpaneel umfasst einen Wärmetauscher, der eine Mediumleitung zum Führen eines Wärmetauschermediums und eine Wärmetauscherwandung, die mit der Mediumleitung in thermischem Kontakt steht, aufweist. Die Wärmetauscherwandung weist eine dem zu temperierenden Gebäuderaum zugewandte Grenzfläche auf, die auf eine gegenüber einer Wärmelast geringere Temperatur oder gegenüber einer Kältelast höhere Temperatur bringbar ist. Das Wärmetauscherpaneel umfasst weiterhin eine Schicht aus einem Polymermaterial, die auf der Grenzfläche des
- 20 Wärmetauschers angeordnet ist, wobei die Schicht Gasblasen bzw. Gaskammern aufweist, sodass sie für Wärmestrahlung zumindest teilweise durchlässig ist. Zudem weist das Wärmetauscherpaneel eine Abdeckschicht auf, die auf der Schicht aus Polymermaterial angeordnet ist und für Wärmestrahlung zumindest teilweise durchlässig ist.

- 25 Das Wärmetauscherpaneel des ersten Aspekts der Erfindung entspricht dem Wärmetauscherpaneel des zweiten Aspekts der Erfindung, abgesehen von der Abdeckschicht.

- Auch beim zweiten Aspekt der Erfindung wird die Schicht aus einem Polymermaterial als „Schaumschicht“, die freie Oberfläche der Schaumschicht als „Oberfläche“ und der Gebäuderaum als „Raum“ bezeichnet.
- 30

Die Abdeckschicht kann eine Lochstützstruktur sein, die eine Vielzahl an Durchgangslöchern aufweist, sodass sie für Wärmestrahlung nahezu durchlässig ist.

- 35 Die Lochstützstruktur kann ein im Wesentlichen plattenförmiger Körper mit einer Vielzahl an Durchgangslöchern sein.

Die Lochstützstruktur ist eine für Luft offene Struktur. Die Luft kann durch die Durchgangslöcher der Lochstützstruktur nahezu ungehindert zur Schaumschicht gelangen. Gleiches gilt für Wärmestrahlung. Die Anzahl und Größe der Durchgangslöcher kann so gewählt sein, dass die Lochstützstruktur im Gesamten eine möglichst große Öffnungsweite aufweist, wodurch Wärmestrahlung zum überwiegenden Teil hindurch gelangen kann.

Die Lochstützstruktur verleiht dem Wärmetauscher eine mechanische Stabilität. Gleichzeitig schützt die Lochstützstruktur den Wärmetauscher auf der dem Raum zugewandten Seite hin. Dies können beispielsweise Stöße gegen den Wärmetauscher sein. Solche Stöße würden bei direktem Auftreffen auf die Schaumschicht schnell zu Beschädigungen führen. Durch die möglichst große Öffnungsweite der Lochstützstruktur kann sie selbst ein geringes Eigengewicht, aber eine hohe Stabilität, aufweisen.

Aufgrund der mechanischen Stabilität, die von der Lochstützstruktur verliehen wird, können die anderen Strukturen des Wärmetauschers wiederum weniger stabil und damit gewichtssparend bzw. materialsparend und kostengünstig ausgebildet sein.

Neben der mechanischen Stabilität kann mit der Lochstützstruktur das Erscheinungsbild des Wärmetauschers optisch ansprechend ausgebildet werden. So kann mit der Lochstützstruktur ein vollfunktionsfähiger Wärmetauscher bereitgestellt werden, der zusätzlich, je nach Ausgestaltung der Lochstützstruktur, dezent oder einen Raum optisch aufwertend ausgebildet sein kann.

Somit ermöglicht die Lochstützstruktur die Bereitstellung eines leichten, funktionalen und trotzdem mechanisch stabilen Wärmetauschers, bei dem die Wärmetauschereigenschaften von der Lochstützstruktur kaum beeinflusst werden und der gleichzeitig mittels der Lochstützstruktur ein optisch ansprechendes Design aufweisen kann.

Die Lochstützstruktur kann aufliegend mit der Schaumschicht verbunden sein. Die Lochstützstruktur kann auf die Schaumschicht aufgeklebt sein oder mit einem seitlich am Wärmetauscherpaneel verlaufenden Randverbund verbunden sein.

Es kann auch vorgesehen sein, dass die Lochstützstruktur beabstandet zur Schaumschicht angeordnet ist. In diesem Fall können Randelemente vorgesehen sein, die jeweils seitlich am Wärmetauscherpaneel und an der Lochstützstruktur angreifen und so die Lochstützstruktur an das Wärmetauscherpaneel koppeln.

Im Falle der beabstandet zur Schaumschicht angeordneten Lochstützstruktur kann zusätzlich eine für Wärmestrahlung transparente Folie zwischen der Schaumschicht und der Lochstützstruktur vorgesehen sein. Die Folie kann ihrerseits auf der Schaumschicht aufliegen und mit dieser verbunden, insbesondere

verklebt, sein. Mittels der Folie kann die Diffusionsdichtigkeit hin zur Grenzfläche weiter verbessert werden, ohne die Wärmeleitungseigenschaften zu stark zu beeinflussen.

5 Die Lochstützstruktur kann einen Abstand von 5 mm bzw. von 50 mm bzw. von 100 mm bzw. von 200 mm bzw. von 300 mm zur Schaumschicht aufweisen.

10 Die Lochstützstruktur kann nachträglich an das Wärmetauscherpaneel bzw. auf die Schaumschicht angebracht werden. Dies hat den Zweck das Wärmetauscherpaneel auch nachträglich optisch verändern zu können, die Komponenten besser recyclingfähig zu gestalten und sortenrein zu trennen, sowie Schäden leichter und kostengünstig beheben zu können.

15 Mittels der Lochstützstruktur kann schallabsorbierend ausgebildet sein. Hierfür kann die Lochstützstruktur eine Mikroperforation und/oder gezielte Lochgrößen aufweisen. Dies hat den Zweck Nachhallzeiten im Raum zu dämpfen und den thermischen Komfort bzw. das Empfinden im Raum zu verbessern.

Ein Rand eines jeden Durchgangslochs kann einen Abstand zu den Rändern der jeweils benachbarten Durchgangslöcher von maximal 3 mm bzw. von maximal 2 mm bzw. maximal 1 mm bzw. maximal 0,5 mm bzw. maximal 0,2 mm aufweisen.

20 Die Durchgangslöcher können einen Mittenabstand von maximal 10 mm bzw. maximal 8 mm bzw. maximal 6 mm bzw. maximal 4 mm bzw. maximal 2 mm zueinander aufweisen.

25 Die Durchgangslöcher können jeweils eine Runde Form oder einen polygonale, vorzugsweise eine sechseckige, Form aufweisen.

30 Eine sechseckige Form für die Durchgangslöcher ist bevorzugt, da sie so direkt angrenzend zu jedem der benachbarten Durchgangslöcher angeordnet werden können. Die Durchgangslöcher können dabei so nah zueinander angeordnet werden, dass nur ein dünner Steg zwischen ihnen vorhanden ist. So weist die Lochstützstruktur eine sehr große Öffnungsweite auf.

35 In einer Draufsicht können die Durchgangslöcher jeweils eine Fläche von nicht mehr als $1,5 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$ bzw. von nicht mehr als 750 mm^2 bzw. von nicht mehr als 100 mm^2 bzw. von nicht mehr als 10 mm^2 bzw. von nicht mehr als 1 mm^2 bzw. von nicht mehr als $0,1 \text{ mm}^2$ bzw. von nicht mehr als $0,01 \text{ mm}^2$ bzw. von nicht mehr als $1 \cdot 10^3 \text{ } \mu\text{m}^2$ bzw. von nicht mehr als $100 \text{ } \mu\text{m}^2$ aufweisen.

Je größer die Fläche der Durchgangslöcher in einer Draufsicht, desto größer die Öffnungsweite. Werden große Durchgangslöcher gewählt, die insbesondere eine sechseckige Form aufweisen, kann die Öffnungsweite maximiert werden.

Die Durchgangslöcher können eine im Wesentlichen senkrecht zur Grenzfläche verlaufende Tiefe von zumindest 1 cm bzw. von zumindest 2 cm bzw. von zumindest 4 cm bzw. von zumindest 6 cm bzw. von zumindest 8 cm bzw. von zumindest 10 cm aufweisen.

5

Die Lochstützstruktur kann insbesondere eine Struktur in Form eines Streckmetalls sein.

