

Institut für Baukonstruktion
Technische Universität Dresden

**Denkmal und Energie 2016 –
Tagesseminar „Potentiale und Chancen von Baudenkmalen
im Rahmen der Energiewende“**

Abschlussbericht über ein Forschungsprojekt,
gefördert unter dem AZ: 33096/01 - 25 von der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt

von

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

10.03.2016

© 2016 Institut und Autoren

Technische Universität Dresden
Fakultät Bauingenieurwesen
Institut für Baukonstruktion

D-01062 Dresden

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

www.bauko.bau.tu-dresden.de

Projektkennblatt
der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt



Az	33096/01	Referat	25	Fördersumme	17.335,00 €
Antragstitel					
Tagesseminar „Denkmal und Energie 2016 – Potentiale und Chancen von Baudenkmalen im Rahmen der Energiewende“					
Stichworte					
Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)		
3 Monate	14.09.2015	13.12.2015			
Zwischenberichte					
Bewilligungsempfänger				Tel 0351/463 33531	
Technische Universität Dresden Institut für Baukonstruktion George-Bähr-Str. 1 01062 Dresden				Fax 0351/463 35039	
				Projektleitung Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weller	
				Bearbeiter Dipl.-Ing. Sebastian Horn	
Kooperationspartner					
Zielsetzung und Anlaß des Vorhabens					
<p>Das Ziel der Veranstaltung liegt im Wissenstransfer von neusten Forschungserkenntnissen und erfolgreichen Projektbeispielen an relevante Schlüsselakteure aus dem Themenbereich Denkmal und Energie mittels Durchführung einer Fortbildungsveranstaltung. Als Kernthema dient dabei die Energiewende, welche große Auswirkungen auf den Bausektor hat und vor der sich auch die Baudenkmale nicht vollständig verschließen können. 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 das Kernthema Energiewende behandeln.</p>					
Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden					
<p>Das Hauptergebnis des Projektes ist die Erarbeitung eines Tagungsprogrammes mit anschließender Durchführung einer Fortbildungsveranstaltung, welche Potentiale und Chancen von Baudenkmalen im Rahmen der Energiewende behandelt. Das Tagungsprogramm wird so aufgebaut, dass den Teilnehmern zunächst die Anforderungen an die Baudenkmale, hervorgerufen durch gesetzliche Vorgaben und Regelungen, nähergebracht werden. Zudem soll ein Bewusstsein dafür geschaffen werden, welches Potential von vielen Baudenkmalen ausgeht und welchen Beitrag diese für eine erfolgreiche Umsetzung der Energiewende leisten können. Weiterhin wird die Tagung beworben, um ein möglichst breites Feld an Teilnehmern anzusprechen. Zusätzlich werden sämtliche Vorträge auch als Beitrag in einem Tagungsband aufbereitet, der den Teilnehmern als Tagungsunterlage ausgehändigt wird. Durch die Publikation des Tagungsbandes über den Springer-Vieweg-Verlag 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.</p>					
<small>Deutsche Bundesstiftung Umwelt • An der Bornau 2 • 49090 Osnabrück • Tel 0541/9633-0 • Fax 0541/9633-190 • http://www.dbu.de</small>					

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 einen Einblick in die förderpolitischen Ziele der Bundesregierung sowie möglichen Konkretisierungen bei der Energieeinsparverordnung. Zudem wurde in mehreren Vorträgen auf Detaillösungen bei denkmalgerechten Sanierungen eingegangen. Zu nennen sind hier vor allem der fachgerechte Umgang mit Holzbalkendecken bei der Anbringung einer Innendämmung, die Runderneuerung von Kastenfenstern aus Holz sowie die Möglichkeiten zum Einsatz von mundgeblasenen Gläsern für denkmalgerechte Sanierungen, auch in Kombination mit Isolierverglasungen. 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 Denkmalen 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. Aufbauend auf der positiven Resonanz der vergangenen Tagung erfolgte wieder eine 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). Die erarbeiteten Vorträge wurden dokumentiert und den Teilnehmern nach der Veranstaltung zum Download zur Verfügung gestellt. Zudem erhielten die Teilnehmer als Seminarunterlage den Tagungsband Weller, B.; Horn, S. (Hrsg.): *Denkmal und Energie 2016: Potentiale und Chancen von Baudenkmalen im Rahmen der Energiewende*. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2015, in welchem die Vorträge sämtlicher Referenten nochmals als Beitrag abgedruckt waren. Der Tagungsband erfuhr auch außerhalb der Veranstaltung eine große Nachfrage bei Ingenieuren, Architekten und Mitarbeitern von Baubehörden. 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 einer Teilnehmerzahl von 154 konnten die maximal geplante Teilnehmerzahl und die Anmeldungen aus dem letzten Jahr übertroffen werden. Zudem etabliert sich eine Gruppe an Teilnehmern, welche die Veranstaltungsreihe als festen Termin in ihre Jahresplanung eingetragen haben und jährlich zum Teilnehmerkreis zählen. Ein fachlicher Austausch zwischen Eigentümern, Denkmalschützern, Planern, Bauausführenden und der Wissenschaft konnte erreicht werden und damit auch ein besseres sowie vertieftes Verständnis für die unterschiedlichen, sogar teilweise gegensätzlichen Sichtweisen und Standpunkte. Die Auswertung der Evaluationsbögen sowie Gespräche mit Teilnehmern zeigte, dass das Format der Veranstaltung und die Zusammenstellung der Vortragsinhalte als sehr positiv und auch praxisrelevant von den Teilnehmern aufgenommen wurden.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	6
Zusammenfassung	7
Antragsteller und Projektleitung	8
Einleitung	10
1. Eröffnung und Impuls	13
1.1. DBU-Förderphilosophie: Zukunftsweisende Sanierung im Denkmalschutz	13
1.2. Grundsätze der denkmalpflegerischen Betrachtung	20
1.3. Das Urheberrecht des Architekten	23
2. Material und Technik	28
2.1. Mundgeblasene Flachgläser (Zylinderglas) – Vielfalt und Anwendung im Denkmalbereich	28
2.2. Energieeinsparung bei Fassaden aus Ziegel – Umgang mit Wärmebrücken, Verordnungen und Gesetzen	37
2.3. Runderneuerung von Kastenfenstern aus Holz	42
3. Planung unter den Randbedingungen der EnEV	46
3.1. Energieeinsparung und Klimaschutz – Anforderungen an Gebäude	46
3.2. Innendämmung bei Holzbalkendecken – Regeln für eine schadenfreie Sanierung ...	49
3.3. Wärmepumpen in der Gebäudesanierung –Trends, Projekterfahrungen und Forschungsergebnisse	52
4. Bauten und Projekte	55
4.1. Baudenkmale und deren Potential zur Nutzung von Photovoltaik	55
4.2. Victoria-Gewächshaus Berlin – Energetische Sanierung hochtransparenter Gebäudehüllen	59
5. Fazit	68

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Tagungsband als Bestandteil der Tagungsunterlagen	7
Abbildung 2: Teilnehmer Tagesseminar „Denkmal und Energie 2016 – Potentiale und Chancen von Baudenkmalen im Rahmen der Energiewende“	11
Abbildung 3: Einführung in die Förderphilosophie der DBU – Zukunftsweisende Sanierung im Denkmalschutz – von Frau Dipl.-Ing. Arch. Djahanschah (DBU)	11

Zusammenfassung

Der vorliegende Abschlussbericht dokumentiert die Ergebnisse des durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderten Projektes "Tagesseminar Denkmal und Energie 2016 – Potentiale und Chancen von Baudenkmalen im Rahmen der Energiewende". 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 diente die Energiewende, welche große Auswirkungen auf den Bausektor hat und vor der sich auch die Baudenkmale nicht vollständig verschließen dürfen. 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 Tagungsband ausgehändigt, welcher die Vortragsthemen der Referenten noch einmal in Form eines Artikels beinhaltet.

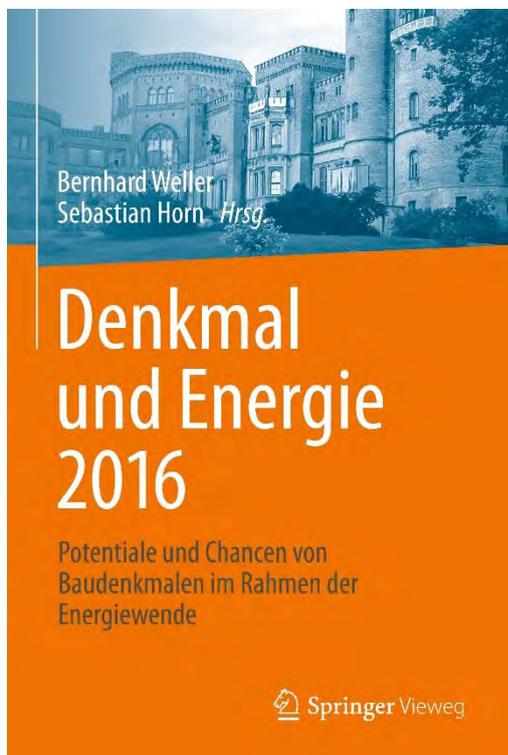


Abbildung 1: Tagungsband als Bestandteil der Tagungsunterlagen

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

Antragsteller und Projektleitung

Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weller

Fakultät Bauingenieurwesen

Institut für Baukonstruktion

Technische Universität Dresden

01062 Dresden

T 0351 463 34845

F 0351 463 35039

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

Einleitung

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

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 2016 – Potentiale von Baudenkmalen im Rahmen der Energiewende“, in welcher neben den politischen Randbedingungen auch typische Baukonstruktionen, Schadensbilder und Sanierungsvorschläge aufgezeigt werden, stellte dafür ein adäquates Mittel dar. Das Tagesseminar fand am 23.11.2015 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 Förderschwerpunktes „Zukunftsweisende Sanierung im Denkmalschutz“ der DBU durch Architektin Sabine Djahanschah. Die Grundsätze der denkmalpflegerischen Betrachtung wurden von Prof. Dr. Gerd Weiß vom Landesamt für Denkmalpflege Hessen erläutert. Einen interessanten Einblick in den Umgang mit dem Urheberrecht des Architekten gewährte der öffentlich bestellte und vereidigte Sachverständige Dipl.-Ing. Arch. Manfred von Bentheim.

Im Themenkomplex „Material und Technik“ stellte Herr Robert Christ von der Glashütte Lamberts die Besonderheiten bei der Herstellung von mundgeblasenen Flachglas vor und zeigte die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten bei einer denkmalgerechten Sanierung. Dr. Dieter Figge vom Ziegelzentrum NordWest e.V. referierte über die Sanierungsmöglichkeiten bei Fassaden aus Ziegel und ging dabei auch auf den Umgang mit Wärmebrücken, Verordnungen und Gesetzen ein. Dipl.-Holzwirt Eike Gehrts von der Technischen Beratung Fenster, Türen, Holzwerkstoffe zeigte den Teilnehmern, was bei der Runderneuerung von Kastenfenstern aus Holz zu beachten ist.

Der dritte Themenbereich befasste sich mit der „Planung unter den Randbedingungen der EnEV“. Dazu gab Herr Ministerialrat Peter Rathert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit einen Überblick über den derzeitigen Stand der gesetzlichen Rahmenbedingungen und machte einen Ausblick auf kommende Änderungen beziehungsweise Konkretisierungen von EnEV und Förderprogrammen. Herr Dipl.-Ing. (FH) Ulrich Arnold M.Sc. vom Gutachterbüro Arnold zeigte die besondere Sorgfalt bei der Innendämmung von Holzbalkendecken und ging dabei besonders auf die Regeln für eine schadenfreie Sanierung ein. Vor allem die Balkenköpfe können bei einer nicht fachgerechten Sanierung geschädigt werden. Prof. Dr.-Ing. Jörn Krimmling von der HTW Dresden zeigte die Möglichkeiten für den Einsatz von Wärmepumpen in der Gebäudesanierung.

Im letzten Themenblock wurden „Bauten und Projekte“ vorgestellt. Herr Dipl.-Ing. Sebastian Horn von der Technischen Universität Dresden zeigte an einem von der DBU geförderten Projekt die Möglichkeiten für den Einsatz von Photovoltaik an Baudenkmalen auf. Friedhelm Haas von Haas Architekten zeigte Möglichkeiten für die energetische Sanierung hochtransparenter Gebäudehüllen am Beispiel des Victoria-Gewächshauses in Berlin.



Abbildung 2: Teilnehmer Tagesseminar „Denkmal und Energie 2016 – Potentiale und Chancen von Baudenkmalen im Rahmen der Energiewende“

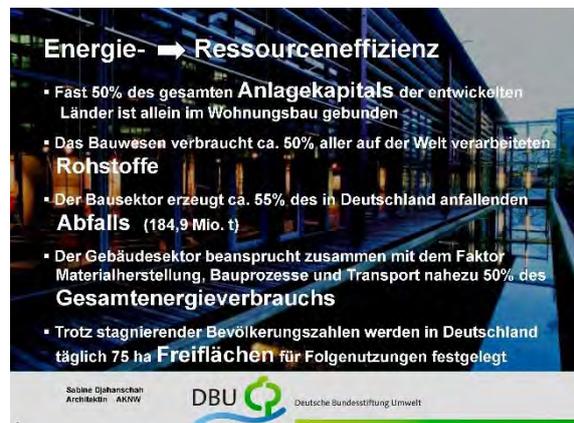
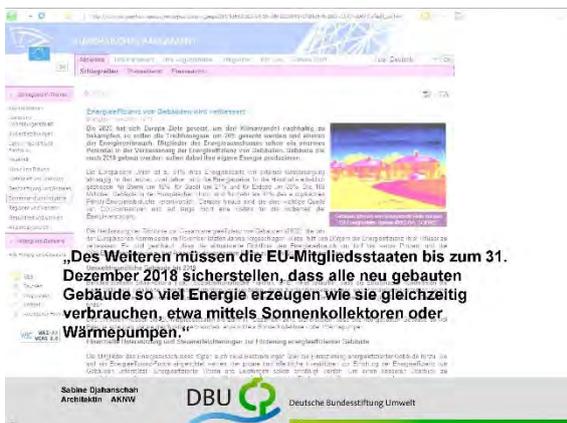
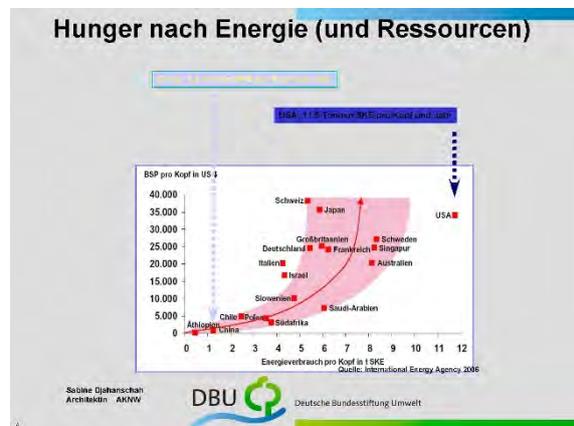
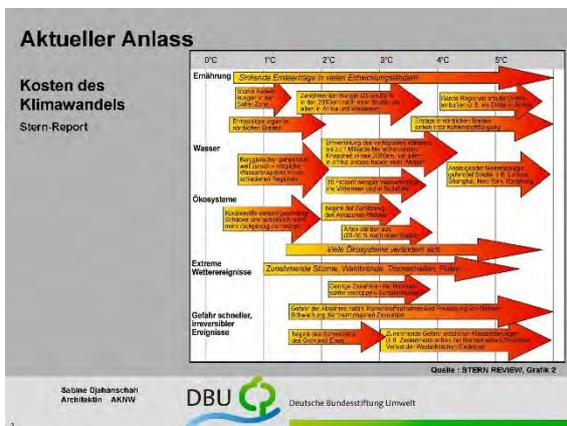


Abbildung 3: Einführung in die Förderphilosophie der DBU – Zukunftsweisende Sanierung im Denkmalschutz – von Frau Dipl.-Ing. Arch. Djahanschah (DBU)

1. Eröffnung und Impuls

1.1. DBU-Förderphilosophie: Zukunftsweisende Sanierung im Denkmalschutz

Dipl.-Ing. Arch. Sabine Djahanschah
Deutsche Bundesstiftung Umwelt



Synergien?

Können wir uns Klimaschutz leisten?

Ökonomie vs. Ökologie
Gemeinsame Ziele und Potentiale entdecken

Sabine Djahanschah
Architektin ANW

DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Ökonomische und ökologische Bilanzierung

Lebenszyklusanalyse

Neubaukosten
Anteil Kostengruppen DIN 276

Prozentualer Anteil d. Lebenszykluskosten über alle Phasen in 50 Jahren

Phase	Anteil (%)
Rückbau	17,8%
Instandsetzung	9,3%
Wartung	4,5%
Sanierung	10,0%
Betrieb	20,7%
Neubau	37,8%
Sonstige Kosten	0,9%

KG 300 mit 51,4 % zu
KG 400 mit 16,6 % = kostengünstig
projektierte technische Anlage!
Herstellungskosten KG 300 + 400 =
1.247 €/m²BGF inkl. MWST.
(Baukosteninformationsdienst 1.050-
1.300 €)

Sabine Djahanschah
Architektin ANW

DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Grüne Energie

Ökologischer Rucksack

Fassade Buchloe
Environmental Impact of Facade Alternatives

Sabine Djahanschah
Architektin ANW

DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Kosten + Energieverbrauch

KG 300/400 = 1.534.000 € (einschließlich PV-Anlage 13 kWp)
A_N + Atrium 3.254m², 471 €/m² Monitoring Komfort und Verbrauch
PE-VVerbrauch nach Sanierung auf 38 kWh/ (m²a)
CO₂-Einsparung Gesamt: 135.000kg/a

Krankenstand: Krankheitsstand wurde in der Kita Plappersnut
messbar reduziert:

- Mitarbeiter von 10% auf 4%
- Kinder von 11% auf 6%

Sabine Djahanschah
Architektin ANW

DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Gesundheit und Risikobaustoffe

Sabine Djahanschah
Architektin ANW

DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Umbau Kloster Mehrerau

Architekturqualität
im Lebenszyklus

© Hermann Kaufmann, Schwarzach

Sabine Djahanschah
Architektin ANW

DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Komplexität des Denkmalthemas

- Denkmalschutz: Bewahrung Kulturerbe, Städtebaulicher Kontext, Stadtgestalt, Architekturgeschichte, kulturelle Identität
- Nutzungsänderung: Nutzungsbedürfnisse, Komfortkriterien, Nutzereinbindung
- Brandschutz: Schallschutz/ Akustik, Tageslicht/ Kunstlicht, Normaler/ verbesserter Wärmeschutz
- Klimaschutz: regenerative Energien, hochwärmegedämmte Hülle, CO₂, Luftdichtheit, Lüftung/ Regelung
- alt/ neue Materialien: Ressourcenschonung, denkmalgerechte Konstruktionen, graue Energie, Schadstoffemissionen

Sabine Djahanschah
Architektin ANW

DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Nur 3% der Gebäude sind Denkmale

Relevanz Energiewende, Betriebskosten und Nutzerkomfort!

