

LEMON • CONSULT •
• ENERGY • EFFICIENCY • ENGINEERING •

Energie in Kirchen

Optimierung des Energiebedarfes

-
1. Einführung
 2. Vorgehen einer stufengerechten Analyse
 3. Gebäudehülle
 4. Gebäudetechnik
 5. Betrieb der Anlagen
 6. Hintergründe & Ansätze
 7. Fragen



Einführung

- Energieeffizienz
- Schutz der Bausubstanz / Kulturgüter
- Behaglichkeit



Stufengerechte Analyse

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

1

2

3

4



Anfrage der Kirchgemeinde

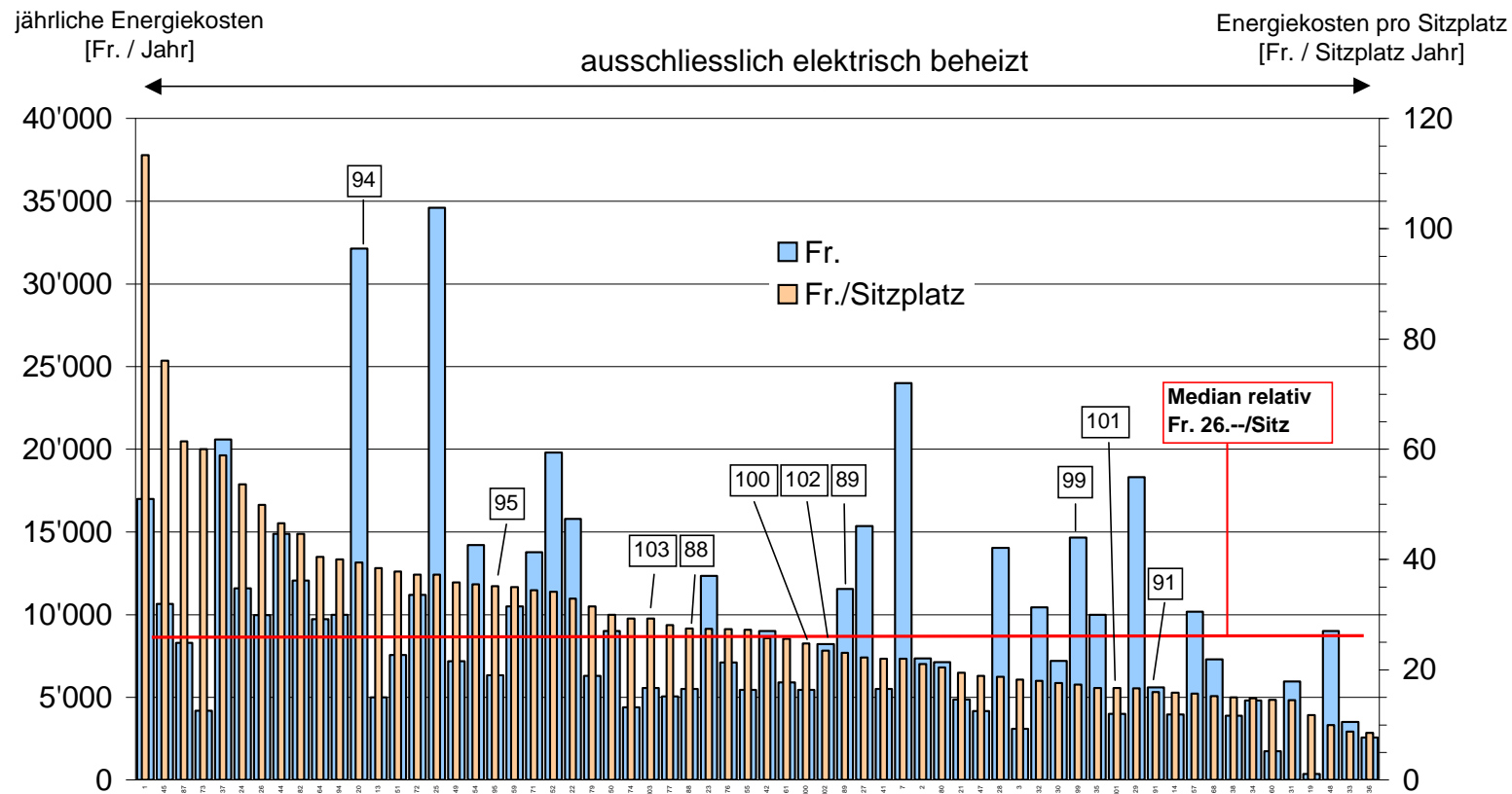
1

-
- Anstoss durch Kirchenpflegemitglied / KirchengängerInnen / Sigrist / ...
