

# Effiziente Raumkühlungssysteme

29. April 2016, Wirtschaftskammer Wien



**DI Reinhard Margreiter**  
**Ingenieurbüro seit 1997**

**Tätigkeitsfelder:**

- Energieberatung für Unternehmen
- Energieaudits nach EEffG für Gebäude, Prozesse, Transport

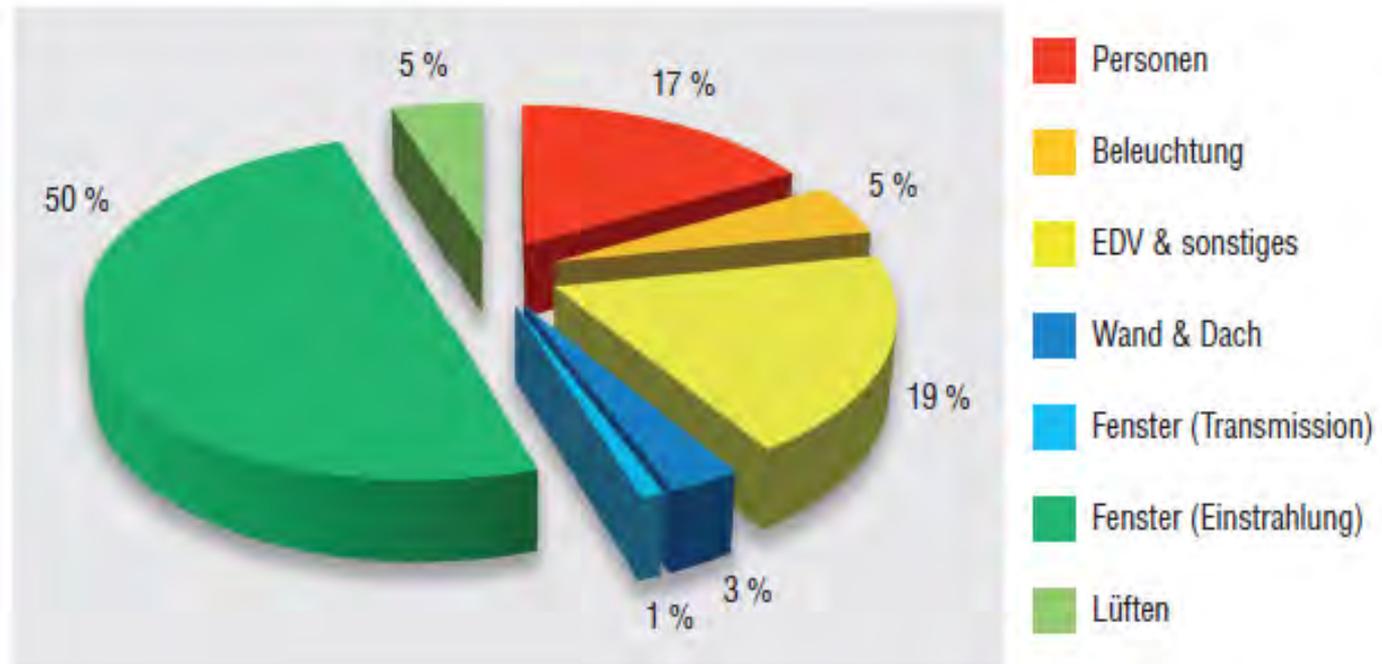
**Ausbildungen:**

- Masterstudium Gebäudetechnik, FH Pinkafeld
- Masterstudium Forstwirtschaft, BOKU
- Sicherheitsfachkraft

# Kühllasten reduzieren!

- ▶ **Externe Wärmeeinträge:**
  - Sonneneinstrahlung (Beschattungssysteme, Architektur)
  - Lüftung (35 m<sup>3</sup>/h Frischluftbedarf pro Person)
  - Wärmeleitung (Qualität der Gebäudedämmung)
  
- ▶ **Interne Wärmeeinträge:**
  - Personen (ca. 100 Watt/Person)
  - EDV
  - Beleuchtung
  - ...

