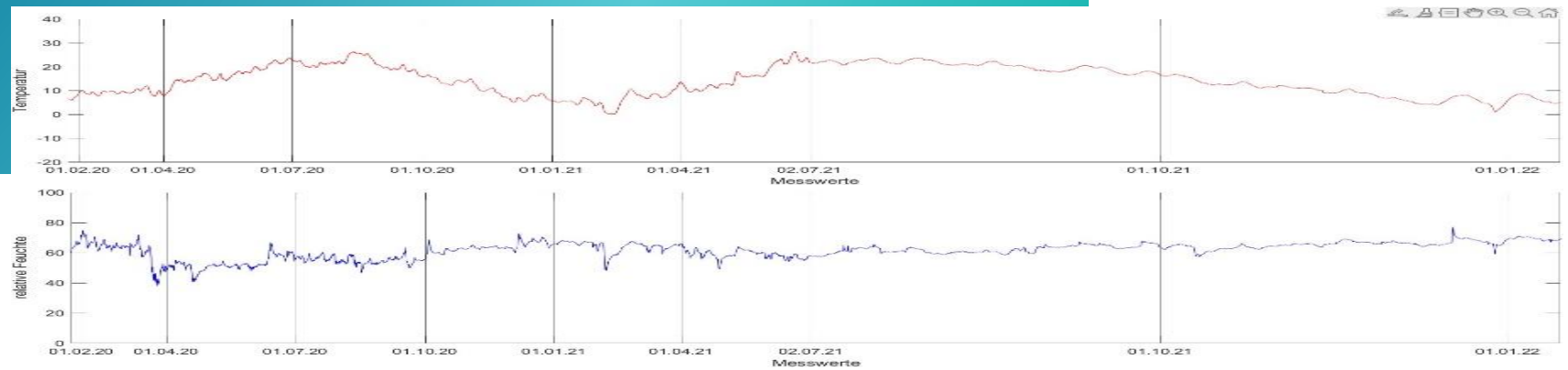
Hintergründe zur Klimadiskussion und Vorstellung des Referates „Präventive Konservierung“

Ralf Kilian



Klimatisch bedingte Schäden in Lye Kyrka, Gotland



Bild: Tor Broström, 2012

Klimatisch bedingte Schäden in Lye Kyrka, Gotland



Bild: Tor Broström, 2012

Schadensursachen und Risiken durch Klimawirkungen

- Hohe Luftfeuchte
  (Quellen, irreversible Deformation, Schimmel, Salze in Lösung)

- Niedrige Luftfeuchte
  (Schrumpfen, Kristallisation von Salzen)

- Niedrige Temperaturen → thermisch bedingtes Schrumpfen /
  unterhalb der Glasübergangstemperatur → Versprödung

- Hohe Temperaturen → thermische Dehnung /
  chemische und biologische Verfallsprozesse laufen schneller

- Schwankungen von Temperatur und Feuchte
  (mechanische Schäden an Materialien)

