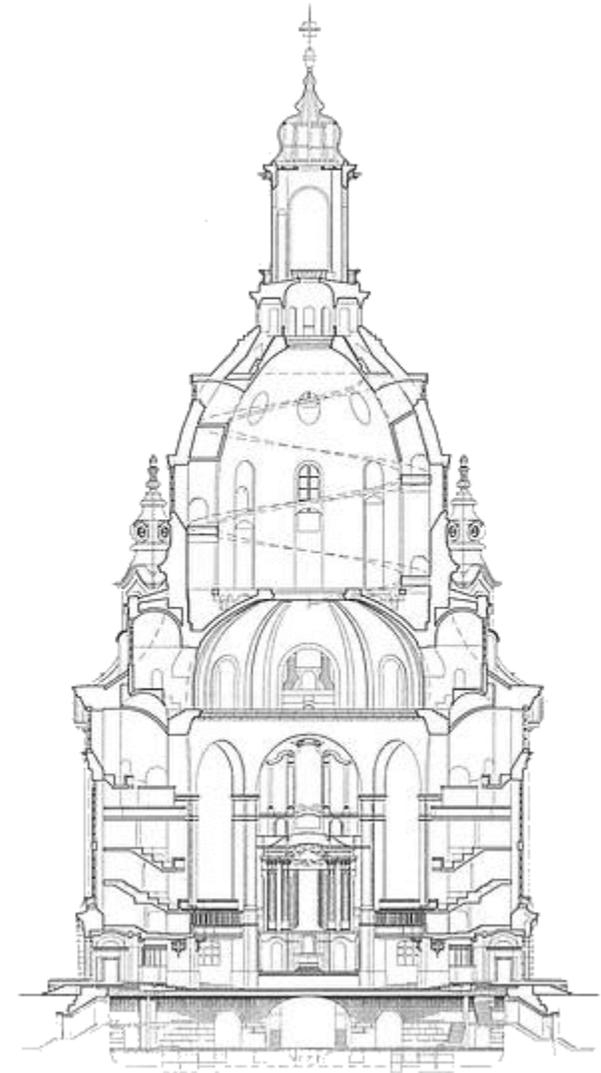


Beheizung und Belüftung von Kirchen

Vortrag Baukirchmeistertagung
Landeskirche Rheinland
12. September 2015
Bonn

Dr.-Ing. Michael Stittgen

INGENIEURBÜRO BREIDEN + STITTGEN



Inhalt

Thema
Vorstellung
Anforderungen an das Raumklima in Kirchen – Nutzungskonzepte – Richtlinien
Überblick Heizungssysteme für Kirchen – Zentrale Warmluftheizung – Dezentrale Warmluftheizung – Elektrische Direktheizung (Bankstrahler) – Warmwasser-Bankheizung – Fußbodenheizung – Regelung
Sonderthema Belüftung und Luftfeuchte
Abschließende Fragen und Diskussion

Einleitung

VORSTELLUNG

In kurzen Stichworten ...

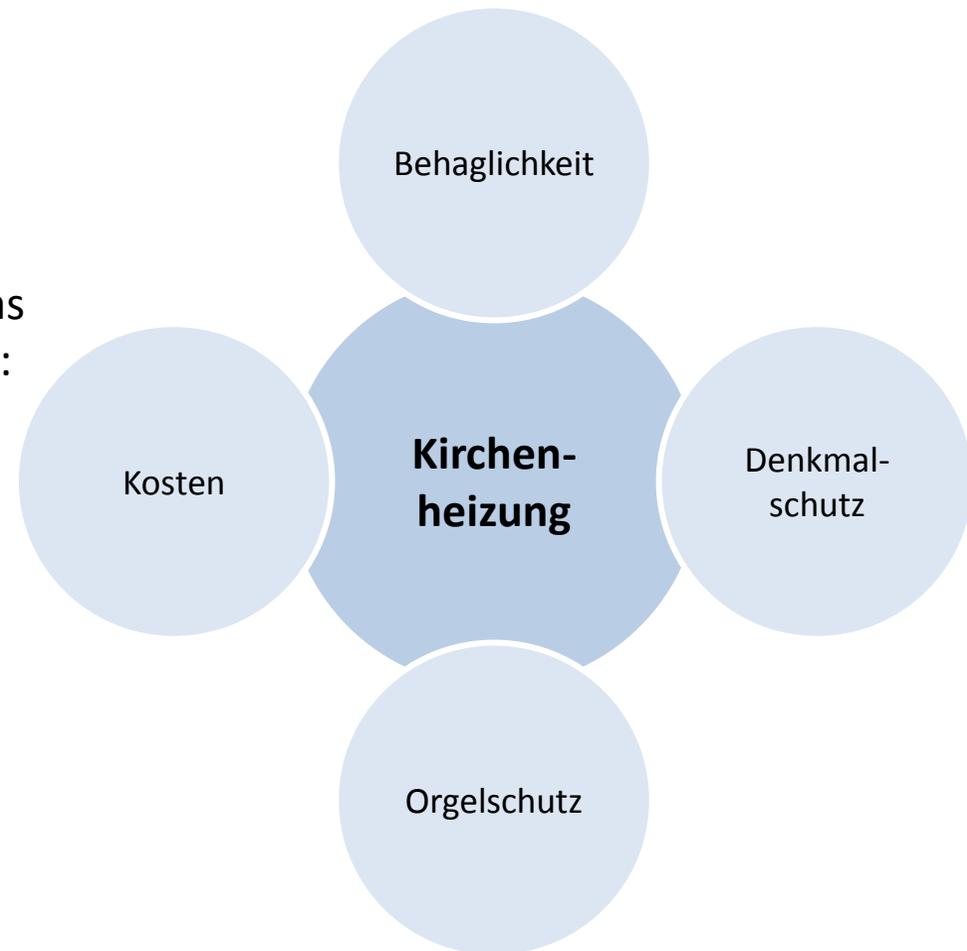
- ❖ Tätigkeitsgebiet nahezu ausschließlich Heizung und Lüftung von Kirchen und angrenzende Probleme
- ❖ Unabhängiges und neutrales Ingenieurbüro
- ❖ Mehr als 30 Jahre Erfahrung in der Lösung von vielfältigen Problemen zur Beheizung und Belüftung von Kirchen; mit Vorgängerbüro Schmidt & Partner mehr als 40 Jahre

Abschnitt 1

ANFORDERUNGEN AN DAS RAUMKLIMA IN KIRCHEN

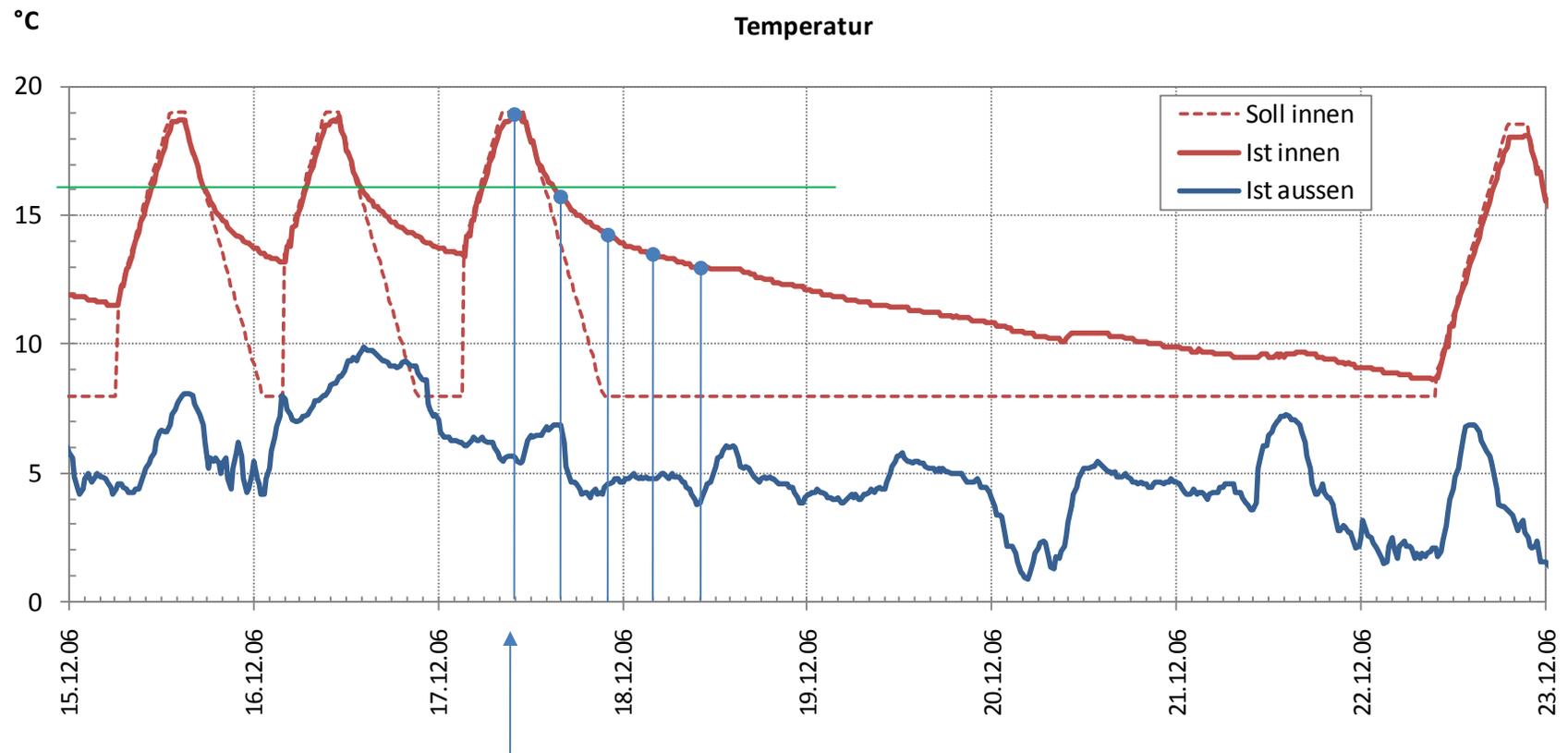
Randbedingungen

- ❖ Gottesdienstbesucher erwarten auch in denkmalgeschützten Kirchen behagliche Innentemperaturen.
- ❖ Auf der anderen Seite stellen Denkmalpfleger, Kirchenverwaltungen und Orgelsachverständige hohe Anforderungen an das Raumklima und an die Heizungsanlage wie:
 - Geringe Eingriffe in die Bausubstanz
 - Keine störende Heizgeräte im Kirchenraum
 - Einhaltung der Richtlinien zur schonenden Beheizung von denkmalgeschützten Kirchen
 - Minimale Investitionskosten
 - Niedrige jährliche Energiekosten



