

Optimierung von Fußbodentemperierung durch Calciumsulfatfließestriche

Die globale Erwärmung unserer Erde und die steigenden Energiepreise verlangen eine Reduzierung des Energieverbrauchs. In der Haustechnik soll dies insbesondere durch die Verringerung des Heizenergieverbrauchs erreicht werden. Anders als in der Fahrzeugtechnik gibt es für Gebäude gesetzliche Vorgaben bezüglich des Energieverbrauchs von Neubauten und modernisierten Altbauten, die in der Energieeinsparverordnung geregelt sind. Vom Industrieverband Werkmörtel und Industriegruppe Estrichstoffe wurde die Materialprüfungsanstalt der Universität Stuttgart (Otto-Graf-Institut) beauftragt, eine Vergleichsprüfung zum Aufheizen und Abkühlen von Heizestrichen durchzuführen.

In der Baubranche wird viel unternommen, um die gesetzlichen Anforderungen der Energieeinsparverordnung zu erfüllen. Hierzu zählen effektive Dämmsysteme für Wand, Dach und Boden, moderne, gut dämmende Fenster, neue Heiztechnologien und Belüftungssysteme. Darüber hinaus werden Flächentemperierungssysteme auch immer häufiger zur Kühlung von Gebäuden in der Sommerzeit eingesetzt. Dies betrifft vor allem

die Deckensysteme. Aber auch der Fußboden kann seinen Beitrag leisten, wenn der Heizestrich für die Kühlung genutzt wird.

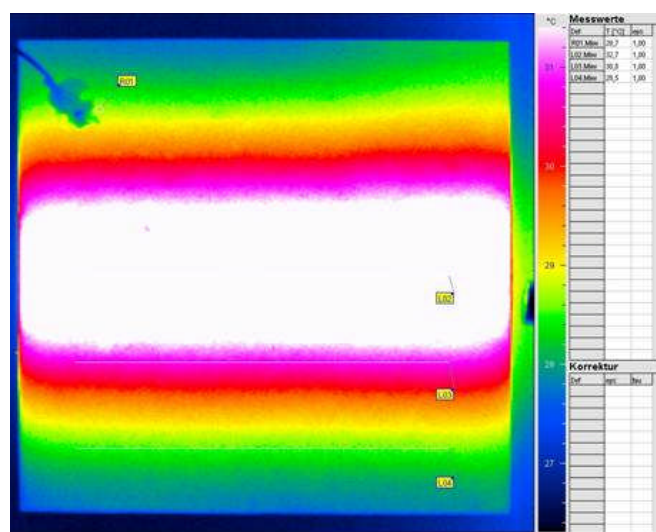
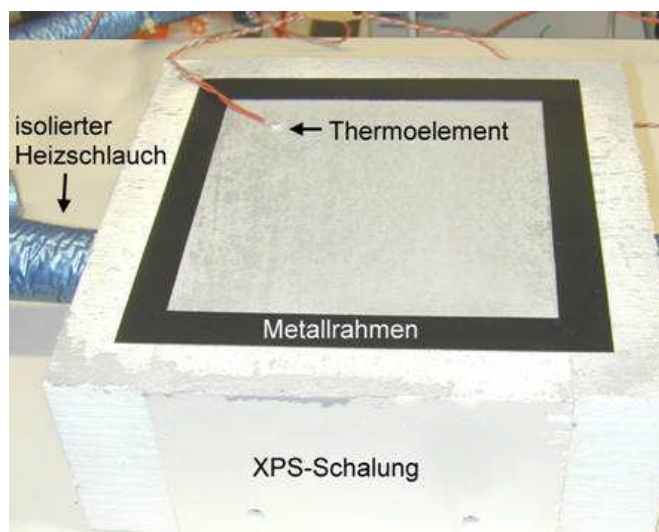
Wie wirkt ein Heizestrich ?

Zur Optimierung von Fußbodentemperierungen ist es erforderlich, Estriche einzusetzen, die die Temperatur vom Heizleiter schnell an die Raumluft weitergeben. Fließestriche auf Calcium-

sulfatbasis (im Folgenden Fließestriche genannt) weisen eine hohe Wärmeleitfähigkeit auf, umschließen die Heizrohre sehr gut und können mit geringerer Dicke (35 mm über Heizrohr) ausgeführt werden, als herkömmlich zu verarbeitende Zementestriche (45 mm über Heizrohr). Hieraus leitet man Vorteile des Fließestrichs beim Einsatz auf Fußbodenheizung ab und bewirbt diese, um den Anteil des Fließestrichs als Heizestrich gegenüber kon-

ventionellem Zementestrich zu erhöhen.

