

## (12) Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: A 230/2018 (51) Int. Cl.: **H05B 3/34** (2006.01)  
(22) Anmeldetag: 02.08.2018 **F24H 3/00** (2006.01)  
(43) Veröffentlicht am: 15.02.2019 **F24D 13/00** (2006.01)

---

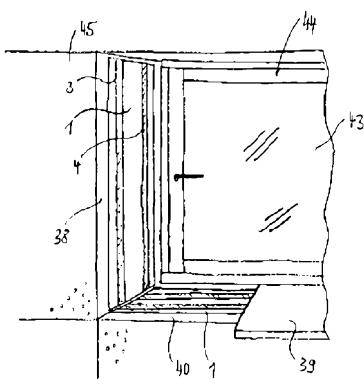
(30) Priorität: 02.08.2017 DE (U) 202017104624.9 beansprucht.	(71) Patentanmelder: Seidl Thomas 92361 Berngau (DE)
	(74) Vertreter: Schneider Andreas Dipl.-Phys. 92318 Neumarkt (DE)

---

### (54) Elektrische Flächenheizung und Baukörper mit einer solchen Flächenheizung

(57) Um feuchtigkeitsbedingte Schädigungen des Baukörpers zu verhindern, wird die Verwendung einer elektrischen Flächenheizung (10) mit wenigstens einem flexiblen Flächenheizelement (1) zur Anordnung an einer Fläche des Baukörpers oder Baukörperteils (38, 39, 40) vorgeschlagen.

Fig. 16



## Zusammenfassung

Elektrische Flächenheizung und Baukörper mit einer solchen Flächenheizung

5

Um feuchtigkeitsbedingte Schädigungen des Baukörpers zu verhindern, wird die Verwendung einer elektrischen Flächenheizung (10) mit wenigstens einem flexiblen

Flächenheizelement (1) zur Anordnung an einer Fläche des

10 Baukörpers oder Baukörperteils (38, 39, 40) vorgeschlagen.

(Fig. 16)

15

20

25

30



## Beschreibung

Elektrische Flächenheizung und Baukörper mit einer solchen Flächenheizung

5

Die Erfinung betrifft eine elektrische Flächenheizung zur Temperierung von Baukörpern oder Baukörperteilen, insbesondere zur Temperierung von Bauteilen im Türen- und Fensterbereich. Darüber hinaus betrifft die Erfinung einen Baukörper mit einer solchen Flächenheizung.

In Abhängigkeit von Temperatur und Luftdruck enthält Luft unterschiedlich viel Feuchtigkeit. Das Verhältnis der vorhandenen Wasserdampfmenge zur Sättigungsmenge wird als 15 relative Luftfeuchtigkeit bezeichnet. Beim Erreichen des Sättigungspunktes kondensiert der Wasserdampf zu Tauwasser. Dabei ist die Sättigungsmenge von der Lufttemperatur abhängig. Warme Luft kann viel Feuchtigkeit aufnehmen, kalte Luft wenig. Sinkt die Temperatur, sinkt auch der Sättigungsgrad. Die 20 Grenztemperatur ist die Taupunkttemperatur. Tauwasser tritt also dann auf, wenn die Temperatur der Bauteiloberfläche unter der Taupunkttemperatur der umgebenden Luft liegt. Das ist beispielsweise dann der Fall, wenn die Raumluftfeuchte zu hoch ist oder der Raum ungenügend beheizt wird.

25

Vor allem in Winter kann es aufgrund des entstehenden Wasserdampfdruckgefälles zu einer Wasserdampfdiffusion von innen nach außen kommen, was auch innerhalb eines Bauteils zu Tauwasserniederschlag führen kann.

30

In beiden Fällen kann es zu einer Schädigung des Baukörpers kommen, beispielsweise durch Pilzbefall, Schimmel oder Korrosion.

Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, solche feuchtigkeitsbedingten Schädigungen des Baukörpers zu verhindern. Diese Aufgabe wird durch eine elektrische

- 5 Flächenheizung nach Anspruch 1 bzw. durch einen Baukörper nach Anspruch 8 gelöst. Vorteilhafte Ausführungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Mit der erfindungsgemäßen Flächenheizung kann der gewünschte

- 10 Erfolg auf verschiedene Weise erzielt werden. Zum einen kann durch vorteilhafte Anwendung der Flächenheizung im oder am Baukörper eine Taupunkttemperierung von vornherein vermieden werden. Mit Hilfe der Heizung wird mit anderen Worten vermieden, daß Wasserdampf kondensiert und sich Tauwasser überhaupt bildet.

- 15 Zum anderen kann durch vorteilhafte Anwendung der Flächenheizung im oder am Baukörper eine Trocknung bereits nasser Baukörper bzw. Baukörperteile und/oder eine Verdampfung von vorhandener Feuchtigkeit erfolgen.

- 20 In beiden Fällen wird die erfindungsgemäße Flächenheizung zur gezielten, d.h. insbesondere luftdruck- und/oder temperatur- und/oder luftfeuchtigkeitsabhängigen Temperierung (Beheizung) von Bauteilen verwendet. So kann sich beispielsweise bei sinkendem Luftdruck, festgestellt mittels eines Außensensors, 25 die Heizung vorbeugend einschalten, so daß der Entstehung von Feuchtigkeit vorgebeugt wird.

Grundsätzlich kann die erfindungsgemäße Flächenheizung sowohl im Inneren eines Gebäudes (eines Raumes) als auch außen, d.h. an der 30 Außenseite eines Gebäudes, angebracht sein. Beispielsweise kann die Anbringung in bzw. an einer Fensterbank (außen) gewährleisten, daß die Fensterbank schnee- oder frostfrei bleibt.

In erster Linie dient die erfindungsgemäße Flächenheizung jedoch zur Temperierung von Baukörpern oder Baukörperteilen im Inneren von Gebäuden, insbesondere zur Vermeidung von Tauwasserbildung an Bauteiloberflächen. Unter einem Baukörper oder einem Baukörperteil werden nicht nur Wand-, Boden- oder Deckenelemente, beispielsweise aus Beton oder Ziegel, Trag- und/oder Stützelemente, beispielsweise aus Metall oder Holz, und andere Baukörper bzw. Baukörperteile im klassischen Sinn verstanden, sondern auch Bauteile aus dem Türen- oder Fensterbereich, wie insbesondere Tür- und Fensterrahmen, Zargen, Fensterbretter und dergleichen, die im eingebauten Zustand mit dem eigentlichen Baukörper verbunden sind und damit als Teile des Baukörpers angesehen werden können.

Die erfindungsgemäße Flächenheizung dient insbesondere zur Temperierung von Fensterbänken (innen), unabhängig von ihrem Material (Stein, Holz, Glas, ...). Die unterhalb der Fensterbank angebracht und vorzugsweise im Baukörper integrierte bzw. als Teil des Baukörpers ausgeführte Flächenheizung dient zur Erwärmung der Fensterbank. Die Luft über der Fensterbank erwärmt sich und steigt nach oben, entlang des Glasfensters und erwärmt dessen Oberfläche. Aufgrund der so erhöhten Oberflächentemperatur der Fensterscheibe wird ein Anlaufen oder Beschlagen der Scheibe verhindert. Es findet keine Kondensation der in der Regel wärmeren Raumluft an der Fensterscheibe statt.

Erfindungsgemäß dient das Flächenheizelement darüber hinaus insbesondere zur Temperierung von Laibungen von Fenstern und Türen. Diese werden von der vorzugsweise in der Laibung baulich integrierten Flächenheizung erwärmt. Das führt u.a. dazu, daß die Laibungen trocknen (sofern sie zuvor feucht waren) bzw. dazu, daß ein Feuchtwerden der Leibungen von vornherein vermieden wird, da

eindringende Feuchtigkeit noch während des Eindringvorgangs verdampft wird. Somit wird die Bildung von Schimmel an Fensterlaibungen bzw. in Ecken und dergleichen von vorbeugend verhindert, da Schimmelpilze nur auf Materialien wachsen können,

- 5 die eine erhöhte Feuchtigkeit aufweisen, z.B. aufgrund eindringenden Wassers oder durch Kondenswasserbildung an kalten Außenwandbereichen. Durch eine geeignete Plazierung der erfindungsgemäßen Flächenheizung wird in beiden Fällen einer Schimmelbildung vorgebeugt, die Baukörperteile werden
- 10 trockengehalten und bleiben schimmelfrei. Die erfindungsgemäße Flächenheizung ersetzt dabei nicht das regelmäßige Lüften, da die verdampfte Feuchtigkeit auch in den Außenbereich abgeleitet werden muß, sie verhindert jedoch, daß die Laibungen, besonders in kritischen Einbausituationen, naß bzw. feucht werden.

15

Die erfindungsgemäße Flächenheizung kann auch als Wand- und/oder Bodenheizung in beliebigen Räumen verwendet werden, insbesondere in Bädern bzw. Naßzellen. Die Heizelemente der Flächenheizung können auch auf Fliesen oder jegliche Art von Boden- oder

- 20 Wandverkleidungen, wie beispielsweise Vertäfelungen usw., angebracht, beispielsweise verklebt werden. Ein weiterer Anwendungsbereich sind Kellerräume und andere Räume, in denen keine oder nur eine eingeschränkte Luftzirkulation stattfindet, so daß Feuchtigkeit nicht von allein verschwindet. In diesen
- 25 Fällen hilft der Einsatz der Flächenheizung zum Abtrocknen der von Feuchtigkeit betroffenen Flächen.

- Erfindungsgemäß werden die Baukörper bzw. Baukörperteile mit der Flächenheizung vorzugsweise derart ausgestattet, daß die
- 30 Flächenheizung nach abgeschlossener Montage, d.h. nach Fertigstellung des Baukörpers oder Baukörperteils bzw. nach Einbau des Bauteils (Fenster, Tür, ...), integraler Bestandteil des Baukörpers bzw. Baukörperteils ist. Die Flächenheizung kann

dabei bereits integraler Bestandteil des Bauteils (Fenster, Tür, ...) sein. In bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung ist die Flächenheizung dabei derart in den Baukörper bzw. das Baukörperteil integriert, daß eine zerstörungsfreie Trennung 5 nicht mehr möglich ist. Vorzugsweise wird die Flächenheizung mit dem jeweiligen zu temperierenden Bauteil verklebt oder auf andere Weise fest verbunden. Die Flächenheizung kann dabei im Inneren des Baukörpers oder des Bauteils angeordnet sein oder an dessen Außenseite.

10

Die erfindungsgemäße Flächenheizung zeichnet sich darüber hinaus dadurch aus, daß sie eine sehr geringe Bauhöhe aufweist.

Beispielsweise weist das zu verlegende, laminierte und mit elektrischen Anschlüssen versehene Heizelement 1 eine Dicke von 15 lediglich 1,5 mm auf. Die Heizelemente können überspachtelt, verputzt oder übertapeziert werden. Sie können auch nachträglich am Baukörper angebracht werden, beispielsweise im Rahmen einer Renovierungsmaßnahme.

20 Von Vorteil bei der erfindungsgemäßen Flächenheizung ist es darüber hinaus, daß Breite und Länge besonders einfach variiert werden kann. Insbesondere kann die Länge der Heizelemente einfach durch Abschneiden eines Stückes in der gewünschten Größe ausgewählt werden, z.B. von einer Rolle oder einem Flächenstück.

25 Erfindungsgemäß ist das Heizelement mit seiner Heizfläche an einer Fläche des Baukörpers oder Baukörperteils flächig anlegbar, so daß eine sehr kompakte Bauform verwirklicht werden kann. Bei der Applikation bzw. Montage des Heizelements zum Aufbau der Heizung an bzw. in einem Baukörper kann das Heizelement 30 zur Realisierung des gewünschten Flächenkontaktees ohne Einbußen bei der Funktionalität flexibel gebogen, aber auch geknickt oder um Ecken gefaltet werden, was die Montage stark vereinfacht. Ein geplantes Durchbohren oder auch ein ungeplantes Durchstoßen

eines Heizelements beeinträchtigt dabei die Funktion nicht.

Insbesondere kommt es dabei nicht zu Kurzschläßen. Aus dem Stand der Technik bekannte Flächenheizungen verwenden zumeist Rohre und können weder gebogen noch geschnitten werden. Auch können die

5 bekannten Heizungen nicht problemlos geknickt, gefaltet oder durchstoßen werden, ohne eine Beeinträchtigung der Funktion oder einen vollständigen Funktionsausfall befürchten zu müssen.

Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Flächenheizung

10 besteht darin, daß zu deren Betrieb ein einfach zu installierendes Niedervoltsystem verwendet werden kann, wobei kleine Transformatoren ausreichen (z.B. 12V, 3A), um im Gebäudeinneren eine Fensterbanktemperierung bis zu 34°C vorzunehmen.

15

Wie bereits gezeigt, weist die erfindungsgemäße Flächenheizung besonders vorteilhafte Eigenschaften auf, wenn sie spezielle Flächenheizelemente verwendet.

20 Aus dem Stand der Technik sind Flächenheizelemente bekannt, bei denen Körper aus Kohlenstofffasermaterial durch Stromzufuhr erwärmt werden. Problematisch bei den bekannten Heizelementen ist die Aufrechterhaltung einer sicheren elektrischen Kontaktierung des Kohlenstofffasermaterials im Dauerbetrieb, 25 vor allem bei hohen Stromstärken. Darunter werden in diesem Zusammenhang Stromstärken von mehr als 5 A, bis hin zu 25 A verstanden. Typischerweise bilden sich nach einer mehr oder weniger langen Betriebsdauer sogenannte „Hotspots“, da es durch ständige Längenänderungen während des Heizvorganges zu inneren Spannungen und Verschiebungen der leitfähigen Kreuzungspunkte im Flächenheizelement kommt, die stellenweise einen allmählichen Abbau der leitfähigen Kohlefasermodifikation bewirken und somit 30 die Wirksamkeit und Lebensdauer des Heizelements begrenzen.

Die im Folgenden im Zusammenhang mit dem Flächenheizelement, wie es bei der erfindungsgemäßen Flächenheizung vorzugsweise verwendet wird, erläuterten Vorteile und Ausgestaltungen gelten 5 sinngemäß auch für die erfindungsgemäße Flächenheizung und umgekehrt.

