

Institut für Baukonstruktion
Technische Universität Dresden

**Denkmal und Energie 2017 –
Tagesseminar „Energieeffizienz, Nachhaltigkeit und Nutzer-
komfort“**

Abschlussbericht über ein Forschungsprojekt,
gefördert unter dem AZ: 33439/01 – 43/2 von der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt

von

Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weller,
Dipl.-Ing. Sebastian Horn,

24.02.2017

© 2017 Institut und Autoren

Technische Universität Dresden
Fakultät Bauingenieurwesen
Institut für Baukonstruktion

D-01062 Dresden

Telefon +49 351 46 33 48 45
Telefax +49 351 46 33 50 39

www.bauko.bau.tu-dresden.de

Projektkennblatt
der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt



Az	33439/01	Referat	43/2	Fördersumme	17.011,00 €
Antragstitel Tagesseminar „Denkmal und Energie 2017 – Energieeffizienz, Nachhaltigkeit und Nutzerkomfort“					
Stichworte					
Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)		
9 Monate	06.05.2016	05.02.2017			
Zwischenberichte					
Bewilligungsempfänger				Tel	
Technische Universität Dresden Institut für Baukonstruktion 01062 Dresden				0351/463 33531	
				Fax	
				0351/463 35039	
				Projektleitung	
				Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weller	
				Bearbeiter	
				Dipl.-Ing. Sebastian Horn	
Kooperationspartner					
Zielsetzung und Anlaß des Vorhabens					
<p>Das Ziel der Veranstaltung liegt im Wissenstransfer von neusten Forschungserkenntnissen und erfolgreichen Projektbeispielen an relevante Schlüsselakteure aus dem Themenbereich Denkmal und Energie mittels Durchführung einer Fortbildungsveranstaltung. Dabei ist das Kernanliegen, die Baudenkmale auf den Stand der Technik in Sachen Energieeffizienz, Nachhaltigkeit und Nutzerkomfort zu halten und damit deren Weiternutzung zu sichern. Für die Zukunft rückt neben der reinen Energieeffizienz von Gebäuden auch die Ressourceneffizienz vermehrt in den Fokus. Der richtigen Auswahl einzusetzender Materialien und Baustoffe kommt daher eine immer größere Bedeutung im Planungsprozess zu. Durch die einzelnen Vorträge in verschiedenen Themenblöcken sollen neben Impulsen auch aktuelle Forschungserkenntnisse, die Wirkungsweise neu entwickelter Materialien beziehungsweise innovativer Herstellungsverfahren für historische Materialien, Planungsgrundsätze und praxisrelevante Projektbeispiele dieses Kernthema behandeln. Darüber hinaus wird der Wissenstransfer durch den Ausbau des zur Fortbildungsveranstaltung erscheinenden Jahrbuchs vorangetrieben.</p>					
Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden					
<p>Das Hauptergebnis des Projektes ist die Erarbeitung eines Tagungsprogrammes mit anschließender Durchführung einer Fortbildungsveranstaltung, welche die energetische Sanierung von Baudenkmalen unter den Aspekten Energieeffizienz, Nachhaltigkeit und Nutzerkomfort behandelt. Das Tagungsprogramm wird so aufgebaut, dass die Teilnehmer zunächst in Form von Impulsvorträgen die Besonderheiten eines nachhaltigen Bauens kennenlernen sowie herausragende Sanierungsvorhaben, wie das Bundesverfassungsgericht in Karlsruhe, vorgestellt werden. Neben Informationen zu Materialien und Techniken sowie deren Einsatz im Detail wird auch die Besichtigung eines beispielhaft energetisch sanierten Kirchengebäudes durchgeführt.</p>					
<small>Deutsche Bundesstiftung Umwelt • An der Bornau 2 • 49090 Osnabrück • Tel 0541/9633-0 • Fax 0541/9633-190 • http://www.dbu.de</small>					

Weiterhin wird die Tagung auf verschiedenen Wegen beworben, um ein möglichst breites Feld an Teilnehmern anzusprechen. Zusätzlich werden sämtliche Vorträge auch als Beitrag in einem Jahrbuch aufbereitet, welches den Teilnehmern als Tagungsunterlage ausgehändigt wird. In dem Jahrbuch befinden sich neben den Themen der Referenten weitere Beiträge von Autoren aus Wissenschaft und Praxis. Die Einwerbung der zusätzlichen Beiträge erfolge über einen „Call for Abstracts“. Durch die Publikation des Jahrbuchs über den Verlag Springer Vieweg wird auch eine Verbreitung des Tagungsprogrammes über die Fortbildungsveranstaltung hinaus angestrebt. Nach der Veranstaltung findet eine kritische Nachbereitung statt. Dies dient dazu, die Erkenntnisse aus der Veranstaltung zu nutzen, um weitere geplante Fortbildungsveranstaltungen hinsichtlich Didaktik, Durchführung und Themenfindung zu verbessern. Die Ergebnisse der Veranstaltung werden dokumentiert.

Ergebnisse und Diskussion

Den Teilnehmern der Tagung wurden neuste Erkenntnisse zur denkmalgerechten energetischen Sanierung vorgestellt. Mit Hilfe der Vorträge, Diskussionen und umfangreichen Tagungsunterlagen wurden die Teilnehmer für die Komplexität des Themas sensibilisiert. Sie erhielten zudem einen Einblick in das Förderprogramm der Deutschen Bundesstiftung Umwelt. Zudem wurde in mehreren Vorträgen auf Detaillösungen bei denkmalgerechten Sanierungen eingegangen. Zu nennen sind hier vor allem der Einsatz ressourcenschonende Baustoffe sowie die Themenkomplexe Schimmel in Gebäuden und Brandschutz. Neben Fachvorträgen zu bestimmten Detaillösungen wurde durch die Vorstellung durchgeführter energetischer Sanierungen an Baudenkmalen ein breites Spektrum an energetischen Eingriffen am Baudenkmal aufgezeigt.

Die Teilnehmer wurden in die Lage versetzt, Sanierungsmaßnahmen an Denkmälern kritisch zu bewerten und erhielten detaillierte Hinweise zur schadenfreien Sanierung. Die Tagung trägt zum fachgerechten Erhalt der historischen Bausubstanz bei, indem sie Forschungsergebnisse und aktuelle technische Entwicklungen einer breiten Öffentlichkeit zugänglich macht. Der gesetzte Kosten- und Zeitrahmen wurde eingehalten.

Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation

Die Veranstaltung wurde durch Flyer, Online und auf anderen Fachtagungen beworben. Sie konnte bei sämtlichen Ingenieur- und Architektenkammern, die über ein Punktesystem verfügen, erfolgreich akkreditiert werden. Auch die Akkreditierung für Energieberater für Baudenkmale von der Wissenschaftlich-Technischen Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V. sowie für die Energieeffizienz-Expertenliste für Förderprogramme des Bundes (DENA) wurde durchgeführt. Die erarbeiteten Vorträge wurden dokumentiert und den Teilnehmern nach der Veranstaltung zum Download zur Verfügung gestellt. Zudem erhielten die Teilnehmer als Seminarunterlage das Jahrbuch Weller, B.; Horn, S. (Hrsg.): Denkmal und Energie 2017 – Energieeffizienz, Nachhaltigkeit und Nutzerkomfort. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2016. Nach den Vorträgen und während der Pausen bestand die Möglichkeit zur fachlichen Diskussion mit den Vortragenden.

Die erarbeiteten Ergebnisse werden an der Technischen Universität Dresden innerhalb der Vorlesungsmodule Baukonstruktionslehre bestehender Gebäude, Nachhaltiges Bauen und Energieeffiziente Gebäude den Studenten des 3., 7. und 8. Semesters vorgestellt. Zudem soll die Tagung die Basis für einen stetigen Wissenstransfer aus der Forschung und Entwicklung in die Baupraxis dienen.

Fazit

Mit der gewählten Vorgehensweise konnte ein breites Publikum aus den unterschiedlichsten Bereichen der Baubranche und Denkmalpflege erreicht werden. Mit rund 200 Teilnehmern konnte eine erneute Steigerung der Besucherzahlen erreicht werden. Dies unterstreicht die Erkenntnis, dass sich die Veranstaltungsreihe als fester Termin für Fragen rund um den Themenkomplex „Denkmal und Energie“ entwickelt hat. Die Auswertung der Evaluationsbögen sowie Gespräche mit Teilnehmern zeigten, dass die Veranstaltung und deren Vortragsinhalte als sehr positiv und praxisrelevant aufgenommen wurden.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	6
Zusammenfassung	7
Antragsteller und Projektleitung	8
Einleitung	10
1. Eröffnung und Impuls	13
1.1. Förderung einer nachhaltigen Entwicklung – Das neue Förderprogramm der DBU im Bereich „Denkmal und Energie“	13
1.2. Die Dämmung der Baudenkmale – Frevel oder Weitsicht?	16
1.3. Bundesverfassungsgericht in Karlsruhe: Energetische Sanierung	19
2. Material und Technik	31
2.1. Typha, Natur- Bau- Technik: Neuer cradle-to-cradle-Baustoff mit Wärmedämm-	31
2.2. Von der konservatorischen Not zur energetischen Tugend – Chancen und	35
2.3. Konzepte zum Temperieren und Lüften zum Erhalt denkmalgeschützter Substanz am Beispiel der katholischen Kirche St. Joseph in Osnabrück	40
3. Planung im Detail	44
3.1. Schimmel und Algen sicher vermeiden – Zukunft Altbau ohne Gesundheitsrisiken ..	44
3.2. Wirtschaftlichkeit energetischer Maßnahmen im Baudenkmal am Beispiel des Stadttheaters Wolfsburg von Hans Scharoun	48
3.3. Wie viel Brandschutz steckt im Denkmal? Details und ihre Wirkung	58
4. Finanzierungskonzept für Folgetagungen	62
5. Fazit	62

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Tagungsband als Bestandteil der Tagungsunterlagen	7
Abbildung 2: Teilnehmer Tagesseminar „Denkmal und Energie 2017 – Energieeffizienz, Nachhaltigkeit und Nutzerkomfort“	11
Abbildung 3: Gefüllter Saal bei der Vorstellung des Förderprogramms der DBU im Bereich „Denkmal und Energie“ von Frau Dipl.-Ing. Arch. Sabine Djahanschah (DBU)	11

Zusammenfassung

Der vorliegende Abschlussbericht dokumentiert die Ergebnisse des durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderten Projektes "Tagesseminar Denkmal und Energie 2017 – Energieeffizienz, Nachhaltigkeit und Nutzerkomfort". Im Mittelpunkt des Projektes stand der Wissenstransfer von Forschungserkenntnissen und gelungenen Projektbeispielen an relevante Schlüsselakteure aus dem Themenbereich Denkmal und Energie.

Als Kernthema der Veranstaltung wurde die Frage behandelt, wie die Baudenkmale auf den Stand der Technik in Sachen Energieeffizienz, Nachhaltigkeit und Nutzerkomfort gehalten werden können, um damit deren Weiternutzung zu sichern. Anhand verschiedener Beispielgebäude wurden typische Baukonstruktionen, Schadensbilder und Sanierungsbeispiele aufgezeigt und im Detail erläutert. Als Begleitmaterial zum Tagesseminar wurde jedem Teilnehmer neben den Vortragsfolien ein Jahrbuch ausgehändigt, welches die Vortragsthemen der Referenten noch einmal in Form eines Artikels sowie Beiträge weiterer namhafter Autoren aus Wissenschaft und Praxis beinhaltet.

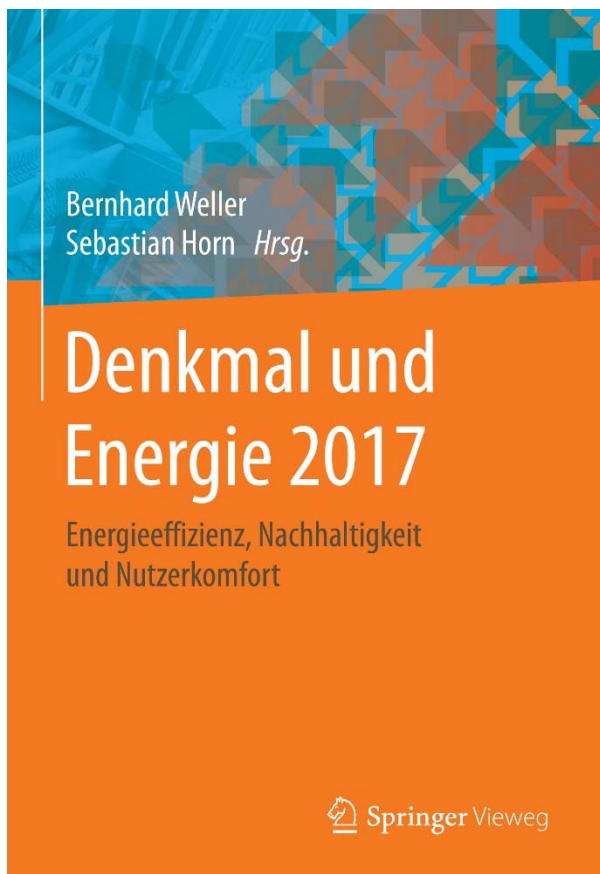


Abbildung 1: Tagungsband als Bestandteil der Tagungsunterlagen

Die Teilnehmer wurden in die Lage versetzt, Sanierungsmaßnahmen an Denkmälern kritisch zu bewerten und erhielten detaillierte Hinweise zur schadenfreien Sanierung. Die Vielzahl an Teilnehmern aus unterschiedlichen Fachbereichen (Bauphysik, Denkmalschutz, Architektur, Baurecht, Forschung und Gebäudetechnik) verdeutlichte nochmals das notwendige interdisziplinäre Zusammenspiel bei der energetischen Sanierung von Denkmälern und dem nachhaltigen Erhalt geschützter Bausubstanz. Hierfür bot die durchgeführte Veranstaltung ein hervorragendes Forum, was die zahlreichen Diskussionen in den Pausen belegten.

Antragsteller und Projektleitung

Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weller

Fakultät Bauingenieurwesen

Institut für Baukonstruktion

Technische Universität Dresden

01062 Dresden

T 0351 463 34845

F 0351 463 35039

E-mail Bernhard.Weller@tu-dresden.de

Einleitung

Energetische Sanierungsmaßnahmen im denkmalgeschützten Gebäudebestand sind in der Regel sehr anspruchsvoll und nicht immer mit standardisierten Lösungen durchzuführen. Da von Baudenkmalen aber eine große Signalwirkung ausgeht, sind erfolgreich durchgeführte energetische Sanierungen an diesen Gebäuden umso wichtiger, da diese ein Multiplikationspotential auf den gesamten Gebäudebestand haben. Was an Baudenkmalen möglich ist, kann auch im restlichen Gebäudebestand angewandt werden.

Folglich muss es das Ziel sein, die in mehreren Projekten erarbeiteten Lösungsansätze einer breiten Öffentlichkeit bestehend aus Architekten, Fachplanern, Denkmalpflegern, Behörden, Unternehmen und Gebäudeeigentümern zugänglich zu machen. Eine Fachtagung mit dem Thema „Denkmal und Energie 2017 – Energieeffizienz, Nachhaltigkeit und Nutzerkomfort“, in welcher neben möglichen Förderprogrammen für eine nachhaltige Entwicklung auch typische Baukonstruktionen, Schadensbilder und Sanierungsvorschläge aufgezeigt wurden, stellte dafür ein adäquates Mittel dar. Das Tagesseminar fand am 28.11.2016 im Zentrum für Umweltkommunikation (ZUK) der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) in Osnabrück statt.

Die Einführung in die Veranstaltung übernahm Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weller vom Institut für Baukonstruktion der Technischen Universität Dresden. Er stellte den Ablauf vor und gab verschiedene Anregungen für den Themenkomplex. Im Anschluss erfolgte eine Vorstellung des Förderprogramms der DBU im Bereich „Denkmal und Energie“ durch Frau Dipl.-Ing. Arch. Sabine Djahanschah. Die Frage nach dem Sinn oder Unsinn der Dämmung von Baudenkmalen durch Herrn Dr. Ralf-Peter Pinkwart sowie die Vorstellung der energetischen Sanierung des Bundesverfassungsgerichts in Karlsruhe durch Herrn Prof. Dipl.-Ing. Wolfgang Grether komplettierten den ersten Themenblock.

Im Themenkomplex „Material und Technik“ stellten Frau Dipl.-Ing. Alexandra Fritsch und Herr Dipl.-Ing. Werner Theuerkorn den Baustoff Typha vor, welcher durch seine Ressourceneffizienz und gute Wärmedämm- und Trageigenschaften für die Sanierung von Fachwerkhäusern geeignet ist. Herr Prof. Dr. phil. Sebastian Strobl referierte über die Chancen und Gefahren von Schutzverglasungen bei der Sanierung historischer Kirchenverglasungen und Herr Prof. Dr.-Ing. Harald Garrecht stellte Konzepte zum Temperieren und Lüften vor, um die denkmalgeschützte Substanz einer Kirche zu erhalten.

Der dritte Themenkomplex befasste sich mit der „Planung im Detail“. Dazu erläuterte Herr Dr. rer. nat. Thomas Warscheid Möglichkeiten zur Vermeidung von Schimmel und Algen. Herr Dipl.-Ing. Arch. Winfried Brenne gab am Beispiel des Stadttheaters Wolfsburg von Hans Scharoun Auskünfte über die Wirtschaftlichkeit energetischer Maßnahmen am Baudenkmal und Frau Dr.-Ing. Sylvia Heilmann beschäftigte sich mit Detailfragen des Brandschutzes bei der Sanierung von Baudenkmalen.

Im letzten Themenblock wurde die katholische Kirche St. Joseph in Osnabrück besichtigt. Hier wurden die zuvor von Herrn Prof. Dr.-Ing. Harald Garrecht vorgetragenen Konzepte zum Temperieren und Lüften nach der Umsetzung vorgestellt. Herr Dipl.-Ing. TU BDA Ulrich Recker führte als verantwortlicher Architekt der Maßnahme durch das Gebäude.

In den nachfolgenden Kapiteln dieses Berichtes sind die Folien der Referenten nochmals zusammengestellt, um die Inhalte der Tagung detailliert wiedergeben zu können.



Abbildung 2: Teilnehmer Tagesseminar „Denkmal und Energie 2017 – Energieeffizienz, Nachhaltigkeit und Nutzerkomfort“



Abbildung 3: Gefüllter Saal bei der Vorstellung des Förderprogramms der DBU im Bereich „Denkmal und Energie“ von Frau Dipl.-Ing. Arch. Sabine Djahanschah (DBU)

1. Eröffnung und Impuls

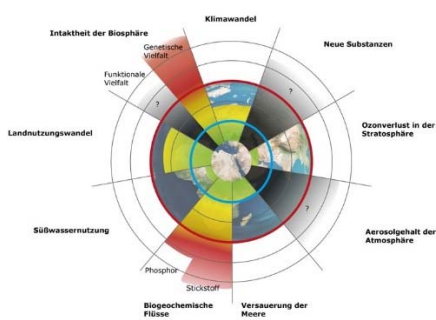
1.1. Förderung einer nachhaltigen Entwicklung – Das neue Förderprogramm der DBU im Bereich „Denkmal und Energie“

Dipl.-Ing. Arch. Sabine Djahanschah

Deutsche Bundesstiftung Umwelt



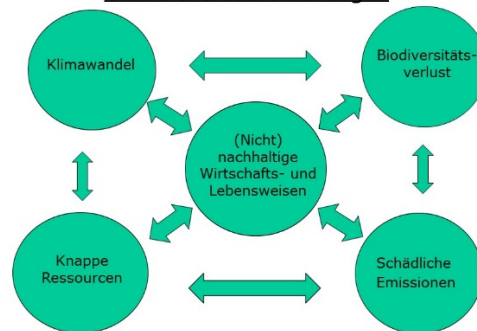
Belastungsgrenzen der Erde



nach Steffen et al., 2015
Science, Vol. 347, Issue 6223

Grundsätze zur Überarbeitung der *Inhalte* der Förderleitlinien der DBU

Umweltherausforderungen



Stand: 29.06.2015
FG

Kontext Nachhaltigkeit

- Das Bauwesen gehört zu den ressourcenintensivsten Wirtschaftszweigen Verbrauch pro anno in Deutschland: 650 Mio. T mineralische Rohstoffe (85% d. inländischen Ernteharnte, 5,2 Mio. T Baustahl, 23 Mio. T Zement), Deutscher Gebäudebestand ca. 100 Milliarden T. Material¹
- Der Bausektor erzeugt ca. 54% des in Deutschland anfallenden Abfalls (192 Mio. t)²
- Der Gebäudesektor beansprucht fast 40 % des Energieverbrauchs in Deutschland

Flächenverbrauch Straßen / Siedlungen pro Tag 69 Hektar
Nachhaltigkeitsziel der Bundesregierung 30 Hektar 2020.

