



## 365 Tage Wohlfühltemperatur

Sanftes Heizen und Kühlen mit Wärmestrahlung

# Rund um das Jahr Wohlfühltemperatur

Die Sonne liefert uns Licht und Wärme nicht immer so, wie wir es für eine angenehme Raumtemperatur brauchen. Daher heizen wir im Winter und können im Sommer kühlen.

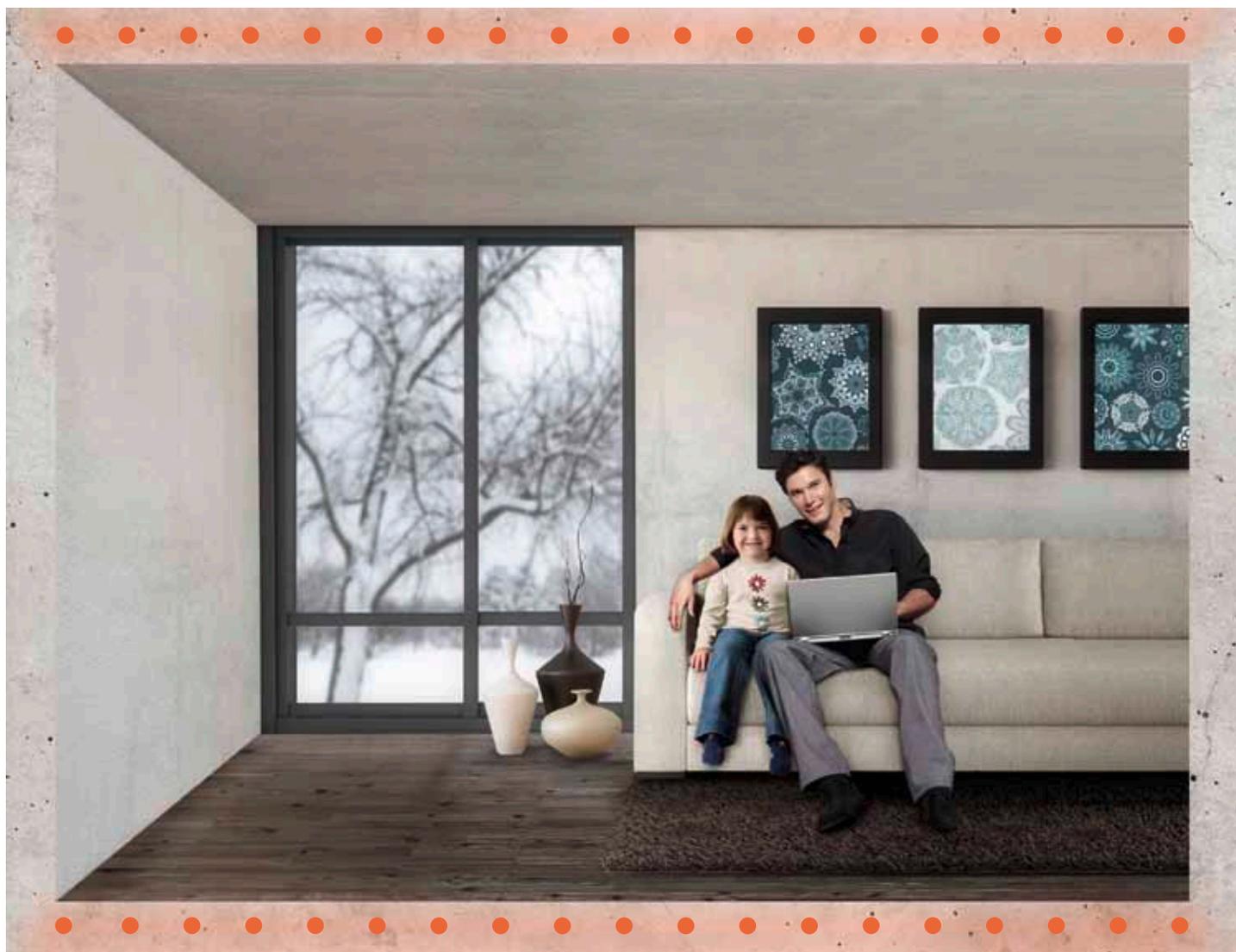
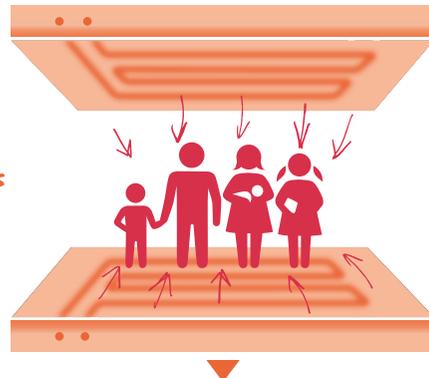
Die Raumbehaglichkeit soll mit hohem Bedienungskomfort und geringem Energieverbrauch erreicht werden. Neue Gebäude haben dafür Wände und Decken, die einen langsamen Wärmeaustausch zwischen außen und innen gewährleisten. Die Wärmedämmung schafft die Voraussetzung, schon mit geringen Wärmemengen, also wenig Energieaufwand, die Raumtemperatur gleichmäßig zu halten.

