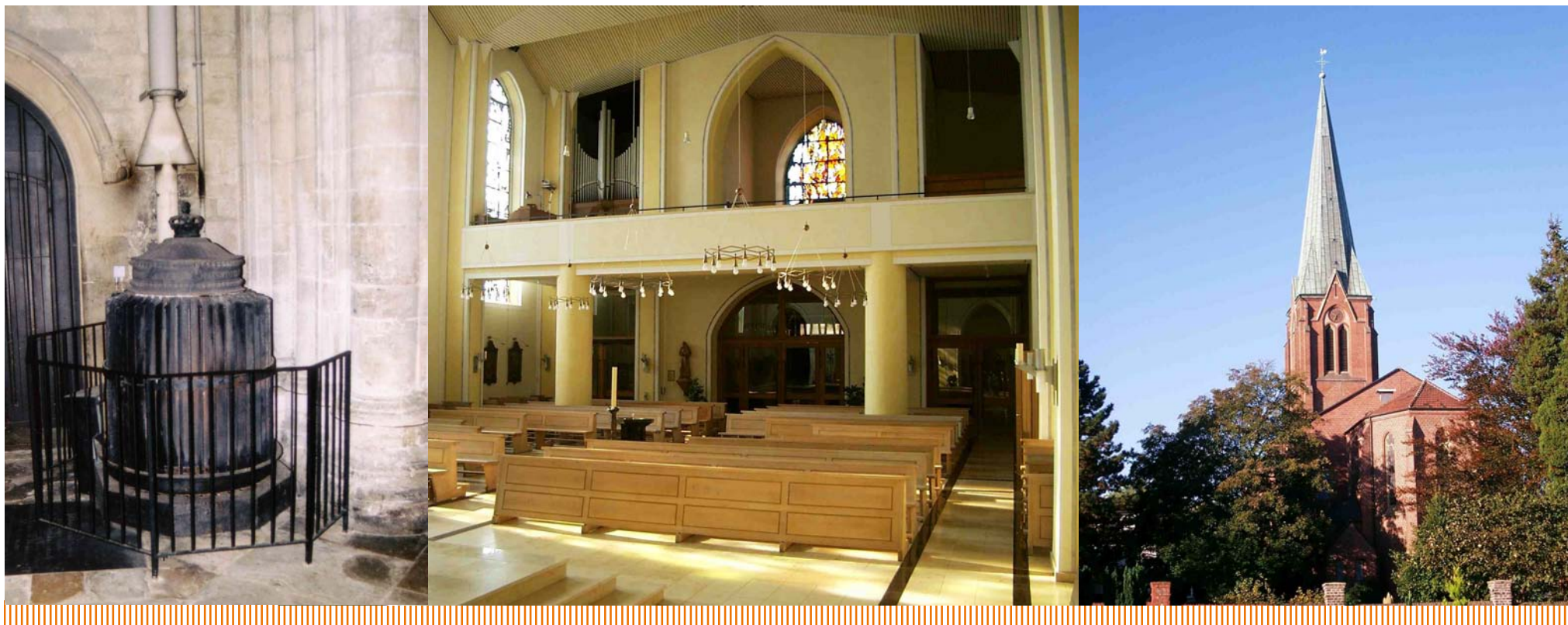




Beheizen und Temperieren von Kirchen.

Beispiele aus dem Bereich Energieeffizienz

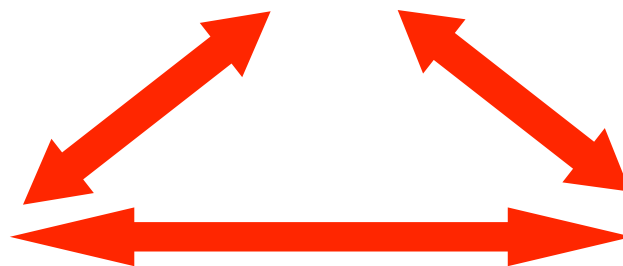
Dipl.-Ing. Christian Dahm
EnergieAgentur.NRW

