

Initiative Energieeffizienz durch Temperierung

Seminar

TEMPERIEREN

statt heizen

THERMISCH SANIEREN und damit Architektur retten

Mag.a Maria Ranacher

www.temperierung.net

Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Mensch und Idealklima - Physiologie - Strahlungswärme - Wärmeverteilung

Das Thema **Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle** betrifft nicht nur Gebäude im Denkmalschutz sondern Bestandsbauten und Neubauten generell

Prinzipielles zum Verständnis Mensch und Idealklima

- **Die Gebäudehülle ist nach unserer Haut und unserer Kleidung unsere dritte Haut.** Spätestens im Winter wird uns bewusst, dass die Gebäudehülle uns schützt und die Trennwand zwischen dem Innen und Aussenklima bildet
- **Sommerklima = Idealklima** Sommertemperaturen werden infolge sommerlicher Erwärmung durch unser Zentralgestirn unsere Sonne als angenehm empfunden
- **Strahlungswärme** ist physiologisch gesehen die gesündeste Wärme
- **Im Winter** hat man sich a) **wärmer anziehen** und b) **die Gebäudehülle - unsere dritte Haut - den Sommertemperaturen anzupassen** – damit es behaglich bleibt.

Die **physiologische Idealforderung** ist es, das **Sommerklima = Idealklima** in den Winter hinein auszudehnen. Dazu genügt es nicht ab und zu einen Heizkörper zu installieren. Um die Idealforderung zu erreichen muss Wärme und Klima ab der Gebäudehülle = unsere dritte Haut angeboten ab der Trennfläche zum Aussenklima realisiert werden

Aber wie heizen wir derzeit tatsächlich?

Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Wie heizen wir tatsächlich?

Warmwasserzentralheizung mit punktuellen Einzelheizkörpern – am meisten verbreitet

Nachteile: Konvektion, trockene Atemluft, Verschmutzung, Umverteilung von Staub und Sporen, Belastung der Atemwege, Zugerscheinungen mangelnde Behaglichkeit, Mauern bleiben kalt, daher im Winter Entzug der Luftfeuchte und Kondensation an der Gebäudehülle, bis hin zu Schimmel an der Wand. Effizienz gering.

Luftheizungen Staubumverteilung durch hohe Konvektion, Belastung der Atemwege Belastung /Kontamination der luftführenden Schächte,, Zugerscheinungen, weil die Wände bleiben kalt daher Kondensation, s.o. Effizienz sehr gering, Betrieb mit hohem Energieverbrauch

Elektroheizungen: s. obige Nachteile, geringe Effizienz, im Betrieb sehr teuer

Strahlungswärme durch Kachelöfen, alte Steinöfen, Grundöfen Folgen: gesunde Strahlungswärme, hohe Effizienz

Unser ökologischer Fußabdruck



Grafik: Österreichisches Ökologie-Institut

Ideal ist: Strahlungswärme an der Wand, d.h. die Wirkung eines Kachelofens an der Wand! d.h. „römisch heizen“ durch Temperierung der Gebäudehüllflächen!

Erhaltungszustand in historischen Gebäuden ohne Hüllflächentemperierung :

Schäden und Schadensursachen

- Offene und verdeckte Kondensation und ihre Folgen für Bauhölzer
- Biogener Befall durch Mikroorganismen (Schimmel, Hausschwamm ect.)
- Biogener Befall durch Schadinsekten
- Materialschäden - Sorption - Desorption - durch Klimaschwankungen
- Eintrag von Feuchtigkeit durch saisonal wiederkehrende Kondensation
- Aufsteigende Feuchtigkeit und zunehmende Durchfeuchtung des Mauerwerks
- Salzwanderung „Ausblühungen“ im Mauerwerk, saisonal wiederkehrend
- Bindungsverlust, Mauerverfall, Weichwerden von Putz und Ziegeln

- **Diese Schäden sind alle auf thermische Defizite an der Gebäudehülle zurückzuführen**

Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Situation im Museen und historischen Gebäuden - Problemkreislauf falsches Heizen

Problemkreislauf falsches Heizen

- Verstärkt die Schadensphänomene im Mauerwerk
- Bringt Konvektion und Staubumwälzung in beheizten Räumen
- Belastet die Atemluft durch Feinstaub und Sporen (Luftfilteranlagen)
- Entzieht der im Winter in der Raumluft den ohnehin gering vorhandenen Wasserdampf durch ständige Kondensation und Kapillarkondensation
- Künstliche Befeuchtung (Mikroorganismen Risiko) führt zu weiterer Kondensation an der thermisch nicht versorgten Gebäudehülle
- **Diese Probleme sind ALLE auf die thermischen Defizite an der Gebäudehülle zurückzuführen**

Effekt von richtigem Heizen wird hingegen die Oberflächentemperatur der Gebäudehülle erhöht, so verschwindet der Problemkreislauf mit einem Schlag

Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Gebäude und Klima - relative Luftfeuchtigkeit - Grenzwerte für die Erhaltung unterschiedlicher Materialien

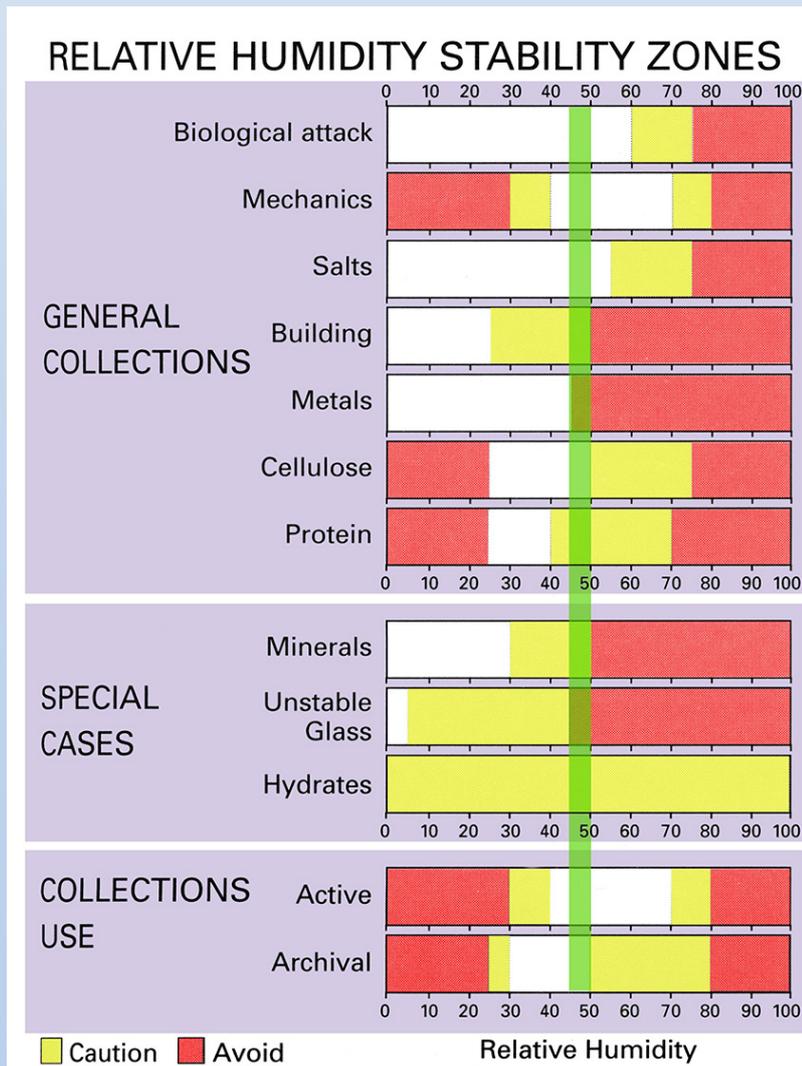


Fig. 15 The ranges of relative humidity suggested by consideration of various factors. No one RH is ideal, and any value chosen must be a compromise.

Klima - Parameter für die Erhaltung von Museumsgut und Gebäude – nach Materialgruppen geordnet

Der grüne Streifen zeigt dass es für die in Museen und historischen Gebäuden befindlichen Materialien (soweit sie nicht in Spezialvitrinen mit Spezialklima aufbewahrt sind) nur einen relativ unbedenklich schmalen Klimabereich gibt der eingehalten werden muss: Bei dem Mittelbereich von 45-50% RF ist gewährleistet, dass Holz nicht schwindet und Risse bildet, Zellulosefasern nicht austrocknen oder schimmeln, Metalle nicht korrodieren und hygroskopische Salze in Stein oder Putz nicht wandern.

David Erhard / Marion Mecklenburg : Relative humidity re-examined Fig. 15 aus: Preventive Conservation, Practice, Theory and Research, IIC - Ottawa Congress 1994, graphische Bearbeitung M. Ranacher

Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Gebäude und Klima in Museen und historischen Gebäuden – Klimavorgaben - Grenzwerte

Klima in Museen und historischen Gebäuden

„Das Klima im Museum ist für das zu erhaltende Kulturgut und das Gebäude dann optimal, wenn die konservatorischen Eckwerte eingehalten und ein homogenes, konstantes Gebäudeklima entwickelt werden kann, wenn es gelingt, den Klimaverlauf konstant entlang der mittleren Tages-, Monats- und Jahrestemperatur gleitend zu halten, die gefürchteten Begleiterscheinungen wie technikbedingte Kurzzeitschwankungen unterbleiben und die Atemluft von krankheitserregenden Partikeln wie Schimmelsporen und Bakterien frei bleibt“. Maria Ranacher

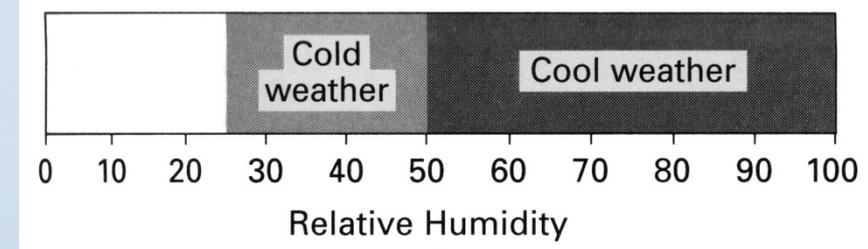
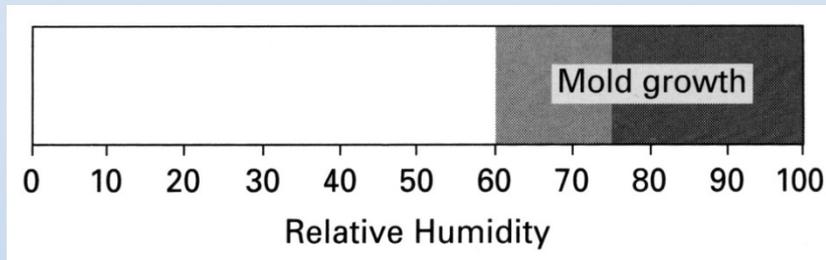
Grenzwerte für relative Feuchtigkeit - Untergrenze 40% RF – Obergrenze 60%RF

Nach Henning Großschmidt soll das Klima in Museen und historischen Gebäuden innerhalb eines Jahres innerhalb der mittleren Monatstemperatur zwischen den Eckwerten **40% RF –60%RF** gleiten.

40% RF markiert den unteren Grenzwert ab dem Holz austrocknet und Risse bildet, was zu Schäden an Tafelbilder und gefasste Skulpturen führt. 60 % RF markiert den oberen Grenzwert der relativen Feuchte, ab dem beginnt Schimmelwachstum beginnt, bei 75% RF tritt Schimmelwachstum und exponentielle Sporenvermehrung auf. Unter 60% trocknen Schimmelsporen aus. Der Grenzwert von 60% RF ist nicht nur in der Raummitte sondern an jedem Punkt des Raumes einzuhalten.

Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Gebäude und Klima – relative Feuchtigkeit – Schimmel und Gesundheit



Schimmel und relative Luftfeuchtigkeit

- Bei 60% relativer Feuchtigkeit beginnt Schimmelwachstum.
- Bei 75% relativer Feuchtigkeit tritt Schimmelwachstum und Sporenvermehrung ein.

Gesundheit:

Schimmelsporen sind ubiquitär! Sie sind mit $0,1\mu\text{m} > 0,3\mu\text{m}$ sehr klein und daher „lungengängig“, d.h. sie werden von den Härchen der Nase nicht gefiltert, dringen somit ungefiltert in Bronchien und Lunge ein.

Sie können bei längerer Exposition bzw. Sensibilisierung je nach Stärke des Immunsystems schwere Atemwegs-erkrankungen und Allergien auslösen. Siehe Folie Erkrankungen

Wetter, relative Luftfeuchtigkeit, Schimmel

- Je kälter die Außentemperatur, um so weniger Feuchtigkeit ist daher in der Außenluft, umso niedriger ist die relative Feuchte in der Innenräumen.
- Umso mehr muss Kondensation an der Gebäudehülle vermieden werden !
- Umso mehr muss Schimmelwachstum an der Gebäudehülle vermieden werden!
- Beides ist nur möglich wenn die Gebäudehülle innen thermisch nachgerüstet
- Bei thermisch unversorgten kalten Wänden ist es ratsam, niemals hoch nachzubefeuchten!

Beide Diagramme: Grenzwerte für Schimmelbefall und relative Luftfeuchtigkeit - David Erhard / Marion Mecklenburg in: IIC Congress Preventive Conservation, Practice, Theory and Research, Ottawa Congress 1994

Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Schimmelpilze und Erkrankungen



CO-PLAN

R. TRIFOHOF GES. M.B.H.
 TEMPERATURANALYSEN - STATIS-ANALYSEN
 INSPEKTIONEN VON RLTY-ANLAGEN

Seite: 2

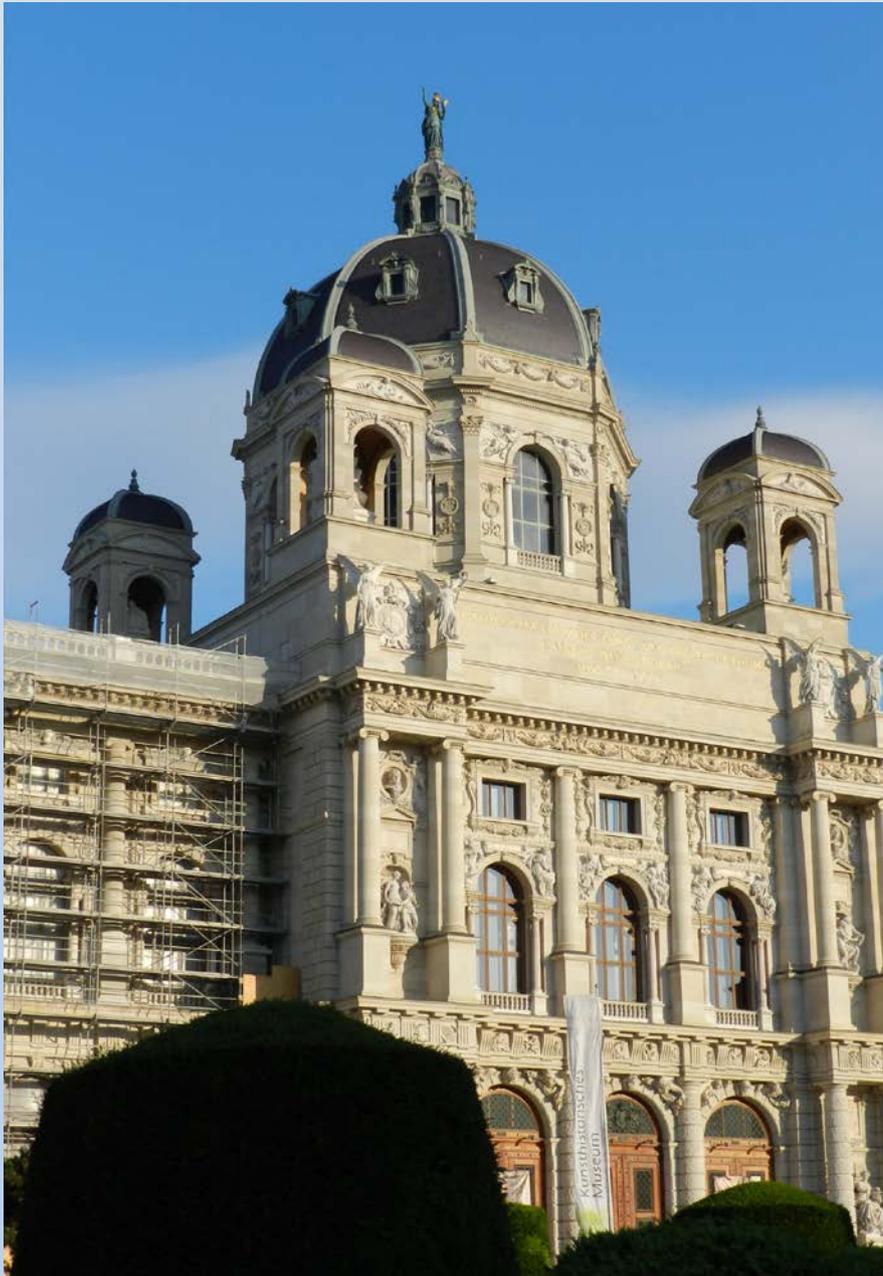
ERKRANKUNG	ZITAT UND QUELLE	PILZART
Hustenattacken, Fieberschübe, Atemnot	Bereits bei der Definition von Berufskrankheiten wie die des Weberhustens (mit Hustenattacken, Fieberschüben und Atemnot) wird auf die Wirkung von Endotoxine von Pilzen der Gattung <i>Aspergillus</i> hingewiesen (Handbuch der Arbeitsmedizin, IV, S.3.1 - 4).	<i>Aspergillus</i>
Schädigung vom Immunsystem; Inhalationsallergien	Durch eingeatmete Schimmelpilzsporen werden in erster Linie das Immunsystem und die Lunge geschädigt. Nach Hausstaub und Hausstaubmilben spielen Schimmelpilzsporen eine wichtige Rolle bei der Entstehung von Inhalationsallergien. Beteiligt sind hier Arten von <i>Fusarium</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Pullularia</i> , <i>Alternaria</i> , <i>Mucor</i> , <i>Rhizopus</i> , <i>Cladosporium</i> , <i>Culvularia</i> und <i>Helminthosporium</i> ; dabei lösen die ersten vier Gattungen am häufigsten Respirationallergien aus (Kunst, Innenraumluft und allergische Erkrankungen, 1982).	<i>Fusarium</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Pullularia</i> , <i>Alternaria</i> , <i>Mucor</i> , <i>Rhizopus</i> , <i>Cladosporium</i> , <i>Culvularia</i> und <i>Helminthosporium</i>
Bronchialasthma, allergischer Schnupfen	Voraussetzung für die Entstehung inhalativer Allergien ist eine Sensibilisierung des Patienten. Pilzallergien sind meist durch Rhinitisallergica und Asthma bronchiale gekennzeichnet. Die Bedeutung von <i>Alternaria</i> - und <i>Penicillium</i> -Sporen bei der Auslösung von Asthma bronchiale ist in der Fachliteratur dokumentiert (Luotiran et al. Role of <i>Alternaria</i> and <i>Penicillium</i> species in the pathogenesis of asthma, 1995).	<i>Alternaria</i> , <i>Penicillium</i>
Allergische Alveolitis (Frösteln, Fieber, Husten und Kurzatmigkeit)	An der Entstehung der allergischen Alveolitis, eine immunologische Lungenerkrankung, die durch periodische Anfälle von Frösteln, Fieber, Husten und Kurzatmigkeit charakterisiert ist, spielen verschiedene Schimmelpilze eine wichtige Rolle, so z. B. <i>Aspergillus clavatus</i> , <i>Aspergillus fumigatus</i> , <i>Penicillium casei</i> , <i>Aurobasidium pullulans</i> , <i>Graphium</i> spp., <i>Trichoderma</i> spp. (Al-Daisy u. Davison, Mould Allergy, 1994)	<i>Aspergillus clavatus</i> , <i>Aspergillus fumigatus</i> , <i>Penicillium aureobasidium pullulans</i> , <i>Graphium</i> , <i>Trichoderma</i>
Schnupfen- und Asthmaanfall	<i>Aspergillus fumigatus</i> kann einerseits eine allergische Sofortreaktion (Rhinitis, allergischer Asthmaanfall) innerhalb 10-15 Minuten auslösen, andererseits auch als Erreger von <i>Aspergillus</i> -Mykosen der Lunge fungieren (Pechyentel)	<i>Aspergillus fumigatus</i>
Pilze im Gehörorgan Tiefe Atemwege	<i>Aspergillus niger</i> verursacht eine Sensibilisierung der tiefen Atemwege. Gelegentlich siedelt sich der Pilz im Gehörorgan an (Otorrhöse) (Pechyentel)	<i>Aspergillus niger</i>
Urticaria Dermatitis	Schimmelpilzsporen können auch andere Allergieformen hervorrufen, wie Urticaria und Dermatitis (entzündliche Hautreaktionen) (Griessem: Fungi as a cause of allergic diseases, 1979).	Schimmelpilzsporen
Verdauungsorgane Gehirn Herz	Ist das Immunsystem nicht in der Lage, das Eindringen der Pilze in den Körper zu verhindern, dann können diese auch andere Organe befallen (z. B. Verdauungsorgane, Gehirn und Herz), wo es zur Ausbildung einer Vielzahl von Mykosen kommen kann (Bierlein: Endomykosen des Menschen, 1978)	Pilze

Ergänzungen vorbehalten. Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte an obige Adresse.

13. September 1995

Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Gebäude und Klima – Situation im Museum - KHM & NHM Mittelrisalit und Kuppelraum



Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Gebäude und Klima – Situation im Museum: KHM - Gemäldegalerie 1.Stock 14 Oberlichtsäle 24 Kabinette



Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Gebäude und Klima – Situation im Museum: KHM Gemäldegalerie

GG Niederländische Abteilung, Rubenssaal, originale Hängung und Ausstattung, Luftheizung, Aufnahme um 1900



Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Gebäude und Klima – Situation im Museum: KHM, Gemäldegalerie