→ Bewertung des Schadenspotentials durch Temperatur und Feuchte

- extern -

Raumklima – Frühere Empfehlungen für Museen

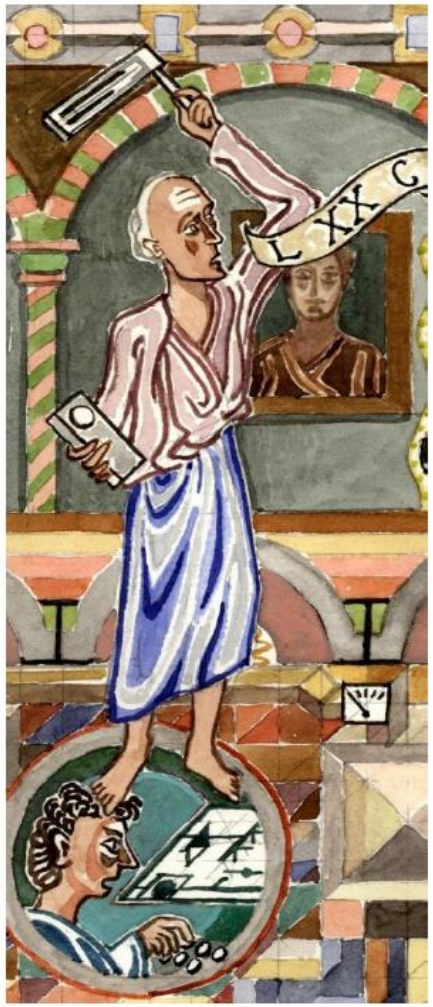


Illustration: Tim Padfield, 1999

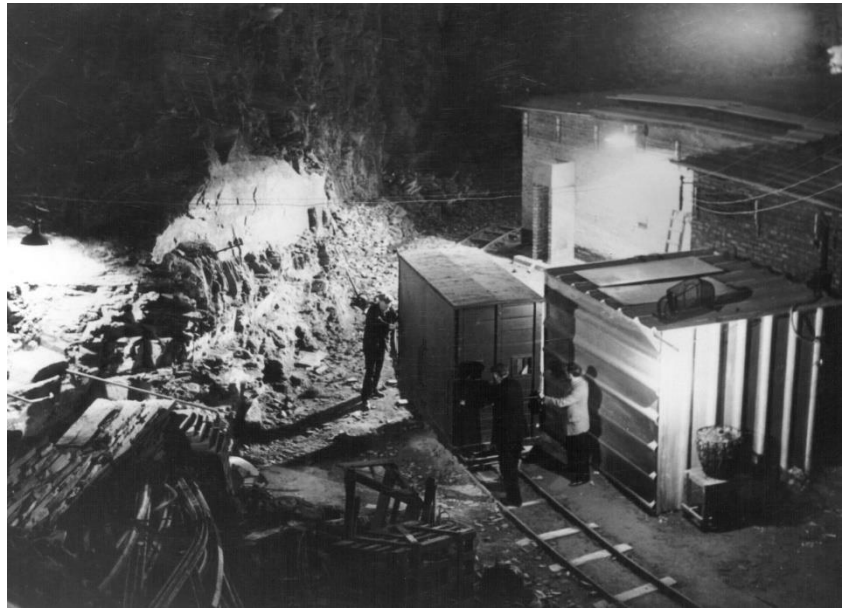
Garry Thomson
'The Museum Environment'
2nd edition, London, 1986

	Klasse 1	Klasse 2
Temperatur	Winter 19 ± 1°C Sommer bis 24 ± 1°C	Ausreichend konstant, um rF zu stabilisieren
RF	50 oder 55 ± 5% rF	40 - 70% rF
RF, gemischte Sammlungen	45 - 60% rF	40 - 70% rF

Anpassung nach geografischer Lage

- extern -

Auslagerung von Kunstwerken im Manod Stollen, Wales





Depots der National Gallery
während des 2. Weltkriegs, 1941

Quelle: nationalgallery.org.uk

Wechsel der Empfehlungen / Entwicklung der Standards für Sammlungen seit 1904

Quelle	Jahr	Temperatur [°C]	Relative Feuchte [%]
Sarrazin[19]	**1904**	**max. 13**	**68**
MacIntyre	ca. 1934		55 – 60
Coremans	1935	15	60
Rawlins	1942	15.6	60
Rawlins	1943	15.6	55 +- 3
Anon.	1950	18.3	58
Keeley et al.	1951	18.5	55
Anon.	1955		für Tafeln 65, wegen Kondensation 50 - 55
Plenderleith und Philippot	**1960**	**(17)**	**50 - 60, optimal bei 58**
Brommelle	1967		50 – 60 +- 3
Wolters	1966 und 1973	16 - 18	50 - 65, optimal bei 58
Richter	1971	18	50 – 65
Thomson	1978	20 +- 1.5	50 – 55 +- 4
Stolow	1979	15 - 20	60 – 65
de Guichen ICCROM	1980		50 – 65
Kühn	1981	12 - 18	55 - 60, im allgemeinen jedoch 45 - 65 genügend, geringe Schwankungsbreite
Thomson	1986	19 +- 1 im Winter und bis zu 24 +- 1 im Sommer	50 oder 55 +- 5
Hilbert	1987	20 - 24 +- 2 bei jahreszeitlicher Anpassung	45 – 55 +- 2
Richard et al.	1991	23	50 - 60
Michalski	1993		45 – 55 +- 5
Ashley-Smith et al.	**1993**	**20 +-1 in 95% der Zeit**	**50 +- 5 in 95% der Zeit**
Hilbert	1996	18 - 25	45 – 55 +- 2

Alte „ICOM Empfehlungen“

Raumklima - Empfehlungen für Museen

Jahreszeitliches Gleiten von Temperatur und relativer Feuchte

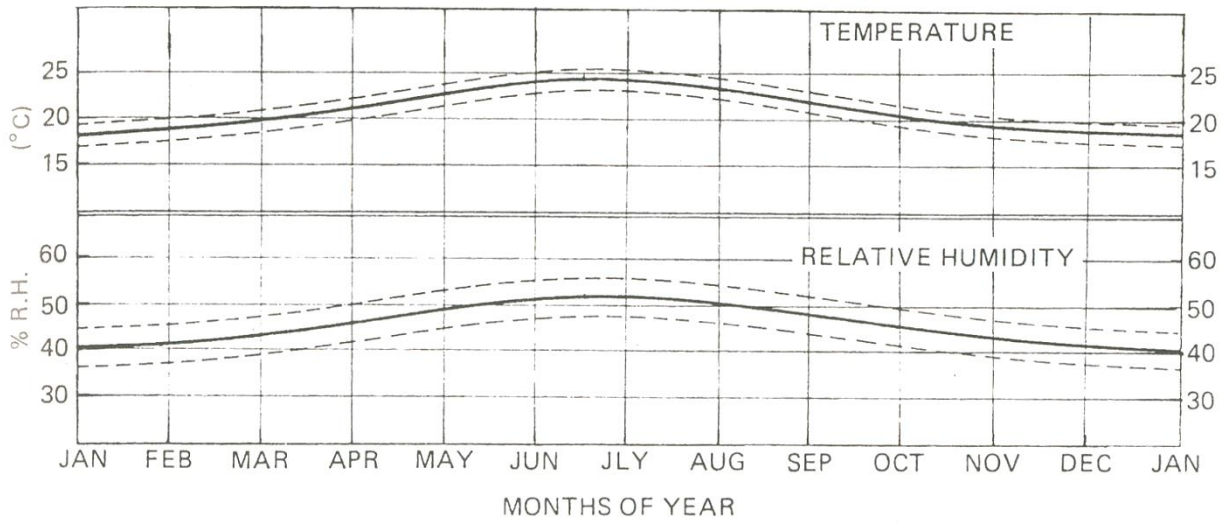


Abb. II-33
Sollwertprogramm für Temperatur und rF für die gemäßigten Breiten (Stolow 1988)

Kurzzeitschwankungen durch regelungsbedingtes Pendeln

-Raumlufttemperatur max ± 2 K

-relative Luftfeuchte max ± 2% r.F.

