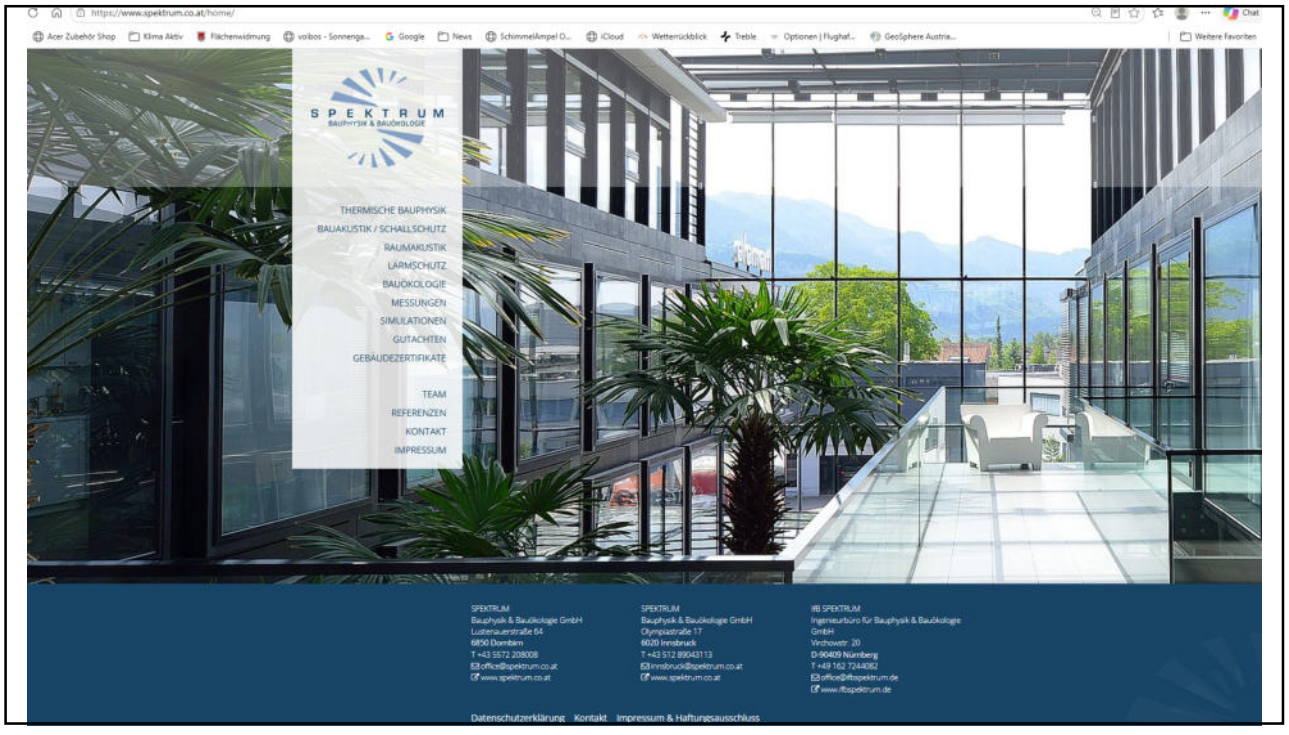
Kirchengebäude – Heizen , Sanierung, Raumklima

Klimaneutralität · Kosten · Feuchteschutz · Raumklima · Behaglichkeit

DI Dr. Karl Torghele
Spektrum Bauphysik & Bauökologie GmbH, Dornbirn

Fachliche Entscheidungsgrundlagen für Planung und Betrieb

1



2

Die Leitfrage

EINSTIEG

- Wie lässt sich eine Kirche so temperieren, dass Menschen sich bei Gottesdiensten und Veranstaltungen wohlfühlen?
- Wie bleiben Mauerwerk, Holz, Orgel, Gemälde und Ausstattung langfristig geschützt?
- Wie werden Energieverbrauch, Treibhausgasemissionen und Lebenszykluskosten reduziert?



Eine Kirche ist kein Wohngebäude – sie braucht eine eigene thermische Strategie.