In einer unabhängigen Untersuchung sollte überprüft werden, ob der heiztechnische Vorteil des Fließestrichs gegenüber konventionell zu verarbeitenden Estrichen wissenschaftlich nachweisbar ist. Von den Industrieverbänden IWM und IGE wurde die Materialprüfungsanstalt der Universität Stuttgart (Otto-Graf-Institut) beauftragt, eine Ver-



Links der Versuchsaufbau, daneben von links nach rechts Thermobilder der Estrichoberfläche nach 1 Stunde Aufheizung mit einer Wassertem-

ESTRICH + TECHNIK

men von (B x H x L) 40 mm x 40 mm x 160 mm in Anlehnung an DIN 18 560 Teil 1 herzustellen, an denen die Festigkeiten geprüft wurden. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 und Tabelle 2 zusammengefasst.

Versuchsdurchführung

Die Aufheizung der Prüfkörper erfolgte mit einer Wassertemperatur von 45 °C, die solange durch die Prüfkörper geleitet wurde, bis sich eine konstante Oberflächentemperatur einstellte. Danach wurde zur Kühlung des Estrichs die Wassertemperatur auf 23 °C zurückgeregelt und der Temperaturverlauf auf der Probenoberfläche aufgezeichnet, bis die Oberflächentemperatur wieder auf etwa 23 °C abgekühlt war. Anschließend wurde der Vorgang wiederholt, allerdings mit einer Wassertemperatur von 35°C. Dies entspricht den mit zeitgemäßen Niedrigenergiesystemen erzielbaren Vorlauftemperaturen.

Um auch das Verhalten der Estriche hinsichtlich der Wärmespeicherung vergleichend abzuschätzen, wurde bei einer weiteren Untersuchung nach dem Aufheizen die Fußbodenheizung abgeschaltet, so dass eine Abkühlung nur über die Estrichoberfläche durch die 23°C warme Luft möglich war.

Die Prüfkörpertemperatur wurde mit Hilfe einer Thermokamera an der Oberfläche gemessen. Zum Abgleich der unterschiedlichen Emissionseigenschaften der Estrichoberflächen wurde auf die Prüfkörperoberfläche ein Thermoelement aufgebracht. Die an dieser Stelle ermittelte Temperatur diente als Bezugsgröße, mit der sämtliche durch die Thermokamera ermittelten Temperaturen korrigiert wurden. Um äußere

Einflüsse möglichst gering zu halten, wurde während der Bildaufzeichnung ein Käfig aus EPS um die Probe gestellt.

Mit der Einstellung der Vorlauf-temperatur begann gleichzeitig die Aufzeichnung der Bilder. Alle 10 Sekunden wurde ein von der Thermokamera erfasstes Bild für die Computerauswertung gespeichert. Von jeder Variante wurden jeweils 3 Prüfkörper gemessen. Da zwischen den Prüfkörpern jeder Sorte keine signifikanten Unterschiede festzustellen waren, wurde für die Auswertung jeweils nur ein Prüfkörper herangezogen.

Nach Abschluss der Messungen wurden die Prüfkörper zur optischen Prüfung aufgeschnitten, um die Gefügeausbildung und den Kontakt zwischen Rohr und Estrichmörtel zu überprüfen.

Ergebnis

Die thermographischen Untersuchungen lassen deutliche Unterschiede der Prüfkörper im Aufheiz- und Abkühlverhalten erkennen.

Im Diagramm 1 sind die Temperaturverläufe der Oberflächentemperatur beim Beheizen oberhalb der Rohre für den Fließestrich mit 35 mm Rohrüberdeckung, für den Fließestrich mit 45 mm Rohrüberdeckung und für den konventionellen Zementestrich mit 45 mm gegenüberge-

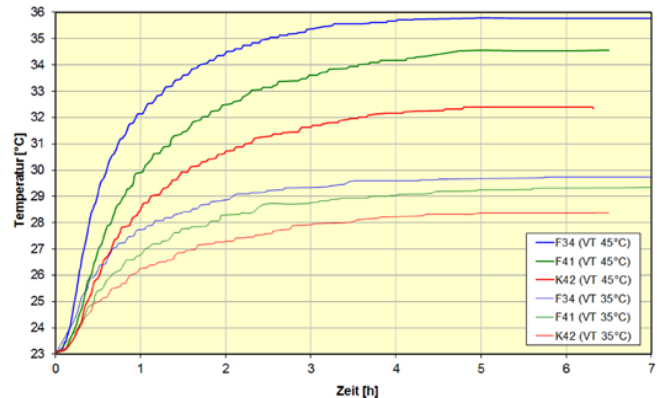


Diagramm 1: Vergleich der Temperatur-Zeit-Verläufe auf der Probenoberfläche der 3 Prüfkörpervarianten (jeweils Linie L1), nach Umschaltung der Wassertemperatur von 23 °C auf 45°C bzw. 35°C (F34 = Fließestrich 35 mm über Rohr, F41 = Fließestrich 45 mm ü. R., K42 = konv. Zementestrich 45 mm ü. R.).

