



(11) **EP 4 192 192 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
07.06.2023 Patentblatt 2023/23

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
H05B 3/34 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22211148.6**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
H05B 3/347; H05B 2203/002; H05B 2203/026

(22) Anmeldetag: **02.12.2022**

(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 ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Hunziker, Urs**
8706 Meilen (CH)
• **Wurmitzer, Maximilian Johannes**
1120 Wien (AT)
• **Egger, Karl**
4020 Linz (AT)

(30) Priorität: **03.12.2021 DE 102021131971**

(74) Vertreter: **Dilg, Haeusler, Schindelmann**
Patentanwalts-gesellschaft mbH
Leonrodstraße 58
80636 München (DE)

(71) Anmelder: **KE KELIT GmbH**
4020 Linz (AT)

(54) **ELEKTRISCHE FLÄCHENHEIZUNG BASIEREND AUF EINER GITTER-FÖRMIGEN GRUNDSTRUKTUR MIT UNTERSCHIEDLICHEN FASERELEMENTEN**

(57) Es wird eine elektrische Flächenheizung (100) zum Verlegen im Baubereich beschrieben, wobei die elektrische Flächenheizung (100) im Wesentlichen elastisch ist und eine Gitter-förmige, insbesondere Netz-förmige, Grundstruktur (110) aufweist, welche eine Mehrzahl von Öffnungen (115) hat, wobei die Grundstruktur (110) aufweist:

i) eine Mehrzahl von Längselementen (111), welche sich entlang einer Längsrichtung (MD) der Grundstruktur (110) erstrecken, wobei die Längselemente (111) aufweisen:

ia) ein erstes Faserelement (120), welches niederohmig ist und eine permanente Stromtragfähigkeit von zumindest 5 A aufweist, und

ib) ein zweites Faserelement (130), wobei das erste Faserelement (120) eine höhere elektrische Leitfähigkeit aufweist als das zweite Faserelement (130), und

wobei das erste Faserelement (120) in zumindest einer Koordinatenrichtung denselben oder einen höheren thermischen Ausdehnungskoeffizienten aufweist als das zweite Faserelement (130);

ii) eine Mehrzahl von Querelementen (112), welche sich entlang einer Querrichtung (CD) der Grundstruktur (110) erstrecken, wobei die Querelemente (112) aufweisen:

iiia) ein drittes Faserelement (140), wobei das erste Faserelement (120) eine höhere elektrische Leitfähigkeit aufweist als das dritte Faserelement (140).

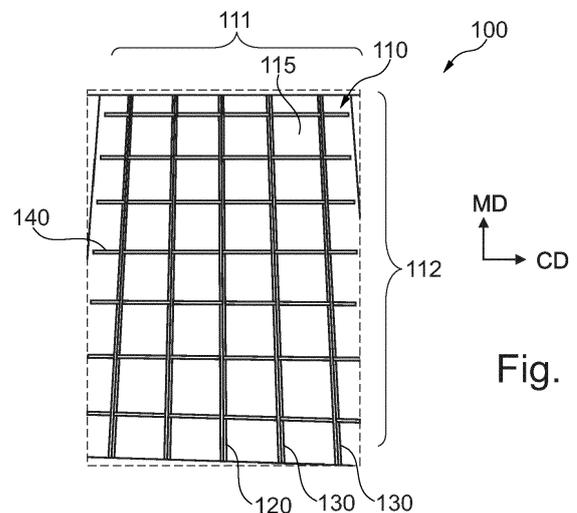


Fig. 1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft eine elektrische Flächenheizung für den Baubereich mit einer Gitter-förmigen Grundstruktur, welche in Längsrichtung und Querrichtung Faserelemente verschiedener Eigenschaften aufweist. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Flächenheiz-System, welches die elektrische Flächenheizung aufweist. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Herstellen der elektrischen Flächenheizung. Zusätzlich betrifft die Erfindung ein Verwenden einer gewebten Grundstruktur als elektrische Flächenheizung.

[0002] Die Erfindung kann sich somit auf das technische Gebiet von Heizsystemen, insbesondere elektrischen Flächenheiz-Systemen, beziehen.

Technischer Hintergrund

[0003] Elektrische Flächenheizungen (eFH) mit elektrischen Heizelementen sind als flächige Widerstandsheizungen oder heizkabelbasierende Systeme bekannt. Allerdings können (fest eingebaute) elektrische Flächenheizungen Zuverlässigkeits- und Sicherheitsrisiken darstellen. EFHs können beispielsweise derart fest mit einem Baukörper oder Deckbelag verbunden sein, dass sich Spannungen, insbesondere Zugspannungen, aus dem Gebäude (z.B. Setzungsrisse im Beton) oder vom Deckbelag (z.B. alterungsbedingte Schrumpfung von Kunststoffböden) auf das Heizelement übertragen. Dies insbesondere bei Ausführungen, welche zur Mörtel- oder Kleberdurchdringung mit Löchern oder Aussparungen versehen sind.

[0004] In einem anschaulichen Beispiel können Heizelemente häufig einen Anteil von Kohlenstoff, insbesondere Graphit, als aktives Heizmaterial aufweisen, wobei dieser dann den oben beschriebenen Zugspannungen ausgesetzt ist. Diese Zugspannungen wirken auf die Kohlenstoff-(Graphit-) Komponenten und können deren Widerstand, und damit das Heizverhalten, negativ verändern. Diese Problematik kann sich besonders bei Folien-Systemen (oder anderen dünnen und elastischen Einbettungen von Heizelementen) bemerkbar machen.

[0005] Bekannte Flächenheizungen haben die oben genannten Problematiken (insbesondere hinsichtlich Ausdehnungsverhalten) in Zusammenhang mit einer geeigneten Stromzuführung bislang nicht gelöst. Besonders wünschenswert kann daher ein System sein, welches in Einzelsystemen (z.B. 10 m lang und 1 m breit) organisiert ist, mit genügend Strom versorgt wird, günstig in der Herstellung ist, und zusätzlich ohne störende Welligkeit bis zur Einbettung auf dem Boden ausrollbar ist.

Zusammenfassung der Erfindung

[0006] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine (elastische) elektrische Flächenheizung für den

Baubereich bereitzustellen, welche einerseits stabil verlegbar und andererseits sicher und zuverlässig Stromversorgt ist.

[0007] Diese Aufgabe wird mit den Gegenständen der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

[0008] Gemäß einem Aspekt der Erfindung ist eine elektrische Flächenheizung zum Verlegen im Baubereich beschrieben, wobei die elektrische Flächenheizung (im Wesentlichen) elastisch (z.B. als Heizfolie ausgestaltet und einrollbar) ist und eine Gitter-förmige (insbesondere Netz-förmige) Grundstruktur aufweist, welche eine Mehrzahl von Öffnungen (zwischen Faserelementen) hat. Die Grundstruktur weist ferner auf:

i) eine Mehrzahl von Längselementen, welche sich entlang einer Längsrichtung (machine direction MD) der Grundstruktur erstrecken, wobei die Längselemente aufweisen:

ia) ein erstes Faserelement (z.B. ein Kupferkabel), welches niederohmig ist und eine permanente Stromtragfähigkeit (Strombelastbarkeit) von zumindest 5 A (Ampere) aufweist, und

ib) ein zweites Faserelement (z.B. Glasfaserverstärkter Kunststoff),

ic) wobei das erste Faserelement eine höhere elektrische Leitfähigkeit (Leitfähigkeit des Faserelements als Ganzes, nicht die spezifische Leitfähigkeit) aufweist als das zweite Faserelement, und

id) wobei das erste Faserelement in zumindest einer Koordinatenrichtung (x, y, z) denselben oder einen höheren thermischen Ausdehnungskoeffizienten aufweist als das zweite Faserelement,

ii) eine Mehrzahl von Querelementen, welche sich entlang einer Querrichtung (cross-direction CD) der Grundstruktur erstrecken, wobei die Querelemente aufweisen:

iiia) ein drittes Faserelement (z.B. Glasfaserverstärkter Kunststoff, insbesondere mit einem Heizmaterial beschichtet oder ein carbon roving),

iiib) wobei das erste Faserelement eine höhere elektrische Leitfähigkeit (und insbesondere in zumindest einer Koordinatenrichtung (x, y, z) denselben oder einen höheren thermischen Ausdehnungskoeffizienten) aufweist als das dritte Faserelement.

[0009] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung ist ein Flächenheiz-System beschrieben, welches aufweist:

i) eine elektrische Flächenheizung wie oben ausge-

führt,

ii) einen Untergrund (z.B. ein Boden, eine Wand, eine Decke), wobei die elektrische Flächenheizung mit dem Untergrund fest verbunden (z.B. angeklebt, eingebettet, abgedeckt) ist.

[0010] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung ist ein Verfahren zum Herstellen einer (im Wesentlichen) elastischen elektrischen Flächenheizung beschrieben, wobei das Verfahren aufweist:

i) Bereitstellen einer Mehrzahl von Längselementen, welche sich entlang einer Längsrichtung erstrecken, wobei die Längselemente aufweisen:

- ia) ein erstes Faserelement, welches niederohmig ist und eine permanente Stromtragfähigkeit von zumindest 5 A aufweist, und
- ib) ein zweites Faserelement,

wobei das erste Faserelement eine höhere elektrische Leitfähigkeit aufweist als das zweite Faserelement, und

wobei das erste Faserelement in zumindest einer Koordinatenrichtung denselben oder einen höheren thermischen Ausdehnungskoeffizienten aufweist als das zweite Faserelement;

ii) Bereitstellen einer Mehrzahl von Querelementen, welche sich entlang einer Querrichtung erstrecken, wobei die Querelemente aufweisen:

- ia) ein drittes Faserelement, wobei das erste Faserelement eine höhere elektrische Leitfähigkeit aufweist als das dritte Faserelement; und
- iii) Verbinden (insbesondere Weben) der Längselemente und der Querelemente, um eine Gitterförmige, insbesondere Netzförmige, Grundstruktur mit der Längsrichtung und der Querrichtung zu erhalten.

[0011] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung ist beschrieben ein Verwenden einer gewebten Gitterförmigen Grundstruktur, welche elektrisch isolierende Fasern mit Heizmaterial-Beschichtung aufweist, als elastische elektrische Flächenheizung.

[0012] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung ist beschrieben ein Verwenden eines Metallkabels als Kette (im Sinne der Webtechnik) in der gewebten Grundstruktur (wie oben beschrieben), um ein spezifisches Ausdehnungsverhalten zu ermöglichen.

[0013] Im Rahmen dieses Dokuments kann unter dem Begriff "elektrische Flächenheizung" (eFH) insbesondere eine Vorrichtung verstanden werden, welche Wärmeenergie abgibt, wenn ihr elektrische Energie zugeführt wird. Bevorzugt ist die eFH flächig ausgebildet, weist also

zwei Hauptstreckungsrichtungen (Längenrichtung x und Breitenrichtung y) auf. Eine eFH kann ein Heizelement aufweisen, z.B. einen Heizdraht, ein Heizkabel, eine Heizfolie, oder eine Heizfläche. In einem einfachen Ausführungsbeispiel kann eine eFH durch einen flächig angeordneten Heizdraht realisiert werden, welcher von Strom durchflossen wird, so dass er sich erwärmt und entsprechend Wärme an die Umgebung abgibt. In einem weiteren Ausführungsbeispiel wird ein Heizkabel als Heizelement verwendet. Dieses kann an oder in einem Trägermaterial einer Trägerstruktur (beispielsweise einer Trägerfolie) angeordnet sein. In einem bevorzugten Beispiel kann ein Heizkabel, insbesondere in gebogener, weiter insbesondere mäandrierender Anordnung, in einem Trägermaterial angebracht oder in dem Trägermaterial eingebettet sein. Beispielsweise kann die Trägerstruktur als Folie ausgebildet sein, welche dann auf Rollen transportierbar ist. Zum Verlegen der eFH als Wand-, Decken- oder Bodenbelag können die Rollen dann ausgerollt und befestigt werden. In einem Ausführungsbeispiel kann die verlegte eFH mit einem Fussboden, z.B. Parkett, oder mit einer Tapete bedeckt werden. Insbesondere können elektrische Flächenheizungen im Baubereich, z.B. Hausbau und Gebäudebau, verwendet werden. Eine eFH kann modulartig aufgebaut sein und eine Mehrzahl von Heizkomponenten aufweisen. In einem Beispiel umfasst der Begriff "Baubereich" keine Industrie oder Aviatik Anwendungen.

[0014] Der Begriff "Heizkomponente" oder "Heizelement" kann sich im Rahmen dieses Dokuments insbesondere auf ein Element beziehen, welches besonders dafür geeignet ist, bei elektrischer Energie-Zufuhr Wärme an die Umgebung abzugeben. Ein Heizelement kann z.B. einen Heizdraht, ein Heizkabel, eine Heizfolie, oder eine Heizfläche umfassen. Auch kann ein Heizelement z.B. durch eine Kupferbahn oder ein Heizmaterial wie einen Heizlack realisiert werden.

[0015] Der Begriff "Grundstruktur" kann sich in diesem Dokument insbesondere auf eine Materialstruktur beziehen, welche als Gerüst für eine eFH verwendet werden kann. Insbesondere kann die Grundstruktur stabilisierend gegen Spannungen wirken. Andererseits soll eine gewisse Elastizität gegeben sein, damit eine elastische eFH ermöglicht ist. In einem Ausführungsbeispiel ist die Grundstruktur als Gewebe, Gitter, oder Netz strukturiert. In einem weiteren Beispiel ist die Grundstruktur als Vlies und/oder aus Fasern aufgebaut.

