

Weitere Informationen unter  
[www.zehnder.eu](http://www.zehnder.eu)

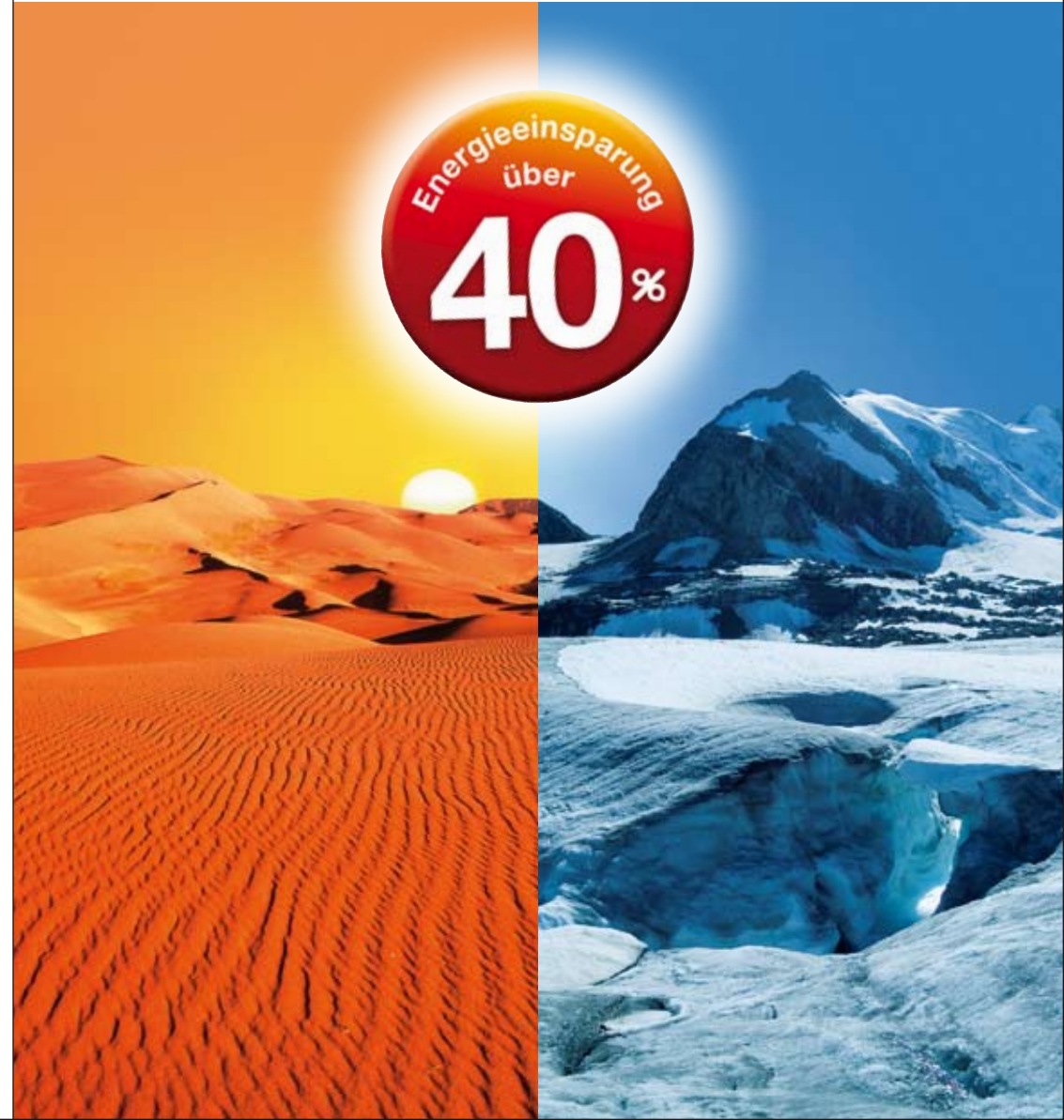
Ratgeber  
Energieeinsparung bei  
Decken-Heiz- und -Kühlsystemen