Spannungsfeld: Kirche



Nutzung

Erhaltung



Gestaltung

60 Minuten „Beheizen von Kirchen“. Das erwartet Sie:

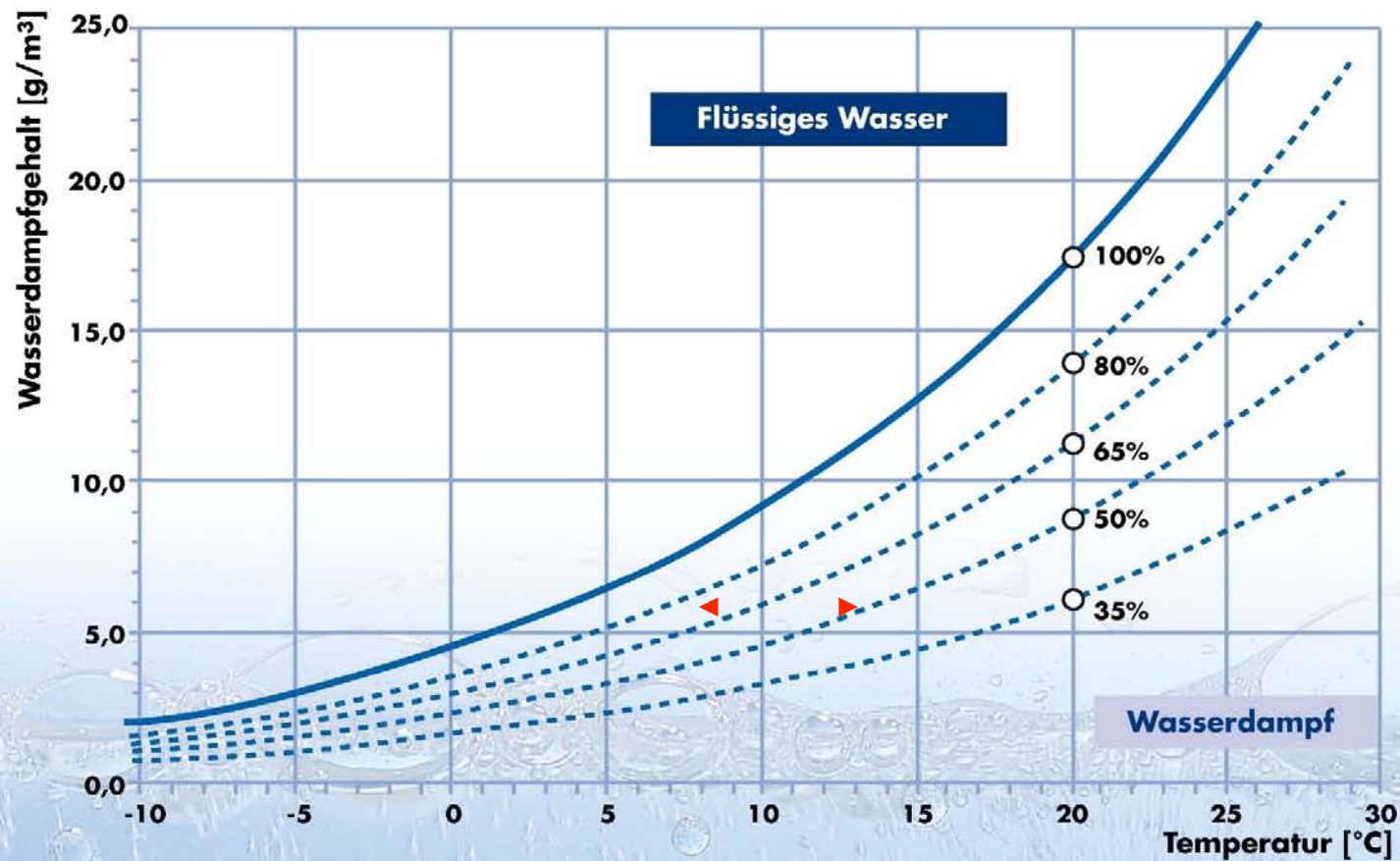
1. Was braucht der Kirchenraum? Welche Grenzen setzt er?
2. Der Blick in die Praxis
3. Lüften von Kirchen
4. Verdrecken / Schwärzen von Kirchen
5. Anforderungen des Kirchenbesuchers
6. bauliche Maßnahmen
7. Zusammenfassung

1. Zielfeuchte zur Erhaltung von Baustoffen

- Einzelne Werkstoffe werden bei extremen Raumluftzuständen geschädigt:
 - Leder, Putze, Leinwände: trocknen aus und können zerstört werden
 - Metall: beginnende Korrosion bei 65 %
(Maximalwert muss noch geprüft werden!)
- allg. Empfehlung:
 - relative Feuchtigkeit: 50-65 %
 - Vermeidung extremer Schwankungen



1. Zusammenhang: Feuchte - Temperatur



1. Volumenänderungen bei Feuchteschwankungen

- Holzvolumen ist stark von Raumluftfeuchte abhängig:
 - Abplatzungen bei Werkstoffverbünden (farbgefasste Figur)
 - reißendes Holz bei massiven Hölzern und verbaute Holz
- allg. Empfehlung (u.a. DIN EN 15757):
 - Vermeidung extremer Schwankungen
 - Erhaltung des „historischen Raumklimas“



1. DIN EN 15757: Erhaltung des kulturellen Erbes... (1)

- „Das Kunstwerk hat sich seiner Umgebung angepasst“

Trotz ggf. vorhandener Grundschädigung können die Schäden größer werden, wenn das Raumklima auf Normwerte zurückgeführt wird.

