

CHURCH HEATING

**CHIESE E LUOGHI DI CULTO
SOLUZIONI DI RISCALDAMENTO PER IL
BENESSERE E LA CONTEMPORANEA
PROTEZIONE CONSERVATIVA DELLE OPERE
ARTISTICHE**



Vicenza, 18.2.2019

Persons

- Diplom-Ingenieur Jürgen Reinecke
 - Head of department
 - > Church heating
 - Theod. MAHR Söhne GmbH,
52068 Aachen, Germany

- Ing. Pierantonio Martini
 - CEO
 - Arthema S.A.S.,
35041 Battaglia Terme (PD)



Theod. MAHR Söhne GmbH

- la più antica azienda di riscaldamento tedesca
- fondata nel 1841(prima chiesa progettata nel 1871)
- Azienda a conduzione familiare (6. generazione)
- 170 dipendenti
- 100 impianti di riscaldamento di chiese all'anno
- Manutenzione in 4500 chiese all'anno
- Fino ad ora realizzati più di 17.000 impianti di riscaldamento di chiese

The logo consists of the word "MAHR" in a bold, white, sans-serif font, centered within a black rectangular box with a white border.

MAHR

**RISCALDAMENTO
ARIA CONDIZIONATA**

referenze

- St. Michael's Church, Hildesheim
- St. Georgen, Wismar
- Cattedrale di Aquisgrana
- Santa Stefano a Vienna
- Chapel St. Gallus, Lahr-Kuhbach
- St. Jakobus, Oberkirch-Ödsbach
- Basilique nationale du Sacre-Coeur, Brussels
- parish Church, Karneid (Cornedo All'Isarco), Italy
- Much more on the sheet in your map



Regole fondamentali per la progettazione dei sistemi di riscaldamento di chiese



1. Step → Chiarire le richieste

2. Step → Fissare i fondamentali

3. Step → Seleziona il sistema di riscaldamento

Requisiti necessari per la tecnologia di riscaldamento



Requisiti necessari per la tecnologia di riscaldamento



**Rendere
possibile
l'uso
dell'edificio**



Comfort per i fedeli

- **Temperatura dell'aria**
- **Temperatura da effetto radiante**
- **Correnti d'aria ridotte**
- **Non dare sensazione di calore "asimmetrico"**

Tipologia di utilizzo (frequenza di utilizzo settimanale)
Temperatura desiderata dai fedeli

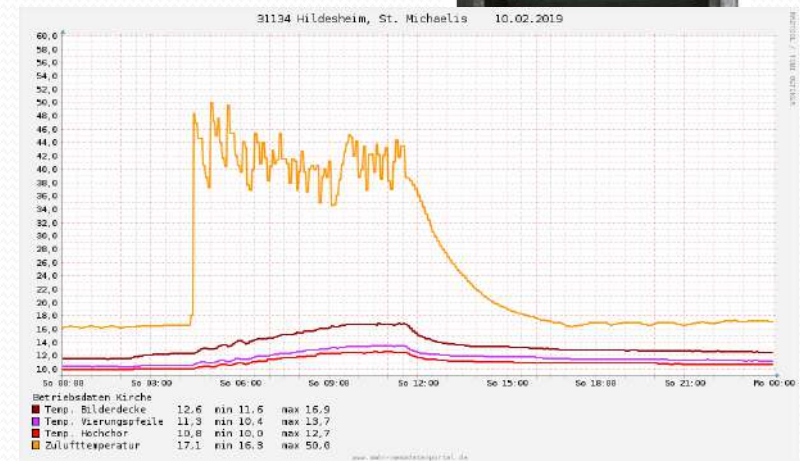
Rendere
possibile
l'uso
dell'edificio



Raccogliere informazioni sulla situazione attuale.

- Temperatura dell'aria
- Umidita' relativa
- Frequenza di utilizzo

Raccolta dati per almeno 6 mesi
(periodo di riscaldamento)



Preservare
l'integrità
dell'edificio



Evitare danni alla struttura

- Temperatura dei muri sotto la temperatura di rugiada
- Danni dovuti al gelo
- Formazione di condensa in estate
- Efflorescenze saline

Basso impatto invasivo del sistema di riscaldamento

Preservare gli
arredi interni



Preservare gli organi, l'altare, i dipinti e gli oggetti d'arte

- Proteggere i materiali igroscopici (legno, tessuti)
- Evitare livelli di umidità relativa troppo alti o troppo bassi ed evitare le variazioni di umidità relativa.
target area 40% 65% (70%)
variazione < 5%/h und < 10%/Tag
- Evitare elevate variazioni di temperatura
<= 1 K/h and max. 8 K/giorno

Cura dell'ambiente



Installare tecnologie sostenibili

- Basso consumo di energia
- Tecnologia affidabile
- Regolazioni adatte al tipo di utilizzo
- Uso di fonti rinnovabili – se possibile

Scelta del sistema di riscaldamento di una chiesa

- Carico termico
- Impianti già presenti
- Quali modifiche si possono apportare all'edificio ?
- Combustibile (gas, legna, elettrico)
- Calcolo economico
- Aspetti ambientali
- Tipo di utilizzo
- Sicurezza operativa



Strategia di riscaldamento

Suddivisioni elencate nella norma europea :

UNI EN 15759-1:2012

Titolo :

Conservazione di beni culturali-Clima interno-Parte 1 :
Linee guida per riscaldamento delle chiese, cappelle e
altri luoghi di culto.

Strategia di base

Nessun riscaldamento

Riscaldamento conservativo

Riscaldamento di comfort

Riscaldamento di comfort e conservativo

Tipologia di distribuzione del calore nello spazio

Risc. distribuito

Riscal. localizzato

Risc. distribuito

Risc. localizzato

Risc. distribuito in combinazione con risc. localizzato

Ciclo di funzionamento

Risc. continuo

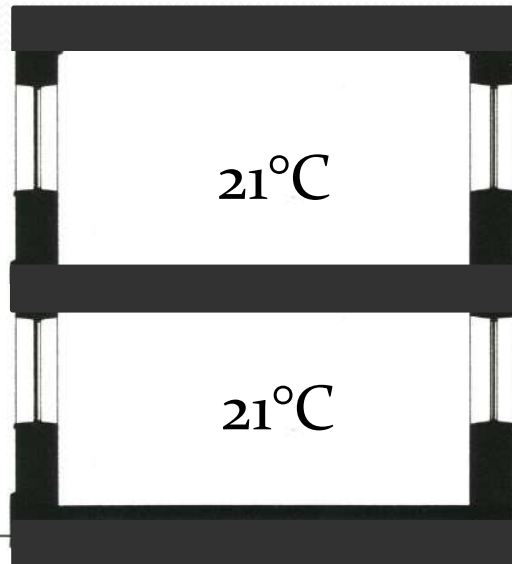
Risc. continuo

Risc. intermittente

Combinazione

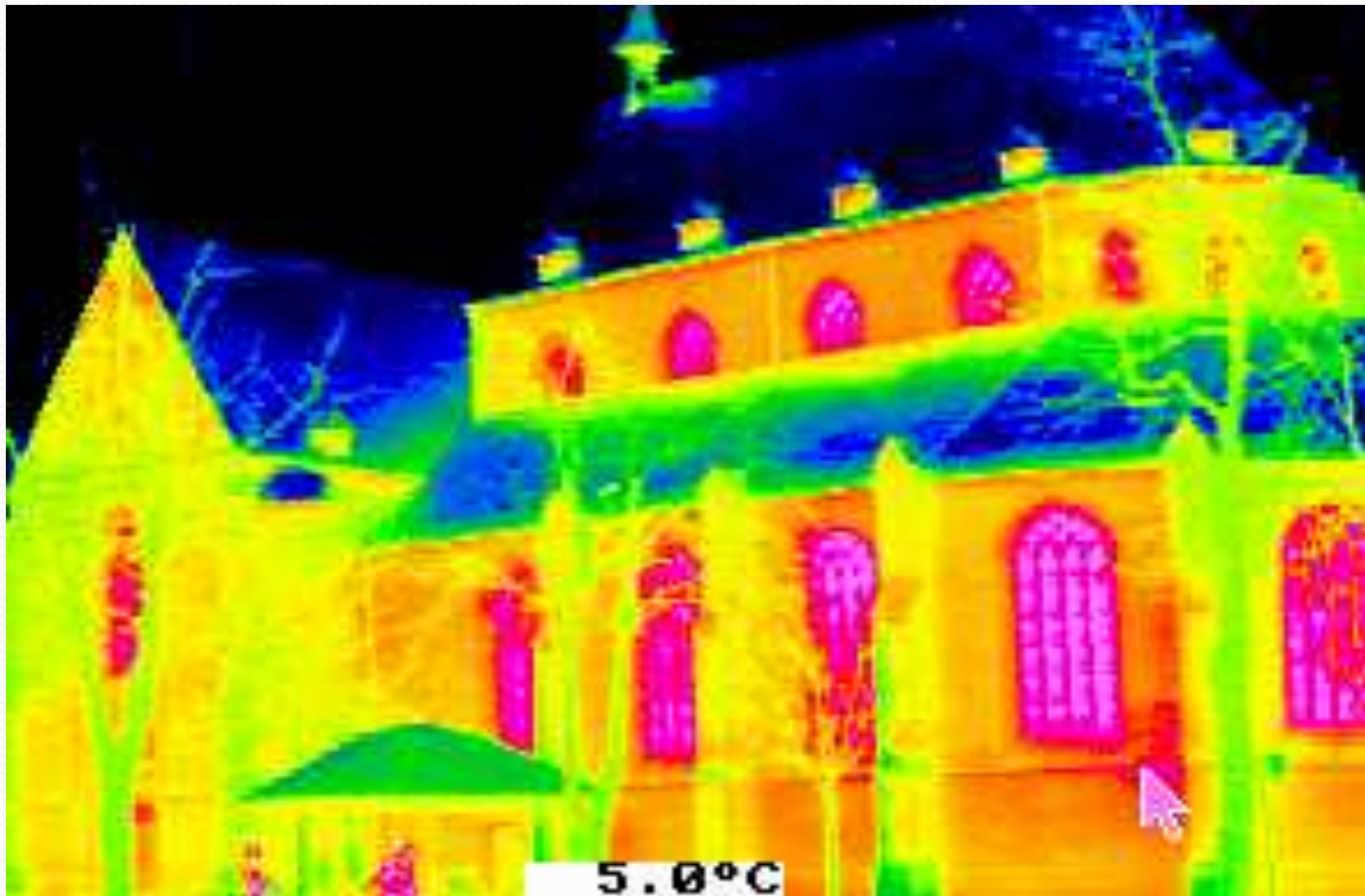
Combinazione

Carico termico dell'edificio!