1 Kottler, H. 2011: Urban Mining – Ressourcenschonungspotenziale einer nachhaltiger Nutzung des anthropogenen Lagers im Gebäudebestand. Tagung zum 25. Kärntner Abfall- und Bausektorkongress, Hrsg. Wäberhaus Institut, S. 1
2 Schrade Clara, D. (Hrsg.), Energieschule Gebäudesanierung mit dem Faktor 10, Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU-Projekt 42/11200), S. 9
3 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Klimaschutz (Hrsg.), Deutsches Ressourcenförderprogramm (ProgRess), Mai 2012, S. 13
4 BMWi Energiewende, Newsletter, Ausgabe 22/2016

Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Energiewende




Ziele

- Anteil Erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch: 2020: 18 %, 2050: 60 %
- Anteil Erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch: 2020: 35 %, 2050: 80 %
- Reduzierung Primärenergieverbrauch: bis 2020 um 20 % und bis 2050 um 50 %
- Reduzierung Stromverbrauch: bis 2020 um 10 % und bis 2050 um 25 %
- Reduzierung Wärmebedarf in Gebäuden: bis 2020 um 20 % und bis 2050 um 80 %




Deutsche Bundesstiftung Umwelt



Förderleitlinien der DBU - Präambel

- Interdisziplinär konzipierte Förderthemen
- Innovative, modellhafte und lösungsorientierte Vorhaben zum Schutz der Umwelt
- Besondere Berücksichtigung kleiner und mittlerer Unternehmen
- Anknüpfend an aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse über planetare Grenzen und die Sustainable Development Goals
- Lösungen durch interdisziplinäre, systemische und die gesellschaftliche Praxis einbeziehende Ansätze
- Bildung und aktive Beteiligung von Kindern und Jugendlichen
- Digitalisierung als Querschnittsthema


Deutsche Bundesstiftung Umwelt



5. Klima- und ressourcenschonendes Bauen

- Integrale Planung, Umsetzung, Evaluation und Dokumentation energie- und ressourcenoptimierter Modellvorhaben
- Konzepte zur passiven Klimatisierung, Innenraumlufthausqualität, Suffizienz, Minimierung grauer Energie und Immissionen
- Holzbau in größeren Gebäudevolumina
- Optimierung von Systemen und Konstruktionen sowie Akzeptanzerhöhung von Holzbauten
- Weiterentwicklung von Planungsmethodik, Instrumenten und Prozessqualität
- Bildung, Kommunikation, Beteiligung und Qualifizierung


Deutsche Bundesstiftung Umwelt



6. Energie- und ressourcenschonende Quartiersentwicklung und -erneuerung

- Energie- und ressourceneffiziente Quartiersentwicklung und -erneuerung unter Berücksichtigung sozialer Auswirkungen
- ressourcenschonender Umbau der Ver- und Entsorgungsinfrastruktur
- Dokumentation und Evaluation umgesetzter Konzepte
- Administrative, institutionelle und soziale Voraussetzungen für energetische und ressourcenschonende Quartierserneuerung
- Weiterentwicklung von Planungsmethodik, Prozessqualität und Instrumenten
- neue Ansätze zur Beteiligung der Quartiersbevölkerung
- Bildung, Kommunikation und Qualifizierung

Deutsche Bundesstiftung Umwelt



13. Bewahrung und Sicherung national wertvoller Kulturgüter vor schädlichen Umwelteinflüssen

- Schutz national wertvoller Kulturgüter vor den Folgen anthropogener Immissionen
- Sicherung und Bewahrung national wertvoller Kulturgüter und historischer Kulturlandschaften vor den Auswirkungen des anthropogenen Klimawandels
- Verfahren, Methoden und Produkte zum Umgang mit schädigenden Altrestaurierungen
- Weiterqualifizierungsangebote im Bereich des nachhaltigen Schutzes von Kulturgütern und historischen Kulturlandschaften
- Lösung von Konflikten im Schnittbereich von Denkmal-, Natur- und Kulturlandschaftsschutz

Deutsche Bundesstiftung Umwelt

2000 Watt Gesellschaft Schweiz

Umsetzungsstrategien:

Effizienz
das Gleiche mit weniger Verbrauch

Substitution/Konsistenz
das Gleiche aber anders

Suffizienz
„weniger ist mehr“ Reduktion des Verbrauchs

Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Förderkriterien



Deutsche Bundesstiftung Umwelt



Deutsche Bundesstiftung Umwelt



Deutsche Bundesstiftung Umwelt



Deutsche Bundesstiftung Umwelt



Deutsche Bundesstiftung Umwelt



Deutsche Bundesstiftung Umwelt



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

1.2. Die Dämmung der Baudenkmale – Frevel oder Weitsicht?
Dr. Ralf-Peter Pinkwart
Landesamt für Denkmalpflege Sachsen

Die Dämmung der Baudenkmale
 -
 Frevel oder Weitsicht?

Dr. Ralf-Peter Pinkwart, Landesamt für Denkmalpflege Sachsen

Denkmal & Energie 2017
 Zentrum für Umweltkommunikation Osnabrück, 28. November 2016



Mehrheit der Wohnungs- und Gewerbebauten aus der 2. H. d. 19. und 1. H. d. 20. Jh.:
 36,5 cm starke Vollziegelwände, in der Regel, aber nicht immer, beidseitig verputzt:
 U-Wert = ca. 1,6 W/m²K



Wohnungs- und Gewerbebauten aus dem frühen und mittleren 19. Jh. in Sachsen:
 40 – 50 cm starke massive Sandsteinwände, in der Regel beidseitig verputzt
 U-Wert = ca. 2,6 W/m²K



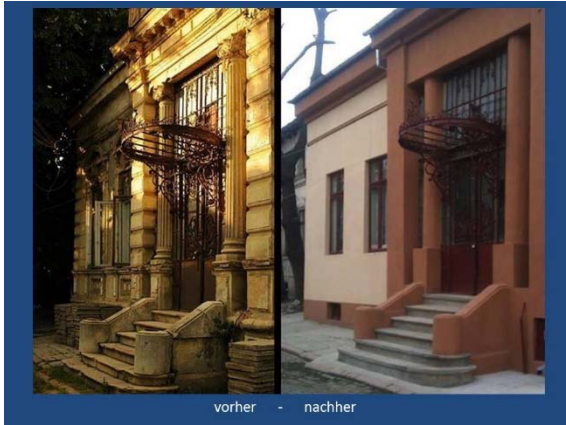
Ländliche Wohnstallhäuser aus der 1. H. d. 19. Jh.:
 ca. 60 cm starke Bruchsteinwände, anteilig auch aus Granit oder Basalt
 U-Wert > 3,0 W/m²K

Zum Vergleich:

Hyg. Mindestwärmeschutz seit 1969:		1,32 W / m ² K
1970/80er Jahre: WBS 70 / 3-Schicht-AWP:		1,05 W / m ² K
1990er Jahre / WSV0:		+ /- 0,50 W / m ² K
Mindestwärmeschutz heute:	nach WTA:	0,84 W / m ² K
	nach DIN 4108:	0,73 W / m ² K
EnEV seit 2009:		0,24 W / m ² K



Algenbefall am WDVS



vorher - nachher



Historischer Dorfgasthof am Rand von Dresden: nun mit Vollwärmeschutz und „künstlerischer Aufwertung“

DIE WELT 4. Juni 2014, 8:45
 Content: Artikel: www.die-welt.com
 http://www.welt.de/12868881

03.06.14 | Energieklima

Komplette Wärmedämmung, total unwirtschaftlich

Ein hessischer Architekt zeigt mit einem Rechenmodell, wie unwirtschaftlich eine komplette Wärmedämmung ist. Der Lahm-Dill-Kreis reagiert.

Schluss mit dem Dämmwahn!

Die Baubehörden wollen alle Gebäude energetisch machen. Es wäre das Ende aller schönen Architektur von heute bis morgen.

Energetische Sanierung Stoppt den Dämmwahn!

Deutschland wird mit Styroporplatten verpackt. Das ist ökologisch zweifelhaft, absurd teuer, die Häuser gehen schneller kaputt. Und es dämmt noch weniger.

Illustration von Georg Meißner

Eine Wärmedämmung amortisiert sich nicht immer über die zu erwartenden Kosten.

PERSCHIDS ABGRÜNDE

Mit einer verputzten Schaumstoff-Außendämmung lassen sich bis zu 30% Heizkosten einsparen.

Prof. P. Fehrenberg - über die energetische Verbesserung denkmalbildender Außenwände

Energieeinsparung bei Baudenkmälern

Energieverbrauch Bleicherstraße 151,00 m²VPL (Wohnfläche)			Energieverbrauch Blauer Kamp 6.060,00 m²VPL (Wohnfläche)		
WE 8 - Heizung Erdgas m³	Wärmeverlust kWh	Wärmeverbrauch kWh	WE 8 - Heizung Erdgas m³	Wärmeverlust kWh	Wärmeverbrauch kWh
1988/89	0,00	0,00	1988/89	83.119,00	15,81
1989/90	0,00	0,00	1989/90	72.248,00	14,20
1990/91	0,00	0,00	1990/91	82.509,00	16,28
1991/92	11.600,00	10,48	1991/92	81.409,00	16,00
1992/93	12.200,00	10,54	1992/93	82.871,00	16,32
1993/94	12.450,00	10,52	1993/94	75.298,00	14,83
1994/95	11.020,00	10,14	1994/95	75.814,00	14,90
1995/96	13.341,00	12,19	1995/96	85.844,00	17,73
1996/97	12.100,00	10,82	1996/97	74.503,00	14,78
1997/98	9.834,00	10,08	1997/98	70.320,00	13,88
1998/99	11.314,00	10,39	1998/99	68.341,00	13,60
1999/00	10.081,00	10,41	1999/00	61.237,00	12,09
2000/01	10.898,00	10,48	2000/01	67.384,00	13,30
Durchschnitt		10,27	Durchschnitt		14,93

Energieverbrauch Trockener Kamp 6.623,00 m²VPL (Wohnfläche)			Energieverbrauch Domlerstr. 3.722,40 m²VPL (Wohnfläche)		
WE 8 - Heizung Erdgas m³	Wärmeverlust kWh	Wärmeverbrauch kWh	WE 8 - Heizung Erdgas m³	Wärmeverlust kWh	Wärmeverbrauch kWh
1988/89	77.287,00	11,37	1988/89	58.538,20	14,02
1989/90	74.206,00	11,21	1989/90	61.621,70	15,01
1990/91	86.272,00	13,02	1990/91	61.528,80	16,83
1991/92	84.648,00	12,78	1991/92	60.005,60	16,12
1992/93	90.479,00	13,38	1992/93	60.562,70	16,27
1993/94	81.800,00	12,38	1993/94	54.218,30	14,57
1994/95	90.172,00	13,91	1994/95	64.508,60	16,98
1995/96	108.008,00	15,48	1995/96	60.202,70	16,18
1996/97	83.878,00	12,82	1996/97	48.494,30	13,02
1997/98	62.294,00	10,00	1997/98	47.462,30	12,88
1998/99	72.308,00	10,39	1998/99	47.383,30	12,89
1999/00	67.919,00	10,19	1999/00	48.923,30	13,34
2000/01	80.128,00	12,09	2000/01	47.868,60	12,80
Durchschnitt		12,36	Durchschnitt		14,29

Tagung des Deutschen Nationalkomitees für Denkmalschutz am 19. 3. 2002 in Bonn

- Bereits maßvoll gedämmte Konstruktionen werden durch ein weiteres Plus an Dämmstärke nicht mehr viel besser.
- Fassadendämmung ist oft nur im Zusammenhang mit einer sowieso geplanten Sanierung wirtschaftlich.
- Wärmedämmverbundsysteme haben deutliche kürzere Standzeiten als das Gesamtgebäude, - sie sind also irgendwann wieder zu entsorgen und zu ersetzen.
- Nicht gedämmte Häuser sind oft besser als ihr Ruf, gedämmte bleiben oft hinter den berechneten Erwartungen zurück.

WARME DÄMMVERBUND SYSTEM

ADOLF LOOS UND DIE BAUKULTUR

„Nun gut, die Ornament-suche ist staatlich anerkannt und wird mit staatsgeldern subventioniert. Ich aber erblicke darin einen rückschritt. Ich lasse den einwand nicht gelten, daß das Ornament die Lebensfreude eines kultivierten menschen erhöht [...] Die nachzügler verlangsamen die kulturelle entwicklung der völker und der menschheit, denn das Ornament wird nicht nur von Verbrechern erzeugt es beugt ein Verbrechen dadurch, daß es den menschen schwer an der gesundheit, am nationalvermögen und also in seiner kulturellen entwicklung schädigt [...] Das Ornament hat keine Eltern und keine nachkommen, hat keine vergangenheit und keine zukunft. Es wird von unkultivierten Menschen, denen die große unserer zeit ein buch mit sieben seiten ist, mit feuchte begriffen und nach kurzer zeit verfohnen.“

Adolf Loos, Ornament und Verbrechen¹

Ist das Ornament von Loos das heutige Wärmedämmverbundsystem?

- Ziele:
1. Abkoppelung des Denkmalbestandes hinsichtlich energiewirtschaftlicher Qualität vom Gesamtgebäudebestand verhindern
 2. Förderung maßvoller wärmeschutztechnischer Ertüchtigung bei Denkmälern ermöglichen

„Denkmalschutz ist Klimaschutz“
 Positionspapier 2011

Mit dem Anstieg „Baudenkmalern Bräun und Müll“ werden im Jahr 2010 200 Millionen Euro zum Erhalt von Baudenkmalern und Denkmälern in Deutschland investiert. Das Baudenkmal ist – jenseits der Natur – ein Kulturgut. Das Baudenkmal ist – jenseits der Natur – ein Kulturgut. Das Baudenkmal ist – jenseits der Natur – ein Kulturgut.

Neues KfW-Programm „Effizienz-Denkmal“ einrichten!

Das KfW-Programm „Effizienz-Denkmal“ ist seit 1. Februar 2011 eines der größten Förderprogramme der Bundesregierung. In Anlehnung an die Kriterien des KfW-Programms „Energieeffiziente Gebäude“ werden die Kriterien für die Förderung von Baudenkmalen definiert.

Denkmäler machen ca. 3% des Gebäudesektors aus. Das Baudenkmal ist jedoch ein Kulturgut. Die Förderung sollte:

- sich nicht auf den Bestand der Baudenkmalen beschränken, sondern an den gesamten Gebäudesektor ausweiten
- die wirtschaftliche Situation der Bauherren, die für jeden Einzelfall geeignet ist, berücksichtigen
- und insbesondere die verfahrenstechnische Unterstützung ausweiten

Gut Gamig, sog. Renaissancehaus aus Feldsteinmauerwerk, Umbau zu Rehabilitationswerkstätten

Innendämmung mit 4 cm Schaumglasplatten: U-Wert-Verbesserung von 1,28 auf 0,56 W/m²K

Perspektiven:

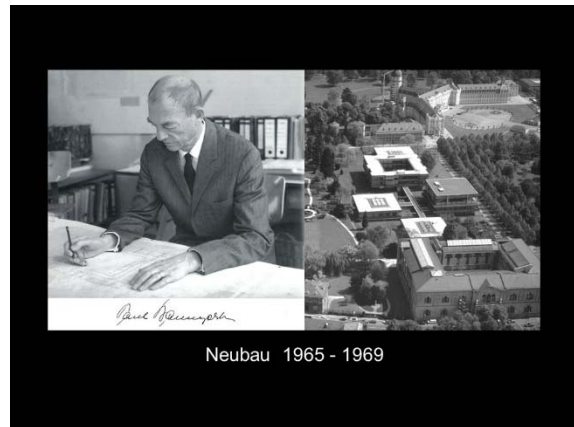
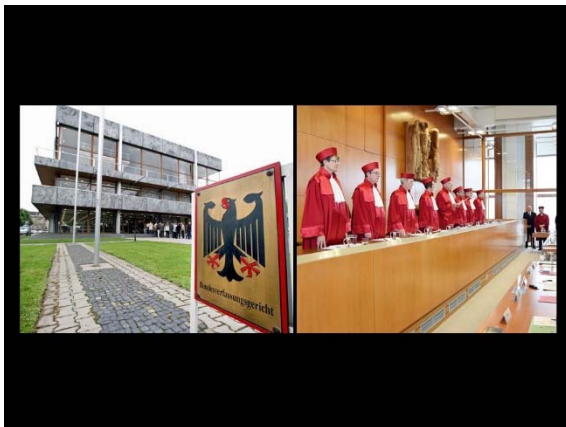
- Innendämmung funktioniert. (i. d. R. unter der Bedingung des Nachweises)
- Die meisten Baudenkmale sind problematisch von außen, hingegen relativ unproblematisch von innen zu dämmen.

Außendämmung bei Baudenkmalen? - Nur im Ausnahmefall möglich!

Innendämmung bei Baudenkmalen? – Nur im Ausnahmefall nicht möglich!

Ich danke Ihnen für Ihre Aufmerksamkeit.

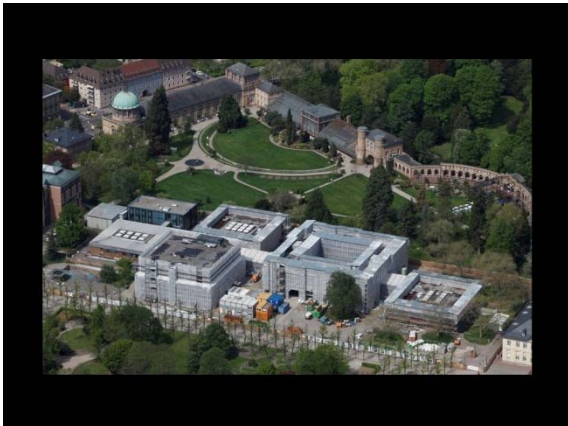
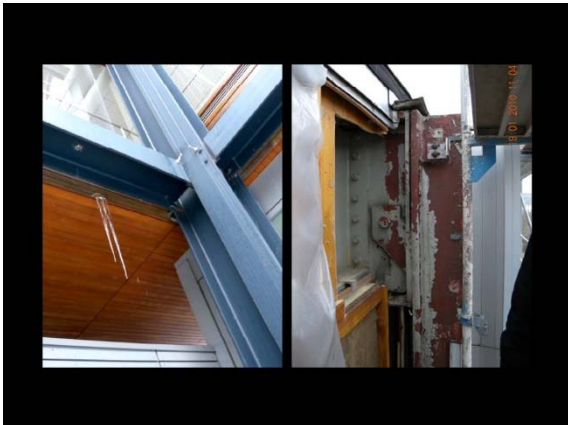
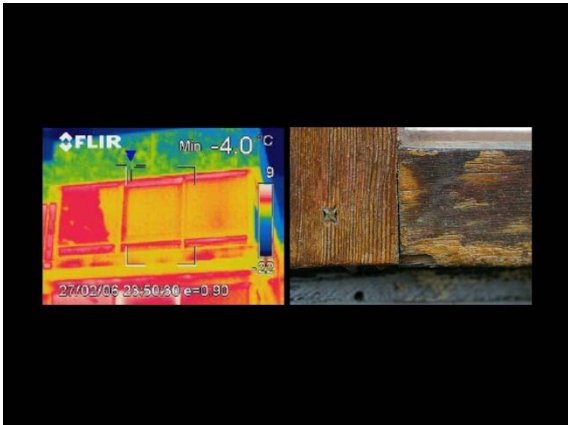
1.3. Bundesverfassungsgericht in Karlsruhe: Energetische Sanierung
Prof. Dipl.-Ing. Wolfgang Grether
Leiter Staatliches Hochbauamt Karlsruhe a. D.