Im Wesentlichen senkrecht zur Grenzfläche verlaufende Oberflächenabschnitte der Lochstützstruktur können gegenüber Wärmestrahlung eine Absorption von zumindest 50% bzw. von zumindest 60% bzw. von zumindest 70% bzw. von zumindest 80% bzw. von zumindest 90% oder eine Absorption von maximal 50% bzw. von maximal 40% bzw. von maximal 30% bzw. von maximal 20% bzw. von maximal 10% aufweisen.

Mit den senkrecht zur Grenzfläche verlaufenden Oberflächenabschnitte der Lochstützstruktur sind all jene Abschnitte gemeint, die Seitenwandungen der Durchgangslöcher ausbilden.

Die Lochstützstruktur kann eine gelochte oder perforierte Metallfolie oder Keramikfolie oder Folie aus einem Kohlefaserverbundmaterial sein, wobei die Lochungen bzw. Perforierungen die Durchgangslöcher ausbilden.

20

Die Folie kann eine Dicke von zumindest 10 µm bzw. von zumindest 100 µm bzw. von zumindest 200 µm bzw. von zumindest 300 µm bzw. von zumindest 400 µm bzw. von zumindest 500 µm und/oder eine Dicke von maximal 1000 µm bzw. von maximal 900 µm bzw. von maximal 800 µm bzw. von maximal 700 µm bzw. von maximal 600 µm aufweisen.

25

Die Lochstützstruktur kann ein Metallgitter mit Gitteröffnungen sein, wobei die Gitteröffnungen die Durchgangslöcher ausbilden.

Das Metallgitter kann eine Dicke von zumindest 0,01 mm bzw. von zumindest 0,1 mm bzw. von zumindest 0,5 mm bzw. von zumindest 1 mm und/oder eine Dicke von maximal 5 mm bzw. von maximal 4 mm bzw. von maximal 3 mm bzw. von maximal 2 mm aufweisen.

Die Lochstützstruktur kann ein Gitter aus einem faserverstärkten Polymerverbundmaterial sein oder aus Fasern aus einem Faserverbundmaterial oder aus Fasern aus einem anorganischen Material ausgebildet sein, wobei Gitteröffnungen des Gitters die Durchgangslöcher ausbilden.

35

Das Gitter kann eine Dicke von zumindest 10 μm bzw. von zumindest 100 μm bzw. von zumindest 500 μm bzw. von zumindest 1000 μm bzw. von zumindest 2500 μm und/oder eine Dicke von maximal 10 mm bzw. von maximal 8 mm bzw. von maximal 6 mm bzw. von maximal 4 mm aufweisen.

- 5 Die Abdeckschicht kann ein Flächenelement, insbesondere eine Folie, sein, die für Wärmestrahlung zumindest teilweise durchlässig ist.

Die Folie kann flexibel oder als starrer plattenförmiger Körper ausgebildet sein.

- 10 Die Folie kann auf der Schaumschicht aufliegen und mit dieser fest verbunden, insbesondere verklebt, sein.

Mittels der Folie auf der Schaumschicht kann dieser eine glatte Oberfläche verliehen werden. Eine solche glatte Oberfläche ist einfacher zu reinigen, als eine typischerweise raue Oberfläche einer solchen
15 Schaumschicht. Die Folie kann zudem als mechanische Schutzschicht dienen, um direkte physische Einwirkungen auf die Schaumschicht zu verhindern oder zumindest abzuschwächen. Die Folie kann zusätzlich dafür sorgen, dass die Kombination aus Schaumschicht und Folie vollständig luftundurchlässig ist, wodurch keinerlei Luft aus dem Raum zur Grenzfläche gelangen kann. Mit der Folie kann das Wärmetauscherpaneel zudem optisch ansprechender ausgebildet werden.

20

Es ist auch möglich, die Schaumschicht auf der Vorder- und/oder auf der Rückseite eine folienartige Schicht aufweist, die fest mit dieser verbunden ist. Es können auch mehrere Schichten aus Polymermaterial und folienartigen Schichten in einer beliebigen Schichtung vorgesehen sein. Sei es aus dekorativen Zwecken mittels eines Druckverfahrens, oder physikalischen Gründen zur Einstellung der spezifischen Strahlungs- oder Oberflächeneigenschaften.
25

Das Flächenelement kann eine Dicke von zumindest 2 mm bzw. zumindest 4 mm bzw. zumindest 6 mm und eine Dicke von maximal 20 mm bzw. maximal 15 mm bzw. maximal 10 mm aufweisen.

- 30 Das Flächenelement kann bei einer Wellenlänge zwischen etwa 2 μm und etwa 20 μm oder zwischen etwa 2 μm und etwa 100 μm zumindest in einem Teilbereich eine Transmission von mehr als etwa 50% oder von mehr als etwa 70% oder von mehr als etwa 90% aufweisen.

- Die vorstehend anhand des ersten Aspekts der Erfindung beschriebenen Vorteile gelten analog für den
35 zweiten Aspekt der Erfindung. Die unterschiedlichen Merkmale der Aspekte können beliebig kombiniert werden, sofern sie sich nicht technisch ausschließen.

Weiterhin ist ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Herstellung eines vorstehend anhand des ersten Aspekts der Erfindung erläuterten Wärmetauscherpaneels vorgesehen. Das Verfahren umfasst die folgenden Schritte:

- 5 - Bereitstellen einer Schicht aus einem Polymermaterial und eines Wärmetauschers mit zumindest einer Metalloberfläche,
- Erhitzen einer Schmelzkleberfolie aus Polyurethan,
- Aufpressen der heißen Schmelzkleberfolie aus Polyurethan auf eine Oberfläche der Schicht aus einem Polymermaterial,
- 10 - Auskühlen der Schmelzkleberfolie aus Polyurethan auf der Oberfläche der Schicht aus einem Polymermaterial,
- Auftragen eines Klebers auf die erkaltete Schmelzkleberfolie aus Polyurethan auf der Oberfläche der Schicht aus einem Polymermaterial, und
- Verbinden der Schicht aus einem Polymermaterial mit der zumindest einen Metalloberfläche des Wärmetauschers mittels des Klebers.

15

Mit dem Verfahren kann auch ein Wärmetauscherpaneel gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung hergestellt werden, abgesehen von der Abdeckschicht.

20

Mittels dem erfindungsgemäßen Verfahren wird ein Verfahren zur Verklebung bzw. Herstellung einer festen Verbindung zwischen einer Schicht aus einem Polymermaterial und einer wärmeleitenden Metalloberfläche bereitgestellt.

25

Das Beschichtungsverfahren wird gewählt, um einen dauerhaften Verbund zwischen einer in der Regel niederenergetischen Polyolefinoberfläche und einer Metalloberfläche (Wärmetauscher) zu erhalten. Andere Verfahren sind nur für kleine Oberflächen möglich, nur mit hohen Kosten umsetzbar oder bilden keinen langzeitbeständigen Verbund aus. Beispielsweise zersetzt und löst sich eine Verbindung mittels Cyanacrylatklebern und Primern durch Feuchtigkeitseinwirkung über die Jahre. Mit dem erfindungsgemäßen Materialverbund wird eine dauerhaft feste Verbindung geschaffen.

30

Die Schicht aus Polymermaterial (Schaumschicht) kann ein dünner im Wesentlichen plattenförmiger Festkörper sein. Das Polymermaterial kann ein IR-transparentes schäumbares Polymer sein. Das Polymermaterial ist vorzugsweise ein Polyolefin, wie Polyethylen oder Polypropylen.

35

Es ist technisch schwierig eine solche Schaumschicht fest mit einer glatten Metalloberfläche zu verbinden. Ein Grund ist, dass es sich bei Polyethylen bzw. Polypropylen um niederenergetische (unpolare) Materialien handelt, an denen übliche Klebstoffe bei Raumtemperatur nur schlecht oder nicht haften. Außerdem weist eine solche Schaumschicht typischerweise eine raue und ungleichmäßige Oberfläche auf, sodass sie nicht vollflächig an einer glatten Oberfläche angebracht werden kann. Eine kosteneffiziente und zuverlässige Flächenverbindung ist mit einem herkömmlichen Verfahren somit kaum möglich.

40

Andere Verfahren wie eine thermische Pressung oder direkte Schmelzklebungen bzw. thermische Schweißungen sind aufgrund eines typischen Aufbaus eines Wärmetauschers mit einzelnen Rohren, die an einer Seite nur eine geringe Oberfläche bieten, ebenfalls kaum möglich.