DIN EN 12831

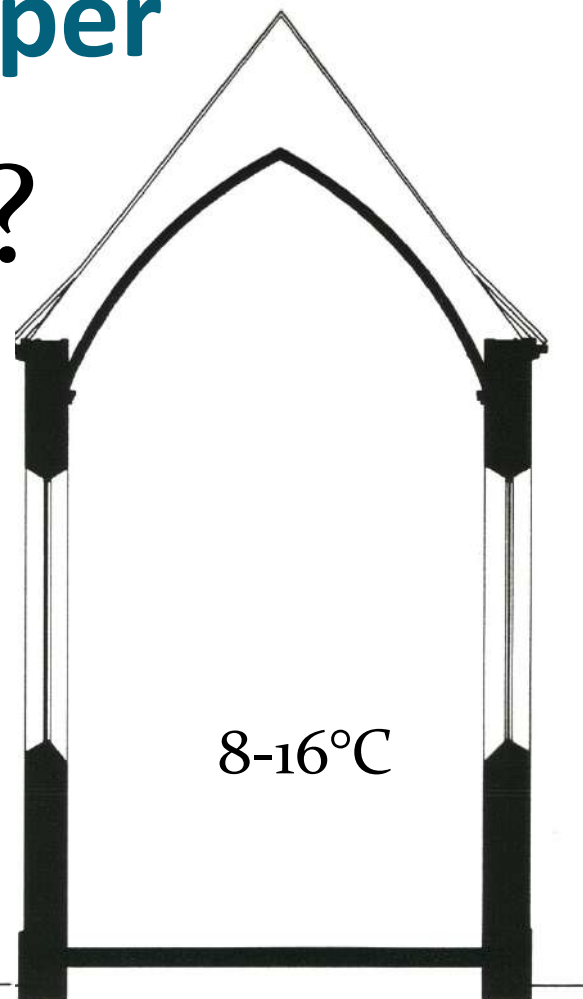
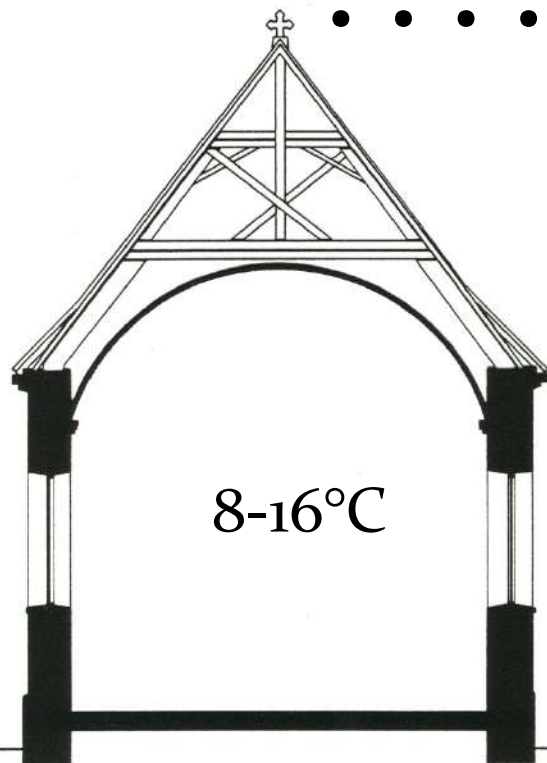
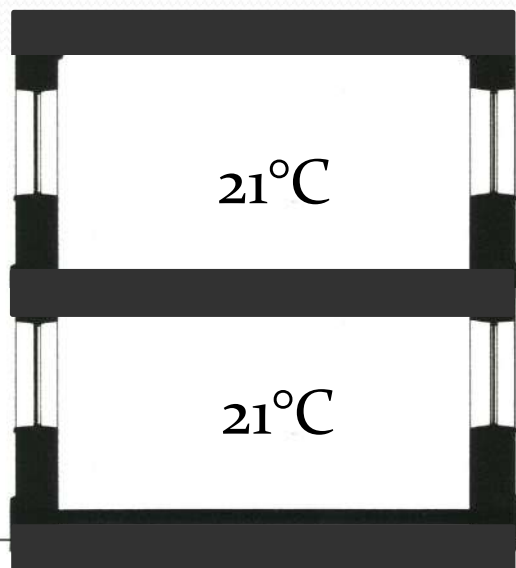
Carico termico?



Qual è il carico termico per una chiesa ?

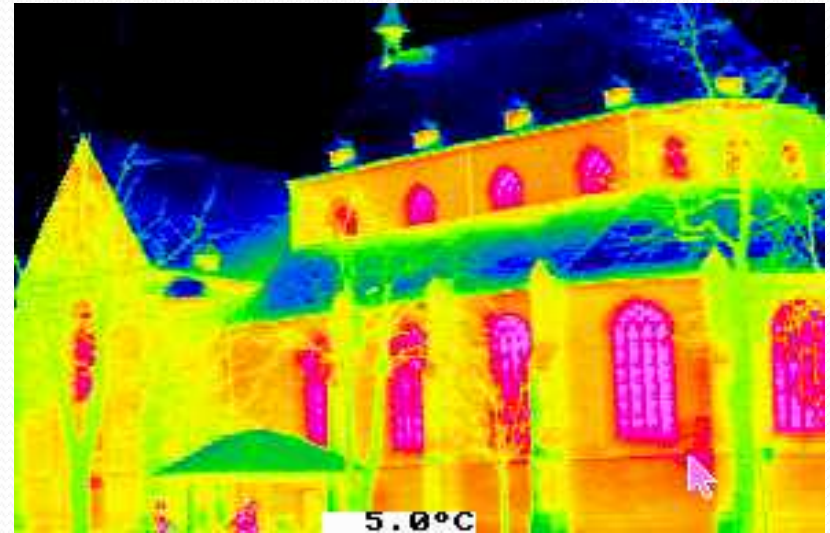
??????

DIN EN 12831



Carico termico di una chiesa !

- Metodologie di calcolo per edifice di grandi volumi
 - Rietschel (1893)
 - Metzkow (1909)
 - Spaleck (1920)
 - Kori (1924)
 - Gröber- Sieler (1938)
 - O. Krischer und W. Kast (1957)
 - DIN 4701 (1983)
 - ~~• DIN EN 12831 (2008)~~
 - Computersimulation



„Der Wärmebedarf ist eine Gebäudeeigenschaft!“

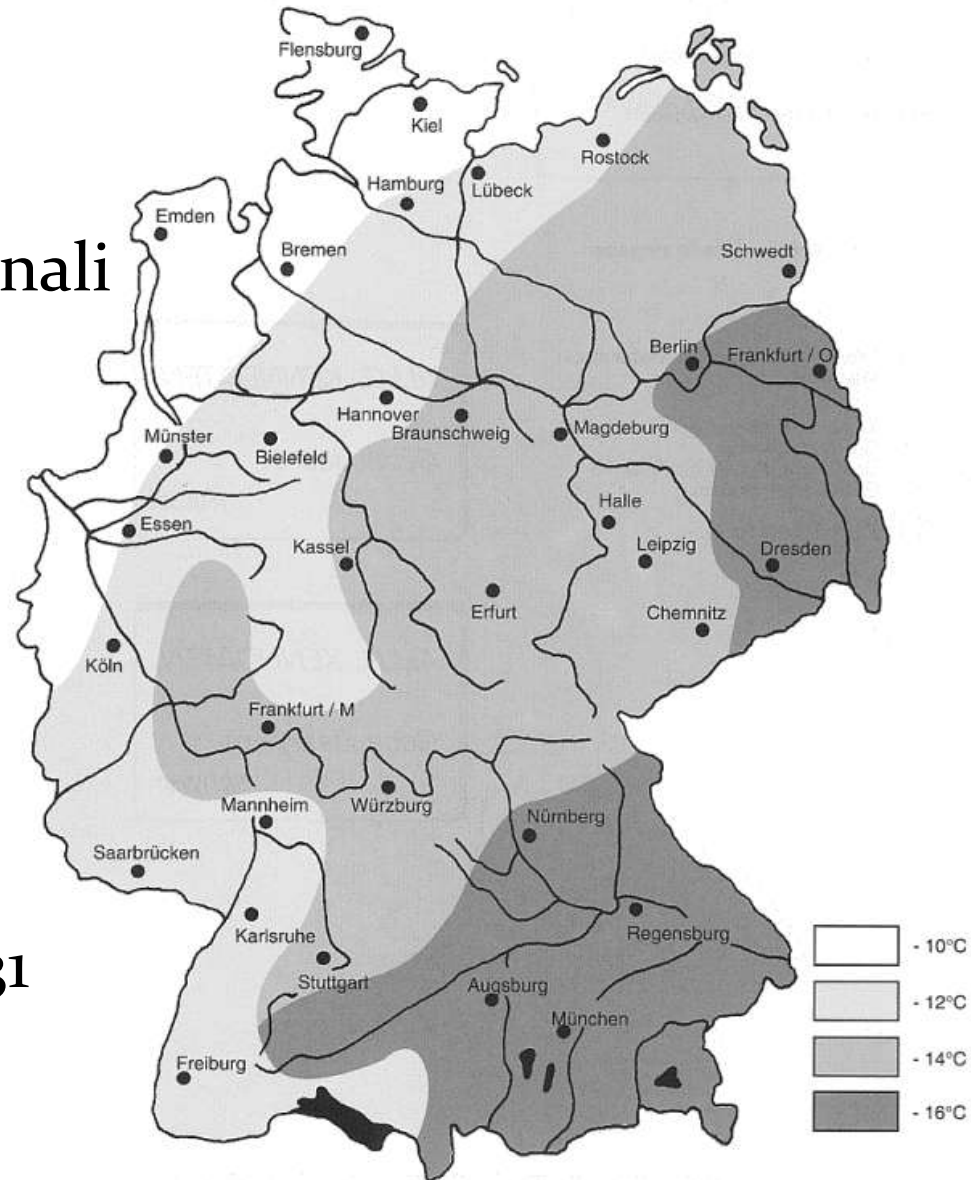
„The specific heat load is a building feature!“

VDI

Carico termico

Temperature esterne invernali

Stabilite nella DIN EN 12831



Carico termico

Temperature minime invernali in ITALIA

- Aosta	-10°C	Cuneo	-10°C	Belluno	-10°C
- Belluno	-10°C	Bolzano	-15°C	Como	-5°C
- Sondrio	-10°C	Trento	-12°C		
- Milano	-5°C	Padova	-5°C		
- Verona	-5°C	Vicenza	-5°C		
- Treviso	-5°C	Bologna	-5°C		
- Siena	-2°C				

Stabilit  in UNI/TR 10349 2.2016

Scelta di un impianto di riscaldamento per una chiesa

Quale tipo di riscaldamento di chiese ?



Tipologie di sistemi di riscaldamento di chiese !?

Impianto ad
aria
centralizzato

Riscaldamento
a infrarossi da
combustione di
gas

Riscaldamento
a pavimento

Impianto ad
aria
decentralizzato

Riscaldamen
to a
infrarossi
elettrico

Riscaldamento
a banco

Riscaldamento a banco

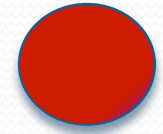
Riscaldamento a banco



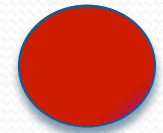
comfort



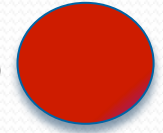
Conservazione edificio



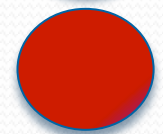
Conservazione degli arredi



Carico termico



Strategia di riscaldamento



Riscaldamento a infrarossi da combustione di gas

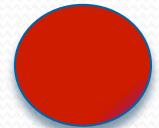
Riscaldamento a infrarossi da combustione di gas