Jedoch ein deutlich größerer Teil gehört zur erhaltenswerten Bausubstanz

Sabine Djahanschah
Architektin ANW

DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Projektbeispiele

Sabine Djahanschah
Architektin ANWV



15

Sachverständige Energieberater für Baudenkmale und sonstige besonders erhaltenswerte Bausubstanz für die KfW-Programme zur energetischen Sanierung

- Die Wissenschaftlich-technische Arbeitsgemeinschaft (WTA) hat zusammen mit der Vereinigung der Landesdenkmalpfleger (VDL) die (Erst-)Listung von Energieberatern für das KfW-Programm „Effizienzhaus Denkmal sowie Baudenkmale und sonstige besonders erhaltenswerte Bausubstanz“ durchgeführt.
- Bis heute (Stand Nov. 2015) konnten sich 1012 Energieberater für das KfW-Programm qualifizieren.
- Parallel wurde ein Leitfaden für ein Qualifizierungsmodul zusammen mit den Handwerks- und Architektenkammern erarbeitet, welches heute von 15 unterschiedlichen Fortbildungseinrichtungen angeboten wird.
- Mehr Informationen unter: <http://www.energieberater-denkmal.de/>



Sabine Djahanschah
Architektin ANWV



16



Energiespar- und Klima-Sanierung des Rathauses Aschaffenburg

Architekt: Inger-Kristina Wegner Haase

Sabine Djahanschah
Architektin ANWV



17



Lageplan | Fassade

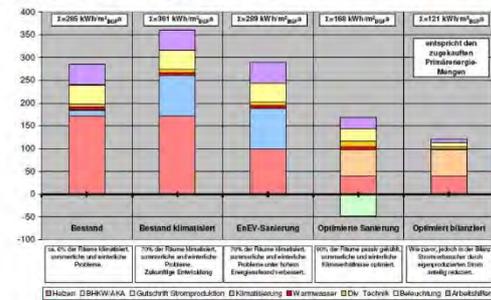
Dämmmaßnahmen am Gebäude:
Einsparfaktor ca. 2,5
Effizienzfaktor Haustechnik: 3-4

Sabine Djahanschah
Architektin ANWV



18

Primärenergiekennwerte



Sabine Djahanschah
Architektin ANWV



19

Vorhandene Baumängel



Sabine Djahanschah
Architektin ANWV



20



Lichtlenkung

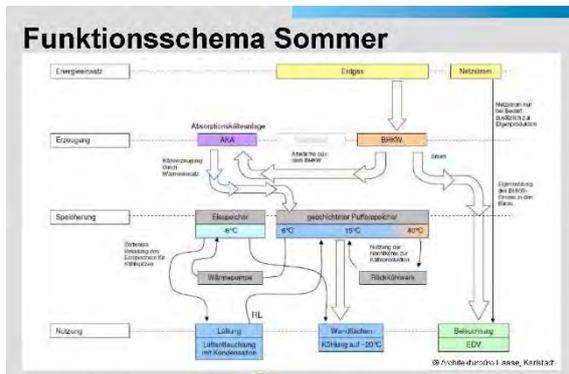
temperierte Innendämmung

Verbesserung des U-Werts von 2,9 auf 0,96 W/m²K
Verschattungsfaktor 90%

Sabine Djahanschah
Architektin ANWV



21

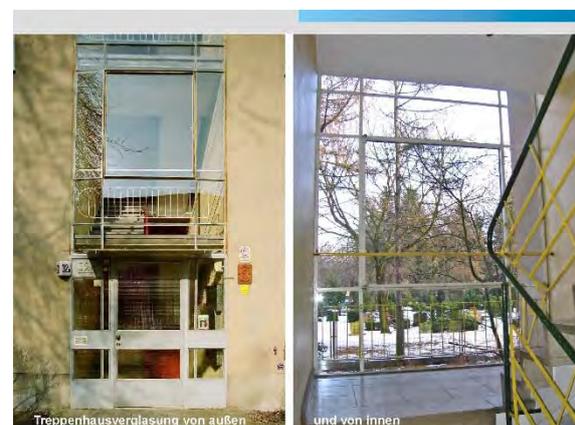
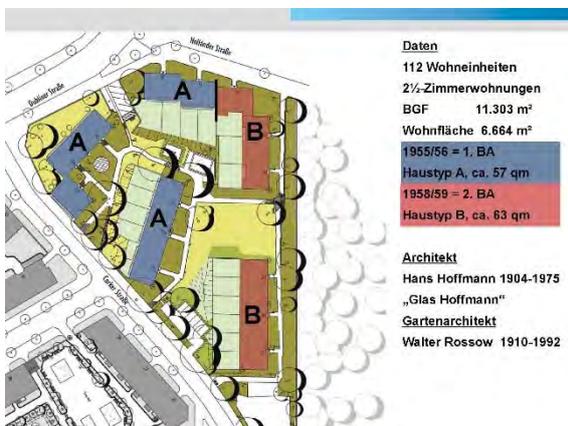
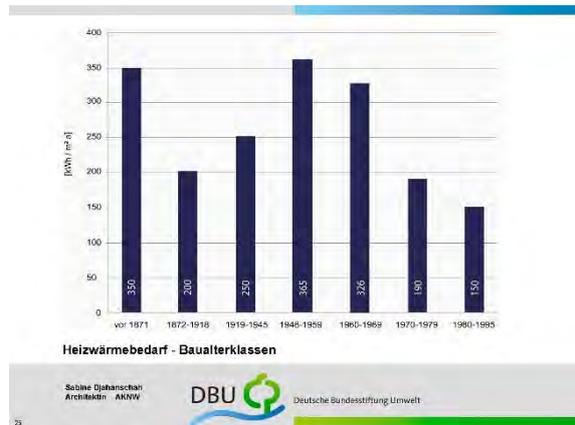
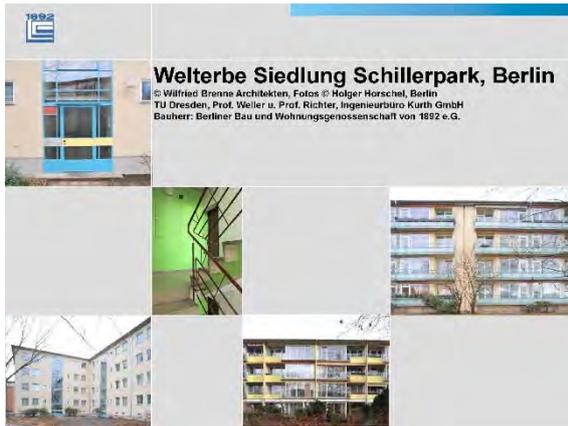


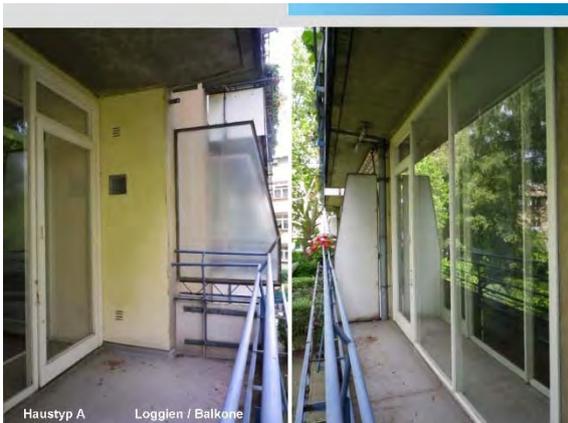
Funktionsschema Sommer

Sabine Djahanschah
Architektin ANWV



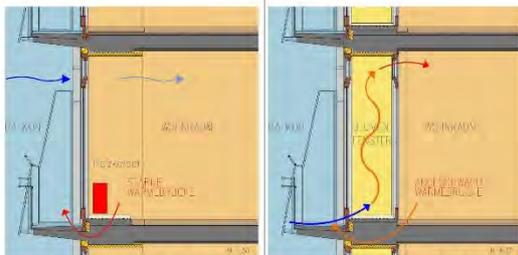
22





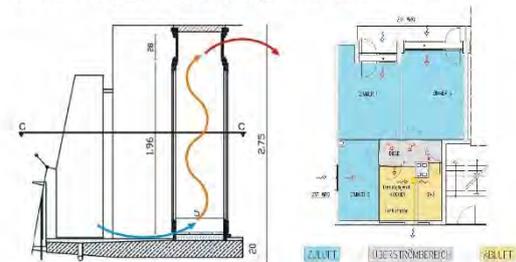
Variante 1:
Abbruch innere Fensterebene und Schwelle,
Ermessung äußere Fensterebene als 3-fach-isolierverglasung,
 U_{10} 0,8 W/m²K,
Umsetzung der Heizkörper vor das Fenster

Variante 2:
Erhalt innere Fensterebene,
Ermessung äußere Fensterebene als 3-fach-isolierverglasung,
 U_{10} 0,8 W/m²K, Gesamt-Fensterkonstruktion
Beibehaltung der Heizkörperposition hinter der Zimmertür



Variantenvergleich Bauteile: Blumenfenster

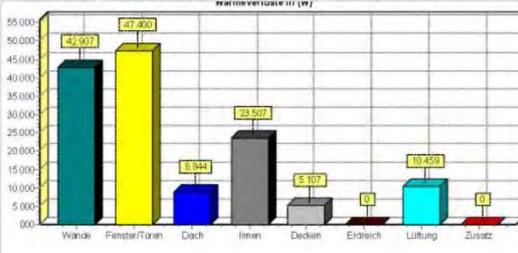
Die in Bad und Küche eingebauten Lüftungselemente laufen permanent mit einer Grundlast von 30 m³/h und können manuell (Küche) bzw. durch Feuchtesensor (Bad) auf 60 m³/h hochgeschaltet werden.



Lüftungskonzept

Ausgangssituation, Bestandsaufnahme der Gebäudetechnik

Aufteilung der Wärmeverluste nach DIN-EN 12831



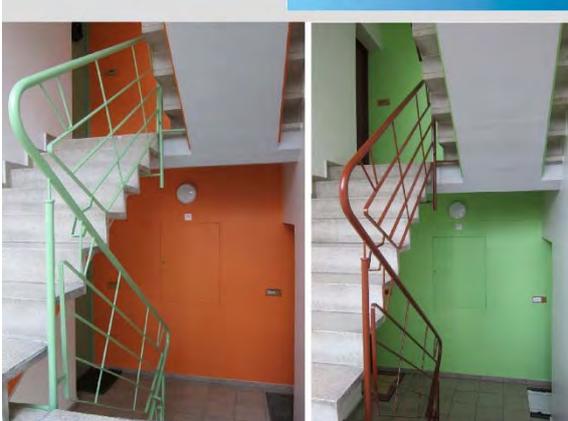
Sabine Gjahanschich
Architektin - AKWV

DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Vergleich der bauteilbezogenen U-Werte in W/m²K

	Bestand	erf. nach EnEV 2009	geplant
Außenwand	1,56	0,24	0,23
Fenster	2,5 – 2,86	1,30	0,80
Dach (Flachdach)	0,74	0,20	0,14
Decken gegen Keller	0,64	0,30	0,64
Wände gegen unbeh. Räume (Treppenhaus)	1,25	0,30	1,25
Wohnungseingangstüren	2,9	–	nicht bestimmt

Energetische Verbesserungen



Baukosten brutto

Hochbau, KG 300	2.372.000,- €
Haustechnik u. Innenausbau, KG 400	3.504.000,- €
Gesamtbaukosten KG 300 + 400	5.876.000,- €
Baukosten pro qm Wohnfläche	880,- €

Wohnzimmer mit Blumenfenster Haustyp B nach Sanierung

1.2. Grundsätze der denkmalpflegerischen Betrachtung

Prof. Dr. Gerd Weiß

Landesamt für Denkmalpflege Hessen

Grundsätze der denkmalpflegerischen Betrachtung

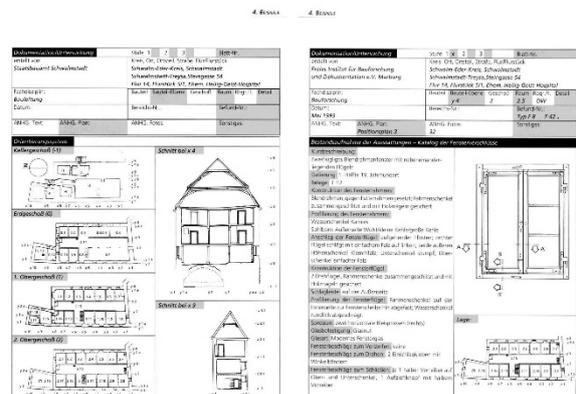
Prof. Dr. Gerd Weiß

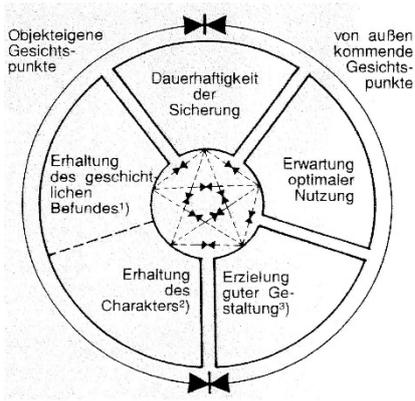




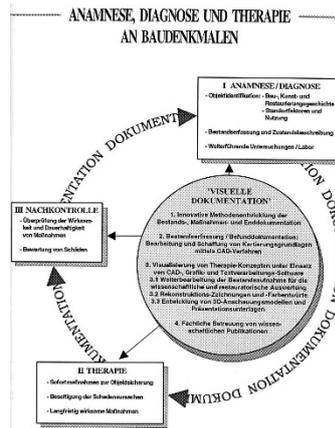
Dokumentationsmethode

- Die Vielzahl der zu beteiligenden Disziplinen erfordert ein einheitliches Orientierungssystem, das die Ergebnisse vergleichbar macht.
- Anlage eines Raumbuches
- Bauaufnahme in verschiedenen Genauigkeitsstufen

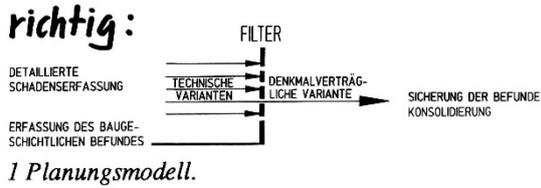




Quelle: Niedersächsisches Landesamt für Denkmalpflege



Quelle: Bestandsfassung und Bestandsanalyse an Kulturdenkmälern. Hannover 1993, S. 45 (= Materialien zur Fort- und Weiterbildung Heft 1)



Aus einer Werbung für Isolierklinker:



Schutzwürdigkeit 3

§ 2 UrhG – Geschützte Werke

(1) Zu den geschützten Werken der Literatur, Wissenschaft und Kunst gehören insbesondere:

1. Sprachwerke, wie Schriftwerke, Reden und Computerprogramme;
2. Werke der Musik;
3. pantomimische Werke einschließlich der Werke der Tanzkunst;
4. Werke der bildenden Künste einschließlich der Werke der Baukunst und der angewandten Kunst und Entwürfe solcher Werke;
5. Lichtbildwerke einschließlich der Werke, die ähnlich wie Lichtbildwerke geschaffen werden;
6. Filmwerke einschließlich der Werke, die ähnlich wie Filmwerke geschaffen werden;
7. Darstellungen wissenschaftlicher oder technischer Art, wie Zeichnungen, Pläne, Karten, Skizzen, Tabellen und plastische Darstellungen.

(2) Werke im Sinne dieses Gesetzes sind nur persönliche geistige Schöpfungen.

Dipl.-Ing. Manfred v. Berthelm, Tausenstein-Wingsbach
www.berthelm.de

Interesse des Urhebers 1



©-nr. <https://www.fotoalbum.de/album/berthelm-bauwerk.html> ->gr- am 13.01.2015

Dipl.-Ing. Manfred v. Berthelm, Tausenstein-Wingsbach
www.berthelm.de

Interesse des Urhebers 2



©-nr. <https://www.fotoalbum.de/album/berthelm-bauwerk.html> ->gr- am 13.01.2015

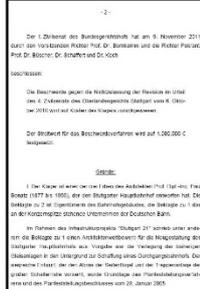
Dipl.-Ing. Manfred v. Berthelm, Tausenstein-Wingsbach
www.berthelm.de

Interesse des Urhebers 3



Dipl.-Ing. Manfred v. Berthelm, Tausenstein-Wingsbach
www.berthelm.de

Interesse des Urhebers 4



Dipl.-Ing. Manfred v. Berthelm, Tausenstein-Wingsbach
www.berthelm.de

Interesse des Urhebers 5

1922	1956	1966	1991	2009	2012	2026
Erführung des HfB Stuttgart	Paul Bonatz †	Beginn des Schutzes nach dem UrhG	1/2	3/4	Zeitpunkt der Entstellung (Stuttgart 21)	Ende des Schutzes

Dipl.-Ing. Manfred v. Berthelm, Tausenstein-Wingsbach
www.berthelm.de

Entstellung 1



©-nr. <https://www.fotoalbum.de/album/berthelm-bauwerk.html> ->gr- am 13.01.2015

Dipl.-Ing. Manfred v. Berthelm, Tausenstein-Wingsbach
www.berthelm.de

Entstellung 2

§ 14 UrhG – Entstellung des Werkes

Der Urheber hat das Recht, eine Entstellung oder eine andere Beeinträchtigung seines Werkes zu verbieten, die geeignet ist, seine berechtigten geistigen oder persönlichen Interessen am Werk zu gefährden.