3

Aufbau des Vortrags

EINSTIEG

- 1. Besonderheiten von Kirchengebäuden und ihre Nutzung
- 2. Thermische Sanierung der Gebäudehülle
- 3. Feuchteschutz und konservatorisches Raumklima
- 4. Heizsysteme und erneuerbare Wärmeerzeugung
- 5. Klimaneutralität, Errichtungs- und Betriebskosten
- 6. Handlungsempfehlungen und Entscheidungsweg

4

Warum Kirchen thermisch besonders anspruchsvoll sind

GRUNDLAGEN

Gebäude und Nutzung

- Große Raumhöhen und hohe Luftvolumina
- Massive Naturstein-, Ziegel- und Mischmauerwerke
- Historische Fenster, Türen und Dachkonstruktionen
- Unregelmäßige Nutzung mit langen Heizpausen

Schutzgüter und Zielkonflikte

- Orgeln, Holz, Gemälde und Textilien reagieren auf Klimaänderungen
- Besucher erwarten Behaglichkeit während kurzer Aufenthalte
- Bauteile benötigen Schutz vor Feuchte- und Frostschäden
- Denkmalschutz begrenzt mögliche Eingriffe

Ziel ist ein stabiles, schadensfreies und nutzungsorientiertes Klima.

5

Thermische Trägheit und Raumvolumen

GRUNDLAGEN

- Massive **Bauteile** speichern Wärme und **reagieren langsam** auf Temperaturänderungen.
- Bei hohen Räumen kann sich warme Luft unter dem Gewölbe sammeln; die Aufenthaltszone bleibt vergleichsweise kühl.
- Eine kurzfristige Aufheizung der gesamten Raumluft ist häufig energetisch ungünstig.
- Unbeheizte Phasen, Lüftung und Besucherbelegung beeinflussen das Raumklima stark.
- Die mittlere **Strahlungstemperatur** der umgebenden Oberflächen ist für die Behaglichkeit ebenso wichtig wie die **Lufttemperatur**.



Nicht nur die Raumluft messen: Oberflächen und Aufenthaltszone mitdenken.

6

Behaglichkeit: mehr als Raumlufttemperatur

BEHAGLICHKEIT

- Die empfundene Temperatur wird durch Lufttemperatur und mittlere Strahlungstemperatur gemeinsam geprägt.
- Kalte Wand- und Fensterflächen können trotz erwärmter Luft ein Kältegefühl verursachen.
- Zugluft und kalte Fußzonen beeinträchtigen den Komfort besonders bei sitzenden Personen.
- Strahlungswärme kann den Komfort verbessern, ohne die gesamte Raumluft stark zu erwärmen.
- Kleidung, Aufenthaltsdauer, Belegung und Aktivität verändern die Komfortanforderungen.



Komfort in der belegten Zone messen und bewerten – nicht nur am Raumthermostat.

7

Feuchte: der zentrale bauphysikalische Risikofaktor

BAUPHYSIK

Feuchtequellen und Mechanismen

- Schlagregen, aufsteigende Feuchte und Leckagen
- Feuchtetransport in porösem Mauerwerk
- Feuchteabgabe durch Besucher und Reinigungsprozesse
- Kondensation an kalten Oberflächen

Mögliche Folgen

- Salztransport und Putzschäden
- Frost- und Abplatzungsschäden
- Schimmel- oder mikrobieller Befall bei geeigneten Bedingungen
- Schäden an Holz, Orgel und Ausstattung durch Klimaschwankungen

Heizung ersetzt keine Ursachenanalyse bei vorhandenen Feuchteschäden.

8

Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit

BAUPHYSIK

- Die relative Luftfeuchtigkeit (rH) beschreibt, wie nahe die Luft bei einer bestimmten Temperatur an der Sättigung liegt.
- Wird Luft ohne zusätzliche Feuchte erwärmt, sinkt ihre relative Luftfeuchtigkeit – die absolute Wasserdampfmenge bleibt zunächst gleich.
- Warme, feuchte Außenluft kann an kalten Bauteiloberflächen abkühlen und dort Kondensation verursachen.
- **Rasche Temperaturwechsel können empfindliche Materialien belasten; besonders relevant sind Holz, Leinwand, Vergoldungen und Orgelbauteile.**
- **Es gibt keinen universellen Sollwert für alle Kirchen: Zielbereiche sind objektspezifisch festzulegen**.