 - Energiekosten steigen
 - Veränderung der politischen Rahmenbedingungen
 - Heizkessel verursacht Probleme / fällt aus
 - Bauschäden

Grobauswertung als Einstieg

2

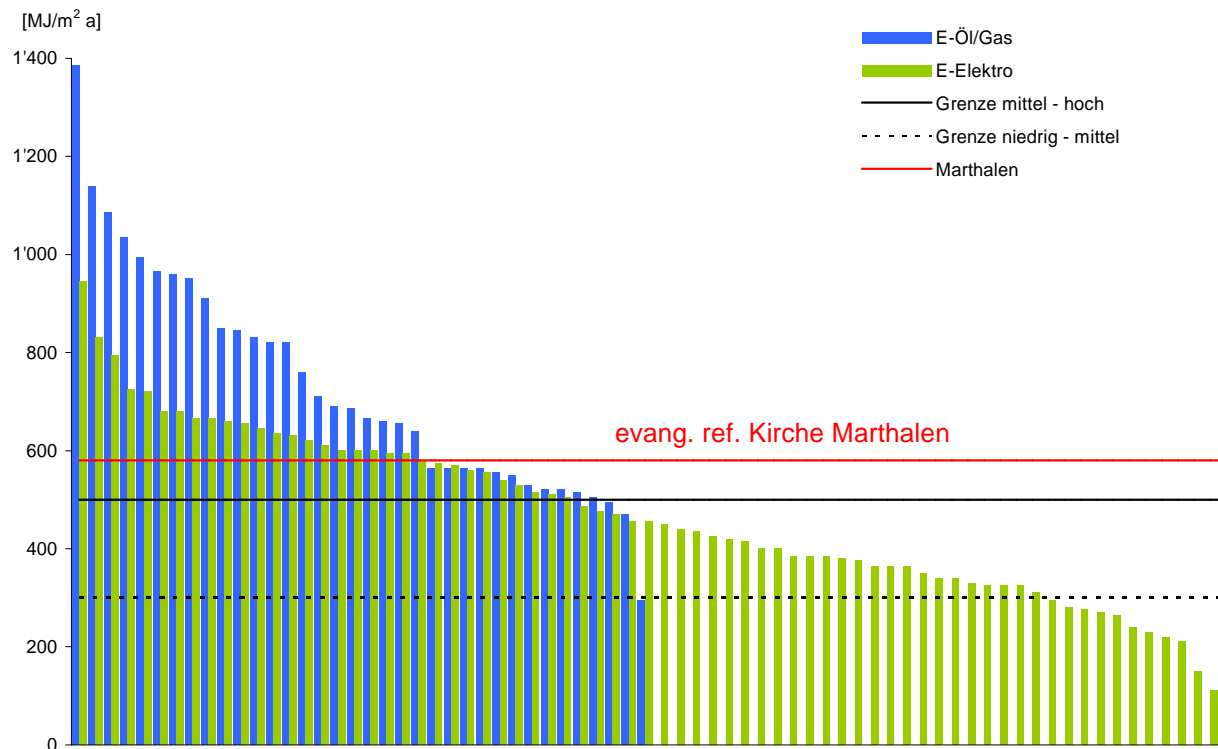
- Einfache Kennzahlen für den Vergleich
- Kosten pro Sitzplatz und absolut



Vertiefung mit der Feinanalyse

3

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



Massnahmenplan als Drehbuch

4

-
- 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 einzubeziehen
- 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:



