

# Energie in Kirchen

Optimierung des Energiebedarfes

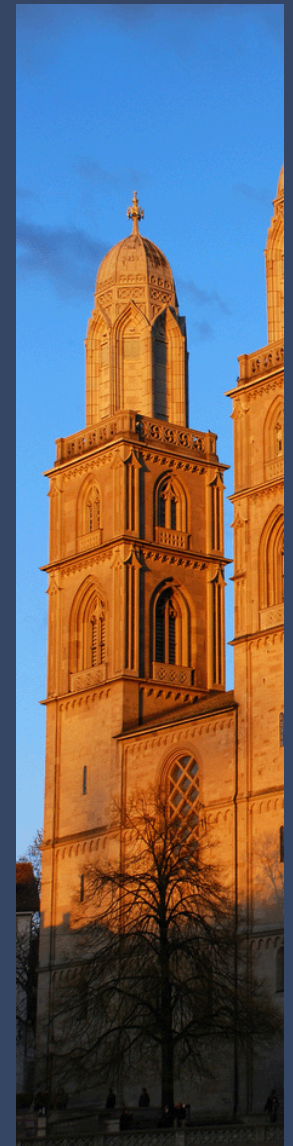
# Einführung

- Energieeffizienz
- Schutz der Bausubstanz / Kulturgüter
- Behaglichkeit



# Programm

- Einführung
- Vorgehen einer stufengerechten Analyse
- Gebäudehülle
- Gebäudetechnik
- Betrieb der Anlagen
- Hintergründe & Ansätze
- Fragen