- 5 Daher ist ein Verfahren vorgesehen, mit dem eine dauerhafte Verbindung zwischen einer Schicht aus einem niederenergetischen Polyethylen bzw. Polypropylen und einer Metalloberfläche erzielt werden kann.

10 Es ist ein Schmelzkleberfolie aus Polyurethan vorgesehen. Das Polyurethan der Schmelzkleberfolie weist im erhitzten Zustand hochenergetische (stark polare) Eigenschaften auf, wodurch es sich sehr gut mit dem niederenergetischen (unpolaren) Polyethylen der Schaumschicht verbindet. So lässt sich mit der Schmelzkleberfolie aus Polyurethan auf der Schaumschicht eine Oberfläche erzeugen, auf die ein weiterer Klebstoff gut aufgebracht werden kann. Mittels diesem kann die Schaumschicht in einem weiteren Schritt gut mit der zumindest einen Metalloberfläche des Wärmetauschers verbunden werden.

15 Da beide Polymere einen abgestimmten Schmelzpunkt haben, verbinden sich die niederenergetische Oberfläche des Polyolefins der Schaumschicht und das hochenergetische Polyurethan der Schmelzkleberfolie auf molekularer Ebene in der geschmolzenen Grenzschicht miteinander.

20 Die Schmelzkleberfolie aus Polyurethan kann wie ein Film auf die Oberfläche der Schaumschicht aufgetragen werden. Die Schmelzkleberfolie aus Polyurethan kann eine Dicke von maximal 250 µm bzw. von maximal 150 µm bzw. von maximal 50 µm bzw. von maximal 5 µm aufweisen.

25 Es können Metallpartikel in der Schmelzkleberfolie aus Polyurethan vorgesehen sein. Mit solchen gut wärmeleitenden Metallpartikeln kann die Schmelzkleberfolie schnell und homogen erhitzt werden, da die Metallpartikel die Wärme im Klebermaterial verteilen (induktives Wärmekleben).

Mittels der Verfahren ist es möglich die IR-transparente Schaumschicht kostengünstig, hochhaftend und großflächig mit der Wärmetauscheroberfläche aus Metall in hohen Stückzahlen zu verbinden.

30 Der Kleber, der auf die erkaltete Schmelzkleberfolie aus Polyurethan aufgetragen wird, ist insbesondere ein Flüssigkleber.

35 Der Wärmetauscher kann als Ausführungsform direkt z.B. eine Betondecke, insbesondere diffusionsdichte Betondecke, sein. Die Mediumleitung kann ein Rohrsystem sein, das bspw. direkt auf die (Roh-)betondecke aufgebracht wird. Das Rohrsystem kann als Kapillarmatte ausgebildet sein. Auf das Rohrsystem wird die transparente Schicht aus Polymermaterial, insbesondere Schaumschicht, aufgebracht bzw. aufgeklebt. Dadurch ergibt sich das gleiche Prinzip mit dem Vorteil der Einsparung von Bauhöhe, Material und Berücksichtigung individueller Gegebenheiten. Nachteilig ist die Vor-Ort Fertigung.

40

Optional kann eine diffusionsdichte Dämmschicht, bspw. in Form eines Anstrichs oder wasserdampfdiffusionsdichte Dämmschicht auf die Betondecke aufgebracht werden, um die bestehende Konstruktion für den Aufbau zu ertüchtigen. Das „Paneel“ wird damit direkt als Fläche an der Decke/Wand ausgebildet. Das Paneel kann somit auch mit dem Baukörper fest verbunden sein, bzw. als Aufbau direkt an einer Decken und Wandkonstruktion aufgebracht werden.

Ebenfalls kann der Wärmetauscher auch direkt als ein medienführendes Rohr mit Schaumschicht gefertigt werden. Dadurch entfällt der separate Wärmetauscher und das Produkt kann durchgehend als Rohr produziert werden. Das Rohr wird anschließend bspw. mit Schellen von der Decke abgehängt bzw. an dieser befestigt. Eine Verkleidung kann bspw. aus einem gelochten Metallblech, wie z.B. einer Streckmetallblech, ausgebildet sein, welche für Wärmestrahlung transparent sind.

Somit können mit dem Begriff „Paneel“ auch Körper mit nicht ebenen Oberflächen gemeint sein, wobei in der Regel jedoch ein Paneel ein etwa ebenflächiges, plattenförmiges Bauteil ist. Ein nicht ebenflächiges Paneel kann bspw. ein Rohr oder eine gebogene Oberfläche sein. Unabhängig von der Form weist ein erfindungsgemäßes Paneel eine Wärmetauscherschicht und eine Polymerschicht, welche in der Regel geschäumt ist, auf.

Anstelle der Schmelzkleberfolie aus Polyurethan kann auch eine Masse an Polyurethan-Schmelzkleber vorgesehen sein, die erhitzt wird und im erhitzten Zustand auf die Oberfläche der Schicht aus Polymermaterial aufgetragen und glattgestrichen wird. Danach wird auch die Masse ausgekühlt und ein Kleber auf die ausgekühlte Masse aufgetragen. Die Masse an Polyurethan-Schmelzkleber weist die gleichen oben genannten Eigenschaften wie die Schmelzkleberfolie aus Polyurethan auf.

Die vorstehend aufgeführten Beschreibungen der Merkmale des Wärmetauscherpaneels und die dazugehörigen Vorteile gelten gleichermaßen auch für das mittels dem vorstehend beschriebenen Verfahren hergestellte Wärmetauscherpaneel.

Weitere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der Beschreibung und dem beispielhaften Ausführungsbeispiel ersichtlich, das in den beigefügten Figuren dargestellt ist. Diese zeigen in:

Figur 1 eine schematische Schnittdarstellung eines erfindungsgemäßen Wärmetauscherpaneels, integriert in ein Decken- oder Wandpaneel, gemäß eines ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung, in

Figur 2 eine schematische Schnittdarstellung des erfindungsgemäßen Wärmetauscherpaneels, integriert in ein Decken- oder Wandpaneel, gemäß des ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung mit Pfeildarstellungen für den Wärmeaustausch, in

- Figur 3 eine schematische Schnittdarstellung des erfindungsgemäßen Wärmetauscherpaneels, integriert in ein Decken- oder Wandpaneel, gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung, in
- 5 Figur 4 eine schematische Schnittdarstellung des erfindungsgemäßen Wärmetauscherpaneels, integriert in ein Decken- oder Wandpaneel, gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung, in
- 10 Figur 5 eine schematische Schnittdarstellung des erfindungsgemäßen Wärmetauscherpaneels, integriert in ein Decken- oder Wandpaneel, gemäß einer weiteren Ausführungsform des ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung, in
- 15 Figur 6 eine schematische Schnittdarstellung des erfindungsgemäßen Wärmetauscherpaneels, integriert in ein Decken- oder Wandpaneel, gemäß einer weiteren Ausführungsform des ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung, in
- 20 Figur 7 eine schematische Schnittdarstellung des erfindungsgemäßen Wärmetauscherpaneels, integriert in ein Decken- oder Wandpaneel, gemäß einer weiteren Ausführungsform des ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung, in
- 25 Figur 8 eine schematische Schnittdarstellung des erfindungsgemäßen Wärmetauscherpaneels, integriert in ein Decken- oder Wandpaneel, gemäß einer weiteren Ausführungsform des ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung, in
- 30 Figur 9 eine schematische Schnittdarstellung des erfindungsgemäßen Wärmetauscherpaneels, integriert in ein Decken- oder Wandpaneel, gemäß einer ersten Ausführungsform eines zweiten Ausführungsbeispiels der Erfindung, in
- 35 Figur 10 eine schematische Schnittdarstellung des erfindungsgemäßen Wärmetauscherpaneels, integriert in ein Decken- oder Wandpaneel, gemäß einer weiteren Ausführungsform des zweiten Ausführungsbeispiels der Erfindung, in
- 40 Figur 11 eine schematische Schnittdarstellung des erfindungsgemäßen Wärmetauscherpaneels, integriert in ein Decken- oder Wandpaneel, gemäß einer zweiten Ausführungsform des zweiten Ausführungsbeispiels der Erfindung, in
- Figur 12 eine schematische Schnittdarstellung des erfindungsgemäßen Wärmetauscherpaneels, integriert in ein Decken- oder Wandpaneel, gemäß eines dritten Ausführungsbeispiels der Erfindung, in

Figur 13 ein beispielhafter Graph für die Kühlleistung einer Kühlfläche im Raum mit und ohne Taupunktbegrenzung bei 60% relativer Luftfeuchtigkeit, und in

Figur 14 einige (zusätzliche) Zahlenwerte zum Graphen gemäß Figur 13.