Eine erste grundlegende Idee im Zusammenhang mit dem bevorzugt verwendeten Flächenheizelement besteht in der Verbesserung der 10 elektrischen Kontaktierung der Kontaktelemente mit dem Grundkörper des Flächenheizelements, indem die Kontaktfläche des Kontaktelements derart strukturiert wird, daß Teile der Kontaktfläche, vorzugsweise eine Vielzahl von Teilbereichen der Kontaktfläche, in den Grundkörper eindringen, wodurch die 15 elektrische Kontaktfläche vergrößert und der Übergangswiderstand verringert wird. Die Bildung von „Hotspots“ wird dadurch vermieden und die Lebensdauer von elektrischen Flächenheizungen, welche derartige Heizelemente nutzen, verlängert.

20 Eine zweite grundlegende Idee im Zusammenhang mit dem bevorzugt verwendeten Flächenheizelement besteht in der Abdichtung und Fixierung der hergestellten elektrischen Kontaktierung der Kontaktelemente mit dem Grundkörper des Flächenheizelements, 25 indem eine Schutzfolie oder ein vergleichbares Schutzelement verwendet wird, um die Kontaktstelle abzudichten und mechanisch zu fixieren. Hierdurch wird zugleich die elektrische Verbindung zwischen diesen beiden Elementen fixiert und gesichert, so daß sich auch bei einer Ausdehnung und Schrumpfung eines der 30 beteiligten Elemente oder aller Elemente oder aber bei einer notwendigen Formänderung des Flächenheizelements, beispielsweise aufgrund einer bestimmten Lagerungs- oder Transportform oder aufgrund einer bestimmten Applikation, z.B.

als Heizelement einer elektrischen Flächenheizung, die elektrische Kontaktierung nicht löst sondern statt dessen unverändert intakt bleibt.

5 Vorteilhafte Ausführungen der Erfindung werden nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnungen anhand verschiedener Ausführungsbeispiele näher erläutert. Hierbei zeigen:

Fig. 1 eine Draufsicht auf die Vorderseite eines Heizelements  
10 mit einer Längsanordnung der Kontakt elemente,

Fig. 2 eine Draufsicht auf die Vorderseite eines Heizelements mit einer Queranordnung der Kontakt elemente,

15 Fig. 3 einen Schnitt durch das in Fig. 1 dargestellte Heizelement entlang der Linie III-III,

Fig. 4 einen Schnitt entsprechend Fig. 3 durch ein Heizelement mit vollflächig angebrachter Schutzfolie,

20 Fig. 5 eine Draufsicht auf die Vorderseite eines Heizelements mit einer Queranordnung der Kontakt elemente und einem Stromfluß quer zu der Faservorzugsrichtung,

25 Fig. 6 eine Draufsicht auf die Vorderseite eines Heizelements mit einer Queranordnung der Kontakt elemente und einem Stromfluß in Faservorzugsrichtung,

30 Fig. 7 eine Draufsicht auf die Vorderseite eines Heizelements mit einer Längsanordnung der Kontakt elemente und einem Stromfluß quer zu der Faservorzugsrichtung,

Fig. 8 eine Draufsicht auf die Vorderseite eines Heizelements mit einer Längsanordnung der Kontakt elemente und einem Stromfluß in Faservorzugsrichtung,

5 Fig. 9 eine Draufsicht auf die Vorderseite eines Heizelements mit drei quer angeordneten Kontakt elementen in einer ersten Anschluß variante,

10 Fig. 10 eine Draufsicht auf die Rückseite des Heizelements aus Fig. 9,

Fig. 11 eine Draufsicht auf die Vorderseite eines Heizelements mit drei quer angeordneten Kontakt elementen in einer zweiten Anschluß variante,

15 Fig. 12 eine Draufsicht auf die Rückseite des Heizelements aus Fig. 11,

Fig. 13 einen Schnitt durch eine Kontaktfläche,

20 Fig. 14 eine Draufsicht auf eine strukturierte Kontaktfläche,

Fig. 15 die Komponenten einer Flächenheizung,

25 Fig. 16 die Anordnung einer Flächenheizung im Bereich eines Fensters,

Fig. 17 die Anordnung der Flächenheizung im Bereich eines Fensters (Querschnitt),

30 Fig. 18 die Anordnung der Flächenheizung mit Isoliermitteln im Bereich eines Fensters (Querschnitt),

Fig. 19 eine Draufsicht auf ein einzelnes Heizelement (stark vereinfacht),

Fig. 20 eine Draufsicht auf einen Heizelementeverbund (stark vereinfacht).

Sämtliche Figuren zeigen die Erfindung nicht maßstabsgerecht, dabei lediglich schematisch und nur mit ihren wesentlichen Bestandteilen. Gleiche Bezugszeichen entsprechen dabei Elementen gleicher oder vergleichbarer Funktion.

Zunächst wird ein Flächenheizelement 1 sowie dessen Herstellung näher beschrieben, wie es in der erfindungsgemäßen Flächenheizung 10 vorzugsweise verwendet wird. In der erfindungsgemäßen Flächenheizung 10 können zwar auch andere Flächenheizelemente 1 verbaut sein. Jedoch eignet sich für die spezielle Anwendung der Baukörpertemperierung das nachfolgend im Detail beschriebene Flächenheizelement 1 aufgrund seiner speziellen Eigenschaften besonders gut.

Ein Flächenheizelement 1 umfaßt einen als Heizwiderstand dienenden, d.h. erwärmbaren Grundkörper 2 in Form eines elektrisch leitfähigen, flexiblen Flächengebildes, das Kohlenstofffasern (nicht im einzelnen abgebildet) beinhaltet.

Das Heizelement 1 umfaßt außerdem wenigstens zwei elektrische Kontaktlemente 3, 4, die voneinander beabstandet sind und mit dem Grundkörper 2 flächig verbunden sind. Diese Flächenkontakte dienen zum Einspeisen von elektrischem Strom in den Grundkörper 2. Die Kontaktlemente 3, 4 sind mit ihren Kontaktflächen 5 flächig mit der Oberfläche 6 des Grundkörpers 2 verbunden bzw. an der Oberfläche 6 des Grundkörpers 2 angebracht. Insbesondere

liegen die Kontaktelemente 3, 4 auf der Oberfläche 6 des Grundkörpers 2 an bzw. auf.

Die Kontaktflächen 5 der Kontaktelemente 3, 4 des Heizelements 5 1 sind derart ausgebildet, daß sie in den Grundkörper 2 eindringen. Dieses Eindringen oder Eingreifen erfolgt dabei vorzugsweise nicht großflächig, sondern punktuell, wobei hier punktuell nicht im Sinne von punktförmig, sondern im Sinne von 10 abschnitts- oder bereichsweise zu verstehen ist. Gleichwohl kann jede einzelne Eingriffsstelle des Grundkörpers 2 als ein punktförmiger Eingriff ausgeführt sein, hervorgerufen durch ein spitzes Eingriffswerkzeug. Das Eingreifen erfolgt vorzugsweise an einer Vielzahl von Stellen der Kontaktflächen 5 der Kontaktelemente 3, 4. Vorzugsweise sind diese Stellen 15 gleichmäßig über die gesamte Kontaktfläche 5 verteilt.

Der Grundkörper 2 des Heizelements 1 ist durch ein Flächengebilde aus Fasern gebildet. Bei dem Flächengebilde handelt es sich entweder um ein Papiervlies (nachfolgend auch kurz als Papier 20 bezeichnet), genauer gesagt um ein elektrisch leitendes Papiergefüge mit zellulosehaltigen Faserstoffen oder anderen zur Papierherstellung üblichen Fasern einerseits und mit Kohlenstofffasern andererseits. Oder es handelt sich bei dem Flächengebilde um ein anderes Faservlies, beispielsweise ein 25 Gebilde aus Kunststofffasern, wie z.B. Polyesterfasern, Mischfasern oder dergleichen, die zusammen mit Kohlenstofffasern in irgendeiner Weise zu einem Vlies, d.h. einer Faserschicht, zusammengefügt ist.

30 Das Material des Grundkörpers 2 enthält dabei vorzugsweise 10 bis 50% Gewichtsanteile Kohlenstofffasern. Beispielhaft wird elektrisch leitfähiges Papier verwendet, wie es in DE 10 2013 101 899 A1 beschrieben ist. Derartige Papiere oder Faservliese leiten

den elektrischen Strom und lassen sich in der Weise kontaktieren, daß elektrische Leistung mit Hilfe von Niedervolttransformatoren wirksam und effizient in Heizungswärme umgewandelt werden kann. Vorzugweise enthält der Grundkörper 2 ca. 35 Gew.-%

5 Kohlenstofffasern und die bevorzugte Grammatur des Papiers beträgt 80 bis 150 g/m<sup>2</sup>. Vorzugsweise sind die Materialeigenschaften des für den Grundkörper 2 verwendeten Materials genau definierbar, insbesondere hinsichtlich seiner elektrischen Leitfähigkeit. Die als elektrisch leitfähige 10 Komponente eingesetzten Kohlenstofffasern weisen beispielsweise einen spezifischen elektrischen Widerstand von  $1,6 \times 10^{-5} \Omega\text{m}$  auf.

Nachfolgend wird beispielhaft angenommen, daß der Grundkörper 2 aus einem Papiervlies besteht.

15 Vorzugsweise sind die Kohlenstofffasern in dem Grundkörper 2 gleichmäßig verteilt (dispergiert). Aus der Art und Weise der Vliesherstellung ergibt sich, daß die Kohlenstofffasern in dem Papiergefüge anisotrop ausgerichtet sind, meistens bevorzugt 20 entlang der Papierbahnlänge, so daß in solchen Fällen von einer definierten bzw. einheitlichen Faserrichtung 7 („Vorzugsrichtung“) ausgegangen werden kann. Hieraus ergeben sich zwei unterschiedliche Möglichkeiten der Kontaktierung, nämlich einerseits mit einem Stromfluß 8 quer zu der bevorzugten 25 Faserausrichtung 7 und andererseits mit einem Stromfluß 8 längs zu der bevorzugten Faserausrichtung 7. Für den „quer“-Fall ergibt sich, verglichen mit dem „längs“-Fall, ein höherer Widerstand. Dies wird in einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung gezielt genutzt.

30 Der Grundkörper 2 ist vorzugsweise derart ausgeführt, daß er flexibel bzw. biegsam ist, insbesondere derart, daß er bei der Applikation des Heizelements 1 in der späteren Flächenheizung 10

verformbar, beispielsweise an die Form eines zu beheizenden Bauteils anpaßbar ist.

Die Geometrie des Grundkörpers 2, insbesondere dessen Länge und 5 Breite, ist vorzugsweise frei wählbar und kann an den jeweiligen Anwendungsfall angepaßt werden. Die Grundform des Grundkörpers 2 ist typischerweise rechteckig. In jedem Fall handelt es sich um ein Flächengebilde, d.h. einen flächigen, insbesondere flachen Körper, beispielsweise in Form eines Bogens, einer 10 Platte, einer Tafel, einer Bahn oder einer Rolle.

Eine Seite des flachen, d.h. in der Regel zumindest im unverarbeiteten Ausgangszustand quaderförmigen Grundkörpers 2 wird als Vorderseite 11, die gegenüberliegende Seite als 15 Rückseite 12 definiert, wobei angenommen wird, daß die Vorderseite 11 primär zur Abstrahlung der Wärmestrahlung dienen soll, die freie, nicht mit Kontakt elementen 3, 4 belegte Fläche der Vorderseite 11 also als Heizfläche 13 dient. Aufgrund der Arbeitsweise des Heizelements 1 als Widerstandsheizung erwärmt 20 sich der Grundkörper 2 aber durchgehend, so daß auch die gegenüberliegende Rückseite 12 erwärmt wird, selbst wenn die Kontakt elemente 3, 4 nur auf der Vorderseite 11 mit dem Grundkörper 2 elektrisch verbunden sind. Auch die Rückseite 12 kann daher als Heizfläche 13 dienen bzw. eine Heizfläche 13 25 ausbilden.

Der Grundkörper 2 ist in der Form beliebig veränderbar, beispielsweise zuschneidbar, und/oder mit Öffnungen (Löchern, Bohrungen, Durchbrüchen, ...) versehbar, z.B. für die Anbringung 30 von Schrauben oder anderen Befestigungselementen oder für die Anpassung an die Form der zu beheizenden Bauteils etc. pp. Solange die Kontakt elemente 3, 4 intakt bleiben, ist das Heizelement 1 dennoch funktionstüchtig. Der Grundkörper 2 kann mit anderen

Worten nicht nur geknickt, gefaltet oder gerollt werden. Die Heizfläche 13, also typischerweise die Fläche zwischen den Kontakt elementen 3, 4 auf der Vorderseite 11 des Grundkörpers 2 des Heizelements 1, kann auch asymmetrisch geformt sein, ohne daß 5 dies der Funktionstüchtigkeit des Heizelements 1 entgegensteht.

Der Grundkörper 2 muß nicht zwingend als homogener Körper verstanden werden, der lediglich aus einem einzigen Material (Papier, Faservlies etc.) besteht. Der Grundkörper 2 kann auch 10 seinerseits eine Materialkombination darstellen. Insbesondere kann der Grundkörper 2 aus mehreren Schichten unterschiedlichen Materials aufgebaut sein, sofern der Kern bzw. der wesentliche (überwiegende) Bestandteil des Grundkörpers 2 aus kohlenstofffaserhaltigem Material (Papiervlies, Faservlies 15 etc.) besteht und zur Bildung eines Heizwiderstands geeignet ist, also Wärme erzeugt werden kann, indem das Material, das einen vergleichsweise niedrigen elektrischen Widerstand aufweist, von Strom durchflossen wird und sich dadurch erhitzt.

20 Besonders vorteilhaft ist es, wenn das für den Grundkörper 2 verwendete Material diffusionsoffen ist, also Feuchtigkeit durch den 2 Grundkörper hindurchtreten kann, wie dies z.B. bei Verwendung des Heizelements 1 in einer Flächenheizung 10 von Nutzen sein kann, die zur Entfeuchtung von Mauerwerk eingesetzt 25 wird.

Durch Modifikationen des Grundmaterials lassen sich Änderungen 30 des elektrischen Widerstands des Heizelements 1 hervorrufen. So kann beispielsweise der Widerstand des Grundkörpers 2 durch eine gezielte Tränkung der zum Einsatz kommenden Fasern mit Kunststoffen oder viskosen Haftklebern erhöht werden. Auch kann zwischen den Kontakt elementen 3, 4 und dem Grundkörper 2 als Zwischenschicht eine niedrigschmelzende Folie (nicht

dargestellt) vorgesehen sein, welche die Kontaktierung verbessert.