[0016] Die (Gitterförmige) Grundstruktur kann insbesondere Längselemente und Querelemente aufweisen. Diese Elemente weisen wiederum Faserelemente auf. Das Material der Faserelemente kann eine erhöhte Zugfestigkeit aufweisen, so kann sich beispielsweise Glasfaser als ein Material anbieten. Die Grundstruktur kann für den Einsatz als eFH Gerüst hergestellt werden. Dies kann den Vorteil haben, dass mit wenig Material eine große Fläche abgedeckt werden kann, und sich dennoch eine (Zug-) Spannung-stabilisierende Wirkung ergibt. Entsprechende Strukturen sind von Armierungsgewebe

und Putzbewehrungen bekannt, werden bislang aber für einen anderen Zweck verwendet.

[0017] Im Rahmen dieses Dokuments kann unter dem Begriff "Faserelement" (alternativ: Filament) insbesondere ein lineares Element der Grundstruktur verstanden werden, welches eine Ausdehnung in einer Raumrichtung aufweist, die deutlich größer ist als die Ausdehnung in die anderen beiden Raumrichtungen. In anderen Worten, ein Faserelement zeichnet sich dadurch aus, dass es besonders lang und dünn (und dabei elastisch) ausgestaltet ist. Ein Faserelement kann ein anorganisches Material (z.B. Glasfaser) oder ein organisches Material (Kohlenstofffaser, Kunststoff) aufweisen. In einem weiteren Beispiel weist ein Faserelement ein Metall, z.B. Kupfer, auf. Hierbei kann das Faserelement z.B. Kabelartig ausgestaltet sein. Bevorzugt ist das Fasermaterial nicht brennbar. In einem Ausführungsbeispiel weist das erste Faserelement ein Metall auf, während das zweite und dritte Faserelement einen Glasfaserverstärkten Kunststoff aufweisen. Dabei ist das erste Faserelement niederohmig, während das zweite und das dritte Faserelement hochohmig sind.

[0018] Der Begriff "Faser" ist hierbei insbesondere auf die Längserstreckung bezogen. Ein Faserelement kann eine Einzelfaser oder eine Vielzahl von Fasern (z.B. Faserbündel) aufweisen. Beispielsweise kann ein Faserelement eine Vielzahl von Glasfasern aufweisen. Ein Metallkabel ohne Einzelfasern kann in diesem Zusammenhang aber auch als Faserelement bezeichnet werden. Ein konkretes Ausführungsbeispiel eines zweiten/dritten Faserelements kann sein: Carbon Roving ZOLTEK PX35 der Firma Zoltek Europe, H-2537 Nyergesüjfalu in Ungarn.

[0019] Der Begriff "elektrisch leitfähiges Heizmaterial" kann sich in diesem Dokument insbesondere auf ein elektrisch leitfähiges Material beziehen, welches geeignet ist als Coating (für ein elektrisch isolierendes Grundelement) verwendet zu werden, und welches ferner geeignet ist, als Heizelement zu fungieren. In einem Beispiel kann das Heizmaterial ein Heizlack sein. Ein Heizlack kann ein elektrisch leitfähiger Stoff sein, der in flüssiger Form verarbeitet werden kann und in eine harte oder gelierte Form übergehen kann, z.B. mittels Aushärten, Austrocknen, oder Ausreagieren. Dieses Heizmaterial wird in der hier beschriebenen Flächenheizung insbesondere als Heizkomponente verwendet.

[0020] In einem Ausführungsbeispiel wird insbesondere das dritte Faserelement mit einem Heizmaterial vorgesehen. Das elektrisch leitfähige erste Faserelement kann hierbei als Stromversorgung für das Heizmaterial verwendet werden.

[0021] Der Begriff "elastisches Isolationsmaterial" kann sich in diesem Dokument insbesondere auf ein elektrisch isolierendes Material beziehen, welches geeignet ist, das (beschichtete) Grundelement einzubetten. Um zusätzlich eine elastische Eigenschaft bereitzustellen, kann sich beispielsweise ein thermoplastisches Elastomer oder Silikon eignen.

[0022] Der Begriff "elastisch" ist im Rahmen dieses Dokuments insbesondere dahingehend auszulegen, dass ein elastisches Material (z.B. eine eFH) nach dem Einwirken einer Kraft (im Wesentlichen) zerstörungsfrei in die Ursprungsform zurückkehren kann. Eine elastische eFH kann beispielsweise einrollbar sein, während dies bei einer nicht elastischen eFH nicht möglich ist.

[0023] Der Begriff "Zugfestigkeit" (bzw. Reißfestigkeit) kann sich in diesem Dokument insbesondere auf einen Festigkeitskennwert der Grundstruktur beziehen. Insbesondere kann die Zugfestigkeit gemäß ISO 537 ermittelt werden.

[0024] Der Begriff "Flächenheizmodul" kann sich im Rahmen dieses Dokuments insbesondere auf ein oder mehr Heizelemente beziehen, welche sich als Modul zusammenfassen lassen. Ein solches Modul kann beispielsweise gezielt von einer Steuervorrichtung gesteuert/geregelt werden. Insbesondere ist eine solche Heizkomponente von einer weiteren Heizkomponente abgrenzbar. Besonders bevorzugt kann eine Heizkomponente ein Modul sein, welches unabhängig von anderen Heizkomponenten gesteuert/geregelt werden kann. Hierbei kann eine eFH (zumindest teilweise) modular aufgebaut sein, also eine Mehrzahl von Heizkomponenten Modulen aufweisen. Eine Heizkomponente kann z.B. ein bestimmter Abschnitt eines Heizelements (z.B. Heizkabel) sein oder auch eine Gitterstruktur aus einer Mehrzahl von stabförmigen Heizelementen. In einem Beispiel kann eine Heizkomponente ein Heizfeld (bzw. eine Heizzone) in einer Heizfläche sein. Eine Heizkomponente kann ein abgetrennter oder abtrennbarer Bereich sein. In einem anderen Beispiel kann eine Heizkomponente zusammen mit weiteren Heizkomponenten in demselben Bereich (z.B. Fussboden eines Zimmers) (auch untrennbar) angeordnet sein, wobei dann aber jede Heizkomponente dennoch unabhängig von den anderen Heizkomponente gesteuert/geregelt werden kann. Eine Heizkomponente kann ein Flächenheizmodul darstellen oder Teil eines Flächenheizmoduls sein.

[0025] Ein Flächenheizmodul kann neben der Heizkomponente auch eine Steuervorrichtung oder Steuereinrichtung aufweisen, insbesondere wobei die Steuervorrichtung/Steuereinrichtung in das Flächenheizmodul integriert ist.

[0026] Gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel kann die Erfindung auf der Idee basieren, dass eine (elastische) elektrische Flächenheizung für den Baubereich bereitgestellt werden kann, welche einerseits stabil und andererseits auch sicher und zuverlässig Strom-versorgt ist, wenn für die eFH eine Gitterförmige (Längselement und Querelemente) Grundstruktur gewählt wird, in welcher (vereinzelte) erste Faserelemente als Längselemente eingebracht werden, welche eine deutlich höhere elektrische Leitfähigkeit (und einen höheren Ausdehnungskoeffizienten) aufweisen als zweite und dritte Faserelemente.

[0027] Es wurde erstaunlicherweise gefunden, dass bei der Verwendung von zweiten/dritten hochohmigen

Faserelementen mit geringem Ausdehnungskoeffizienten in Zusammenspiel mit ersten niederohmigen (hohe Stromtragefähigkeit) Faserelementen mit höherem Ausdehnungskoeffizienten, eine Stabilisierung und Verbesserung der elektrischen Eigenschaften bewirkt werden kann. Ohne an eine bestimmte Theorie gebunden sein zu wollen, wird dies derzeit wie folgt verstanden:

Ein höherer thermischer Ausdehnungskoeffizient (z.B. zweites Faserelement e-Glas ($5 \cdot 10^{-6}/\text{Kelvin}$) und erstes Faserelement Kupfer ($16 \cdot 10^{-6}/\text{Kelvin}$) oder Aluminium ($23 \cdot 10^{-6}/\text{Kelvin}$) kann z.B. den Faktor 2 bis 3 betragen. Bei einer vollständigen Einbettung der eFH Grundstruktur in eine feste Masse (z.B. Beton), haben die Faserelemente keine Ausweichmöglichkeiten, sondern bilden Schub- oder Zugspannungen bei Temperaturänderungen. Bei aktivierter Heizung dehnen sich somit die ersten Faserelemente für die Versorgung der Heizung mehr aus als die (parallel liegenden) zweiten Faserelemente. Diese Ausdehnung der ersten Faserelemente kann zu einem verbesserten Kontakt zwischen den Faserelementen (Heizleitungen) und zu einer Reduktion der Hotspotbildung an den Übergängen/Schnittstellen führen.

[0028] Es wurde zudem erstaunlicherweise gefunden, dass diese Ausdehnung der niederohmigen ersten Faserelemente bei Erhitzung sich ideal mit der Eigenschaft von zweiten/dritten Faserelementen verbinden lassen kann, welche bei Erhitzung tendenziell in Querrichtung zur Faser dicker werden, in Faserlängsrichtung aber nur eine unwesentliche Längenänderung erleben. An den Kreuzungspunkten der Längs- und Querrichtung kann somit in Querrichtung eine mechanische Verdickung der dritten Faserelemente auf die Ausdehnung der ersten Faserelemente treffen. Diese Maßnahme kann ferner die entsprechenden elektrischen Übergangswiderstände reduzieren und einer lokalen Überhitzung entgegenwirken.

[0029] Die niederohmigen Faserelemente (z.B. Kupferkabel) können ferner als Zuleitungen und/oder Heizelemente verwendet werden.

Exemplarische Ausführungsbeispiele

[0030] Gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel ist die Grundstruktur (zumindest teilweise) als gewebtes Gewebe ausgebildet, wobei die Längselemente die Kette(n) des Gewebes bilden, und wobei die Querelemente den Schuss des Gewebes bilden. Dadurch kann sich der Vorteil ergeben, dass sich bei einfacher Herstellbarkeit eine geringe Aufbauhöhe und eine geringe Biegebelastung (und dadurch eine höhere Zugbelastung der Grundstruktur) erreicht werden kann.

[0031] Durch das Weben kann auch eine gewisse Selbsthaltung des Schusses in Querrichtung erreicht werden, wenn die Ketten in Längsrichtung unter genügend Spannung gehalten werden. Dies kann bei den großen Öffnungen (gegenüber der vom Material des Netzes belegten Fläche) im Netz (damit beim Einbau in eine Fläche der Kleber, Estrich, Zement usw. durch diese Öffnungen durchtreten und das Netz verfestigen kann) von

besonderer Bedeutung sein, da gerade bei großen Öffnungen in einem Netzprodukt kein großer Zusammenhalt mehr zwischen Kette und Schuss besteht.

[0032] Ein nachherige Coating mit einem Binder (siehe unten) kann zwar stabilisierend wirken, aber bis zur Austeifung des Binders kann mittels einer hohen Zugspannung auf der Kette das Verrutschen der Schnittstellen von Kette und Schuss reduziert, bzw. verhindert werden. Hier kann die Besonderheit der Materialauswahl für die Faserelemente mitspielen: wenn zum Beispiel in direkter Umgebung des ersten Faserelements ein besonders zugfester Nichtleiter (z.B. aus e-Glas) platziert wird, kann so die für die Verrutschungssicherung benötigte Spannung auf den Kettenfilamenten aufrecht erhalten werden, ohne dass das erste Faserelement eine Überdehnung erlebt.

[0033] Gemäß einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel ist die Grundstruktur (zumindest teilweise) gebildet mittels zumindest einem von Weben, Fixieren, Knoten, oder Stricken, der Fasern der Längselemente und der Querelemente. Dies kann den Vorteil haben, dass auf einfache Weise eine Grundstruktur mit geringer Aufbauhöhe und geringer Zugbelastung erhalten werden kann.

[0034] Diese Herstellung der Netzstruktur kann durch mehrere unterschiedliche Herstellungsverfahren erreicht werden, u.a. Gitter-artiges Aufeinanderlegen von Filamenten und Fixierung an den Kreuzpunkten, geknotete Filamente, knotenloses Wirken (textile Netzformtechniken), Stricken.

[0035] Gemäß einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel weist das erste Faserelement Metall, insbesondere Kupfer oder Aluminium, auf. Insbesondere ist das erste Faserelement als Kabel ausgebildet. Durch diese Maßnahme kann auf kostengünstige Weise ein elektrisch leitfähiges Material mit vergleichsweise hoher thermischer Ausdehnung bereitgestellt werden. Das erste Faserelement kann zudem als elektrische Zuleitung oder sogar als Heizmaterial verwendet werden.

[0036] Gemäß einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel ist das zweite Faserelement und/oder das dritte Faserelement hochohmig, insbesondere elektrisch isolierend, ausgebildet. Bevorzugt sind parallel zu dem ersten Faserelement eine Mehrzahl von zweiten Faserelementen angeordnet, welche andere physikalische Eigenschaften aufweisen, um das oben beschriebene Verhalten zu ermöglichen. Die zweiten Faserelemente können wie die dritten Faserelemente (auch mit Heizmaterial) ausgestaltet sein, aber auch eine unterschiedliche Zusammensetzung aufweisen.