# Wärmeeinträge durchschnittliches Büro



Quelle: MA 27 Wien, 2010

# Einteilung Kühlsysteme

- ▶ **Aktive Kühlsysteme**
  - Luftgeführte Systeme:
  - Wassergeführte Systeme:
- ▶ **Passive Kühlsysteme**
  - Ventilative Cooling
  - Adiabate Kühlung
  - Geothermie

# Aktive Kühlsysteme

## ▶ Luftgeführte Systeme:

- Gekühlte Luft wird in den zu kühlenden Raum eingeblasen (Beispiele: Lüftungsanlage mit Kühlregister, mobile Raumkühlgeräte, Split-Raumkühlgeräte)
- + Reagieren schnell auf Kühllaständerungen;

## ▶ Wassergeführte Systeme:

- Gekühltes Wasser wird zum Abführen der Kühllast verwendet (Beispiele: Fan Coils, Kühldecken, Betonkernaktivierung)
- – Reagieren langsam auf Kühllaständerungen.
- + Energieeffizienter, da Wasser gegenüber Luft viel mehr Wärmeenergie transportieren kann.

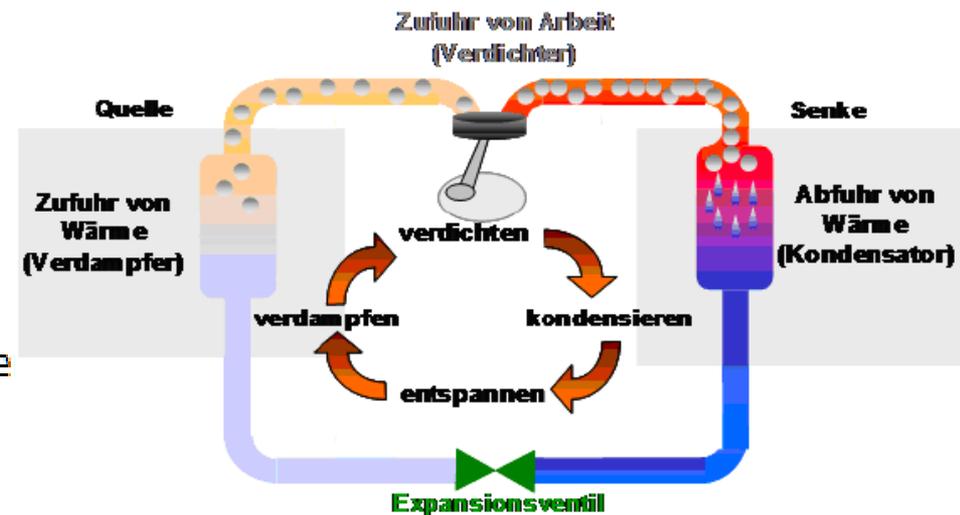
## Aktive Kühlsysteme

# Kompressionskältemaschine

- ▶ zur Kälteerzeugung – Kernstück der aktiven Raumkühlsysteme

Kreislauf:

1. Das dampfförmige Kältemittel nimmt Wärme aus dem Raum auf.
2. Das Kältemittel wird verdichtet, dazu wird Antriebsleistung benötigt.
3. Das heiße, unter Druck stehende Kältemittel gibt am Kondensator Wärme ab, es kondensiert.
4. Das verdichtete Kältemittel wird entspannt, dadurch kühlt es ab und verdampft.



Quelle: [Krottil, 2014](#)

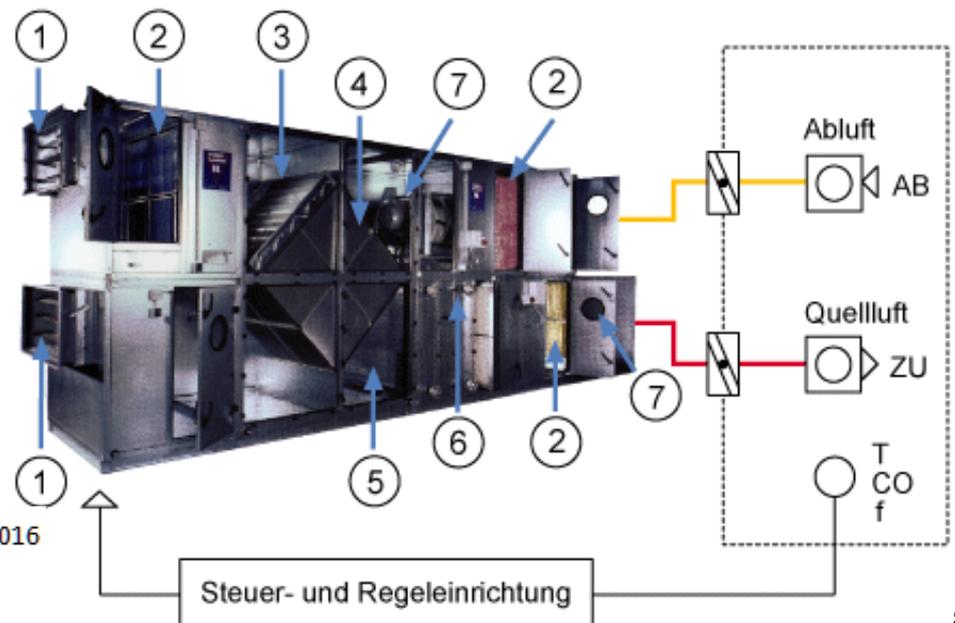
# Aktive Kühlsysteme: Luftgeführte Systeme

