

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](http://www.bauko.bau.tu-dresden.de)

**Projektkennblatt**  
der  
**Deutschen Bundesstiftung Umwelt**



<b>Az</b>	<b>33439/01</b>	<b>Referat</b>	<b>43/2</b>	<b>Fördersumme</b>	<b>17.011,00 €</b>
<b>Antragstitel</b> <span style="float: right;"><b>Tagesseminar „Denkmal und Energie 2017 – Energieeffizienz, Nachhaltigkeit und Nutzerkomfort“</b></span>					
<b>Stichworte</b>					
Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)		
<b>9 Monate</b>	<b>06.05.2016</b>	<b>05.02.2017</b>			
Zwischenberichte					
<b>Bewilligungsempfänger</b>				<b>Tel</b>	
Technische Universität Dresden Institut für Baukonstruktion 01062 Dresden				0351/463 33531	
				<b>Fax</b>	
				0351/463 35039	
				<b>Projektleitung</b>	
				Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weller	
				<b>Bearbeiter</b>	
				Dipl.-Ing. Sebastian Horn	
<b>Kooperationspartner</b>					
<b>Zielsetzung und Anlaß des Vorhabens</b>					
<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>					
<b>Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden</b>					
<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 • <a href="http://www.dbu.de">http://www.dbu.de</a></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

<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>6</b>
<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>7</b>
<b>Antragsteller und Projektleitung</b> .....	<b>8</b>
<b>Einleitung</b> .....	<b>10</b>
<b>1. Eröffnung und Impuls</b> .....	<b>13</b>
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
<b>2. Material und Technik</b> .....	<b>31</b>
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
<b>3. Planung im Detail</b> .....	<b>44</b>
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
<b>4. Finanzierungskonzept für Folgetagungen</b> .....	<b>62</b>
<b>5. Fazit</b> .....	<b>62</b>

## 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.

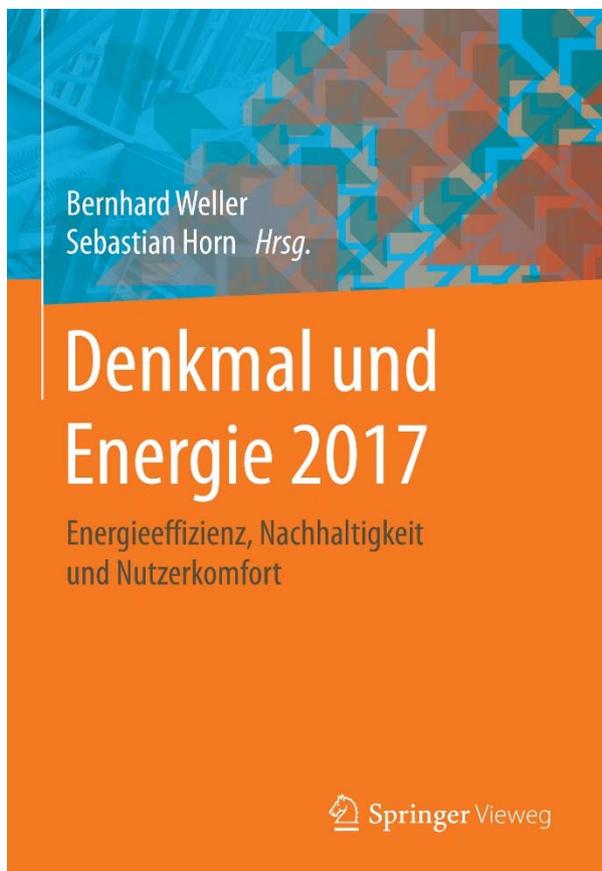


Abbildung 1: Tagungsband als Bestandteil der Tagungsunterlagen

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](mailto: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

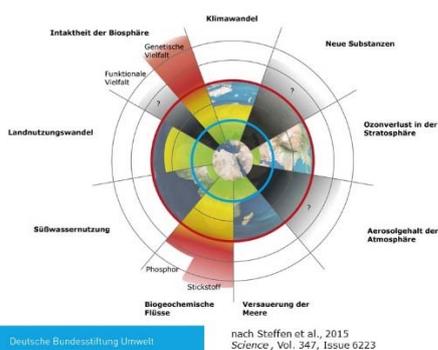
## 1.1. Förderung einer nachhaltigen Entwicklung – Das neue Förderprogramm der DBU im Bereich „Denkmal und Energie“

Dipl.-Ing. Arch. Sabine Djahanschah

Deutsche Bundesstiftung Umwelt

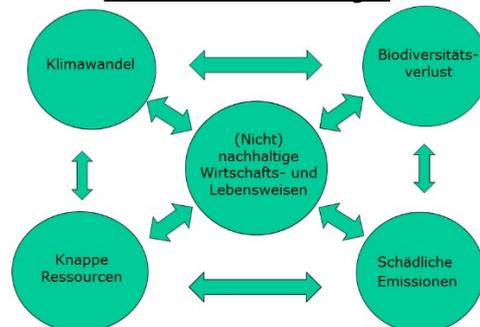


### Belastungsgrenzen der Erde



### Grundsätze zur Überarbeitung der *Inhalte* der Förderleitlinien der DBU

#### Umweltherausforderungen



## 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. Material<sup>1</sup>
- Der Bausektor erzeugt ca. 54% des in Deutschland anfallenden Abfalls (192 Mio. t)<sup>2</sup>
- 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. Wälderhaus Institut, S. 1  
2 Schrade Clara, D. (Hrsg.), Energiesichere 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

DBU

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

DBU

- 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

DBU

- 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

DBU

- 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

DBU

- 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/m<sup>2</sup>K



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/m<sup>2</sup>K



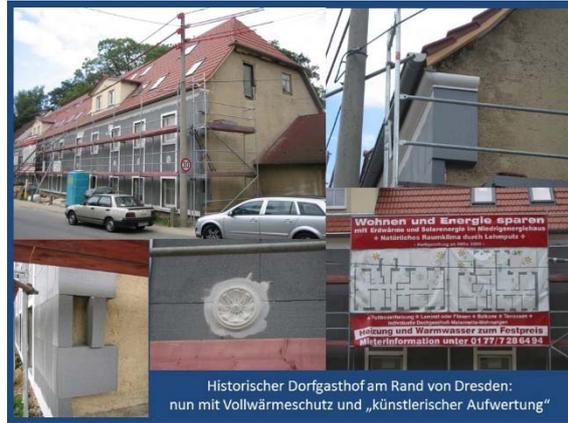
Ländliche Wohnstallhäuser aus der 1. H. d. 19. Jh.:  
 ca. 60 cm starke Bruchsteinwände, anteilig auch aus Granit oder Basalt  
 U-Wert > 3,0 W/m<sup>2</sup>K

Zum Vergleich:

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



Algenbefall am WDVS



**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!** Bei 12,4, 11,10, 10,40, 10,5

Die Baubehörden wollen alle Gebäude energetisch machen. Es wäre das Ende aller schönen Architekturen von Hermann Finsterlin.

**Energetische Sanierung Stoppt den Dämmwahn!**  
 Deutschland wird mit Styroporplattens verpackt. Das ist ökologisch zweifelhaft, absurd teuer, die Häuser gehen schneller kaputt. Und es dämmen noch weitere Balken.

