



(11) **EP 3 016 475 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**04.05.2016 Patentblatt 2016/18**

(51) Int Cl.:  
**H05B 1/02 (2006.01) H05B 3/34 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **15187190.2**

(22) Anmeldetag: **28.09.2015**

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

(72) Erfinder:  
• **MAXI, Ute**  
**63834 Sulzbach (DE)**  
• **MAXI, Rafik**  
**63834 Sulzbach (DE)**

(74) Vertreter: **Pöhner, Wilfried Anton**  
**Patentanwalt Dr. W. Pöhner**  
**Kaiserstrasse 33**  
**97070 Würzburg (DE)**

(30) Priorität: **30.10.2014 DE 102014115846**

(71) Anmelder: **MaxiTex GmbH**  
**63834 Sulzbach/Main (DE)**

(54) **VORRICHTUNG MIT HEIZBARER FLÄCHEN VON HOMOGENER WÄRMEVERTEILUNG**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung mit heizbarer Fläche von homogener Wärmeverteilung umfassend ein elektrisch hochleitfähiges Vlies, welches elektrisch isolierende Fasern und elektrisch leitfähige Fasern umfasst, ein Steuergerät, mittels welchem eine Spannung einstellbar ist, um einen für die Erreichung der gewünschten Heizleistung benötigten Stromfluss in der Vorrichtung zu gewährleisten, Leitungen, mittels welchen der Kontakt zu dem Steuergerät für einen Daten- und/oder Signalaustausch und/oder eine Versorgung des Vlieses mit elektrischer Energie herstellbar ist und die Dichte der elektrisch leitfähigen Fasern so hoch ist, dass bei anliegender Spannung ein Stromfluss zustande kommt, wobei zur Erhöhung der Heizleistung bei einer bestimmten anliegenden Spannung, der Betriebsspan-

nung, das Steuergerät kurzzeitig die Spannung um den Spannungsstoß " $\Delta U_1$ " erhöht, um anschließend zur Ausgangsspannung zurückzukehren, für den Fall, dass der Istwert der Heizleistung nach wie vor unter dem Sollwert liegt, das Steuergerät einen erneuten Spannungsstoß " $\Delta U_2$ " erzeugt, wobei " $\Delta U_2$ " größer als " $\Delta U_1$ " ist, und für den Fall, dass der Istwert der Heizleistung immer noch unter dem Sollwert liegt, das Steuergerät einen erneuten Spannungsstoß " $\Delta U_3$ " erzeugt, wobei " $\Delta U_3$ " größer als " $\Delta U_2$ " ist, und für den Fall, dass der Istwert der Heizleistung nach wie vor unter dem Sollwert liegt, die vorbeschriebenen Schritte n mal wiederholt werden, wobei der Spannungsstoß " $\Delta U_n$ " größer als " $\Delta U_1$ ", mit  $i=1$  (bis  $n-1$ ) ist.

**EP 3 016 475 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung mit heizbarer Fläche von homogener Wärmeverteilung umfassend ein elektrisch hochleitfähiges Vlies, welches elektrisch isolierende Fasern und elektrisch leitfähige Fasern umfasst, ein Steuergerät, mittels welchem eine Spannung einstellbar ist, um einen für die Erreichung der gewünschten Heizleistung benötigten Stromfluss in der Vorrichtung zu gewährleisten, Leitungen, mittels welchen der Kontakt zu dem Steuergerät für einen Daten- und/oder Signalaustausch und/oder eine Versorgung des Vlieses mit elektrischer Energie herstellbar ist und die Dichte der elektrisch leitfähigen Fasern so hoch ist, dass bei anliegender Spannung ein Stromfluss zustande kommt.

**[0002]** Als elektrische Leiter werden Medien bezeichnet, die zum Transport elektrisch geladener Teilchen genutzt werden können und unter Verwendung von leitfähigen Komponenten, wie beispielsweise Metallen, wie Kupfer, Silber, Stahl aber auch Carbon und Polymeren unter Anwendung unterschiedlichster Technologien bauliche Realisierung erfahren. So können elektrische Leiter in Form von aus elektrisch leitfähigen Fasern hergestellten Textilien Verwirklichung finden, die in unterschiedlichsten Einsatzfeldern eingesetzt, wie beispielsweise als elektrisch betriebene textile Heizflächen, welche eine geringere Bauhöhe aufweisen und sich daher besonders für die direkte Verlegung unter Fußbodenbelägen wie Teppich, Fliesen und Laminat empfehlen. Damit eignen sich derartige Heizflächen nicht nur für die Anwendung im Wohnungsbau, sondern kommen auch als Industrieheizflächen oder Heizflächen in Messe-, Verkaufs- und Sporthallen zum Einsatz.

**[0003]** Bei den bisher verfügbaren Systemen ergibt sich aber einerseits das Problem, dass sich die eingesetzte Technologie bzw. das verwendete Material aufgrund mangelnder homogener Leitfähigkeit nicht für eine Vollfläche bzw. Großfläche eignet. Andererseits sind einige Technologien bzw. Materialien knickbruchanfällig, nicht flexibel oder zu weich für eine derartige Anwendung.

**[0004]** Der Einsatz von leitfähigen Fasern in einem Vliesstoff zeichnet sich dadurch aus, dass dieser flexibel ist und eine ausreichende homogene Leitfähigkeit ermöglicht. Derartige Vliesstoffe finden allerdings meist als elektromagnetischer-Verträglichkeits (EMV)-Schutz und als Ableitungstextil Verwendung. Diese Vliesstoffe zeigen keine ausreichende Stabilität des elektrischen Eigenschaftsprofils auf.

**[0005]** Dennoch sind auf aktuellem Stand der Technik einige Vliesstoffe mit elektrisch leitfähigem Anforderungsprofil bekannt, wie zum Beispiel im Einsatz als Heizelement. Ein gattungsgemäßes elektrisch leitfähiges Vlies ist in der Gebrauchsmusterschrift DE 20 2011 100 936 U1 offenbart, welche ein Heiztextil aus einem Vliesstoffverbundmaterial beschreibt. Die Eigenschaften des Vliesstoffverbundmaterials sind dabei so definiert, dass

eine vollflächige Wärmeabgabe ermöglicht wird, wobei dieses faltbar, drapierbar, atmungsaktiv und waschbar ist. Das Vliesverbundmaterial ist als Schicht mit elektrisch leitfähigen Fasern zwischen Decklagen eingearbeitet, wobei die elektrische Leitfähigkeit des Heiztextils auf Kohlefasern beruht. Dadurch eignet sich dieses Material hervorragend für Anwendungen in den Bereichen Bekleidung und Flächenheizung.

**[0006]** Aufgrund der sehr flexiblen Ausgestaltung des Vliesverbundmaterials ist dieses allerdings für eine Anwendung als Vlies zum Beheizen großer Flächen nicht geeignet, da es an mechanischer und chemischer Stabilität mangelt.

**[0007]** In der Offenlegungsschrift DE 199 11 519 A1 ist eine Widerstandsflächenheizung auf Basis eines elektrisch leitenden Vliesmaterials auf Glas-/Kohlefaserbasis mit selbstverlöschenden oder unbrennbaren Schutzfolien offenbart. Die Kontaktierung erfolgt mittels selbstklebender Elektroden auf Kupferbasis.

**[0008]** Problematisch hierbei ist jedoch, dass ein Vliesmaterial auf Glasfaserbasis verwendet wird, wodurch das Flächengewicht des Vliesstoffes drastisch erhöht wird. Aufgrund der erhöhten Kosten für die Verlegung dieses Vliesmaterials eignet sich dieses nur bedingt für den Einsatz in großen Flächen.

**[0009]** In der Gebrauchsmusterschrift DE 20 2013 006 258 U1 ist ein elektrisch leitfähiges Vlies mit homogener Wärmeverteilung offenbart, welches auf die zu wärmende Fläche positioniert und an geeigneter Stelle kontaktiert wird. Die Kontaktierung erfolgt derart, dass der Übergangswiderstand zwischen dem elektrischen Kontakt und dem leitfähigen Textil möglichst gering ist, um Energieverluste zu vermeiden. Das beschriebene Vlies ist dabei mit klebrigen, leitfähigen Bindemitteln fixiert.

**[0010]** Bei dem offenbarten Vlies ergibt sich allerdings das Problem, dass ein Bindemittel notwendig ist, was die Herstellung und die Verlegung eines derartigen Vlieses erschwert und somit zu höheren Kosten führt.

