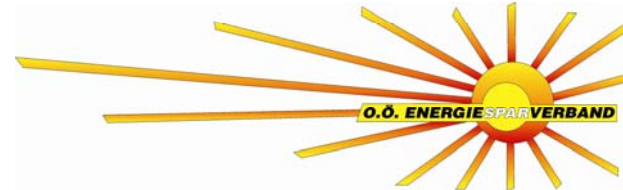


**O.Ö. ENERGIESPARVERBAND**  
*Energy Academy*



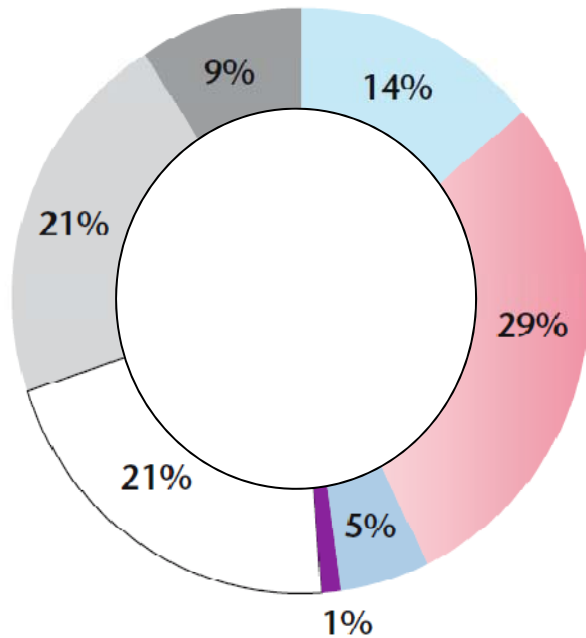
# Stromsparen bei Lüftung & Klimatisierung

Dipl.-Ing. Martin Steinbichl
















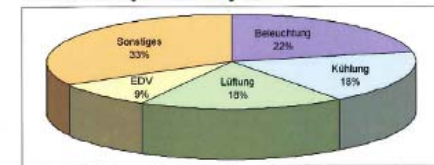
# Energieverbrauchsaufteilung im Bürogebäude

Bei typischem Beispiel -> Klima/Lüftung macht 48% aus.



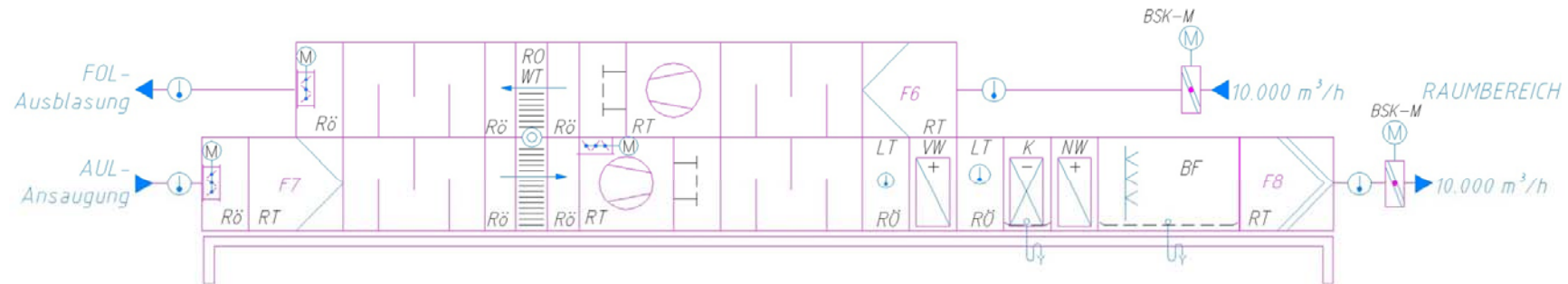
Über 50 % der Energiekosten in RLT- Anlagen sind elektrische Energie.