- extern -

Raumklima - Empfehlungen für Museen

Günther S. Hilbert: Sammlungsgut in Sicherheit (nach Stolow, 1988), 2002

Tab. II-9
Sollwertbereiche der relativen Feuchte in Räumen mit Sammlungsgut; aus Stolow (1988), gekürzt

Sammlungsgut	Rel. Feuchte %
Leinwandgemälde	40 … 55
Holztafelgemälde, Skulpturen	45 … 60
Elfenbein, Lackarbeiten	50 … 60
Pergament	55 … 60
Papier	≤ 40 … 50
Photografisches. Material	30 … 45
Kostüme, Textiles Gut	30 … 50
Möbel, Intarsien	40 … 60
Archäologisches, ethnologisches, botanisches Material (Holz, Leder, Faserstoffe, getrocknete Pflanzen, Samen etc)	40 … 60
Glas, insbesondere ‚kranke' Gläser	≈ 40
Keramik, Ziegel, Stein, abhängig vom eventuellen Salzgehalt	20 … 60
Waffen, Rüstungen, Münzen, je nach Grad der Korrosion	15 … 40

Temperatur 18 - 25° C wegen Komfort der Besucher
(16° C für einige Materialien sinnvoll aber nicht realisierbar)

- extern -

Forschungsprojekt: Nachhaltige Sanierung von Museen

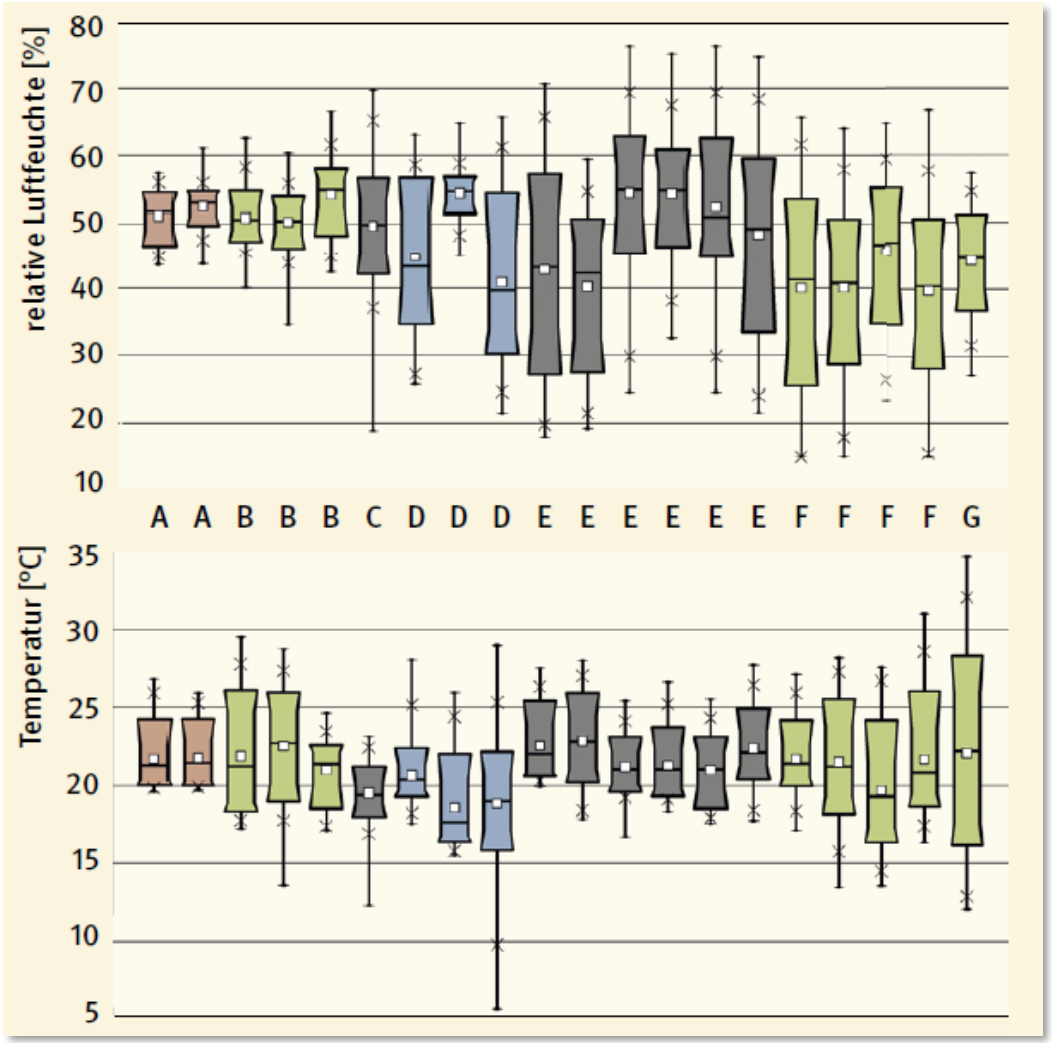


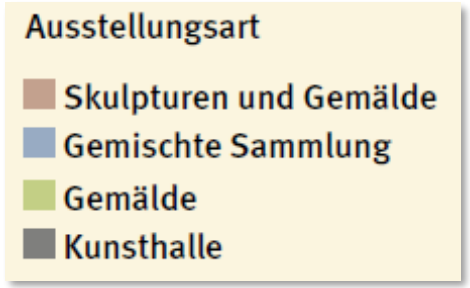
Gefördert durch:

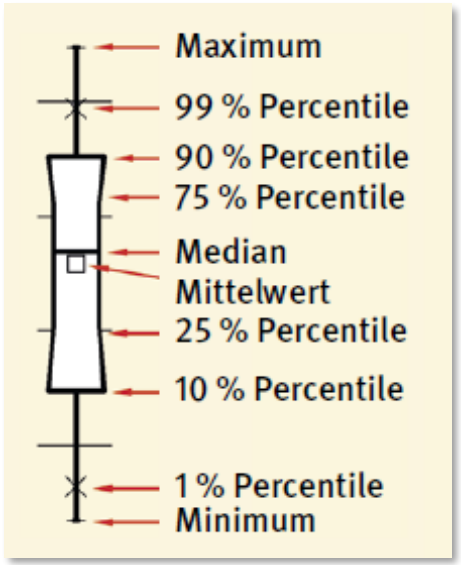
Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Raumklima in deutschen Museen (2008-2009)