Vorzugsweise sind die Kontaktelemente 3, 4 durch Folien oder 5 Bänder gebildet. Als Material für die Kontaktelemente eignet sich vorzugsweise Kupfer. Die Verwendung anderer geeigneter Materialien ist möglich.

Sind die Kontaktelemente 3, 4 nicht als massive Leiter oder 10 Bleche, sondern als dünnes Material ausgeführt, insbesondere als Folien oder Bänder, z.B. nach Art von Bandelektroden, dann sind sie aufgrund der geringen Materialstärke leicht verformbar und lassen sich daher gut an die Faserstruktur des Grundkörpers 2 anschmiegen (andrücken).

15

Eine flexible bzw. biegsame Ausführung der Kontaktelemente 3, 4 gewährleistet darüber hinaus, daß sich die Kontaktelemente 3, 4 einer veränderten Form des Grundkörpers 2 anpassen können, wenn 20 der Grundkörper 2 bei der Applikation des Heizelements 1 in der späteren Flächenheizung 10 verformt, beispielsweise gebogen, gefaltet oder geknickt wird.

Im Vergleich zu dem Grundkörper 2 weisen die Kontaktelemente 3, 4 geringere Abmessungen auf. In der Regel bedecken die 25 Kontaktelemente 3, 4 im kontaktierten Zustand nur einen Bruchteil der Oberfläche 6 des Grundkörpers 2.

Die Verbindung der Kontaktelemente 3, 4 mit dem Grundkörper 2 erfolgt vorzugsweise mittels mehrerer Verbindungsarten 30 gleichzeitig, jedoch im einfachsten Fall mittels einer Klebeverbindung. Mit anderen Worten werden die Kontaktelemente 3, 4 auf den Grundkörper 2 aufgeklebt. Die Verbindung mittels Klebstoff ist sehr einfach herstellbar, auch mittels

automatisierter Verfahren. Darüber hinaus sind Klebeverbindungen bei geeigneter Klebstoffauswahl auch bei Beaufschlagungen mit hohen Strömen haltbar.

5 Besonders vorteilhaft ist die Verwendung eines selbstklebenden Kupferbandes, wie es beispielsweise zur Ableitung statischer Aufladung und Abschirmung elektromagnetischer Felder verwendet wird, als Kontakt element 3, 4. Das Klebeband umfaßt vorzugsweise einen geeigneten Klebstoff, beispielsweise Acrylatkleber, und  
10 eine Kupferfolie als Träger auf einem Papierliner. Das verwendete Kupferband weist vorzugsweise eine Breite von 10 bis 25 mm auf.

Die Verbindung der Kontakt elemente 3, 4 mit dem Grundkörper 2 kann jedoch in alternativen Ausführungen auch ohne Kleben erfolgen,  
15 beispielsweise indem die Kontakt elemente 3, 4 mittels mechanischer Hilfsmittel an dem Grundkörper 2 fixiert werden. Gegebenenfalls können solche Hilfsmittel nach der Strukturierung der Kontakt elemente 3, 4 wieder entfernt werden, wenn die Kontakt elemente 3, 4 aufgrund ihres mechanischen Eingriffs in den  
20 Grundkörper 2 mit diesem verbunden sind.

Im Zusammenhang mit der Herstellung des Heizelements 1 wird nicht nur über die Größe des Grundkörpers 2, sondern nach Art einer Konfektionierung auch über die Anordnung der Kontakt elemente 3,  
25 4 auf dem Grundkörper 2 entschieden.

Vorzugsweise sind die Kontakt elemente 3, 4 an sich gegenüberliegenden Rändern bzw. Kanten des Grundkörpers 2 angeordnet. Grundsätzlich können die Kontakt elemente 3, 4 dabei  
30 längs bzw. quer auf der in der Regel rechteckigen Fläche des Grundkörpers 2 angeordnet sein. Dies hat unterschiedliche Auswirkungen auf den Abstand und die Länge der Kontakt elemente 3, 4 sowie für den späteren Stromdurchtritt zwischen den

Kontaktelementen 3, 4 einerseits und den unzähligen Kohlenstofffaser-„Verbrauchern“ im Inneren des Grundkörpers 2 andererseits.

5 In diesem Zusammenhang muß eine erste grundsätzliche Entscheidung gefällt werden hinsichtlich des Verhältnisses von Länge 14 der Kontaktelemente 3, 4 zu Abstand 15 zwischen den Kontaktelementen 3, 4 auf der Vorderseite 11 des Grundkörpers 2. Bei Grundkörpern 2 mit nicht gleichlangen Seiten kann dabei 10 zwischen einer ersten Variante mit langen Kontaktelementen (effektiven Leiterlängen 14) und einem geringen Abstand 15 zwischen den Kontaktelementen 3, 4 (d.h. die Kontaktelemente 3, 4 sind an den längeren Längsseiten 16 des Grundkörpers 2 angeordnet), wie beispielhaft in Fig. 1 abgebildet, und einer 15 zweiten Variante mit kurzen Kontaktelementen 3, 4 (effektiven Leiterlängen 14) und einem großen Abstand 15 zwischen den Kontaktelementen 3, 4 (d.h. die Kontaktelemente 3, 4 sind an den kürzeren Schmalseiten 17 des Grundkörpers 2 angeordnet) entschieden werden, wie beispielhaft in Fig. 2 abgebildet.

20 In diesem Zusammenhang muß auch eine zweite grundsätzliche Entscheidung gefällt werden, nämlich hinsichtlich der Anordnung der Kontaktelemente 3, 4 in Bezug auf die Vorzugsrichtung 7 der Kohlenstofffasern im Grundkörpermaterial. Genauer gesagt muß 25 entschieden werden, ob der Stromfluß 8 in Faserrichtung 7 oder quer zu der Faserrichtung 7 erfolgt, Dies hat Einfluß auf den erreichbaren elektrischen Widerstand des Heizelements 1.

Der für die Heizleistung des Heizelements 1 wichtige elektrische 30 Widerstand  $R$  ergibt sich gemäß  $R = k \times A/L$ , wobei  $A$  den Abstand 15 zwischen den Kontaktelementen 3, 4 und  $L$  die effektive Länge 14 der Kontaktelemente 3, 4 auf dem Grundkörper 2 sowie  $k$  eine

Materialkonstante darstellt, die abhängig von dem Anteil der Kohlenstofffasern im Grundkörpermaterial ist.

Fließt der Strom durch den Grundkörper 2 bei Kontaktelementen 3,

5 4 mit kurzer Länge 14, die mit großem Abstand 15 zueinander angeordnet sind, quer zu der Faserrichtung 7 der Kohlenstofffasern im Grundmaterial, wie in Fig. 5 dargestellt, ergibt sich ein erster elektrischer Widerstand R1.

10 Fließt der Strom durch den Grundkörper 2 bei Kontaktelementen 3, 4 mit kurzer Länge 14, die mit großem Abstand 15 zueinander angeordnet sind, in der Faserrichtung 7 der Kohlenstofffasern im Grundmaterial, wie in Fig. 6 dargestellt, ergibt sich ein zweiter elektrischer Widerstand  $R2 < R1$ .

15

Fließt der Strom durch den Grundkörper 2 bei Kontaktelementen 3, 4 mit großer Länge 14, die mit geringem Abstand 15 zueinander angeordnet sind, quer zu der Faserrichtung 7 der Kohlenstofffasern im Grundmaterial, wie in Fig. 7 dargestellt, ergibt sich ein dritter elektrischer Widerstand  $R3 << R2$ .

20

Fließt der Strom durch den Grundkörper 2 bei Kontaktelementen 3, 4 mit großer Länge 14, die mit geringem Abstand 15 zueinander angeordnet sind, in der Faserrichtung 7 der Kohlenstofffasern im Grundmaterial, wie in Fig. 8 dargestellt, ergibt sich ein vierter elektrischer Widerstand  $R4 < R3$ .

25

In Abhängigkeit von der elektrischen Leitfähigkeit bzw. dem Widerstand des Grundkörpers 2 lässt sich unter Berücksichtigung der Vorzugsrichtung 7 der Kohlenstofffasern sowie der Ausführung und Anordnung der Kontaktelemente 3, 4 eine definierte thermische Heizleistung des Heizelements 1 erreichen.

Ziel der obigen Überlegungen und Auswahlsschritte zur Zurichtung bzw. Konfektionierung des Heizelements 1 ist es stets, die gewünschte Heizleistung (z.B. 300 W) bzw. die gewünschten Oberflächentemperaturen (z.B. 80°C) an der Heizfläche 13 des 5 Heizelements 1 mit einem Niedervoltsystem, d.h. bei Nennspannungen von 12V, bevorzugt 24 bis 36V, zu erreichen. Trotzdem dabei vergleichsweise große Stromstärken (z.B. 8 bis 12 A) entstehen, weist das Heizelement 1 eine vergleichsweise lange Lebensdauer auf.

10

Mit einer geeigneten Kontaktierung, wie hierin beschrieben, ist es beispielsweise möglich, mit Trafo-Leistungen von vorzugsweise 120, 200 bis 300 Watt, bei einzelnen Anwendungen auch bis zu 500 oder 800 W, Wärmestromdichten zu erzeugen, mit denen, je nach 15 Flächengröße des Grundkörpers 2, Oberflächentemperaturen von vorzugsweise 30 bis 180 °C erreichbar sind.

Bei besonders schmalen Grundkörpern 2 können vorzugsweise eine spezielle Anordnung von Kontaktelementen 3, 4 sowie eine 20 spezielle Anschlußgeometrie zum Einsatz kommen. Dies ist insbesondere dann interessant, wenn der Grundkörper 2 ein stark ungleiches Seitenverhältnis aufweist, beispielsweise wenn die Länge der Längsseite (Breitseite) 16 zu der Länge der Querseite (Schmalseite) 17 ein Verhältnis von 10:1 aufweist. Unter einem 25 stark ungleichen Seitenverhältnis wird dabei ein Wert für das Verhältnis zwischen die Länge der Längsseite zu der Länge der Querseite (oder umgekehrt) von mindestens 5:1 verstanden, vorzugsweise ein Wert von mindestens 10:1 oder größer. In diesen oder ähnlichen Fällen ist es vorgesehen, daß 30 drei oder mehr Kontaktelemente 3, 4, 18 derart auf einer Seite 11 des Grundkörpers 2 angebracht sind, daß der Grundkörper 2 in seiner Längsrichtung 19 in mehrere Heizwiderstandssegmente 21, 22 unterteilt ist. Die Anordnung der Kontaktelemente 3, 4, 18

erfolgt dabei vorzugsweise parallel zueinander sowie parallel zu den Kanten bzw. Rändern der Querseiten (Schmalseiten) 17 des Grundkörpers 2 verlaufend.

- 5 Mit anderen Worten werden die Kontaktelemente 3, 4, 18 nicht nur an den Rändern bzw. Kanten des Grundkörpers 2 vorgesehen, sondern auch in der Fläche der Vorder- und/oder Rückseite 11, 12 des Grundkörpers 2, beispielsweise durch mittige Anordnung eines dritten Kontaktelements 18 auf der Vorderseite 11.

10

Durch dieses Anbringen von zusätzlichen Kontaktelementen 18 ergibt sich eine vorzugsweise gleichmäßige Segmentierung bzw. Unterteilung der Gesamtfläche des Grundkörpers 2 in mehrere, vorzugsweise gleich große, kleinere Bereiche 21, 22, was für die

- 15 Widerstandsheizung des Heizelements 1 zu einer Art Parallelschaltung führt, wodurch sich mehrere Teilwiderstände ergeben, aus denen sich der Gesamtwiderstand des Heizelements 1 ergibt.

- 20 Erfolgt dabei die rückseitige Zuführung der Kontaktelemente 3, 4, 18, d.h. die Anordnung der Leiterbahnen auf der Rückseite 12 des Grundkörpers 2, mittels Isolierelementen 23, können beide Stromquellen-Anschlüsse 24, 25 der Kontaktelemente 3, 4, 18 an ein und derselben Seite des Grundkörpers 2 ausgeführt sein, bspw. 25 an einer der Querseiten 17, siehe Figuren 9 und 10 bzw. Figuren 11 und 12. Es sind jedoch auch andere Plazierungen der Anschlüsse 24, 25 bzw. der Kontaktelemente 3, 4, 18 möglich.

- 30 In den oben beschriebenen Fällen werden flächige elektrische Isolierelemente 23 zur Bildung einer elektrisch isolierenden Trennschicht zwischen den Kontaktelementen 3, 4, 18 und dem Grundkörper 2 verwendet, nämlich an denjenigen Stellen, an denen die Kontaktelemente 3, 4, 18 aus Gründen der Kompaktheit des

Heizelemente 1 ebenfalls flächig auf dem Grundkörper 2 angebracht sind. Dies ist beispielsweise zur Rückführung von Anschlußleitungen 26 an definierte Anschlußstellen 24, 25 des Heizelements 1 auf der Rückseite 12 des Grundkörpers 2 erforderlich, ohne daß dabei der Grundkörper 2 elektrisch kontaktiert wird. Bei den auf diese Weise zurückgeführten Anschlußleitungen 26 handelt es sich vorzugsweise um diejenigen, um die Kanten bzw. Ränder des Grundelements 2 herumgeführten Kontaktelemente 3, 4, 18, die auch auf der Vorderseite 11 zur Kontaktierung des Grundkörpers 2 dienen.

Das für diesen Zweck als Isolierelement 23 vorzugsweise verwendete Isolierklebeband ist vorzugsweise stark selbstklebend und weist eine geschmeidige Trägerfolie auf, die vorzugsweise bis ca. 160 °C temperaturstabil ist.