## Wohnen und Wohlbefinden



Der menschliche Körper ist perfekt daran angepasst, Wärmestrahlungen aufzunehmen und im Körper als Wärmeenergie zu nutzen. Wenn die Raumhülle angenehm temperiert ist, ist es für unseren Körper einfach, die Körpertemperatur zu halten, und wir fühlen uns wohl.

*sorgt für  
angenehmes  
Raumklima im  
Winter*



Im Winter sind Sonnenstrahlen ein gern gesehener Gast im Haus. Sie wärmen die Bauteile, auf die sie treffen und liefern einen merklichen Beitrag zum Energieeintrag in Boden und Wände. Ein zusätzlicher Wärmebedarf wird durch temperiertes Wasser von ca. 26-28 °C geliefert, das in Rohren durch die Betonbauteile fließt und Wärme an sie abgibt. Die Raumhülle mit großem

Wärmespeichervermögen nimmt diese Wärme auf und gibt diese laufend wieder in Form von Strahlungswärme ab. Die Energiemenge der Wärmeabstrahlung pro Fläche ist relativ gering, reicht aber bei großem Wärmeverrat und geringem Wärmeverlust nach außen aus, um die gewünschte Wohlfühltemperatur zu halten.

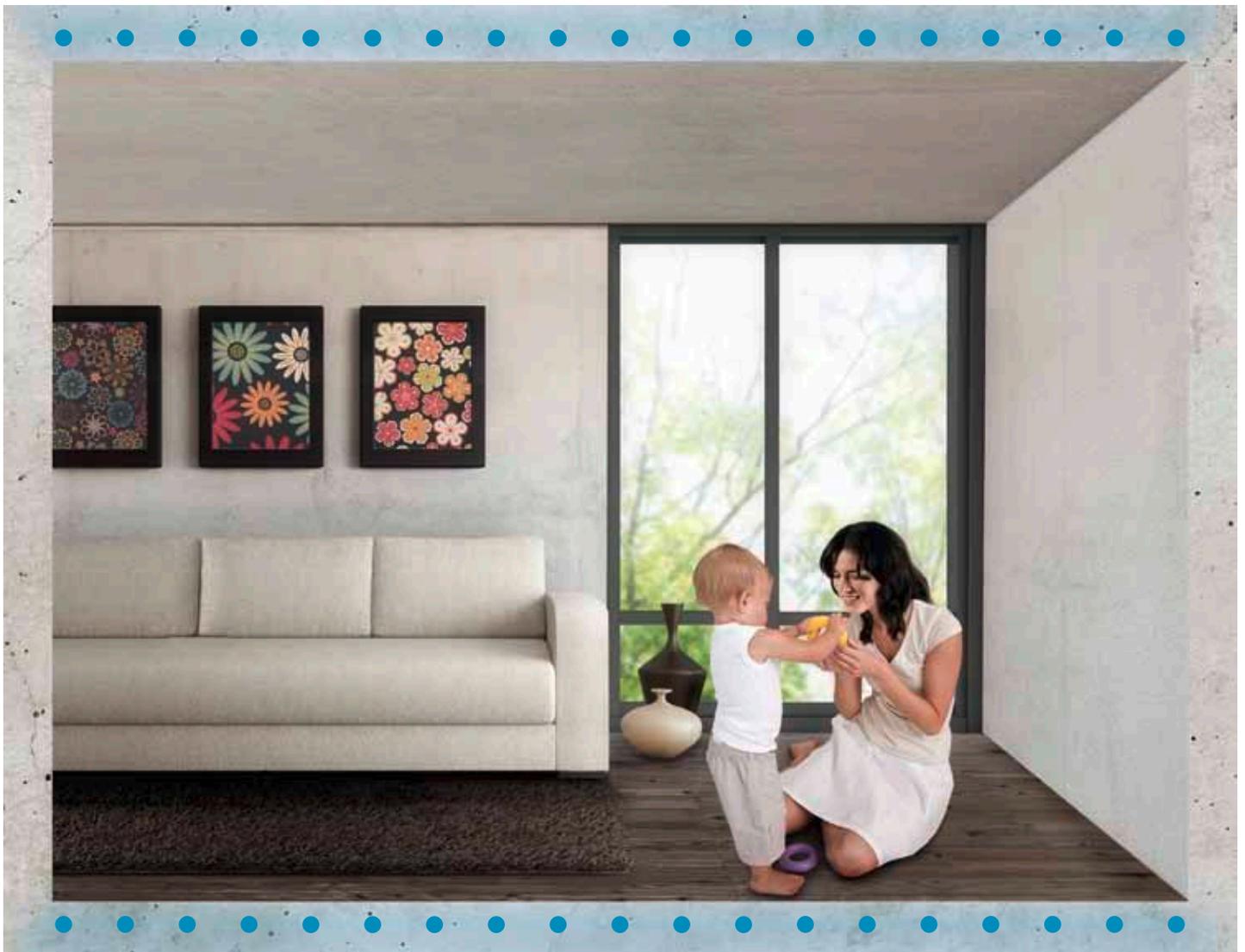
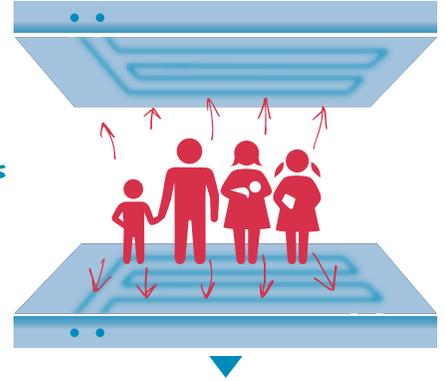
