



1.) Physikalische Grundlagen

Seite 2 - 4

2.) Heiz- und Kühlwirkung

Seite 5 - 7

3.) Regelung

Seite 8 - 9

4.) Abgrenzung zu anderen Heizsystemen

Seite 10 - 11



Grundlagen

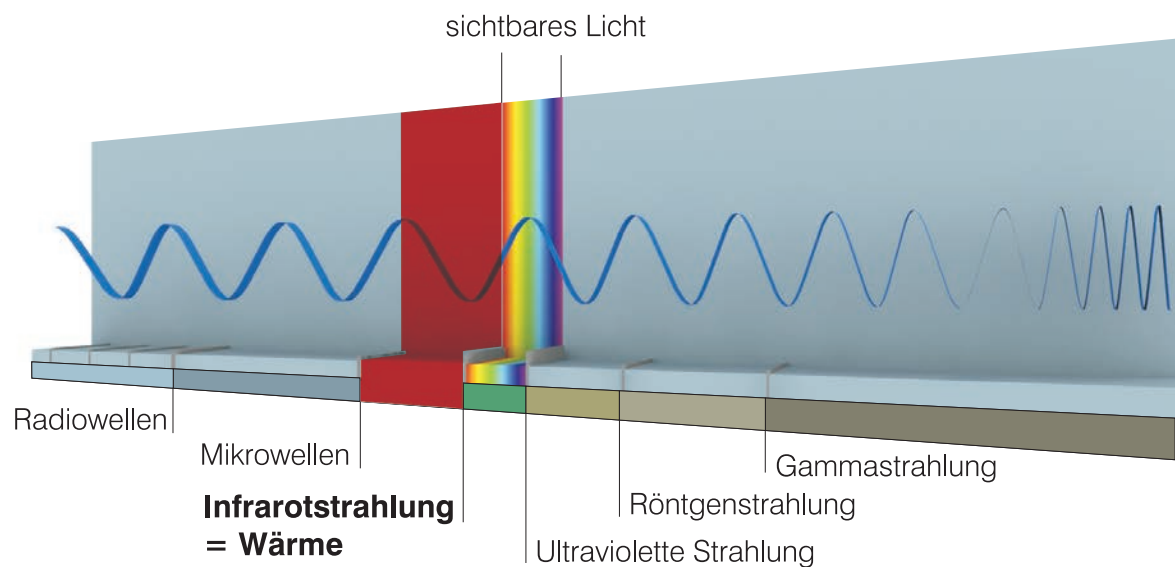
Das Prinzip der Deckenstrahlungsheizung ist sehr einfach und lässt sich am Besten mit dem Sonnenbad auf einem Gletscher erklären.

Obwohl dort die Umgebungstemperatur im Minus – Bereich liegt, ist es in der Sonne warm. Das liegt an der Wärmestrahlung der Sonne, auch Infrarotstrahlung genannt.

Dort, wo die Infrarotstrahlen auftreffen, werden Personen und Oberflächen der Gegenstände erwärmt und geben ihrerseits wieder Wärme ab.



Wärmestrahlung ist die Energieabgabe oder Energieaufnahme durch Emission und Absorption von elektromagnetischer Strahlung.