Wie in Fig. 10 illustriert, sind die auf der Vorderseite 11 auf dem Grundkörper 2 plazierten Kontaktelemente 3, 4, 18 vorzugsweise um die Ränder des Grundkörpers 2 auf die Rückseite 12 herumgeführt. Dort werden die Kontaktelemente 3, 4, 18 entweder als Anschlußleitungen 26 über die elektrischen Isolierelemente 23 zu den Anschlußstellen 24, 25 zurückgeführt oder die freien Enden 27 der Kontaktelemente 3, 4, 18 liegen dort (auf der Rückseite 12) ebenfalls für eine kurze Strecke direkt auf dem Grundkörper 2 auf. Dieses Herumführen der Kontaktelemente 3, 4, 18 bis auf die Rückseite 12 dient zum einen als mechanische Sicherung, nämlich um ein Ablösen der Kontaktelemente 3, 4, 18 im Randbereich zu verhindern. Zum anderen können insbesondere die auf der Rückseite 12 liegenden Freienden 27 zum Anschließen weiterer Heizelemente 1 dienen, wie es in Abhängigkeit von dem jeweiligen Anwendungsfall bei der Zusammenstellung der Flächenheizung 10 aus einer Mehrzahl von Heizelementen 1 unter Umständen der Fall sein kann, insbesondere wenn mehrere

Heizelemente 1 nebeneinander plaziert und angeschlossen werden müssen, um eine zusammengesetzte Heizfläche zu bilden, die größer ist als die Heizfläche 13 eines einzelnen Heizelements 1.

- 5 Eine für die Optimierung der Funktion sowie die Erhöhung der Lebensdauer des Heizelements 1 wichtige Maßnahme erfolgt während der Herstellung des Heizelements 1. Vorzugsweise weisen die Kontaktflächen 5 der Kontaktéléments 3, 4, 18 eine Oberflächenstruktur mit einer Vielzahl von Verformungen 28, 29 aufweisen, die zur Herstellung einer (vorzugsweise sowohl mechanischen als auch elektrischen) Verbindung der Kontaktéléments 3, 4, 18 mit dem Grundkörper 2 beitragen, indem sie in den Grundkörper 2 eindringen. Die Materialeigenschaften des Grundkörpers 2, insbesondere dessen Aufbau als Papier bzw. 15 Vlies und/oder das Vorhandensein der Kohlenstofffasern, ermöglichen einen solchen Eingriff. Je nach Länge der Fasern im Fasergefüge ergeben sich Zwischenräume, die, in Abhängigkeit von der Form der Fasern, auf unterschiedliche Weise ausgefüllt werden können. Die Kohlenstofffasern, die vorzugsweise in Gestalt 20 spitzer Nadeln vorkommen, bilden dabei lediglich Kreuzungen mit freien Innenräumen. Die Zellstofffasern bilden statt dessen ein etwas dichteres Geflecht. Der Faserverbund insgesamt ist unverdichtet und erlaubt daher die beschriebenen Eingriffe.
- 25 Dieses mechanische Eindringen der Kontaktflächen in den Grundkörper 2 dient (zumindest auch, d.h. zusätzlich zu einer elektrisch leitenden Klebeverbindung zwischen den Kontaktéléments 3, 4, 18 und dem Grundkörper 2) zur Herstellung einer besonders sicheren und dauerhaften elektrischen 30 Kontaktierung.

Die Kontaktfläche 5 des Kontaktéléments 3, 4, 18 weist hierfür in Richtung des Grundkörpers 2 zeigende Unebenheiten auf

(insbesondere Erhöhungen und/oder Vertiefungen der Oberfläche), um bei einem Aneinanderdrücken der beiden Bauteile eine möglichst gute mechanische Verbindung zwischen Kontaktelement 3, 4, 18 und Grundkörper 2 zu ermöglichen. Bei dem Eindrücken des

5 Kontaktelements 3, 4, 18 in den Grundkörper 2 findet eine Verformung des Grundkörpers 2 statt.

Vorzugsweise ist die Kontaktfläche 5 vielfach perforiert oder wenigstens derart mit Vielzahl von Eindrücken (Eindruckmarken) 10 versehen derart, daß sich das Leitermaterial (z.B. Kupfer) des Kontaktelements 3, 4, 18 und damit das Kontaktelement 3, 4, 18 selbst plastisch verformt. Die Verformungen 28, 29 sind dabei vorzugsweise über die gesamte Kontaktfläche 5 des Kontaktelements 3, 4, 18 mehr oder weniger gleichmäßig verteilt, 15 jedenfalls so, daß keine bewußt hervorgerufene Häufung von Verformungen an bestimmten Stellen der Kontaktfläche 5 entstehen. Die Anzahl der Verformungen 28, 29 beträgt dabei vorzugsweise 50 bis 100 je Quadratzentimeter.

20 Die Verformung erfolgt entweder unter Ausbildung z.B. trichterförmiger Öffnungen 28 oder aber unter Ausbildung von (geschlossenen) Auswölbungen (Vertiefungen) 29, siehe Fig. 13. Beide Arten von Verformungen 28, 29 sind dabei in Richtung des Grundkörpers 2 gerichtet, und zwar vorzugsweise derart, daß die 25 geschlossenen Auswölbungen 29 bzw. die offenen Ränder 30 der Öffnungen 28, insbesondere nach Art von Schneidkanten, in das Material des Grundkörpers 2 eindringen und dabei das Kohlenstofffasermaterial örtlich (punktuell) verdrängen und/oder verformen. Dies erfolgt derart, daß sich die 30 Kontaktfläche 5 des Kontaktelements 3, 4, 18 an die Oberfläche 6 des Grundkörpers 2 besonders eng anschmiegt, dies vorzugsweise unter Herstellung einer Kontaktfläche 5, die gegenüber einer vollständig flachen/ebenen Flächenanlage vergrößert ist. Die

Vergrößerung der Kontaktfläche 5 ergibt sich durch eine während der Verformung auftretende Dehnung des Kontaktelementmaterials und/oder dadurch, daß sich Grundmaterial beim Eindringen der Schneidränder 30 der Öffnungen 28 in den Grundkörper 2 auch an 5 die der eigentlichen Kontaktfläche 5 gegenüberliegende Seite 34 der Kontaktelemente 3, 4, 18 anlegt, siehe Fig. 13.

Vorzugsweise erfolgt das Bearbeiten des Kontaktelements 3, 4, 18 z.B. mittels einer Nadelrolle oder eines anderen für eine solche 10 Materialbearbeitung geeigneten Bearbeitungswerkzeugs (nicht abgebildet). Das Strukturieren der Kontaktflächen 5 der Kontaktelemente 3, 4, 18 findet dabei vorzugsweise nicht mittels einer flächig aufliegenden Walze oder dergleichen statt, wodurch das Vliesmaterial des Grundkörpers 2 unzulässig verdichtet 15 werden würde. Statt dessen erfolgt vorzugsweise ein Nadeln, wobei über die dünnen Spitzen der einzelnen Werkzeugnadeln ein vergleichsweise hoher Druck auf die entsprechenden punktuellen Bereiche der zu strukturierende Kontaktfläche 5 aufgebracht wird. Aufgrund dieses Druckes erfolgt die gewünschte Verformung 20 der Kontaktfläche 5. Die Ausrichtung der Verformungen 28, 29 entspricht dabei vorzugsweise im wesentlichen der Bearbeitungsrichtung, mit der das Kontaktelement 3, 4, 18 zur Herstellung der Verformungen 28, 29 bearbeitet wird, bzw. der Richtung der Beaufschlagung des Kontaktelements 3, 4, 18 mit 25 einem geeigneten Bearbeitungswerkzeug. Typischerweise erstrecken sich die Verformungen 28, 29 im wesentlichen senkrecht zu der Oberfläche 6 des Grundkörpers 2.

Vorzugsweise erfolgt die Kontaktherstellung mit anderen Worten, 30 zusätzlich zu der Klebeverbindung, durch ein „kaltes“ Eindringen (z.B. ein Einpressen, Einschneiden oder dergleichen) der zu diesem Zweck mit einer geeigneten Oberflächenstruktur, wie insbesondere geschlossene Auswölbungen 29 und/oder offene

Schneidränder 30, versehenen Kontaktfläche 5 des Kontaktelements 3, 4, 18 in die Oberfläche 6 des zu kontaktierenden Grundkörpers 2, nämlich vorzugsweise nach Art einer „Einpreßkontaktierung“, d.h. es findet eine Verpressung der beiden Fügepartner statt.

5

Die strukturierte Oberfläche 5 des Kontaktelements 3, 4, 18 greift im Inneren des Grundkörpers 2 unmittelbar einzelne Kohlenstofffasern an und stellt einen körperlichen Kontakt zu diesen her. Dadurch wird die Anzahl der mechanischen und damit zugleich elektrischen Kontakte der Kontaktfläche 5 mit den elektrisch leitfähigen Kohlenstofffasern erhöht. Eine auf diese Weise hergestellte, besonders zuverlässige elektrische Kontaktierung geht einher mit einer vergrößerten elektrischen Kontaktfläche und einem verringerten Übergangswiderstand zwischen Kontaktelement 3, 4, 18 und Grundkörper 2. Dies trägt dazu bei, daß keine „Hotspots“ entstehen. Dadurch verlängert sich die Lebensdauer des Heizelements 1.

Während der Herstellung des Heizelements 1 erfolgt vorzugsweise eine weitere für die Optimierung der Funktion sowie die Erhöhung der Lebensdauer des Heizelements 1 wichtige Maßnahme. Vorzugsweise sind wenigstens die Kontaktelemente 3, 4, 18 und Teile des Grundkörpers 2 mit einer Anzahl Schutzfolien 32 überdeckt. Mit der Schutzfolie 32 abgedeckt werden, sofern vorhanden, auch die auf elektrischen Isolierelementen 23 angebrachten, vorzugsweise an dem Grundkörper 2 rückseitig verlaufenden Kontaktelemente 3, 4, 18 bzw. Anschlußleitungen 26. Vorzugsweise wird das gesamte Heizelement 1 mit all seinen Komponenten mit der Schutzfolie 32 abgedeckt. Wie nachfolgend noch genauer erläutert, ist jedoch auch eine Teilüberdeckung möglich.

Als Schutzfolie 32 wird vorzugsweise eine hochelastische Schmelzfolie (Schmelzklebefolie) verwendet. Die Folie 32 weist dabei eine sehr hohe Elastizität auf, die es ihr erlaubt, die Kontaktlemente 3, 4, 18 auch dann noch sicher mechanisch an dem 5 Grundkörper 2 zu fixieren, wenn das Heizelement 1 verformt, beispielsweise gefaltet, geknickt oder gerollt ist. Vorzugsweise zeichnet sich die Schutzfolie 32 durch eine hohe (positive) Dehnung aus, vorzugsweise beträgt die Dehnung mehr als 500%. Vorzugsweise werden thermoplastische Polyurethanfolien 10 verwendet. Als besonders gut geeignet hat sich beispielsweise eine Schutzfolie 32 auf Basis von Polyetherurethanen erwiesen, die weiche Polyethergruppensegmente aufweist und sich durch eine vergleichsweise hohe Permeabilität auszeichnet. Schutzfolien 32 auf anderer Basis (z.B. Copolyamid- oder Copolyester-Basis) sind 15 ebenfalls möglich.

Das Aufbringen der Schutzfolie 32 erfolgt bei Verwendung einer Schmelzklebefolie unter Wärmezufuhr, beispielsweise indem die Folie einen definierten Erwärmungsbereich zum Schmelzen des 20 Schmelzklebers durchläuft, und Druck, beispielsweise unter Verwendung einer Walze oder dergleichen. Hierfür können beispielsweise Warmluft, Thermostrahler oder beheizte Walzen verwendet werden.

25 Wichtig ist, daß die Schutzfolie 32 eine hohe Erweichungstemperatur aufweist, damit sie im normalen Heizbetrieb nicht schmilzt. Als besonders geeignet haben sich dabei Folien 32 mit einer Erweichungstemperatur von 140 bis 160 °C erwiesen.

30 Die Schutzfolie 32 bedeckt dabei vorzugsweise beidseitig vollflächig den gesamten Grundkörper 2 (Abdichtung des gesamten Grundkörpers), siehe Fig. 2, 4, 9, 10, 11 und 12. Dies führt zu

einer besonders hohen mechanischen Stabilität des Heizelements

1. Das Heizelement 1 ist in diesem Fall besonders gut gegen mechanische Beanspruchung geschützt. Außerdem ist das

Heizelement 1 in diesem Fall gegen einen unerwünschten Eintritt

5 bzw. Austritt von Materialien bzw. einer Unterwanderung mit Flüssigkeiten geschützt. Insbesondere werden durch diese Art

Verkapselung Veränderungen an den elektrischen

Kontaktierungsflächen zwischen Kontaktelementen 3, 4, 18 und Grundkörper 2 verhindert. Das gesamte Heizelement 1 ist dann

10 vorzugsweise flüssigkeitsdicht verpackt.

In einer alternativen Ausführungsform bedeckt die Schutzfolie 32

im wesentlichen nur den Bereich der Kontaktelemente 3, 4, 18 und die unmittelbar angrenzenden Bereiche des Grundkörpers 2, siehe

15 Fig. 1 und 3. Dadurch werden die Kontaktelemente 3, 4, 18

abgedichtet und mechanisch in ihrer elektrischen Kontaktposition auf dem Grundkörper 2 fixiert. In diesem Fall bleibt der größte Teil der Oberfläche 6 des Grundkörpers 2, insbesondere der Großteil der eigentlichen Heizfläche 13, schutzfolienfrei.

20

Die Dicke der Folie 32 beträgt vorzugsweise 50 bis 200 µm, wobei ein geringe Foliendicke (z.B. 50 µm) vorteilhafterweise dann verwendet wird, wenn die Schutzfolie 32 diffusionsfähig

ausgeführt sein soll, beispielsweise um im Zusammenspiel mit

25 einem diffusionsoffenen Grundkörper 2 Feuchtigkeit den

Durchtritt zu gestatten. Besonders dicke Folien 32 eignen sich hingegen aufgrund ihrer mechanischen Stabilität besonders für Anwendungen, bei denen das Heizelement 1 vor mechanischen Belastungen, wie beispielsweise einer Hochdruckreinigung,

30 geschützt werden muß. Bei besonders starker mechanischer

Beanspruchung des Heizelements 1 kann dann die Schichtdicke der Schutzfolie 32 bis 1000 µm betragen, ohne daß die gewünschte Flexibilität des Heizelements 1, wie sie beispielsweise für ein

Aufrollen erforderlich ist, wesentlich beeinträchtigt ist. Die Schutzfolie 32 ist vorzugsweise derart ausgeführt, daß sie den Grundkörper 2 nicht nur gegen mechanische Belastung schützt, sondern auch unempfindlich gegenüber Chemikalien, insbesondere 5 Reinigungsmitteln, ist.