Empfehlung der Norm:

Erstellung einer Langzeit-Messreihe des Raumklimas

Beurteilung des Kunstgegenstandes durch einen Sachverständigen

=> Ist bei Beibehaltung des Raumklimas keine Schädigung des Werkstücks zu erwarten, soll das historische Klima beibehalten werden.

- „Kurzzeitige Schwankungen des Raumklimas ist zu vermeiden“

Erkenntnis: Kurzzeitige Schwankungen sind meist sehr stark und abrupt.

=> größte Schädigung

Empfehlung: Kurzzeitige Schwankungen sollen den Bereich der langfristige Schwankungen nicht überschreiten

=> Vermeidung von Spitzenwerten

1. Zwischenfazit

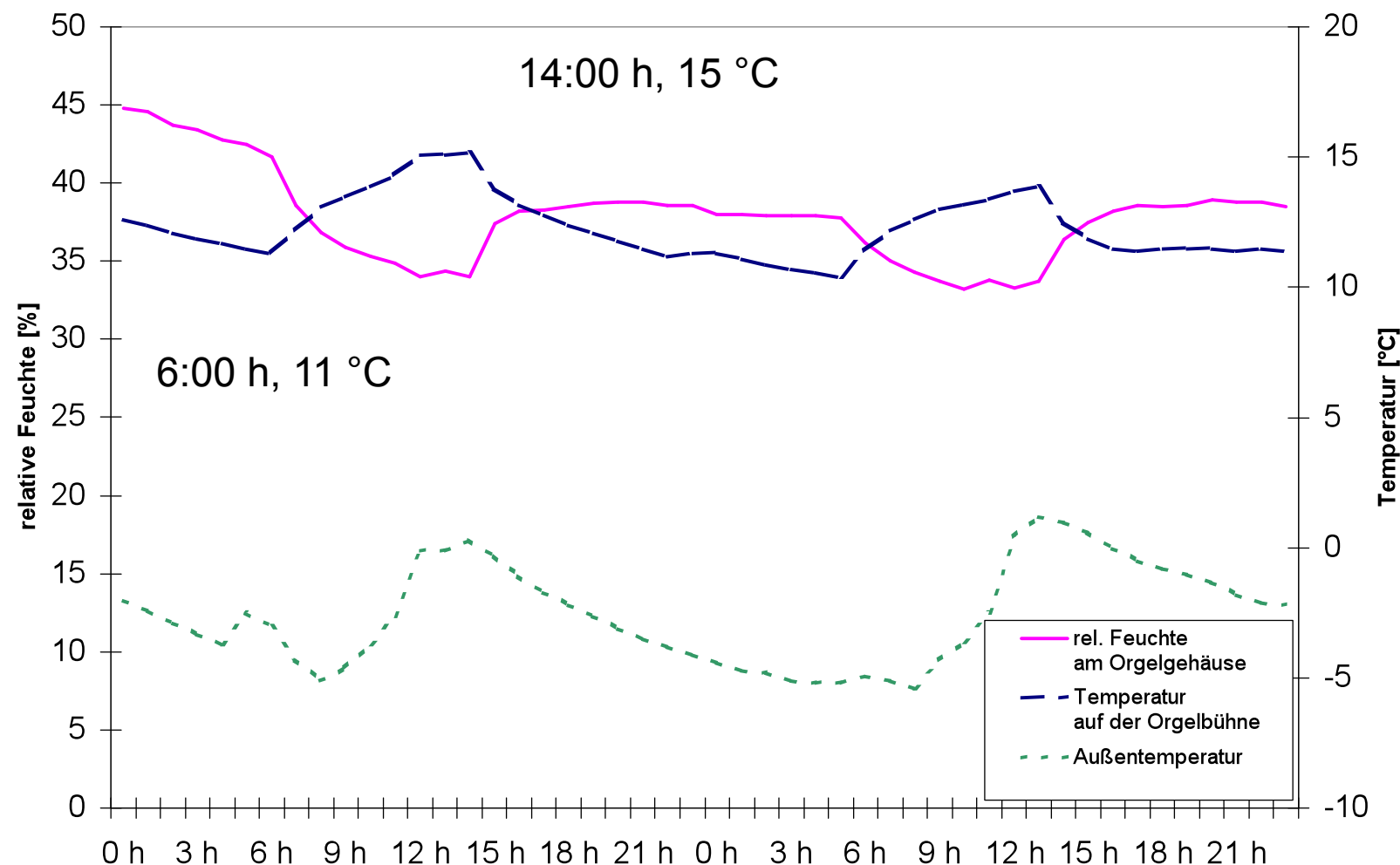
- Jede Kirche mit wertvollen Einbauten sollte einen Datenlogger besitzen.
- Jede Kirchenheizung sollte über eine Regelautomatik mit Feuchte-Vorrangschaltung verfügen.