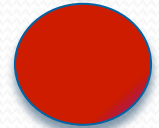
comfort



Conservazione edifici



Conservazione arredi



Carico termico



Strategia di riscaldamento



Infrarossi – imp. elettrico

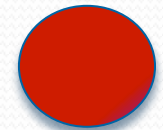
Infrarossi
impianto
elettrico



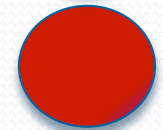
comfort



Conservazione
edifici



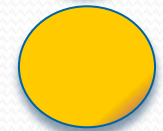
Conservazione
arredi



Carico termico



Strategia
riscaldamento



Riscaldamento a pavimento



Riscaldamento a pavimento

comfort



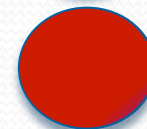
Conservazione edificio



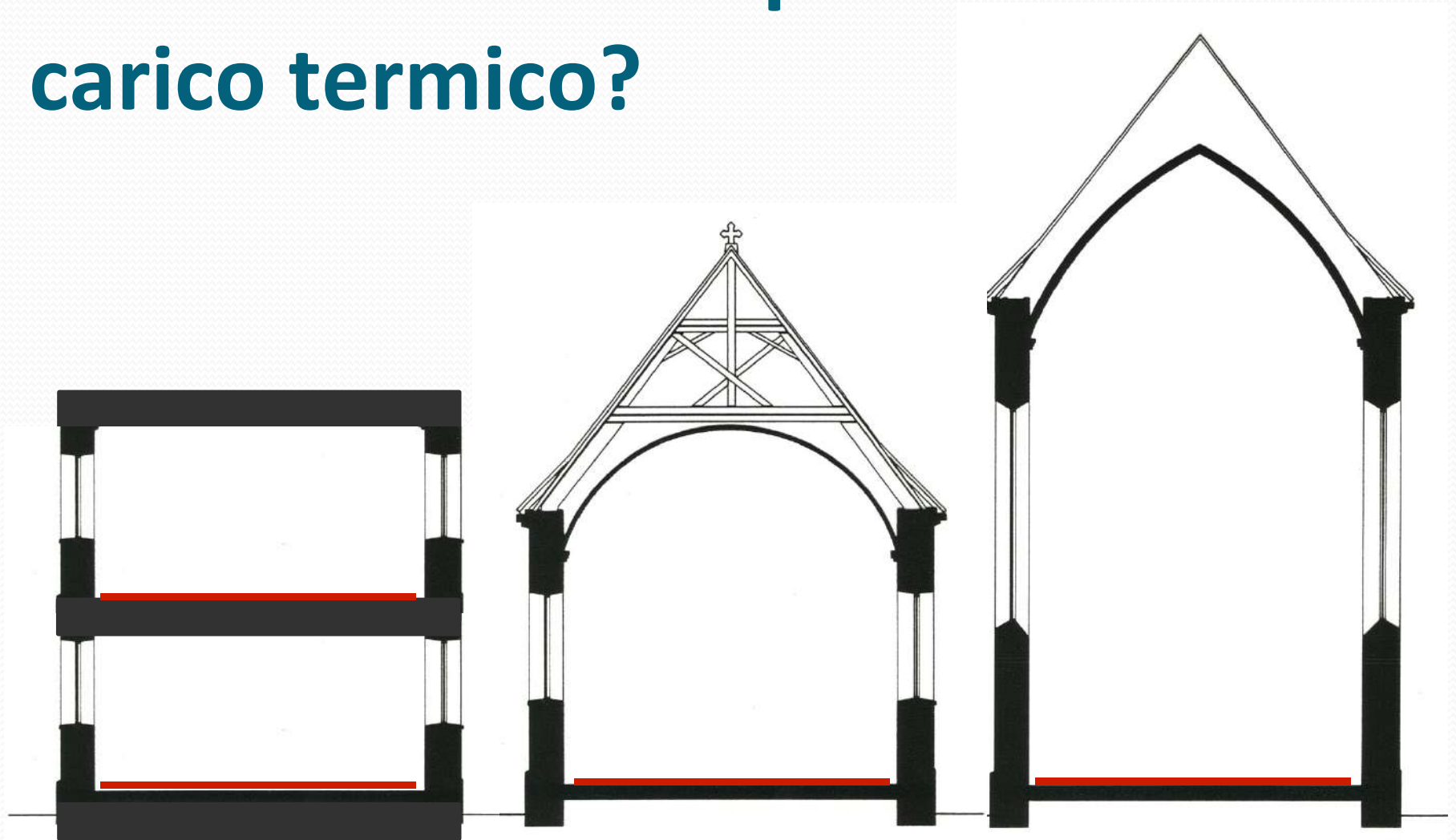
Conservazione arredi



Carico termico
Strategia di riscaldamento



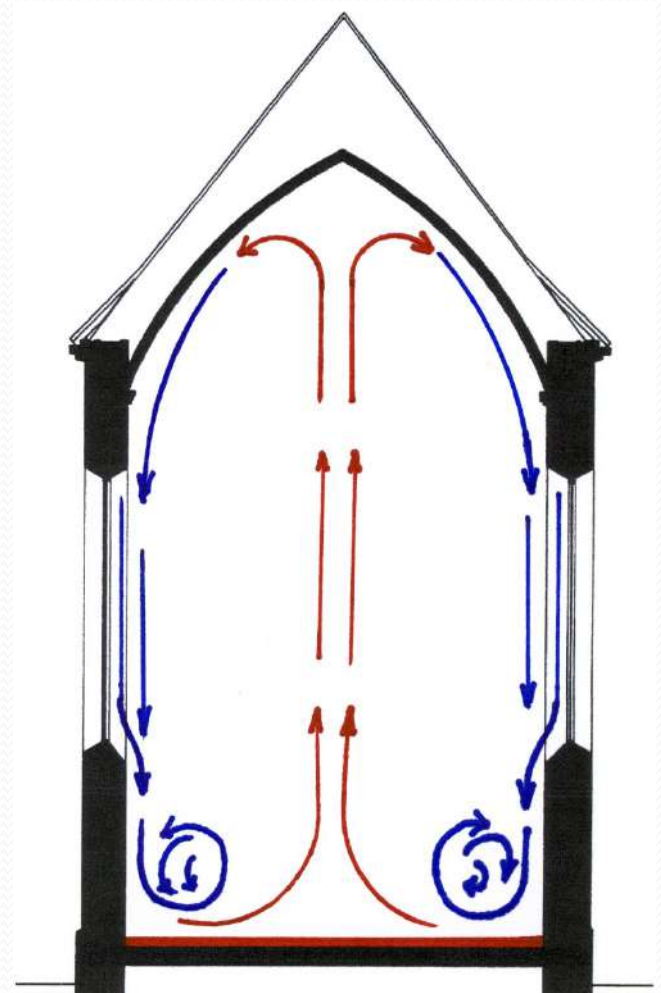
Riscaldamento a pavimento – carico termico?



Riscaldamento a pavimento – nessuna corrente d'aria?

I movimenti di aria in una chiesa
aumentano grazie a ...

- 1) Differenza di temperatura IN/
OUT
- 2) Superfici fredde
(isolamenti ?)
- 3) Passaggi aria da porte e
finestre
- 4) Altezza del soffitto
- 5) Sistema di riscaldamento