-  Cooling 
-  Heating 
-  Ventilation 
-  Water heating 
-  Lighting 
-  Plug load 
-  Others



Typ. Stromverbrauch im Bürogebäude

From Energy efficiency in buildings transforming the market WBCSD 2009

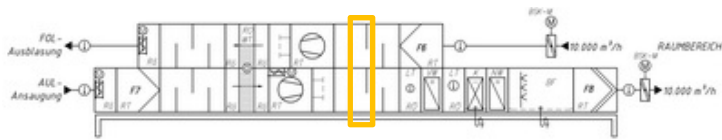


### Elektrische Energieeinsparung beim RLT- Gerät:

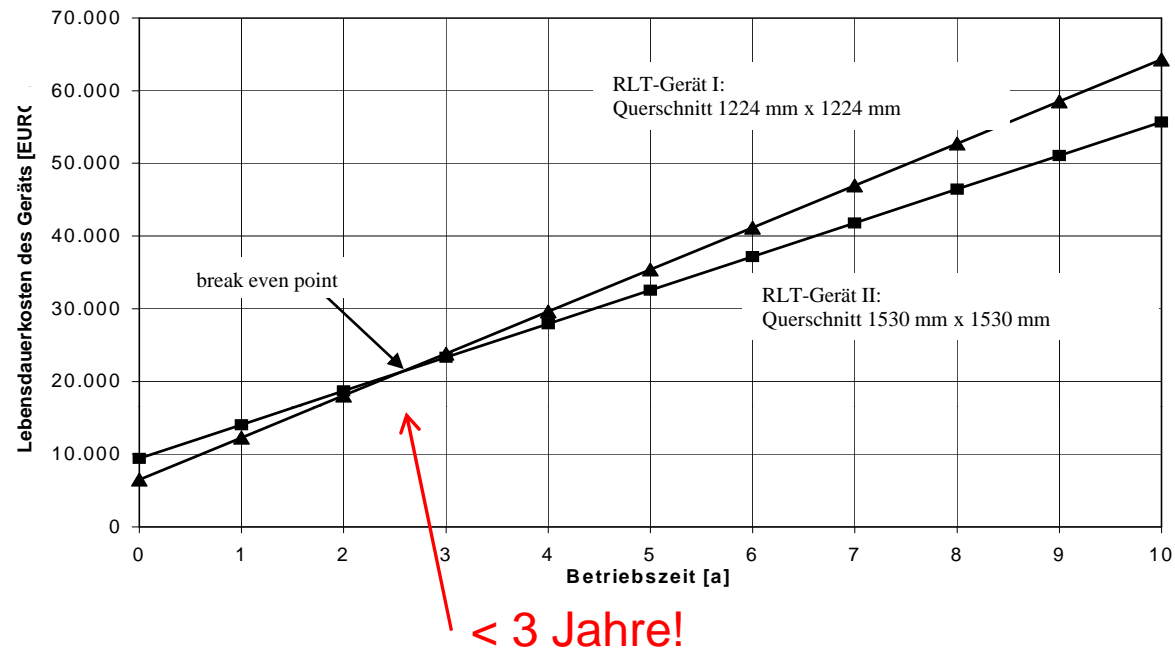
- Dichtere Anlagen, Kanalsystem + Gerät. < 5 %Leckluftrate
- Niedrigere Druckverluste im Gerät und Kanal
- Einsatz des besten Ventilatorsystems sowie dessen Regelung (Drehzahlveränderung) im RLT-Gerät

### Elektrische Energieeinsparung beim Einsatz von RLT-Anlagen:

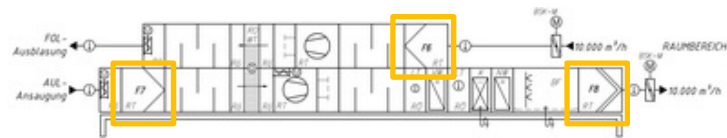
- Steuerung Parameter und Nutzerverhalten



## RLT-Anlagen - Auswirkung Gerätequerschnitt



Gegenüberstellung der kumulierten Lebensdauerkosten von RLT-Geräten als Funktion der Betriebszeit in Abhängigkeit vom lichten Gerätequerschnitt.



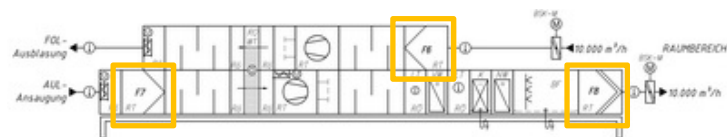
## RLT-Anlagen - Luftfilter

### Kenngrößen

- Filterklasse, Umgebungsbedingungen
- Anfangs- und Endwiderstand (Pa)
- Effektive Medienfläche