## Nutzung eines Naturphänomens

Es ist ein Naturgesetz, dass jeder Körper laufend Wärmeenergie in Form von Wärmestrahlung abgibt UND gleichzeitig aus der Umgebung aufnimmt. Sind die Wärme speichernden Bauteile einige Grade wärmer als die Raumtemperatur, geben sie bereits spürbar mehr Wärmestrahlung ab als sie gleichzeitig aus der Umgebung aufnehmen. Sind die Bauteile kühler als die Raumtemperatur, nehmen sie mehr Wärmestrahlung aus dem Raum auf als sie abgeben und senken so die Raumtemperatur.

## Sommer

Im Sommer bleibt die direkte Sonneneinstrahlung durch Beschattung möglichst abgeschirmt. Die Energie der Sonne ist dann besonders nützlich für die Warmwasserbereitung oder die Erzeugung von Sonnenstrom.

sorgt für  
angenehmes  
Raumklima im  
Sommer



Wenn im Sommer trotz guter Dämmung die Raumtemperatur die persönliche Wohlfühlzone verlässt, wird die Funktion der Raumhülle einfach umgedreht. Etwa 19-20 °C kühles Wasser durchfließt z.B. die Zimmerdecke und nimmt dabei Wärmeenergie auf. Das erwärmte Wasser wird über die Leitungen abgeführt und

kühles Wasser strömt nach. So wird dem Raum laufend Wärmeenergie entzogen. Es entsteht ein angenehmer Kühleffekt ohne Zugluft. Die Wärmeenergie der Bauteile wird in denselben Rohren abgeführt, die für die Heizfunktion bereits vorhanden sind.