Für diffusionsoffene Varianten, bei denen z.B. Wasserdampf durch das Heizelement 1 hindurch diffundieren soll, beispielsweise bei der gezielten Austrocknung von Bauteil-Oberflächen, die mittels 10 einer elektrischen Flächenheizung 10 unter Verwendung der beschriebenen Heizelemente 1 temperiert werden, kommt vorzugsweise eine dünne Schutzfolie 32 z.B. mit einer Dicke von 50 µm zum Einsatz, die als eine Art Membran auf den Grundkörper 2 auflaminiert wird oder aber große Flächen des Heizelements 1 15 werden zur Gewährleistung einer besonders hohen Diffusionsleistung überhaupt nicht mit einer Schutzfolie 32 versehen. Jedoch werden auch in diesem Fall, ebenso wie bei einer vollflächigen Abdeckung mit Schutzfolie 32, die Kontaktelemente 3, 4, 18 mit Schutzfolie 32 abgedeckt, zusammen mit einem 20 beidseitigen Sicherheitsrand 33, der typischerweise jeweils ca. 15 mm breit ist. In beiden Fällen dient also die Schutzfolie 32 zur Fixierung der mechanischen Verbindung und damit auch zur Fixierung der elektrischen Verbindung der Kontaktelemente 3, 4, 18 mit dem Grundkörper 2, typischerweise zusätzlich zu einer 25 elektrisch leitenden Klebeverbindung.

Die zum Zweck der verbesserten Kontaktierung des Grundkörpers 2 ausgeführte Oberflächenstrukturierung der Kontaktelemente 3, 4, 18 ist vorzugsweise derart ausgeführt, daß auch die dem 30 Grundkörper 2 gegenüberliegende Seite 34 des Kontaktelements 3, 4, 18 eine Struktur aufweist, die Erhöhungen und/oder Vertiefungen 28, 29 umfaßt. Diese Erhöhungen und/oder Vertiefungen 28, 29 dienen einer verbesserten mechanischen

Verbindung der Schutzfolie 32 mit der Oberfläche des Kontaktelements 3, 4, 18.

Bei der Schutzfolie 32 muß es sich nicht zwingend um eine Folie im eigentlichen Sinn handeln. Als Schutzfolie 32 im Sinne der Erfindung kann jedes andere elastische Schutzelement dienen, das die Haupteigenschaften der Schutzfolie 32, das Abdichten des Kontaktbereiches, insbesondere der Kontaktfläche 5, und die mechanische Sicherung der elektrischen Kontaktierung, erfüllt.

10

Da vorzugsweise alle beteiligten Komponenten des Flächenheizelements 1 als Schichten bildende Elemente ausgeführt sind, ist es vorzugsweise vorgesehen, daß der Grundkörper 2, die Kontakttelemente 3, 4, 18 sowie ggf. die Schutzfolien 32 und die Isolierelemente 23 als (voll- oder teil-)flächig miteinander verklebte Schichten ein Laminat bilden. Wie bereits beschrieben, sind die einzelnen Komponenten vorzugsweise derart ausgebildet, daß das sich ergebende Laminat faltbar und/oder knickbar (z.B. zum Verlegen in der Fensterlaibung) und/oder rollbar (z.B. für Lagerung und/oder Transport) ist. Je nach Anwendung wird dann von dem fertigen, beispielsweise als Rollenware vorliegenden Heizelement 1 ein Stück der gewünschten Länge abgeschnitten und als Teil einer Heizung 10 verbaut.

25

Es zeichnet das Heizelement 1 aus, daß es eine besonders große Formflexibilität aufweist, also vor allem besonders biegbar ist, insbesondere auch an unregelmäßig geformte, zu beheizende Bauteile angepaßt werden kann. Dies gilt sowohl für die einzelnen Komponenten des Heizelements 1, insbesondere den Grundkörper 2, die Kontakttelemente 3, 4, 18 und die Schutzfolien 32 sowie ggf. die Isolierelemente 23, als auch für das gesamte Heizelement 1, insbesondere dann, wenn es mit Hilfe der Schutzfolie 32 teilweise oder vollständig zu einem Paket verkapselt ist.

Vorzugsweise wird das Heizelement 1 derart hergestellt, daß ein als Heizwiderstand dienender Grundkörper 2 in Form eines elektrisch leitfähigen, flexiblen Flächengebildes, welches

5 Kohlenstofffasern beinhaltet, mit wenigstens zwei elektrischen Kontakt elementen 3, 4, 18 voneinander beabstandet mit dem Grundkörper 2 flächig verbunden wird, wobei die Kontakt elemente 3, 4, 18 auf dem Grundkörper 2 angebracht und anschließend die Kontaktflächen 5 der Kontakt elemente 3, 4, 18 derart verändert  
10 werden, insbesondere in ihrer Form verändert, also verformt werden, daß sie in den Grundkörper 2 eindringen, genauer gesagt, daß Teile 28, 29, 30 der Kontaktfläche 5 an einer Vielzahl von Stellen in den Grundkörper 2 eindringen.

15 Der Vorgang des Strukturierens der Kontaktfläche 5 findet dabei vorzugsweise zeitgleich mit dem Vorgang der Herstellung der endgültigen mechanischen und elektrischen Verbindung des Kontakt elements 3, 4, 18 mit dem Grundkörper 2 statt bzw. ist mit diesem Vorgang identisch.

20

Beispielsweise wird zunächst ein selbstklebendes Kupferband 3, 4, 18 auf einem elektrisch leitfähigen Faservlies 2 vorfixiert und mit einer geeigneten Andruckrolle oder dergleichen an das Faservlies 2 angepreßt. Anschließend werden auf dem Kupferband 3 mit einer Nadelrolle oder einem anderen geeigneten Werkzeug Mikroporen 28 erzeugt, welche die Übertrittsfläche zwischen dem Kupferband 3 und dem Faservlies 2 für den geplanten Stromdurchtritt vergrößern, wodurch der Wirkungsgrad der Heizung optimiert wird. Die mikroporösen Flächenleitungen (hier in Form des genadelten Kupferbandes 3) werden anschließend mit einer hochelastischen Schmelzfolie 32 abgedichtet und dabei mechanisch gesichert. Diese mechanische Sicherung der elektrischen Kontaktierung dient insbesondere dazu, sicherzustellen, daß auch

bei einer Längenänderung des Kupferbandes 3 dieses nicht von dem Faservlies 2 abhebt. Im übrigen sichert die Schmelzfolie 32 die Kontaktierung insbesondere auch in solchen Fällen, in denen das Heizelement 1 als Rollenware gewickelt werden soll oder für die 5 Applikation gefaltet und/oder geknickt wird.

Von Vorteil bei der beschriebenen Art der Herstellung ist, daß das Verformen des Kontaktelements 3, 4, 18 zur Vergrößerung der Kontaktfläche 5, beispielsweise das Einbringen von Mikroporen 10 28, und das eigentliche Kontaktieren des Grundkörpers 2 durch das Anpressen des Kontaktelements 3, 4, 18 durch einen einzigen gemeinsamen Verfahrensschritt verwirklicht werde. Dadurch wird das Herstellungsverfahren von Flächenheizelementen 1 optimiert.

15 Mit der Erfindung wird eine elektrische Flächenheizung 10 bereitgestellt, die sich durch die Verwendung wenigstens eines der beschriebenen Flächenheizelemente 1 auszeichnet. Die Flächenheizung 10 umfaßt darüber hinaus eine an die Kontaktamente 3, 4, 18 des Heizelements 1 anschließbaren 20 Stromquelle 35 (Wechselstrom), siehe Fig. 15. Vorzugsweise wird als Stromquelle 35 ein Niedervoltsystem (Trafo) verwendet. Eine Steuereinheit 36 kann zur Steuerung der Flächenheizung 10 vorgesehen sein. Dabei handelt es sich im einfachsten Fall um eine EIN/AUS-Steuerung, die über einen Temperaturwächter 37 (Sensor) 25 erfolgt, der bspw. als Teil des Transformators 35, an der Oberfläche des Heizelements 1 oder in dem Raum vorgesehen sein kann, in dem sich die Flächenheizung 10 befindet. Anstelle eines Temperatursensors oder in Kombination damit kann zur Schaltung der Heizung 10 auch ein Feuchtigkeits- und/oder Luftdrucksensor 30 verwendet werden. Das Ein- bzw. Ausschalten der Heizung 10 kann aber auch einfach manuell erfolgen, zu welchem Zweck ein Schalter vorgesehen sein kann.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Heizung 10 mehrere Flächenheizelemente 1 aufweist, die hintereinander bzw. übereinander, d.h. aufeinander gestapelt, angeordnet sind, so daß sich die Strahlungswärmen addieren. Zur Erwärmung großer 5 Flächen können mehrere Heizelemente 1 nebeneinander angeordnet sein. Vorteilhafterweise sind dann nebeneinanderliegende Heizelemente 1 auch elektrisch miteinander verbunden, so daß nicht für jedes einzelne Heizelement 1 eine eigene Stromquelle, Steuerung usw. notwendig ist. Die Heizung 10 kann aber auch aus 10 mehreren Heizmodulen bestehen, wobei jedes Heizmodul ein oder mehrere Flächenheizelemente 1 umfaßt. Die Ansteuerung der Heizung 10 kann dann vorzugsweise modulweise erfolgen, wobei jedem Heizmodul ein eigener Temperatur-, Feuchtigkeits- oder Luftdrucksensor zugeordnet sein kann.

15

Mit der Erfindung werden Heizelemente 1 mit Kohlenstofffasern bereitgestellt, bei denen eine sichere elektrische Kontaktierung des Kohlenstofffasermaterials im Dauerbetrieb auch bei hohen Stromstärken gewährleistet ist. Dabei können diese Heizelemente 20 1 mit einem Niedervoltsystem betrieben werden.

Die Erfindung eignet sich besonders für Heizungen 10, bei denen die Heizelemente 1 an Baukörpern von Gebäuden, wie z.B. an Wänden, angebracht sind und zur Erwärmung des Baukörpers (auch als 25 Heizung), zum Trocknen des Baukörpers, zum Verhindern eines Befalls des Baukörpers mit Schimmel oder dergleichen dienen. Zahlreiche weitere Anwendungen sind möglich. Fig. 16 zeigt beispielhaft die innenseitige Anbringung der erfindungsgemäßen Flächenheizung 10 in der Mauerlaibung 38. Die Heizung 10 kann dort 30 einfach verputzt werden. Ebenfalls in Fig. 16 abgebildet ist die Anbringung der Flächenheizung 10 auf der Mauerbrüstung 40 unterhalb eines Fensterbretts 39. Das Heizelement 1 liegt dabei im Montageendzustand mit seiner Heizfläche 13 an einer Fläche

eines zu temperierenden Bauteils vollflächig an, hier an der Unterseite des Fensterbretts 39.

Fig. 17 illustriert ebenfalls eine Anordnung der Heizung 10 im Fensterbereich (innen). Unterhalb der später zu montierenden Fensterbank 39 (hier nicht abgebildet) wird im Bereich der Fensterlaibung 40 auf ein Dämmelement 41 (z.B. aus PET oder einem anderen Dämmmaterial) ein luftdichter und dampfdiffusionsoffener Anschluß in Form eines Dichtbandes bzw. einer Dichtfolie 42 verlegt. Auf diese Dichtfolie 42 wird ein Flächenheizelement 1 gelegt und angeschlossen. Bei der Dichtfolie 42 handelt es sich beispielsweise um eine aluminiumbeschichtete Folie, die hier vorteilhafterweise als thermischer Reflektor zur zielgerichteten Ausbreitung der Wärme nach oben in das Fensterbrett 39 hinein dient. Dadurch wird das Fensterbrett 39 geeignet temperiert, der Bereich oberhalb des Fensterbretts 39 erwärmt und eine Kondensatbildung auf der Glasoberfläche 43 des Fensters 44 verhindert. Handelt es sich um eine Fensterbank 39 aus Stein oder dergleichen, wird durch deren Temperierung zugleich eine oftmals als unangenehm empfundene Oberflächenkälte und die damit verbundene „Kältestrahlung“ verhindert.

Durch die Verwendung einfacher, Wärmestrahlung reflektierender Folien auf einer Seite des Heizelements 1 kann somit eine gerichtete Erwärmung erreicht werden. Im Bereich der Mauerlaibung 38 (seitlich und oben) erfolgt vorzugsweise eine Montage der Heizung 10 ohne Reflexionselement, damit die Heizwirkung nach beiden Seiten, also auch in das Mauerwerk 45 hinein, erfolgt. Dies hat den Vorteil, daß durch eine geeignete Temperierung zugleich Feuchtigkeit aus dem Putz bzw. dem Mauerwerk 45 herausgeholt werden kann.

Als besonders vorteilhaft hat sich eine Heizung 10 erwiesen, bei der thermische Isolierelemente an dem Heizelement 1 angeordnet sind, zum Zweck der thermischen Isolierung einer der beiden Heizflächen 13 des Grundkörpers 2, z.B. zur Isolierung der 5 Rückseite 12 des Heizelements 1. Dies ermöglicht eine besonders effiziente Nutzung der Strahlungswärme in einer definierten Richtung. Als besonders geeignet hat sich dabei die kombinierte Verwendung einer Luftpolsterfolie und einer Reflexionsschicht zur Richtungsleitung der Strahlungswärme erwiesen, wobei diese 10 Kombination an der Rückseite 12 des Heizelements 1 angeordnet ist. In Fig. 18 ist ein Beispiel einer solchen Anordnung mit Isoliermitteln dargestellt. Die Innenfensterbank 39 ist, versehen mit einer luftdichten Folie 46 auf einer Dämmschicht 41 (aus PET oder einem ähnlichen Dämmaterial) in der Fensterlaibung 15 40 angebracht und liegt auf dieser Dämmschicht 41 auf. In der Dämmschicht 41 befindet sich eine nach oben, also in Richtung der Fensterbank 39 offene, quaderförmige Ausnehmung 47. In dieser befindet sich ein Flächenheizelement 1 der Heizung 10. Das Heizelement 1 liegt dabei auf einer thermisch isolierenden 20 Aluminiumfolie 48, die als Isolierelement dient und von einer Anzahl gasgefüllter Kammern 49 getragen wird. Die Oberseite des Heizelements 1 schließt dabei bündig mit der Oberseite der Dämmschicht 41 ab, liegt also an der Unterseite der Folie 46 an.

25 Um feuchtigkeitsbedingte Schädigungen des Baukörpers zu verhindern, wird die Verwendung einer elektrischen Flächenheizung 10 mit wenigstens einem flexiblen Flächenheizelement 1 zur Anordnung an einer Fläche des Baukörpers oder Baukörperteils 38, 39, 40 vorgeschlagen.