*Beispiel für 1. Filterstufe RLT-Anlage:*

Luftvolumenstrom	2,78 m <sup>3</sup> / s	(10.000m <sup>3</sup> /h)
Druckabfall (Durchschnitt)	220 Pa (N/m <sup>2</sup> )	
Gesamtwirkungsgrad Ventilator	60 %	
Betriebsstunden	4.380 h	(12 h/Tag)
Preis / kWh	0,12 €	
Energiebedarf	4.465 kWh / Jahr	
Betriebskosten Strom	536 €/ Jahr	



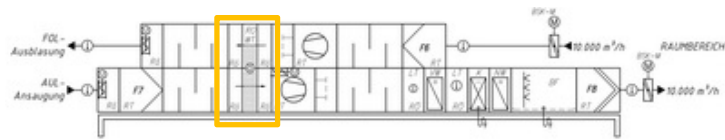
## RLT-Anlagen - Luftfilter

### Mögliches Einsparungspotenzial

- Betrachtungszeitraum 5 Jahre
- Filterkosten (je Element ca. 25€ bis 40€)
- Filterstandzeiten (von 3.500 bis 11.000h)

<i>Beispiel für 1. Filterstufe RLT-Anlage (5 Jahre)</i>		Var 1	Var 2	Var 3
Luftvolumenstrom	m <sup>3</sup> / s	2,78	2,78	2,78
Druckabfall (Durchschnitt)	Pa (N/m <sup>2</sup> )	220	165	142
Gesamtwirkungsgrad Ventilator	%	60	60	60
Betriebsstunden	h (12 h/Tag)	21.900	21.900	21.900
Preis / kWh	€	0,12	0,12	0,12
Energiebedarf	kWh	22.323	16.743	14.409
Betriebskosten Strom	€	2.679	2.009	1.729
Filternutzungsdauer	h	3.300	5.600	11.200
Filterkosten	€	664	501	329
Betriebskosten Strom + Material	€	3.343	2.510	2.058
		100%	<b>-25%</b>	<b>-38%</b>

Quelle für techn. Kenngrößen der Filter: Camfil

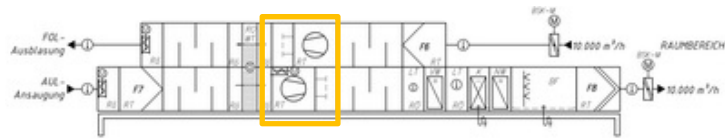


## RLT-Anlagen - Wärmerückgewinnung

### Ansätze

Unterschiedliche WRG-Systeme haben unterschiedliche Energieeffizienz. Die Auswirkungen betreffen auch Wärme- und Kälteenergiekosten sowie ggfs. Befeuchtungsenergiekosten.

System / Wirkungsgrad	Temp.	Feuchte	Vorteil	Nachteil
Kreuzstrom-Wärmetauscher	60%	ca. 5%	einfache Bauart, s. geringe Wartungskosten	geringerer Wirkungsgrad, fast keine Feuchterückgewinnung
Rotations-Wärmetauscher	75%	ca. 30- 45%	hoher Wirkungsgrad	wartungsintensiv, komplexere Technik



## RLT-Anlagen - Ventilatoren

### Proportionalitätsgesetze

- Volumenstrom  $\sim$  Drehzahl
- Druck  $\sim$  (Drehzahl)<sup>2</sup>
- Pel  $\sim$  (Drehzahl)<sup>3</sup>

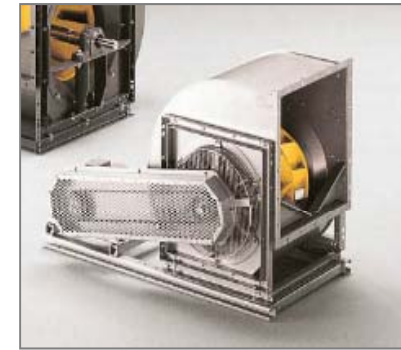
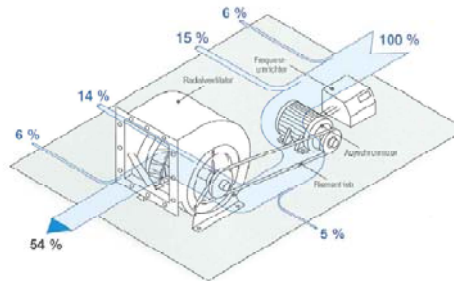
### Ansätze