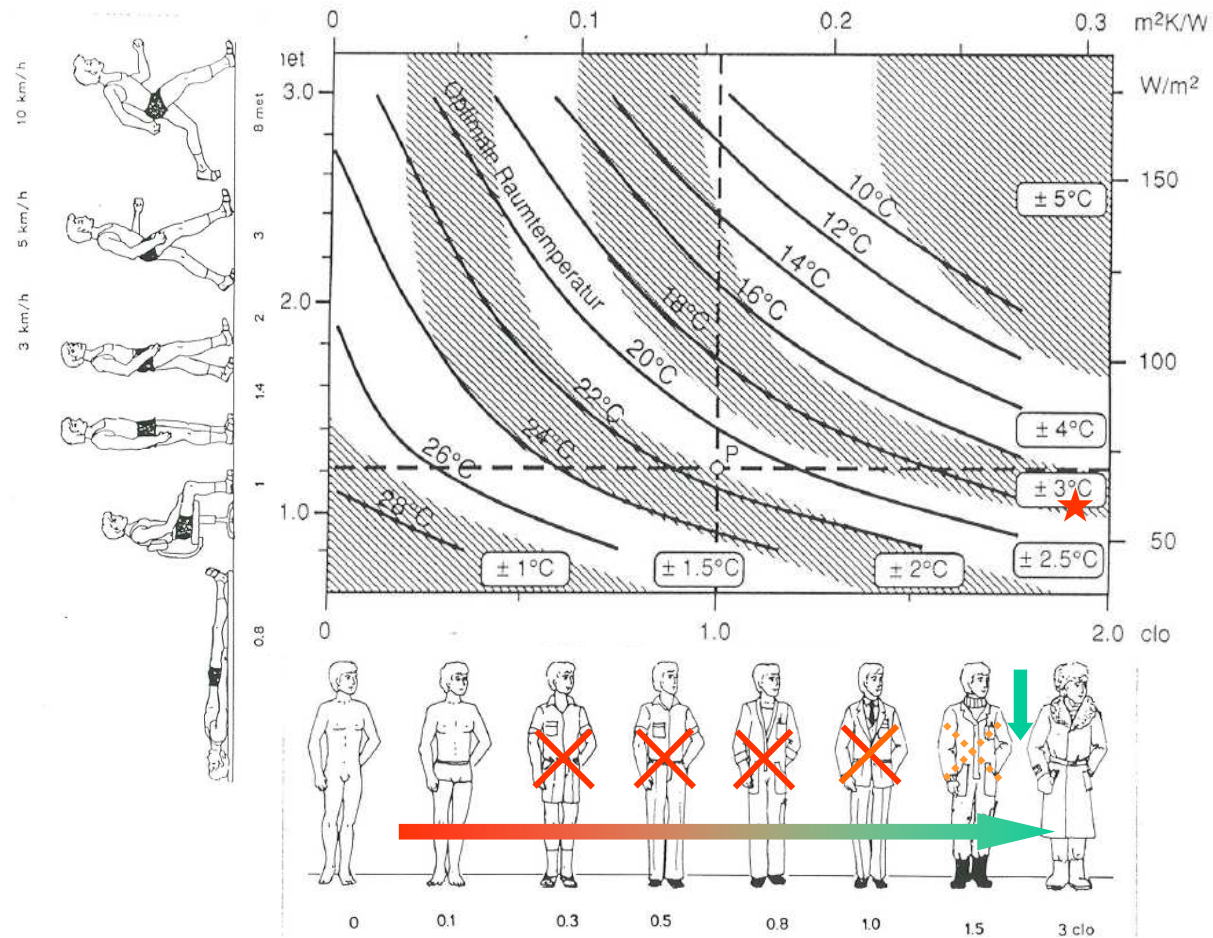
Hintergründe & Ansätze / Empfindlichkeit

Wo wir empfindlich sind:

Parameter	Empfindlichkeitsschwelle	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 ²	Empfindlich
Luftfeuchtigkeit	50% + -15%	Wenig empfindlich