(Negativ-) Beispiel: Temperaturverlauf Kirche

- ❖ Aufheizen auf Nutzungstemperatur für Gottesdienst (hier mit 19°C zu hoch eingestellt → hohe Energiekosten)
- ❖ Grundtemperatur 8°C für nutzungsfreien Zeitraum



Empfehlung zu Richtwerten

- ❖ Raumtemperaturgeführte Heizung mit zeitlicher Temperatursollkurve und Feuchtegrenzwerten:

Parameter	Wert	Einheit	Bemerkungen
Temperatur für Nutzungszeit	12-16	°C	Konzertveranstaltung 18 °C
Grundtemperatur	6 - 8	°C	
Aufheiz-/ Abkühlgeschwindigkeit	0,5 - 1,5	K/Std	
Relative Feuchte			
- unterer Grenzwert	45	%	Feuchtegrenzwerte sollten dauerhaft nicht unter- bzw. überschritten werden.
- oberer Grenzwert	75	%	
Bei Warmluftheizungen:			
Zulufttemperatur	45	°C	
Zuluftgeschwindigkeit	1,5	m/s	max. 2 m/s
Schalldruckpegel	< 35	dB(A)	Während Gottesdienst

- ❖ Die Parameter können nur durch eine dem Bauwerk angepasste Auslegung der Heizungs-/Lüftungsanlage und eine geeignete Regelung sichergestellt werden.

Abschnitt 2

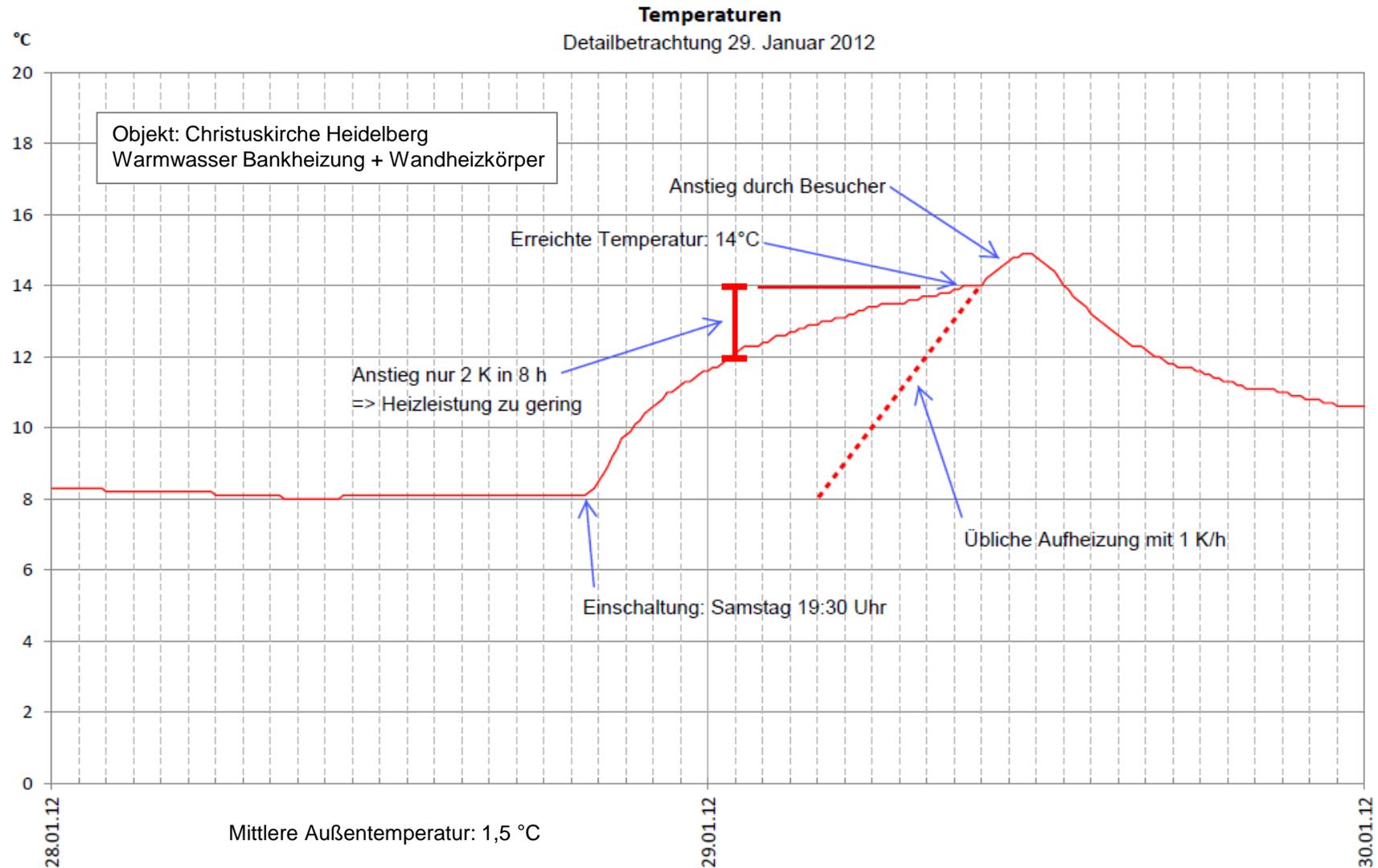
HEIZUNGSSYSTEME FÜR KIRCHEN

Randbedingungen

- ❖ Vorhandene Gebäudestruktur
- ❖ Klärung der aktuellen und zukünftigen Nutzung
 - Regelmäßige Nutzung (nur Sonntag? Regelmäßig wochentags?)
 - Konzertveranstaltungen
 - Gemischte Nutzung
 - Diakonie, Beratungszentrum, Café, Ausgabe Mahlzeiten
 - Kombination Gemeindezentrum und Kirche
- ❖ Vorhandenes Heizsystem
 - Prüfung auf grundsätzliche Eignung
 - Verwendung funktionierender Teilbereiche

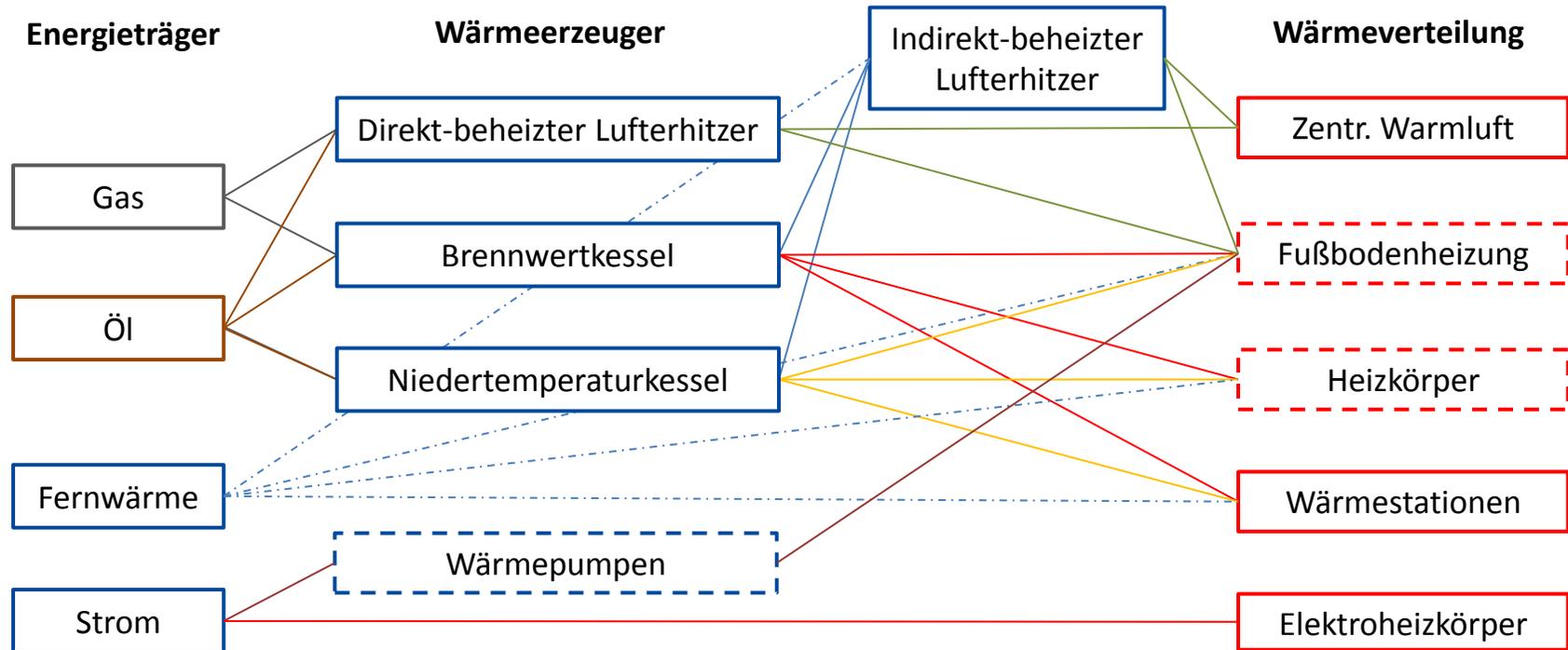
II. Heizungssysteme für Kirchen

Analyse Altsystem (Beispiel)