**[0011]** In der Offenlegungsschrift WO 2007 110 06 181 A1 ist ein Cellulose-Spinnvlies als Flächenheizer beschrieben. Mit einer Betriebsspannung bis 1000 V wird eine Leistung bis 2 kW je Quadratmeter bei einer modularen, zusammenhängend kontaktierten Flächeneinheit von 1 m Länge x 1 m Breite erreicht. Der Flächenheizer zeichnet sich durch einen geringen Fertigungsaufwand und gute Gebrauchseigenschaften aus. Die ungewöhnliche Spannungshöhe mit ihren hohen Isolierungsanforderungen resultiert in einem lediglich minimal erreichbaren Flächenwiderstand des Gebildes von 500 Ohm bei der genannten Fläche.

**[0012]** Das offenbarte Cellulose-Spinnvlies ist darauf ausgelegt, als kleinflächiges Heizsystem auf einer großen Fläche für eine punktuelle Erwärmung zu sorgen, welche aufgrund der großen Heizleistung den gesamten Raum erwärmt und/oder trocknet. Damit eignet sich dieses Vlies nicht als großflächiges Heizsystem.

**[0013]** Die im Stand der Technik offenbarten elektrisch leitfähigen Vliesmaterialien eignen sich jedoch nicht für

die Herstellung einer großflächig ausgebildeten Flächenheizung, da dann die Anzahl der Berührungspunkte der elektrisch leitfähigen Fasern umso größer wird, je größer der Abstand zwischen den beiden Polen ist. Die Folge hieraus ist, dass sich die angelegte Spannung auf eine Vielzahl von Kontaktpunkten verteilt und demzufolge nur noch eine geringe Spannung an dem einzelnen Kontaktpunkt anliegt. Da die elektrisch leitfähigen Fasern an ihrer Oberfläche zwangsläufig korrodieren und/oder oxidieren können, kann es zu hohen Widerständen kommen, die so groß sein können, dass der Stromfluss unterbrochen wird. Somit ist eine gewisse Mindestspannung an einem Kontaktpunkt erforderlich, um den Stromfluss aufrechtzuhalten. Wird die Spannung so gering, dass die elektrische Leitung unterbrochen wird, endet der Gebrauchszweck. Man macht die Erfahrung, dass mit zunehmender Dauer der Benutzung eine Veränderung des Widerstandes zwischen benachbarten Fasern eintritt, was sich in einer sprunghaften Erhöhung des elektrischen Widerstandes manifestiert. Diese Erscheinung ist bekannt und wird als sog. "fritten" bezeichnet. In einem solchen Fall, d.h. einem Fall des Auftretens des sog. "frittens", muss die Spannung soweit erhöht werden, damit die durch Korrosion und/oder Oxidation entstandene Isolation wieder "durchschlagen", um einen Stromfluss wiederherzustellen.

**[0014]** Es besteht ein großer Bedarf an einem elektrisch hochleitfähigen Vlies, welches die Beheizung einer großen Fläche sicherstellt und die oben genannten Probleme überwindet. Zudem soll das Vlies auch bei großen Abmessungen voll funktionstüchtig sein. Insbesondere ist das Problem des sogenannten "Frittens" zu lösen, welches die durch veränderliche Kontaktwiderstände hervorgerufenen irregulären sprunghaften Schwankungen des elektrischen Widerstandes bezeichnet. Die Berücksichtigung des "Frittens" bietet den Vorteil, dass zur Herstellung der gewünschten Heizleistung auf das Anlegen von elektrischer Hochspannung verzichtet werden kann, sondern lediglich eine vergleichsweise niedrige Spannung benötigt wird, welche für erwachsene Menschen und normale Anwendungsfälle als nicht bedrohlich gilt. Dies hat neben wirtschaftlichen auch aus sicherheitstechnischen Aspekten wesentliche Vorteile.

**[0015]** Aufgabe der Erfindung ist es also, eine Vorrichtung mit heizbarer Fläche von homogener Wärmeverteilung umfassend ein elektrisch hochleitfähiges Vlies bereitzustellen, welches trotz niedriger Versorgungsspannung eine homogene Wärmeverteilung über die gesamte Fläche sicherstellt.

**[0016]** Des Weiteren sollte diese Vorrichtung schnell und einfach auf unterschiedliche Größen adaptierbar, sowie günstig in der Herstellung und Verlegung und langlebig sein. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, eine derartige Vorrichtung mit einem geringen Flächengewicht bereitzustellen, um einen breiten Anwendungsbereich dieser sicherzustellen.

**[0017]** Diese Aufgabe wird durch die Vorrichtung mit heizbarer Fläche von homogener Wärmeverteilung mit

den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs gelöst, insbesondere indem zur Erhöhung der Heizleistung bei einer bestimmten anliegenden Spannung, der Betriebsspannung, das Steuergerät kurzzeitig die Spannung um den Spannungsstoß " $\Delta U_1$ " erhöht, um anschließend zur Ausgangsspannung zurückzukehren, für den Fall, dass der Istwert der Heizleistung nach wie vor unter dem Sollwert liegt, das Steuergerät einen erneuten Spannungsstoß " $\Delta U_2$ " von dem Steuergerät erzeugt, wobei " $\Delta U_2$ " größer als " $\Delta U_1$ " ist, für den Fall, dass der Istwert der Heizleistung immer noch unter dem Sollwert liegt, das Steuergerät einen erneuten Spannungsstoß " $\Delta U_3$ " vom Steuergerät erzeugt, wobei " $\Delta U_3$ " größer als " $\Delta U_2$ " ist und für den Fall, dass der Istwert der Heizleistung nach wie vor unter dem Sollwert liegt, die vorbeschriebenen Schritte n mal wiederholt werden, wobei der Spannungsstoß " $\Delta U_n$ " größer als " $\Delta U_i$ ", mit  $i=1$  bis  $(n-1)$  ist.

**[0018]** Es ist eine Vorrichtung mit heizbarer Fläche von homogener Wärmeverteilung umfassend ein elektrisch hochleitfähiges Vlies, welches elektrisch isolierende Fasern und elektrisch leitfähige Fasern mit hinreichender Dichte umfasst, ein Steuergerät und Leitungen vorge schlagen.

**[0019]** Das Steuergerät verändert das elektrische Eigenschaftsprofil des Vlieses, wobei die elektrische Leitfähigkeit des Vlieses erhöht bzw. der elektrische Widerstand des Vlieses verringert wird. Dabei regelt das Steuergerät das Vlies nicht über eine Spannungsveränderung, in dem Sinne, dass die Betriebsspannung an die gewünschte Heizleistung angepasst wird. Im Regelfall würde eine derartige Regelung mittels eines Sensors erfolgen, welcher physikalische Parameter, wie beispielsweise die Temperatur, misst und die Spannung und damit den zur Erreichung der gewünschten Heizleistung benötigten Stromfluss erhöht bzw. verringert.

**[0020]** Das erfindungsgemäße Steuergerät verändert den Widerstand des Vlieses, indem das Steuergerät die Spannung kurzzeitig und schrittweise über die Betriebsspannung des Vlieses erhöht, bis die Betriebsspannung den für die Erreichung der gewünschten Heizleistung benötigten Stromfluss in dem Vlies gewährleistet. Durch die kurzzeitige Erhöhung der Spannung über die Betriebsspannung des Vlieses, also durch einen Spannungsstoß, kommt es zum "Durchbruch" und zur Bildung von Brücken, so dass folglich die Leitfähigkeit des Vlieses ansteigt bzw. der Widerstand des Vlieses sinkt. Nach der kurzzeitigen Erhöhung der Spannung regelt das Steuergerät diese wieder auf die Betriebsspannung ein, so dass bei gleicher Betriebsspannung die Heizleistung des Vlieses angestiegen ist. Dies basiert darauf, dass durch den Spannungsstoß über der Betriebsspannung des Vlieses die bisher noch nicht "durchgebrochenen" Kontaktpunkte, welche noch oxidiert und/oder korrodiert sind, durchbrechen und eine leitfähige Brücke erzeugen. Dadurch erhöht sich die Leitfähigkeit des Vlieses.

**[0021]** Anschließend wird ermittelt, ob die erste kurzzeitige Erhöhung der Spannung über die Betriebsspannung des Vlieses ausreicht, um den für die Erreichung

der gewünschten Heizleistung benötigten Stromfluss in dem Vlies zu gewährleisten.

**[0022]** Wenn das nicht der Fall ist, erhöht das Steuergerät über einen erneuten Spannungsstoß kurzzeitig und schrittweise die Spannung über die Betriebsspannung des Vlieses. Die Spannung des erneuten Spannungsstoßes ist dabei höher als die vorhergehende Spannungserhöhung. Dabei erfolgen die kurzzeitigen und schrittweisen, d.h. kaskadenartigen, Spannungserhöhungen über die Betriebsspannung des Vlieses so lange, bis der für die Erreichung der gewünschten Heizleistung benötigte Stromfluss in dem Vlies hergestellt ist.