Raumklima nicht über einen pauschalen Temperatur- oder Feuchte-Sollwert definieren.

9

Grundtemperierung oder punktuelle Beheizung?

HEIZKONZEPT

- **Grundtemperierung**: begrenzte, möglichst stabile **Temperaturführung zum Schutz von Gebäude und Ausstattung** – sofern fachlich erforderlich.
- **Nutzungsheizung**: zeitlich **begrenzte Wärme für Besucher** während Gottesdiensten oder Veranstaltungen.
- Die beiden Aufgaben können unterschiedliche Systeme und Regelstrategien benötigen.
- Eine **niedrige Grundtemperatur** ist **nicht automatisch** konservatorisch **richtig**; sie muss zum Objekt und seinem Feuchteverhalten passen.
- Die **Nutzungsheizung** sollte möglichst die **Aufenthaltszone** adressieren, statt unnötig das gesamte Luftvolumen zu erwärmen.



Schutzklima und Komfortklima getrennt planen – aber gemeinsam koordinieren.

10

Raumklima in historischen Kirchen

Orientierungswerte für gotische und barocke Kirchenräume

WINTER · GRUNDTEMPERATUR

8–12 °C

Keine starke Dauerbeheizung; Nutzungstemperatur behutsam anheben.

RELATIVE LUFTFEUCHTIGKEIT

50–65 %

Als Planungs-Ausgangspunkt häufig etwa 55–60 %; objektspezifisch prüfen.

SOMMER · RAUMTEMPERATUR

16–22 °C

Natürliche jahreszeitliche Schwankungen möglichst gleichmäßig verlaufen lassen.

Worauf kommt es an?

Nicht ein starrer Idealwert ist entscheidend, sondern ein zum Gebäude und zur Ausstattung passendes, **möglichst stabiles Klima**.

Warum unterscheiden sich Kirchen?

Gotisches Mauerwerk reagiert anders als reich ausgestattete Barockräume. Maßgeblich sind Materialien, Feuchteverhalten und Erhaltungszustand.

Hinweis: Richtwerte zur ersten Orientierung – keine universellen Sollwerte. Vor Festlegung sind Messdaten und konservatorische Anforderungen zu prüfen.

1

11

Betrieb: Schwankungen vermeiden

Heizung, Lüftung und Monitoring konservatorisch ausrichten

1 · Behutsam heizen

Keine abrupten Temperaturwechsel. Nutzungstemperatur nur moderat über die Grundtemperatur anheben.

2 · Gezielt lüften

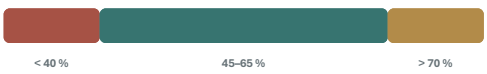
Lüften**, wenn Außenluft tatsächlich zur Entfeuchtung beiträgt** – nicht allein nach Uhrzeit oder Außentemperatur.

3 · Klima kontinuierlich messen

Temperatur und relative Luftfeuchte an repräsentativen Stellen erfassen und saisonal auswerten.

Orientierung für die Feuchteüberwachung

Relative Luftfeuchtigkeit (rF)



Unter 40 %: Austrocknungsrisiken
Über 70 %: bei längerer Dauer erhöhte Schimmelgefahr

Besonders empfindlich: Holz, Tafel- und Leinwandgemälde, gefasste Skulpturen, Orgeln und historische Wandmalerei.

Fachliche Bezugspunkte: DIN EN 15757 (Klima und organische Materialien) · DIN EN 15759-1 (Beheizung von Kirchen).

2

12

Heizsysteme I: Warmluft und Konvektion

Potenziale

- Schnelle Aufheizung der Luft bei entsprechender Leistung
- Große Bereiche können über Luftkanäle versorgt werden
- Bestehende Infrastruktur kann teilweise weitergenutzt werden

Grenzen

- Warmluft steigt in hohe Raumzonen auf
- Temperaturschichtung und Luftbewegung möglich
- Staubaufwirbelung und Zugerscheinungen möglich
- Hohe Verluste bei kurzer Nutzung und großem Luftvolumen

Eine reine Warmluftheizung ist bei hohen Kirchenräumen kritisch zu prüfen.

