

Institut für Baukonstruktion
Technische Universität Dresden

**Denkmal und Energie –
Tagesseminar „Gebäudeertüchtigung im Klimawandel“**

Abschlussbericht über ein Forschungsprojekt,
gefördert unter dem AZ: 31887 - 25 von der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt

von

Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weller,
Dipl.-Ing. Sebastian Horn,
Dipl.-Ing. Marc-Steffen Fahrion,

14.05.2014

© 2014 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	31887	Referat	25	Fördersumme	14.020,00 €
Antragstitel		Tagesseminar „Denkmal und Energie – Gebäudeertüchtigung im Klimawandel“			
Stichworte					
Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)		
3 Monate	05.12.2013				
Zwischenberichte	keine				
Bewilligungsempfänger		Technische Universität Dresden Institut für Baukonstruktion George-Bähr-Straße 1 01062 Dresden		Tel	0351/463-33531
				Fax	0351/463-35039
				Projektleitung	
				Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weller	
				Bearbeiter	
				Dipl.-Ing. Sebastian Horn	
Kooperationspartner					
 Zielsetzung und Anlaß des Vorhabens					
<p>Das Ziel der Weiterbildungsveranstaltung liegt im Wissenstransfer von Forschungserkenntnissen und erfolgreichen Projektbeispielen an relevante Schlüsselakteure aus dem Themenbereich Denkmal und Energie. Zu den primären Adressaten zählen: Architekten, Ingenieure, Denkmalpfleger, Vertreter des öffentlichen Dienstes, Unternehmen und Gebäudeeigentümer. Allgemeingültig soll bei ihnen zum einen das Interesse und die Akzeptanz für eine denkmalgerechte energetische Sanierung geweckt werden. Zum anderen soll ein Bewusstsein dafür geschaffen werden, dass geplante Konzepte auch in ferner Zukunft noch unter geänderten Klimabedingungen funktionieren müssen. Die Akteure sollen in die Lage versetzt werden, die Erkenntnisse in ihre Entscheidungen und in ihr Handeln zu integrieren. Als Parameter sollen Wirtschaftlichkeit, gestalterische Qualität in Verbindung mit den besonderen Anforderungen des Denkmalschutzes, Nutzungsqualität, Energieeffizienz und Anpassung an die Folgen des Klimawandels gelten. Zudem soll die Tagung die Basis für eine Überarbeitung und Erweiterung der Tagungsunterlagen hin zu einem Fachbuch liefern, welches bei Springer Vieweg im Frühjahr 2015 erscheinen soll. Die darin enthaltenen Untersuchungsbeispiele sind zum Teil auch Inhalt der Vorträge.</p>					
 Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden					
<p>Ziel des Projektes ist die Erarbeitung eines Tagungsprogramms mit anschließender Durchführung einer Fortbildungsveranstaltung, welche den Stand der Wissenschaft im Hinblick auf die energetische Sanierung denkmalgeschützter Gebäude unter dem Aspekt des Klimawandels widerspiegelt. Hierbei sollen die spezifischen Problempunkte angesprochen und Lösungsmöglichkeiten aufgezeigt werden, die in Abhängigkeit der Baukonstruktion zu erwarten sind. Referenten aus der ganzen Bundesrepublik mit langjähriger Erfahrung im Bereich der Denkmalpflege müssen für die Tagung gewonnen werden. Ziel ist es sowohl Denkmalschützer, Vertreter der Wissenschaft und Forschung sowie praktisch tätige Planer zu Wort kommen zu lassen, um eine ganzheitliche Betrachtung des Themas sicherzustellen. Des Weiteren gilt es die Tagung zu bewerben, um ein möglichst breites Feld an Teilnehmern anzusprechen.</p>					
<small>Deutsche Bundesstiftung Umwelt • An der Bornau 2 • 49090 Osnabrück • Tel 0541/9633-0 • Fax 0541/9633-190 • http://www.dbu.de</small>					

Zusätzlich werden Tagungsunterlagen aufbereitet, die im weiteren Verlauf auch für ein Fachbuch „Baukonstruktion im Klimawandel“ (Arbeitstitel) genutzt werden sollen. Mittelpunkt des Projektes ist die Durchführung der Tagung am 10.02.2014 mit insgesamt 10 Fachvorträgen im ZUK in Osnabrück. Nach der Veranstaltung findet eine kritische Nachbereitung statt. Dies dient dazu, die Erkenntnisse aus der Veranstaltung zu nutzen, um weitere geplante Fortbildungsveranstaltungen hinsichtlich Didaktik und Durchführung zu verbessern. Die Ergebnisse der Veranstaltung werden dokumentiert.

Ergebnisse und Diskussion

Den Teilnehmern der Tagung wurden neuste Erkenntnisse zur denkmalgerechten energetischen Sanierung vorgestellt. Mit Hilfe der Vorträge, Diskussionen und umfangreichen Tagungsunterlagen wurden die Teilnehmer für die Komplexität des Themas sensibilisiert. Sie erhielten Einblick in die Bewertungskriterien der Denkmalschutzbehörden, wodurch Missverständnisse und nicht genehmigungsfähige Planungen frühzeitig vermieden werden sollen. Der fachgerechte Umgang mit verschiedenen Baumaterialien und Konstruktionen für einen ausreichenden Schutz gegen die Umwelteinwirkungen Starkregen, Hochwasser und Hagel sowie die Bedeutung des sommerlichen Wärmeschutzes insbesondere im Zeichen des Klimawandels wurde erläutert.

Die Teilnehmer wurden in die Lage versetzt, Sanierungsmaßnahmen an Denkmalen kritisch zu bewerten und erhalten detaillierte Hinweise zur schadenfreien Sanierung. Die Tagung trägt zum fachgerechten Erhalt der historischen Bausubstanz bei, indem sie Forschungsergebnisse 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. Die erarbeiteten Vorträge wurden dokumentiert und den Teilnehmern nach der Veranstaltung zum Download zur Verfügung gestellt. Zudem erhielten die Teilnehmer als Seminarunterlage die Fachpublikationen: Weller, B.; Naumann, T., Jakubetz, S. (Hrsg.): Gebäude unter den Einwirkungen des Klimawandels. Berlin: Rhombos, 2012 und Weller, B.; Fahrion, M.-S.; Naumann, T. (Hrsg.): Gebäudeertüchtigung im Detail für den Klimawandel. Berlin: Rhombos, 2013. 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 Nachhaltiges Bauen und Energieeffiziente Gebäude den Studenten des 7. und 8. Semesters vorgestellt. Zudem soll die Tagung die Basis für eine Überarbeitung und Erweiterung der Tagungsunterlagen hin zu einem Fachbuch liefern, welches bei Springer Vieweg im Frühjahr 2015 erscheinen soll. Die darin enthaltenen Untersuchungsbeispiele sind zum Teil auch Inhalt der Vorträge und sollen einer breiten Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden.

Fazit

Mit der gewählten Vorgehensweise konnte ein breites Publikum aus den unterschiedlichsten Bereichen der Baubranche und Denkmalpflege erreicht werden. 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. Ein Thema, welchem bei eventuell folgenden Veranstaltungen eine höhere Priorität eingeräumt werden sollte ist die Vorstellung mehrerer durchgeführter Sanierungen von Baudenkmalen.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	6
Zusammenfassung	7
Antragsteller und Projektleitung	8
Einleitung	10
1. Eröffnung und Impuls:	13
1.1. Eröffnung	13
1.2. DBU-Förderschwerpunkt: Zukunftsweisende Sanierung im Denkmalschutz	14
1.3. Das Dreischeibenhaus in Düsseldorf – Sanierung einer denkmalgeschützten Ikone	24
2. Umgang mit veränderten Einwirkungen	31
2.1. Gebäude unter den Einwirkungen des Klimawandels	31
2.2. Sommerhitze: Optionen für die Gebäudeertüchtigung	33
2.3. Überflutung und Starkregen: Optionen für die Gebäudeertüchtigung	37
2.4. Hagel: Optionen für die Gebäudeertüchtigung	40
3. Gebäudetechnik	43
3.1. Klimadaten und Klimawandel – Energiebedarf, Leistungsbedarf und thermischer Komfort	43
3.2. Solaranlagen an denkmalgeschützten Gebäuden	46
3.3. Gebäudetechnik – Anforderungen im Denkmalschutz	50
4. Ausblick Fassadengestaltung	55
4.1. Gebäudebegrünung – Eigenschaften, Unterschiede, Systematik	55
4.2. Photovoltaik in der Architektur – Technik, Ausführung, Baurecht	61
5. Fazit	65

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Teilnehmer Tagesseminar „Denkmal und Energie – Gebäudeertüchtigung im Klimawandel“

Abb. 2: Begrüßung und Eröffnung durch Dr. Heinrich Bottermann, Generalsekretär der Deutschen Bundesstiftung Umwelt.

Abb. 3: Zusammenfassung und Ausblick von Frau Dipl.-Ing. Arch. Sabine Djahanschah von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt.

Zusammenfassung

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

Die Tagung beschäftigte sich mit den aktuell viel diskutierten Themen Klimawandel und Klimaschutz, welche eine große Herausforderung für das Bauwesen darstellen, der sich auch die Baudenkmäler nicht entziehen können. Das Seminar stellte die Besonderheiten der sich verändernden Umwelteinwirkungen Sommerhitze, Überflutung, Starkregen und Hagel vor und gab Lösungsvorschläge für Planer bei denkmalgerechten und energetischen Gebäudeertüchtigungen. Anhand verschiedener Beispielgebäude wurden typische Baukonstruktionen, Schadensbilder und Sanierungsbeispiele aufgezeigt und im Detail erläutert.

Als Begleitmaterial zum Tagesseminar wurden jedem Teilnehmer neben den Vortragsfolien die Fachbücher:

- Weller, B.; Naumann, T., Jakubetz, S. (Hrsg.): Gebäude unter den Einwirkungen des Klimawandels. Berlin: Rhombos, 2012.
- Weller, B.; Fahrion, M.-S.; Naumann, T. (Hrsg.): Gebäudeertüchtigung im Detail für den Klimawandel. Berlin: Rhombos, 2013.

ausgehändigt.

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

Klimawandel und Klimaschutz stellen aktuell eine große Herausforderung für das Bauwesen dar. Auf der einen Seite werden im Gebäudesektor große Energiemengen verbraucht und Treibhausgase freigesetzt, die man im Neubau sowie im Gebäudebestand reduzieren muss. Auf der anderen Seite müssen sich Gebäude- und Siedlungsstrukturen durch ihre lange Nutzungsdauer an die Auswirkungen des Klimawandels anpassen. Beide Strategien sollten nicht in Konflikt stehen. Vielmehr müssen sie in der Baupraxis in Einklang gebracht werden. Die durch den Klimawandel veränderten Einwirkungen erfordern neue Vorgehensweisen bei der Sanierung von Bestandsgebäuden. Eine besondere Herausforderung liegt hierbei in der energetischen Ertüchtigung und Klimaanpassung von Baudenkmalen, da hier größtenteils nur bestimmte, denkmalverträgliche Anpassungsmaßnahmen durchgeführt werden dürfen.

Im Rahmen mehrerer Forschungsprojekte zum Thema "Denkmal und Energie" erwies sich die Gebäudehülle als eine der Schlüsselstellen in der Baukonstruktion, da sie sowohl gestalterische, schützende als auch bauphysikalische Aufgaben vereint. Bei energetischen Sanierungen entstehen hier auch die meisten Konflikte zwischen Denkmalschutz und Energieeffizienz.

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 – Gebäudeertüchtigung im Klimawandel, in welcher typische Baukonstruktionen, Schadensbilder und Sanierungsvorschläge aufgezeigt werden, stellte dafür ein adäquates Mittel dar. Das Tagesseminar fand am 10.02.2014 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 erfolgten die Begrüßung durch den Generalsekretär der DBU, Dr. Heinrich Bottermann, und eine Vorstellung des Förderschwerpunktes „Zukunftsweisende Sanierung im Denkmalschutz“ der DBU durch Architektin Sabine Djahanschah.

Im ersten Fachvortrag stellte Herr Dipl.-Ing. (FH) Jürgen Einck von Drees & Sommer Advanced Building Technologies die Sanierung des denkmalgeschützten Gebäudes „Dreischeibenhäus“ in Düsseldorf vor.

Danach erfolgte die Einführung von Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weller in Vertretung für Dr.-Ing. Thomas Naumann vom Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung in den Themenblock Klimawandel. Unter dem Vortragstitel „Gebäude unter den Einwirkungen des Klimawandels“ legte er den Grundstein für die folgenden Vorträge von Dipl.-Ing. Marc-Steffen Fahrion (Institut für Baukonstruktion der TU Dresden), Dipl.-Ing. Johannes Nikolowski (Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung) und Dipl.-Ing. Sebastian Horn (Institut für Baukonstruktion der TU Dresden), welche sich mit den Einwirkungen Sommerhitze, Überflutung und Starkregen sowie Hagel beschäftigten und die Optionen für eine Gebäudeertüchtigung erläuterten.

Nach der Mittagspause folgte der zweite Themenblock mit dem Fokus auf der Anlagentechnik. Neben grundlegenden Erkenntnissen über den Energiebedarf, Leistungsbedarf und thermischen Komfort, vorgetragen von Prof. Dr.-Ing. Karsten Voss von der Bergischen Universität Wuppertal, referierte Prof. Dr.-Ing. Clemens Felsmann vom Institut für Energietechnik der Technischen Universität Dresden über die speziellen Anforderungen der Gebäudetechnik im

Denkmalschutz. Einen Überblick über die Besonderheiten bei der Anbringung von Solaranlagen an denkmalgeschützten Gebäuden aus Sicht der Denkmalpflege gab Frau Dipl.-Ing. Architektin Ulrike Roggenbuck-Azad vom Landesamt für Denkmalpflege in Stuttgart.

Im letzten Themenblock zum Ausblick über Möglichkeiten zur Fassadengestaltung stellte Frau Gast.-Prof. Nicole Pfoser von der HfWU Nürtingen verschiedene Systeme der Gebäudebegrünung vor. Die jeweiligen Systeme samt Eigenschaften und Unterschieden wurden dabei eindrucksvoll durch Bilder umgesetzter Maßnahmen hinterlegt. Abgerundet wurde der Themenblock von dem Vortrag von Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weller vom Institut für Baukonstruktion der Technischen Universität Dresden über die Photovoltaik in der Architektur. Der Schwerpunkt lag dabei auf einer allgemeinen Vorstellung der Technik, sowie Möglichkeiten der Ausführung und die Besonderheiten im Baurecht.



Abb. 1: Teilnehmer Tagesseminar „Denkmal und Energie – Gebäudeertüchtigung im Klimawandel“



Abb. 2: Begrüßung und Eröffnung durch Dr. Heinrich Bottermann, Generalsekretär der Deutschen Bundesstiftung Umwelt.



Abb. 3: Zusammenfassung und Ausblick von Frau Dipl.-Ing. Arch. Sabine Djahanschah von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt.

1. Eröffnung und Impuls

1.1. Eröffnung

Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weller
Technische Universität Dresden

Denkmal und Energie 2014
Gebäudeertüchtigung im Klimawandel

Eröffnung

Bernhard Weller
Technische Universität Dresden
Institut für Baukonstruktion

10.02.2014

Eröffnung 2 | 5

Programm

<p>06:15 Eröffnung Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weller, Technische Universität Dresden</p> <p>09:20 Begrüßung und Einleitung Dr. Axelrich Bollerbaum, Generalbeauftragter der Deutschen Bundesstiftung Umwelt</p> <p>08:30 DBU Förderschwerpunkt: Zukunftweisende Sanierung im Denkmalschutz Dipl.-Ing. Arch. Sabine Gubarschuk, Deutsche Bundesstiftung Umwelt</p> <p>10:00 Das Dreischleibenhäus in Düsseldorf – Sanierung einer denkmalgeschützten Ikone Dipl.-Ing. (FH) Jürgen Färck, Green & Sommer Advanced Building Technologies Köln</p> <p>10:30 Gebäude unter den Einwirkungen des Klimawandels Dr.-Ing. Thomas Knaumann, Leibniz-Institut für Ökologische Raumentwicklung</p> <p>11:00 Kaffee</p>	<p>11:30 Sommerhitze: Optionen für die Gebäudeertüchtigung Dipl.-Ing. Marc-Steffen Fahrion, Technische Universität Dresden</p> <p>12:00 Überflutung und Starkregen: Optionen für die Gebäudeertüchtigung Dipl.-Ing. Johannes Rübnerweck, Leibniz-Institut für Ökologische Raumentwicklung</p> <p>12:30 Hagel: Optionen für die Gebäudeertüchtigung Dipl.-Ing. Sebastian Horn, Technische Universität Dresden</p> <p>13:00 Mittagessen</p>
---	---

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Eröffnung 3 | 5

Programm

<p>14:00 Klimadaten und Klimawandel – Energiebedarf, Leistungsbedarf und thermischer Komfort Prof. Dr.-Ing. Karsten Kreis, Stuttgartische Universität Wuppertal</p> <p>14:30 Situationslagen an denkmalgeschützten Gebäuden Dipl.-Ing. Ulrike Roggenbuck-Azad, Landesamt für Denkmalpflege Stuttgart</p> <p>15:00 Gebäudetechnik – Anforderungen im Denkmalschutz Prof. Dr.-Ing. Clemens Fekemann, Technische Universität Dresden</p> <p>15:30 Kaffee</p>	<p>16:00 Gebäudebegrenzung – Eigenschaften, Unterschiede, Systematik Dipl.-Ing. Anjahe Pflanz, Technische Universität Darmstadt, Guest-Prof. IFAW UN Nürnberg</p> <p>16:30 Photovoltaik in der Architektur – Technik, Ausführung, Barriere Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weller, Technische Universität Dresden</p> <p>17:00 Zusammenfassung und Ausblick Dipl.-Ing. Arch. Sabine Gubarschuk, Deutsche Bundesstiftung Umwelt</p> <p>17:30 Schlusswort und Verabschiedung</p>
---	--

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Eröffnung 4 | 5

Allgemeines

Pausenfolie mit Link und Passwort zum Download der Vortragsfolien

Denkmal und Energie | 10.02.2014 Donnerstag | 20h

Elektronische Vorträge ab 13.02.2014 unter:
www.tu-dresden.de/iaa/energie

Passwort: denkmal_energie



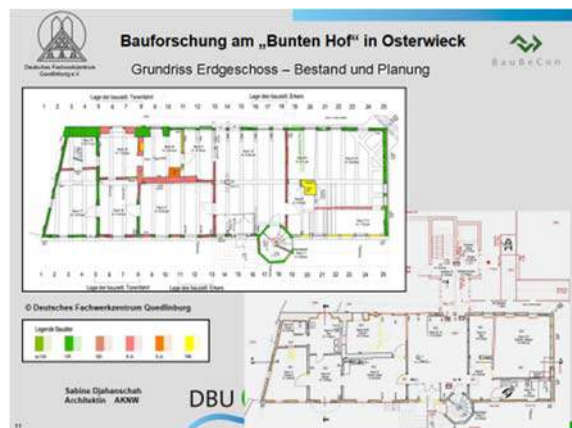
Technische Universität Dresden | Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Evaluationsbögen in Tagungsunterlagen bitte ausgefüllt am Ende der Tagung an der Anmeldung abgeben

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Los geht's...

1.2. DBU-Förderschwerpunkt: Zukunftsweisende Sanierung im Denkmalschutz
 Dipl.-Ing. Arch. Sabine Djahanschah
 Deutsche Bundesstiftung Umwelt



Modellprojekt des Landes Sachsen-Anhalt Osterwieck „Bunter Hof“ Instandsetzungsmaßnahmen

Der Wendelstein erhält einen neuen Natursteinsockel, die Schwelle wird ertüchtigt, Ausvierungen an den Ständern und Erneuerung der Ständerfüße

© Deutsches Fachwerkzentrum Quedlinburg
Sabine Dijkshoorn
Architektin AKW

Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Modellprojekt des Landes Sachsen-Anhalt Osterwieck „Bunter Hof“ Instandsetzungsmaßnahmen

© Deutsches Fachwerkzentrum Quedlinburg

Modellprojekt des Landes Sachsen-Anhalt Osterwieck „Bunter Hof“ Instandsetzungsmaßnahmen

© Deutsches Fachwerkzentrum Quedlinburg

Kleinformatige Wärmedämmlehmplatten

2-lagiger Lehmputz

Mehrlagige putzfähige Holzfaserdämmplatten



Jahrhundertwende und älter

Sabine Dijkshoorn
Architektin AKW

Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Baudenkmal in Görlitz

Integraler Planungsprozess und Evaluation einer denkmalgerechten energetisch und bauphysikalisch optimierten Sanierung

Gebäudeheizung und Trinkwassererwärmung brauchen 25 kWh/m²a

© TU Dresden, Institut für Baukultur, Bauherr Janel Conrad

Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Gebäude Handwerk 15 in Görlitz Stadtsicht von 1714

Gebiet ab 1250 bebaut, barocker Ursprung des Gebäudes
1726 Wiederaufbau des Gebäudes
1856 Nutzungserweiterung

© TU Dresden, Institut für Baukultur

Wärmedämmmassnahmen

- Innendämmung Straßenseite
- Innendämmung Nachbarwände Dachgeschoss
- Dachdämmung
- WDVS Hofseite
- zwei gedämmte Deckenebenen

- Kastenfenster mit Wärmeschutzverglasung aus Solarglas

© TU Dresden, Institut für Bauphysik

Sabine Djahanschah Architektin AKWV DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Innendämmung Straßenseite

Messerrfassungsanlage für die Baukonstruktion

- Innen- und Außenklima
- Benutzerverhalten
- Temperatur, Feuchte und Wärmestrom in der Konstruktion
- Innendämmung: Kondensatmenge mit Dampfschutz 0,2 kg/qm, ohne 0,5 kg/qm

© TU Dresden, Institut für Bauphysik

Sabine Djahanschah Architektin AKWV DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Anlagentechnik

- Gas-Brennwerttherme
- Fußboden- und Wandheizung
- Schichtenspeicher 800 L
- Solaranlage im Sommer zur Temperierung EG
- Kaminheizkessel mit Wärmetauscher

© TU Dresden, Institut für Bauphysik

Sabine Djahanschah Architektin AKWV DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Lüftungsanlage Trink- und Abwasseranlage

- Zuluft- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung
- Erdwärmetauscher
- Kanal zum Wärmetauscher
- Abwasserwärmenutzung mittels „Fußbodenheizung“ im EG
- Grau- und Regenwasser-nutzungsanlage/Abwasserwärmenutzung

© TU Dresden, Institut für Bauphysik

Sabine Djahanschah Architektin AKWV DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Bauten der Nachkriegsmoderne

Sabine Djahanschah Architektin AKWV DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Energiespar- und Klima-Sanierung des Rathauses Aschaffenburg

© Architekturbüro Haase, Karlsruhe

Sabine Djahanschah Architektin AKWV DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Lageplan | Fassade

© Architekturbüro Haase, Karlsruhe

Sabine Djahanschah Architektin AKWV DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Primärenergiekennwerte

Scenario	Primary Energy Value (kWh/m²)
Bausand	~350
Bausand klimatisiert	~250
Ex-EV-Sanierung	~150
Optimierte Sanierung	~100
Optimiert klimatisiert	~80

© Architekturbüro Haase, Karlsruhe, Bauherr Stadt Aschaffenburg

Sabine Djahanschah Architektin AKWV DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Vorhandene Baumängel

problematischer Sonnenschutz

Ungedämmter Stahlbeton

Hoher Verglasungsanteil

Hohe interne Lasten

Unausgewogene Raumheizung

© Architekturbüro Haase, Karlsruhe
Sabine Dijkshoorn Architektin AKW

DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Lichtlenkung

Verbesserung des U-Werts von 2,9 auf 0,95 W/m²K
Verschattungsfaktor 90%

© Architekturbüro Haase, Karlsruhe

DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt

temperierte Innendämmung

mit innenseitiger Wärmedämmung

ohne innenseitige Wärmedämmung

© Architekturbüro Haase, Karlsruhe

Sabine Dijkshoorn Architektin AKW

DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Funktionsschema Sommer

© Architekturbüro Haase, Karlsruhe

Sabine Dijkshoorn Architektin AKW

DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Funktionsschema Winter

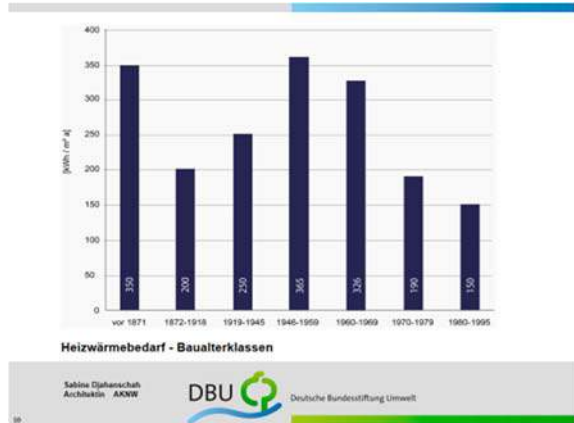
© Architekturbüro Haase, Karlsruhe

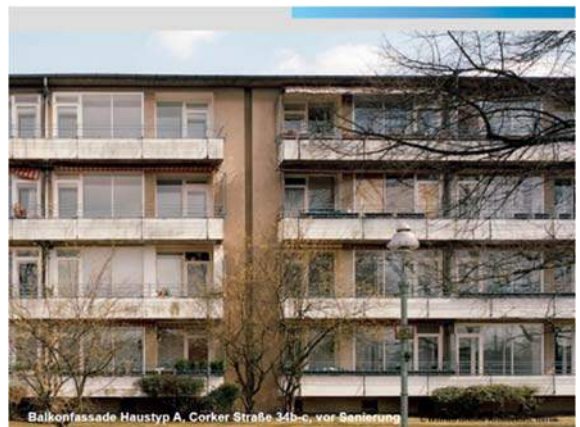
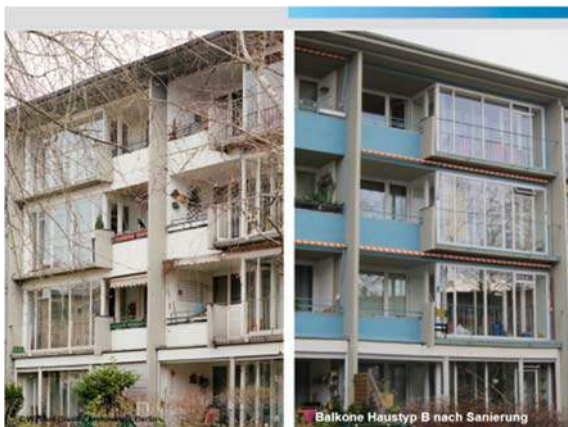
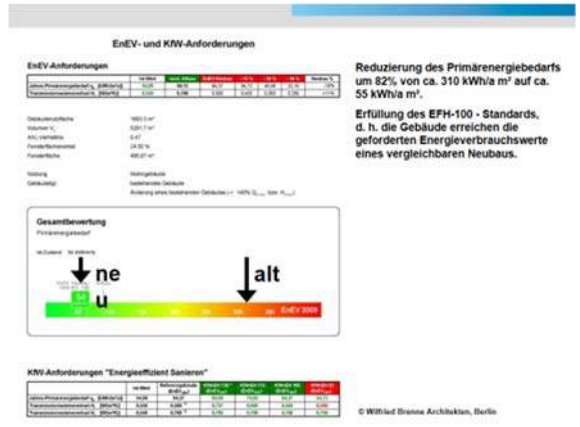
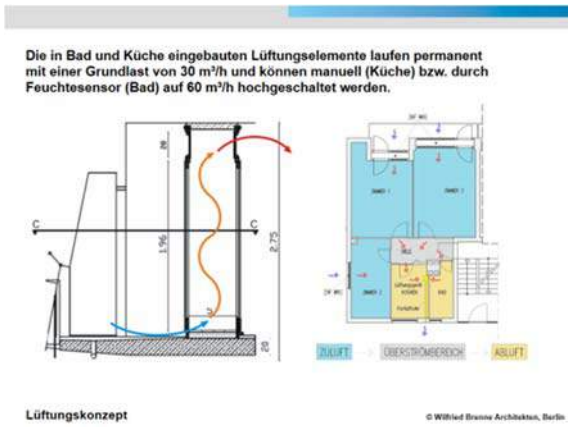
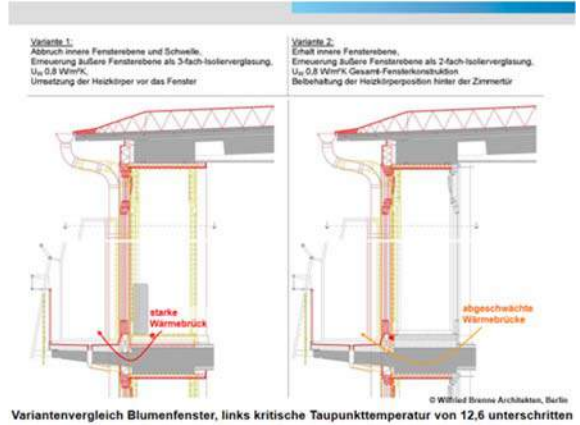
Sabine Dijkshoorn Architektin AKW

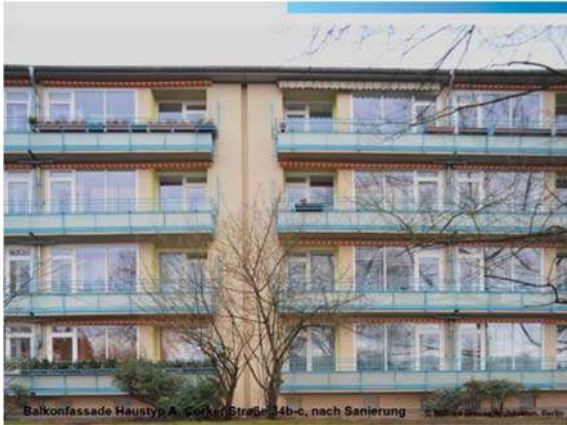
DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Welterbe Siedlung Schillerpark, Berlin

© Wilfried Brenne Architekt, TU Dresden, Prof. Weller u. Prof. Richter, Ingenieurbüro Kurth GmbH
Bauherr: Berliner Bau und Wohnungsgenossenschaft von 1892 e.G.