30 Die oben beschriebenen Ausführungsformen und Varianten der Erfindung beziehen sich in erster Linie, jedoch nicht

ausschließlich, auf die Verwendung von Niederspannung zum Betrieb des Flächenheizelements 1.

Vorteilhafterweise kann die Heizung 10 mit allgemein üblichen 5 Transformatoren betrieben werden, typischerweise mit Leistungsaufnahmen zwischen 50 und 300 Watt. Ausgelegt als Niedervoltsystem und bei Leistungsaufnahmen von über 300 Watt benötigen die Heizelemente 1, z.B. bei einer Spannung von 12 Volt, Stromstärken über 25 Ampere und selbst bei Leistungsaufnahmen von 10 über 500 Watt bei 24 Volt Spannung sind Stromstärken über 20 Ampere für den dauerhaften Betrieb notwendig.

Es sei daher an dieser Stelle noch einmal darauf hingewiesen, daß anstelle einer Niedervolt-Stromquelle 15 (Kleinspannungs-Stromquelle) auch eine von einer Netzspannung gespeiste Stromquelle 35 verwendet werden kann. Insbesondere kann eine Netzwechselspannung von 230V bei einer Netzfrequenz von 50 Hz zum Einsatz kommen, wie sie in europäischen Stromnetzen verwendet wird. Ein Trafo, wie in Fig. 15 dargestellt, wird dann 20 nicht benötigt. Statt dessen können die Heizung 10 unmittelbar an das Stromnetz angeschlossen werden, wobei nach wie vor eine Steuereinheit 36 die Steuerung der Flächenheizung 10 übernehmen kann.

25 Der Einsatz von Netzwechselspannung bringt gegenüber der Verwendung von Niederspannung Vorteile mit sich. So läßt sich bei einem Betrieb der Heizung 10 an einem 230Volt/50Hz-Netzspannungssystem das bei wachsenden Stromstärken steigende Brandrisiko minimieren. Eine 30 unerwünschte Wärmebildung in den Bereichen der erfundungsgemäßen Kontaktierung zwischen dem Kupferband und den Kohlenstofffasern wird vermieden, insbesondere dort, wo der Kontaktverbund den eigentlichen Stromdurchtritt gewährleisten soll.

Auch bei Nutzung des 230Volt/50Hz-Netzspannungssystems eignet sich die erfindungsgemäße Kontaktierung der Flächenheizelemente, um unerwünschte Verluste durch den

5 Leitungswiderstand zu vermeiden, die bei Stromstärken über 20 Ampere bei Kontaktierungen von Flächenheizelementen auftreten können, die sich über mehrere Meter erstrecken, beispielsweise bei Heizelementen in Form von Bändern.

10 Als besonders vorteilhaft bei der Speisung durch Netzwechselspannung hat es sich erwiesen, daß sich mit Spannungen von 230Volt höhere Flächenwiderstände zwischen den Kontaktierungen überbrücken lassen. Dies erlaubt eine besonders flexible Gestaltung der geometrischen Form der Heizelemente 1, 15 insbesondere die Verwendung besonders schmaler Flächenheizelemente als „Heizflächenbänder“.

Mit Hilfe einer geeigneten Dimensionierung der Elektroden (Länge und Abstand der Elektroden) lassen sich solche Heizbänder mit 20 Stromstärken zwischen 0,5 und 2,5 Ampere und Heizleistungen von 100 bis 500 Watt und mehr verwirklichen. Dabei sinken die Stromstärken auf ca. ein Zehntel gegenüber einem 24 Volt-Niedervoltsystem, was besonders bei Leistungsaufnahmen von über 200 bis 500 Watt und mehr vom Vorteil ist, weil es auch den 25 erfindungsgemäßen Kupferband/Kohlenstofffaser-Verbund vor Überhitzung schont und die Lebensdauer der Heizelemente 1 verlängert, indem die Bildung von „Hotspots“ noch stärker vermieden werden.

30 Das in Fig. 19 dargestellte Flächenheizelement 1 ist beispielsweise 300 cm lang (Länge L) und 10 cm breit (Breite B), so daß sich ein Seitenverhältnis der zu beheizenden Fläche von 30:1 ergibt. Der Widerstand beträgt 99,3 Ohm. Bei einem Betrieb

an einem 24 Volt-Niederspannungssystem beträgt die Leistung 5,8 Watt bei einer Temperaturerhöhung von 1,1 °C. Bei einem Betrieb an einem 230V/50Hz-Netzspannungssystem beträgt die Leistung hingegen 532,7 Watt bei einer Temperaturerhöhung von 104,5 °C.

5

Der Vergleich zeigt, daß sich schmale, mit Blick auf die verwendeten Materialien nahezu nichtmetallische Heizflächenbänder mit hohen Wärmestromdichte verwirklichen lassen, die besonders für Anwendungen mit möglichen

10 Wasserkontakt interessant sind. Der metallische Kupferanteil ist aufgrund der geringeren Stromstärken zur Gesamtmaterialfläche sehr niedrig, besonders im Vergleich zu „metallischen“ Heizsystemen, die ähnliche Wärmestromleistungen erzeugen.

15 Besonders interessant für eine universelle Anwendbarkeit der Flächenheizelemente 1 ist es, daß sich das erfindungsgemäße Heizflächenband in der für die gewünschte Heizleistung benötigten Länge dimensionieren läßt. Außerdem ist es möglich, mehrere Heizbänder zu einem Heizelementeverbund  
20 zusammenzuschließen. Durch eine geeignete Berechnung der Abmessungen der einzelnen Heizelemente und eine geeignete Anordnung der Heizelemente bzw. eines hieraus gebildeten Heizelementeverbundes, insbesondere ausgeführt als Reihenschaltung von Heizsegmenten, entsprechend der gewünschten  
25 beheizbaren Nutzungsfläche, kann die gesamte Anwendungsfläche mit (miteinander verbundenen) Heizelementen belegt werden. Dabei können, wie in Fig. 17 dargestellt, nicht nur Seitenverhältnisse der zu beheizenden Fläche von 1:5, sondern durch entsprechende Fortführung der Reihenschaltung auch Seitenverhältnisse von  
30 beispielsweise 1:1 erreicht werden. Die Gesamtheizleistung ist dabei u.a. von der Länge, Breite und Dichte der Heizelemente des Verbundes abhängig.

Fig. 20 zeigt einen einfachen Heizelementeverbund 380 mit zwei Heizelementen 390, 400 die über eine Leitungsbrücke 410 in einer Reihenschaltung miteinander verbunden sind. Vorteilhafterweise sind beide Anschlüsse 24, 25 an derselben Seite des Verbundes 380 vorgesehen, so daß Leitungsverluste durch lange Anschlußkabel zu vermieden werden. Im illustrierten Beispiel sind zwei parallel 5 in einem Abstand A von 10 cm zueinander angeordnete Segmente 390, 400 mit einer Breite B von je 10 cm und einer Länge L von je 150 cm miteinander verbunden. Mit Hilfe eines derartigen, aus 10 schmalen, miteinander elektrisch verbundenen Bändern bestehenden Heizelementeverbundes können auch solche Anwendungsflächen beheizt werden, bei denen aufgrund ihrer Größe und/oder Form die Verwendung eines einzelnen Heizelements aus 15 technischen Gründen, insbesondere wegen hoher elektrischer Verluste und starker „Hotspot“-Bildung, nicht möglich ist.

Eine Anordnung mehrerer, elektrisch miteinander verbundener, vorteilhaft geformter und dimensionierter Heizelemente in einem Verbund ermöglicht es, eine bestimmte Anwendungsfläche F, in Fig. 20 mit strichpunktierter Linie angedeutet, entsprechend der gewünschten Gesamtheizleistung möglichst dicht und/oder möglichst regelmäßig zu belegen.

Alle in der Beschreibung, den nachfolgenden Ansprüchen und der 25 Zeichnung dargestellten Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination miteinander erfindungswesentlich sein.

#### Bezugszeichenliste

- 30
- 1 Flächenheizelement
  - 2 Grundkörper
  - 3 erstes Kontaktlement

- 4 zweites Kontaktelement
- 5 Kontaktfläche
- 6 Oberfläche
- 7 Vorzugsrichtung
- 5 8 Stromflußrichtung
- 9 (frei)
- 10 Flächenheizung
- 11 Vorderseite
- 12 Rückseite
- 10 13 Heizfläche
- 14 Länge
- 15 Abstand
- 16 Längsseite
- 17 Schmalseite
- 15 18 drittes Kontaktelement
- 19 Längsrichtung
- 20 (frei)
- 21 erstes Heizsegment
- 22 zweites Heizsegment
- 20 23 Isolierelement
- 24 erster Stromanschluß
- 25 zweiter Stromanschluß
- 26 Anschlußleitung
- 27 Freiende
- 25 28 Öffnung
- 29 Vertiefung
- 30 Schneidkante
- 31 (frei)
- 32 Schutzfolie
- 30 33 Sicherheitsrand
- 34 Oberseite
- 35 Transformatorm
- 36 Steuereinheit

- 37 Sensor
- 38 Mauerlaibung
- 39 Fensterbrett, Fensterbank
- 40 Mauerbrüstung, Fensterlaibung
- 5 41 Dämmelement
- 42 Dichtfolie
- 43 Fensterglas
- 44 Fenster
- 45 Mauerwerk
- 10 46 luftdichte Folie
- 47 Ausnehmung
- 48 Aluminiumfolie
- 49 Luftpolsterfolie
- 380 Verbund
- 15 390 Heizelement, Verbundsegment
- 400 Heizelement, Verbundsegment
- 410 Leitungsbrücke

## Ansprüche

1. Elektrische Flächenheizung (10) zur Temperierung von Baukörpern oder Baukörperteilen (38, 39, 40), insbesondere zur Temperierung von Bauteilen im Türen- und Fensterbereich, mit wenigstens einem flexiblen Flächenheizelement (1) zur Anordnung an einer Fläche des Baukörpers oder Baukörperteils (38, 39, 40).  
5
2. Elektrische Flächenheizung (10) nach Anspruch 1, wobei das Flächenheizelement (1) folgendes aufweist:  
10
  - einen als Heizwiderstand dienenden Grundkörper (2) in Form eines elektrisch leitfähigen, flexiblen Flächengebildes, welches Kohlenstofffasern beinhaltet,
  - wenigstens zwei elektrischen Kontakt elemente (3, 4, 18), die voneinander beabstandet mit dem Grundkörper (2) flächig verbunden sind, zum Einspeisen von elektrischem Strom in den Grundkörper (2), wobei die Kontaktflächen (5) der Kontakt elemente (3, 4, 18) derart ausgebildet sind, daß sie in den Grundkörper (2) eindringen.  
15
3. Elektrische Flächenheizung (10) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei dem Flächenheizelement (1) wenigstens die Kontakt elemente (3, 4, 18) und Teile des Grundkörpers (2) mit einer oder mehreren Schutzfolien (32) überdeckt sind.  
25
4. Elektrische Flächenheizung (10) nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei dem Flächenheizelement (1) zumindest der Grundkörper (2) und die Kontakt elemente (3, 4, 18) als flächig miteinander verklebte Schichten ein Laminat bilden.  
30

5. Elektrische Flächenheizung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, mit einer an die Kontaktelemente (3, 4, 18) des Heizelements (1) anschließbaren Stromquelle (35).

5 6. Elektrische Flächenheizung (10) nach Anspruch 5, wobei eine Niedervolt-Stromquelle (35) oder eine von einer Netzspannung gespeiste Stromquelle (35) verwendet wird.

10 7. Elektrische Flächenheizung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei mehrere Flächenheizelemente (1) elektrisch miteinander zu einem Heizelementverbund verbunden sind.

8. Baukörper, mit einer Flächenheizung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 7.

15 9. Baukörper nach Anspruch 8, bei dem das Flächenheizelement (1) der Flächenheizung (10) oder die Flächenheizung (10) als Teil einer Fenster- oder Türlaibung (38, 39, 40) ausgeführt ist.

20 10. Baukörper nach Anspruch 8 oder 9, bei dem das Flächenheizelement (1) der Flächenheizung (10) oder die Flächenheizung (10) in dem Baukörper oder in einem Baukörperteil (38, 39, 40) integriert ist.

25 11. Baukörper nach einem der Ansprüche 8 bis 10, bei dem die Flächenheizung (10) eine luftdruck- und/oder temperatur- und/oder luftfeuchtigkeitsabhängige Steuerung (36) umfaßt.

004077

Fig 1

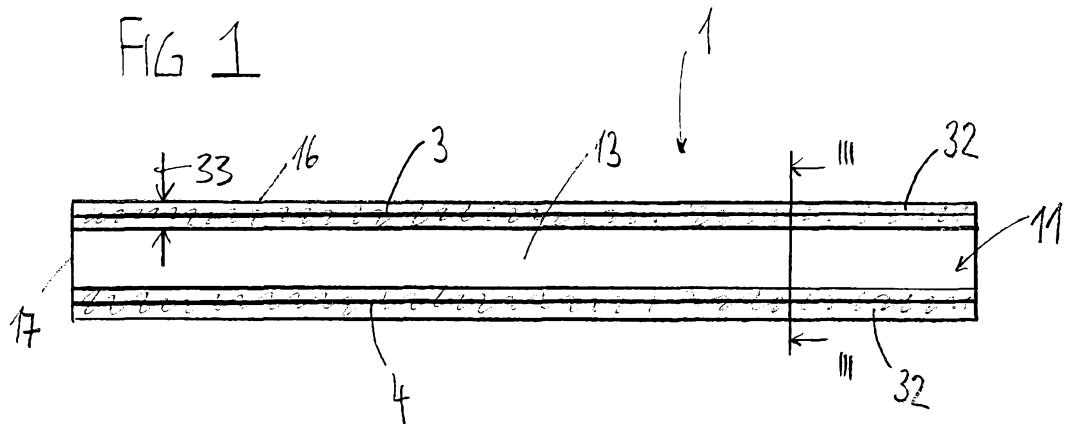


FIG 2.