Dipl.-Ing. Manfred v. Berthelm, Tausenstein-Wingsbach
www.berthelm.de

Entstellung 3



Quelle: <http://www.berthelm.de> - 2017/04/21 11:20:12

Dipl.-Ing. Manfred v. Berthelm, Taurusstein-Wingsbach
www.berthelm.de

Entstellung 4

Matrix zur Feststellung, ob i. S. d. § 14 UrhG eine Entstellung eines urheberrechtlich geschützten Bauwerkes vorliegt		Die ursprüngliche Gestaltungshöhe ...			
		bleibt erkennbar	ist noch erkennbar	ist eher nicht (mehr) erkennbar	ist nicht (mehr) erkennbar
		1	2	3	4
Grad des direkten (baulichen) Eingriffes	sehr hoch	A	Entstellung		
	hoch	B	liegt		Entstellung
	eher gering	C	nicht	liegt	vor
	gering	D	vor		

Dipl.-Ing. Manfred v. Berthelm, Taurusstein-Wingsbach
www.berthelm.de

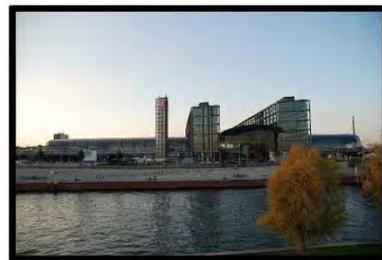
Entstellung 5



Quelle: <http://www.berthelm.de> - 2017/04/21 11:20:12

Dipl.-Ing. Manfred v. Berthelm, Taurusstein-Wingsbach
www.berthelm.de

Entstellung 6



Quelle: <http://www.berthelm.de> - 2017/04/21 11:20:12

Dipl.-Ing. Manfred v. Berthelm, Taurusstein-Wingsbach
www.berthelm.de

Entstellung 7



Quelle: <http://www.berthelm.de> - 2017/04/21 11:20:12

Dipl.-Ing. Manfred v. Berthelm, Taurusstein-Wingsbach
www.berthelm.de

Entstellung 8



Quelle: <http://www.berthelm.de> - 2017/04/21 11:20:12

Dipl.-Ing. Manfred v. Berthelm, Taurusstein-Wingsbach
www.berthelm.de

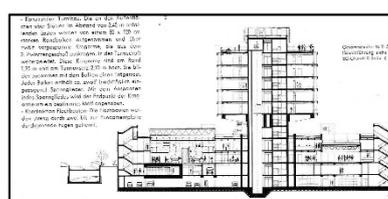
Plagiat 1



Quelle: <http://www.berthelm.de> - 2017/04/21 11:20:12

Dipl.-Ing. Manfred v. Berthelm, Taurusstein-Wingsbach
www.berthelm.de

Plagiat 2



Quelle: <http://www.berthelm.de> - 2017/04/21 11:20:12

Dipl.-Ing. Manfred v. Berthelm, Taurusstein-Wingsbach
www.berthelm.de

Plagiat 3



Quelle: Fotostock.com - 13332114

46: Ein Foto v. 1804 1/202

Dipl.-Ing. Manfred v. Benthheim, Taunusstein-Wingsbach
www.benthheim.de

*Ich danke Ihnen
für Ihre bisherige
Aufmerksamkeit!*

Dipl.-Ing. Manfred v. Benthheim, Taunusstein-Wingsbach
www.benthheim.de

Literatur 1

Literaturliste
BDA (Hg.), Der Architekt 4/1990 Das Urheberrecht des Architekten, Stuttgart: Forum, 1990
Benthheim, M.v., Das ästhetische Urteil, unveröff., 1909
Binder/Kosterhörn, A.F., Urheberrecht für Architekten und Ingenieure, 1. Aufl., München: C.H.Beck, 2002
Binder/Messner, A.M., Urheberrecht für Architekten und Ingenieure, 2. Aufl., München: C.H.Beck, 2014
Brock, B., Ästhetik als Vermittlung, 1. Aufl., Köln: DuMont, 1977
Eiden, W., Präzise Unschärfe, 1. Aufl., Stuttgart: biden, 2002
Gerkan, M.von, Black Box BER, 1. Aufl., Berlin: Quadriga, 2014
Gloßchingg u.a. (Hg.), D., Plagiat, Fälschung, Urheberrecht, 1. Aufl., Berlin: Erich Schmidt, 2010
Haberstumpf, H., Handbuch des Urheberrechts, 2. Aufl., Neuwied: Luchterhand, 2000
Kamke, M., Ästhetische Probleme der Architektur unter dem Aspekt der Informationsästhetik, 1. Aufl., Quicksborn: Schelle, 1967
Kosko, B., fuzzy-lygach, 1. Aufl., Düsseldorf: Carlsen, 1993
Neumeister, A., Das Urheberrecht des Architekten, 1. Aufl., München: Bayerische Architektenkammer (Hg.), 2004

Dipl.-Ing. Manfred v. Benthheim, Taunusstein-Wingsbach
www.benthheim.de

Literatur 2

Daswald/Abel, R.R., Hinzunehmende Unregelmässigkeiten bei Gebäuden, 2. Aufl., Wiesbaden: Bauverlag, 2000
Ratzurski, G.E., Color und schlicher Geschmack im Kunstgewerbe, 1. Aufl., Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt, 1912
Reiz, T., Urheberrecht für Ingenieure und Architekten, 1. Aufl., Düsseldorf: Werner, 2001
Ranciere, J., Das ästhetisch Unbewusste, 1. Aufl., Zürich: Diaphanes, 2008
Schäff-Luttenburger, Chr.v., Der urheberrechtliche Schutz von Gebäuden, 1. Aufl., München: Herbert Utz, 2004
Sprengenschwanz, Architekt und Ingenieur - Ihre Rechtliche Stellung zum Bauherrn, 1. Aufl., München: Süddeutsche Verlags-Anstalt, 1932
Schneider, G., Urheberrecht, 2. Aufl., München: C.H.Beck, 1999
Schricker/Lewerhosen, G.U., Urheberrecht, 4. Aufl., München: C.H.Beck, 2010
Sturm (Hg.), M., Ästhetik & Umwelt, 1. Aufl., Tübingen: Günter Narr, 1979
Werner/Pastor, U/W., Der Bauprozess, 15. Aufl., Düsseldorf: Werner, 2016

Dipl.-Ing. Manfred v. Benthheim, Taunusstein-Wingsbach
www.benthheim.de

*Ich danke Ihnen
für Ihre
Aufmerksamkeit!*

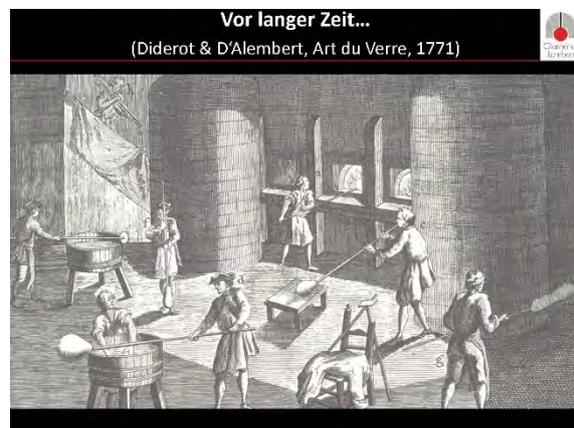
Dipl.-Ing. Manfred v. Benthheim, Taunusstein-Wingsbach
www.benthheim.de

2. Material und Technik

2.1. Mundgeblasene Flachgläser (Zylinderglas) – Vielfalt und Anwendung im Denkmalbereich

Robert Christ

Glashütte Lamberts



Geschichte



Geschichte



"bad practice"



"bad practice"



"bad practice"



Die Ofenhalle



Glashütte Lamberts



- Produktion von mundgeblasenen Gläsern seit 1906 in Waldsassen
- 70 Mitarbeiter, ca. 75% Exportanteil
- Farbglas in 5.000+ Tönen
- restauro® für die Denkmalpflege
- UV-Schutz-Glas
- Butzen, Dallen, Tischkathedralglas

Schmelzöfen



Rohmaterial (Sand, Soda, Kalk)



Färbemittel



Die Anfänger



Die Anfänger



Der Meister



Der „Hobel“



Der Ballon



Der Halbzylinder



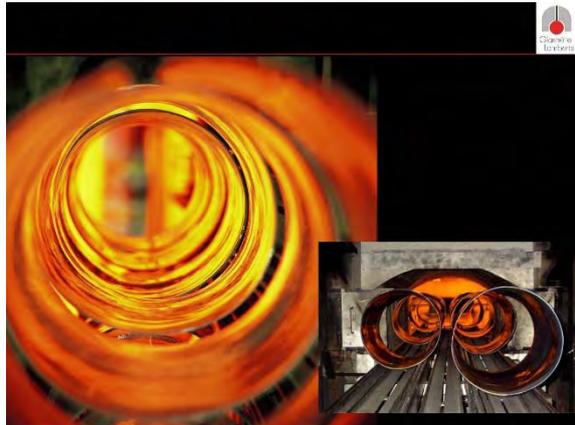
Kühlband



Aufschneiden



Glaszylinder vor dem Strecken



Streckofen



Mundgeblasenes LambertsGlas®



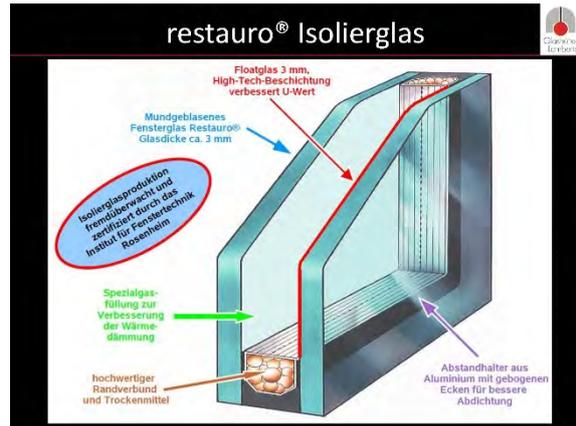
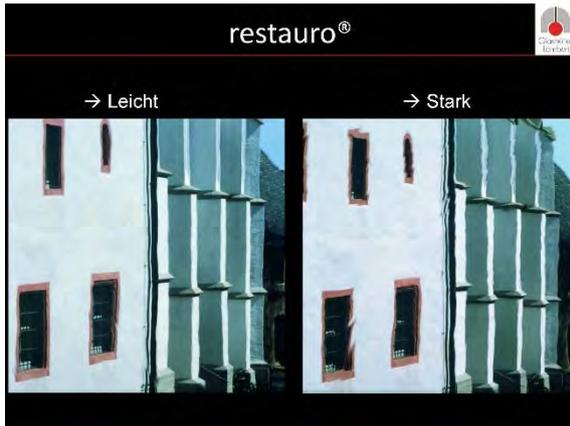
Produktionsfilm



Musterraum



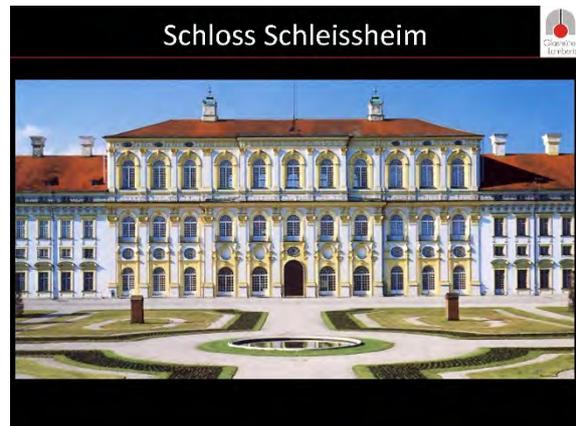


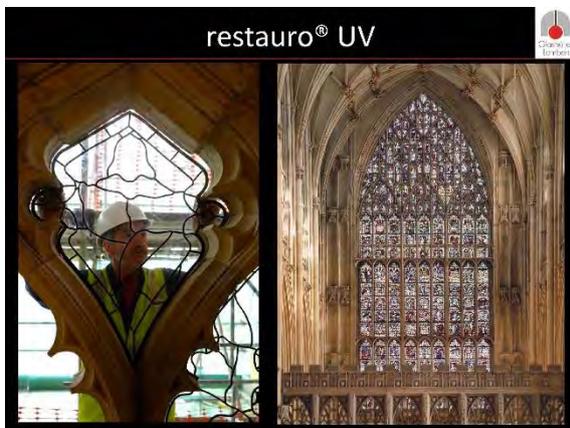
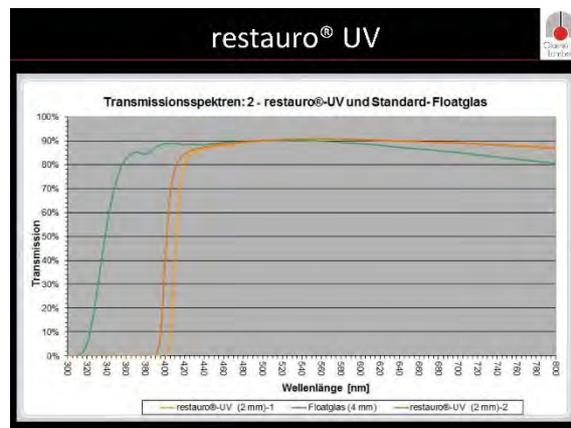
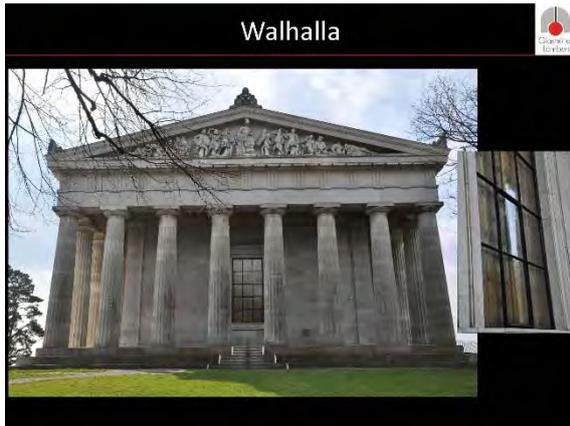


restauro® Isolierglas

Glasaufbau Low-E-Beschichtung auf Ebene 3	Druck- lastig gleich möglich	Technische Werte								
		allgemein			mit Argon		mit Krypton		mit Xenon	
		Lichttrans- mission %	Lichtreflexion außen %	Lichtreflexion innen %	Ug W/m²·K	g-Wert %	Ug W/m²·K	g-Wert %	Ug W/m²·K	g-Wert %
3 – SZR 4 – 3	N	80	14	14	2,6	62	1,9	62	1,5	63
3 – SZR 6 – 3	N	80	14	14	2,0	62	1,5	63		
3 – SZR 8 – 3	N	80	14	14	1,7	63	1,2	63		
3 – SZR 10 – 3	J	80	14	14	1,5	63	1,1	63		
3 – SZR 12 – 3	J	80	14	14	1,3	63	1,1	63		
3 – SZR 14 – 3	J	80	14	14	1,2	63				
3 – SZR 16 – 3	J	80	14	14	1,1	63				

Hinweis: Ug berechnet nach EN 673. Lichttransmission, g-Wert und Lichtreflexion außen berechnet nach EN 410 mit Toleranz ± 2 % (2 x Floatglas 3 mm).





Tischkatedralglas



LambertsGlas® Mustersatz



Echte Butzen



Echte Butzen



Mondscheiben / Tellerscheiben



Mondscheiben / Tellerscheiben

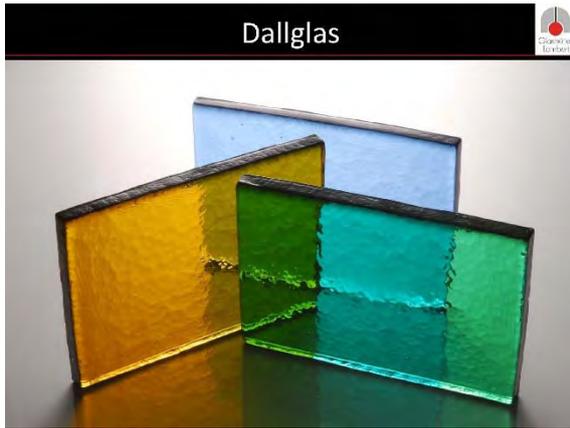


Crown Bullions



Crown Bullions





2.2. Energieeinsparung bei Fassaden aus Ziegel – Umgang mit Wärmebrücken, Verordnungen und Gesetzen

Dr. Dieter Figge

Ziegelzentrum NordWest e. V.

Energieeinsparung bei Fassaden aus Ziegel.

Denkmal und Energie 2016
Potenzial und Chancen von Baudeckmatten im Rahmen der Energieeffizienz



Informationsautor:
Dieter Figge

Technik:
Baurecht
Energie

Einführung

Energieeinsparverordnung
Zweite Verordnung zur Änderung der Energieeinsparverordnung vom 18. November 2013

Abschnitt 1 Allgemeine Vorschriften

§ 1 Zweck und Anwendungsbereich

(1) Zweck dieser Verordnung ist die Einsparung von Energie in Gebäuden. In diesem Rahmen und unter Beachtung des gesetzlichen Grundsatzes der wirtschaftlichen Vertretbarkeit soll die Verordnung dazu beitragen, dass die energiepolitischen Ziele der Bundesregierung, insbesondere ein nahezu klimaneutraler Gebäudebestand bis zum Jahr 2050, erreicht werden.

(2) Diese Verordnung gilt

1. für Gebäude, soweit sie unter Einsatz von Energie beheizt oder gekühlt werden und

2. für Anlagen und Einrichtungen der Heizungs-, Kühl-, Raumluft- und Beleuchtungstechnik sowie der Warmwasserversorgung von Gebäuden nach Nummer 1.

Denkmal und Energie 22.11.2013 Pöppel EN-Verordnungen Fassaden aus Ziegel

Technik
Baurecht
Energie

Einführung



ENERGIE-FACHBERATER.de
IM BAUSTOFF-FACHHANDEL

Auch ohne EnEV lässt sich die Energieeffizienz von Häusern unter Denkmalschutz verbessern

Die Bestimmungen der Energieeinsparverordnung für einzelne Stoffauslassungen gelten für die Kulturdenkmale Bielefelds nicht.

„Inzwischen können sich Hausbesitzer ein Grundprinzip der EnEV zu Herzen nehmen: Grundsätzlich ist die Energieeinsparverordnung darauf ausgerichtet, ein Haus als Ganzes zu betrachten. Wie darauf auch bei einem Haus unter Denkmalschutz steht, kann aus energetischer Sicht einiges bewirken. Kann zum Beispiel die Fassade nicht gedämmt werden, lassen sich die Wärmeverluste durch eher verstärkte Dämmung ausgleichen. Und auch eine moderne Heizung senkt die Heizkosten erheblich, auch wenn vielleicht keine erneuerbare Energien zum Einsatz kommen.“

Quelle: www.energie-fachberater.de

Quelle: www.173.com

Denkmal und Energie 22.11.2013 Pöppel EN-Verordnungen Fassaden aus Ziegel

Technik
Baurecht
Energie

Grundlagen: Gebäudevergleich – Stand 1970 Öl-Konstantkessel – Sanierung mit Holz-Pelletanlage

Endenergiebedarf dieses Gebäudes: 152,3 kWh/m² a

Primärenergiebedarf ("Gesamtergieffizienz"): 168,9 kWh/m² a

Gebäude Stand 1970 Öl-Konstantkessel:
Primärenergiebedarf: 168,9 kWh/m² a

Gebäude in den 1970er Jahren „sanier“

Konstruktionsaufbau:

745 m² Mauerwerk	U 0,89 W/m²K (erf. 0,24)
187 m² Fenster	U 2,20 W/m²K (erf. 1,30)
504 m² Dach/Dachdecke	U 0,43 W/m²K (erf. 0,20)
504 m² Kellerdecke	U 0,76 W/m²K (erf. 0,30)

Endenergiebedarf dieses Gebäudes: 166,7 kWh/m² a

Primärenergiebedarf ("Gesamtergieffizienz"): 35,6 kWh/m² a

10% mehr Energieverbrauch

42% weniger Primärenergieverbrauch

Gebäudesanierung 2015 nur neue Heizung (Holz – Pelletkessel) Keine sonstigen Maßnahmen
Primärenergiebedarf: 39,6 kWh/m² a (KfW 40)

Denkmal und Energie 22.11.2013 Pöppel EN-Verordnungen Fassaden aus Ziegel

Technik
Baurecht
Energie

EnEV vom 18.11.2013 § 24 Ausnahmen

EnEV 2014/2016 - Energieeinsparverordnung (2014/2016)
Zweite Verordnung zur Änderung der Energieeinsparverordnung vom 18. November 2013

§ 24 Ausnahmen

(1) Soweit bei Baudenkmalern oder sonstiger besonders erhaltenswerter Bausubstanz die Erfüllung der Anforderungen dieser Verordnung die Substanz oder das Erscheinungsbild beeinträchtigen oder andere Maßnahmen zu einem unverhältnismäßig hohen Aufwand führen, kann von den Anforderungen dieser Verordnung abgewichen werden.