13

Heizsysteme II: Strahlungs- und Infrarotheizung

Potenziale

- Direkte Erwärmung von Personen und Oberflächen
- Kurze Reaktionszeit und zonenweise Steuerung
- Komfort auch bei niedrigerer Raumlufttemperatur möglich
- Geringe Eingriffe in die Bausubstanz je nach Montage

Grenzen

- Abstand, Sichtverbindung und Abschattung beeinflussen Wirkung
- Ungleichmäßige Bestrahlung kann unangenehm sein
- Strombedarf bei großflächiger oder langer Nutzung
- **Kein Ersatz für Feuchteschutz** und konservatorisches Monitoring

Geeignet für zeitlich begrenzte Nutzung – die Dimensionierung muss vor Ort geprüft werden.

14

Heizsysteme III: Sitzbankheizung

Stärken

- Beheizt den unmittelbaren Aufenthaltsbereich
- Zonen- und bedarfsgerecht schaltbar
- Kurze Vorlaufzeit
- Kann **mit niedriger Raumtemperatur kombiniert** werden

Zu beachten

- Wirkt primär auf Sitzplätze, nicht auf den gesamten Raum
- Elektroanschluss und sichere Montage erforderlich
- Komfort hängt von Bankgeometrie und Wärmeverteilung ab
- Stromkosten und Nutzungsstunden sind entscheidend

Für Kirchen mit kurzen, regelmäßigen Nutzungszeiten häufig eine prüfenswerte Lösung.

15

Heizsysteme IV: Fußboden- und Wandtemperierung

Fußbodenheizung

- Hoher Strahlungsanteil und angenehme Fußzone
- Mit niedrigen Systemtemperaturen betreibbar
- Im Bestand oft tiefer Eingriff in historische Böden
- Lange Reaktionszeit und thermische Trägheit

Wandtemperierung

- Kann gezielt kritische Wandoberflächen erwärmen
- Niedrige Vorlauftemperaturen möglich
- Leitungsführung und Oberflächenverträglichkeit prüfen
- Keine automatische Lösung für aufsteigende oder eindringende Feuchte

Nur nach Prüfung von Substanz, Feuchtehaushalt und Denkmalverträglichkeit einsetzen.

16

Wärmeerzeugung und Klimabilanz

KLIMASCHUTZ

Technologie	Stärken	Wesentliche Einschränkungen
Luft/Wasser-Wärmepumpe	Nachrüstbar, erneuerbarer Wärmeanteil, niedrige Emissionen bei sauberem Strom	Effizienz abhängig von Außentemperatur und Systemtemperatur; Aufstellort/Schall
Sole/Wasser-Wärmepumpe	Stabile Wärmequelle, gute Effizienzpotenziale	Erdsonden/-kollektoren, Genehmigung und höhere Erschließungskosten
Fernwärme	Wenig Technik im Gebäude, gut bei erneuerbarem Wärmemix	Lokale Verfügbarkeit und tatsächlicher Erzeugungsmix
Biomasse	Erneuerbarer Brennstoff bei nachhaltiger Herkunft	Lager, Anlieferung, Feinstaub und Betrieb
Direktstrom	Einfach, schnell und gut zonierbar	1 kWh Strom liefert annähernd 1 kWh Wärme; Stromkosten

Die Klimabilanz hängt von Energieträger, Strommix, Anlagenwirkungsgrad und Vorketten ab.

17



18

Wärmepumpe und Direktheizung: nicht verwechseln

KLIMASCHUTZ

- Eine Wärmepumpe nutzt Umweltwärme und benötigt Strom für den Antrieb.
- Die Jahresarbeitszahl (JAZ) beschreibt das Verhältnis von abgegebener Wärme zu eingesetztem Strom über ein Jahr.
- Eine Direktheizung wandelt Strom annähernd 1:1 in Wärme um.
- Für große, regelmäßige Wärmemengen ist eine gut ausgelegte Wärmepumpe meist deutlich stromsparender.
- Bei wenigen Betriebsstunden und gezielter Beheizung kann eine Direktheizung trotz geringerer Effizienz wirtschaftlich sein.
- Vergleich immer auf Basis gleicher Komfort- und Schutzanforderungen durchführen.