Interview von Georg Meißner

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



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

**Energieeinsparung bei Baudenkmalen**

**Energieverbrauch Bleichstraße** (Wohnfläche) 151,20 m²/WFL

WE 8 - Heizung Erdgas m³	Wärmeverbrauch kWh/m²
1989/90	0,00
1989/90	0,00
1989/91	0,00
1991/92	11,600,00
1992/93	12,200,00
1993/94	12,450,00
1994/95	11,000,00
1995/96	13,341,00
1996/97	12,100,00
1997/98	9,834,00
1998/99	11,314,00
1999/00	10,081,00
2000/01	10,890,00
Durchschnitt	12,92

**Energieverbrauch Blaue Kamp** (Wohnfläche) 6.000,00 m²/WFL

WE 8 - Heizung Erdgas m³	Wärmeverbrauch kWh/m²
1989/90	83.110,00
1989/90	72.248,00
1989/91	82.500,00
1991/92	81.400,00
1992/93	82.871,00
1993/94	75.200,00
1994/95	75.814,00
1995/96	85.844,00
1996/97	74.500,00
1997/98	70.320,00
1998/99	68.341,00
1999/00	61.237,00
2000/01	67.284,00
Durchschnitt	14,93

**Energieverbrauch Trockener Kamp** (Wohnfläche) 6.622,00 m²/WFL

WE 8 - Heizung Erdgas m³	Wärmeverbrauch kWh/m²
1989/90	77.287,00
1989/90	74.200,00
1990/91	86.272,00
1991/92	84.540,00
1992/93	90.470,00
1993/94	81.800,00
1994/95	90.172,00
1995/96	100.000,00
1996/97	83.870,00
1997/98	82.204,00
1998/99	73.300,00
1999/00	67.910,00
2000/01	80.120,00
Durchschnitt	12,96

**Energieverbrauch Domlerstr.** (Wohnfläche) 3.722,40 m²/WFL

WE 8 - Heizung Erdgas m³	Wärmeverbrauch kWh/m²
1988/89	58.530,00
1989/90	61.620,00
1990/91	61.520,00
1991/92	60.000,00
1992/93	60.502,00
1993/94	64.210,00
1994/95	64.500,00
1995/96	60.200,00
1996/97	49.404,00
1996/98	47.800,00
1999/00	48.900,00
2000/01	47.600,00
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.

**WÄRMEDÄMMVERBUNDSYSTEM**

**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 freude begrüßt und nach kurzer zeit verfohnen.“ Adolf Loos, Ornament und Verbrechen<sup>1</sup>

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 Breiten und Höhen“ werden im Jahr 2010 über 100.000 Baudenkmale in Deutschland unter Denkmalschutz gestellt. In der Folge werden in 2011 170.000 Baudenkmale in die Denkmallisten eingetragen.

Das Baudenkmalschutzgesetz (BauDenkSchG) ist ein zentraler Baugesetz des Bundes. Das Baudenkmalschutzgesetz (BauDenkSchG) ist ein zentraler Baugesetz des Bundes. Das Baudenkmalschutzgesetz (BauDenkSchG) ist ein zentraler Baugesetz des Bundes.

**Neues KfW-Programm „Effizienz-Denkmal“ einrichten!**

Das KfW-Programm „Effizienz-Denkmal“ ist ein zentraler Baugesetz des Bundes. Das Baudenkmalschutzgesetz (BauDenkSchG) ist ein zentraler Baugesetz des Bundes.



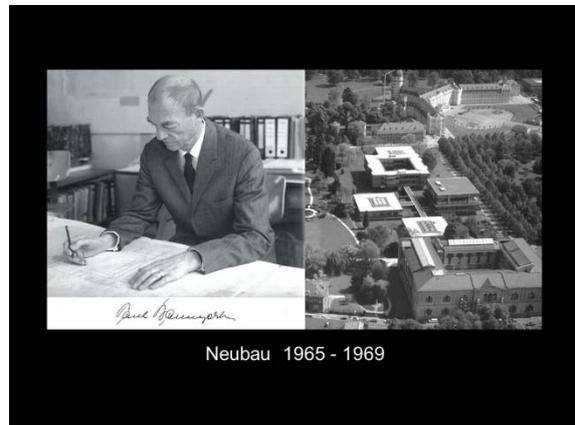
**Perspektiven:**

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



Ich danke Ihnen für Ihre Aufmerksamkeit.

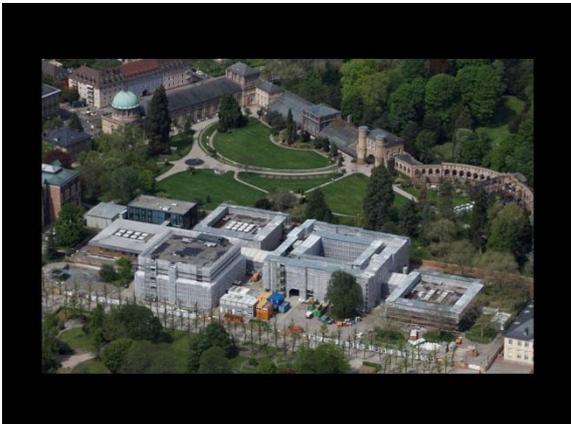
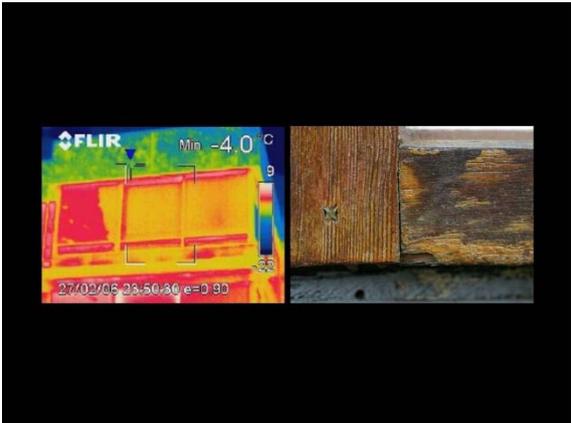
**1.3. Bundesverfassungsgericht in Karlsruhe: Energetische Sanierung**  
**Prof. Dipl.-Ing. Wolfgang Grether**  
**Leiter Staatliches Hochbauamt Karlsruhe a. D.**





BVG Grundsaniierung 2011 - 2014

Warum – Was – Wie





Ziel:  
Neuester Komfort mit  
altem Erscheinungsbild

Konzept:  
Sinnvolle Bestandserhaltung  
und detailgenauer Nachbau  
Energieeffizient und Nachhaltig

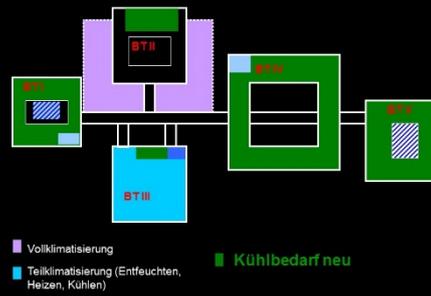
Beispiel Fassade





## Beispiel Technik

### Kühlung / Lüftung



### Lüftungstechnik Sitzungssaalgebäude

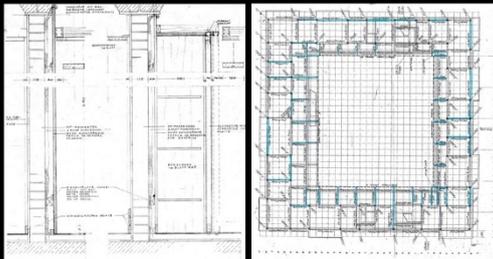


### Kühlung mit Brunnenwasser



### Ausbauteile – Holz

### unterschiedliche Stahlprofile



### Installationen – Planung und Anpassung vor Ort



### ca. 2 000 Bohrlöcher



### ca. 4 ½ x sovjet 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



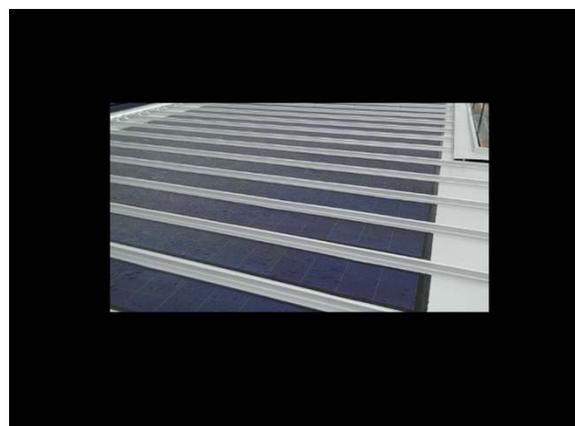
## Verbindungsgang





DEUTSCHER ARCHITEKTURPREIS 2015  
Anerkennung 2015

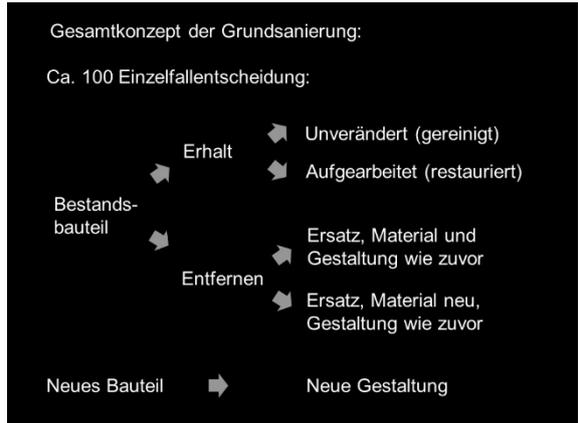
BAUKULTUR BADEN-WÜRTTEMBERG  
Nominierung 2016