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 Haus typ B nach Sanierung

EHEMALIGEN BAYERISCHEN LANDESVERTRETUNG VON SEP RUF IN BONN (BAUJAHR 1955)

LABORUNTERSUCHUNG DES KUNSTSTEINPUTZES AM FACHBEREICH ARCHITEXTURE RESTAURIERUNG DER FHP; ERGEBNIS: ÖLSCHIEFER-TERRAZZO

LABORUNTERSUCHUNG DER DÄMMUNG VOR ORT; ERGEBNIS: WASSERABWEISEND*

BAUZAUFNAHME

DACHTERRASSE HAUPTBAU: DAMPFSPERRE UNWIRKSAM, DÄMMUNG FEUCHT

DACH HAUPTBAU STAFFELGESCHOSS: UNGLEICHMÄSSIGE PERLITE-SCHÜTTUNG, DEFEKTER RANDDÄMMSTREIFEN MINERALWOLLE.

PAVILLON: (DEFEKTE) DÄMMUNG NUR ÜBER DEM FLURBEREICH

DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt

PRIVILLON VON 1955 WEITESTGEGEND ERHALTEN

BAUZEITLICHER KUNSTSTEIN, FENSTER VON 1992

INNERE FASSUNG WIEDERGEGEWONNEN

ERWEITERUNG VON 1983 ERHALTEN

ZUSTAND HEUTE

DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt

LABORUNTERSUCHUNG DES KUNSTSTEINPUTZES AM FACHBEREICH ARCHITEXTURE RESTAURIERUNG DER FHP; ERGEBNIS: ÖLSCHIEFER-TERRAZZO

LABORUNTERSUCHUNG DER DÄMMUNG VOR ORT; ERGEBNIS: WASSERABWEISEND*

BAUZAUFNAHME

DACHTERRASSE HAUPTBAU: DAMPFSPERRE UNWIRKSAM, DÄMMUNG FEUCHT

DACH HAUPTBAU STAFFELGESCHOSS: UNGLEICHMÄSSIGE PERLITE-SCHÜTTUNG, DEFEKTER RANDDÄMMSTREIFEN MINERALWOLLE.

PAVILLON: (DEFEKTE) DÄMMUNG NUR ÜBER DEM FLURBEREICH

DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt

BAUTEILMESSUNG / -SIMULATION KUNSTSTEINFASSENDE

VERGLEICH MESSUNG/ SIMULATION

SIMULATION: VERGLEICH MÖGLICHER INNENDÄMMSYSTEME MIT DEM BESTAND.

ERGEBNIS

DAS FORSTSCHADENS- UND BETÄULUNGSPOTENTIAL AN DER FASSADE STEIGT MIT ZUNEHMENDER DÄMMGÜTE. EINE DÄMMUNG NACH ENEV 2009 (U=0,35W/M²K) KÖNNTE FÜR DIE WERTVOLLE KUNSTSTEINFASSENDE, SCHADENSAUSLÖSEND SEIN. DARBEI IST ES UNERWÜNSCHT, OB ES SICH UM EIN DIFFUSIONSOFFENES (Z.B. KALZIJUMSILIKAT) ODER DIFFUSIONSICHTES DÄMMSYSTEM HANDELT. DIE DERZEIT EINGEBAUTE „MODERATE“ INNENDÄMMUNG IST IN ORDNUNG.

DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Übertemperaturstunden Tr>25°C

BEISPIEL MESSUNG BUERO ANBAU, 1. OG NACH SÜDWESTEN IM SOMMER: HAUFUNG VON TAGEN MIT HOHEN TEMPERATUREN

MESSUNG

VERGLEICH MESSUNGEN UND NUTZERBEFRAGUNG

Temperatur	Büro Corridor	Büro 2.09	Büro 2.11	Büro 2.21	Büro 2.16	Büro 2.12
sehr heiß	0 stn	1 stn	0 stn	0 stn	0 stn	2 stn
sehr warm	3 stn	0 stn	2 stn	0 stn	0 stn	1 stn
warm	3 stn	0 stn	7 stn	2 stn	2 stn	0 stn
Wärme warm	0 stn	0 stn	1 stn	2 stn	1 stn	0 stn
neutral	1 stn	3 stn	2 stn	6 stn	6 stn	7 stn
leicht kühl	2 stn	0 stn	0 stn	0 stn	2 stn	0 stn
kühl	0 stn	0 stn	0 stn	0 stn	1 stn	0 stn
sehr kühl	0 stn	0 stn	0 stn	0 stn	0 stn	0 stn
sehr sehr kühl	0 stn	0 stn	0 stn	0 stn	0 stn	0 stn
Gesamt	13 stn	0 stn	10 stn	10 stn	12 stn	13 stn

DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt

...BEI DER GRUNDRISSANORDNUNG UND FASSADENGESTALTUNG SOLL DARAUF RÜCKSICHT GENOMMEN WERDEN, DASS DIE RÄUME IN SONNENLAGE BEI DEM AM NIEDERHEIN IN DEN SOMMERMONATEN HERRSCHENDEN HEIßEN KLIMA EINER STARKEN ERWÄRMUNG AUSGESETZT SIND. ... (AUSLÖBUNGS-TEXT WETTBEWERB 1954)




MARKISE UND SCHWINGFLÜGEL WAREN NICHT NUR ARCHITEKTONISCHER AUSDRUCK, SONDERN HATTEN BAUKLIMATISCHE FUNKTION. GEPLANT WAR ZUDEM EINE „STRAMAX“ DECKENHEIZUNG (NICHT AUSGEFÜHRT).

Die Oberlichter zur Querlüftung im Pavillon kamen nicht zur Ausführung, dafür wurde eine Klimaanlage später nachgerüstet.

WETTBEWERB 1954
BEITRAG SEP RUF – HISTORISCHES KLIMAKONZEPT ALS WESENTLICHER TEIL DES ARCHITECTURENTWURFES
Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Sabine Djahanschah
Architektin AKNW



MÖGLICHES ENERGETISCHES UND DENKMALPFLEGERISCHES KONZEPT:
AUFGREIFEN UND WIEDERHERSTELLEN DES HISTORISCHEN ARCHITEKTUR- UND KLIMAKONZEPTES...
BAULICH: SCHWINGFENSTER, QUERLÜFTUNG, MARKISEN
TECHNISCH: FLÄCHENHEIZUNG, Z.B. IN DER DECKE
...BEI ZEITGEMÄßEN ENERGETISCHEN ANFORDERUNGEN:
OPTIMALE DÄMMWERTE
OPTIMIERTE LÜFTDICHTHEIT BEIM EINBAU
NIEDERTEMPORATURBETRIEB...

Sabine Djahanschah
Architektin AKNW

MARKISE: MECHANISMUS UND TEXTILMUSTER IST NOCH VORHANDEN



AUSBLICK UMSETZUNG UND TESTREALISIERUNGEN
REKONSTRUKTION DER FENSTER MIT OPTIMALEM WÄRMESCHUTZ SOWIE WIEDERHERSTELLUNG DER VERSCHÄTTUNG

WETTBEWERB 1954
BEITRAG SEP RUF – HISTORISCHES KLIMAKONZEPT ALS WESENTLICHER TEIL DES ARCHITECTURENTWURFES
Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Sabine Djahanschah
Architektin AKNW



Pflanzenphysiologisches Institut der FU Berlin
- Konzeptstudie

© Wilfried Brenne Architekten, Berlin

Sabine Djahanschah
Architektin AKNW

1. BESTANDSANALYSE

- WINFRIED BRENNE ARCHITEXTEN
 - Gebäudebuch
 - Naturgeographie
 - Denkmalwertigkeit
- TU-DRESDEN
 - U-Werte
 - Wärmelasten / Thermografie
- TRANSOLAR
 - Energieverbrauch
 - Gebäudetechnik
 - Raumsimulation

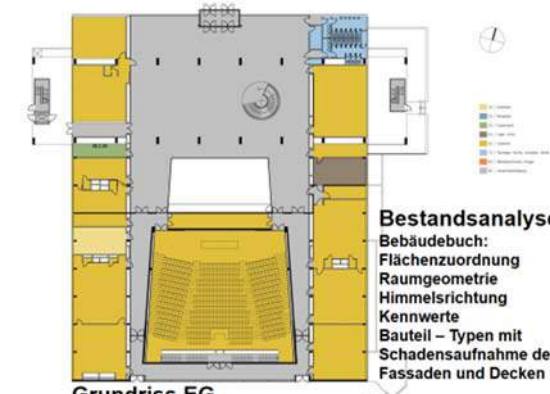
2. VARIANTENUNTERSUCHUNG

- WINFRIED BRENNE ARCHITEXTEN
 - Grundriss-Neuorganisation
- TU-DRESDEN
 - Hilfchensanierung
- TRANSOLAR
 - Raumsimulation in Varianten
 - Neuerkennung der Gebäudetechnik

Bestandsanalyse: Denkmalwertigkeit

© Wilfried Brenne Architekten, Berlin

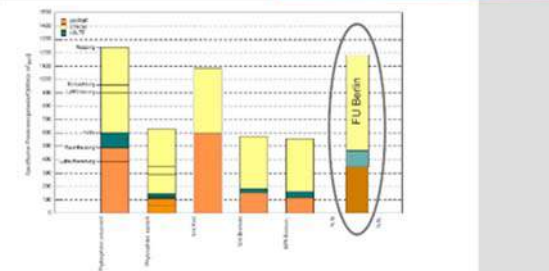
Sabine Djahanschah
Architektin AKNW



Bestandsanalyse:
Gebäudebuch:
Flächenzuordnung
Raumgeometrie
Himmelsrichtung
Kennwerte
Bauteil – Typen mit Schadensaufnahme der Fassaden und Decken

Grundriss EG

© Wilfried Brenne Architekten, Berlin

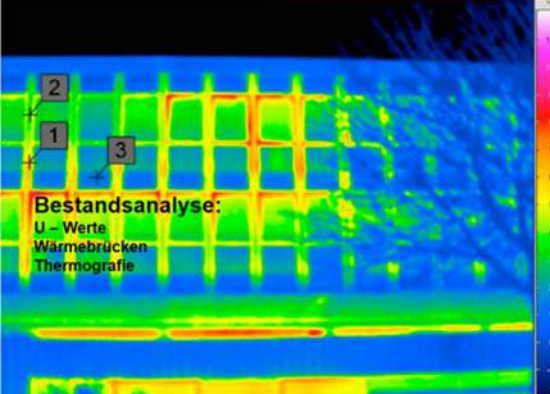


Vergleich der durch Simulation berechneten Verbrauchswerte mit ähnlichen Gebäuden

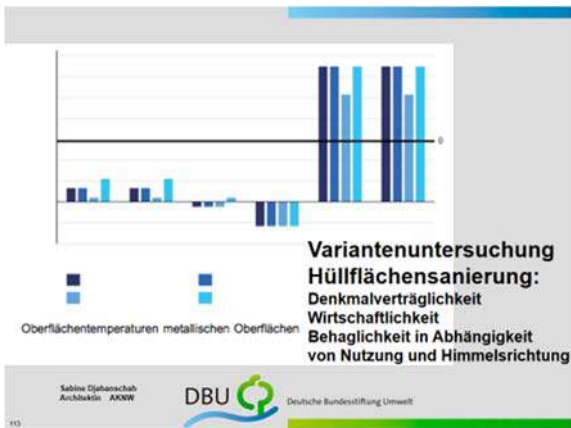
Bestandsanalyse:
Energieverbrauch Gebäudetechnik Raumsimulation

Sabine Djahanschah
Architektin AKNW

DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt



Bestandsanalyse:
U – Werte
Wärmebrücken
Thermografie



Wie geht's weiter?

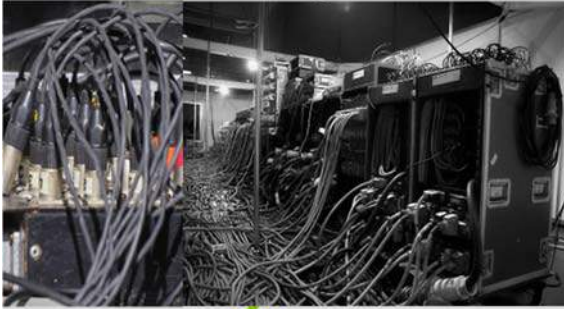
Sabine Djahanschah Architektin ANW

DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt

118



Evaluation und Monitoring Methoden und Verbreitung



Sabine Djahanschah
Architektin ANW



105

Ressourcenschonende Bauteile und Produkte



Sabine Djahanschah
Architektin ANW



107

Warum ein Förderschwerpunkt?

Sabine Djahanschah
Architektin ANW



108

Initialzündung Förderschwerpunkt: Stärkere Betonung des Plattformgedankens



Sabine Djahanschah
Architektin ANW



104

DBU als neutraler Partner, um fachlichen Diskurs, Kommunikation und Vernetzung zu initiieren



Sabine Djahanschah
Architektin ANW



130

Komplexität des Denkmalthemas



Sabine Djahanschah
Architektin ANW



136

Synergien?

Denkmalschutz vs. Energieeffizienz
Gemeinsame Ziele und Potentiale entdecken

Sabine Djahanschah
Architektin ANW



137

Förderkriterien

Sabine Djahanschah
Architektin ANW



139



Umweltrelevanz
Energie- und Ressourceneffizienz
Schutz der Ökosysteme

Sabine Djiharschah
Architektin AKW

DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt

144



Innovationshöhe

Nachhaltige Weiterentwicklung
des Gebäudebestandes

Sabine Djiharschah
Architektin AKW

DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt

145



Modellhaftigkeit

Entwicklung einer
Planungsmethodik

Sabine Djiharschah
Architektin AKW

DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt

146



Wie andere mitnehmen?

Messlatte Nachhaltigkeit

Sabine Djiharschah
Architektin AKW

DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt

147



Dokumentation und Kommunikation
.....neue Wege weisen

Sabine Djiharschah
Architektin AKW

DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt

148



Herzlichen Dank!

Sabine Djiharschah
Architektin AKW

DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt

149

1.3. Das Dreischeidenhaus in Düsseldorf – Sanierung einer denkmalgeschützten Ikone

Dipl.-Ing. (FH) Jürgen Einck

Drees & Sommer Advanced Building Technologies, Köln



Das Dreischeidenhaus in Düsseldorf –
Sanierung einer denkmalgeschützten Ikone

Nur ganz kurz...



Jürgen Einck
Dipl.-Ing. (FH) Bau
Senior-Projektpartner
Prokurist
Leitung Fassadentechnik
Köln

- 1987 – 1991 Studium Bauingenieurwesen an der FH Münster
- 1991 – 1993 Bauleiter, Karl Schäfer, Ibbenbüren
- 1993 – 1999 Fassadenberater/technischer Vertrieb Gabr. Schneider, Sierpfach
- 2000 – 2003 Fassadenberater IFB Horst Grün GmbH, Mülheim a.d.Ruhr
- 2003 – 2007 Drees & Sommer ABT
- seit 2007 Prokurist/Leitung Fassadentechnik Drees & Sommer Köln

Wer sind wir?

Was machen wir?

Drees & Sommer Advanced Building Technologies GmbH
Ingenieurgesellschaft für ganzheitliche Bauberatung und Planung

- Fassadentechnik
- Bauphysik/Baukologie
- Filigrane Tragwerksplanung
- Energiedesign
- Energiemanagement
- Gebäudetechnik
- Facility Management Consulting
- Daten- und Informationsmanagement

DS-Plan
Ingenieurgesellschaft für ganzheitliche Bauberatung und Generalcontracting mBtH

Planungsleistungen

- Fassadentechnik
- Bauphysik/Baukologie
- Filigrane Tragwerksplanung
- Energiedesign
- Energiemanagement
- Gebäudetechnik/TGA-Planung
- Planungs- und baubegleitendes FM

Stuttgart · Frankfurt · Hamburg · Köln · Düsseldorf · München

WAS IST GENERALFACHPLANUNG?

ARCHITEKT

- Fassadentechnik
- Energiedesign
- Green Building Management
- Gebäudetechnik
- Tragwerksberatung
- Bauphysik
- Baubegleitendes Facility Management



DS-Plan
Engineering aus Leidenschaft.

Revitalisierungsspezialist

Ein Prädikat, das wir uns seit über 15-Jahren hart erarbeitet haben!



Ihre Vorteile

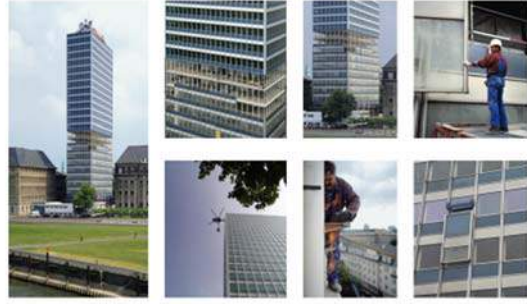
- Langjährige Erfahrung aus vielen realisierten Projekten
- Großes Sanierungs-Spezialwissen in allen Ingenieursdisziplinen
- Hohe ingenieurtechnische Sensibilität im Umgang mit denkmalgeschützten Fassaden und Gebäuden



Das Startprojekt 1999
Vodafone Hochhaus Düsseldorf
Architekten RKW



Sanierung von oben nach unten
Warum? Sanierung als Schlüssel zum terminlichen Erfolg



Referenzen
(Auszug) Revitalisierungen



Esplanade 20 Hamburg

Baudenkmal

Architekt: Winking Fresh Architekten Hamburg
Bauherr: Robert Vogel GmbH & Co. KG Hamburg



VW Konzernzentrale Wolfsburg

Baudenkmal

Architekt: lms Architekten Wolfsburg
Bauherr: Volkswagen AG Wolfsburg



Sparkasse Hannover (Am Raschplatz)

Architekt: sp a Hannover

Bauherr: Sparkasse Hannover

Referenzen
(Auszug) Revitalisierungen



Spiegel Gebäude AM Hamburg

Baudenkmal

Architekt: Prof. Bernd Wobking Hamburg
Bauherr: IVG Development Hamburg



Bunde Eisenmann Bau Andy Warhol Building Offenbach

Baudenkmal

Architekt: Ingenhoven Architekten Düsseldorf
Bauherr: Bunde Immobilien Offenbach

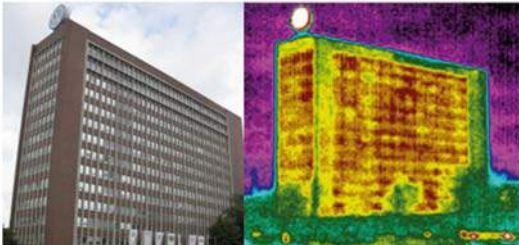


Deutsche Bank AG Zwillingturm Frankfurt

Baudenkmal

Architekten: gmp Architekten Frankfurt
Mainz Sabine Jesberger Roland
Bauherr: Deutsche Bank AG Frankfurt

Revitalisierung
Konzernzentrale Wolfsburg (Baudenkmal)



Eine neue Fassade ... für moderne komfortable Büroräume unter Berücksichtigung der Denkmalschutzanforderungen

Denkmalschutz
Gute Lösungen schaffen Vertrauen



- Das jeweilige Amt für Denkmalschutz muss kein Gegner werden.
- Bekannte, im Sinne des Denkmalschutzes „gute“ Projekte, schaffen Vertrauen.
- Wichtig! energetisch wichtige „Kleinänderungen“ sind nahezu ausnahmslos möglich.

➔ Gute Projekte, Erfahrung im Sinne des Denkmalschutzes, schaffen großes Vertrauen



Fassadensanierung einer denkmalgeschützten Ikone – Dreischeibenhaus Düsseldorf

Dreischeibenhaus



Dreischeibenhaus



Dreischeibenhaus

Historie



Entscheidung Wettbewerb

- HPP Architekten, Dezember 1955 (Kernhaus)

Entscheidung Dreischeibenhaus

- HPP Architekten, Dezember 1956

Dreischeibenhaus

Historie



Bearbeiten

- 17. Juni 1957: Erdaushub
- 3. Oktober 1957: Grundsteinlegung
- 5. September 1958: Richtfest

Bezugsfertig

- Mai 1960

Erste Sanierung

- 1992 – 1995

Dreischeibenhaus

1994 erneuerte Bestandsfassade



Dreischeibenhaus

„Vision“ ... 2014



Dreischeibenhaus

Revitalisierung 2012 – 2014



Dreischeibenhaus

Moderne Bürowelten (2014)



Dreischeibenhaus

Moderne Bürowelten (2014)



Dreischeibenhaus
Hohe Flexibilität (2014)

• Zellen-Variante



• Openspace-Variante



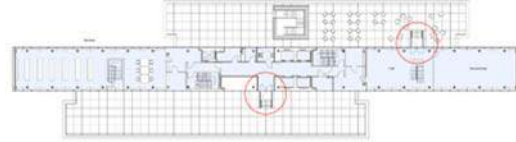
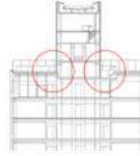
• Kombi-Variante



• Konferenz-Variante



Dreischeibenhaus
Ausblicke ... über den Dächern Düsseldorfs (2014)



Die Randbedingungen ...
Parameter Planungsbeginn 2011



- ✓ Beste Innenstadtlage Düsseldorfs
- ✓ Fassade erst ca. 18 Jahre alt
- ✗ Fassade denkmalgeschützt
- ✗ Erhöhter Verkehrslärm
- ✗ Keine offenbaren Fensterflügel
- ✗ Energetisch nahezu unwirksamer, innen liegender Sonnenschutz
- ✗ Unkomfortables Büroklima
- ✗ Extrem hoher Energieverbrauch
- ✗ Zuletzt unzufriedene Nutzer, Auszug in neues Headquarter... Verkauf

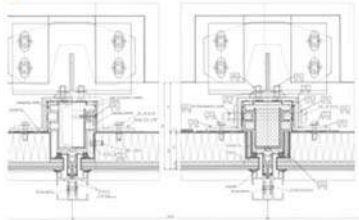
Bestandsfassade
Regelbereich



Bestandsfassade
Regelbereich

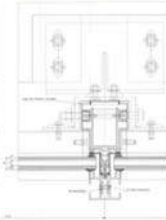
H-Schnitte

• Brüstungsbereiche



H-Schnitt

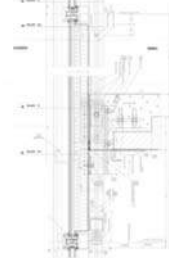
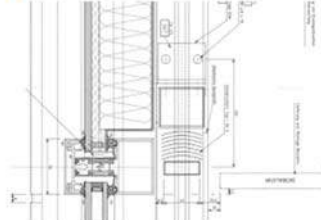
• Fensterbereich



Bestandsfassade
Regelbereich

V-Schnitte

• Zwischenriegel / Brüstungsbereich



Bestandsfassade
"Tiefkühltruhen" vor der Fassade – zig m2 versenkte Bürofläche



Bestandsfassade
Zustand / Funktionalität

Thermische Hülle / Fassade im Bestand ...

Konstruktiv intakt ... aber „ohne zeitgemäße Eigenschaften/Merkmale!“

- ✗ Rahmenprofile mit schlechtem $U_f = 2,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
- ✗ Verglasung mit schlechtem $U_g = 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$
- ✗ Keine freie Fensterlüftung möglich
- ✗ Schlechter sommerlicher Wärmeschutz
- ✗ Sonnenschutzglas blendet natürliches Tageslicht aus



- ➔ Geringer thermischer Komfort!
- ➔ Hohe Energieverluste durch schlechte U-Werte!
- ➔ Hohe Beleuchtungskosten!