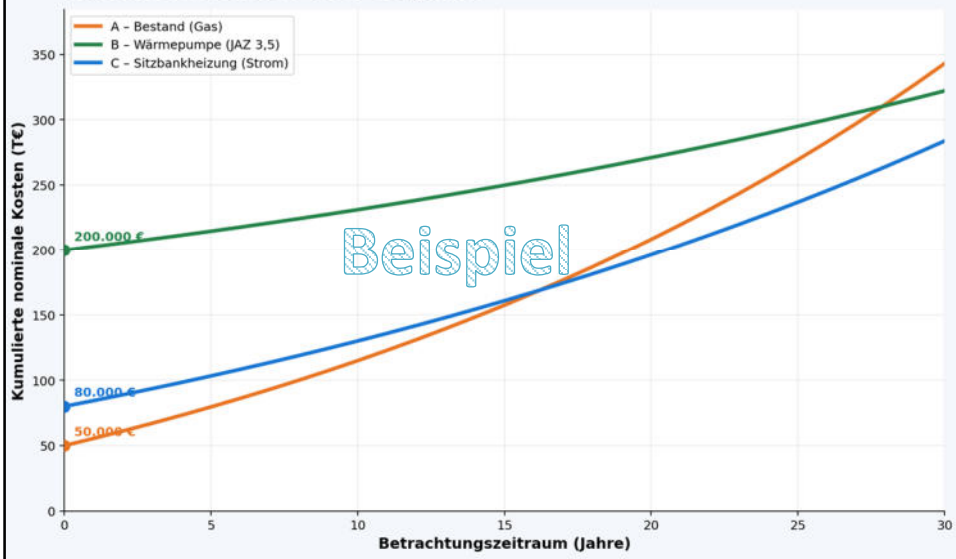
Nicht nur den Wirkungsgrad betrachten – auch Nutzungsdauer, Anschlusskosten und Systemgrenzen zählen.

19

WIRTSCHAFTLICHKEITSBERECHNUNG

Wärmepumpe mit Jahresarbeitszahl (JAZ) 3,5

Kumulierte Kosten über 30 Jahre



ENERGIE-ANNAHMEN

- Gas: 0,15 €/kWh; Index +4 %
- Strom: 0,30 €/kWh; Index +3 %
- Wärmepumpe: Wärmebedarf 15.000 kWh/a
- JAZ 3,5 → Strombedarf 4.286 kWh/a
- Wartung: +2 % p. a.
- Kalkulationszins: 2,5 % p. a.
- Betrachtungszeitraum: 30 Jahre

ERGEBNISSE NACH 30 JAHREN

A: 342.950 €

B: 322.021 €

C: 283.726 €

BARWERT (2,5 %)

A: 241.169 €

B: 281.352 €

C: 215.001 €

Annahmen: 15.000 kWh/a bei der Wärmepumpe = Nutzwärmebedarf; Strombedarf daraus via JAZ 3,5. Ersatzinvestitionen, Förderungen und Restwerte nicht enthalten.

20

Betriebskosten: die entscheidenden Einflussgrößen

WIRTSCHAFTLICHKEIT

- Jährlicher Nutzungsumfang: Gottesdienste, Konzerte, Proben, Besichtigungen und Veranstaltungen.
- Gebäudeverluste: Hüllqualität, Luftwechsel, Zugluft und Raumhöhe.
- Systemeffizienz: Jahresarbeitszahl bei Wärmepumpen bzw. Wirkungsgrad des Wärmeerzeugers.
- Energiepreise, Leistungspreise, Netzentgelte und Wartungsaufwand.
- Regelstrategie: Zonenbetrieb, Vorheizzeiten, Absenkung und Vermeidung unnötiger Laufzeiten.
- **Kostenvergleich über den Lebenszyklus statt nur über die Anschaffung**.