5

Im Folgenden wird ein erfindungsgemäßes Wärmetauscherpaneel 1 zur Temperierung von Gebäuderäumen 2 beispielhaft anhand eines ersten Ausführungsbeispiels (erster Aspekt der Erfindung) näher beschrieben (Fig. 1 bis 9). Die Gebäuderäume 2 werden im Folgenden als „Raum“ bezeichnet. Der Raum 2 weist entweder eine Wärmelast (Kühlfall) oder eine Kältelast (Heizfall) auf.

10

Das Wärmetauscherpaneel 1 umfasst einen Wärmetauscher 3. Der Wärmetauscher 3 ist in ein Decken- oder Wandpaneel 4 integriert.

15

Der Wärmetauscher 3 weist zumindest zwei parallele geradlinige Rohre auf, die durch mehrere dünnere und wiederum parallel verlaufende Rohre miteinander verbunden sind. Der Wärmetauscher 3 kann auch ein Rohrsystem mit Kapillarrohren oder eine Kapillarrohrmatte sein oder zumindest ein mäanderförmiges Rohr aufweisen. Die Rohre können aus Metall oder aus Kunststoff ausgebildet sein und sind zur Leitung von einem Wärmetauschermedium ausgebildet.

20

Das Wärmetauschermedium kann ein Kältemittel (Kühlfall) oder ein Heizmittel (Heizfall) in Form eines Fluids sein, das zur Wärmeaufnahme bzw. zur Wärmeabgabe dient. Das Kälte- oder Heizmittel kann beispielsweise gekühltes bzw. erhitztes Wasser sein.

25

Der Wärmetauscher 3 kann aus dem gleichen Material wie das Decken- oder Wandpaneel 4 ausgebildet sein. Der Wärmetauscher 3 kann auch direkt mit einem Kältemittel, z.B. R32 oder R290 durchströmt sein, bevorzugt jedoch Wasser oder ein Wasser-Glykolgemisch.

30

Eine Wärmepumpe (nicht dargestellt) ist vorgesehen, um dem Wärmetauscher 3 über eine Rohrleitung (nicht dargestellt) gekühltes bzw. erhitztes Wasser zuzuführen. Das Wasser wird von der Rohrleitung direkt in das zumindest eine Rohr des Wärmetauschers 3 eingespeist. Die Wärmepumpe und der Wärmetauscher 3 bilden einen Kreislauf aus.

35

Beispielsweise kann in einem Gebäudes eine einzelne Wärmepumpe vorgesehen sein, die mittels mehrerer Rohrleitungen mit einer Vielzahl an Wärmetauscherpaneelen 1 auf verschiedenen Stockwerken verbunden ist und den Wärmetauschern 3 der Wärmetauscherpaneele 1 das gekühlte bzw. erhitzte Wasser bereitstellt. Alternativ kann in den Kreislauf jede Kälte- und Wärmesenke eingebunden sein. So sind auch Anlagen mit solarer Kühlung, Erdsonden oder Grundwasserkühlung und folglich regenerativen Kältequellen möglich.

Die Rohre des Wärmetauschers 3 ist derart in das Decken- oder Wandpaneel 4 eingebracht, dass ein Material des Decken- oder des Wandpaneels 4 die Zwischenräume zwischen den Rohren des Wärmetauschers 3 ausfüllt. Das Material ist vorzugsweise ein diffusionsdichtes Wärmedämmmaterial.

- 5 Der Wärmetauscher 3 weist eine Grenzfläche 5 auf. Die Grenzfläche 5 ist die Oberfläche des Wärmetauschers 3, die dem Raum 2 zugewandt ist.

An der Grenzfläche 5 findet im Wesentlichen der Temperatúraustausch zwischen dem Raum 2 und dem Wärmetauschermedium statt, das die Rohre des Wärmetauschers 3 durchfließt.

10

Von der Grenzfläche 5 wird Wärmestrahlung 8 grundsätzlich sowohl in den Raum 2 als auch ins Innere des Wärmetauschers 3 abgestrahlt. Die Wärmestrahlung 8 kann sich im Inneren des Wärmetauschers 3 jedoch nur ausbreiten, wenn der Wärmetauscher 3 ein Material mit geringer Dichte aufweist. Je höher die Dichte ist, desto geringer ist die Ausbreitung der Wärme mittels der Wärmestrahlung 8 und umso

- 15 stärker ist die Übertragung mittels Wärmeleitung 9.

Auf der dem Raum 2 zugewandten Seite der Grenzfläche 5 ist vollflächig eine Schicht 6 aus einem Polymermaterial angeordnet. Die Schicht 6 aus einem Polymermaterial wird im Folgenden als „Schaumschicht“ bezeichnet.

20

Die Schaumschicht 6 ist mit der Grenzfläche 5 verklebt. Der Kleber ist wärmeleitend und für Wärmestrahlung 8 zumindest teilweise durchlässig ausgebildet.

- 25 Einerseits ist die Schaumschicht 6 mit dem Wärmetauscher 3 an der Grenzfläche 5 verbunden und weist auf der anderen Seite eine dem Raum 2 zugewandte freie Oberfläche 7 auf, die im Folgenden als „Oberfläche der Schaumschicht“ oder lediglich als „Oberfläche“ bezeichnet wird.

- 30 Die Schaumschicht 6 ist aus einem Polyolefin, wie Polyethylen oder aus Polypropylen, ausgebildet und weist Gasblasen bzw. Gaskammern auf, sodass sie für die Wärmestrahlung 8 zumindest teilweise durchlässig ist.

Gegenüber der Wärmestrahlung 8 weist die Schaumschicht 6 in einem Wellenlängenbereich zwischen 9 μm und 11 μm eine Transparenz von nicht mehr als 30% auf.

- 35 Die Schaumschicht 6 weist eine Dicke im Bereich 2 mm bis 25 mm auf.

Eine Dichte an Gasblasen bzw. Gaskammern in der Schaumschicht 6 und die Dicke der Schaumschicht 6 sind so gewählt, dass eine Transparenz der Schaumschicht 6 bei einer Wellenlänge zwischen 9 μm und 11 μm von nicht mehr als 30% erzielt wird.

40

Eine Schaumschicht 6 aus einem Polyolefin mit einer solchen Transparenz weist eine relativ hohe Materialdichte auf.

5 Betrachtet man den Kühlfall, dann gelangt trotz der relativ geringen Transparenz genügend Wärme aus dem Raum 2 durch die Schaumschicht 6 hindurch zur Grenzfläche 5, um eine effiziente Kühlung des Raumes 2 zu erreichen. Die Wärme gelangt durch eine Kombination aus einer Durchlässigkeit der Schaumschicht 6 für die Wärmestrahlung 8 und Wärmeleitung 9 im Bereich der Grenzfläche 5 zur Grenzfläche 5.

10 Gleichzeitig nimmt die Schaumschicht 6 mit einer Transparenz von nicht mehr als 30% in einem Wellenlängenbereich zwischen 9 μm und 11 μm genügend Wärme aus dem Raum 2 auf, sodass kein Wärmestrom von der Grenzfläche 5 zur Oberfläche 7 erfolgt, der die Oberfläche 7 erreicht und unter eine mittlere Raumtemperatur des Raumes 2 kühlt. Dies würde zu einer Kondensatbildung durch die Raumluft an der Oberfläche 7 führen.

15 Die Wärme wird dabei einerseits durch Konvektion 10 (konvektiver Wärmeaustausch) von der Raumluft an der Oberfläche 7 an diese übertragen und dann mittels Wärmeleitung 9 in einem Bereich der Oberfläche 7 in das Material der Schaumschicht 6 eingetragen. Andererseits wird durch eine (aufgrund der niedrigen Transparenz) erhöhte Absorptionsfähigkeit der Schaumschicht 6 Wärme mittels Wärmestrahlung 8 in das Volumen der Schaumschicht 6 eingebracht.