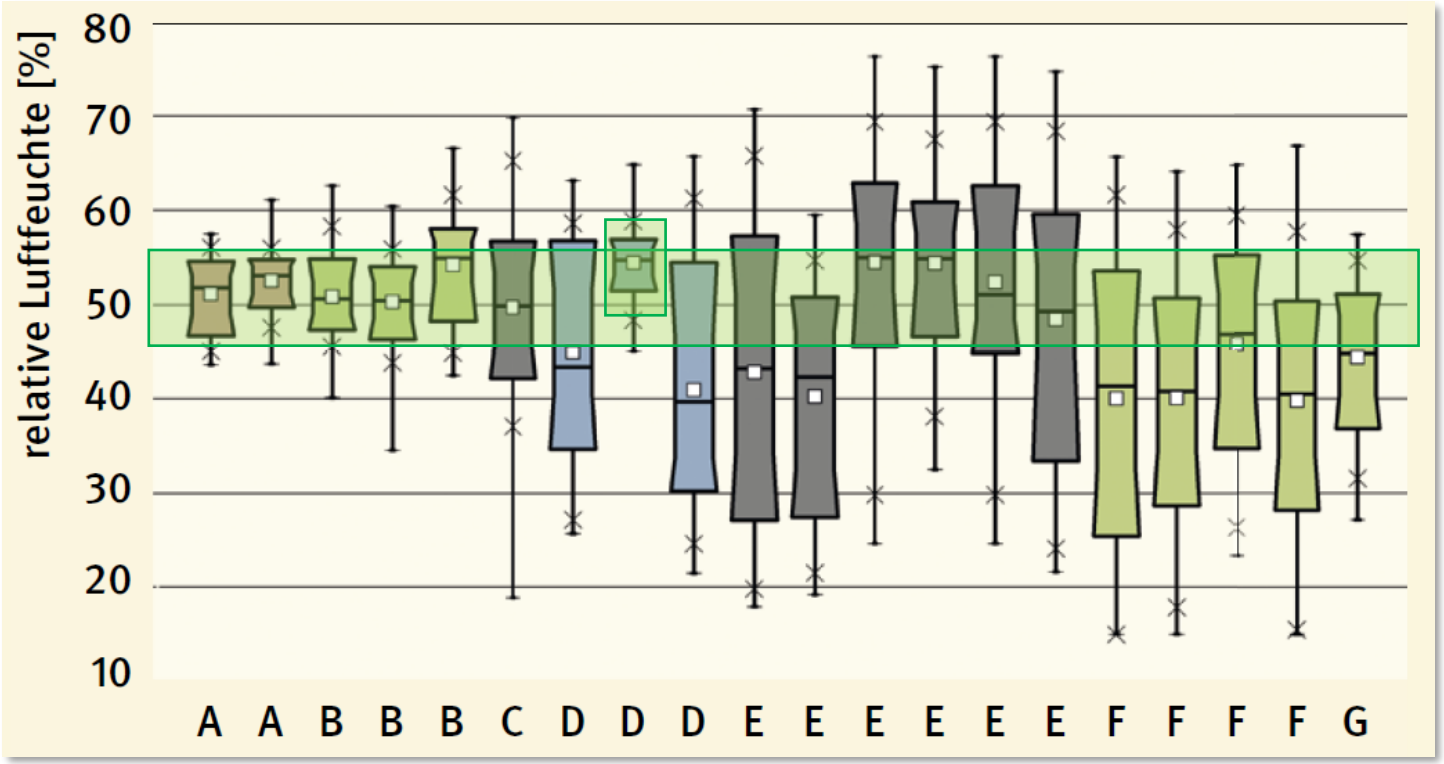




Quelle: Huckemann, Volker; Kilian, Ralf; Klemm, Lars; Rösler, Markus; Werdin, Heiko und Hoppe, Michaela:
„Museen nachhaltig sanieren. Kunstwerke schützen, Denkmäler erhalten, Energieeffizienz erreichen“.
BINE Themeninfo II/2014. Sanierung von Gebäuden unter Denkmalschutz. Karlsruhe 2014

- extern -

Raumklima in deutschen Museen (2008-2009)