Gesamtkonzept der Grundsanierung:

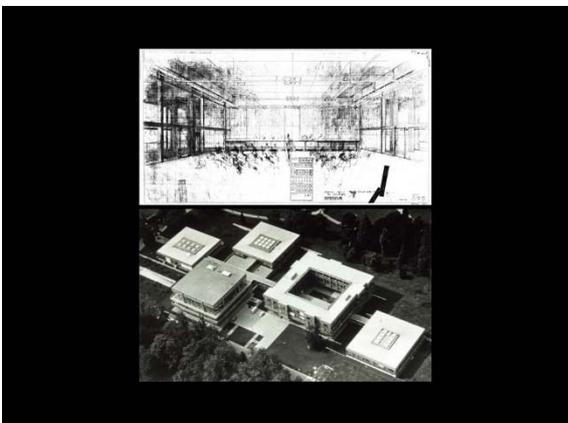
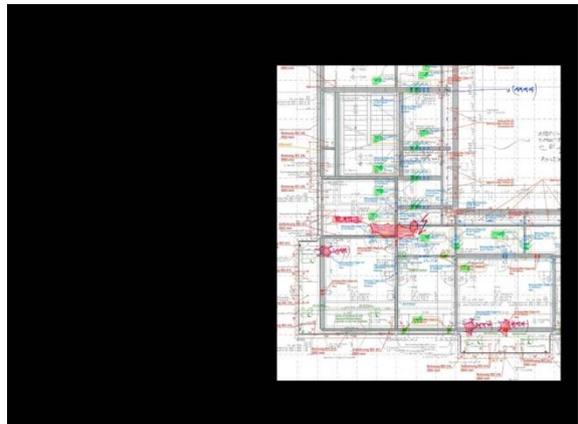
- Erscheinungsbild von 1969 erhalten
- Kompromiss zwischen Substanzerhaltung und notwendige Eingriffe im Einzelfall aushandeln
- Priorität hat der Substanzerhalt dort, wo er sinnvoll ist
- Optimierung der Bau- und Haustechnik zur wirtschaftlichen, zeitgemäßen und langfristigen Nutzung durch das höchste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



Beleuchtung

→ Ziel: Büroräume 500lx – Pmax 15 W/m<sup>2</sup>

542 lx  
14,75 W/m<sup>2</sup>



## 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

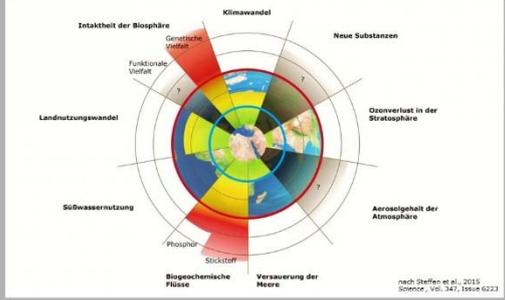


Dipl. Ing. Alexandra Fritsch, Nürnberg  
Dipl. Ing. Werner Theuerkorn, Postmünster



Weltweite Gefährdung durch anthropogene Prozesse

Ursachenproblematik: Sektorsierendes Denken und Handeln



nach Steffen et al., 2015  
governor\_v01\_1671\_1616-1223

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 Beieintrömmel  
 Einbringen in Pressform und Aushärtung Plattenwerkstoff  
 Kapazität 500m<sup>3</sup> / Jahr

Eigenschaften der Magnesit gebundenen Typhaplatte



Hohe Druckfestigkeit ca.1N/mm<sup>2</sup>  
**zugleich**  
 niedrige Wärmeleitfähigkeit 0,05 W/mK  
 Guter Schall- und sommerlicher Wärmeschutz  
 Gute Brandschutzleistung (B1)  
 kein Nachglimmen Platte 120mm F120  
 Mittlere Diffusionsoffenheit,  
 Dampfbremse nicht notwendig  
 Kapillaraktiver Baustoff  
 Einfache Bearbeitung mit üblichen Werkzeugen  
 Putzträgerfähigkeit  
 Verbindungstechnik mit Schrauben

Bedeutung Rohstoffanbau +Verwertung für die Umwelt

Senken - Quellen - Funktion



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:

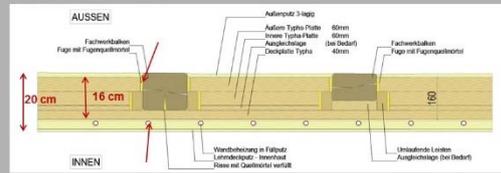
- Herstellung Fachwerksichtigkeit der Fassaden
- Diffusionsoffene, schlanke, homogene Außenwandkonstruktionen
- Erfüllung EnEV 2009
- Aussteifungswirkung im Gefach
- Verträglichkeit mit historischer Bausubstanz
- Summe der Anforderung führte zu einem in Forschung befindlichen Material aus Rohrkolben
- 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 Kammernwände 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



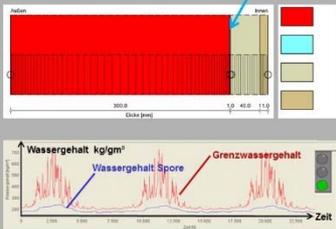
- Schnelle Abtrocknung der Holzkonstruktion von 100 Masse% auf 20 Masse%
- U-Wert Aufschalung 0,29 W/m²K
  - U-Wert gesamt 0,35 W/m²K
- Einhaltung EnEV 2009 Neubau bei 20cm Wandstärke incl. Wandheizung + Putze !



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

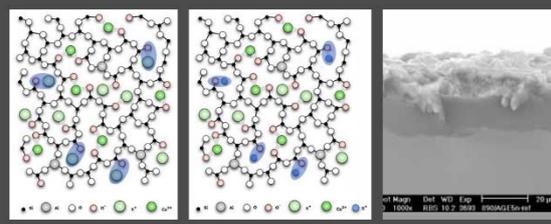
Kategorie	Bezeichnung
Netzwerkbildner	
Netzwerkwanler	- Flussmittel Soda (Natriumoxid) Pflanzen- oder Holzasche (Potassiumdioxid)
	- Stabilisatoren

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

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

**Feuchteinwirkung: Belüftungssysteme**



Luftöffnungen bei Außenschutzverglasung

FHE

15

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

**Isothermale Verglasung: Visuelle Probleme**



Sichtschutz?

FHE

16

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

**Isothermale Verglasung: Visuelle Probleme**



Sichtschutz? Kamineffekt?

FHE

17

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

**Isothermale Verglasung: Visuelle Probleme**



Sichtschutz? Kamineffekt?

FHE

18

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

**Isothermale Verglasung: Visuelle Probleme**



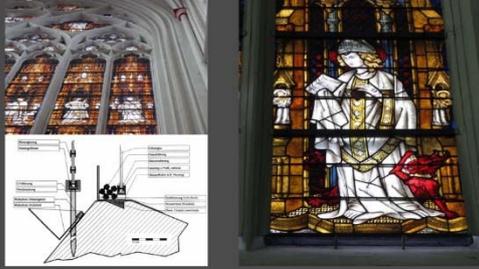
Sichtschutz? Kamineffekt?

FHE

19

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

**Isothermale Verglasung: Visuelle Probleme**



Sichtschutz? Kamineffekt?