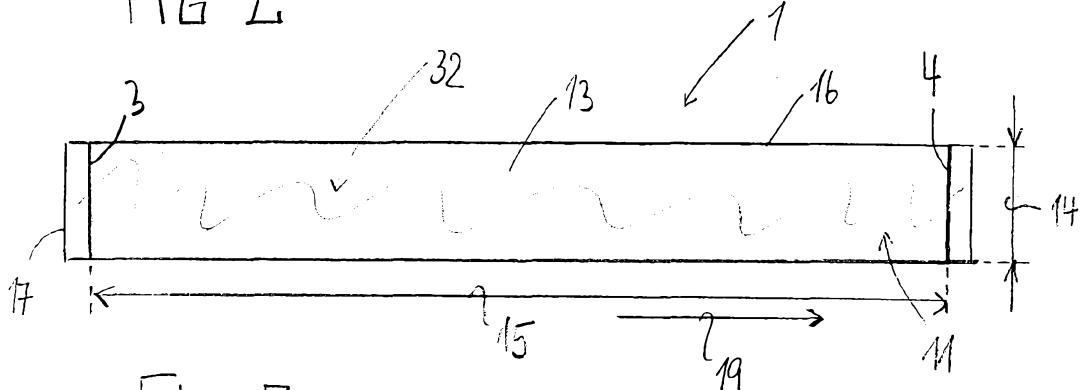


FIG 3

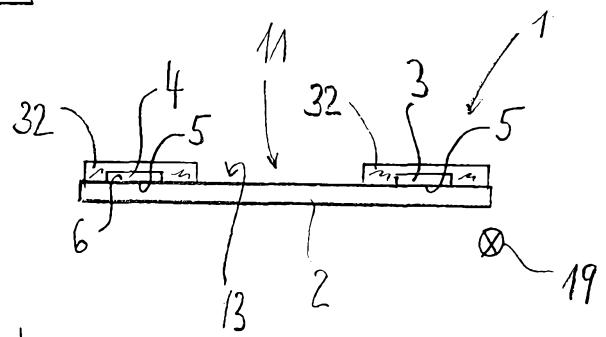
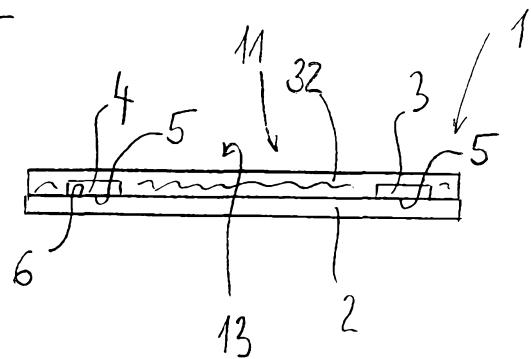


FIG 4



0034077

FIG 5

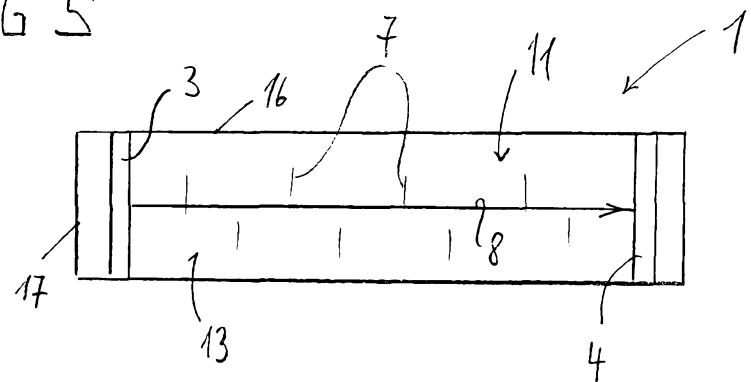


FIG 6

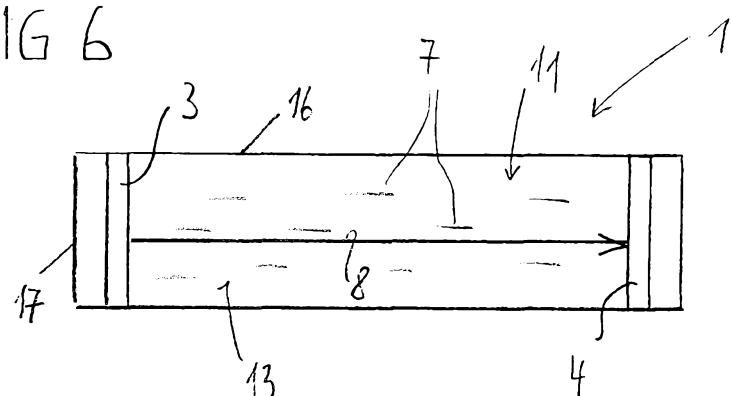


FIG 7

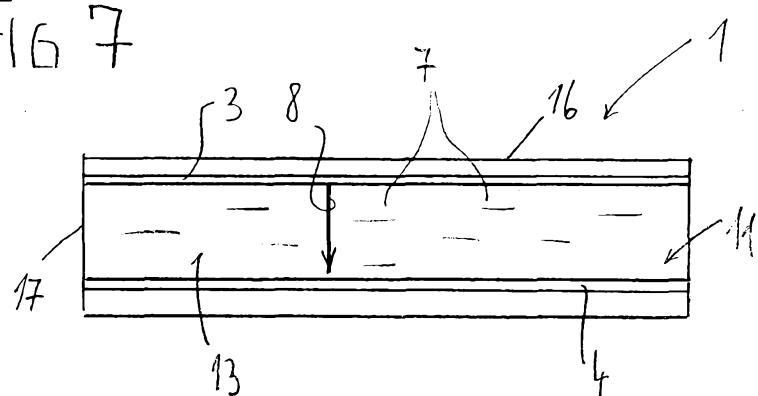
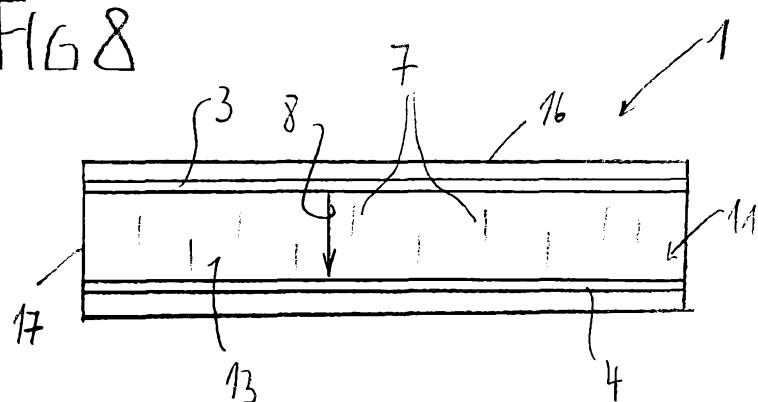


FIG 8



004077

FIG 9

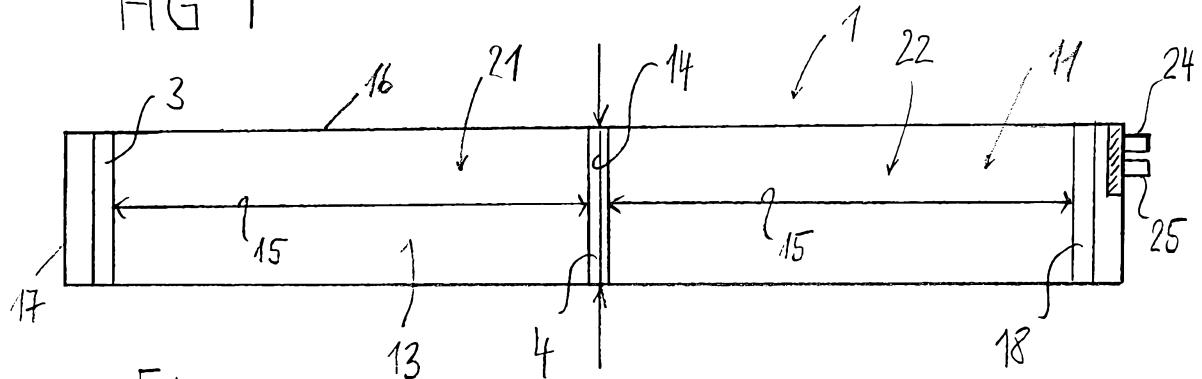


FIG 10

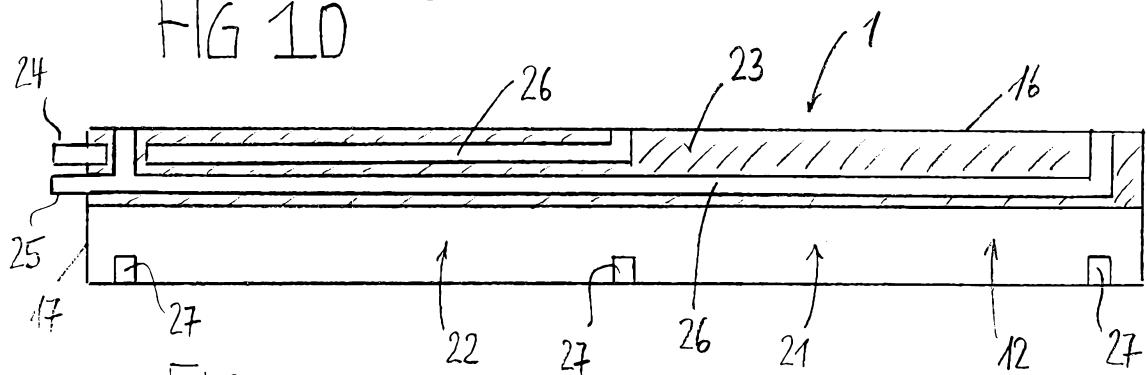


FIG 11

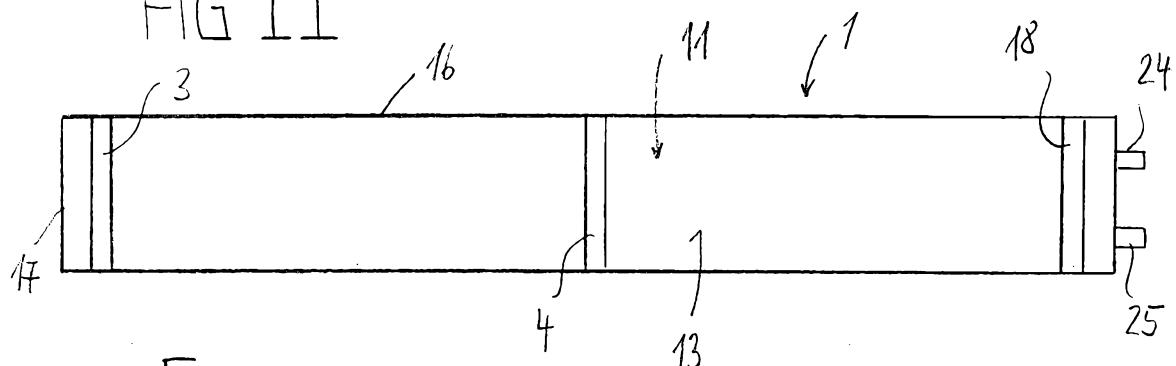
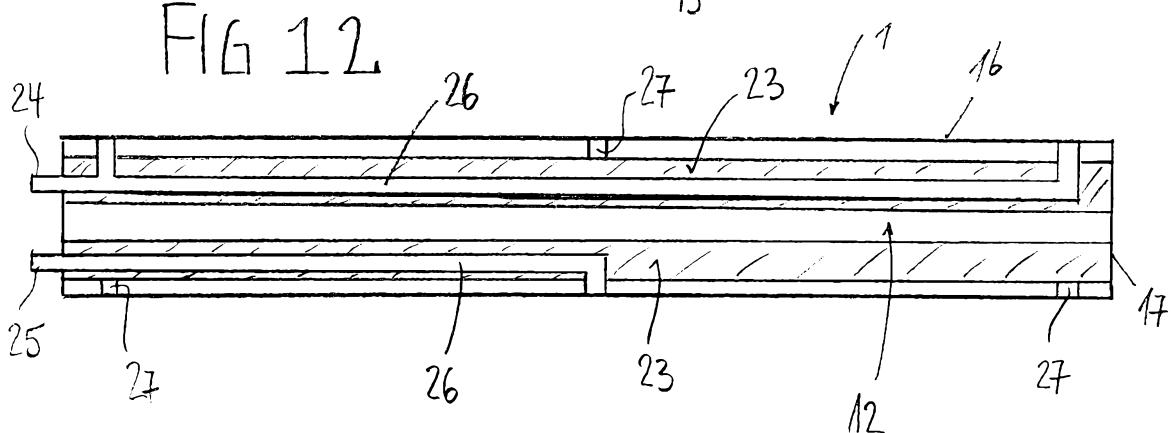