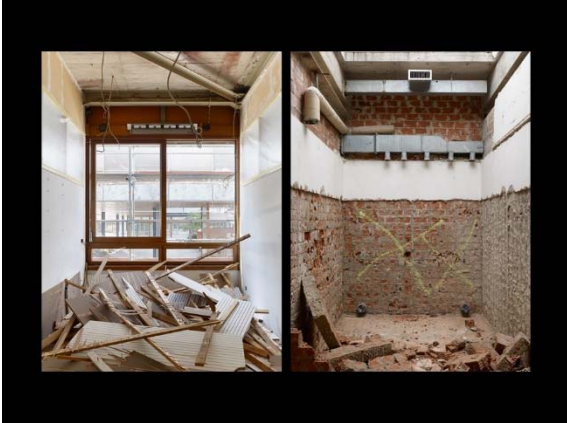




BVG Grundsaniierung 2011 - 2014

Warum – Was – Wie





Ziel:
 Neuester Komfort mit
 altem Erscheinungsbild

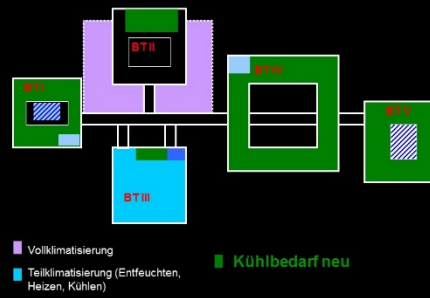
Konzept:
 Sinnvolle Bestandserhaltung
 und detailgenauer Nachbau
 Energieeffizient und Nachhaltig

Beispiel Fassade



Beispiel Technik

Kühlung / Lüftung



Lüftungstechnik Sitzungssaalgebäude

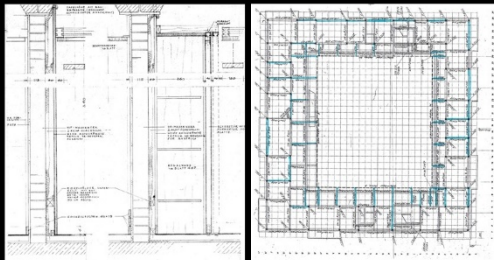


Kühlung mit Brunnenwasser



Ausbauteile – Holz

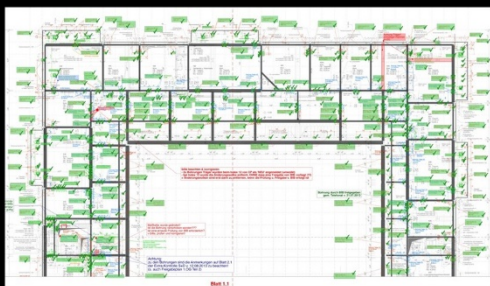
unterschiedliche Stahlprofile



Installationen – Planung und Anpassung vor Ort



ca. 2 000 Bohrlöcher



ca. 4 ½ x soviel Elektroleitungen



Photovoltaik-Anlagen

BT IV: auf Alu-Blech auflamierte PV-Module

BT III: flach aufgeständerte PV-Module

Aufgeständerte Module

Auflamierte Dünnschicht-Module

Beispiel Innenausbau

Brandschutz

Brandschutz

Brandschutz

Neue Glaselemente

Brandschutzbedingt neue Holz/Glaskonstruktionen:

Neue Glaselemente

Brandschutzbedingt neue Holz/Glaskonstruktionen:

Neue Glaselemente

Brandschutzbedingt neue Holz/Glaskonstruktionen:

Neue, abgehängte Decken
 Neue Anforderungen bedingen Materialwechsel,

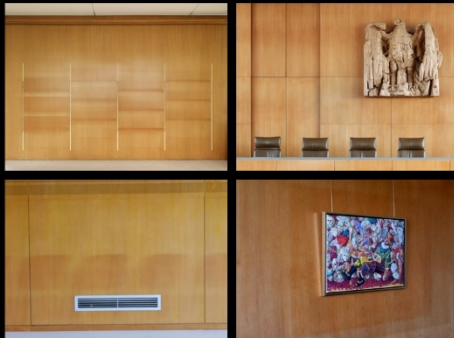


abgehängte Plattendecken (früher Gipskarton, jetzt microperforiertes Holz)
 abgehängte Schlitzdecken (früher Holz, jetzt Gipskarton)

Neue Beleuchtung und neue Deckenverglasung



Ausbauteile – Holz



Ausbauteile – Holz

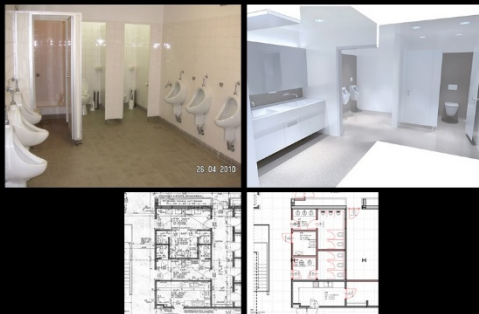


Ausbauteile



Neue Bauteile / Neue Themen

Neue Sanitäranlagen



Funktionale Verbesserungen



Funktionale Verbesserungen



Außenanlagen

Außenanlagen - Bestand



Außenanlagen - Neu



Entwurf West 8 Rotterdam

Kunst - Wettbewerbe

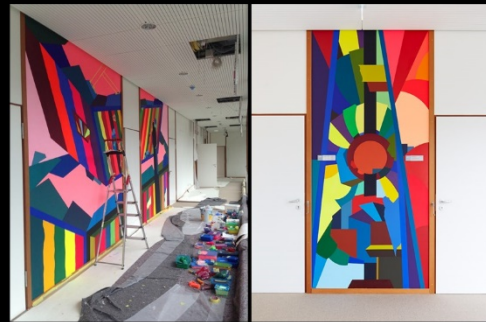


Kunst am Bauzaun:
Studenten der Hochschule für Gestaltung, Karlsruhe

Kunst am Bau:
Prof. Franz Ackermann
Berlin / Karlsruhe

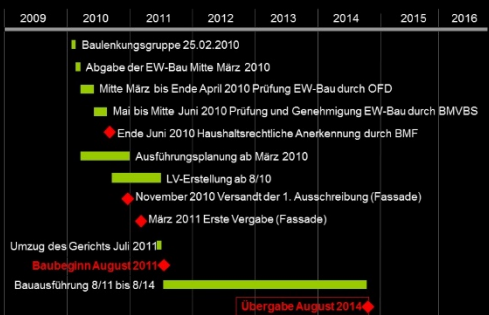


Kunst am Bau



Termine / Qualitäten

Terminplan



Projektbeteiligte

Nutzervertreter: Baukommission des Bundesverfassungsgerichts
Konzeption, Gesamtleitung: Prof. Wolfgang Grether, SHA Karlsruhe
Projektleitung: Dagmar Menzenbach, Staatliches Hochbauamt Karlsruhe

Planung und Bauleitung: Assem Architekten, Karlsruhe
Fassadenplanung: bfgmbh Stölzle, Stuttgart und planQuadrat, Karlsruhe
Projektsteuerung (tw.): Thost Projektmanagement, Pforzheim

Vermessungsarbeiten: COS Geoinformatik, Ettlingen
Technische Gebäudeausrüstung: Carpus + Partner, Aachen
Tragwerksplanung: Büro für Baukonstruktionen, Karlsruhe
Prüfstatik: Schumer + Kienzle, Karlsruhe
Bauphysik: Bayer Bauphysik Ingenieure, Fellbach
Schadstoffsanierung: SVB Dr. Sedat, Essen
Brandschutz: Halfkann+Kirchner, Erkelenz+Walsch-Kucklies, Remshalden
Außenanlagen: West 8 urban design & landscape arch., Rotterdam

Sitzungssaal



Empfangsraum



Flurbereiche im Richterring



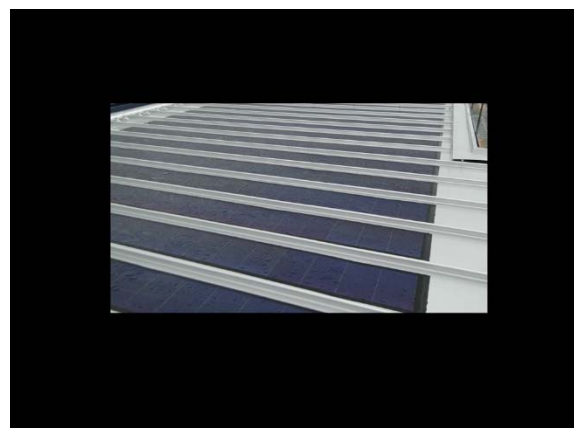
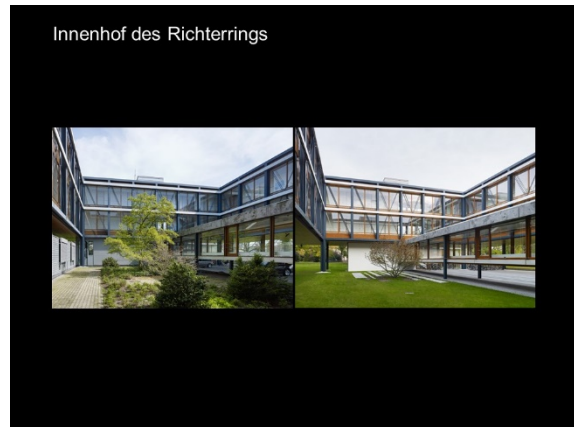
Verbindungsgang

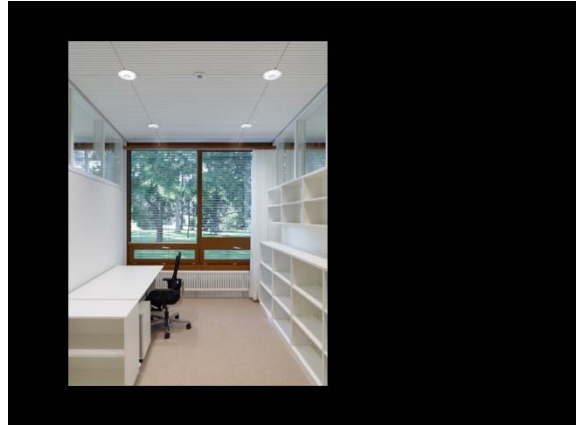




DEUTSCHER ARCHITEKTURPREIS 2015
Anerkennung 2015

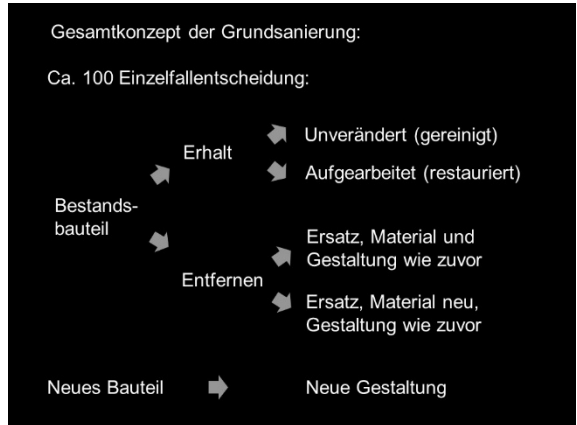
BAUKULTUR BADEN-WÜRTTEMBERG
Nominierung 2016





Gesamtkonzept der Grundsanie rung:

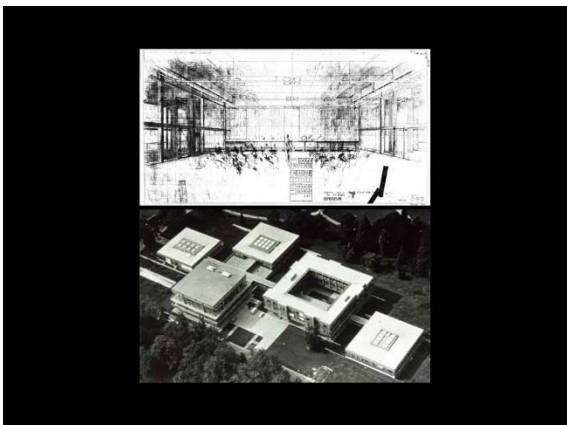
- Erscheinungsbild von 1969 erhalten
- Kompromiss zwischen Substanzerhaltung und notwendige Eingriffe im Einzelfall aushandeln
- Priorität hat der Substanzerhalt dort, wo er sinnvoll ist
- Optimierung der Bau- und Haustechnik zur wirtschaftlichen, zeitgemäßen und langfristigen Nutzung durch das höchste deutsche Gericht
- Ein für viele weitere Jahrzehnte gut nutzbares Gebäude zu erhalten, nicht ein Museum



Beleuchtung

→ Ziel: Büroräume 500lx – Pmax 15 W/m²

542 lx
14,75 W/m²



2. Material und Technik

2.1. Typha, Natur- Bau- Technik: Neuer cradle-to-cradle-Baustoff mit Wärmedämm- und Tragfunktion sowie Brand- und Schimmelresistenz

Dipl.-Ing. Alexandra Fritsch BDA und Dipl.-Ing. Werner Theuerkorn

Denkmal und Energie 2017
Energieeffizienz, Nachhaltigkeit und Nutzerkomfort

Typha, Natur - Bau - Technik



Dipl. Ing. Alexandra Fritsch, Nürnberg
Dipl. Ing. Werner Theuerkorn, Postmünster



Weltweite Gefährdung durch anthropogene Prozesse

Ursachenproblematik: Sektorsierendes Denken und Handeln



nach Steffen et al., 2015
governor_v01_1671_1614-1223

Lösungsansatz: Neuer cradle to cradle Baustoff aus Rohrkolben



Lösungsansatz: **Mehrfachnutzen**

Beispiel: Nutzen Materialkonzept Typha für:

- Bautechnik + Denkmalschutz
- Energieeffizienz
- Umweltnutzen
- Landwirtschaft

Typha: Pflanze mit spezifischen Struktureigenschaften



Spezieller Blattaufbau:

- Schwammgewebe mit niedriger Wärmeleitfähigkeit $< 0,032 \text{ W/mK}$
hierdurch **gute Dämmwirkung**
- Faserverstärktes Stützgewebe mit extremer Druck- und Zugfestigkeit
hierdurch **gute Trageigenschaft**
- Elastische Nachgiebigkeit bei Beanspruchung senkrecht zu Blattachsen
hierdurch **leichte Verdichtbarkeit Partikel**

Typha: Pflanze mit spezifischen Struktureigenschaften



Spezieller Blattaufbau:

- Spaltbarkeit ähnlich Holz
hierdurch **Erzeugung nutzbarer Partikel**
- Niedermoorpflanze mit hoher mikrobieller Resistenz
hierdurch **schimmelresistent**
kein Biozidzusatz notwendig

Von der Pflanze zum innovativen Plattenwerkstoff



Entwicklung eines Baustoffs bei Nutzen der Kombination aller positiver Rohstoffeigenschaften

Erhalt der strukturellen Blattintegrität
keine Zerfaserung des Rohstoffs

Einfachstes Produkt für diese Partikelstruktur:
Magnesit gebundenes Typha-Board

DBU Projekt: Entwicklung Technikumsanlage Plattenherstellung



Spaltung und Kürzung zu Typha-Stäben
 Besprühen der Partikel in Beieintrommel
 Einbringen in Pressform und Aushärtung Plattenwerkstoff
 Kapazität 500m³ / Jahr

Eigenschaften der Magnesit gebundenen Typhaplatte



Hohe Druckfestigkeit ca.1N/mm²
zugleich
 niedrige Wärmeleitfähigkeit 0,05 W/mK
 Guter Schall- und sommerlicher Wärmeschutz
 Gute Brandschutz Eigenschaft (B1)
 kein Nachglimmen Platte 120mm F120
 Mittlere Diffusionsoffenheit,
 Dampfbremse nicht notwendig
 Kapillaraktiver Baustoff
 Einfache Bearbeitung mit üblichen Werkzeugen
 Putzträger Eigenschaft
 Verbindungstechnik mit Schrauben

Bedeutung Rohstoff Anbau +Verwertung für die Umwelt



Nachhaltige Nutzung von Niedermoorböden
 1,8 Mio. ha in Deutschland
 Hierdurch Vermeidung von CO2 Emissionen
 Ca.4% der Gesamtemissionen in Deutschland
 Reinigung nährstoffbelasteter Oberflächengewässer
 Ca.85% Entlastung von Phosphat und Nitrat
 Retentionsfläche / Überflutungsräume
 Hierdurch Überschwemmungsschutz
 Sedimentfallen als Erosionsbremse
 Wertvolle Biotope für die Fauna

Bedeutung Rohstoffanbau für die Landwirtschaft



Hoher Flächenertrag
 (DBU Projekt Donaumoos 1997-2001)
 ca.15-25t Trockenmasse / ha Jahr
 Entspricht ca. 5.000 € / ha Jahr
 Imageverbesserung durch
 Umwelt- Natur- und Hochwasserschutz
 Nachhaltige Bewirtschaftung marginaler Standorte
 Zweites Standbein für Landwirte
 durch standortnahe Produkterzeugung in Kleinanlagen

Umweltschutz + Landwirtschaftsnutzen Rohstoff und Bauprodukt



Rückführbarkeit Baustoff in Stoffkreislauf c2c
 Gegenüber Nadelholz
 4 - 5 - facher Ertrag
 Dadurch mögliche Substitution
 Bei Anbau auf 10% der deutschen Niedermoorböden:
 Deckung Gesamtbedarf an Dämm- und Wandbaustoffen
 Geringer Energieaufwand bei Produktion Baustoff

Anwendungsbeispiel: Sanierung Fachwerkgebäude Pfeifergasse 9



Denkmalgeschütztes Handwerkerhaus, Altstadt Nürnberg

Anwendungsbeispiel: Sanierung Fachwerkgebäude Pfeifergasse 9



Baubestand:
 Schlechter Erhaltungszustand durch mangelnde Instandhaltung
 Geschädigte Originalbaustanz unter Verkleidung
 unverträgliche neuzeitliche Reparaturmaterialien
 Fachwerk Veränderungen + Schäden
 Massives Sockelmauerwerk

Anwendungsbeispiel: Sanierung Fachwerkgebäude Pfeifergasse 9



Baubestand:
 Verformtes Bauegefüge mit statischen Problemen

Anwendungsbeispiel: Sanierung Fachwerkgebäude Pfeifergasse 9

Ein Arbeitsauftrag mit ehrgeiziger Aufgabenstellung:

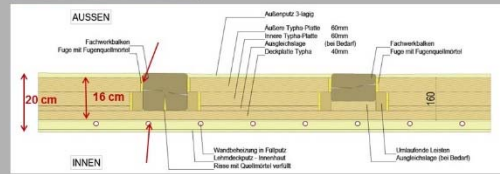
- Herstellung Fachwerksichtigkeit der Fassaden
- Diffusionsoffene, schlanke, homogene Außenwandkonstruktionen
- Erfüllung EnEV 2009
- Aussteifungswirkung im Gefach
- Verträglichkeit mit historischer Bausubstanz
- Summe der Anforderung führte zu einem in Forschung befindlichen Material aus Rohrkolben
- Nachweis der Praxistauglichkeit ermöglicht durch neues DBU Projekt

15

Thermische Sanierung Außenwand mit Typhplatten



Entwicklung eines schlanken Wandaufbaus 20cm:
Einbau Magnesit gebundene Typhplatte als Gefachefüllung + Innendämmung
Mit Quellmörtel statische Anbindung und Dichtheit
Einbau Wandheizung



16

Bauablauf Einbau Typhplatten



- Arbeitsschritte:
- Sanierung Fachwerk
 - Umlaufendes Einleisten Gefache
 - Einbau äußere Platte geschraubt
 - Einbau innere Platte geschraubt



17

Bauablauf Einbau Typhplatten



- Arbeitsschritte:
- Eindichten der Anschlussfugen
 - Ausgleichen und Aufdoppeln der Wandflächen
 - Aufschauben der Wandheizung
 - Direkter Putzauftrag auf Typhplatte



18

Bauablauf Einbau Typhplatten



- Ausstattung der Kammwände mit Brandschutzanforderung
- Einbau Typhplatten Dicke = 4 cm als Innendämmung auf Massivmauerwerk



19

Bearbeitung, Bestandserhalt, Abfallvermeidung



- Bearbeitung mit üblichen Holzwerkzeugen
- Geringer Materialverschleiß
 - Erhalt bestehender Bauteile
 - Materialverträgliche Ergänzung zu historischen Baustoffen
 - Bestandsschutz durch feuchtemarmen, reversiblen Einbau



20

Monitoring Wandkonstruktion



- Überprüfung Funktionstauglichkeit der Wandkonstruktion durch Fraunhofer IBP
- Messperiode 1 ½ Jahre
- Bestimmung im Wandquerschnitt:
- Temperatur
 - Relative Luftfeuchte
 - Holzfeuchte
 - Wärmestrom

21

Messergebnis Fachwerkaufbau



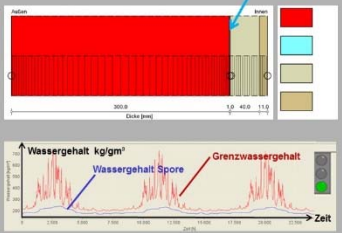
- Schnelle Abtrocknung der Holzkonstruktion von 100 Masse% auf 20 Masse%
- U-Wert Aufschalung 0,29 W/m²K
 - U-Wert gesamt 0,35 W/m²K
- Einhaltung EnEV 2009 Neubau bei 20cm Wandstärke incl. Wandheizung + Putze !