(2) Soweit die Ziele dieser Verordnung durch andere als in dieser Verordnung vorgesehene Maßnahmen im gleichen Umfang erreicht werden, lassen die nach Landesrecht zuständigen Behörden auf Antrag Ausnahmen zu.

§ 25 Befreiungen

(1) Die nach Landesrecht zuständigen Behörden haben auf Antrag von den Anforderungen dieser Verordnung zu befreien, soweit die Anforderungen im Einzelfall wegen besonderer Umstände durch einen unangemessenen Aufwand oder in sonstiger Weise zu einer unbilligen Härte führen. Eine unbillige Härte liegt insbesondere vor, wenn die erforderlichen Aufwendungen innerhalb der üblichen Nutzungsdauer, bei Anforderungen an bestehende Gebäude innerhalb angemessener Frist durch die eintrittenden Einsparungen nicht erwirtschaftet werden können.

Denkmal und Energie 22.11.2013 Pöppel EN-Verordnungen Fassaden aus Ziegel

Technik
Baurecht
Energie

EnEV vom 18.11.2013 § 24 Ausnahmen

EnEG 2009 - Energieeinsparungsgesetz (vom 2. April 2009)

§ 5 Gemeinsame Voraussetzungen für Rechtsverordnungen

(1) Die in den Rechtsverordnungen nach den §§ 1 bis 4 aufgestellten Anforderungen müssen nach dem Stand der Technik erfüllbar und für Gebäude gleicher Art und Nutzung wirtschaftlich vertretbar sein. Anforderungen gelten als wirtschaftlich vertretbar, wenn generell die erforderlichen Aufwendungen innerhalb der üblichen Nutzungsdauer durch die eintrittenden Einsparungen erwirtschaftet werden können. Bei bestehenden Gebäuden ist die noch zu erwartende Nutzungsdauer zu berücksichtigen.

Denkmal und Energie 22.11.2013 Pöppel EN-Verordnungen Fassaden aus Ziegel

Technik
Baurecht
Energie

Villa Kellermann

Baujahr 1895
Sanierung 1970

Fenster 0,080 m²
Wand 0,330 m²
KG Decke 0,175 m²
Dach 0,300 m²

Volumen 2.110 m³
Gebäude-nutzfläche 0,672 m²

Ansicht Süd, Ansicht Ost, Ansicht West, Ansicht Nord

© Dörwald und Ehrgott 23.11.2013 Page EN-EV Passivhaus aus Ziegel

Wirtschaftlichkeitsberechnung Villa Kellermann

EnEV 2016 Bestand (V 2.100 m³, A_g 672 m²)
Stand: Letzte Sanierung 1970
Fenster 80 m² U 2,70 Wm²/K
Wand 330 m² U 1,98 Wm²/K
KG Decke 175 m² U 1,82 Wm²/K
Dach 300 m² U 1,82 Wm²/K
Wärmerücken Δ_{WUR} 0,10 Wm²/K
Konstantkessel (Bj. 1970)

EnEV 2016 Sanierung
Austausch Fenster und Heizung
Fenster 80 m² U 1,30 Wm²/K
Wand 330 m² U 1,98 Wm²/K
KG Decke 175 m² U 1,82 Wm²/K
Dach 300 m² U 1,82 Wm²/K
Wärmerücken Δ_{WUR} 0,10 Wm²/K
Brennstoffkessel

EnEV 2016 Sanierung
Neu: Fenster, Internerdämm., KG Dämm., Dachdämm.
Fenster 80 m² U 1,30 Wm²/K
Wand 330 m² U 0,29 Wm²/K
KG Decke 175 m² U 0,35 Wm²/K
Dach 300 m² U 0,20 Wm²/K
Wärmerücken Δ_{WUR} 0,15 Wm²/K
Pelletkessel

Primärenergie 233,5 kWh/m³a
Energiegeb. 211,5 kWh/m³a
Investitionskosten (20 Jahre) 0,000 €
Energiekosten (20 Jahre) 11.505 €
Kosten 11.505 €
Kosten pro m³a 17,1 €

Primärenergie 175,6 kWh/m³a
Energiegeb. 153,9 kWh/m³a
Investitionskosten (20 Jahre) 40.000 €
Energiekosten (20 Jahre) 8.875 €
Kosten 48.875 €
Kosten pro m³a 16,9 €

Primärenergie 24,8 kWh/m³a
Energiegeb. 97,8 kWh/m³a
Investitionskosten (20 Jahre) 125.000 €
Energiekosten (20 Jahre) 3.725 €
Kosten 128.725 €
Kosten pro m³a 14,6 €

© Dörwald und Ehrgott 23.11.2013 Page EN-EV Passivhaus aus Ziegel

hygienisch begründet Wärmedämmung (Mindestwärmeschutz)

Um 1920 entstand der Begriff „Mindestwärmeschutz“.

Der damalige Standard waren ungedämmte Bauteile mit U-Werten über 1,0 W/(m²·K), kombiniert mit undicht verblauten Einschleibeverglasten Fenstern und Ofenheizungen.

Die üblichen Mängel dieser Bauweisen, mit den bekannten Folgen wie geringe Behaglichkeit, Gefahr von Gesundheitsschäden durch Feuchte bzw.

Schimmel und in deren Folge Bauschäden, sowie hoher Energieverbrauch wurden mit der Begriffsintroduktion jedoch nicht wesentlich abgestellt.

Der Begriff „Mindestwärmeschutz“ ist seit 1952 in der DIN 4108 Wärmeschutz im Hochbau (heute Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden) festgeschrieben. (Auszug aus DIN 4108 von 1952)

© Dörwald und Ehrgott 23.11.2013 Page EN-EV Passivhaus aus Ziegel

Schimmelpilzbildung

„Je besser die wärmetechnischen Eigenschaften der Außenbauteile sind, desto wärmer werden deren Innenoberflächen im Winter und desto geringer ist die Gefahr, dass diese Bauteile feucht werden.“

Ohne Feuchtigkeit kann der Schimmel nicht wachsen.

Damit verhindert Wärme-dämmung Schimmelbildung

© Dörwald und Ehrgott 23.11.2013 Page EN-EV Passivhaus aus Ziegel

Mindestwärmeschutz

Der Mindestwärmeschutz soll bei üblicher Nutzung und ausreichender Beheizung und Lüftung ein hygienisches Raumklima und Tauwasserfreiheit sicherstellen.

Der Wärmeschutz eines Raumes, d. h. der Wärmeverlust im Winter und die raumklimatische Belastung im Sommer, ist abhängig von:

a) dem Wärmedurchlasswiderstand bzw. dem Wärmedurchgangskoeffizienten der Bauteile und deren Anteil an der wärmeübertragenden Umfassungsfäche

b) der Anordnung der einzelnen Schichten bei mehrschichtigen Bauteilen sowie der wirksamen Wärmespeicherfähigkeit der Außen- und vor allem der raumschließenden Flächen (Tauwasserbildung, sommerlicher Wärmeschutz etc.)

c) dem Wärmeschutz im Bereich von Wärmebrücken und den damit verbundenen reduzierten Innenoberflächentemperaturen, die auch die Schimmelbildung beeinflussen

Behaglichkeit und Temperaturiveau

Außenluft -10 °C Innenluft +20 °C

$U = 0,26 \text{ Wm}^2/\text{K}$ (Unbehaglich warm)
 $U = 1,54 \text{ Wm}^2/\text{K}$ (Noch behaglich)
 $U = 2,56 \text{ Wm}^2/\text{K}$ (Unbehaglich kalt)

© Dörwald und Ehrgott 23.11.2013 Page EN-EV Passivhaus aus Ziegel

Mindestwärmeschutz

a) dem Gesamtenergiedurchlassgrad von Verglasungen, Größe und Orientierung der Fenster unter Berücksichtigung von Sonnenschutzmaßnahmen

f) der Luftdichtheit von Bauteilen und deren Anschlüssen

g) der Lüftung

© Dörwald und Ehrgott 23.11.2013 Page EN-EV Passivhaus aus Ziegel

Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten - Bestand

Tabelle 1 (Auszug)
Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten bei erstmaligem Einbau, Einsatz und Erneuerung von Bauteilen

Art	Bestand	Neubau	Erneuerung	Erneuerung
Außenwand	Fläche 5,00 m ²	U-Wert 1,75 Wm ² /K	U-Wert 6,00 Flachverputz 751 kg/m ³	U-Wert 0,24 Wm ² /K
			U-Wert 6,50 Fibergewölbe 680 kg/m ³	

© Dörwald und Ehrgott 23.11.2013 Page EN-EV Passivhaus aus Ziegel

Einblastechnik

© Dörwald und Ehrgott 23.11.2013 Page EN-EV Passivhaus aus Ziegel

Verankerung



Ausbulungen und Abrisse können ein Hinweis auf eine nicht mehr funktionierende Verankerung sein. Erst in der Ausgabe November 1974 der DIN 1053 wurden Luftschichtanker aus Edelstahl zwingend vorgeschrieben. Noch bis 1976 wurden vereinzelt verzinkte Drahtanker verwendet.

Auch bei wesentlich älteren Verblendschalen, die durch Überbindesteine gesichert waren, besteht die Gefahr, dass diese infolge thermischer Spannung zwischen den beiden Mauerwerkschalen gerissen sind.

Als gefährdet gelten Fassaden mit Sparverblenden (Dicke 5,2 cm) und Gebäude mit mehr als 8 m Höhe.

Zur Überprüfung ist eine Fläche von 1 m² zu öffnen.



Durchgerostete verzinkte Luftschichtanker

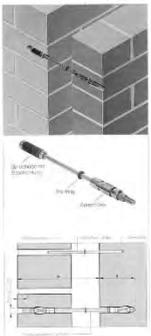
15 | Denkmalpflege

Einsturz Verblendschale - Gebäudeecke Traufbereich - eines achtgeschossigen Hochhauses.

Zu wenige Drahtanker und fehlende Randanker an der Verblendschale

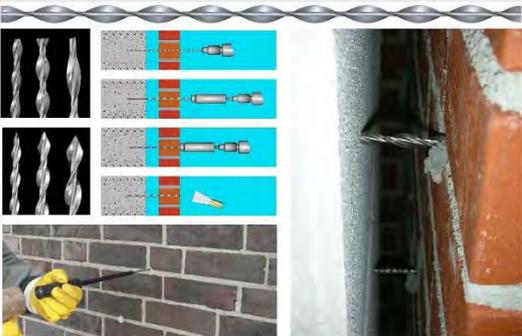


Nachträgliche Befestigung mit Spezialankern



16 | Denkmalpflege

Sanierung mit Spiralanker



17 | Denkmalpflege

Mind. Wärmesch. unter Berücksicht. der Oberflächentemp. $\theta_{s,i}$ und des Temperaturfaktors f_{Rsi}

Eine raumseitige Oberflächentemperatur von $\theta_{s,i} \geq 12,6^\circ\text{C}$ darf nie unterschritten werden bei folgenden Randbedingungen:

Außenlufttemperatur $\theta_{a,i} = 5^\circ\text{C}$,
 Innenlufttemperatur $\theta_{i,i} = 20^\circ\text{C}$,
 relative Luftfeuchte innen 50%.

Wärmeübergangswiderstände betragen:
 innen für beheizte Räume 0,25 m²K/W,
 für unbeheizte Räume 0,17 m²K/W,
 außen allgemein 0,04 m²K/W

Um das Risiko der Schimmelbildung durch konstruktive Maßnahmen zu verringern, muss ein sog. Temperaturfaktor an der ungünstigsten Stelle eines Bauteils die Mindestanforderung $f_{Rsi} \geq 0,70$ erfüllen.

Der Temperaturfaktor f_{Rsi} errechnet sich nach DIN EN ISO 10211-2 zu:

$$f_{Rsi} = (\theta_{s,i} - \theta_{a,i}) / (\theta_{i,i} - \theta_{a,i})$$

Dabei sind:
 $\theta_{s,i}$ [°C] die raumseitige Oberflächentemperatur,
 $\theta_{i,i}$ [°C] die Innenlufttemperatur,
 $\theta_{a,i}$ [°C] die Außenlufttemperatur.



18 | Denkmalpflege

Mindestwärmeschutz nach DIN 4108 auf der Grundlage des „Wärmedurchlasswiderstandes“

Mindestwärmeschutz = Mindestanforderungen an den Wärmeschutz von flüchtigen Bauteilen von Außenräumen.

Der Mindestwärmeschutz dient der Verhinderung von Oberflächenkondensat und soll ein für die Bewohner hygienisches Raumklima sicherstellen sowie die Baukonstruktion vor schädlichen Feuchteinwirkungen schützen.

Keingröße für den Mindestwärmeschutz ist der Wärmedurchlasswiderstand R in m²K/W.

Der Wärmedurchlasswiderstand ist der Kehrwert des Wärmedurchlasskoeffizienten, $R = d/\lambda$. Beschreibt die Dämmeigenschaften – und damit auch den Mindestwärmeschutz eines Bauteils. (Je größer der Wärmedurchlasswiderstand, umso besser die Wärmedämmung)

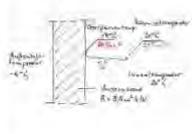
Beispiele Wärmedurchlasswiderstand nach DIN 4108:

R $\geq 1,20$ m²K/W:
 Außenwände: Wände von Aufenthaltsräumen gegen Bodenräume, Durchfahrten, offene Hausflure, Garagen, Erdreich

R $\geq 0,90$ m²K/W:
 Unterer Abschluss nicht unterkellerten Aufenthaltsräume direkt ans Erdreich grenzend

R $\geq 1,20$ m²K/W:
 Dächer und Decken nach oben, unter Terrassen

Achtung:
 Diese Minimalwerte dienen keineswegs der sicheren Vermeidung von Bauschäden.



19 | Denkmalpflege

Abnahme des Wärmedämmvermögens einer Wand nach DIN 4108



Je mehr Feuchtigkeit im Mauerwerk umschickelbar ist die Wärmedämmung

Als Faustformel gilt:
 Jedes Prozent mehr Feuchtigkeit mindert die Wärmedämmung um mindestens 10 %.

Ziegel haben den niedrigsten Feuchtegehalt aller vergleichbaren Baustoffe

Gleichgewichtsfeuchte (auch: Ausgleichsfeuchte, Bilanzfeuchte, praktischer Feuchtegehalt): Wassergehalt, der sich in einem Baustoff nach längerer Lagerung in einem Raum mit konstanter relativer Feuchte und konstanter Temperatur ergibt (z.B. übliche Wohnbedingungen)

20 | Denkmalpflege

Poroton WDF Innen- und Außendämmung

Außendämmung



- 1 Bestandswand
- 2 Bestandsputz
- 3 POROTON®-WDF®
- 4 Leichtputz

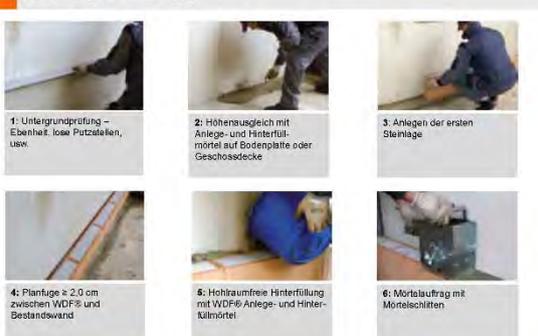
Innendämmung



- 1 Bestandswand
- 2 Bestandsputz
- 3 Hinterfüllung
- 4 POROTON®-WDF®
- 5 Innenputz
- 6 Bodenpl./Zwischend.

21 | Denkmalpflege

Verarbeitung Innendämmung (1)



- 1: Untergrundprüfung: Ebenheit, lose Putzstellen, usw.
- 2: Höhenausgleich mit Anlege- und Hinterfüllmörtel auf Bodenplatte oder Geschossdecke
- 3: Anlegen der ersten Steinlage
- 4: Planlage $\approx 2,0$ cm zwischen WDF® und Bestandswand
- 5: Hohlräumfreie Hinterfüllung mit WDF®-Anlege- und Hinterfüllmörtel
- 6: Mörtelauftrag mit Monteschlitten

22 | Denkmalpflege

Verarbeitung Innendämmung (2)

23 | © Dörwald und Ehrig 2013, Page 68-69, Facsimile aus Ziegel

Der Wärmedurchlasswiderstand R (m²K/W) und Wärmedurchgangskoeffizient U (W/m²K)

Bauteil	D (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
Wärmeübergangswiderst. innen (R _{si})			0,130
Innenputz	0,015	0,87	0,017
Vollziegel	0,240	0,81	0,296
Außenputz	0,020	0,87	0,022
Wärmeübergangswiderst. außen (R _{se})			0,040
Wärmedurchlasswiderstand R			0,505 (p = 1,21)
Wärmedurchgangskoeffizient			1,96 W/m²K

Bauteil	D (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
Wärmeübergangswiderst. innen (R _{si})			0,130
Innenputz (neu)	0,015	0,870	0,017
POROTON WDF	0,080	0,060	1,330
Innenputz (Best.)	0,015	0,87	0,130
Vollziegel	0,240	0,810	0,296
Außenputz	0,020	0,870	0,022
Wärmeübergangswiderst. außen (R _{se})			0,040
Wärmedurchlasswiderstand R			1,965 (p = 1,20)
Wärmedurchgangskoeffizient			0,51 W/m²K

24 | © Dörwald und Ehrig 2013, Page 68-69, Facsimile aus Ziegel

Wärmebrücken

Erhöhter Wärmeabfluss im Bereich des Fenstersturzes durch Thermographie sichtbar gemacht.

25 | © Dörwald und Ehrig 2013, Page 68-69, Facsimile aus Ziegel

Kritische Bereiche bei Innendämmungen (1)

26 | © Dörwald und Ehrig 2013, Page 68-69, Facsimile aus Ziegel

Kritische Bereiche bei Innendämmungen (2)

27 | © Dörwald und Ehrig 2013, Page 68-69, Facsimile aus Ziegel

Detail 1.1, 1.2.1 + 2.1

28 | © Dörwald und Ehrig 2013, Page 68-69, Facsimile aus Ziegel

Detail 2.2 + 3.1

29 | © Dörwald und Ehrig 2013, Page 68-69, Facsimile aus Ziegel

Detail 2.3 + 2.4

30 | © Dörwald und Ehrig 2013, Page 68-69, Facsimile aus Ziegel

Detail 4.1, 4.2 + 4.3

31 | Denkmal und Energie 22.11.2013 Page 8(15) Fassaden aus Ziegeln

Das Glaser-Diagramm (Diffusionsdiagramm)

Während der Kondensations- oder **Tauperiode** im Winter (Außenklima $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ und 80 % rel. F., Innenklima $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ und 50 % rel. F., Dauer 60 Tage) reichert sich bei den meisten Konstruktionen eine Kondensatmenge im Bauteil an.