Neues Fassadenkonzept

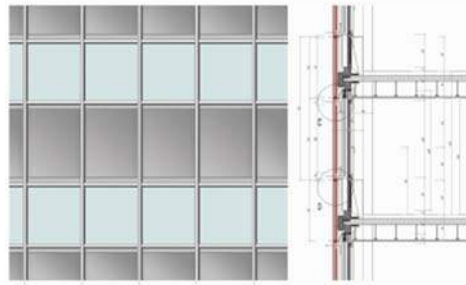
"Vision"

Eine „neue“ Fassade ... für moderne komfortable Büroräume unter Berücksichtigung der Denkmalschutz- und Green-Building-Anforderungen



Neues Fassadenkonzept

Einfache und schlüssige „Grund-Idee“ von HPP



DS-PLAN

Neues Fassadenkonzept

Zielsetzung

Nachhaltiges und zukunftsweisendes Fassadenkonzept ... unter Berücksichtigung architektonischer, fassadentechnischer, haustechnischer und wirtschaftlicher Aspekte



Neues Fassadenkonzept

Technische Umsetzung

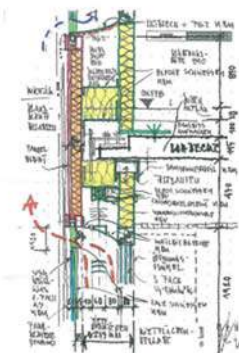
Ingenieurtechnische Umsetzung der Fassadenkonzept-Idee:

Änderung bestehendes Fassadenprinzip von einschalig auf „kompakt-doppelschalig“ trotz Denkmalschutz!

Architekt
Fassadeningenieur
Bauherr / Investor



Lösung in Kooperation mit dem Amt für Denkmalschutz ... nicht gegen den Denkmalschutz!



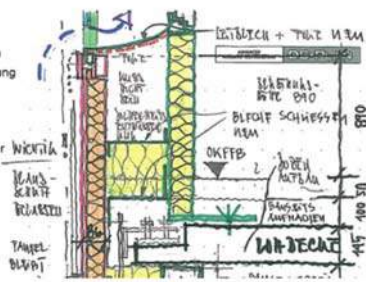
DS-PLAN

Neues Fassadenkonzept

Technische Umsetzung

Wesentliche konstruktive Knackpunkte

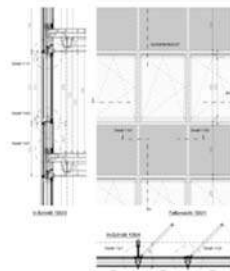
- Abdichtung Fassadenzwischenraum
- Kontrollierte Entwässerung
- Funktionserhalt Brandschutzbrüstungen
- Toleranzausgleich
- Lastenleitung Baukörper
- usw.



DS-PLAN

Neues Fassadenkonzept

Detailentwicklung



Innen
eine moderne neue Fassade!

Außen
alles „lassen“ wie vorher ... Denkmalschutz

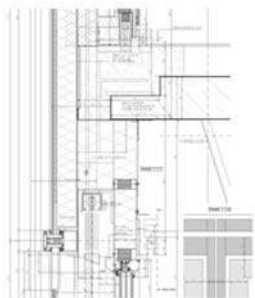
DS-PLAN

Neues Fassadenkonzept

Detailentwicklung

V-Schnitt

- Anschluss oben



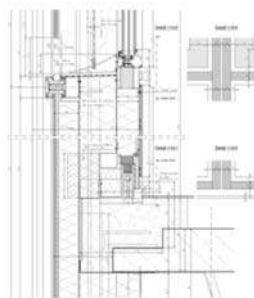
DS-PLAN

Neues Fassadenkonzept

Detailentwicklung

V-Schnitt

- Anschluss unten



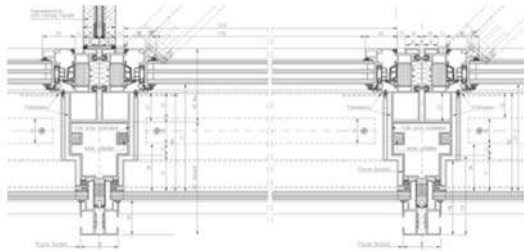
Neues Fassadenkonzept

Detailentwicklung

DS-PLAN

H-Schnitt

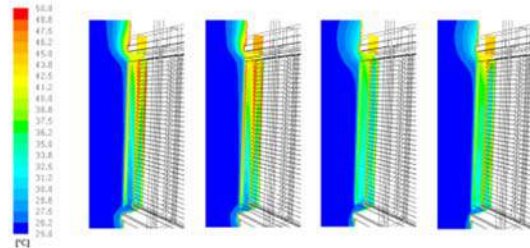
- Fensterbereich



Neues Fassadenkonzept

Simulation – CFD doppelschalige Fassade

DS-PLAN



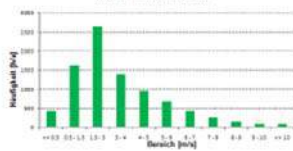
Variante:	V1	V2	V3	V4
Spaltbreite:	120 mm	80 mm	120 mm	80 mm
Wind:	0 m/s	0 m/s	1 m/s	1 m/s

Neues Fassadenkonzept

Simulation – CFD doppelschalige Fassade

DS-PLAN

Häufigkeit der Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe Standort Düsseldorf



Häufigkeit der Windrichtung Standort Düsseldorf



Auswertung Testreferenzjahr (TRY05) für Düsseldorf mit extremer Sommer und Winterperiode:

Strahlung Horizontal	> 600 Wh/m²	an nur 26 h/a !
Außentemperatur	> 20 °C	
Windgeschwindigkeit	< 1,5 m/s	

Neues Fassadenkonzept

Optimierung der Mietfläche – Situation Bestand

Brüstungsbereich Bestand

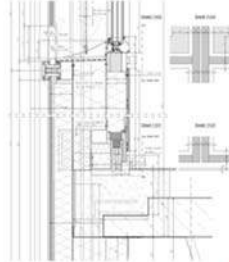
- Raumseitige Haustechnikkomponenten (heizen, kühlen, lüften)



Neues Fassadenkonzept

Optimierung der Mietfläche – Situation mit neuer Innenfassade

DS-PLAN



Über 500m² Mietflächengewinn ... sehr zur Freude des Bauherrn



Montagekonzeption

Parameter

Zielsetzung

- Möglichst hohen Vorfertigungsgrad planen ... weitestgehend elementiert

Warum? ... ganz einfach

- Qualität ist wesentlich besser ... höher
- Der Zusammenbau erfolgt in der „warmen“ und trockenen Montagehalle des Fassadenbauers mit Präzisionsmaschinen ... und nicht bei Wind und Wetter an der Baustelle
- Die Montage läuft viel schneller ... und somit kostengünstiger
- Somit früher Start mit den Ausbauarbeiten möglich

Montagekonzeption

Abfolge

Einbau von innen
Einbau von außen

V-Schnitt

- Anschluss unten



V-Schnitt

- Anschluss oben



Montagekonzeption

Abfolge

Einbau von innen
Einbau von außen

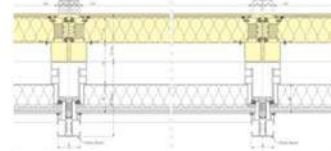
H-Schnitt

- Fensterbereich



H-Schnitt

- Brüstungsbereich



Montagekonzeption

Einbau der „neuen“ Innenfassade

Logistik

- Transport der Fassadenelemente über Bauaufzüge
- Etagenweise Verteilung und Einbau Fassadenelemente von innen



Montagekonzeption

Einbau der „neuen“ Innenfassade

Logistik

- Transportböcke mit Fassadenelementen
- Mobile Hebevorrichtung zur Elementmontage



Montagekonzeption

Einbau der äußeren Prallscheibe

Logistik

- Mobile Hebevorrichtung zum Ausbau Isoglas und Einbringen der Prallscheibe



Montagekonzeption

Bestandsfassade Außenbereich

Logistik

- Mastgeführte Kletterbühnen (alternativ Hängebühnen)



Montagekonzeption

Umrüstung Bestandsfassade... Isoglas gegen Prallscheibe

Logistik

- Hängebühnen als Arbeitsplattform für die Umrüstung der Bestandsfassade
- Bauaufzüge an der Stirnfassade der mittleren Gebäudescheibe



Dreischeibenhaus

Ganzheitliche Lösung ... Integration der Bestandsfassade



- ✓ Erfüllung Denkmalschutz durch Erhalt der Bestandsfassade
- ✓ Freie Fensterlüftung über eine einfache doppelschalige Fassade
- ✓ Reduzierung Energieeintrag durch außenliegenden Sonnenschutz
- ✓ Sehr gute Wärmedämmung durch 3-fach Verglasung
- ✓ Mechanische Lüftung (1,5-facher Luftwechsel)
- ✓ Umluftkühlgeräte zur Reduzierung der Kühllasten

Dreischeibenhaus

Nachhaltiges und zukunftsweisendes Gesamtkonzept



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



2. Umgang mit veränderten Einwirkungen


2.1. Gebäude unter den Einwirkungen des Klimawandels

Dr.-Ing. Thomas Naumann




Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung

Veränderte Einwirkungen auf Gebäude

Dr.-Ing. Thomas Naumann




Denkmal und Energie 2014 - Gebäudeertüchtigung im Klimawandel
Osnabrück, 10. Februar 2014

Grundstrategien zum anthropogen bedingten Klimawandel

	Mitigation	Adaptation
Aufgabe	Klimaschutz	Anpassung an den Klimawandel
Ziel	Abmildern des Wandels	Umgehen mit (unabwendbaren) Folgen des Wandels
Mittel	Reduktion von Treibhausgasemissionen CO ₂ , Methan u. a.	Vorsorge- bzw. Anpassungsmaßnahmen in relevanten gesellschaftlichen Bereichen




Klimaanpassung - Beispiel Sachsen im Klimawandel

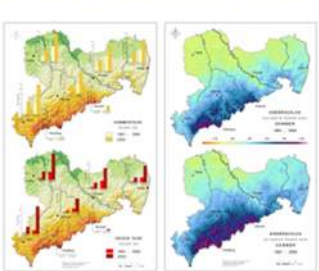
Zunahme der mittleren Temperaturen, insbesondere im Frühling und Sommer

Erhöhte Maximumtemperaturen



Zunehmende Bedeutung von warmen Großwetterlagen (Bsp. Sommer 2003), Sommertagen (T_{max} > 25 °C) und heißen Tagen (T_{max} > 30 °C)

Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Starkniederschlagsereignissen insbesondere im Winterhalbjahr, für besonders extreme Ereignisse auch im Sommer (Bsp. Ereignis 2002)

Zunahme kleinräumiger Starkregenereignisse



Sachsen im Klimawandel Abb. 4.7.2-4 und Abb. 4.2.1-3 (Benhöfer et al. 2008)

Veränderte Einwirkungen auf Gebäude





Veränderte Einwirkungen auf Gebäude - Modellregion Dresden

Einwirkung	Beeinflussende Größen	Veränderung
Sommerhitze	Temperatur, Sommertage, Tropennächte, Strahlung	↑
Überflutung	Niederschlag pro Zeiteinheit, Niederschlag-Abfluss-Modelle, hydraulische Simulation	↘
Starkregen	Niederschlag pro Zeiteinheit (lokal stark begrenzte Ereignisse)	↘
Hagel	Hagelgröße, Hagelintensität	↘
Wind	Windgeschwindigkeit, Windspitzen, Windrichtung	→
Schnee	Temperatur, Niederschlag, Frost-Tau-Wechsel	→




Baukonstruktive Schadensschwerpunkte - Neubauten nach 1990



Von veränderten Einwirkungen betroffen




Konzept - Klimaanpassung für Gebäude

1 Betrachtete Einwirkungen

Sommerhitze, Hagel, Starkregen, Überflutung, ggf. auch Wind und Schnee

2 Mögliche Folgen für Gebäude

Direkte oder indirekte Folgen? Gebäudeschäden oder Nutzungsbeeinträchtigungen?

3 Erkenntnisse aus ex-post Analysen

Wie haben sich die Einwirkungen in den letzten 50 Jahren verändert?

4 Erkenntnisse aus Klimaprojektionen

Wie werden sich die Einwirkungen zukünftig entwickeln?

5 Umgang mit den Einwirkungen in aktuellen Regelwerken

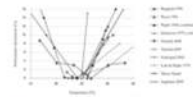
Normen, Technische Richtlinien

6 Veränderungsansätze im Umgang mit der Einwirkung

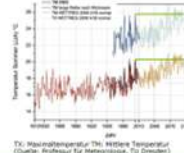
Sind die bisherigen Planungsalgorithmen und Regelwerke ausreichend? Inwieweit besteht Handlungsbedarf?



Einwirkung Sommerhitze



Leistungsfähigkeit in Abhängigkeit der Temperatur (Quelle: Fraunhofer 2002)



Tm, Monatsmitteltemperatur; Tmax, maximale Temperatur (Quelle: Fraunhofer für Meteorologie, IT, Umwelt)

Mögliche Folgen für Gebäude

Keine direkten Gebäudeschäden, jedoch Beeinträchtigung der Nutzer
Behaglichkeit, Leistungsfähigkeit, Mortalität

Ex-post-Analysen

Teilweise erheblicher Anstieg der hitzerlevanten Klimakenngrößen
Sommerhitze, heiße Tage, Tropennächte

Klimaprojektionen

Sommer 2003 im Vergleich zu den Klimaprojektionen
Neue TRY des DWD (Projektion für 2021 bis 2050)

Aktuelle Regelwerke

DIN 4108-2: Sonneneintragskennwerte
Thermische Gebäudesimulation

Veränderungsansätze

Planungsprozess

Veränderte Randbedingungen für die Gebäudesimulation



Untersuchungsmethoden Sommerhitze

1 Sommerhitze

- Erfassung stadtklimatologischer Randbedingungen und Effekte (wie etwa Wärmesenken) mittels gesonderter Simulationen oder Anpassungen in den DWD-Testreferenzjahren
- Abschätzung der Überhitzungsrisiken von Räumen in Gebäuden mit dem Sonneneintragskennwert-Verfahren gemäß E-DIN 4108-2 (10/2011)
- Thermische Gebäudesimulation unter Ansatz von DWD-Testreferenzjahren (TRY) für zukünftige Klimarandbedingungen (2021-50), ggf. unter Verwendung vorhandener Kennwerte des Sommers 2003
- Dimensionierung raumtechnischer Anlagen mittels aktualisierter Wetterdaten gemäß VDI 4710, Blatt 3 (03/2011)
- Planung und Dimensionierung einer zukunftssicheren Kälteversorgung von Gebäuden nach VDI 6018 (in Bearbeitung)

Ingenieurmäßige Untersuchungsmethoden zur Klimaanpassung von Gebäuden gegenüber der Einwirkung Sommerhitze (Quelle: Naumann et al. 2013, Seite 5)



Einwirkung Überflutung



Frequenz Ereignis der Höhe, 1951 bis 2100 (Quelle: DWD 2011)



GDV: Folgen der Hochflut - September 2010 (Foto: Nils/stock)

Mögliche Folgen für Gebäude

Hoher Anteil der Hochwasserschäden im Wohngebäudebestand (2002, 2006, 2010, 2013)
Abhängigkeit von Überflutungsart und Schadenstyp

Ex-post-Analysen

Unterschiedliche Merkmale zwischen Winterereignis und Sommerereignis
Erhöhung der Hochwasserwahrscheinlichkeit

Klimaprojektionen

keine grundlegenden Aussagen zur Regionalisierung möglich
GDV: Erheblicher Anstieg der Elbpegelstände zu erwarten

Aktuelle Regelwerke

Bund, Bundesländer, Fachverbände sowie
ProduktHersteller

Veränderungsansätze

Stärkung von Vorsorgestrategien, insbesondere der
Bauvorsorge und der Flächenvorsorge



Untersuchungsmethoden Überflutung

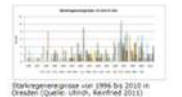
2 Überflutung

- Systematische Ermittlung der standortspezifischen Hochwasserstände mittels ZÜRS public (GDV) bzw. mittels Hochwassergefahrenkarten (HWGK) der zuständigen Landesfachämter
- Systematische Ermittlung des standortspezifischen Bemessungsgrundwasserstandes gemäß BWK-Merkblatt M 8 (2009)
- Planung und Dimensionierung druckwasserresistenter Außenbauteile in flutgefährdeten Gebäudeteilen gemäß WU-Richtlinie des DAStb (Weiße Wanne) oder DIN 18195-6 (Schwarze Wanne)
- Planung, Kontrolle und Wartung planmäßiger mobiler Barriersysteme gemäß BWK-Merkblatt M 6 (2005) oder notfallmäßiger mobiler Barriersysteme, jeweils an Gebäuden
- Planung an Hochwasser angepasster baukonstruktiver Schichtenfolgen für gefährdete Wand-, Decken-, Fußboden- und Fassadenkonstruktionen
- Planung angepasster haustechnischer Anlagen in hochwassergefährdeten Gebäudeteilen gemäß VDI 6004, Blatt 1

Ingenieurmäßige Untersuchungsmethoden zur Klimaanpassung von Gebäuden gegenüber der Einwirkung Überflutung (Quelle: Naumann et al. 2013, Seite 6)



Einwirkung Starkregen



Starkregeneigengehör von 1996 bis 2010 in Dresden (Quelle: Ullrich, Heft 02 2011)



Starkregeneigengehör in Dresden - August 2010 (Foto: Nils/stock)

Mögliche Folgen für Gebäude

Überlastung Entwässerungssysteme
Wassereintritt an baukonstruktiven Problempunkten

Ex-post-Analysen

Anstieg der mittleren jährlichen Niederschlagssumme
Zunahme kleinräumiger Starkregeneignisse

Klimaprojektionen

Grundlegende Aussagen für Region Dresden: Abnahme (fast) aller hygrischen Einwirkungen
Zunahme kleinräumiger Starkregeneignisse zu erwarten

Aktuelle Regelwerke

DIN, ZVDH- und ZVSHK-Regelwerke
Kostra-DWD 2000

Veränderungsansätze

Kostra-Zukunft

Robustheit und Qualität in Planung, Bauausführung und
Wartung



Untersuchungsmethoden Starkregen

3 Starkregen

- Verletzbarkeitsklassifizierung der baulichen Hülle zur Abgrenzung der für den Betrachtungsfall wesentlichen Konstruktionen und kritischen Randbedingungen
- Planung oder Überprüfung von Entwässerungsanlagen (Entwässerungsplan, Dachrinnen, Fallrohre, Abläufe, Notüberläufe) mit dem Verfahren gemäß DIN EN 12056-3 und DIN 1986-100 unter Berücksichtigung zukünftiger Bemessungsregenspenden (NOSTRA-DWD)
- Planung oder Überprüfung von Dachdeckungen einschließlich ihrer Regeldachneigungen, Anschlüsse und Detailpunkte, entsprechend den Regelungen gemäß ZVDH und ZVSHK, unter individueller Berücksichtigung zukünftiger Bemessungsregenspenden (NOSTRA-DWD) bei der Wahl von Beanspruchungsklassen und Materialqualitäten
- Planung oder Überprüfung von Dachabdeckungen, Balkonen und Dachterrassen einschließlich ihrer Anschlüsse und Detailpunkte, entsprechend den Regelungen gemäß DIN 18531, DIN 18195, ZVDH und ZVSHK, unter individueller Berücksichtigung zukünftiger Bemessungsregenspenden (NOSTRA-DWD) bei der Wahl von Beanspruchungsklassen und Materialqualitäten
- Überprüfung durch Schlagregen beanspruchter Fassaden hinsichtlich ggf. modifizierter Beanspruchungsgruppen gemäß DIN 4108-3 und jeweils geeigneter Wandbauteile
- Überprüfung durch Schlagregen beanspruchter Fenster, Türen und Vordachfassaden hinsichtlich ggf. modifizierter Beanspruchungsgruppen nach DIN 18055 für die nachgewiesene Schlagregendichte gemäß DIN EN 12208 und DIN EN 12154

Ingenieurmäßige Untersuchungsmethoden zur Klimaanpassung von Gebäuden gegenüber der Einwirkung Starkregen (Quelle: Naumann et al. 2013, Seite 6)



Einwirkung Hagel



Projektspezifische Veränderung des mittleren jährlichen Schadenspotenzils im Vergleich zu 1984-2008 (Quelle: DWD 2011)



Hagelgefährdung in der Schweiz (Quelle: Hagelsturzregister Schweiz 2009)

Mögliche Folgen für Gebäude

Direkte Gebäudeschäden
Folgeschäden durch nachfolgenden Wassereintritt

Ex-post-Analysen

Baden-Württemberg und Schweiz: Zunehmende Intensität und Frequenz von Hagelereignissen beobachtet
Deutschland: keine Aussagen zur gegenwärtigen Situation möglich

Klimaprojektionen

Große Unsicherheiten aufgrund der Kleinräumigkeit der Ereignisse
GDV: Deutlicher Anstieg der Schadenshöhe infolge Sturm/Hagel

Aktuelle Regelwerke

Produktnormen für Photovoltaik, Solarthermie und Dachabdichtungsbahnen
Schweizerisches Hagelsturzregister: Hagel-Gefährdungszonen, Prüfverfahren für Baumaterialien, Hagelwiderstandsklassen

Veränderungsansätze

Auslegung auf 50-jähriges Hagelereignis ($d \leq 3 \text{ cm}$)



Untersuchungsmethoden Hagel

- 4 Hagel**
- Systematische Klassifizierung des Hagelwiderstandes typischer Bauteile an Dach und Fassade auf der Grundlage von Prüfergebnissen, in Anlehnung an Untersuchungen in der Schweiz (EMPA und VWF)
 - Umsetzung individueller Prüfverfahren hinsichtlich der Hagelbeanspruchung besonderer Bauteile wie Dachabdichtungsbahnen (DIN EN 12583), Thermische Solaranlagen (DIN EN 12975) oder PV-Module (DIN EN 61215 und DIN EN 61646)
 - Bauteilbezogene Beurteilung des Hagelwiderstandes typischer Bauteile an Dach und Fassade unter Berücksichtigung von Alterungsprozessen und erforderlichen Instandsetzungsumfängen

Ingenieurmäßige Untersuchungsmethoden zur Klimanpassung von Gebäuden gegenüber der Einwirkung Hagel
(Quelle: Naumann et al. 2013, Seite 6)

Anpassungsbedarf und Anpassungsmaßnahmen



**Vielen Dank für ihre
Aufmerksamkeit!**

2.2. Sommerhitze: Optionen für die Gebäudeertüchtigung

Dipl.-Ing. Marc-Steffen Fahrion

Technische Universität Dresden

Denkmal und Energie 2014

**Sommerhitze:
Optionen für die Gebäudeertüchtigung**

Marc-Steffen Fahrion
Technische Universität Dresden
Institut für Baukonstruktion

10.02.2014

Denkmal und Energie 2014 | Sommerhitze

2|29

Inhalt

Klimawandel

- Emissionsszenarien

Sommerlicher Wärmeschutz

- Auswirkungen auf die Gebäudenutzer
- Nachweisverfahren nach DIN 4108-2
- Klimadaten zur Abbildung des Klimawandels

Untersuchung am Beispiel

- Heizwärme- und Kühlbedarf
- Baukonstruktion
- Sommerlicher Wärmeschutz
- Anpassungsoptionen

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie 2014 | Sommerhitze 3|29

Klimawandel Ursachen

Einflussfaktoren auf das Klimasystem (Quelle: IPCC 2007)

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie 2014 | Sommerhitze 4|29

Klimawandel Emissionsszenarien

Entwicklung der weltweiten Treibhausgasemissionen (Quelle: IPCC 2007)

Projizierte Erwärmung der Erdoberfläche relativ zum Zeitabschnitt 1980 bis 1999 (Quelle: IPCC 2007)

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie 2014 | Sommerhitze 5|29

Klimawandel Sommerlicher Wärmeschutz

Westliche Industrieländer: Mensch hält sich im Sommerhalbjahr im Durchschnitt 80 % des Tages in geschlossenen Räumen auf.

Innenraumtemperatur hat Auswirkung auf:

- Behaglichkeit
- Leistungsfähigkeit
- Mortalität

Leistungsfähigkeit in Abhängigkeit der Temperatur (Quelle: Sappannh 2003)

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie 2014 | Sommerhitze 6|29

Klimawandel Sommerlicher Wärmeschutz nach DIN 4108-2

- Unterteilung Deutschlands in drei Sommer-Klimaregionen
- Region A: sommerkühl
- Region B: gemäßigt
- Region C: sommerheiß
- Extremfall für Deutschland: Region C

Einstellung Deutschlands in Sommer-Klimaregionen

- Verfahren Sonneneintragskennwerte
- Dynamisch-thermische Simulationsrechnungen

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie 2014 | Sommerhitze 7|29

Klimawandel Sommerlicher Wärmeschutz nach DIN 4108-2

- Thermische Gebäudesimulation erfordert Stundenwerte ausgewählter meteorologischer Parameter

Testreferenzjahre (TRY)

- 15 Testreferenzjahr-Regionen
- Grundlage: 114 Wetterstationen des DWD
- Pro Region eine repräsentative Wetterstation
- Zusammengesetzt aus repräsentativen Witterungsabschnitten
- Speziell für die Anwendung in thermischen Gebäudesimulationsprogrammen erstellt

Einteilung Deutschlands in Testreferenzjahr-Regionen (DWD 2004)

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie 2014 | Sommerhitze 8|29

Klimawandel Sommerlicher Wärmeschutz nach DIN 4108-2

Übertemperaturgradstunden

- Berücksichtigen Dauer und Höhe einer Temperaturüberschreitung
- Berücksichtigt wird nur die Nutzungszeit
- Wohngebäude täglich 0.00 bis 24.00 Uhr
- Nichtwohngebäude Montag bis Freitag 7.00 bis 18.00 Uhr
- Operative Temperatur: Arithmetischer Mittelwert aus Raumlufttemperatur und mittlerer Strahlungstemperatur der raumschließenden Flächen.