**[0023]** Dabei wurde herausgefunden, dass bei dem vorliegenden Vlies bei einer Festinstallation, d.h. bei keiner mechanischen Bewegung, der Effekt des "frittens" und die Notwendigkeit des "Durchbruchs" bei einem bestimmten korrodierten und/oder oxidierten Kontaktpunkte nur einmal auftritt. In dem Vlies werden Edelstahlfasern, insbesondere rostfreie Edelstahlfasern, verwendet, welche ein oxidationsfreies Material darstellen. Allerdings entstehen aufgrund der hohen Anzahl an Kontaktpunkten zwischen den Stahlfasern, an welchen eine minimale Oxidations- und/oder Korrosionsschicht entstehen kann, eine Vielzahl an Widerständen, die im Endeffekt chaotisch in Reihe und parallel miteinander konfiguriert sind. Der Effekt dieser minimalen Schicht an einem einzelnen Kontaktpunkt ist einzeln nicht messbar, jedoch in der Summe, d. h. über die Gesamtlänge des Vlieses. Somit tritt das Problem des "frittens" erst dadurch auf und wird messbar, dass in dem gesamten Vlies eine Vielzahl an Kontaktpunkten auftreten, wodurch wiederum eine hohe Anzahl an Reihen- und Parallelwiderständen erzeugt wird.

**[0024]** Im Rahmen der Erfindung wurde herausgefunden, dass nach dem "Durchbruch" der korrodierten und/oder oxidierten Kontaktpunkte der Fasern mittels einer angelegten "Durchbruchsspannung" diese Kontaktpunkte aktiviert werden, in der Weise, dass an genau diesen "durchgebrochenen" Kontaktpunkten eine Art Plasmaentladung und Microverschweißung stattfindet, wodurch leitfähige Brücken erzeugt werden, welche zu einer nennenswerten Erhöhung des Stromflusses beitragen. D.h., dass aufgrund des "Durchbruchs" und der erzeugten Brücken das elektrische Eigenschaftsprofil des Vlieses verändert wird, wobei die elektrische Leitfähigkeit des Vlieses erhöht bzw. der elektrische Widerstand des Vlieses verringert wird.

**[0025]** Bei einer flexiblen Installation, d.h. nach dem "Durchbruch" wird die angelegte Spannung abgesenkt und sofern das Vlies bewegt und/oder mechanisch beansprucht wird, dann kann es wieder dazu kommen, dass die Kontaktpunkte erneut korrodieren und/oder oxidieren bzw. die leitfähigen Brücken mechanisch wieder aufbrechen. Dies kann natürlich auch während des Alterungsprozesses des Vlieses auftreten.

**[0026]** Aufgrund der Vielzahl der sich in dem Vlies berührenden Fasern kommt der Stromfluss zu Stande. Aufgrund des Ohmschen Gesetzes liegt am Übergang zwi-

schen benachbarten Fasern nicht die gesamte, an der Vorrichtung angelegte Spannung, sondern nur ein Bruchteil hiervon an. Als Faustregel gilt, dass die an benachbarten Fasern anliegende Spannung (bei Vernachlässigung des jeweils unterschiedlichen elektrischen Widerstands) umso geringer ist, je größer die Anzahl der Übergänge zwischen den benachbarten Polen ist. Sie wird bestimmt durch den Abstand der am Vlies anliegenden und der Stromzufuhr dienenden elektrischen Pole. Bei gleicher Vliesbeschaffenheit wird die Anzahl der Übergänge größer sein bei großem Polabstand und umgekehrt.

**[0027]** Vor dem Hintergrund, eine Vorrichtung umfassend ein elektrisch hochleitfähiges Vlies mit geringen Isolieranforderungen für die Anwendung als großflächige Flächenheizung zu entwickeln, soll dabei das "Frittens" nicht unterbunden werden.. Vielmehr ist es vorgesehen, dass mittels des Steuergeräts eine entsprechende Spannung an der von dem hochleitfähigen Vlies gebildeten Fläche einstellbar und regelbar ist, welche einen für die Erreichung der gewünschten Heizleistung benötigten Stromfluss in der Vorrichtung gewährleistet. Im Grunde funktioniert ein korrodierter Kontakt wie eine Diode im Sperrbetrieb. Erst ist der Widerstand so groß, dass kein Strom fließen kann. Ab einer bestimmten "Durchbruchsspannung" bricht der Widerstand dann zusammen und der Strom kann wiederfließen. Diese "Durchbruchsspannung" liegt bei mindestens 13 mV, bevorzugt jedoch 24mV bis 30mV. Der Stromfluss dauert solange an, bis eine bestimmte (andere) Spannung wieder unterschritten wird. Im Endeffekt ändert das Vlies aufgrund der Vielzahl an elektrischen Kontakten seine Stromstärke und damit die Heizleistung in Abhängigkeit von der Versorgungsspannung.

**[0028]** Um einen Stromfluss zur Erreichung der gewünschten Heizleistung in dem Vlies überhaupt zu erreichen, ist eine hinreichende Dichte der in dem Vlies enthaltenen Fasern notwendig. Die hinreichende Dichte der in dem Vlies enthaltenen Fasern, insbesondere der elektrisch leitfähigen Fasern, ist erforderlich, damit sich diese zumindest teilweise berühren und damit ein Stromfluss überhaupt zu Stande kommen kann. Die minimale Faserdichte liegt bei einem Stahlanteil, insbesondere an rostfreiem Edelstahl, von mindestens 7,5 Vol. % in der Gesamtheit des Vlieses, um einen homogenen Stromfluss überhaupt zu gewährleisten. Verständlicherweise ist auch einer höherer Stahlanteil in der Gesamtheit des Vlieses denkbar.

**[0029]** Im allgemeinsten Fall ist die Dauer des einzelnen Spannungsstoßes im Rahmen der Erfindung grundsätzlich beliebig. Praktische Erprobungen haben jedoch gezeigt, dass die Dauer eines einzelnen Spannungsstoßes so zu wählen ist, dass er mindestens eine Millisekunde jedoch maximal drei Sekunden beträgt. Wie eingehend erläutert, erfolgt durch Erhöhung der Spannung ein "Durchbruch" und demzufolge die Ausbildung einer elektrisch leitfähigen Brücke zwischen Fasern, die bei niedrigeren Spannungen unterbrochen und damit elek-

trisch nicht leitend sind. Die Ausbildung einer Brücke hat zur Folge, dass dieser neu geschaffene Stromweg sich nach Art einer Verästelung weiterhin fortsetzt und weitere Brücken ausbildet und auf dieser Weise zusätzliche Stromwege schafft, die in mehrfacher und in sukzessiver Abfolge entstehen. Im Wesentlichen geht es darum, eine kaskadenartige Ausbreitung von Brücken über die gesamte Fläche des Vlieses zu bewirken. Die Ausbildung von Brücken geschieht nicht gleichzeitig sondern chronologisch nacheinander, was einen bestimmten Zeitbedarf benötigt. Die Erfahrungen zeigen, dass bei einem Spannungsstoß mit einer Dauer von unter einer Millisekunde die sukzessive Ausbildung von Brücken und demzufolge die Ausbildung von mehreren Strombahnen unterbleibt. Auf der anderen Seite haben Messungen ergeben, dass eine Zeitspanne von max. 3 sec für die Ausbildung einer Vielzahl von Verästelungen auch bei größeren Flächen und Abständen zwischen den Elektrodenpolen völlig ausreichend ist. Längere Spannungsstöße bedingen keine Verbesserung und Erhöhung der durchgeleiteten Stromstärke. Aus diesem Grund wird empfohlen, die Dauer des Spannungsstoßes aus dem vorgeschlagenen Zeitintervall zu wählen.