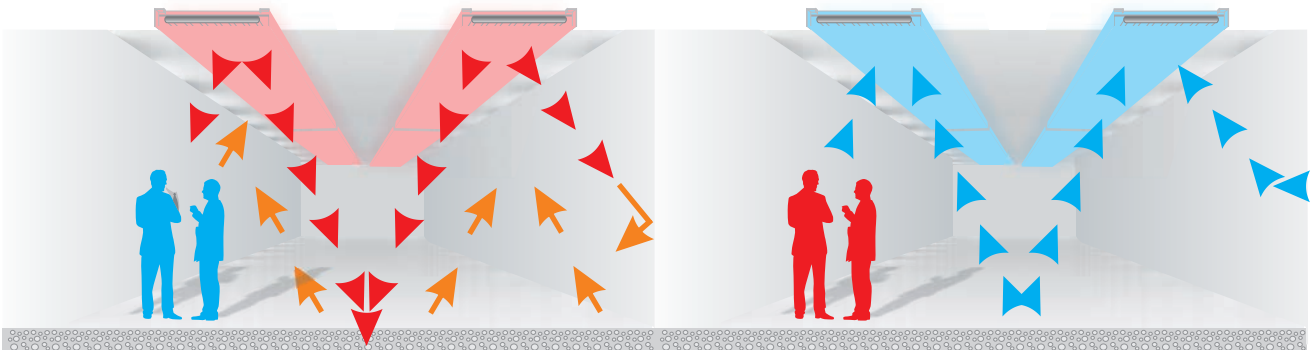


Jeder Körper sendet ohne Rücksicht auf die Beschaffenheit seiner Umgebung Strahlung aus. Die insgesamt abgegebene Energie setzt sich jedoch aus der Differenz von emittierter oder absorbierter Energie zusammen.

> Wechselwirkung!

Grundlagen

Wechselwirkung von Deckenstrahlungsheizungen und Kühldecken.



Deckenstrahlungsheizungen:

Der Körper mit der wärmeren Oberflächentemperatur gibt mehr Energie ab als er erhält.



Der Raum wird wärmer.

Kühldecke:

Der Körper mit der kälteren Oberflächentemperatur erhält mehr Energie, als er abgibt.



Der Raum wird kälter.

Die Raumtemperatur wurde schon frühzeitig neu definiert:

$$T_R = \frac{T_{\text{Umschließungsflächen}} + T_{\text{Luft}}}{2} = \text{empfundene Temperatur}$$

T_U = Oberflächentemperatur Umschließungsfläche

T_L = Lufttemperatur

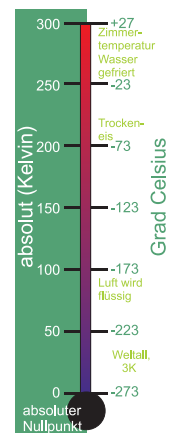
T_R = Gefühlte/Operative Temperatur

Beispiele:

Deckenstrahlungsheizung $T_U = 22^\circ\text{C} \rightarrow T_L = 18^\circ\text{C} \rightarrow T_R = 20^\circ\text{C}$

Statische Heizflächen $T_U = 18^\circ\text{C} \rightarrow T_L = 22^\circ\text{C} \rightarrow T_R = 20^\circ\text{C}$

Luftheizung $T_U = 16^\circ\text{C} \rightarrow T_L = 24^\circ\text{C} \rightarrow T_R = 20^\circ\text{C}$



Es gilt folgende Faustformel:

1 K Absenkung der Lufttemperatur = ca. 6 % Energieeinsparung.

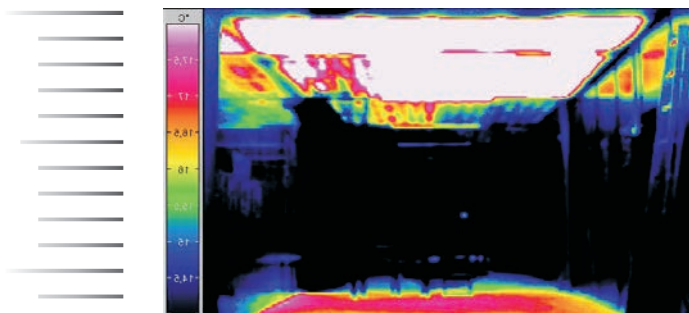
Heiz- und Kühlwirkung

Heizwirkung von Deckenstrahlungsheizungen und Deckenstrahlplatten

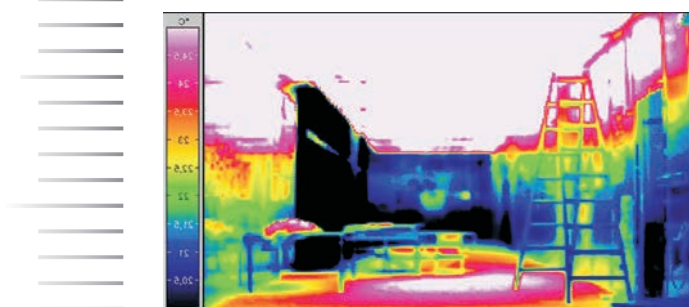
Deckenstrahlungsheizungen von FRENGER SYSTEMEN BV arbeiten nach einem grundlegend natürlichen Prinzip, das mit der Wärmewirkung der Sonne identisch und so alt wie die Menschheit ist. In grauer Vorzeit, als unsere Ahnen mit Keulen bewaffnet und in Bärenfelle gehüllt herumliefen und in Höhlen lebten, wärmten sie sich an der angenehmen Strahlung des Holzfeuers. Jeder von uns kennt auch einen typischen Wintertag: Direkte Sonneneinstrahlung an einem kalten Wintertag lässt bei uns ein Wärmegefühl entstehen, das trotz kalter Umgebungsluft als behaglich empfunden wird. Die Heizwirkung der Sonne erfolgt durch elektromagnetische Wellen, die die Luft durchdringen, ohne an Energie zu verlieren. Erst beim Kontakt mit dem menschlichen Körper wird diese Energie in Wärme umgewandelt. Die Wirkungsweise einer Deckenstrahlungsheizung ist ebenso einfach wie effektiv: Die Deckenstrahlungsheizung wird durch warmes Wasser aufgeheizt und gibt Energie in Form von langwelliger Wärmestrahlung an den Raum ab. Diese Energie wandelt sich erst beim Auftreffen auf den menschlichen Körper oder auf Gegenstände in Wärme um und beheizt diese.