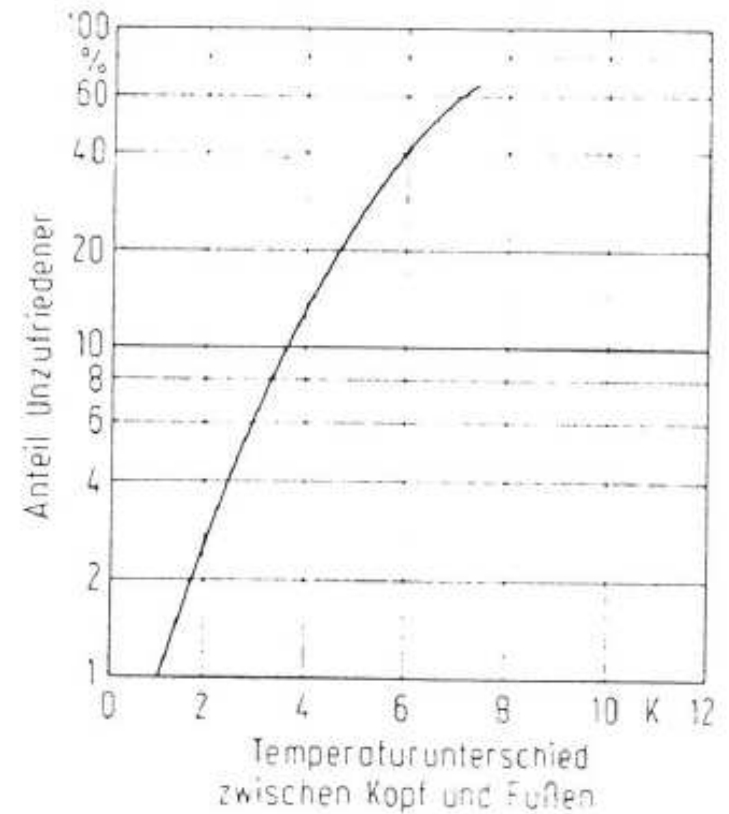
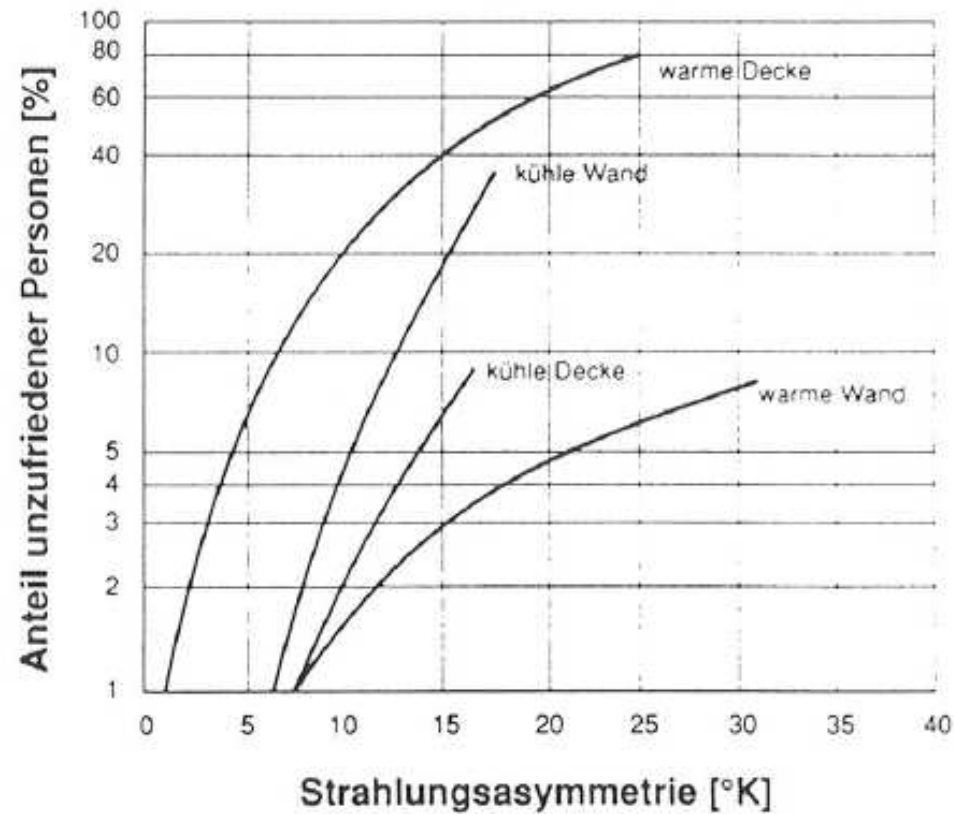
Hintergründe & Ansätze / Lufttemperatur