**[0030]** Bei der stufenweise Beaufschlagung des Vlieses mit kurzzeitigen Spannungsstößen werden nur jene Brücken gebildet bzw. Übergänge aktiviert, deren Durchbruch innerhalb des Spannungsintervalls liegt, der durch die Höhe des Spannungsstoßes überbrückt werden kann. Die Ausbildung weiterer und zusätzlicher Brücken erfordern hingegen einen Stoß mit einem höheren Spannungswert. Die schrittweise Erhöhung der Spannungen bei den sukzessiven Spannungsstößen führt zur Ausbildung von immer mehr Brücken, demzufolge einer höheren Leitfähigkeit bzw. eines geringeren Widerstands des Vlieses und der Ausbildung höherer Stromstärken. Nach Applizieren einer bestimmten Anzahl von Spannungsstößen wird der elektrische Widerstand so niedrig, dass bei einem Zurückkehren auf die Betriebsspannung der Stromfluss bzw. die Heizleistung größer sein werden, als gewünscht, der Istwert also über dem Sollwert zu liegen kommt. Umso geringer der Abstand des Spannungsstoßes vom vorangegangenen Spannungsstoß ist, deren Differenz also möglichst gering ist, umso kleiner wird das Überschreiten des Istwerts ausfallen. Je geringer der Spannungsabstand benachbarter Spannungsstöße sein wird, umso genauer wird man sich dem Istwert annähern können. Die geforderte Genauigkeit der Anwendung bzw. die tolerierbaren Messfehler geben ein Intervall um den Istwert vor, in dem der Sollwert später liegen sollte. Bei einem großen Intervall können die Spannungswerte der benachbarten sukzessiven Spannungsstöße größer sein, sodass in wenigen Schritten der Regelungsvorgang abgeschlossen ist, als wenn ein sehr enger Wertebereich für den Istwert vorgegeben wird. Die von Regelungsschritt zu Regelungsschritt zunehmenden Spannungswerte benachbarter und sukzessive beaufschlagter Spannungsstöße sind in ihrer Differenz umso kleiner, je höher die Anforderungen an die Genauigkeit des ge-

wünschten Istwerts wird. Umgekehrt gilt, dass bei geringen Anforderungen an die Genauigkeit die Spannungsdifferenz benachbarter Spannungsstöße die Abweichungen vom Istwert entsprechend größer sein darf.

5 **[0031]** Der Begriff "Vorrichtung mit heizbarer Fläche von homogener Wärmeverteilung" betrifft eine Vorrichtung, welche ein elektrisch betriebenes, heizfähiges Element umfasst und an eine Größe von weniger als 1 m<sup>2</sup> bis mehreren 100m<sup>2</sup> anpassbar ist. Bevorzugt ist die Vorrichtung flammenhemmend und/oder schwer entflammbar ausgestaltet.

10 **[0032]** Im allgemeinsten Fall umfasst die Vorrichtung ein elektrisch hochleitfähiges Vlies, ein Steuergerät und Leitungen, welche leicht auf eine zu beheizende Fläche aufbringbar ist. D.h., dass die Vorrichtung auf die Fläche beispielsweise aufgelegt, aufgebracht, auf laminiert, aufgeklebt, vernäht, vernadelt und/oder aufkalandiert oder in die zu beheizende Fläche integriert wird. Die Leitungen haben in aller Regel unterschiedliche Funktionen zu erfüllen. Sie dienen zur Versorgung des Vlieses mit elektrischer Energie, die vom Steuergerät in definierter Weise abgegeben wird. Zusätzliche Leitungen für Daten- und Signalaustausch sind vorhanden, durch die entsprechende Informationen ausgehend vom Vlies an den Randbereich weitergegeben werden und dort eine entsprechende Verarbeitung erfahren. So kann beispielsweise die Anbringung eines Temperatursensors innerhalb des Vlieses dazu dienen zu überprüfen, ob die mittels des Steuergeräts aufgebrachte Heizleistung dem gewünschten Wert entspricht. Liegt die Temperatur zu niedrig, kann das Steuergerät in die Lage versetzt werden, in dem im Rahmen der Erfindung beschriebenen Sinne die Heizleistung bzw. den zugeführten Strom zu erhöhen. Der Messwert des Temperatursensors muss nicht zwingend zur Ansteuerung des Steuergeräts eingesetzt werden, sondern kann auch dazu genutzt werden, die entsprechenden Informationen über die Temperaturen ausschließlich anzuzeigen und zu vermitteln. Aber auch die Verwendung von Sensoren anderen Typs, die z. B. der Erfassung von Feuchte, Druck und/oder Dehnung eingesetzt werden, bei denen es erforderlich wird, die Messdaten über Signal- oder Datenleitungen zu einem Empfangs- oder Anzeigegerät zu führen.

35 **[0033]** Bevorzugt ist die Vorrichtung eine Flächenheizung mit homogener Wärmeverteilung, um Ungleichmäßigkeiten in der Beheizung der Fläche zu vermeiden. Die Flächenheizung gibt die Wärme direkt über die beheizten Flächen und/oder indirekt über angrenzende Bauteile, beispielsweise eines Gebäudes, an seine Umgebung ab und ist derart bemessbar, dass diese entweder in die komplette Fläche oder nur in einen Teil der Fläche integriert ist und diese abdeckt. Eine Flächenheizung eignet sich für die Beheizung beliebiger Flächen, wie beispielsweise Wand-, Decken- bzw. Dach- und/oder Bodenflächen und/oder für die Beheizung beliebiger Bauteile eines Gebäudes. Beispielsweise ist die Flächenheizung eine Wandheizung, Deckenheizung, Dachheizung, (Fuß-)Bodenheizung und/oder Bauteilheizung.

**[0034]** In vorteilhafter Ausgestaltung ist die Vorrichtung leicht und hat ein Flächengewicht von maximal 1000 g/sqr, um einen breiten Anwendungsbereich zu bedienen. Das "Square (sqr)" ist ein nicht-metrisches Flächenmaß, wobei 1 sqr einer quadratischen Fläche mit einer Seitenlänge von 10 Fuß beziehungsweise 9,290304 Quadratmetern entspricht. Noch mehr bevorzugt hat die Vorrichtung ein Flächengewicht von maximal 450g/sqr, 400g/sqr, 350g/sqr, 300g/sqr, 250g/sqr oder 200g/sqr. Am meisten bevorzugt von maximal 190g/sqr, 180g/sqr, 170g/sqr, 160g/sqr, 150g/sqr, 140g/sqr, 130g/sqr, 120g/sqr, 110g/sqr oder 100g/sqr. Am allermeisten bevorzugt beträgt das Flächengewicht des Vlieses maximal 160g/sqr.

**[0035]** Der Begriff "elektrisch hochleitfähiges Vlies" betrifft ein Gebilde aus Fasern jeglicher Art und jeglichen Ursprungs, die auf irgendeine Weise zu einem Vlies zusammengefügt und auf irgendeine Weise miteinander verbunden worden sind. Derartige Vliese bzw. Vliesstoffe sind größtenteils flexible Flächengebilde, d. h. sie sind leicht biegsam, ihre Hauptstrukturelemente sind Fasern und sie weisen eine vergleichsweise geringe Dicke gegenüber ihrer Länge und Breite auf. Die Struktur des Vlieses ist beliebig, wobei ein normal strukturiertes Vlies eine erhöhte Festigkeit aufweist und ein offen strukturiertes Vlies besonders für einen Vernadelungsprozess geeignet ist. Bevorzugt ist das Vlies flammenhemmend und/oder schwer entflammbar ausgestaltet.

**[0036]** Der erfindungsgemäße Vliesstoff umfasst einen hohen Anteil an Edelstahlfasern, insbesondere rostfreie Edelstahlfasern, wodurch ein hohes Maß an mechanischer und chemischer Stabilität gegeben ist. Zusätzlich ist das Vlies derart ausgestaltet, dass es licht- und witterungsbeständig und langzeitstabil ist, d. h. stabil über einen Zeitraum von mindestens 1 Jahr, 2 Jahren, 3 Jahren oder 4 Jahren. Noch mehr bevorzugt ist das Vlies über einen Zeitraum von mindestens 5, 10, 15, 20 oder mehr Jahren stabil. Des Weiteren bevorzugt ist das Vlies flexibel und in seinem auf die Fläche bezogenen Mittelwert gleichbleibend elektrisch hochleitfähig.

**[0037]** Der Begriff "Leitungen" betrifft solche Leitungen, mittels welchen der Kontakt, insbesondere der elektrische Kontakt, zu dem Steuergerät für einen Daten- und/oder Signalaustausch und/oder eine Versorgung des Vlieses mit elektrischer Energie herstellbar ist. Der Daten- und/oder Signalaustausch und die Strom-/Spannungsversorgung kann über eine Leitung bzw. ein Kabel erfolgen.

**[0038]** Die Leitungen sind bevorzugt licht- und witterungsbeständig und chemisch stabil. Die Basiskomponente ist daher ein wenig reaktives Metall und/oder eine wenig reaktive Metalllegierung.

**[0039]** Der Begriff "Steuergerät" betrifft ein elektronisches Gerät zur Steuerung der Spannung und Stromstärke in der Vorrichtung. In einer bevorzugten Variante erfolgt die Steuerung der Spannung und des Stromes geregelt in Abhängigkeit vom Daten- und/oder Signalaustausch aus dem Vlies und/oder von externen Sen-

soren.

**[0040]** Bevorzugt ist die Spannung und damit der Stromfluss am Steuergerät manuell und/oder automatisch einstellbar. Im Falle der automatischen Steuerung der Spannung regelt sich die Vorrichtung selbst, was zusätzlich mit einem Kontrollsystem zur Selbstregulierung und/oder Selbstausswertung verbunden und/oder integriert ist. Es liegt im Rahmen des fachmännischen Könnens, ein derartig ausgestaltetes Steuergerät herzustellen.