Riscaldamento ad aria centralizzato



Riscaldamento
ad aria
centralizzato

comfort



Conservazione
edificio



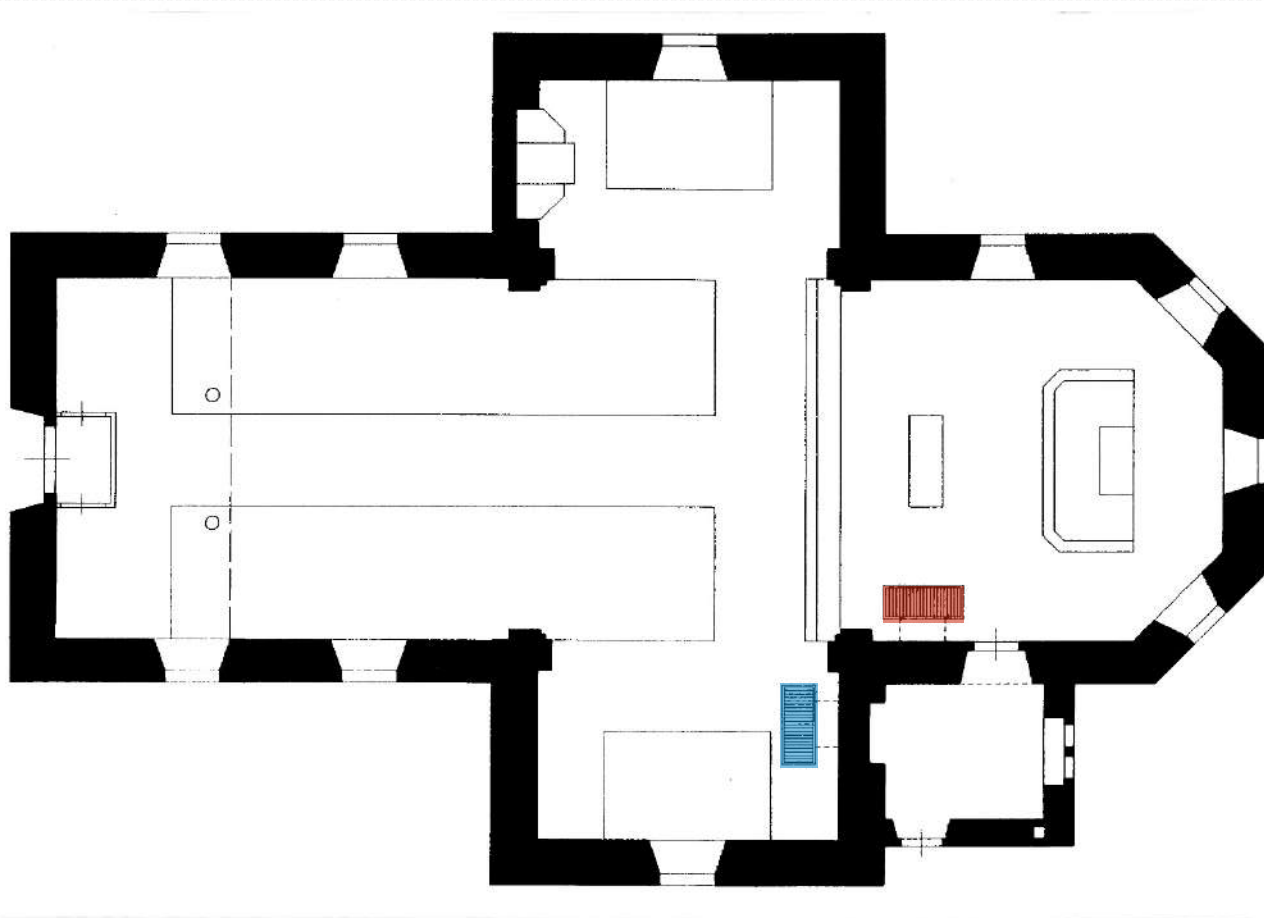
Conservazione
arredi



Carico
termico
Strategia di
riscaldamento



Riscaldamento ad aria centralizzato



Riscaldamento
o ad aria
centralizzato

comfort



Conservazione
edificio



Conservazione
arredi



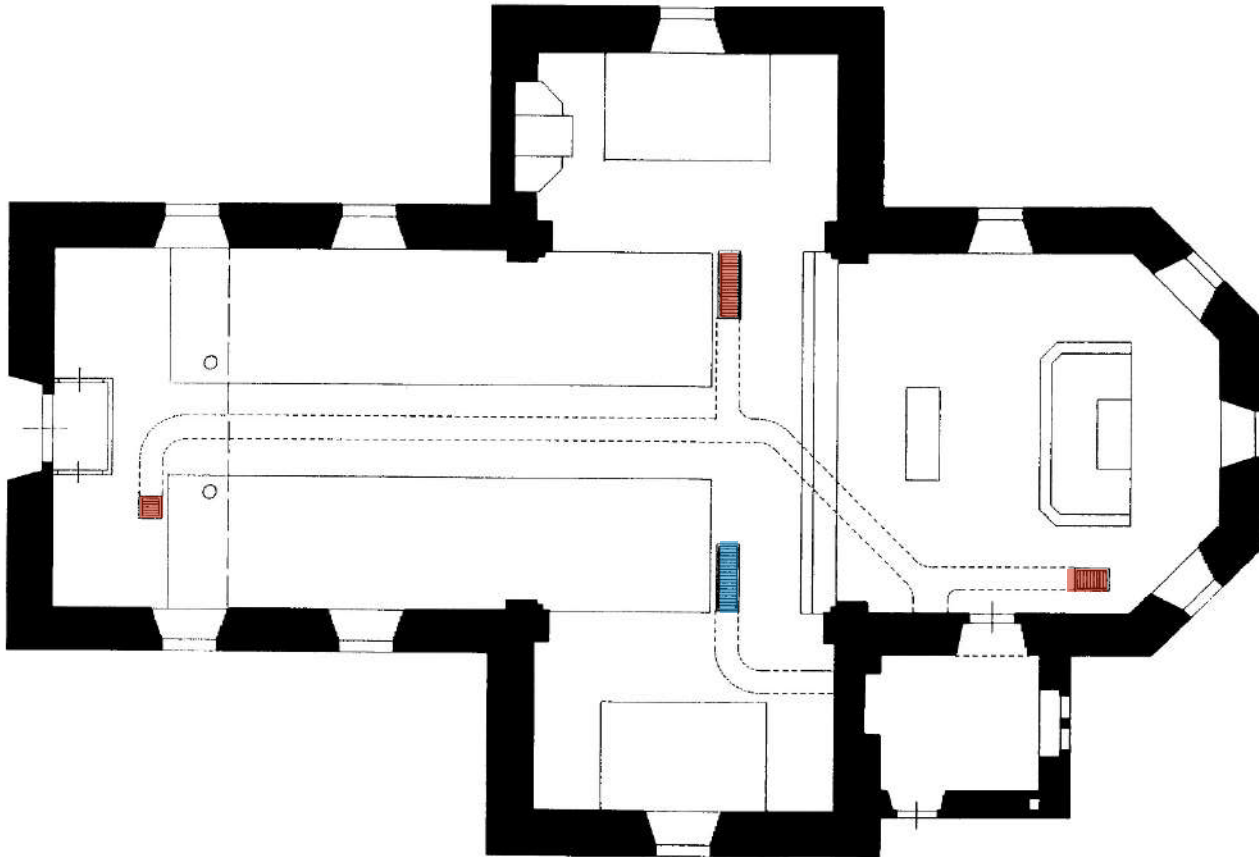
Carico termico



Strategia
riscaldamento



Riscaldamento ad aria centralizzato



Riscaldamento
ad aria
centralizzato

comfort



Conservazione
edificio



Conservazione
arredi



Carico
termico



Strategia di
riscaldamento



Riscaldamento ad aria decentralizzato

Riscaldamento
ad aria
decentralizzato



comfort



Conservazione
edificio



Conservazione
arredi



Carico termico

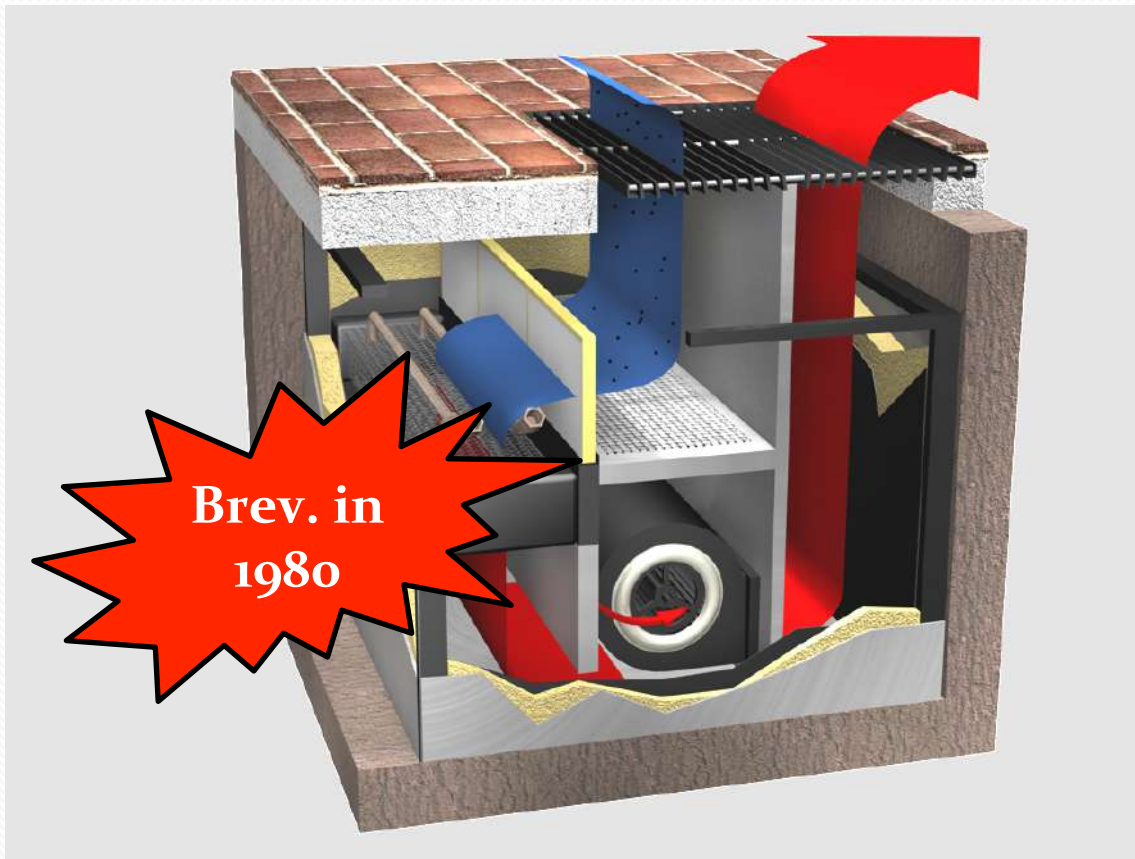


Strategia di
riscaldamento



Riscaldamento ad aria decentralizzato

Riscaldamento
ad aria
decentralizzato



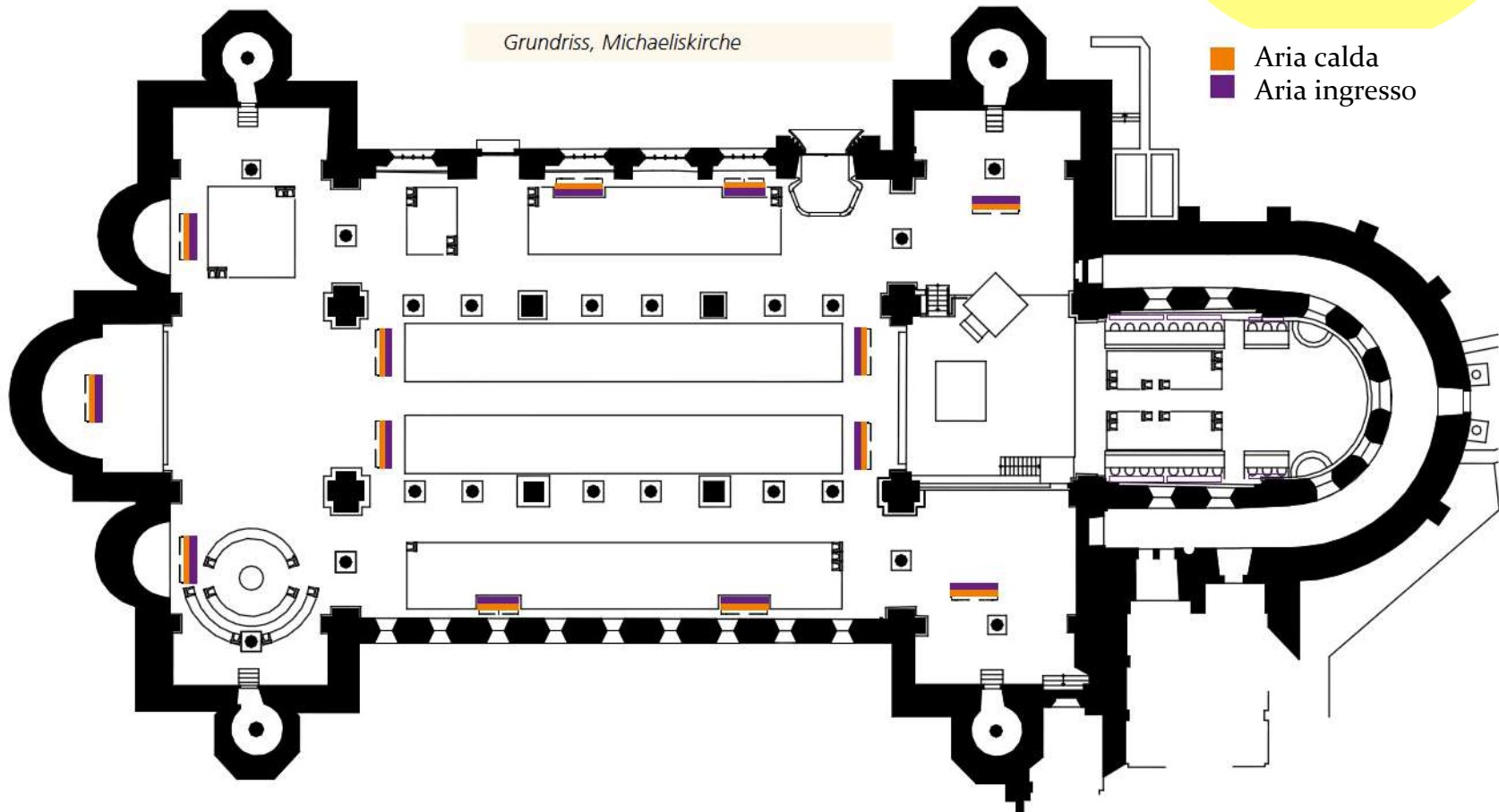
Brev. in
1980

Mahrcalor[®]-
heatstation

Riscaldamento ad aria decentralizzato

Riscaldamento
o ad aria
decentralizzato

Grundriss, Michaeliskirche



Riscaldamento ad aria decentralizzato



Riscaldamento
ad aria
decentralizzato

comfort



Conservazione
edificio



Conservazione
arredi



Carico termico



Strategia di
riscaldamento



Soluzioni personalizzate SOPRAPAVIMENTO



Riscaldamento ad aria + riscaldamento localizzato



comfort



Conservazione
edificio



Conservazione
arredi



Carico termico



Strategia di
riscaldamento



Riscaldamento di chiese !

Riscaldamento
ad aria
centralizzato

Riscaldamento
a infrarossi da
combustione
di gas

Riscaldame
nto a
pavimento

Riscaldamento
ad aria
decentralizzato

Riscaldamento
a infrarossi
elettrico

Riscaldamento
a banco

1. passo → Chiarire le richieste



2. passo – fissare i fondamentali

- **Strategia di riscaldamento**
- **Carico termico**
- Impianto esistente
- Analisi dell'edificio. Cosa si può cambiare ?
- (gas, legna, electric)
- Calcolo economico
- Aspetti ambientali
- utilizzo
- Utilizzo in sicurezza



3. Step

Seleziona il sistema di riscaldamento

comfort



Conservazione edificio



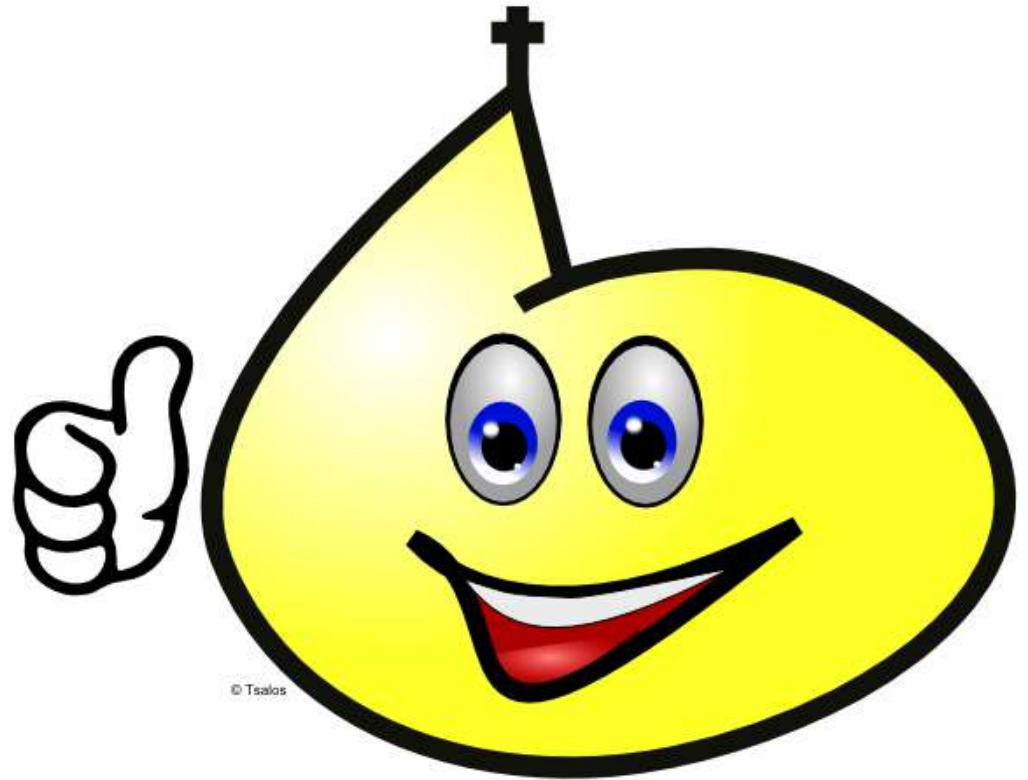
Conservazione arredi



Carico termico



Strategia di riscaldamento





B R E A K

CHURCH HEATING

**CHIESE E LUOGHI DI CULTO
SOLUZIONI DI RISCALDAMENTO PER IL
BENESSERE E LA CONTEMPORANEA
PROTEZIONE CONSERVATIVA DELLE OPERE
ARTISTICHE**