20 Betrachtet man den Heizfall, dann wird bei einer Schaumschicht 6 mit einer Transparenz von nicht mehr als 30% in einem Wellenlängenbereich zwischen 9 μm und 11 μm Wärme von der Grenzfläche 5 in den Raum 2 emittiert, wobei gleichzeitig kein Wärmestrom von der Grenzfläche 5 die Oberfläche 7 erreicht, wodurch die Schaumschicht 6 an der Oberfläche 7 kühl genug bleibt, sodass der Verlust an Konvektionswärme an der Oberfläche 7 gering gehalten wird.

25 In einer bevorzugten Ausführungsform (Fig. 3) ist zwischen dem Wärmetauscher 3 und der Schaumschicht 6 eine zusätzliche wärmeleitende Schicht 11 aufgebracht. Mittels der wärmeleitenden Schicht 11 werden die Oberflächen der Rohre des Wärmetauschers 3 wärmeleitend miteinander verbunden. Hierdurch wird eine große Gesamtoberfläche erzeugt, die eine gleichmäßige Temperaturverteilung aufweist.

30 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform (Fig. 4) ist das Material des Wärmetauschers 3 und/oder des Decken- oder Wandpaneels 4 mit stark strahlungsabsorbierenden Partikeln 12, wie beispielsweise Kohlenstoffpartikeln, versetzt. Die Partikel 12 absorbieren Wärmestrahlung 8, die aus dem Raum 2 kommt und auch die Wärmestrahlung 8, die vom Wärmetauscher 2 selbst ausgeht. Durch die Partikel 11 wird jegliche Wärmestrahlung 8 sehr schnell absorbiert, ohne dass sie tief ins Material vordringen kann. Die absorbierte Wärmestrahlung 8 wird in Wärme umgewandelt und trägt durch Wärmeleitung 9 zur Erwärmung des Wärmetauschers 3 bei.

40

Als strahlungsabsorbierende Partikel 12 können jegliche Partikel vorgesehen sein, die eine gute Absorptionsfähigkeit aufweisen. Dies können beispielsweise auch Metallpartikel sein. Wenn der Wärmetauscher 3 und/oder das Decken- oder Wandpaneel 4 sowie die Schaumschicht 6 aus einem Polymermaterial bestehen, bieten sich hierfür Kohlenstoffpartikel oder Partikel einer strahlungsabsorbierenden Kohlenstoffverbindung an. So sind Polymermaterialien chemisch betrachtet ebenfalls Kohlenstoffverbindungen, was die Materialvielfalt weiterhin gering und die Recyclingfähigkeit hoch hält.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform (Fig. 5) ist in das Material des Decken- oder Wandpaneels 4 eine schallabsorbierende Schicht 13 eingebracht. Die schallabsorbierende Schicht 13 ist vorzugsweise ein Akustikschaumstoff und bevorzugt aus dem gleichen Material wie das diffusionsdichte Wärmedämmmaterial des Decken- oder Wandpaneels 4 ausgebildet. Der Akustikschaumstoff weist im Vergleich zum Wärmedämmmaterial eine offenerporigere Oberfläche auf. Durch die schallabsorbierende Schicht 13 wird der Schallpegel und die Nachhallzeit im Raum 2 gemindert.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform (Fig. 6) ist zwischen der Grenzfläche 5 und der Schaumschicht 6 eine feuchtigkeitsabführende Schicht 14 vorgesehen. Die feuchtigkeitsabführende Schicht 14 ist wesentlich dünner als die Schaumschicht 6 und liegt sowohl unmittelbar auf der Grenzfläche 5 auf als auch an der Schaumschicht 6 an. Die feuchtigkeitsabführende Schicht 14 ist beispielsweise ein kapillaraktives Vlies mit dem nicht ganz auszuschließende anfallende Feuchtigkeit abgeleitet werden kann. Sie verläuft derart in einen Randbereich des Wärmetauscherpaneels 1, dass sie an der Grenzfläche 5 vorsteht und die abgeleitete Feuchtigkeit an der Raumluft trocknen kann.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform (Fig. 7) ist auf der Oberfläche 7 der Schaumschicht 6 eine selektive Beschichtung 15 vorgesehen. Die selektive Beschichtung 15 ist eine für Wärmestrahlung 13 transparente Polymermembran aus Polyethylen oder Polypropylen. Sie ist vorzugsweise aus dekorativen Gründen vorgesehen, kann aber auch technische Zwecke erfüllen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform (Fig. 8) sind zwischen der Grenzfläche 5 und der Schaumschicht 6 Beleuchtungselemente 16 vorgesehen. Die Beleuchtungselemente 16 können beispielsweise LEDs sein, die beabstandet zueinander auf der Grenzfläche 5 angebracht sind. So kann ein Decken- oder Wandpaneel 4 nicht nur zur Temperierung des Raumes 2 dienen, sondern gleichzeitig mit Beleuchtungselementen 16 zur optischen und technischen Ausgestaltung des Raumes 2 beitragen.

Nachfolgend wird ein Verfahren zur Temperierung eines Gebäuderaumes (Raum) 2 mit einem erfindungsgemäßen Wärmetauscherpaneel 1 erläutert.

Im Kühlfall wird eine dem Raum 2 zugewandte Grenzfläche 5 des Wärmetauscherpaneels 1 auf eine gegenüber einer Wärmelast bzw. der Raumtemperatur erniedrigte Temperatur gebracht. Hierfür wird

als Wärmetauschermedium ein Kältemittel verwendet, das zumindest eine Rohr eines Wärmetauschers 3 des Wärmetauscherpaneels 1 durchfließt.

Das Kältemittel, beispielsweise in Form von gekühltem Wasser, wird dem Wärmetauscher 3 mittels
5 einer Wärmepumpe (nicht dargestellt) bereitgestellt und dem Rohr des Wärmetauschers 3 über eine Rohrleitung (nicht dargestellt) zugeführt.

Auf der Grenzfläche 5 ist eine Schicht 6 aus einem Polymermaterial (Schaumschicht) angeordnet.

10 Die Schaumschicht 6 sorgt zum einen dafür, dass keine Raumluft direkt zur kühlen Grenzfläche 5 gelangen kann, wodurch keine Kondensatbildung von Feuchtigkeit aus der Raumluft des Raumes 2 an der Grenzfläche 5 stattfinden kann.

Zum anderen sorgt die Schaumschicht 6 dafür, dass kein Wärmestrom von der kühlen Grenzfläche 5
15 zu einer warmen Oberfläche 7 der Schaumschicht 6 stattfindet. So kann sich auch an der Oberfläche 7 der Schaumschicht 6 kein Kondensat bilden.

So kann die Grenzfläche 5 auf eine Temperatur unterhalb des Taupunkts gebracht werden und die dem Raum 2 zugewandte Oberfläche 7 der Schaumschicht 6 bleibt trotzdem bei einer Oberflächentemperatur
20 oberhalb des Taupunkts (mittlere Raumtemperatur).

Mittels der Grenzfläche 5 kann der Wärmelast im Raum 2 so Wärme entzogen werden. Der Wärmeentzug erfolgt dabei mittels Wärmestrahlung 8, die zumindest teilweise durch die Schaumschicht 6 hindurch zur Grenzfläche 5 emittieren kann und in einem Bereich der Grenzfläche 5 von der Schaumschicht 6
25 absorbiert wird und dann mittels Wärmeleitung 9 zur Grenzfläche 5 gelangt.

Gleichzeitig nimmt die Schaumschicht 6 genügend Wärme aus dem Raum 2 auf (mittels Wärmeleitung 9 von Konvektionswärme 10 in einem Bereich der Oberfläche 7 und mittels Wärmestrahlung 8 im gesamten Volumen der Schaumschicht 6), sodass diese Wärme den Wärmestrom von der Grenzfläche 5
30 zur Oberfläche 7 übersteigt, wodurch dieser nicht zur Oberfläche 7 gelangen kann, um diese herunter zu kühlen.

Im Heizfall hingegen wird die dem Raum 2 zugewandte Grenzfläche 5 des Wärmetauscherpaneels 1 auf eine gegenüber einer Kältelast erhöhte Temperatur gebracht. Als Wärmetauschermedium wird ein
35 Heizmittel genutzt.

Das Heizmittel, beispielsweise in Form von erhitztem Wasser, wird dem Wärmetauscher 3 mittels der Wärmepumpe bereitgestellt und dem Rohr des Wärmetauschers 3 über die Rohrleitung zugeführt.

Die Schaumschicht 6 sorgt dafür, dass kein Wärmestrom von der warmen Grenzfläche 5 zur kühlen Oberfläche 7 der Schaumschicht 6 stattfindet. So wird der Verlust an Konvektionswärme an der Oberfläche 7 vermieden.