**[0041]** In einer Weiterbildung liegt an dem Steuergerät Gleichspannung oder Wechselspannung an. Bevorzugt liegt jedoch Wechselspannung an, da die Verwendung von Wechselspannung zudem den Vorteil bietet, dass Polarisierungseffekte und/oder galvanische Prozesse an den Elektroden vermieden werden.

**[0042]** Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung, welche einzeln oder in Kombination realisierbar sind, sind in den Unteransprüchen dargestellt.

**[0043]** In noch einer Weiterbildung regelt das Steuergerät den für die Erreichung der gewünschten Heizleistung benötigten Stromfluss mittels Amplitudenmodulation und/oder Modulation der Pulsweite bei Rechteckimpulsen.

**[0044]** Unter dem Begriff "Amplitudenmodulation" versteht sich im Sinne der Erfindung ein Verfahren, bei dem die am Steuergerät anliegende Spannung phasenweise unterbrochen und die Energie- und Leistungsübertragung wird herabgesetzt, in dem das Steuergerät wiederholend an- und ausgeschaltet wird. Auf diese Weise wird die vom Steuergerät an das Vlies gelieferte Energie pulsweise abgegeben, wobei zwischen den Pulsen jeweils Pausen vorhanden sind. Je länger die Pausen zwischen den Pulsen, umso geringer ist die übertragene Energiemenge.

**[0045]** Im Rahmen der Erfindung ist es dabei denkbar, dass die am Steuergerät und dem Vlies anliegende Spannung konstant ist, wobei die Übertragungsleistung durch die Pausen erhöht bzw. erniedrigt wird. Es ist denkbar, die Impulslänge im Hinblick auf die Pausenlänge zu verlängern oder zu verkürzen, sowie andersherum.

**[0046]** Eine derartige Amplitudenmodulation der Steuerung ist wichtig für das Sicherheitssystem, da dies zu einer Erhöhung der Erkennbarkeit der Fehlströme führt. Das Sicherheitssystem dient der Brandverhinderung.

**[0047]** Unter eine "Modulation der Pulsweite bei Rechteckimpulsen" versteht sich eine Modulationsart, bei der eine technische Größe, wie beispielsweise die elektrische Spannung, zwischen zwei Werten, d. h. einem Minimum und Maximum, in einem Rechteckimpuls wechselt. Mittels der Pulsweitenmodulation wird das Signal an- und wieder ausgeschaltet, wobei die Abstände des An- und wieder Ausschaltens moduliert werden können. Je nachdem, ob kontinuierlich geheizt werden soll und/oder das Heizvlies in bestimmten Abständen für eine gewisse Dauer angeschaltet ist, wird die Heizleistung bzw. die Energie über die Zeit verändert. Auf diese Weise wird erreicht, dass die Leistung des Steuergerätes über

die Änderung der Abstände steuerbar ist.

**[0048]** In Ausgestaltungen umfasst das Vlies elektrisch isolierende Fasern und elektrisch leitfähige Fasern, welche licht- und witterungsbeständig und chemisch stabil sind. Des Weiteren bevorzugt sind sämtliche Fasern wasserabsorbierend. Die elektrisch leitfähigen Fasern sind entweder blanke metallische Fasern oder metallisch beschichtete Fasern mit einem elektrisch isolierenden Kern, wobei die Kerne mit einem Metall, insbesondere Silber, und/oder einem Kunststoff beschichtet und/oder galvanisierte Kunststofffasern sind. Damit ist der (Rück-)Sprung des Kontaktwiderstandes zwischen den einzelnen Fasern, welcher auf eine Änderung der Übertragungseigenschaft bzw. Übergangswiderstands hindeutet, durch Zugabe von Additiven zu dem Fasermaterial, wie beispielsweise Silber bzw. Silberfasern, ausreichend reduzierbar. Bevorzugt ist das verwendete Metall ein wenig reaktives Metall und/oder eine wenig reaktive Metalllegierung.

**[0049]** Durch Modifikation des Mischungsverhältnisses aus leitfähigen beschichteten/galvanisierten Kunststofffasern und metallischen Fasern ist eine individuelle Leitfähigkeit erreichbar.

**[0050]** Der Vliesstoff der Erfindung ist sehr gut leitfähig bzw. hochleitfähig, so dass Leistungen bevorzugt in einer Größenordnung von 1 bis mehreren kW/m<sup>2</sup> mit einer Versorgungsspannung von lediglich 42 Volt Wechselspannung erreicht werden. Die Wechselspannung ist SELV (Safety Extra Low Voltage).

**[0051]** Aufgrund der Strom-/Spannungskennlinie sind somit großflächige Anwendungen des Vlieses möglich, wie beispielsweise Heizungen im Boden, Decken und/oder Wandbereich. Dies gewährleistet eine Beheizung und/oder Trocknung von Räumen, sowie eine Enteisung im Außenbereich, beispielsweise von Brücken, Straßen, Einfahrten, Verkehrssystemen, Flugzeugen, Lastfahrzeugen und/oder Dächern.

**[0052]** Das Vlies ist zusätzlich atmungsaktiv ausgestaltet, wodurch Feuchtigkeit das Vlies direkt überwinden kann und Flächen somit schnell getrocknet werden. Aufgrund der Atmungsaktivität eignet sich das Vlies ebenfalls als Raumlufterfrischer in Filteranlagen, wobei die durchströmende Luft erwärmt, gereinigt und/oder ionisiert wird.

**[0053]** Der elektrische Kontaktwiderstand liegt bevorzugt im Milliohm-Bereich. Der Flächenwiderstand des Vlieses liegt zwischen 1 - 1000 Ohm/sqr.

**[0054]** Für die Realisierung hoher Stromdichten ist eine sehr gute Kontaktierung notwendig, insbesondere innerhalb des Vlieses und zwischen einzelnen Vliesen. Wichtig ist auch, dass der Widerstand der Anschlusskontakte ebenfalls niedrig ist, da andernfalls die Versorgungsspannung steigen muss.

**[0055]** Dabei sind die Leitungen in Schuss- und/oder Kettrichtung in einem Gewebe integriert, in welche Litzen, Drähte, leitfähige Garne und/oder leitfähige Zwirne eingewebt sind.

**[0056]** Bevorzugt bildet das Vlies wenigstens zwei La-

gen aus. Das Gewebe ist zwischen den Lagen des Vlieses angeordnet.

**[0057]** Bevorzugt verläuft der Stromfluss horizontal durch das Vlies, d. h. dass Plus- und Minuspol in derselben Ebene des Vlieses angeordnet sind. Der Plus- und Minuspol sind dabei in einem gewissen Abstand zueinander angeordnet, bevorzugt in einem idealen Abstand von z. B. 50 cm. Natürlich kann der gewählte Abstand auch kleiner oder größer als der genannte Abstand sein.

**[0058]** Der Pluspol ist bevorzugt am einen Rand des Vlieses und der Minuspol am gegenüberliegenden Rand angeordnet. Um eine große Fläche zu beheizen ist es somit erforderlich, dass mehrere Vliese nebeneinander gelegt und miteinander kontaktiert werden. Bei Fortsetzung der oben genannten Orientierung des Vlieses wechseln sich Plus- und Minuspol miteinander ab. Wichtig dabei ist, dass die Elektroden den gleichen Abstand zueinander haben, damit die Teilwiderstände der Vliesabschnitte gleich sind.

**[0059]** Alternativ erfolgt der Stromfluss vertikal durch das Vlies, d. h. dass Plus- und Minuspol in unterschiedlichen horizontalen Ebenen des Vlieses angeordnet sind.

**[0060]** Das Gewebe mit den integrierten Leitungen ist bevorzugt vollflächig mit dem Vlies kontaktiert bzw. verbunden. Durch die mechanische, chaotische Metall-Metall-Kontaktierung der einzelnen Fasern bildet sich ein elektrisch leitfähiges Netzwerk mit mechanisch temporär stabilen Kontaktierungsbrücken aus.

**[0061]** Bevorzugt sind die in dem Gewebe eingewebten Litzen und/oder Drähte im Vliesherstellungsprozess zusätzlich mit den Fasern vernadelt, vernäht, kalandert und/oder beflammt, um eine optimale Kontaktierung zu ermöglichen. Dabei werden die Litzen und/oder Drähte des Gewebes im Vernadelungsprozess direkt mit den elektrisch leitfähigen Fasern kontaktiert, indem sie die elektrisch leitfähigen Zuleitungen durchdringen und optimal die Oberfläche der Zuleitungen nutzen. Bei dem Vernadelungsprozess ist es wichtig, dass das Vlies eine offene Struktur aufweist, damit dieses beim Vernadeln nicht zerstört wird. Die Nadeln ermöglichen eine optimale Kontaktierung zwischen dem Gewebe und dem Vlies, da die leitfähigen Fasern aus dem offen strukturierten Vlies in das Gewebe transportiert werden. Die Kontaktierung ist durch weitere Prozessschritte fixierbar, wie beispielsweise Kalandern, Beflammen, Needle Loom Finish und/oder Kaschierung.