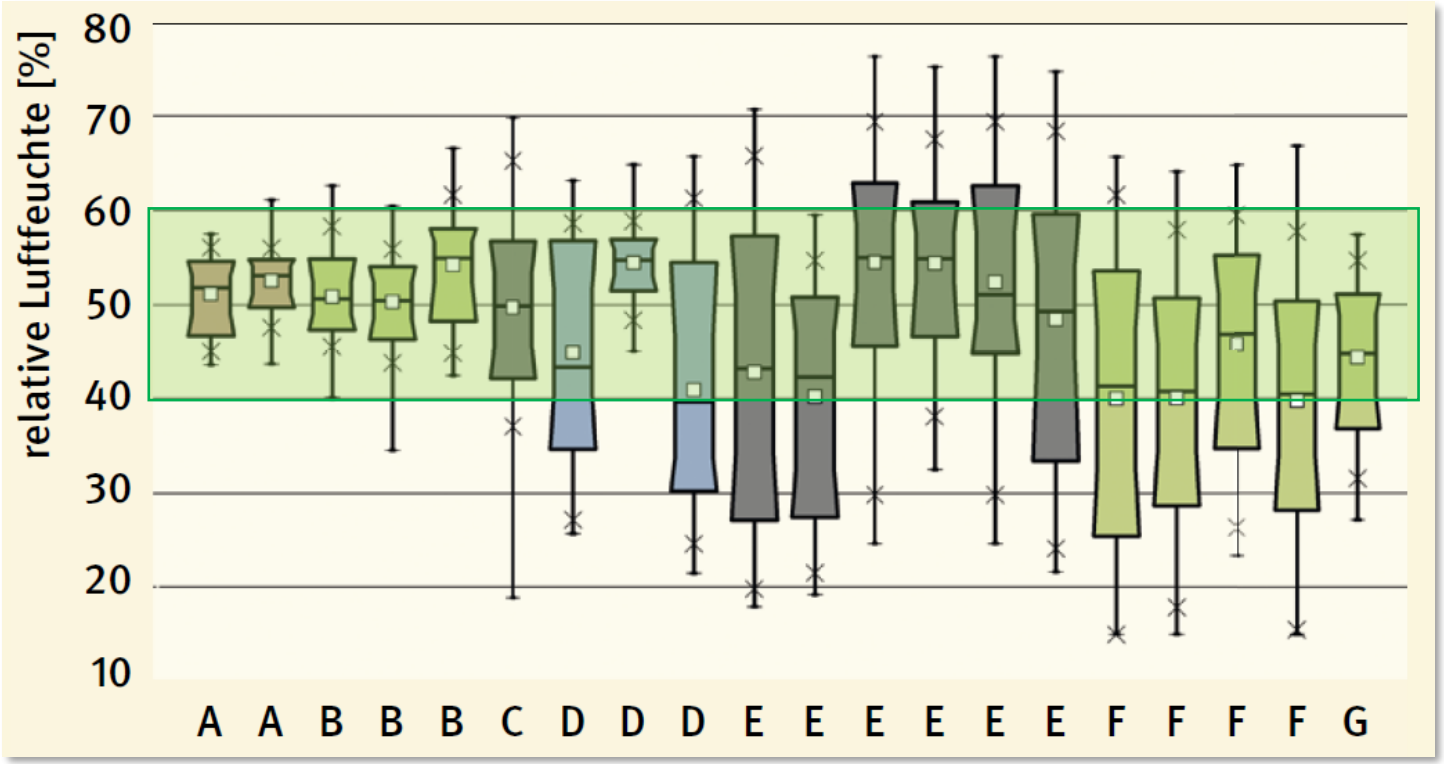


ICOM
1960-2014

Quelle: Huckemann, Volker; Kilian, Ralf; Klemm, Lars; Rösler, Markus; Werdin, Heiko und Hoppe, Michaela: „Museen nachhaltig sanieren. Kunstwerke schützen, Denkmäler erhalten, Energieeffizienz erreichen". BINE Themeninfo II/2014. Sanierung von Gebäuden unter Denkmalschutz. Karlsruhe 2014