## Zentrale Lüftungsanlage mit Kühlregister

- Kühlen die Raumluft mit frischer Außenluft ab (z.B für Gastronomie);
- + Hohe Kühlleistungen möglich;
- + Ermöglichen gleichzeitig Frischluftzufuhr und Kühlung;
- + Geringerer Energieverbrauch als bei Splitgeräten;
- + Geringe Lärmemissionen;
- - Größerer Platzbedarf

1. Jalousieklappe
2. Filter
3. Sommer-Winter-Umschaltung, Jalousieklappe
4. Kreuzstromwärmetauscher
5. Lufterhitzer
6. Kühler mit Tropfenabscheider
7. Ventilator

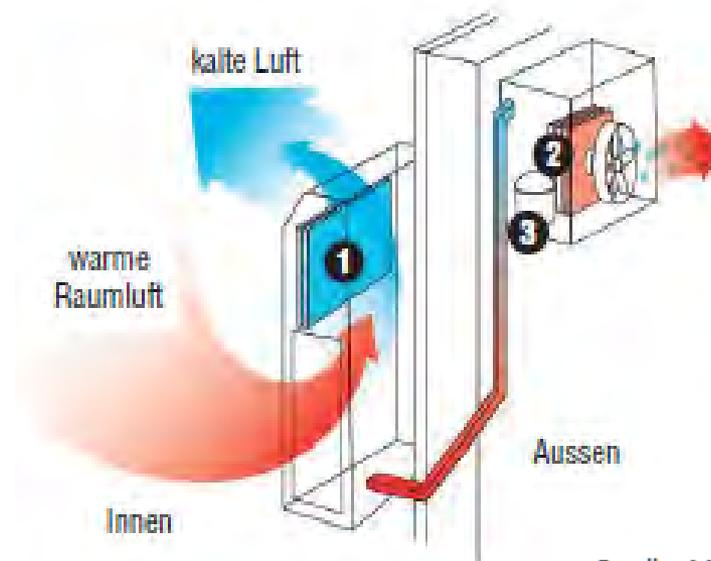
Quelle: Prüfling Lufttechnik, 2016



# Aktive Kühlsysteme: Luftgeführte Systeme

## Split-Raumkühlgeräte

- Arbeiten im Umluftbetrieb;
- Zur dezentralen Kühlung von Einzelräumen bzw. Multi-Split-Geräte für mehrere Räume;
- + Einfach nachzurüsten;
- + Hohe Kühlleistungen bei geringem Platzbedarf;
- - Wesentlich geringere Energieeffizienz als bei Zentralgeräten.
- => **Nur zum Abfangen von Lastspitzen verwenden!**



### Splitgerät mit Innen- und Aussenteil

Dem Raum wird mittels Verdampfer die Wärme entzogen und über den Kondensator an die Aussenluft abgegeben.