[0037] Gemäß einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel weist das zweite Faserelement und/oder das dritte Faserelement zumindest eines auf aus der Gruppe, welche besteht aus: Polyethylen, HP-Polyethylen, Polyamid, Polypropylen, Polyethylenterephthalat, Polyetheretherketon, Aramid, Para-Aramid, insbesondere Kevlar, Kohlenstoff, Glas, Zellulose, Flachs, Jute, Baumwolle, Basalt, ein nicht-brennbares

Material, ein anorganisches Material. Dies kann den Vorteil haben, dass erprobte und Industrie-relevante Materialien direkt implementiert werden können.

[0038] Gemäß einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel weist die eFH ferner ein elektrisch leitfähiges Heizmaterial als Heizkomponente auf, welches das dritte Faserelement (in einem Beispiel auch zweite Faserelemente) zumindest teilweise umschließt. Gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel ist das elektrisch leitfähige Heizmaterial zumindest teilweise in Material der Grundstruktur eingedrungen, insbesondere in Zwischenräume zwischen Fasern (insbesondere Glasfasern) der Grundstruktur eingeflossen.

[0039] In einem Ausführungsbeispiel wird die Grundstruktur oder das zweite/dritte Faserelement zur Aufbringung von Heizmaterial (z.B. Heizlack) in einem Verarbeitungsschritt in Heizmaterial getränkt, wobei dieser in das Material eindringt. Dadurch wird dieses auch in seinem Innern elektrisch leitend und zu einem Wärmeerzeuger. Durch das Eindringen kann sich mehr Heizmaterial pro Volumen akkumulieren, was zu einem tieferen Widerstand führen kann. Dies kann besonders bei längeren Stromwegen und tiefen Versorgungsspannungen von Vorteil sein, denn dadurch lässt sich eine höhere Heizleistung realisieren (insbesondere bei Betriebsspannungen von beispielsweise unter 60 V).

[0040] Gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel weist das Heizmaterial zumindest eines aus der Gruppe auf, welche besteht aus: Heizlack (z.B. EHC-OL-SC), Kohlenstoff, insbesondere Graphit, Leitruß, Kupfer, Aluminium, Silber, einem 2K-Material, einem elektrisch leitfähigen Härter, einem elektrisch leitfähigen Bindematerial, einem thermoplastischen Elastomer, einem Ester, insbesondere Polyvinylester, Polyacryl, Polyacrylnitril. Dies kann den Vorteil haben, dass erprobte und Industrie-relevante Materialien direkt implementiert werden können.

[0041] Gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel weist das Heizmaterial eine elastische Dehnbarkeit auf, welche grösser ist als eine elastische Dehnbarkeit des zweiten/dritten Faserelements.

[0042] Ein vorteilhafter Aspekt kann eine Einstellbarkeit der Elastizität des Heizmaterials sein. Wenn diese so gewählt wird, dass die elastische Dehnbarkeit grösser ist als diejenige der Faserelemente, wird das Heizmaterial bei auf die eFH übertragenen Zugbelastungen nicht bis zur Deformationsgrenze gedehnt und kann so seine elektrischen Eigenschaften weitgehend beibehalten.

[0043] Gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel ist das elektrisch leitfähige Heizmaterial in 1/100 oder mehr, insbesondere in 1/20 oder mehr, weiter insbesondere in 1/5 oder mehr, des Volumens (bzw. der Dicke und/oder der Dichte) des zweiten/dritten Faserelements (insbesondere einer Einzelfaser oder eines Faserbündels) eingedrungen bzw. eingeflossen.

[0044] In einem Beispiel kann die kapillare Saugfähigkeit eines heterogenen Grundstruktur-Materials (z.B. Stapelfaser: Luft und Fasermaterial) ausgenutzt werden,

so dass dieses eine größere Menge Heizmaterial aufnehmen kann und dadurch die Gleichförmigkeit der Widerstandswerte genauer gesteuert werden kann. Dadurch kann erreicht werden, das Heizmaterial nicht nur an der Oberfläche der Grundstruktur anhaftet, sondern zumindest teilweise in mehr als ein Zehntel des Durchmessers eines Trägerfadens eindringt, bevorzugt mehr als ein Fünftel, besonders bevorzugt mehr als die Hälfte des Trägerfadens.

[0045] Gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel ist (im Betriebsmodus bzw. Heizmodus der eFH) eine höhere Temperatur im Inneren der Grundstruktur bereitgestellt als an der Oberfläche der Grundstruktur. Dies kann, wie oben beschrieben, dem Umstand geschuldet sein, dass Heizmaterial in Zwischenräume der Grundstruktur eingedrungen ist.

[0046] Dadurch wird auch das Innere der Grundstruktur elektrisch leitend und zu einem Wärmeerzeuger. Da die Wärme erst außerhalb abgeleitet wird, entsteht je nach Ausführungsvariante im Innern eine Hitzestau und dadurch eine höhere Temperatur als Außen.

[0047] Gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel weist die eFH einen Binder auf, welcher das zweite/dritte Faserelement zumindest teilweise umschließt. Der Binder kann elektrisch leitfähig oder elektrisch isolierend sein. Bei einem Aushärten kann der Binder um mehr als 0,5%, insbesondere um mehr als 2%, weiter insbesondere um mehr als 8%, seines Volumens schrumpfen. Das Heizmaterial ersetzt oder ergänzt dabei den Binder, was zu einer Materialeinsparung führen kann.

[0048] Bei der Herstellung der eFH kann ein Bereich der Grundstruktur ohne Heizmaterial belassen werden. In diesem Bereich kann zum Beispiel normaler isolierender Binder eingesetzt werden oder alternativ Verstärkungselemente aus anderen Materialien verwendet werden (z.B. Baugruppenträgermaterialien für Elektrokomponenten, welche auch gleich die Stromzuführungen zum Heizmaterial beinhalten).

[0049] In einem Beispiel können Bereiche der Grundstruktur frei von Heizmaterial sein, insbesondere durch ein nichtleitendes Versteifungsmaterial (Binder, Trägermaterial für Elektrokomponenten, usw.) verstärkt sein, insbesondere wobei in diesem Bereich auch elektrische Zuführungen eingebracht sind.

[0050] Gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel ist der Binder (zumindest teilweise) eingebracht, insbesondere an den Aussparungen angebracht. Dadurch kann eine Abgrenzung unabhängiger Heizkomponenten/Flächenheizmodule elektrisch isolierend und stabilisierend vorgesehen werden.

[0051] Erstaunlicherweise wurde zusätzlich eine weitere Funktionalisierung des Binders erreicht: durch geeignete Binder kann erreicht werden, dass diese beim Erreichen einer höheren Viskosität (im Rahmen des Gellierungsprozesses) bzw. beim finalen Aushärten eine Schrumpfung (z.B. Volumenreduktion durch Abgang von Lösungsmittel/Wasser) erleben. Dies kann bei geeigneter

ter Dimensionierung von Materialdurchmessern (Niedrigohmleiter oder Heizfilament) gegenüber Binderhüllendicke dazu verwendet werden, den Anpressdruck zwischen Heizfilament (Heizmaterial) und Niedrigohmleiter (erste Faserelemente) zu erhöhen. Nebst den impliziten Effekten eines ‚Zusammenziehens‘, ähnlich einem Schrumpfschlauch (allenfalls weniger Durchmesserreduktion, als auch weniger Kraft der radialen Kompression, allenfalls Volumenreduktion in alle Richtungen) wird dieser Mechanismus auch Durch Kapillar-, Adhäsions- und Kohäsionskräfte unterstützt.

[0052] In Analogie zur Kesselformel entsteht eine radiale Kompression (analog zum Druck im Kessel), um Kreuzungen zwischen Niedrigohmleiter und Heizfilament, welche durch die entstehenden Zugkräfte in Tangentialrichtung aufgrund von volumetrischer Schrumpfung während dem Aushärteprozess des Binders auftreten. Dies hat zur Folge, dass bei einer gleichmäßigen volumetrischen Reduktion eines Zylinders (als Modell eines Coatings auf einem Filament) eine Reduktion des Innendurchmessers stattfindet, was die Kompression erhöht. Aus diesem Grund werden in einem Beispiel keine konkaven Metallformen beim Glasgießen verwendet: die gleichförmige thermische Volumenreduktion der Metallform würde eine derart große Kompression bewirken, dass das Glas springen kann, weil das Metall einen größeren Ausdehnungskoeffizienten als das Glas hat.

[0053] Der hier erfindungsgemäß ablaufende Volumenreduktionsprozess findet aber nicht durch thermische Veränderung, sondern durch chemische/physikalische Volumenreduktion im Übergang zwischen "etwas steif" auf "ausgesteift" des Binders statt - der Kompressionseffekt kann aber derselben Geometriemechanik unterliegen.

[0054] Diese radiale Kompression kann den Kontaktdruck zwischen den beiden Leitertypen (Faserelementen) erhöhen und so für eine bessere Verbindung sorgen. Entsprechende Kontaktverbesserungen konnten bereits bei Bindern mit Volumenreduktion/Schrumpfungen von über 0.5%, insbesondere über 2%, bevorzugt über 8% festgestellt werden.

[0055] Gemäß einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel sind die zweiten Faserelemente und/oder die dritten Faserelemente mit einem Coating, insbesondere dem Heizmaterial und/oder dem Binder, beschichtet. Dies insbesondere wobei das Coating eine Dicke in dem Bereich 0,01 bis 4 mm, insbesondere 0,05 und 2 mm, weiter insbesondere 0,1 und 1 mm, aufweist.

[0056] Gemäß einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel ist eine Schnittstelle zwischen dem ersten Faserelement und dem dritten Faserelement mit dem Coating zumindest teilweise abgedeckt.

[0057] Gemäß einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel weist die eFH ferner auf: eine Isolation und/oder eine Separation an einer Schnittstelle zwischen dem ersten Faserelement und dem dritten Faserelement.

[0058] Ein Coating kann den Kontaktdruck vorteilhaft

erhöhen. Eine zusätzliche Kontaktdruckerhöhung kann durch mehrfache Coatings (Aufbringen eines Coatings, wenn jeweils das darunterliegende Coating mindestens zur Hälfte ausgesteift ist) erreicht werden. Wenn man diesen Effekt verstärken will, können auch stärker schrumpfende Materialien für die äußere Umhüllung verwendet werden, wie sie zum Beispiel für Heißschrumpffolien verwendet werden (und so zum Beispiel die netzförmige Grundstruktur zwischen zwei Lagen Heißschrumpffolie einlaminiert und diese dann thermisch schrumpfen).

[0059] Hierfür wird bevorzugt eine äußere Bedeckung des Schnittpunkts von drittem Faserelement und erstem Faserelement minimal von Coating bedeckt, weiter bevorzugt wird eine großflächige Coating-Bedeckung vorgesehen.

[0060] In einem Ausführungsbeispiel können sich die Begriffe Heizmaterial, Binder, und Coating auch überschneiden.

[0061] In einem Beispiel sind einzelne Kettenfäden (Längselemente) isoliert, so dass sie keinen Kontakt zum Heizlack/Heizelement oder elektrisch leitendem Schuss der dritten Faserelemente (z.B. carbon rovings) haben. Dies kann den späteren Einbau eines Controllers (Steuereinheit) für einzelne Felder mittels einer separaten Verbindung erlauben. Diese kann zum Beispiel in Schneidklemmtechnik derart hergestellt werden, dass der Controller die Energie aus der isolierten Kette beziehen und diese bei der Abgabe an das Feld regeln kann. Diese Isolation kann bei der Verwendung von Heizlack auch nur temporär sein und nach dem Tränken wieder entfernt werden.

[0062] Gemäß einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel weist die eFH ein (elastisches) Isolationsmaterial auf, in welchem die Grundstruktur zumindest teilweise eingebettet ist. Dadurch kann eine stabile und robuste eFH bereitgestellt werden, welche dennoch elastisch ist.

[0063] Gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel weist das elastische Isolationsmaterial zumindest eines auf aus der Gruppe, welche besteht aus: Silikon, Polyurethan, insbesondere einer Polyurethan-Dispersion, einem 2K-Elastomer, insbesondere auf der Basis von zumindest einem von Epoxid, Polyurethan, Polyharnstoff. Insbesondere ist das elastische Isolationsmaterial mittels UV-Licht und/oder Polyaddition aushärtbar. Dies kann den Vorteil haben, dass erprobte und Industrie-relevante Materialien direkt implementiert werden können.

[0064] Die umhüllende Außenisolation (Isolationsmaterial) kann in einem Beispiel alkalibeständig realisiert werden. Beispielsweise UV-vernetzendes Silikon weist in den verschiedenen Ausführungsvarianten bereits eine Beständigkeit gegen schwache Säuren und Laugen auf.

[0065] Mittels des Isolationsmaterials können in einem Ausführungsbeispiel die Grundfunktionalitäten von Armierungsgeweben/Putzbewehrungen im oberflächennahen Bereich weiterhin zur Verfügung gestellt werden:

Risse im Putz überbrücken, Vorbeugung von Schäden, Schiebefestigkeit bei der Montage, Oberflächenunregelmäßigkeiten können ausgeglichen werden, Abfangen von Spannungen, die durch Temperatur entstehen (z.B. interessant bei Wärmedämmverbundsystemen (WDVS), und Stabilisation).