Diese Tauwassermenge muss in der **Verdunstungsperiode** im Sommer (Klima innen und außen $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ und 70 % rel. F., Dauer 90 Tage) wieder austrocknen.

Ist die Tauwassermenge kleiner als 1 kg/m^2 (bei kapillar nicht wasseraufnahmefähigen Schichten $0,5\text{ kg/m}^2$, bei Holzaufbauten Sonderregelungen) und die Verdunstungsmenge im Sommer größer als die Tauwassermenge im Winter, dann kann im Wesentlichen von einer bauschadensfreien Konstruktion ausgegangen werden.

Verbleibt jedoch am Ende der Verdunstungsperiode ein noch so geringer Tauwasserrest im Bauteil, kann sich dieser über viele Jahre hinweg unbemerkt zu einer Menge aufsummieren, die fast unweigerlich zu schweren Bauschäden aufgrund von Durchfeuchtung führen wird.

32 | Denkmal und Energie 22.11.2013 Page 9(15) Fassaden aus Ziegeln

Vergleich Poroton WDF Außendämmung mit WDF Innendämmung

Außendämmung 12 cm

- 4 Außenputz neu
- 3 Poroton WDF
- 2 Allputz
- 1 Bestandsmauerwerk
- Innenputz Bestand

Tauwassermenge $0,155\text{ kg/m}^2$
Verdunstungsmenge $2,303\text{ kg/m}^2$

Innendämmung 12 cm

- Außenputz Bestand
- 1 Bestandsmauerwerk
- 2-3 Allputz
- 4 Poroton WDF
- 5 Innenputz Neu

Tauwassermenge $0,975\text{ kg/m}^2$
Verdunstungsmenge $1,312\text{ kg/m}^2$

33 | Denkmal und Energie 22.11.2013 Page 10(15) Fassaden aus Ziegeln

Vergleich Innendämmung Poroton WDF mit Multipor

Ziegel $\lambda\ 0,52$
 $d\ 24\text{ cm}$
12 cm
Poroton WDF

Tauwassermenge $0,975\text{ kg/m}^2$
Verdunstungsmenge $1,312\text{ kg/m}^2$

Ziegel $\lambda\ 0,52$
 $d\ 24\text{ cm}$
12 cm
Xella Multipor

Tauwassermenge $1,814\text{ kg/m}^2$
Verdunstungsmenge $1,904\text{ kg/m}^2$

34 | Denkmal und Energie 22.11.2013 Page 11(15) Fassaden aus Ziegeln

Klimabedingter Feuchteschutz - Schlagregenschutz

Zweischalige Außenwände mit Vormauerschalen aus Vormauerziegeln oder Klinkern, in den üblichen Dicken zwischen 90 und 115 mm, sind **nicht schlagregendicht**.

In Abhängigkeit von der Wasseraufnahmefähigkeit der Vormauerschale, der Fugendurchlässigkeit der Fassade und der Intensität der Schlagregenbeanspruchung können mehr oder weniger große Wassermengen die Vormauerschale durchdringen.

Saug- und wasserspeicherfähige Vormauerziegel verzögern den Durchtritt von Feuchtigkeit.

Erst bei Erschöpfung der Kapillarität und Wasserspeicherfähigkeit der Ziegel dringt u. U. Feuchtigkeit über die Mörtelfugen in den Schalenzwischenraum ein und läuft an der Rückseite der Vormauerziegel herab, um am Fußpunkt durch entsprechende Entwässerungsöffnungen wieder herauszutreten.

Prinzipdarstellung Feuchteeinwirkungen auf zweischaligem Außenmauerwerk

35 | Denkmal und Energie 22.11.2013 Page 12(15) Fassaden aus Ziegeln

Hydrophobierung

Keramische Bekleidungen und oder Klinkerfassaden kann man durch eine Hydrophobierung vor Schlagregen, Spritz- und Tauwasser schützen.

Die am häufigsten angewendeten Produkte sind Silikonemulsionen mit Verbindung einer Silikat (Fabein) schicht.

Durch die Anwendung von Silikonemulsionen werden die Porenporen der Keramik lediglich ausgekleidet und nicht verschlossen.

VORSICHT

36 | Denkmal und Energie 22.11.2013 Page 13(15) Fassaden aus Ziegeln

Schäden infolge Hydrophobierung

Auslaugungen hinter Hydrophobierungen

Frostabplatzungen an Naturstein infolge Hydrophobierung

Frostabplatzungen Ziegel infolge Hydrophobierung

Untergrund
Der Untergrund muss in einwandfreiem Zustand sein. Baumängel, wie z. B. Risse, löslige Fugen, fehlerhafte Anschlüsse, aufsteigende und hygroskopische Feuchtigkeit, müssen vor der Imprägnierung beseitigt werden.

Es muss gewährleistet sein, dass Wasser und darin gelöste Schadsalze nicht die hydro-phobierte Zone gelangen können, da dies zu Frostschäden, Abplatzungen und Salzsprengungen führen kann.

37 | Denkmal und Energie 22.11.2013 Page 14(15) Fassaden aus Ziegeln

Herzlichen Dank

Dr. Dieter Függe
Institute für Denkmalpflege
Güdingweg
figge.d@entlim.de

Runderneuerung von KDF



Typische Argumente gegen die Erhaltung von Kastenfenstern:

- Da zieht es durch
- Das Schwitzwasser läuft in Bächen runter
- Die Klemmen andauern
- Da hält keine Farbe mehr drauf
- Wenn ich saniere, dann muss es auch neue Fenster geben
- Wir müssen Heizenergie einsparen
- Das Fensterputzen ist der Irrsinn
- Ich will Ruhe vor meinen Mietern haben

Folie 7

Runderneuerung von KDF



Argumente in Fachkreisen

- Seit ca. 100 Jahren keine Bauschäden
- Denkmalschutz heißt, den Originalbestand zu erhalten
- Nachbauten sind "Fensterfolklore"
- Altbaucharakter auch in der Haptik
- Bestandteil einer Fassadenarchitektur
- Vollständige Instandsetzung generell möglich
- Energetische Modernisierung möglich
- Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung

Folie 8

Runderneuerung von KDF



- Sehr unterschiedlicher Zustand von Kastenfenstern im Bestand
- Bedingt durch verschiedenste Einflüsse, z.B. Nutzerverhalten, durchgeführte oder unterlassene Wartungsmaßnahmen, Witterungseinflüsse, Kriegsschäden
- Bestandsaufnahme vor Beginn einer Maßnahme, Abschätzung, ob Erhaltung möglich/sinnvoll oder Austausch.



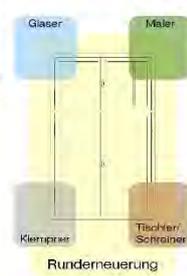
Folie 9

Bildquellen: Dirk Sommer, Berlin (oben), Elke Gehrig, Linde (unten)

Runderneuerung von KDF



- Runderneuerung basiert auf einem in den 1990er Jahren in Berlin durchgeführten Forschungsprojekt
- Wissenschaftlich abgesichertes, seit 1999 praktiziertes und ganzheitliches gewerkeübergreifendes Maßnahmenpaket
- Gibt den Stand der Technik und weitgehend auch die allgemein anerkannten Regeln der Technik wieder
- Einzelmaßnahmen führen zu keinem dauerhaften Erfolg
- Soll Grundlage für die Gewährung von KfW-Fördermaßnahmen bei der energetischen Ertüchtigung von Gebäuden werden.



Folie 10

Bildquelle: VFF-Leitfaden zur Runderneuerung von Kastenfenstern

Runderneuerung von KDF



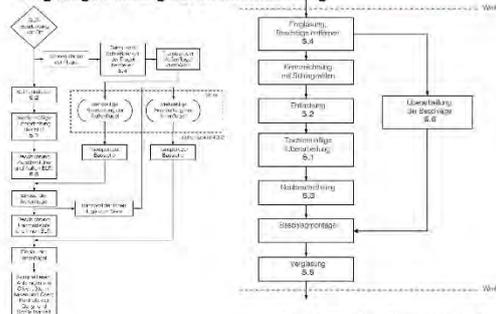
- Holztechnische Überarbeitung der Blend- und Flügelrahmen.
- Entlackung und Farbneubeschichtung aller Holzteile;
- Entglasung, Neuverglasung – Glasabdichtung;
- Herstellen der Gang- und Schließbarkeit;
- Überarbeitung der Beschläge;
- Überarbeitung ggf. Erneuern von äußeren Brüstungsabdeckungen;
- Verbesserung der Dichtheit;
- Verbesserung des Wärmeschutzes;
- Verbesserung des Schallschutzes;
- Ggf. Verbesserung des Baukörperanschlusses.
- Meist Getrennt, Blendrahmen vor Ort Flügel im Werk
- Genaue Kennzeichnung und Zuordenbarkeit der Flügel

Folie 11

Runderneuerung von KDF



Sorgfältige Planung der Runderneuerung



Folie 12

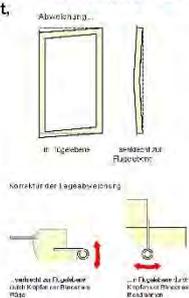
Bildquellen: VFF-Leitfaden zur Runderneuerung von Kastenfenstern

Runderneuerung von KDF



Herstellung der Gang- und Schließbarkeit,

- Komplexer Vorgang, beginnt auf der Baustelle
- Hobeln oder starkes Schleifen nicht zulässig, Flügel und Rahmen waren ursprünglich passgenau
- Korrektur der Lageabweichung bei „windschiefen“ Flügeln
- Bei Wiedereinbau der Flügel nach deren Überarbeitung im Werk nur noch minimale Korrekturen zulässig



Folie 13

Bildquelle: VFF-Leitfaden zur Runderneuerung von Kastenfenstern

Runderneuerung von KDF



Holztechnische Überarbeitung

- Nachverkleben defekter Eckverbindungen;
- Erneuern von Fensterecken;
- Verschließen offener Brüstungsfugen;
- Verschließen von Rissen;
- Überarbeitung der Blendrahmenunterstücke (Stufenfalz);
- Erneuern der Wassernasen und Wetterschenkel;
- Erneuern von stark geschädigten Rahmenteilen.
- Pilzbefallene Holzteile müssen ausgetauscht werden



Folie 14

Bildquellen: VFF-Leitfaden zur Runderneuerung von Kastenfenstern

Runderneuerung von KDF



Entlackung und Neubeschichtung

- Grundvoraussetzung für die Wiederherstellung der Dauerhaftigkeit der Kastenfenster, d.h. Erzielung einer angemessenen Gebrauchsdauer
- Warmluftverfahren am besten geeignet, kann auch auf der Baustelle eingesetzt werden
- Neubeschichtung: ggf. Imprägnierung, zweimalige lösemittelhaltige Grundierung zwecks Haftvermittlung zum Holzuntergrund, anschließend wasserbasierende Deckschichten
- Möglichkeit, mehrfarbig zu lackieren



Folie 15

Bildquellen: Dirk Sommer, Berlin (oben); Elke Gerns, Linde (unten)

Runderneuerung von KDF



Entglasung und Neuverglasung

- Grundvoraussetzung für die energetische Ertüchtigung des Kastenfensters
- Kittreste müssen sorgfältig entfernt werden
- Bei Verwendung von Isoiergläsern ggf. Aufdoppelung des Glasfalzes an den Innenflügeln
- Versiegelung mit Kittersatzmassen (Einkomponenten-Dichtkitt auf Basis modifizierter Siloxanharze)



Folie 16

Bildquellen: VFF Leitfaden zur Runderneuerung von Kastenfenstern

Runderneuerung von KDF



Überarbeitung der Beschläge

- Lose Beschläge: Sicherheitsrisiko für den Betreiber
- Gängigkeit der Beschläge verbessern (Säure- und harzfreie Öle und Fette)
- Wiederherstellung des Eingriffs der Verriegelungen in die Verschlusssteile
- Einhandbedienung muss möglich sein
- Ggf. Austausch des gesamten Beschlags
- Ggf. Bänder nachstellen



Folie 17

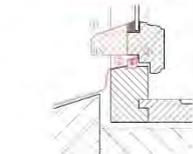
Bildquellen: Holte Timm Fensterbau, Berlin (oben); Elke Gerns, Linde (unten)

Energetische Betrachtungen



Verbesserung der Dichtheit

- Verbesserung der Schlagregendichtheit am Außenflügel:
 - Verbreiterung des Wetterschenkels, falls möglich
 - Einbau einer umlaufenden Dichtung am Blendrahmen
- Verbesserung der Fugendichtheit/Dampfbremse durch Einbau einer umlaufenden Anschlagdichtung am Flügel
- Dichtungsebene darf nicht unterbrochen sein, daher bei Stulpkonstruktionen individuelle Lösungen erforderlich



Folie 18

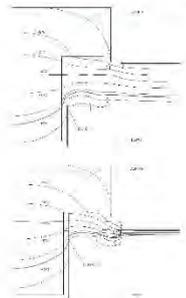
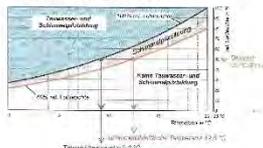
Bildquelle: Dirk Sommer, Berlin

Energetische Betrachtungen



„Übersanierung“ von Kastenfenstern mit Isolierglasfenstern

- Nachhaltige Störung des Isothermenverlaufs im Bereich des Baukörperanschlusses
- Gefahr der Tauwasser- und Schimmelpilzbildung



Folie 19

Bildquellen: Leitfaden zur Montage (unten links); Leitfaden zur Runderneuerung von Kastenfenstern

$$\frac{\theta_i - \theta_e}{\theta_i - \theta_s}$$

Energetische Betrachtungen



Ein komplett tauwasserfreies Kastendoppelfenster gibt es nicht

- Die Dichtungen erhöhen einerseits die Raumlufteuchte und dienen andererseits als Dampfbremse
- Nachweis der weitgehenden Tauwasserfreiheit über Temperaturfaktor f_{Rsi}



$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

$$\text{Forderung: } f_{Rsi} \geq 0,7$$

R = Widerstand (resistance), θ = Temperatur, s = Oberfläche (surface), i = innen (interior), e = außen (exterior)

Folie 20

Bildquelle: Dirk Sommer, Berlin

Energetische Betrachtungen



Mögliche energetische Verbesserungen am Kastenfenster mit verschiedenen Verglasungen

Verglasung	U_g (W/m ² K)	g (%)	U_w (W/m ² K)
3 FL-100-3 FL (Bestand)	2,9	77	2,8 ... 3,0
4 FL-100-4 K ²	1,9	71	1,5
4 FL-100-4 FL/6 Ar/4 ⁵³	1,4	56	1,3
4 FL-100-4 FL/8 Ar/4 ⁵³	1,3	56	1,2
4 K ² -100-4 FL/6 Ar/4 ⁵³	1,1	52	1,1
4 K ¹ -100-4 FL/8 Ar/4 ⁵³	1,0	52	1,0
4 K ² -100-4 FL/6 Kr/4 ⁵³	0,90	52	0,97
4 K ¹ -100-4 FL/8 Kr/4 ⁵³	0,80	52	0,91

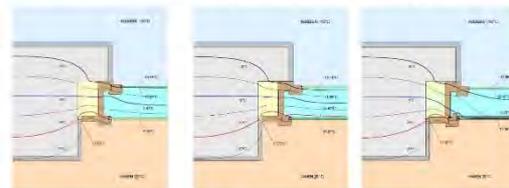
Folie 21

Energetische Betrachtungen



Veränderungen der Temperaturverläufe durch verschiedene Verglasungen

- Durch den Einbau verschiedener Verglasungen ändern sich die Temperaturunterschiede zwischen Innen- und Außenseibe
- Gefahr der Tauwasserbildung an der Außenseibe steigt



Folie 22

Bildquellen: VFF Leitfaden zur Runderneuerung von Kastenfenstern

▪ Energetische Betrachtungen

- Verringerung der Tauwasserbildung durch Einfräsen von Belüftungsschlitzen 5 x 80 mm in den Falzüberschlag der Flügelrahmen
- Wirksamen Luftaustausch durch Unterdruck an den unteren Schlitzen und Überdruck an den oberen Schlitzen, am wirksamsten, je größer der Abstand
- Tauwasserausfall jedoch auch dann nicht grundsätzlich zu vermeiden



▪ Weitere Verbesserungen

- Schallschutz: ca. 30 dB im Bestand, durch wirksame Dichtungen und dickere Gläser bis 40 dB möglich
- Einbruchhemmung: Vorteil des Kastendoppelfensters durch Aufbau in zwei Ebenen. Weitere Verbesserungen möglich.

Folie 23

Bildquelle: VFF Leitfaden zur Rundemeuerung von Kastendoppelfenstern

▪ Austausch von Kastendoppelfenstern



- Entweder aus ökonomischen Gründen erforderlich („Fensterfolklore“ ist eben doch nicht immer vermeidbar)
- Oder zur Beseitigung von „Bausünden“ früherer Reparaturarbeiten



Folie 24

Bildquelle: v. Dirk Sommer: Berlin (links), Pixi Bräutigam Architekt, Hannover (rechts)

▪ Austausch von Kastendoppelfenstern



- Streng nach historischem Vorbild
- Besondere Sorgfalt bei der Auswahl der Holzart
- Ausreichende natürliche Dauerhaftigkeit zur Vermeidung von zusätzlichem chemischen Holzschutz
- Neben Eiche und Lärche auch Globulus (*Eucalyptus globulus*) aus der Prov. Galizien (Nordwestspanien)
- Beispiel Rathaus Remscheid (2012) mit Mitteln aus dem Konjunkturprogramm II saniert.



Folie 25

Bildquelle: PAV/Classio GmbH, Bsc.La.2024

▪ Ausblick



- Kastendoppelfenster aus Holz stellen seit 200 Jahren in vielen Teilen Europas baustil- und -epochen-prägende Elemente dar.
- Bestand in Deutschland ca. 50 Mio. Stück, davon 1 Mio. in Berlin.
- Erhaltung im Baudenkmal wegen guter Gebrauchs- und Funktionseigenschaften und hoher ästhetische Wertigkeit wünschenswert und meist auch möglich.
- Für die „Rundemeuerung von Kastendoppelfenstern aus Holz“ wurde ein wissenschaftlich abgesichertes, seit 1999 praktiziertes und ganzheitliches Maßnahmenpaket entwickelt.
- Dieses Maßnahmenpaket muss komplett umgesetzt werden, Einzelmaßnahmen führen zu keinem dauerhaften Erfolg.
- Damit können Kastendoppelfenster funktionsfähig gemacht werden, energetisch ertüchtigt und ggf. in Hinsicht auf Schallschutz und Einbruchhemmung verbessert werden.
- Müssen Kastendoppelfenster ausgetauscht werden, bietet sich u.a. *Eucalyptus globulus* als Ersatzholzart an.