**zehnder**

© Zehnder Heizkörper AG, CH-5722 Gränichen, ZCH 434, April 2009, d

Zehnder Heizkörper AG · Oberfeldstrasse 2 · CH-5722 Gränichen · Schweiz  
Telefon +41 62 855 11 11 · Telefax +41 62 855 11 22  
mail@zehnder.net · [www.zehnder-heizkoerper.ch](http://www.zehnder-heizkoerper.ch)

**zehnder**





**Energie sparen per Strahlungswärme.** Energie ist kostbar. Je knapper die Ressourcen werden, aus denen Energie gewonnen wird, desto mehr wächst das Bewusstsein gegenüber diesem wichtigen Thema. Wie kostbar Energie in Euro und Cent ist, dokumentieren nicht zuletzt die stetig und unaufhaltsam ansteigenden Preise.

Gerade in Industrie und Gewerbe spielen die Energiekosten eines Gebäudes eine immer grössere Rolle – Ideen zur Senkung dieser betriebswirtschaftlichen Fixkosten sind gefragter denn je. Decken-Heiz- und -Kühlsysteme bieten sich als praktische und effiziente Lösung an.

Nach dem Prinzip der Strahlungswärme beheizen und kühlen Deckenstrahlssysteme ein Gebäude ebenso behaglich wie effizient. Dabei können sie in allen Räumen bis 30 m Höhe eingesetzt werden, von Produktions- und Lagerhallen, Schulen, Krankenhäusern und Büros bis zu Ausstellungs- und Verkaufsräumen. Individuell und massgenau für das betreffende Objekt gefertigt, helfen Decken-Heiz- und -Kühlsysteme, die Energiekosten eines Unternehmens entscheidend zu senken. Wie, erfahren Sie in dieser Broschüre.

<b>Energieeffizienz</b>	<b>4</b>
<b>Einflussfaktoren auf die</b>	
<b>Energieeffizienz</b>	<b>6</b>
<b>Berechnungsbeispiel</b>	<b>12</b>
<b>Produktübersicht</b>	<b>14</b>

# Energieeffizienz

Ob Wohngebäude, Büro- oder Geschäftsräume, Industrie- oder Sporthallen: Das System der Wärmeübergabe beeinflusst neben der Behaglichkeit auch die architektonische Gestaltungsfreiheit und den Energieverbrauch; sie ist unabhängig von der Wärmeerzeugung und der Wärmeverteilung. Aufgabe der Heizflächen ist zum einen, die erzeugte Wärme möglichst schnell und gleichmässig im Raum zu verteilen. Zum anderen sollte das Heiz- und Kühlsystem auf wechselnde Wärme- und Kühllast rasch reagieren können.

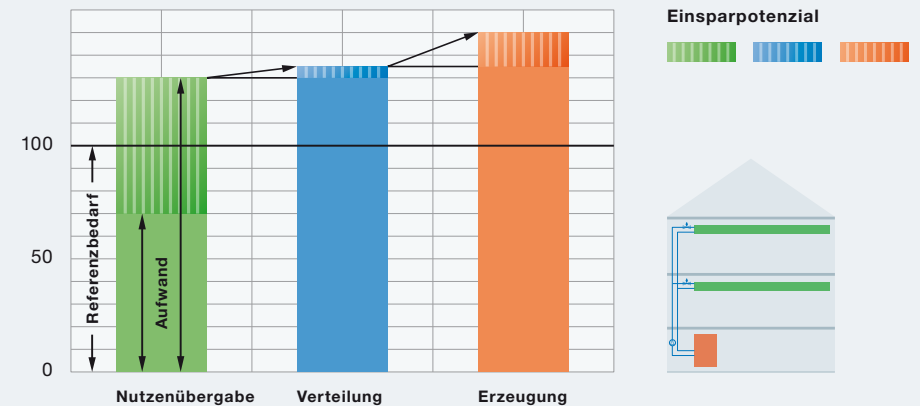
## Energieeinsparpotenzial

Das Wärmeübergabesystem beeinflusst einen sehr grossen Teil der Nutzenübergabe. Sprich, Wärme sollte möglichst so übergeben werden, dass sie genau zum richtigen Zeitpunkt am gewünschten Ort genutzt werden kann. D. h.:

**Das grösste Energieeinsparpotenzial beim Heizen und Kühlen eines Gebäudes liegt in der richtigen Wahl des Wärmeübergabesystems.**

## Einflussfaktoren auf die Energieeffizienz des Wärmeübergabesystems

Das Wärmeübergabesystem entscheidet erheblich über Behaglichkeit und Energieeinsparungen in Gebäuden. Wie und wodurch sich Energieeinsparungen von über 40 % erzielen lassen, erfahren Sie auf den nächsten Seiten.



Aufwand und Einsparpotenzial im Bereich der Nutzenübergabe, Verteilung und Erzeugung eines Gebäudes.  
Quelle: Prof. a. D. Dr.-Ing. Heinz Bach

1

**Temperatur-empfindung des Menschen**

3

**Reaktionszeit und Regelfähigkeit**

2

**Wärmeverteilung über die Raumhöhe**

4

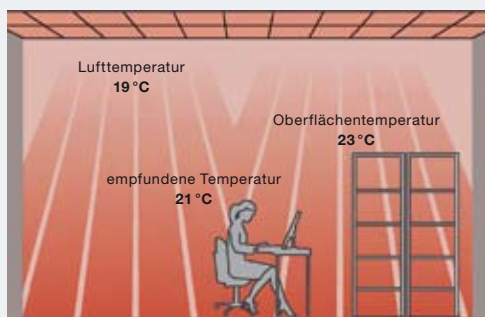
**Systemtemperaturen**

# 1

## Temperatur-empfindung des Menschen

Das Temperaturempfinden des Menschen ist das arithmetische Mittel aus der Raumlufttemperatur und den Oberflächentemperaturen, z. B. der Wände, Decken und Böden.

Aufgrund der Strahlung und der dadurch höheren Oberflächentemperatur bei Decken-Heiz- und -Kühlsystemen kann im Heizfall die Raumlufttemperatur niedriger gehalten werden und im Kühlfall höher liegen und wird trotzdem als angenehm empfunden. Sowohl im Heizfall als auch im Kühlfall reduzieren sich aufgrund der geringeren bzw. höheren Lufttemperatur die Energiekosten.



Dank der höheren Oberflächentemperatur genügt bei einer Deckenstrahlheizung eine deutlich niedrigere Lufttemperatur, um dem Menschen das Gefühl behaglicher Wärme zu geben.

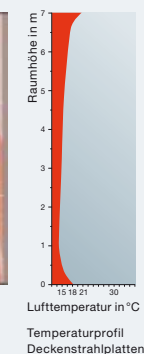
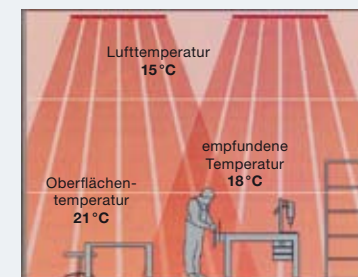
# 2

## Wärmeverteilung über die Raumhöhe

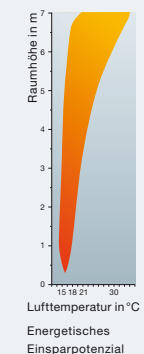
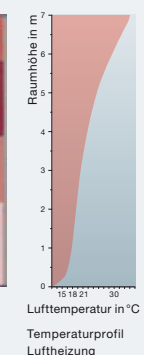
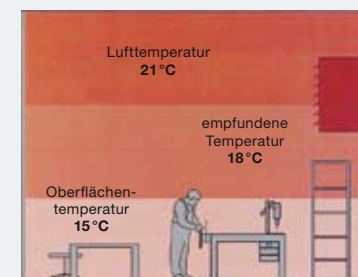
Während bei Luftheizungen die erwärmte Luft nach oben steigt, entsteht bei Deckenstrahlplatten die Wärme dort, wo die Wärmestrahlung auftrifft (Wände, Böden und Personen). Dadurch ergibt sich eine gleichmässige Temperaturverteilung über die gesamte Raumhöhe und damit ein deutlich geringerer Energieverbrauch.