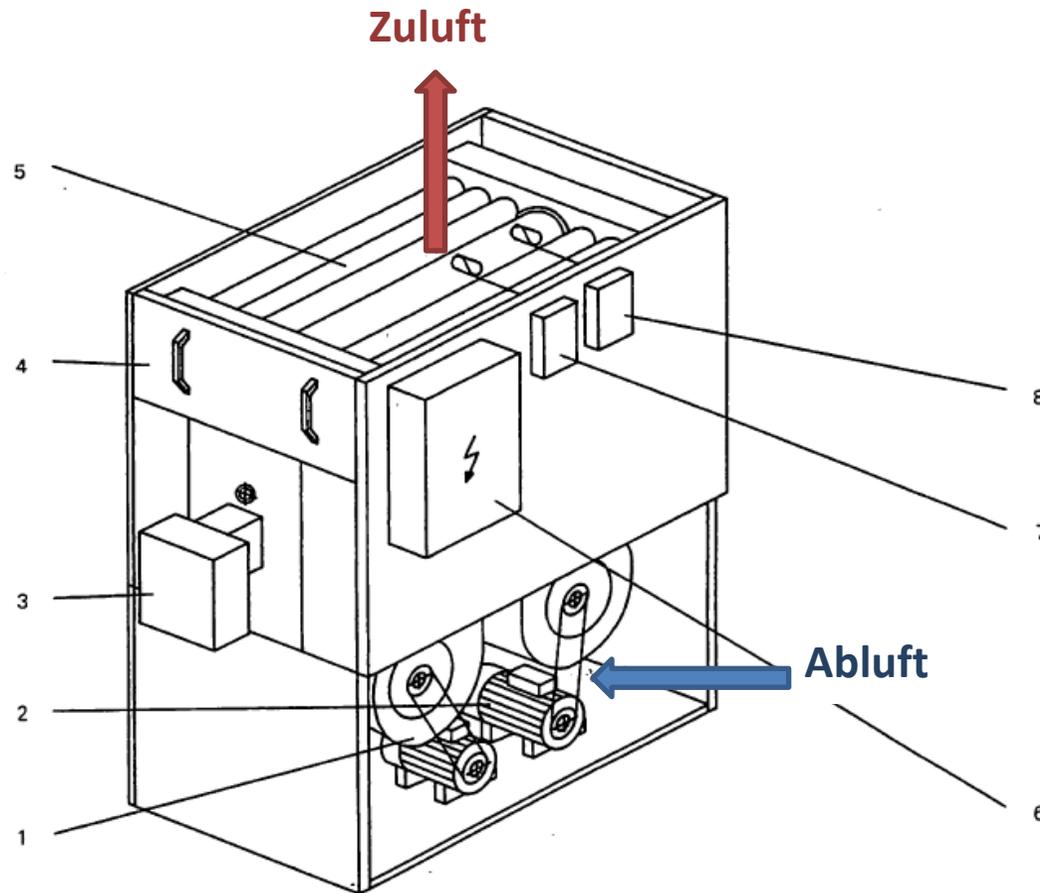
Übersicht

- ❖ Jeder Kirchenbau hat seine spezifischen Eigenarten. Daher gibt es auch nicht "das optimale Heizungssystem" für Kirchen.
- ❖ Je nach Gegebenheiten und Anforderungen ist das geeignete System bzw. eine Kombination verschiedener Systeme auszuwählen.



Sonnenkollektoren, Erdwärme, Holzhackschnitzel entfallen in der Regel

Direkt-beheizter Luftherhitzer – Aufbau



- 1 Ventilator
- 2 Antriebsmotor
- 3 Brenner
- 4 Inspektionsöffnung
- 5 Nachschaltheizflächen
- 6 Schaltschrank
- 7 Temperaturfühler
- 8 Sicherheitstemperaturbegrenzer

Zentrale Warmluftheizung

- ❖ Die zentrale Warmluftheizung ist die in der Vergangenheit am meisten verbreitete Heizungsart in Kirchen.
- ❖ In der Kirche befinden sich Bodengitter für die warme Zuluft und die Abluft sowie unterirdische Luftkanäle.
- ❖ Die Lufterwärmung erfolgt zentral in einem Heizraum über
 - direkt beheiztes Warmluftgerät mit Öl- oder Gasbrenner oder
 - indirekt beheiztes Warmluftgerät mit Heizkessel oder Fernwärme



- ❖ Wirtschaftlich, wenn vorhandene Bodenkanäle ohne hohen Sanierungsaufwand genutzt werden können



- ❖ Voraussetzung: richtig dimensioniertes Luftkanalsystem
- ❖ Energieeffizienz direkt beheiztes Warmluftgerät schlecht

Kombinierte Warmluft-Fußbodenheizung

- ❖ Das Prinzip einer reinen Warmluft-Fußbodenheizung ist bereits aus der Antike als Hypokaustenheizung bekannt. Erwärmte Luft wird durch Bodenkanäle geleitet und heizt somit den Fußboden.
- ❖ In Erweiterung dieser alten Grundidee erfolgt bei einer kombinierten Warmluft-Fußbodenheizung die Wärmeabgabe sowohl durch den Fußboden als auch durch die an den Zuluftgittern austretende Warmluft.



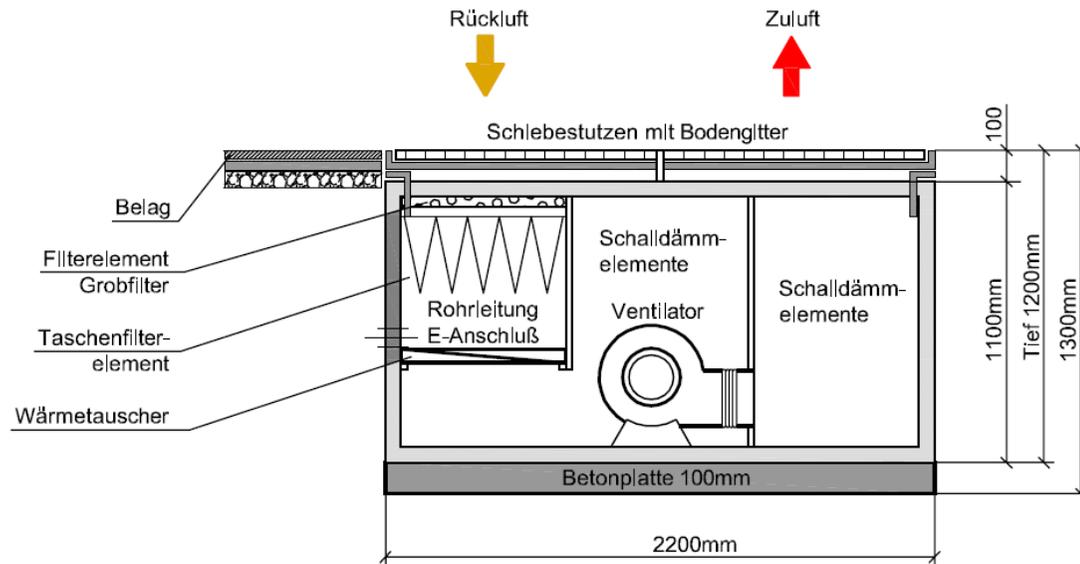
- ❖ Fußwärme im Gestühlsbereich
- ❖ Gute Regelfähigkeit
- ❖ Keine Rohrleitungen im Fußboden



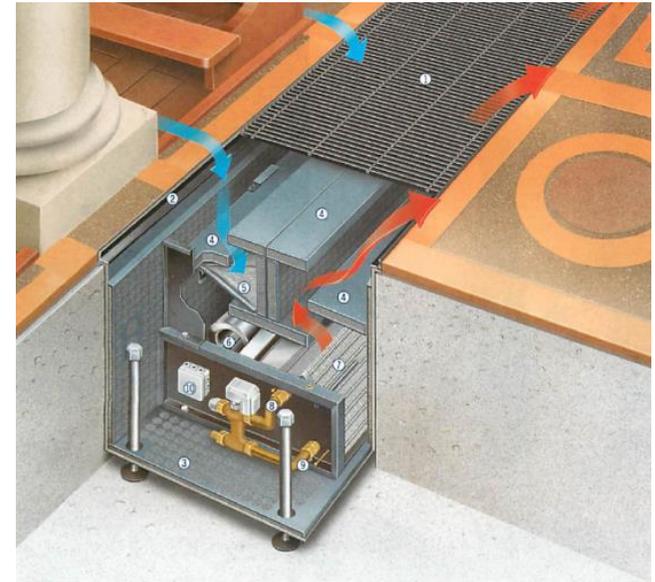
- ❖ Nur bei neuem Fußbodenaufbau
- ❖ Hohe Investitionskosten
- ❖ Leichte Trägheit

II. Heizungssysteme für Kirchen

Dezentrale Warmluftheizung - Wärmestationen



Prinzipbild (Längsausführung)



Wärmestation (Querausführung)

Dezentrale Warmluftheizung - Wärmestationen

- ❖ Gleiches Prinzip der Lufterwärmung wie bei einem indirekt beheiztem Warmluftgerät: Kompaktes Kombigerät als Bodenstation mit Heizregister, Ventilator, Filter und Schalldämpfern
- ❖ Wärmeversorgung erfolgt über Heizkessel oder über Fernwärme.
- ❖ Gut mit anderen Systemen kombinierbar.
- ❖ Anbindungsleitungen werden häufig in alten Luftkanälen verlegt.