- Betrieb mit reduzierter Luftmenge berücksichtigen
- 3-5% betragen die Investkosten für die Ventilatoren einer RLT-Anlage
- bei 40-70% liegen die Auswirkungen auf die laufenden Betriebskosten der RLT-Anlage
- Spezifische Ventilatorleistung -> Kennzahlen / Klasseneinteilung beachten
- Gesamtwirkungsgrad beachten

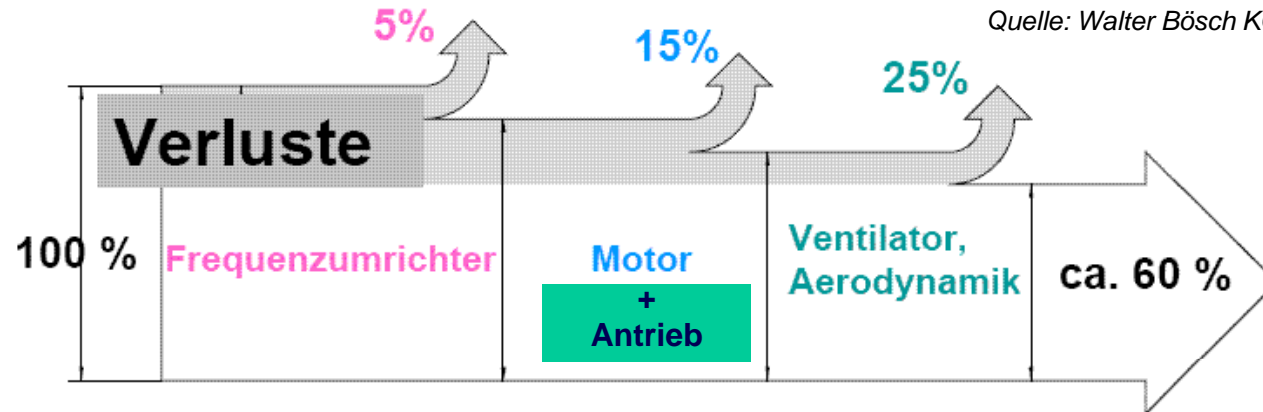


# RLT-Anlagen - Ventilatoren

Was ist der Systemwirkungsgrad?



Quelle: Walter Bösch KG



Systemwirkungsgrad

$$\eta_{\text{Sys.}} = \eta_{\text{fa}} \cdot \eta_{\text{Riemeneinheit}} \cdot \eta_{\text{Motor}} \cdot \eta_{\text{Einbau}} \cdot \eta_{\text{FU}}$$



## Klimatisierung - Innere und äußere Lasten

Solare Gewinne und innere Gewinne werden bei der Kühllastberechnung zu Lasten!

Lasten:

- Äußere Lasten = Solare Lasten
- Innere Lasten (Personen, Geräte)

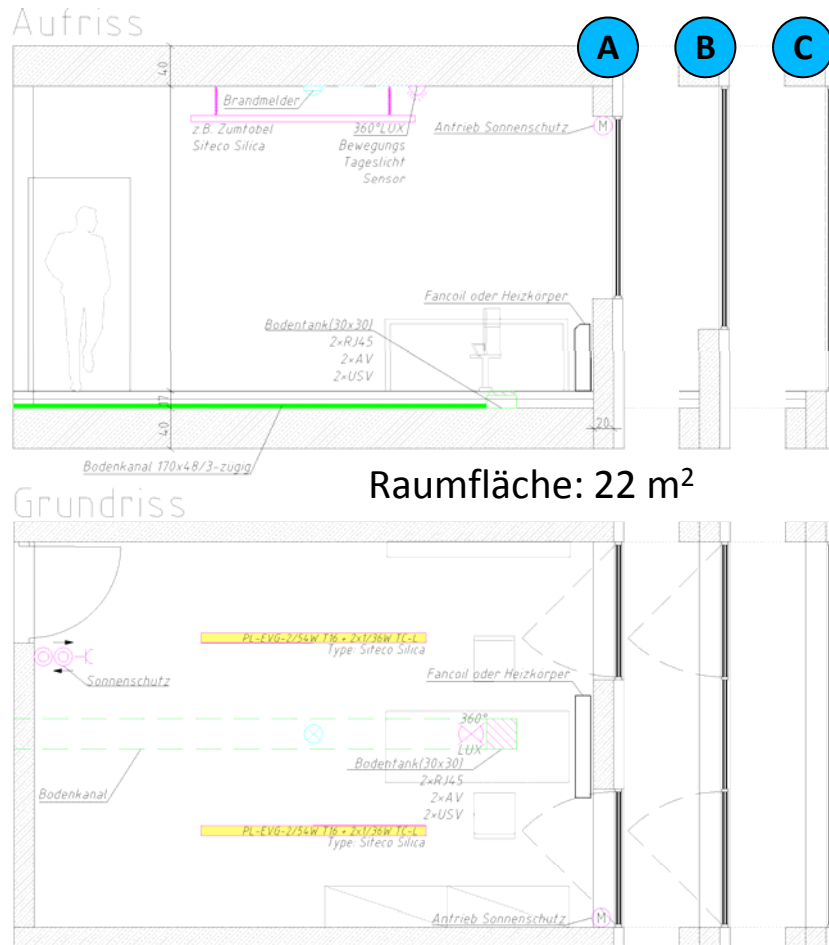
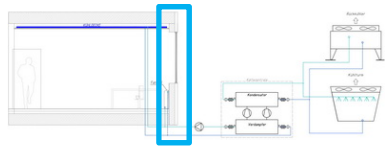
**Leistungsprofile einiger typischer Elektrogeräte in W**