stellt. Anhand der erreichbaren Maximaltemperatur sowie der Zeit bis zum Erreichen der Oberflächentemperatur von 30 °C, lassen sich folgende Unterschiede beim Heizbetrieb verdeutlichen:

1. Bei einer Vorlauf-temperatur von 45 °C / 35°C beträgt die maximal erreichbare Oberflächentemperatur bei den Prüfkörpern aus Calciumsulfatfließestrich mit einer Überdeckung von 35 mm bei 36 °C / 30 °C, mit einer Überdeckung von 45 mm bei 35 °C / 29°C. Bei dem Prüfkörper aus konventionellem zementgebundenem Estrich, mit einer Überdeckung von 45 mm, liegt diese Temperatur mit 32 °C / 28 °C deutlich darunter.
2. Um bei einer Vorlauf-temperatur von 45 °C / 35°C die Ober-

flächentemperatur von 27°C über dem Heizrohr zu erreichen, benötigten die Prüfkörper aus Calciumsulfatfließestrich ca. 20 Minuten / 40 Minuten bei 35 mm Überdeckung und ca. 30 Minuten / 63 Minuten bei 45 mm Überdeckung. Der Prüfkörper aus konventionellem, zementgebundenem Estrich mit 45 mm Überdeckung benötigte hierfür 39 Minuten / 99 Minuten.

Im Diagramm 2 sind dieselben Kurven beim anschließenden Abkühlen mit 23°C kaltem Wasser gegenübergestellt. Beim Abkühlen ergeben sich folgende Unterschiede:

Beim Abkühlen durch Reduzierung der Wassertemperatur von 45°C auf 23°C wird nach 60 Minuten eine Temperaturabsen-

Tabelle 1: Rohdichte, Biegezugfestigkeit und Druckfestigkeit des verwendeten Calciumsulfatfließestrichs (Güteprüfung)

Prismenbezeichnung	Rohdichte kg / dm ³	Biegezugfestigkeit N / mm ²	Druckfestigkeit N / mm ²	
Prüfkörper 1	2,11	7,5	31	29
Prüfkörper 2	2,06	7,5	32	33
Prüfkörper 3	2,07	8,4	30	29
Mittel	2,08	7,8	31	

ESTRICH + TECHNIK

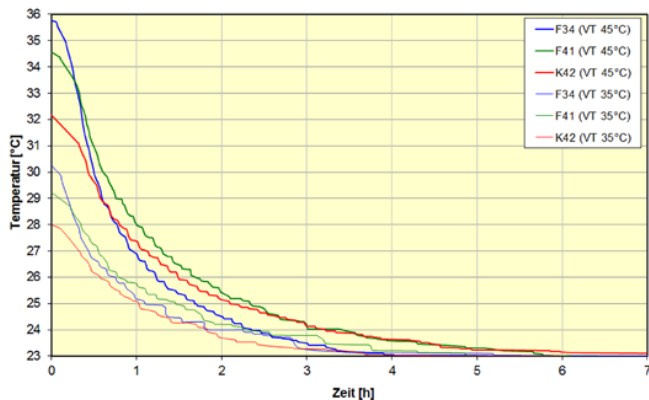


Diagramm 2: Vergleich der Temperatur-Zeit-Verläufe auf der Probenoberfläche der 3 Prüfkörpervarianten (L1), nach Umschaltung der Wassertemperatur von 45 °C bzw. 35 °C auf 23 °C (F34 = Fließestrich 35 mm über Rohr, F41 = Fließestrich 45 mm ü.R., K42 = konv. Zementestrich 45 mm ü.R.).