[0066] Gemäß einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel ist die elektrische Flächenheizung als Heizfolie ausgestaltet. Dies kann den Vorteil haben, dass die elastische eFH effizient transportiert und mit geringem Aufwand und niedriger Aufbauhöhe montiert werden kann.

[0067] Gemäß einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel ist die elektrische Flächenheizung einrollbar. Insbesondere einrollbar zu Rollen mit einem Durchmesser von 2 m oder weniger, insbesondere 1,2 m oder weniger, weiter insbesondere 65 cm oder weniger, weiter insbesondere 40 cm oder weniger. Auch diese Maßnahme ermöglicht einen effizienten Transport und eine einfache Montage.

[0068] In einem Ausführungsbeispiel wird die eFH für den Transport an den Zielort gerollt. Damit ein möglichst kleines Transportvolumen erreicht wird, kann es erwünscht sein, eine Rollware in Rollen mit möglichst kleinem Durchmesser zusammenzurollen. Dies ist bei Heizsystemen vor allem durch die Dicke und mechanische Festigkeit limitiert. Insbesondere der Übergang von elastischer zu deformierender Dehnung ist ein limitierender Faktor, weil dann beim Ausrollen an der Wand oder auf dem Boden Dellen entstehen, welche nicht mehr nur durch Ausrollen flach gemacht werden können.

[0069] Die beschriebene eFH kann es nun aber erlauben durch Kombination mit einem entsprechend geeigneten Isolationsmaterial mit hoher Rückstellkraft enge Rollen für den Transport herzustellen. Zusätzlich kann die nicht plastische Verformung von dem Grundelement genutzt werden, welches z.B. aus einer Mehrzahl von Einzelfasern (ein sogenanntes Roving) bestehen kann. Durch diese Maßnahmen kann es ermöglicht sein, Rollen der eFH mit einem besonders kleinen Durchmesser (Durchmesser gesehen über alles) zu rollen.

[0070] Gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel ist die Welligkeit der elektrischen Flächenheizung nach einem Ausrollen 20 cm oder weniger, insbesondere 12 cm oder weniger, weiter insbesondere 5 cm oder weniger, weiter insbesondere 2 cm oder weniger. Daher kann eine besonders effiziente und robuste Einbettung in einen Bodenbelag (z.B. Mörtel, Kleber, Putz, etc.) ermöglicht sein.

[0071] Der Begriff "Welligkeit" kann hierbei die größte maximale Amplitude sein von einem aus der Gruppe Buckel, hochstehende Enden/Ecken, Delle, eine Welle auf einer flachen Unterlage. In anderen Worten kann sich die Welligkeit auf unebene Oberflächen beziehen, die periodisch in längeren Abständen als eine Rauheit auftreten, was als Abweichung von einer idealen Oberfläche definiert werden kann, die wiederholt in relativ längeren Intervallen auftritt als die Tiefe.

[0072] In einem Beispiel wird der Memoryeffekt einer Verbiegung der Heizbahn reduziert. Der unerwünschte Memoryeffekt des "aufgerollt seins" einer Heizbahn (z.B. durch Einprägung der Rollenform bei langem Lagern einer Heizbahn) tritt beim Verlegen durch ein "nicht flach auf dem Boden liegen wollen" der Heizbahn störend in Erscheinung. Durch Verwendung eines sehr dünnen Aufbaus oder durch geeignete Eigenschaftseinstellung des Binders kann dieser Memoryeffekt reduziert werden. Dies zeigt sich z.B. dadurch, dass nach dem Ausrollen einer Heizbahn diese keine Auswellung gegenüber der Liegefläche von mehr als 10 cm, bevorzugt als 3 cm, insbesondere mehr als 1 cm aufweist. Kleine Unebenheiten werden z.B. durch die Klebekraft (oder die Adhäsionskräfte in der Fluid- oder Gelphase) des einbindenden Materials (Kleber, Mörtel, usw.) flachgehalten.

[0073] Gemäß einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel weist die elektrische Flächenheizung ferner auf: eine Steuereinheit zum Steuern/Regeln einer Heizleistung, insbesondere wobei die Steuereinheit mit dem ersten Faserelement gekoppelt ist, weiter insbesondere wobei dieses erste Faserelement separat von dem dritten Faserelement ausgebildet ist. Auf diese Weise ist eine gezielte Ansteuerung ermöglicht und Faserelement können separat zum heizen verwendet werden.

[0074] Gemäß einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel weist die elektrische Flächenheizung ferner auf: eine Sensoreinheit, insbesondere ein Temperatur-Sensor, welcher über eine Sensor-Leitung mit der Grundstruktur gekoppelt, insbesondere eingewoben, ist.

[0075] Gemäß einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel weisen die Öffnungen der Grundstruktur in der Draufsicht einen Durchmesser im Bereich 0,5 mm bis 120 mm, insbesondere 1,5 mm bis 80 mm, weiter insbesondere 3 mm bis 45 mm, auf. Dadurch kann sich ein stabiles und dennoch elastisches Netz ergeben und das Einbettungsmaterial kann durch diese Öffnungen hindurchtreten.

[0076] Gemäß einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel weist die elektrische Flächenheizung zumindest teilweise eine Dicke (z) von 10 mm oder weniger, weiter insbesondere 8 mm oder weniger, weiter insbesondere 5 mm oder weniger, weiter insbesondere 3 mm oder weniger, auf. Dadurch ergibt sich in vorteilhafter Weise eine besonders kleine Aufbauhöhe. Durch besonders dünne aber hochfeste Grundmaterialien oder durch flache (nicht runde, d.h. ovale oder flachliegend rechteckige) Stränge des Grundelements kann somit eine sehr kleine Aufbauhöhe erreicht werden.

[0077] Durch die hohe mechanische Stabilität der beschriebenen eFH kann die geringe Aufbauhöhe erreicht werden, z.B. < 20 mm (Armierungsgewebe in Kleber für Fliesen eingelegt), insbesondere < 10 mm (z.B. Putzabwehrung mit Fertigputz darüber für eine Wand). Die Aufbauhöhe wird in einem Beispiel gemessen ohne Berücksichtigung der Höhen/Dicken von Anschlusskabeln und/oder Netzteilen.

[0078] Gemäß einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel ist die nominale Heizleistung zwischen 50 W und 200 W pro m², insbesondere zwischen 100 W und 200 W pro m². Dadurch kann eine effiziente Heizleistung gewährleistet sein.

[0079] Damit die beschriebene eFH in Bahnen realisiert werden kann (z.B. 1 m x 10 m) sollte das erste Faserelement eine Stromtragfähigkeit (oder Strombelastbarkeit) von > 5 A aufweisen, damit genügend Energie zum Erreichen der nominalen Heizleistung in das Heizelement eingespeist werden kann. Als nominale Heizleistung kann die Leistung unter der vorgesehenen Normalspannung verstanden werden (dies kann z.B. je nach Systemauslegung bei Kleinspannungsanlagen bei 48 V Wechselstrom oder bei 60 V Gleichstrom sein). Eine zu hohe Heizleistung kann zu einer Überhitzung der bei lokal thermisch isolierenden Sachen auf dem Boden führen (z.B. Kleider) - kann aber auch zu lokalen Überhitzungen im Übergang Niedrigohmleiter (erstes Faserelement) zu Heizfilament (Heizelement) führen. Eine zu tiefe Heizleistung kann in einem Beispiel nicht ausreichen, um den Raum innert kurzer Zeit auf die Soll-Temperatur zu bringen.

[0080] Gemäß einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel ist die elektrische Flächenheizung konfiguriert, Heizkomponenten mit einer Spannung von 60 V oder weniger zu betreiben. Dadurch kann Energie gespart werden, während die Betriebssicherheit erhöht werden kann.

[0081] Gemäß einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel ist die Biegesteifigkeit der elektrischen Flächenheizung in Längsrichtung (MD) und Querrichtung (CD) unterschiedlich, insbesondere wobei der Unterschied mehr als 1%, insbesondere mehr als 5%, weiter insbesondere mehr als 10 %, beträgt. Dies kann den Vorteil haben, dass eine höhere Stabilität für die (elastische) eFH erreicht wird.

[0082] Durch geeignete Maßnahmen kann somit eine unterschiedliche Steifigkeit in MD und CD erreicht werden. Wenn die Heizung z.B. für den Transport nur in MD gerollt werden muss, kann in CD eine andere Steifigkeit eingestellt werden. Bei einer höheren Steifigkeit in CD wird mehr Stabilität für das Flachliegen in CD erreicht. Bei einer höheren Steifigkeit in MD wird die Gefahr eines Einknickens um ein Faserelement in CD reduziert. Je nach Detailanforderungen an das Heizsystem kann so eine unterschiedliche Steifigkeit angepasst werden. Dies kann z.B. dadurch erreicht werden, dass die Querschnitte und/oder die Seitenverhältnisse von Querschnitten der Faserelemente angepasst werden. Eine Kupferlitze mit einem quadratischen Querschnitt ist z.B. in MD steifer als eine Kupferlitze mit großer Breite und kleiner Höhe (also ein dünnes Band in MD). Bei unveränderten Querschnitten kann dies durch Vorbehandlung der Faserelemente (Flüssigkeit-abstoßend/Flüssigkeit-anziehend, gegenüber dem Binder) oder durch Vorversteifen der Faserelemente erreicht werden. Unter Steifigkeit kann in diesem Zusammenhang die Biegesteifigkeit der fertigen

Heizbahn verstanden werden.

[0083] Gemäß einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel weist die elektrische Flächenheizung ferner auf: zumindest eine elektrische Zuleitung, welche an eine Heizkomponente der eFH gekoppelt ist. Insbesondere mittels zumindest einem aus der Gruppe, welche besteht aus: Klammer, Lötung, Klebung, Schweißung, Schneideklemmverbindung, Knoten, weiter insbesondere wobei die elektrische Zuleitung in die Grundstruktur eingewoben ist.

Dadurch kann das Heizmaterial mittels erprobter und etablierter Technik direkt mit elektrischer Energie (z.B. aus der Steckdose) versorgt werden.

[0084] In einem Ausführungsbeispiel wird zur besseren elektrischen Verbindung (also zur Reduktion des Übergangswiderstandes) an zumindest einzelnen (wenn nicht allen) Kreuzungspunkten zwischen Heizfilament (drittes Faserelement) und Versorgungsfilament (Zuleitung und/oder erstes Faserelement) eine (den elektrischen Kontakt betreffende) kontaktverbessernde Maßnahme angebracht.

[0085] Gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel bettet das Isolationsmaterial die zumindest eine elektrische Zuleitungen (zumindest teilweise) ein. Dadurch kann eine besonders stabile und dennoch elastische eFH mit integrierten Funktionalitäten bereitgestellt werden. Dadurch können insbesondere Fehlerströme vom Heizsystem auf die Baustruktur reduziert oder verhindert werden.

[0086] Gemäß einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel weist das zweite Faserelement und/oder das dritte Faserelement eine Zugfestigkeit von 10 MPa oder mehr, insbesondere 100 MPa oder mehr, insbesondere 1000 MPa oder mehr, weiter insbesondere 1200 MPa oder mehr, auf.

[0087] In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist die Zugfestigkeit der für das Netz verwendeten Materialien zumindest ähnlich einer Zugfestigkeit von Graphit (je nach 20 - 70 MPa). Bevorzugt können Zugfestigkeiten über 100 MPa und über 1000 MPa sein. Während bei tieferen Zugfestigkeiten gebräuchliche (einfache) Kunststoffe zur Anwendung kommen können (z.B. PE, PA, PP, PET, etc.), stehen für die höheren Zugfestigkeiten (> 100 MPa) entsprechend speziellere Kunststoffen (PEEK und ähnliche) zur Verfügung. Bei einer Materialklasse von über > 1000 MPa sind z.B. HP-PE, Aramidfasern, oder Glasfasern, möglich. Bei den organischen Materialien im mittleren Zugfestigkeitsbereich können zusätzlich Naturfasern wie Flachs, Jute, Zellulose, Baumwolle, Basaltfasern usw. in Frage kommen.

[0088] Gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel weisen die Faserelemente zumindest eines auf aus der Gruppe, welche besteht aus: einem Vlies, einem anorganischem Material, einem nicht brennbarem Material.

[0089] Ein Vlies kann den Vorteil haben, dass das Heizmaterial besonders effizient aufgesogen werden kann und so ein niederohmiges Heizelement entsteht,

das für tiefe Versorgungsspannungen besonders geeignet sein kann. Dieses Vlies kann Aussparungen für die Durchdringung von Kleber-/Putz-/Mörtel usw. aufweisen. In einem Beispiel hat es sich als besonders vorteilhaft erwiesen, wenn dieses Vlies Glasfasern enthält oder aus Glasfasern besteht (z.B. Glasfaservliese, wie sie zur Reparatur von Karosserieschäden bei Autos verwendet werden).

[0090] Anorganische und/oder nicht brennbare Materialien können besonders sicher und robust an/in einem Untergrund verlegt werden.