22

Ergebnis Innendämmung auf Mauerwerk

Rechnerische Überprüfung des Wandaufbaus ergab:
Selbst bei Hinterströmung mit $1\text{m}^3/\text{d/m}$ hohe Fehlertoleranz



Vollziegelmauerwerk 30cm
Luftschicht angenommen 1mm
Magnesitplatte 4cm auf Stoß
Lehmputz

Keine Auffeuchtung

Kein Schimmelwachstum

23

Sanierungsergebnis



24

Sanierungsergebnis



25

Bewertung des eingesetzten Baustoffs

Typha-Plattenwerkstoff ist ein innovativer Baustoff mit einer Vielzahl positiver Eigenschaften

Einfachere Bauweise, da konstruktionsrelevante Eigenschaften in einem Material vereint:

- Wärmeschutz **zugleich** Trageigenschaft
- Brandschutz
- Feuchteschutz
- Schimmelresistenz
- Putzträger
- Verbindungstechnik mit Schrauben

Nachhaltiges Bauen mit **einem** Material

- Aus nachwachsendem Rohstoff
- Mit homogenem Wandaufbau
- Herstellung mit geringem Energieaufwand
- Einfach rückbaubar
- Voll kompostierbar c2c

26

Erweiterter Materialeinsatz im Massivbau und Holzrahmenbau



Elementierter Massivbau mit Formteilen selbsttragende Konstruktion



Stützenbau mit Ausfachung im weitgespannten Stützraster

27

Weiterentwicklung Produktpalette: Aspekte und Ziele



Optimierung Wärmeleitfähigkeit durch Parallelanordnung
 $\Lambda < 0,04 \text{ W/mk}$



Holzersatzmaterial als Mehrschichtelement



Biegesteifes Sandwich für Deckenkonstruktionen

28

Das Typha Thema: Ein langer Weg

DBU Projekte lösten im Ansatz das Henne Ei Problem : Verknüpfung von Anbau und Produktion

Hürden für die Markteinführung des Typha-Boards als industrielles Produkt:

Erfordernis: Koppelung von Anbau und Produktion durch geringes Rohstoffgewicht

Reibungszonen: Bauindustrie / Landwirtschaftsverwaltung / Umweltschutzbehörden

Bei Materialvergleich: Vernachlässigung der Folgekosten bei den umweltgefährdenden Baustoffen

Bevorzugung synthetischer Produkte durch die Normierung

Keine Flächenförderung für Typhakulturen

Ausblick auf Produktion und Rohstoffanbau:

Ansatz zur industriellen Produktion durch einen Großkonzern

Typhakultur als Sediment- und Nährstofffalle zur Sanierung eines Stausees

29

Denkmal und Energie 2017 Energieeffizienz, Nachhaltigkeit und Nutzerkomfort

Vielen Dank

Alexandra Fritsch
Fritsch Knodt Klug + Partner
Architekten mbB

Werner Theuerkorn
Büro für
Denkmalpflege + Baustoffentwicklung



30

2.2. Von der konservatorischen Not zur energetischen Tugend – Chancen und Gefahren von Schutzverglasungen

Prof. Dr. phil. Sebastian Strobl

FH Erfurt, Lehrstuhl Konservierung und Restaurierung

Prof. Dr. phil. Sebastian Strobl
Leiter des Studienschwerpunktes Glasrestauration
Fachrichtung Konservierung und Restaurierung
an der Fachhochschule Erfurt

FHE FACHHOCHSCHULE
ERFURT UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES
Konservierung und
Restaurierung

Von der konservatorischen Not zur energetischen Tugend

Chancen und Gefahren von Schutzverglasungen




Von der konservatorischen Not zur energetischen Tugend -
Chancen und Gefahren von Schutzverglasungen

FHE FACHHOCHSCHULE
ERFURT UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES
Konservierung und
Restaurierung

Anforderungen:

Für Glas bedeutet Prävention den Schutz
vor

- Einbruch / Vandalismus / Wetterschäden
- Weitergehende anthropogene Schäden
- Feuchteeinwirkung
- UV-Strahlung
- IR-Strahlung



Von der konservatorischen Not zur energetischen Tugend -
Chancen und Gefahren von Schutzverglasungen

FHE FACHHOCHSCHULE
ERFURT UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES
Konservierung und
Restaurierung

Feuchteeinwirkung: Glaskorrosion

Zusammensetzung historischer Gläser

Kategorie	Bezeichnung
Netzwerkbildner	
Netzwerkwanler	

Von der konservatorischen Not zur energetischen Tugend -
Chancen und Gefahren von Schutzverglasungen

FHE FACHHOCHSCHULE
ERFURT UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES
Konservierung und
Restaurierung

Feuchteeinwirkung: Glaskorrosion

Zusammensetzung historischer Gläser

Kategorie	Bezeichnung
Netzwerkbildner	
Netzwerkwanler	- Flussmittel
	- Stabilisatoren

Von der konservatorischen Not zur energetischen Tugend -
Chancen und Gefahren von Schutzverglasungen

FHE FACHHOCHSCHULE
ERFURT UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES
Konservierung und
Restaurierung

Feuchteeinwirkung: Glaskorrosion

Zusammensetzung historischer Gläser

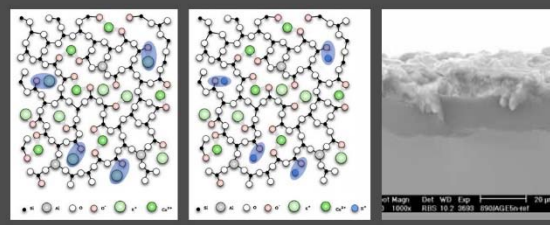
Kategorie	Bezeichnung
Netzwerkbildner	
Netzwerkwanler	- Flussmittel Soda (Natriumoxid) Pflanzen- oder Holzasche (Potassiumdioxid)
	- Stabilisatoren

Von der konservatorischen Not zur energetischen Tugend -
Chancen und Gefahren von Schutzverglasungen

FHE FACHHOCHSCHULE
ERFURT UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES
Konservierung und
Restaurierung

Feuchteeinwirkung: Glaskorrosion

Gleichung zum Korrosionsverhalten von Glas:

$$\text{Si-O-Na} + \text{H}^+ \rightarrow \text{Si-OH} + \text{Na}^+$$


Von der konservatorischen Not zur energetischen Tugend - Chancen und Gefahren von Schutzverglasungen

Feuchteinwirkung: Schutzmechanismen

7

Von der konservatorischen Not zur energetischen Tugend - Chancen und Gefahren von Schutzverglasungen

###

Canterbury, Kathedrale
Einbau einer Schutzverglasung 2004

8

Von der konservatorischen Not zur energetischen Tugend - Chancen und Gefahren von Schutzverglasungen

Feuchteinwirkung: Belüftungssysteme

9

Von der konservatorischen Not zur energetischen Tugend - Chancen und Gefahren von Schutzverglasungen

Feuchteinwirkung: Belüftungssysteme

Unbelüftete Schutzverglasung

10

Von der konservatorischen Not zur energetischen Tugend - Chancen und Gefahren von Schutzverglasungen

Feuchteinwirkung: Belüftungssysteme

Außen-Schutzverglasung

11

Von der konservatorischen Not zur energetischen Tugend - Chancen und Gefahren von Schutzverglasungen

Feuchteinwirkung: Belüftungssysteme

Isothermale Verglasung

12

Von der konservatorischen Not zur energetischen Tugend - Chancen und Gefahren von Schutzverglasungen

Feuchteinwirkung: Belüftungssysteme

Isothermale Verglasung

13

Von der konservatorischen Not zur energetischen Tugend - Chancen und Gefahren von Schutzverglasungen

Feuchteinwirkung: Belüftungssysteme

Isothermale Verglasung (Mischbelüftung)

14

Feuchteinwirkung: Belüftungssysteme



Luftöffnungen bei Außenschutzverglasung

Isothermale Verglasung: Visuelle Probleme



Sichtschutz?

Isothermale Verglasung: Visuelle Probleme



Sichtschutz? Kamineffekt?

Isothermale Verglasung: Visuelle Probleme



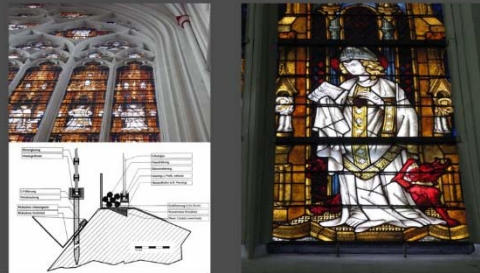
Sichtschutz? Kamineffekt?

Isothermale Verglasung: Visuelle Probleme



Sichtschutz? Kamineffekt?

Isothermale Verglasung: Visuelle Probleme



Sichtschutz? Kamineffekt?

Isothermale Verglasung: Visuelle Probleme



York, Minster
Ostchor 2004

Isothermale Verglasung: Visuelle Probleme



Gestaltung der Schutzschicht: **Reflexion**

Von der konservatorischen Not zur energetischen Tugend - Chancen und Gefahren von Schutzverglasungen

ISO INSTITUT FÜR
ENERGIEPHYSIK
UND
STRALHUNGSSCHUTZ

Isothermale Verglasung: Visuelle Probleme

Gestaltung der Schutzschicht: **Reflexion**

23

Von der konservatorischen Not zur energetischen Tugend - Chancen und Gefahren von Schutzverglasungen

ISO INSTITUT FÜR
ENERGIEPHYSIK
UND
STRALHUNGSSCHUTZ

Isothermale Verglasung: Visuelle Probleme

Halle (Saale), St. Johannis
Fenster NIII
Schutzverglasung (Amiran®)

Gestaltung der Schutzschicht: **Reflexion**

24

Von der konservatorischen Not zur energetischen Tugend - Chancen und Gefahren von Schutzverglasungen

ISO INSTITUT FÜR
ENERGIEPHYSIK
UND
STRALHUNGSSCHUTZ

Isothermale Verglasung: Visuelle Probleme

Long Melford, Holy Trinity
Nördliches Langschiff

Gestaltung der Schutzschicht: **Reflexion**

25

Von der konservatorischen Not zur energetischen Tugend - Chancen und Gefahren von Schutzverglasungen

ISO INSTITUT FÜR
ENERGIEPHYSIK
UND
STRALHUNGSSCHUTZ

Isothermale Verglasung: Visuelle Probleme

Gestaltung der Schutzschicht: **Reflexion**

26

Von der konservatorischen Not zur energetischen Tugend - Chancen und Gefahren von Schutzverglasungen

ISO INSTITUT FÜR
ENERGIEPHYSIK
UND
STRALHUNGSSCHUTZ

Isothermale Verglasung: UV-Schutz

Schäden durch UV-Strahlung

27

Von der konservatorischen Not zur energetischen Tugend - Chancen und Gefahren von Schutzverglasungen

ISO INSTITUT FÜR
ENERGIEPHYSIK
UND
STRALHUNGSSCHUTZ

Isothermale Verglasung: UV-Schutz

Gamma 0,01 nm
Röntgen 1 nm
UV 100-380 nm
IR 780 nm - 1 mm
Radio 1 dm 1 km

405 nm 780 nm

28

Von der konservatorischen Not zur energetischen Tugend - Chancen und Gefahren von Schutzverglasungen

ISO INSTITUT FÜR
ENERGIEPHYSIK
UND
STRALHUNGSSCHUTZ

Isothermale Verglasung: UV-Schutz

4 mm Optifloat™ klar

Spektrale Transmission

29

Von der konservatorischen Not zur energetischen Tugend - Chancen und Gefahren von Schutzverglasungen

ISO INSTITUT FÜR
ENERGIEPHYSIK
UND
STRALHUNGSSCHUTZ

Isothermale Verglasung: UV-Schutz

York, Minister
Ostfenster 2016
„restauro“ UV“

30

Von der konservatorischen Not zur energetischen Tugend - Chancen und Gefahren von Schutzverglasungen

ISOthermale Verglasung: IR-Schutz





Dublin, St. Patrick Cathedral Westfenster 2003

Bauchung aufgrund wärmebedingter Ausdehnung

FHE FACHHOCHSCHULE ERFURT UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES Konservierung und Restaurierung

31

Von der konservatorischen Not zur energetischen Tugend - Chancen und Gefahren von Schutzverglasungen

ISOthermale Verglasung: IR-Schutz






Schutzverglasung ohne IR-Filter

Schutzverglasung mit IR-Filter

Nürnberg, St. Lorenz, Kaiserfenster

FHE FACHHOCHSCHULE ERFURT UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES Konservierung und Restaurierung

32

Von der konservatorischen Not zur energetischen Tugend - Chancen und Gefahren von Schutzverglasungen

ISOthermale Verglasung: IR-Schutz





Mühlhausen (Thür.), Divi Blasii, Fenster sill: Beheizbare Scheibe

FHE FACHHOCHSCHULE ERFURT UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES Konservierung und Restaurierung

33

Von der konservatorischen Not zur energetischen Tugend - Chancen und Gefahren von Schutzverglasungen

Schutzverglasung zur Energieeinsparung




Köln, St. Viktor: Schutzverglasung vor Glasmalereien des späten 20. Jahrhunderts

FHE FACHHOCHSCHULE ERFURT UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES Konservierung und Restaurierung

34

Prof. Dr. phil. Sebastian Strobl
Leiter des Studienschwerpunktes Glasrestauration
Fachrichtung Konservierung und Restaurierung
an der Fachhochschule Erfurt

Von der konservatorischen Not zur energetischen Tugend?

Chancen und Gefahren von Schutzverglasungen




FHE FACHHOCHSCHULE ERFURT UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES Konservierung und Restaurierung

2.3. Konzepte zum Temperieren und Lüften zum Erhalt denkmalgeschützter Substanz am Beispiel der katholischen Kirche St. Joseph in Osnabrück

Prof. Dr.-Ing. Harald Garrecht

Universität Stuttgart, Institut für Werkstoffe im Bauwesen

Konzepte zum Temperieren und Lüften zum Erhalt denkmalgeschützter Substanz am Beispiel der katholischen Kirche St. Joseph in Osnabrück

Harald Garrecht, Simone Reeb, Dana Ullmann; Christian Renner



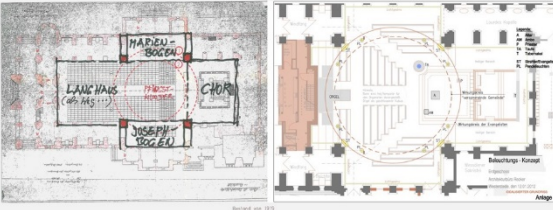
28.11.2016 | Osnabrück – Tagung Denkmal und Energie 2017 | DBU – TU Dresden | Harald Garrecht

Inhalt

- Übersicht DBU-Projekt mit Architekturkonzept
- Spannungsfeld Raumklima und Malerei
- Schlüsselrolle Gebäudetechnik und Gebäudebetrieb
 - Temperierung / Heizung
 - Raumbelüftung
 - Konservierung versus Raumnutzungsanforderungen
 - Energieeffizienz und Erneuerbare
- Ergebnisse
- Fazit und Ausblick

28.11.2016 | Osnabrück – Tagung Denkmal und Energie 2017 | DBU – TU Dresden | Harald Garrecht


Grundgedanke und Entwurf: Haus in Haus



Architekturkonzept: Architektur- und Stadtplanungsbüro Recker

28.11.2016 | Osnabrück – Tagung Denkmal und Energie 2017 | DBU – TU Dresden | Harald Garrecht

Baumaßnahmen



28.11.2016 | Osnabrück – Tagung Denkmal und Energie 2017 | DBU – TU Dresden | Harald Garrecht

Fertigstellung und heutige Nutzung



28.11.2016 | Osnabrück – Tagung Denkmal und Energie 2017 | DBU – TU Dresden | Harald Garrecht

Der Energiebegriff im Architekturkonzept

- 1. Stufe: Energie-Erhalt**
Mit Wiedererstarung des Kirchenbauwerks als Gemeindequartier bleiben zur Bauzeit aufgebrauchte Energien und verbaute Ressourcen erhalten
- 2. Stufe: Energie-Plus**
- Konzeptumsetzung bedarf neues Material und damit Ressourcen für Umbau
- für Restaurierung und Modernisierung werden neue Energien benötigt
aber: Intensivierung der Kirchennutzung als Gemeindezentrum sichert nachhaltige Nutzung der aufgewendeten Ressourcen und Energien
- 3. Stufe: Energie-Vermeidung durch Unterlassung eines Rückbaus**
Ohne Nutzung des Kirchenbauwerks wäre Rückbau in Erwägung gezogen worden. Hierfür wäre Energie aufzubringen gewesen und die stoffliche Aufbereitung, Verwertung und Entsorgung des Abbruchmaterials hätte Ökobilanz des Gebäudes nachteilig beeinflusst
- 4. Stufe: Energie-Vermeidung Neubau mit ggf. Landschaftsentzug**
Durch weitere Nutzung der Kirche und Integration des Gemeindezentrums entfällt Errichtung eines neuen Kirchenzentrums, das weitere Ressourcen, Energien und Flächen erfordert hätte

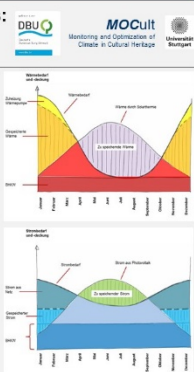
28.11.2016 | Osnabrück – Tagung Denkmal und Energie 2017 | DBU – TU Dresden | Harald Garrecht

Bestandteil des ursprünglichen Konzepts: Energetische Vernetzung der Kirche und der umliegenden Gebäude im Quartier



**Netzreaktives Quartier durch digitale Vernetzung
aller Gebäude einschließlich Kirche und
Quartiersintegrierte thermische und elektrische
Erzeuger und Speicher**

28.11.2016 | Osnabrück – Tagung Denkmal und Energie 2017 | DBU – TU Dresden | Harald Garrecht



Folie 7

Fragen zur Wechselwirkung des Raumes nach Umbau mit der erhaltenswerten Malerei



Detail des Deckengemäldes im Chor
Salzschaden und Riss vor und nach der Retusche

Jesu im Tempel, Vorzustand
Nördliches Querhaus / Marienbogen

Bildquelle: Andreas Eichholz

28.11.2016 | Osnabrück – Tagung Denkmal und Energie 2017 | DBU – TU Dresden | Harald Garrecht

8

Abschluss DBU-Projekt

Gemeinsam
Zukunft bauen

**Abschlusskolloquium
17.11.2016**

DBU-Projekt
Klimazeistisches Architekturkonzept
zur nachhaltigen Fortentwicklung
historischer Kirchenbauwerke
Innovative Maßnahmen
zur langfristigen Sicherung
der Dächer und Wände am Beispiel
der Schönlender Kirche St. Joseph
in Osnabrück