FHE

20

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

**Isothermale Verglasung: Visuelle Probleme**



York, Minster  
Ostchor 2004

FHE

21

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

**Isothermale Verglasung: Visuelle Probleme**



Gestaltung der Schutzschicht: **Reflexion**

FHE

22

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

**ISO** INSTITUT FÜR  
ENERGIEPHYSIK  
UND  
UMWELTTECHNIK

### 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  
UMWELTTECHNIK

### Isothermale Verglasung: Visuelle Probleme

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

Gestaltung der Schutzschicht: **Reflexion**

24

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

**ISO** INSTITUT FÜR  
ENERGIEPHYSIK  
UND  
UMWELTTECHNIK

### 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  
UMWELTTECHNIK

### 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  
UMWELTTECHNIK

### 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  
UMWELTTECHNIK

### 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  
UMWELTTECHNIK

### 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  
UMWELTTECHNIK

### 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

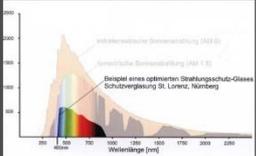
Bauchung aufgrund wärmebedingter Ausdehnung

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

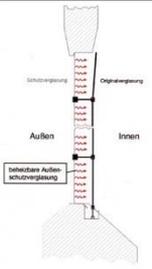
Nürnberg, St. Lorenz, Kaiserfenster

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

**FHE FACHHOCHSCHULE ERFURT UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES**  
Konservierung und Restaurierung

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



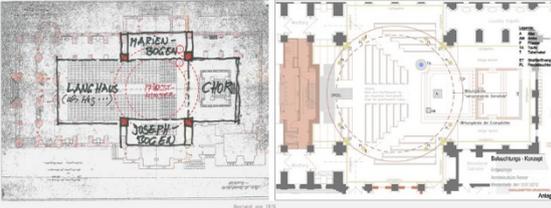
28.11.2016 | Osnabrück – Tagung Denkmal und Energie 2017 | DBU – TU Dresden | Harald Garrecht

**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

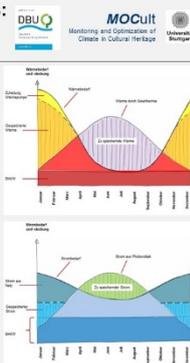
28.11.2016 | Osnabrück – Tagung Denkmal und Energie 2017 | DBU – TU Dresden | Harald Garrecht

## 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	Programm	Mission-Steuer
<p><b>Abschlusskolloquium 17.11.2016</b></p> <p>DBU-Projekt Klimazeitliches Architekturkonzept zur nachhaltigen Fortentwicklung historischer Kirchenbauwerke Innovative Maßnahmen zur langfristigen Sicherung der Dächer und Wände am Beispiel der Schönlender Kirche St. Joseph in Osnabrück</p>	10:00 Anmeldung und Registrierung	14:00 Mission-Steuer Ziegler: Prinzipale von Modellierung und Raumabgrenzung zur präventiven Konservierung mittelalterlicher Wand- und Deckenfresken Svenja Faust, Christa Tietze, Dana Ulbrich, MOCult
	10:30 Begrüßung und Information Florian Krensch, MOCult	14:30 Mikrobiologische Untersuchungen zur biogenen Schadstoffbelastung mittelalterlicher Wand- und Deckenoberflächen in der Schönlender Kirche St. Joseph Prof. Axel Petersen, HAHN Hildesheim
	11:00 Klimazeitliches Architekturkonzept zur nachhaltigen Fortentwicklung historischer Kirchenbauwerke Ulrich Reicher, Architekt	15:00 Dachstuhlrechnerische Begleitung von Klimazeitlichen Untersuchungen Dr. Doreen Jähde, Leibniz-Institut für Denkmalpflege Baden-Württemberg, Karlsruhe
	11:30 Die Bedeutung des westeuropäischen Kirchenbaus von St. Joseph und der Wand- und Deckenfresken aus Sicht der Denkmalpflege Wolfgang Dürren, Niedersächsisches Landesamt für Denkmalpflege	15:30 Kollektive
	11:40 Die Malerei in der St. Josephskirche: Kunsthandwerkliche und konservatorische Besonderheiten Bodo Dierl, Restaurierungswerkstatt Osnabrück	16:00 Partizipative Energie Ulrich Reicher, Architekt
	12:00 Zielsetzung des Vorhabens und innovative Projektansätze zur langfristigen Sicherung der Wand- und Deckenfresken Prof. Harald Garrecht, MOCult	16:30 Raumklimaoptimierung und Energieeffizienz im Denkmalbau – Bedeutung gebäudephysikalischer Konzepte und Potenziale von Energiespendern Prof. Harald Garrecht, MOCult
	12:30 Basische Maßnahmen und restauratorische Arbeiten an der Malerei Ulrich Reicher, Architekt	17:30 Diskussion und Schlusswort Florian Krensch, MOCult Florian Petersen, Leibniz-Institut für Denkmalpflege Baden-Württemberg, Karlsruhe Bodo Dierl, Restaurierungswerkstatt Osnabrück Wolfgang Dürren, Niedersächsisches LAfD, Denkmalpflege
	13:00 Mittagspause	

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

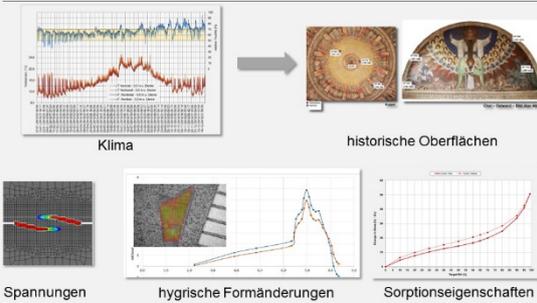
9

## 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

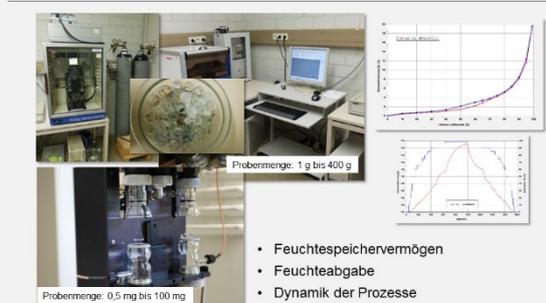
## Klimatische Beanspruchungen Folgen



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

11

## Klimatische Beanspruchungen Dynamische Wasserdampfdiffusion



17.11.2016 | Abschlusskolloquium 'Klimazeitliches 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

## 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 (Umgebungs- und 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
- Wasser-Bankheizung
- 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/m<sup>2</sup>)

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	Ursprüngliche Regelstrategie
<ul style="list-style-type: none"> <li>• bedarfsgerechte und bereichsweise differenzierte Temperaturregelung der Fußbodenheizkreise</li> <li>• Kontrollierte Aufheiz- bzw. Abkühlungsgeschwindigkeit</li> <li>• Einfache Programmierung von Heizzeiten und Temperaturen</li> <li>• Feuchteüberwachung</li> <li>• Langzeitspeicherung aller Mess- und Betriebsdaten zur Nachkontrolle und Optimierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundtemperatur über Warmluftheizung</li> <li>• Zuschaltung der Fußbodenheizung bei Bedarf</li> </ul>
DBU-Regelstrategie in St. Joseph	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundtemperatur über Fußbodenheizung</li> <li>• Nutzwärme über Wärmezufuhr durch Warmluftheizung</li> </ul>	

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

### Erfolge einer geeigneten Regelstrategie

*Stabile Klimaverhältnisse*

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

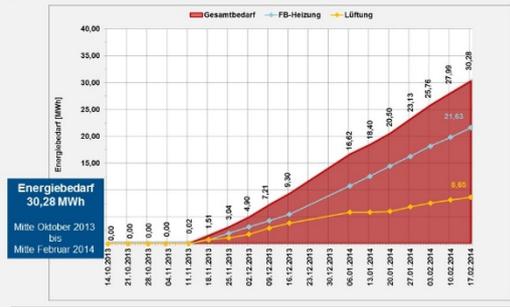
## Zuluf zur Raumklimaverbesserung

Freie Lüftung entsteht durch

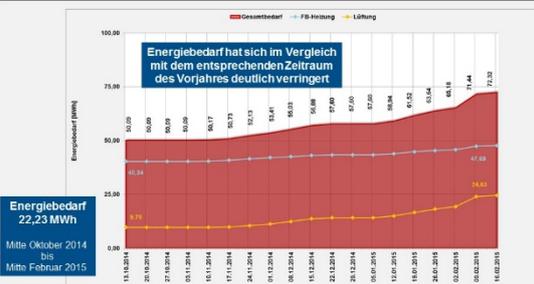
- Winddruck
- Temperaturunterschied zwischen innen und außen
- Überlagerung beider Mechanismen
- In Kirchen meist hoher Infiltrationsluftwechsel (undichte Gebäudehülle) vorhanden → unkontrollierte Lüftung
- Feuchteregelte Zuluführung durch Warmluftheizung
- Optimierung der Raumfeuchteverhältnisse im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