Erwärmung eines Raums durch den Einsatz einer Deckenstrahlheizung

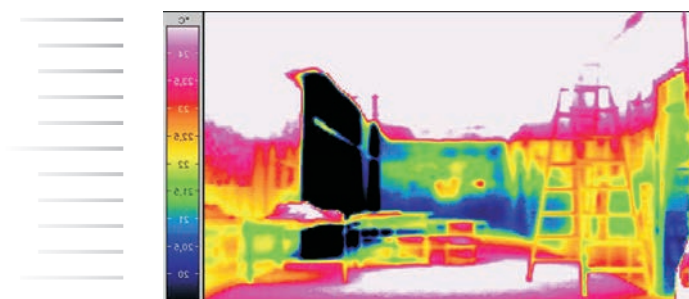
Nach ca. 10 Minuten



Nach ca. 20 Minuten



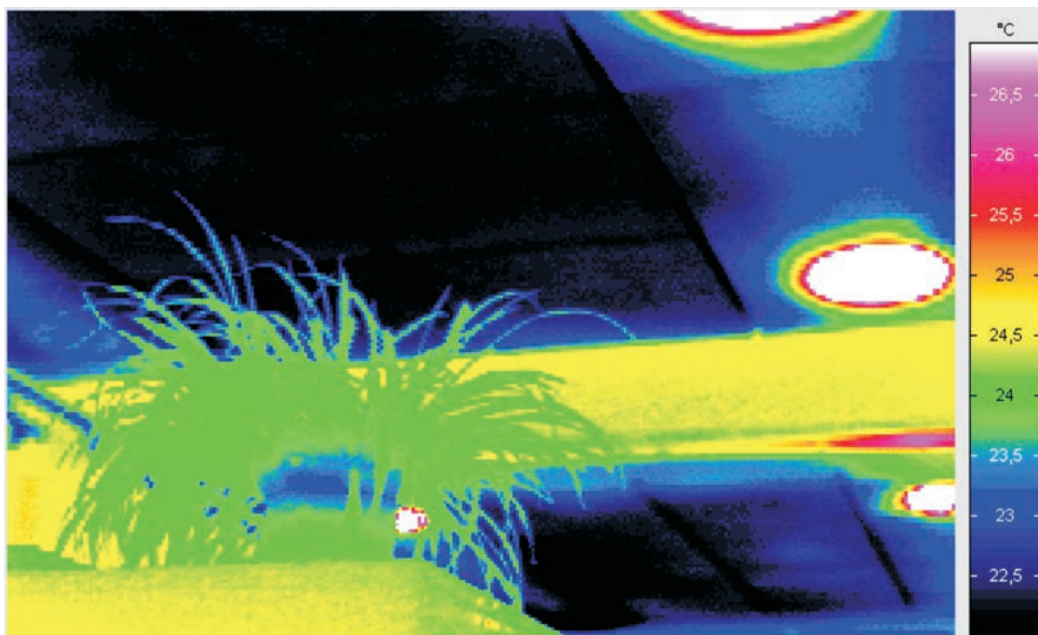
Nach ca. 40 Minuten



Heiz- und Kühlwirkung

Kühlwirkung einer Kühldecke

In Bürogebäuden ist die erforderliche Kühlleistung oft höher als die benötigte Heizleistung. Somit stellt die Kühlung die Hauptaufgabe des Deckenheiz- und Kühlsystems dar und man spricht von einer Kühldecke. Die Kühldecke wird von kühlem Wasser durchströmt, wobei übliche Vorlauftemperaturen zwischen 16 und 18°C liegen und somit optimal für freie Kühlung oder Geothermie sind. Tiefere Vorlauftemperaturen sind aufgrund des Taupunkts nur begrenzt möglich. Die Personen und Gegenstände im Raum geben aufgrund der höheren Temperatur die Wärme über Strahlung an die kühle Decke ab. Gleichzeitig steigt auch warme Luft des Raumes nach oben an der Decke entlang und gibt dort ebenfalls ihre Wärme an die Kühldecke ab. Die abgekühlte Luft sinkt in den Raum zurück. Die FRENGER SYSTEMEN BV Kühldecken sind in der Lage, ein weitgehend gleichmäßiges vertikales Temperaturprofil im Raum aufzubauen. Bei Kühldecken mit hohem Strahlungsanteil (Kühldecke Metall und Gips – Monolith) liegt die empfundene Raumtemperatur um 1,5 – 2 K unterhalb der Raumlufttemperatur, was sich auf den Komfort positiv auswirkt. Nicht zuletzt gibt der Mensch seine überschüssige Wärme zu ca. 50 % durch Strahlung auf umliegende Flächen ab. Somit kommt das FRENGER SYSTEMEN BV Kühldeckensystem auf der Basis der Strahlungskühlung der physiologischen Wärmeabgabe des Menschen entgegen. Was kostensparend und effizient zur Kühlung von Gebäuden eingesetzt wird, kann auch zu deren Beheizung genutzt werden. Im Winter wird die Kühldecke zu einer Deckenstrahlungsheizung und heizt dann mit niedrigen Vorlauftemperaturen den Raum. Selbstverständlich ist dieses Prinzip auch bei hohen Räumen wie Industriehallen einsetzbar. Hier werden dann Deckenstrahlplatten der Baureihen ECO EVO und ECO EVO PLUS im Kühlfall von kühlem Wasser durchströmt und entziehen der Aufenthaltszone über Strahlung die Temperatur. Die aufsteigende warme Luft wird auch hier an den Deckenstrahlplatten abgekühlt



Kombination einer Deckenstrahlungsheizung oder Kühldecke mit Lüftung

Um die thermische Behaglichkeit in einem Raum sicherzustellen, müssen die Funktionen Heizen, Kühlen und Lüften betrachtet werden. Aus energetischer Sicht und Behaglichkeitsgründen werden die Funktionen Heizen und Kühlen sinnvollerweise von einer FRENGER SYSTEMEN BV Deckenstrahlungsheizung und Kühldecke übernommen, um ein Maximum an Behaglichkeit bei minimalen Betriebskosten zu erzielen. Daher muss eine Lüftungsanlage – wie auch immer diese gestaltet wird – nicht mehr heizen oder kühlen, sondern dient nur noch der Zufuhr von frischer, sauberer und im Kühlbetrieb entfeuchteter Luft. Hierdurch werden die benötigten Luftmengen um den Faktor 4 bis 6 kleiner als es bei einer herkömmlichen Gebäudeklimatisierung der Fall wäre. Zulufttemperaturen werden daher entweder isotherm oder nur mit einer geringen Über- oder Untertemperatur eingeblasen. Sofern eine Fensterlüftung, die gemäss DIN 18032 in Sporthallen anzustreben ist, nicht realisiert werden kann oder darf, werden Lüftungsanlagen über CO₂- oder Luftgütesensoren gesteuert, um die Betriebszeiten und damit die Kosten zu minimieren. Auch hier gilt, dass die Luftmenge für den hygienischen Mindestluftwechsel deutlich kleiner ist als die Luftmenge, die zum Heizen benötigt würde. Zum einen bedeutet dies bei einer Kombinationslösung mit einer Deckenstrahlungsheizung einen viel geringeren Energiebedarf an elektrischer Antriebsenergie, zum anderen kann die Lüftungsanlage aber in den Ruhezeiten der Halle vollständig abgeschaltet werden. Alle Vorteile der Deckenstrahlungsheizung wie die hohe Energieeinsparung oder der herausragende Komfort bleiben auch in Kombination mit einer Lüftungsanlage erhalten