Folie 26

▪ Ausblick



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Folie 27

3. Planung unter den Randbedingungen der EnEV

3.1. Energieeinsparung und Klimaschutz – Anforderungen an Gebäude

MinR Peter Rathert

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit

Gebäude im Zentrum der Energieeffizienz
Wie es mit der Gebäudeenergieeffizienz in der Bundespolitik konkret weitergeht – EnEV 2016, Effizienzstrategie, Sanierungsfahrplan und Co

MinR Peter Rathert
 Leiter des Referates „Gebäude- und Anlagentechnik, technische Angelegenheiten im Bereich Energie und Bauen“
 im BMUB

Gliederung des Vortrags

- Ausgangslage (NAPE und Co)
- politische Handlungsfelder
- Weiterentwicklung der EnEV, des EnEV
- Neue Wege zur Verbesserung der Energieeffizienz
- Weiteres Vorgehen (Konsequenzen aus BR-Beschlüssen und KoaVertrag)

Energiekonzept/Energiewende/KoaV

- Reduktion des Primärenergiebedarfs um ca. 80 % bis 2050
- Reduktion des Wärmebedarfs um 20 % bis 2020
- Einführung „klimaneutrales Gebäude“ ab 2020

3 Mio. Nichtwohngebäude (davon 4.500 Bundesliegenschaften)

40 Mio. WE, davon 75 % vor 1979 errichtet

18 Mio. Wohngebäude

9 Mio. WE Gewerbliche Vermieter **14,5 Mio. WE Anwohnervermieter* Priv. Kleinanbieter** **16 Mio. WE Selbstnutzer**

- **Aktionsprogramm Klimaschutz 2020**
 Ziel: Maßnahmen zur Schließung einer in 2020 erwarteten Minderungs-lücke von rd. 80 Mio. t/a CO₂-Äqu
 Federführung BMUB
- **Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE)**
 Ziel: Maßnahmen zur Schließung einer in 2020 erwarteten Effizienz-lücke von 1.400 PJ/a PEV
 Federführung BMWi
- **Bündnis für bezahlbares Wohnen und Bauen**
 Handlungsfeld Energieeffizienz und Klimaschutz im Gebäudebestand
 Federführung BMUB

Aktionsprogramm Klimaschutz (BMUB)

Senkung der CO₂-Emissionen um 40% bis 2020
 Bezugsjahr 1990):
 Lücke 62 bis 100 Mio.t CO₂a (5 bis 8 Prozentpunkte)

Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE)

- Senkung des Primärenergieverbrauchs um 20% bis 2020 (Bezugsjahr 2008):
zusätzliche Einsparung von 1.220 bis 1.440 PJ (Lücke 9 bis 10 Prozentpunkte)
- Umsetzung der europäischen Energieeffizienz-Richtlinie (EED):
zusätzliche Einsparungen von ca. 290 PJ Endenergieverbrauch (kumuliert für 2015-2020)

Mit Förder-Einheiten

Bündnis für bezahlbares Wohnen und Bauen

5 Handlungsfelder

- Handlungsfeld 3 : Energieeffizienz und Klimaschutz im Gebäudebestand und im Quartier
- Handlungsfeld 5 : Nachhaltiges und kostenbewusstes Planen und Bauen (Baukostensenkungskommission)

Mit Förder-Einheiten

Beschlossene Maßnahmen sind u.a.

- **CO₂-Gebäudesanierungsprogramm**
 - Aufstockung um 200 Mio. €,
 - Förderstufe Effizienzhaus Plus,
 - Förderung von Nicht-Wohngebäuden (u.a. Hallenbauten)
- Verbesserung Energieberatung / Energieberatung für Kommunen
- Heizungscheck / Effizienzlabel Heizung
- Verbesserung Vollzug EnEV/EEWärmeG

Mit Förder-Einheiten

Gebäudeindividuelle Sanierungsfahrpläne

Weiterentwicklung Energieeinsparrecht / EEWärmeG

Energetischer Sanierungsfahrplan Bundesgebäude

Ideenwettbewerb energiesparendes Bauen begehrlieh machen

Mit Förder-Einheiten

EnEG-Novelle

Neue Ermächtigungen für

- Niedrigstenergiegebäude-Standard

- Kontrolle von Energieausweisen und Inspektionsberichten

Ermächtigung für Vorschrift zur Außerbetriebnahme von Nachstromspeicherheizung ist entfallen

Mit Förder-Einheiten

EnEG-Novelle

- „Niedrigstenergiegebäude“ – Standard spätestens ab 1.1.2021
- Niedrigstenergiegebäude:
„Der fast bei Null liegende oder sehr geringe Energiebedarfs sollte zu einem ganz wesentlichen Teil durch Energie aus erneuerbaren Quellen – einschließlich Energie aus erneuerbaren Quellen, die am Standort oder in der Nähe erzeugt wird – gedeckt werden“

Mit Förder-Einheiten

Wirtschaftlichkeitsgebot (§ 5 EnEG)

Kosten für die Durchführung von Energiesparmaßnahmen müssen sich generell innerhalb der Lebensdauer dieser Maßnahmen durch eingesparte Energiekosten amortisieren

Mit Förder-Einheiten

EnEV 2014

Vorschriften für neue Gebäude (Inkrafttreten 2016)

Einhaltung des zulässigen **Jahres-Primärenergiebedarfs** des sog. Referenzgebäudes
(Hauptanforderung): **Verschärfung um 25 %**

Einhaltung des zulässigen **Transmissionswärmeverlustes**
(Nebenanforderung): **Verschärfung um 20 % im Mittel**

Mit Förder-Einheiten

3.2. Innendämmung bei Holzbalkendecken – Regeln für eine schadenfreie Sanierung

Dipl.-Ing. (FH) Ulrich Arnold M.Sc.
 Gutachterbüro Arnold

Innendämmung bei Holzbalkendecken

- Regeln für eine schadensfreie Sanierung

Nur für Teilnehmer der Tagung,
 Weitergabe und Kopie -auch
 auszugsweise- nicht gestattet!

Denkmal und Energie 2016: Osnabrück, 23. November 2015
 Gutachterbüro Arnold
 Dipl.-Ing. FH Architekt
 M. Sc. Materialwissenschaften in Bau & Restaurierung
 öbuv SV für Holzschutz
 Ulrich Arnold

TU
 TECHNISCHE
 UNIVERSITÄT
 DRESDEN
 Dipl.-Ing.
 Wissensch. Mitarbeiter
 Institut für Bauklimatik
 Ulrich Ruisinger

Innendämmung, thermische Auswirkung

Bestand

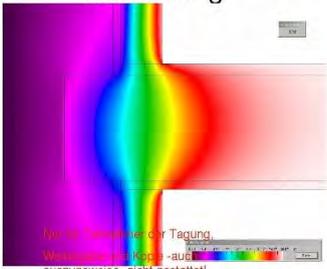


Außendämmung



Nur für Teilnehmer der Tagung,
 Weitergabe und Kopie -auch
 auszugsweise- nicht gestattet!

Innendämmung, thermische Auswirkung



Nur für Teilnehmer der Tagung,
 Weitergabe und Kopie -auch
 auszugsweise- nicht gestattet!

Innendämmung, thermische Auswirkung



Nur für Teilnehmer der Tagung,
 Weitergabe und Kopie -auch
 auszugsweise- nicht gestattet!

Bestandsuntersuchung

- Geometrie
- Baustoffe
- Vorhandene Schäden
- Materialfeuchten?
- Schlagregensituation?



Nur für Teilnehmer der Tagung,
 Weitergabe und Kopie -auch
 auszugsweise- nicht gestattet!

Schlagregensbewertung

- Standortbestimmung anhand
 DIN 4108-3
- Fassadenbelastung abschätzen
 (Ausrichtung, Exposition, Stelle)
- Einschätzung der Wasseraufnahme
 (Labor, Prüfröhrchen nach Karsten oder
 Pleyers, Franke-Platte, Mirowski-
 Röhrchen, ...)

Nur für Teilnehmer der Tagung,
 Weitergabe und Kopie -auch
 auszugsweise- nicht gestattet!

Schlagregenbewertung



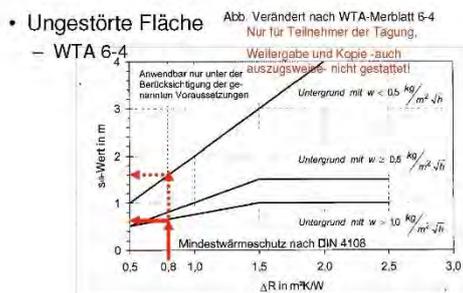
Nur für Teilnehmer der Tagung.
Weitergabe und Kopie -auch auszugsweise- nicht gestattet!

Schlagregenbewertung

- Schlagregenrelevante Schäden:
 - Putz & Mörtel: Fehlstellen, Risse, Bindemittelverlust
 - Sichtmauerwerk: Fugenabriss, Frostschäden, Gitterziegel
 - Fachwerk: Fugen zwischen Holz & Gefach, Risse und Fugen im Holz

Nur für Teilnehmer der Tagung.
Weitergabe und Kopie -auch auszugsweise- nicht gestattet!

Rahmenvorgaben



Rahmenvorgaben

- Ungestörte Fläche
 - Abweichungen von WTA 6-4, z. B. Kapillaraktive Baustoffe, Fachwerk, ...
 - Hygrothermische Simulation
 - WUFI, DELPHIN
 - Fachwerk
 - WTA 8-1, 8-5, 8-14
- Nur für Teilnehmer der Tagung.
Weitergabe und Kopie -auch auszugsweise- nicht gestattet!

Rahmenvorgaben

- gestörte Fläche = Balkenkopf
 - hygrothermische Simulation
- Bewertungsmaßstab? Nur für Teilnehmer der Tagung.
Weitergabe und Kopie -auch auszugsweise- nicht gestattet!
 - instationäres Vitanen-Modell (interpretiert z. B. Kehl neue Quadriga 2013, keine normierte Regel!)
- Holzschutznorm
 - stationär 20%u / 85% rel. LF (DIN 68800-1, -2)
 - Regelfall bereits ohne Innendämmung GK 2
 - > hygrothermischen Nachweis führen

Besonders wichtige Aspekte:

- „luftumspülter“ Balkenkopf > konvektionshemmend geschlossener Balkenkopf
 - Schlagregenschutz
 - Innendämmungsstärke und -art
 - Sperrschichten
 - Stand wissenschaftlicher Erkenntnisse
- Es wird noch geforscht, erste Ergebnisse machen Mut. Nur für Teilnehmer der Tagung.
Weitergabe und Kopie -auch auszugsweise- nicht gestattet!

„luftumspülter“ Balkenkopf

- Nur für Teilnehmer der Tagung.
Weitergabe und Kopie -auch auszugsweise- nicht gestattet!
- Häufig propagiert
 - Häufig falscher Verweis auf DIN 68800
 - Häufig zitierte Darstellung aus Beuth Kommentar zu DIN 68800-4:1992-11
 - Keine allgemein anerkannte Definition
 - Definition luftumspült nach WTA 8-14: „Austausch der Luft in der Auflagertasche mit der Luft in angrenzenden Innenräumen oder Deckenhohlräumen möglich“

Vermeiden!

„konvektionshemmender“ Anschluss

- Öffnung der Fugenflanke zum Balkon:
- Kompribänder,
 - Mörtelfuge,
 - Klebmanschetten,
 - ...
 - Große Trockennisse im Balken:
 - Luftdichtkleber aus Kartusche,
 - Aufbohren und ausdübeln,
 - ...
 - (Kleine Risse sind unbedenklich)
- Nur für Teilnehmer der Tagung.
Weitergabe und Kopie -auch auszugsweise- nicht gestattet!

Hintergrundinfo: z. B. WTA 8-14

Sperrschicht

- Mauerwerk im Gebrauchszustand so feucht, dass Sperrschicht erforderlich = Feuchtschutz nicht gewährleistet
- Sperrschichten nur selten erforderlich, z. B. gegen Einbaufeuchte

Nur für Teilnehmer der Tagung,
Weitergabe und Kopie -auch
auszugsweise- nicht gestattet!

Stand wissenschaftlicher Erkenntnisse

- Es besteht immer noch Forschungsbedarf
 - Aktuell z. B.:
 - Verbundforschungsprojekt
- Nur für Teilnehmer der Tagung,
Weitergabe und Kopie -auch
auszugsweise- nicht gestattet!
- BTU Cottbus Lehrgebiet Bauphysik;
Fraunhofer Inst. f. Bauphysik; Institut f.
Bauklimatik TU-Dresden
- Umfrage auf www.holzbalkendatenbank.de
- TU-Graz Institut für Hochbau

Planung und Dimensionierung

- Der eindimensionale und gegebenenfalls zweidimensionale Wandaufbau mit dem Innendämmsystem sollte (mit hygrothermischen Berechnungsprogrammen) nachgewiesen werden.
- Durch den Vergleich verschiedener Sanierungsvarianten mit der Bestandssituation können auch für die 3D-Situation am Balkenkopf aufschlussreiche Ergebnisse erzielt werden!

Nur für Teilnehmer der Tagung,
Weitergabe und Kopie -auch auszugsweise- nicht gestattet!

Zusammenfassung

- Gründliche Bestandsaufnahme und Schadensanalyse
- Bewertung der **Schlagregenbelastung**
- Auswahl und Dimensionierung der Innendämmung, i.d.R. mit numerischer Simulation (**realistische Randbedingungen setzen, Bewertungsmaßstab auf sicherer Seite wählen**)
- Konvektionshemmende Abdichtung der Balkenauflagertaschen
- Balkenzwischenraumdämmung in den meisten Fällen zu empfehlen

Nur für Teilnehmer der Tagung,
Weitergabe und Kopie -auch
auszugsweise- nicht gestattet!

3.3. Wärmepumpen in der Gebäudesanierung –Trends, Projekterfahrungen und Forschungsergebnisse

Prof. Dr.-Ing. Jörn Krimmling

HTW Dresden, Lehrgebiet Technisches Gebäudemanagement

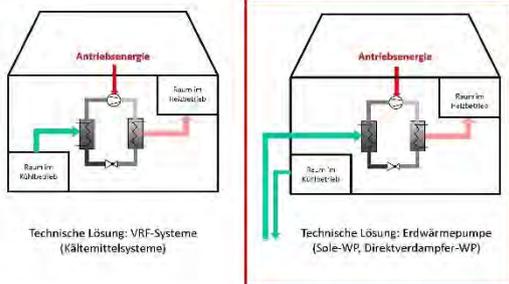
Wärmepumpen zum Heizen und Kühlen Trends, Projekterfahrungen und Forschungsergebnisse

Prof. Dr.-Ing. Jörn Krimmling,
HTW Dresden und HS Zittau/ Görlitz

Inhalt

1. Das Phänomen Wärmepumpe
2. Systemübersicht
3. Forschungsprojekte
4. Wärmepumpen in Sanierungsobjekten

1. Das Phänomen Wärmepumpe



Mögliche Einsparung durch WP in Deutschland

WP-Einsatz nur zum Heizen: elektrische Kompressions-WP

	PE Istzustand	PE-Faktor	EE Istzustand	JNG Istzustand	η_g Istzustand	NE Istzustand	PE bei $\eta_g = 3,5$ und $f_g = 2,4$
	in PJ/a	-	in PJ/a	in PJ/a		in PJ/a	in PJ/a
Kohle	54,05	1,15	47,00	0,50	23,50	16,11	
Öl	610,50	1,10	555,00	0,75	416,25	285,43	
Gas	1.233,10	1,10	1.121,00	0,78	874,38	599,57	
Strom	244,80	2,40	102,00	0,99	100,98	69,24	
Summe	2.142,45						970,36

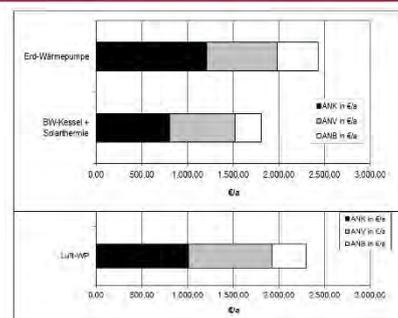
Einsparung PE = 55%

Ausgangspunkt: Endenergieverbrauch für Raumwärme (2007)

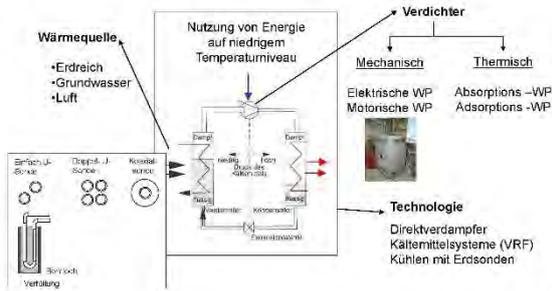
Primärenergetische Bewertung

	Jahresnutzungsgrad	Endenergie für 100% Nutzenergie	Primärenergiefaktor	fossile Primärenergie für 100% Nutzenergie
	$\eta_{s,z} = \frac{Q_{nutz}}{Q_E}$		$f_p = \frac{Q_p}{Q_E}$	
Nutzenergieform: Wärme				
Brennwertkessel	1,00	100%	1,1	110%
Fernwärme aus Heizwerk	1,00	100%	1,3	130%
Fernwärme aus allgemeiner KWK-Anlage	1,00	100%	0,7	70%
Fernwärme in Dresden	1,01	100%	0,23	23%
Luft-Wärmepumpe	2,50	40%	1,8	72%
Erd-Wärmepumpe	3,50	29%	1,8	51%
Pelletkessel	0,85	118%	0,2	24%
Nutzenergieform: Kälte				
Kompressions-Kältemaschine	3,50	29%	1,8	51%
Absorptions-Kältemaschine (FW-DD)	0,70	143%	0,23	33%
Absorptions-Kältemaschine (Erde)	0,70	143%	1,1	15%
Absorptions-Kältemaschine (Solar)	30,00	3%	1,8	6%
Erdsonden der Wärmepumpe	20,00	5%	1,8	9%

Wirtschaftliche Bewertung (Vollkosten)