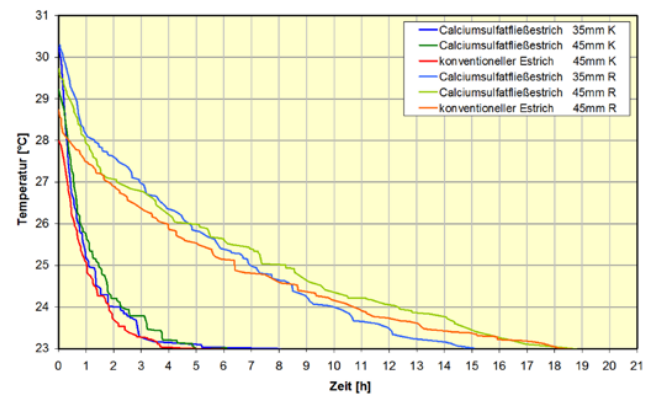


Diagramm 3: Vergleich der Temperatur-Zeit-Verläufe auf der Probenoberfläche der 3 Prüfkörpervarianten (L1), nach Abschalten der Fußbodenheizung und Abkühlen über Estrichoberfläche durch die 23 °C warme Luft.

kung der Estrichoberfläche über Rohr von 7,8 °C beim Fließestrich mit 35 mm und 6,4 °C bei 45 mm Überdeckung erreicht. Der Prüfkörper aus konventionellem, zementgebundenen Estrich, mit 45 mm Überdeckung, erreichte nur eine Reduzierung um 4,9 °C. Damit werden beim Fließestrich trotz höherer Ausgangstemperatur früher Temperaturen im Bereich der Kühlmitteltemperatur erreicht.

Im Diagramm 3 sind die Kurven beim anschließenden Abkühlen mit 23 °C kaltem Wasser denen, beim Abkühlen über Raumluft gegenübergestellt. Beim Abschalten der Fußbodenheizung verläuft die Abkühlung der Estrichoberfläche des Fließestrichs und des Zementestrichs mit jeweils 45 mm Rohrüberdeckung gleich

schnell. Die Abkühlung von 28 °C Oberflächentemperatur auf 24 °C benötigt für beide Estriche ca. 11 Stunden. Bei dem Fließestrich mit 35 mm Rohrüberdeckung werden hierfür ca. 9 Stunden benötigt.

Die Schnitte der Prüfkörper ergaben, dass der Kontakt zwischen Fließestrichmörtel und Rohr wesentlich besser war als der zwischen Zementestrichmörtel und Rohr. Durch die flüssige Konsistenz wird das Rohr vom Fließestrich vollständig ummantelt und kann die Wärme direkt an den Mörtel abgeben. Beim konventionellen Zementestrich ist eine vollständige Verdichtung um das Rohr wie beim Fließestrich nicht möglich, wodurch Luftpolder die Weiterleitung der Wärme behindern.

Fazit

Die thermografische Untersuchung zeigt, dass der Wärmeübergang vom Heiz-/Kühlwasser bis zur Prüfkörperoberfläche beim Fließestrich wesentlich schneller als beim konventionellen Zementestrich erfolgt. Dies bedeutet, dass mit Fließestrichen die Raumtemperaturen schneller zu regeln sind, als mit konventionellen Zementestrichen.

Darüber hinaus werden mit Fließestrichen beim Beheizen nicht so hohe Vorlauftemperaturen, bzw. beim Kühlen nicht so geringe Vorlauftemperaturen benötigt. Fließestriche sind damit als Flächentemperierungssysteme sowohl zum Beheizen als auch zum Kühlen von Gebäuden besonders gut geeignet.

Dennoch ist auch der Fließestrich als Wärmespeicher sehr gut geeignet. Er lässt sich schneller aufheizen, gibt die Wärme aufgrund der guten Wärmekapazität aber genauso gleichmäßig ab, wie ein Zementestrich in gleicher Dicke. Soll ein Estrich zur Wärmespeicherung herangezogen werden, besitzt ein Fließestrich aufgrund des schnellen Aufheizens Vorteile. Die Estrichdicke sollte dann jedoch auf die für die Wärmespeicherung erforderliche Dicke bemessen werden. ■

Tabelle 2: Rohdichte, Biegezugfestigkeit und Druckfestigkeit des verwendeten zementgebundenen Estrichs (Güteprüfung)

Prismenbezeichnung	Rohdichte kg / dm ³	Biegezugfestigkeit N / mm ²	Druckfestigkeit N / mm ²
Prüfkörper 1	1,98	6,3	37
Prüfkörper 2	1,96	6,3	30
Prüfkörper 3	1,99	6,2	41
Mittel	1,98	6,3	38

Andres Seifert der Autor



Andres Seifert ist Leiter Markt Management Boden bei Knauf Gips.