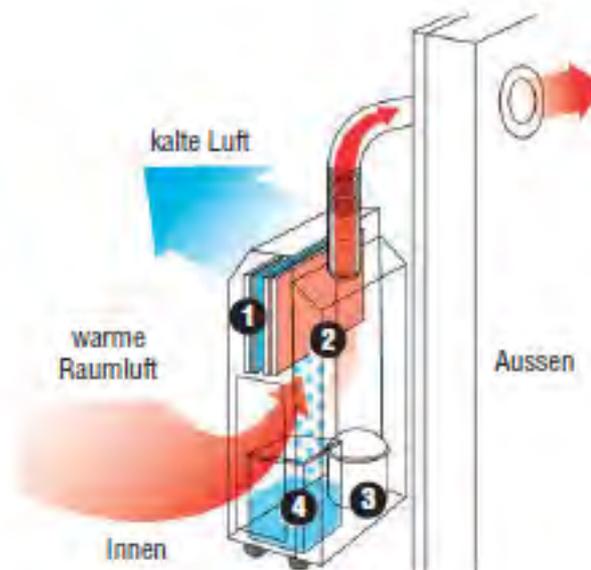
- 1 Verdampfer
- 2 Kondensator mit Ventilator
- 3 Kompressor

Quelle: MA 27 Wien, 2010

# Aktive Kühlsysteme: Luftgeführte Systeme

## Mobile Raumkühlgeräte

- Arbeiten im Umluftbetrieb;
- Alle Bauteile in einem kompakten Gehäuse;
- + Einfach nachzurüsten;
- + Geringe Beschaffungskosten;
- – Schlechte Energieeffizienz;
- – Hohe Betriebskosten (Energiekosten);
- – Hohe Lärmemissionen;
- => **Geräte sollten vermieden werden!**



### Schlauchgerät mit Abluftschlauch

Die warme Luft wird direkt über einen Schlauch nach aussen abgegeben. Gleichzeitig wird die Luft gekühlt und gelangt zurück in den Innenraum.

- 1 Verdampfer
- 2 Kondensator
- 3 Kompressor
- 4 Wasser-Auffangbehälter

Quelle: MA 27 Wien, 2010

# Leistungszahl (EER)

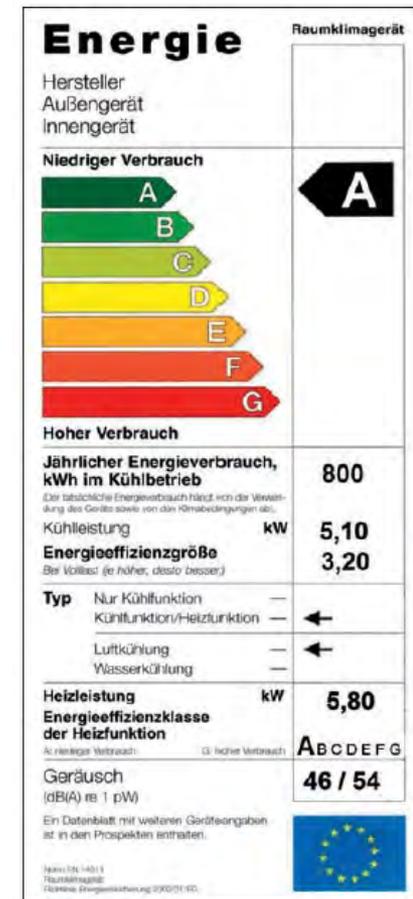
- = Maß für die Energieeffizienz
- = Verhältnis nutzbare Kälteleistung zu eingesetzter Antriebsleistung

Luftgekühlte Kompressionskältemaschine	EER 5–7
Wassergekühlte Kompressionskältemaschine	EER 6–9
Mobile Klimageräte	EER 2–3,2
Split-Klimageräte	EER 2,7–5,5

Quelle: MA 27 Wien, 2010

# Energielabel

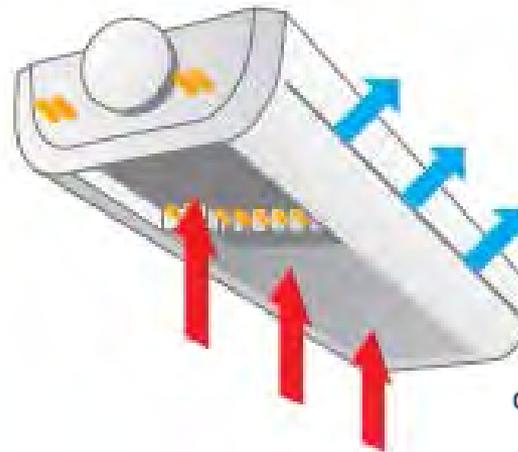
- Raumkühlgeräte müssen im Handel mit einem Energielabel gekennzeichnet werden
- Infos über Energieeffizienzklasse,
- Energieverbrauch,
- Kühlleistung, Heizleistung,
- Geräuschentwicklung.