+

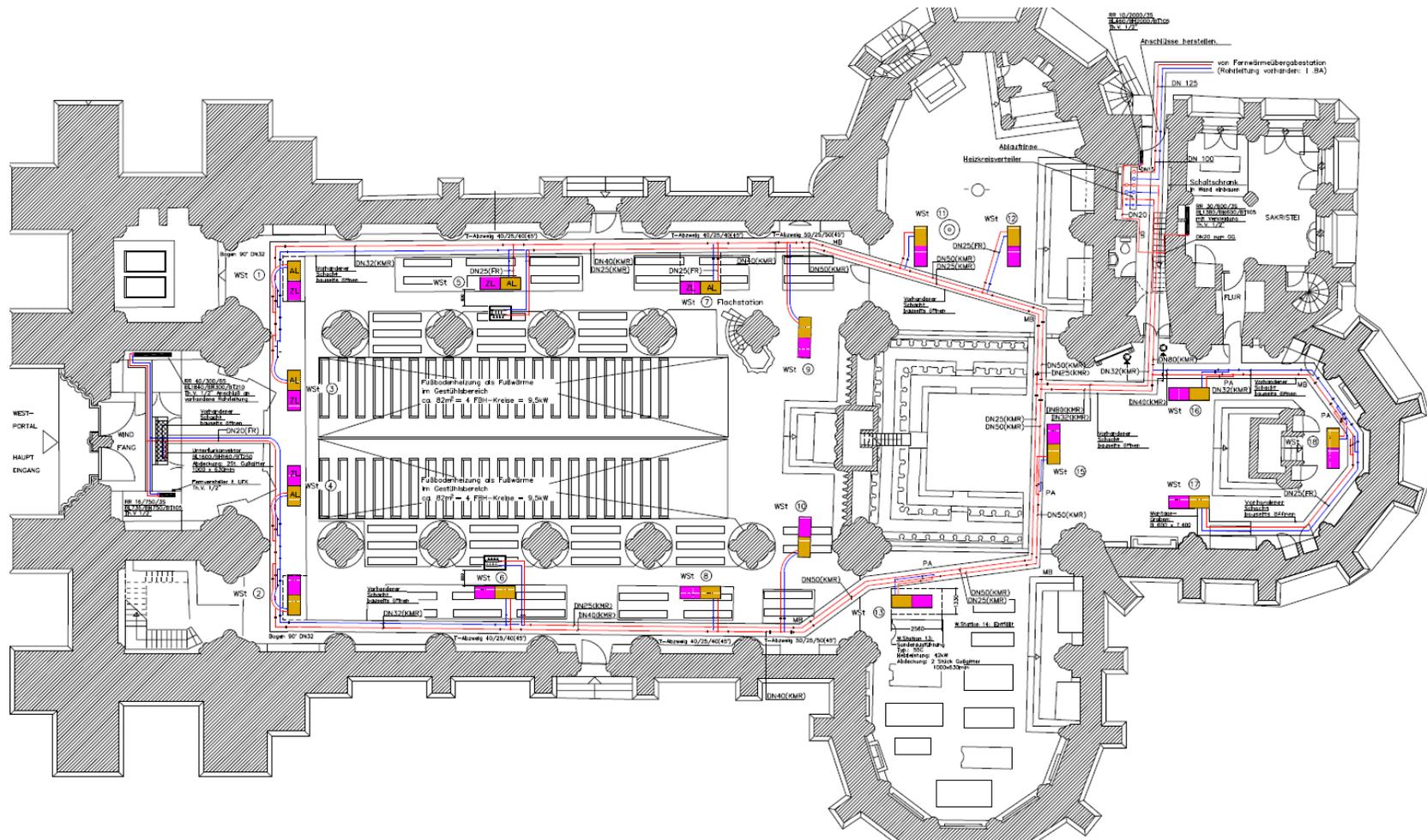
- ❖ Bei vorhandenen Bodenkanälen akzeptable Eingriffe in die Bausubstanz
- ❖ Gute Regelbarkeit

-

- ❖ Keine Fußwärme im Gestühlsbereich

II. Heizungssysteme für Kirchen

Beispiel: Dezentrale Wärmestationen



Elisabeth-Kirche Marburg

Elektrische Direktheizung – Beispiel Bankstrahler



Produktbeispiel Fa. Infera

Elektrische Direktheizung mit Bankstrahlern

- ❖ Als Heizgeräte stehen 3-stufig schaltbare Infrarot-Sitzbankstrahler zur Verfügung, die im Gestühlsbereich für eine angenehme Fußwärme sorgen.
- ❖ Als Ergänzung zur Deckung des Wärmebedarfes und zur Vermeidung von Zugserscheinungen werden Fensterheizkörper und Unterflurkonvektoren in Form von Rippenrohrheizkörpern eingesetzt.
- ❖ Strom als hochwertiger und teurer Energieträger sollte nur in Ausnahmefällen eingesetzt werden, falls weder ein Heizraum noch ein Schornstein vorhanden ist.



- ❖ Niedrige Investitionskosten
- ❖ Kein Heizraum erforderlich
- ❖ Fußwärme



- ❖ Hohe Energiekosten
- ❖ Nicht ökologisch
- ❖ Bankgestühl in der Regel fixiert

II. Heizungssysteme für Kirchen

Warmwasser-Bankheizung



Warmwasser-Bankheizung

- ❖ Als Heizkörper werden kompakte Konvektoren (z. B. Höhe 70 mm, Breite 120 mm) genutzt, die im Gestühlsbereich für eine angenehme Wärme sorgen.
- ❖ Die Heizkörper werden an Vor-/Rücklaufrohrleitungen in einem Bodenkanal unter den Bänken angeschlossen.
- ❖ Die Wärmeversorgung erfolgt über einen Heizkessel oder über Fernwärme.