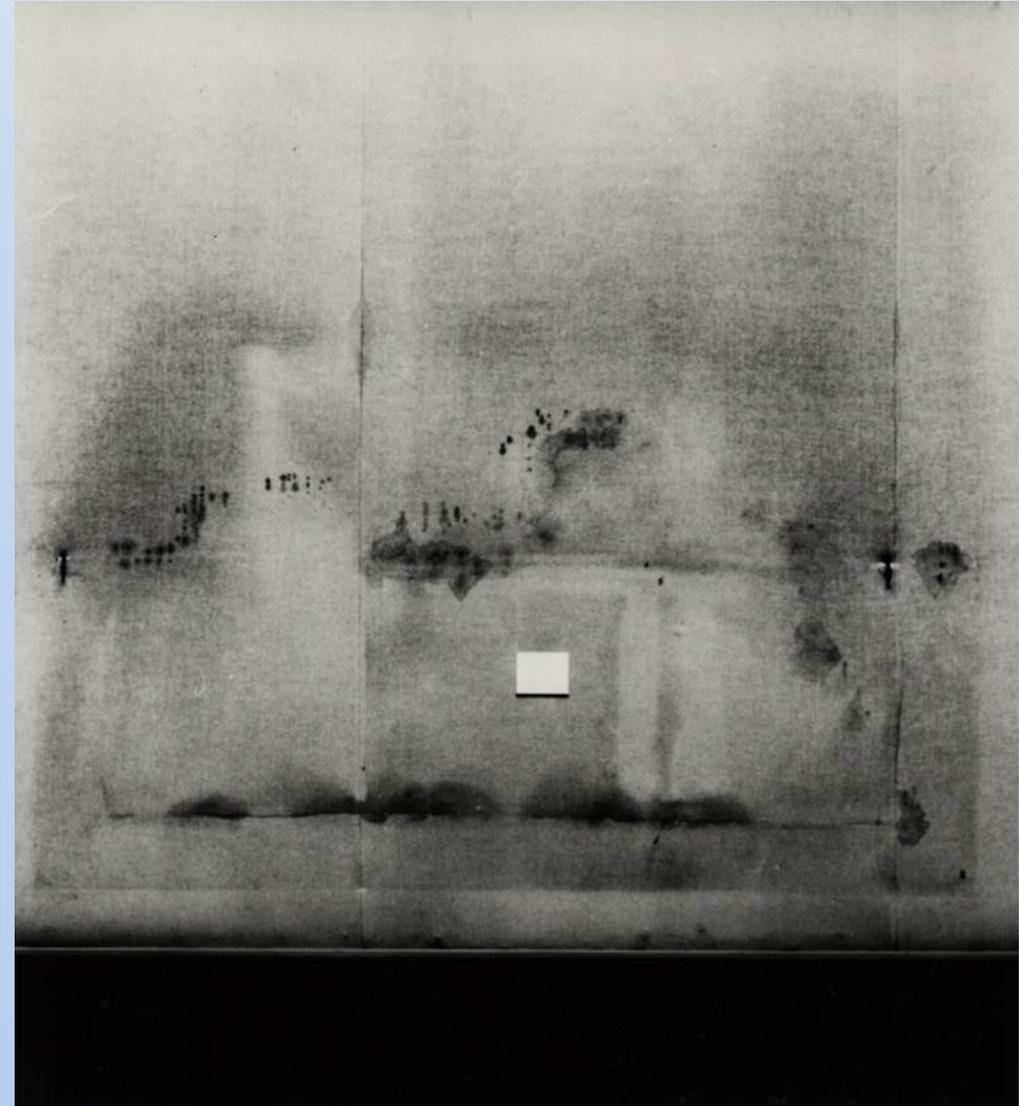
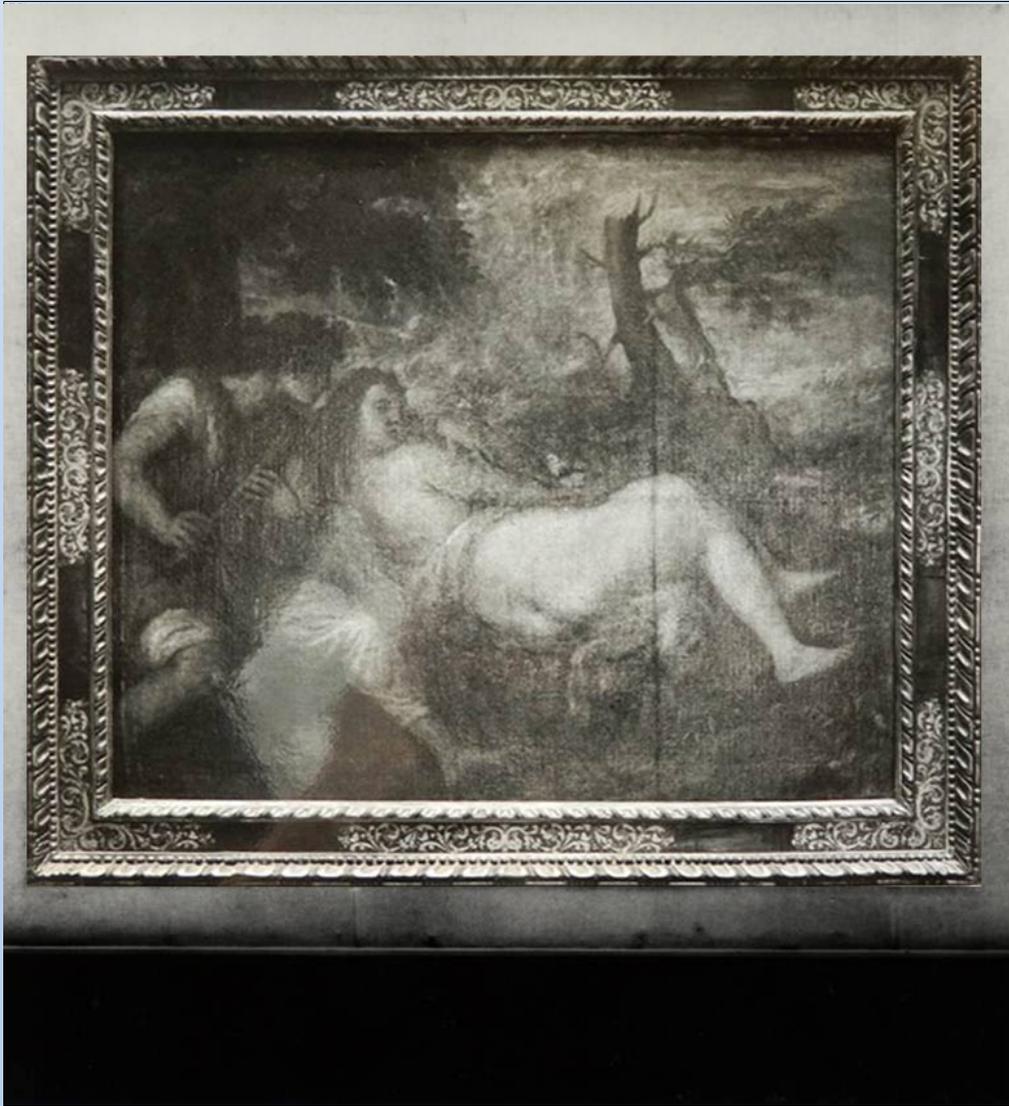
Saal I der Italienischen Abteilung: 1984 erfolgte die Neubespannung der Säle. 1990 sah man bereits die Spuren der falschen Wärmeverteilung über die aumzentrale Heizung mit Dampfwannen hinter Sitzgruppen, die zu massiver Konvektion und zu Staubablagerungen besonders an der Gebäudehülle führten.



Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Gebäude und Klima - Situation im Museum - **Kalte -Wand- Problematik**

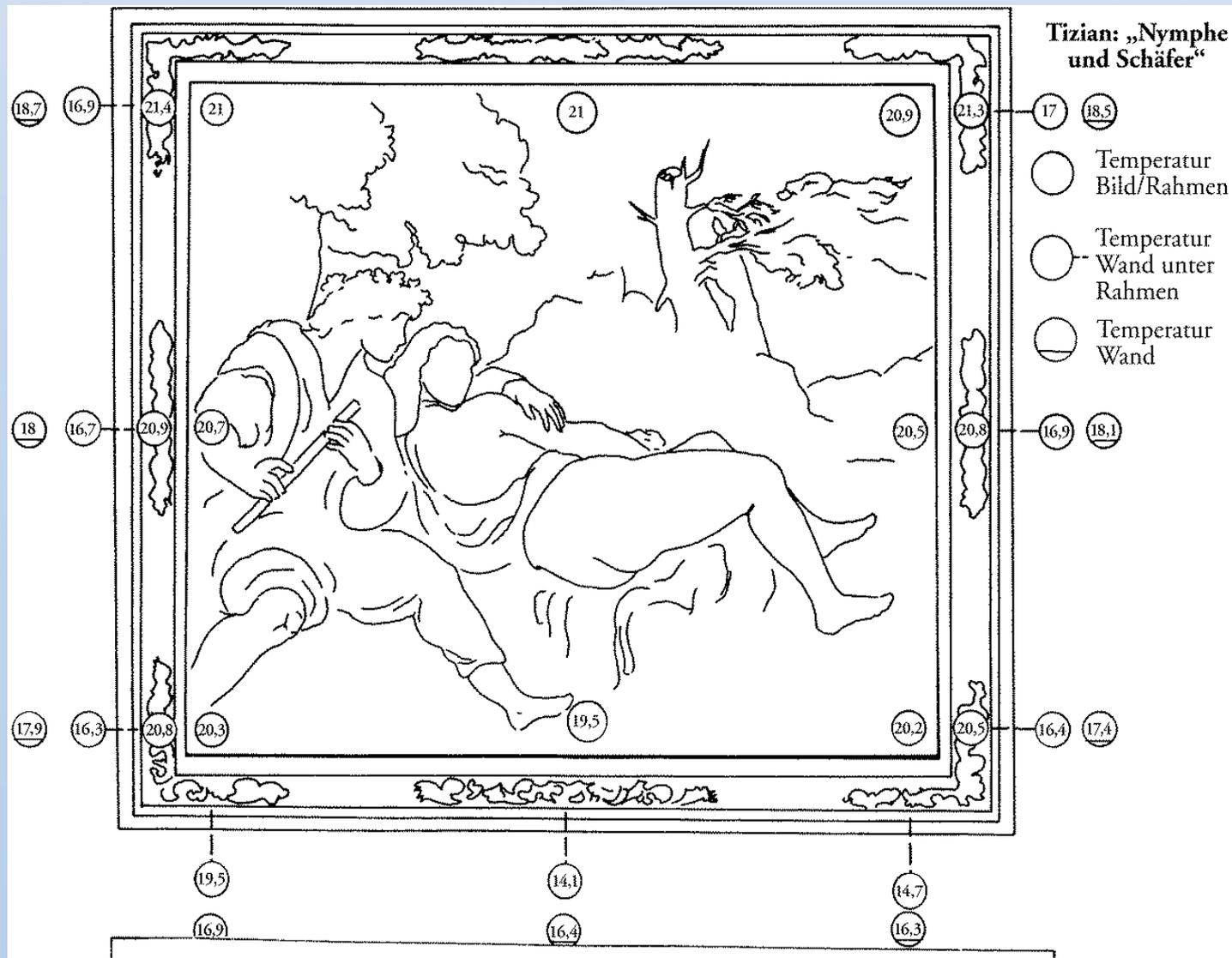
Kalte-Wand-Problematik 1990 in der Gemäldegalerie Saal II KHM : Gemälde von Tizian „Nympe und Schäfer“ das an der Gebäude-Außenwand hängt : Foto rechts zeigt deutliche Zeichen von Kondensation, Rostflecken, Schimmelwachstum und Staubablagerungen an der 1984 montierten neuen Wandbespannung. Aufnahme 1990



Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Gebäude und Klima – Kalte Wand Problematik

Diagramm mit Oberflächentemperaturen von Außenwand und Gemälde „Nymphe und Schäfer“ am 5. März 1990 min. 14,1°C max. 21°C im Vergleich zum Raumklima von 21,5°C 48% RF . Temperaturdifferenz oben 5,5°C unten 7°C



Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Gebäude und Klima – Kalte Wand Problematik

Diagramm mit Oberflächentemperaturen von Außenwand und Gemälde „Nympe und Schäfer“ am 5. März 1990 min. 14,1°C max. 21°C im Vergleich zum Raumklima von 21,5°C 48% RF . Die Temperaturdifferenz beträgt oben 5,5°C unten 7°C.

Das hx Diagramm rechts zeigt die Abkühlung an der 14,1°C kalten Wand, womit die Feuchtigkeit im Zwischenraum zwischen Wand und Bild 72% RF beträgt.