Bei gleichem Wärmeempfinden kann die Raumlufttemperatur um bis zu 3 K niedriger (beim Heizen) bzw. höher (beim Kühlen) sein. Durch die daraus resultierende geringere Differenz zwischen Raumluft- und Aussentemperatur entstehen deutlich weniger Wärmeverluste.

## Mit Deckenstrahlplatten



## Mit Luftheizung



# 3

## Reaktionszeit und Regelfähigkeit

Gebäude werden immer besser gedämmt und benötigen somit immer weniger Energie. Bereits bei geringen Änderungen der Wärmelast treten grosse Temperaturschwankungen auf. Die Folge ist, dass der Nutzer manuell in das System eingreift und die überschüssige Wärme aus dem Raum abführt, z. B. durch Lüften.

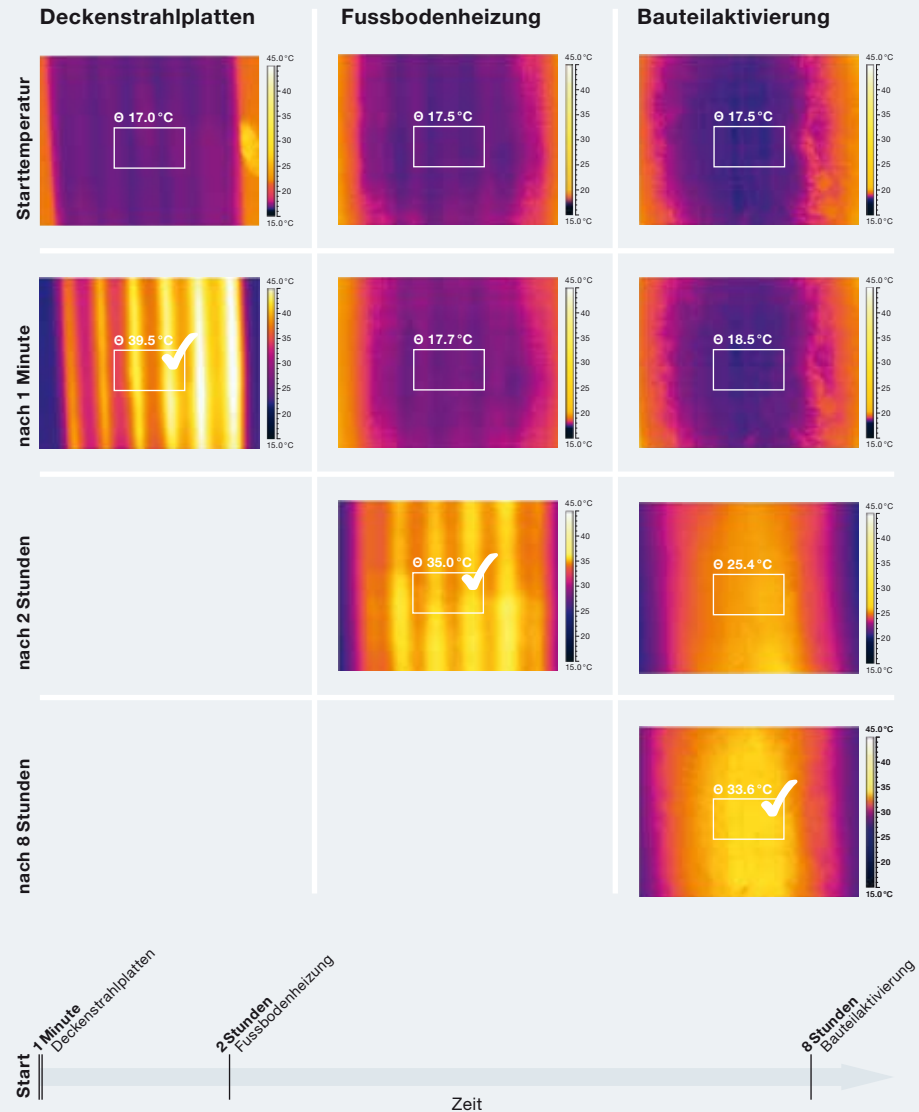
**Fazit:** Aus diesem Grund werden Systeme benötigt, die schnell auf Wärmelastwechsel bzw. Temperaturschwankungen im Raum reagieren können – Systeme mit einer schnellen Reaktionszeit und einer sehr guten Regelfähigkeit.