Beispielhafte Ermittlung der Übertemperaturgradstunden

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie 2014 | Sommerhitze 9|29

Klimawandel Sommerlicher Wärmeschutz nach DIN 4108-2

Sommer-Klimaregion	Klimarandbedingung	Bezugswert θ_{ind} der Innentemperatur [°C] zur Ermittlung der Übertemperaturgradstunden	Anforderungswert Übertemperaturgradstunden [Kh/a]	
			Wohngebäude	Nichtwohngebäude
A	Normaljahr TRY-Region 2 Repräsentanzstation Rostock-Warnemünde	25		
B	Normaljahr TRY-Region 4 Repräsentanzstation Potsdam	26	1200	500
C	Normaljahr TRY-Region 12 Repräsentanzstation Mannheim	27		

Randbedingungen und Anforderungswerte für den Nachweis mittels thermischer Gebäudesimulation

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie 2014 | Sommerhitze 10|29

Klimawandel Klimadaten zur Abbildung des Klimawandels

Testreferenzjahre (TRY)

- TRY 1986 bis TRY 2010 basieren auf Beobachtungsdaten an Wetterstationen
- TRY 2035 basiert auf regionalen Klimamodellen, Emissionsszenario A1B

Existierende Testreferenzjahre (TRY)

Einteilung Deutschlands in Testreferenzjahr-Regionen (DWD 2004)

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie 2014 | Sommerhitze 11|29

Klimawandel

Klimadaten zur Abbildung des Klimawandels

Vergleich der Tageshöchsttemperatur des Sommers 2003 in Radebeul mit Projektionen für den Zeitabschnitt 2071-2100 auf Basis des IPCC-Szenarios A2 (nach Beilstein 2004)

Einteilung Deutschlands in Testreferenzjahre-Regionen (DWD 2004)

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie 2014 | Sommerhitze 12|29

Klimawandel

Klimadaten zur Abbildung des Klimawandels

- TRY 1986 bis TRY 2010 basieren auf Beobachtungsdaten an Wetterstationen
- TRY 2035 basiert auf regionalen Klimamodellen, Emissionsszenario A1B
- Jahr 2003: unveränderte Beobachtungsdaten

Klimadaten zur Abbildung des Klimawandels

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie 2014 | Sommerhitze 13|29

Untersuchung am Beispiel

Entwicklung Heizwärme- und Kühlbedarf

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie 2014 | Sommerhitze 14|29

Mehrzweckgeschossbau Typ Leipzig

Baukonstruktion

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie 2014 | Sommerhitze 15|29

Mehrzweckgeschossbau Typ Leipzig

Baukonstruktion

- Stahlskelettkonstruktion
- Achsraster 7,20 m x 5,92 m
- Geschossdecken aus vorgefertigten Stahlverbundplatten 6,0 m x 2,4 m
- Auskragende Doppel-T-Träger werden an die Längsriegel der Stockwerkrahmen angeschweißt
- Auskragende Doppel-T-Profile der Stahlverbundplatten dienen als Auflager für die Fassadenkonstruktion

Fotografie aus der Erbauungszeit (Archiv Radebeul)

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie 2014 | Sommerhitze 16|29

Mehrzweckgeschossbau Typ Leipzig

Baukonstruktion

- Vorhangsfassade als Elementfassade
- Werkseitig vollständig vorgefertigte, geschosshohe Fassadenelemente werden auf die Baustelle geliefert
- Brüstungs- und Sturzpaneele aus emailliertem Einschleibensicherheitsglas
- Stahlbetonhohldielen

Fotografie aus der Erbauungszeit (Archiv Radebeul)

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie 2014 | Sommerhitze 17|29

Mehrzweckgeschossbau Typ Leipzig

Baukonstruktion

Draufsicht Fassadenuflager

Vertikalschnitt Anschlussbereich Vorhangsfassade

- 1 Stablenkentraverse
- 2 Stahlbetonrandschleife
- 3 Fassadenuflager
- 4 Stahlplatte mit aufschweißbarer Gussblech
- 5 Wandständerbohrung
- 6 Abstützstangeplatte
- 7 Innenschürungsbreite
- 8 Emailliertes (Einschleibensicherheits) in Aluminium
- 9 U-Strahl
- 10 Dichtungsdichtung
- 11 Spaltstrahl
- 12 Querschnittsbereich

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie 2014 | Sommerhitze 18|29

Mehrzweckgeschossbau Typ Leipzig

Baukonstruktion

- Spalt zwischen Fassade und Fertigteildecke
- Wird durch Stahlbetonhohldielen und Ortbeton geschlossen
- Fußbodenaufbau
- Brandschutzdecke
- Abgehängte Decke als Raumabschluss
- Sehr geringe Wärmespeicherfähigkeit

Vertikalschnitt

- 1 Stahlskelettkonstruktion
- 2 Innenschürungsbreite
- 3 Innenschürungsbreite
- 4 Abstützstangeplatte
- 5 Emailliertes (Einschleibensicherheits) in Aluminium
- 6 Aluminiumfenster
- 7 Außenlagende Sonnenschutz
- 8 Fassadenverankerung
- 9 Spalt
- 10 Spaltstrahl
- 11 Dichtungsdichtung
- 12 Ortbeton


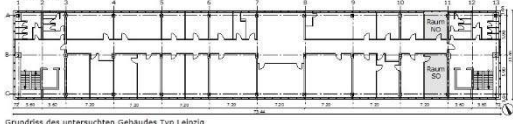
Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie 2014 | Sommerhitze 19|29

Klimaanpassung Typ Leipzig

Einflussfaktoren

- Fassaden-Längsseiten Nordnordost und Südsüdwest orientiert
- Nur Südsüdwest-Fassade mit außenliegendem Sonnenschutz
- Annahme für Simulationen: Grenzbestrahlungsstärke 300W/m², Sonnenschutz 45°-Stellung (DIN EN ISO 13790)

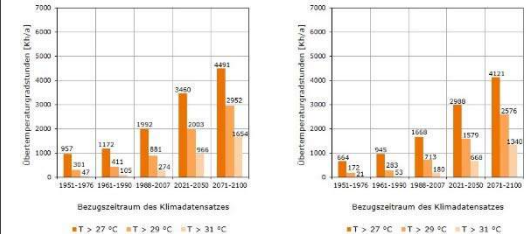
Grundriss des untersuchten Gebäudes Typ Leipzig

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie 2014 | Sommerhitze 20|29

Klimaanpassung Typ Leipzig

Ist-Zustand



Übertemperaturgradstunden (hKWh)

Bezugszeitraum des Klimadatensatzes

■ T > 27 °C
 ■ T > 29 °C
 ■ T > 31 °C

Übertemperaturgradstunden Raum Nordost

Übertemperaturgradstunden Raum Südost

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie 2014 | Sommerhitze 21|29

Klimaanpassung Typ Leipzig

Ist-Zustand



Wetterstation auf dem Flachdach



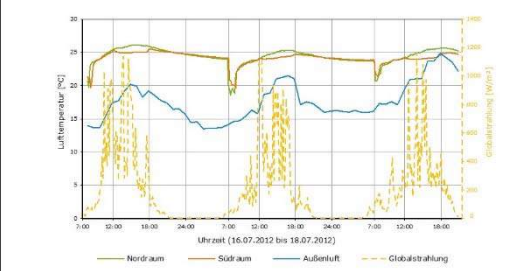
Messung Lufttemperatur Untersuchungsraum

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie 2014 | Sommerhitze 22|29

Klimaanpassung Typ Leipzig

Ist-Zustand



Lufttemperatur [°C]

Globalstrahlung [W/m²]

Uhrzeit (16.07.2012 bis 18.07.2012)

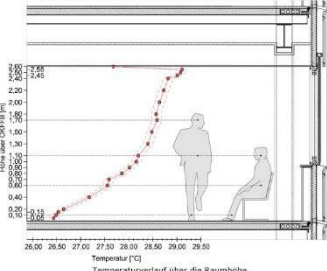
— Nordraum
 — Südraum
 — Außenluft
 — Globalstrahlung

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie 2014 | Sommerhitze 23|29

Klimaanpassung Typ Leipzig

Ist-Zustand



Temperaturverlauf über die Raumhöhe

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie 2014 | Sommerhitze 24|29

Klimaanpassung Typ Leipzig

Komplettanierung

- Nordnordostfenster und Treppenhausfassade Sonnenschutzverglasung
- Schmalseiten zusätzliche Raffstore
- Strahlungssteuerung der außenliegenden Raffstore 180 W/m²
- Neue abgehängte Decke mit PCM Auflage (Wärmespeicherfähigkeit entspricht zwischen 21°C und 34°C 10 cm StB)
- Lamellenfenster aus emalliertem Zweischleiben-Isolierglas mit Vakuum-Isolationspaneel im SZR zur Abfuhr der latent gespeicherten Wärme im PCM
- Automatisierte Öffnung der Lamellenfenster (temperaturabhängig)



Vertikalschnitt Umsetzung sämtlicher Anpassungsvorschläge

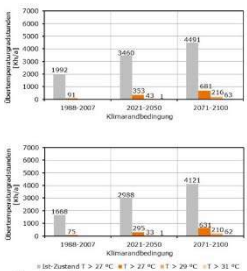
Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie 2014 | Sommerhitze 25|29

Klimaanpassung Typ Leipzig

Komplettanierung

- Nordnordostfenster und Treppenhausfassade Sonnenschutzverglasung
- Schmalseiten zusätzliche Raffstore
- Strahlungssteuerung der außenliegenden Raffstore 180 W/m²
- Neue abgehängte Decke mit PCM Auflage (Wärmespeicherfähigkeit entspricht zwischen 21°C und 34°C 10 cm StB)
- Lamellenfenster aus emalliertem Zweischleiben-Isolierglas mit Vakuum-Isolationspaneel im SZR zur Abfuhr der latent gespeicherten Wärme im PCM
- Automatisierte Öffnung der Lamellenfenster (temperaturabhängig)



Übertemperaturgradstunden

Klimadatenbedingung

■ Ist-Zustand T > 27 °C
 ■ T > 27 °C
 ■ T > 29 °C
 ■ T > 31 °C

Oben: Raum NO

Unten: Raum SO

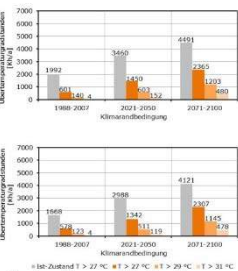
Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie 2014 | Sommerhitze 26|29

Klimaanpassung Typ Leipzig

Verbesserter Sonnenschutz

- Nordnordostfenster und Treppenhausfassade Sonnenschutzverglasung g = 0,33
- Nachrüstung der Fenster an den Schmalseiten mit außenliegenden Raffstoren
- Nachrüstung der Fenster in den Abstellräumen hinter den Aufzügen mit außenliegenden Raffstoren
- Strahlungssteuerung aller außenliegenden Raffstore 180 W/m²



Übertemperaturgradstunden

Klimadatenbedingung

■ Ist-Zustand T > 27 °C
 ■ T > 27 °C
 ■ T > 29 °C
 ■ T > 31 °C

Oben: Raum NO

Unten: Raum SO

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie 2014 | Sommerhitze 27|29

Klimaanpassung Typ Leipzig

Verbesserter Sonnenschutz + PCM

- Sonnenschutz: selbe Maßnahmen wie vorherige Folie
- Abgehängte Decke mit PCM auf Salzhydratbasis (Wärmespeicherfähigkeit entspricht zwischen 21°C und 34°C 10 cm StB)

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie 2014 | Sommerhitze 28|29

Klimaanpassung Typ Leipzig

Abluftanlage

- Abfuhr der in der PCM-Decke latent gespeicherten Wärmeenergie
- Anstatt steuerbarer Lamellenfenster Abluftanlage mit Außenluftdurchlässen für die Nachtlüftung (Erhalt der Fassadenansicht)
- Steuerbarer Außenluftdurchlass mit gedämmter Lüftungsklappe
- Außenjalousie nach oben versetzt,
- Lüftungsquerschnitt zwischen Brandschutzdecke und PCM-Decke luftdicht abgeschlossen zu asbestbelasteten Gebäudebereichen

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie 2014 | Sommerhitze 29|29

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

2.3. Überflutung und Starkregen: Optionen für die Gebäudeertüchtigung

Dipl.-Ing. Johannes Nikolowski
Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung

Verletzbarkeit und Anpassungsmaßnahmen von Gebäuden im Klimawandel
– Beispiele zu Überflutung und Starkregen

Dipl.-Ing. Johannes Nikolowski

Denkmal und Energie
Osnabrück, 10. Februar 2014

Logo: Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung

Überflutung

Dresden 2013 (Foto: Nikolowski)

Logo: Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung

Ausgewählte Schadensbilder infolge Überflutung

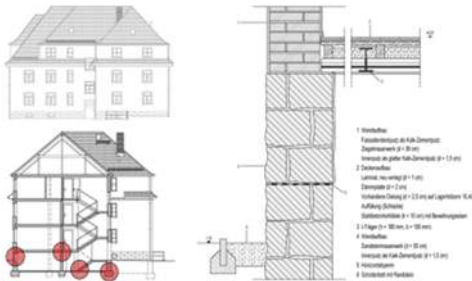
- Durchfeuchtung von Bauteilen (Wand- und Fußbodenkonstruktion)
- Zerstörung wasserempfindlicher Bauteile (Anhydritstrich)
- Zerstörung wasserempfindlicher Bauteile (wette Trennwand aus Gipskarton)
- Zerstörung wasserempfindlicher Bauteile (Deckenbelagung und Deckenauffüllung)
- Aufschwimmen von Baukonstruktionen (aufgeschwemmte Fußbodenkonstruktion)
- Zerstörung massiver Bauteile aufgrund hydrostatischen Druck (Trennwand aus Kalksandstein)
- Baulastüberlastung durch erhöhte Eigenlast (überflutete Holzbohlendecke)
- Beschädigung der Haustechnik (überflutete Heizungsanlage)

Quelle: K. Schinke und S. Götz, 2018

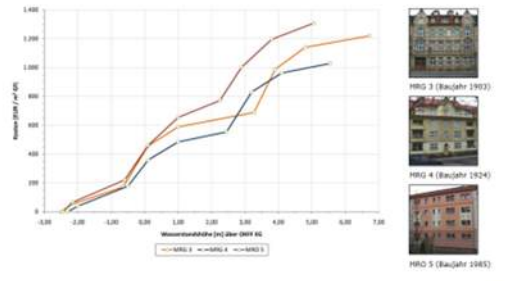
Synthetische Abschätzung von Hochwasserschäden



Baukonstruktive Details im Überflutungsbereich



Verletzbarkeitsanalyse - Schadensfunktionen



Anpassungsmaßnahmen?



Temporäre „Anpassungsmaßnahmen“ in Pirna und Grimma, Juni 2013 (Fotos: Nikolowski)

Ausweichen

- Möglichkeiten**
- Neubau außerhalb festgesetzter Überschwemmungsgebiete
 - Verlagerung hochwertiger Nutzungsbereiche
 - Verzicht auf eine Unterkellerung
 - Hochwasserschutzsysteme (mobil, permanent)

- Grenzen**
- Kenntnis über die Gefährdung
 - Hinreichende Vorwarnzeit
 - Bereitstellung von Einsatzplänen und regelmäßige Übung/Training der Montage/des Aufbaus
 - Veränderung der Lage oder des Höhenniveaus von Bestandsgebäuden kaum realisierbar



Abdichten

- Möglichkeiten**
- Permanent wasserdichte Wand- und Fußbodenkonstruktionen
 - Verwendung geeigneter Barriersysteme

- Grenzen**
- Kenntnis über den zu erwartenden Hochwasserstand
 - Dichtigkeit mobiler Hochwasserschutzsysteme hängt von baukonstruktiven Randbedingungen ab
 - Vorwarnzeit zur Montage mobiler Systeme
 - Bereitstellung von Einsatzplänen, regelmäßige Übung der Montage, ortsnahe Lagerung notwendiger Systembauteile



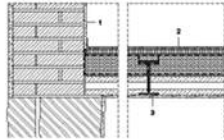
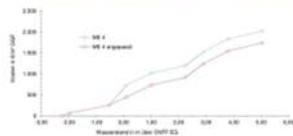
Nachgeben

- Möglichkeiten**
- Verwendung wenig schadensanfälliger Schichtenfolgen für Wand-, Decken- und Fußbodenkonstruktionen
 - Verwendung wenig schadensanfälliger Bauteile für Ausbaukonstruktionen (bspw. Türen, Bodenbeläge)
 - Gezielte Verwendung schadensanfälliger, jedoch zeit- und kostengünstig wieder herstellbarer Konstruktionen
 - Verwendung rasch demontierbarer Konstruktionselemente

- Grenzen**
- Hochwasserschäden an betroffenen Gebäuden werden verringert, jedoch nicht vermieden
 - Wissensdefizit über Art und Wirksamkeit baukonstruktiver Vorsorgemaßnahmen



Anpassungsbeispiel – Fußbodenkonstruktion ME 4



Angepasster Schichtenaufbau (Nr. 2)

- Keramische Fliesen (d = 1,0 cm)
- Verlegemörtel (d = 1,5 cm)
- Gussasphaltestrich (d = 3,0 cm)
- Schaumglas in Heißeitumen verlegt (d = 10,0 cm)
- Ausgleichstrich (d = 1,0 cm)
- Eisenbetonhohlplatten (d = 10,0 cm)
- Deckenputz (d = 1,5 cm)

Starkregen



Dresden 2010 (Foto: Nikolowski)

Typische Schadensbilder



Feuchtflecken und Farbablösungen auf raumseitigen Bauteiloberflächen

Direkter Feuchteeintritt über Dach- oder Fassadenbauteile

Durchfeuchtung von Wandbauteilen und Korrosionserscheinungen

Folgeschäden intensiver Feuchtebeanspruchung



Zerstörung beanspruchter Schichtenfolgen

Verschlechterung der Wärmedämmeigenschaften von Außenbauteilen

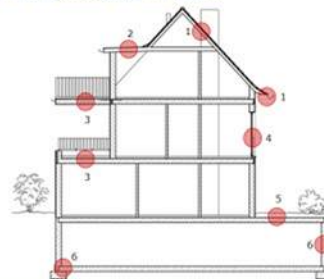
Verringerung/Verlust der Tragfähigkeit von Konstruktionselementen

Umgang mit Starkregen in Regelwerken

Kenngrößen der Einwirkung	Bauteilanforderungen			
	Steildach	Flachdach, Dachterrasse, Balkon	Fassade, Fenster, Türen	Erdberührte Bauteile
Bemessungsregenspende - Kosten DWD - DIN 1986-100	Dachdeckung - Angelwerk des Deutschen Dachdeckerhandwerks (ZVDH) - Kleingewerksregeln des ZVSHK	Abdichtung nicht genutzter Dächer - DIN 18531 Abdichtung genutzter Dächer, Balkone, Dachterrassen: - DIN 18195	Außenwandarten - DIN 4108-3 Fenster und Türen - DIN 18055 - DIN EN 12208 Leitfaden Planung und Ausführung (RAL-Gütergemeinschaft)	Abdichtung - DIN 18195 WU-Bauteile - WU-Richtlinie des DAStb
Schlagregenbeanspruchung - DIN 4108-3 - DIN 18055	jeweils gültig Flachdachrichtlinien des ZVDH	Vorhanglassaden - DIN EN 12154		
	Dachentwässerung - DIN EN 12056-3 - DIN 1986-100			

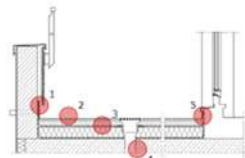
Verletzbare Gebäudebereiche von Wohn- und Geschäftshäusern der Bauzeit nach 1990

- 1 Anschlussbereiche von Steildächern
- 2 Flachdächer
- 3 Dachterrassen und Balkone
- 4 Fenster und Außentüren
- 5 Erdüberdeckte Tiefgaragendecken und deren Anschlussbereich zu aufgehenden Außenwänden
- 6 Erdberührte Außenwände und Bodenplatten



Typische Schadensmechanismen am Beispiel von Dachterrassen und Balkonen

- 1 Hinterlaufen der Flächenabdichtung infolge mangelhafter Aufkantungshöhe oder fehlender mechanischer Fixierung
- 2 Frost-Tauwechsel-Schäden an verletzbaaren Schichtenfolgen
- 3 Wassereintritt unter die Flächenabdichtung, Ausbildung der Schadensbilder an charakteristischen Schwachstellen (Durchdringungen, Installationsöffnungen, Deckenfugen)
- 4 Korrosion von Entwässerungsrohren (Titanzink) mit Mörtelkontakt
- 5 Hinterlaufen der Abdichtung am Anschluss zu Terrassentüren oder bodentiefen Fensterelementen



Ergebnisse der Untersuchungen - Auswahl

Starkregen bedingt an Gebäuden gleicher Baualterstufe mit vergleichbaren Baukonstruktionen vielfach identische Schadensursachen und -mechanismen.

Lange Verweildauer von Niederschlägen sowie komplexe Anschlussdetails erhöhen das Risiko für Schäden.

Die Verletzbarkeit von durch Starkregen betroffenen Konstruktionen wird bereits während der Planungsphase ganz wesentlich festgelegt.

Die Kontrolle und Wartung der Entwässerungseinrichtungen und Bauteile ist vielfach unzureichend.

Durch Einhaltung bestehender normativer Regelungen können substantielle Schäden an Gebäuden weitgehend vermieden werden.

- FAZIT** - entscheidende Einflussfaktoren
- ⇒ Planungs- und Ausführungsqualität
 - ⇒ Wartung und Instandsetzung während der Nutzung



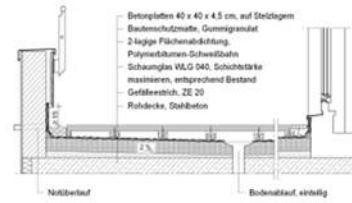
Traktat Untersuchungsbericht BRE Dresden Verletzbarkeitsanalyse Ex-Post, 06/2012

Bauliche Optionen Verletzbarkeitsreduzierung

- Fachgerechte Planung mit gut einsehbaren und handwerklich einfach ausführbaren Details („weniger ist mehr“)
- Gewährleistung kurzer Verweilzeiten von Niederschlagswasser am Gebäude (kurze Entwässerungswege, Gefälle)
- Verwendung robuster Baustoffe (z. B. Abdichtungen)
- Wenige Durchdringungen und kritische Anschlussdetails
- Nutzung konstruktiver Möglichkeiten zur Verringerung der Wasserbeanspruchung (Dachüberstände, Wetterschalen, Türschwellen, Brüstungen an Lichtschächten)
- Berücksichtigung der Konsequenzen des Überlastungsfalles/des Versagens eines wesentlichen Elementes
- Regelmäßige Wartung und Instandsetzung
- Wasserableitung weitgehend mechanisch, ohne zusätzliche haustechnische Installationen



Planungsansätze am Beispiel von Dachterrassen



Verhaltensvorsorge – best practice



Viele Dank für ihre Aufmerksamkeit!

2.4. Hagel: Optionen für die Gebäudeertüchtigung

Dipl.-Ing. Sebastian Horn

Technische Universität Dresden

Denkmal und Energie 2014
Gebäudeertüchtigung im Klimawandel

Hagel: Optionen für die Gebäudeertüchtigung

Sebastian Horn
Technische Universität Dresden
Institut für Baukonstruktion

10.02.2014

Hagel: Optionen für die Gebäudeertüchtigung

2 | 18

Gebäudeertüchtigung Hagel

Inhalt

Umwelteinwirkung Hagel

- Entstehung
- Problemstellung

Vorgehensweise Gebäudeertüchtigung

- Verletzbarkeitsrisiko
- Anpassungsoptionen

Anpassungsmaßnahmen am Beispiel

- Flachdach

Hagel: Optionen für die Gebäudeertüchtigung 3|18

Umwelteinwirkung Hagel

Entstehung

- Entstehung innerhalb von Gewitterzellen mit sehr wasserreichen Wolken
- Unterkühltes Wasser steigt nach oben und gefriert zu Eis
- Eispartikel sinken nach unten und binden neues Wasser
- Wiederholung des Vorgangs durch Kreislauf innerhalb der Wolke
- Anwachsen des Hagelkorns

Prinzip Hagelentstehung

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Hagel: Optionen für die Gebäudeertüchtigung 4|18

Umwelteinwirkung Hagel

Problemstellung

- Hagelschlag kann die Schutzfunktion der Gebäudehülle beeinträchtigen
- Intensität eines Schadens ist hauptsächlich von der Korngröße abhängig
- Folgeschäden können enormen wirtschaftlichen Schaden anrichten

Hagelunwetter Reutlingen Juli 2013 (Quelle: 2 = Fotografiner/ Stuttgart) Großenhain Mai 2010 (Quelle: Nilsolowski)

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Hagel: Optionen für die Gebäudeertüchtigung 5|18

Vorgehensweise Gebäudeertüchtigung

Überblick

- Ermittlung der Einwirkung (Durchmesser Hagelkorn)
- Ermittlung des Bauteilwiderstandes
- Beachtung weiterer schadensrelevanter Kriterien
- Formulierung Verletzbarkeitsrisiko → Handlungsempfehlung
- Anpassung

Vorgehensweise Gebäudeertüchtigung

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Hagel: Optionen für die Gebäudeertüchtigung 6|18

Vorgehensweise Gebäudeertüchtigung

Verletzbarkeitsrisiko - Einwirkung

- Heutige Verfahren zur Klimasimulation zu grobe Auflösung für die Abbildung kleinskaliger Hagelereignisse
- In Baden-Württemberg (KIT) und der Schweiz (VKF) zunehmende Intensität und Frequenz von Hagelereignissen beobachtet

Hagelrisikokarte in Deutschland

Hagelwahrscheinlichkeit in Deutschland (Quelle: Lindloff, 2003, S. 20)

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Hagel: Optionen für die Gebäudeertüchtigung 7|18

Vorgehensweise Gebäudeertüchtigung

Verletzbarkeitsrisiko - Einwirkung

(Quelle: swissstopo und Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen 2009) Hagelgefahr heute (Quelle: Munich RE 2011)

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Hagel: Optionen für die Gebäudeertüchtigung 8|18

Vorgehensweise Gebäudeertüchtigung

Verletzbarkeitsrisiko - Bauteilwiderstand

Thermische Solaranlagen
DIN EN 12975
Hagelprüfung
Stahlkugeln
m = 150 g
oder
Eiskugeln
d = 25 mm,
m = 7,53 g
v = 23 m/s
E = 1,99 J

Lichtkuppeln aus Kunststoff
DIN EN 1873
Stoßversuchung
Stahlkugeln
m = 200 g, Fallhöhe: 1,00 m
E = 2,45 J

Deckenleuchtbahnen
DIN EN 13883
Hagelprüfung
Polyethylen Kugeln
m = 30,3 g

PV Module
DIN EN 61215
DIN EN 61646
Hagelprüfung
Eiskugeln
d = 25 mm
m = 7,53 g
v = 23 m/s
E = 1,99 J

WDVS - Fassade
ETAG 004, Ziff. 5.1.3.3.1
Stoßversuchung
Stahlkugeln
m = 65 kg, Fallhöhe: 0,61 m
E = 3,00 J
m = 1,0 kg, Fallhöhe: 1,02 m
E = 10,00 J

Produktnormen und Richtlinien zum Stoß- und Hagelwiderstand

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Hagel: Optionen für die Gebäudeertüchtigung 9|18

Vorgehensweise Gebäudeertüchtigung

Verletzbarkeitsrisiko - Bauteilwiderstand

Prüfverfahren

- Prüfverfahren der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA)
- Vereinheitlichte Widerstandsuntersuchungen für alle Bauteile
- Beschuss mit Eiskugeln unterschiedlichen Durchmessers
- Realistisches Prüfzenario
- Prüfbestimmungen für 33 Bauteilkategorien
- Einordnung in Hagelwiderstandsklassen