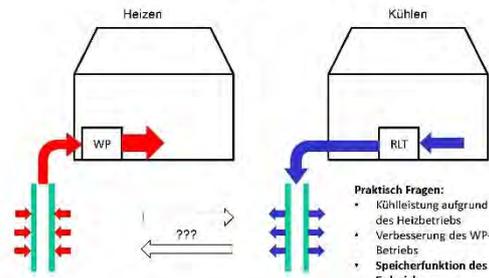
2. Systemübersicht



7

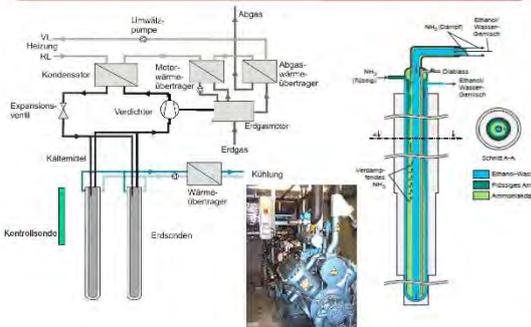
3. Forschungsprojekte - Wärmepumpen

Focus: Saisonale Speichervorgänge



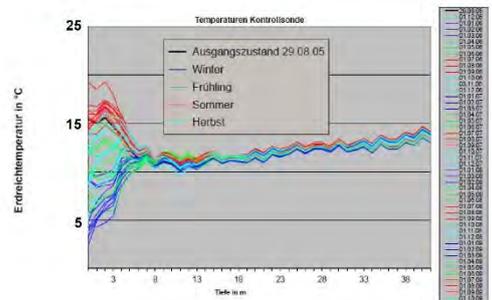
8

Projekt 1 Zittau: Direktverdampfer-WP



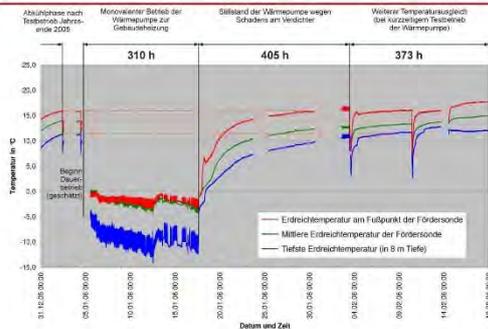
9

Temperatur im ungestörten Erdreich



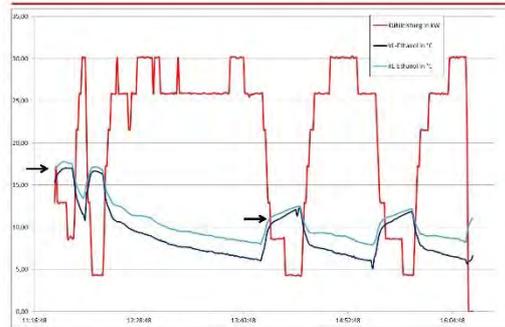
10

Untersuchungen im realen Betrieb



11

Kühlung mit WP-Unterstützung



12

Geophysikalische Untersuchungen an den Sonden

Quelle: Bohrmessung-Storkow GmbH

Messverfahren:

- Elektromagnetische Wanddickenmessung
- Röntgenstrahlungsmessungen
- Bohrlöcherlaufmessung

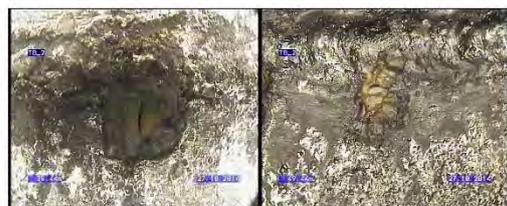
Ergebnisse

- horizontale Abweichung im Fußpunkt 2,7 m
- Lithologische Untersuchungen, Abweichungen zum Schichtenverzeichnis – (Stoffwerte bei Simulation?)
- Unvollständige Hinterfüllung (Zementierung)
- Hinterfüllung teilweise nicht verdichtet
- Risse in den Schweißnähten
- Leckagen bei 118 m und 132m (Schweißnaht)
- Deutliche Korrosionserscheinungen an der Rohraußenwand



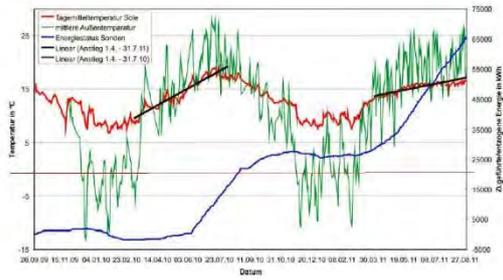
13

Untersuchungsergebnisse



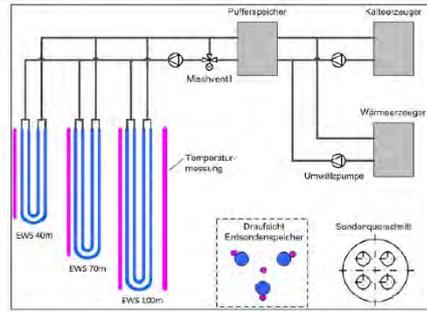
14

Projekt 2 Passivhaus: Dominierender Kühlbetrieb



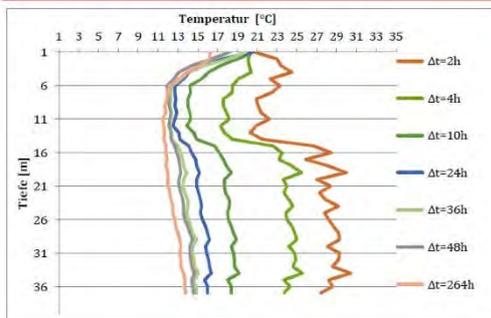
15

Projekt 3 Zittau: Erdsonden-Versuchsstand



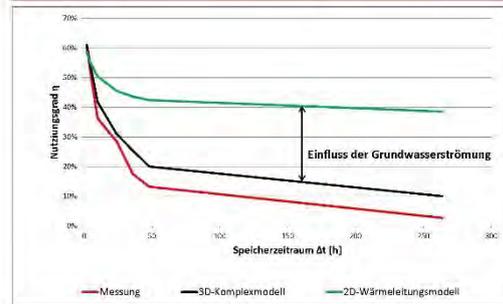
16

Energiespeichervorgänge im Erdreich



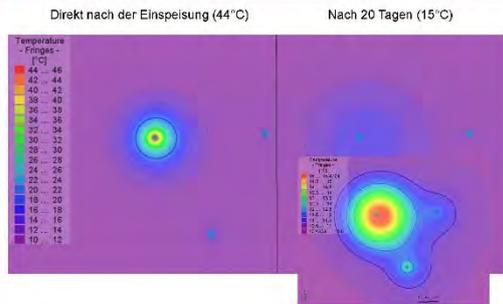
17

Speichernutzungsgrad - Erdreich



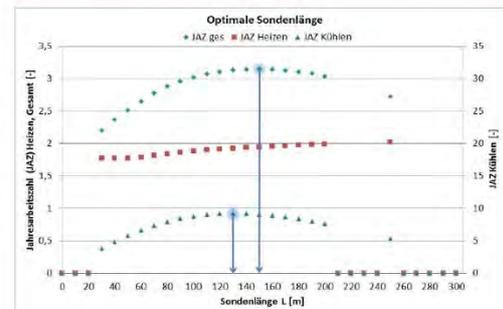
18

Speichervorgänge im Erdreich



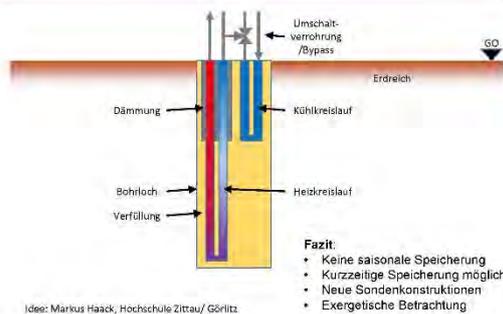
19

Optimale Sondenlänge – Heizen und Kühlen



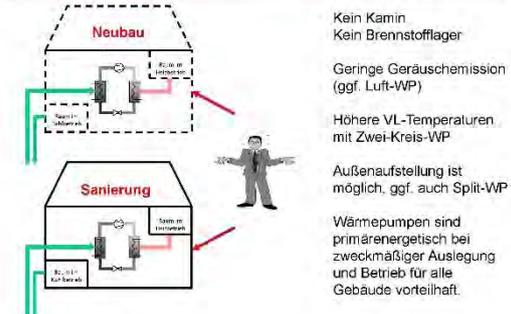
20

Neue Sondenkonstruktion



21

4. Wärmepumpen in Sanierungsobjekten



22

4. Bauten und Projekte

4.1. Baudenkmale und deren Potential zur Nutzung von Photovoltaik

Dipl.-Ing. Sebastian Horn
Technische Universität Dresden



Denkmal und Energie 2016 – Potentiale und Chancen von Baudenkmalen im Rahmen der Energiewende Baudenkmale und deren Potential zur Nutzung von Photovoltaik

Sebastian Horn
Institut für Baukonstruktion
Technische Universität Dresden

23.11.15

Baudenkmale und deren Potential zur Nutzung von Photovoltaik



3|26



Gliederung

- Motivation PV-Nutzung
- PV und Denkmalschutz
- Grundlagen der Photovoltaik
- Planungsschritte für die Nutzung von PV
- Beispielbetrachtung
- Fazit



Nutzung der Solarenergie an einem Gebäude → 50?
(Foto: Pelsmann 2014)

23.11.15

Baudenkmale und deren Potential zur Nutzung von Photovoltaik

2|26



Motivation PV-Nutzung Energiekonzept 2050

Energiekonzept der Bundesregierung von 2010.

Senkung der CO₂-Emissionen bis 2050 um 80 % gegenüber 1990.

Senkung Primärenergieverbrauch bis 2050 um 50 % gegenüber 2008.

Bis 2050 sollen 80 % des Bruttostromverbrauches aus erneuerbaren Energien gedeckt werden.

Gebäudesektor spielt dabei wichtige Rolle da er circa 40 % des Energieverbrauchs in Deutschland ausmacht.



Energiekonzept der Bundesregierung
(Quelle: BfW und BfU 2010)

23.11.15

Baudenkmale und deren Potential zur Nutzung von Photovoltaik

3|26



Motivation PV-Nutzung Energieeinsparverordnung EnEV

Umsetzung der Richtlinie 2010/31/EU.

Spätestens ab 1. Januar 2021 alle neuen Gebäude als Niedrigstenergiegebäude.

Der sehr geringe Energiebedarf sollte zu einem Großteil aus erneuerbarer Energie gedeckt werden, welche direkt oder in Nähe des Gebäudes erzeugt wird.

Nach § 5 EnEV darf PV-Strom vom berechneten Endenergiebedarf des Gebäudes abgezogen werden.



Beispiel Energieausweis nach EnEV

23.11.15

Baudenkmale und deren Potential zur Nutzung von Photovoltaik

4|26



Motivation PV-Nutzung Passivhausstandard

Seit den 90er Jahren des 20. Jahrhunderts für Gebäude mit geringen Energiebedarf bei hoher Behaglichkeit bekannt.

Berechnung nach PHPP

Heizwärmebedarf $\leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

Primärenergiebedarf $\leq 120 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

Druckluftwechsel $\leq 0,6 \text{ h}^{-1}$

Neues Bewertungssystem für Passivhäuser durch Berücksichtigung der Energieerzeugung → PER-Bedarf.

Neue PER-Faktoren beziehen auch Speicherverluste mit ein.



Neue Passivhausklassen
(Quelle: Passivhaus Institut 2015)

23.11.15

Baudenkmale und deren Potential zur Nutzung von Photovoltaik

3|26



PV und Denkmalschutz Allgemein

Prinzipiell ist der Einsatz von PV-Modulen an Baudenkmalern nicht verboten.

Das äußere Erscheinungsbild sollte nicht beeinträchtigt werden.

Beim Austausch von Bauteilen sollten Ansicht und Materialität erhalten bleiben.

Einsatz von PV auf denkmalgeschützten Gebäude ist genehmigungspflichtig → Abstimmung mit der Unteren Denkmalschutzbehörde.

Beachtung von Leitfäden und Arbeitsblättern der Länder.



Leitfäden und Arbeitsblätter zum Einsatz von PV an Baudenkmalen (Quelle: Roggenbuck Azel 2014)

23.11.15

Baudenkmale und deren Potential zur Nutzung von Photovoltaik

4|26

Grundlagen der Photovoltaik
 Solarzellen



Typologie der Solarzellen (Datengrundlage: Weller et al. 2009)

23.11.15

Baudenkmale und deren Potential zur Nutzung von Photovoltaik

7|26

Grundlagen der Photovoltaik
 Kristalline PV-Module

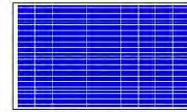
Bestehen aus mehreren, circa 0,2 mm dicken, kristallinen Siliziumzellen.

Fast 90 % der weltweit eingesetzten PV-Module an Gebäuden oder auf Freiflächen sind kristalline PV-Module.

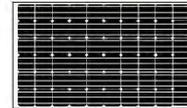
Wirkungsgrad Monokristallin 16 bis 20 %.

Wirkungsgrad Polykristallin von 14 bis 16 %.

Anfällig gegenüber Teilverschattung und Temperatur.



Prinzip: Polykristallines PV-Modul (Quelle: Institut für Baukonstruktion)



Prinzip: Monokristallines PV-Modul (Quelle: Institut für Baukonstruktion)

23.11.15

Baudenkmale und deren Potential zur Nutzung von Photovoltaik

9|26

Grundlagen der Photovoltaik
 Dünnschicht-PV-Module

Bestehen aus tausendstel Millimeter dünnen Halbleiterschichten.

Häufig verwendete Materialien sind CIGS (Kupfer, Selen, Schwefel, Gallium und Indium) und CdTe (Cadmiumtellurid).

Wirkungsgrade zwischen 6 und 12 %.

Homogene Ansicht.

Weniger Anfällig gegenüber Teilverschattung und Temperatur.



Walther-Hempel-Bau der TU Dresden: Dünnschicht-PV-Module in der Fassade (Foto: Horn 2014)

23.11.15

Baudenkmale und deren Potential zur Nutzung von Photovoltaik

9|26

Grundlagen der Photovoltaik
 Systemtechnik und Nutzungskonzepte

Umwandlung des Gleichstroms (DC) der PV-Module in einen Wechselstrom (AC) über den Wechselrichter.

Verkabelung der PV-Module über Reihen-, Parallel- oder kombinierte Reihen- und Parallelschaltung.

In Zeiten hoher Einspeisevergütungen wurde PV-Strom vollständig ins öffentliche Stromnetz eingespeist.

Mittlerweile wird Eigenverbrauch angestrebt.



Elektrische Komponenten im Generatoranschlusskasten (Foto: Horn 2014)

23.11.15

Baudenkmale und deren Potential zur Nutzung von Photovoltaik

10|26

Planungsschritte für die Nutzung von Photovoltaik
 Vorgehensweise

Auswirkungen auf den Denkmalschutz
 → Beeinträchtigung des Erscheinungsbildes.

Einbausituation
 → Verschattung, PV-Module hinterlüftet, nicht hinterlüftet.

Wahl der Modultechnologie
 → kristallin, Dünnschicht, farbige?

Überschlägige Ertragsberechnung

Machbarkeitsanalyse
 → Kosten, Nachweis der Verwendbarkeit.



Auswirkung von PV auf das Erscheinungsbild (Foto: Roggenbuck-Azad 2014)



Mögliche Verschattungen am Gebäude (Quelle: Institut für Baukonstruktion)

23.11.15

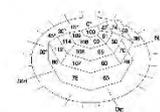
Baudenkmale und deren Potential zur Nutzung von Photovoltaik

11|26

Planungsschritte für die Nutzung von Photovoltaik
 Überschlägige Ertragsberechnung - Einstrahlung



Mittlere jährliche Globalstrahlung (Bezugszeitraum 1981-2010) (Datengrundlage: DWD 2015)



Jährl. Einstrahlung auf Flächen bezogen auf Globalstrahlung (Quelle: Weller et al. 2009)



Jährl. Einstrahlung auf Flächen bezogen auf senkrechte Einstrahlung (Quelle: Institut für Baukonstruktion)

23.11.15

Baudenkmale und deren Potential zur Nutzung von Photovoltaik

12|26

Beispielbetrachtung
 Gebäude



Ansicht des Gebäudes von der Königin-Luise-Straße (Foto: Archiv der Akademie der Künste Nr.: 77-3-4_7a)

23.11.15

Baudenkmale und deren Potential zur Nutzung von Photovoltaik

13|26

Beispielbetrachtung
 Flachdächer - Flächenpotential



Flächenpotential auf den Flachdächern von EG, 2. OG und Staffelgeschoss (Quelle: Institut für Baukonstruktion)

23.11.15

Baudenkmale und deren Potential zur Nutzung von Photovoltaik

14|26

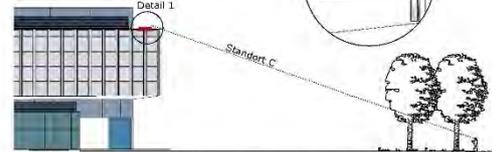
Beispielbetrachtung
 Flachdächer – Auswirkung auf Denkmalschutz



Relevante Standorte, von welchen das Erscheinungsbild bewertet wird (Datengrundlage: Google Maps 2015)
 23.11.15 Baudenkmale und deren Potential zur Nutzung von Photovoltaik 15|26

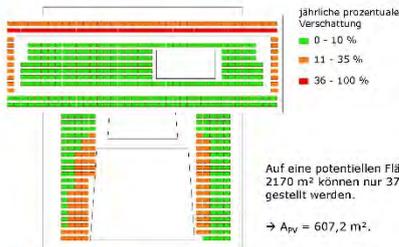
Beispielbetrachtung
 Flachdächer – Auswirkung auf Denkmalschutz

Verwendung von monokristallinen PV-Modulen.
 L/B/H = 1640 mm/990 mm/40 mm.
 Modulwirkungsgrad 17,2 %, Neigung 10°.



Untersuchung der Beeinträchtigung des Erscheinungsbildes durch die PV-Module von Standpunkt C (Quelle: Institut für Baukonstruktion)
 23.11.15 Baudenkmale und deren Potential zur Nutzung von Photovoltaik 16|26

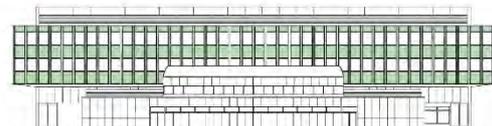
Beispielbetrachtung
 Flachdächer – Einfluss Verschattung



Verschattungsgrad der PV-Module auf den Flachdächern (Quelle: Institut für Baukonstruktion)
 23.11.15 Baudenkmale und deren Potential zur Nutzung von Photovoltaik 17|26

Beispielbetrachtung
 Vorhangsfassade - Flächenpotential

Einbau von PV-Modulen in die opaken Brüstungselemente der Südfassade.
 Unterschiedliche Abmessungen je nach Ebene.
 Verfügbare Fläche für PV-Nutzung = 240 m².



Flächenpotential der Vorhangsfassade des Laborgebäudes (Ansicht von Süden) (Datengrundlage: Winfried Breine Architekt)
 23.11.15 Baudenkmale und deren Potential zur Nutzung von Photovoltaik 18|26

Beispielbetrachtung
 Vorhangsfassade – Auswirkung auf den Denkmalschutz



Verwendung von Dünnschicht-PV.
 Farbe und Abmessung nach Fassade.
 Modulwirkungsgrad 11 %.