Regelung

Flexibles Heizen und Kühlen durch hohe Regelbarkeit

Deckenstrahlplatten und Deckenstrahlungsheizungen von FRENGER SYSTEMEN BV sind schnell regelbar. Das bedeutet, dass bei veränderten externen Bedingungen (Bewölkung löst sich schnell auf und die Sonne scheint, grosse Temperaturunterschiede in der Übergangszeit zwischen Tag und Nacht oder ein Temperatursturz) oder interner Nutzung (häufige Pausen, Veranstaltungsbeginn und viele Leute betreten die Halle gleichzeitig) die Deckenstrahlplatten sich in der Wärmeabgabe schnell anpassen. Ist ein plötzlicher Wärmeüberschuss im Raum vorhanden, so stellt der Regler die Deckenstrahlplatten ab und diese sind bedingt durch die geringe Masse kein Wärmespeicher. Umgekehrt funktioniert es ebenfalls perfekt – wird schnell Wärme benötigt, wird durch die geringe Masse der Deckenstrahlungsheizung dem Raum innerhalb weniger Minuten Wärme zugeführt. Diese Regelbarkeit funktioniert so gut, dass viele unserer Kunden in Sportstätten nur noch Kernzeiten von 8 bis 16 Uhr (Schulbetrieb) auf Zieltemperatur heizen. Ausserhalb dieser Zeiten ist die Raumtemperatur abgesenkt und es existiert im Eingangsbereich der Halle ein Bedarfstaster. Kommt ein neuer Nutzer, wird durch einmaliges Drücken des Bedarfstasters die Zieltemperatur für einen bestimmten Zeitraum angesteuert. Nachdem die neuen Nutzer die Umkleide verlassen haben, steht die Zieltemperatur in der Halle zur Verfügung.



Abgrenzung zu anderen Heizsystemen

Gegenüberstellung von Deckenstrahlplatten und Luftheizungen

Der energetische Vorteil von FRENGER – Deckenstrahlungsheizungen ergibt sich aus einfachen physikalischen Regeln:

1.) Warme Luft steigt nach oben – daher hat eine Luftheizung einen deutlichen Lufttemperaturanstieg im Vergleich zu einer FRENGER – Hochleistungsdeckenstrahlungsheizung, bei der fast kein Lufttemperaturanstieg erkennbar ist (nur 0,1 K/m oberhalb der Anforderungszone gemäß Messungen der Hochschule für Technik und Wirtschaft, Dresden).