### Versuchsreihe

Um die verschiedenen Trägheiten unterschiedlicher Systeme zu simulieren, wurden Versuche mit einer Deckenstrahlplatte, einer Fussbodenheizung und einer Bauteilaktivierung durchgeführt. Dabei wurden alle Systeme auf eine Oberflächentemperatur von 17°C gekühlt. Im Anschluss wurden die Systeme mit gleichem Massenstrom und gleicher Vorlauftemperatur beaufschlagt, bis sich eine Oberflächentemperatur des jeweiligen Systems von ca. 35°C eingestellt hatte.



**Beispiel:** Ein Konferenzraum ist im Winter auf 20°C aufgeheizt. Die Teilnehmer kommen in den Raum und geben über ihre Körper Wärme ab. Durch weitere Wärmelasten via Beleuchtung, Beamer, Computer etc. steigt die Temperatur im Raum an. Die Folge: Um die stark angestiegene Raumtemperatur schnell auf die erwünschten 20°C zu bringen, öffnet man die Fenster – und vergeudet damit teure Energie.



**Ergebnis:** Die Deckenstrahlplatte hat die gewünschte Oberflächentemperatur bereits nach 1 Minute erreicht und weist somit die schnellste Reaktionszeit und Regelfähigkeit auf Temperaturveränderungen auf.

# 4

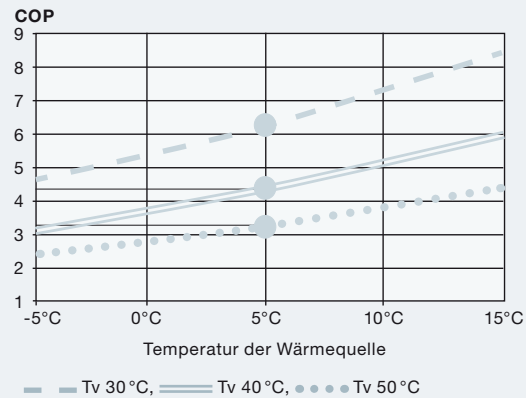
## System-temperaturen

Die Zukunft der Heizung liegt im Niedertemperaturbereich. Denn diese Systeme verbrauchen weniger Energie und nutzen diese sehr effizient.

Ideal abgestimmt auf Niedertemperatursysteme sind Wärmeübergabesysteme, die mit Strahlung arbeiten und eine geringe Speichermasse haben. Das trifft auf Zehnder Decken-Heiz- und -Kühlsysteme zu 100% zu.

Gerade bei Wärmepumpen ist es wichtig, sehr geringe Vorlauftemperaturen zu benötigen. Wenn Sie z.B. ein Wärmeübergabesystem einsetzen, das mit 50°C Vorlauftemperatur arbeitet, benötigen Sie ca. 90% mehr Energie als bei einem System, welches mit einer Vorlauftemperatur von 30°C arbeitet.