- 5 Mittels der Grenzfläche 5 kann der Kältelast so Wärme zugeführt werden. Da die Schaumschicht 6 für 15 Wärmestrahlung 13 zumindest teilweise transparent ist, wird der Raum 2 mittels Wärmestrahlung 13 beheizt.

- Ein zweites Ausführungsbeispiel (zweiter Aspekt der Erfindung) wird im Folgenden erläutert (Fig. 9 bis 10 11). Gleiche Teile besitzen gleiche Bezugszeichen, wie im vorherigen Ausführungsbeispiel. Außerdem gelten die obigen Erläuterungen gleichermaßen für die entsprechenden Teile des zweiten Ausführungsbeispiels. Das zweite Ausführungsbeispiel unterscheidet sich vom ersten Ausführungsbeispiel dahingehend, dass auf der Oberfläche 7 der Schicht 6 aus einem Polymermaterial eine Abdeckschicht 17 angeordnet ist. Die Abdeckschicht 17 ist für Wärmestrahlung 8 zumindest teilweise durchlässig ausgebildet. 15

In einer ersten Ausführungsform des zweiten Ausführungsbeispiels (Fig. 9) ist die Abdeckschicht 17 eine Lochstützstruktur 18.

- 20 Die Lochstützstruktur 18 ist auf die Schaumschicht 6 aufgeklebt.

Die Lochstützstruktur 18 weist eine Vielzahl an Durchgangslöchern 19 auf, die im Wesentlichen senkrecht zur Oberfläche 7 der Schaumschicht 6 angeordnet sind. Die Durchgangslöcher 19 reichen somit von einer dem Raum 2 zugewandten Oberfläche der Lochstützstruktur 18 zur Schaumschicht 6.

- 25 Die Durchgangslöcher 19 weisen eine senkrecht zur Grenzfläche verlaufende Tiefe von 1 cm bis 10 cm auf.

- Mittels der Lochstützstruktur 18 wird dem Wärmetauscherpaneel 1 eine erhöhte Stabilität verliehen. 30 Gleichzeitig soll die Lochstützstruktur 18 einer dem Raum 2 zugewandten Seite des Wärmetauscherpaneels 1 ein optisch ansprechendes Erscheinungsbild verleihen.

- Eine Abstand der Durchgangslöcher 19 zueinander und eine Fläche der Durchgangslöcher 19 in einer Draufsicht sind so gewählt, dass die Lochstützstruktur 18 eine möglichst große Öffnungsweite aufweist. 35 So ist die Lochstützstruktur 18 für Wärmestrahlung 8 nahezu durchlässig.

Die Lochstützstruktur 18 ist aus Metall ausgebildet, sodass sie gut wärmeleitend ist. So leitet sie einen Wärmestrom vom Raum 2 zur Oberfläche 7.

Die Durchgangslöcher 19 weisen jeweils senkrecht zur Grenzfläche 5 verlaufende Oberflächenabschnitte 20 auf. Diese Oberflächenabschnitte 20 bilden die Wandungen der Durchgangslöcher 19.

Die Oberflächenabschnitte 20 sind vorzugsweise so ausgebildet oder mit einer Beschichtung versehen, dass sie einen hohen Reflexionsgrad für Wärmestrahlung 8 aufweist. So wird die Wärmestrahlung 8 möglichst verlustfrei hindurch reflektiert.

Aufgrund der Durchgangslöcher 19 und der großen Öffnungsweite der Durchgangslöcher 19 kann Luft aus dem Raum 2 nahezu ungehindert zur Schaumschicht 6 gelangen. Mittels der Lochstützstruktur 18 wird dem Wärmetauscherpaneel 1 somit eine zusätzliche Stabilität verliehen ohne die im ersten Ausführungsbeispiel genannten Eigenschaften des Wärmetauscherpaneel 1 nennenswert zu stören.

In einer weiteren Ausführungsform (Fig. 10) kann die Lochstützstruktur 18 auch beabstandet zur Schaumschicht 6 angeordnet sein. In diesem Fall kann zumindest ein Randelement 24 vorgesehen sein, das jeweils seitlich am Wärmetauscherpaneel 1 und an der Lochstützstruktur 18 angreift und so die Lochstützstruktur 18 an das Wärmetauscherpaneel 1 koppelt.

Gemäß einer zweiten Ausführungsform des zweiten Ausführungsbeispiels (Fig. 11) ist die Abdeckschicht 17 ein Flächenelement in Form einer Folie 21.

Die Folie 21 ist auf die Schaumschicht 6 aufgeklebt. Der Kleber ist wärmeleitend und für Wärmestrahlung zumindest teilweise durchlässig ausgebildet.

Die Folie 21 ist aus einem Polymermaterial, insbesondere dem gleichen Material wie die Schaumschicht 6 ausgebildet. Die Folie 21 ist somit für Wärmestrahlung 8 zumindest teilweise durchlässig ausgebildet.

Die Folie 21 weist eine Dicke zwischen 2 mm bis 20 mm auf. Bei einer Wellenlänge zwischen etwa 2 μm und etwa 20 μm oder zwischen etwa 2 μm und etwa 100 μm weist die Folie 21 zumindest in einem Teilbereich eine Transmission von mehr als etwa 50% oder von mehr als etwa 70% oder von mehr als etwa 90% auf.

Die Dicke und Transmission der Folie 21 sind so gewählt, dass ausreichend Wärmestrahlung 8 hindurch emittieren kann und genügend Wärme mittels Wärmeleitung 9 zur Schaumschicht 6 gelangt, dass diese die im ersten Ausführungsbeispiel genannten Eigenschaften beibehält.

Mittels der Folie 21 auf der Schaumschicht 6 wird dieser eine glatte Oberfläche verliehen. Eine solche glatte Oberfläche ist einfacher zu reinigen, als eine typischerweise rau Oberfläche einer solchen Schaumschicht 6.

Die Folie 21 dient zudem als mechanische Schutzschicht, um direkte physische Einwirkungen auf die Schaumschicht 6 zu verhindern oder zumindest abzuschwächen.

Die Folie 21 sorgt zusätzlich dafür, dass die Kombination aus Schaumschicht 6 und Folie 21 vollständig
5 luftundurchlässig ist, wodurch keinerlei Luft aus dem Raum 2 zur Grenzfläche 5 gelangen kann.

Die beim ersten Ausführungsbeispiel anhand der weiteren Ausführungsformen genannten Elemente (wärmeleitende Schicht 11, strahlungsabsorbierende Partikel 12, schallabsorbierende Schicht 13, feuchtigkeitsabführende Schicht 14, selektive Beschichtung 15 und Beleuchtungselement 16) können
10 auch für das zweite Ausführungsbeispiel vorgesehen sein.

Nachfolgend ist ein Verfahren zur Herstellung eines vorstehend anhand des ersten Ausführungsbeispiels erläuterten Wärmetauscherpaneels 1 vorgesehen.

15 Mit dem Verfahren kann auch ein Wärmetauscherpaneel 1 gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel hergestellt werden, abgesehen von der Abdeckschicht 17.

Es wird eine Schicht 6 aus einem Polymermaterial (Schaumschicht) und ein Wärmetauscher 3 mit einem Metallrohr bereitgestellt.
20

Das Metallrohr des Wärmetauschers 3 ist so angeordnet, dass auf einer Seite des Wärmetauschers 3 mehrere parallel verlaufende Oberflächen des Metallrohrs vorhanden sind. Mit diesen Oberflächen des Metallrohrs soll die Schaumschicht 6 fest verbunden werden.

25 Die Schaumschicht 6 ist ein dünner im Wesentlichen plattenförmiger Festkörper aus einem IR-transparenten schäumbaren Polymermaterial sein. Das Polymermaterial ist ein Polyolefin, wie Polyethylen oder Polypropylen.

Eine Schmelzkleberfolie aus Polyurethan wird erhitzt. Die erhitzte Schmelzkleberfolie wird im erhitzten
30 Zustand auf eine Oberfläche der Schaumschicht 6 heiß aufgepresst.

Nach einem Auskühlen der Schmelzkleberfolie aus Polyurethan auf der Oberfläche der Schaumschicht 6 wird ein Kleber, insbesondere ein Flüssigkleber, auf die erkaltete Masse aufgetragen.

35 Die Schaumschicht 6 wird auf die Oberflächen des Wärmetauschers 3 gedrückt und mittels dem Kleber mit den Oberflächen klebend verbunden.