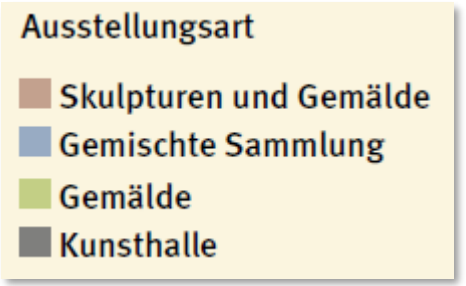
- extern -

Raumklima in deutschen Museen (2008-2009)



ICOM 2014

Quelle: Huckemann, Volker; Kilian, Ralf; Klemm, Lars; Rösler, Markus; Werdin, Heiko und Hoppe, Michaela: „Museen nachhaltig sanieren. Kunstwerke schützen, Denkmäler erhalten, Energieeffizienz erreichen". BINE Themeninfo II/2014. Sanierung von Gebäuden unter Denkmalschutz. Karlsruhe 2014



- extern -

Die aktuelle Klimadebatte in Museen

ICOM Richtlinien / Standards für den Leihverkehr

→ ASHRAE Standards, 2003

→ DIN EN 15757, 2010

- extern -

DIN EN Normen zur Erhaltung des kulturellen Erbes

DEUTSCHE NORM Dezember 2010

DIN EN 15757

DIN

ICS 97.195

Erhaltung des kulturellen Erbes –
Festlegungen für Temperatur und relative Luftfeuchte zur Begrenzung klimabedingter mechanischer Beschädigungen an organischen hygroskopischen Materialien;
Deutsche Fassung EN 15757:2010

Conservation of Cultural Property –
Specifications for temperature and relative humidity to limit climate-induced mechanical damage in organic hygroscopic materials;
German version EN 15757:2010

Conservation des biens culturels –
Spécifications applicables à la température et à l'humidité relative pour limiter les dommages mécaniques causés par le climat aux matériaux organiques hygroscopiques;
Version allemande EN 15757:2010

- extern -

Die aktuelle Klimadebatte in Museen

ICOM Richtlinien / Standards für den Leihverkehr

→ ASHRAE Standards, 2003

→ DIN EN 15757, 2010

→ Bizot Group Interim Guidelines 2012

→ ICOM sowie AIC und AICCM 2014: Offizielle Anerkennung der Bizot Interim Guidelines als tatsächliche, neue ICOM Richtlinien

40 – 60 % r.F., 16 – 25 °C; Schwankungen in 24 h < ± 10 % rF

→ Doerner-Institut: Stable is Safe. Münchner Position.

- extern -

IIC and ICOM-CC Declaration 2014

International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works

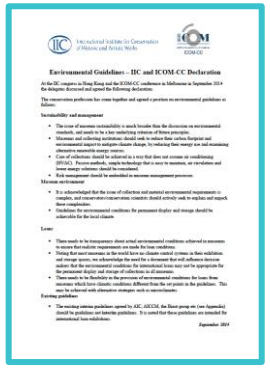
INTERNATIONAL COUNCIL OF MUSEUMS
ICOM-CC

Environmental Guidelines – IIC and ICOM-CC Declaration

At the IIC congress in Hong Kong and the ICOM-CC conference in Melbourne in September 2014 the delegates discussed and agreed the following declaration:

The conservation profession has come together and agreed a position on environmental guidelines as follows:

Sustainability and management



- extern -

Die aktuelle Klimadebatte in Museen

Warum die bisherigen Vorgaben verändern / aufweiten?

- Politische Debatte um CO_2 Einsparung und Energiekosten

  → „Das Grüne Museum“

- Vereinfachung des Leihverkehrs

- Anpassung an die Realität

  vs. bestehendes Unwissen darüber, welches Klima tatsächlich schädlich ist

- **Gas-, Energie- und Klimakrise**

- extern -



Quelle: https://www.zdf.de/assets/nordstream-gasleck-100~1280x720?cb=1664447139098

Energiekrise: Museumsbund empfiehlt neue Richtlinien für die Museumsklimatisierung

Aus Anlass der drohenden Energieknappheit empfiehlt der Deutsche Museumsbund als Notfallmaßnahme und unter bestimmten Bedingungen die Einführung eines erweiterten Klimakorridors bei der Museumsklimatisierung.

Quelle: https://www.museumsbund.de/energiekrise-museumsbund-empfiehlt-neue-richtlinien-fuer-die-museumsklimatisierung/, Stand 24.10.2022

DMB Empfehlungen 2022

Klimakorridor für Sammlungsgut

Statt eines einzelnen Sollwerts (single set point) wird ein Klimakorridor im Betrieb mit festen Grenzwerten (dual set point) empfohlen.

Das bedeutet, dass alle Werte innerhalb des Korridors als akzeptabel bewertet werden, sofern das Sammlungsgut keinen spezifischen konservatorischen Anforderungen unterliegt (siehe Bemerkung 4). Das dauerhafte Ausreizen der Grenzwerte sollte dabei jedoch vermieden werden.

Bei extrem hohen Außentemperaturen sind zur Einhaltung der Grenzwerte ggf. ergänzende organisatorische Maßnahmen zur Reduzierung des Wärmeeintrags notwendig.

Diese Empfehlung wurde vor dem Hintergrund der aktuellen Energiekrise (Alarmstufe 2) verfasst und wird zur schnellen Umsetzung empfohlen. Eine kontinuierliche Begleitung und Evaluierung sind dringend erforderlich.