Quelle: MA 27 Wien, 2010

# Fan Coils

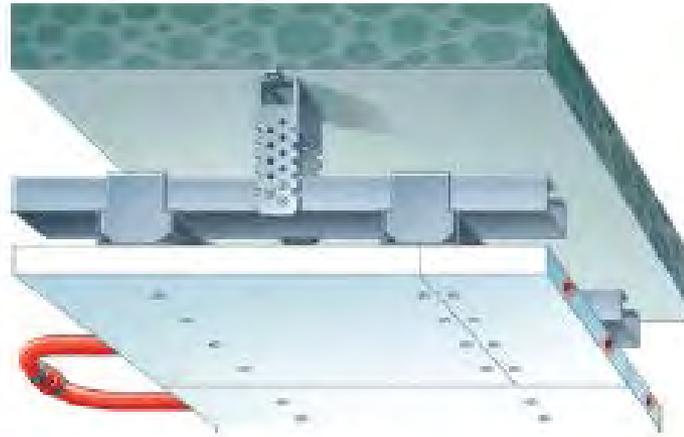
- Sind Wärmetauscher mit eingebautem Ventilator;
- Sie kühlen im Umluftbetrieb: Raumluft wird angesaugt und abgekühlt wieder in den Raum zurückgeblasen;
- + Hohe Energieeffizienz;
- – Geräuschentwicklung;
- – Geringere Behaglichkeit aufgrund Luftströmungen.



Quelle: MA 27 Wien, 2010

# Kühldecken, Kühlsegel, Betonkernaktivierung

- In der Decke bzw. Bauteil sind Wasserleitungen verlegt, durch die gekühltes Wasser geleitet wird.
- + Hohe Energieeffizienz und geringe Betriebskosten;
- + Gut mit erneuerbaren Energien kombinierbar (kleine Temp.-Spreizung);
- + Kühlen und Heizen möglich;
- + Behagliches Raumklima (Strahlungswärme);
- – Träges System
- – Betonkernaktivierung nur bei Neubau.



Quelle: MA 27 Wien, 2010

# Kältemittel

- Die meisten Kältemittel sind klimaschädlich (Ozonschichtabbau, Treibhausgaseffekt)
- => Kältemittel ab 2020: GWP <2500 erlaubt (Global Warming Potential)
- Seit 2015: Nachfüllverbot von HFCKW-Kältemitteln
- Natürliche halogenfreie Kältemittel: umweltfreundl.
- NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, Ethylen, Ethan, Propen, Wasser

# Passive Kühlsysteme

- Nutzung eines natürlich vorhandenen Temperaturunterschieds zur Gebäudekühlung;
- + Hohe Energieeffizienz, da nur Energie für den Transport (Pumpen, Ventilator) benötigt;
- Nachtlüftung,
- Ventilative Cooling,
- Adiabate Kühlung
- Erdwärmetauscher.

## Passive Kühlsysteme: Nachtlüftung

- Voraussetzung: Außentemperatur min. 2K unter Innentemperatur
- Die während der Nachtstunden abgekühlte Außenluft wird durch die Lüftungsanlage ins Gebäude geleitet
- => verfügbare Speichermassen des Gebäudes werden abgekühlt (aktiviert)
- => Reduktion der nötigen Kühlenergie

Passive Kühlsysteme:

# Ventilative Cooling

- Fensterlüftung unter Ausnutzung des Kamineffekts, Fenster lassen sich motorgesteuert öffnen und schließen
- => 10-facher stündlicher Luftwechsel möglich
- Luftgeschwindigkeit: 0,8 m/s  
=> wird empfunden wie 3 °C kühler (Ventilatoreffekt)