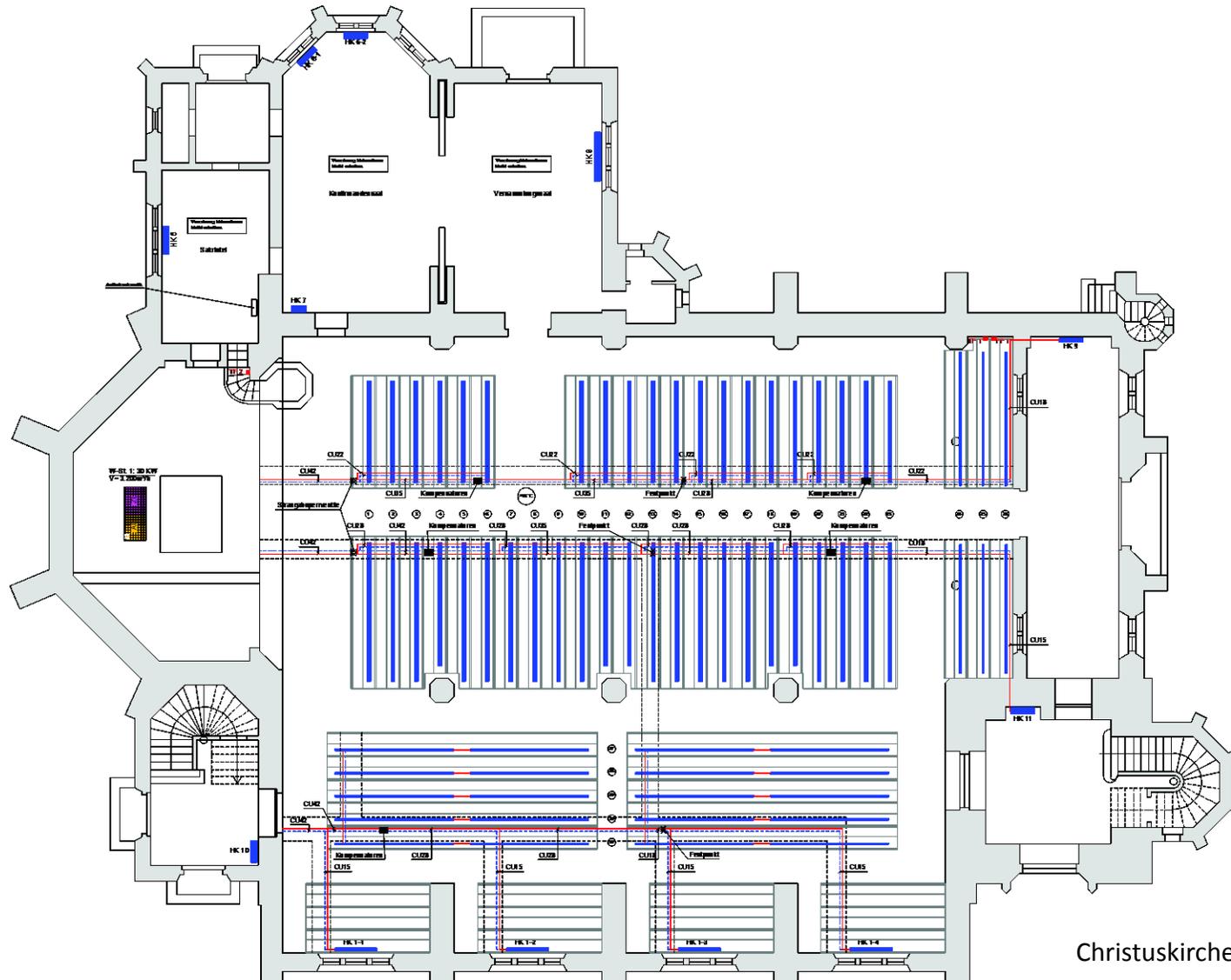


- ❖ Niedrige Energiekosten
- ❖ Fußwärme



- ❖ Hohe Investitionskosten
- ❖ Bankgestühl fixiert

Warmwasser-Bankheizung - Beispiel

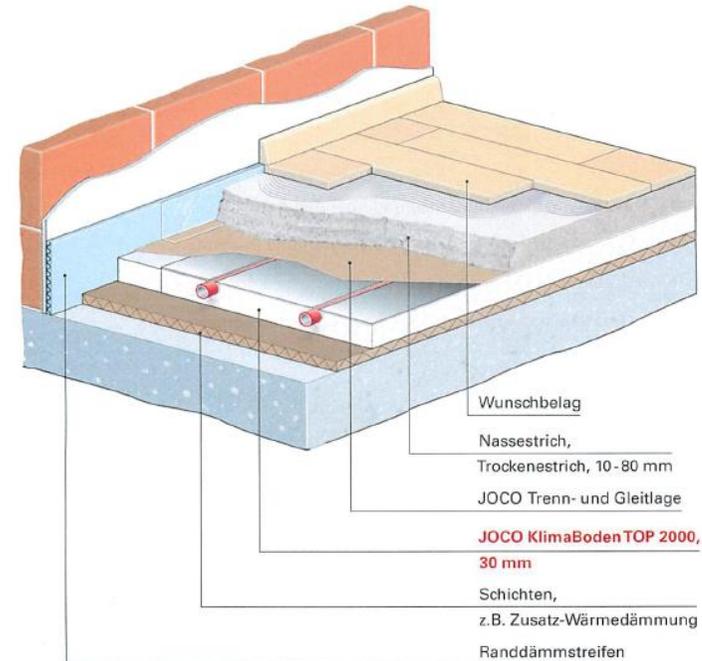


Christuskirche Heidelberg

II. Heizungssysteme für Kirchen

Warmwasser-Fußbodenheizung

- ❖ Nur bei neuem Fußbodenaufbau
- ❖ Typischer Rohrabstand 12 – 25 cm
- ❖ Begrenzte Leistung: rd. 130 W/m²
- ❖ Geeignet für kontinuierliche Beheizung
- ❖ In der Regel Zusatzheizung erforderlich, da der Wärmebedarf mit der Fußbodenheizung nicht gedeckt werden kann.



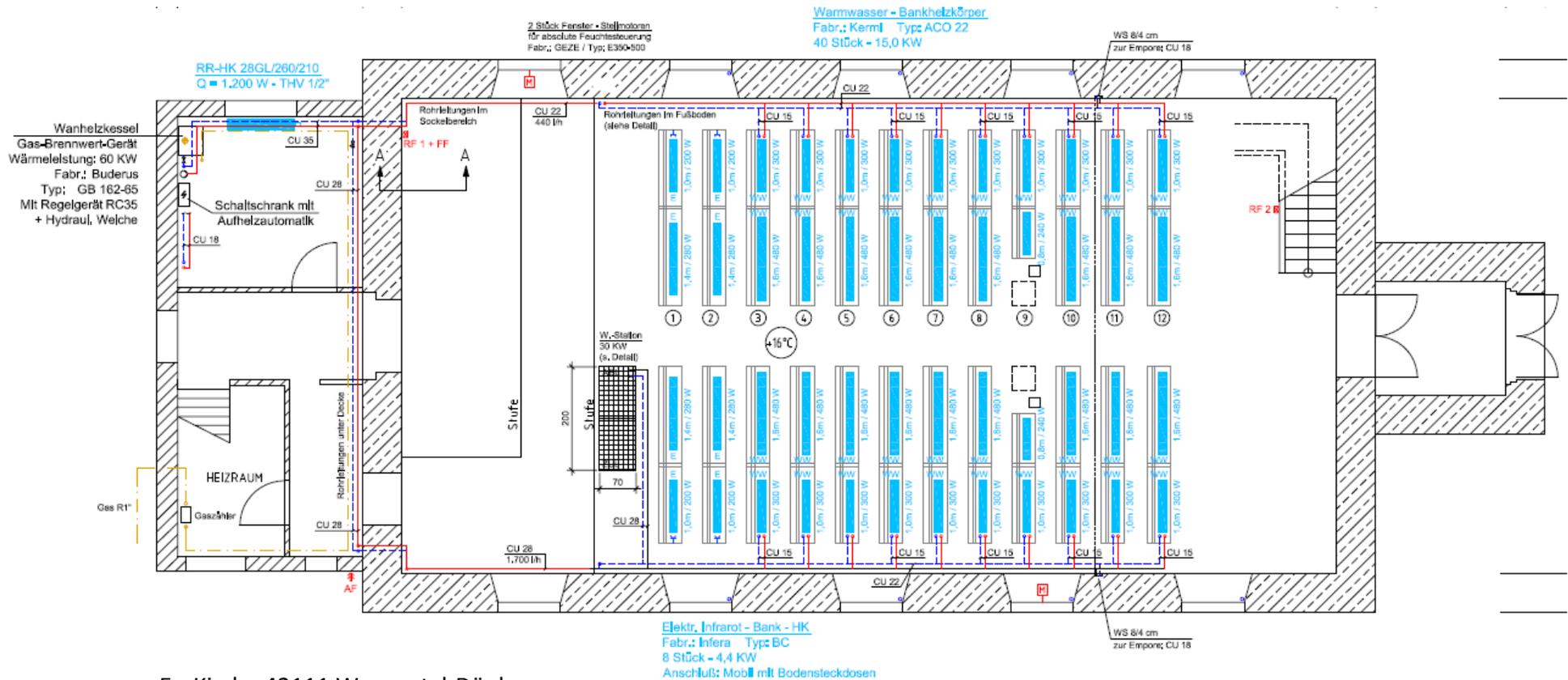
- ❖ Fußwärme im Gestühlsbereich



- ❖ Hohe Investitionskosten
- ❖ Träge, schlechte Regelfähigkeit
- ❖ Leistung gering

II. Heizungssysteme für Kirchen

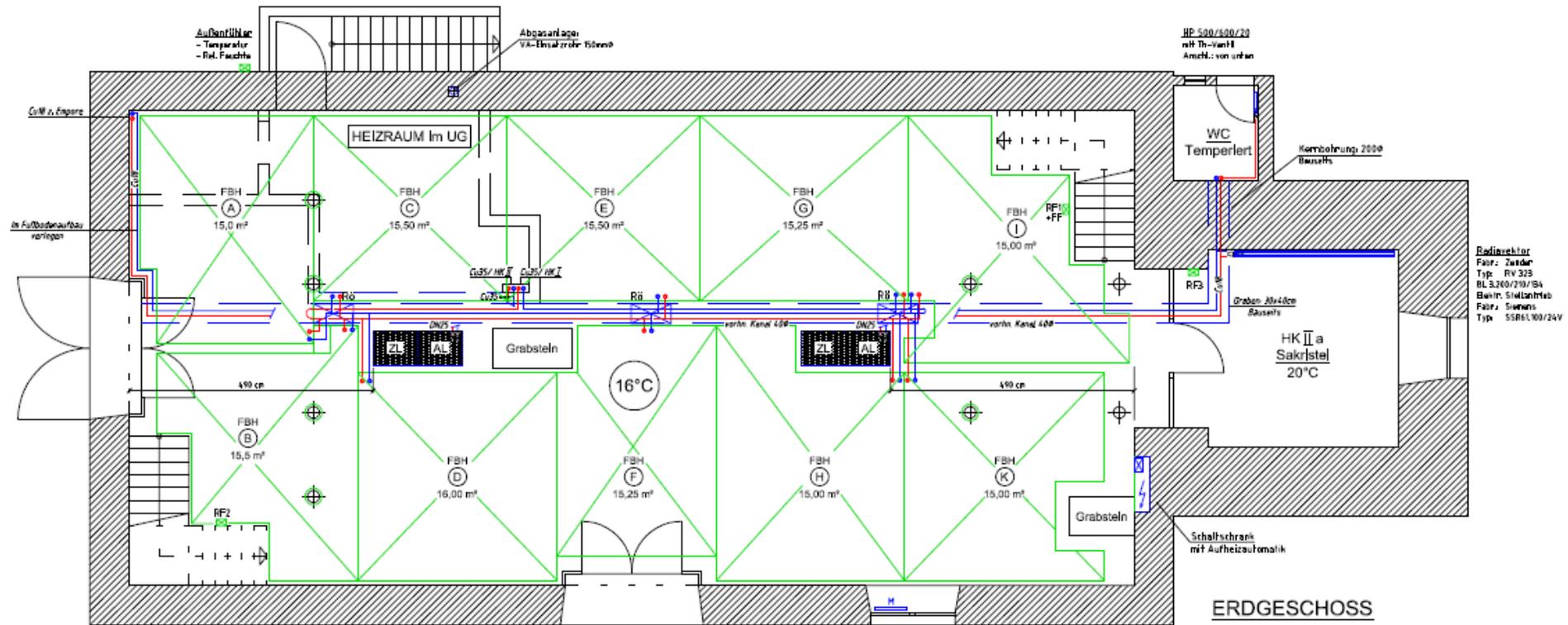
Kombinationsbeispiel : Sitzbankheizkörper + dezentrale Wärmestation