PC mit Bildschirm	200-250
Drucker im Betrieb	30-100
Flachbettscanner	30-100
Radio	40
Kaffeemaschine 500 W Anschlussleistung	180 / 220
Elektroherd 3.000 W Anschlussleistung	1.450 / 1.550
Kühlschrank 175 W Anschlussleistung	500

**Innere Wärmeproduktion des Menschen in W/m<sup>3</sup> nach Fanger**

Schlaf	40
Ruhiges Sitzen	60
Langsames Gehen	105
Büroarbeit	65
Hausarbeit (Waschen, Bügeln, Kochen)	120-200
Sport betreiben	170-400

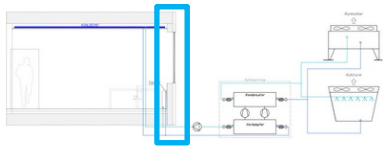
# Klimatisierung - Vergleich Fassadenarten/Sonnenschutz



- A** Variante Lochfassade
- B** Variante Fensterfläche mit Parapeth
- C** Variante Nurglasfassade

Beschattung: innenliegend/außenliegend





## Klimatisierung - Vergleich Fassadenarten/Sonnenschutz

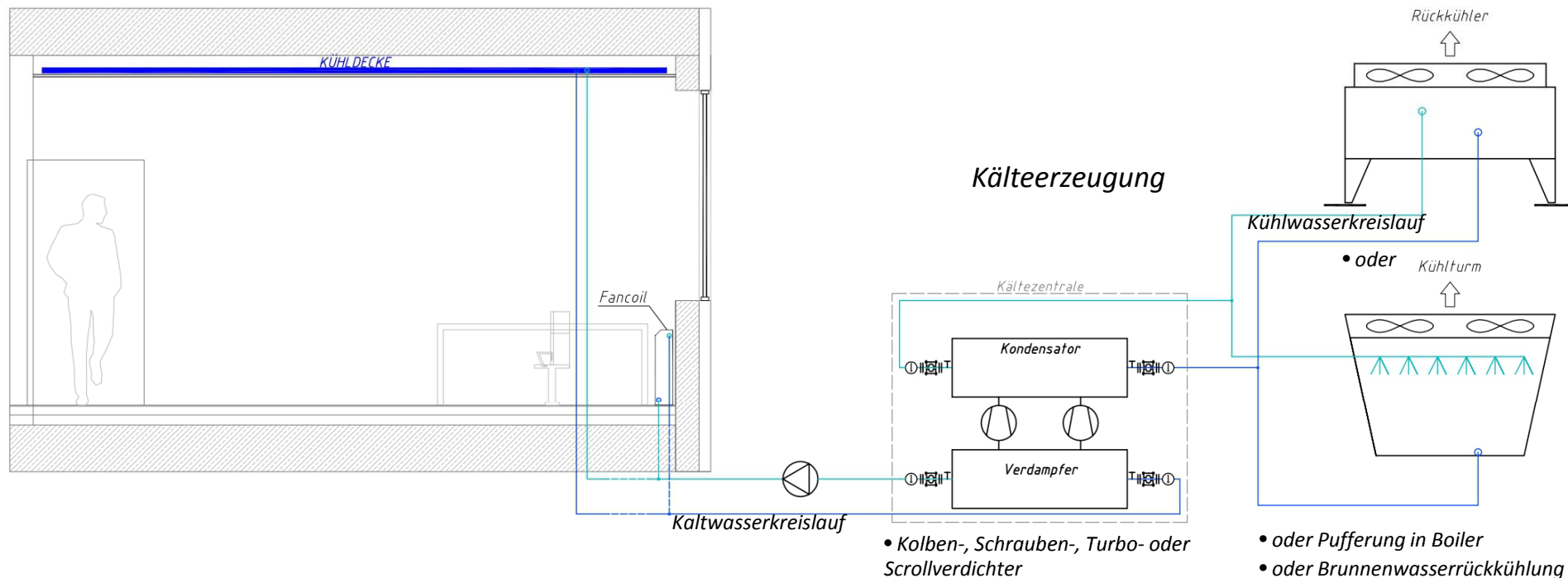
	ohne Verschattung	Sonnenschutz innenliegend	Sonnenschutz außenliegend
Lochfassade Ost (0,8 g*)	80 W/m <sup>2</sup>	75 W/m <sup>2</sup>	38 W/m <sup>2</sup>
Bandfassade Ost (0,8 g)	136 W/m <sup>2</sup>	125 W/m <sup>2</sup>	45 W/m <sup>2</sup>
Glasfassade Ost (0,8 g)	164 W/m <sup>2</sup>	151 W/m <sup>2</sup>	49 W/m <sup>2</sup>
Lochfassade Ost (0,32 g)	50 W/m <sup>2</sup>	48 W/m <sup>2</sup>	34 W/m <sup>2</sup>
Bandfassade Ost (0,32 g)	72 W/m <sup>2</sup>	68 W/m <sup>2</sup>	36 W/m <sup>2</sup>
Glasfassade Ost (0,32 g)	83 W/m <sup>2</sup>	77 W/m <sup>2</sup>	37 W/m <sup>2</sup>