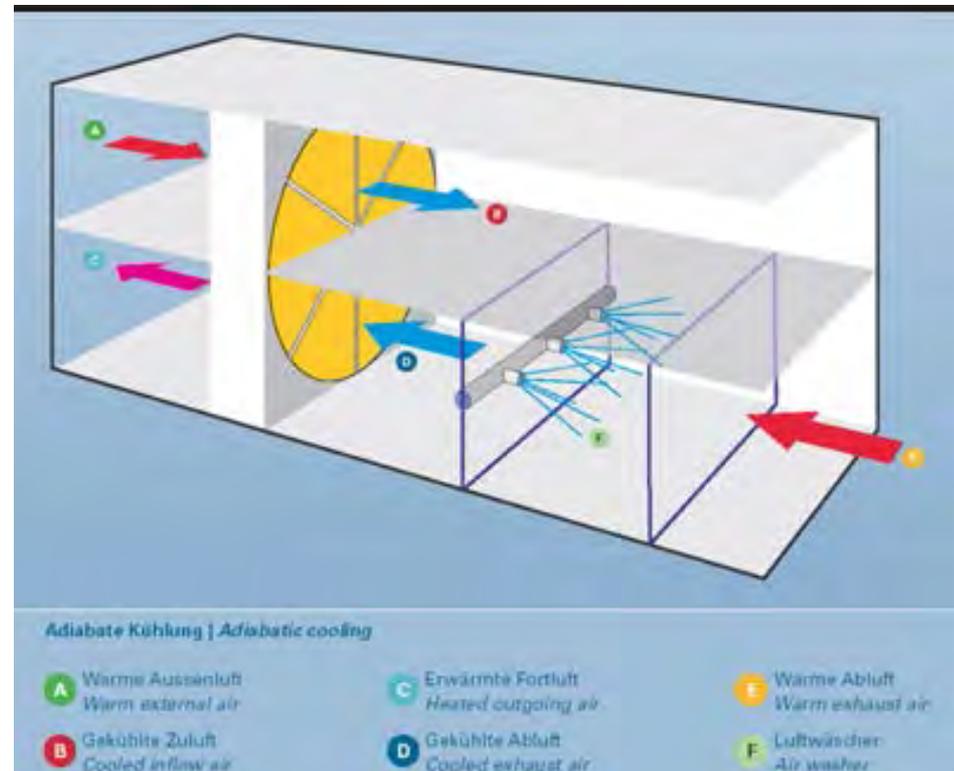


Quelle: [www.durchdacht.at](http://www.durchdacht.at)

# Passive Kühlsysteme: Adiabate Kühlung

- Warme Abluft (26°C) wird befeuchtet
- Sorptionsrad (WRG) nimmt Verdunstungskälte auf und kühlt damit die warme (32°C) Frischluft
- Keine Erhöhung der Raumluftfeuchte

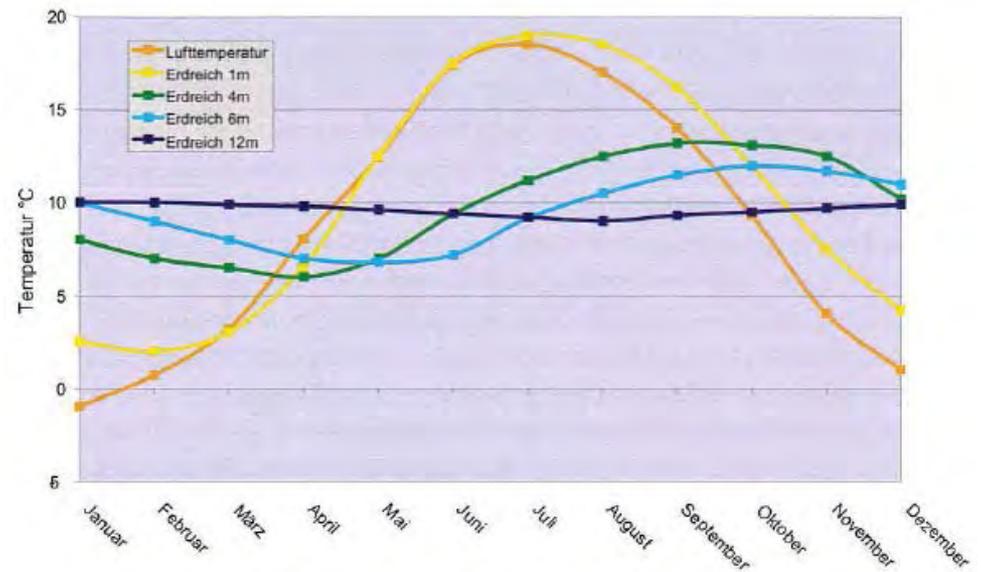
Quelle: Invatherm GmbH



Passive Kühlsysteme:

# Erdwärmetauscher

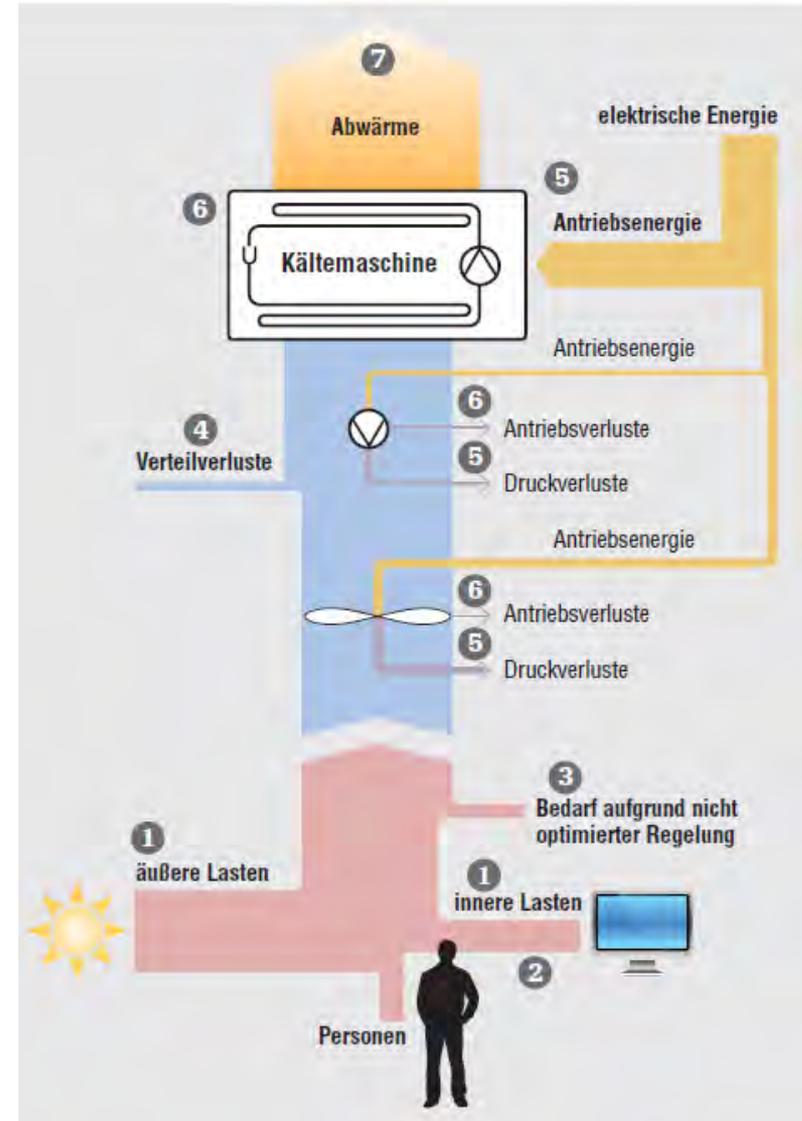
- Ab 2m Tiefe: Temperatur des Erdreichs  $< 12\text{ }^{\circ}\text{C}$
- $\Rightarrow$  Nutzung des Temperaturniveaus zur Raumkühlung mittels Erdkollektoren



Quelle: [Krottil](#), 2014

# Die Top 7 der effizienten Kühlung

- 1 Vermeidung von Kühllasten
- 2 Anpassung der Raumtemperatur
- 3 effiziente Regelung
- 4 Vermeidung von Verteilverlusten
- 5 regelmäßige Wartung
- 6 Einsatz von effizienten Anlagen
- 7 Abwärmennutzung



Quelle: MA 27 Wien, 2010

# 1. Vermeidung von Kühllasten

- Äußere Lasten reduzieren (Beschattungssysteme, Wärmedämmung, Architektur)
- Innere Lasten reduzieren (EDV, Beleuchtung,...)
- Passive Kühlung nutzen (Nachtlüftung,...)
- Organisatorische Maßnahmen (Fenster schließen wenn Kühlanlage eingeschaltet; Stoßlüften für hygien. Luftwechsel)