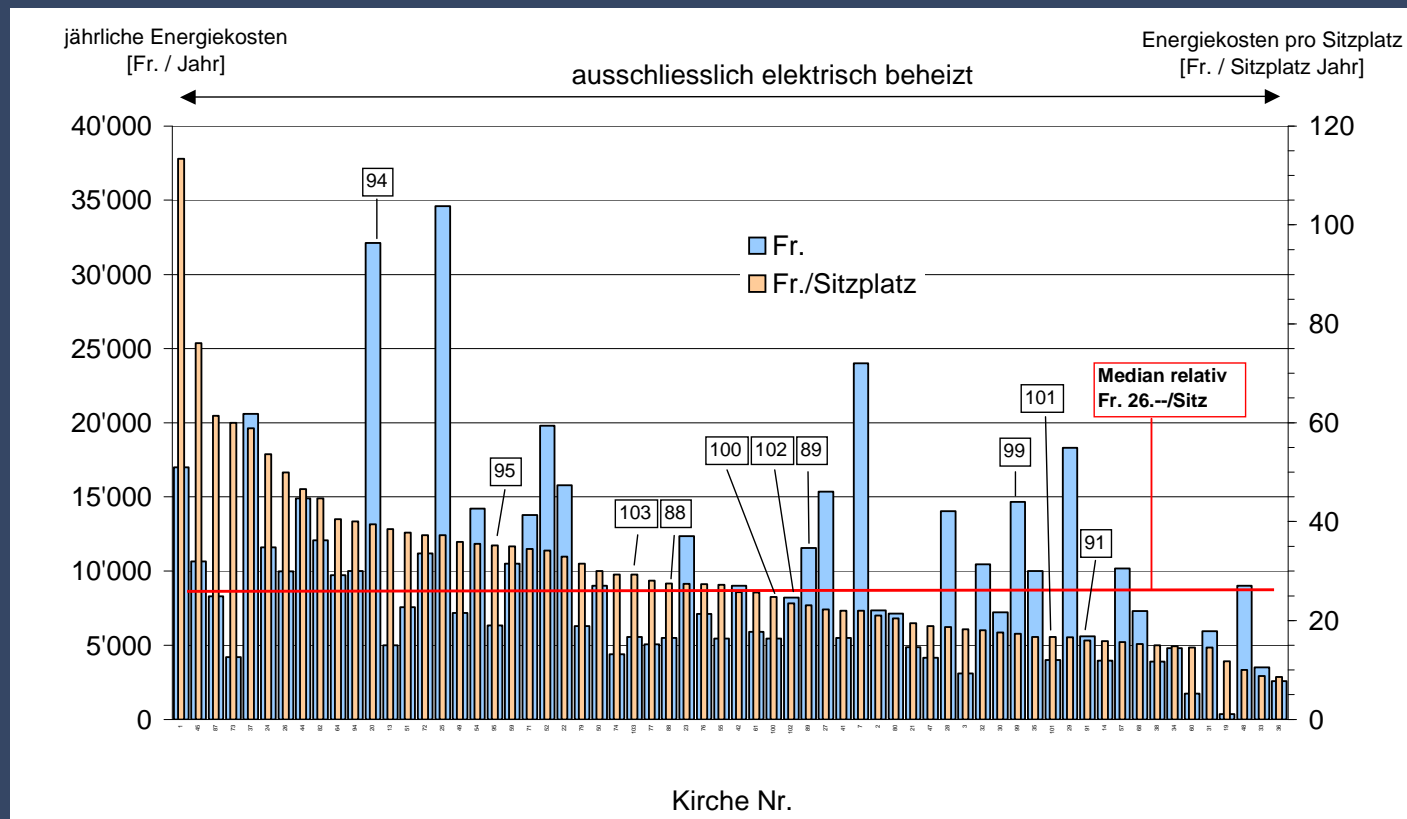
## Stufengerechte Analyse

- Anfrage der Kirchgemeinde
- Grobauswertung der Kosten / Vergleich mit anderen
- Feinanalyse mit Energieverbrauchsdaten
- Handlungsbedarf durch Massnahmenplan

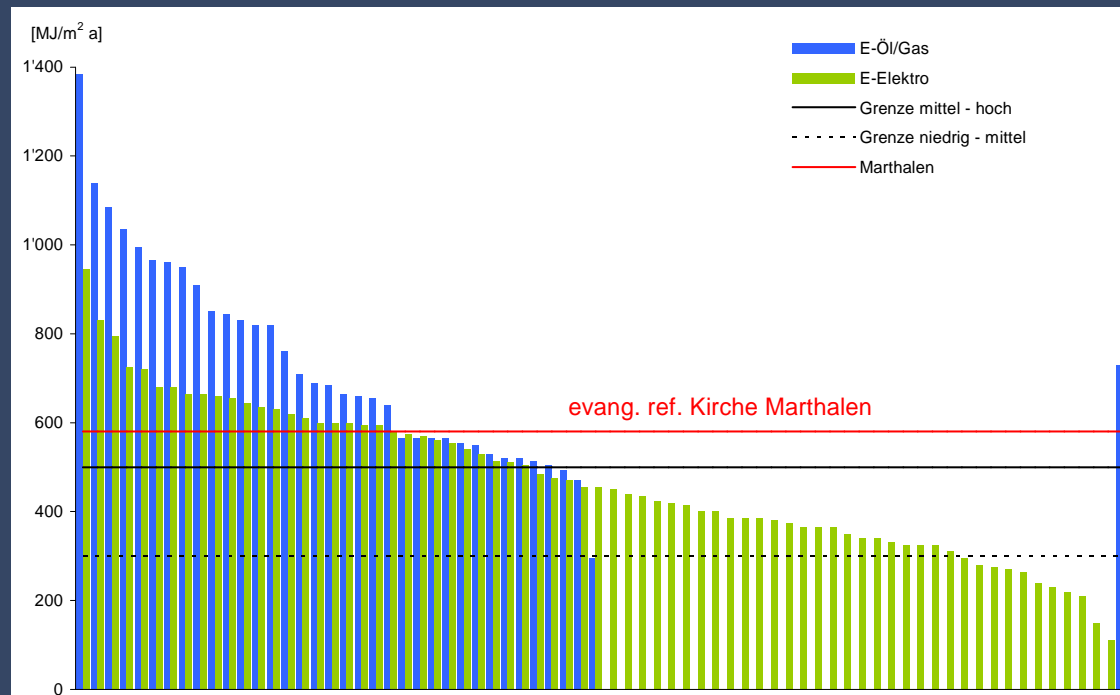


- Anstoss durch Kirchenpflegemitglied / KirchengängerInnen / Sigris / ...
- Energiekosten steigen
- Heizkessel verursacht Probleme / fällt aus
- Bauschäden

- Einfache Kennzahlen für den Vergleich
- Kosten pro Sitzplatz und absolut



- Energiebezugsfläche / Volumen / Benutzung
- Betrieb der Heizung / Aufzeichnung der Raumzustände
- Gebäudehülle und ihre Eigenschaften



- Zustandsanalyse (Gegenwart)
- Entwicklung der Immobilie (Perspektive)
- Priorisierung / Timing der Massnahmen  
(richtige Reihenfolge spart Geld und erhöht die Effizienz)
- Investitionsplan (Kostenhöhe / Zeitpunkt)

## Gebäudehülle / Bedarfsreduktion an der Peripherie

- Gebäudehülle hat Potential, steht aber im Spannungsfeld mit der Denkmalpflege
  - Luftdichtigkeit lässt oft zu Wünschen übrig (Fenster, Türen, Dach, Gewölbe, usw.)
  - Wärmedämmung mit Steigerungspotential (Boden, Dach, Gewölbe, Fenster, Türen)
- Kostspielig, andere Kriterien helfen der Wirtschaftlichkeit
- Bauphysiker beiziehen kann nicht schaden
- Denkmalpflege früh in Pläne einführen