Program

10:00	Anmeldung und Registrierung	14:00	Mission-Stream Ziegler: Prinzipale von Modellierung und Raumabgrenzung zur präventiven Konservierung mittelalterlicher Wand- und Deckenfresken
10:30	Begrüßung und Information Florian Kersch, Vizepräsident Florian von St. Joseph Dr. Paul Belsdorf, DBU	14:30	Mikrobiologische Untersuchungen zur biogenen Schimmelpilzbelastung malerischer Wand- und Decken- oberflächen in der Schönlender Kirche St. Joseph
11:00	Klimazeistisches Architekturkonzept zur nachhaltigen Fortentwicklung historischer Kirchenbauwerke Ulrich Richter, Architekt	15:00	Direktlaboratorische Begleitung von Klimameasurements und kulturwissen- schaftlichen Untersuchungen Dr. Dorothea Lohmann, Leibniz-Institut für Denkmalpflege Baden-Württemberg Kulturpflege
11:30	Die Bedeutung des westeuropäischen Kirchenbaus von St. Joseph und der Wand- und Deckenfresken aus Sicht der Denkmalpflege Wolfgang Drexler, Niedersächsisches Landesamt für Denkmalpflege	15:30	Partizipative Energie Ulrich Richter, Architekt
11:40	Die Malerei in der St. Josephskirche: Kunsthandwerkliche und konservatorische Besonderheiten Bodo Dierl, Restaurierungswerkstatt Osnabrück	16:00	Raumklimaoptimierung und Energie- effizienz im Denkmalbau – Bedeutung gebäudephysikalischer Konzepte und Potenziale von Energiespeichern Prof. Harald Garrecht, MOCult
12:00	Zielsetzung des Vorhabens und innovativer Projektansatz zur lang- fristigen Sicherung der Wand- und Deckenfresken	16:30	Diskussion und Schlusswort Florian Kersch, Vizepräsident Florian von St. Joseph Sara Pöhlmann, Büro Osnabrück, Bauingenieurwesen Wolfgang Drexler, Niedersächsisches LAf, Denkmalpflege
12:30	Basische Maßnahmen und restaura- torische Arbeiten an der Malerei Ulrich Richter, Architekt Andreas Eichholz, Konservierungswerk- statt Osnabrück	17:30	
13:00	Mittagspause		

28.11.2016 | Osnabrück – Tagung Denkmal und Energie 2017 | DBU – TU Dresden | Harald Garrecht

9

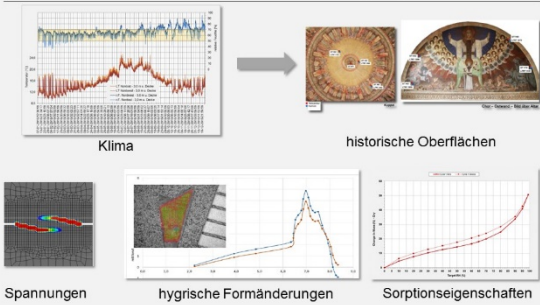
Problemstellung Raumklima

- klimabedingte Formänderungen**
(Schwinden und Quellen, thermische Volumenänderung)
→ Eigenspannung und Zwang insbesondere in Randzonen
- Phasen- und Hydratstufenwechsel von Salzen**
(kristallisieren ↔ in Lösung gehen)
→ Kristallisationsdrücke, optische Beeinträchtigung
- biogener Befall**
(hohe Feuchtebelastung, ausreichendes Nährstoffangebot)
→ Schädigung von Fassungen und Textilien, toxische Wirkung (Pilze)
→ ggf. Verlust Standsicherheit (Schwamm)
- Mineralumbildungen**
→ Materialfestigung und Ermüdung

28.11.2016 | Osnabrück – Tagung Denkmal und Energie 2017 | DBU – TU Dresden | Harald Garrecht

10

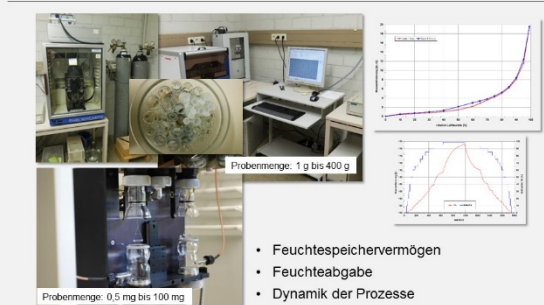
Klimatische Beanspruchungen Folgen



28.11.2016 | Osnabrück – Tagung Denkmal und Energie 2017 | DBU – TU Dresden | Harald Garrecht

11

Klimatische Beanspruchungen Dynamische Wasserdampfdiffusion



17.11.2016 | Abschlusskolloquium "Klimazeistisches Architekturkonzept zur nachhaltigen Fortentwicklung historischer Kirchenbauwerke" | Prof. Dr.-Ing. Harald Garrecht

12

Besiedlungsintensität der Pigmente (79 Proben)

Nr.	Farbe	Wachstum	Befund (Mikroskopie)
1	Rot	++	Aspergillus glaucus
2	Rot	++	Aspergillus glaucus
5	Rot-Weiß	+	Aspergillus glaucus
7	Hellgelb	-	Aspergillus glaucus
8	Hellgelb	+	Aspergillus glaucus
20	Gelb	+	Aspergillus glaucus
21	Gelb	+	Aspergillus glaucus
22	Rotbraun	+	Aspergillus glaucus
24	Weiß-Rot	-	Aspergillus glaucus
27	Grün	-	Aspergillus glaucus
44	Dunkelbraun	+++	Aspergillus glaucus
47	Ocker	+++	Aspergillus glaucus

28.11.2016 | Osnabrück – Tagung Denkmal und Energie 2017 | DBU – TU Dresden | Harald Garrecht

14

Messen – Regeln - Steuern

Zielsetzung

- differenziertere Messwerterfassung**
 - Erfassung Nahfeldbeanspruchung gefährdeter Maleroberflächen
 - Erfassung der Raumluftverhältnisse verteilt über Höhe und Fläche
 - Messtechnische Bestimmung weiterer relevanter Parameter (z.B. Taupunktbestimmung, solare Einträge)
- kontinuierliche Bewertung (Real-Time) der Nahfeldbeanspruchung**
 - Tauwasserbildung
 - Schimmelpilzgefährdung
 - Raumluftoptimierungspotenziale
- Umsetzung der Bewertung in zielführende Regelstrategien zur Raumbelüftung und Temperierung**

28.11.2016 | Osnabrück – Tagung Denkmal und Energie 2017 | DBU – TU Dresden | Harald Garrecht

14

Klimamonitoring Sensornetz

122 Sensoren	Erfassung von Raumklima, Nahfeldklima Wand- und Deckenmalerei
4 Zählermodule	Wärmebedarf
5 Aktormodule	Steuerung Fensterlüftung

28.11.2016 | Osnabrück – Tagung Denkmal und Energie 2017 | DBU – TU Dresden | Haraki Garrecht 15

Konzeptfindung zur Klimastabilität

- hygro-thermisches Bauteilverhalten (Umgebungsleistung – Material- bzw. Bauteilverhalten) → Ausarbeitung denkmalgerechter Maßnahmen zur Konservierung und Instandsetzung
- Klimamonitoring und Raumluftoptimierung (kontrolliertes, rechnergestütztes Messen und Regeln) → Suche von Maßnahmen zur Klimastabilität
- Simulationsstudien → Bewertung baulicher und anlagentechnischer Lösungsansätze
- energetische Optimierung → Minimierung Ressourceneinsatz und Betriebskosten

28.11.2016 | Osnabrück – Tagung Denkmal und Energie 2017 | DBU – TU Dresden | Haraki Garrecht 16

Instrumente zur Stabilisierung der Raumluftverhältnisse

- Heizen
- Lüften
- Kühlen
- Befeuchten
- Entfeuchten

Typischer Temperaturverlauf in Kirchenbauwerken

28.11.2016 | Osnabrück – Tagung Denkmal und Energie 2017 | DBU – TU Dresden | Haraki Garrecht 17

Klimatechnische Systeme Heizsysteme in Kirchen → St. Joseph

Das optimale Heizsystem für Kirchen gibt es nicht

- Direkt-beheizter Lufterhitzer
- Zentrale Warmluftheizung
- Kombinierte Warmluft-Fußbodenheizung
- Dezentrale Warmluftheizung (Wärmepumpen)
- Elektrische Direktheizung
- Wasserverbund-Heizung
- Warmwasser Fußbodenheizung
- Gas-Strahlungsheizung

Zentrale Warmluftheizung

- ✓ Wirtschaftlich, wenn vorhandene Bodenkanäle ohne Sanierungsaufwand genutzt werden können
- ✗ Voraussetzung: richtig dimensioniertes Luftkanalsystem
- ✗ Energieeffizienz bei direkt beheiztem Warmluftgerät schlecht

Warmwasser Fußbodenheizung

- ✓ Fußwärme im Gestühlsbereich
- ✗ hohe Investitionskosten
- ✗ träge, schlechte Regelfähigkeit
- ✗ Leistung gering (ca. 130 W/m²)

28.11.2016 | Osnabrück – Tagung Denkmal und Energie 2017 | DBU – TU Dresden | Haraki Garrecht 18

Dualer Einsatz einer Warmluft- und Fußbodenheizung in St. Joseph Zielsetzung: Raumklimastabilität

28.11.2016 | Osnabrück – Tagung Denkmal und Energie 2017 | DBU – TU Dresden | Haraki Garrecht 19

Klimamonitoring Beheizung der Kirche St. Joseph

- Begleitung der Inbetriebnahme der Heizsysteme durch Monitoring
- Bewertung der Messdaten
- Einwirken auf die Regelstrategie schon in früher Betriebsphase sofern erforderlich

Betrieb der Heizsysteme ab Ende 2013
Bewertung der Monitoringmessdaten

Mehrfach tägl. Temperaturänderung (Nutzung) Aufheizraten bis zu 4 K/h

Empfehlungen an Planer und messtechnische Überwachung der Maßnahme

28.11.2016 | Osnabrück – Tagung Denkmal und Energie 2017 | DBU – TU Dresden | Haraki Garrecht 20

Regelstrategie Temperierung von St. Joseph

Anforderungen an Heizungsregelung

- bedarfsgerechte und bereichsweise differenzierte Temperaturregelung der Fußbodenheizkreise
- Kontrollierte Aufheiz- bzw. Abkühlungsgeschwindigkeit
- Einfache Programmierung von Heizzeiten und Temperaturen
- Feuchteüberwachung
- Langzeitspeicherung aller Mess- und Betriebsdaten zur Nachkontrolle und Optimierung

Ursprüngliche Regelstrategie

- Grundtemperatur über Warmluftheizung
- Zuschaltung der Fußbodenheizung bei Bedarf

DBU-Regelstrategie in St. Joseph

- Grundtemperatur über Fußbodenheizung
- Nutztemperatur über Wärmezufuhr durch Warmluftheizung

28.11.2016 | Osnabrück – Tagung Denkmal und Energie 2017 | DBU – TU Dresden | Haraki Garrecht 21

Erfolge einer geeigneten Regelstrategie

Optimierungspotenzial durch weitere Verbesserung der Regelstrategie

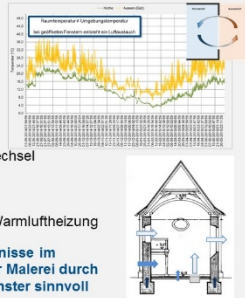
- Grundtemperatur über Fußbodenheizung
- Zuschaltung Warmluftheizung zur Deckung nutzungsbedingter Bedarf

28.11.2016 | Osnabrück – Tagung Denkmal und Energie 2017 | DBU – TU Dresden | Haraki Garrecht 22

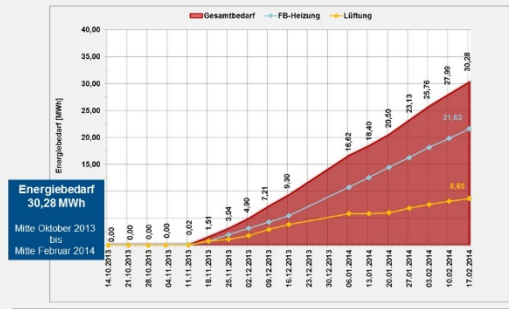
Zuluf zur Raumklimaverbesserung

Freie Lüftung entsteht durch

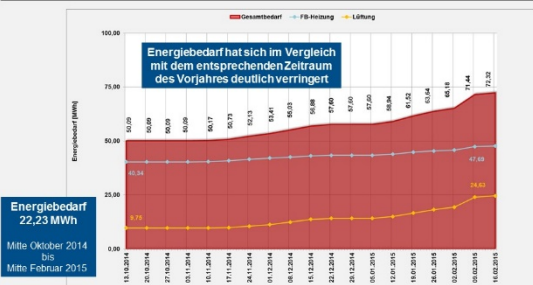
- Winddruck
- Temperaturunterschied zwischen innen und außen
- Überlagerung beider Mechanismen
- In Kirchen meist hoher Infiltrationsluftwechsel (undichte Gebäudehülle) vorhanden → unkontrollierte Lüftung
- Feuchteregelte Zuluführung durch Warmluftheizung
- Optimierung der Raumfeuchteverhältnisse im Kirchenraum wie auch im Nahfeld der Malerei durch kontrollierten Betrieb elektrischer Fenster sinnvoll



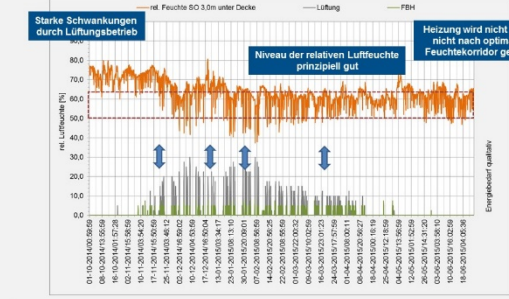
Energiebedarf Kirche – Winter 2014/2015



Energiebedarf Kirche – Winter 2014/2015



Gegenüberstellung des qualitativen Energiebedarfs Kirchenschiff FBH/Lüftung



Überlegungen zum Energiekonzept



Wärmeversorgungskonzept auf Basis von Erneuerbaren

- Schaffung eines energieeffizienten Quartiers
- Nutzung aller im Quartier nutzbaren erneuerbaren Energien
- Heizkonzept auf Basis von LowEx-Komponenten
- Zentrale Wärmespeicherung im Kellergeschoss der Kirche
- Wandlung von Strom in Wärme und direkte Nutzung oder in Pufferspeicher (Power to Heat)

Thermischer Energiespeicher (PCM)



Bewertung zur Leistungsfähigkeit der ausgeführten PCM-Speicher

Randbedingungen: Speichervolumen = $2 \times 524 \text{ m}^3 = 1048 \text{ m}^3$
 PCM-Masse = 332 kg
 Wasservolumen = $1048 - 332 = 716 \text{ m}^3$
 minimale Vorlauftemperatur FBH: 25 °C
 maximale Speichertemperatur: 60 °C

Theoretische Speicherkennwerte:

$$\text{Masse [kg]} \cdot \text{spezifische Wärmekapazität} \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right] \cdot \text{Temperaturdifferenz [K]} \cdot \text{Faktor} \left[\frac{1}{10} \right] = \text{gespeicherte Energie [kWh]}$$

$$\text{Reiner Wasserspeicher: } 1048 \text{ kg} \cdot 4,18 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{K)} \cdot 35 \text{ K} \cdot 0,0002778 \text{ kWh/kJ} = 42,6 \text{ kWh}$$

$$\text{Rein PCM: } 59,4 \text{ kWh} + 1048 \cdot 0,8 \text{ kg} \cdot 2 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{K)} \cdot 20 \text{ K} \cdot \text{Faktor} = 68,7 \text{ kWh}$$

$$\text{Forschungsspeicher: PCM + Wasser} = 27,3 + 29,1 = 56,4 \text{ kWh}$$

Zusammenfassung / Ausblick

- DBU-Vorhaben ermöglichte wichtige Erkenntnisse im dualen Betrieb von Warmluftheizung und Fußbodenheizung
- Grundsätzlich werden raumklimatische Vorgaben zur Raumklimastabilisierung und damit zur präventiven Konservierung der Malerei erfüllt
- Weitere Optimierungspotenziale im Hinblick auf Regelung von Heizung (dualer Betrieb von FBH und Warmluftheizung) möglich
- Direkte Nutzung von erneuerbaren Energien zur Temperierung der Großkirchen ist möglich und würde Grundlast der Raumerwärmung über Fußbodenheizung sicherstellen
- Regelungstechnische Koppelung von Lüftung und Temperierung/Beheizung wünschenswert

3. Planung im Detail

3.1. Schimmel und Algen sicher vermeiden – Zukunft Altbau ohne Gesundheitsrisiken

Dr. rer. nat. Thomas Warscheid

LBW - Bioconsult

Schimmel und Algen sicher vermeiden
- Zukunft Altbau ohne Gesundheitsrisiken -

Tagung
der DBU - Deutsche Stiftung Umwelt
"Denkmal und Energie – 2017"

Osnabrück
28. November 2016

Dr. Th. Warscheid
Schwarzer Weg 27, 26215 Wiefelstede
Fon 0441 4089-202, Fax 0441 4089-203
e-mail: warscheid@lbw-bioconsult.de

© LBW-Bioconsult, Wiefelstede 2016

Inhalt

Schimmel und Algen sicher vermeiden

- Ausgangssituation
- Mikrobielle Ökologie der Baustoffe
- Bewertung der mikrobiellen Kontamination
- Ursachenforschung und rechtliche Aspekte
- Möglichkeiten einer effektiven Kontrolle
- Zukünftige Entwicklungen

© LBW-Bioconsult, Wiefelstede 2016

Allgemeine Ausgangssituation

Schimmel und Algen sicher vermeiden

- Ökologischer Bestandteil unserer Umwelt
- Anthropogene Nischen ermöglichen Verbreitung (Nutzung, Bauweisen, Baustoffe, EnEV)
- Erhöhte Sensibilität für mikrobiellen Befall
- Allergene Vorbelastung und Immundefizienz
- Veränderung des Makroklimas
- Eutrophierung der Atmosphäre
- Ökotoxikologische Erwägungen (BPD)
- Verständnis der mikrobiellen Ökologie bildet Grundlage für eine effiziente Kontrolle

© LBW-Bioconsult, Wiefelstede 2016

Vorgeschichtliche Höhlenmalereien

Schimmel und Algen sicher vermeiden



© LBW-Bioconsult, Wiefelstede 2016

Schimmelpilze im All

Schimmel und Algen sicher vermeiden



© LBW-Bioconsult, Wiefelstede 2016

Ursachen und Folgen von Schimmelpilzbewuchs

Schimmel und Algen sicher vermeiden

- Mangelhafte Wärmedämmung und Abdichtung
- Unzureichendes Heiz-/ Lüftverhalten
- Leitungswasserschäden, Überschwemmungen
- Organische bzw. polymervergütete Baustoffe
- Mögliche Beeinträchtigung der Raumlufthygiene durch Gerüche, Luftkeime, Zellfragmente und Toxine
- Biokorrosion / Biofouling
- Wiederherstellung der üblichen Gebrauchstauglichkeit

© LBW-Bioconsult, Wiefelstede 2016

Pilze auf Baustoffoberflächen

Schimmel und Algen sicher vermeiden


- Rhizopus/Mucor
- Aspergillus/ Penicillium/ Fusarium
- Paecilomyces/Trichoderma/Stachybotrys / Scopulariopsis/ Wallemia/ Botrytis/ Verticillium/Chaetomium/ Acremonium
- Alternaria/Cladosporium/Aureobasidium/ Ulocladium/Phoma/Epicoccum
- Exophiala/Hormoconis
- Candida/Rhodotorula/Cryptococcus



© LBW-Hessendorf, Wiefelcode 2016

Kontamination vs. mikrobieller Bewuchs

Schimmel und Algen sicher vermeiden



© LBW-Hessendorf, Wiefelcode 2016

Ursachen und Folgen von Algenbewuchs an Fassaden

Schimmel und Algen sicher vermeiden

- Unzureichender konstruktiver Feuchteschutz
- Tauwasserbedingte Feuchtebelastungen
- Organische Zusätze in Baustoffen und Beschichtungen
- Mangelhafte Verarbeitung
- Ästhetische Beeinträchtigung
- Verstärkte Schmutz- und Schadstoffanreicherung
- Reduzierter Wärmedämmeffekt
- Biogene Korrosion von Baustoffen und Beschichtungen
- Beseitigung durch Reinigung und Neubeschichtung