Ev. Kirche 42111 Wuppertal-Dönberg

II. Heizungssysteme für Kirchen

Kombinationsbeispiel: Dezentrale Wärmestationen + Fußbodenheizung



Ev. Kirche 69493 Großsachsen

Gas-Strahlungsheizung

- ❖ Verbrennungsprozess im Kirchenraum
 - Dunkelstrahler – gasbeheizte Stahlrohre
 - Hellstrahler – offene Verbrennung
- ❖ Großer Abstand Strahler – Personen ist einzuhalten
- ❖ Abgasabsaugung ist zwingend erforderlich, ansonsten Schäden am Bauwerk und an der Ausstattung durch
 - Feuchteintrag
 - Abgase



Hellstrahler



- ❖ Kostengünstig (Verbrauch)



- ❖ Optische Wirkung im Kirchraum (Heizkörper, Gaszuführung und Absaugung)
- ❖ Regelung Aufheizung aufwändig

Anforderungen an kirchengeeignete Heizungsregelung

- ❖ Geeignet für alle Kirchenheizungssysteme
- ❖ Raumtemperaturgeführte Regelung von mehreren Heizkreisen
- ❖ Kontrollierte Aufheizgeschwindigkeit
- ❖ Einfache Programmierung von Heizzeiten und Temperaturen
- ❖ Feuchteüberwachung und Steuerung kontrollierte Lüftung
- ❖ Langzeitspeicherung von Mess- und Betriebsdaten
- ❖ Optionen:
 - Steuerung und Abfrage über PC oder GSM-Funkverbindung
 - Absetzen von Meldungen zu Funktionsstörungen über GSM-Modem

Beispiel Investitionsentscheidung – Gesamtkostenbetrachtung auf 20 Jahre

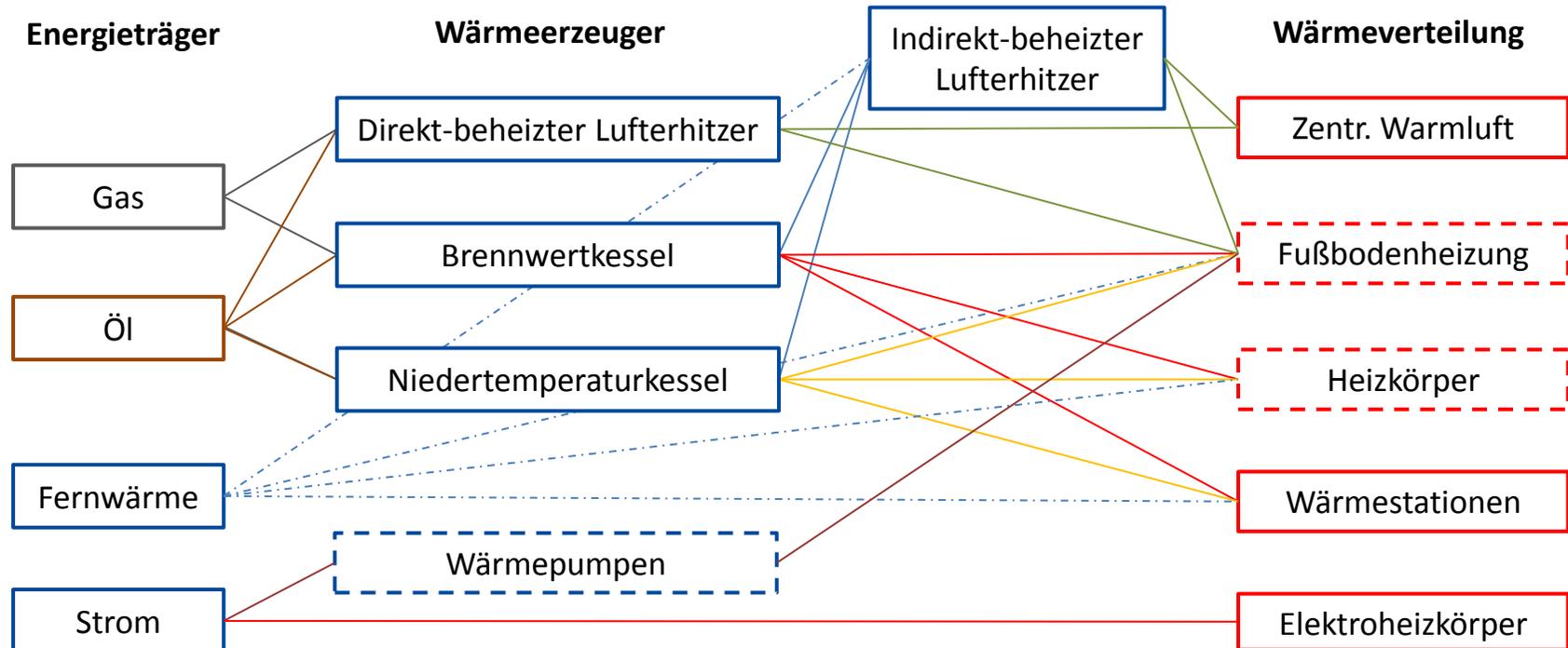
5 % Verzinsung		Elektro-Bank- heizung	Dezentrale W-St. ¹⁾	WW-Bank- heizung ¹⁾
Heizung	€	36.700	39.600	49.100
Bauleistungen	€	7.700	8.900	5.400
Baunebenkosten	€	8.700	9.900	11.600
Investition	€	53.100	58.400	66.100
Annuität 8,02%	€/a	4.300	4.700	5.300
Energie	€/a	6.600	2.000	1.700
Unterhalt	€/a	0	500	500
Gesamt	€/a	10.900	7.200	7.500

Ohne Verzinsung				
Annuität	€/a	2.700	2.900	3.300
Energie	€/a	6.600	2.000	1.700
Unterhalt	€/a	0	500	500
Gesamt	€/a	9.300	5.400	5.500

1) Mit Anbindung an vorhandenen Gaskessel

Übersicht

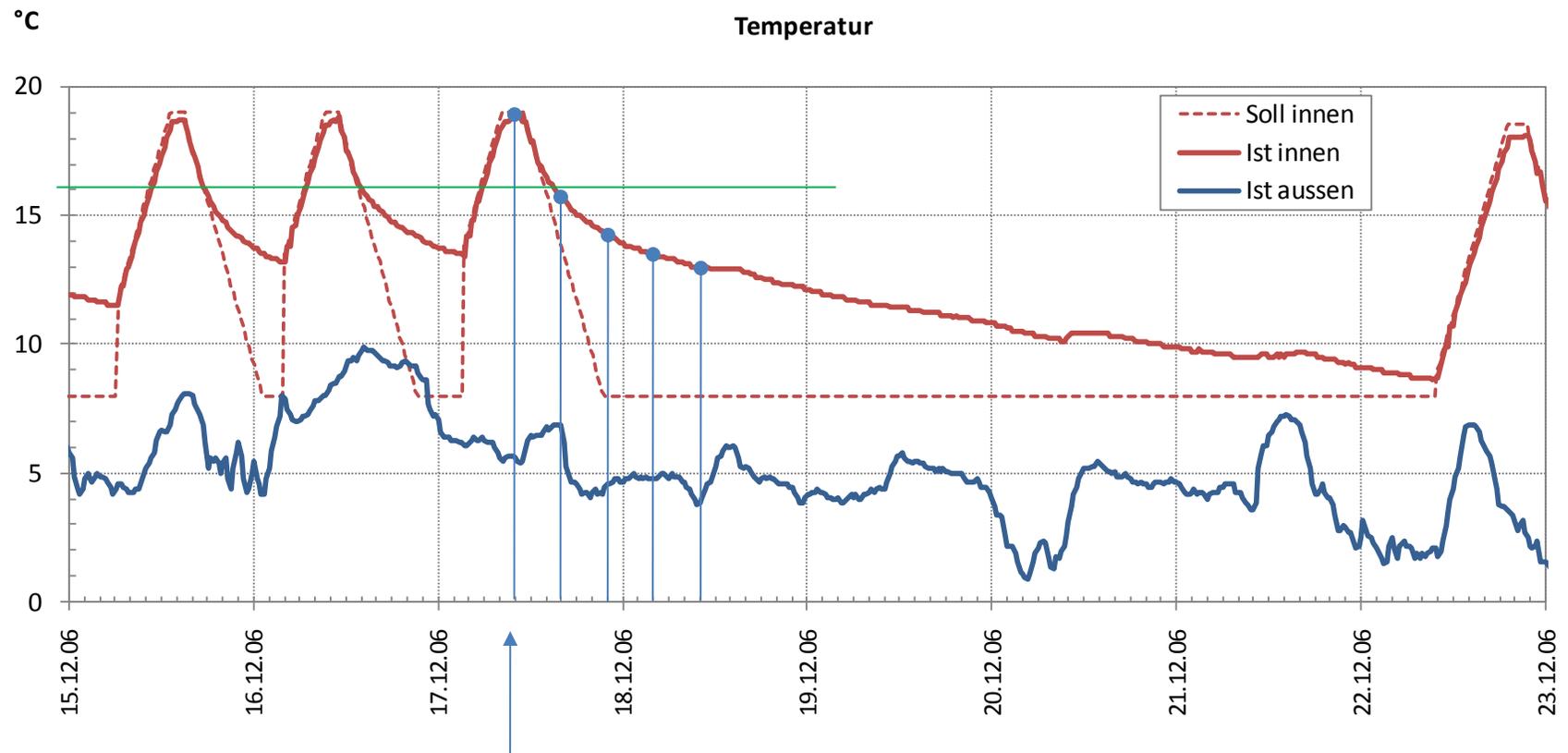
- ❖ Jeder Kirchenbau hat seine spezifischen Eigenarten. Daher gibt es auch nicht "das optimale Heizungssystem" für Kirchen.
- ❖ Je nach Gegebenheiten und Anforderungen ist das geeignete System bzw. eine Kombination verschiedener Systeme auszuwählen.