# Physik

## Der Wärmestrahlung auf der Spur – Was ist Wärmestrahlung?

Wärmestrahlung entsteht in jedem Körper mit einer Temperatur über dem absoluten Nullpunkt ( $-273,15\text{ °C}$ ) durch die dauernde Bewegung der Atome und Moleküle (siehe Infokasten rechts  $\bar{j}$ ). Jeder Körper gibt laufend Wärmeenergie in Form von Wärmestrahlung ab und nimmt sie gleichzeitig aus der Umgebung auf. Dieser Energieaustausch führt dazu, dass sich die Temperatur der Körper in einem geschlossenen System mit der Zeit einander angleicht. Die Tendenz zur Angleichung der Temperaturen durch Austausch von Wärmestrahlung ist im Alltag erlebbar und kann auch aktiv genutzt werden.

## Friedrich Herschel – der Entdecker der Wärmestrahlung

Der Astronom Friedrich Herschel lässt im Jahr 1800 ein Bündel Sonnenlicht durch

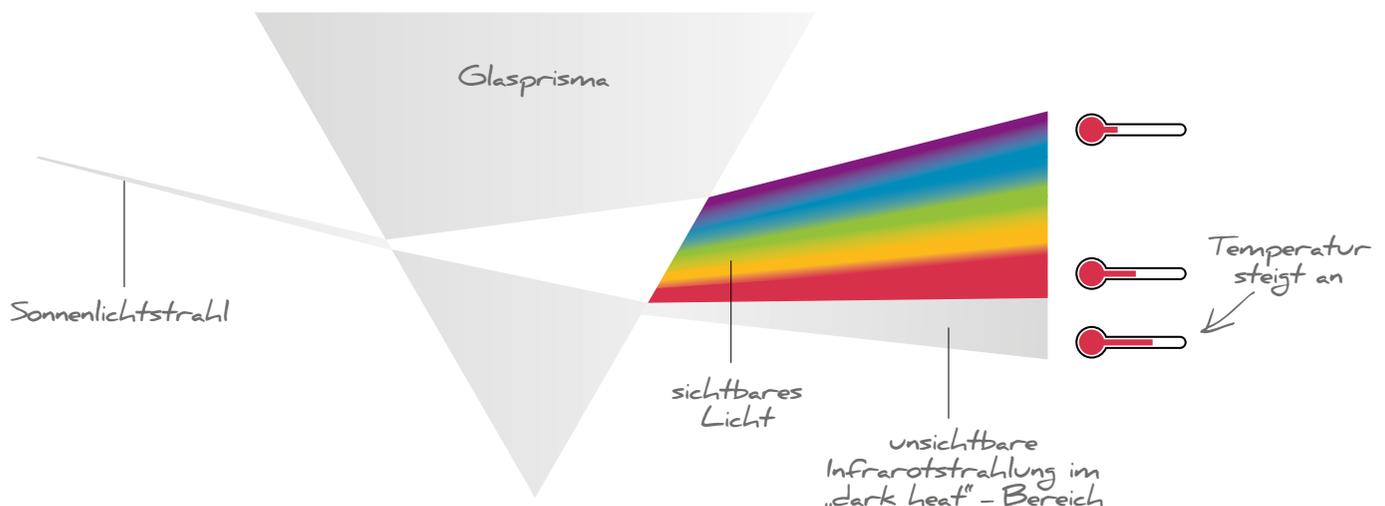
ein dreiseitiges Glasprisma fallen, wodurch das weiße Sonnenlicht in die Regenbogenfarben aufgefächert wird. Herschel misst die Temperaturen mit einem rußgeschwärzten Thermometer: Er beobachtet, dass der dunkle Bereich unter der Farbe Rot eine höhere Temperatur zeigt als im sichtbaren Licht! Also muss es da noch eine Energie geben, die die Temperatur höher steigen lässt. Er folgerte daraus, dass die Sonne auch Strahlen aussendet, die für uns Menschen nicht sichtbar sind, aber Energie übertragen und die Temperatur der angestrahlten Oberfläche erhöhen. Herschel hat diese Strahlen „dark heat“, also dunkle Hitze genannt. Heute wissen wir, dass die von uns Menschen als Wärmestrahlung empfundene Energie als elektromagnetische Welle erklärt werden kann. Genau wie Licht, oder UV-Strahlung, wie Radiowellen oder Röntgenstrahlen.