## Haustechnik / Die richtige Technik hilft der Effizienz

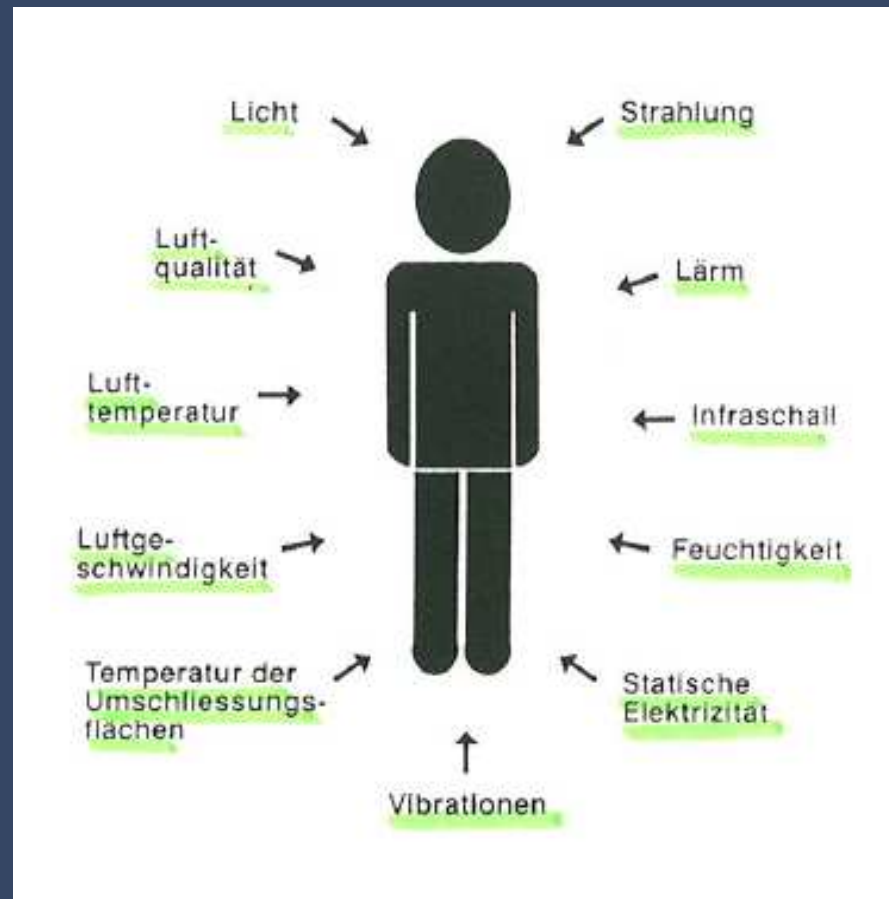
- Massive Baukörper mit Teilzeitbelegung sind bei der Wahl der Systeme dringend zu berücksichtigen
  - Die externen und internen Lasten sind weniger relevant wie anderswo
  - Die Wärme wandert durch die grosse Höhe nach oben → Luftzug
  - Ausgeglichene Temperaturen reduzierten die Luftbewegungen
- geschickte Kombination von trägen Systemen (Grundlast) mit flinken Systemen (Spitzenlast bei Belegung)
- Systeme mit hohem Strahlungsanteil ermöglichen tiefe Raumlufttemp.
- Auslegung grosser Flächen bringt tiefe Systemtemperaturen, sprich weniger Luftbewegung und mehr Effizienz

## Betrieb / Effiziente System nützen nur, wenn sie richtig betrieben werden

- Es ist noch nicht lange her, als die Kirchen unbeheizt benutzt wurden
  - Die Beheizung ist oft für die Schäden in den Kirchen verantwortlich
  - Kirchen werden selten dauernd belegt
  - Die Kirche ist primär kein Wohnraum und auch keine Yogahalle
  - Die Luftqualität ist durch grosse Voluminas unkritisch
- Tiefe Grundtemperaturen ausserhalb der Belegung
- Geschickter Absenkbetrieb spart Energie / Leistung berücksichtigen
- Angemessene Temperaturen sind entscheidend
- Geringer Aussenluftanteil reduziert den Energieaufwand

# Hintergründe & Ansätze / Behaglichkeitsfaktoren

Einflussfaktoren Behaglichkeit:



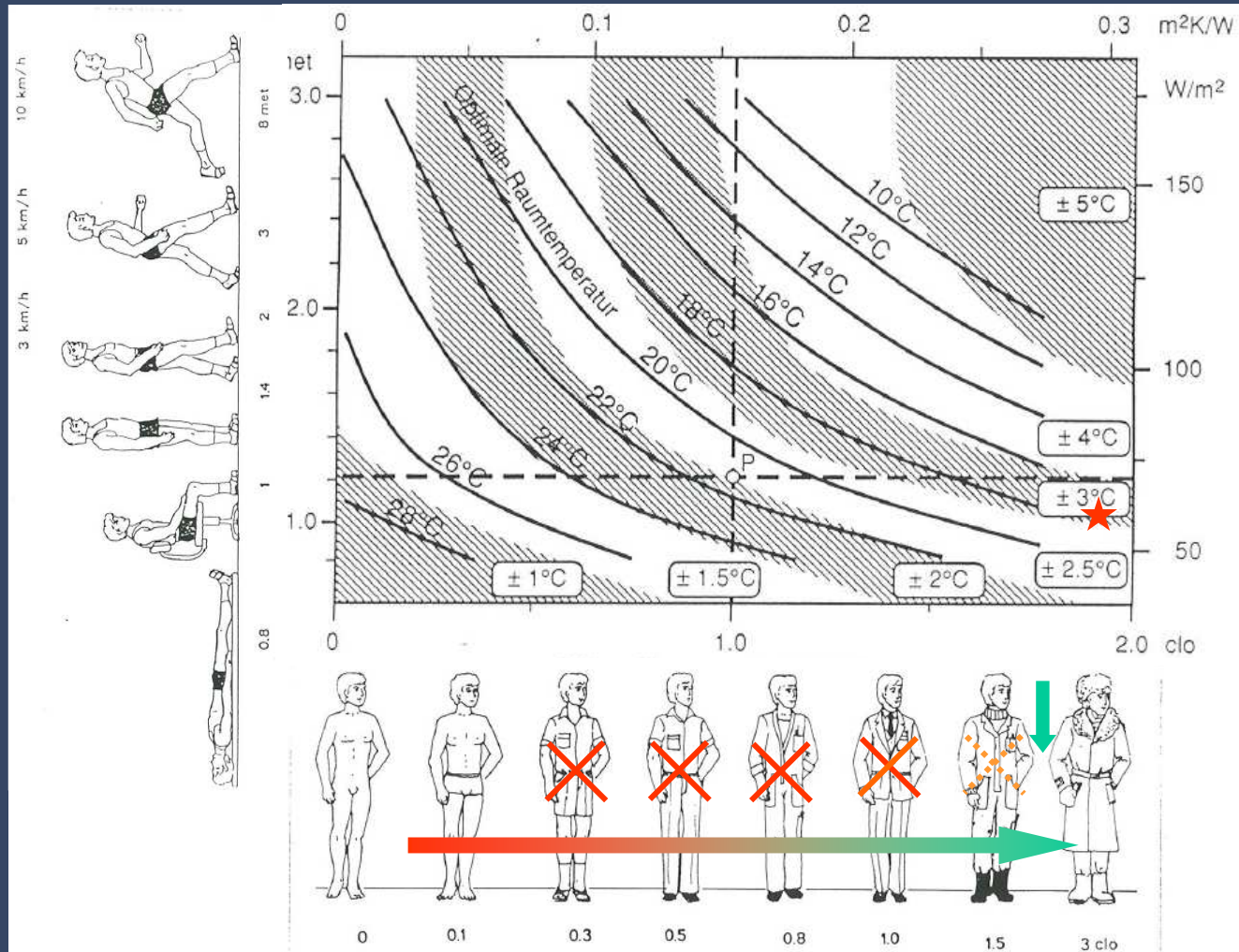
## Hintergründe & Ansätze / Empfindlichkeit

Wo wir empfindlich sind:

Parameter	Empfindlichkeitsschwell e	Beurteilung
Lufttemperatur	+ - 0.5°C	Sehr empfindlich
Unterschied zwischen Luft- und Oberflächentemperatur	2°C	Sehr empfindlich
Luftbewegung in Hautnähe	0.1 m/s	Sehr empfindlich
Strahlung	25 W/m <sup>2</sup>	Empfindlich
Luftfeuchtigkeit	50% + -15%	Wenig empfindlich