Die tatsächliche Nutzung ist häufig ebenso wichtig wie der nominelle Anlagenwirkungsgrad.

21

Lebenszykluskosten: fair vergleichen

WIRTSCHAFTLICHKEIT

- Betrachtungszeitraum festlegen, z. B. 20 Jahre – passend zur erwarteten Nutzungsdauer.
- Investition, Planung, bauliche Eingriffe und Inbetriebnahme berücksichtigen.
- Energie, Wartung, Reparaturen, Ersatzteile und spätere Erneuerung einrechnen.
- Unterschiedliche Lebensdauern und Restwerte transparent behandeln.
- Energiepreis- und CO_2-Szenarien als Sensitivität darstellen; Annahmen offenlegen.
- Komfort und konservatorische Leistung als gleichwertige Qualitätskriterien mitbewerten.

Die billigste Anlage bei Errichtung ist nicht automatisch die wirtschaftlichste Lösung.

22

Drei typische Anwendungsszenarien

GESAMTKONZEPTE

Ausgangslage	Mögliche Systemstrategie	Prüfschwerpunkt
Gelegentliche Nutzung	Sitzbank-/Strahlungsheizung; nur falls erforderlich ergänzende Grundtemperierung	Nutzungsstunden, Anschlussleistung, konservatorische Grenzen
Wertvolle Ausstattung	Stabile, objektspezifische Grundtemperierung plus gezielte Komfortheizung	Monitoring, zulässige Klimaschwankungen, Orgel-/Kunstschutz
Intensive Nutzung	Hülloptimierung, Wärmepumpe/Fernwärme, Niedertemperatur- und Zonenheizung	Lastprofil, Wärmequelle, Lebenszykluskosten

Beispiele zur Konzeptbildung; konkrete Auslegung erfordert Fachplanung und Bestandsdaten.

Entscheidungsmatrix für Bauherren

ENTSCHEIDUNG

- Welche Bereiche müssen aus **konservatorischen Gründen temperiert** werden – und warum?
- Wie viele **Stunden pro Jahr** wird die Kirche tatsächlich **genutzt**?
- Welche Oberflächen- und Raumklimabedingungen sind für Besucher erreichbar?
- Welche **Wärmequellen** und elektrischen Anschlussleistungen sind **vorhanden**?
- Welche **Eingriffe** sind denkmalpflegerisch und bautechnisch **vertretbar**?
- Welche Variante erfüllt Schutz, Komfort, Klimaziele und Kostenrahmen über den Lebenszyklus?

Zuerst Anforderungen definieren – danach Systeme vergleichen.

DIE KERNAUSSAGE

Die beste Kirchenheizung ist nicht jene, die den Raum am schnellsten erwärmt.

Sondern jene, die mit möglichst wenig Energie ein behagliches Nutzungsklima schafft und zugleich Bausubstanz, Orgel und Kunst langfristig schützt.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

25

Fachliche Grundlagen und Vertiefung

QUELLEN

- EN 15757: Erhaltung des kulturellen Erbes – Spezifikationen für Temperatur und relative Luftfeuchte zur Begrenzung klimabedingter mechanischer Schäden an organischen hygroskopischen Materialien.
- EN 16893: Erhaltung des kulturellen Erbes – Spezifikationen für die Lage, den Bau und die Änderung von Gebäuden oder Räumen zur Lagerung oder Nutzung von Sammlungen.
- ASHRAE Handbook – HVAC Applications, Kapitel Museums, Galleries, Archives and Libraries (als technische Orientierung, nicht als pauschale Kirchenvorgabe).
- ICOMOS / nationale Denkmalpflege- und Restaurierungsleitfäden zu Feuchte, Wärme und energetischer Ertüchtigung historischer Gebäude.
- Österreichische und regionale Vorgaben zu Energieeffizienz, Denkmalschutz, Förderungen und erneuerbarer Wärme aktuell projektspezifisch ergänzen.

Normen und Richtlinien in der jeweils gültigen Ausgabe prüfen; Grenzwerte objektspezifisch festlegen.

26