## Energiebedarf Kirche – Winter 2014/2015



## Energiebedarf Kirche – Winter 2014/2015



### 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



© TBW-Hessendorf, Wiefelcode 2016

## Kontamination vs. mikrobieller Bewuchs

Schimmel und Algen sicher vermeiden



© TBW-Hessendorf, Wiefelcode 2016

## Ursachen und Folgen von Algenbewuchs an Fassaden

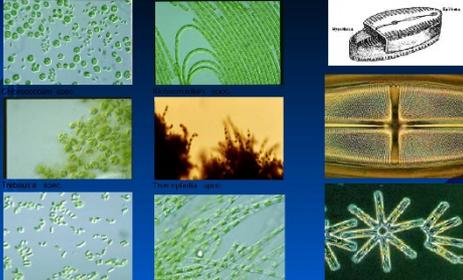
Schimmel und Algen sicher vermeiden

- 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

© TBW-Hessendorf, Wiefelcode 2016

## Grünalgen

Schimmel und Algen sicher vermeiden



© TBW-Hessendorf, Wiefelcode 2016

## Cyanobakterien

Schimmel und Algen sicher vermeiden



© TBW-Hessendorf, Wiefelcode 2016

## Problemereich WDV-System

Schimmel und Algen sicher vermeiden



© TBW-Hessendorf, Wiefelcode 2016

## Problemereich Beschichtung

Schimmel und Algen sicher vermeiden



© TBW-Hessendorf, Wiefelcode 2016

## Problemereich Verarbeitung

Schimmel und Algen sicher vermeiden



© TBW-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

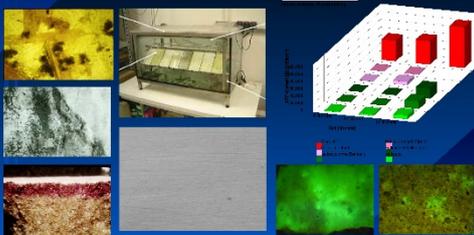
Schimmel und Algen sicher vermeiden

- 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, 10/15, Energie/17

### 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 Gesundheitsbereich, Hochbau, Heizung / Lüftung / Sanitär, Elektrotechnik, Energie, Grün	5	BAUFÜHRUNG: BUSSE & PARTNER	1
Stadtplanung / Bauberatung	1	FACHPLANER:	
Landesdenkmalamt	1	TGA / HLS / ELYT IMF, Kochertechnik / Hader GmbH, Sprinklertechnik ICI, Bühnentechnik / Bühnenlichtung IG Theater Engineering, Audio Video ADA GmbH, Tageskloppelung IG Jackwer GmbH, Energiekonzept / Dauphinyk / Bautechnik energyenergy GmbH, Außenanlagen Office Poly / Levi Montage GmbH	13
Stadtkonzeptionsstelle / Untere Denkmalbehörde	1	Sachwert, Restauration A. Stadler, Gebäudemaßmaß MMZ Piecha, Schöckel RLMG GmbH	
Arbeitsgemeinschaft Stadt Wolfsburg	1	GUTACHTER:	
Berufsunversehr Wolfsburg	1	Brandschutz Planungsggr. Geburgt, Fassade R. Glownsky, Schattstoffe WESS HIG GmbH, Concrete Beton RUP GmbH, Tagwerkplaner Homer Ingenieure, Transformations- Injektionsanker Fassade, Fundamentierung, Rauch- und Wärmeabzugspart., Diagnostik, Lüschel, Bestuhlung, Restaurator	24
Forum Architekturvormittlung	1		
<b>NUTZER:</b>			
Theater der Stadt Wolfsburg GmbH	1		
<b>FÖRDERMITTELGEBER:</b>			
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		
<b>Gesamt:</b>	<b>19</b>	<b>Gesamt:</b>	<b>39</b>

**PLANUNGSBETEILIGTE Gesamt: 58**

FIRMEN:	Anzahl
Hochbau	28
Technische Gebäudesanierung	20
Bühnentechnik	4
Außenanlagen	1
<b>Gesamt:</b>	<b>53</b>

**BETEILIGTE Gesamt: 111**

<b>Denkmalschutzauflagen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Welches Bauteil darf absolut nicht verändert werden?</li> <li>Was ist schützenswert?</li> <li>Was darf „nicht“ verändert werden?</li> <li>Denkmalschutz innen und/oder außen</li> <li>Rückbau auf einen alten Stand</li> </ul>	<b>Energetische Qualität der Gebäudehülle</b> <table border="1"> <tr> <th>Bauelemente</th> <th>Eigenschaften / Anforderungen</th> </tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fenster</li> <li>Dach, Wände</li> <li>Boden, Kellerdecke, Decke zum Dach</li> </ul> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>Dichtigkeit Feuchte</li> <li>Dichtigkeit Luft</li> <li>Wärmebrücken</li> <li>Bauschäden</li> </ul> </td> </tr> </table>	Bauelemente	Eigenschaften / Anforderungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fenster</li> <li>Dach, Wände</li> <li>Boden, Kellerdecke, Decke zum Dach</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dichtigkeit Feuchte</li> <li>Dichtigkeit Luft</li> <li>Wärmebrücken</li> <li>Bauschäden</li> </ul>
Bauelemente	Eigenschaften / Anforderungen				
<ul style="list-style-type: none"> <li>Fenster</li> <li>Dach, Wände</li> <li>Boden, Kellerdecke, Decke zum Dach</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dichtigkeit Feuchte</li> <li>Dichtigkeit Luft</li> <li>Wärmebrücken</li> <li>Bauschäden</li> </ul>				
<b>Energetische Qualität der Gebäudetechnik</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wärmeerzeuger</li> <li>Brauchwassererzeuger, Zirkulation</li> <li>Kälteerzeuger</li> <li>Verteilung</li> <li>Regelung und Steuerung</li> <li>Lüftung (mechanisch ↔ Fensterlüftung)</li> <li>Flächen (spez. Verbrauch)</li> <li>Sonstige elektrische Verbraucher</li> </ul>	<b>Zielvereinbarung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wärmeschutz, Hitzeschutz</li> <li>„Komfort“ für den Nutzer verbessern</li> <li>Gebäudeschutz, Bestand erhalten</li> <li>Lüftungswärmeverluste reduzieren</li> <li>CO<sub>2</sub>-Ausstoß reduzieren</li> <li>Energiekosten reduzieren</li> <li>Nachhaltigkeit</li> <li>Denkmalschutz</li> <li>Funktionsverbesserung</li> </ul>				

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	Bausergänzung	[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 BREINNE ARCHITECTEN GMBH
- AUSSENANLAGEN LEVIN MONSIGNY LANDSCHAFTSARCHITECTEN