Ansicht Vorhangsfassade von Norden (Foto: Institut für Baukonstruktion)
 Beispiel Farbvariation von Dünnschicht-PV-Modulen (Foto: Institut für Baukonstruktion)
 23.11.15 Baudenkmale und deren Potential zur Nutzung von Photovoltaik 19|26

Beispielbetrachtung
 Machbarkeitsanalyse

- PV auf Flachdächern**
 Standardisierte PV-Module und Unterkonstruktionen können verwendet werden.
 Technisch, baurechtlich und finanziell machbar.
 Keine Beeinträchtigung des Erscheinungsbildes.
- PV in der Fassade**
 Kein geregeltes Bauprodukt, ein Verwendbarkeitsnachweis ist nötig.
 Sonderabmessungen und Farbgebung erhöhen Investitionskosten.
 Geringe PR durch Einsatz in einer Warmfassade mindert Ertrag.

23.11.15 Baudenkmale und deren Potential zur Nutzung von Photovoltaik 20|26

Beispielbetrachtung
 Nutzungskonzept

Einspeisung des PV-Stroms aufgrund geringer Einspeisevergütungen unrentabel, Eigenverbrauch sollte angestrebt werden.
 Im Ausgangszustand hat Gebäude einen Strombedarf für Kühlung von circa 369 MWh/a.
 Durch PV auf den Flachdächern könnte der Strombedarf zu einem Viertel aus erneuerbaren Energien gedeckt werden.
 Zeitpunkt für Kühlbedarf häufig identisch mit Zeitpunkt der Stromerzeugung -> hoher Deckungsanteil

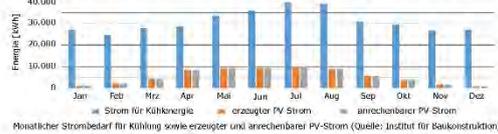


Ansicht Vorhangsfassade von Süden (Foto: Institut für Baukonstruktion)
 23.11.15 Baudenkmale und deren Potential zur Nutzung von Photovoltaik 21|26

Beispielbetrachtung
 Bilanzierung EnEV

Nach § 5 EnEV darf PV-Strom vom berechneten Endenergiebedarf des Gebäudes abgezogen werden.
 PV-Strom ersetzt teilweise Strommix zum Betrieb der Kältemaschinen. Die Bilanzierung muss dabei monatsweise erfolgen.

Beim betrachteten Gebäude kann PV-Strom zu 100 % angerechnet werden. Damit ergibt sich eine Primärenergieeinsparung von 117 MWh/a (bei $f_{pv} = 1,8$ ab 1.1.16).



Monatlicher Strombedarf für Kühlung sowie erzeugter und anrechenbarer PV-Strom (Quelle: Institut für Baukonstruktion)
 23.11.15 Baudenkmale und deren Potential zur Nutzung von Photovoltaik 22|26

Fazit

- Die Nutzung von PV kann einen entscheidenden Beitrag zum Erreichen der Klimaschutzziele der Bundesregierung leisten.
- Die Anbringung von PV-Modulen an Baudenkmalen ist nicht grundlegend verboten, jedoch auch nicht überall sinnvoll.
- Bei der Anbringung von PV-Modulen sollte ein enger Dialog mit den zuständigen Denkmalschutzbehörden stattfinden → Beachtung vorhandener Leitfäden.
- Das äußere Erscheinungsbild sollte nicht beeinträchtigt werden.
- PV-Module auf Dachflächen gehören zum Stand der Technik → entscheidend ist aber die Nutzung des PV-Stroms, auch in Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit.
- PV-Module in der Fassade sind nur für bestimmte Baudenkmale geeignet, aufgrund konstruktiver und baurechtlicher Problemunkte jedoch oft noch nicht wirtschaftlich.

Literatur

BMWi und BMU 2010 Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) Öffentlichkeitsarbeit; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) Öffentlichkeitsarbeit (Hrsg.): Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. München: PRpetuum, 2010.

DWD 2015 http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDasktop?_nfpb=true&_pageLabel=dwdwww.klima.umwelt.gutachtenT15805338371147076754824&sbDocumentPath=Navigat ion%2FOeffentlichkeit%2FKlima_Umwelt%2FKlimagut achten%2FSolarenergie%2FGlobaistr_Karten_frei_target.html, abgerufen am 01.04.2015.

Felsmann 2014 Felsmann, C.: Gebäudetechnik – Anforderungen im Denkmalschutz: Vortrag. Denkmal und Energie 2014 – Gebäudeertüchtigung im Klimawandel – 2014-02-10, 15.00 – 15.30 Uhr Osnabrück, Zentrum für Umweltkommunikation.

Literatur

Passivhaus Institut 2015 <http://www.passipedia.de/zertifizierung/passivhaus-klassen/classic-plus-premium>, abgerufen am 16.11.2015.

Roggenbuck-Azad 2014 Roggenbuck-Azad, U.: Solaranlagen an / auf denkmalgeschützten Gebäuden: Vortrag. Denkmal und Energie 2014 – Gebäudeertüchtigung im Klimawandel – 2014-02-10, 14.30 – 15.00 Uhr Osnabrück, Zentrum für Umweltkommunikation.

Weiler et al. 2009 Weiler, B.; Hemmerle, C.; Jakubetz, S.; Unnewehr, S.: DETAIL Praxis Photovoltaik. Technik, Gestaltung, Konstruktion. München: Institut für internationale Architekturdokumentation, 2009.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

4.2. Victoria-Gewächshaus Berlin – Energetische Sanierung hochtransparenter Gebäudehüllen

Friedhelm Haas

Haas Architekten BDA, Berlin



Büroprofil



Friedhelm Haas

1964 geboren in Ostpreußen
1989-1991 Studium an der TU Berlin
1991-1993 Gründung des Büros
1993-1995 Gründung des Büros
1995-1997 Gründung des Büros
1997-2000 Gründung des Büros
2000-2002 Gründung des Büros
2002-2004 Gründung des Büros
2004-2006 Gründung des Büros
2006-2008 Gründung des Büros
2008-2010 Gründung des Büros
2010-2012 Gründung des Büros
2012-2014 Gründung des Büros
2014-2016 Gründung des Büros
2016-2018 Gründung des Büros
2018-2020 Gründung des Büros
2020-2022 Gründung des Büros
2022-2024 Gründung des Büros
2024-2026 Gründung des Büros
2026-2028 Gründung des Büros
2028-2030 Gründung des Büros



Silke Gehmer-Haas

1968 geboren in Ostpreußen
1991-1993 Studium an der TU Berlin
1993-1995 Gründung des Büros
1995-1997 Gründung des Büros
1997-2000 Gründung des Büros
2000-2002 Gründung des Büros
2002-2004 Gründung des Büros
2004-2006 Gründung des Büros
2006-2008 Gründung des Büros
2008-2010 Gründung des Büros
2010-2012 Gründung des Büros
2012-2014 Gründung des Büros
2014-2016 Gründung des Büros
2016-2018 Gründung des Büros
2018-2020 Gründung des Büros
2020-2022 Gründung des Büros
2022-2024 Gründung des Büros
2024-2026 Gründung des Büros
2026-2028 Gründung des Büros
2028-2030 Gründung des Büros

Personalstruktur

2020-2022 Gründung des Büros
2022-2024 Gründung des Büros
2024-2026 Gründung des Büros
2026-2028 Gründung des Büros
2028-2030 Gründung des Büros

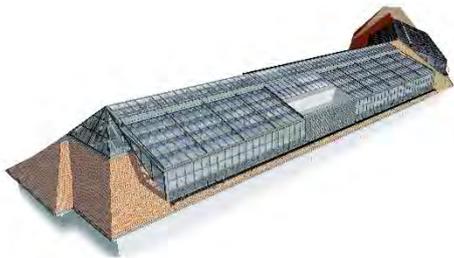
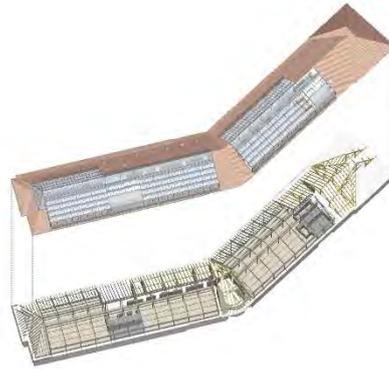
Technische Ausstattung

100% Holzbauteile
100% Holzbauteile

Leistungen des Büros

100% Holzbauteile
100% Holzbauteile

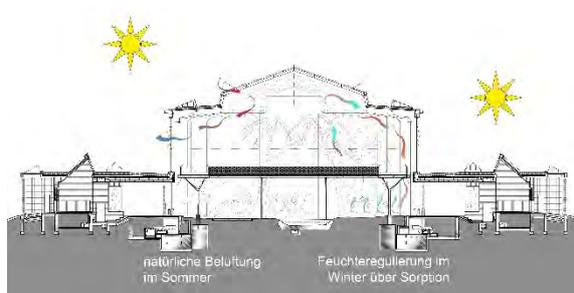


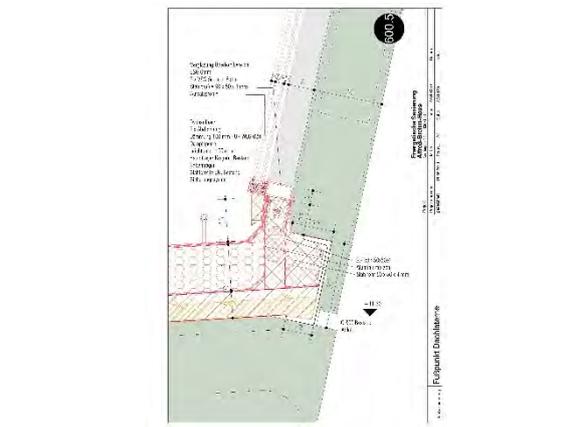
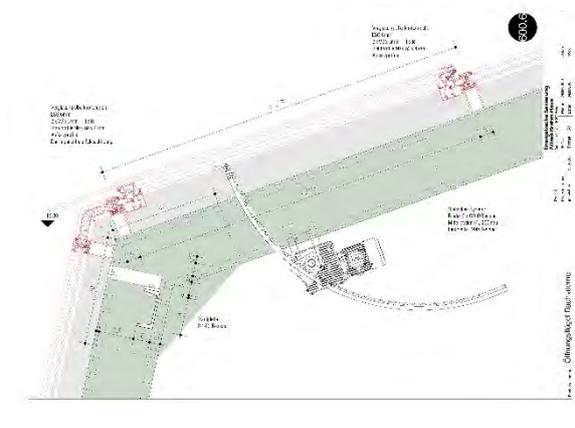
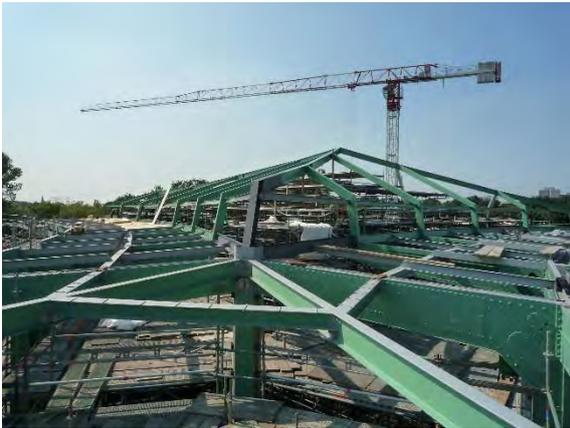


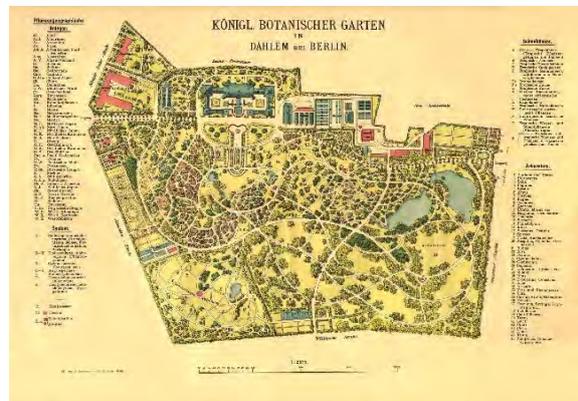
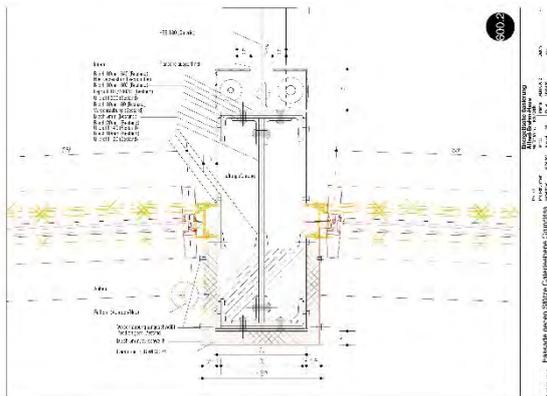
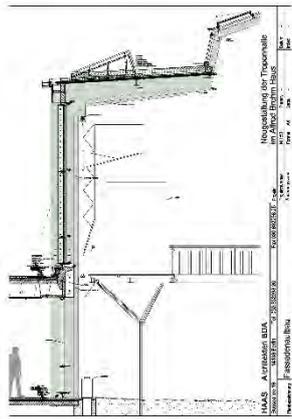
Bundesarchiv, BArch 183-102208-0314
Foto: Spremberg, Joachim 13. Februar 1974

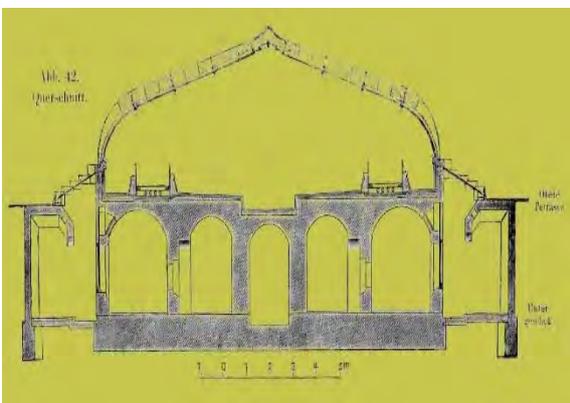


Alfred-Brehm-Haus im Jahr der Eröffnung 1963 Foto: G. Budich

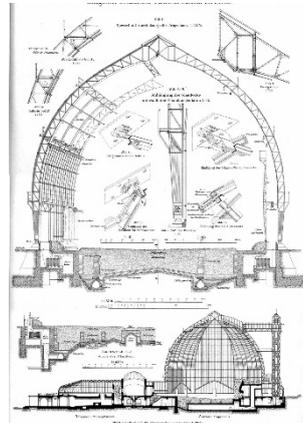
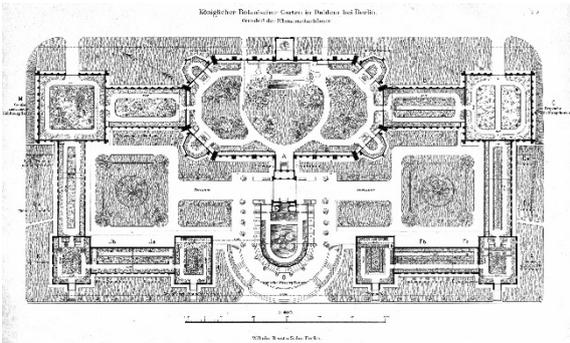
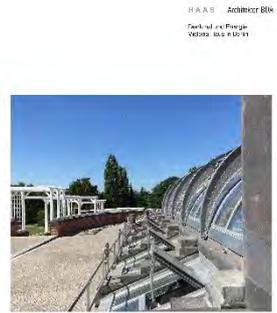
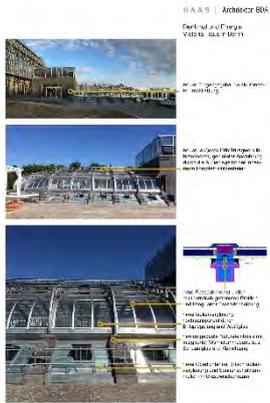




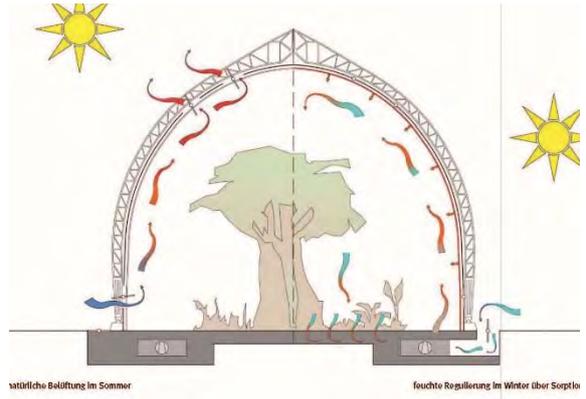
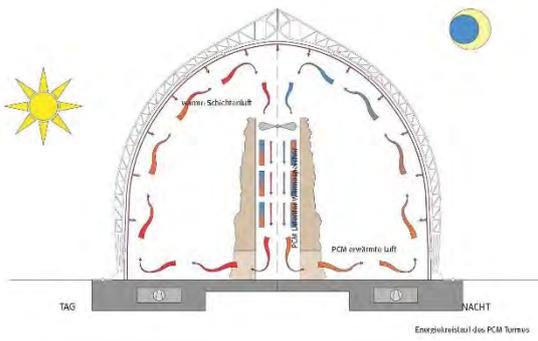








GRÖSSES TROPENHAUS, BERLIN - ENERGIEKONZEPT



5. Fazit

Die Tagung „Denkmal und Energie 2016 – Potentiale und Chancen von Baudenkmalen im Rahmen der Energiewende“ beschäftigte sich mit den Möglichkeiten zur energetischen Sanierung von Baudenkmalen und der Fragestellung, welchen Beitrag diese zu den energiepolitischen Zielen der Bundesregierung leisten können. Die Veranstaltung sollte den Planungsbeteiligten helfen, individuelle Maßnahmen zu entwickeln.

Der Teilnehmerkreis von 154 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 10 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 und auch 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.

Ein wesentliches Ziel der Bundesregierung, neben der generellen Energieeinsparung, ist die Energieerzeugung am Gebäude. Auch hier kann ein Teil der Baudenkmalen einen Beitrag leisten. Infolge gesunkener Einspeisevergütungen für PV-Strom wird heute ein maximaler Eigenverbrauch des am Gebäude erzeugten Stroms angestrebt. Da der Zeitpunkt der Energieerzeugung und des Energieverbrauchs jedoch nicht immer identisch sind, werden Speichersysteme immer wichtiger. Auch die richtige Auslegung der Anlagentechnik kann dazu beitragen, den solaren Deckungsanteil des Gebäudeenergiebedarfes zu erhöhen.

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 Denkmoldelle 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 13.132,94 €, welcher in den weiteren Ausbau zukünftiger Tagungen investiert wird. Ein Punkt ist dabei der Besuch anderer Weiterbildungsveranstaltungen zur Findung qualitativ hochwertiger Themen und Referenten. Weiterhin besteht aufgrund der positiven Resonanz zu unserem Tagungsband die Überlegung, diesen neben den Referenten mit weiteren Beiträgen zu füllen. Dies könnte über einen „Call for Abstracts“ geschehen.