Quelle: https://www.museumsbund.de/energiekrise-museumsbund-empfiehlt-neue-richtlinien-fuer-die-museumsklimatisierung/, Stand 24.10.2022

1. Ausstellungen

Temperatur Grenzwert: 18°C (nach Arbeitsstättenrichtlinie ASR) und 26°C.

Bei für die Öffentlichkeit länger geschlossenen Ausstellungen ohne ständigen Arbeitsplatz ist im Winter auch eine Raumtemperatur von 15 °C möglich (siehe Depot).

Relative Luftfeuchtigkeit Grenzwert: 40% und 60%

2. Depots

Temperatur: unterer Grenzwert 15°C (wenn Arbeitsstättenrichtlinie ASR nicht greift), oberer Grenzwert wie Ausstellungen.

Relative Luftfeuchtigkeit wie Ausstellungen

3. Schwankungen

Eine wesentliche Voraussetzung für den langfristigen Erhalt von Sammlungsgut sind materialspezifisch orientierte, stabile Klimabedingungen. Etwaige Schwankungen sollten nicht abrupt eintreten, sondern langsam ablaufen. Dies wird durch die Vorgabe möglichst flacher Gradienten (Schwankungen/Zeiteinheit) beschrieben.

Änderungsgradient	**Richtwert**
Änderung der relativen Luftfeuchte innerhalb von 24h	+ 5 oder - 5 %
Änderung der Temperatur innerhalb von 24h	+ 2 oder - 2 K

Quelle: https://www.museumsbund.de/energiekrise-museumsbund-empfiehlt-neue-richtlinien-fuer-die-museumsklimatisierung/, Stand 24.10.2022

Empfehlungen in der Denkmalpflege

Vorsorge, Wartung und Pflege

Empfehlungen zur Instandhaltung von Baudenkmälern und ihrer Ausstattung

Relative Luftfeuchte

konstant, optimaler Bereich zwischen **50 - 65% r.F.**
50% r.F. dürfen nicht unterschritten werden ! Hohe Feuchte vermeiden.

Temperatur

Temperierung nur zurückhaltend wo notwendig (Komfort / Konservierung)
Grundtemperatur **6 - 8° C**

Aufheizen und Abkühlen nur langsam mit 1 K pro Stunde,
insgesamt max. 12 K

Quelle: Denkmalpflege Informationen
Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege, Oktober 2002

Empfehlungen in der Denkmalpflege

Vorsorge, Wartung und Pflege

Empfehlungen zur Instandhaltung von Baudenkmälern und ihrer Ausstattung

Erfahrungswert aus restauratorischer Sicht

„Ein bestehendes Raumklima gleich welcher Werte, das an der Ausstattung keine Schäden hervorruft, bedarf keiner Veränderung“

→ CEN TC 346 Conservation of Cultural Property



Quelle: Vereinigung der Landesdenkmalpfleger in der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.):

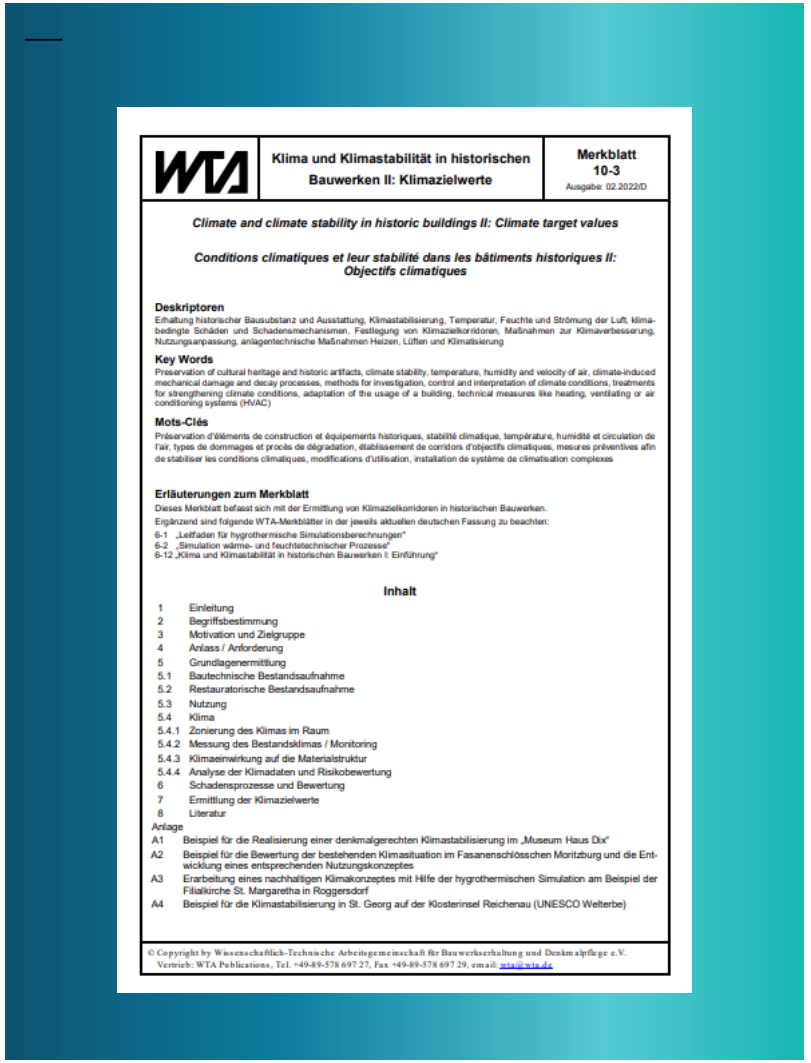
„Vorsorge, Pflege, Wartung - Empfehlungen zur Instandhaltung von Baudenkmälern und ihrer Ausstattung“. Berichte zur Forschung und Praxis der Denkmalpflege in Deutschland. 2016