© LBW-Hessendorf, Wiefelcode 2016

Grünalgen

Schimmel und Algen sicher vermeiden



© LBW-Hessendorf, Wiefelcode 2016

Cyanobakterien

Schimmel und Algen sicher vermeiden



© LBW-Hessendorf, Wiefelcode 2016

Problemereich WDV-System

Schimmel und Algen sicher vermeiden



© LBW-Hessendorf, Wiefelcode 2016

Problemereich Beschichtung

Schimmel und Algen sicher vermeiden



© LBW-Hessendorf, Wiefelcode 2016

Problemereich Verarbeitung

Schimmel und Algen sicher vermeiden



© LBW-Hessendorf, Wiefelcode 2016

Fachkundige Sachverständigenberatung, Analyse und Bewertung

Schimmel und Algen sicher vermeiden

- **Objektanamnese** *Bauschadenssituation*
Baukonstruktion / Baustoffe / Wärmeschutz / Nutzung / Schadensfeststellung / Archivunterlagen / Sanierungsziel
- **Bauphysik** *Temperatur-Feuchte*
Hygrothermik / Wärmebrücken / Feuchtigkeitscintrag / Feuchteschutz / Lüftung / Heizung / Sorptionsfeuchte
- **Mikrobiologie** *Gefährdungsabschätzung*
Mikroskopie / Stoffwechselaktivität / Materialanalyse, Luftkeimuntersuchung und Taxonomie / Allergene Biomasse
Kritisch: Keimzahl / Schimmelhund / MVOC / Mykotoxine
- **Medizin** *Gefährdungsbeurteilung*
Biochemische Diagnostik / Immunologie / ELISA

© LBW-Biosciant, Wieförde 2016

Maßgebliche Ziele für eine erfolgreiche Schimmelpilzsanierung

Schimmel und Algen sicher vermeiden

- Kein schadensursächlicher, sichtbarer oder verdeckter Schimmelpilzbefall
- Keine auffälligen biogenen Raumluftbelastungen
- Keine Geruchsbelastungen
- Keine Feuchtebelastungen
- Grundlegende Beseitigung der Schadensursache

© LBW-Biosciant, Wieförde 2016

Fachgerechte Sanierung

Schimmel und Algen sicher vermeiden



© LBW-Biosciant, Wieförde 2016

Desinfektionsmittel und Biozide

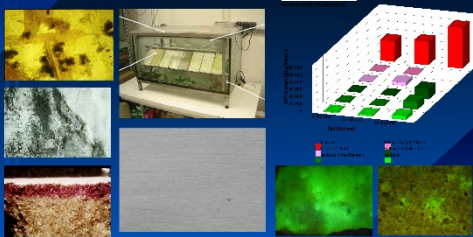
Schimmel und Algen sicher vermeiden

- Wasserstoffperoxid/PES/Chlorbleichlauge
- KEINE Säuren (Essigsäure, Salizylsäure)!!!
- Vorsicht bei Isopropanol / Ethanol (70 % !)
- Borate / Borsäure
- "Quats" (Quaternäre Ammoniumverbindungen)
- Isothiazolinone (u.a. CMI/MIT-OIT)
- Alternative Schutzbeschichtungen (Titanoxid/Silber)

© LBW-Biosciant, Wieförde 2016

Mikrobiell-resistente Baustoffe

Schimmel und Algen sicher vermeiden



© LBW-Biosciant, Wieförde 2016

Energieeffiziente Lüftungskonzepte

Schimmel und Algen sicher vermeiden



© LBW-Biosciant, Wieförde 2016

Zukünftige Entwicklungen

Schimmel und Algen sicher vermeiden

- Detaillierte mikrobiologische Analyse, Bewertung und gezielte Sanierung vorliegender Schadensfälle
- "Richtlinie zum sachgerechten Umgang mit Schimmelpilzschäden in Gebäuden - Erkennen, Bewerten und Instantsetzen" - "Netzwerk Schimmel e.V."
- Feuchtesorptive und mikrobiell resistente Baustoffe und Beschichtungen (Prüfung)
- Entwicklung und Einsatz intelligenter Belüftungs- und Entfeuchtungssysteme
- Regelmäßige Pflege und Erhaltungsmaßnahmen
- Biotechnologie am Bau (Biocalcite, mikrobielle Entsalzung und Reinigung, Algenbioreaktoren)

© LBW-Biosciant, Wieförde 2016

Von der Natur lernen...

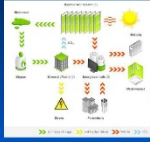
Schimmel und Algen sicher vermeiden



© LBW-Biosciant, Wieförde 2016

...heißt Energie ohne Grenzen!!!

Schimmel und Algen sicher vermeiden



Palanzschicht geschichte III
© LWF-Broschüre, WU, 3. und 20. 6

© WU, WU, WU, WU, WU

3.2. Wirtschaftlichkeit energetischer Maßnahmen im Baudenkmal am Beispiel des Stadttheaters Wolfsburg von Hans Scharoun

Dipl.-Ing. Arch. Winfried Brenne
Winfried Benne Architekten





WIRTSCHAFTLICHKEIT ENERGETISCHER MASSNAHMEN IM BAUDENKMAL AM BEISPIEL DES STADTTHEATERS WOLFSBURG VON HANS SCHAROUN

Denkmal und Energie 2017
Energieeffizienz, Nachhaltigkeit und Nutzerkomfort
Osnabrück, 28.11.2016




BRENNE ARCHITECTEN
Gesellschaft von Architekten mbH
Rheinstraße 45, D 12165 Berlin
Tel. +49 (0)30 859 079-0
Fax +49 (0)30 859 065-3
www.brenne-architekten.de
mailto:brenne-architekten.de



Bauhaus Dessau - Welterbe
Großpilsallee, Dessau
2009 - 2012



Siedlung Am Schillerpark - Welterbe
Corker Straße und Holländerstraße, Berlin
2010 - 2012
Zusammenarbeit mit: TU Dresden, DBU



Akademie der Bildenden Künste
Hansastraße, Berlin
2009 - 2012



FU-Berlin Pflanzenphysiologisches Institut
Königin-Luise-Straße, Berlin
2014-2016
Zusammenarbeit mit: DBU, TU-Dresden, Transsolar



3 Wirtschaftlichkeit energetischer Maßnahmen im Baudenkmal
Denkmal und Energie 2017 | Osnabrück, 28.11.2016

BRENNE ARCHITECTEN
Gesellschaft von Architekten mbH

Foto Heidersberger 1973




4 Wirtschaftlichkeit energetischer Maßnahmen im Baudenkmal
Denkmal und Energie 2017 | Osnabrück, 28.11.2016

BRENNE ARCHITECTEN
Gesellschaft von Architekten mbH

„Generalsanierung Theater Wolfsburg“

Integrale Planung als Ressource energieeffiziente Baudenkmale

Parameter zur Einschätzung des baukulturellen Wertes

Planungsmethodik Wertebilanz
Wiederherstellung der Zukunftsfähigkeit des Theaters unter besonderer Berücksichtigung der Energieeffizienz, der Nachhaltigkeit und des Denkmalschutzes

Bewahren durch Weiterbauen




6 Wirtschaftlichkeit energetischer Maßnahmen im Baudenkmal
Denkmal und Energie 2017 | Osnabrück, 28.11.2016

BRENNE ARCHITECTEN
Gesellschaft von Architekten mbH

Wertebilanz

Wiederherstellung der Zukunftsfähigkeit des Theaters unter besonderer Berücksichtigung der Energieeffizienz, der Nachhaltigkeit und des Denkmalschutzes

6 Wirtschaftlichkeit energetischer Maßnahmen im Baudenkmal
Denkmal und Energie 2017 | Osnabrück, 28.11.2016

BRENNE ARCHITECTEN
Gesellschaft von Architekten mbH

BAUHER / BEHÖRDEN:	Anzahl	GENERALPLANER / ARCHITECT:	Anzahl
Stadt Wolfsburg – Dezernat II Finanzen, Kultur, Sport, Finanzen und Controlling, Soziales und Gesundheit	3	BRENNE ARCHITECTEN Gesellschaft von Architekten mbH	1
Stadt Wolfsburg – Baudezernat IV Gesamtbereich Hochbau, Heizung / Lüftung / Sanitär, Elektrotechnik, Energie, Grün	5	BAULEITUNG: BUSSE & PARTNER	1
Stadtplanung / Bauberatung	1	FACHPLANER: TGA / HLS / ELYT IMF, Kochentechnik / Hader GmbH, Sprinklertechnik ICI, Bühnentechnik / Bühnenlichtung IG Theater Engineering, Audio Video ADA GmbH, Tageskloppelung IG Jackwer GmbH, Energiekonzept / Dayphysik / Bautechnik energyenergy GmbH, Außenanlagen Office Poly / Levi Montage GmbH	13
Landesdenkmalamt	1	Sachverständigen A. Stadler, Gebäudemaßmaß MMZ Piecha, Schöckel RLMG GmbH	13
Stadtkonzeptionsstelle / Untere Denkmalschutzbehörde	1	GUTACHTER: Brandschutz Planungsggr. Geburgt, Fassade R. Glöwenky, Schallschutz WESSING GmbH, Concrete Beton RUP GmbH, Tagwerkplaner Homer Ingenieure, Transformations- Injektionsanker Fassade, Fundamentierung, Rauch- und Wärmeabzugspart., Diagnostik, Lüschel, Bestuhlung, Restaurator	24
Arbeitsgemeinschaft Stadt Wolfsburg	1		
Berufsunversehr Wolfsburg	1		
Forum Architekturvormittlung	1		
NUTZER: Theater der Stadt Wolfsburg GmbH	1		
FÖRDERMITTELGEBER: Deutsche Stiftung Denkmalschutz	1		
Oberfinanzdirektion Niedersachsen	1		
Bau und Liegenschaften	1		
Bundesverwaltungsamt Ref. II A2 Fördermaßnahmen im Bereich Kultur	1		
Staatliches Baumanagement	1		
Brandenburg	1		
Gesamt:	19	Gesamt:	39

PLANUNGSBETEILIGTE Gesamt: 58

FIRMEN:	Anzahl
Hochbau	28
Technische Gebäudesanierung	20
Bühnentechnik	4
Außenanlagen	1
Gesamt:	53

BETEILIGTE Gesamt: 111

Denkmalschutzauflagen <ul style="list-style-type: none"> Welches Bauteil darf absolut nicht verändert werden? Was ist schützenswert? Was darf „nicht“ verändert werden? Denkmalschutz innen und/oder außen Rückbau auf einen alten Stand 	Energetische Qualität der Gebäudehülle <table border="1"> <tr> <th>Bauelemente</th> <th>Eigenschaften / Anforderungen</th> </tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> Fenster Dach, Wände Boden, Kellerdecke, Decke zum Dach </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Dichtigkeit Feuchte Dichtigkeit Luft Wärmebrücken Bauschäden </td> </tr> </table>	Bauelemente	Eigenschaften / Anforderungen	<ul style="list-style-type: none"> Fenster Dach, Wände Boden, Kellerdecke, Decke zum Dach 	<ul style="list-style-type: none"> Dichtigkeit Feuchte Dichtigkeit Luft Wärmebrücken Bauschäden
Bauelemente	Eigenschaften / Anforderungen				
<ul style="list-style-type: none"> Fenster Dach, Wände Boden, Kellerdecke, Decke zum Dach 	<ul style="list-style-type: none"> Dichtigkeit Feuchte Dichtigkeit Luft Wärmebrücken Bauschäden 				
Energetische Qualität der Gebäudetechnik <ul style="list-style-type: none"> Wärmeerzeuger Brauchwassererzeuger, Zirkulation Kälteerzeuger Verteilung Regelung und Steuerung Lüftung (mechanisch ↔ Fensterlüftung) Flächen (spez. Verbrauch) Sonstige elektrische Verbraucher 	Zielvereinbarung <ul style="list-style-type: none"> Wärmeschutz, Hitzeschutz „Komfort“ für den Nutzer verbessern Gebäudeschutz, Bestand erhalten Lüftungswärmeverluste reduzieren CO₂-Ausstoß reduzieren Energiekosten reduzieren Nachhaltigkeit Denkmalschutz Funktionsverbesserung 				

Übersicht Projektzeitraum

Nr.	Vorgangname	2013				2014				2015				2016	
		1. QTL	2. QTL	3. QTL	4. QTL	1. QTL	2. QTL	3. QTL	4. QTL	1. QTL	2. QTL	3. QTL	4. QTL	1. QTL	2. QTL
1	Projektlaufzeit STW	[Timeline bars]													
2	Vor- und Entwurfsplanung	[Timeline bars]													
3	Ganearbeitungsplanung	[Timeline bars]													
4	Baugenehmigung 26.08.2013	[Timeline bars]													
5	Vorgezogene Maßnahmen 2013	[Timeline bars]													
6	Ausführungsplanung	[Timeline bars]													
7	Ausschreibung Vergabe	[Timeline bars]													
8	Baueinführung	[Timeline bars]													
9	Erneuerung	[Timeline bars]													
10	Schlüsselübergabe 16.11.2015	[Timeline bars]													
11	Einweihungsfeier 24.01.2016	[Timeline bars]													

Gesamt Projektlaufzeit bis Übergabe: 77 Wochen

Übersicht über den Projektzeitraum

DENKMALPFLIEGERISCHE BEWERTUNG DES BALKÖRPER

Grundriss Erdgeschoss

- INSTANDSETZUNG
- RENOVIERUNG
- WEITERBAUEN
- HINZUFÜGEN
- ERTÜCHTIGUNG TECHN. INFRASTRUKTUR
- FASSADE INSTANDSETZUNG
- BEARBEITUNGSGRENZE GENERALPLANER BRENNE ARCHITECTEN GMBH
- AUSSENANLAGEN LEVIN MONSIGNY LANDSCHAFTSARCHITECTEN

BAUKÖRPERHÜLLE
FASSADE / DACH

Ansicht Nord-Ost

Ansicht Süd-West

Instandsetzung Fassaden

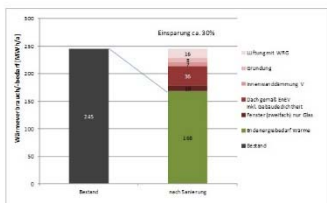


Thermische Gebäudemodell nach DIN V 18599 | 22 Zonen

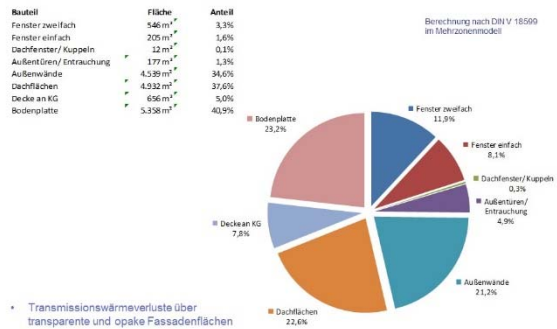
energy design braunschweig

4. Einsparpotential baulicher Wärmeschutz

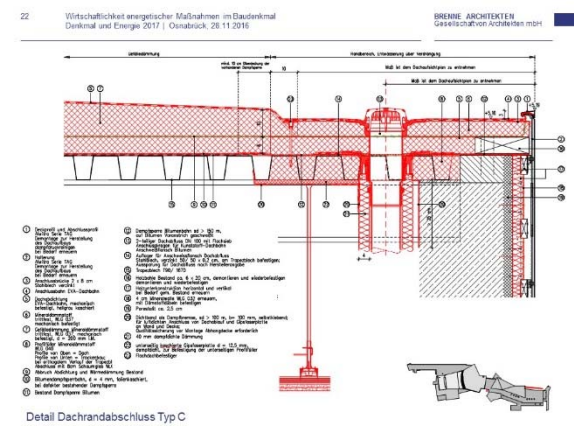
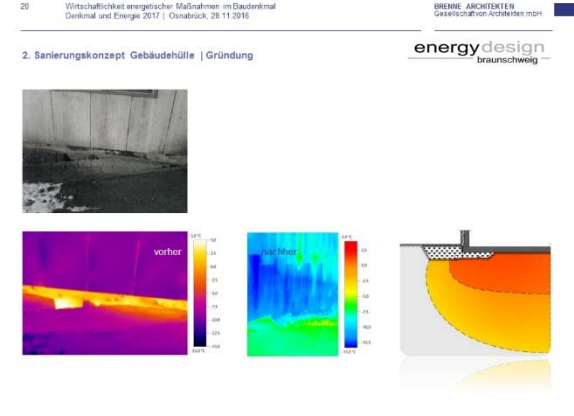
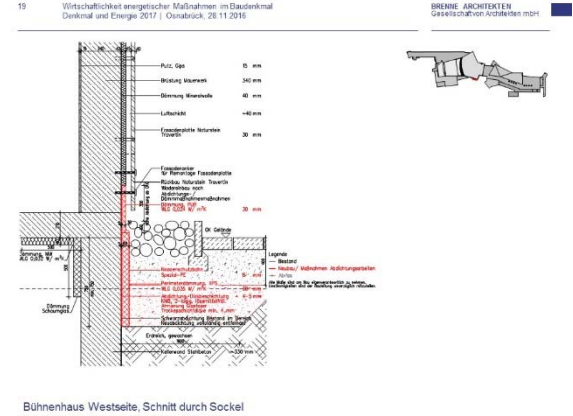
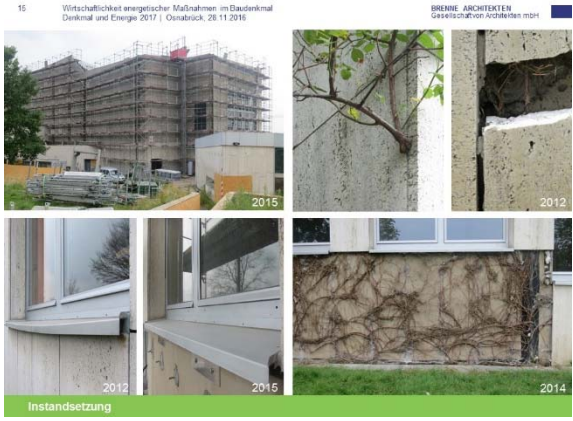
- Maßnahmen:
- Austausch der Verglasung
 - Dämmung des Dachs
 - Innendämmung Verwaltung
 - Dämmung Gründungsbereich
 - Reduzierung der Wärmebrücken
- Einsparpotential Wärmeverbrauch ca. 30%* = 40.000 €/a*
- * Einsparpotential ist stark abhängig vom Spielplan und der Gebäudenutzung, Angabe zeigt die Potentiale