Laborversuche Hagelwiderstand (Fotos: Empa)

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Hagel: Optionen für die Gebäudeertüchtigung 10|18

Vorgehensweise Gebäudeertüchtigung

Verletzbarkeitsrisiko - Bauteilwiderstand

Prüfergebnisse - Auszug

Materialkategorie	Material	Probe	Stoß (J)	Einseitig	Beidseitig	HW
Ziegel	Reinwand (Tons)	ohne Fug		Da	Wasserdicht	4
	Flachziegel (Tons)	mit Fug		Da	Wasserdicht	4
Mauerwerk	Halbziegel (Mauer)	0,45	Fassade	Aussehen		1
	Halbziegel (Mauer)	0,25	Fassade	Aussehen		1
	Halbziegel (Mauer)	0,15	Fassade	Aussehen		2
	Reinwand (Mauer)	0,45	Fassade	Aussehen		1
Stoßversuchung	Einseitig	4,0	Da	Wasserdicht		1
	Beidseitig	2,0	Da	Wasserdicht		2
	Einseitig	8,0	Da	Wasserdicht		2
	Beidseitig	4,0	Da	Wasserdicht		2
	Beidseitig	20,0	Fassade	Wasserdicht		2
Stoßversuchung	Alubak	0,5	Da	Aussehen		2
	Chromnickel	0,5	Da	Aussehen		2
	Inoxid	0,5	Fassade	Aussehen		2

Richtwerte des Hagelwiderstands je Bauteilkategorie (Stucki und Egli 2007)

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Hagel: Optionen für die Gebäudeertüchtigung 11|18

Vorgehensweise Gebäudeertüchtigung

Verletzbarkeitsrisiko – weitere Kriterien

Formulierung weiterer schadensrelevanter Kriterien:

- Reparaturnotwendigkeit
- Einsehbarkeit von Schwachstellen
- Zugänglichkeit zu Schwachstellen
- Materialverfügbarkeit
- Personalanforderungen



Formulierung eines Verletzbarkeitsrisikos

Ershwerte Zugänglichkeit
(Quelle: www.bistummainz.de)

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Hagel: Optionen für die Gebäudeertüchtigung 12|18

Vorgehensweise Gebäudeertüchtigung

Anpassungsoptionen

Prinzip Schützen

- Einbau zusätzlicher Schutzeinrichtungen
- Beachtung von Aspekten der Funktionalität und des Denkmalschutzes

Prinzip Verstärken

- Wahl robuster Materialien mit einem hohem HW
- Alterungsbeständigkeit beachten
- Ermittlung HW aus:
 - Produktnormen
 - Unabhängige Prüfzeugnisse
 - Hageldatenbank VKF (<http://www.praever.ch/de/es/reg/Seiten/default.aspx>)

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Hagel: Optionen für die Gebäudeertüchtigung 13|18

Vorgehensweise Gebäudeertüchtigung

Anpassungsoptionen



Startseite	Brandschutz	Elementarschaden-Prävention	Personenrettung	EM, FB, IT	
VW Nr.	WG	Beschreibung	Bezeichnet	Einrichtungs- / Baugruppe	DIN EN
23634	134	Agipent Carbon	Agipent Carbon	Agipent Carbon	30208
23603	134	Stüthene Classic	Stüthene Classic	Stüthene Classic	30208
23603	134	Agipent Carbon	Agipent Carbon	Agipent Carbon	30208

Übersicht Eingabefeld Hageldatenbank

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Hagel: Optionen für die Gebäudeertüchtigung 14|18

Anpassungsmaßnahmen am Beispiel

Flachdach



Verwaltungsgebäude, Typ Leipzig (Quelle: Fahrion 2011)

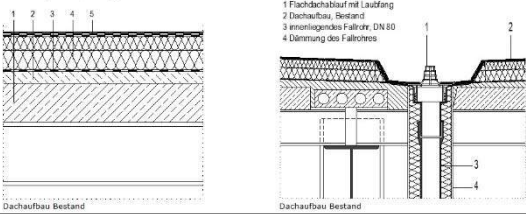
Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Hagel: Optionen für die Gebäudeertüchtigung 15|18

Anpassungsmaßnahmen am Beispiel

Flachdach

- 1 Stahlverbunddecke, $d = 26 \text{ cm}$
- 2 Gefällebeton, $d_{\text{Gef}} = 2 \text{ cm}$
- 3 Dachspappe als Dampfsperre
- 4 2 x demengedundene HWL-Platte, $\lambda = 0,09 \text{ W/mK}$, $d_{\text{HWL}} = 8,5 \text{ cm}$
- 5 Abdichtung Bestand, mehrlagig



Dachaufbau Bestand

Dachaufbau Bestand

- 1 Flachdachbau mit Laufblech
- 2 Dachaufbau Bestand
- 3 einseitiges Fallrohr, DN 80
- 4 Dämmung des Fallrohrs


Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Hagel: Optionen für die Gebäudeertüchtigung 16|18

Anpassungsmaßnahmen am Beispiel

Flachdach

- Prinzip Verstärken und/oder Schützen
- Detailpunkt Dachentwässerung beachten (Verstopfungsgefahr)
- Risiko für Folgeschäden beachten



Ausgangszustand Prinzip Verstärken Prinzip Schützen

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

3. Gebäudetechnik

3.1. Klimadaten und Klimawandel – Energiebedarf, Leistungsbedarf und thermischer Komfort

Prof. Dr.-Ing. Karsten Voss
Bergische Universität Wuppertal

EnOB
Forschung für
Energiesparendes Bauen

Bergische Universität Wuppertal
Bauphysik und Technische
Gebäudeausstattung
Prof. Dr.-Ing. Karsten Voss

Klimadaten und Klimawandel – Untersuchungen zum Einfluss auf den Energiebedarf, den Leistungsbedarf und den thermischen Komfort von (Bestands)Gebäuden

Prof. Dr.-Ing. Karsten Voss
MSc. Carolin Künz

Bergische Universität Wuppertal
Fachbereich D, Architektur
Bauphysik und Technische Gebäudeausstattung

Denkmal und Energie 2014, 10. 2. 2014

EnOB
Forschung für
Energiesparendes Bauen

Bergische Universität Wuppertal
Bauphysik und Technische
Gebäudeausstattung
Prof. Dr.-Ing. Karsten Voss

Inhalt

- Klimadaten - Klimamodelle
- Gebäudemodelle
- Energie-, Leistungsbedarf
- Primärenergiebedarf
- Sommerliches Raumklima
- Fazit und Ausblick
- Diskussion

Denkmal und Energie 2014, 10. 2. 2014

Bezeichnung	Quelle	Information
Alte TRY	www.dwd.de	12 Regionen der alten Bundesländer, kostenpflichtig
TRY 2004	www.dwd.de	15 Regionen einschl. neue Bundesländer, Datenbasis 1961-1990 kostenpflichtig, zusätzliche TRY für extreme Wetterlagen, diese Wetterdaten stammen aus realen Jahren, die für alle Regionen gleich gewählt wurden
TRY 2010	www.bbr.bund.de	15 Regionen einschl. neue Bundesländer (-> DIN V 18599-2011), Datenbasis 1968-2007, auch extrem Sommer/Winter TRY, kostenfrei, zusätzliches Rechenwerkzeug zur Aufprägung von stadtklimatischen Effekten (Wärmeinsel) und Höheneffekten
Zukunfts TRY 2035	www.bbr.bund.de	Zukunftsszenarien für den Zeitraum 2021 bis 2050 gemäß Szenario A1B, 15 Regionen einschl. neue Bundesländer, auch extrem Sommer/Winter TRY, kostenfrei
REMO	http://www.dkzr.de	Regionale Wetterdaten aus Klimamodellrechnungen des Max-Planck-Instituts für Klimatologie unter Berücksichtigung der IPCC-Szenarien, Daten liegen kostenfrei im Binärformat vor und können mit einer dazugehörigen Software in eine ASCII-Datei umgewandelt werden.
TMY	http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/cfm/weather_data_cfm	Datenbank für weltweite Datensätze ähnlich TRY, kostenfrei, ein einfach bedienbares Werkzeug zur Datenanalyse und Visualisierung steht zur Verfügung unter http://www.energy-design-tools.udel.edu/Cimate Consult
Meteonorm	www.meteonorm.com	Die kostenpflichtige Software berechnet typische Wetterdaten weltweit auf der Basis von Messdaten der Klimastationen (standortbezogen) und Interpolationsverfahren. Seit 2012 werden in Version 7 auch Daten für drei Klimawandelszenarien gemäß IPCC ausgegeben (B1, A1B, A2), für einen Zeithorizont bis maximal 2100. Auch Datensätze mit Extremsummer bzw. -Winter können erstellt werden.

EnOB
Forschung für
Energiesparendes Bauen

Bergische Universität Wuppertal
Bauphysik und Technische
Gebäudeausstattung
Prof. Dr.-Ing. Karsten Voss

Ausgewählte IPCC Szenarien

Wetterdaten für zukünftige Zeitperioden können in Meteonorm, Version 7 für drei der sechs Emissionsszenarien erstellt werden.

B1 Informations- und Dienstleistungsgesellschaft, Effizienztechnologien, gleichmäßiger Übergang zu erneuerbarer Energie, nachhaltige Prinzipien, soziales Gleichgewicht und globale Gerechtigkeit. Daraus folgt ein vergleichsweise niedriger Klimawandel mit **global 2 K Temperaturerhöhung** zwischen 1961-90 und 2100

A1B Starkes wirtschaftliches Wachstum, rasante Einführung neuer Technologien, Bevölkerungsentwicklung 2050 maximal, Balance zwischen der Nutzung fossiler und regenerativer Brennstoffe. Daraus folgt ein mittlerer Klimawandel mit **global 3 K Temperaturerhöhung**

A2 Heterogenes Bevölkerungswachstum und wirtschaftliche Entwicklung, weltweit langsamer technologischer Fortschritt und langsame Umstellung auf erneuerbare Energie. Dies bedingt einen hohen Klimawandel mit **global 3,5 K Temperaturerhöhung**.

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change

Denkmal und Energie 2014, 10. 2. 2014

EnOB
Forschung für
Energiesparendes Bauen

Bergische Universität Wuppertal
Bauphysik und Technische
Gebäudeausstattung
Prof. Dr.-Ing. Karsten Voss

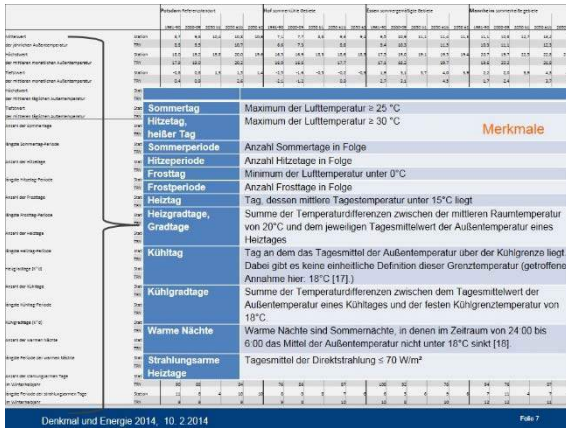
Ausgewählte Standorte für die Untersuchungen

Ort, Station	TRY-Region	Information
Potsdam	4	Referenzstandort Deutschland: Winter kühl, Sommer warm
Hof	10	Sommerkühler Standort: Winter kühl, Sommer kühl
Essen	5	Sommernäßig Standort: Winter gemäßigt, Sommer gemäßigt
Mannheim	12	Sommerheißer Standort: Winter gemäßigt, Sommer heiß

Denkmal und Energie 2014, 10. 2. 2014

Standorte	Region	Jahresmittelwerte (1961-1990)												Jahresmittelwerte (2021-2050)												Bemerkungen
		Jan	Feb	März	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Ok	Nov	Dez	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Ok	Nov	Dez	
Essen	1961	4,1	4,2	4,6	5,6	6,6	7,5	7,7	7,4	6,6	5,4	4,3	3,2	2,0	1,1	0,1	-0,5	-0,8	-0,8	-0,7	-0,6	-0,5	-0,4	-0,3		
	2021	4,1	4,2	4,6	5,6	6,6	7,5	7,7	7,4	6,6	5,4	4,3	3,2	2,0	1,1	0,1	-0,5	-0,8	-0,8	-0,7	-0,6	-0,5	-0,4	-0,3		
Hof	1961	5,0	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	6,0	6,1	6,2	6,3	6,4	6,5	6,6	6,7	6,8	6,9	7,0	7,1		
	2021	5,0	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	6,0	6,1	6,2	6,3	6,4	6,5	6,6	6,7	6,8	6,9	7,0	7,1		
Essen	1961	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0		
	2021	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0		

Denkmal und Energie 2014, 10. 2. 2014



Analyse I

- Für alle Standorte nehmen das Jahresmittel der Temperatur, das Monatsmittel im wärmsten Monat und der Tagesmittelwert als Jahresmaximum gegenüber dem Referenzzeitraum der älteren Messperiode zwischen 1,5 K (B1) und 2 K zu (A1B). Ein großer Anteil dieses Anstiegs fällt in das Zeitfenster zwischen der alten (1961-90) und der aktuellen Messperiode (2000-09). Dass das Szenario A2 keinen noch höheren Anstieg prognostiziert liegt daran, dass bei diesem Modell zwar der größte Klimawandel, aber zu einem späteren Zeitpunkt erreicht wird.
- Im kältesten Monat steigen Mitteltemperatur und niedrigster Tageswert um 1,5 K bis 2 K; ein Großteil des Anstiegs ist schon in der aktuellen Messperiode erfasst.
- Die Anzahl der Sommer- (>25°C) und Heize tage (>30°C) nimmt zu. Während die Länge der Heizperioden noch moderat bleibt steigt sie bei den Sommerperioden merklich an. Besonders drastisch trifft es den sommerheißeren Standort, da bereits heute viele Tage im Grenzbereich liegen.

Analyse II

- Die Anzahl der Frosttage, die Länge der Frostperioden und die Anzahl Heize tage (<15°C) nehmen für alle Standorte ab. Die Heizperiode verkürzt sich um bis zu einem Monat, wobei auch hier schon ein Großteil der Verkürzung in der Messperiode bis 2009 abgebildet wird.
- Strahlungsarme Tage im Winter nehmen an Häufigkeit zu (vor allem an den wärmeren Standorten, aber uneinheitlich) wobei sich die Periodenlänge nicht signifikant gegenüber heutigen Verhältnissen ändert.
- Kühl tage (>18°C) häufen sich ebenso wie die Länge der Kühlperiode. Daraus folgt eine signifikante Zunahme der Kühlgradtage. Auffällig ist, dass für den sommerheißeren Standort diese Effekte in der Messperiode 2000-2009 zunächst gegenläufig ausfallen.
- Die Anzahl warmer Nächte (>18°C) steigt für alle Standorte wesentlich an, die Periodenlänge nimmt leicht bis signifikant (Mannheim) zu.

Weil warm und kalt für jeden anders ist.

Die neue Generation der T-Klasse. Auf Wunsch mit 4 Zone-Klimaanlage THERMOTION.

Zusätzliche Herausforderung: Unsere Erwartungen steigen! Nutzerzufriedenheit wird von Erwartungshaltungen geprägt.

Modellgebäude* und Modellbildung

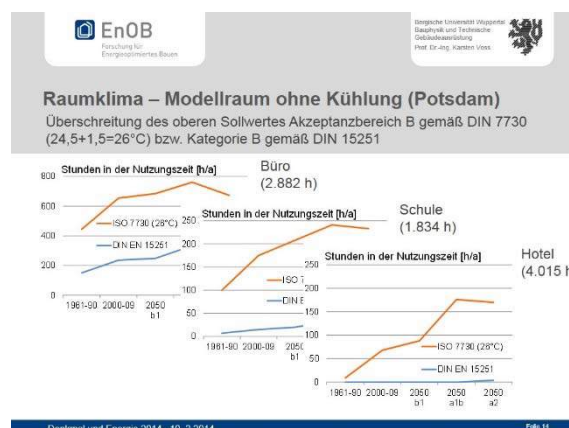
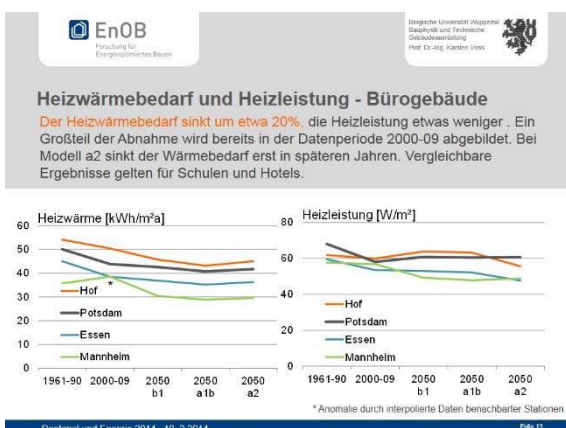
Bürogebäude	Schule	Hotel
NGF 1.676 m ²	4.453 m ²	8.636 m ²
Stockwerke 4	2	7
Zonenanzahl 5	8	8
Nutzungszeit 7-18 Uhr	8-15 Uhr	21-8 Uhr
Nutzungsstunden 2.882 h/a	1.834 h/a	4.015 h/a

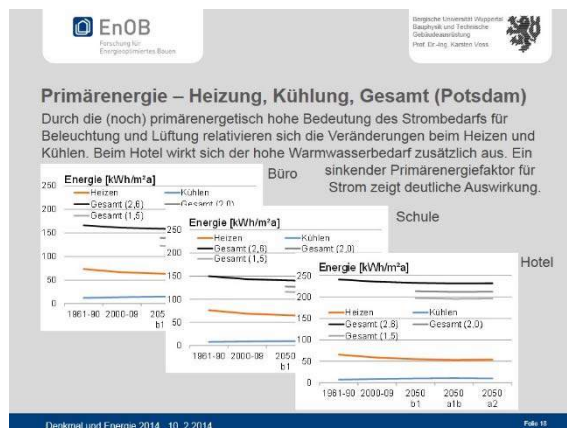
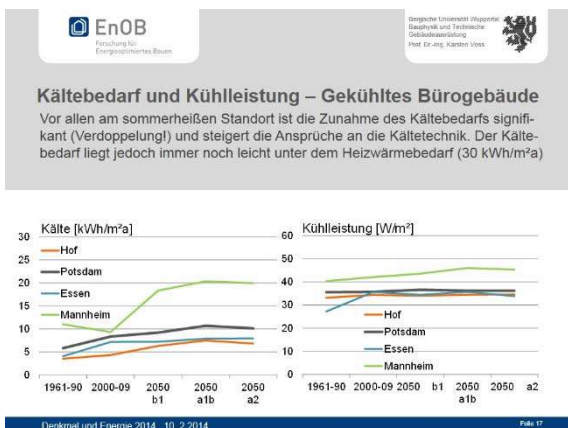
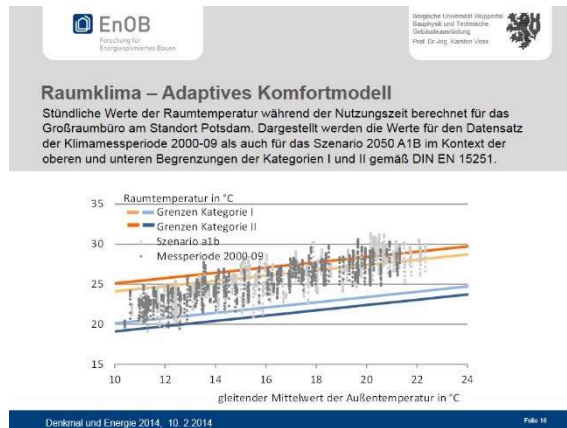
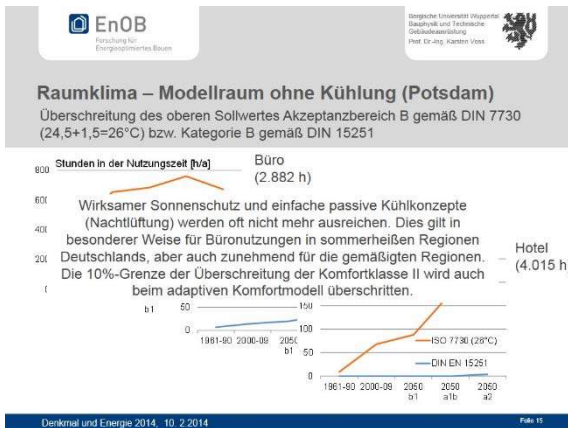
Die Wetterdaten für die Szenarien wurden jeweils aus Meteonorm extrahiert und in das Datenformat von Design Builder bzw. EnerCalc umgewandelt. Den Zonen wurden die Nutzungsprofile gemäß DIN V 18599 zugewiesen (Wärmequellen, Luftwechsel, ...)

Berechnungswerkzeuge

- Design Builder 3.0 (EnergyPlus)
 - Energie/Leistung für Heizen/Kühlen
 - Raumtemperaturen
- EnerCalc 2013 (DIN V 18599)
 - Primärenergie
 - CO₂-Emissionen

Der energetische Standard entspricht jeweils dem Referenzgebäude gemäß EnEV 2009, der Sonnenschutz gerade den Anforderungen der DIN 4108-2 für den sommerheißeren Standort (für alle Orte beibehalten) = viel besser als Bestand!





EnOB Forschung für Energieeffizientes Bauen

Bergische Universität Wuppertal
Bauphysik und Technische Gebäudeausrüstung
Prof. Dr.-Ing. Karsten Voss

Fazit und Ausblick

- Klimaszenarien können heute - mit Vorsicht - ebenso in die Gebäudeplanung einbezogen werden wie Stadtklimamodelle oder Mikroklimaeffekte.
- Die aktuellen TRY nehmen große Effekte der Veränderung auf, sie sind vermutlich größer als in den Vorhersagemodellen vorausgesagt (Sommer 03/061). Nach 2050 sind voraussichtlich noch wesentliche Veränderungen zu erwarten.
- Der Rückgang an Heizwärmebedarf und Heizleistung ist für Deutschland signifikant und entlastet Ressourcenbedarf wie Emissionen. Diese Entlastung ist aber bereits Bestandteil der Modellrechnungen, reduziert also nichts weiter.
- Steigende sommerliche Temperaturen und längere Sommerperioden verschärfen die Situation in den überwiegend nicht gekühlten Bestandsgebäuden. Das gilt insbesondere für die Büronutzung, bedingt durch die Nutzungszeiten weniger für Schulen oder Hotels. Viele Gebäude liegen bereits heute im Grenzbereich und werden zukünftig die Komfortgrenzen deutlich überschreiten: **Konzepte für Bestandsgebäude sind daher ein vordringliches Thema!**
- In den sommerheißen Regionen Deutschlands wird die sommerliche Kühlung zur Regel bei Neubauten werden (Bauteilaktivierung).

Denkmal und Energie 2014, 10. 2. 2014 Folie 19

EnOB Forschung für Energieeffizientes Bauen

Bergische Universität Wuppertal
Bauphysik und Technische Gebäudeausrüstung
Prof. Dr.-Ing. Karsten Voss

Unsere aktuellen Themen

Kühlung durch Luftbewegung

Fester Sonnenschutz

Denkmal und Energie 2014, 10. 2. 2014 Folie 20

EnOB-Symposium 2014

Energieinnovationen in Neubau und Sanierung

20. - 21. März 2014

Essen, Zeche Zollverein

EnOB Forschung für Energieeffizientes Bauen

3.2. Solaranlagen an denkmalgeschützten Gebäuden

Dipl.-Ing. Ulrike Roggenbuck-Azad
Landesamt für Denkmalpflege Stuttgart

Solaranlagen an / auf denkmalgeschützten Gebäuden



Denkmal und Energie 2014
Gebäudeerleuchtung im Klimawandel
TU Dresden / DBU
Osnabrück 10.2.2014



Dipl.-Ing. Architektin Ulrike Roggenbuck-Azad

Vortragsschwerpunkt / das Einzeldenkmal




Dipl.-Ing. Ulrike Roggenbuck-Azad - 2014 02 10

Wann werden denkmalfachliche Belange außer am Einzeldenkmal relevant?

Umgebungsbereich in Blickachsen oder...
...größeren baulichen Zusammenhängen wie Sachgesamtheiten §§ 2 und 12



Gesamtanlagen / Ensembles
Ausgleichsmaßnahmen außerhalb der Abgrenzung




Umgebungsbereich einer Sachgesamtheit von besonderer Bedeutung § 12



Dipl.-Ing. Ulrike Roggenbuck-Azad - 2014 02 10

Denkmalschutz ist in BW als Staatsziel in der Landesverfassung verankert

- Denkmale werden im öffentlichen Interesse erfasst, erhalten und gepflegt.
- Ein Objekt muss fachliche Kriterien erfüllen, um Kulturdenkmal sein zu können / in BW
 - wissenschaftlich, künstlerisch, heimattgeschichtlich
- Der Denkmalwert begründet sich über diese Erfassungskriterien
- Konservatorische Konzepte verfolgen den Erhalt des Denkmalwertes auch über die Durchführung von Baumaßnahmen hinweg
- Kulturdenkmale sind materielle Geschichtszeugnisse
 - Quellenwert ist über die Substanz gegeben
 - Ziel: möglichst umfassender Erhalt der denkmalwerten Substanz und des Erscheinungsbildes



Dipl.-Ing. Ulrike Roggenbuck-Azad - 2014 02 10

- Diesem Denksatz steht der Alltag im Umgang mit dem baulichen Bestand gegenüber.
- Dieser ist oft geprägt von Heimwerkermentalität
- Scheinbarer Wirtschaftlichkeit
- Unkenntnis technischer Zusammenhänge
- Fehlendem Gestaltungsanspruch
- ... hier wird Energie sparen und gewinnen leicht gemacht!




Dipl.-Ing. Ulrike Roggenbuck-Azad - 2014 02 10

ist in solchen städtebaulichen Zusammenhängen wirklich die Beauftragung eines Gutachtens mit Simulation notwendig, um PV-Anlagen auszuschließen?




Dipl.-Ing. Ulrike Roggenbuck-Azad - 2014 02 10

Baurechtliche Verfahrensfreiheit!

Achtung Denkmalrecht

auf welchem Stand sind Bauherren, die mit Denkmalpflege konfrontiert werden?
Welche Ziele werden verfolgt?
Hat Ästhetik eine Chance?

Dipl.-Ing. Ulrike Roggenback-Azad - 2014 02 10

Baden-Württemberg
Landesamt für Denkmalpflege
in Regensburg-Regen

In der Regel wird das äußere Erscheinungsbild beeinträchtigt

Ungenehmigt errichtete PV-Anlage auf einem Baudenkmal

Dipl.-Ing. Ulrike Roggenback-Azad - 2014 02 10

Baden-Württemberg
Landesamt für Denkmalpflege
in Regensburg-Regen

These:
Gebrauchsfähigkeit / Lebensdauer von PV-Anlagen und die daraus resultierende baurechtliche Einordnung als temporäre Beeinträchtigung von Substanz und Erscheinungsbild, erschweren die Planung und Entwicklung gestalterisch anspruchsvoller und denkmalverträglicher Lösungen.

