

Zukunft Bau

STRUKTUR / GLIEDERUNG KURZBERICHT

Titel

Langfassung Titel: „Baustoff-integrierte Flächenheizung“

Anlass/ Ausgangslage

Das Ziel der Regierung im Hinblick auf die Energiewende sind die Reduzierung der CO₂-Emissionen und der Umstieg von heute dominierenden fossilen Energieträgern auf erneuerbare Energien. Ein großes Einsparungspotential bieten Erwärmungssysteme für Wohnräume, welche einen hohen Energiebedarf aufweisen. Eine mit regenerativen Energien betriebene, bereits in einen Baustoff integrierte Wandflächenheizung bietet dafür eine ressourcenschonende Lösung.

Gegenstand des Forschungsvorhabens

Die Forschungsarbeiten bestanden darin, mit Hilfe eines kaltaktiven Atmosphärendruckplasmas und Metallpulver eine Heizstruktur additiv auf Oberflächen im wohnlichen Umfeld aufzutragen. Ziel war es, die elektrische Flächenheizung bereits in Gipskartonplatten oder alternativen typischen Baustoffen zu integrieren und die aufgedruckten Strukturen dabei als elektrische Widerstandsheizung einzusetzen. Aufgrund der zahlreichen Vorteile wurde dafür die Plasma-Coating-Technologie verwendet, welche es erlaubt, auf einer Vielzahl von Materialien elektrisch leitende Strukturen in beliebiger Form aufzubringen. Mit Hilfe von Plasma und Metallpulver bestehend aus Mikro- bzw. Nanopartikeln kann eine dauerhafte Verbindung auf einem dreidimensionalen Basismaterial entstehen. Dadurch ist die Integration einer Heizung direkt am Baumaterial in nur einem Arbeitsschritt, innerhalb weniger Sekunden, möglich. Zunächst wurden dafür Grundlagenversuche mit verschiedenen Substratmaterialien bei einer Variation der Parameter an der Plasmabeschichtungsanlage durchgeführt. Die Qualitätsbestimmung der additiv applizierten Heizstrukturen erfolgte anhand elektrischer Widerstandsmessungen der Leiterbahnen sowie Aufnahmen mit der Wärmebildkamera, welche Rückschlüsse auf das thermische Verhalten lieferten. Weiterhin wurden mittels eines Schertesters Haftprüfungen durchgeführt, um Aussagen über die Qualität der Verbindung zwischen Grundsubstrat und Metallisierung treffen zu können. Dabei stellte sich anhand der durchgeführten Qualitätsanalyse Gipskarton als ideales Basis-Substratmaterial für Flächenheizsegmente heraus. Mittels Laserscanmikroskop wurde die Geometrie, bzw. der Querschnitt der erzeugten Bahnen anhand von Schlifffbildern vermessen, um Aussagen über den Leiterbahnquerschnitt und den auftretenden Haftmechanismen treffen zu können. Zur Untersuchung der Dauergebrauchseigenschaften des Gipskarton-Heizstruktur-Verbundes wurden die teilweise tapezierten und mit Farbe überzogenen Proben innerhalb eines Klimaschranks zyklischen Temperaturwechseltests bei konstanter Luftfeuchte unterzogen. Weiterhin wurden in einem weiteren Test die Heizstrukturen selbst unter definierten Umweltbedingungen (feste Temperatur und Luftfeuchtigkeit) zyklisch erwärmt/abgekühlt, um somit Einschaltvorgänge für eine Dauer von ca. zehn Jahren zu simulieren.

Ebenso wichtig war die Layoutgestaltung der Heizwendel auf dem Gipskarton-Basissubstrat. Kommt es zu einer Unterbrechung der Heizstruktur, aufgrund z. B. Aufhängen eines Bildes, muss die Funktionalität des Flächenheizsegments durch redundante Gestaltung der Heizstruktur weiterhin gewährleistet sein, weshalb mehrere Layout-Strukturen untersucht wurden.