BAUKÖRPERHÜLLE  
FASSADE / DACH

Ansicht Nord-Ost

Ansicht Süd-West

Instandsetzung Fassaden

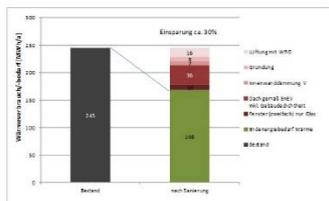


Thermische Gebäudemodell nach DIN V 18599 | 22 Zonen

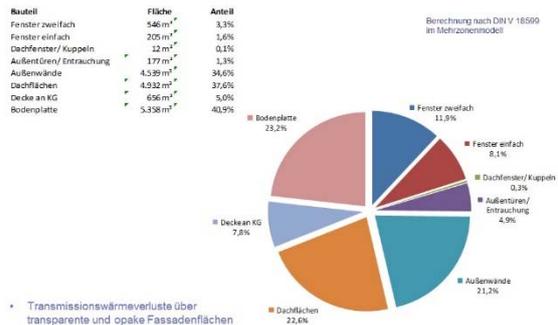
energy design braunschweig

4. Einsparpotential baulicher Wärmeschutz

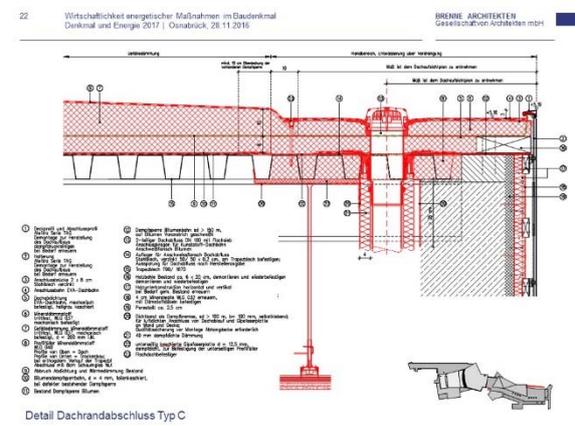
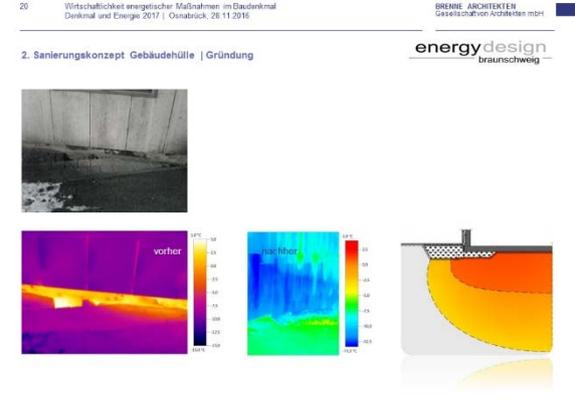
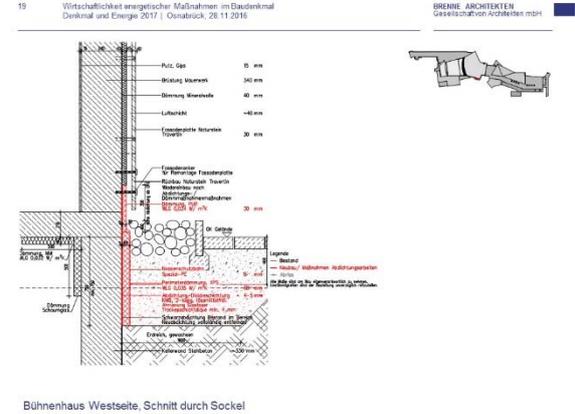
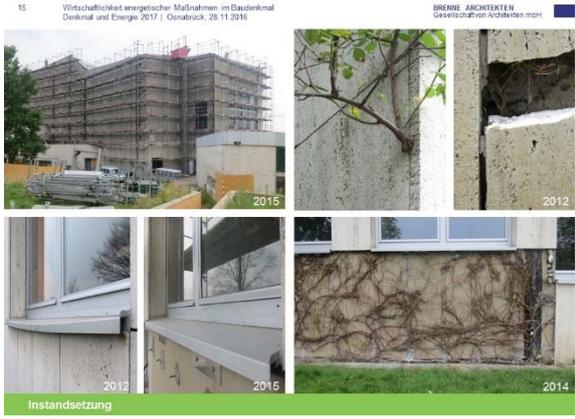
- Maßnahmen:
- Austausch der Verglasung
  - Dämmung des Dachs
  - Innendämmung Verwaltung
  - Dämmung Gründungsbereich
  - Reduzierung der Wärmebrücken
- Einsparpotential Wärmeverbrauch ca. 30%\* = 40.000 €/a\*
- \* Einsparpotential ist stark abhängig vom Spielplan und der Gebäudenutzung, Angabe zeigt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

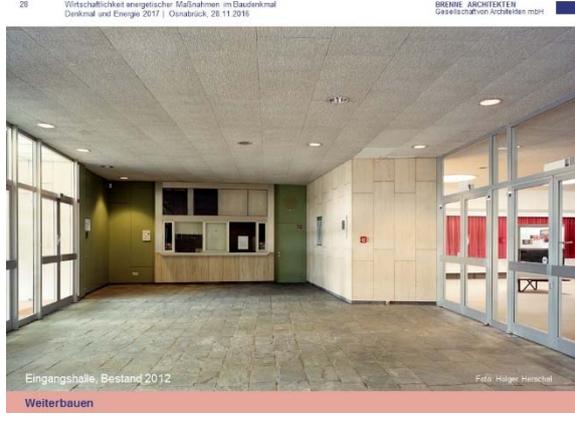
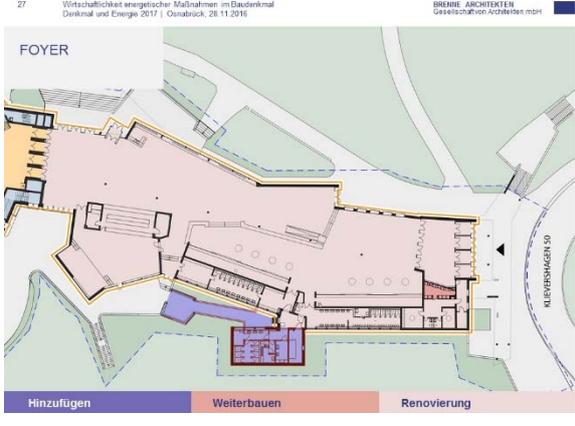
Bestand

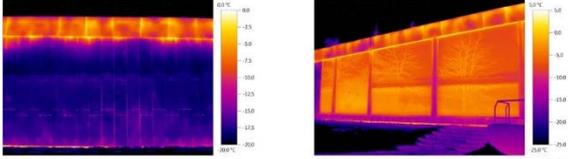
Vorhandene Zustand (Bestand) - Vergleich mit gesetzlichem Standard				Vorhandene Zustand (Bestand) - Vergleich mit gesetzlichem Standard			
Zone	Standard	Zustand	Umschlag	Zone	Standard	Zustand	Umschlag
1	0,10 (Wärme)	0,10 (Wärme)	100%	1	0,10 (Wärme)	0,10 (Wärme)	100%
2	0,15 (Wärme)	0,15 (Wärme)	100%	2	0,15 (Wärme)	0,15 (Wärme)	100%
3	0,20 (Wärme)	0,20 (Wärme)	100%	3	0,20 (Wärme)	0,20 (Wärme)	100%
4	0,25 (Wärme)	0,25 (Wärme)	100%	4	0,25 (Wärme)	0,25 (Wärme)	100%