## Wärmestrahlung bei niedriger Temperatur

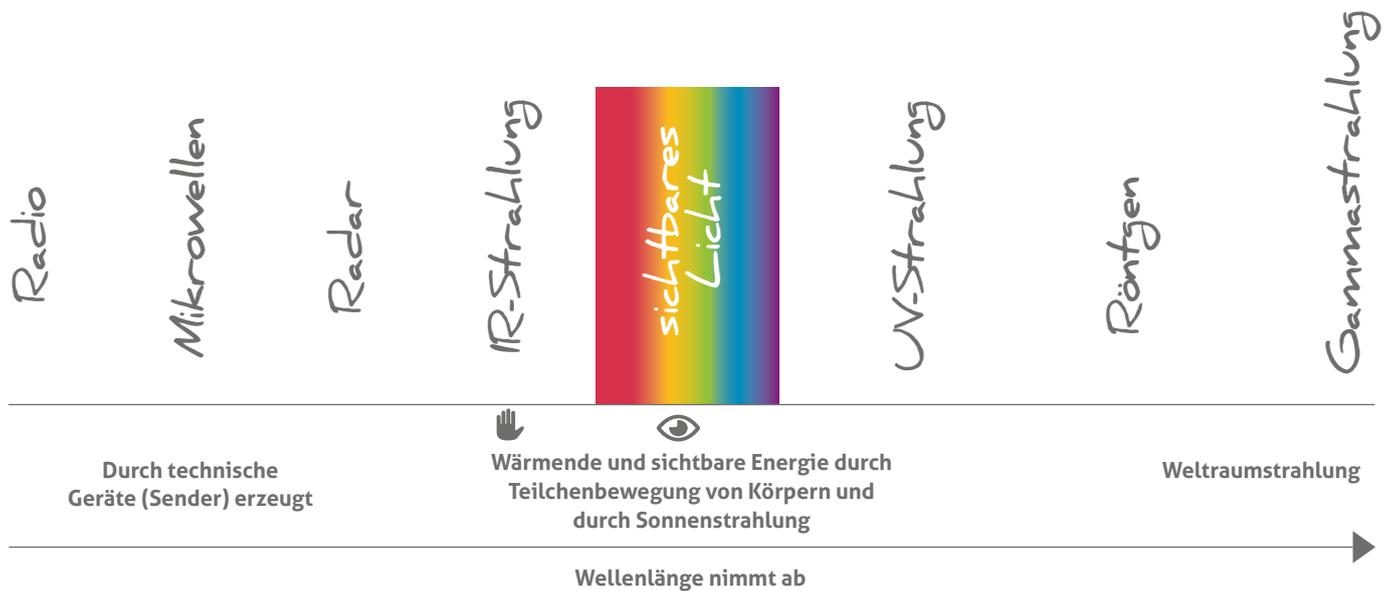
Auch Körper, die für unsere Begriffe nur leicht warm sind, geben Wärmestrahlung ab und sind somit für den menschlichen Körper als Wärmelieferant geeignet. Eine Wand von ca.  $24\text{ °C}$  sendet eine Wärmestrahlung im langwelligen Infrarotbereich aus, die zwischen 20 und 40 Watt pro Quadratmeter Wärmeleistung liefert.