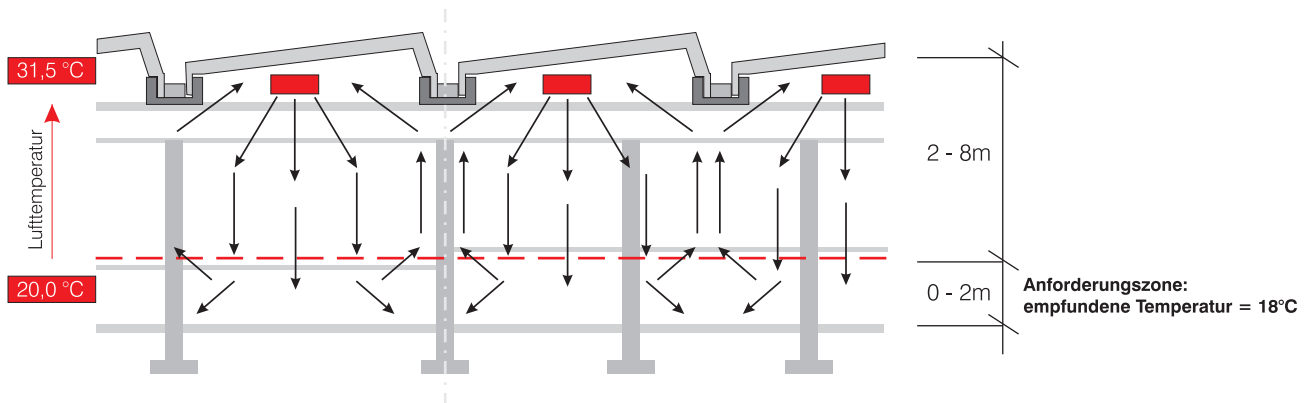
2.) Durch die abgesenkte Lufttemperatur einer FRENGER – Hochleistungsdeckenstrahlungsheizung im Vergleich zu einer Warmluftheizung reduziert sich der Energieverlust durch den Raumluftwechsel

3.) Da eine FRENGER-Deckenstrahlungsheizung keinen Ventilator hat, wird ausser der geringen Stromaufnahme für die Pumpe kein Strom verbraucht

Feldmessungen haben Heizenergieeinsparungen von 50% und 70% Stromeinsparungen bezogen auf die Heizung ergeben ("siehe auch Kapitel Vorteile und Funktionen" Heft Vorteile Seite 3).

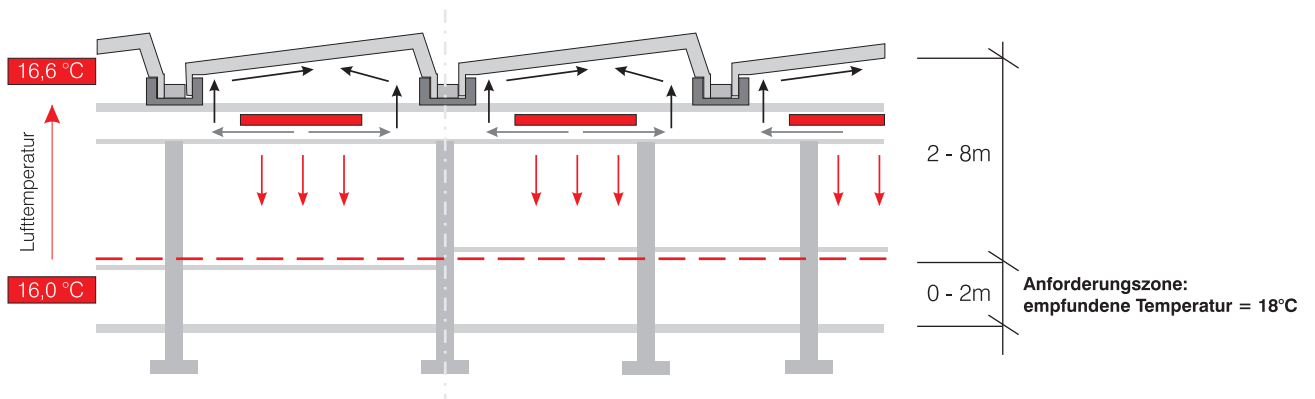
Beheizung mit Luftheizern

Räume über 4m Raumhöhe



Beheizung mit Deckenstrahlplatten

Räume über 4m Raumhöhe



Abgrenzung zu anderen Heizsystemen

Gegenüberstellung von Deckenstrahlplatten und Industrieflächenheizungen

Im Rahmen einer Studie hat das HLK-Institut an der Universität Stuttgart Industrieflächenheizungen und Deckenstrahlplatten energetisch verglichen. Hierbei wurden insbesondere die Verluste in das Erdreich betrachtet wie auch Gesamtenergiebilanzen erstellt. Alle Ergebnisse wurden unter Realbedingungen an einer typischen Industriehalle nach Baustandard im Jahr 2010 ermittelt