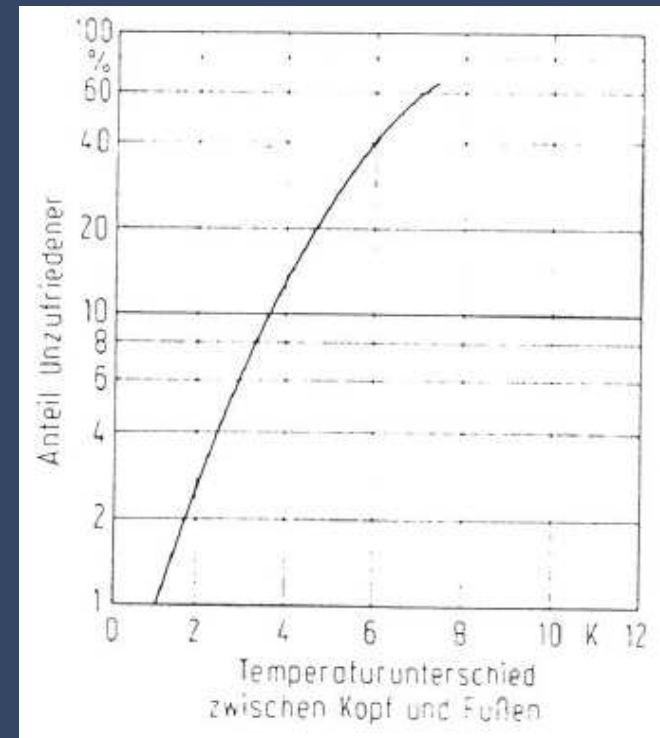
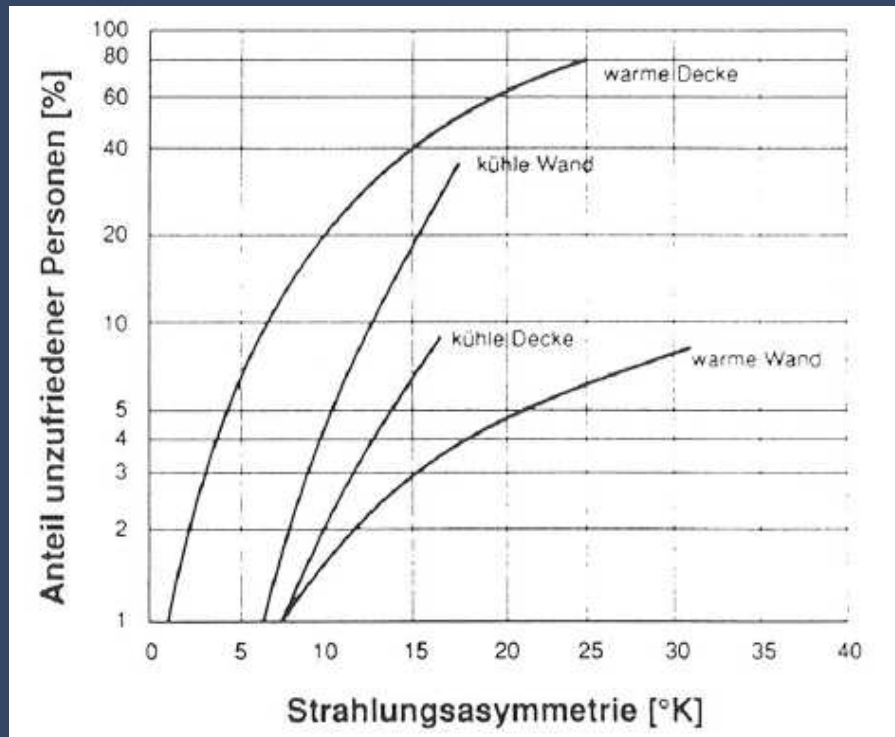
# Hintergründe & Ansätze / Lufttemperatur

Lufttemperatur:



# Hintergründe & Ansätze / Asymmetrien

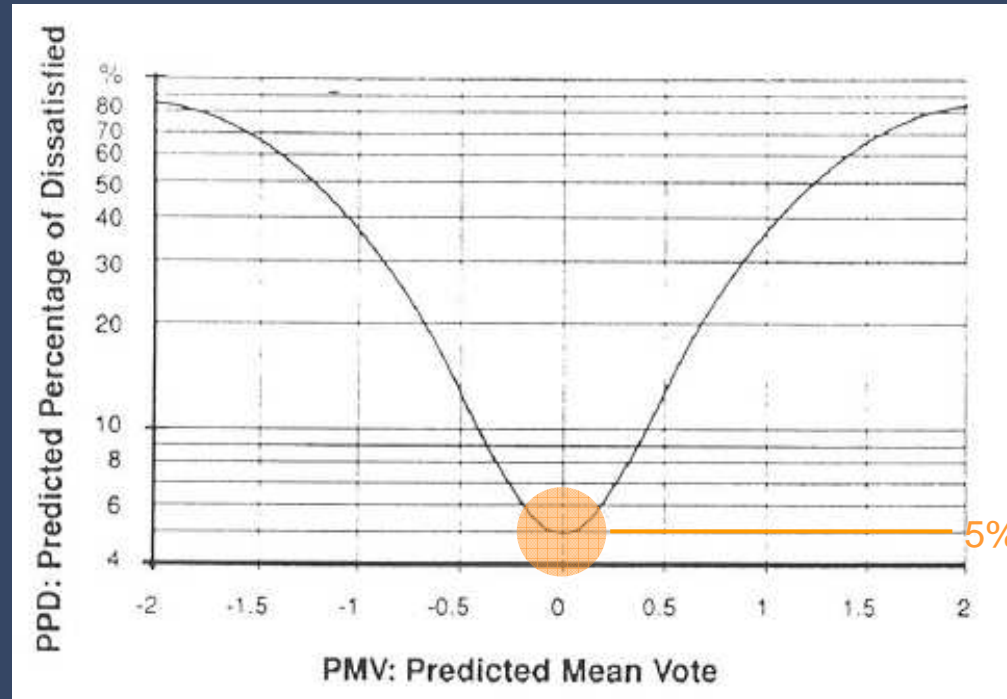
Asymmetrien:



# Hintergründe & Ansätze / Zufriedenheit

Zufriedenheit:

Anteil der Personen  
welche das Klima nicht  
akzeptabel finden



Mittlere Beurteilung des Raumklimas  
+3 heiss, +2 warm, +1 leicht warm  
0 optimal  
-1 leicht kühl, -2 kühl, -3 kalt

## Hintergründe & Ansätze / Orgel

- Erhaltung der Orgel

Anforderungen gemäss allgemeine Geschäftsbedingungen der Orgelbaufirmen  
(rel. Luftfeuchte 45 - 80%)

Praxiserfahrungen

- Orgelspiel

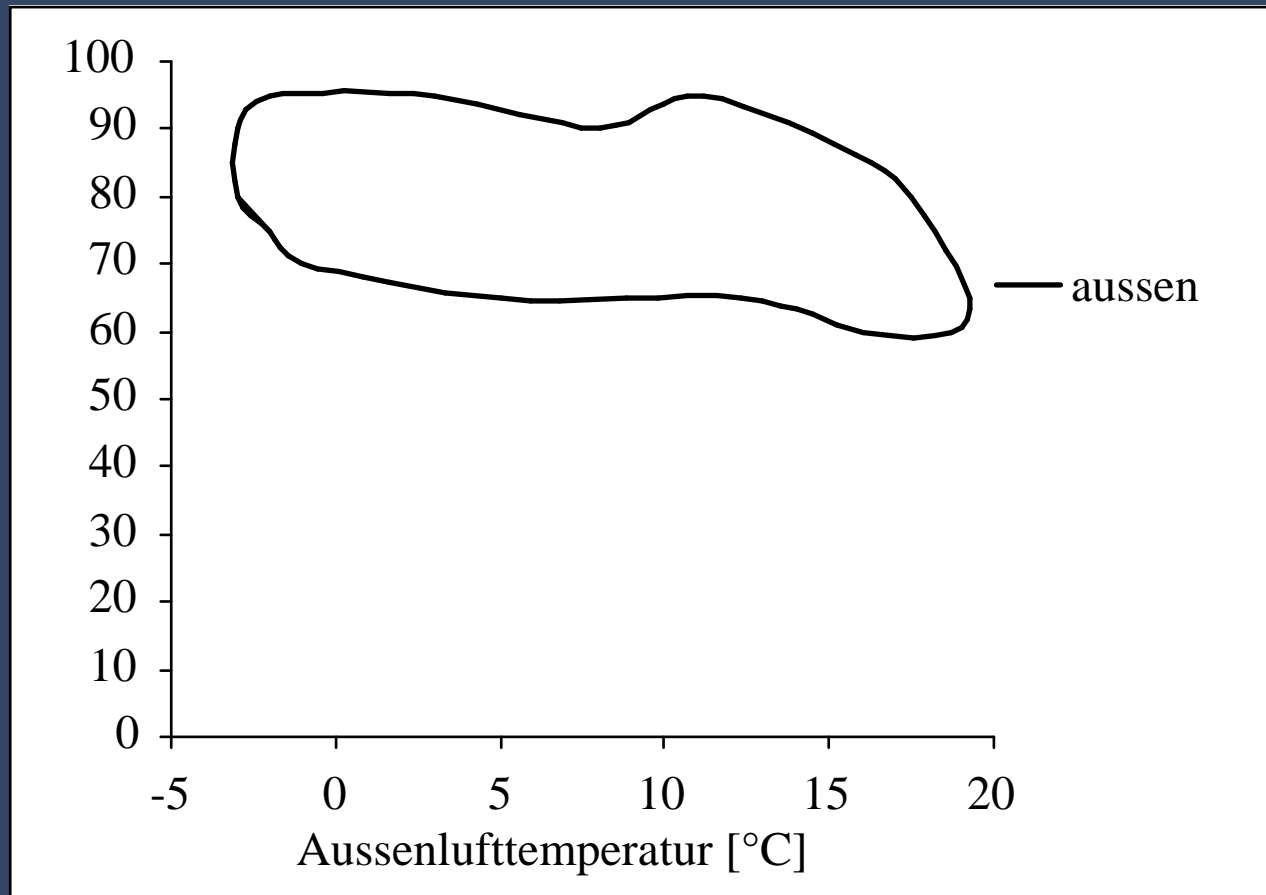
Tonhöhe abhängig von Lufttemperatur  
Konstanz ist wichtig (Intonation zu Spiel)

- Organist/in

Unter 16°C in der Regel Zusatzheizung notwendig (Elektroöfen im Rücken, Sitzbankheizung, Tastaturheizung)