Vicenza, 18.2.2019

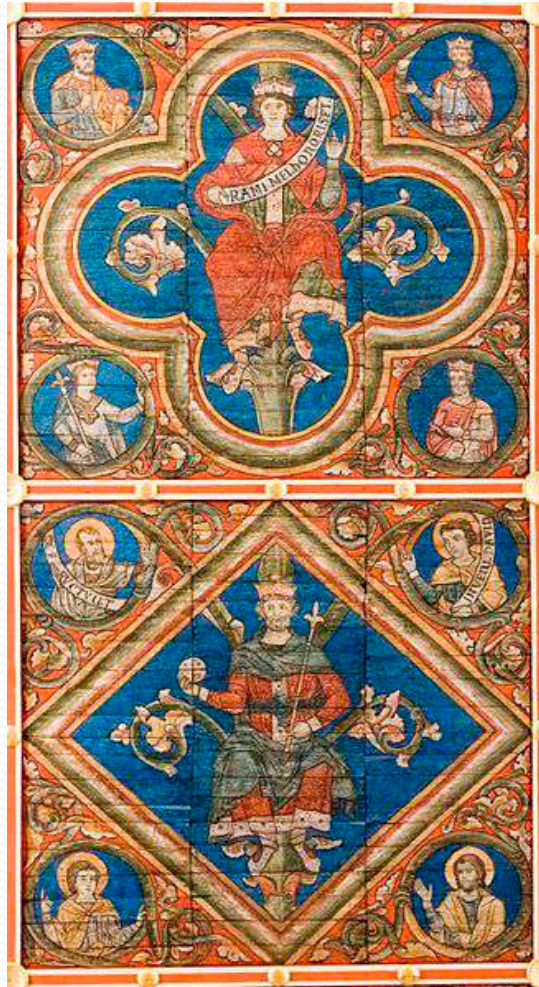
Church heating examples

Esempi di impianti di
riscaldamento nelle
chiese

St. Michael's Church, Hildesheim



St. Michael's Church, Hildesheim



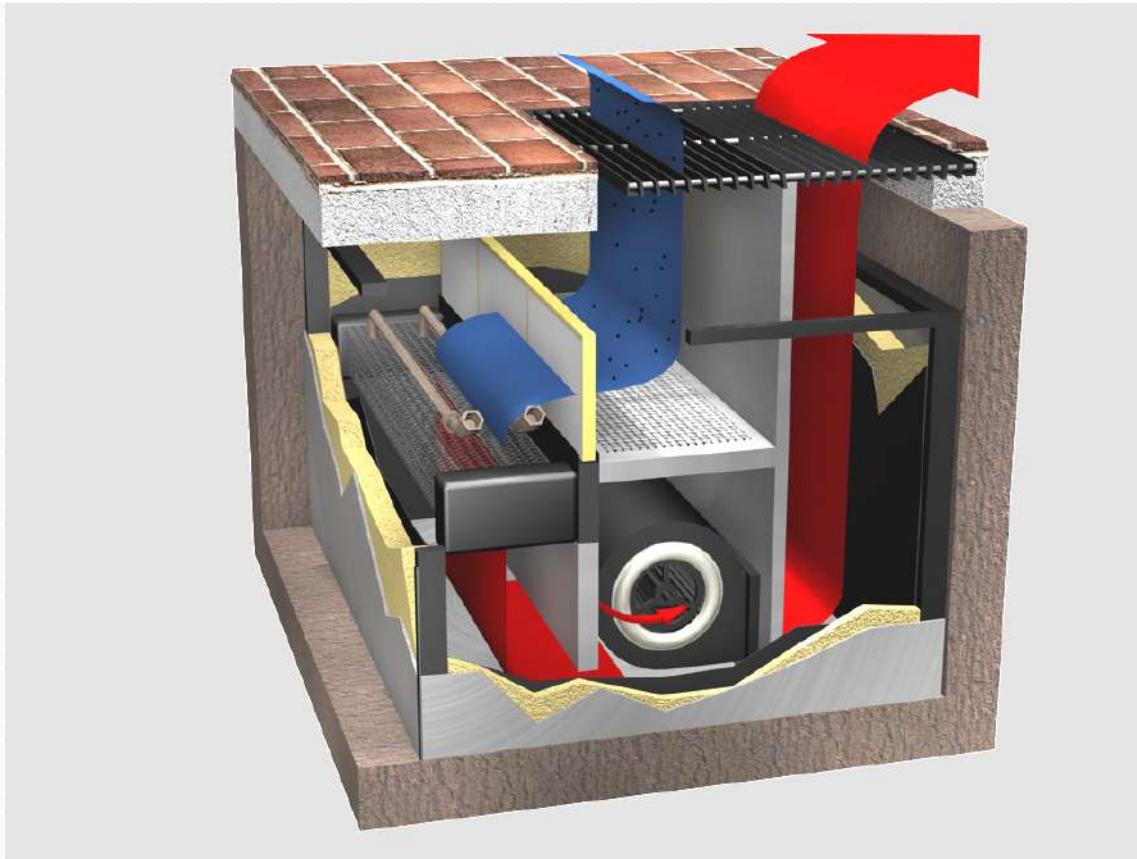
- **UNESCO**
World heritage
- paintings on the ceiling
- building
1000 years old
- church
- concert hall

St. Michael's Church, Hildesheim

- **Volume: 18250 m³**
- heat load: 335 kW
- MAHR heating, build in 2008
- MAHR regulation system, build in 2008
enlarged in 2015
- decentralized warm air heating
- 13 Mahrcalor heat stations