[0091] Es kann vorteilhaft sein, wenn aus Fasern ein Faden, ein Seil, ein Bündel, oder ein Zwirn hergestellt wird, aus welchem dann das Grundgewebe der Grundstruktur hergestellt wird. Dadurch lässt sich einerseits eine gute Flexibilität erreichen und andererseits kann das Heizmaterial sich entweder an der Oberfläche des Fadens (oder der Fasern) ‚verkrallen‘ oder durch Kapillarkräfte zumindest in die oberen Bereiche des Fadens (oder der Faser) eindringen und so eine besonders gute Haftung erreichen. Die hohe Temperaturunempfindlichkeit von Glasfasern kann hier vorteilhaft sein in Bezug auf Alterung (z.B. gegenüber einem Kunststoff, bei welchem die thermische Oxidation begünstigt würde).

[0092] Eine konkrete (beispielhafte) Realisierungsform besteht aus einem Glasfaser-Netz, das sich in y-Richtung aus Strängen von 6 Garnen mit 300 Tex und in x-Richtung aus einem Roving mit 2400 Tex zusammensetzt und eine Maschenweite um 4 cm aufweist (z.B. das Basisnetz von PFL 130 40x40 der Firma Solidian).

[0093] Gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel ist die Reißfestigkeit der elektrischen Flächenheizung (bzw. der hochzugfesten Grundstruktur) in den Haupterstreckungsrichtungen (MD, CD) 200 N/5 cm oder mehr, insbesondere 1000 N / 5 cm oder mehr, weiter insbesondere 2000 N/5 cm oder mehr. Insbesondere reduziert sich die Reißfestigkeit nach Herstellung der elektrischen Flächenheizung innerhalb von 10 Jahren um 50% oder weniger. Dadurch kann eine besonders stabile und zugfeste eFH bereitgestellt werden.

[0094] Insbesondere durch Verwendung von Rovings in der Kombination mit der äußeren hermetischen Umhüllung (Isolationsmaterial) kann so eine effiziente Alterungsbeständigkeit erreicht werden: in einem Beispiel werden nach einer zehnjährigen Alterung die obigen Werte um weniger als 50% reduziert sein.

[0095] Gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel härtet das Heizelement (bzw. Heizmaterial) über einen mehrjährigen Zeitraum hinweg aus. Insbesondere ist das Material zwei Jahre nach der Herstellung härter als 24 Stunden nach der Herstellung, insbesondere beträgt diese Härte 5% oder mehr, weiter insbesondere 15% oder mehr, weiter insbesondere 30% oder mehr.

[0096] In einem Ausführungsbeispiel wird ein spezieller elastischer Heizlack verwendet. Dies kann für die Zeit zwischen Herstellung und Verlegung auf dem Bau von großer Wichtigkeit sein. Die danach stattfindenden Verhärtungs- und Versprödungsveränderungen des Heizla-

ckes können in einem Beispiel nach dem Einbau in das Bauobjekt nicht mehr problematisch sein. Im Gegenteil kann es nach dem Einbau sogar wünschenswert sein, wenn der Heizlack ausgesprochen fest am Basismaterial anhaftet. Aus diesem Grund wird in diesem Beispiel ein Heizlack verwendet, welcher in der ersten Zeit nach der Herstellung besondere elastische Eigenschaften aufweist, dafür aber im weiteren zeitlichen Verlauf härter und spröder wird.

[0097] Gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel weist die elektrische Flächenheizung ferner auf: ein weiteres Isolationsmaterial, welches auf das Isolationsmaterial aufgebracht ist.

[0098] In einem Ausführungsbeispiel wird auf die äußere elektrische Isolation eine zweite (unabhängige) Isolation/Schutzschicht und/oder ein Erdungsschirm aufgebracht. Dies erlaubt einen zusätzlichen Personenschutz, insbesondere wenn das System mit Spannungen über 60 V betrieben wird.

[0099] Gemäß einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel weist die Grundstruktur Aussparungen auf, an welchen keine Heizkomponente angeordnet ist. Insbesondere wobei diese Aussparungen als Abgrenzung separater Flächenheizmodule dienen. Dies kann den Vorteil haben, dass voneinander unabhängige Flächenheizmodule bereitgestellt werden können, welche eindeutig abgrenzbar sind (insbesondere unabhängig voneinander gesteuert/geregelt werden können).

[0100] Gemäß einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel weist die elektrische Flächenheizung ferner auf:

- i) einen Heizbereich, in welchem eine Heizkomponente, insbesondere mit Heizelement, angeordnet ist; und
- ii) einen Freibereich, in welchem die Heizkomponente, insbesondere mit Heizelement, nicht angeordnet ist.

Insbesondere ist eine Erstreckung des Freibereichs in einer Haupterstreckungsrichtung (entlang der X- und Y-Achse) der elektrischen Flächenheizung 1 cm oder mehr, insbesondere 2 cm oder mehr, weiter insbesondere 3 cm oder mehr.

[0101] Der Begriff "Heizbereich" kann sich im Rahmen dieses Dokuments insbesondere auf einen Bereich innerhalb einer elektrischen Flächenheizung beziehen, welcher eine elektrische Heizkomponente aufweist und daher nicht dazu geeignet ist bearbeitet (insbesondere durchbohrt) zu werden. In einem Beispiel eines Heizbereichs ist in einer Trägerstruktur der elektrischen Flächenheizung ein Heizkabel eingebettet. In dem Heizbereich kann die Wahrscheinlichkeit deutlich erhöht sein, bei einem Bohren durch nicht-transparentes Abdeckmaterial und den darunterliegenden Heizbereich (z.B. durch die Trägerstruktur der elektrischen Flächenheizung), die Heizkomponente (z.B. das Heizkabel, die Heizfolie) und/oder deren Isolierung zu beschädigen (oder zu

durchbohren). Diese Wahrscheinlichkeit kann in dem Heizbereich derart erhöht sein, dass ein Fachmann von dem Durchbohren abrät, weil die Gefahr einer Beschädigung zu gross ist. Der Begriff "Heizbereich" bezeichnet in einem Beispiel nicht nur die Heizkomponente selbst, sondern auch den umliegenden Bereich um die Heizkomponente herum, in welchem ein Bearbeiten bzw. ein Durchbohren generell nicht durchgeführt werden würde, weil eben die Sicherheit gefährdet ist. In einem Beispiel wird der Heizbereich einer elektrischen Flächenheizung definiert bzw. dokumentiert.

[0102] Der Begriff "Freibereich" kann sich im Rahmen dieses Dokuments insbesondere auf einen Bereich innerhalb einer elektrischen Flächenheizung beziehen, welcher keine elektrische Heizkomponente bzw. kein Heizelement aufweist und daher dazu geeignet ist bearbeitet (insbesondere durchbohrt) zu werden. In einem Beispiel eines Freibereichs ist in einem Bereich der Trägerstruktur der elektrischen Flächenheizung kein Heizkabel eingebettet. In einem anderen Beispiel weist eine Heizfolie Freibereiche ohne Heizfunktion auf. In einem weiteren Beispiel werden Heizfolien-Abschnitte als Heizbereiche verwendet, zwischen welchen dann Freibereiche gelassen werden. Der Freibereich kann entsprechende Ausmasse aufweisen, so dass ein Bohren durch nicht-transparentes Abdeckmaterial und den darunterliegenden Freibereich gefahrlos ermöglicht ist. Die Grösse des Freibereichs kann hierbei derart gewählt sein, dass die Wahrscheinlichkeit den Freibereich bei einem Bohren zu verfehlen, vernachlässigbar gering wird.

[0103] Gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel weist die elektrische Flächenheizung zumindest abschnittsweise pro Quadratmeter 10 oder mehr, insbesondere 20, weiter insbesondere 40 oder mehr Freibereiche, insbesondere Aussparungen, auf.

[0104] Damit auf die eFH wenig mechanische Kräfte wirken, kann die eFH derart ausgestaltet werden, dass sie eine Mehrzahl von Aussparungen aufweist, welche in x- und y-Richtung grösser als 1 cm sind, bevorzugt grösser als 2 cm, besonders bevorzugt größer 3 cm sind. Dadurch kann durch diese Öffnungen Montagefluid durchtreten und so nach dem Aushärten des Montagefluids eine stabile Verbindung zwischen Unterboden und Deckbelag bilden (in bestimmten Fällen kann das Montagefluid nach dem Aushärten auch gleich den Deckbelag bilden (gegossener Fußboden)).

[0105] Gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel weist die elektrische Flächenheizung ferner auf: zumindest eine Steuervorrichtung. Insbesondere wobei die Steuervorrichtung konfiguriert ist eine Energie-Zufuhr zu einer Heizkomponente der eFH zu steuern und/oder zu regeln, und wobei die Steuervorrichtung ferner konfiguriert ist die Energie-Menge der Energie-Zufuhr derart zu steuern, dass ein zeitlich begrenzter Energiestoss an die Heizkomponente der eFH bereitgestellt wird.

[0106] Der Begriff "Steuervorrichtung" kann sich in diesem Dokument insbesondere auf eine Vorrichtung, z.B. einen Computer, eine SPS (Speicherprogrammierbare

Steuerung), ein Computersystem, einen Prozessor, beziehen, welcher/welches geeignet ist, die Energie-Zufuhr zu einer elektrischen Flächenheizung bzw. zu einzelnen Heizkomponenten zu steuern (und zu regeln).

[0107] Im Falle einer elektrischen Flächenheizung kann sich der Begriff "Energie-Zufuhr" insbesondere auf eine elektrische Energieversorgung beziehen. In einem einfachen Ausführungsbeispiel wird die Energie-Zufuhr durch ein Stromkabel realisiert, welches elektrischen Strom an die elektrische Flächenheizung, bzw. ein Heizelement der eFH bereitstellt. Die Steuervorrichtung kann hierbei derart implementiert werden, dass die Menge an elektrischer Energie, welche der eFH bereitgestellt wird, z.B. mittels eines Steuercomputers, gesteuert bzw. geregelt wird. In einem weiteren Ausführungsbeispiel werden eine Mehrzahl von Energie-Zufuhr Leitungen von einem Computersystem gesteuert und mittels eines Sensornetzwerks während des Betriebs nachgeregelt.

[0108] In einem Ausführungsbeispiel kann die Steuervorrichtung derart eingerichtet sein, dass die Energiemenge eines Energiestosses variabel einstellbar ist. Insbesondere kann die Steuervorrichtung diese Energiemenge selbst bestimmen oder auch vorgegeben bekommen (z.B. von einem Benutzer oder einem weiteren Steuersystem).

[0109] Der Begriff "Steuervorrichtung" kann ein einzelnes Gerät bezeichnen oder auch eine Mehrzahl von Geräten, von denen jedes einzelne als "Steuereinheit" bezeichnet werden kann. In einem exemplarischen Beispiel kann eine eFH eine Steuervorrichtung aufweisen, welche aus einer Mehrzahl von Steuereinheiten besteht, von denen jede einer Heizkomponente zugeordnet ist (insbesondere in die jeweilige Heizkomponente integriert ist). Die Steuervorrichtung kann in einem Beispiel mittels einer Temperatursensorik (z.B. Temperaturfühler) die lokale Temperatur einer Heizkomponente messen und allenfalls den aktuellen Energieverbrauch bestimmen. Ferner kann die Steuervorrichtung eingerichtet sein, eine bestimmte Temperaturcharakteristik(en) (Wärmeprofil) an eine bestimmte Heizkomponente bereitzustellen.

[0110] Der Begriff "Energiestoss" kann sich in diesem Dokument insbesondere auf eine Energie-Menge (im Kontext einer Energie-Zufuhr zu einer eFH) beziehen, welche deutlich über der gewöhnlichen Energie-Menge liegt, welche einer eFH im Betrieb zugeführt wird. In einem Ausführungsbeispiel kann die Energie-Menge eines Energiestosses zumindest 40% oder mehr, insbesondere das Doppelte, (oder mehr) der gewöhnlichen Energiemenge betragen, welche einer eFH im eingependelten Betrieb zugeführt wird. In einem spezifischen Beispiel kann die Energie-Menge des Energiestosses im Wesentlichen der maximalen (Heiz-) Leistung entsprechen. In einem weiteren spezifischen Beispiel beträgt der Energiebedarf 50 W/m^2 bei eingependeltem Betrieb im Hochwinter, wobei die Maximalleistung 80 bis 150 W/m^2 sein kann.

[0111] Die deutlich höhere Energie-Menge des Energiestosses kann in einer eFH zu einem entsprechenden

Wärmestoss (bzw. einem Wärmestoss, welcher zu der Energie-Menge des Energiestosses korrespondiert) führen, bzw. einer initialen thermischen Überhitzung. Ein solcher Wärmestoss kann in einem Beispiel zu einer plötzlichen, extrem schnellen, Aufheizung der eFH und damit auch der umgebenden Räumlichkeit führen. Somit kann eine sofortige Aufheizung auf eine komfortable Temperatur (nicht unbedingt Erreichen einer absoluten Temperatur) erreicht werden.

[0112] In einem anderen Ausführungsbeispiel ist ein solcher Energiestoss an einem Heizkabel durchführbar, aber nicht an einem selbstbegrenzenden Heizkabel (welches eine Temperaturbegrenzung durch Kaltleiter oder PTC-Effekt erreicht, wobei eine Temperaturerhöhung zu Widerstandserhöhung somit Energiereduktion führt), denn in letzterem würde der Temperatur-abhängige Widerstand des selbstbegrenzenden Materials (siehe unten) einer schnellen Erwärmung entgegenwirken.