2. Der Blick in die Praxis: Innenraumtemperatur Kirche



2. Der Blick in die Praxis: Beispielhafte Temperaturmessung

Die 23.01.2007 + Mi 24.01.2007



2. Energieeinsparung und Innenraumtemperatur Kirche

	1.Variante	2.Variante	3.Variante	4.Variante	5.Variante	6.Variante	7.Variante
0	12	12	10	8	8	8	8
1	12	12	10	8	8	8	8
2	12	12	10	8	8	8	8
3	12	12	10	9	8	8	8
4	12	13	10	10	8	8	8
5	12	14	11	11	8	8	8
6	12	15	12	12	9	8	9
7	13	16	13	13	10	8	10
8	14	17	14	14	11	8	11
9	15	18	15	15	12	8	12
10	14	17	14	14	11	8	11
11	13	16	13	13	10	8	12
12	12	15	12	12	9	9	11
13	12	14	11	11	8	10	10
14	12	13	10	10	8	11	11
15	12	12	10	9	8	12	12
16	12	12	10	8	8	11	11
17	12	12	10	8	8	11	10
18	12	12	10	8	8	12	9
19	12	12	10	8	8	11	8
20	12	12	10	8	8	10	8
21	12	12	10	8	8	9	8
22	12	12	10	8	8	8	8
23	12	12	10	8	8	8	8
	12,4	13,5	11,0	10,0	8,7	9,1	9,5

2. Innenraumtemperatur Kirche

- Standardgebäude (21 °C) gilt:
 - 1° Absenkung => ca. 6 % Einsparung
- Kirchen
 - 1° Absenkung => ca. **10 % Einsparung**
- Warum ?
- => $\text{Einsparung [\%]} = 1 \text{ Kelvin} / (T\text{-Raum} - T\text{-Außen})$
- Wärmekosten Kirchen: 3.000 ... 6.000 €/a
(5 ct/kWh; 400 m²)