Nachdem optimale Parameter für die Beschichtung des Baustoffes gefunden wurden, wurden Beschichtungsversuche von großflächigeren Proben verwirklicht, welche ebenso bezüglich ihrer spezifischen thermischen und elektrischen Eigenschaften untersucht wurden. Nach einer ausreichenden Sammlung von Daten wurde ein numerisches Modell eines Flächenheizsegmentes erstellt, um die benötigte Leistung bei einer geforderten Wärme, ohne aufwendige praktische Versuchsdurchführung, für eine Vielzahl an weiteren Anwendungsfällen berechnen zu können.

Zur elektrischen Ankontaktierung und Verbindung der einzelnen Heizsegmente wurden verschiedene Methoden untersucht und bewertet, wobei ein selbstklebendes Kupferklebeband alle zuvor definierten Voraussetzung einer elektrischen Verbindung erfüllt.

Nachdem die Behaglichkeit eines Heizungssystems neben den Energiewerten die wichtigste Größe ist, wurde ein Demonstrationsraum mit einer symmetrischen Anordnung der Flächenheizungen an allen umschließenden Wandflächen real aufgebaut. Dabei wurden verschiedene Heizszenarien mittels Behaglichkeitsmessgerät bewertet. In einer eigens entwickelten Steuerung konnte die Regelung der Flächenheizsegmente in eine bestehende Smart-Home-Umgebung integriert werden. Zur Integration der Beschichtungsanlage in bestehende Fertigungssysteme, wurde der Beschichtungsprozess erfolgreich virtuell in die Modulherstellung eines Fertighausherstellers integriert.

Fazit

Das Ziel des Forschungsprojektes war die Entwicklung eines Heizungssystems, das die Nachteile bestehender Systeme eliminiert und die Vorteile am Markt verfügbarer Heizungen weiter ausbauen soll. Aufgrund des sinkenden Wärmebedarfs von Gebäuden und den Ausbau regenerativer Energien, reicht eine kleine Fläche der additiv hergestellten Wandheizung aus, um für eine ausreichende Behaglichkeit bei Gleichzeitiger CO₂-Reduzierung zu sorgen. Mit der additiven Plasmabeschichtungstechnologie konnte dieses Ziel mit der Integration von Heizstrukturen auf Gipskartonplatten erfolgreich umgesetzt werden, womit das entwickelte System eine zukunftsorientierte Alternative zu bestehenden Heizsystemen darstellt.

Eckdaten

Kurztitel: BIFH

Forscher / Projektleitung:

Gesamtkosten: 256.050,44 € €

Anteil Bundeszuschuss: 170.550,44 €

Projektlaufzeit: 24 Monate

BILDER/ ABBILDUNGEN:

5 - 7 Druckbare Bilddaten als **eigene Datei** (*.tif, *.bmp, ...) mit der Auflösung von mind. 300 dpi in der Abbildungsgröße (z.B. Breite 10 - 20cm). Bilder frei von Rechten Dritter.

Bildnachweis jeweils:

Bild 1: Plasmabeschichtungsprozess_schematisch.jpg

Bildunterschrift: Schematische Darstellung des Plasmabeschichtungsprozesses

Bild 2: Virtuelle_Heizungsintegration.jpg

Bildunterschrift: Virtuelle Integration der Heizstrukturen auf der Wandoberfläche

Bild 3: Beschichtungslayout_schematisch.jpg

Bildunterschrift: Schematische Darstellung der redundant abgesicherten Beschichtungs-Layouts für Flächenheizsegmente

Bild 4: Beschichtung_Werkstoffe.jpg

Bildunterschrift: Optische Analyse der plasmabeschichteten Proben auf Gipskarton und alternativen Basis-Substratmaterialien

Bild 5: Behaglichkeitsmessgerät.jpg

Bildunterschrift: Bewertung der Flächenheizsegmente mit Behaglichkeitsmessgerät