[0113] In einem exemplarischen Ausführungsbeispiel liegt die Dauer des Energiestosses in dem Bereich 20 Sekunden bis 20 Minuten (insbesondere 10 Minuten, weiter insbesondere 5 Minuten, weiter insbesondere 2 Minuten).

[0114] Durch die großflächig ausgelegte Wärmezeugung kann insbesondere eine Boostfunktion (Energiestoss) ohne große Temperaturunterschiede realisiert werden. Eine Boostfunktion erlaubt es, innert kurzer Zeit eine große Energiemenge einem Raum zuzuführen. Eine Boostfunktion erlaubt es, innert kurzer Zeit eine große Energiemenge einem Raum zuzuführen. Dabei können folgende Mechanismen miteinander gekoppelt werden:

- i) Schnellaufheizung des ganzen Raumes.
- ii) Ortsabhängige Schnellaufheizung (z.B. unter einem Fenster, wenn dieses geöffnet wurde oder für einige Zeit nach dessen Schließung).
- iii) Boostfunktion lokal abhängig von vorher aufgezeichneten Daten, welche z.B. beinhalten können, auf welchen Heizkomponenten (Feldern) wieviel Heizenergie in den Raum abgestrahlt werden kann. Diese Daten können z.B. durch Konfigurieren, Einlernen oder gezieltes Kalibrieren entstanden sein.
- iv) Kurzzeitige Überhitzung eines lokalen Feldes im Wissen um die Wärmespeicher und -leitfähigkeit des Bodenaufbaus. Dabei kann die Temperaturbegrenzungsfunktion eines einzelnen Feldes kurzzeitig übersteuert werden, im Wissen, dass die über der eFH liegenden baulichen Komponenten für eine gezielte Verzögerung der Wärmeabgabe (Speicherfunktion) und Temperaturmaximalbegrenzung sorgen (beispielsweise ein dicker Steinboden kann zuerst einmal sehr viel Wärmeenergie aufnehmen, bis diese dann an den Raum abgegeben wird).

[0115] Gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel weist der Energiestoss zumindest ein Merkmal auf aus der Gruppe, welche besteht aus: örtlich variabel, abhängig von historischen Daten, abhängig von den Um-

gebungsbedingungen. Entsprechend kann der Energiestoss vorteilhaft auf dynamische Weise eingesetzt werden. Insbesondere können Heizkomponenten unabhängig voneinander mit verschiedenen Energiestößen beaufschlagt werden.

[0116] Gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel weist die elektrische Flächenheizung ferner auf:

- i) ein erstes Flächenheizmodul, und
- ii) ein zweites Flächenheizmodul, wobei zumindest eine Steuervorrichtung an das erste Flächenheizmodul und an das zweite Flächenheizmodul gekoppelt ist. Insbesondere ist die Steuervorrichtung konfiguriert

- a) das erste Flächenheizmodul gemäß einer ersten Temperaturcharakteristik zu steuern und/oder zu regeln, und, unabhängig davon,
- b) das zweite Flächenheizmodul gemäß einer zweiten Temperaturcharakteristik zu steuern und/oder zu regeln, weiter insbesondere wobei die erste Temperaturcharakteristik von der zweiten Temperaturcharakteristik verschieden ist.

[0117] Es kann eine elektrische Flächenheizung bereitgestellt werden, welche ein selektives und schnelles Aufheizen erlaubt, aber zugleich sicher und zuverlässig ist, wenn eine Steuervorrichtung der eFH verschiedene Heizkomponenten der eFH unabhängig voneinander mit spezifischen Temperaturcharakteristiken beaufschlagt.

[0118] Gemäß einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel weist ein Bereich des dritten Faserelements kein Heizmaterial auf, wobei dieser Bereich eine Abgrenzung zwischen dem ersten Flächenheizmodul und dem zweiten Flächenheizmodul bildet.

[0119] Gemäß einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel des elektrischen Flächenheiz-Systems ist die elektrische Flächenheizung (zumindest teilweise) in ein Untergrund-Material eingebettet ist. Insbesondere weist das Untergrund-Material zumindest eines auf der Gruppe, welche besteht aus Bodenbelag, Wandbelag, Tapete, Beton, Zement, Estrich, Fliesen, Holz, Laminat, Kunststoff, Klebstoff. Für die beschriebene eFH ergibt sich ein breites Anwendungsfeld, welches verschiedenste Materialien eines Untergrundes (Boden, Wand, Decke) umfassen kann.

[0120] Gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel weist das Untergrund-Material ferner auf: eine Flächenheizung-Deckschicht, welche auf der elektrischen Flächenheizung angeordnet ist, wobei ein Temperaturunterschied, im Betriebsmodus, zwischen dem Heizelement und der Flächenheizung-Deckschicht 10°C oder weniger, insbesondere 7°C oder weniger, weiter insbesondere 5°C oder weniger, ist. Es kann sich der Vorteil ergeben, dass eine effiziente und robuste Heizleistung bei geringer Aufbauhöhe erreicht ist. Dies kann insbesondere erreicht werden durch eine dünne und

breitflächig erwärmende eFH mit effizienter Wärmeleitung.

[0121] In einem Ausführungsbeispiel kann eine Flächenheizung derart realisiert werden, dass sie möglichst nahe an der Oberfläche des zu beheizenden Gebäudevolumens installiert werden kann. Insbesondere durch die Verwendung als Armierungsgewebe kann die Heizung sehr nahe an der Oberfläche ohne negative Auswirkungen von mechanischen Belastungen eingesetzt werden. Übliche empfindliche Elektroheizungen müssen tiefer im Aufbau eine Wand oder eines Bodens eingebaut werden (weil sie entweder dicker sind oder wegen Empfindlichkeit (nötige Drucklastverteilung von punktuellen Oberflächenlasten) gegenüber mechanischen Belastungen tiefer im Boden/Wand installiert werden müssen).

[0122] Gemäß einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel des Verfahrens weist das Verbinden auf: zumindest teilweises Weben der Grundstruktur, wobei die Längselemente die Kette des Gewebes bilden, und wobei die Querelemente den Schuss des Gewebes bilden (siehe oben).

[0123] Gemäß einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel weist das Verfahren ferner auf: Umschließen des dritten Faserelements mit einem Binder und/oder einem Heizmaterial.

[0124] Gemäß einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel wird das dritte Faserelement zuerst mit dem Heizmaterial umschlossen. Gemäß einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel wird das dritte Faserelement zuerst mit dem Binder umschlossen.

[0125] Gemäß einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel weist das Verfahren ferner auf: Freilassen eines Bereichs des dritten Faserelements, insbesondere wobei dieser Bereich eine Abgrenzung zwischen Flächenheizmodulen bildet.

[0126] Gemäß einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel ist das elektrisch leitfähige Heizmaterial beim Umschließen flüssig oder fest.

[0127] Gemäß einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel weist das Umschließen zumindest eines auf aus der Gruppe, welche besteht aus: Tränken, Aufdrucken, Laminieren, Plasmacoating, Ätzen, Bedampfen, Sprühen, Streichen, Kleben, Drucken. Eine Vielzahl erprobter und standardisierter Verfahren können somit in vorteilhafter Weise direkt zum Einsatz kommen.

[0128] In einem Ausführungsbeispiel weist das Umschließen auf ein Tauchen oder des Grundelements in einer Heizelement-bildenden Flüssigkeit (einfache Variante: Lack mit Kupfer oder Kohlenstoffpartikeln). Andere Varianten dieser Ausgestaltung bringen ein festes oder flüssiges Heizmaterial durch Sprühen, Streichen, Bedampfen, Kleben oder ähnliche Verfahren auf. Eine entsprechende Aufbringung kann nachfolgend strukturiert werden.

[0129] Gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel weist das Bereitstellen ferner auf: Modifizieren

der Oberflächeneigenschaften des Grundelements, insbesondere mittels Coating.

[0130] Durch die Steuerung der Oberflächeneigenschaften des Grundelement-Materials (Materialwahl/Coating/Behandlung) kann auch bei nur oberflächlicher Heizmaterial-Zugabe (z.B. durch Drucken), z.B. aufgrund der Kapillarwirkung von Faserbündeln, ein Eindringen des Heizmaterials in des Grundmaterial erreicht werden. Dies reduziert in vorteilhafter Weise die oberflächliche Beschädigungsempfindlichkeit der eFH.

[0131] Gemäß einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel weist das Verfahren ferner auf: Isolieren und/oder Separieren des Heizmaterials von dem ersten Faserelement an einer Schnittstelle von dem ersten Faserelement und dem dritten Faserelement.

[0132] Gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel weist das Umschließen ferner auf: Freilassen von Bereichen der Grundstruktur zum Bereitstellen von Aussparungen, insbesondere mittels zumindest einem aus der Gruppe, welche besteht aus: Siebdruck, Reserverdruck, insbesondere Wachsreservedruck, temporäres Abdecken.

[0133] In einem Ausführungsbeispiel wird das Grundelement vor der Beschichtung mit dem Heizmaterial stellenweise abgedeckt. Dies kann durch Schablonen, temporäre Abdeckungen (z.B. Wachs oder Harz, das später wieder entfernt werden kann), Mechanismen der Druckindustrie, usw. realisiert werden. Dies kann den Vorteil haben, dass dadurch die Flächenheizung aufgeteilt werden kann, so dass mehrere Heizkomponenten (Felder) oder Flächenheizmodule realisiert werden können.

[0134] Gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel weist das Einbetten ferner auf: Tränken des von dem Heizelement umschlossenen Grundelements in das elastische Isolationsmaterial. Gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel weist das Einbetten ferner auf: Aushärten des elastischen Isolationsmaterials, insbesondere mittels UV-Strahlung und/oder Polyaddition.

[0135] Gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel wird das Verfahren (zumindest teilweise) in einem reel-to-reel Prozess durchgeführt.

[0136] In einem Beispiel wird die äußere elektrische Isolation der eFH in einer Rolle-zu-Rolle Produktion aufgebracht. Dadurch kann zum Beispiel das Isolationsmaterial aus einem Silikonmaterial bestehen, durch welches das Grundelement nach dem Aufbringen und Trocknen des Heizmaterials gezogen wird (tränken). Eine nachfolgende Aushärtung mittels UV-Härtung kann eine schnelle Aushärtung erlauben, so dass das Isolationsmaterial dann wieder auf Rollen aufgerollt werden kann.

Kurze Beschreibung der Figuren

[0137] Im Folgenden werden exemplarische Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung mit Verweis auf die folgenden Figuren detailliert beschrieben.

Figur 1 zeigt eine Draufsicht auf eine Grundstruktur

einer elektrischen Flächenheizung gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Figur 2 zeigt eine Detailaufnahme der Grundstruktur der elektrischen Flächenheizung gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Figur 3 zeigt eine Draufsicht auf eine elektrische Flächenheizung gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Figuren 4a bis 4c zeigen Detailansichten von Faserelementen der elektrischen Flächenheizung gemäß Ausführungsbeispielen der Erfindung.

Figuren 5a bis 5c zeigen schematisch Schnittstellen von Faserelementen der elektrischen Flächenheizung gemäß Ausführungsbeispielen der Erfindung. Figur 6 zeigt eine Draufsicht auf eine elektrischem Flächenheizung, welche Flächenheizmodule aufweist, gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Detaillierte Beschreibung der Figuren

[0138] Bevor die Figuren detailliert beschrieben werden, findet sich im Folgenden zunächst eine Diskussion einiger exemplarischer Ausführungsbeispiele der Erfindung.

[0139] Gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel wird erstmals ein Kupferkabel als einzelne Kette (oder als Beilauf einzelner Kettenfäden) für das Weben eines elektrischen Flächenheizelementes verwendet. Ferner wird erstmals eine leitend umhüllte Glasfaser oder ein Carbonfilament als Schuss (bei mehrheitlich isolierenden Glasfasern als Kette) in einer eFH verwendet. Es wird eine netzartige Flächenheizung bereitgestellt, wobei in MD zumindest einzelne Filamente verwendet werden, welche niederohmige Eigenschaften mit hoher Stromtragfähigkeit aufweisen.

[0140] Gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel ergeben sich z.B. folgende drei Varianten für die Realisierung der eigentlichen Heizleiter in CD (dritte Faserelemente):

i) Verwendung von carbon-rovings, welche an den entsprechenden Stellen (Schnittstellen) mit einer Steuerung oder einem Niedrigohmleiter (erste Faserelemente) in MD verbunden werden. Danach wird das noch nicht eigenstabile Netz (Grundstruktur) in ein Material getaucht, welches einen Binder zur Erreichung der nötigen Transport- und Installationsstabilität enthält.

ii) Verwendung von isolierenden Materialien in CD (insbesondere e-Glas). Nach der Netzherstellung wird das noch nicht eigenstabile Netz in einem Material getaucht, welches sowohl einen Binder zur Erreichung der nötigen Transport- und Installationsstabilität enthält, als auch eine mittlere elektrische Leitfähigkeit aufweist, welche dann als Heizleiter (Heizelement) dient. Bei dieser Variante sollten eventuell einzelne Übergänge an Leiter in MD isoliert oder

nach der Aufbringung elektrisch aufgetrennt werden. iii) Verwendung von isolierenden Materialien in CD (insbesondere e-Glas), welches vorgängig mit einem elektrisch leitenden Coating versehen wurden, oder in einen elektrisch leitenden Lack getaucht wurden. Danach wird das noch nicht eigenstabile Netz in einem Material getaucht, welches einen Binder zur Erreichung der nötigen Transport- und Installationsstabilität enthält.