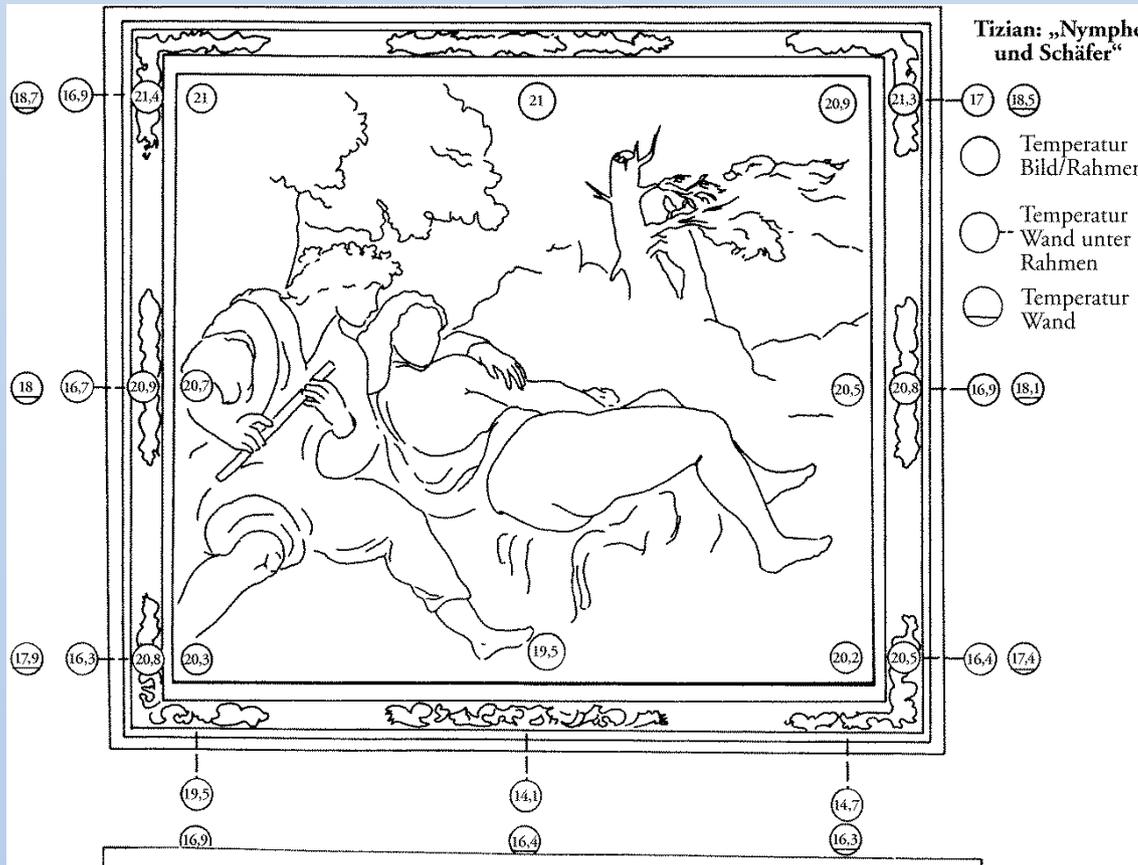
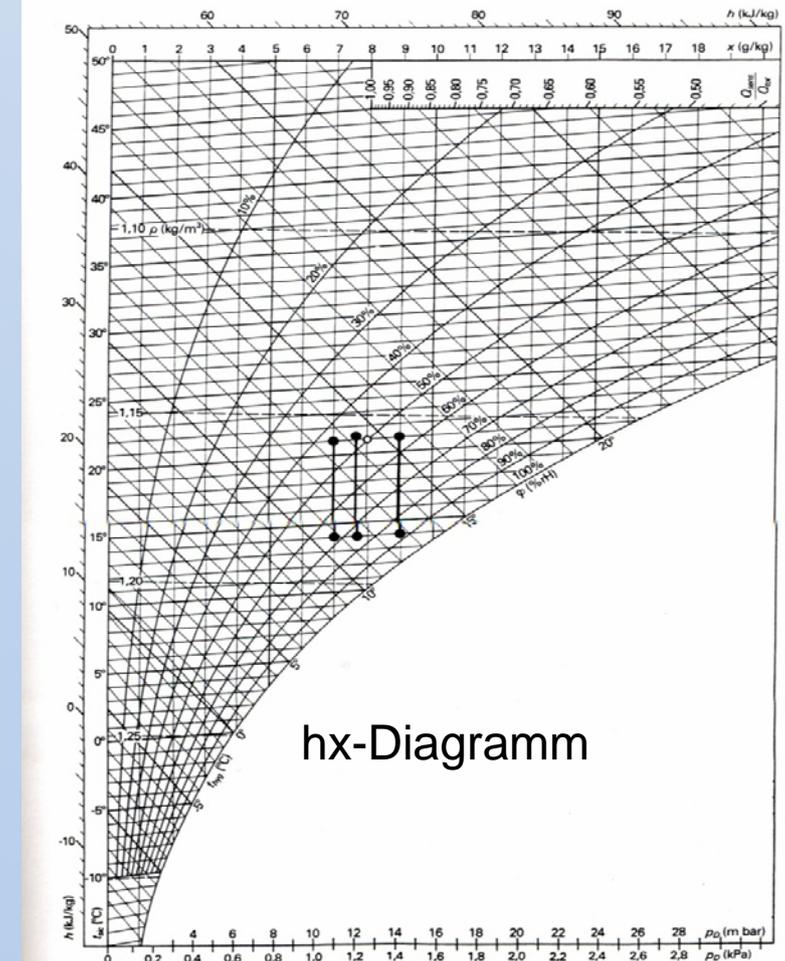


Diagramm 2 h-x Diagramm zu Tizians „Nympe und Schäfer“: Mittlere Linie: Bei 48% RF und 21 °C im Raum steigt durch Abkühlung des Wasserdampf moleküls an der 14,1 °C kalten Wand die relative Feuchte auf 72%. Rechte Linie: Bei Nachbefeuchtung auf 55% RF steigt die relative Feuchte an der 14,1 °C kalten Wand auf 85%



Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Gebäude und Klima – Gebäudehülle und Kalte-Wand - Problematik

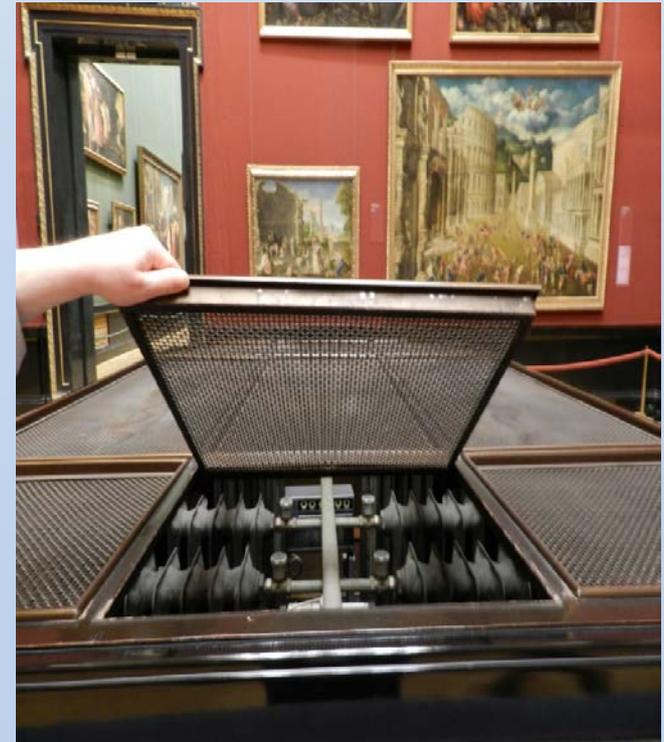
KHM Innenseite der Gebäudehülle von Saal IV der NI. Abteilung der Gemäldegalerie mit Gemälden von J. Van Dyck
Außenseite der Gebäudehülle von Saal IV der NI. Abteilung, Arkadengliederung Sgraffitti der Maler und Bildhauer



Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Gebäude und Klima – Kalte Wand Problematik – Thermik und Verstaubung

GG Saal V: P. P. Rubens „Ildefonso-Altar,, Antwerpen 1630/32, Öl auf Eichenholz, Inv.834:
Staubanlagerungen infolge der raumzentralen Heizung - Konvektion und Staubtransport



Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Gebäude und Klima – Schimmel und Kalte - Wand -Problematik

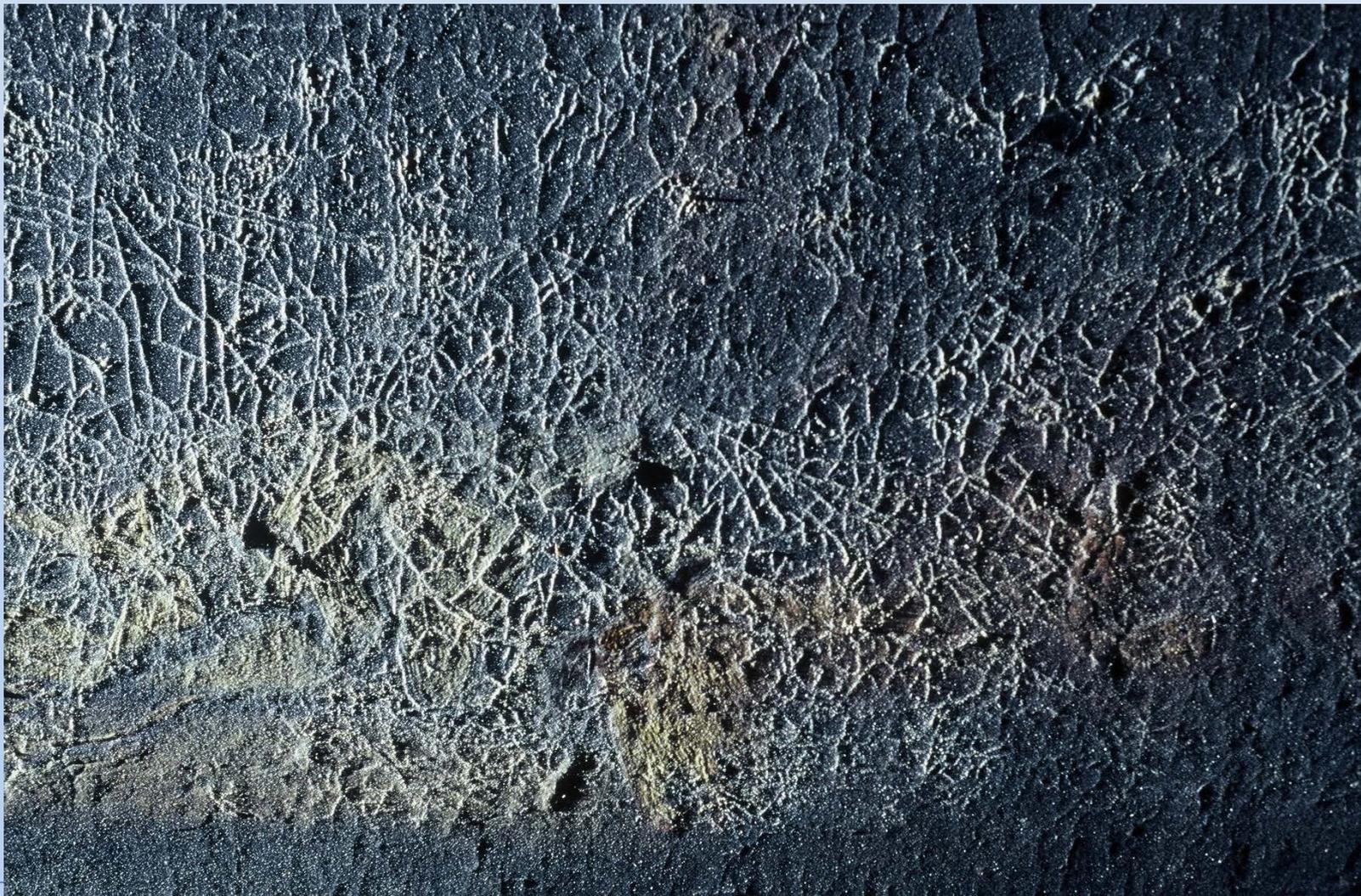
C.PH. Rugendas „Reiterszene“, Öl auf Leinwand, mit Zierrahmen. Das Gemälde, hing bis 1990 an der Außenwand der Sekundärgalerie hinter einer zweiten Hängewand. Die Schäden konzentrierten sich auf das untere Drittel.



Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Gemälde und Klima – Schimmel - Deformation - Kalte -Wand - Problematik

Gemälde C.Ph. Rugendas „Reiterszene“, Öl auf Leinwand: Detail mit typischen Schäden durch Kalte-Wand Problematik wie Schüsselbildung der Malschichten, Schimmel an der Bildoberfläche und an den Haarrissen, Schimmel und Bakterienflecken an der Rückseite. Auffallend: Wo das Gemälde vom hölzernen Blindrahmen abgedeckt wird sind keine Schäden zu verzeichnen. Dort wo die kalte Wand auf das Bild einwirkt haben sich intensive Schäden ausgebildet .



Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Gebäude, Gemälde und Klima – KHM GG Sanierung 1990/94 ohne Temperierung

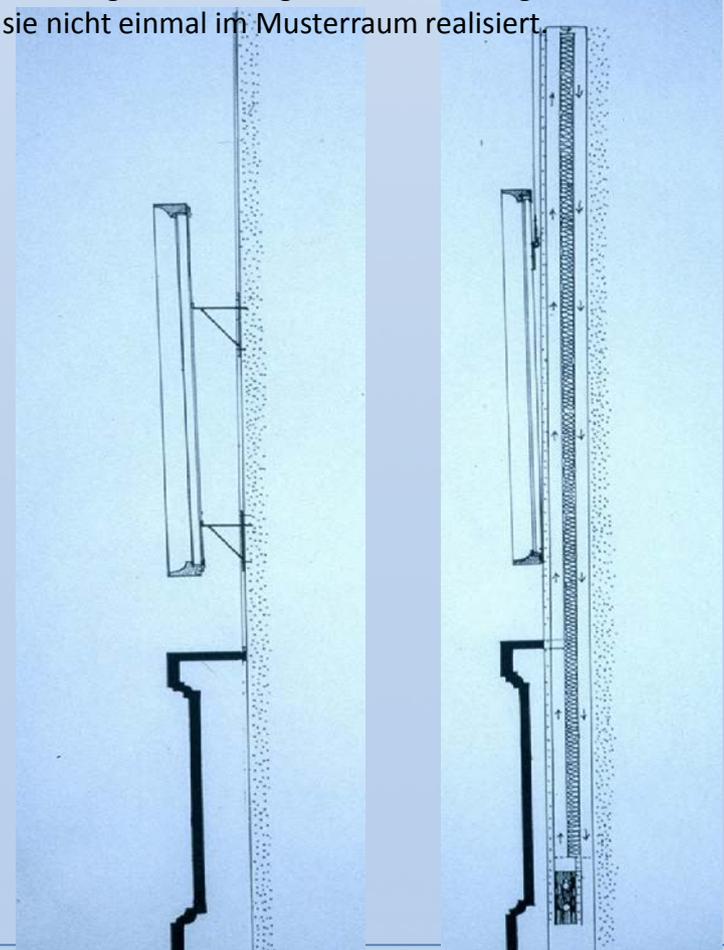
GG Saal VI der Italienischen Abteilung nach baulicher Sanierung 1996: zum Schutz vor Kondensation wurden alle Gemälde mit einem doppelten Rückseitenschutz versehen und in Distanz zur Gebäudehülle gehängt. Die 1990 zur Lösung der Kalte Wand Problematik akkordierte Wand-Temperierungs-Planungsvariante DI Hofer wurde in der Gemäldegalerie leider nicht umgesetzt



2 Diagramme im Querschnitt:

Links realisierte Distanzhängung aller Gemälde an Aussenwänden.

Rechts: Wandtemperierung hinter Vorsatzschale im Zweikammersystem zur Lösung der Kalte Wand Problematik - Planung DI Hofer 1990: Ein Temperierungsband hinter Marmorbrüstung und Vorsatzschale das die erwärmte Luft in einem Zweikammersystem erst bildseitig aufsteigen, oben umkehren und wandseitig abgekühlt wieder nach unten zirkulieren lässt. Diese Form der Temperierung mit geführter Luft im Zweikammersystem wäre hinter der Vorsatzschale wäre die optimale Lösung für die Langzeiterhaltung für die Gemälde gewesen, doch leider sie wurde sie nicht einmal im Musterraum realisiert.



Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Gebäude Gemälde und Klima –ungelöste Kalte Wand Problematik

Die Sanierung ohne Wandtemperierung unter Beibehaltung der veralteten Wärmeverteilung in der Raummitte hatte Folgen: im nordseitigen Saal IV wurde **nach 10 Jahren an der ganzen Wand Schimmelbildung festgestellt!**



Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

.....Temperierte Objekte : KHM Gemäldegalerie Saal IV Nordwand 2008

Nach der Entfernung des Schimmelbefalls und Sanierung der nördlichen Gebäudewand wurde 2008 eine Teiltemperierung angebracht, die eine sichere Hängung der Gemälde erlaubte. Das Raumklima verbesserte sich dramatisch sodass die raumzentralen Heizungsblöcke abgeschaltet werden konnten.



Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Gebäude und Klima – problematische Wärmeverteilung : Luftheizung Verstaubung

Naturhistorischen Museum - Vestibül : links und rechts der Kaiserstiege befinden sich die Auslässe der alten Luftheizung.
Während der gesamten Heizperiode steigt die mit Staub angereicherte Heizungsluft ins Stiegenhaus und in den Kuppelraum auf. Belastete Atemluft und Staubablagerungen an der Innenausstattung sind die Folgen.



Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Gebäude und Klima –Heizung - Thermik - Verstaubung

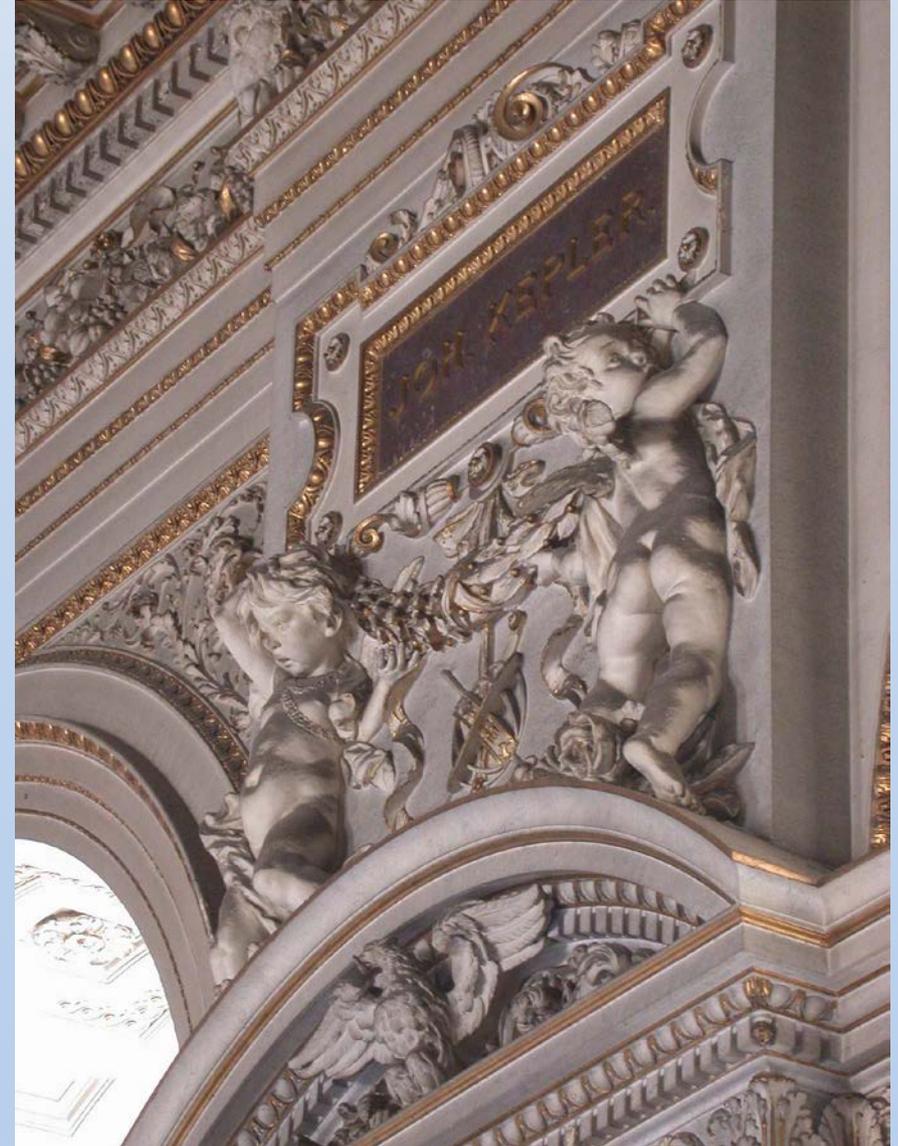
NHM Stiegenhaus mit originaler Ausstattung: Deckengemälde „Allegorie der Zeit,, Lünettenbilder von Hans Canon. Die Thermik der im Vestibül angesiedelten Luftheizung bewirkt, dass Gerüche vom Catering und Feinstaub bzw. Staub belastete Luft im Stiegenhaus bis zum 3. Stock umverteilt werden.



Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Gebäude und Klima - Luftheizung Thermik - Verstaubung

NHM Stiegenhaus: reiche Stuckplastik, Putten mit Namenstafeln und Guirlanden – bedeckt von Staubschichten



Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Gebäude und Klima – Konvektionsheizung – Belastung der Atemluft

NHM Saal X Dinosauriersaal mit Großformatigen Gemälden von Josef Hofmann und Karyathiden von Rudolf Weyr 1880/89.

Enorme Verstaubung der Oberflächen durch die konvektive Wärmeverteilung der Warmwasserzentralheizung
Aufnahme 2003

Was befindet sich im Museumsstaub ?

Die Staubprobe vom Gesims im Stiegenaufgang im NHM vor Saal 50, enthielt Pilzsporen, Bakterien und Geißeltierchen - Bild 3 und 4
Pilzsporen und Bakterien sind Allergene und können Atemwegserkrankungen wie Bronchial-Asthma allergischen Schnupfen und allergische Hautausschläge ua.auslösen.