Solaranlagen als Wegwerfprodukt?
Wofür den Aufwand guter Gestaltung treiben?

Dipl.-Ing. Ulrike Roggenback-Azad - 2014 02 10

Baden-Württemberg
Landesamt für Denkmalpflege
in Regensburg-Regen

Leitfaden Arbeitsblätter / Rechtsgrundlagen / Kriterien / Abwägungen

Dipl.-Ing. Ulrike Roggenback-Azad - 2014 02 10

Baden-Württemberg
Landesamt für Denkmalpflege
in Regensburg-Regen

www.denkmalpflege-forum.de
AK-Bautechnik, Arbeitsblatt 37

Verordnung des Landesdenkmalpflegers in Baden-Württemberg, Deutschland

Abwägung

Die Einordnung von Baumaßnahmen und Neubauten ist Teil der gestalterischen und denkmalrechtlichen Bewertung. Eine gestalterische Bewertung ist ein wesentlicher Bestandteil der Denkmalpflege. Die Einordnung von Baumaßnahmen und Neubauten ist Teil der gestalterischen und denkmalrechtlichen Bewertung. Eine gestalterische Bewertung ist ein wesentlicher Bestandteil der Denkmalpflege.

- Thermische Solaranlagen
- Photovoltaik-Anlagen
- Gestalt der Solaranlagen
- Allgemeine Genehmigungspflichten
- Denkmalrechtliche Prüfverfahren
- Abwägung und Erlaubnis / Genehmigung
- Bewertungskriterien

Dipl.-Ing. Ulrike Roggenback-Azad - 2014 02 10

Baden-Württemberg
Landesamt für Denkmalpflege
in Regensburg-Regen

- Solaranlagen werden wie alle anderen Baumaßnahmen auch im Einzelfall geprüft
- Grad der Beeinträchtigung ist ausschlaggebend für die Genehmigungsfähigkeit
- Ein Unterschied besteht allerdings in der nicht zwangsläufig gegebenen Ortsgebundenheit der Anlage
 - Solar-Bauvorhaben kann oft auch an einem anderen Ort realisiert werden
 - Auch sonstige Baumaßnahmen /Umplanungen werden auf Alternativen hin untersucht, um die Beeinträchtigung des Bestandes möglichst gering zu halten
- Neben fachlichen Belangen werden andere öffentliche und private Interessen abgewogen

Dipl.-Ing. Ulrike Roggenback-Azad - 2014 02 10

Baden-Württemberg
Landesamt für Denkmalpflege
in Regensburg-Regen

Burg Brauneck (Lkra. TBB /Reglingen-Niedersteinach)

Politisch-wirtschaftliche Abwägung gegen die Denkmalbelange

PV-Anlage mit Fernwirkung

Alternativstandort Maschinenhalle

Dipl.-Ing. Ulrike Roggenback-Azad - 2014 02 10

Baden-Württemberg
Landesamt für Denkmalpflege
in Regensburg-Regen

Dachstuhlreparatur Schloss Salem

- Klassischen Konzeptansätze der Denkmalpflege sind z. B.:
 - Substanzeingriffe bei Reparaturen und Umbauten sind zu minimieren
 - Schäden an Bauteilen sind möglichst materialgerecht und in handwerklicher Manier zu beheben
 - Reparaturmaßnahmen haben Vorrang vor Erneuerungen

Zutaten sollen sich in der Gestalt ihrer Zeit zeigen, ohne den denkmalgeschützten Bestand in seiner Wirkung und Aussagekraft zu schmälern

Dipl.-Ing. Ulrike Roggenback-Azad - 2014 02 10

Baden-Württemberg
Landesamt für Denkmalpflege
in Regensburg-Regen

Kriterien formulieren: Das Dach, ein gestaltprägendes Bauteil mit Schutzfunktion

Dipl.-Ing. Ulrike Roggenbuck-Azad - 2014 02 10

Baden-Württemberg
Lehrstuhl für Vermessung
in Regensburg-Prüfung

Dächer sind Teil der Architektur
sie gliedern Bauwerke, sie bieten Schutz, sind nicht immateriell

Dipl.-Ing. Ulrike Roggenbuck-Azad - 2014 02 10

Moerswil-Wohlen und Zäezwil, Fotos Rolf Lemberg

Baden-Württemberg
Lehrstuhl für Vermessung
in Regensburg-Prüfung

Gestalterisch gelistet und trotzdem eine Fläche mit geänderter Anmutung. Keine Patina, bleibt künstlich, findet auch keine Anknüpfung zu den Wandflächen
Lebendigkeit des Daches über die Veränderung der Himmelsfarbe, nicht über die Bewegtheit der Konstruktion, des Materials und seiner Alterung

Hailberg Schweiz, Fotos Dipl.-Ing. Rolf Lemberg

Alterung von Materialien?

Dipl.-Ing. Ulrike Roggenbuck-Azad - 2014 02 10

Baden-Württemberg
Lehrstuhl für Vermessung
in Regensburg-Prüfung

Genehmigungsfähige Solarthermieanlagen auf untergeordneten Neben-/Rückgebäuden errichtet geringe Fläche / Eigenbedarf ohne Gewinnmaximierung unterstützt die Heizung und Warmwasserbereitung

Wohn- und Geschäftshaus in Schwefen
Foto: Landwehr für Dreher/Architektur-Veranstaltung

Ehemaliges Holzwerk mit neu errichteten Carport
Hessau / Achern

KD-Dachfläche nicht aus dem öffentlichen Raum ersichtbar auf untergeordneten Objekten
Beweglichkeit des Erreichungsgrads nur gering

Dipl.-Ing. Ulrike Roggenbuck-Azad - 2014 02 10

Baden-Württemberg
Lehrstuhl für Vermessung
in Regensburg-Prüfung

schwenkbare Solarthermieanlage

Dipl.-Ing. Ulrike Roggenbuck-Azad - 2014 02 10

Baden-Württemberg
Lehrstuhl für Vermessung
in Regensburg-Prüfung

Externer Erschießungsturm Kulturzentrum Konstanz

Dipl.-Ing. Ulrike Roggenbuck-Azad - 2014 02 10

Baden-Württemberg
Lehrstuhl für Vermessung
in Regensburg-Prüfung

... bauliche Zutaten sollen sich in der Gestalt ihrer Zeit zeigen, ohne den denkmalgeschützten Bestand in seiner Wirkung und Aussagekraft zu schmälern...

Einsehbarkeit aus dem öffentlichen Raum ist gegeben
Möglichkeiten der Einfügung variieren nach Bautypologie, Dachausformung ...

Kath. Gemeindezentrum Maria Regina in Fellbach, Arch. Klaus Franz

Dipl.-Ing. Ulrike Roggenbuck-Azad - 2014 02 10

Baden-Württemberg
Lehrstuhl für Vermessung
in Regensburg-Prüfung

Zeche Zollverein Essen

Deutenberg Gymnasium Villingen-Schwenningen / PV-Anlage gegen die Struktur der Archibuktur

Dipl.-Ing. Ulrike Roggenbuck-Azad - 2014 02 10

Baden-Württemberg
Lehrstuhl für Vermessung
in Regensburg-Prüfung

ZKM
Karlsruhe

Chemische Multikonstrukt / PV im Bestand und im Neubau
Arch. Peter Paul Solerger 1994-2000

Dipl.-Ing. Ulrike Roggenbuck-Azad - 2014 02 10

Baden-Württemberg
Lehrstuhl für Solarthermie
an der Ingenieurhochschule für Baden-Württemberg

Evangelische Kirche in Gemrigheim
Lkr. Ludwigsburg

Abwägung:
Innenes gegen äußeres Erscheinungsbild

Dipl.-Ing. Ulrike Roggenbuck-Azad - 2014 02 10

Baden-Württemberg
Lehrstuhl für Solarthermie
an der Ingenieurhochschule für Baden-Württemberg

Schiff Chor

Dachfläche des Schiffes muss sich weiterhin in seiner Dimension von der des Chores unterscheiden können.

Solarmodule müssen unterhalb der verlängerten Traufkante des Chores angeordnet werden.

Reduzierung der Anzahl durch Einsatz leistungsstärkerer Module

Dipl.-Ing. Ulrike Roggenbuck-Azad - 2014 02 10

Baden-Württemberg
Lehrstuhl für Solarthermie
an der Ingenieurhochschule für Baden-Württemberg

Solarthermische Anlage wurde nicht grundsätzlich ausgeschlossen sondern mit Hilfe von **Simulationen** geprüft **Varianten** entwickelt und **bemustert**

Dipl.-Ing. Ulrike Roggenbuck-Azad - 2014 02 10

Baden-Württemberg
Lehrstuhl für Solarthermie
an der Ingenieurhochschule für Baden-Württemberg

Beispiele für im Einvernehmen mit der Denkmalpflege genehmigte PV-Anlage und solarthermische Anlage

Solarthermische Anlage zur Unterstützung der Warmwasserheizung / Wandtemperierung / -Trocknung

Dipl.-Ing. Ulrike Roggenbuck-Azad - 2014 02 10

Baden-Württemberg
Lehrstuhl für Solarthermie
an der Ingenieurhochschule für Baden-Württemberg

Umnutzung einer Tabakscheune zum Wohnhaus
Solarthermische Anlage zur Unterstützung der Warmwasserbereitung / Heizung

Ungenutzte Tabakscheune als Träger eine PV-Anlage
Erhaltung nur möglich, wenn ein wirtschaftlicher Nutzen gegeben ist?
Sind PV-Anlagen dann eine denkmalverträgliche Strategie?

Dipl.-Ing. Ulrike Roggenbuck-Azad - 2014 02 10

Baden-Württemberg
Lehrstuhl für Solarthermie
an der Ingenieurhochschule für Baden-Württemberg

SOLAR DESIGN

Photovoltaik für Abbau, Stadtraum, Landschaft
Ingrid Hermannsdorfer und Christine Rüb

Aus „SOLARENERGIE und DENKMALPFLEGE“
Broschüre des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege

Dipl.-Ing. Ulrike Roggenbuck-Azad - 2014 02 10

Baden-Württemberg
Lehrstuhl für Solarthermie
an der Ingenieurhochschule für Baden-Württemberg

Statt auf Kirchendächern
als Teil der Fensterverglasung und Gestaltung

Dipl.-Ing. Ulrike Roggenbuck-Azad - 2014 02 10

Baden-Württemberg
Lehrstuhl für Solarthermie
an der Ingenieurhochschule für Baden-Württemberg

Als Gliederungselement der Fassaden, Klapp- und Schiebeläden, Scheunentore, zur Stromerzeugung für die Belichtung in öffentlichen Räumen

Quelle: Solar Design: Photovoltaik für Altbau, Stadtbau, Landschaft von Ingrid Himmelschläger und
Dietmar Ritz
Regenröckh-Acad und Hochschule für Bildende Künste / Architektonische Integration von
Photovoltaik-Anlagen

Fassadenhülle Q-Calls AG
Eberhard Wölfel
Urban-Architekten 2008-09

Zur geliebten Mensch stellt sich die
Welt zu selbst freuet!
Franklin Schler

Dipl.-Ing. Ulrike Roggenbach-Azad - 2014 02 10

Baden-Württemberg
Hochschule für Technik
Karlsruhe

Solaranlagen auf oder am Denkmal können immer nur eine technische Zutat innerhalb bestehender Architektur sein; als neues Gestaltungselement oder als Ersatz für abgängige Bauelemente.

Solare Technik kann der neuen Architektur Gestalt verleihen, wenn sie von Beginn an den Entwurfsgedanken bestimmt. Insoweit wird es zukünftig auch Solararchitektur geben, die die Kriterien eines Kulturdenkmals erfüllt.

Dipl.-Ing. Ulrike Roggenbach-Azad - 2014 02 10

Baden-Württemberg
Hochschule für Technik
Karlsruhe

Solar Decathlon 2010 in Madrid
3. Platz HTF Stuttgart

Interdisziplinäres, zukunftsrelevantes und praxisnahes Projekt
Erfolg durch Einbindung aller vorhandenen Kompetenzen aus Lehre und Forschung
Ein Ziel: Vermittlung, dass energieeffizientes Bauen mit einem hohen architektonischen Anspruch verwirklicht werden kann

Warum nicht einmal versuchen, am ausgewählten Baudenkmal mit Einbindung der Denkmalspflege Solaranlagen mit hohem gestalterischen Anspruch zu entwickeln?

Nutzung von Sonnenenergie im Barock!

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Dipl.-Ing. Ulrike Roggenbach-Azad - 2014 02 10

Baden-Württemberg
Hochschule für Technik
Karlsruhe

3.3. Gebäudetechnik – Anforderungen im Denkmalschutz

Prof. Dr.-Ing. Clemens Felsmann
Technische Universität Dresden

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN
Fakultät Maschinenwesen Institut für Energietechnik, Professur für Gebäudeenergie-technik und Klimatechnik

DRESDEN concept

Gebäudetechnik – Anforderungen im Denkmalschutz

Prof. Clemens Felsmann

Osnabrück, 10. Februar 2014

Warum Haustechnik in Baudenkmalen?

- 1. Erst- oder Übergangssicherung zur Schaffung eines stabilisierenden Zwischenzustandes und zur Verhinderung des weiteren Verfalls
→ präventiver Bautenschutz
- 2. Komfortverbesserung
- 3. Energieeinsparung durch effiziente Anlagentechnik
→ Installation einer dem aktuellen Stand entsprechende Technik

↓

Alle Bau- und Installationsarbeiten an denkmalwerten Gebäuden werden geprägt von der Absicht, die erhaltenswerten Gebäudeteile soweit als möglich zu schonen

- Ansatz: Erhalt des Baudenkmal durch Nutzung des Gebäudes!

Historische Haustechnik

Haustechnik = erhaltenswertes Kulturgut an sich
 → Denkmalpflege nicht nur auf das Gebäude beschränkt!



Bilder aus J. Schrader: „Radiatoren: Gussisene Heizkörper“, EDITION: anderswelt
 Denkmal und Energie Prof. Fehmann | 10.02.2014 Folie 3

Historische Haustechnik

Haustechnik = erhaltenswertes Kulturgut an sich
 → Denkmalpflege nicht nur auf das Gebäude beschränkt!



Bilder aus J. Schrader: „Radiatoren: Gussisene Heizkörper“, EDITION: anderswelt
 Denkmal und Energie Prof. Fehmann | 10.02.2014 Folie 4

Energieeinsparung in Baudenkmalen



Gebäudesseitige Maßnahmen

- Minimierung der Wärmeverluste durch
 - Wärmedämmung
 - erhöhte Luftdichtheit
- Passive Maßnahmen zum sommerlichen Wärmeschutz

Nur begrenzt durchführbar!

Anlageseitige Maßnahmen

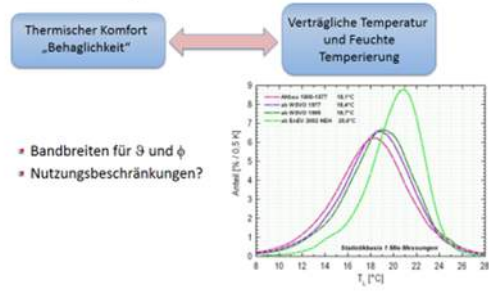
- Verlustarme und effiziente Energieumwandlung
- Primärenergetische vorteilhafte Energieträger
- Nutzung erneuerbarer Energiequellen

Wichtiger Beitrag erwartet!

Denkmal und Energie Prof. Fehmann | 10.02.2014 Folie 5

Raumklima, thermischer Komfort in Baudenkmalen

Unterschiede im Anspruchsdanken damals und heute



- Bandbreiten für ϑ und ϕ
- Nutzungsbeschränkungen?

Denkmal und Energie Prof. Fehmann | 10.02.2014 Folie 11

Planerische Grundsätze für TGA/Haustechnik

- Bestandserfassung: Schützenswerte Technik? Weiterverwendung?
- Bautenschutz: Lüftung, Heizung, Brandschutz
- Beachtung denkmalpflegerischer Anforderungen (Eingriff in Bausubstanzen: Durchbrüche, Rohrverlegungen)
- Vertragsgestaltung?



Bilder: W. Edermann, H. A. Pfeiffer in der Reihe Altbaurenovation „Haustechnik“, Deutscher Verlag der Bauwissenschaften 2000

Denkmal und Energie Prof. Fehmann | 10.02.2014 Folie 13

Heizung: Wahl des Heizungssystems

Radiator oder Flächenheizung?



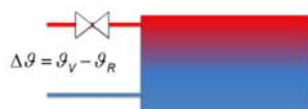
Bild: Ulf Sachsen

Bilder: privat

Denkmal und Energie Prof. Fehmann | 10.02.2014 Folie 15

Heizung: Wahl des Heizungssystems

- Radiator oder Flächenheizung?
 - Art der Übergabe bestimmt das Temperaturniveau der Heizung
- wasserseitige Bilanz $\dot{Q} = \dot{m}_w c_p \Delta \vartheta$

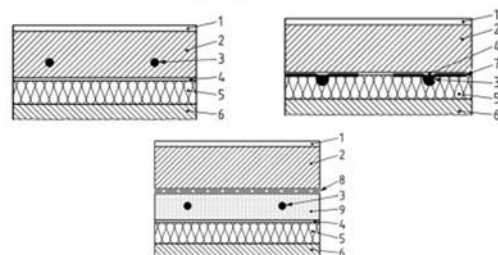


- flächenseitige Bilanz $\dot{Q} = UA \Delta \vartheta_m$
 $\Delta \vartheta_m = \vartheta_m - \vartheta_i$

Denkmal und Energie Prof. Fehmann | 10.02.2014 Folie 17

Heizung: Wahl des Heizungssystems

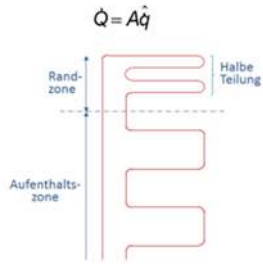
- Radiator oder Flächenheizung? [DIN EN 1204]
 - Art der Übergabe bestimmt das Temperaturniveau der Heizung
- Flächenheizung $\dot{Q} = A \dot{q}$



Denkmal und Energie Prof. Fehmann | 10.02.2014 Folie 19

Heizung: Wahl des Heizungssystems

- Flächenheizung [DIN EN 1294]
 - Verlegung auf die lokalen Anforderungen anpassen: z.B. Randzoneelemente



Denkmal und Energie Prof. Felmann | 10.02.2014

Folie 21

Heizung: Wahl des Heizungssystems

- Radiator oder Flächenheizung
 - Nachträgliche Einbau einer Flächenheizung im Bestandsstrich



Denkmal und Energie Prof. Felmann | 10.02.2014

Folie 12

Heizung: Wahl des Heizungssystems

- Radiator oder Flächenheizung
 - Flächenheizung Wand



Denkmal und Energie Prof. Felmann | 10.02.2014

Folie 13

Heizung: Wahl des Heizungssystems

- Radiator oder Flächenheizung
 - z.B. Trockenverlegung



Denkmal und Energie Prof. Felmann | 10.02.2014

Folie 14

Heizung: Wahl des Heizungssystems

- Radiator oder Flächenheizung
 - Kombination von Heizungssystemen



Begrenzung der Oberflächentemperaturen:

- Aufenthaltszone: 29 °C,
- Bäder: 33 °C,
- Randbereiche: 35 °C



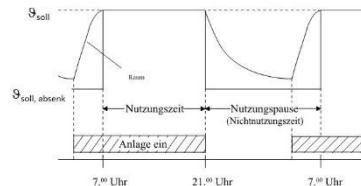
Denkmal und Energie Prof. Felmann | 10.02.2014

Folie 15

Heizung

nach [8]

- Sollwertprofil für intermittierende Heizung



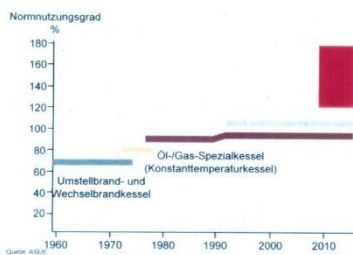
- Erhöhung der operativen Temperatur durch Einsatz von Strahlungsheizung (Lokale Heizsysteme), ohne dass die Raumlufttemperatur erhöht wird.
- ABER: Bauphysikalische Auswirkungen, z.B. Taupunktunterschreitungen, berücksichtigen!

Denkmal und Energie Prof. Felmann | 10.02.2014

Folie 16

Heizung: Wahl und Auslegung des Heizungssystems

- Wärmeerzeuger: historische Entwicklung

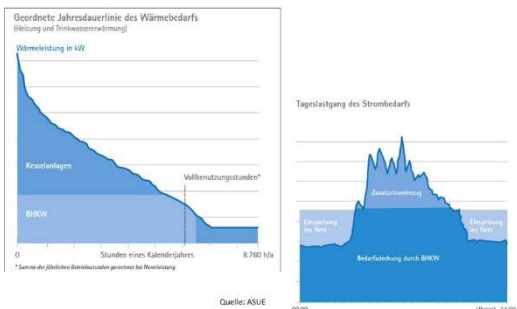


Denkmal und Energie Prof. Felmann | 10.02.2014

Folie 17

Heizung: Wahl und Auslegung des Heizungssystems

- Auslegung von BHKW



Denkmal und Energie Prof. Felmann | 10.02.2014

Folie 18

Heizung: Wahl und Auslegung des Heizungssystems

- Stand der Technik: Wärmepumpen

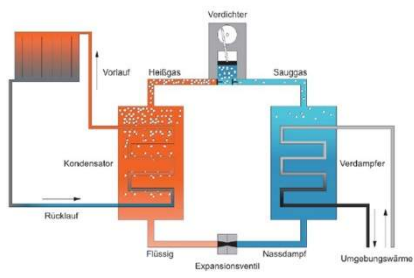
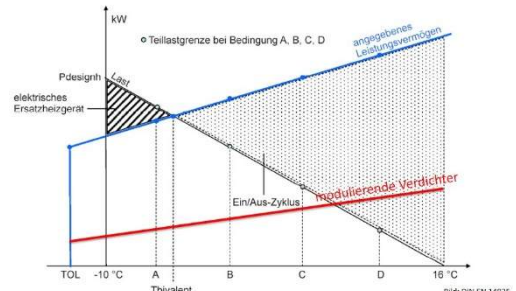


Bild: B. Weiler u.a.z. „Denkmal und Energie“, Vieweg+Teubner Verlag, 2012

Heizung: Wahl und Auslegung des Heizungssystems

- Wärmequelle Außenluft für Wärmepumpen



Heizung: Wahl und Auslegung des Heizungssystems

- Gasabsorptionswärmepumpe: Funktionsprinzip

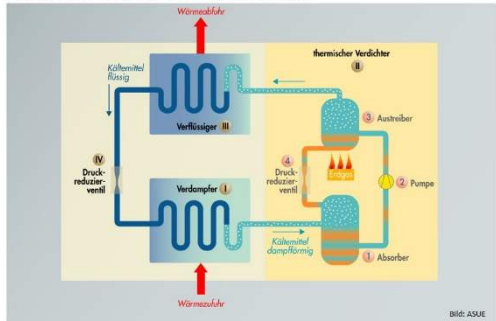


Bild: ASUE

Heizung: Wahl und Auslegung des Heizungssystems

- Gasabsorptionswärmepumpe

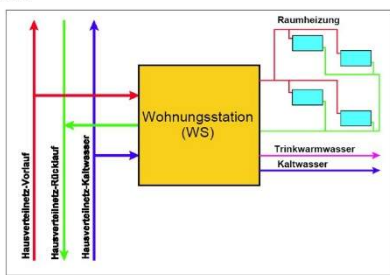


Bild: Robur

Weitere Informationen: z.B. ASUE, IGWP,...

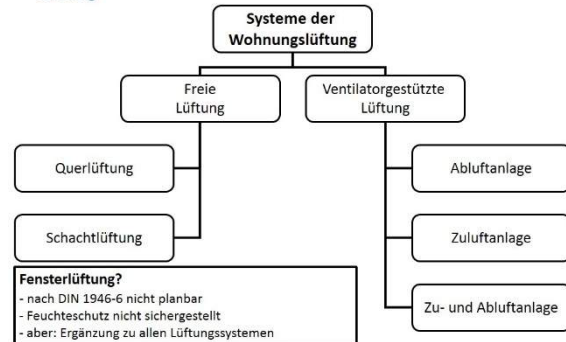
Heizung: Wahl und Auslegung des Heizungssystems

- Fernwärme



Anordnung einer Wohnungsstation

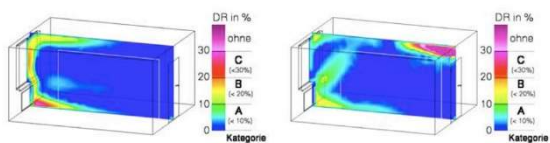
Lüftung



Nachweis durch Gebäude- und Anlagensimulation

Abbildung individueller Gegebenheiten im Detail möglich:

- Bauteil und Anlagensoptimierung
- Betrieboptimierung
- z.B.: Temperaturverteilungen im Raum, Zugluftrisiko, Behaglichkeit



Erneuerbare Energie

Nutzung regenerativer Energien: so?



Erneuerbare Energie

Nutzung regenerativer Energien

Energetische Sanierung von Baudenkmalen
Handlungsanleitung für Behörden, Denkmalgebetürten, Architekten und Ingenieure

Denkmal und Energie Prof. Fehmann | 10.02.2014

Folie 27

Zitat:

„Auf Baudenkmalen installierte solarthermische oder photovoltaische Anlagen weisen jedoch, abhängig von der verfügbaren Aufstellfläche, ein geringes energetisches Potenzial auf. Sie werden zudem in Bezug auf ihr Erscheinungsbild oft negativ beurteilt. Da die photovoltaische Energieerzeugung nicht an den Standort des Verbrauchs gebunden ist, sind Baudenkmale hierfür grundsätzlich wenig geeignet. Denn die zur Kompensation erwünschten Energiegewinne lassen sich ökonomischer und ortsbildverträglicher über großflächige Sammelanlagen an anderen Standorten realisieren. Dies sollte bei kommunalen Energiekonzepten Berücksichtigung finden.“

Erneuerbare Energie

Nutzung regenerativer Energien



Bild: solarserver.de

Denkmal und Energie Prof. Fehmann | 10.02.2014

Projektkennblatt
Deutscher Bundesstiftung Umwelt
Pöhlitz
Kirchengemeinden für die Sonnenenergie

Nr.	1551339	Referat	24/2	Fördersumme	191.064,00 €
Antragsteller	Photovoltaik-Demonstrationsanlage Kath. Kirche "Wenz. Amsl", Pöhlitz				
Beschreibung	Eigentümer: Georg. Demonstration: Pöhlitz, Kirche: Sonne				
Laufzeit	12.05.2002	Projektbeginn	14.11.2003	Projektabschluss	1

216 Module: 24 kWp

Bild: sachsensolar.de

Folie 28

Erneuerbare Energie

Nutzung regenerativer Energien



Matthäus-Kirche Zwickau-Bockwa:
größte Photovoltaik-Anlage auf einer
denkmalgeschützten Kirche in Deutschland
31,48 kWp

Bild: sachsensolar.de

Denkmal und Energie Prof. Fehmann | 10.02.2014

Folie 29

Erneuerbare Energie

Nutzung regenerativer Energien



Nicht für gut befunden,
geduldet....