2. Der Blick in die Praxis: Befeuchtung ?



2. Der Blick in die Praxis: Befeuchtung ?



2. Der Blick in die Praxis: Befeuchtung ?

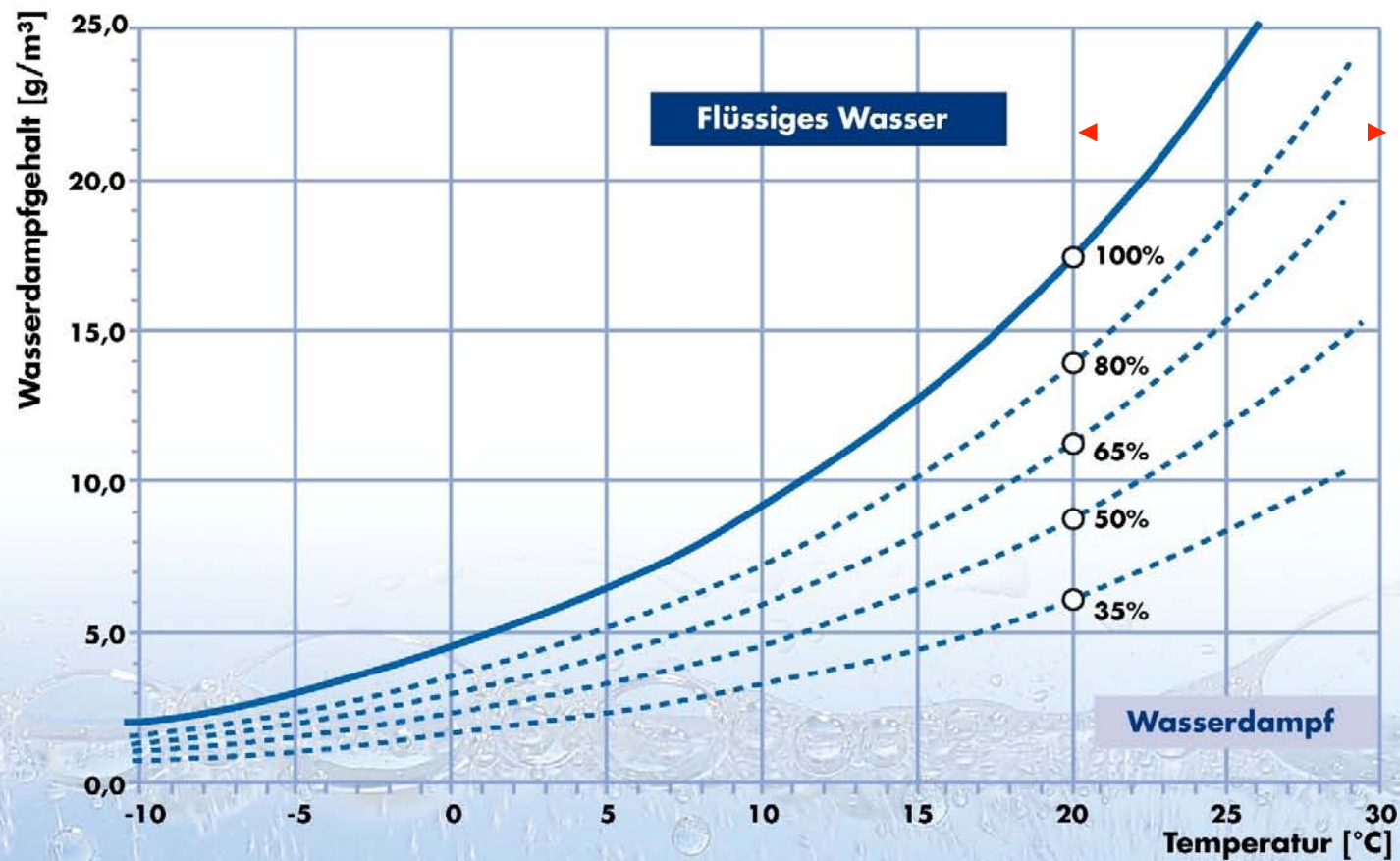




3. Lüften von Kirchen - Sommerproblem



Taupunktkurve



3. Lüften von Kirchen - Sommerproblem



3. Lüften von Kirchen

- NICHT Lüften:

Taupunkttemperatur der Außenluft <
Oberflächentemperatur der Innenwand

- Lüften ist MÖGLICH:

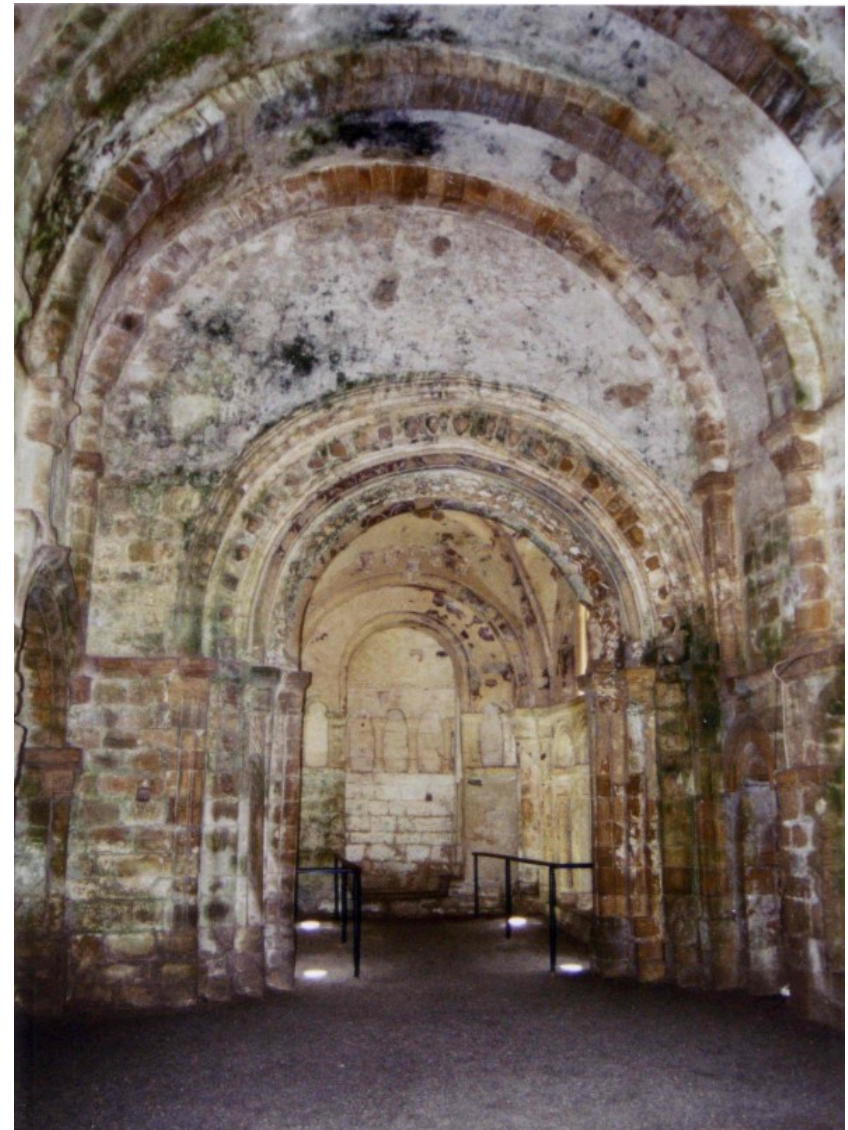
Bei trockener Raumluft:

Abs. Wassergehalt der Außenluft > Abs.
Wassergehalt der Innenluft

Bei feuchter Raumluft:

Abs. Wassergehalt der Außenluft < Abs.
Wassergehalt der Innenluft

ABER: ggf. erhöhte Heizkosten



4. Verdrecken / Schwärzen von Kirchen



4. Verdrecken / Schwärzen von Kirchen

- Hauptgrund für Schwärzen:
 - Heizungen produzieren einen Warmluftstrom
 - Wandoberfläche kälter als Warmluftstrom
 - Feuchtekondensation an Außenwand
 - hohe Luftgeschwindigkeiten => Turbulenzen
=> Verstärkte Kondensation
- ⇒ Feuchtefilm an der Innenoberfläche der Außenwand
- In der Luft sind immer Schmutzpartikel, die sich an dem Feuchtefilm anhaften.
- Herkunft der Partikel:
 - von Außen, Rußpartikel (Kerzen), Weihrauch
 - Verwitterung der Kirche (Putze etc.)



4. Verdrecken / Schwärzen von Kirchen

- Empfehlung zur Vermeidung von Schwärzen:
 - Verringerung Kondensation:
 ΔT (Basis, Gottesdienst) = max. 5 Kelvin
 - Verringerung von Turbulenzen:
mögl. kleine Luftgeschwindigkeiten
mögl. gleichmäßige, flächige Wärmeeinbringung
 - Verringerung Schmutzpartikel:
rußarme Kerzen, Reinigen der Kirche
bei Warmluft-Hzg: Wechsel der Luftfilter
keine Luftauslässe im Gangbereich



4. Verdrecken / Schwärzen von Kirchen



5. Anforderung des Kirchenbesuchers



6. Bauliche Maßnahmen: Verminderung der Fußkälte



6. Bauliche Maßnahmen: Verminderung der Fußkälte



6. Bauliche Maßnahmen: Eingangsbereich - Windfang

- Vermeidung von Zugerscheinungen
- Weniger Wärmeverluste
- Weniger Lärmbelastung