Lochfassade Süd (0,62 g)	77 W/m <sup>2</sup>	72 W/m <sup>2</sup>	39 W/m <sup>2</sup>
Bandfassade Süd (0,62 g)	127 W/m <sup>2</sup>	117 W/m <sup>2</sup>	45 W/m <sup>2</sup>
Glasfassade Süd (0,62 g)	152 W/m <sup>2</sup>	140 W/m <sup>2</sup>	48 W/m <sup>2</sup>

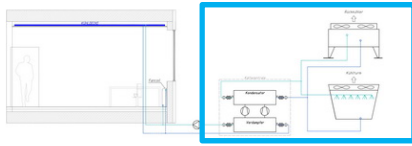
\* Kürzel g = g-Wert. Unter dem g-Wert versteht man jenen Anteil des Sonnenlichts, der durch eine Verglasung (bzw. durch das Fenster) dringt.

# Klimatisierung - Schema Erzeuger + Verbraucher

## Leistung/Nutzungsgrad

- Bei der Auslegung ist auf möglichst hohe Verdampfungstemperaturen und niedrige Kondensationstemperaturen zu achten. Dies wirkt sich positiv auf den Wirkungsgrad aus.
- Je tiefer die Verdampfung und je höher die Kondensation, desto höher der elektrische Energieverbrauch bei gleicher Kälteleitung. Verdampfung wirkt sich gravierender aus als Kondensation.

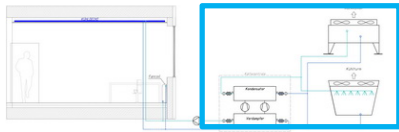




## Klimatisierung - Kälteerzeugung

---

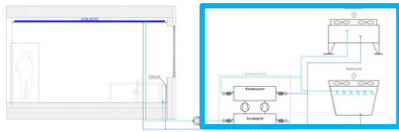
- Passive Anlagen: Freie Nachtkühlung, Erdkollektor
- Kälteerzeugung: eigen- oder Fremdanlage (z.B. Fernkälte oder Contracting)
- Kältesätze (kompakt gebaute Kälteanlagen): Chiller, Kältemaschinen
- Geothermie
- Solare Kühlung
- Energieoptimierung: z.B. Free-Cooling, Eisspeicher, WRG-Einbindung