https://www.vdl-denkmalpflege.de/fileadmin/dateien/Berichte/Arbeitsheft_10_Vorsorge_Pflege_Wartung_WEB.pdf

Fazit und Ausblick

- **Wir können zwar sagen, in welchen Bereichen das Klima sicher ist, aber nicht wo es wirklich kritisch wird. Hier ist weitere Forschung notwendig.**
- **Schadensprozesse müssen weiter erforscht werden, um genauere Vorhersagen und eine bessere Risikoabschätzung zu erhalten.**
- **Grundsätzlich müssen die empfindlichsten Materialien betrachtet werden, um die Klimavorgaben definieren.**
- **Die DIN EN 15757 bietet einen guten Ansatz, dieser hat aber Einschränkungen in der Anwendung.**
- **Neues WTA Merkblatt „Klimazielwerte“ ermöglicht einen individuelle Herangehensweise zur Definition eines Zielklimas.**
- **Energie- und Klima-Krise zwingen uns zum Umdenken!**

Vorstellung des neuen Merkblatts „Klima und Klimastabilität in historischen Bauwerken II: Klimazielwerte“ 10-3-22/D



WTA | Klima und Klimastabilität in historischen Bauwerken II: Klimazielwerte | Merkblatt 10-3 Ausgabe: 02.2022/D

Climate and climate stability in historic buildings II: Climate target values

Conditions climatiques et leur stabilité dans les bâtiments historiques II: Objectifs climatiques

Deskriptoren
Erhaltung historischer Bausubstanz und Ausstattung, Klimastabilisierung, Temperatur, Feuchte und Strömung der Luft, klimabedingte Schäden und Schadensmechanismen, Festlegung von Klimazielkorridoren, Maßnahmen zur Klimaverbesserung, Nutzungsanpassung, anlagentechnische Maßnahmen Heizen, Lüften und Klimatisierung

Key Words
Preservation of cultural heritage and historic artifacts, climate stability, temperature, humidity and velocity of air, climate-induced mechanical damage and decay processes, methods for investigation, control and interpretation of climate conditions, treatments for strengthening climate conditions, adaptation of the usage of a building, technical measures like heating, ventilating or air conditioning systems (HVAC)

Mots-Clés
Préservation d'éléments de construction et équipements historiques, stabilité climatique, température, humidité et circulation de l'air, types de dommages et procès de dégradation, établissement de corridors d'objectifs climatiques, mesures préventives afin de stabiliser les conditions climatiques, modifications d'utilisation, installation de système de climatisation complexes

Erläuterungen zum Merkblatt
Dieses Merkblatt befasst sich mit der Ermittlung von Klimazielkorridoren in historischen Bauwerken.
Ergänzend sind folgende WTA-Merkblätter in der jeweils aktuellen deutschen Fassung zu beachten:
6-1 „Leitfaden für hygrothermische Simulationsberechnungen"
6-2 „Simulation wärme- und feuchtetechnischer Prozesse"
6-12 „Klima und Klimastabilität in historischen Bauwerken I: Einführung"

Inhalt

1 Einleitung
2 Begriffsbestimmung
3 Motivation und Zielgruppe
4 Anlass / Anforderung
5 Grundlagenermittlung
5.1 Bautechnische Bestandsaufnahme
5.2 Restauratorische Bestandsaufnahme
5.3 Nutzung
5.4 Klima
5.4.1 Zonierung des Klimas im Raum
5.4.2 Messung des Bestandsklimas / Monitoring
5.4.3 Klimaeinwirkung auf die Materialstruktur
5.4.4 Analyse der Klimadaten und Risikobewertung
6 Schadensprozesse und Bewertung
7 Ermittlung der Klimazielwerte
8 Literatur
Anlage
A1 Beispiel für die Realisierung einer denkmalgerechten Klimastabilisierung im „Museum Haus Dix"
A2 Beispiel für die Bewertung der bestehenden Klimasituation im Fasanenschlösschen Moritzburg und die Entwicklung eines entsprechenden Nutzungskonzeptes
A3 Erarbeitung eines nachhaltigen Klimakonzeptes mit Hilfe der hygrothermischen Simulation am Beispiel der Filialkirche St. Margaretha in Roggersdorf
A4 Beispiel für die Klimastabilisierung in St. Georg auf der Klosterinsel Reichenau (UNESCO Welterbe)

© Copyright by Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V.
Vertrieb: WTA Publications, Tel. +49-89-578 697 27, Fax +49-89-578 697 29, email: wta@wta.de