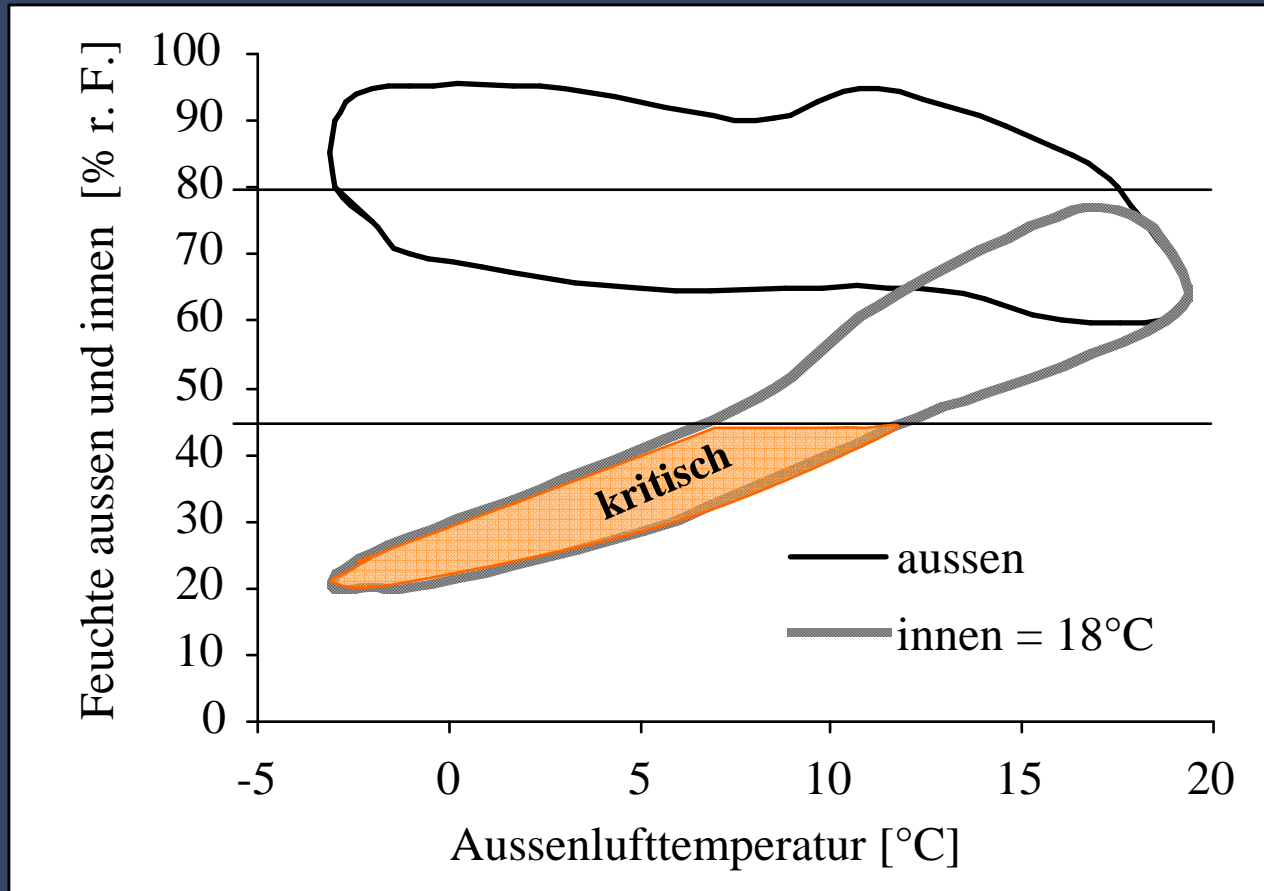
# Hintergründe & Ansätze / Konditionen Aussenklima

- Aussenluftkonditionen



## Hintergründe & Ansätze / Konditionen beheizt

- zu trockene Luft bei Raumlufttemperatur konstant auf 18°C



(ohne Einflüsse von Gebäude, Personen, Bodenfeuchte etc.)

## Hintergründe & Ansätze / Schadensbilder



### Gnosca, Kirche S. Pietro Martire

Wandretabel aus Stuck (Engelkaryatide)  
mit abblätternder Malschicht.

Vermutete Ursache sind die starken  
Luftfeuchteschwankungen wegen der  
Heizung.

Bildbreite ca. 40 cm (horizontal)

© ETHZ, Institut für Denkmalpflege,  
Konrad Zehnder

## Hintergründe & Ansätze / Schadensbilder



### Müstair, Kloster

Verschwärzung über einem Wandradiator  
des Kreuzganges.