Mit dem Verfahren wird eine dauerhafte Verbindung zwischen einer Schicht aus einem niederenergetischen Polyethylen bzw. Polypropylen und einer Metalloberfläche erzielt.
40

Die Schmelzkleberfolie aus Polyurethan weist im erhitzten Zustand hochenergetische (stark polare) Eigenschaften auf, wodurch es sich sehr gut mit dem niederenergetischen (unpolaren) Polyethylen der Schaumschicht 6 verbindet. Die Verbindung geschieht dann durch das Anschmelzen beider Polymere, die sich auf molekularer Ebene miteinander verbinden und so einen festen Verbund eingehen. Die Schmelzpunkte sind dabei so abgestimmt, dass diese nahe beieinander liegen.

Mit der Schmelzkleberfolie lässt sich auf der Schaumschicht 6 eine Oberfläche erzeugen, auf die ein weiterer Klebstoff gut aufgebracht werden kann. Mittels diesem kann die Schaumsicht 6 in einem weiteren Schritt gut mit den Metalloberflächen des Wärmetauschers 3 verbunden werden.

Ein drittes Ausführungsbeispiel wird im Folgenden erläutert (Fig. 12). Gleiche Teile besitzen gleiche Bezugszeichen, wie in den vorherigen Ausführungsbeispielen. Außerdem gelten die obigen Erläuterungen gleichermaßen für die entsprechenden Teile des dritten Ausführungsbeispiels.

Es ist das Wärmetauscherpaneel 1 umfassend dem Wärmetauscher 3 vorgesehen. Der Wärmetauscher 3 weist die Grenzfläche 5 auf.

Zwischen der Grenzfläche 5 und dem Raum 2 ist ein Flächenelement 23 vorgesehen, sodass ein Zwischenraum 22 zwischen der Grenzfläche 5 und dem Flächenelement 23 eingeschlossen wird. Das Flächenelement 23 ist im Wesentlichen parallel zur Grenzfläche 5 angeordnet.

Der Zwischenraum 22 wird seitlich von einem vollständig umlaufenden Randelement 24 begrenzt. Das Randelement 24 ist fest mit dem Wärmetauscherpaneel 1 verbunden und ragt über die Grenzfläche 5 hinaus in den Raum 2.

Das Flächenelement 23 ist eine Folie und für Wärmestrahlung 8 zumindest teilweise durchlässig ausgebildet. Die Folie ist flexibel ausgebildet und an einem Rand des Randelements 24 mit diesem diffusionsdicht verbunden und gespannt. Das Flächenelement 23 kann auch ein starrer plattenförmiger Körper sein, der am Rand des Randelements 24 mit diesem verbunden ist. Das Flächenelement 23 kann mit dem Randelement 24 verklebt sein.

Das Flächenelement 23 ist aus einem Polymermaterial ausgebildet.

Das Flächenelement 23 weist eine Dicke von zumindest 2 mm bzw. zumindest 4 mm bzw. zumindest 6 mm und eine Dicke von maximal 20 mm bzw. maximal 15 mm bzw. maximal 10 mm auf.

Bei einer Wellenlänge zwischen etwa 2 μm und etwa 20 μm oder zwischen etwa 2 μm und etwa 100 μm weist das Flächenelement 23 zumindest in einem Teilbereich eine Transmission von mehr als etwa 50% oder von mehr als etwa 70% oder von mehr als etwa 90% auf.

Der Zwischenraum 22 ist luftgefüllt. So kann das Flächenelement 23 besonders dünn ausgebildet sein. Wäre im Zwischenraum 22 ein Vakuum, würde ein zu dünnes Flächenelement 23 in den Zwischenraum 22 gesogen werden. Es kann auch ein Schutzgas im Zwischenraum 22 vorgesehen sein.

- 5 Der Zwischenraum 22 kann bei entsprechender Dicke des Flächenelements 23 auch nahezu luftleer sein.

Aufgrund des Zwischenraums 22 und des Flächenelements 23 kann keine Raumluft zur Grenzfläche 5 gelangen und dort kondensieren. Der Temperatúraustausch zwischen Grenzfläche 5 und dem Raum 2 erfolgt nahezu ausschließlich über Wärmestrahlung 8.

10

Auf einer dem Raum 2 zugewandten Seite 25 des Flächenelements 23 ist eine Lochstützstruktur 14 angeordnet.

- 15 Die Lochstützstruktur 14 ist seitlich fest mit dem Randelement 24 verbunden. Die Lochstützstruktur 14 kann klebend mit dem Randelement 24 verbunden sein.

Die Lochstützstruktur 14 kann anliegend an dem Flächenelement 23 oder etwas beabstandet zum Flächenelement 23 angeordnet sein.

20

Es kann auch vorgesehen sein, dass das Flächenelement 23 nicht mit dem Randelement 24 verbunden ist, sondern nur mit der Lochstützstruktur 14 verbunden, insbesondere verklebt, ist. Eine Diffusionsdichtigkeit zum Randelement 24 hin ist dabei wichtig.

- 25 Mit der Lochstützstruktur 14 wird auch dem Aufbau des Wärmetauscherpaneels 1 gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel eine erhöhte Stabilität verliehen. Da die Lochstützstruktur 14 die Stabilität des Wärmetauscherpaneels 1 gewährleistet und das Flächenelement 23 zum Raum 2 hin schützt, kann das Flächenelement 23 besonders dünn ausgebildet sein. So ist es besonders transparent gegenüber Wärmestrahlung 8, wodurch der Wärmeaustausch des Wärmetauscherpaneels 1 sehr effektiv ist.

30

Bezugszeichenliste

	1	Wärmetauscherpaneel
	2	Gebäuderaum
5	3	Wärmetauscher
	4	Decken- oder Wandpaneel
	5	Grenzfläche
	6	Schicht aus Polymermaterial
	7	Oberfläche der Schicht
10	8	Wärmestrahlung
	9	Wärmeleitung
	10	konvektiver Wärmeaustausch
	11	wärmeleitende Schicht
	12	strahlungsabsorbierende Partikel
15	13	schallabsorbierende Schicht
	14	feuchtigkeitsabführende Schicht
	15	selektive Beschichtung
	16	Beleuchtungselement
	17	Abdeckschicht (Lochstützstruktur/Folie)
20	18	Lochstützstruktur
	19	Durchgangsloch
	20	Oberflächenabschnitt
	21	Folie
	22	Zwischenraum
25	23	Flächenelement
	24	Randelement
	25	raumzugewandte Seite

5

Ansprüche

1. Wärmetauscherpaneel zum Temperieren von Gebäuderäumen umfassend
 - 10 - einen Wärmetauscher, welcher eine Mediumleitung zum Führen eines Wärmetauschermediums und eine Wärmetauscherwandung, welche mit der Mediumleitung in thermischem Kontakt steht, aufweist, wobei die Wärmetauscherwandung eine dem zu temperierenden Gebäuderaum zugewandte Grenzfläche aufweist, welche auf eine gegenüber einer Wärmelast geringere Temperatur oder gegenüber einer Kältelast höhere Temperatur bringbar ist, und
 - 15 - eine Schicht aus einem Polymermaterial, welche auf der Grenzfläche des Wärmetauschers angeordnet ist, wobei die Schicht eine Vielzahl von Gasblasen bzw. eine Vielzahl von Gaskammern aufweist, sodass sie für Wärmestrahlung zumindest teilweise durchlässig ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht aus Polymermaterial in einem Wellenlängenbereich der Wärmestrahlung zwischen 9 μm und 11 μm eine Transparenz von nicht mehr als 30% aufweist.
2. Wärmetauscherpaneel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht aus Polymermaterial in dem Wellenlängenbereich der Wärmestrahlung zwischen 9 μm und 11 μm eine Transparenz von nicht mehr als 25% bzw. von nicht mehr als 20% bzw. von nicht mehr als 15% bzw. von nicht mehr als 10% bzw. von nicht mehr als 5% aufweist.
3. Wärmetauscherpaneel nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht aus Polymermaterial in einem Wellenlängenbereich der Wärmestrahlung zwischen etwa 2 μm und etwa 20 μm oder zwischen etwa 2 μm und etwa 100 μm eine Transparenz von nicht mehr als 30% bzw. von nicht mehr als 25% bzw. von nicht mehr als 20% bzw. von nicht mehr als 15% bzw. von nicht mehr als 10% bzw. von nicht mehr als 5% aufweist.
- 35 4. Wärmetauscherpaneel nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht aus Polymermaterial eine Dicke von zumindest 2 mm bzw. zumindest 3 mm bzw. zumindest 4 mm bzw. zumindest 5 mm bzw. zumindest 6 mm bzw. zumindest 7 mm bzw. zumindest 8 mm und/oder eine Dicke von maximal 28 mm bzw. von maximal 27 mm bzw.

maximal 26 mm bzw. maximal 25 mm bzw. von maximal 24 mm bzw. von maximal 23 mm bzw. von maximal 22 mm bzw. aufweist.