	COP <sub>real</sub>	Energieaufwand
Sonde 5°C/Heizung 30°C	6.4	100%
Sonde 5°C/Heizung 40°C	4.5	140%
Sonde 5°C/Heizung 50°C	3.4	190%



**COP = Coefficient Of Performance**  
 Der COP gibt das Verhältnis zwischen der Wärmeleistung (kW), die ans Heiznetz abgegeben wird und der aufgenommenen elektrischen Leistung der Wärmepumpe (kW) an.

1

Temperatur-empfindung des Menschen

2

Wärmeverteilung über die Raumhöhe

3

Reaktionszeit und Regelfähigkeit

4

System-temperaturen



mit Zehnder Decken-Heiz- und -Kühlsystemen

## Berechnungsbeispiele

Das Energie-Einsparpotenzial von über 40 % lässt sich gemäss DIN V 18599 nachweisen und genauer beziffern.

Als Beispiel dient ein Vergleich zwischen Deckenstrahlplatten und Luftherzter.

### Randbedingungen

Hallenhöhe 20 m, Raumtemperaturregelung beider Systeme mittels PI Regler, Luftverteilung mit normalem Induktionsverhältnis, Luftauslass seitlich

	$f_{hydr}$	$f_{int}$	$f_{Radiant}$	$\eta_L$	$\eta_C$	$\eta_B$
Zehnder ZBN	1,00	1,00	0,85	0,89	0,97	1,00
Luftheizung	1,00	1,00	1,00	0,63	0,97	1,00

### Grundlagen

Berechnungsformel gemäss DIN V 18599

$$\eta_{h,ce} = \frac{1}{4 - (\eta_L + \eta_C + \eta_B)} \quad Q_{h,ce,mth} = \left[ \frac{f_{Radiant} \cdot f_{int} \cdot f_{hydr}}{\eta_{h,ce}} - 1 \right] Q_{h,mth}$$

$Q_{h,ce,mth}$  zusätzlicher monatlicher Aufwand der Wärmeübergabe, in kWh/mth

$Q_{h,mth}$  monatlicher Nutzwärmebedarf, in kWh/mth

$f_{hydr}$  Faktor für den hydraulischen Abgleich

$f_{int}$  Faktor für intermittierenden Betrieb

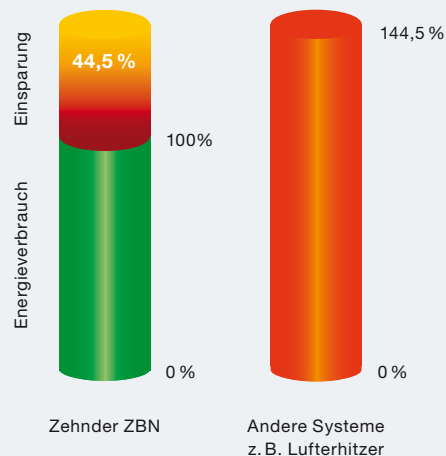
$f_{Radiant}$  Faktor für Strahlungseinfluss

$\eta_{h,ce}$  Gesamtnutzungsgrad für die Wärmeübergabe im Raum

$\eta_L$  Teilnutzungsgrad für vertikales Lufttemperaturprofil

$\eta_C$  Teilnutzungsgrad für Raumtemperaturregelung

$\eta_B$  Teilnutzungsgrad für spezifische Verluste der Aussenbauteile



### Energieverbrauch mit Deckenstrahlplatten

$$\eta_{h,ce} = \frac{1}{4 - (\eta_L + \eta_C + \eta_B)} \quad Q_{h,ce,mth} = \left[ \frac{f_{Radiant} \cdot f_{int} \cdot f_{hydr}}{\eta_{h,ce}} - 1 \right] Q_{h,mth}$$

$$\eta_{h,ce} = \frac{1}{4 - (0,89 + 0,97 + 1)} = 0,877$$

$$Q_{h,ce,mth} = \left[ \frac{1 \cdot 1 \cdot 0,85}{0,877} - 1 \right] Q_{h,mth} = -0,031 Q_{h,mth}$$

$$Q_{h,ce,mth} = -0,031 Q_{h,mth} = -0,031 \cdot 10000 = \underline{-310 \text{ kWh}}$$

$$10000 \text{ kWh} - 310 \text{ kWh} = \underline{9690 \text{ kWh}} \rightarrow \mathbf{100\%}$$