Sonnenkollektoren, Erdwärme, Holzhackschnitzel entfallen in der Regel

(Negativ-) Beispiel: Temperaturverlauf Kirche

- ❖ Aufheizen auf Nutzungstemperatur für Gottesdienst (hier mit 19°C zu hoch eingestellt → hohe Energiekosten)
- ❖ Grundtemperatur 8°C für nutzungsfreien Zeitraum



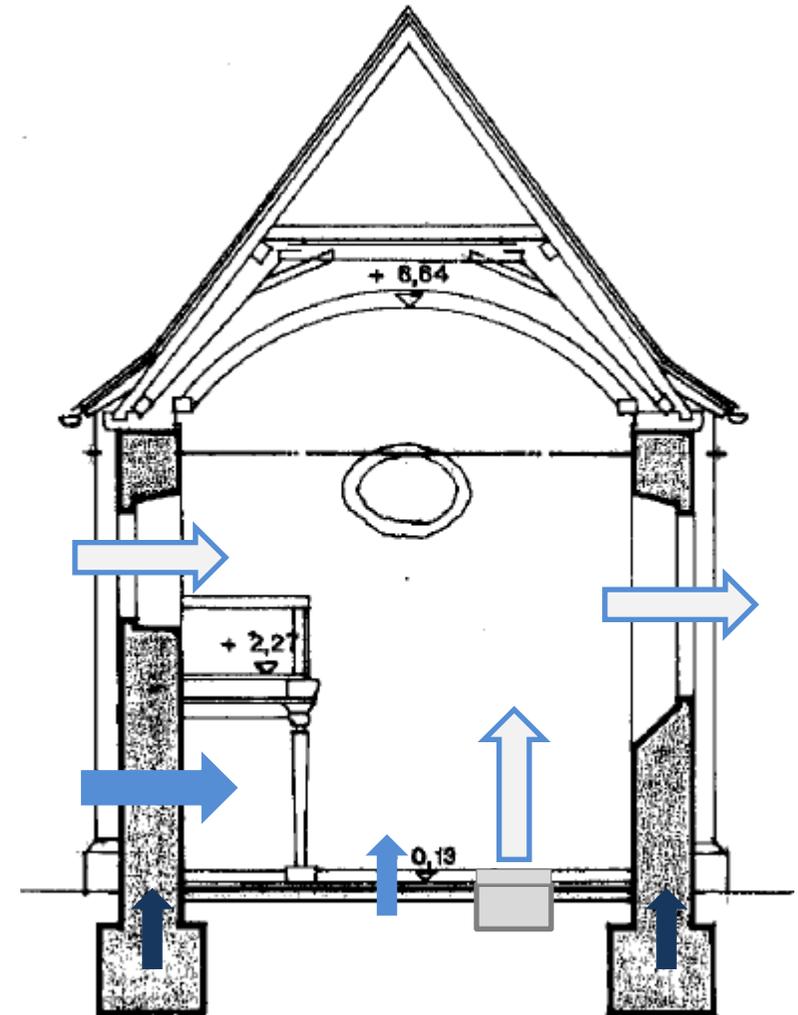
Abschnitt 3

SONDERTHEMA

Kontrollierte Lüftung - Optimierung der Raumluftheuchte

Feuchtequellen und Feuchteprobleme

- ❖ Gründe für zu hohe Raumluchtfeuchte
 - Permanente Feuchtequellen
 - Gestörter Feuchteabtransport in Wänden
 - Zu geringe oder falsche Lüftung
- ❖ Gründe für zu geringe Raumluchtfeuchte
 - Falsches Heizen mit zu hohen Temperaturen oder zu langen Heizzeiten
 - Zu geringe oder falsche Lüftung

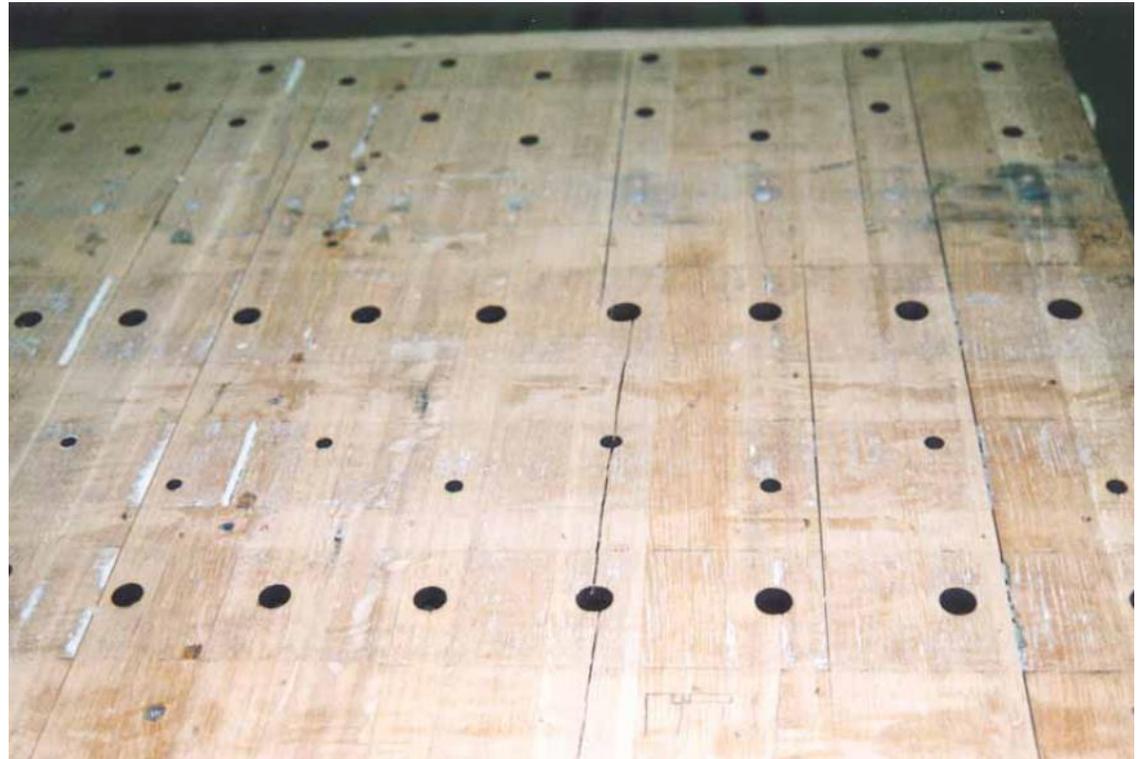


Schäden infolge geringer Luftfeuchte - Holzrisse

❖ Ursache: Anhaltend niedrige Raumluftfeuchte im Winter

❖ Lösungen

- Begrenzung der Aufheizung
- Kontrollierte Lüftung
- Luftbefeuchtung



Risse in einer Windlade

Quelle: TU Eindhoven

III. Kontrollierte Lüftung

Schäden infolge zu hoher Luftfeuchte - Schimmelbildung

- ❖ Luftfeuchtigkeit auf Bauteiloberfläche > 80%, zum Teil sogar schon ab 65 % falls andere Parameter ungünstig; Tauwasserbildung nicht zwingend erforderlich
- ❖ Höhere Temperaturen fördern Schimmelpilzbildung
- ❖ Organische Ablagerungen verstärken Wachstum

"Klima"

"Nahrung"