**[0062]** Alternativ ist das Gewebe mit den leitfähigen Garnen und/oder leitfähigen Zwirnen mit dem Vlies kontaktiert. Natürlich kann die Kontaktierung auch derart erfolgen, dass eine Kombination aus Litzen, Drähten, leitfähigen Garnen und/oder leitfähigen Zwirnen verwendet wird. Damit ist eine vollständige Kontaktierung der gesamten Oberfläche realisierbar, und eine maximale Kontaktierungsfläche zu erreichen.

**[0063]** Durch Hinzugeben von hochleitfähigen Additiven zu dem Fasermaterial, wie beispielsweise Silber bzw. Silberfasern, entsteht ein elektrisches Basisnetz, welches in weiteren Prozessketten fixierbar ist. Auf diese

Weise ist eine Querempfindlichkeit des Vlieses einstellbar, welche bei der Herstellung definiert wird. Die Fixierung bzw. Querempfindlichkeit auf Feuchte, Druck und/oder Dehnung erfolgt beispielsweise mittels Kalandern, Beflammen, Needle Loom Finish und/oder Kaschierung von Folien bzw. mittels Pulverbeschichtung. Querempfindlichkeiten für Leitungen betreffend den Daten- und/oder Signalaustausch und/oder aktorische Komponenten sind dabei ausschließbar.

**[0064]** Aufgrund des Mischungsverhältnisses der metallischen elektrisch leitfähigen Fasern und den Silberfasern ist die Selektivität zusätzlich zur Prozesskette definierbar.

**[0065]** Das Vlies ist zusätzlich ein sensorisches Vlies, wobei dieses auf eine festgelegte Querempfindlichkeit einstellbar ist. Das Vlies reagiert folglich auf eine Änderung des Zustandes mit einer Änderung des Flächenwiderstandes an der Oberfläche und/oder dem Volumendurchgangswiderstand. Auf diese Weise werden durch Kompressionen des Vlieses, dessen Stauchhärte mittels dem Flächengewicht und weiteren Prozessschritten, wie beispielsweise kalandern, gezielt eingestellt ist, die leitfähigen Materialien komprimiert und die elektrischen Eigenschaften des Vlieses verändert. Diese Änderung ist als Funktion der Stauchhärte beeinflussbar. D.h., dass mit einem derartig aufgebauten Vlies Konstruktionen als Druck- und/oder Kraftsensoren denkbar sind.

**[0066]** Ein derartiges Vlies mit dem Eigenschaftsprofil eines Drucksensors dient beispielsweise der intelligenten Überwachung und/oder als Interkommunikation von Fußbodensystemen. Dies erlaubt eine anonyme, großflächige Überwachung von Aktivitäten einer Fläche.

**[0067]** Gleiches gilt für den Fall der Dehnung des Vlieses, wobei ähnliche Effekte auftreten. Wichtig dabei ist die auf die Dehnung bezogene, gezielte Einstellung der Kennwerte des elektrischen Eigenschaftsprofils des Vlieses.

**[0068]** Das Vlies ist bevorzugt wasserabweisend und/oder umfasst wasserabsorbierende Fasern und/oder Ausrüstungen. Das elektrische Eigenschaftsprofil des Vlieses ist dabei als Funktion der Feuchtigkeit durch Aufnahme bzw. Abgabe von Wasser beeinflussbar. Zusätzlich ist eine Messung der Feuchtigkeit möglich, wobei bei einem Sensor gilt, dass das Vlies nur auf eine physikalische Größe mit einer bekannten Querempfindlichkeit reagiert.

**[0069]** Großflächige Feuchtsensoren lokalisieren und/oder quantifizieren Feuchteschäden und/oder steuern diesen mit einer Beheizung der Fläche aktiv entgegen. Dies ist bei der Überwachung von Großfläche, wie beispielsweise Hallen, Stau mauern und/oder Dachkonstruktionen sinnvoll. Vorteilhafterweise erfolgt die Überwachung über die gesamte Fläche, d.h. nicht nur punktuell, wobei die Installation bzw. das Einsetzen des Vlieses sehr einfach, schnell und kostengünstig ist.

**[0070]** Im Rahmen der vorliegenden Erfindung ist es ebenfalls denkbar, dass unterschiedliche sensorische Vliese miteinander kombiniert werden, so dass das Vlies

in seiner Gesamtheit das Eigenschaftsprofil eines Temperatursensors, Drucksensors und/oder Feuchtigkeitssensors aufweist.

**[0071]** Es wird davon ausgegangen, dass die Definitionen und Ausführungen der oben genannten Begriffe für alle in dieser Beschreibung im Folgenden beschriebenen Aspekte gelten, sofern nichts anders angegeben ist.

**[0072]** Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels in Verbindung mit den Unteransprüchen. Hierbei können die jeweiligen Merkmale für sich alleine oder zu mehreren in Kombination miteinander verwirklicht sein. Die Erfindung ist nicht auf die Ausführungsbeispiele beschränkt. Die Ausführungsbeispiele sind in den Figuren schematisch dargestellt. Gleiche Bezugsziffern in den einzelnen Figuren bezeichnen dabei gleiche oder funktionsgleiche bzw. hinsichtlich ihrer Funktion einander entsprechende Elemente.

**[0073]** Im Einzelnen zeigt:

Figur 1 den Aufbau des elektrisch hochleitfähigen Vlieses mit den Leitungen;

Figur 2 ein Gewebe der Leitungen in Schuss- und/oder Kettrichtung;

Figur 3 ein Gewebe der Leitungen im Mehrlagenaufbau zwischen zwei Lagen des elektrisch hochleitfähigen Vlieses.

Figur 4 der Spannungsverlauf bei der Beaufschlagung des Vlieses

**[0074]** Die Figur 1 zeigt in schematischer isometrischer Darstellung den Aufbau des elektrisch hochleitfähigen Vlieses (101) mit den Leitungen (110), mittels welchen der elektrische Kontakt zu einem Steuergerät für einen Daten- und/oder Signalaustausch und/oder eine Versorgung des Vlieses (101) mit elektrischer Energie herstellbar ist. Die Leitungen (110) sind in einem Gewebe (111) in Schuss- und/oder Kettrichtung integrierbar, licht- und witterungsbeständig und chemisch stabil. Das Gewebe (111) ist dabei mit den integrierten Leitungen (110) vollflächig mit dem Vlies (101) kontaktiert.

**[0075]** Das Vlies (101) umfasst einen hohen Anteil an Edelstahlfasern, wodurch ein hohes Maß an mechanischer und chemischer Stabilität gegeben ist. Zudem ist dieses licht- und witterungsbeständig und langzeitstabil, d.h. über einen Zeitraum von mindestens 5 Jahren stabil. Das Vlies (101) ist des Weiteren flammenhemmend und/oder schwer entflammbar ausgestaltet, sowie flexibel und vollflächig gleichbleibend elektrisch hochleitfähig. Das Vlies (101) ist zusätzlich atmungsaktiv ausgestaltet, wodurch Feuchtigkeit das Vlies (101) direkt überwindet.

**[0076]** Das Vlies (101) umfasst elektrisch isolierende Fasern (103) und elektrisch leitfähige Fasern (104), welche ebenfalls licht- und witterungsbeständig und chemisch stabil sind. Die elektrisch leitfähigen Fasern (104) sind dabei blanke metallische Fasern oder metallisch be-



schichtete Fasern mit einem elektrisch isolierten Kern, wobei die metallisch beschichteten nichtleitfähigen Fasern mit einem Metall, insbesondere Silber, und/oder einem Kunststoff beschichtet und/oder galvanisierte Kunststofffasern sind.

**[0077]** Das elektrisch hochleitfähige Vlies (101) erreicht Leistungen in einer Größenordnung von 1 bis mehreren  $\text{kW/m}^2$  mit einer Versorgungsspannung von lediglich 42 Volt Wechselspannung, welche für erwachsene Menschen und normale Anwendungsfälle als nicht bedrohlich gilt. Damit bietet das Vlies (101) aus sicherheitstechnischen Aspekten viele Vorteile. Zudem eröffnen sich damit vielfältige Anwendungen des Vlieses (101), beispielsweise Heizungen im Boden, Decken und/oder Wandbereich, eine Beheizung und/oder Trocknung von Räumen, sowie eine Enteisung im Außenbereich.