## 2. Anpassen der Raumtemperatur

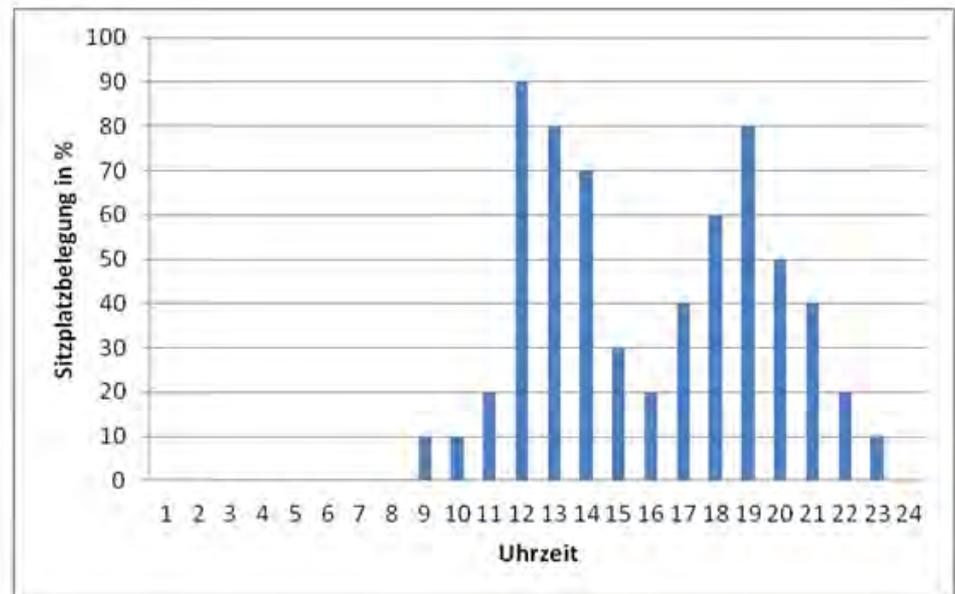
- Büro: meist 25 °C ausreichend
- Serverräume: 27 °C sind ausreichend (Studie ETH Zürich)
- Energieverbrauch steigt enorm mit jedem zusätzlichen Grad Kühlung
- 26 °C anstatt 24 °C => Energieverbrauch sinkt um 25 %

# 3. Effiziente Regelung

- Kühlung und Lüftung dem tatsächlichen Bedarf anpassen
- Steuerung mittels Zeitschaltuhr
- Regelung mittels Sensoren
- Förderung durch Bundesmittel bis 30 %

- Beispiel Gastronomie:

Beispiel eines Belegungsprofils für einen Gastraum



## 4. Verteilverluste vermeiden

- Leckageverluste bei Luftkanälen überprüfen lassen;
- Verteilleitungen dämmen;
- Länge der Verteilleitungen minimieren
- => regelmäßige Anlagen-Inspektion

## 5. Wartung und Reinigung

- Wartungsvertrag abschließen;
- 1 x jährlich warten lassen;
- Wärmetauscher reinigen
- Luftfilter 1 x jährlich tauschen, Hocheffizienzfilter verwenden

## 6. Effiziente Anlagen

- Anlagen mit hoher Leistungszahl verwenden:
  - Wassergeführte Kompressionskältemaschinen: Leistungszahl 9
  - Hingegen Split-Kühlgeräte: Leistungszahl 5
- => kurze Amortisationszeiten

## 7. Wärmerückgewinnung

- Nutzung der Abwärme von Kältemaschinen, z.B. für Warmwasserbereitung (Gastronomie,...)
- WRG durch Wärmetauscher vom Bund gefördert (160 € pro kW)

# Fazit

- Behaglichkeit wird verbessert;
- Große Betriebskosteneinsparungen sind erreichbar;
- Förderungen für Effizienzverbesserungen (WRG, Regelung);
- Voraussetzung:  
Raumkühlung nicht isoliert betrachten, sondern gemeinsam mit Heizung, Warmwasserbereitung, Beleuchtung,...

# Energieeffizienzcheck

- Im Rahmen des ÖkoBusinessPlan Wien
- Individuelle Beratung in Ihrem Betrieb
  
- Kontakt: DI Reinhard Margreiter
- T 0660 / 1230791
- E-Mail: [sparen@rm-energie.at](mailto:sparen@rm-energie.at)

# Verwendete Literatur

- Humpal, 2010: Die thermische Bauteilaktivierung.
- Krotil, 2014: Kälte- und Wärmepumpentechnik.
- MA 27 Wien, 2010: Energieeffiziente Klimatisierung.
- Recknagel, 2014: Taschenbuch für Heizung- und Klimatechnik.