FIG 12



004077

FIG 13

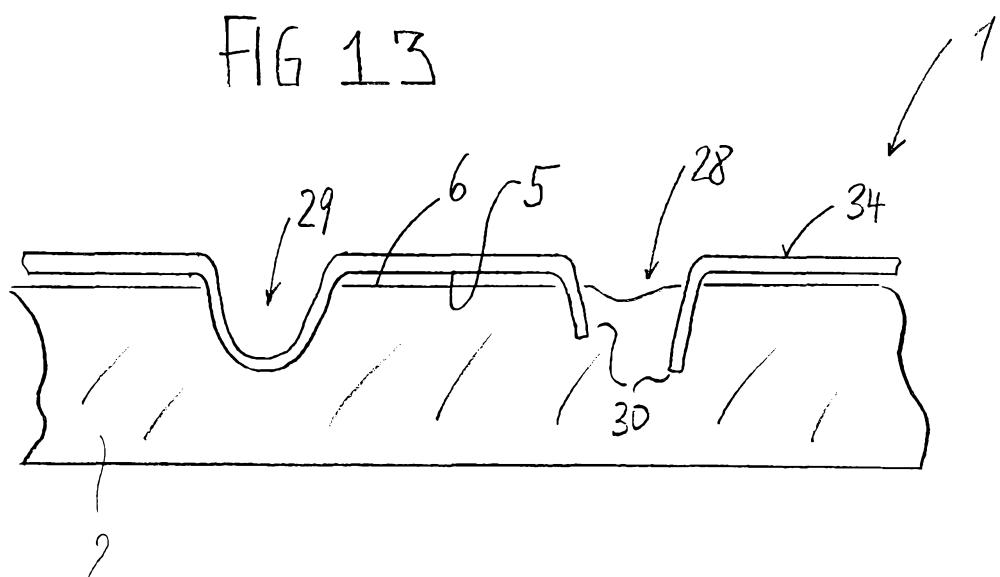
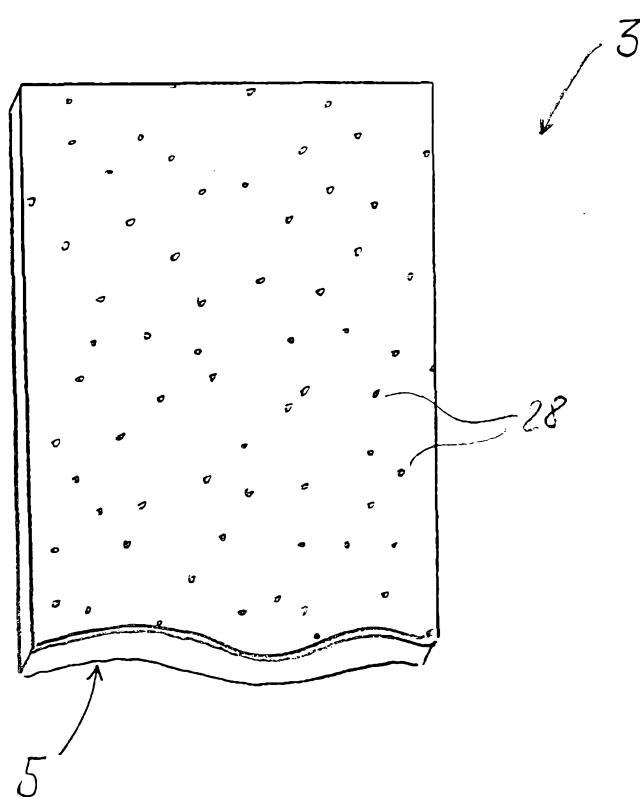
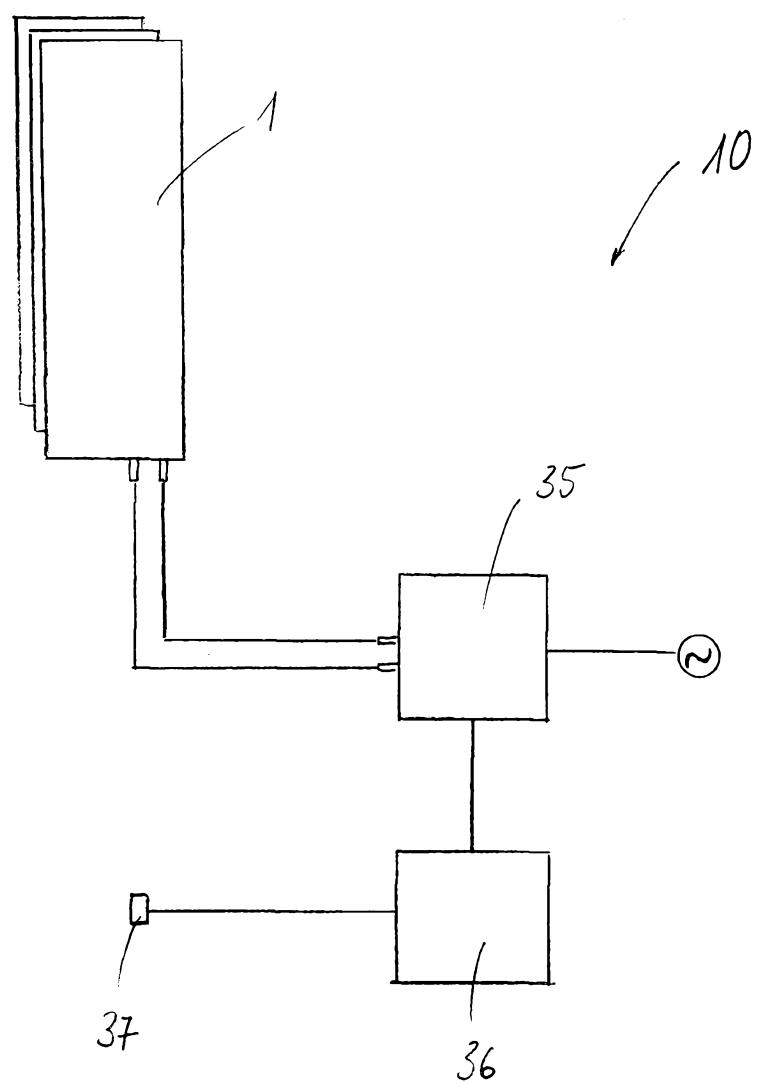


FIG 14



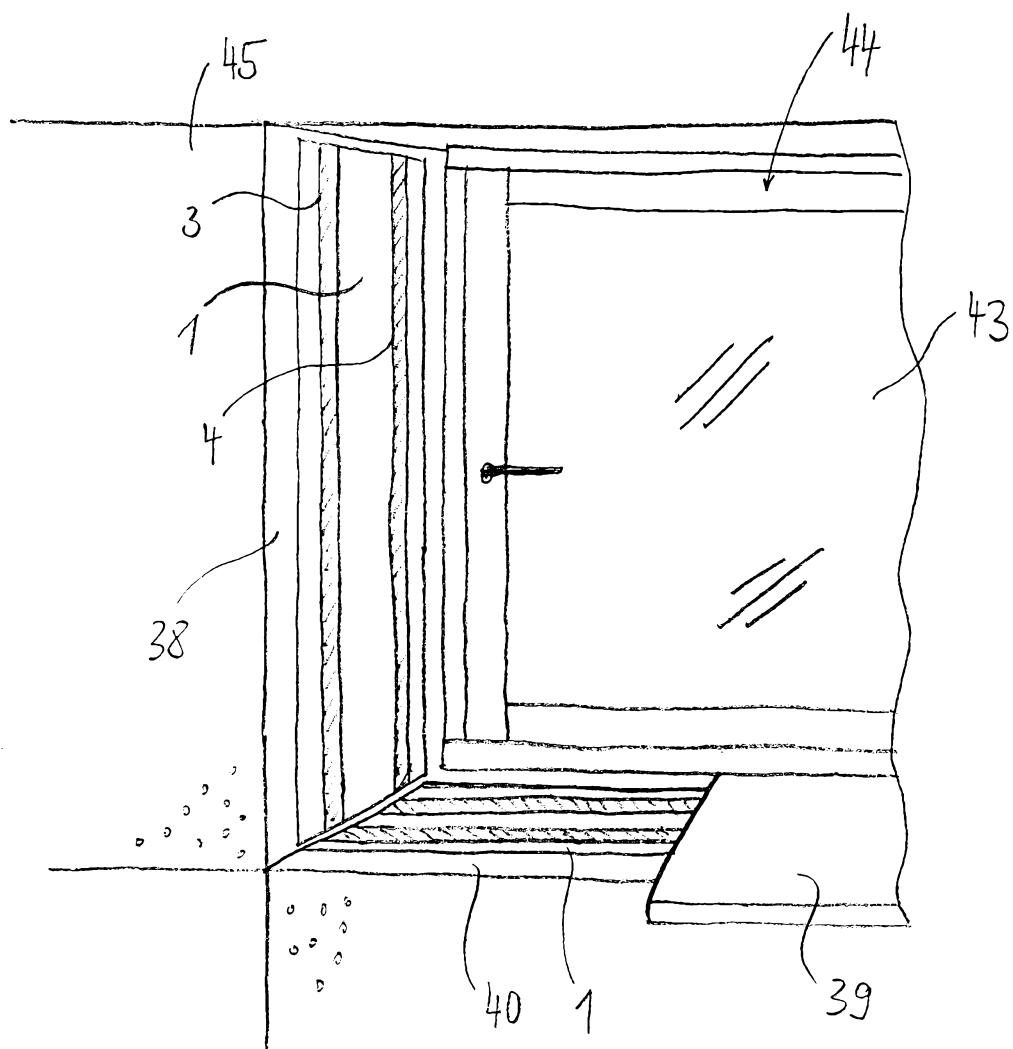
004077

FIG 15



004077

FIG 16



0004077

FIG 17

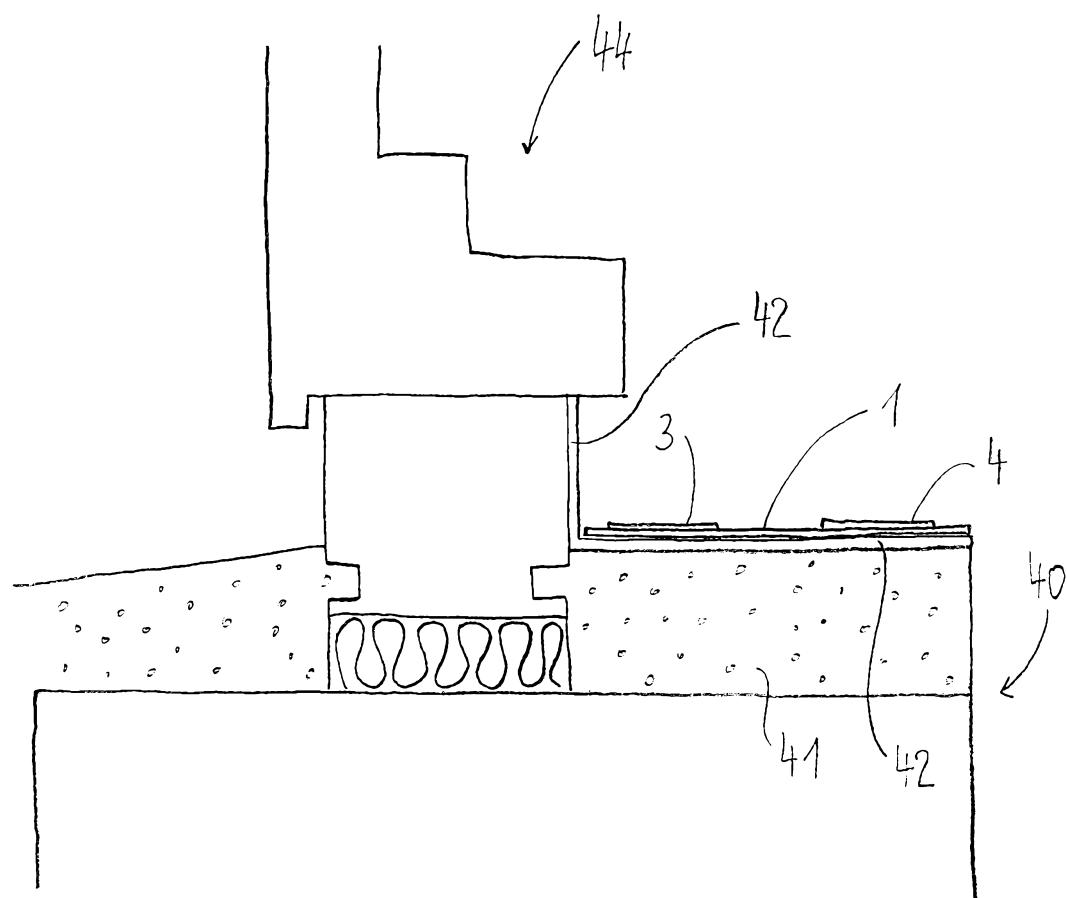
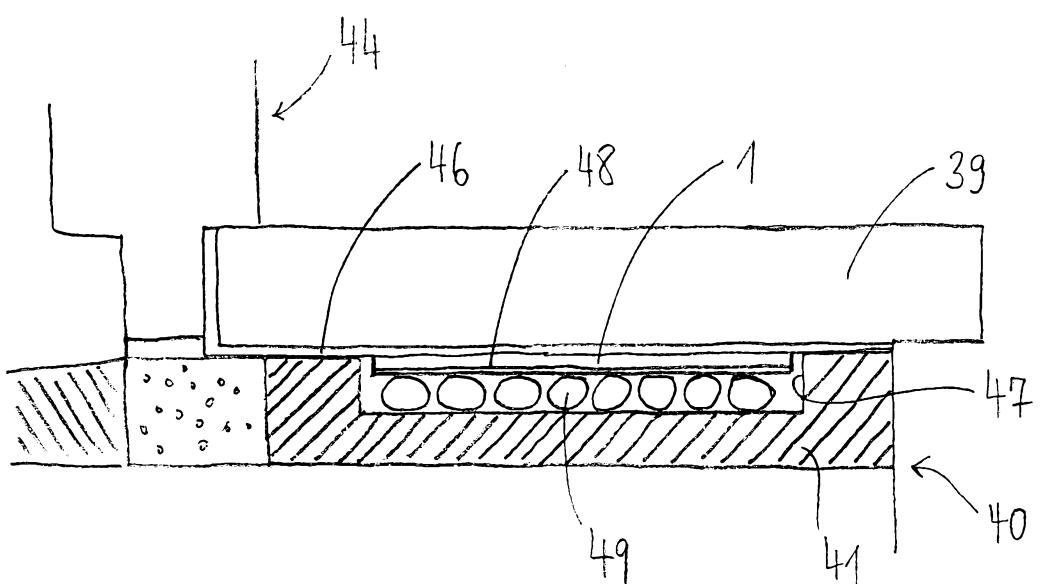


FIG 18



004077

FIG 19

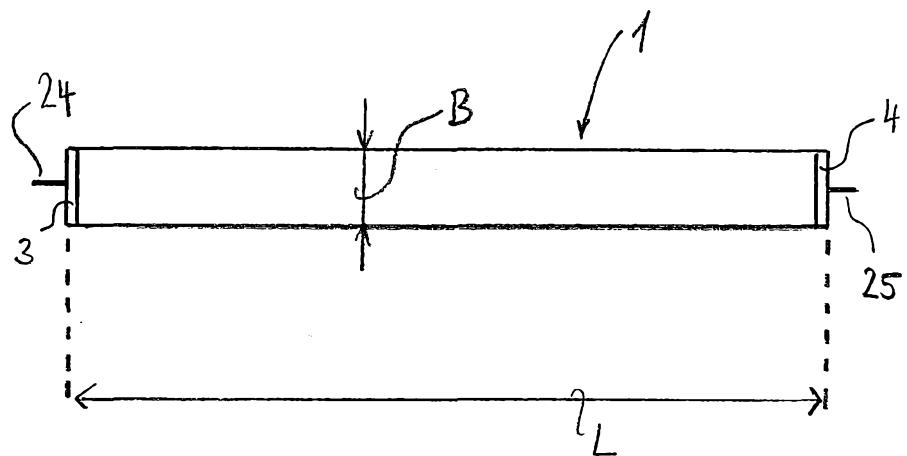


FIG 20