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

→ Anforderungen der EnEV nicht erfüllt

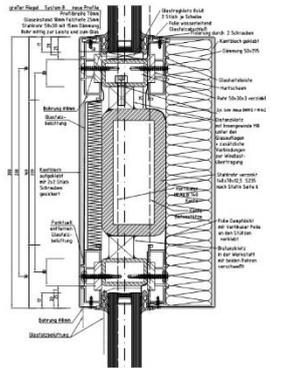
→ Anforderungen der EnEV erfüllt



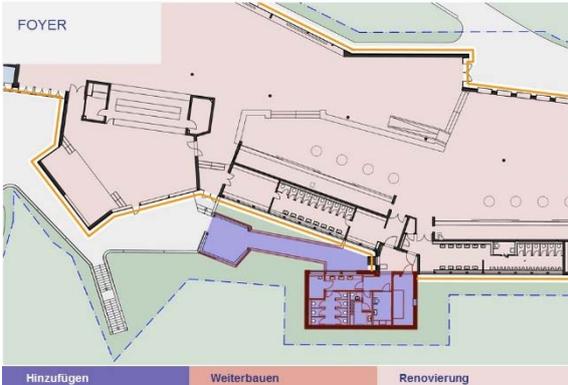


Energetische Sanierung Fassaden

Name: Stahl-Wahlzug		Objekt: Foyerfassade Breiter Riegel	
Bestand: Denkmalgeschützte Lesungstheater		Bauepoche: 19. Jhd.	
Bauherr: Breinne Gesellschaft von Architekten mbH		Projektbeginn: 01/2015	
Architekt: BREINNE ARCHITECTEN		Bauepoche: 19. Jhd.	
Standort: Osnabrück		Projektstatus: in Planung	
Datum: 07/2016		Blatt: 1 von 1	
1	1	1	1
2	2	2	2
3	3	3	3
4	4	4	4
5	5	5	5
6	6	6	6
7	7	7	7
8	8	8	8
9	9	9	9
10	10	10	10
11	11	11	11
12	12	12	12
13	13	13	13
14	14	14	14
15	15	15	15
16	16	16	16
17	17	17	17
18	18	18	18
19	19	19	19
20	20	20	20
21	21	21	21
22	22	22	22
23	23	23	23
24	24	24	24
25	25	25	25
26	26	26	26
27	27	27	27
28	28	28	28
29	29	29	29
30	30	30	30
31	31	31	31
32	32	32	32
33	33	33	33
34	34	34	34
35	35	35	35
36	36	36	36
37	37	37	37
38	38	38	38
39	39	39	39
40	40	40	40
41	41	41	41
42	42	42	42
43	43	43	43
44	44	44	44
45	45	45	45
46	46	46	46
47	47	47	47
48	48	48	48
49	49	49	49
50	50	50	50
51	51	51	51
52	52	52	52
53	53	53	53
54	54	54	54
55	55	55	55
56	56	56	56
57	57	57	57
58	58	58	58
59	59	59	59
60	60	60	60
61	61	61	61
62	62	62	62
63	63	63	63
64	64	64	64
65	65	65	65
66	66	66	66
67	67	67	67
68	68	68	68
69	69	69	69
70	70	70	70
71	71	71	71
72	72	72	72
73	73	73	73
74	74	74	74
75	75	75	75
76	76	76	76
77	77	77	77
78	78	78	78
79	79	79	79
80	80	80	80
81	81	81	81
82	82	82	82
83	83	83	83
84	84	84	84
85	85	85	85
86	86	86	86
87	87	87	87
88	88	88	88
89	89	89	89
90	90	90	90
91	91	91	91
92	92	92	92
93	93	93	93
94	94	94	94
95	95	95	95
96	96	96	96
97	97	97	97
98	98	98	98
99	99	99	99
100	100	100	100



Werkplanung



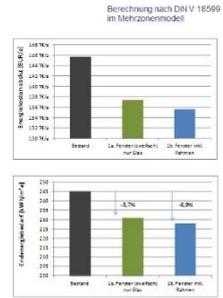
Hinzufügen Weiterbauen Renovierung



2. Sanierungskonzept Gebäudehülle | Sanierung Fenster

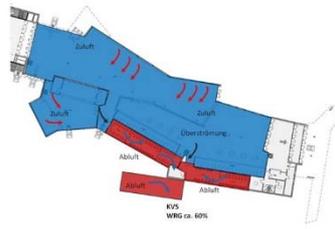


- Variante 1a nur Glaswechsel (U<sub>W</sub>-Wert ca. 1,72 W/m<sup>2</sup>K)
- Variante 1b Fensterwechsel (U<sub>W</sub>-Wert ca. 1,25 W/m<sup>2</sup>K)
- Energiekostensparnis absolut  
Variante 1a: ca. 8.700 €/a\*  
Variante 1b: ca. 10.200 €/a\*
- Umgesetzt wurde in Abstimmung mit dem Denkmalamt Variante 1a



Gebäudelüftung

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

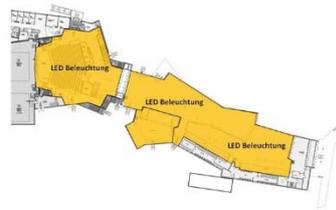


Cafeteria technischer Neuanstellung 2015

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

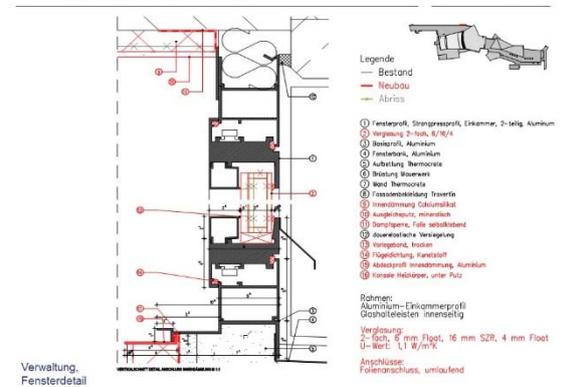
Foto: Lars Landmann



Renovierung

Instandsetzung

Hinzufügen



Verwaltung, Fensterdetail





Innendämmung und Neuverkabelung Verwaltungsbereich



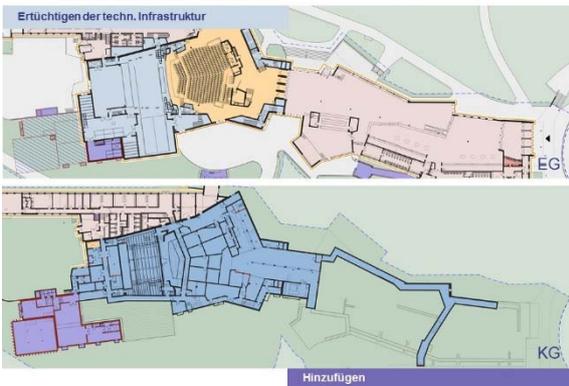
Renovierung: Garderobe



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

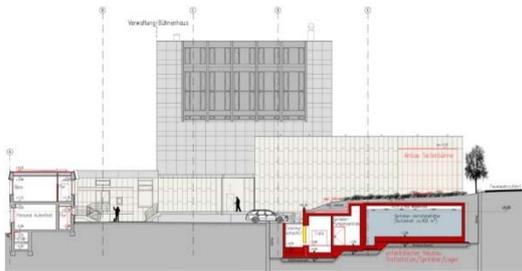
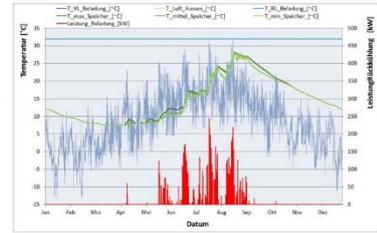
3. Sanierungskonzept Gebäudetechnik | Kälteversorgung

- 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

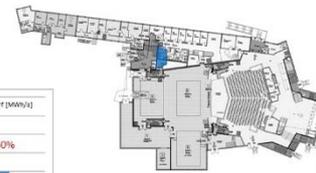
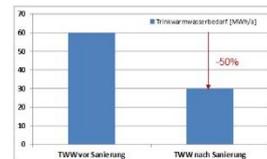