Bei allen Varianten kann anschließend Ruhezeit für die Verfestigung gelassen werden (Trocknung, Abgasen von Lösungsmitteln oder Ausreagieren von Gellierungs-/Härtungsprozessen, usw.) und das Netz kann für den Transport konfektioniert und aufgerollt werden.

[0141] Figur 1 zeigt eine Draufsicht auf eine Grundstruktur 110 einer elektrischen Flächenheizung (eFH) 100 gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Die elektrische Flächenheizung 100 ist elastisch und die Grundstruktur 110 ist Gitter-förmig bzw. Netz-förmig, wodurch sich eine Mehrzahl von Öffnungen 115 ergeben. Eine Mehrzahl von Längselementen 111 erstrecken sich entlang einer Längsrichtung MD (machine direction) der Grundstruktur und eine Mehrzahl von Querelementen 112 erstrecken sich entlang einer Querrichtung CD (cross direction) der Grundstruktur 110. In diesem Ausführungsbeispiel ist die Grundstruktur 110 als gewebtes Gewebe ausgebildet, wobei die Längselemente 111 die Kette des Gewebes bilden, und die Querelemente 112 den Schuss des Gewebes bilden.

[0142] Die Längselemente 111 weisen zumindest ein erstes Faserelement 120 und zweite Faserelemente 130 parallel zueinander auf, wobei die Anzahl der zweiten Faserelemente 130 höher ist. Das erste Faserelement 120 ist niederohmig ist mit einer permanenten Stromtragfähigkeit von zumindest 5 A auf, und weist, verglichen mit dem zweiten Faserelement 130, (in zumindest einer Koordinatenrichtung) einen hohen thermischen Ausdehnungskoeffizienten aufweist. Das erste Faserelement 120 weist ein Metall (insbesondere Kupfer oder Aluminium) auf und ist bevorzugt als Kabel ausgebildet (ein dickes Carbonfilament ist aber beispielsweise auch möglich). Das zweite Faserelement 130 ist hochohmig, im Wesentlichen elektrisch isolierend, ausgebildet und weist beispielsweise e-Glas auf.

[0143] Die Querelemente 112 weisen dritte Faserelemente 140 auf, welche ähnlich den zweiten Faserelementen 130 ausgestaltet sein können. Insbesondere weisen die dritten Faserelemente 140 ebenfalls eine geringere elektrische Leitfähigkeit und einen geringeren thermischen Ausdehnungskoeffizienten auf als das erste Faserelement 120. Die dritten Faserelemente 140 weisen zudem ein elektrisch leitfähiges Heizmaterial 160 als Heizkomponente/Heizelement auf, welches beispielsweise als Heizlack-Schicht aufgetragen ist. Das Heizmaterial 160 weist bevorzugt eine elastische Dehnbarkeit auf, welche grösser ist als eine elastische Dehnbarkeit des dritten Faserelements 140.

[0144] **Figur 2** zeigt eine Detailansicht der Grundstruktur 110 der elektrischen Flächenheizung 100 gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung. Ein erstes Faserelement 120 ist als Kupferkabel ausgebildet und dritte Faserelemente 140 werden alternierend zwischen zwei parallelen Teilen des ersten Faserelements 120 hindurchgeschoben. An den Durchschiebepunkten ergeben sich somit Schnittstellen/Kreuzungspunkte 125.

[0145] **Figur 3** zeigt eine Draufsicht auf eine elektrische Flächenheizung 100 gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Die eFH 100 weist die oben beschriebene Grundstruktur 110 auf, welches von einem (elastischen) Isolationsmaterial 130 als Trägerstruktur eingebettet ist. Die Grundstruktur 110 bildet hierbei das Heizelement der eFH 100.

[0146] Die elektrische Flächenheizung 100 weist ferner auf: einen Heizbereich 102, in welchem das Heizelement 110 angeordnet sind, und einen Freibereich 104, in welchem das Heizelement 110 nicht angeordnet ist. Letzterer dient als Freihaltezone, um beispielsweise Bohrungen durchzuführen, wenn die elektrische Flächenheizung 100 von einem Boden oder einer Tapete überdeckt wird und nicht mehr sichtbar ist.

[0147] Die elektrische Flächenheizung 100 weist ein erstes Flächenheizmodul 108 (erste Zone) auf, in welchem ein erstes Heizelement (erstes Feld) angeordnet ist, und ein zweites Flächenheizmodul 109 (zweite Zone), in welchem das zweite Heizelement (zweites Feld) angeordnet ist. Beide Flächenheizmodule 108, 109 sind über ein Verbindungselement 170 miteinander verbunden. Ferner kann die eFH 100 eine nicht gezeigte Steuervorrichtung aufweisen (z.B. integriert in das Verbindungselement 170). In einem Ausführungsbeispiel kann die Steuervorrichtung die Flächenheizmodule 108, 109 (bzw. deren Heizkomponenten) unabhängig voneinander steuern bzw. regeln.

[0148] Das Heizelement 110 ist mittels Zuleitungen 171, 172 an eine elektrische Stromquelle angeschlossen. Zumindest abschnittsweise sind die Zuleitungen 171, 172 in das Isolationsmaterial 150 eingebettet.

[0149] Die **Figuren 4a bis 4c** zeigen Detailansichten von Faserelementen der elektrischen Flächenheizung 100 gemäß Ausführungsbeispielen der Erfindung.

[0150] **Figur 4a** zeigt einen Querschnitt durch ein drittes Faserelement 140, welches in dem Isolationsmaterial 150 eingebettet ist. Eine Schicht (bzw. ein Coating) eines elektrisch leitfähigen Heizmaterials (z.B. Heizlack) umschließt das Faserelement 140. Letzteres ist elektrisch isolierend, so dass das Heizmaterial 160 gezielt angesteuert werden kann.

[0151] **Figur 4b** zeigt ebenfalls einen Querschnitt durch ein drittes Faserelement 140 mit dem Unterschied, dass Glasfaserbündel verwendet werden. Zwischen den Glasfasern entstehen somit Zwischenräume, in welche elektrisch leitfähiges Heizmaterial 160 während eines Herstellungsprozesses (z.B. Tränken) einfließen kann. Mittels dieser Ausgestaltung kann eine besonders kompakte eFH 100 bereitgestellt werden. In speziellen Ausführungs-

formen kann im Inneren des Faserelements 140 eine höhere Temperatur erreicht werden als an der Oberfläche des Faserelements 140.

[0152] **Figur 4c** zeigt eine Schnittstelle 125 zwischen einem ersten Faserelement 110 in der Längsrichtung MD und einem dritten Faserelement 140 in der Querrichtung CD. Die Schnittstelle 125 ist von einem Binder 165 im Wesentlichen abgedeckt bzw. zumindest einmal umfaßt.

[0153] Die **Figuren 5a bis 5c** zeigen Schnittstellen 125 zwischen Längselementen 111 und Querelementen 112 gemäß Ausführungsbeispielen der Erfindung. Die Figuren 5a und 5b zeigen geknotete Schnittstellen 125, insbesondere gedreht und geflochten. Die **Figur 5c** zeigt eine nicht-geknotete, gewebte Schnittstelle 125.

[0154] **Figur 6** zeigt eine Draufsicht auf eine elektrischem Flächenheizung 100, welche Flächenheizmodule 108, 109 aufweist, gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. In einem exemplarischen Beispiel kann der gezeigte Ausschnitt etwa eine Fläche von 1 m × 1 m aufweisen. Die Flächenheizmodule 108, 109 sind als einzeln ansteuerbare Felder ausgestaltet: Hilfsleitungen (erste und zweite Faserelemente) werden in die Grundstruktur 110 eingewoben, welche dann an geeigneten Stellen aufgetrennt werden können. Ein Steuereinheit 170 ist innerhalb eines Flächenheizmoduls 108 angeordnet und kann z.B. speziell dieses Feld ansteuern. Sensorleitungen 180 können mit der Steuereinheit 160 gekoppelt sein. Separate Temperatursensoren 185 können die Temperatur in einzelnen Felder messen und so die für die Regelung benötigten Temperaturdaten liefern. Aus Sicherheitsgründen kann innerhalb eines Feldes an mehreren Stellen die Temperatur gemessen werden und bei Überhitzungsgefahr dann ein ganzes Feld in der zugeführten Energiemenge gedrosselt werden. So sind lokale Überhitzungen ausgeschlossen und es kann sich z.B. kein Kleinkind verletzen, das auf dem Badezimmerfußboden spielt. Ferner sind Zuleitungen 171, 172 zu den einzelnen Flächenheizmodulen 108, 109 vorgesehen. Diese können auch mit ersten Faserelementen 120 integriert werden.

Bezuaszeichen

[0155]

100	Elektrische Flächenheizung
102	Heizbereich
104	Freibereich
108	Erstes Flächenheizmodul
109	Zweites Flächenheizmodul
110	Grundstruktur
111	Längselemente
112	Querelemente
115	Öffnungen
120	Erstes Faserelement, niederohmiges Faserelement
125	Schnittstelle

130	Zweites Faserelement, hochohmiges Faserelement
140	Drittes Faserelement, hochohmiges Faserelement
150	Elastisches Isolationsmaterial
160	Heizmaterial, Heizkomponente
165	Binder
170	Verbindungselement, Steuereinheit, Steuervorrichtung
171	Erste elektrische Zuleitung
172	Zweite elektrische Zuleitung
180	Sensor-Leitung
185	Sensor
CD	Querrichtung
MD	Längsrichtung, Maschinenrichtung

Patentansprüche

- Eine elektrische Flächenheizung (100) zum Verlegen im Baubereich, wobei die elektrische Flächenheizung (100) im Wesentlichen elastisch ist und eine Gitter-förmige, insbesondere Netz-förmige, Grundstruktur (110) aufweist, welche eine Mehrzahl von Öffnungen (115) hat, wobei die Grundstruktur (110) aufweist:

eine Mehrzahl von Längselementen (111), welche sich entlang einer Längsrichtung (MD) der Grundstruktur (110) erstrecken, wobei die Längselemente (111) aufweisen:

ein erstes Faserelement (120), welches niederohmig ist und eine permanente Stromtragfähigkeit von zumindest 5 A aufweist, und

ein zweites Faserelement (130),

wobei das erste Faserelement (120) eine höhere elektrische Leitfähigkeit aufweist als das zweite Faserelement (130), und

wobei das erste Faserelement (120) in zumindest einer Koordinatenrichtung denselben oder einen höheren thermischen Ausdehnungskoeffizienten aufweist als das zweite Faserelement (130);

eine Mehrzahl von Querelementen (112), welche sich entlang einer Querrichtung (CD) der Grundstruktur (110) erstrecken, wobei die Querelemente (112) aufweisen:

ein drittes Faserelement (140),

wobei das erste Faserelement (120) eine höhere elektrische Leitfähigkeit aufweist als das dritte Faserelement (140).
- Die elektrische Flächenheizung (100) gemäß Anspruch 1,

wobei die Grundstruktur (110) zumindest teilweise als gewebtes Gewebe ausgebildet ist, wobei die Längselemente (111) die Kette des Gewebes bilden, und

wobei die Querelemente (112) den Schuss des Gewebes bilden.
- Die elektrische Flächenheizung (100) gemäß Anspruch 1 oder 2, ferner aufweisend zumindest eines der folgenden Merkmale:

wobei die Grundstruktur (110) zumindest teilweise gebildet ist mittels zumindest einem von Weben, Fixieren, Knoten, oder Stricken, der Fasern der Längselemente (111) und der Querelemente (112);

wobei das erste Faserelement (120) Metall, insbesondere Kupfer oder Aluminium, aufweist, insbesondere wobei das erste Faserelement (120) als Kabel ausgebildet ist;

wobei das zweite Faserelement (130) und/oder das dritte Faserelement (140) hochohmig, insbesondere elektrisch isolierend, ausgebildet ist; wobei das zweite Faserelement (130) und/oder das dritte Faserelement (140) zumindest eines aufweist aus der Gruppe, welche besteht aus: Polyethylen, HP-Polyethylen, Polyamid, Polypropylen, Polyethylenterephthalat, Polyetheretherketon, Aramid, Para-Aramid, insbesondere Kevlar, Kohlenstoff, Glas, Zellulose, Flachs, Jute, Baumwolle, Basalt, ein nicht-brennbares Material, ein anorganisches Material.
- Die elektrische Flächenheizung (100) gemäß einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, ferner aufweisend:

ein elektrisch leitfähiges Heizmaterial (160) als Heizkomponente, welches das dritte Faserelement (140) zumindest teilweise umschließt;

insbesondere wobei das Heizmaterial (160) zumindest eines aus der Gruppe aufweist, welche besteht aus: Heizlack, Kohlenstoff, insbesondere Graphit, Leitruss, Kupfer, Aluminium, Silber, einem 2K-Material, einem elektrisch leitfähigen Härter, einem elektrisch leitfähigen Bindematerial, einem thermoplastischen Elastomer, einem Ester, insbesondere Polyvinylester, Polyacryl, Polyacrylnitril.
- Die elektrische Flächenheizung (100) gemäß einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche,

wobei das Heizmaterial (160) eine elastische Dehnbarkeit aufweist, welche grösser ist als eine elastische Dehnbarkeit des dritten Faserelements (140); und/oder