**[0078]** Das Vlies (101) ist zusätzlich ein sensorisches Vlies, wobei dieses auf eine festgelegte Querempfindlichkeit durch Hinzugeben von hochleitfähigen Additiven zu dem Fasermaterial, wie beispielsweise Silber bzw. Silberfasern, einstellbar ist, indem ein elektrisches Basisnetz realisiert wird, welches in weiteren Prozessketten fixierbar ist. Auf diese Weise ist bei der Herstellung des Vlieses (101) eine Querempfindlichkeit einstellbar. Somit weist das Vlies (101) das Eigenschaftsprofil eines Temperatursensors, Drucksensors und/oder Feuchtigkeitssensors auf. Zwar gilt bei einem Sensor, dass das Vlies (101) nur auf eine physikalische Größe mit einer bekannten Querempfindlichkeit reagiert. Es ist allerdings auch ein Vlies (101) realisierbar, in welchem unterschiedliche sensorische Vliese (101) miteinander kombiniert werden, so dass das Vlies (101) in seiner Gesamtheit mehrere Eigenschaftsprofile aufweist.

**[0079]** Figur 2 zeigt eine schematische isometrische Darstellung des Gewebes (111) mit den integrierten Leitungen (110) in Schuss- und/oder Kettrichtung (112, 113), welche licht- und witterungsbeständig und chemisch stabil sind. In dem Gewebe sind Litzen, Drähte, leitfähige Garne und/oder leitfähige Zwirne eingewebt.

**[0080]** Die Figur 3 zeigt in schematischer Darstellung die erfindungsgemäße Vorrichtung (100) umfassend das Gewebe (111) mit den integrierten Leitungen (110) im Mehrlagenaufbau zwischen zwei Lagen (102) des elektrisch hochleitfähigen Vlieses (101), wobei das Steuergerät nicht dargestellt ist. Die erfindungsgemäße Vorrichtung (100) ist einfach auf eine zu beheizende Fläche aufbringbar und ist dabei mit einem Flächengewicht von maximal  $160\text{g/sqr}$  sehr leicht.

**[0081]** Deutlich zu erkennen ist, dass das Vlies (101) zwei Lagen (102) ausbildet, wobei die Leitungen (101) in dem Gewebe (111) zwischen den Lagen (102) des Vlieses (101) angeordnet sind. Dabei verläuft der Stromfluss horizontal durch das Vlies (101), d.h. dass Plus- und Minuspol in derselben Lage (102) des Vlieses (101) angeordnet sind, oder vertikal durch das Vlies (101), d.h. dass Plus- und Minuspol in unterschiedlichen Lagen (102) des Vlieses (101) angeordnet sind.

**[0082]** Das Gewebe (111) mit den integrierten Leitun-

gen (110) ist vollflächig mit dem Vlies (101) kontaktiert, so dass sich aufgrund der mechanischen, chaotischen Metall-Metall-Kontaktierung der einzelnen Fasern ein elektrisch hochleitfähiges Netzwerk mit mechanisch temporär stabilen Kontaktierungsbrücken ausbildet. Im Vliesherstellungsprozess werden die in dem Gewebe (111) eingewebten Litzen und/oder Drähte zusätzlich mit den Fasern (103, 104) vernadelt, kalandert und/oder beflammt bzw. werden die leitfähigen Garne und/oder leitfähigen Zwirne mit dem Vlies (101) kontaktiert. Dies ermöglicht eine optimale Kontaktierung.

**[0083]** Figur 4 zeigt ein Diagramm des Spannungsverlaufs bei Beaufschlagung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Erzeugung eines niedrigeren elektrischen Widerstands. Als Ordinate ist die Spannung  $U$  aufgetragen und als Abszisse die Zeit  $t$ . Ausgehend von einer Betriebsspannung  $U_0$  wird kurzzeitig einen Spannungstoß  $\Delta U_1$  auf die Vorrichtung gegeben. Dabei ist  $\Delta U_1$  diejenige Spannung, die beim ersten Spannungstoß oberhalb der Betriebsspannung liegt und diese um den angegebenen Wert übersteigt. Nachdem die beaufschlagte Spannung mit Beendigung des Spannungstoßes, der hier vereinfacht als Rechteck dargestellt wurde, wieder zur Betriebsspannung  $U_0$  zurück gefahren wurde, erfolgt eine Überprüfung dahingehend, ob der nunmehr vorhandene Stromfluss bei der Betriebsspannung  $U_0$  ausreichend ist, um die gewünschte Heizleistung zu erbringen. Sofern dies nicht der Fall ist, erfolgt die Beaufschlagung mit dem zweiten Spannungstoß, wobei der Spitzenwert der Spannung nunmehr über dem Wert des ersten Spannungstoßes liegt, d. h. dass  $\Delta U_2$  größer ist als  $\Delta U_1$ . Dann werden die Voraussetzungen geschaffen, dass sich zusätzliche Brücken zur Erhöhung der Leitfähigkeit ausbilden können.

**[0084]** Nach Beendigung des zweiten Spannungstoßes durch Zurückfahren auf die Betriebsspannung  $U_0$  erfolgt wiederum eine entsprechende Überprüfung, ob nunmehr eine entsprechende Stromstärke vorhanden ist. Dies wird in dem in der Zeichnung gezeigten Beispiel verneint und es werden noch zwei weitere Spannungstoße in der vorbeschriebenen Weise beaufschlagt. Immer gilt, dass die Höhe des Spannungstoßes des nächsten Schrittes größer sein muss als die der vorangegangenen Schritte, da nur in einem solchen Fall die Hoffnung besteht, zusätzliche elektrisch leitfähige Brücken auszubilden.

**[0085]** Mit Abschluss des vierten Spannungstoßes wird nunmehr eine Stromstärke erreicht, die dem gewünschten Wert, dem Istwert entspricht.

**[0086]** Im Ergebnis hätte man durch die vorgeschlagenen Maßnahmen bei gleichbleibender Betriebsspannung  $U_0$  eine höhere Stromstärke realisiert. Im Widerspruch zur gängigen Vorstellung, dass bei Bedarf einer höheren Stromstärke die Spannung entsprechend heraufzusetzen ist, geht die Erfindung einen völlig anderen Weg, der in seinem wesentlichen Kern zum Inhalt hat, zur Erhöhung der Heizleistung den elektrischen Widerstand zu erniedrigen. Dies wird auf elektrischem Wege

durch die in der Erfindung beschriebenen Schritte ermöglicht.

## Bezugszeichenliste

[0087]

100 erfindungsgemäße Vorrichtung  
101 elektrisch hochleitfähiges Vlies  
102 Lagen des Vlieses  
103 elektrisch isolierende Fasern  
104 elektrisch leitfähige Fasern

110 Leitungen  
111 Gewebe  
112 Schussrichtung der Leitungen  
113 Kettrichtung der Leitungen

## Patentansprüche

1. Vorrichtung mit heizbarer Fläche von homogener Wärmeverteilung umfassend

- ein elektrisch hochleitfähiges Vlies (101), welches elektrisch isolierende Fasern (103) und elektrisch leitfähige Fasern (104) umfasst;

- ein Steuergerät, mittels welchem eine Spannung einstellbar ist, um einen für die Erreichung der gewünschten Heizleistung benötigten Stromfluss in der Vorrichtung zu gewährleisten;

- Leitungen (110), mittels welchen der Kontakt zu dem Steuergerät für einen Daten- und/oder Signalaustausch und/oder eine Versorgung des Vlieses (101) mit elektrischer Energie herstellbar ist; und

- die Dichte der elektrisch leitfähigen Fasern so hoch ist, dass bei anliegender Spannung ein Stromfluss zustande kommt;

**dadurch gekennzeichnet, dass**

- zur Erhöhung der Heizleistung bei einer bestimmten anliegenden Spannung, der Betriebsspannung, das Steuergerät kurzzeitig die Spannung um den Spannungsstoß " $\Delta U_1$ " erhöht, um anschließend zur Ausgangsspannung zurückzukehren;

- für den Fall, dass der Istwert der Heizleistung nach wie vor unter dem Sollwert liegt, das Steuergerät einen erneuten Spannungsstoß " $\Delta U_2$ " erzeugt, wobei " $\Delta U_2$ " größer als " $\Delta U_1$ " ist;

- und für den Fall, dass der Istwert der Heizleistung immer noch unter dem Sollwert liegt, das Steuergerät einen erneuten Spannungsstoß " $\Delta U_3$ " erzeugt, wobei " $\Delta U_3$ " größer als " $\Delta U_2$ " ist;