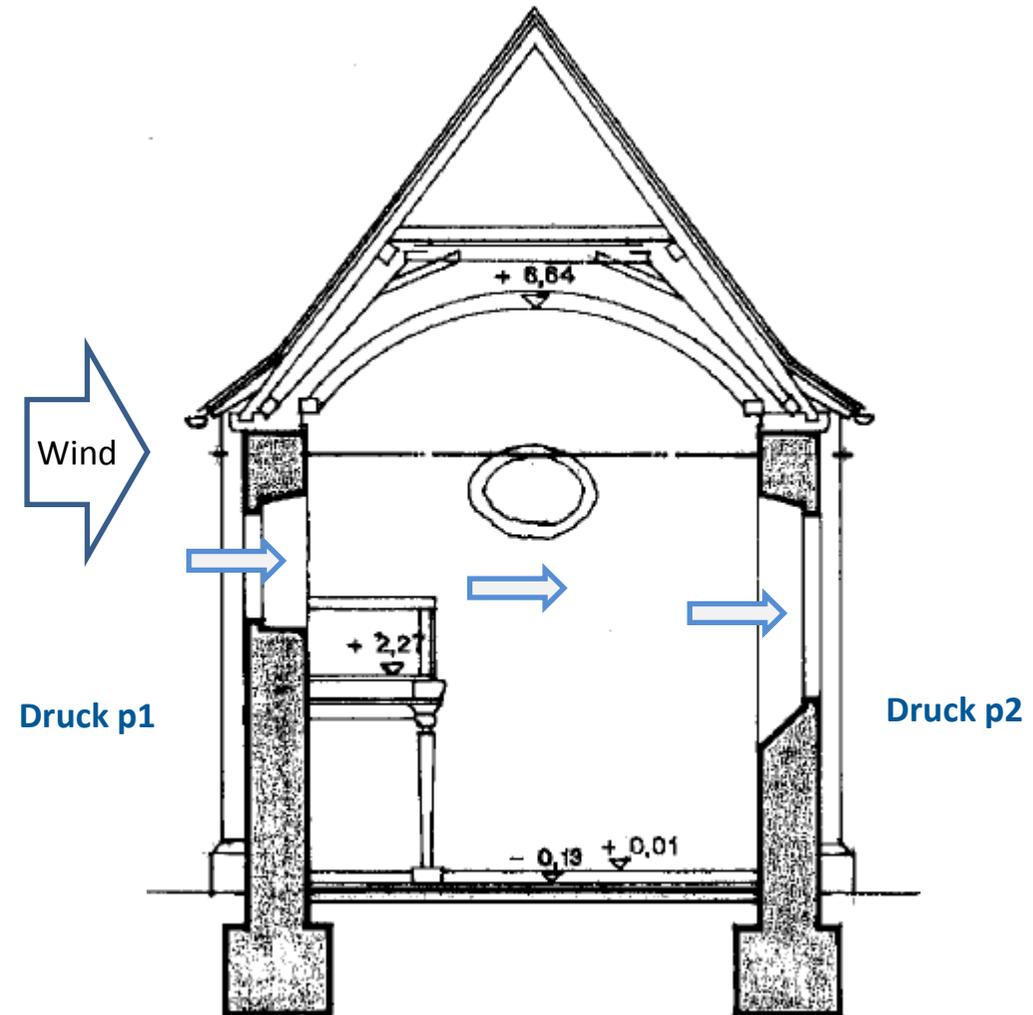
Quelle: Ratgeber Schimmel, Bundesumweltministerium, 2006



Quelle: Orgelbau Michael Fischaleck

Optimierung Luftfeuchte (1/3)

- ❖ Sofern außerhalb eines Gebäudes ein Windzug herrscht, stellt sich zwischen der angeströmten Seite und der abgewandten Seite eine Druckdifferenz ein.
- ❖ Bei geöffneten Fenstern sorgt die Druckdifferenz ($p_1 > p_2$) für einen "Durchzug" durch das Gebäude und eine Durchlüftung.
- ❖ Bei undichten Gebäuden führt dieser Effekt zu einem natürlichen Luftaustausch.
- ❖ Kein Wind → kaum Lüftungseffekt
- ❖ In kritischen Fällen wird die Lüftung über einen Ventilator erzwungen.



Optimierung Luftfeuchte (2/3)

❖ Praxisbeispiel

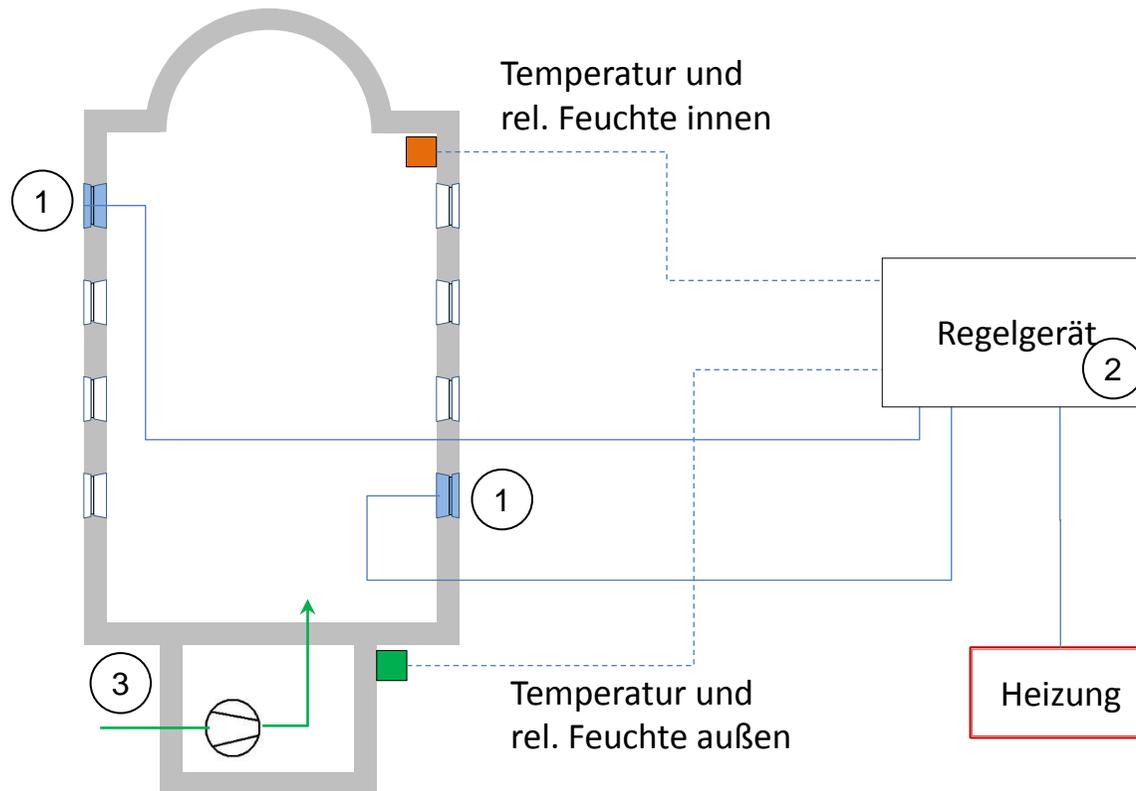


Kettenantrieb

III. Kontrollierte Lüftung

Optimierung Luftfeuchte (3/3)

- ❖ Kombimesfühler für relative Feuchte und Temperatur werden innerhalb und außerhalb der Kirche installiert.
- ❖ In Abhängigkeit der berechneten absoluten Luftfeuchten innen und außen wird der Lüftung der Kirche ausgelöst, wenn dadurch die Feuchte in der Kirche optimiert werden kann.



- ① Kippfenster mit elektrischem Fenstermotor
- ② Regelgerät Lüftungssteuerung / Heizung
- ③ Ventilator mit Zubehör als Option

Sensoren:

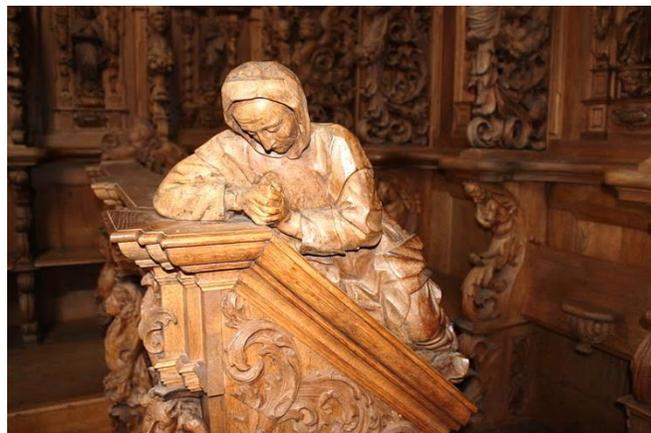
- Kombifühler Temperatur / Feuchte innen
- Kombifühler Temperatur / Feuchte außen

III. Kontrollierte Lüftung

Beispiel kontrollierte Lüftung

❖ Chorgestühl Kartause Buxheim

- Schimmelbildung auf Oberfläche
- Einbau kontrollierte Lüftung
- Erzwungene Lüftung über Ventilator
- Fortluft über Fenster mit Motorantrieb
- Filteranlage und Schalldämpfer
- Kombination mit Fußbodenheizung (Bestand)



Zusammenfassung

- ❖ Ein wirksamer Schutz der Orgel und wertvoller Einrichtungsgegenstände erfordert die Einhaltung bestimmter Grenzwerte von Temperatur und Feuchtigkeit sowie deren maximaler zeitliche Änderung.
- ❖ Die "kontrollierte Lüftung" über das Außenklima ist ein einfaches und wirtschaftliches Verfahren, um den Feuchtehaushalt in Kirchen ohne Einsatz einer Be-/ Entfeuchtungsanlage zu verbessern.
- ❖ Der Feuchtehaushalt von Kirchen kann durch Einsatz eines geeigneten Regelgerätes überwacht und verbessert werden. Gleichzeitig kann durch die Erneuerung des Regelgerätes der Heizung Energie eingespart werden.
- ❖ Die Feuchtesteuerung muss mit der Regelung der Heizung verknüpft werden. Von einer "Stand-Alone-Lösung" raten wir ausdrücklich ab.
- ❖ Zusätzlich muss die Dichtigkeit des Gebäudes geprüft und ggfs. verbessert werden.
- **"Heizen und Lüften zum richtigen Zeitpunkt"**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

www.bs-kirchenheizung.de

Ingenieurbüro Breiden + Stittgen

Inhaber:

Dr.-Ing. Michael Stittgen VDI

Beratender Ingenieur und

Sachverständiger für Kirchenheizungen

In den Krautäckern 6

69251 Gaiberg

Telefon (0 62 23) 80 53 71

Telefax (0 62 23) 80 53 72

E-Mail: info@bs-kirchenheizung.de