Lufttemperatur:



Hintergründe & Ansätze / Asymmetrien

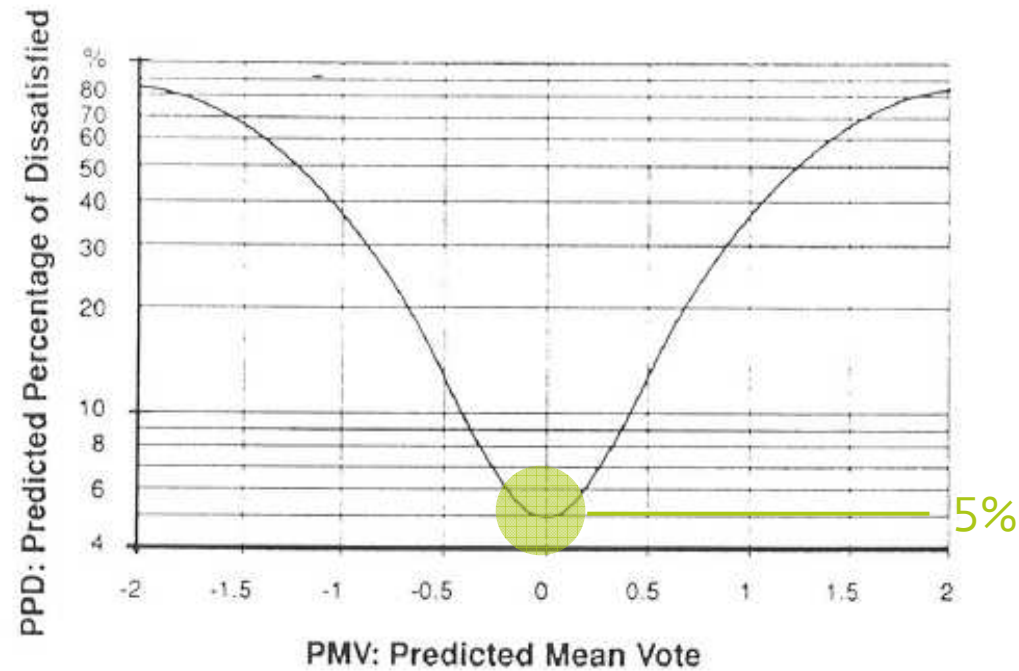
Asymmetrien:



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

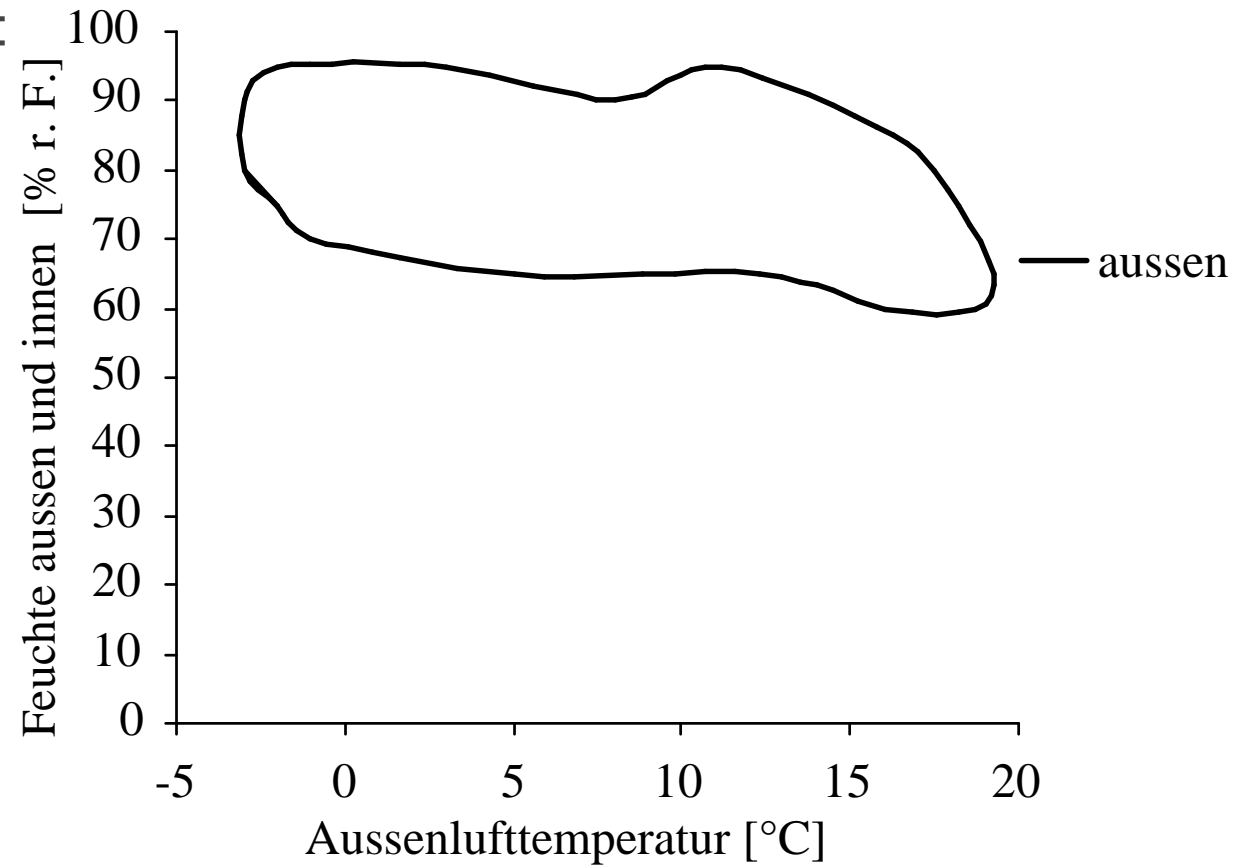
Hintergründe & Ansätze / Orgel

- 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 (Elektroöfeli im Rücken, Sitzbankheizung, Tastaturheizung)
Moderate Temperaturen beachten!