Verluste über die Gebäudehülle Gesamtgebäude | Analyse



- Transmissionswärmeverluste über transparente und opake Fassadenflächen





26 Wirtschaftlichkeit energetischer Maßnahmen im Baudenkmal
Denkmal und Energie 2017 | Osnabrück, 28.11.2016

BREINNE ARCHITEKTEN
Gesellschaft von Architekten mbH

Qualität der Gebäudehülle im Vergleich | vor und nach der Sanierung

energy design
braunschweig

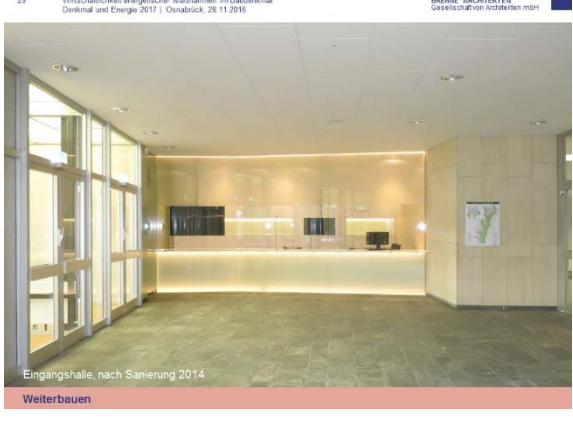
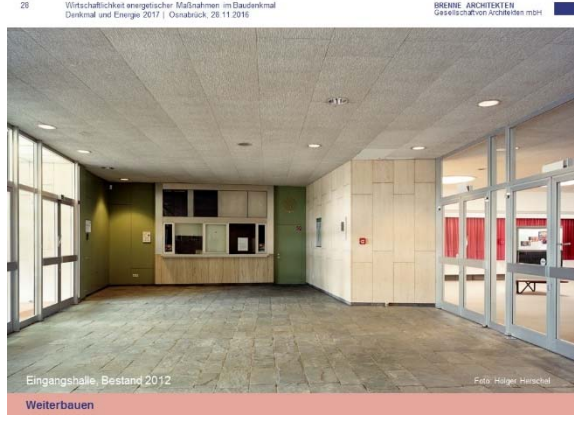
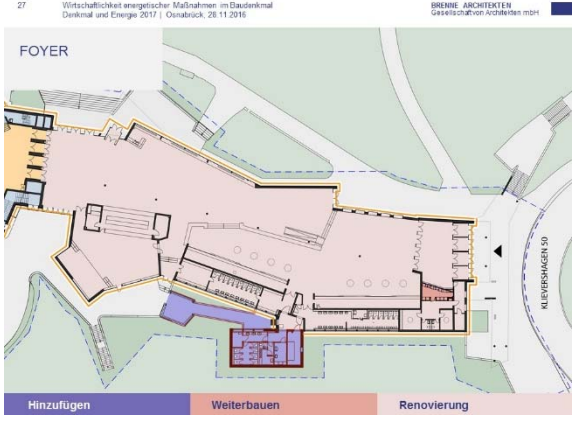
Berechnung nach DIN V 18599
im Mehrzonenmodell

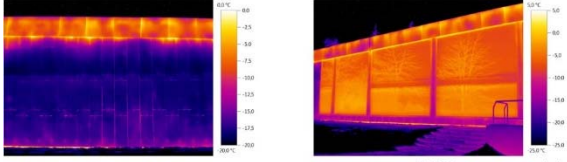
- Austausch der Verglasung (zweifach)
- Dachsanierung nach EnEV
- Innendämmung (Verwaltung)
- Dämmung des Gründungsbereichs
- Herstellung der Gebäudedichtheit

Bestand				Zustand nach Sanierungsmaßnahmen			
UW	Ug	Uf	Uo	UW	Ug	Uf	Uo
1	2	3	4	1	2	3	4
0,80	0,15	0,10	0,10	0,25	0,05	0,05	0,05
0,80	0,15	0,10	0,10	0,25	0,05	0,05	0,05
0,80	0,15	0,10	0,10	0,25	0,05	0,05	0,05
0,80	0,15	0,10	0,10	0,25	0,05	0,05	0,05

→ **opak transparent -42%**
transparenz -38%

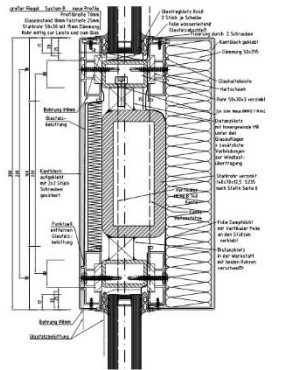
→ **Maßnahmen die EnEV nicht erfordern** **Maßnahmen die EnEV erfordern**



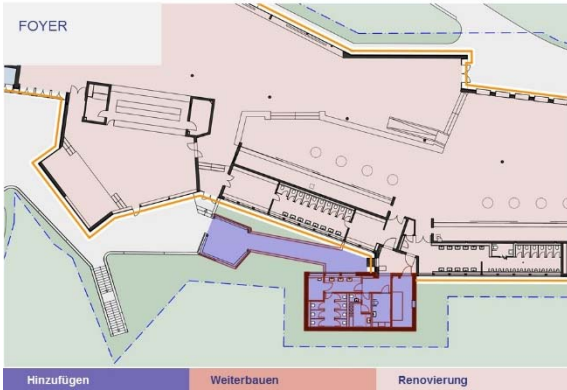


Energetische Sanierung Fassaden

Name: Stahl-Wahlung		Projekt: Foyerfassade Breiter Riegel	
Bestand: Denkmalschutz, Sanierung Schauspielhaus			
Ausführende: BREINNE ARCHITECTEN mbH			
Datum: 07.10.2016			
Blatt	1	von	1
Titel	Foyerfassade Breiter Riegel		
Gezeichnet	MP 51-03-b	Geprüft	MP 51-03-b
Datum	07.10.2016	Datum	07.10.2016

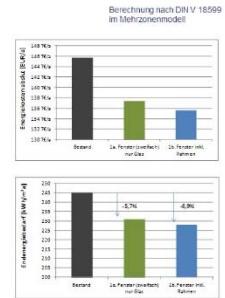


Werkplanung



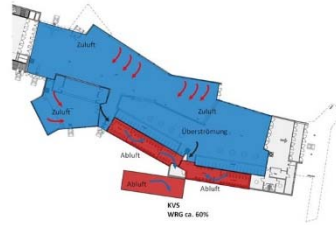
2. Sanierungskonzept Gebäudehülle | Sanierung Fenster

- Variante 1a nur Glaswechsel (U_g-Wert ca. 1,72 W/m²K)
- Variante 1b Fensterwechsel (U_g-Wert ca. 1,25 W/m²K)
- Energiekostensparnis absolut
Variante 1a: ca. 8.700 €/a*
Variante 1b: ca. 10.200 €/a*
- Umgesetzt wurde in Abstimmung mit dem Denkmalamt Variante 1a



Gebäudelüftung

- Luftverbund Foyer/Cafeteria mit Sanitärbereichen, dadurch Integration einer Wärmerückgewinnung über KVS (ca. 60%)
- Entfall zwei von vier Dachventilatoren



3. Sanierungskonzept Gebäudetechnik | künstliche Beleuchtung

- LED Beleuchtung für Foyer und Zuschauerraum
- Verringerung der Anschlussleistung
- geringerer Wartungsaufwand für Leuchtmitteltausch durch hohe Lebenserwartung der Leuchtmittel
- Regulierbarkeit der Lichtfarbe sowie Farbszenierungen





Umbau Foyer-Downlights mit LED in RGBw-Farben mit bauzeitlichem Einbauahmen

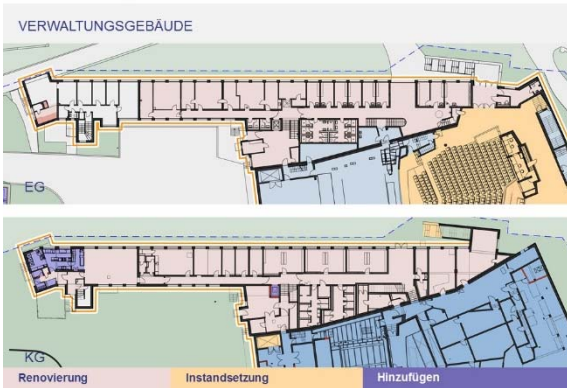


Blick vom Barbereich ins Foyer, nach der Sanierung



Foyer mit Blick zur Schleuse zum Theateraum, nach der Sanierung

Foto: Lars Landmann



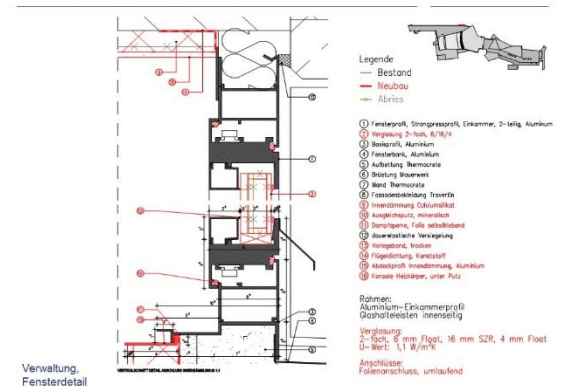
Renovierung

Instandsetzung

Hinzufügen



21/10/2014 16:38



Verwaltung, Fensterdetail

- Legende
- Bestand
 - Neubau
 - Abriss
- 1 Fensterrahmen, Stangensprofi, Erkener, 2-teilig, Aluminium
 - 2 Verglasung 2-fach, 6/16/4
 - 3 Isolierputz, Aluminium
 - 4 Fensterrahmen, Aluminium
 - 5 Aufbereitung Thermowool
 - 6 Dichtung, Bitumen
 - 7 Wand Thermowool
 - 8 Fassadenabdichtung, Isover
 - 9 Innenwand, Gipskarton
 - 10 Kugelschloss, polierstahl
 - 11 Dichtung, falls abbaufähig
 - 12 Sturzsichernde Verriegelung
 - 13 Holzbohle, trocken
 - 14 Füllung, Mineralwolle
 - 15 Abschaltsprofi, in-situ, Aluminium
 - 16 Koralle Holzbohle, unter Putz
- Rahmen: Aluminium-Einkamerprofil, Glühbirnen, integrierbar
- Verglasung: 2-fach, 6 mm Float, 16 mm SZR, 4 mm Float, U-Wert: 1,1 W/m²K
- Anschlüsse: Folienanschluss, umlaufend



25/11/2014 13:34



Innendämmung und Neuverkabelung Verwaltungsbereich



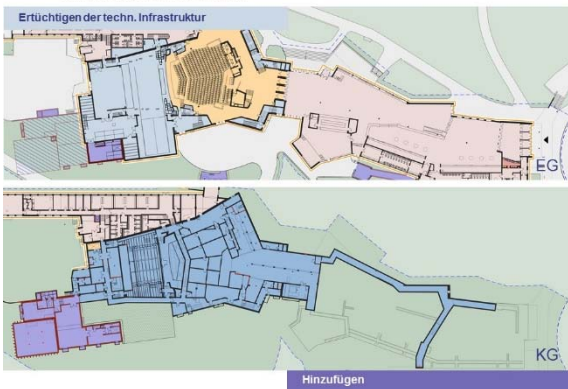
Renovierung: Garderobe



Renovierung und Nutzungsanpassung Verwaltungsbereich / Künstlergarderoben



Weiterbauen: Stimmzimmer

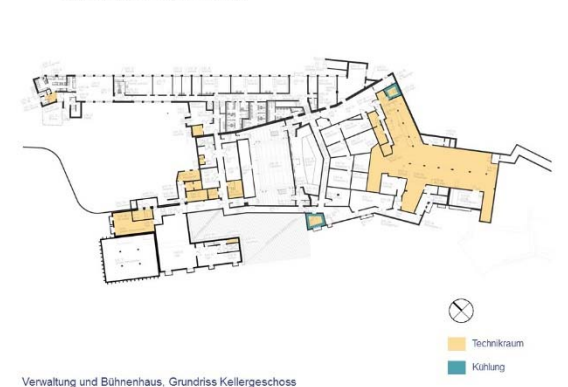


Ertüchtigen der techn. Infrastruktur

Hinzufügen



Ertüchtigung Infrastruktur: Technikräume



Verwaltung und Bühnenhaus, Grundriss Kellergeschoss

Technikraum
Kühlung



Ertüchtigung Infrastruktur: Technikräume

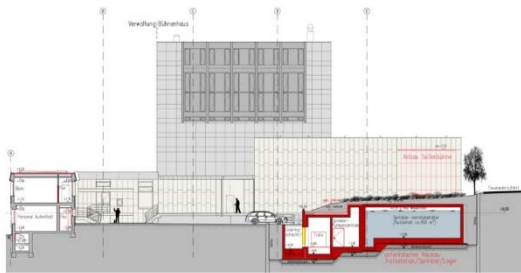
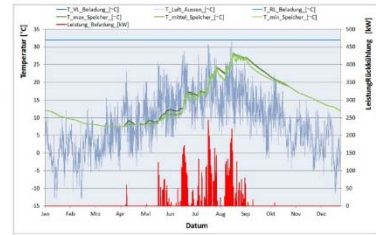
3. Sanierungskonzept Gebäudetechnik | Kälteversorgung

- neue Kompressionskältemaschine (mehrstufig schaltbar)
- Erhöhung der Anlageneffizienz durch verbesserte Leistungszahl (COP von 2,5 auf 4,0)
- Regenerative Rückkühlung über Sprinkler tank | Entfall der Ventilatoren
- Nutzung der neuen Löschwasservorratsbehälter (400 m³) zur Rückkühlung
- Vermeidung eines konventionellen Rückkühlers im Außenbereich inklusive der resultierenden Schallemissionen
- Regeneration des Sprinkler tanks über das Erdreich | ungedämmter Betonbehälter



3. Simulation der Temperaturen in der Zisterne im Jahresverlauf

- trockenes Erdreich
Erdrichstarttemperatur 12°C
Zisternenstarttemperatur 12°C
- Belastleistung im Abhängigkeit der Außentemperatur
18°C / 0%
30°C / 100%
- ohne Berücksichtigung der Spielpause im Sommer

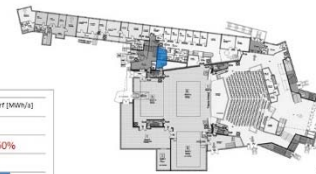
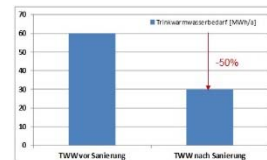


Ansicht Nord-West und Schnitt durch Trafo- und Sprinklerzentrale



3. Sanierungskonzept Gebäudetechnik | Trinkwasserbedarf

- Dämmung der Rohrleitungen
- Rückbau der Trinkwarmwasserzirkulation | Konzentration auf Duschbereich



5. Erweiterungsbau Sanitärbereich | Lager

Energetischer Standard
EneV 2009 -30%

Baulicher Wärmeschutz -45%

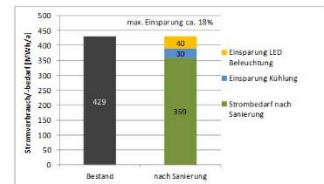
U-Werte [W/m²K]	AW an Erdreich	AW an Außenluft	Dach	Bodenplatte	Decke an Erdreich
	0,35	0,26	0,16	0,35	0,26

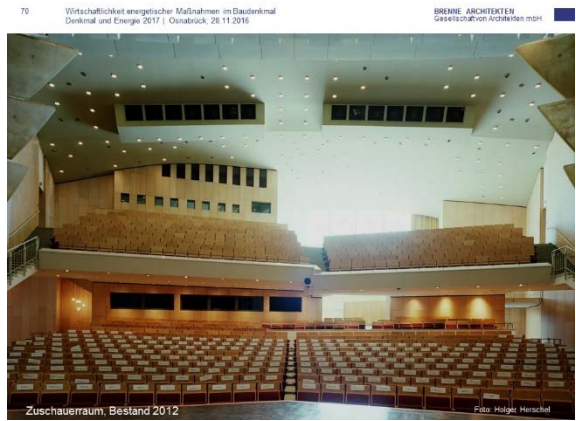
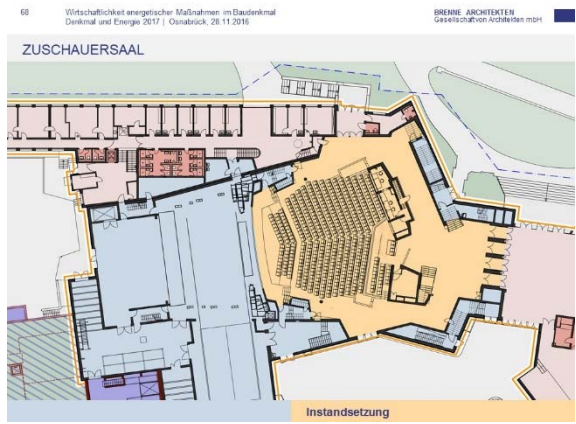
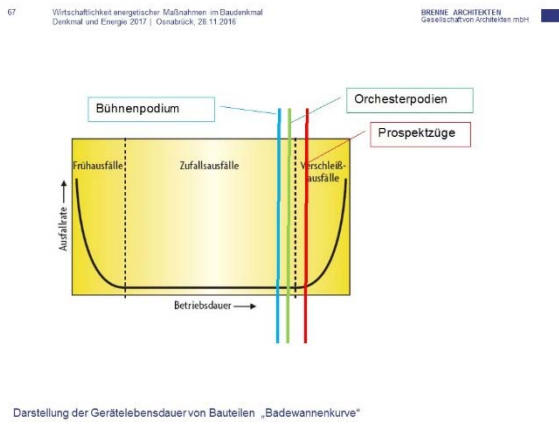
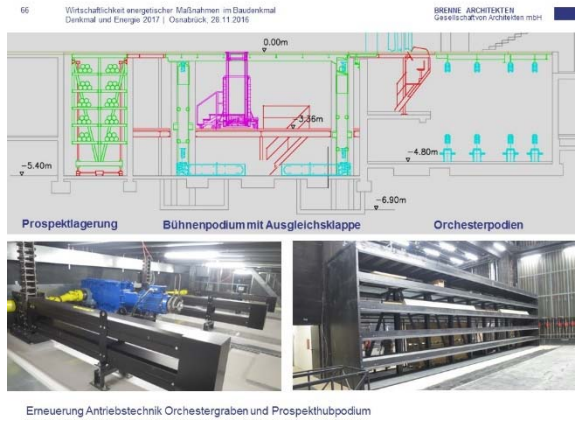
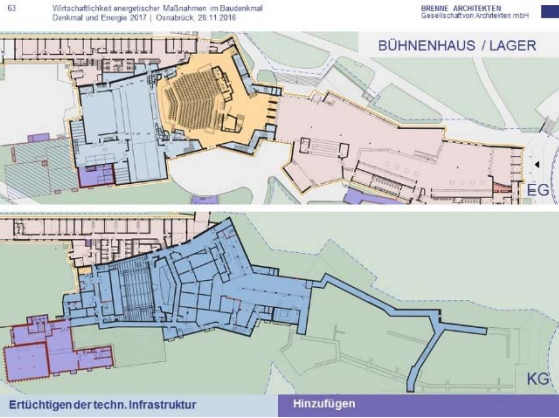


4. Einsparpotential Energieeffizienz Beleuchtung und Kühlung

Maßnahmen:

- Erneuerung der Kälteversorgung
- Einbau von LED Beleuchtung für Foyer und Zuschauerraum
- Steigerung der Effizienz der Wärmeverteilung
- Einsparpotential Stromverbrauch ca. 20%* = 15.000 €/a*
- * Einsparpotential ist stark abhängig vom Spielplan und der Gebäudenutzung. Angabe kann nur die Tendenz aufzeigen





Bauteiltransmission ausgewählter Zonen: Zuschauerraum

Verlustanteile

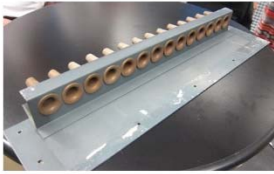
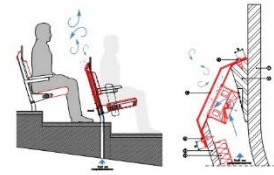
Dach	35 %
Boden an KG	43 %
Kastenfenster	17 %
Fläche	ca. 1.175 m ²
Nettovolumen	ca. 18.790 m ³
Fensteranteil	ca. 51 %
A/V _e	0,05 m ³ /m ²



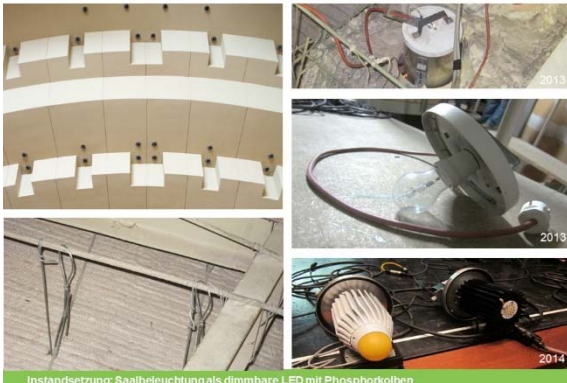
energy design
braunschweig

Berechnung nach DIN V 16250 im Mehrzonenmodell

Zone	U-Wert	Fläche	U · A	U · A · V _e
DE05_De_w_aufdendach	0,15	862,0 m ²	129,3	2,4
DE01_De_w_K3 (Bühnenboden)	0,15	79,75 m ²	11,96	0,2
AV01_U_16_für_schubluft	0,15	92,38 m ²	13,86	0,3
AV02_Kastenfenster 50 Rückgang f _{av}	0,15	254,10 m ²	38,12	0,7
AV03_Außenklima	0,15	18,32 m ²	2,75	0,0
Σ		1213,45 m²	184,99	3,6



Verbesserung Lüftungsströmung über Stuhllehnen Zuschauerraum



Instandsetzung: Saalbeleuchtung als dimmbare LED mit Phosphorkolben



Rangebene des Zuschauerraums, Bestand 2012



Instandsetzung: Theatersaal

6. Sanierungspotential Scharountheater gesamt

energy design
braunschweig

Lüftungswärmeverluste	- 70%
Transmissionswärmeverluste	- 41%
Energiebedarf Wärme	- 40%
Energiebedarf Strom	- 18%

Energieeinsparung gesamt 40 %

CO₂ Einsparung pro Jahr 221 t/a



3.3. Wie viel Brandschutz steckt im Denkmal? Details und ihre Wirkung

Dr.-Ing. Sylvia Heilmann

Ingenieurbüro Heilmann

Wie viel Brandschutz steckt im Denkmal?