5. Wärmetauscherpaneel nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
5 dadurch gekennzeichnet,
dass das Polymermaterial der Schicht aus einem Polyolefin, vorzugsweise aus Polyethylen oder aus Polypropylen, oder einem Gemisch daraus ausgebildet ist.
6. Wärmetauscherpaneel nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
10 dadurch gekennzeichnet,
dass die Schicht aus Polymermaterial eine Schicht aus einem Schaum, insbesondere mit geschlossenen Zellen, oder eine Blasenfolie bzw. Hohlkammerfolie ist und/oder die Schicht die Grenzfläche vollständig bedeckt.
7. Wärmetauscherpaneel nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
15 dadurch gekennzeichnet,
dass der Wärmetauscher zumindest ein geradliniges oder mäanderförmiges Rohr aufweist und/oder ein Plattenwärmetauscher ist.
8. Wärmetauscherpaneel nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
20 dadurch gekennzeichnet,
dass an einer dem zu temperierenden Gebäuderaum abgewandten Seite des Wärmetauschers eine wärmedämmende und/oder schallabsorbierende Schicht und/oder gegenüber Wasserdampf diffusionsdichte Schicht vorgesehen ist.
- 25 9. Wärmetauscherpaneel zum Temperieren von Gebäuderäumen, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 8, umfassend
- einen Wärmetauscher, welcher eine Mediumleitung zum Führen eines Wärmetauschermediums und eine Wärmetauscherwandung, welche mit der Mediumleitung in thermischem Kontakt steht,
30 aufweist, wobei die Wärmetauscherwandung eine dem zu temperierenden Gebäuderaum zugewandte Grenzfläche aufweist, welche auf eine gegenüber einer Wärmelast geringere Temperatur oder gegenüber einer Kältelast höhere Temperatur bringbar ist,
 - eine Schicht aus einem Polymermaterial, welche auf der Grenzfläche des Wärmetauschers angeordnet ist, wobei die Schicht Gasblasen bzw. Gaskammern aufweist, sodass sie für Wärme-
35 strahlung zumindest teilweise durchlässig ist, und
 - eine Abdeckschicht, welche auf der Schicht aus Polymermaterial angeordnet ist und für Wärme- strahlung zumindest teilweise durchlässig ist,
wobei die Abdeckschicht eine Vielzahl von Durchgangslöchern aufweist.

10. Wärmetauscherpaneel nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Abdeckschicht eine Lochstützstruktur ist, welche eine Vielzahl an Durchgangslöchern
5 aufweist, sodass sie für Wärmestrahlung nahezu durchlässig ist.
11. Wärmetauscherpaneel nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Rand eines jeden Durchgangslochs einen Abstand zu den Rändern der jeweils benach-
10 barten Durchgangslöcher von maximal 3 mm bzw. von maximal 2 mm bzw. maximal 1 mm bzw.
maximal 0,5 mm bzw. maximal 0,2 mm aufweist.
12. Wärmetauscherpaneel nach Anspruch 10 oder 11,
dadurch gekennzeichnet,
15 dass die Durchgangslöcher einen Mittenabstand von maximal 10 mm bzw. maximal 8 mm bzw.
maximal 6 mm bzw. maximal 4 mm bzw. maximal 2 mm zueinander aufweisen.
13. Wärmetauscherpaneel nach einem der Ansprüche 10 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
20 dass die Durchgangslöcher jeweils eine runde Form oder einen polygonale, vorzugsweise eine
sechseckige, Form aufweisen.
14. Wärmetauscherpaneel nach einem der Ansprüche 10 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
25 dass die Durchgangslöcher in einer Draufsicht jeweils eine Fläche von nicht mehr als $1,5 \cdot 10^3$
 mm^2 bzw. von nicht mehr als 750 mm^2 bzw. von nicht mehr als 100 mm^2 bzw. von nicht mehr als
 10 mm^2 bzw. von nicht mehr als 1 mm^2 bzw. von nicht mehr als $0,1 \text{ mm}^2$ bzw. von nicht mehr als
 $0,01 \text{ mm}^2$ bzw. von nicht mehr als $1 \cdot 10^3 \mu\text{m}^2$ bzw. von nicht mehr als $100 \mu\text{m}^2$ aufweisen.
- 30 15. Wärmetauscherpaneel nach einem der Ansprüche 10 bis 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Durchgangslöcher eine im Wesentlichen senkrecht zur Grenzfläche verlaufende Tiefe
von zumindest 1 cm bzw. von zumindest 2 cm bzw. von zumindest 4 cm bzw. von zumindest 6
35 cm bzw. von zumindest 8 cm bzw. von zumindest 10 cm aufweisen.
16. Wärmetauscherpaneel nach einem der Ansprüche 10 bis 15,
dadurch gekennzeichnet,

- dass im Wesentlichen senkrecht zur Grenzfläche verlaufende Oberflächenabschnitte der Lochstützstruktur gegenüber Wärmestrahlung eine Absorption von zumindest 50% bzw. von zumindest 60% bzw. von zumindest 70% bzw. von zumindest 80% bzw. von zumindest 90% oder eine Absorption von maximal 50% bzw. von maximal 40% bzw. von maximal 30% bzw. von maximal 20% bzw. von maximal 10% aufweisen.
- 5
17. Wärmetauscherpaneel nach einem der Ansprüche 10 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Lochstützstruktur eine gelochte oder perforierte Metallfolie oder Keramikfolie oder Folie aus einem Kohlefaserverbundmaterial ist, wobei die Lochungen bzw. Perforierungen die Durchgangslöcher ausbilden.
- 10
18. Wärmetauscherpaneel nach einem der Ansprüche 10 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Lochstützstruktur ein Metallgitter mit Gitteröffnungen ist, wobei die Gitteröffnungen die Durchgangslöcher ausbilden.
- 15
19. Wärmetauscherpaneel nach einem der Ansprüche 10 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Lochstützstruktur ein Gitter aus einem faserverstärkten Polymerverbundmaterial ist oder aus Fasern aus einem Faserverbundmaterial oder aus Fasern aus einem anorganischen Material ausgebildet ist, wobei Gitteröffnungen des Gitters die Durchgangslöcher ausbilden.
- 20
20. Wärmetauscherpaneel nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Abdeckschicht ein Flächenelement, insbesondere eine Folie, ist, welche für Wärmestrahlung zumindest teilweise durchlässig ist.
- 25
21. Wärmetauscherpaneel nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass das Flächenelement eine Dicke von zumindest 2 mm bzw. zumindest 4 mm bzw. zumindest 6 mm und eine Dicke von maximal 20 mm bzw. maximal 15 mm bzw. maximal 10 mm aufweist.
- 30
22. Wärmetauscherpaneel nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, dass das Flächenelement bei einer Wellenlänge zwischen etwa 2 μm und etwa 20 μm oder zwischen etwa 2 μm und etwa 100 μm zumindest in einem Teilbereich eine Transmission von mehr als etwa 50% oder von mehr als etwa 70% oder von mehr als etwa 90% aufweist.
- 35

23. Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauscherpaneels, gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, umfassend
- 5 - Bereitstellen einer Schicht aus einem Polymermaterial und eines Wärmetauschers mit zumindest einer Metalloberfläche,
- Erhitzen einer Schmelzkleberfolie aus Polyurethan,
- Aufpressen der heißen Schmelzkleberfolie aus Polyurethan auf eine Oberfläche der Schicht aus einem Polymermaterial,
- 10 - Auskühlen der Schmelzkleberfolie aus Polyurethan auf der Oberfläche der Schicht aus einem Polymermaterial,
- Auftragen eines Klebers auf die erkaltete Schmelzkleberfolie aus Polyurethan auf der Oberfläche der Schicht aus einem Polymermaterial, und
- Verbinden der Schicht aus einem Polymermaterial mit der zumindest einen Metalloberfläche des Wärmetauschers mittels des Klebers.
- 15