....für gut befunden



Bilder: Dr. Pinkwart/Landesamt für Denkmalpflege
Sachsen übernommen von denkmal-leipzig.de

Denkmal und Energie Prof. Fehmann | 10.02.2014

Folie 30

4. Ausblick Fassadengestaltung

4.1. Gebäudebegrünung – Eigenschaften, Unterschiede, Systematik

Dipl.-Ing. Nicole Pfoser

Technische Universität Darmstadt



Gebäudebegrünung - Eigenschaften, Unterschiede, Systematik

Nicole Pfoser, Gast-Prof. Dipl.-Ing., Architektin, M.A. Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen / Technische Universität Darmstadt



Status Quo - Stadt

...Oberflächen ungeschützt gegen Witterungseinflüsse, überhitzt, schnellert und ohne Regenwasserlöchelt.

© Pfoser (2013) Nicole Pfoser, Gast-Prof. Dipl.-Ing., Architektin, M.A. - HWU, Nürtingen - FG Nachhaltiges Bauen und Erwerben in der Landschaftsarchitektur 10.02.2014



Grüne Chance - Leistungsfaktoren der Gebäudebegrünung

Kühlung, Verschattung, Strahlungs- und Witterungsschutz, Minderung von Temperaturextremen, Wasserrückhalt, Bindung und Filterung von Staub und Luftschadstoffen, Schallabsorption, Biodiversität

© Pfoser (2013) Nicole Pfoser, Gast-Prof. Dipl.-Ing., Architektin, M.A. - HWU, Nürtingen - FG Nachhaltiges Bauen und Erwerben in der Landschaftsarchitektur 10.02.2014

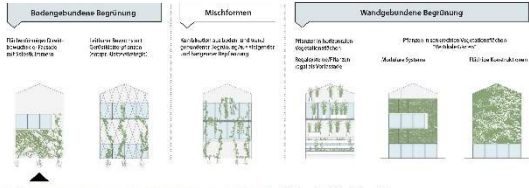


Fassadenbegrünung: Unterscheidung der Begrünungsformen

© Pfoser (2013) Nicole Pfoser, Gast-Prof. Dipl.-Ing., Architektin, M.A. - HWU, Nürtingen - FG Nachhaltiges Bauen und Erwerben in der Landschaftsarchitektur 10.02.2014



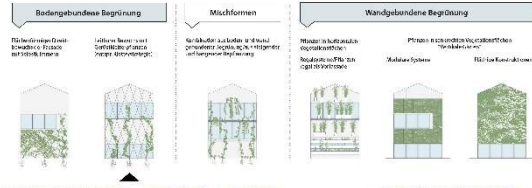
Begrünungssystem: bodengebunden - Direktbewuchs mit Selbstklimmern



Systemtypische Potenziale

- geringer Investitionsaufwand
- keine Sekundärkonstruktion (Prüfung Wuchstregrund)
- Boden- und Bodenwasseranschluss
- keine künstliche Versorgungen erforderlich
- Bindung und Filterung von Staub und Luftschadstoffen
- Sauerstoffproduktion durch Photosynthese
- Witterungs- Strahlenschutz nach Pflanzenauswahl (Sommergrün/immergrün/Teufel)
- Lebensraum und Nahrung für Insekten und Vögel
- Wänderung der Schalleffektion
- dämmende bzw. isolierende Wirkung abhängig von Bewuchsdichte, -dichte und Dämmstandard
- Beitrag zum sommerlichen und winterlichen Wärmeschutz (Abminderung der Versickerung)
- Substitution Gebäudeäußenhaut

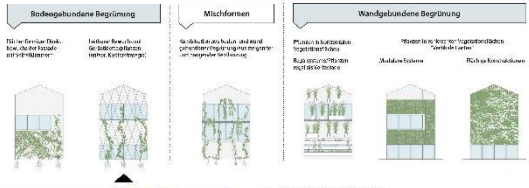
Begrünungssystem: bodengebunden - leitbarer Bewuchs mit Gerüstkletterpflanzen



Systemtypische Potenziale

- geringer Investitionsaufwand
- keine Sekundärkonstruktion (Prüfung Wuchstregrund)
- Boden- und Bodenwasseranschluss
- keine künstliche Versorgungen erforderlich
- Bindung und Filterung von Staub und Luftschadstoffen
- Sauerstoffproduktion durch Photosynthese
- Witterungs- Strahlenschutz nach Pflanzenauswahl (Sommergrün/immergrün/Teufel)
- Lebensraum und Nahrung für Insekten und Vögel
- Wänderung der Schalleffektion
- dämmende bzw. isolierende Wirkung abhängig von Bewuchsdichte, -dichte und Dämmstandard
- Beitrag zum sommerlichen und winterlichen Wärmeschutz (Abminderung der Versickerung)
- Substitution Gebäudeäußenhaut

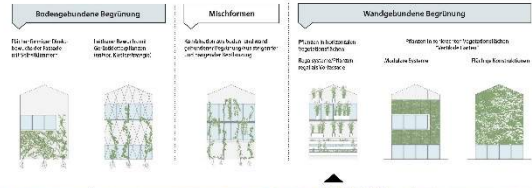
Begrünungssystem: bodengebunden - leitbarer Bewuchs mit Gerüstkletterpflanzen



Systemtypische Potenziale

- Wartungsseparate Ebene
- leitbar/separate Fassade und Begrünung
- Boden- und Bodenwasseranschluss
- keine künstliche Versorgungen erforderlich
- größere Pflanzenauswahl als Direktbewuchs/Selbstklimmer
- Witterungs- und Strahlenschutz nach Pflanzenauswahl (Sommergrün/immergrün/Teufel)
- Sommer-Blindschutz, Verschattungswirkung und Verdunstungskühlung (Substrat) von Verschattungssystemen - saisonaler Ausgleich von Absorbertemperaturmaxima, TWD/Luftkollektor
- Winter: solare Wärmegewinne-Einsatz sommergrüner Pflanzen, Wärmehaltung (Einsatz wintergrüner Pflanzen), ggf. vertical farming

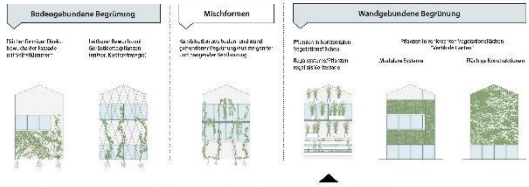
Begrünungssystem: wandgebunden - Regalsysteme (horizontale Wuchsebene)



Systemtypische Potenziale

- Wartungsseparate Ebene
- leitbar/separate Fassade und Begrünung
- Boden- und Bodenwasseranschluss
- keine künstliche Versorgungen erforderlich
- größere Pflanzenauswahl als Direktbewuchs/Selbstklimmer
- Witterungs- und Strahlenschutz nach Pflanzenauswahl (Sommergrün/immergrün/Teufel)
- Sommer-Blindschutz, Verschattungswirkung und Verdunstungskühlung (Substrat) von Verschattungssystemen - saisonaler Ausgleich von Absorbertemperaturmaxima, TWD/Luftkollektor
- Winter: solare Wärmegewinne-Einsatz sommergrüner Pflanzen, Wärmehaltung (Einsatz wintergrüner Pflanzen), ggf. vertical farming

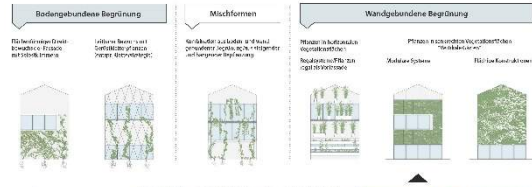
Begrünungssystem: wandgebunden - Regalsysteme (horizontale Wuchsebene)



Systemtypische Potenziale

- variable Bepflanzung, bodenfrei
- keine Anforderungen an Boden- und Bodenwasseranschluss
- keine künstliche Versorgungen erforderlich
- vielfach größere Pflanzenauswahl als bei bodengebundenen Begrünungen
- sofortige Flächenwirkung nach Vorkultivierung
- Ein- und Ausblindschutz (abhängig von der Bauweise)
- Witterungs-, Strahlenschutz nach Bauweise und Pflanzenauswahl (Sommergrün/immergrün/Teufel)
- Verschattungs- und Verdunstungsleistung (abhängig von der Bauweise), saisonaler Ausgleich von Absorbertemperaturmaxima, Minderung von Temperaturdrehen
- Erhöhung der Dämmwirkung (abhängig von der Bauweise)
- ggf. Substitution Gebäudeäußenhaut, Bräunungsfunktion, vertical farming

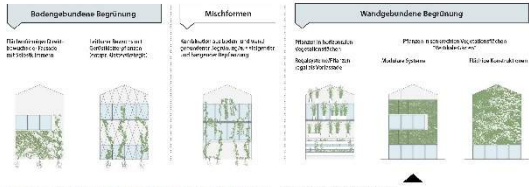
Begrünungssystem: wandgebunden - modulare Systeme (vertikale Wuchsebene)



Systemtypische Potenziale

- variable Bepflanzung, bodenfrei
- keine Anforderungen an Boden- und Bodenwasseranschluss
- keine künstliche Versorgungen erforderlich
- vielfach größere Pflanzenauswahl als bei bodengebundenen Begrünungen
- sofortige Flächenwirkung nach Vorkultivierung
- Ein- und Ausblindschutz (abhängig von der Bauweise)
- Witterungs-, Strahlenschutz nach Bauweise und Pflanzenauswahl (Sommergrün/immergrün/Teufel)
- Verschattungs- und Verdunstungsleistung (abhängig von der Bauweise), saisonaler Ausgleich von Absorbertemperaturmaxima, Minderung von Temperaturdrehen
- Erhöhung der Dämmwirkung (abhängig von der Bauweise)
- ggf. Substitution Gebäudeäußenhaut, Bräunungsfunktion, vertical farming

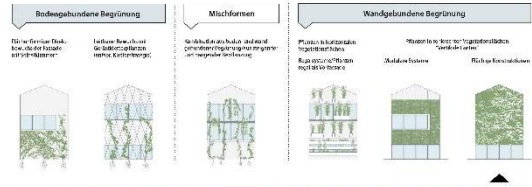
Begrünungssystem: wandgebunden - modulare Systeme (vertikale Wuchsebene)



Systemtypische Potenziale

- variable Bepflanzung, bodenfrei
- keine Anforderungen an Boden- und Bodenwasseranschluss
- keine künstliche Versorgungen erforderlich
- sofortige Flächenwirkung nach Vorkultivierung
- umwärtige Pflanzenauswahl
- ein- und Ausblindschutz (abhängig von der Bauweise)
- Montagegeschwindigkeit wie Wandbekleidung
- Untergrund und revidierbar
- Witterungs- Strahlenschutz nach Bauweise und Pflanzenauswahl (Sommergrün/immergrün/Teufel)
- zusätzliche Kühlwirkung durch künstliche Bewässerung, erhöhte Temperaturabhängigkeit Verdunstungsleistung
- Erhöhung der Dämmwirkung (abhängig von der Bauweise)
- Substitution Gebäudeäußenhaut
- ggf. vertical farming

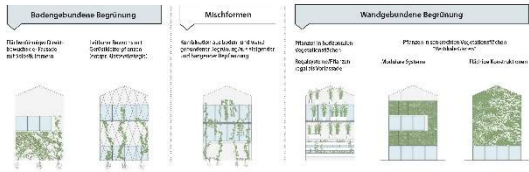
Begrünungssystem: wandgebunden - flächige Systeme (vertikale Wuchsebene)



Systemtypische Potenziale

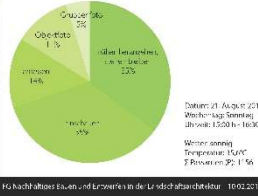
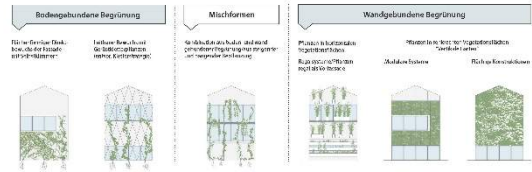
- variable Bepflanzung, bodenfrei
- keine Anforderungen an Boden- und Bodenwasseranschluss
- keine künstliche Versorgungen erforderlich
- sofortige Flächenwirkung nach Vorkultivierung
- umwärtige Pflanzenauswahl
- ein- und Ausblindschutz (abhängig von der Bauweise)
- Montagegeschwindigkeit wie Wandbekleidung
- Untergrund und revidierbar
- Witterungs- Strahlenschutz nach Bauweise und Pflanzenauswahl (Sommergrün/immergrün/Teufel)
- zusätzliche Kühlwirkung durch künstliche Bewässerung, erhöhte Temperaturabhängigkeit Verdunstungsleistung
- Erhöhung der Dämmwirkung (abhängig von der Bauweise)
- Substitution Gebäudeäußenhaut
- ggf. vertical farming

Begrünungssystem: wandgebunden - flächige Systeme (vertikale Wuchsebene)

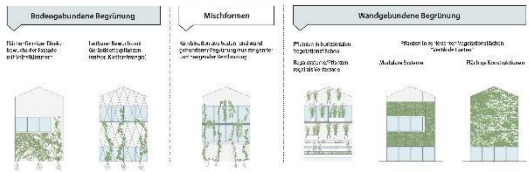


- Systemtypische Potenziale**
- variable Begrünung, bodentfrei
 - keine Anforderung an Bodenusbildung
 - leichte Bauweise
 - bester Wert Fläche/Zeit (jedoch anschließende Pflanzenwachstphase)
 - kurzfristige Flächenwirkung (2-3 Monate)
 - ganzjährig flächiger Witterungs- und Strahlungsschutz
 - Zusätzliche Kultivierung durch klimatische Bewässerung, erhöhte Temperaturabhängige Verdunstungsleistung
 - Erhöhung der Dämmwirkung (abhängig von der Bauweise)
 - Solarkollektion Gebäudeaufenthalter

Begrünungssystem: wandgebunden - flächige Systeme (vertikale Wuchsebene)

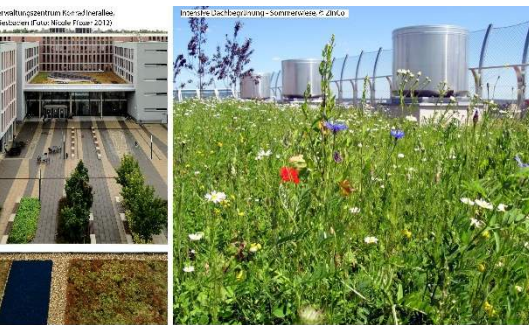
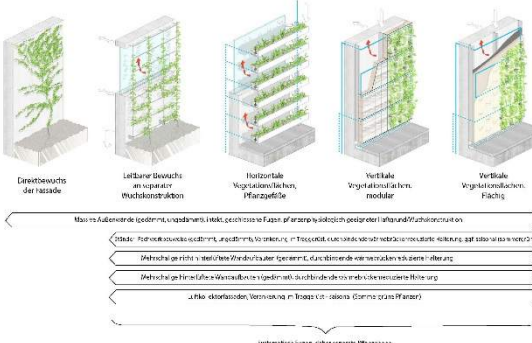


Begrünungssystem: Kombination aus boden- und wandgebundener Begrünung

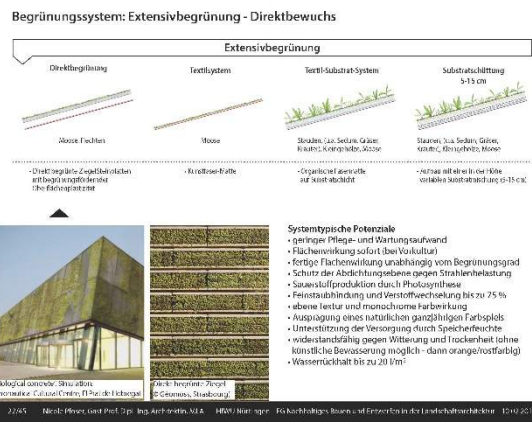
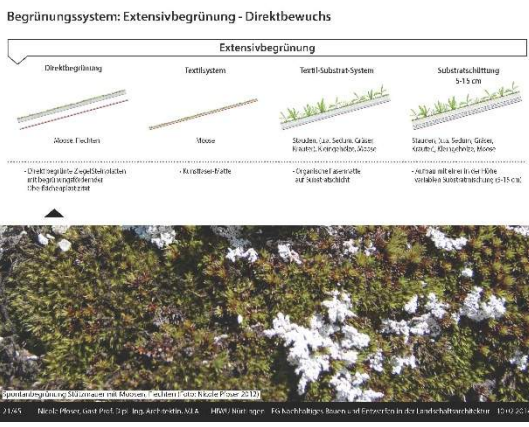
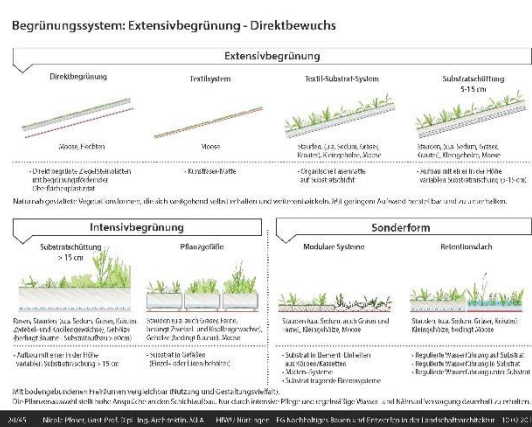


- Systemtypische Potenziale**
- variable Begrünung, bodentfrei
 - keine Anforderung an Bodenusbildung
 - leichte Bauweise
 - bester Wert Fläche/Zeit (jedoch anschließende Pflanzenwachstphase)
 - kurzfristige Flächenwirkung (2-3 Monate)
 - ganzjährig flächiger Witterungs- und Strahlungsschutz
 - Zusätzliche Kultivierung durch klimatische Bewässerung, erhöhte Temperaturabhängige Verdunstungsleistung
 - Erhöhung der Dämmwirkung (abhängig von der Bauweise)
 - Solarkollektion Gebäudeaufenthalter

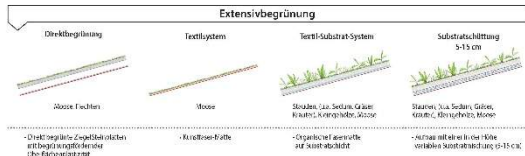
Konstruktions-Kriterien - übliche Fassadenbauweisen und geeignete Begrünungstechniken



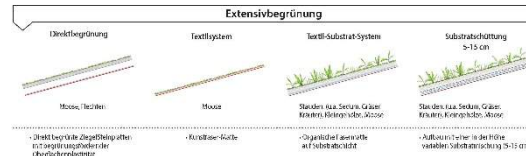
Dachbegrünung: Unterscheidung der Begrünungsformen



Begrünungssystem: Extensivbegrünung - Textilsysteme

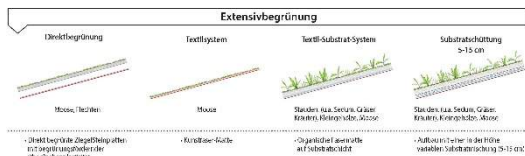


Begrünungssystem: Extensivbegrünung - Textilsysteme

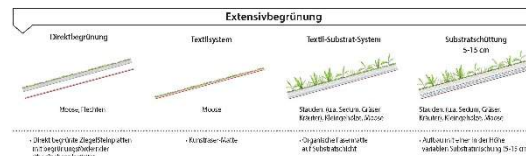


- Systemtypische Potenziale**
- Kulturlandierung möglich
 - geringes Gewicht
 - geeignet für alle Dachneigungen
 - ökologische Belohnung sofort verfügbar
 - besonders schnelle Fertigstellung
 - geringfügige Herstellung
 - geringer Pflege-/Wartungsaufwand
 - kein Pflanzenanfall bei Bewässerungsmangel
 - zusätzliche Bewässerung nur bei optischem Anspruch erforderlich
 - ebener Deck
 - monochrome Farbwirkung
 - Schutz der Abdichtungsebene gegen Strahlenbelastung
 - Fehltatbildung und Vertiefungsvermeidung bis zu 3/4 m
 - Wasserrückhalt bis zu 24 l/m²

Begrünungssystem: Extensivbegrünung - Textil-Substrat-Systeme

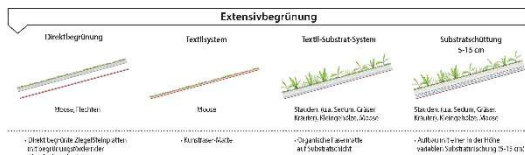


Begrünungssystem: Extensivbegrünung - Textil-Substrat-Systeme

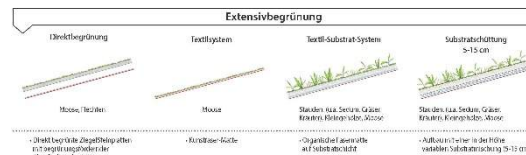


- Systemtypische Potenziale**
- zellparene Herstellung
 - Dachneigung kurz bis mittelfristig, bei Vorkultur sofort
 - größere Pflanzenauswahl (Stauden, insbesondere Sukkulente, Kriechpflanzen, Moose)
 - Substratfreie, dadurch zusätzliche Wasser- und Nährstoffversorgung nur in Trockenphasen
 - ökologische Relevanz sofort verfügbar (Bindung von Staub- und Luftschadstoffen, Verbesserung des Mikroklimas)
 - Schutz der Dachabdichtung vor starken Temperaturschwankungen und UV-Strahlung
 - geringe Pflege- und Wartungskosten
 - Witterungs- und Stahlrostschutz der Dachabdichtung
 - Substitution Gewichtslast gegen Sogkräfte
 - Lebensraum und Nahrung für Insekten und Vögel
 - Wasserrückhalt bis zu 20 l/m²

Begrünungssystem: Extensivbegrünung - Substratschüttung >15 cm

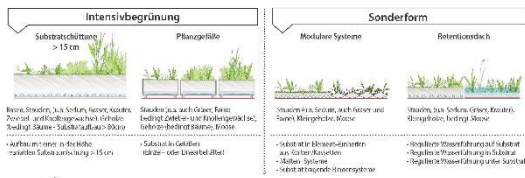


Begrünungssystem: Extensivbegrünung - Substratschüttung >15 cm

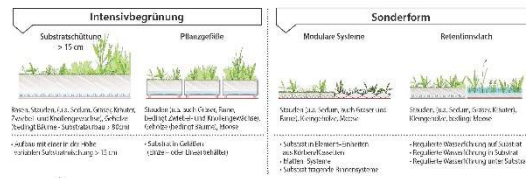


- Systemtypische Potenziale**
- einfacher kostengünstiger Aufbau
 - durch einfache Aufbringung schnelle Fertigstellung
 - Flächenwirkung mittelfristig
 - robuste, langlebige Möglichkeit
 - Substratfreie und Wasserspeicherfähigkeit
 - Seltene Zusatzbewässerung (nur in Trockenphasen)
 - Schutz der Abdichtungsebene gegen Witterungs- und Strahlenbelastung
 - Verringerung der Ausdehnung durch Pfeifenbildung
 - Substitution Gewichtslast gegen Sogkräfte
 - Wirkungsrückvermeidung von PV durch Kühlung
 - Lebensraum und Nahrung für Insekten und Vögel
 - gute Wasserrückhalt 30-50 l/m² (30-20% N2)

Begrünungssystem: Intensivbegrünung - Substratschüttung >15 cm

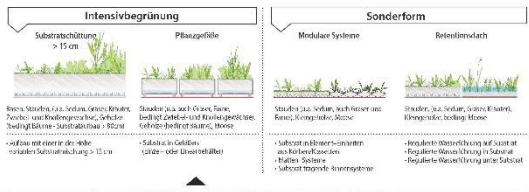


Begrünungssystem: Intensivbegrünung - Substratschüttung >15 cm

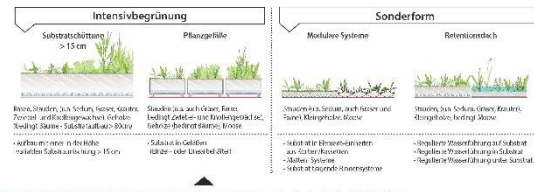


- Systemtypische Potenziale**
- Ausbildung als „Garten“ bis hin zu Landschaftsdachern möglich (Substratfrei, Bewässerung und Gesamtgewicht beachten)
 - große Pflanzenauswahl (lediglich standortabhängig)
 - Raumplanungen ohne geschwehene Rosenanschlüsse möglich
 - Nutzarbeit „Urban Farming“?
 - Schutz der Abdichtungsebene gegen Witterungs- und Strahlenbelastung
 - besonders gute Schallsorption
 - Substitution der Gewichtslast gegen Sogkräfte
 - besonders ausgeprägtes ökologisches Leistungspotenzial, u. a. Lebensraum und Nahrung für Insekten und Vögel
 - hoher Wasserrückhalt 30-160 l/m² (60-90% N2)

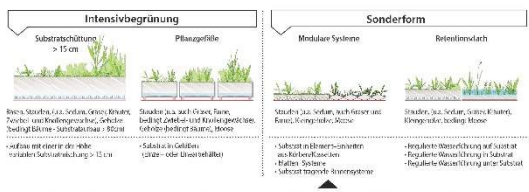
Begrünungssystem: Intensivbegrünung - Pflanzgefäße



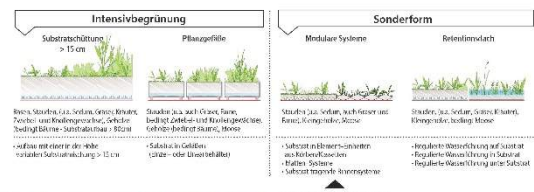
Begrünungssystem: Intensivbegrünung - Pflanzgefäße



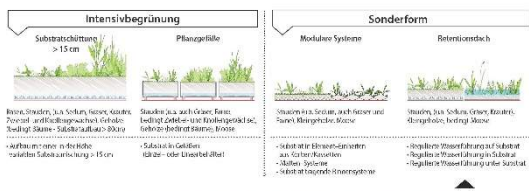
Begrünungssystem: Sonderform - Modulare Systeme



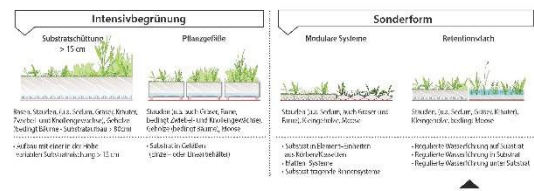
Begrünungssystem: Sonderform - Modulare Systeme