decentralized warm air heating

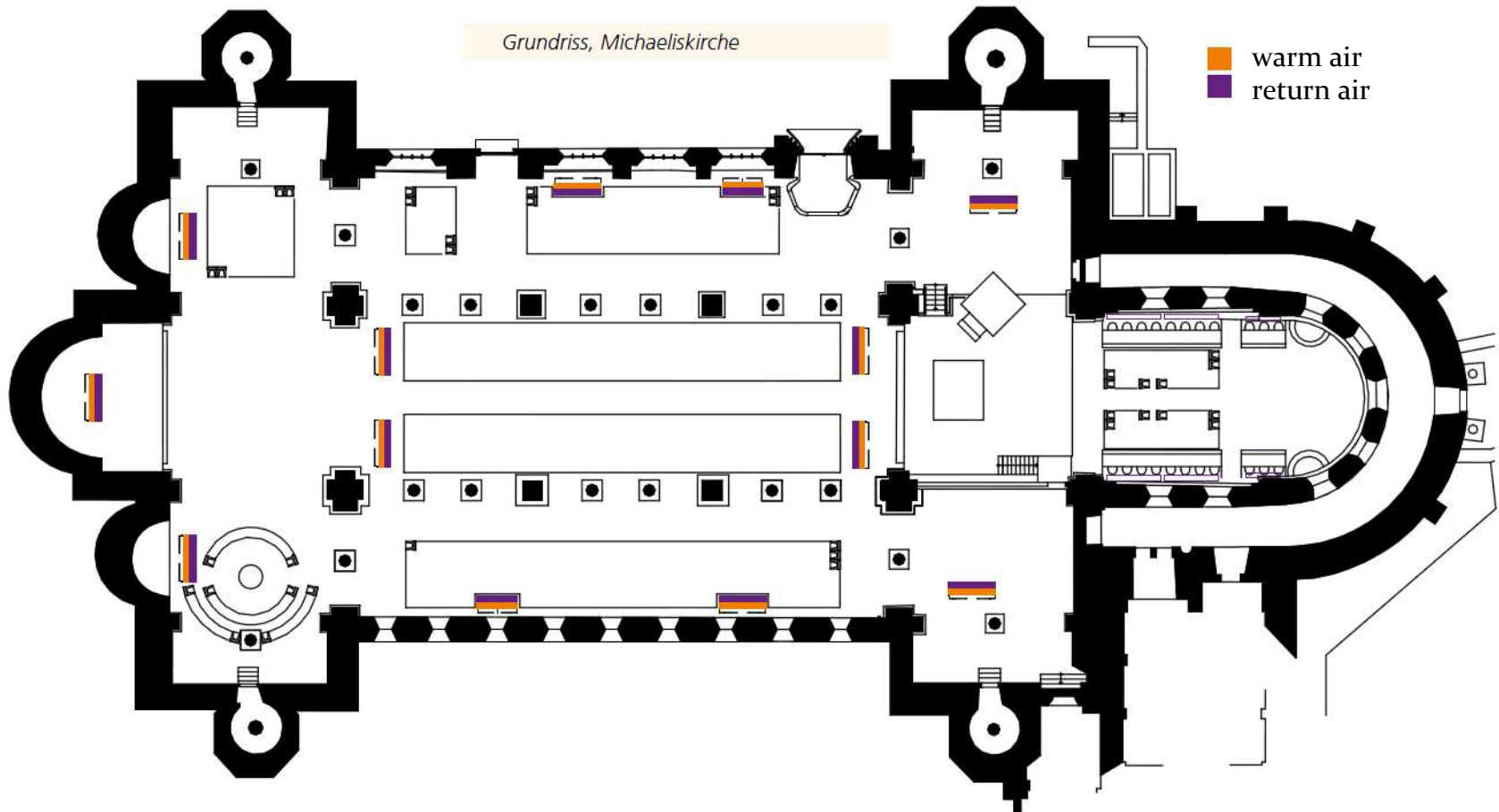
decentralized
warm air
heating



Mahrcalor[®]-
heatstation

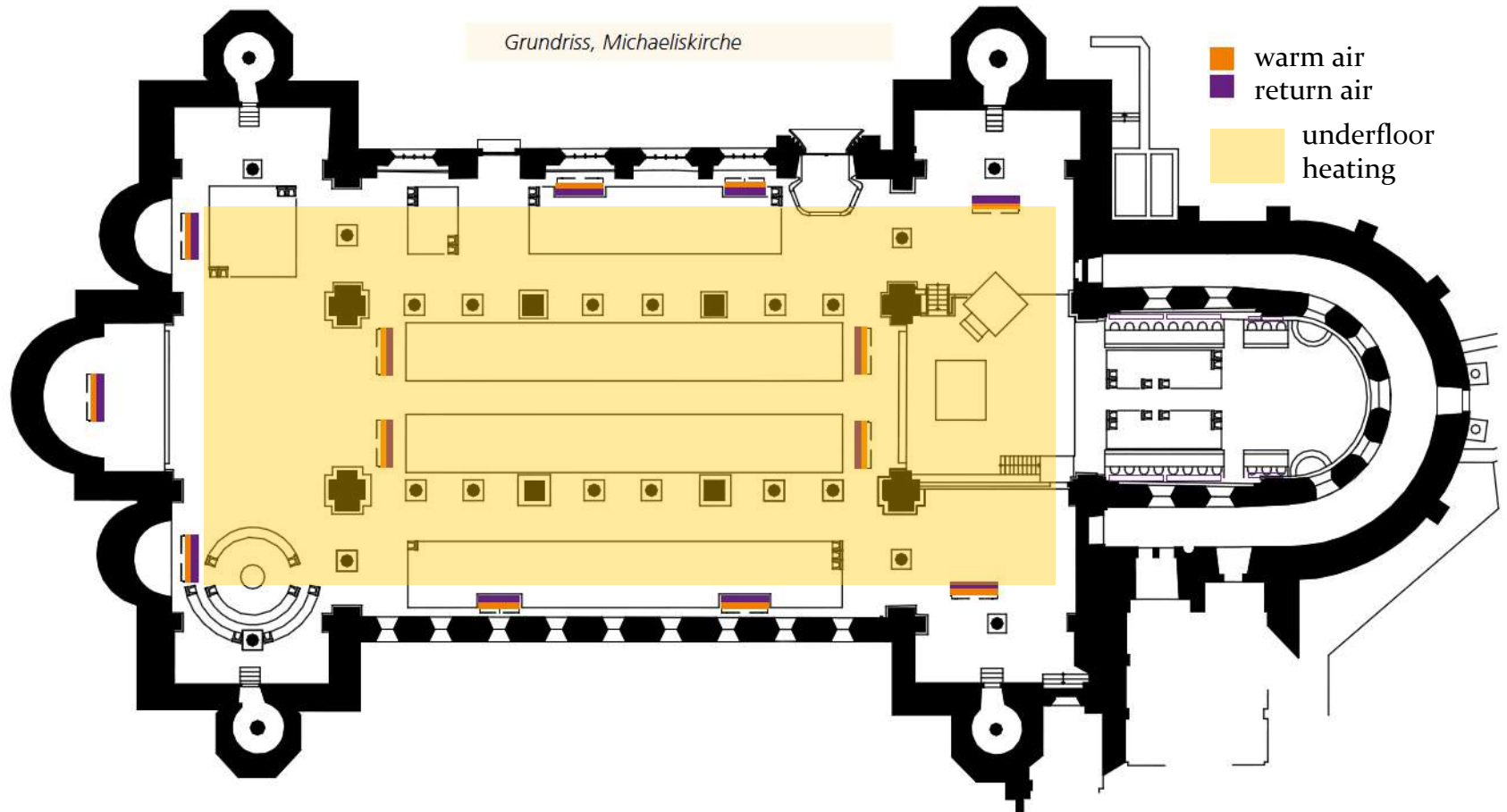
St. Michael's Church, Hildesheim

Grundriss, Michaeliskirche

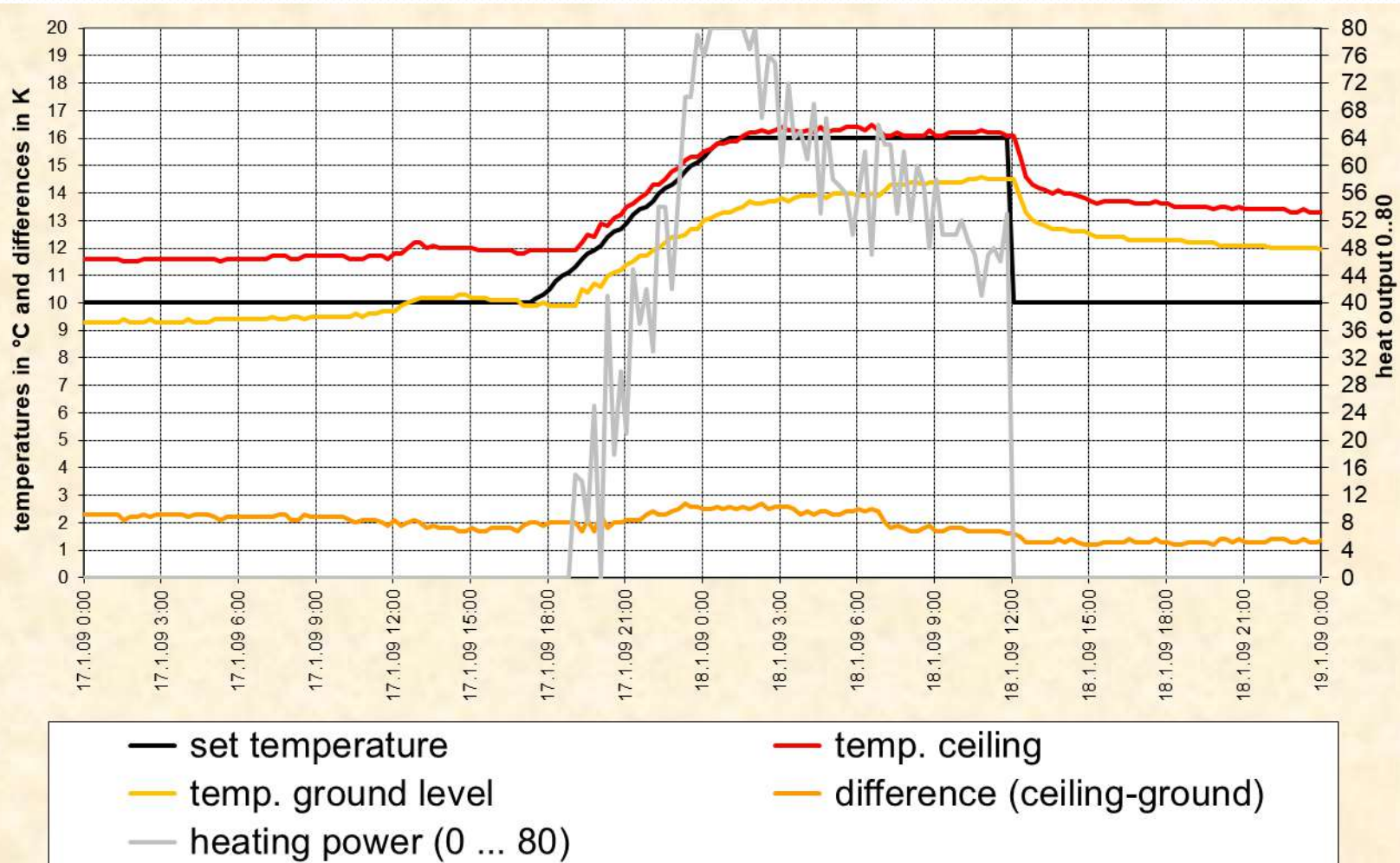


St. Michael's Church, Hildesheim

Grundriss, Michaeliskirche



St. Michael's Church, Hildesheim



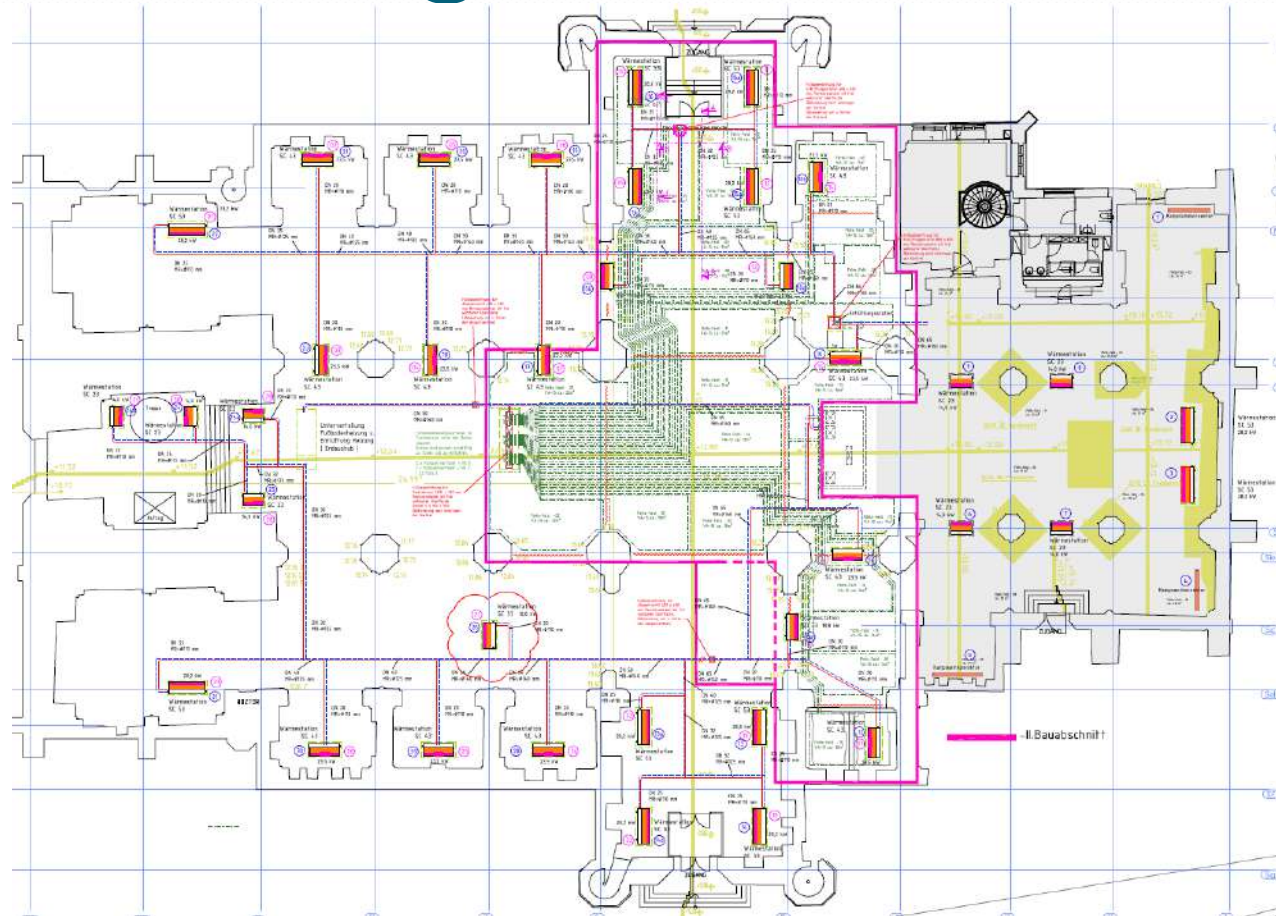
St. Georgen, Wismar



St. Georgen, Wismar

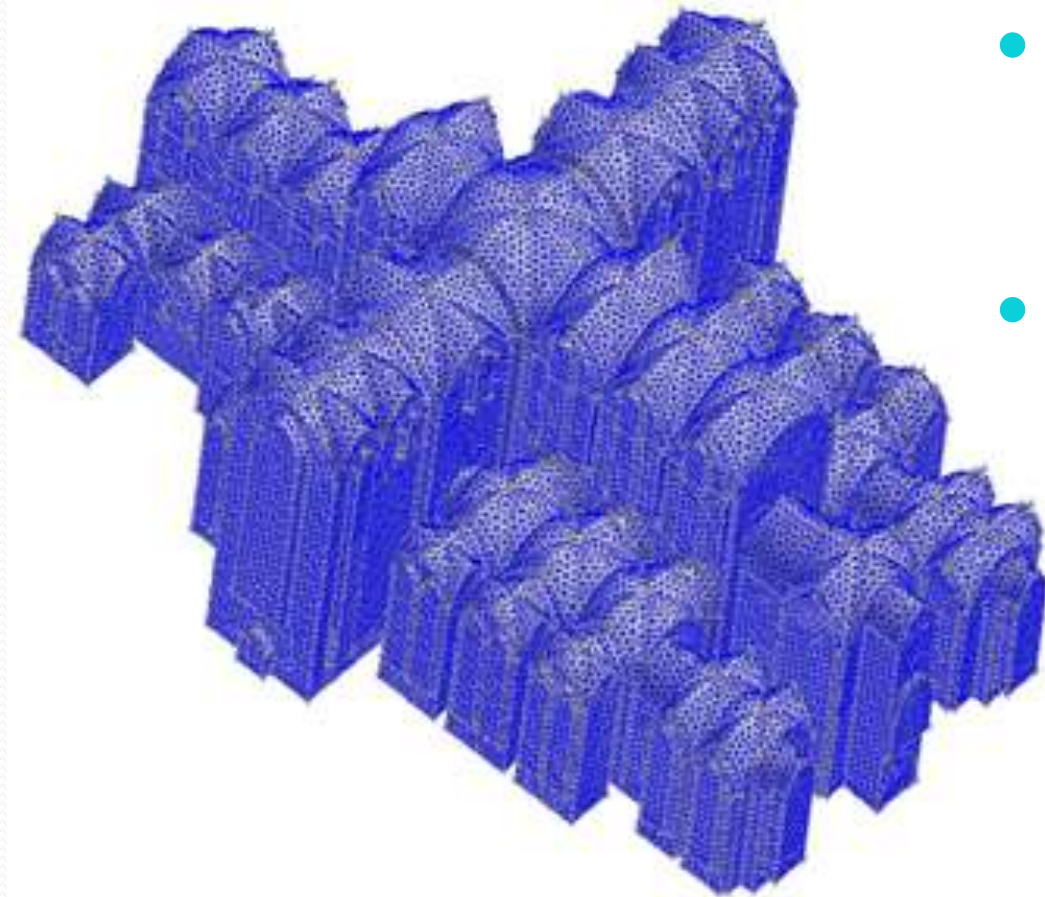


St. Georgen, Wismar



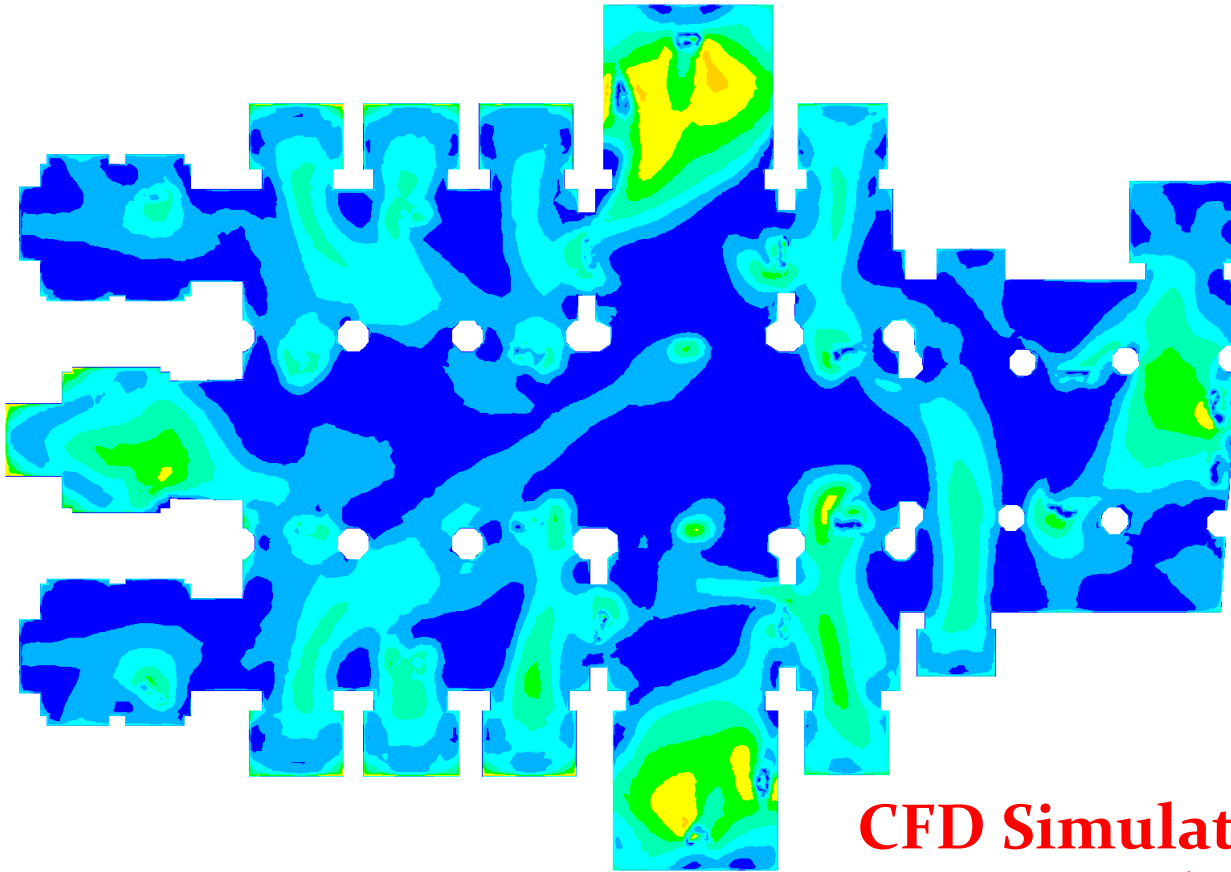
- **Volume:**
65000 m³
- **heat load:**
600 kW
- **build 2008**
- **37 Mahrcalor**
- **heat stations**

St. Georgen, Wismar