Mikroskopische Untersuchung Dr. Url, NHM



Bild 1



Bild 2



Bild 3



Bild 4

Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Gebäude und Klima – Schimmel und Erkrankungen 1

ERKRANKUNG	ZITAT UND QUELLE	PILZART
Hustenattacken, Fieberschübe, Atemnot	Bereits bei der Definition von Berufskrankheiten wie die des Weberhustens (mit Hustenattacken, Fieberschüben und Atemnot) wird auf die Wirkung von Endotoxine von Pilzen der Gattung Aspergillus hingewiesen (Handbuch der Arbeitsmedizin, IV - 5.3.1 - 4).	Aspergillus
Schädigung vom Immunsystem; Inhalationsallergien	Durch eingeatmete Schimmelpilzsporen werden in erster Linie das Immunsystem und die Lunge geschädigt. Nach Hausstaub und Hausstaubmilben spielen Schimmelpilzsporen eine wichtige Rolle bei der Entstehung von Inhalationsallergien. Beteiligt sind hier Arten von Fusarium, Penicillium, Aspergillus, Pullularia, Alternaria, Mucor, Rhizopus, Cladosporium, Culvularia und Helminthodsporium; dabei lösen die ersten vier Gattungen am häufigsten Respirationsallergien aus (Kunkel, Innenraumluf und allergische Erkrankungen, 1982).	Fusarium, Penicillium, Aspergillus, Pullularia, Alternaria, Mucor, Rhizopus, Cladosporium, Culvularia und Helminthodsporium
Bronchialasthma, allergischer Schnupfen	Voraussetzung für die Entstehung inhalativer Allergien ist eine Sensibilisierung des Patienten. Pilzallergien sind meist durch Rhinitisallergica und Asthma bronchiale gekennzeichnet. Die Bedeutung von Alternaria- und Penicillium-Sporen bei der Auslösung von Asthma bronchiale ist in der Fachliteratur dokumentiert (Llorirsh et al. Role of Alternaria and Penicillium spores in the pathogenesis of asthma, 1985).	Alternaria, Penicillium

Zusammenstellung: R. Trifonoff, Ges.m.b.H Umfeld - und Sick Building Syndrom Analysen
Wienerbruckstr 79 A- 2344 Maria Enzersdorf

Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Gebäude und Klima – Schimmel und Erkrankungen 2

ERKRANKUNG	ZITAT UND QUELLE	PILZART
Allergische Alveolitis (Frösteln, Fieber, Husten und Kurzatmigkeit)	An der Entstehung der allergischen Alveolitis, eine immunologische Lungenkrankheit, die durch periodische Anfälle von Frösteln, Fieber, Husten und Kurzatmigkeit charakterisiert ist, spielen verschiedene Schimmelpilze eine wichtige Rolle, so z. B. <i>Aspergillus clavatus</i> , <i>Aspergillus fumigatus</i> , <i>Penicillium casei</i> , <i>Aureobasidium pullulans</i> , <i>Graphium</i> spp., <i>Trichoderma</i> spp. (Al-Doory u. Domson, Mould Allergy, 1984).	<i>Aspergillus clavatus</i> , <i>Aspergillus fumigatus</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Aureobasidium pullulans</i> , <i>Graphium</i> , <i>Trichoderma</i>
Schnupfen- und Asthmaanfall	<i>Aspergillus fumigatus</i> kann einerseits eine allergische Sofortreaktion (Rhinitis, allergischer Asthmaanfall innerhalb 10-15 Minuten) auslösen, andererseits auch als Erreger von <i>Aspergillus</i> -Mykosen der Lunge fungieren (Pschyrembel).	<i>Aspergillus fumigatus</i>
Pilze im Gehörorgan Tiefe Atemwege	<i>Aspergillus niger</i> verursacht eine Sensibilisierung der tiefen Atemwege. Gelegentlich siedelt sich der Pilz im Gehörorgan an (Otomykose) (Pschyrembel).	<i>Aspergillus niger</i>
Urticaria Dermatitis	Schimmelpilzsporen können auch andere Allergieformen hervorrufen, wie Urticaria und Dermatitis (entzündliche Hautreaktionen) (Gravesen: Fungi as a cause of allergic disease; 1979).	Schimmelpilzsporen
Verdauungsorgane Gehirn Herz	Ist das Immunsystem nicht in der Lage, das Eindringen der Pilze in den Körper zu verhindern, dann können diese auch andere Organe befallen (z. B. Verdauungsorgane, Gehirn und Herz), wo es zur Ausbildung einer Vielzahl von Mykosen kommen kann (Gemeinhardt, Endomykosen des Menschen, 1976)	Pilze

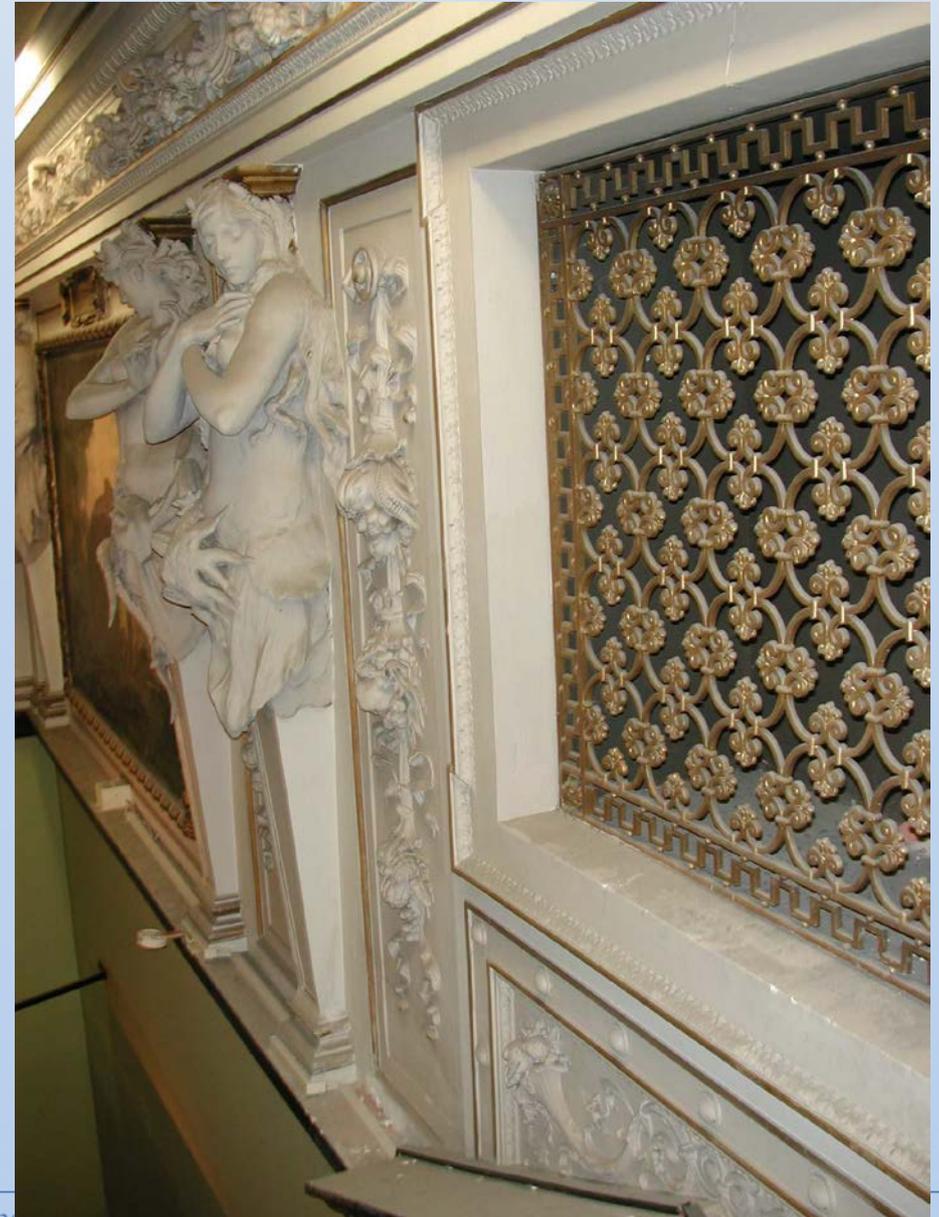
Zusammenstellung: R. Trifonoff, Ges.m.b.H Umfeld- und Sick Building Syndrom Analysen
Wienerbruckstr 79 A- 2344 Maria Enzersdorf

Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Gebäude und Klima – Konvektionsheizung – Staubumverteilung

NHM Saal 50: die alte Heizkörperheizung, wärmt die Luft, die Wände bleiben kalt.

NHM Saal I, Wandgliederung mit Karyathiden, Gitter der ehemaligen Messenerschen Luftheizung von 1891



Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Gebäude und Klima – konvektive Wärmeverteilung – Verstaubung

NHM Saal VI „Kaiser Franz Josef Saal“ vor Sanierung 2002: Verstaubung und mehrere renovierende Anstriche der Raumpolychromie. Gemälde „Die Kaiser-Franz-Josefshöhe“ von Eduard von Lichtenfels, Öl auf Leinwand, und Karyathiden Stuckskulpturen Rudolf Weyr, mit Resten alter Farbfassung, Vergoldungen und anderen Metallauflagen.



Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Gebäude und Klima –falsche Wärmeverteilung führt zu Verstaubung u. Originalverlusten

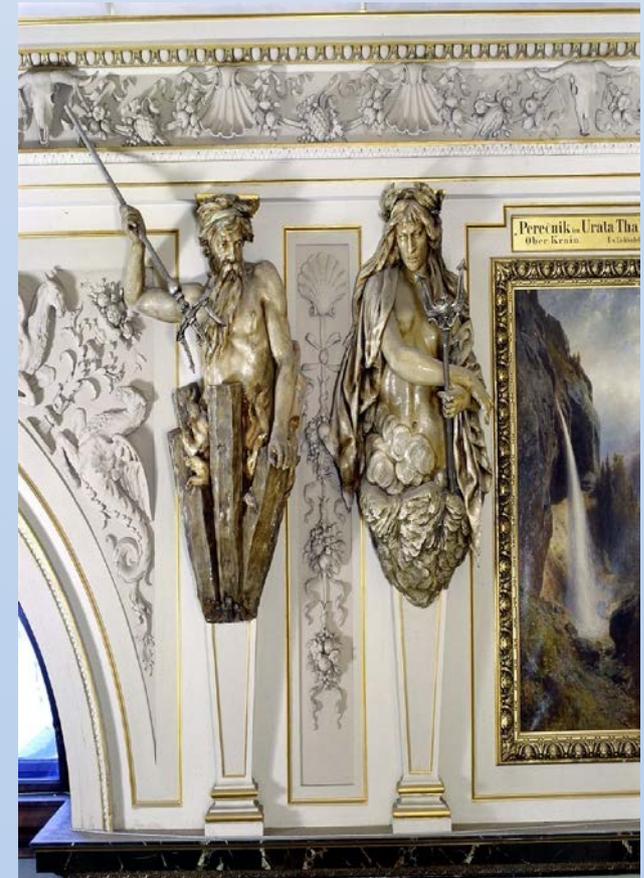
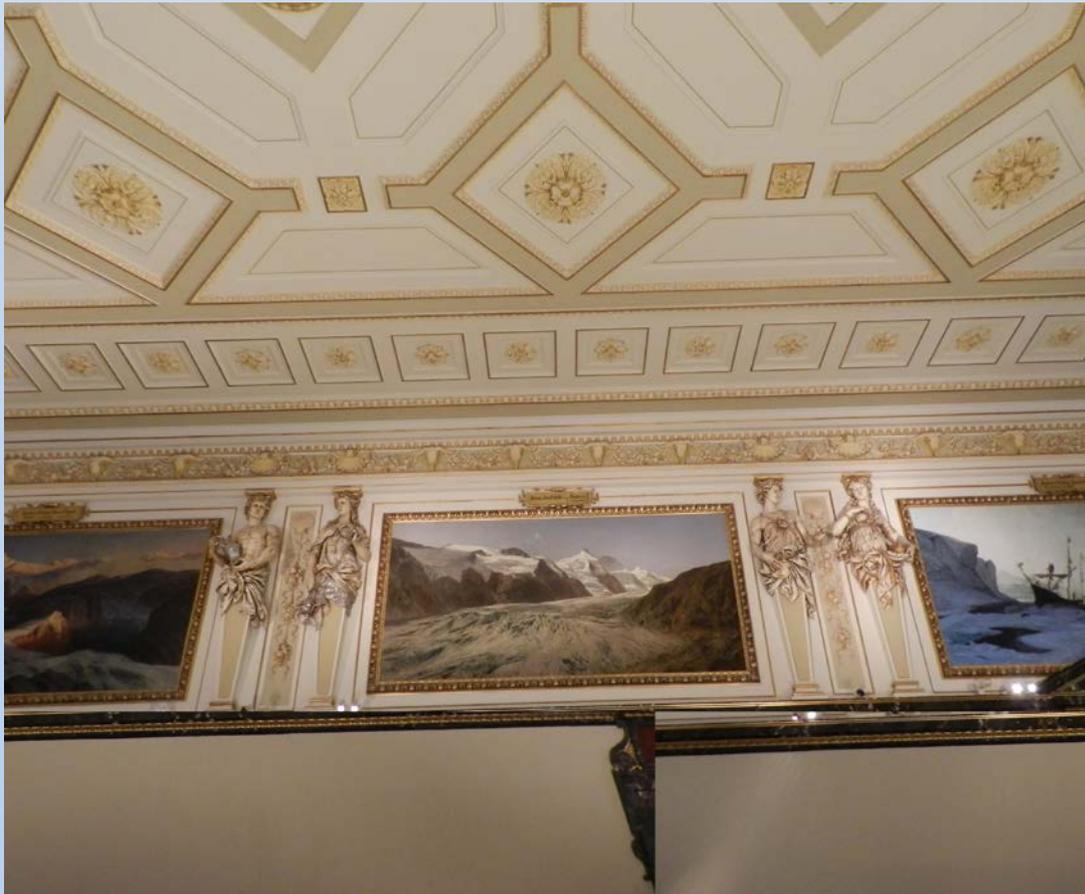
Konvektion durch die alte Luftheizung von 1891 und späterer Zentralheizung führten zu Verrußung, Verstaubung und mehreren Übermalungen der originalen Färbelung mit gelb und vergoldetem Dekor des stuckierten Frieses und dezenter Färbelung der Architektur. Während der Renovierung 2003



Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Gebäude und Klima – Konvektionsheizung, Verstaubung, Originalverluste

Der NHM Saal VI. mit Gemälde von Eduard von Lichtenfels „Kaiser-Franz-Josefs-Höhe“. Die Saalwände wurden 2003 leider ohne vorherige Befunderhebung der original erhaltenen Raumpolychromie und ohne konservatorisches Gesamtrestaurierungskonzept auseinander restauriert – bzw. renoviert. Die Karyatiden einer seltenen originalen mehrfarbigen Lüsterfassung wurden ausgespart.



Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Gebäude und Klima – Situation in der Denkmalpflege

Stiftskirche und Stift Melk, Niederösterreich, 1702-26 von Jakob Prandtauer erbaut, 1738 und 1947 nach Bränden wiederhergestellt. 1978 Beginn der Untersuchungen und der Pilot-Restaurierung. Klimawerte in der Stiftskirche: 80 – 90 % relative Luftfeuchte



Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Gebäude und Klima – fortschreitende Kondensation begünstigt biologischen Befall

Stift Melk, NÖ, Epiphaniekapelle 1720 ,
Gemälde von Johann Michael Rottmayr,
vor Konservierung u. Restaurierung 1978



Putto - Peter Widerin 1720, Lindenholz vergoldet,
Zustand 1978 vor Konservierung durch die
Restaurierwerkstätten des Bundesdenkmalamtes



fortgeschrittener Befall durch Anobium punctatum



Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Gebäude und Klima - Verdeckte Kondensation an Holzbauteilen

Schloss Schleissheim bei München, 18.Jh., Sommerresidenz der Könige von Bayern. Im 19. u Anfang bis weit ins 20.Jh. hinein war hier ein Teil der bayer.Staatsgemäldesammlungen, darunter auch die großen Rubensbilder an denen die August Pettenkofer die sog."Schleissheimkrankheit" festgestellt hatte: Durch zu hohe Feuchtigkeit waren einigen Stellen an Gemälden, trübe geworden. Die Pinakothek hat die Gemälde wegen der hohen Feuchtigkeit im Schloss weitgehend abgezogen.



1991 Restaurierungsarbeiten im Schloss: Schleissheim
Verdeckte Kondensation im ungeheizten Schloss hat zu
Braunfäule im tragenden Holz geführt.



Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Gebäude und Klima - fortschreitende Kondensation begünstigt biologischen Befall

Wallfahrtskirche
Mariabrunn bei Wien, 18.Jh.

Barocke Kirchenbänke Kapillarkondensation, allmähliche
Durchfeuchtung des Holzes begünstigt Anobienbefall



Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

..Was nicht zum Ziel führt ..

Kloster und Klosterkirche Pernegg, NÖ
Unten: Romanischer Kirchenraum um 1160 :
Heizkörper ruiniert den alten Putz



Kloster Pernegg, 17.Jh, heute Fastenzentrum,
Feuchteschäden, Bausanierung erfolgte ohne
Lösung der Feuchtigkeitsproblematik



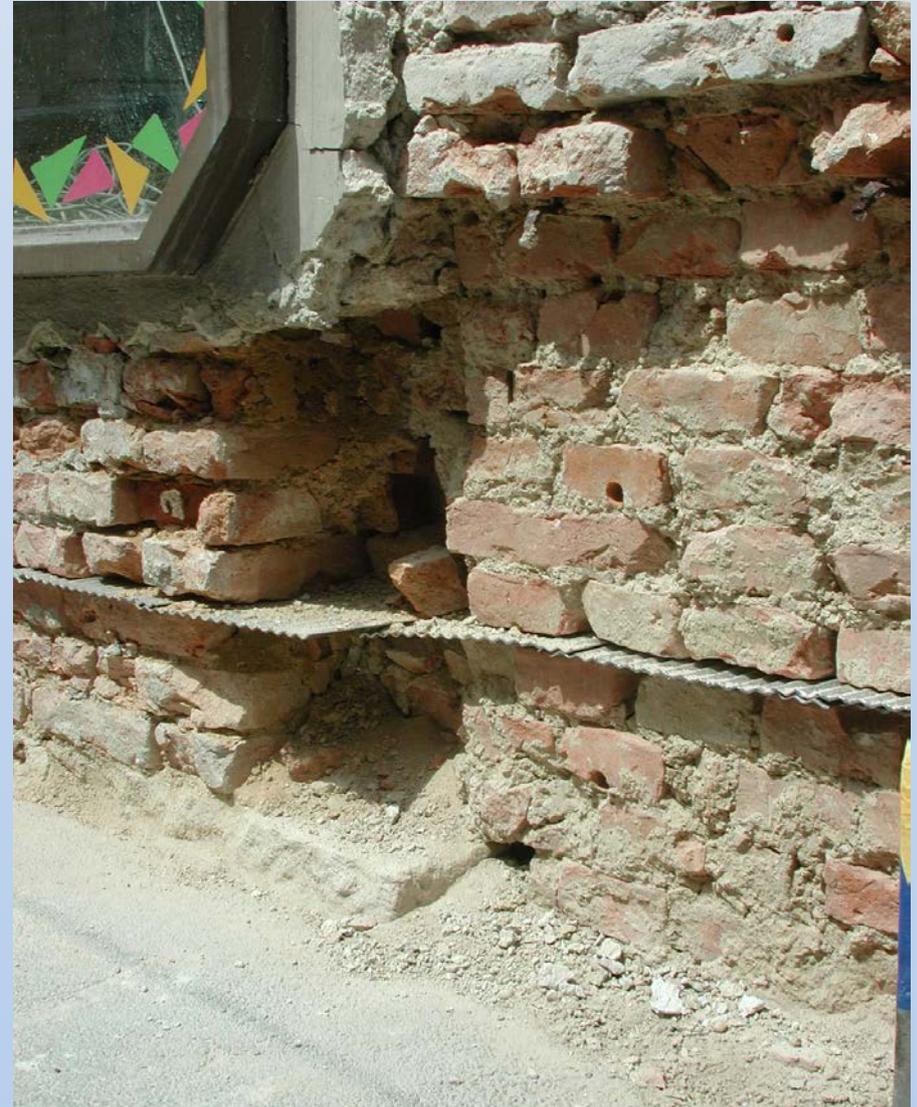
Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Was nicht zum Ziel führt ...

Schloss Schönbrunn, Wagenburg,
Sanierputz ohne Feuchtesanierung,
fällt nach 1 Jahr ab...



Wien 1030, Hainburgerstraße /Messenhauser-
straße, sinnlose Horizontalisolierung da das
Gebäude ohnehin trocken ist



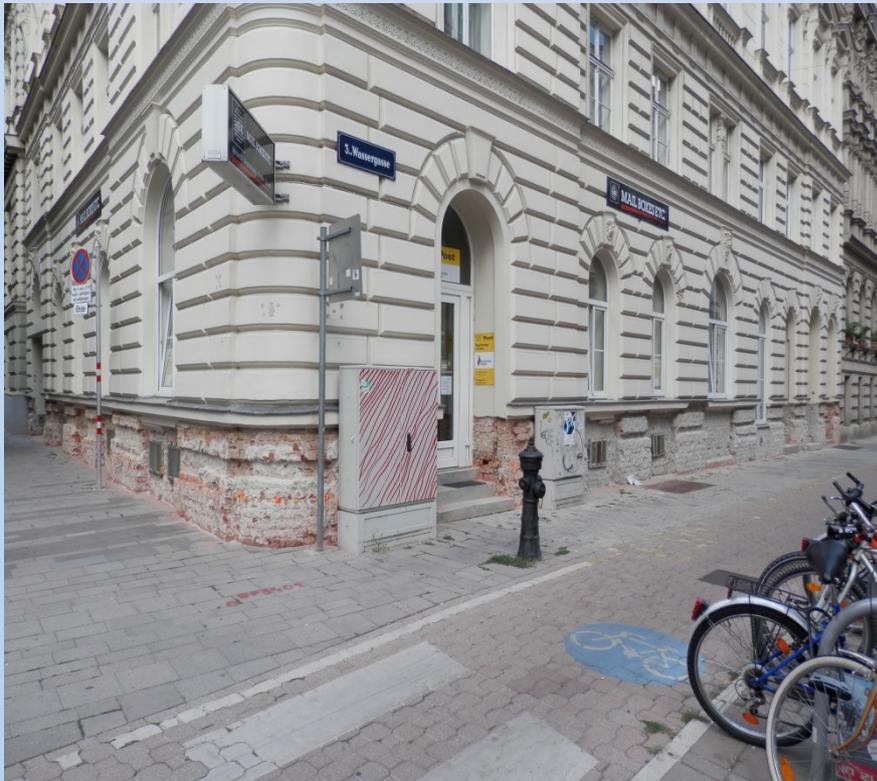
Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

1030 Wien Ungargasse Beethovenhaus... in diesem Haus schrieb Beethoven seine „Ode an die Freude“



Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Was nicht zum Ziel führt: Bohrlochtränkung – wird mit der Zeit unwirksam



Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Thermische Sanierung - Vollwärmeschutz 1030 Wien Ludwig Koeßlerhof , Josef Berger und Martin Ziegler 1926-27



Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Römisches Hypokaustum - das geniale Heizprinzip der Römer

und die ebenso geniale Nach-Erfindung der Temperierung von Henning Großschmidt, sind der Weg zu isothermen Verhältnissen in Museen und Gebäuden jeder Art, um Kälte, Kondensation Holzwurm und Schimmel fernzuhalten.



Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Römische Hypokaustenheizung : original und Rekonstruktion

Römische Ruinen am Hohen Markt 1010 Wien

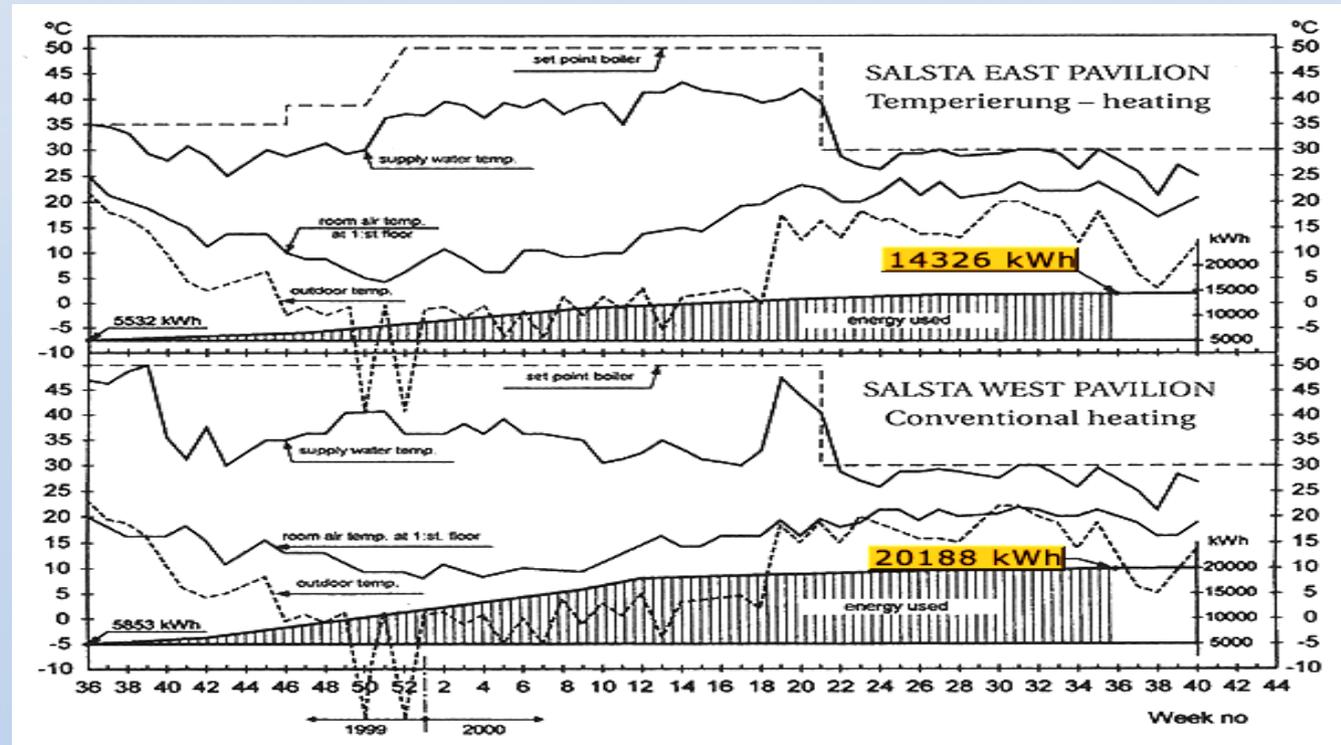


Carnuntum NÖ – Rekonstruktion einer Therme



Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Gebäude und Klima – Forschungsprojekt Prevent - Heizungsvergleich



Heizungs-Vergleich im Rahmen des EU Forschungsprojektes „Prevent“ 1383: in 2 Gebäuden in Schloss Salsta /Schweden (Foto links)

A) Beheizung durch Temperierung im Ostpavillon und B) konventionelle Warmwasserzentralheizung mit Heizkörpern im Westpavillon:

2 Diagramme mit der Jahresenergiemenge zeigen dass **die Hüllflächentemperierung im Ost-Pavillon auf 14326 kWh** und die **konventionellen Heizkörperheizung im West-Pavillon auf 20188 kWh** kommt. Die Differenz zwischen A) Temperierung und B) Warmwasser Zentralheizung beträgt **5.862kWh** das ist eine **Energieeinsparung 29 Prozent im Jahr** ergeben hat.

Foto: J.Käferhaus, Diagramm aus: Jan G. Holmberg: Comparison of Tempering and Conventional Convective Heating, EU-1383 PREVENT in: Klima in Museen und historischen Gebäuden: Die Temperierung, Wissenschaftliche Reihe Schönbrunn, Wien 2004

Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Temperierte Objekte



Kunsthistorisches Museum ehem. GG Depot Inzersdorf, 2004, Temperierung in einem Betonbau: Zwei Rohre unten und 2 Rohre im Brüstungsbereich genügten, um das Klima konstant unter 60% Luftfeuchte zu halten.

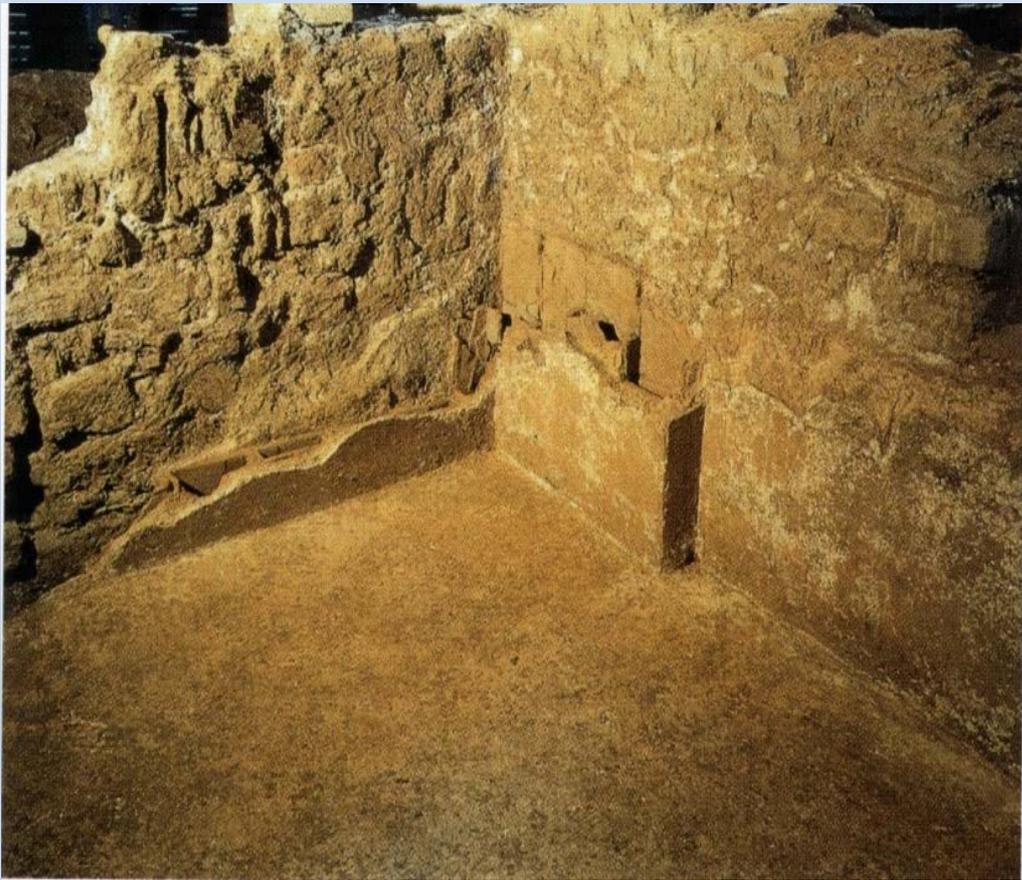


Schloß Schönbrunn Erdgeschoß Kronprinzenräume mit Wandmalereien v. Johann Bergl 1773/74, nach Restaurierung erfolgte eine Klimaoptimierung durch eine in den Wandsockel integrierte Temperieranlage

Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Römisches Hypokaustum - Das geniale Heizprinzip der Römer

und die ebenso geniale Nach-Erfindung der Temperierung von Henning Großes Schmidt, sind der Weg zu isothermen Verhältnissen in Museen und Gebäuden jeder Art, um Kälte, Kondensation, Holzwurm und Schimmel fernzuhalten.



Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Temperierte Objekte

Purgstall an der Erlauf, NÖ, sog. "Ledererhaus"
aus dem 16 - 17.Jh, heute Bezirksheimatmuseum



1996/97 Beginn der Inventarisierung und Sanierung der Museumsbestände, Sanierung des Gebäudes durch Temperierung. Die Innenräume sind ohne Heizkörper - ein Platzgewinn für die sehr kleinen Museumsräume.



Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Gebäude und Klima – Sanierung eines feuchten Kellers durch Temperierung

Das feuchte Souterrainlokal in der 1150 Jadengasse war vor Sanierung durch Temperierung sehr feucht (90 – 100%) während des Trockenheizens im Juli 2012 waren es bereits 70%,RF, Anfang Dezember 2012 waren 60 % RF erreicht



1. Ausschaltung des Problemkreises falschen Heizens: Konvektion Staubumwälzung Kondensation
2. trockene und daher bioresistente Wände, d.h. ohne Kondensation und Schimmel
3. konservatorisch konstantes Raumklima für Museen und historische Gebäude
4. im Winter bleibt die Feuchtigkeit in der Raumluft erhalten und kondensiert nicht, daher
5. wenig Nachbefeuchtungsbedarf im Winter, und Minimierung des Bakterienrisikos (Legionellen) beim Einsatz von künstlicher Befeuchtung
6. gesunde Atemluft, da die Raumluft im Gebäude nicht als Heizmedium missbraucht wird
7. hohe Behaglichkeit für Menschen
8. kann nachträglich in jedes Gebäude eingebaut werden
9. ersetzt andere Heizungen
10. ist wartungsarm
11. kann mit jeder Heizquelle z.B. auch mit Solarenergie betrieben werden
12. keine Heizkörper, daher keine Unfallgefahr in Schulen, Kindergärten, Krankenhäusern
13. keine Heizkörper, daher mehr Stellflächen in Wohnungen

14. Trockenlegung feuchter Mauern und Trockenhaltung - ohne Materialveränderung
15. thermisch trocken gehaltene Mauern trocknen bei Hochwässern rascher ab
16. Wieder Festwerden von porösem Putz und Ziegeln (Re-Mineralisierung)
17. Wegfall von teuren, die Gebäude erschütternden, schädigenden Horizontal-Isolierungen
18. Wegfall von Wärmedämmung auf Fassaden (Styropor, Kunststoffnetze mit Verputz) da der U-Wert im Regelfall bereits mit der Temperierung der Gebäudehülle erreicht wird
19. verhindert die Zerstörung von historischen Fassaden und trägt zur Erhaltung unseres Baukulturerbes ohne Gestaltveränderung bei
20. Einsparung an raumluftechnische Lüftungs- und Befeuchtungsanlagen (Klimaanlagen)
21. Einsparung bei d. Gebäudereinigung, da Konvektion und Raumverschmutzung wegfallen
22. Energiebedarf bis zu 50 kWh/qm ! Damit liegt dieser Wert innerhalb der von der EU Gebäuderichtlinie gesetzlich vorgeschriebenen 100 kWh/qm im Jahr.
23. Laut Forschungsprojekt EU Prevent 1383 /Publikation 2004) können mit der Temperierung der Gebäudehülle gegenüber konventionellen Heizkörperheizungen bis zu 29% der Jahresenergiemenge eingespart werden

Verfall von Kulturerbe, insbesondere aus organischem Material

Bei falschem Heizen und bei Unterlassung thermischer Versorgung folgen

- Saisonal wiederkehrende „Kalte Wand Problematik“
- Einlagerung von Wasserdampf in kapillarer Form in Grenzflächen und Rissen „Kapillarkondensation“ , Feuchtwerden des Holzes, die elektrische Ladung sinkt
- biologische Abbauprozesse werden begünstigt
- Nahrungskreislauf zwischen Abbauprodukten der Mikroorganismen und Insekten
- Mikroorganismen- und Schadinsektenbefall zerstören das Material,
- Schimmelwachstum bei Überschreitung des Grenzwerts ab 60% relative Feuchte
- Sporenvermehrung bei über 75 % relativer Feuchte
- Bio- Feinstäube wie Sporen belasten die Atemluft
- Belastung der Atemwege, Allergien u.a.
- Verdeckte Kondensation bes. von tragenden Bauhölzern
- Durchfeuchtung des Mauerwerks, Schäden im Putz, Ziegel und Stein
- Mineralische Ausblühungen, Salzwanderung,
- Erweichung von Putz, Ziegels und Stein

- Regel: Vorbeugen ist besser als Heilen

„Das Klima im Museum ist für das zu erhaltende Kulturgut und das Gebäude dann optimal, wenn die konservatorischen Eckwerte eingehalten und ein homogenes, konstantes Gebäudeklima entwickelt werden kann, wenn es gelingt, den Klimaverlauf konstant entlang der mittleren Tages-, Monats- und Jahrestemperatur gleitend zu halten, die gefürchteten Begleiterscheinungen, Kurzzeitschwankungen unterbleiben und die Atemluft von krankheitserregenden Partikeln wie Schimmelsporen und Bakterien frei bleibt“.

Energieeffizienz durch Temperierung der Gebäudehülle

Architekturerbe original zu erhalten und bauphysikalisch richtig zu beheizen ist möglich