Hintergründe & Ansätze / Konditionen

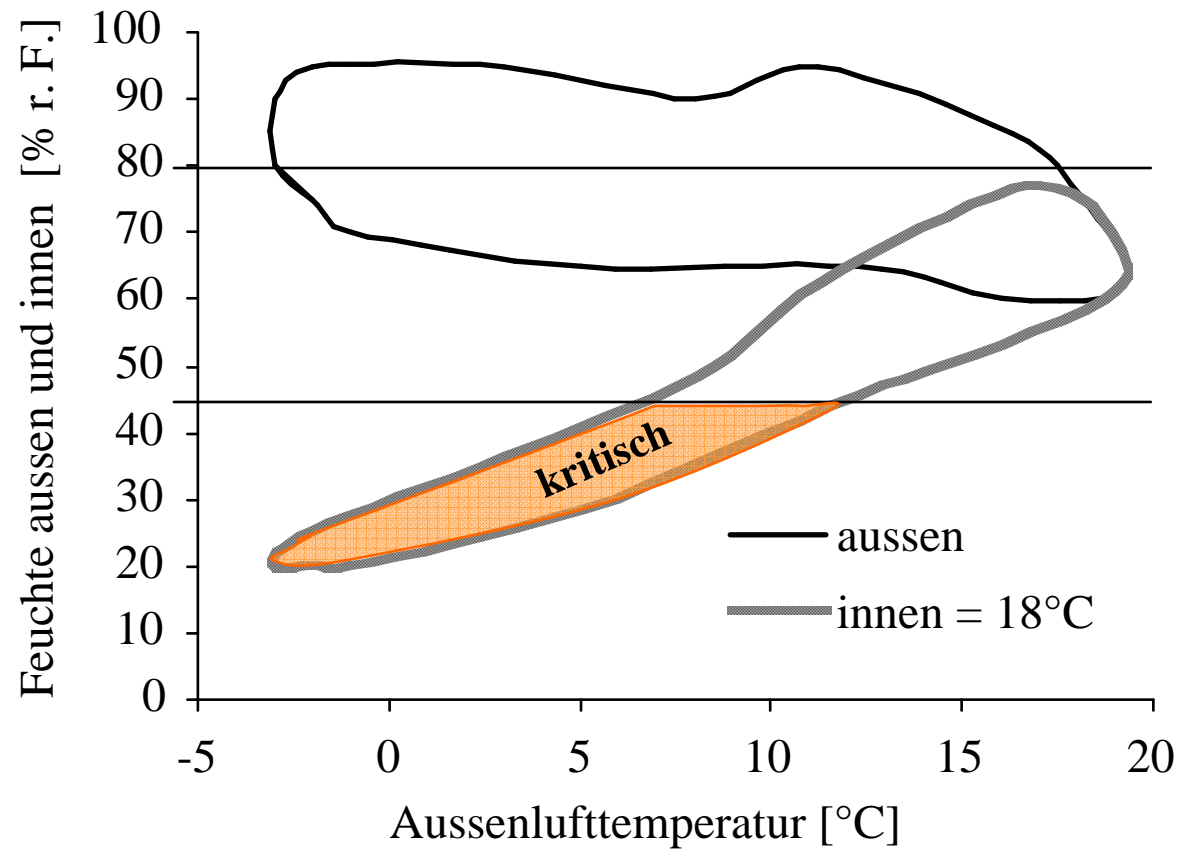
Aussenklima

Aussenluftkonditionen:



Hintergründe & Ansätze / Konditionen beheizt

zu trockene Luft bei
Raumlufttemperatur
konstant auf 18°C:



ohne Einflüsse von Gebäude, Personen, Bodenfeuchte etc.