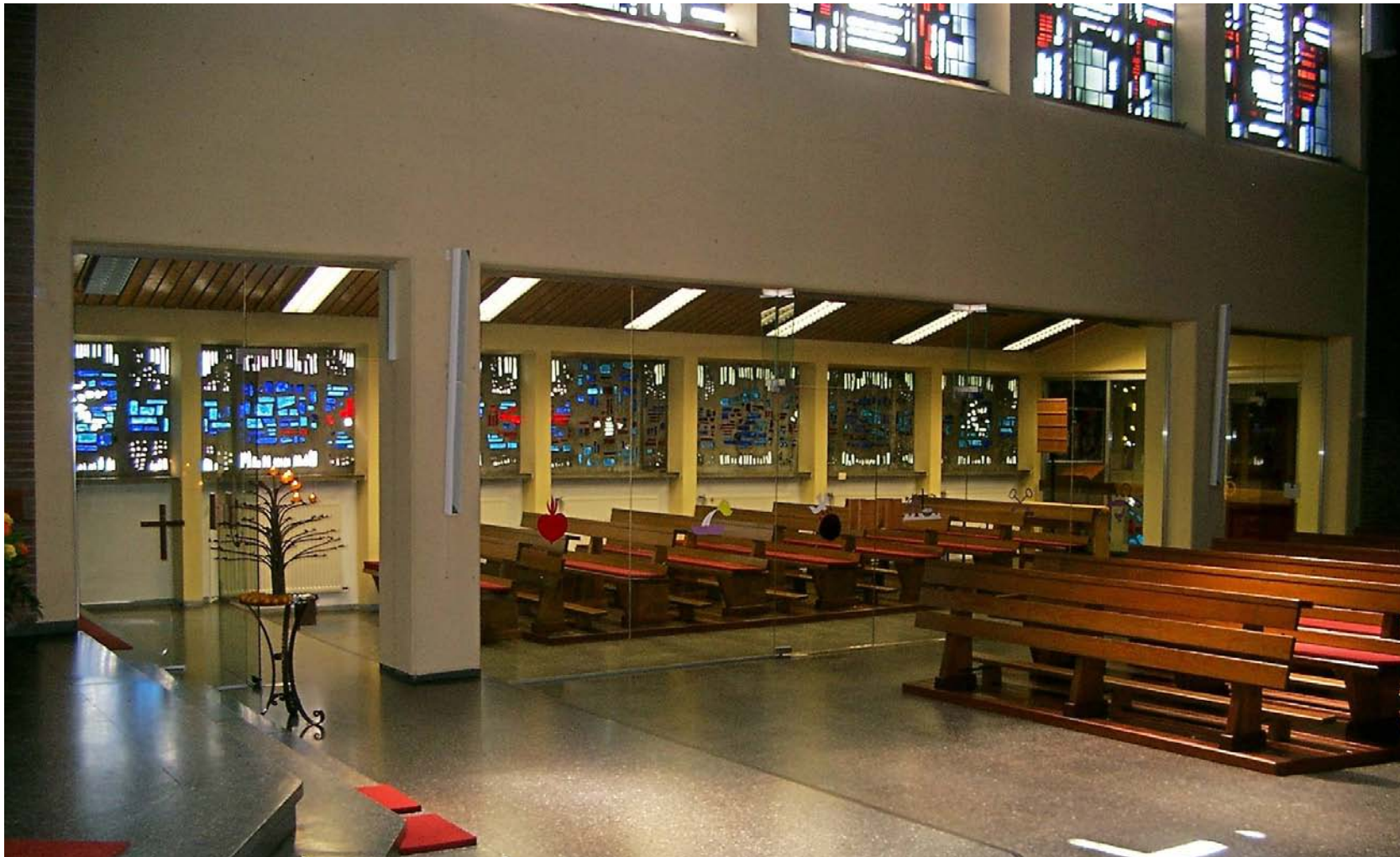


6. Bauliche Maßnahmen: Schutzverglasung

- Eine Schutzverglasung ist ein Schutz der (Original-)Verglasung
- bauphysikalisch nicht trivial
=> immer mit Facharchitekten
- energetisch nur selten zu rechtfertigen



6. Bauliche Maßnahmen: Verminderung der beheizten Fläche



6. Bauliche Maßnahmen: Verminderung der beheizten Fläche



7. Kirchenheizungssysteme: Planung der Anlagentechnik - VDI 3817!

ICS 91.140.01		VDI-RICHTLINIEN		Februar 2010 February 2010	
VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE		Technische Gebäudeausrüstung in Baudenkmälern und denkmalwerten Gebäuden Building services in listed and historical buildings		VDI 3817 Ausg. deutsch/englisch Issue German/English	
Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.		The German version of this guideline shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.			
Inhalt	Seite	Contents	Page		
Vorbemerkung	2	Preliminary note	2		
Einführung	2	Introduction	2		
1 Anwendungsbereich	3	1 Scope	3		
2 Begriffe	3	2 Terms and definitions	3		
3 Denkmalschutz und Denkmalpflege (Gesetze, Organisationen, Verfahren)	5	3 Heritage protection and conservation	5		
4 Werterhaltung durch Erst- oder Übergangsicherung	7	4 Conservation by initial or provisional measures	7		
5 Allgemeine Planungsgrundsätze	8	5 General planning principles	8		
6 Entwurfs- und Ausführungsplanung	13	6 Planning of design and execution	13		
7 Ausführung	36	7 Execution	36		
8 Betrieb und Instandhaltung	43	8 Operation and maintenance	43		
9 Weiterverwendbarkeit von Werkstoffen	44	9 Reusability of materials	44		
Anhang A Checkliste Förderanlagen	50	Annex A Check list for conveyor systems	50		
Anhang B Unterweisung über Maßnahmen zum Schutz der Bausubstanz gemäß der Richtlinie VDI 3817, Abschnitt 7	51	Annex B Instruction on measures for the protection of the building structure according to guideline VDI 3817, Section 7	51		
Schrifttum	52	Schrifttum	52		

VDI-Gesellschaft Bauen und Gebäudetechnik (GBG)
Fachbereich Technische Gebäudeausrüstung