- **Scientific research by a international Team 2006**
- **CFD Simulation**
Università degli Studi di Padova
DFT - Dipartimento di Fisica
Tecnica
Michele De Carli, Davide Zanolin, Roberto Zecchin

St. Georgen, Wismar



CFD Simulation
Università degli Studi di Padova

Cattedrale di Aquisgrana



Cattedrale di Aquisgrana



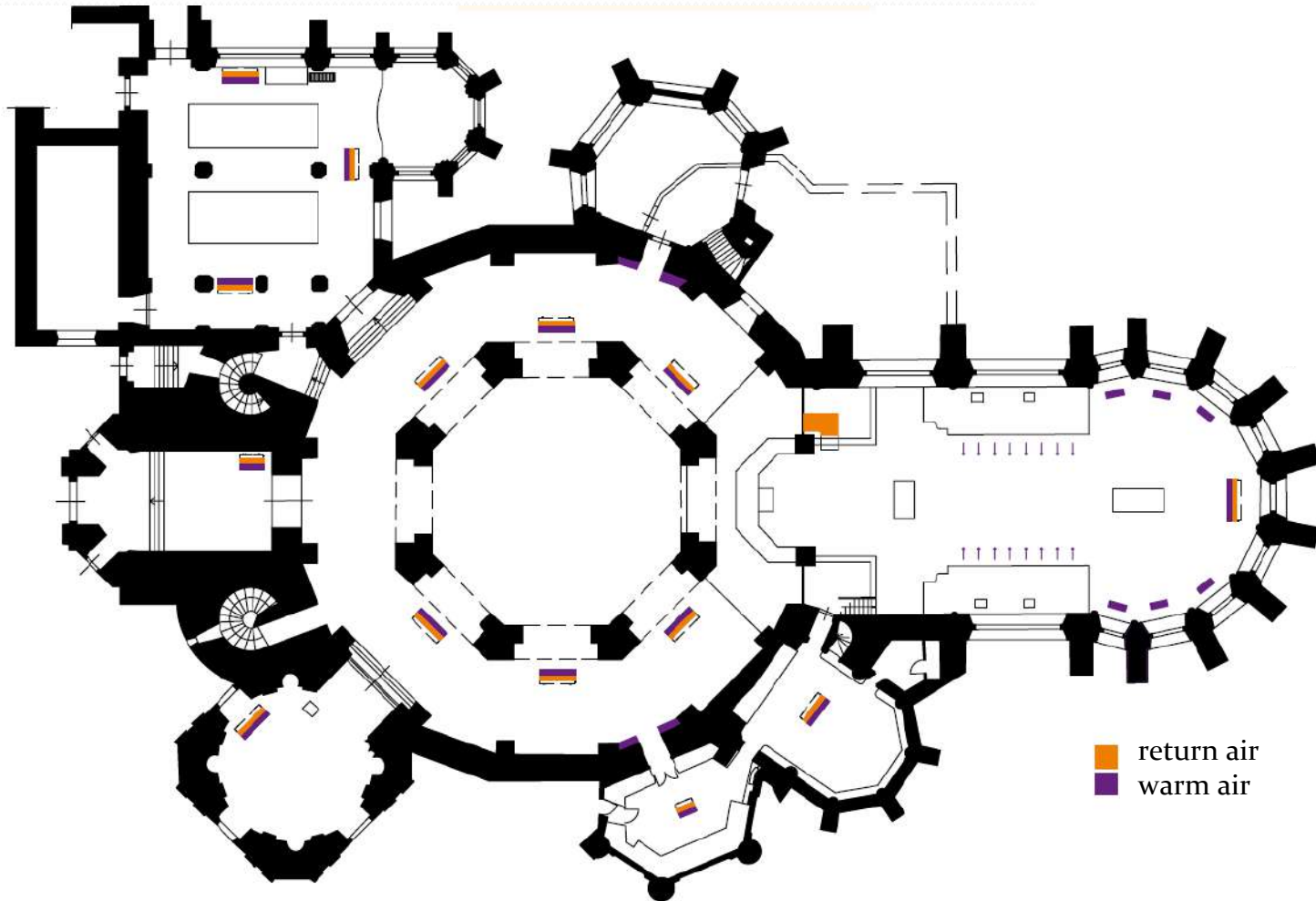
- **UNESCO World heritage**
- oktagon 1200 years old
- church, concert hall
- mosaic ceiling, candelabra



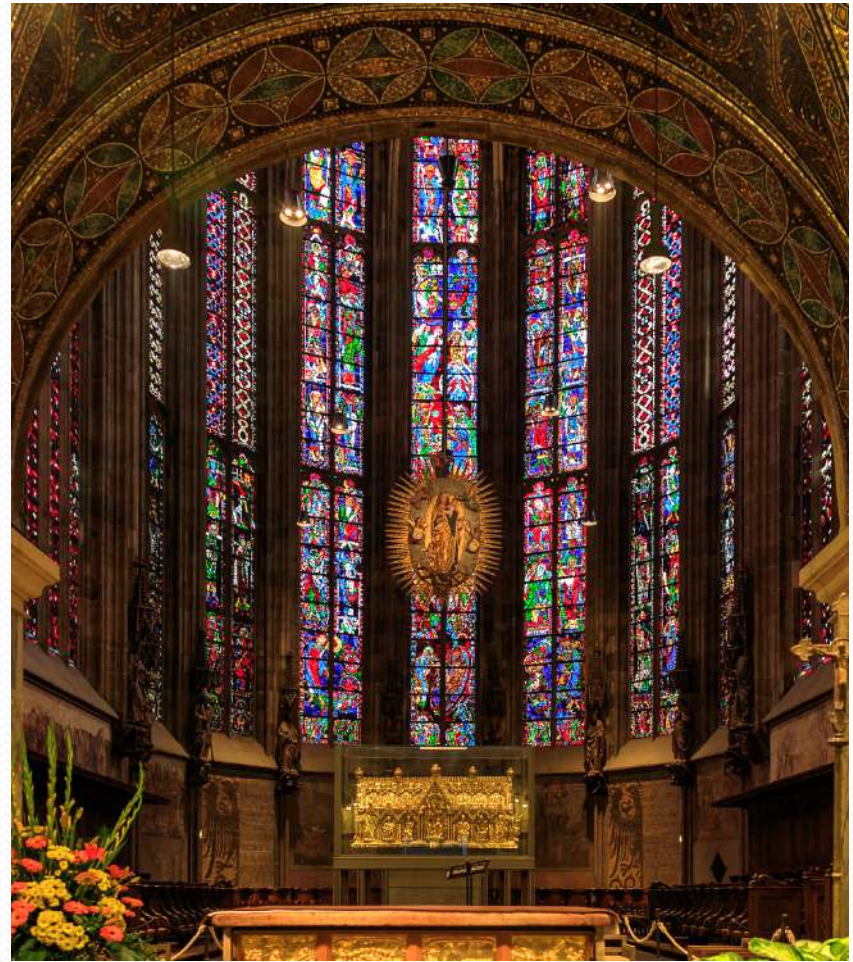
Cattedrale di Aquisgrana

- **Volume: 29210 m³**
- heat load: 526 kW
- MAHR heating since 1912, renovated in 2010
- MAHR regulation system, renewed in 2010
- decentralized warm air heating
- 14 Mahrcalor heat stations