Ablauf

Wir fragen zunächst:
 Wie viel Denkmal steckt eigentlich im Brandschutz?
 Wie geht Bestandsschutz?
 Und schauen dann auf:
 Details und deren Wirkung

© www.ihelmann.de 2016 2

Wie viel Brandschutz steckt im Denkmal?

Ablauf

Wir fragen zunächst:
 Wie viel Denkmal steckt eigentlich im Brandschutz?
 Wie geht Bestandsschutz?
 Und schauen dann auf:
 Details und deren Wirkung

© www.ihelmann.de 2016 2

Wie viel Brandschutz steckt im Denkmal?

Wie viel Denkmal steckt im Brandschutz?

Zeitstrahl zur Brandschutzentwicklung

1. Zeitabschnitt: Kodifikation des Gewohnheitsrechtes im Weistum.
 2. Zeitabschnitt: Präzisierung der Brandschutzvorschriften in Satzungen.
 3. Zeitabschnitt: Brandschutz als entwickelte Staatsfürsorge im Gebotsrecht.

© www.ihelmann.de 2016 3

Wie viel Brandschutz steckt im Denkmal?

Wie viel Denkmal steckt im Brandschutz?

Abtrennung – Abstand – Achtsamkeit

Sachsenspiegel um 1235

§ 49 (1): „[...] kein Fenster zum Hof eines anderen haben.“
 § 53 (1): „Backofen, Abort und Schweinestall sollen drei Fuß von dem Zaun entfernt sein.“
 § 53 (2): „Jeder soll [...] auf seinen Backofen und auf seine Feuermauer achten, damit ihm nicht Schaden dadurch erwächst, dass die Funken in den Hof eines anderen fliegen.“

Dresdner Sachsenspiegel, 1350
 Heidelberger Sachsenspiegel, 14. Jh.
 Oldenburger Sachsenspiegel, 1336

© www.ihelmann.de 2016 4

Wie viel Brandschutz steckt im Denkmal?

Wie viel Denkmal steckt im Brandschutz?

Städtische Satzungen – Motor der Entwicklung

FeuO Nürnberg, 1616
 FeuO Braunschweig, 1677
 Allerley Stadtordnungen Leipzig, 1544

© www.ihelmann.de 2016 5

Wie viel Brandschutz steckt im Denkmal?

Wie viel Denkmal steckt im Brandschutz?

Brandschutz in der Frühen Neuzeit (15.-18. Jh.)

© www.ihelmann.de 2016 6

Wie viel Brandschutz steckt im Denkmal?

Wie geht nun Bestandsschutz?

Keine Scheu vor der Nachweisführung

1. Eine bestehende bauliche Anlage ist nach BGB als eigentumsfähige Sache geschützt.
2. Sie muss aber den zum Zeitpunkt ihrer Errichtung geltenden Vorschriften entsprechen. → Nachweis erforderlich!!!!
3. **Denkmalschutz ist die höchste Form des Bestandsschutzes.**
4. Allerdings geht bei einer konkreten Gefährdung der Bestandsschutz verloren.
5. Eine Baugenehmigung rechtfertigt den formellen Bestandsschutz.
6. Auch eine Baugenehmigung, die nach damaligem Recht nicht hätte erteilt werden dürfen, aber dennoch erteilt wurde, löst Bestandsschutz aus.
7. Auch wenn keine Baugenehmigung erteilt wurde, aber nach damaliger Rechtslage hätte erteilt werden müssen, besteht Bestandsschutz.
8. Der formelle Bestandsschutz endet, wenn der Berechtigte erkennbar von dem Bestandsschutz keinen Gebrauch mehr macht oder machen will.
9. Nur die im Einzelfall nachgewiesene, konkrete Gefahr rechtfertigt ein nachträgliches Anpassungsverlangen.

© www.ihelmann.de 2016 7

Wie viel Brandschutz steckt im Denkmal?

Wie geht nun Bestandsschutz?

Grenzen der Akzeptanz



Was in den 50iger Jahren noch zulässig war, ist heute nicht mehr akzeptabel!

Im Notfall Wand durchstemmen?

© www.ihelmann.de 2016 8

Wie viel Brandschutz steckt im Denkmal?

Wie geht nun Bestandsschutz?

Keine Scheu vor der Nachweisführung



Sanierung Wohngebäude
1887 errichtet
Anbau Balkone

4 Geschosse und Mansarde
11,50 m < 13,00 m
NE kleiner 400 m²
→ GKL 4

BSN erforderlich, der in Kurzfassung folgendes Ergebnis hatte:

Tragende Wände, Stützen, Außenwände
→ ohne Probleme

Dachdeckung und Decken
→ ohne Probleme

ABER: **Haupttreppe aus Holz!** Und nun? Bestandsschutz? Ja oder nein?

Saniertes Gründerzeitgebäude, 2016

© www.ihelmann.de 2016 9

Wie viel Brandschutz steckt im Denkmal?

Wie geht nun Bestandsschutz?

Keine Scheu vor der Nachweisführung



Haupttreppe im Originalbestand:

- Holzwanne, profiliert
- Holzstufen
- Holzgeländer
- Handlauf aus Holz
- Treppenunterseite geputzt
- gesundes und festes Eichenholz
- Umfassungswände aus Ziegelmauerwerk
- Fenster zur Belüftung

Nutzung:

- unter der Treppe Abstellraum, der aber zurück gebaut werden sollte

Problem:

- Nachweis nach aktueller Bauordnung für GKL 4 nichtbrennbare Treppe notwendig

Blick in den Treppenaufgang

© www.ihelmann.de 2016 10

Wie viel Brandschutz steckt im Denkmal?

Wie geht nun Bestandsschutz?


Keine Scheu vor der Nachweisführung in Berlin

Zulässig waren in Berlin 1867:

- entweder eine massive
- oder zwei brennbare Treppen.

§ 6. In Wohngebäuden, welche höher als ein Geschoss sind, oder Dachwohnungen enthalten, muss zu jeder Wohnung eine massive, aus Eisen oder Eisen beschichtete Treppe führen, es sei denn, dass jede einzelne Wohnung von mindestens zwei, in verschiedenen Treppenzweigen liegenden hölzernen Treppen aus derselben Wohnung ist. Diese hölzernen Treppen müssen unterhalb gut verholzt, mit Klötzchen oder anderen geeigneten unterverholzten Stufen bekleidet sein, und dürfen Weiterverholzungen unter Umständen nicht angebracht werden.

§ 6 Treppen



Bauordnung für Berlin, 1867

© www.ihelmann.de 2016 11

Wie viel Brandschutz steckt im Denkmal?

Wie geht nun Bestandsschutz?


Keine Scheu vor der Nachweisführung in Dresden

Stadt Dresden: nur steinerne Treppen zulässig!

Land Sachsen: auch brennbare Treppen erlaubt, wenn massive Umfassungswände!

§ 34. Die Haupttreppen, einschließlich der Treppen und Handlauf, müssen von einer Treppe an anderer, auch in den über 2 Geschosse reichend, vollständig bei Übergangspunkten hölzernen Treppen, welche zu Wohnungen, Geschäft- und Dienstwohnungen führen, mit zwei Stufen, zu beiden Seiten, aus Eisen oder Eisenbeschichtung sein. Die hölzernen Treppen müssen hölzernen Treppen sein. Die hölzernen Treppen müssen unterhalb gut verholzt, mit Klötzchen oder anderen geeigneten unterverholzten Stufen bekleidet sein, und dürfen Weiterverholzungen unter Umständen nicht angebracht werden.

§ 38 Treppen



Stadtbaubauordnung Dresden, 1827

Landesbauordnung Sachsen, 1868

© www.ihelmann.de 2016 12

Wie viel Brandschutz steckt im Denkmal?

Wie geht nun Bestandsschutz?

Keine Scheu vor der Nachweisführung in München


Zulässig waren in München 1868:

- auch brennbare Treppe erlaubt, wenn sie
- in massiven, 1 Fuß starken Umfassungswänden liegen!

§ 30. Hölzernen Haupt-Treppen in Wohngebäuden müssen in Eisen, von massiven, 1 Fuß starken Mauern eingeschlossene Stiegenhäuser gefasst, letztere von den Stiegen nach Vortritt des § 27 abgeschlossen, und die Treppen von unten mit einer verputzten Decke versehen werden.

Wohngebäude, welche über 4 Geschossen einschließlich des Erdgeschosses noch Wohnungen enthalten, müssen bis zum Dachboden feuersichere Treppen in Befestungen, von massiven, einen Fuß starken Mauern eingeschlossenen Stiegenhäusern erhalten.

§ 30 und 31 Von Treppen



Bauordnung für München, 1868

© www.ihelmann.de 2016 13

Wie viel Brandschutz steckt im Denkmal?

Details und deren Wirkung

Genießt die fehlende Überdachführung der Brandwand Bestandsschutz?




§ 25. Die über dem Dach, 6 Zoll hoch überhöhten, Stiege der Treppenhäuser, die nicht die Treppenhäuser befestigen, sondern nur als Abzug für die Treppen dienen, müssen von unten mit einer verputzten Decke versehen werden.

Hamburger Bauordnung, 1845

§ 20 Überdachführung der Grundmauern

Bauordnung Dresden, 1827

1 Zoll = 1 inch = 1 Zwölftel des Fußes = 2,54 cm

© www.ihelmann.de 2016 14

Wie viel Brandschutz steckt im Denkmal?

Details und deren Wirkung

Was ist also zu tun, wenn die Überdachführung der Brandwand fehlt?



Blick auf die „umgeklappte“ Brandwand

- Antrag auf Abweichung!
- Mit Begründung.
- Übrigens auch bei nicht genehmigungspflichtigen Baumaßnahmen!
- Gerade da!!!



Detail zum Brandwandkopf

www.ibhelmann.de 2016 15

Wie viel Brandschutz steckt im Denkmal?

Details und deren Wirkung

Brandwände sind öffnungslos



Öffnung in Außenwand



Stadtbaurechnung Meissen, 1838

Öffnungen in Brandwänden waren nie zulässig!

www.ibhelmann.de 2016 16

Wie viel Brandschutz steckt im Denkmal?

Details und deren Wirkung

War die Holzbalkendecke über dem Keller damals zulässig?



Holzbalkendecke in denkmalgeschütztem Gebäude



Bauordnung Heidelberg, 1893


§ 50 Balkendecke

www.ibhelmann.de 2016 17


Wie viel Brandschutz steckt im Denkmal?

Details und deren Wirkung

Hat die Ziegelsteindecke aus 1910 Bestandsschutz?




Hier nicht. Filigrandecke F90, aber Unterzug F0?



Bau-Ordnung Oesterode, 1910

§ 51 Decken




Zentralblatt der Bauverwaltung, 1909, S. 81 ff.

www.ibhelmann.de 2016 18

Wie viel Brandschutz steckt im Denkmal?

Details und deren Wirkung

Ist die Holzbalkendecke noch zu retten?



dreiseitig dem Feuer ausgesetzte Holzbalken: Abbildung 1 cm in 10 Minuten (Merksatz!)

www.ibhelmann.de 2016 19

Wie viel Brandschutz steckt im Denkmal?

Details und deren Wirkung

Bietet der Glasbaustein aus 1906 Feuerschutz?



Glasbausteine im oberen Wanddrittel des Flures



Vorhandene Glasbausteine im notwendigen Flur




Zentralblatt d. Bauverwaltung, 1896, S. 190.

www.ibhelmann.de 2016 20

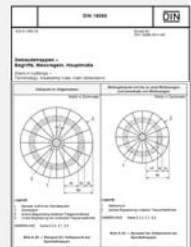
Wie viel Brandschutz steckt im Denkmal?

Details und deren Wirkung

Was ist an der Spindeltreppe gefährlich?



Spindeltreppen: Der Abstrom der Unfallkasse?



DIN 18065:2015-03: Spindeltreppe, S. 40

www.ibhelmann.de 2016 21

Wie viel Brandschutz steckt im Denkmal?

Details und deren Wirkung

Übereinstimmung von Türschlag und Fluchtrichtung?



Entgegen der Fluchtrichtung, aber doch zulässig?



Personenanzahl und Personenstrom beachten

www.ibhelmann.de 2016 22

Wie viel Brandschutz steckt im Denkmal?

Details und deren Wirkung

Wie gefährlich ist der offene Treppenraum?



Problem der offenen Treppenräume

© www.ihelmann.de 2016 23

Wie viel Brandschutz steckt im Denkmal?

Details und deren Wirkung

Sind die Türen raumabschließend?

Feuerschutztüren um 1910



Gepprägtes, 1/2 mm dickes Eisenblech mit Holzfüllung

Geflechtes Eisenblech (a, b) mit Asbestpappe gefüllt

Flurseite
Kassettentürblatt aus Holz

Brandschutzplatte 25mm mit Sperrholzplatte 8 mm zum Schutz Raumeite

Verbesserung des Brandverhaltens einer Holz-Futter-Tür mit Kassettentürblatt

© www.ihelmann.de 2016 24

Wie viel Brandschutz steckt im Denkmal?

Und zum Schluss nochmal ...

... die Dresdner Bauordnung von 1827

Folgende Umrechnung galt in den Jahren 1873–1899:

1 Taler	=	3 Goldmark (1875)
20 Taler	=	60 Goldmark
1 Goldmark	=	9,86 Euro



§ 128 der Sächsischen Bauordnung Dresden, 1827

© www.ihelmann.de 2016 25

4. Finanzierungskonzept für Folgetagungen

Ein Bestandteil der Bewilligungsaufgaben ist die Erarbeitung eines Finanzierungskonzeptes für Folgetagungen. Dies wird notwendig, da sich die Veranstaltungsreihe zukünftig ohne Förderung von Seiten der DBU selbst tragen muss.

Die Kalkulation der Ausgaben für die Folgetagung setzt sich sowohl aus fixen Bestandteilen (Reisekosten, Kosten für Akkreditierung, Honorare und Druck des Tagungsbandes) als auch aus variablen, von der Teilnehmerzahl abhängigen, Bestandteilen zusammen. Es zeigte sich, dass bei gleichbleibenden Teilnehmergebühren und steigenden Ausgaben keine kostendeckende Veranstaltung durchgeführt werden kann, da die dafür notwendige Teilnehmerzahl die Saalkapazität des Veranstaltungsortes überschreitet.

Um dennoch eine kostenneutrale Folgeveranstaltung durchführen zu können, müssen auf der einen Seite Kosten gesenkt und auf der anderen Seite Einnahmen erhöht werden. Die Möglichkeiten für Kostensenkungen sind jedoch relativ gering. Einige Kostensenkungen, beispielsweise bei den Honoraren für Referenten oder Akkreditierungsgebühren bei Architekten- und Ingenieurkammern würden zudem nur einen geringen finanziellen Nutzen bringen, wären aber mit einem Qualitätsverlust bei den Referenten und fehlenden Anreizen für die Teilnahme verbunden, was sich wiederum negativ auf die Einnahmen auswirken würde. Dies lässt den Schluss zu, dass eine gesicherte Finanzierung von Folgeveranstaltungen allein über Einsparungen nicht möglich sein wird und infolgedessen die Einnahmen erhöht werden müssen.

Eine Möglichkeit für mehr Einnahmen ist die Erhöhung der Teilnehmergebühren. Allerdings ist hier zu beachten, dass eine zu große Erhöhung ebenfalls einige Personen von einer Teilnahme abhalten könnte. Insofern wird sich für die Folgetagung neben einer Erhöhung der Teilnehmergebühren nach weiteren Einnahmequellen umgesehen. Möglichkeiten bestehen hier zum Beispiel im Abdrucken von Werbeanzeigen im Jahrbuch oder der Vermietung von Ausstellungsflächen während der Veranstaltung. Potentielle Interessenten werden dazu frühzeitig im Vorfeld der Veranstaltung angesprochen.

5. Fazit

Die Tagung „Denkmal und Energie 2017 – Energieeffizienz, Nachhaltigkeit und Nutzerkomfort“ beschäftigte sich mit den Möglichkeiten zur energetischen Sanierung von Baudenkmalen. Die Veranstaltung sollte den Planungsbeteiligten helfen, individuelle Maßnahmen hinsichtlich Energieeffizienz, Nachhaltigkeit und Nutzerkomfort zu entwickeln.

Der Teilnehmerkreis mit rund 200 Akteuren und Experten bestand aus Architekten, Ingenieuren, Denkmalpflegern, Vertretern des öffentlichen Dienstes sowie Unternehmen, die im Bereich der Denkmalpflege und der Sanierung tätig sind. Ihnen wurden in 8 Fachvorträgen die Besonderheiten verschiedener Baukonstruktionen und Lösungsvorschläge für denkmalgerechte und energetische Gebäudeertüchtigungen vorgestellt. Anhand verschiedener Beispielgebäude wurden typische Baukonstruktionen, Schadensbilder und Sanierungsbeispiele aufgezeigt und im Detail erläutert.

Es konnte vermittelt werden, dass es für eine Vielzahl von Baukonstruktionen geeignete Sanierungsmöglichkeiten sowie Materialien und kompetente Ansprechpartner gibt. Dies ist insofern wichtig, da sich Planungsfehler oder der falsche Einsatz von Materialien in teilweise sensiblen Baukonstruktionen schnell zu einem Bauschaden auswirken können. Ein solcher Bauschaden kann sich negativ auf das Image einer, bei richtiger Planung und Herstellung, wirkungsvollen Sanierungsmaßnahme auswirken.

Die Vielzahl an gelungenen Projekten innerhalb der einzelnen Vorträge zeigte, dass eine Sanierung zur Verbesserung der Energieeffizienz nicht zwangsläufig im Widerspruch zum Denkmalschutz stehen muss. Mit überschaubaren und denkmalverträglichen Eingriffen können der Energieverbrauch gesenkt und die Behaglichkeit für die in den Gebäuden lebenden Menschen signifikant verbessert werden. Aufbauend auf den Erkenntnissen dieser Tagung bietet die integrale Planung allen Beteiligten die Möglichkeit, standardisierte Denkmodelle zu hinterfragen, fundiert zu untersuchen und zu bewerten und daraus Schlussfolgerungen für aktuelle und auch zukünftige Planungsprojekte zu ziehen. Die große Teilnehmerzahl, welche die internen Planungen überstieg, zeigte, dass die ausgewählten Themen am Puls der Zeit sind und sich die Veranstaltung zu einer guten Plattform zum Wissenstransfer im Bereich Denkmal und Energie entwickelt hat.

Aus dem Projekt entstand durch die Erhebung eines Teilnehmerbeitrages in Höhe von 130 € ein Gewinn von 15.725,06 €, welcher in den weiteren Ausbau zukünftiger Tagungen investiert wird. Ein Punkt ist dabei der Besuch anderer Weiterbildungsveranstaltungen zur Findung qualitativ hochwertiger Themen und Referenten. Aufgrund der für folgende Veranstaltung fehlenden finanziellen Unterstützung durch die DBU müssen die Einnahmen auch als Rücklage angesehen werden.

Weiterhin zeigte sich der erstmals durchgeführte „Call for Abstracts“ zur Generierung weiterer Beiträge für das Jahrbuch als erfolgreich. Hieraus entstanden eine Reihe hochwertiger Beiträge, welche den Wissenstransfer für die Tagungsteilnehmer erhöhen.