Ansicht Nord-West und Schnitt durch Trafo- und Sprinklerzentrale



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

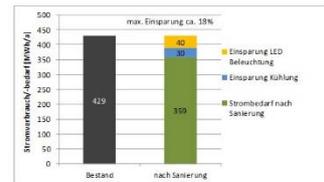


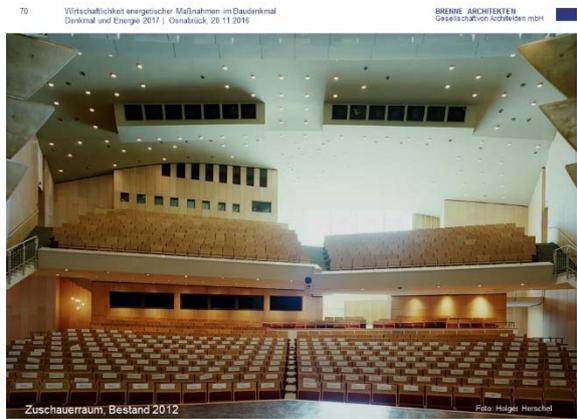
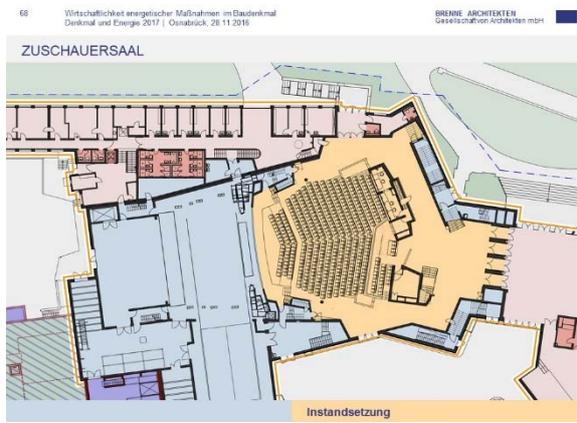
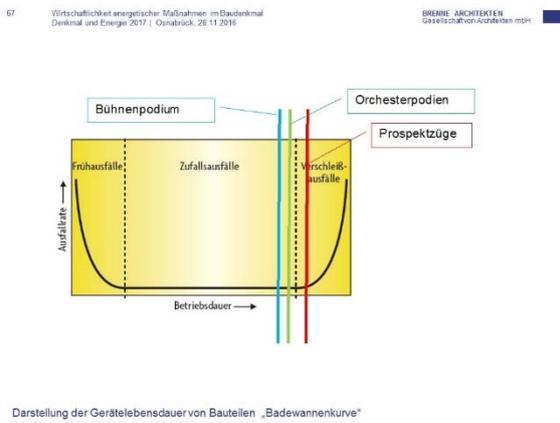
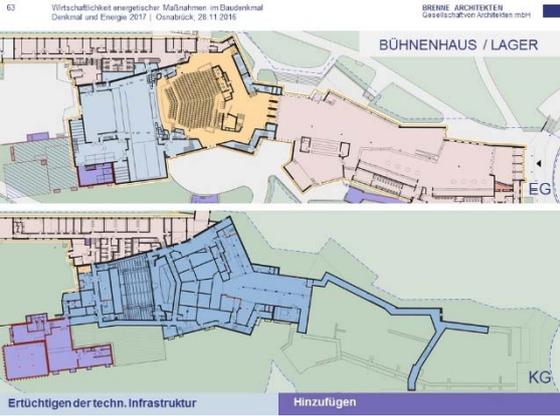
4. Einsparpotential Energieeffizienz Beleuchtung und Kühlung

Maßnahmen:

- Erneuerung der Kälteversorgung
- Einbau von LED Beleuchtung für Foyer und Zuschauerraum
- Steigerung der Effizienz der Wärmeverteilung
- Einsparpotential Stromverbrauch ca. 20%\* = 15.000 €/a\*

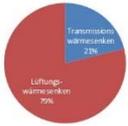
\* Einsparpotential ist stark abhängig vom Spielplan und der Gebäudenutzung. Angabe kann nur die Tendenz aufzeigen





Bauteiltransmission ausgewählter Zonen: Zuschauerraum

- Verlustanteile**
- Dach 35 %
  - Boden an KG 43 %
  - Kastenfenster 17 %
- Fläche ca. 1.175 m<sup>2</sup>  
 Nettovolumen ca. 18.790 m<sup>3</sup>  
 Fensteranteil ca. 51 %  
 A/V<sub>e</sub> 0,05 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>



energy design braunschweig  
 Berechnung nach DIN V 16250 im Mehrzonenmodell

Umfeldzone	Umfeldzone	Umfeldzone	Umfeldzone
DE05_DK_w/außenluft	196,70 m <sup>2</sup>	68,1	862,00 WK
DE05_DK_w/KG (Bühnen)	254,10 m <sup>2</sup>	21,1	523,00 WK
AV05_U_06_for_außenluft	18,20 m <sup>2</sup>	7,4	23,00 WK
AV05_Kastenfenster 01 Rückgang Fen	254,10 m <sup>2</sup>	21,1	523,00 WK
AV05_Außenluft	18,20 m <sup>2</sup>	7,4	23,00 WK
<b>Summe</b>	<b>1213,40 m<sup>2</sup></b>	<b>188,8</b>	<b>1247,00 WK</b>



Verbesserung Lüftungsströmung über Stuhllehnen Zuschauerraum



Instandsetzung: Saalbeleuchtung als dimmbare LED mit Phosphorkolben



Rangebene des Zuschauerraums, Bestand 2012



Instandsetzung: Theatersaal

6. Sanierungspotential Scharountheater gesamt

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

Energieeinsparung gesamt 40 %  
 CO<sub>2</sub> 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.  
Text aus Heidelberger Sachsenspiegel  
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 m<sup>2</sup>  
→ 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
- Treppenseite 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 über ein Geschoss sind, oder Dachwohnungen enthalten, muss zu jeder Wohnung eine massive, aus Stein oder Stein 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 ausgeschlossen 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 im Erdgeschoss, und in den über 2 Stockwerke reichend bei Übergangsstellen hölzernen Treppen, welche zu Abstellräumen, Kellern und Oberverkleidungen führen, mit zwei steinernen, zu beiden Seiten liegenden, durchgehenden oder durchgehenden Treppen aus Stein oder anderen feuerfesten Materialien hergestellt sein. Bei solchen Gebäuden muß hölzernen Treppenzweigen von unten her, wenn sie von einem massiven Treppenzweige umschlossen sind, welches bis auf die unterste Treppe, von unten her, von zwei steinernen Treppenzweigen umschlossen ist.

§ 34 Treppen

§ 35. Die Haupttreppen, einschließlich der Treppen und Handlauf, müssen von einer Treppe im Erdgeschoss, und in den über 2 Stockwerke reichend bei Übergangsstellen hölzernen Treppen, welche zu Abstellräumen, Kellern und Oberverkleidungen führen, mit zwei steinernen, zu beiden Seiten liegenden, durchgehenden oder durchgehenden Treppen aus Stein oder anderen feuerfesten Materialien hergestellt sein. Bei solchen Gebäuden muß hölzernen Treppenzweigen von unten her, wenn sie von einem massiven Treppenzweige umschlossen sind, welches bis auf die unterste Treppe, von unten her, von zwei steinernen Treppenzweigen umschlossen ist.

§ 35 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 einem, von massiven, 1 Fuß starken Mauern eingeschlossenen Stiegenhäfen gesetzt, 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 feuerfeste Treppen in Befestungen, von massiven, einen Fuß starken Mauern eingeschlossenen Stiegenhäfen 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 Dachwohnungen, die nicht die feuerfesten Befestigungen, welche mit massiven oder steinernen Stiegen erhalten werden, bis zum Dachboden her zu sein, sind bis zum Dachboden her zu erhalten. Dieser Befestigung bis 1868 auf dem Dachboden erhalten werden.

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?

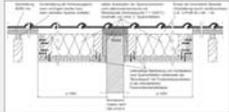
### Details und deren Wirkung

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 Ostrode, 1910

§ 51 Decken

Zentralblatt d. 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

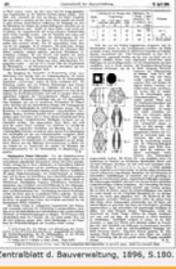
Bietet der Glasbaustein aus 1906 Feuerschutz?



Glasbausteine im oberen Wanddrittel des Flures



Vorhandene Glasbausteine im notwendigen Flur



Zentralblatt d. Bauverwaltung, 1906, S.190.

www.ibhelmann.de 2016 20

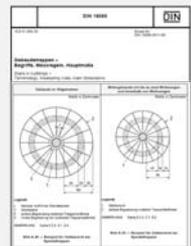
Wie viel Brandschutz steckt im Denkmal?

### 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 Fluchrichtung?



Entgegen der Fluchrichtung, aber doch zulässig?



Personenzahl 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

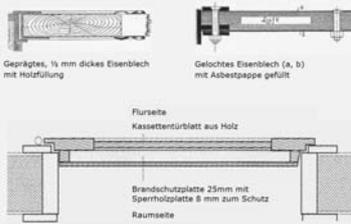
© www.ihelmann.de 2016 23

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. Die 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.