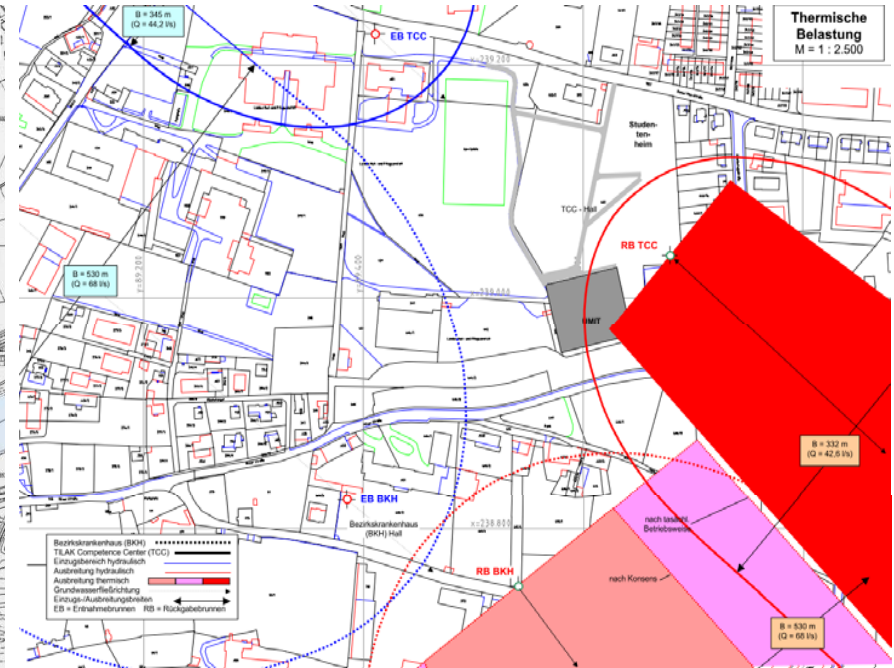
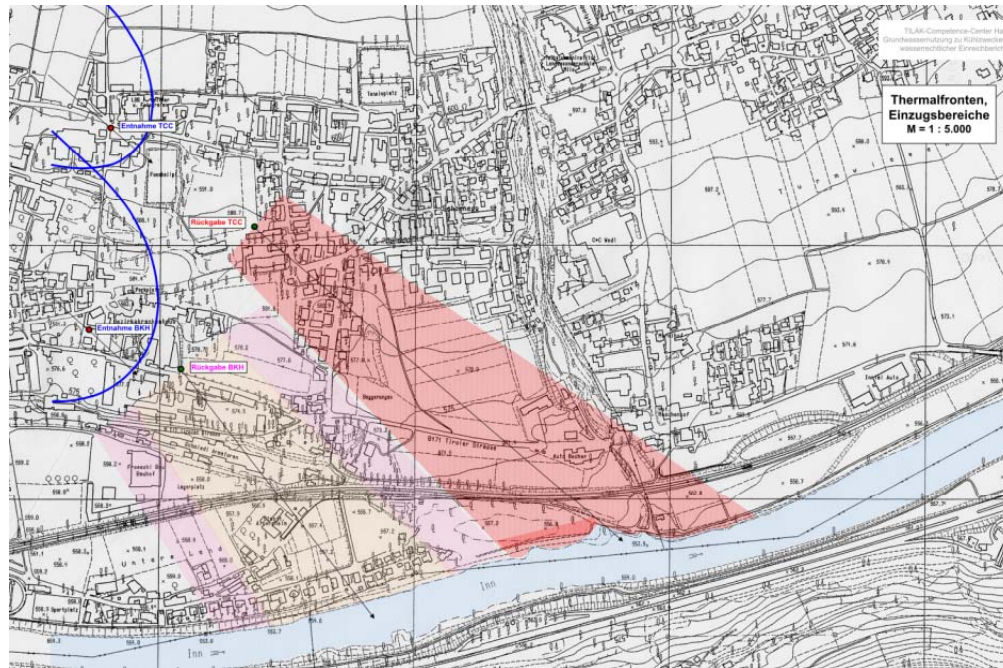
### Geothermie

Die Wärme und die Speichermasse des Erdreichs können über folgende Systeme erschlossen werden:

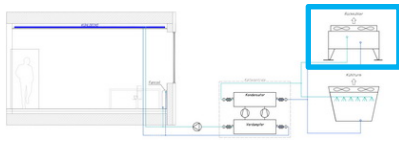
- Bodenplatte mit eingelegten Wärmeüberträgerrohren (Fundamentabsorber)
- Energiepfähle (thermisch aktivierte Bohrpfähle)
- Erdsonden
- Grundwasser mit Saug- und Schluckbrunnen



# Geothermie - Beispiel Brunnenkühlung



Darstellung der Thermalfronten und thermischen Belastung des Grundwassers für eine grundwasserrechtliche Einreichung.