Cattedrale di Aquisgrna



Cattedrale di Aquisgrana



Cattedrale di Santo Stefano a Vienna



Cattedrale di Santo Stefano a Vienna

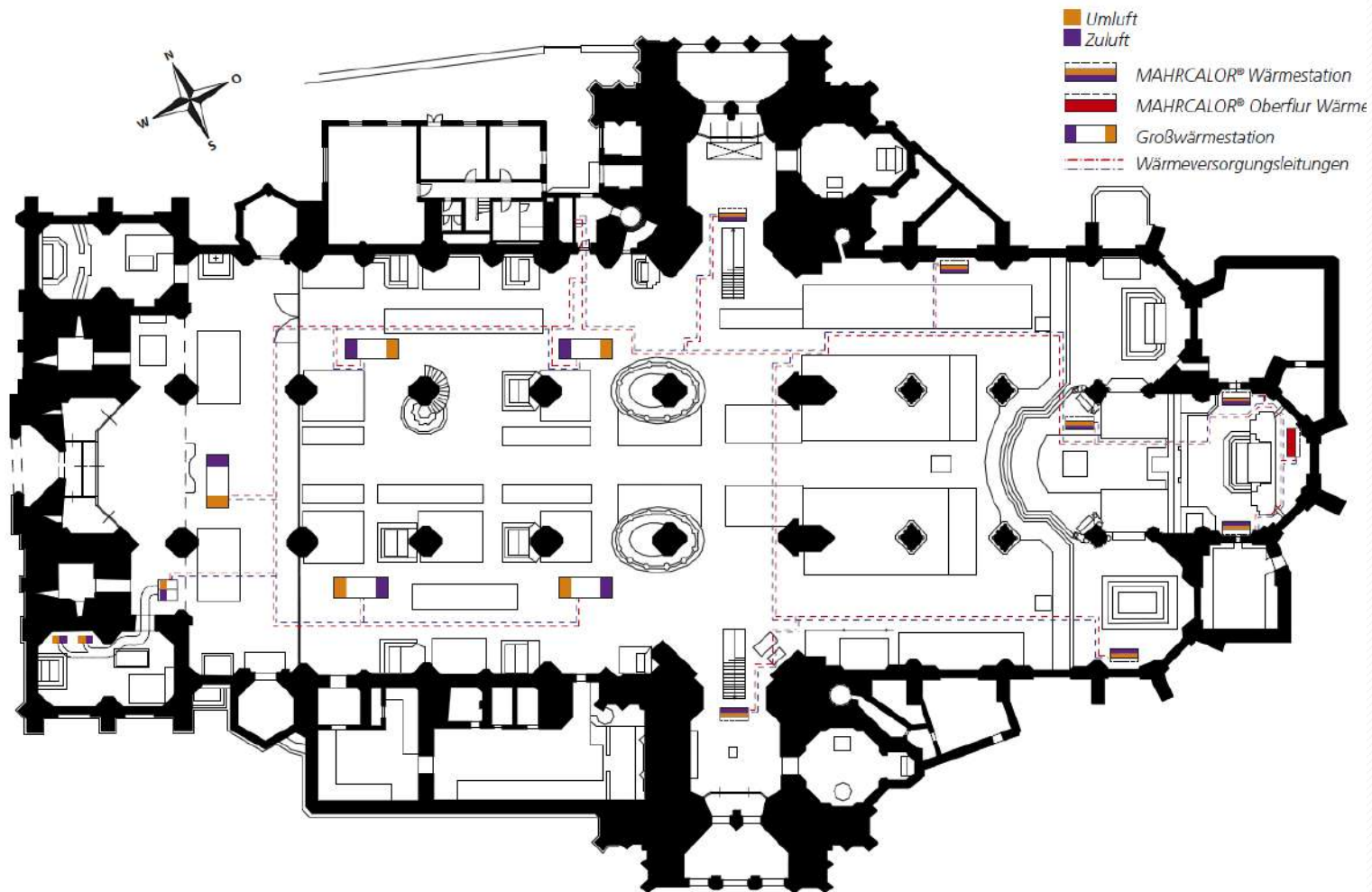


- Cathedral and parish church
- Preservation of the fabric
- Preservation of the interior
- touristic interest

Cattedrale di Santo Stefano a Vienna

- **Volume: 86.000 m³**
- heat load: 830 kW
- MAHR heating since 2000
- MAHR regulation system since 2000
- decentralized warm air heating
- 8 Mahrcalor heat stations
- 5 Mahrcalor heat stations (special construction)

Cattedrale di Santo Stefano a Vienna



Chapel St. Gallus, Lahr-Kuhbach



Chapel St. Gallus, Lahr-Kuhbach



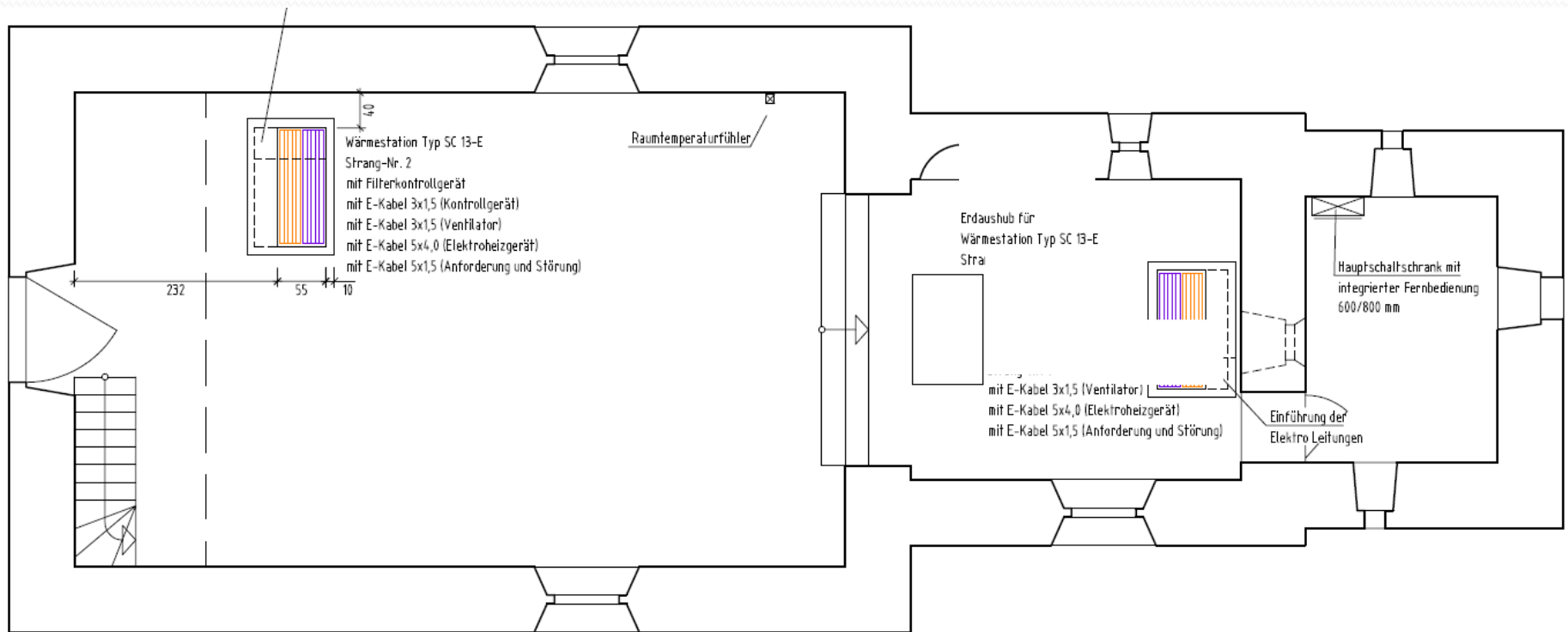
- Chapel
- in use only once every month
- Preservation of the fabric
- Preservation of the interior

Chapel St. Gallus, Lahr-Kuhbach

- **Volume:** 310 m³
- heat load: 17 kW
- basic temperature: 8°C
- high temperature: 12-14°C
- MAHR heating 2014
- MAHR regulation system 2014
- decentralized warm air heating
- 2 Mahrcalor heat stations (10 kW)

Chapel St. Gallus, Lahr-Kuhbach

• Grundriss



Chapel St. Gallus, Lahr-Kuhbach



St. Jakobus, Oberkirch-Ödsbach



St. Jakobus, Oberkirch-Ödsbach

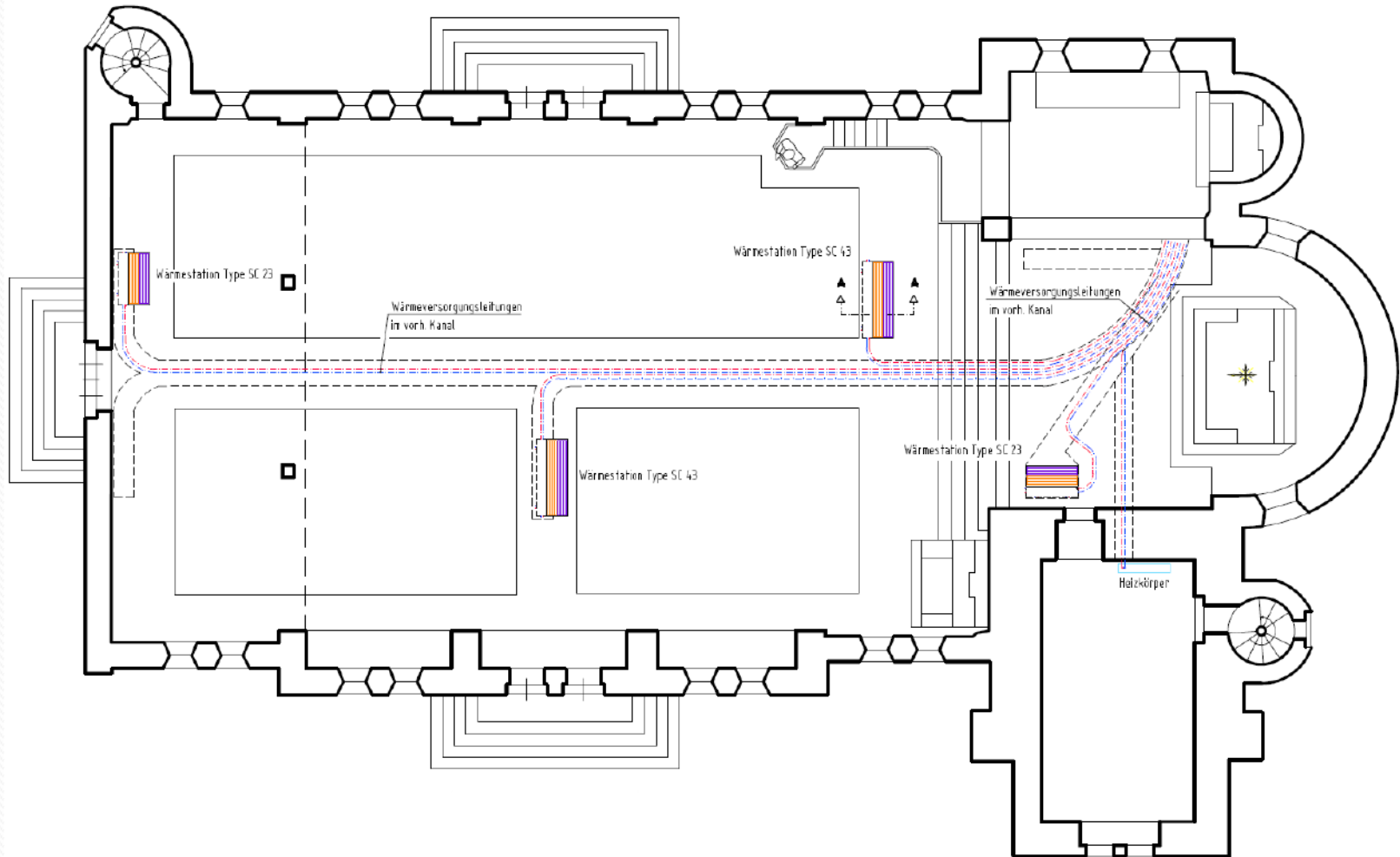


- parish church
- church service twice per week
- preservation of the interior

St. Jakobus, Oberkirch-Ödsbach

- **Volume:** 4.120 m³
- heat load: 104 kW
- MAHR heating 2014
- MAHR regulation system 2014
- decentralized warm air heating
- 4 Mahrcalor heat stations (2 x 20 kW; 2 x 33 kW)

St. Jakobus, Oberkirch-Ödsbach



Basilique nationale du Sacre-Coeur, Brussels



Basilique nationale du Sacre-Coeur, Brussels



- parish church
- whorship 8 per week
- concert hall
- touristic site

Basilique nationale du Sacre-Coeur, Brussels

- **Volume: 183.040 m³**
- heat load: 1200 kW
- MAHR heating since 2007
- decentralized warm air heating
- 44 Mahrcalor heat stations

Basilique nationale du Sacre-Coeur, Brussels



Grazie
for your attention!

MAHR

**HEIZUNG
KLIMATECHNIK**