- wobei das elektrisch leitfähige Heizmaterial (120) in 1/100 oder mehr, insbesondere in 1/20 oder mehr, weiter insbesondere in 1/5 oder mehr, des Volumens des dritten Faserelements (140) eingedrungen ist. 5
6. Die elektrische Flächenheizung (100) gemäß einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, ferner aufweisend:
einen Binder (165), welcher das dritte Faserelement (140) zumindest teilweise umschließt, 10
- insbesondere wobei der Binder (165) elektrisch leitfähig oder elektrisch isolierend ist,
weiter insbesondere wobei der Binder (165) bei einem Aushärten um mehr als 0,5%, insbesondere um mehr als 2%, weiter insbesondere um mehr als 8%, seines Volumens schrumpft. 15
7. Die elektrische Flächenheizung (100) gemäß einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, 20
- wobei die zweiten Faserelemente (130) und/oder die dritten Faserelemente (140) mit einem Coating, insbesondere dem Heizmaterial (160) und/oder dem Binder (165), beschichtet sind; 25
- insbesondere wobei das Coating eine Dicke in dem Bereich 0,01 bis 4 mm, insbesondere 0,05 und 2 mm, weiter insbesondere 0,1 und 1 mm, aufweist; weiter insbesondere wobei eine Schnittstelle (125) zwischen dem ersten Faserelement (120) und dem dritten Faserelement (140) mit dem Coating zumindest teilweise abgedeckt ist. 30 35
8. Die elektrische Flächenheizung (100) gemäß einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, ferner aufweisend:
eine Isolation und/oder eine Separation an einer Schnittstelle (125) zwischen dem ersten Faserelement (120) und dem dritten Faserelement (140). 40
9. Die elektrische Flächenheizung (100) gemäß einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, ferner aufweisend zumindest eines der folgenden Merkmale: 45
- ein elastisches Isolationsmaterial (150), in welchem die Grundstruktur (110) zumindest teilweise eingebettet ist, 50
- insbesondere wobei das elastische Isolationsmaterial (150) zumindest eines aufweist aus der Gruppe, welche besteht aus: Silikon, Polyurethan, insbesondere einer Polyurethan-Dispersion, einem 2K-Elastomer, insbesondere auf der Basis von zumindest
- einem von Epoxid, Polyurethan, Polyharnstoff,
insbesondere wobei das elastische Isolationsmaterial mittels UV-Licht und/oder Polyaddition aushärtbar ist;
wobei die elektrische Flächenheizung (100) als Heizfolie ausgestaltet ist, insbesondere wobei die elektrische Flächenheizung (100) einrollbar ist, insbesondere einrollbar zu Rollen mit einem Durchmesser von 2 m oder weniger, insbesondere 1,2 m oder weniger, weiter insbesondere 65 cm oder weniger, weiter insbesondere 40 cm oder weniger;
wobei die Welligkeit der elektrischen Flächenheizung (100) nach einem Ausrollen 20 cm oder weniger, insbesondere 12 cm oder weniger, weiter insbesondere 5 cm oder weniger, weiter insbesondere 2 cm oder weniger, beträgt;
- eine Steuereinheit (170) zum Steuern/Regeln einer Heizleistung, insbesondere wobei die Steuereinheit (170) mit dem ersten Faserelement (120) gekoppelt ist,
- weiter insbesondere wobei dieses erste Faserelement (120) separat von dem dritten Faserelement (140) ausgebildet ist;
wobei die Öffnungen (115) der Grundstruktur (110) in der Draufsicht einen Durchmesser im Bereich 0,5 mm bis 120 mm, insbesondere 1,5 mm bis 80 mm, weiter insbesondere 3 mm bis 45 mm, aufweisen;
wobei die elektrische Flächenheizung (100) zumindest teilweise eine Dicke von 10 mm oder weniger, weiter insbesondere 8 mm oder weniger, weiter insbesondere 5 mm oder weniger, weiter insbesondere 3 mm oder weniger, aufweist;
wobei die nominale Heizleistung zwischen 50 W und 200 W pro m², insbesondere zwischen 100 W und 200 W pro m², ist;
wobei die elektrische Flächenheizung (100) konfiguriert ist, Heizkomponenten mit einer Spannung von 60 V oder weniger zu betreiben;
- eine elektrische Zuleitung (171, 172), welche an eine Heizkomponente der elektrischen Flächenheizung (100) elektrisch gekoppelt ist,
- insbesondere mittels zumindest einem aus der Gruppe, welche besteht aus: Klammer, Lötung, Klebung, Schweißung, Schneidklemmverbindung, Knoten, weiter insbesondere wobei die elektrische Zuleitung (171, 172) in die Grundstruktur (110) ein-

- gewoben ist;
wobei das zweite Faserelement (130) und/oder das dritte Faserelement (140) eine Zugfestigkeit von 10 MPa oder mehr, insbesondere 100 MPa oder mehr, insbesondere 1000 MPa oder mehr, weiter insbesondere 1200 MPa oder mehr, aufweist;
wobei die Reißfestigkeit der elektrischen Flächenheizung (100) in den Haupterstreckungsrichtungen (MD, CD) 200 N/5 cm oder mehr, insbesondere 1000 N / 5 cm oder mehr, weiter insbesondere 2000 N/5 cm oder mehr, ist, weiter insbesondere wobei sich die Reißfestigkeit nach Herstellung der elektrischen Flächenheizung (100) innerhalb von 10 Jahren um 50% oder weniger reduziert;
wobei die Grundstruktur (110) Aussparungen aufweist, an welchen keine Heizkomponente angeordnet ist, insbesondere wobei diese Aussparungen als Abgrenzung separater Flächenheizmodule (108, 109) dienen;
- einen Heizbereich (102), in welchem eine Heizkomponente angeordnet ist; und
einen Freibereich (104), in welchem die Heizkomponente nicht angeordnet ist,
- insbesondere wobei eine Erstreckung des Freibereichs (104) in einer Haupterstreckungsrichtung der elektrischen Flächenheizung (100) 1 cm oder mehr, insbesondere 2 cm oder mehr, weiter insbesondere 3 cm oder mehr, beträgt;
wobei die Biegesteifigkeit der elektrischen Flächenheizung (100) in Längsrichtung (MD) und Querrichtung (CD) unterschiedlich ist, insbesondere wobei der Unterschied mehr als 1%, insbesondere mehr als 5%, weiter insbesondere mehr als 10 %, beträgt;
wobei die elektrische Flächenheizung (100) zumindest abschnittsweise pro Quadratmeter 10 oder mehr, insbesondere 20, weiter insbesondere 40 oder mehr Freibereiche (104), insbesondere Aussparungen, aufweist.
- 10.** Die elektrische Flächenheizung (100) gemäß einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, ferner aufweisend:
eine Steuervorrichtung (170),
- wobei die Steuervorrichtung (170) konfiguriert ist eine Energie-Zufuhr zu einer Heizkomponente der elektrischen Flächenheizung (100) zu steuern und/oder zu regeln, und

wobei die Steuervorrichtung (170) ferner konfiguriert ist die Energie-Menge der Energie-Zufuhr derart zu steuern, dass ein zeitlich begrenzter Energiestoss an die Heizkomponente der elektrischen Flächenheizung (100) bereitgestellt wird; insbesondere ferner aufweisend zumindest eines der folgenden Merkmale:
wobei der Energiestoss zumindest ein Merkmal aufweist aus der Gruppe, welche besteht aus:
örtlich variabel, abhängig von historischen Daten, abhängig von den Umgebungsbedingungen;
wobei die elektrische Flächenheizung (100) ferner aufweist:

ein erstes Flächenheizmodul (108); und
ein zweites Flächenheizmodul (109);

wobei die Steuervorrichtung (170) an das erste Flächenheizmodul (108) und an das zweite Flächenheizmodul (109) gekoppelt ist, und wobei die Steuervorrichtung (170) konfiguriert ist das erste Flächenheizmodul (108) gemäß einer ersten Temperaturcharakteristik zu steuern und/oder zu regeln, und, unabhängig davon, das zweite Flächenheizmodul (109) gemäß einer zweiten Temperaturcharakteristik zu steuern und/oder zu regeln,
wobei die erste Temperaturcharakteristik von der zweiten Temperaturcharakteristik verschieden ist;
wobei ein Bereich des dritten Faserelements (140) kein Heizmaterial (160) aufweist, und wobei dieser Bereich eine Abgrenzung zwischen dem ersten Flächenheizmodul (108) und dem zweiten Flächenheizmodul (109) bildet.

- 11.** Die elektrische Flächenheizung (100) gemäß einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, ferner aufweisend:
eine Sensoreinheit (185), insbesondere ein Temperatur-Sensor, welche über eine Sensor-Leitung (180) mit der Grundstruktur (110) gekoppelt, insbesondere eingewoben, ist;

- 12.** Ein Flächenheiz-System, welches aufweist:

eine elektrische Flächenheizung (100) gemäß einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche;
einen Untergrund, wobei die elektrische Flächenheizung (100) mit dem Untergrund fest verbunden ist.

- 13.** Das elektrische Flächenheiz-System gemäß Anspruch 12,

wobei die elektrische Flächenheizung (100) zu-

- mindest teilweise in ein Untergrund-Material eingebettet ist,
insbesondere wobei das Untergrund-Material zumindest eines aus der Gruppe aufweist, welche besteht aus Bodenbelag, Wandbelag, Tapete, Beton, Zement, Estrich, Fliesen, Holz, Laminat, Klebstoff,
weiter insbesondere wobei das Untergrund-Material ferner aufweist:
eine Flächenheizung-Deckschicht, welche auf der elektrischen Flächenheizung (100) angeordnet ist,
wobei ein Temperaturunterschied, im Betriebsmodus, zwischen der Grundstruktur (110) und der Flächenheizung-Deckschicht 10°C oder weniger, insbesondere 7°C oder weniger, weiter insbesondere 5°C oder weniger, ist.
14. Ein Verfahren zum Herstellen einer im Wesentlichen elastischen elektrischen Flächenheizung (100), wobei das Verfahren aufweist:
- Bereitstellen einer Mehrzahl von Längselementen (111), welche sich entlang einer Längsrichtung (MD) erstrecken, wobei die Längselemente (111) aufweisen:
- ein erstes Faserelement (120), welches niederohmig ist und eine permanente Stromtragfähigkeit von zumindest 5 A aufweist, und
ein zweites Faserelement (130),
- wobei das erste Faserelement (120) eine höhere elektrische Leitfähigkeit aufweist als das zweite Faserelement (130), und
wobei das erste Faserelement (120) in zumindest einer Koordinatenrichtung denselben oder einen höheren thermischen Ausdehnungskoeffizienten aufweist als das zweite Faserelement (130);
- Bereitstellen einer Mehrzahl von Querelementen (112), welche sich entlang einer Querrichtung (CD) erstrecken, wobei die Querelemente (112) aufweisen:
ein drittes Faserelement (140),
wobei das erste Faserelement (120) eine höhere elektrische Leitfähigkeit aufweist als das dritte Faserelement (140);
Verbinden der Längselemente (111) und der Querelemente (112), um eine Gitter-förmige, insbesondere Netz-förmige, Grundstruktur (110) mit der Längsrichtung (MD) und der Querrichtung (CD) zu erhalten.
15. Das Verfahren gemäß Anspruch 14, wobei das Verfahren zumindest eines der folgenden Merkmale aufweist:
- wobei das Verbinden aufweist:
zumindest teilweises Weben der Grundstruktur (110),
wobei die Längselemente (111) die Kette des Gewebes bilden, und
wobei die Querelemente (112) den Schuss des Gewebes bilden;
Umschließen des dritten Faserelements (130) mit einem Binder (165) und/oder einem Heizmaterial (160), insbesondere
wobei das dritte Faserelement (130) zuerst mit dem Heizmaterial (160) umschlossen wird, oder wobei das dritte Faserelement (130) zuerst mit dem Binder (165) umschlossen wird;
Freilassen eines Bereichs des dritten Faserelements (140), insbesondere wobei dieser Bereich eine Abgrenzung zwischen Flächenheizmodulen (108, 109) bildet;
wobei das elektrisch leitfähige Heizmaterial (120) beim Umschließen flüssig oder fest ist;
wobei das Umschließen zumindest eines aufweist aus der Gruppe, welche besteht aus: Tränken, Aufdrucken, Laminieren, Plasmacoating, Ätzen, Bedampfen, Sprühen, Streichen, Kleben, Drucken;
Isolieren und/oder Separieren des Heizmaterials (160) von dem ersten Faserelement (120) an einer Schnittstelle von dem ersten Faserelement (120) und dem dritten Faserelement (140);
wobei das Umschließen ferner aufweist:
Freilassen von Bereichen der Grundstruktur (110) zum Bereitstellen von Aussparungen, insbesondere mittels zumindest einem aus der Gruppe, welche besteht aus:
Siebdruck, Reservedruck, insbesondere Wachsreservedruck, temporäres Abdecken;
wobei das Verfahren einen reel-to-reel Prozess aufweist.