Hintergründe & Ansätze / Schadensbilder

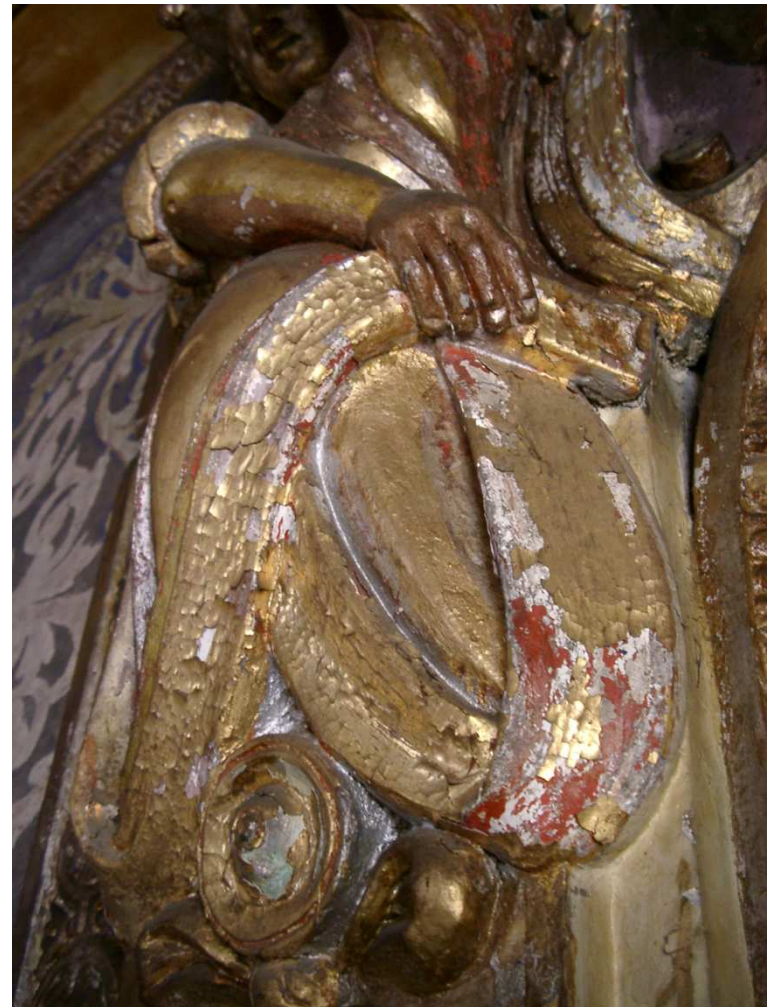
Gnosca, Kirche S. Pietro Martire

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

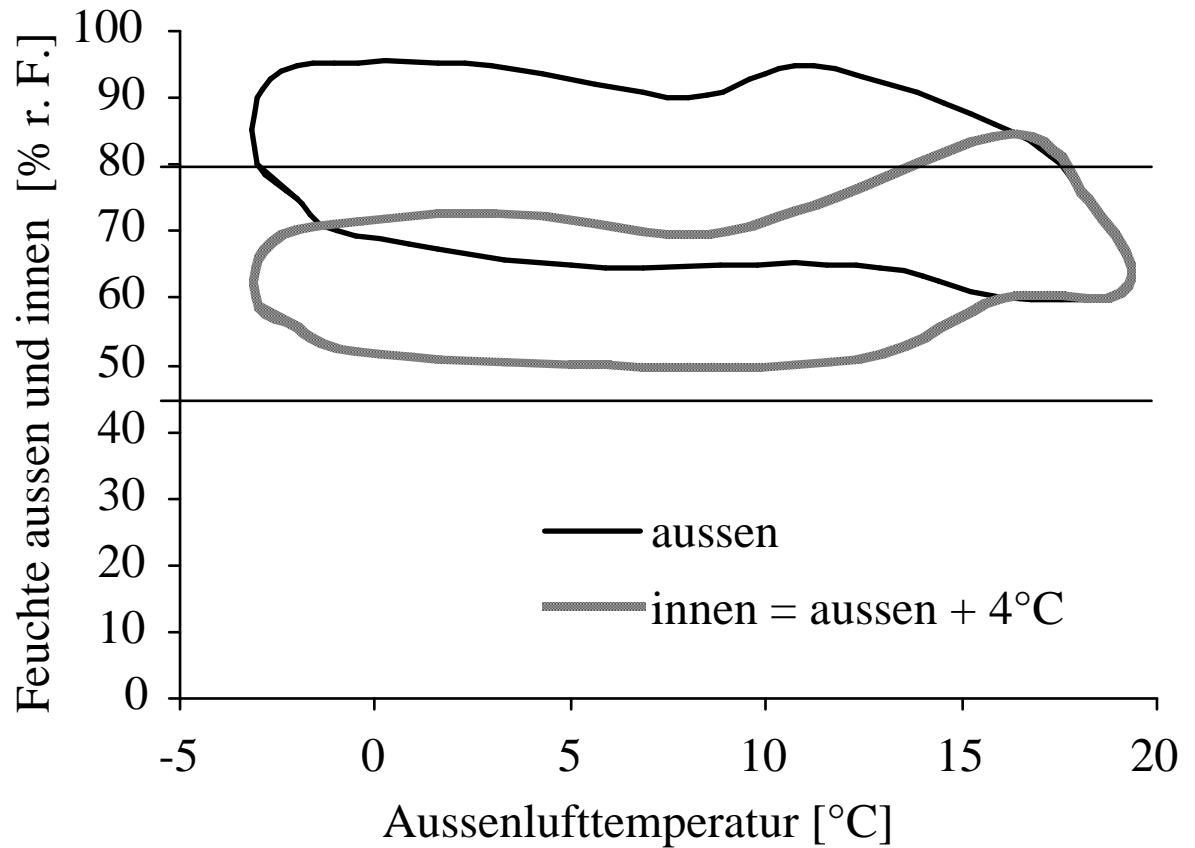
Durch Weihrauch und Kerzenruss verschwärztes Gewölbe der Heiligblutkapelle.

© 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 Aussenlufttrate auf das hygienische Minimum

Windfänge richtig einsetzen (Portale sorgen für unerwünschte Austrocknung in der Heizsaison und enormen Luftwalzen)

➤ So kann Energie wirksam eingespart werden!
Problem mit zu trockener Luft wird entlastet!

Diskussion