Begrünungssystem: Sonderform - Feuchtdach/Wasserdach/Retentionsdach



Begrünungssystem: Sonderform - Feuchtdach/Wasserdach/Retentionsdach



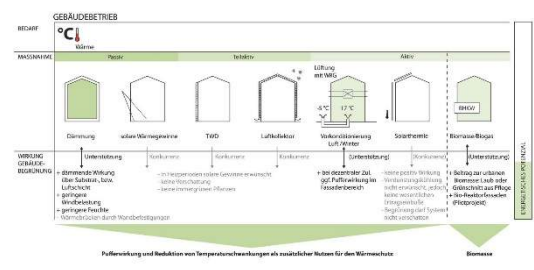
Energieeffizienz und Energiegewinnung am Gebäude

Energiethemem	Passiv		Aktiv Gebäudetechnik	
	Energiebedarf minimieren		Energieversorgung optimieren	
Wärme (°C)	Wärme erhalten	Wärme effizient gewinnen	Wärme effizient gewinnen	Wärme effizient gewinnen
Kälte	Überhitzung vermeiden	Wärme effizient abführen	Wärme effizient abführen	Wärme effizient abführen
Luft	natürlich lüften	effizient maschinell lüften	effizient maschinell lüften	effizient maschinell lüften
Licht	Tageslicht nutzen	Kunstlicht optimieren	Kunstlicht optimieren	Kunstlicht optimieren
Strom	Strom effizient nutzen	Strom dezentral gewinnen	Strom dezentral gewinnen	Strom dezentral gewinnen

Die fünf Energiethemem (Energieberater TU Darmstadt)
Pöschel, N. et al. 2013; Gebäude, Begrünung und Energie; Potentiale und Wechselwirkungen; Bonn, S. 85, Abb. 81

Anwendungskriterien „Gebäude“

Zieldefinition: Energetisches Potenzial - Bedarfsdeckung Heizwärme

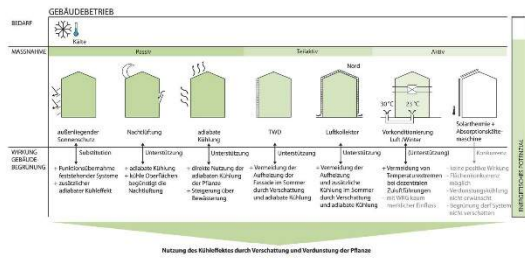


Pufferwirkung und Reduktion von Temperaturschwankungen als zusätzlicher Nutzen für den Wärmeschutz
Biomasse

Jämes, R./Pöschel, N. et al. 2013; Gebäude, Begrünung und Energie; Potentiale und Wechselwirkungen"; BBS; Zukunft Bau Forschungsjournal
12/25 Nicole Pöschel, Gast Prof. Dr.-Ing. Architektin, M.A. | HWU/HTW | 10.02.2014

Anwendungskriterien „Gebäude“

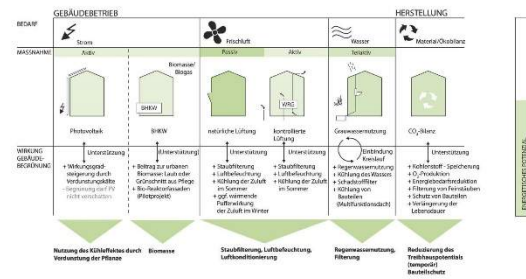
Zieldefinition: Energetisches Potenzial - Bedarfsdeckung Kühlung



Jenni, N. / Ploes, N., et al. (2013): Gebäude, Begrünung und Energie: Potenziale und Wechselwirkungen". BSBZ, Zukunft Bau Forschungsprojekt
 5045 Nicole Ploes, Gast Prof. Dipl.-Ing. Architektin, M.A. HWU Nürnberg - FG Nachhaltiges Bauen und Entwerfen in der Landschaftsarchitektur 10.02.2014

Anwendungskriterien „Gebäude“

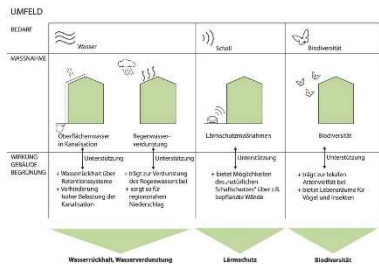
Zieldefinition: Energetisches Potenzial - Bedarfsdeckung Strom, Frischluft, Regenwassernutzung, Ökobilanz



Jenni, N. / Ploes, N., et al. (2013): Gebäude, Begrünung und Energie: Potenziale und Wechselwirkungen". BSBZ, Zukunft Bau Forschungsprojekt
 4045 Nicole Ploes, Gast Prof. Dipl.-Ing. Architektin, M.A. HWU Nürnberg - FG Nachhaltiges Bauen und Entwerfen in der Landschaftsarchitektur 10.02.2014

Anwendungskriterien „Gebäude“

Zielsetzung: Synergien Gebäudeumfeld



Jenni, N. / Ploes, N., et al. (2013): Gebäude, Begrünung und Energie: Potenziale und Wechselwirkungen". BSBZ, Zukunft Bau Forschungsprojekt
 5144 Nicole Ploes, Gast Prof. Dipl.-Ing. Architektin, M.A. HWU Nürnberg - FG Nachhaltiges Bauen und Entwerfen in der Landschaftsarchitektur 10.02.2014

Gebäude Begrünung Energie
 Potenziale und Wechselwirkungen

Im Rahmen der Forschungsinitiative ZukunftBAU des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) und des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR)

Technische Universität Braunschweig
 Fachbereich Architektur
 Fachgebiet Entwerfen und Freiraumplanung Prof. Dr. J. Detmar
 Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen, Prof. M. Hegger

In Kooperation mit
 Technische Universität Braunschweig
 Institut für Geoökologie
 Abteilung Klimatologie und Umweltmeteorologie, Prof. S. Weber

Autoren
 Nicole Ploes, Dipl.-Ing., M.A.
 Nathalie Janiec, Dipl.-Ing.
 Johanna Henrich, Dipl.-Ing.
 Janik Heusinger, B.Sc.
 Prof. Dr. Stephan Weßer

Mitarbeiter
 Johannes Schreiner, B.Sc.
 Carlos Unten-Kanshino, B.Sc.

Projektkaufzeit
 01.08.2012 - 31.08.2013

Jenni, N. / Ploes, N., et al. (2013): Gebäude, Begrünung und Energie: Potenziale und Wechselwirkungen". BSBZ, Zukunft Bau Forschungsprojekt
 5144 Nicole Ploes, Gast Prof. Dipl.-Ing. Architektin, M.A. HWU Nürnberg - FG Nachhaltiges Bauen und Entwerfen in der Landschaftsarchitektur 10.02.2014

Gebäude Begrünung Energie
 Potenziale und Wechselwirkungen

Inhalt
 1. Einleitung
 2. Gebäudebegrünung
 3. Energieeffizienz und Energiegewinnung am Gebäude
 4. Gebäudebegrünung und Energie, Wirkung auf das Gebäude
 5. Gebäudebegrünung, Wirkung auf das Umfeld
 6. Gebäudebegrünung, Wirkung im Stadtraum
 7. Planungsparameter
 8. Beispielprojekte
 9. Anhang (mit Kostenvergleich und Pflanzenlisten)

Online veröffentlicht seit 12/2013
www.forschungsinitiative.de
www.baufachinformation.de

Jenni, N. / Ploes, N., et al. (2013): Gebäude, Begrünung und Energie: Potenziale und Wechselwirkungen". BSBZ, Zukunft Bau Forschungsprojekt
 5144 Nicole Ploes, Gast Prof. Dipl.-Ing. Architektin, M.A. HWU Nürnberg - FG Nachhaltiges Bauen und Entwerfen in der Landschaftsarchitektur 10.02.2014

Gebäude Begrünung Energie
 Potenziale und Wechselwirkungen

Veröffentlichung des Leitfadens als Broschüre in der FL-Schriftenreihe bis Mitte 02/2014

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

4.2. Photovoltaik in der Architektur – Technik, Ausführung, Baurecht

Prof. Dipl.-Ing. Bernhard Weller
Technische Universität Dresden

Denkmal und Energie 2014
Gebäudeertüchtigung im Klimawandel

Photovoltaik in der Architektur
Technik, Ausführung, Baurecht

Bernhard Weller
Technische Universität Dresden
Institut für Baukonstruktion

Osnabrück, 10.02.14

Denkmal und Energie | Photovoltaik in der Architektur 2|30

Technik
Solarzellen

Kristallines Silizium: monokristallin, polykristallin
Dünnschicht: Amorphes, mikromorphes, mikrokristallines Silizium, CIS CdTe
Nano: Farbstoffzelle, CIS, org. PV

CIS: Kupfer-Indium-Diselenid; CdTe: Cadmiumtellurid

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie | Photovoltaik in der Architektur 3|30

Technik
Dünnschichttechnologie auf Glas

Cover glass $< 3\text{ nm}</math>
Interlayer 1 mm
CIS layer:
ZnO 1 $\mu\text{m}</math>
ZnO 0,05 $\mu\text{m}</math>
CdS 0,05 $\mu\text{m}</math>
CdS 2 $\mu\text{m}</math>
Mo 10 $\mu\text{m}</math>
Substrate glass 3 mm$$$$$$

Modulleistung ca. 100 W
Modulleistung ca. 100 W

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie | Photovoltaik in der Architektur 4|30

Technik
PV-VH Vorgehängte hinterlüftete Fassade

- PV-Module mit klarem oder farbigem Deckglas
- Individuelle Dämmstoffdicken der dahinterliegenden Außenwand gewährleisten Wärmeschutz
- Homogene schwarze, grüne, rote, gelbe oder weiße Oberfläche ohne sichtbare Befestigung

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie | Photovoltaik in der Architektur 5|30

Technik
Dünnschichttechnologie auf Folie

Deckfolie
Verbundfolie
Sammelband
CIS-Folien solarzelle:
Cu-Kupferoxid
ZnO
ZnO
CdS
CdS
Mo
Rückseitenfolie

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie | Photovoltaik in der Architektur 6|30

Technik
PV-WDVS Wärmedämm-Verbundsystem

- PV-Einheiten aus Folien solarzellen in Wärmedämm-Verbundsystem integriert
- Individuelle Dämmstoffdicken des Wärmedämm-Verbundsystems gewährleisten Wärmeschutz
- Einfache Montage im Rahmen der Außenputzarbeiten ermöglicht kostengünstige Lösungen

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie | Photovoltaik in der Architektur 7|30

Gestaltung
Dachintegration

Wohn- und Geschäftshaus, Unterseen

- Anforderung des Denkmalschutzes
 - Integration in denkmalgeschützte Bebauung
 - graue, raue Moduloberfläche
 - 20 % Transparenz
 - nächtliche Erscheinung weiß
- Ausführung
 - Akragengang mit Glasdach mit integrierten Solarzellen
 - Solarzellen ohne Antireflexschicht → graue statt blaue Zellen
 - Deckglas mit „Orangenhaut“
 - Rückseite mit weißer Tedlarfolie



Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie | Photovoltaik in der Architektur 8|30

Gestaltung
Dach- und Wandintegration



Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie | Photovoltaik in der Architektur 9|30

Gestaltung
Wandintegration

Turnhalle, Regensburg-Burgweinting

- Anforderungen an die PV-Südfassade
 - Verschattung
 - Sommerlicher Wärmeschutz
 - Blendfreie Ausleuchtung mit Tageslicht
- Ausführung
 - Innenscheibe aus ballwurfsicherem VSG
 - Lichtstreuende PVB-Folien der polykristallinen Module
 - Zellenabstand von 20 mm



Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie | Photovoltaik in der Architektur 10|30

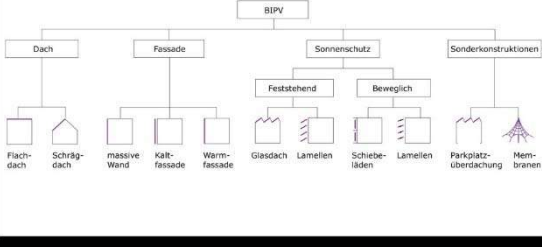
Gestaltung
Wandintegration



Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie | Photovoltaik in der Architektur 11|30

Konstruktion
Einbausituation



Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie | Photovoltaik in der Architektur 12|30

Konstruktion
PV-VH: Vorgehängte hinterlüftete Fassade



Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie | Photovoltaik in der Architektur 13|30

Konstruktion
PV-VH: Vorgehängte hinterlüftete Fassade

- Außenwand
- Wärmedämmung
- Unterkonstruktion
- Agraffenprofil
- PV-Glas-Element auf Trägerplatte



Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie | Photovoltaik in der Architektur 13|30

Konstruktion
PV-VH: Vorgehängte hinterlüftete Fassade

- Außenwand
- Wärmedämmung
- Unterkonstruktion
- Agraffenprofil
- PV-Glas-Element auf Trägerplatte

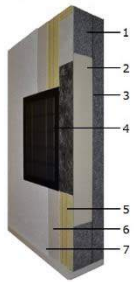


Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie | Photovoltaik in der Architektur 15|30

Konstruktion
PV-WDVS: Fassade mit Wärmedämm-Verbundsystem

- 1 EPS-Dämmplatte
- 2 PUR-Dämmplatte
- 3 Verklebung
- 4 PV-Element
- 5 Armierungsgewebe
- 6 Armierungsputz
- 7 Schlussbeschichtung

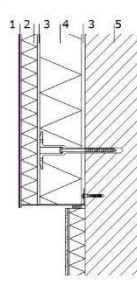


Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie | Photovoltaik in der Architektur 16|30

Konstruktion
PV-WDVS: Fassade mit Wärmedämm-Verbundsystem

- 1 CIS-Solarmodul
- 2 PUR-Dämmplatte
- 3 Verklebung
- 4 EPS-Dämmplatte
- 5 Außenwand



Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie | Photovoltaik in der Architektur 17|30

Baurecht
Bauprodukte nach den Landesbauordnungen (LBO)

national		europäisch	
geregelt	nicht geregelt	sonstige	nach harmonisierten europäischen Normen oder mit ETZ
allgemein	keine erheblichen Anforderungen oder allgemein anerkannte Prüfverfahren	bauaufsichtlich untergeordnete Bedeutung	
Baugeregelte A Teil 1	Baugeregelte A Teil 2	Liste C	Baugeregelte B
nationale technische Regeln	ZiE oder AbZ	kein Verwendbarkeitsnachweis	europäische technische Regeln und nationale Verwendungsbeschränkung
Übereinstimmungsnachweis Ü-Zeichen		kein Übereinstimmungsnachweis kein Ü-Zeichen	Konformitätsnachweis CE-Zeichen

ZiE: Zustimmung im Einzelfall
AbP: Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis
AbZ: Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung
ETZ: Europäische Technische Zulassung

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie | Photovoltaik in der Architektur 18|30

Baurecht
Kennzeichnungen

- CE-Kennzeichnung
 - bescheinigt Konformität mit den EU-Richtlinien
- AbZ-Kennzeichnung
 - Keramikstempel bescheinigt Einhaltung mit AbZ bei Glasprodukten



Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie | Photovoltaik in der Architektur 19|30

Baurecht
Bauarten

Vertikalverglasungen

- Linienförmige Lagerung nach den TRLV
 - Verwendung auch von Verbundgläsern mit geregelten Basisgläsern und sonstige Schichten
 - i.d.R. Freistellung von den TRLV falls Oberkante < 4 m
- Punktförmige Lagerung nach den TRPV
 - mindestens 3 Scheiben oder AbZ bzw. ZiE
- Geklebte Befestigungen nicht geregelt



Vorhangsfassade Köln

- Isolierglasverbund d = 36 mm

Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie | Photovoltaik in der Architektur 20|30

Baurecht
Bauarten

Horizontalverglasungen

- Linienförmige Lagerung nach den TRLV
 - Drahtglas oder VSG aus Floatglas bzw. TVG nach AbZ > mindestens 3 Scheiben erforderlich
- Punktförmige Lagerung nach den TRPV
 - ZiE, AbZ oder ETZ erforderlich

Verbundglasdach München

- Isolierglasverbund d = 33 mm
 - VSG 8 mm
 - Scheibenzwischenraum 16 mm
 - Floatglas 3 mm mit PV-Schicht
 - TVG 6 mm



Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie | Photovoltaik in der Architektur 21|30

Baurecht
Bauarten

Bedingt betretbare Verglasung

- ZiE, falls die unter der Verglasung liegenden Verkehrsflächen während der Reinigungs- und/oder Wartungsarbeiten nicht abgesperrt werden können

Verbundglasdach Berlin

- teiltransparente Glas-Glas-Module aus TVG



Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie | Photovoltaik in der Architektur 22|30

Baurecht
Bauarten

Begehbare Verglasung

- AbZ oder ZiE erforderlich
- Mindestaufbau: drei Scheiben

Verbundglasboden Zadar

- Rutschhemmende Bedrückung
- Verbundaufbau
 - ESG 6 mm (Weißglas)
 - PVB-Folie
 - TVG 12 mm (Weißglas)
 - PVB-Folie
 - Polykristalline Solarzellen
 - PVB-Folie
 - TVG 12 mm (Siebdruck hellblau)



Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie | Photovoltaik in der Architektur 23|30

Baurecht
Experimentelle Nachweise

Pendelschlagversuch

- Nachweis der Stoßsicherheit von abtursichernden Verglasungen
- Zwillingsreifen mit einer Masse von 50 kg, der in Abhängigkeit der Konstruktion aus einer Höhe von 45, 70 oder 90 cm auf die Verglasung pendelt
- Anforderungen
 - Kein Durchschlag
 - Kein Lösen aus der Verankerung
 - Bruch zulässig bei Rissen mit weniger als 76 mm Öffnungsweite



Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie | Photovoltaik in der Architektur 24|30

Baurecht
Experimentelle Nachweise

Doppelring-Biegeversuch

- nach DIN EN 1288-5
- Nachweis der Biegefestigkeit
- Zunahme der Prüfkraft muss so gewählt werden, dass die Biegespannung in der Mitte der Probe mit einer Geschwindigkeit von $2 \pm 0,4 \text{ N}/(\text{mm}^2 \text{ s})$ bis zum Versagen ansteigt
- Ort des Bruchsprungs ist aus den Bruchstücken zu bestimmen



Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie | Photovoltaik in der Architektur 25|30

Baurecht
Experimentelle Nachweise

Vier-Punkt-Biegeversuch

- z.B. nach DIN EN 843-1
- Untersuchung der Verbundwirkung verschiedener Modulaufbauten
- balkenförmiger Probekörper, der auf Auflagerrollen nahe seiner Enden aufliegt
- Beanspruchung durch zwei symmetrisch zu den Auflagerrollen angreifende Kräfte (über Belastungsrollen)
- Aufzeichnung der Höchstkraft beim Bruch



Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie | Photovoltaik in der Architektur 26|30

Baurecht
Experimentelle Nachweise

Resttragfähigkeitsnachweis

- entsprechend der Erwärmung durch die Solarzellen

PV-Horizontalverglasung

- Verbundaufbau
 - 6 mm TVG
 - 2 mm Gießharz mit polykristallinen Zellen
 - 8 mm TVG



Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie | Photovoltaik in der Architektur 27|30

Baurecht
Experimentelle Nachweise

Widerstand gegen Flugfeuer und strahlende Wärme

- Nachweis als „harte Bedachung“ nach DIN 4102-7 und DIN V ENV 1187
- Drahtgestell mit Holzwole brennt auf Probendach ab
- Anforderungen
 - nur begrenzte Ausbreitung des Feuers
 - kein Herabfallen brennenden oder glimmenden Materials



Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie | Photovoltaik in der Architektur 28|30

PV-Monitoring
Testcontainer

- Baucontainer mit verschiedenen PV-Fassaden
- Abbildung realer Einbausituationen
- Messensoren an Modulen und in hinterlüfteten Zwischenräumen
- Monitoring von Modulleistung und -temperatur
- Wetterstation
 - Global-, UV-A-, UV-B-Strahlung
 - Windrichtung und -geschwindigkeit
 - Lufttemperatur
 - Luftfeuchtigkeit



Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Denkmal und Energie | Photovoltaik in der Architektur 29|30

Literatur
Photovoltaik – Technik, Gestaltung, Konstruktion



Technische Universität Dresden | Institut für Baukonstruktion

Vielen Dank

5. Fazit

Die Tagung Denkmal und Energie 2014 – Gebäudeertüchtigung im Klimawandel beschäftigte sich mit den aktuell viel diskutierten Themen Klimawandel und Klimaschutz, welche eine große Herausforderung für das Bauwesen darstellen, der sich auch die Baudenkmäler nicht entziehen können. Die Veranstaltung sollte den Planungsbeteiligten helfen, individuelle Maßnahmen zu entwickeln.

Der Teilnehmerkreis von etwa 100 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 der sich verändernden Umwelteinwirkungen und Lösungsvorschläge für denkmalgerechte und energetische Gebäudeertüchtigungen vorgestellt. Anhand verschiedener Beispielgebäude wurden typische Baukonstruktionen, Schadensbilder und Sanierungsbeispiele aufgezeigt und im Detail erläutert.

Eine wesentliche Botschaft der Tagung war, dass eine energetisch hochwertige Sanierung von Baudenkmalern unter der Berücksichtigung denkmalpflegerischer Aspekte grundsätzlich möglich ist, was Herr Jürgen Einck von Drees & Sommer Advanced Building Technologies aus Köln am Beispiel des Dreischeibenhauses in Düsseldorf und Frau Sabine Djahanschah von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt aus Osnabrück anhand mehrerer geförderter Projekte eindrucksvoll unter Beweis stellten.

Weiterhin konnte vermittelt werden, dass der Klimawandel und seine Folgen kein düsteres Bild der Zukunft sind, sondern aktuell bereits stattfinden. Zahlreiche Untersuchungen und Wetterdatenaufzeichnungen zeigen, dass es allein innerhalb der letzten 50 Jahre signifikante Änderungen bedeutsamer meteorologischer Parameter, wie z.B. mittlere Lufttemperatur, Maximaltemperatur und Niederschlagsmenge gab, die weit über dem durchschnittlichen Schwankungsbereich liegen. Die Folgen sind häufigere und intensivere Unwetter- und Hitzeereignisse, welche einen großen Einfluss auf die Gebäude haben. Dieser Trend wird durch eine Vielzahl an Projektionen und Simulationen bestätigt und für die Zukunft als ansteigend vorausgesagt. Durch die steigenden Temperaturen ist in Zukunft vermehrt mit intensiven und lang anhaltenden Hitzeperioden zu rechnen. Zwar erzeugt die Sommerhitze keinen unmittelbaren Schaden an der Baukonstruktion, es kommt jedoch zu einer Zunahme der Raumtemperaturen, was zu Unbehagen und einer Leistungsminderung der in den Gebäuden lebenden und arbeitenden Menschen führt. Unbehagen, Leistungsminderung und ein erhöhter Kühlbedarf stellen einen direkten monetären Schaden dar, welcher durch geeignete Anpassungsmaßnahmen behoben werden muss. Mit Hilfe von dynamisch-thermischer Gebäudesimulationssoftware und speziellen Klimadatensätzen ist es möglich, die Folgen des Klimawandels auf jedes beliebige Gebäude abzubilden und den Effekt entsprechender Anpassungsmöglichkeiten zu untersuchen. Viele Gebäude liegen bereits heute im Grenzbereich und werden zukünftig die Komfortgrenzen deutlich überschreiten.

Wetteraufzeichnungen belegen zudem, dass die Anzahl und Intensität von Unwetterereignissen, wie z.B. Hagel und Starkregen zugenommen haben. Hierbei handelt es sich um sehr kleinskalige Ereignisse, die nur lokal auftreten und deshalb messtechnisch schwer zu erfassen sind. Folglich sind Aussagen über die zukünftige Entwicklung dieser Einwirkungen eher qualitativer Natur. Bei der Gebäudeertüchtigung sollte vor allem auf die Ausbildung von robusten, einfachen und fehlerunanfälligen Baukonstruktionen geachtet werden.

Neben der Baukonstruktion und der Gebäudehülle stellt bei denkmalgeschützten Gebäuden vor allem die Installation von Anlagentechnik eine wichtige Komponente zur energetischen Verbesserung dar, da Ertüchtigungen der Gebäudehülle oftmals mit Einschränkungen und

teuren Sonderlösungen verbunden sind. Darüber hinaus kann auch eine Komfortverbesserung und Schonung erhaltenswerter Gebäudeteile erreicht werden. Nichtsdestotrotz besitzt auch die bereits vorhandene Anlagentechnik einen gewissen Denkmalwert, welcher beachtet werden sollte.

Für das Thema Solaranlagen gibt es von vielen Landesdenkmalämtern Leitfäden und Arbeitsblätter, welche die Rechtsgrundlage und weitere Kriterien zur Abwägung beschreiben. Weiterhin wird von einer Integration von Solaranlagen an denkmalgeschützten Gebäuden nicht grundsätzlich abgeraten, sie sollte aber in enger Zusammenarbeit mit der zuständigen Denkmalschutzbehörde erfolgen. Neben der klassischen Aufdachanlage sind immer mehr PV-Systeme zur Gebäudeintegration (z.B. in die Fassade) erhältlich, welche auch in ihrem Erscheinungsbild (Transparenz und Farbigkeit) stark variieren können. Bei der Gebäudeintegration ist allerdings auf baurechtliche Zulassungen zu achten.

Einen Ausblick gab ein Vortrag zur Begrünung von Gebäuden. Diese kann auf unterschiedliche Art und Weise durchgeführt werden und bringt eine Reihe von Vorteilen, wie z.B. Kühlung, Verschattung, Strahlungs- und Witterungsschutz, Minderung von Temperaturextremen, Wasserrückhalt, Bindung und Filterung von Staub und Luftschadstoffen, Schallabsorption und Biodiversität.

Die Vielzahl an gelungenen Projekten innerhalb der einzelnen Vorträge zeigte, dass eine Gebäudeertüchtigung zur Verbesserung der Klimaanpassung und der Energieeffizienz nicht zwangsläufig im Widerspruch zum Denkmalschutz stehen muss. Mit überschaubaren und denkmalverträglichen Eingriffen kann der Schutz gegen sich verändernde Einwirkungen, wie z.B. Sommerhitze, Starkregen, Überflutung und Hagel, verbessert und der Energieverbrauch gesenkt 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.

Aus dem Projekt entstand durch die Erhebung eines Teilnehmerbetrages in Höhe von 140 € und den nachträglichen Versand von Tagungsunterlagen ein Gewinn von 8456,49 €, welcher im Sinne des Forschungszieles die weitere Bearbeitung der Fachpublikation „Baukonstruktion im Klimawandel“ (Arbeitstitel) unterstützen soll. Das Fachbuch stellt eine Überarbeitung und Erweiterung der Tagungsunterlagen dar und soll im Frühjahr 2015 bei Springer Vieweg erscheinen.