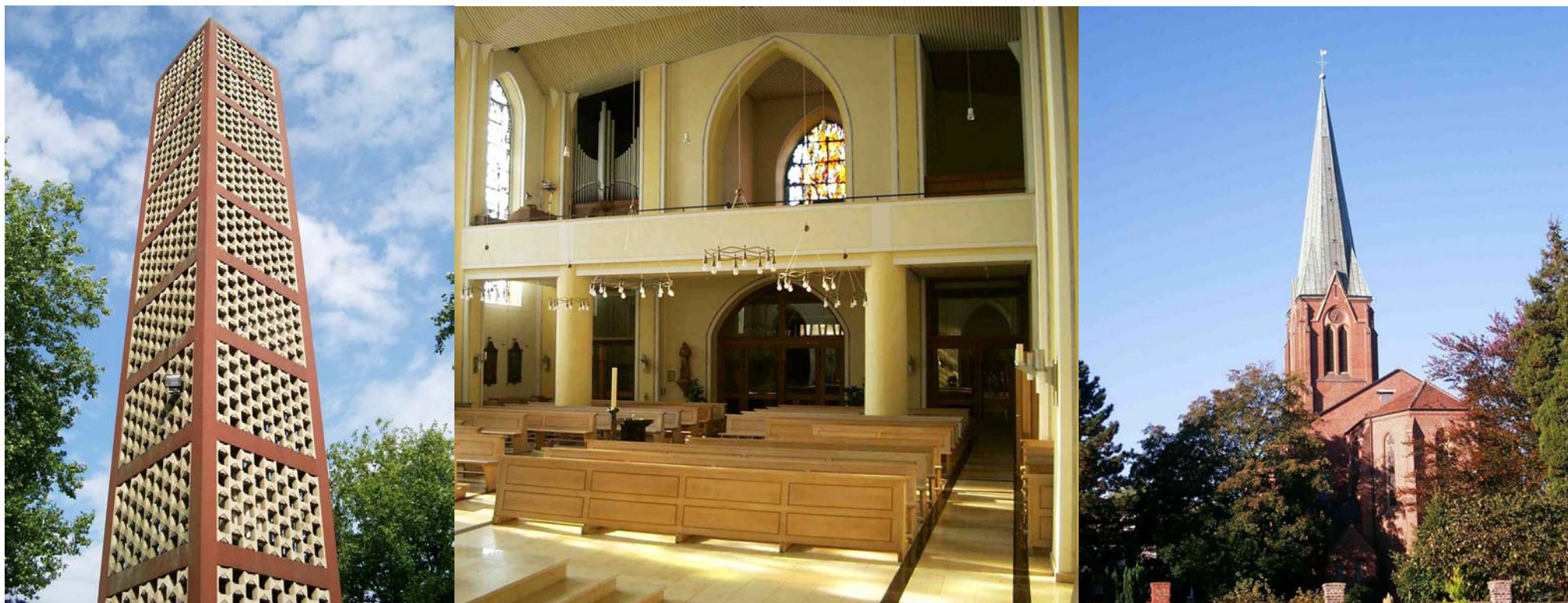
VDI-Handbuch Architektur
VDI-Handbuch Aufzugstechnik
VDI-Handbuch Bautechnik – Gebäuderelevante Systeme
VDI-Handbuch Elektrotechnik und Gebäudeautomation
VDI-Handbuch Raumlufttechnik
VDI-Handbuch Sanitärtechnik
VDI-Handbuch Wärme-Heiztechnik

VDI 3817 „Technische Gebäudeausrüstung denkmalwerter Gebäude“

- Anforderungen an die TGA sollen in einem Raumbuch festgelegt werden.
- Festlegung ergänzender Leistungen
(Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen, raumklimatische Messungen)
- Detaillierte Bestandsaufnahme und Dokumentation
- Führung eines Betriebsbuches
(Wann erfolgte wo welche Instandhaltungsmaßnahme?)
- Bedienungshandbuch für techn. Anlagen

8. Zusammenfassung der Vorgaben

- möglichst konstante relative Feuchte bei 50-65 %, bzw. im „historischen Klima“
 - ⇒ Regelung der Heizung über Feuchtefühler
 - ⇒ zulässige Raumlufttemperaturen hängen von Feuchtwerten ab
- möglichst langsame und seltene Änderungen der Raumluftfeuchte
- kleine Luftgeschwindigkeiten, gleichmäßige Wärmeeinbringung
(Behaglichkeit, Schwärzen)
- Verringerung der Schmutzpartikel
- Differenz zwischen Nutz- und Absenkttemperatur max. 5 °C
- Steigerung der Aufenthaltsqualität durch „passive“ Maßnahmen
- Aufnahme von Fachrichtlinien in die Ausschreibungen/Aufträge
(VDI 3817, WTA E 6-12, DIN EN 15759 ...)
- Einfache, nachvollziehbare, angemessene Heizungsregelung !



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

Dipl.-Ing. Christian Dahm
EnergieAgentur.NRW
Tel.: 0202 / 24 55 2 43, dahm@energieagentur.nrw.de