## Klimatisierung – Rückkühler von Kälteanlagen

### Optimierungspotenzial:

- Einhausung vermeiden bzw. strömungstechnisch optimieren
- Axialventilatoren - Die Ventilatoren sind die zweitgrößten Energieverbraucher in Kälteanlagen!

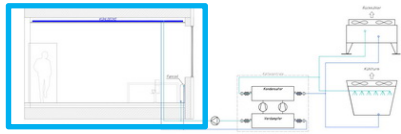
Wirkungsgrad des Motors je nach Bauart:

Spaltpolmotor: 58%

Asynchronmotor: 82%

EC-Motor: >90%

EC = elektronisch kommutierter Gleichstrommotor

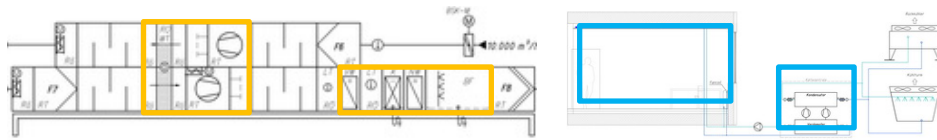


## Klimatisierung - Vergleich abführbare Kühllasten

Für den Raum kommen unterschiedliche Kühlmöglichkeiten in Betracht:

Kühlungsprinzip	Abführbare Kühllast / m <sup>2</sup> Raumfläche*
Teilklimaanlage (Lüftungsanl. mit H/K)	15-20 W/m <sup>2</sup>
Bauteilaktivierung	30-40 W/m <sup>2</sup>
Kühldecke	45-55 W/m <sup>2</sup>
Kühldecke+RLT-Anlage	70-80 W/m <sup>2</sup>
Fan-Coil	40-80 W/m <sup>2</sup>
Fußbodenkühlung	15-25 W/m <sup>2</sup>

\* Kühlleistung / m<sup>2</sup> liegt bei Flächenelementen höher, aber die nutzbare Fläche beträgt nur zw. 70-80 %.



## RLT-Anlagen/Klimatisierung – Automation

### Bedarfsgeregelte RLT-Anlage mit CO<sub>2</sub> / Mischgas-Fühler

- Optimierung weit besser als Zeitprogrammsteuerung!
- Erfassung von Personenbelegung (-> CO<sub>2</sub>) sowie zusätzlichen Belastungen wie z.B. Tabakrauch, Reinigungsmittel (-> Mischgas).

### Gebäudeleittechnik (GLT)

Die Investition einer GLT rechnet sich aus mehreren Betrachtungsansätzen heraus:

- Zentrale Informationsstelle für Stör- und Betriebsmeldungen
- Kontrolle von Temperaturen, Energiezählern -> Trendaufzeichnungen
- Optimierung von Anlagenlaufzeiten (Zeitprogramme) und Anlagenverhalten z. B. Aufheizkurven, Kühlung, Betrieb usw.

## RLT-Anlagen/Klimatisierung – externe Optimierung durch Planer

---

- Planung von integralen Systemlösungen im Bürogebäude: Heizung, Kühlung, Lüftung, Beschattung, Kunstlicht und Regelung
- Koordinierung und Überprüfung der Ausführungsqualitäten
- Koordinierung der Gewerkeschnittstellen, insbesondere MSR und WRG-Systeme zu Heizung
- Abnahmeüberprüfung mit mehreren Funktionstests (Übergangszeit, Sommerzeit, ggfs. auch im Winter)
- Betreuung in der Gewährleistungsphase: Lastprofilzeichnungen, Betriebskostenauswertung, Anpassung der Komfortparameter

## RLT-Anlagen/Klimatisierung – Zusammenfassung



- Energiesparfocus bereits bei Anlagenplanung!
  - BK-Prognosen einfordern und intensiv diskutieren!
  - Filter rechtzeitig tauschen, GLT-Parameter prüfen!
  - Betriebskostenreports einfordern -> quartalsweise!