Eine Wärmebildkamera wandelt Wärmestrahlung in sichtbares Licht um.



Versuchsaufbau Herschel



Das gesamte Spektrum der elektromagnetischen Strahlung

### Die Infrarotstrahlung

Der Infrarotbereich schließt im Spektrum der elektromagnetischen Wellen unmittelbar an den Bereich des sichtbaren Lichts an; daher auch die Bezeichnung „Infrarot“ (= unterhalb der Farbe Rot). Infrarotstrahlen haben eine größere Wellenlänge und eine niedrigere Frequenz als sichtbares Licht. Im Bereich der Infrarot- oder Wärmestrahlung kann der menschliche Körper die Strahlung sehr gut aufnehmen und in Wärmeenergie umwandeln.



#### Entstehung und Wesen einer elektromagnetischen Welle

In jedem Festkörper schwingen Atome oder Moleküle. Je schneller die Teilchen schwingen, desto höher ist die innere Energie und somit die Temperatur dieses Körpers. Die Atome und Moleküle enthalten elektrisch geladene Teilchen, die Elektronen. Immer, wenn sich eine elektrische Ladung bewegt, entsteht eine elektromagnetische Wirkung (Energieübertragung). Diese inneren Schwingungen sind die Quelle für ein elektromagnetisches Feld (d.h. für eine elektrische und magnetische „messbare Wirkung“ im Raum). Dieses Feld breitet sich im Vakuum „wellenartig“ mit Lichtgeschwindigkeit aus, indem sowohl eine elektrische als auch eine magnetische Kraft im Raum (im „Feld“) periodisch ab- und zunimmt. Das wird als elektromagnetische Welle bezeichnet.

#### Grundlegende Eigenschaften von elektromagnetischen Wellen

- Je größer die Frequenz (die Anzahl der Schwingungen pro Sekunde), desto kleiner ist die Wellenlänge. Die Wellenlänge ist der Abstand zweier Punkte mit gleicher Energie und gleicher Schwingungsrichtung.
- $f$  (Frequenz) =  $l$  (Wellenlänge) /  $c$  (Lichtgeschwindigkeit)
- Je größer die Frequenz ist, desto größer ist die Energie, die durch eine elektromagnetische Welle übertragen wird.
- Elektromagnetische Wellen können je nach Wellenlänge (sowie der Beschaffenheit der Körper, auf die sie treffen) teilweise durch Körper hindurchgehen, von diesen reflektiert oder in diesen wieder in innere Energie (Teilchenbewegung) umgewandelt werden.

# Baupraxis

## Bauteile – Was braucht man für dieses System?

Bauteilaktivierung bedeutet, dass ein System von Leitungen in Bauteilen aus Beton verlegt wird. Mit diesem Leitungssystem kann Wärmeenergie zu- und abgeleitet werden. Das geschieht meist mit Wasser.

## Warum Beton?

Beton hat eine hohe Wärmespeicherfähigkeit und eine gute Wärmeleitfähigkeit. Bei einem Niedrigstenergiehaus (entsprechende Dämmung, Luftdichtheit) speichert eine aktivierte Gebäudehülle aus Beton ausreichend Wärme für die Raumheizung. Im Sommer nimmt der gekühlte Beton Wärme aus dem Raum auf und senkt die Temperatur.

## Wie funktioniert das?

### Heizen

Luft kann Wärme nur schlecht speichern. Deswegen kühlen herkömmlich beheizte Räume im Winter (insbesondere bei schlechter Dämmung) rasch aus, wenn die Heizung nicht läuft. Die Nutzung von Beton als Speichermasse ermöglicht eine konstante und gleichmäßige Deckung des Heizbedarfs. 26-28 °C warmes Wasser fließt durch die im Beton verlegten Leitungen und gibt Wärme an den Beton ab. Durch die im Beton gespeicherte Wärme ist der Temperaturunterschied zwischen dem menschlichen Körper und den aktivierten Bauteilen geringer als normalerweise. Unser Körper kann seine Temperatur leichter halten, als das in einem Raum mit kälteren Decken und Wänden der Fall wäre. Das führt zu einer angenehmeren



Auf der unteren Stahlbewehrung montierte Leitungsrohre

Empfindung bei gleicher Raumlufttemperatur. Zudem behält der so temperierte Raum seine Temperatur länger, wenn die Heizung für einige Stunden oder Tage abgestellt wird.