	FBH mit ungedämmter Bodenplatte (Wassertemperatur im Rohr: 48°C)	FBH mit gedämmter Bodenplatte (Wassertemperatur im Rohr: 48°C)		DSP mit ungedämmter Bodenplatte	DSP mit gedämmter Bodenplatte
Wärmestrom durch die unteren Flächen des Bodens [W]	34800	23600	Wärmestrom durch die unteren Flächen des Bodens [W]	13800	8300
Wärmestrom durch die seitlichen Flächen des Bodens (Beton) [W]	8500	9400	Wärmestrom durch die seitlichen Flächen des Bodens (Beton) [W]	7600	8500
Wärmestrom durch die seitlichen Flächen des Bodens (Dämmung) [W]	0	34	Wärmestrom durch die seitlichen Flächen des Bodens (Dämmung) [W]	0	29
Wärmestrom durch die Stirnseite des Bodens (Beton) [W]	4250	4700	Wärmestrom durch die Stirnseite des Bodens (Beton) [W]	3800	4250
Wärmestrom durch die Stirnseite des Bodens (Dämmung) [W]	0	17	Wärmestrom durch die Stirnseite des Bodens (Dämmung) [W]	0	14,5
Summe [W]	47550	37751	Summe [W]	25200	21094

Berechneter Wärmestrom ins Erdreich (mit $\lambda = 1,5 \text{ W/mK}$) mit und ohne Wärmedämmung der Bodenplatte als Vergleich zwischen Industrieflächenheizung und Deckenstrahlplatten

Es wird deutlich, dass bei einer Industrieflächenheizung etwa der doppelte Wärmestrom und somit Verlust in das Erdreich auftritt wie bei einer Deckenstrahlungsheizung.

Für den Gesamt - Heizenergieverbrauch des Referenzgebäudes wurde ermittelt:

Produktion	kWh	MWh	Infiltration	Aufwandszahl	Unterschreitung in h	Unterschreitung in %
Deutschland	213.154	213	0,2	1,35	2,0	0,1%
Deutschland	381.787	382	0,5	1,38	3,5	0,1%
England	252.531	253	0,3	1,34	4,0	0,1%

Gesamt - Energieverbrauch Industrieflächenheizung für das Referenzgebäude

Produktion	kWh	MWh	Infiltration	Aufwandszahl	Unterschreitung in h	Unterschreitung in %
Deutschland	182.922	183	0,2	1,15	2,0	0,1%
Deutschland	315.252	315	0,5	1,14	1,0	0,0%
England	220.844	221	0,3	1,18	4,0	0,1%

Gesamt - Energieverbrauch Deckenstrahlplatten mit marktüblichem Strahlungsanteil für das Referenzgebäude

Fazit:

Deckenstrahlplatten mit marktüblichem normalem Strahlungsanteil weisen einen um durchschnittlich 15% geringeren Energieverbrauch aus. Bei Einsatz der FRENGER SYSTEMEN BV Hochleistungsdecken-strahlplatte ECO EVO PLUS erhöht sich diese Differenz auf 28% geringeren Energieverbrauch gegenüber einer Industrieflächenheizung.

FRENGER SYSTEMEN BV
Heiz- und Kühltechnik GmbH

Wilhelm-Leuschner-Strasse 1
D-64823 Gross-Umstadt
Telefon +49 60 78 / 96 30-0
Fax +49 60 78 / 96 30-30
www.frenger.de / www.deckenstrahlplatte.de
Mail: info@frenger.de

FRENGER SYSTEM GMBH

Mülacher 10
CH-6024 Hildisrieden
Telefon +41 41 484 26 58
Fax +41 41 484 26 59
www.frenger.ch / www.deckenstrahlplatte.ch
Mail: info@frenger.ch

FRENGER SYSTEMEN BV

Generatorstraat 12
NL-3903 LJ Veenendaal
Telefon +31 318 52 44 43
Fax +31 318 51 66 31
www.frenger.nl

Technische Änderungen vorbehalten.
Ohne Haftung für Inhalt.