© ETHZ, Institut für Denkmalpflege,  
Konrad Zehnder

## Hintergründe & Ansätze / Schadensbilder



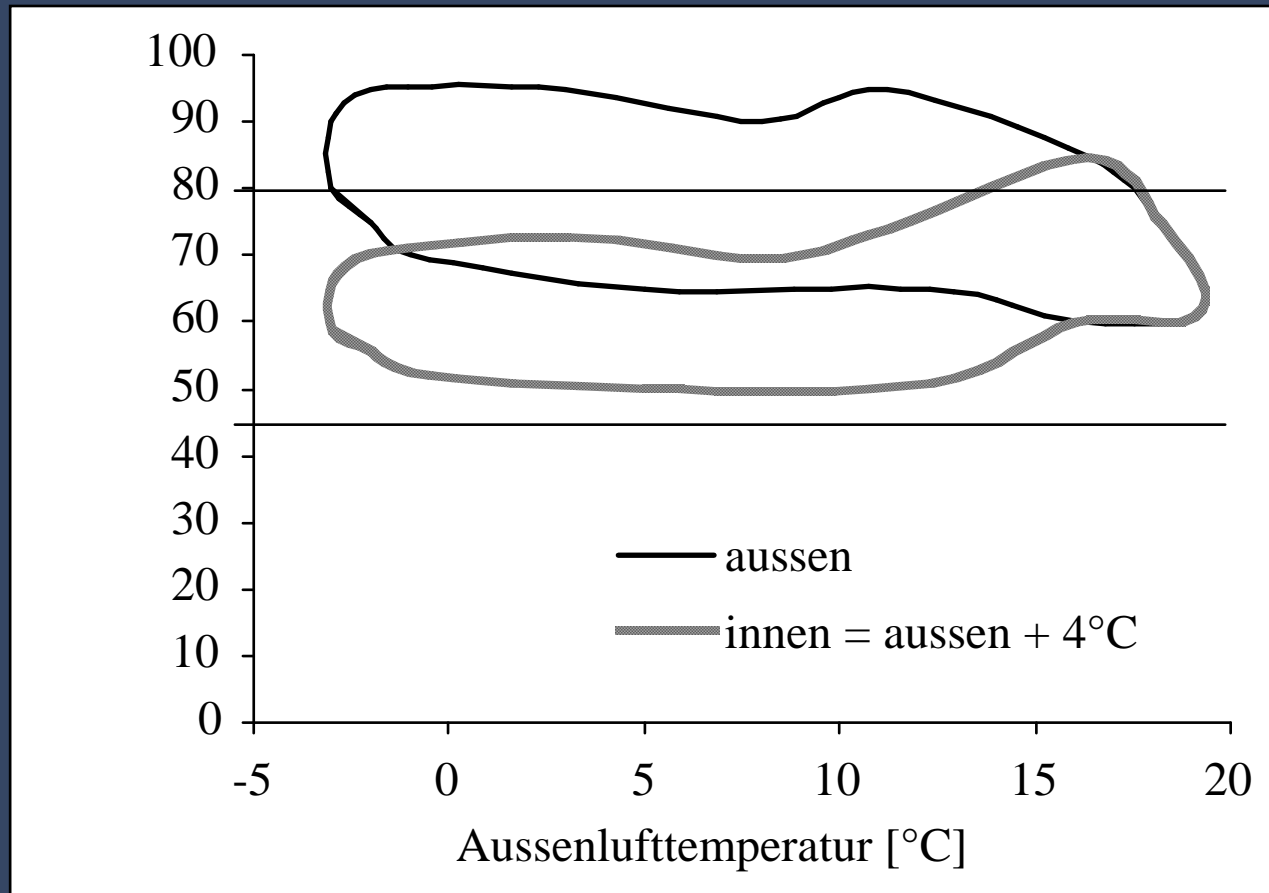
### Müstair, Klosterkirche

Durch Weihrauch und Kerzenruss  
verschwärztes Gewölbe  
der Heiligblutkapelle.

© ETHZ, Institut für Denkmalpflege,  
Konrad Zehnder

## Hintergründe & Ansätze / Konditionen moderat

- konstante Feuchte ohne oder mit minimaler Heizung



(ohne Einflüsse von Gebäude, Personen, Bodenfeuchte etc.)

## Hintergründe & Ansätze / Kompass als Orientierungshilfe

- Während Nutzung

im Winter 14 bis 16°C, max. 18°C  
für Orgelprobe: Elektroheizkörper

- Ausserhalb Nutzungszeiten

Unbedingt absenken (10°C und tiefer) ODER Heizung ganz ausschalten  
Minustemperaturen vermeiden wegen Frost

- Vor Nutzung

Aufheizgeschw. 1°C, max. 2°C pro Stunde, mind. 15 Minuten vor  
Gottesdienstbeginn abgeschlossen

während Gottesdienst Konditionen halten, damit Thermik unter Kontrolle

## Hintergründe & Ansätze / Kompass als Orientierungshilfe

- Lüftung

6 – 8 Minuten Stosslüften, Diagonale nutzen

keine Dauerlüftung, nicht einseitig

Kippflügel-Lüftung vermeiden

Bei Lüftungsanlage im Winter Aussenluft rate auf das hygienische Minimum

Windfänge richtig einsetzen

**So kann Energie wirksam eingespart werden!**

**Problem mit zu trockener Luft wird entlastet!**

# Fragen