### Kühlen

Auch hier spielt die Speicherkapazität des Betons die Schlüsselrolle. Der Beton nimmt aus dem Raum Wärmeenergie auf und senkt so die Raumtemperatur. Die nun im Beton gespeicherte Wärmeenergie wird an das Wasser in den Leitungen abgegeben und auf diesem Weg abtransportiert. Steigt die Raumtemperatur und damit ein Kühlbedarf, wird die zusätzlich vorhandene Speicherkapazität des Baustoffes genutzt. Obwohl nicht mehr Wärme unmittelbar über die Rohrleitungen abgeführt werden kann, kann der Beton die Wärmeenergie zwischenspeichern und später an das Wasser zur Ableitung übertragen. Auf diese Weise wird der Raum unmittelbar gekühlt,

auch wenn der Kühlungsbedarf kurzfristig größer ist als die Ableitungskapazität des Wasserkreislaufes.

## Ausgleichende Wirkung bei sommerlichen Schlechtwetterperioden

Aktiviert Betonbauteile geben während einer sommerlichen Kälteperiode ihre vorher



Thermische Bauteilaktivierung in Einfamilienhäusern

gespeicherte Wärmeenergie in den Raum ab. Ohne Einschalten der Heizung bleibt eine angenehme Temperatur im Haus erhalten.

#### **Hohe Wirtschaftlichkeit**

Vorhandene Böden, Decken und Wände können mit wenig Mehraufwand als Speichermasse aktiviert werden. Im Bürobereich wird die Technik der Bauteilaktivierung vielfach eingesetzt, weil sie hohe Effizienz und Wirtschaftlichkeit ermöglicht. Auch im privaten Wohnbau können diese Vorzüge sehr vorteilhaft genutzt werden.



*Kirchdorfer Zementwerke: Zukunftsweisender Einsatz des Energiespeichers Beton*



*Wirtschaftsuniversität Wien „Library & Learning Center“: Heizen und Kühlen mit thermisch aktivierten Betondecken*

# Wohlfühltemperatur mit Strahlungswärme

In unseren Wohn- und Arbeitsräumen wollen wir unsere individuelle Wohlfühltemperatur möglichst ganzjährig beibehalten. Wir sind mit Raumumgebungen unzufrieden, wenn es zu heiß oder zu kalt, zugig oder durch trockene oder feuchte Luft einfach ungemütlich wird. Durch die ausgeprägten Jahreszeiten müssen wir daher für unsere Raumtemperatur ein Heiz- und Kühlsystem vorsehen.

Eine komfortable und wohltuende Wärmeempfindung im Raum wird mit großflächiger Strahlungswärme erreicht. Temperierte Böden, Decken oder Wände schaffen eine angenehme Atmosphäre, die Raumluft bleibt frisch und zugfrei.

Warum funktioniert das „berührungslose“ und luftzugfreie Wärmen und Kühlen von Räumen? Warum wird es kühler, wenn die Raumwände nur einige Grade unter der Wohlfühltemperatur bleiben? Und unter welchen Bedingungen reichen geringe Temperaturunterschiede bereits zum Wärmen aus? Die Antworten und die Hintergründe dazu finden Sie in dieser Broschüre.

**Zement+Beton**  
**Handels- u. Werbeges.m.b.H**

A-1030 Wien, Reiserstraße 53  
T: +43 1 714 66 85 - 0  
F: +43 1 714 66 85 - 26  
E-Mail: [zement@zement-beton.co.at](mailto:zement@zement-beton.co.at)  
[www.zement.at](http://www.zement.at)