- und für den Fall, dass der Istwert der Heizleistung nach wie vor unter dem Sollwert liegt, die vorbeschriebenen Schritte n mal wiederholt werden, wobei der Spannungsstoß " $\Delta U_n$ " größer

als " $\Delta U_1$ ", mit  $i=1$  (bis  $n-1$ ) ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dauer des einzelnen Spannungsstoßes im Zeitintervall von mindestens 1 ms bis max. 3 sec. liegt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Differenz der Spannungsstöße  $\Delta U_i - \Delta U_{i-1}$  so klein gewählt werden, dass für den Fall, dass der Sollwert der Heizleistung überschritten wird, der aufgrund des letzten durchgeführten Spannungsstoßes erhaltene Istwert in einem vorgegebenen Bereich oberhalb des Sollwerts liegt.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuergerät den für die Erreichung der gewünschten Heizleistung benötigten Stromfluss mittels Amplitudenmodulation und/oder Modulation der Pulsweite bei Rechteckimpulsen regelt.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Vlies (101) wasserabweisend ist und/oder wasserabsorbierende elektrisch isolierende Fasern (103) und elektrisch leitfähige Fasern (104) und/oder Ausrüstungen umfasst.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Vlies (101) wenigstens zwei Lagen (102) ausbildet

7. Vorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leitungen (110) in Schuss- und/oder Kettrichtung (112, 113) in einem Gewebe (111) integriert sind, wobei das Gewebe (111) zwischen den Lagen (102) des Vlieses (101) angeordnet ist.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrisch leitfähigen Fasern (104) blanke metallische Fasern oder metallisch beschichtete nichtleitfähige Fasern sind.

9. Vorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die metallisch beschichteten nichtleitfähigen Fasern (104) mit einem Metall, insbesondere Silber, und/oder einem Kunststoff beschichtet und/oder galvanisierte Kunststofffasern sind.

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Vlies (101) ein sensorisches Vlies ist, wobei dieses auf eine festgelegte Querempfindlichkeit einstellbar ist.

11. Vorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Vlies (101) einen Temperatursensor, Drucksensor und/oder Feuchtigkeitssensor aufweist.

5

12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (100) auf eine zu beheizende Fläche aufbringbar ist.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

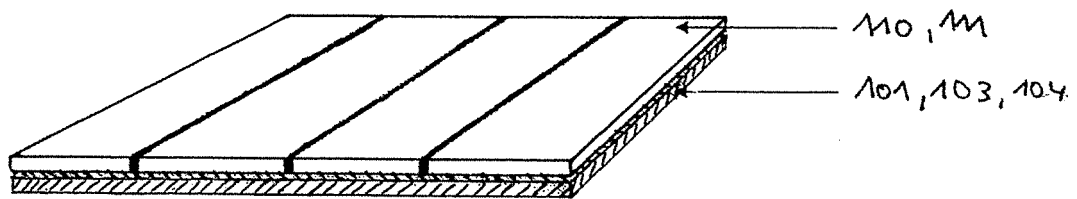


Fig. 1

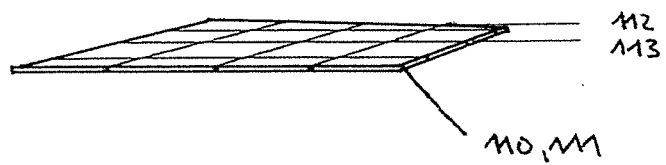


Fig. 2

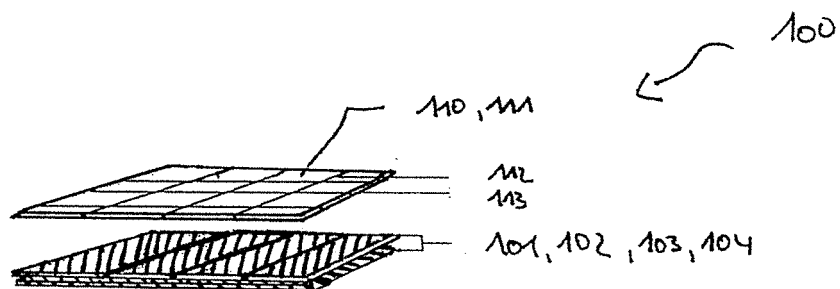


Fig. 3

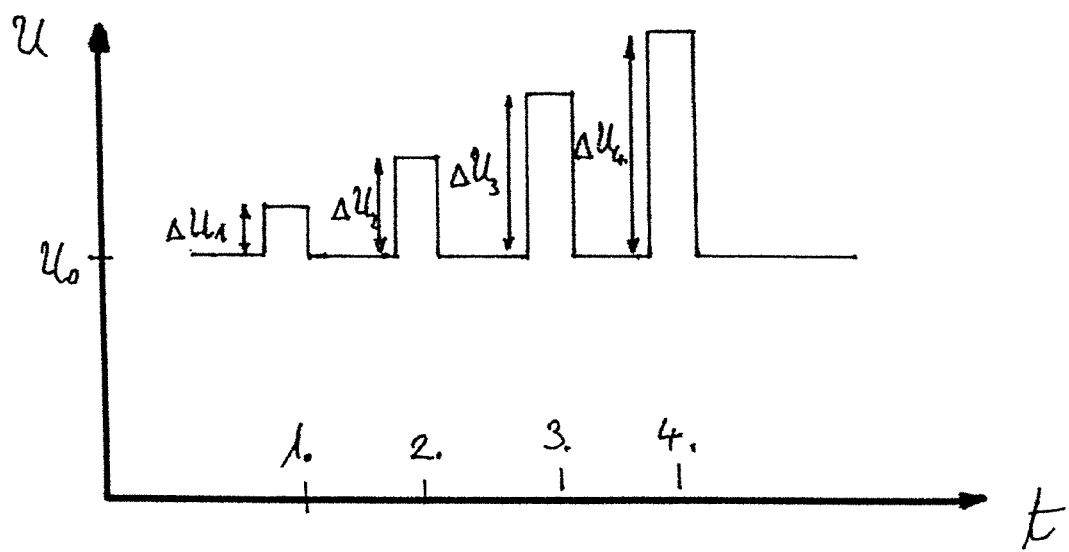


Fig. 4



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 15 18 7190

5

10

15

20

25

30

35

40

45

1

50

55

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A,D	WO 2007/110061 A1 (THUERINGISCHES INST TEXTIL [DE]; NIEMZ FRANK-GUENTER [DE]; RIEDEL BERN) 4. Oktober 2007 (2007-10-04) * Zusammenfassung * * Seite 2, Zeilen 1-10 * * Seite 3, Zeile 5 - Seite 4, Zeile 2 * * Anspruch 1 * * Abbildungen 1,3 *	1-12	INV. H05B1/02 H05B3/34
A	DE 692 17 220 T2 (RODIN HAKAN [SE]) 21. August 1997 (1997-08-21) * Seite 12, Zeile 16 - Seite 14, Zeile 27 * * Anspruch 11 * * Abbildung 8 *	1-12	
A	FR 2 992 139 A1 (TEKCEM [FR]) 20. Dezember 2013 (2013-12-20) * Zusammenfassung * * Seite 2, Zeilen 9-30 * * Seite 4, Zeilen 3-28 * * Anspruch 1 * * Abbildungen 1-3 *	1-12	
A,D	DE 20 2011 100936 U1 (BECHER, THOMAS) 21. September 2011 (2011-09-21) * Zusammenfassung * * Absätze [0001] - [0004], [0011] - [0015] * * Anspruch 1 * * Abbildung 1 *	1-12	
A	US 4 534 886 A (KRAUS ROBERT G [US] ET AL) 13. August 1985 (1985-08-13) * Zusammenfassung * * Spalte 5, Zeile 30 - Spalte 6, Zeile 22; Abbildung 1 *	1-12	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>9. März 2016</b>	Prüfer <b>de la Tassa Laforgue</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 15 18 7190

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

09-03-2016

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2007110061 A1	04-10-2007	DE 102006014171 A1	27-09-2007
		GB 2449829 A	03-12-2008
		US 2009057296 A1	05-03-2009
		WO 2007110061 A1	04-10-2007
DE 69217220 T2	21-08-1997	AT 148549 T	15-02-1997
		CA 2111216 A1	23-12-1992
		DE 69217220 T2	21-08-1997
		DK 0588911 T3	21-07-1997
		EP 0588911 A1	30-03-1994
		ES 2099265 T3	16-05-1997
		FI 935565 A	10-12-1993
		NO 934553 A	10-12-1993
		RU 2110654 C1	10-05-1998
		US 5461213 A	24-10-1995
		WO 9222773 A1	23-12-1992
FR 2992139 A1	20-12-2013	KEINE	
DE 202011100936 U1	21-09-2011	KEINE	
US 4534886 A	13-08-1985	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

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

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 202011100936 U1 **[0005]**
- DE 19911519 A1 **[0007]**
- DE 202013006258 U1 **[0009]**
- WO 200711006181 A1 **[0011]**