### Energieverbrauch mit Luftherzter

$$\eta_{h,ce} = \frac{1}{4 - (\eta_L + \eta_C + \eta_B)} \quad Q_{h,ce,mth} = \left[ \frac{f_{Radiant} \cdot f_{int} \cdot f_{hydr}}{\eta_{h,ce}} - 1 \right] Q_{h,mth}$$

$$\eta_{h,ce} = \frac{1}{4 - (0,63 + 0,97 + 1)} = 0,714$$

$$Q_{h,ce,mth} = \left[ \frac{1 \cdot 1 \cdot 1}{0,714} - 1 \right] Q_{h,mth} = 0,4 Q_{h,mth}$$

$$Q_{h,ce,mth} = 0,4 Q_{h,mth} = 0,4 \cdot 10000 = \underline{4000 \text{ kWh}}$$

$$10000 \text{ kWh} + 310 \text{ kWh} = \underline{14000 \text{ kWh}} \quad \frac{14000 \cdot 100\%}{9690} = \mathbf{144,5\%}$$

### Ergebnis

Energieeinsparung durch Zehnder Deckenstrahlplatten 44,5 %



## Produkte

Zehnder Deckenstrahlssysteme können in allen grösseren Räumen bis 30 m Höhe eingesetzt werden. Dank ihrer schnellen Reaktionszeit und ihrer optimalen Wärmeverteilung arbeiten sie besonders energieeffizient.

### zehnder *zbn*

- Passend zur Architektur – in vielen Farben erhältlich
- Optimale Wärmeverteilung abgestimmt auf die Raumgeometrie – mit 7 Baubreiten und Sonderbaubreiten
- Grosse Vielzahl von Sonderlösungen: gewinkelt, perforiert zur Schallabsorption, Lampenausschnitte, Ballabweisgitter, hochgezogene Kopfstücke
- Bis zu 20 % niedrigere Montagekosten durch längere Einzelelemente (bis 7,5 m)



### zehnder *zip*

- Besonders montagefreundlich durch geringes Gewicht, optimal für die Renovierung
- Einfache Montage – Verbindung der Module mittels Press-/Schraubfitting
- Lagerfreundlich und kurze Lieferzeiten durch standardisierte Elemente
- Korrosionsschutz: Spezialausführungen für Feuchträume



### zehnder *carboline*

- Optimale Regelfähigkeit, kurze Reaktionszeit
- Glatte Optik – ästhetische Integration in die Architektur
- Problemloser Einbau in bestehende und neue Raster- und Bandrastrdecken
- Schalldämmung durch perforierte Ausführung
- Hohe Lebensdauer durch korrosionsfreie Materialien
- Perfekte Hygiene



### zehnder *como*

- In vielen Farben erhältlich
- Modellvielfalt: Bänder, Segel, geschlossene Decke, unsichtbar unter Rigips – passend zur Architektur
- Sonderlösungen wie Ausschnitte für Beleuchtung oder Beamer
- Schallabsorption bei der perforierten Ausführung
- Hohe Lebensdauer durch korrosionsfreie Materialien



### zehnder *COS*

- Kühlschacht in zahlreichen Farben erhältlich
- Auf Wunsch Echtglasfront in Farbe
- Flexibel – ideal zum nachträglichen Einbau
- Behagliches Raumklima durch Kühlung und gleichzeitige Entfeuchtung der Raumluft
- Lautlos, da ohne Ventilator – Funktionsweise nach dem Schwerkraftprinzip
- Zugluftfrei durch geringe Luftgeschwindigkeiten

