

## **Bauen im Bestand**

Untersuchungen zum bauphysikalischen Verhalten  
eines sanierten Altbaus -  
Auswertung und Aufbereitung der Ergebnisse  
zum Transfer in die handwerkliche Praxis

## **Abschlussbericht**

Das Projekt wurde gefördert durch die  
Deutsche Bundesstiftung Umwelt  
Az: 22515 – 25

Dr. Susanne Diekmann  
Matthias Dieler  
Friedrich Hackemack  
Roland Laabs  
Anna Pier-Eiling  
Sven Weeber

Münster, November 2009



**Projektkennblatt  
der  
Deutschen Bundesstiftung Umwelt**



Az	<b>22515</b>	Referat	<b>25</b>	Fördersumme	<b>267.235,00 €</b>
----	--------------	---------	-----------	-------------	---------------------

**Antragstitel** **Untersuchungen zum bauphysikalischen Verhalten eines sanierten Altbaus - Auswertung und Aufbereitung der Ergebnisse zum Transfer in die handwerkliche Praxis**

**Stichworte** Ausbildung, Baubestandspflege, Baubiologie, Bauphysik, Bauplanungstools, energieeffizientes Bauen, Kommunikation, Massivbau, Qualifizierung

Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)
<b>40</b>	<b>30.11.2005</b>	<b>31.03.2009</b>	<b>2</b>

Zwischenberichte

<b>Bewilligungsempfänger</b>	Handwerkskammer Münster Bismarckallee 1 48151 Münster	Tel	0251-705-1364
		Fax	0251-705-1350
		Projektleitung	
		Dipl.-Ing. Matthias Dieler	
		Bearbeiter	
		Dr. Susanne Diekmann	
		Matthias Dieler	
		Friedrich Hackemack	
		Roland Laabs	
		Anna Pier-Eiling	
		Sven Weeber	

**Kooperationspartner**

### **Zielsetzung und Anlass des Vorhabens**

Umfassende bauphysikalische Messdaten der unterschiedlichen Bauteile und der haustechnischen Anlagen des beispielhaft sanierten Gebäudes in Gelsenkirchen-Buer und des Demonstrationszentrums Bau+Energie in Münster sollten über einen Zeitraum von 3 Jahren erfasst werden.

Erst durch die Langzeitbeobachtung der Bauteilfunktion durch die in allen relevanten Bauteilschichten gemessenen Wärme- und Feuchtigkeitswerte wurde es möglich, die Praxisrelevanz der bauphysikalisch optimierten Baukonstruktionen direkt und nachvollziehbar objektiv und wissenschaftlich belastbar zu demonstrieren. Ein Vergleich der Ergebnisse mit den simulierten Eigenschaften sollte die Notwendigkeit beweisen, Baukonstruktionen ganzheitlich zu planen und korrekt umzusetzen.

Die handwerkliche Qualität ist entscheidend für das nachhaltige und energiesparende Funktionieren des Gesamtsystems „Gebäude“. Damit werden das Energieeinsparpotential und die CO<sub>2</sub>-Reduzierung optimiert und durch eine Reduzierung des Schadenpotentials wird deutlich zur Ressourcenschonung beigetragen.

### **Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden**

Die Aufgabenstellung des Projektes sieht vor, die Messdaten der Demonstrationszentren für eine kombinierte und vergleichende Auswertung und Aufbereitung zusammenzuführen und zentral zur Verfügung zu stellen. Während der Projektlaufzeit wurden die Daten kontinuierlich auf Plausibilität geprüft. In Workshops mit den Fachdozenten des Handwerkskammer Bildungszentrums wurden die Verwertungsmöglichkeiten der gesammelten Daten für die in den laufenden Bildungsangeboten auftretenden Fragestellungen geprüft und zusammengestellt. Die Fragestellungen wurden inhaltlich Seminarthemen zugeordnet. In Workshops mit Wissenschaftlern des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik wurden die aus den Dozentenworkshops entwickelten Anforderungen an die Messtechnikauswertung überprüft und geeignete Analyse- und Auswertungsmöglichkeiten ausgewählt. Die Ergebnisse der Workshops wurden in einem iterativen Prozess zu den endgültigen Seminarthemen verdichtet. Für die Aufbereitung und Untersuchung der Messdaten standen die Softwareprodukte WuFi, WuFi+ und WUFImedas zur Darstellung instationärer Vorgänge von Wärme und Feuchte in Bauteilen und die Auswertungstools der Imedas-Datenbank zur Verfügung. Mit dem Programm LEGEP wurde die Ökobilanz erstellt. Simulationen des Energiehaushaltes erfolgten mit der Software TRNSYS.

## **Ergebnisse und Diskussion**

Das Ziel, das bauphysikalische Verhalten eines sanierten Altbaus zu untersuchen und die ausgewerteten Ergebnisse zum Transfer in die handwerkliche Praxis aufzubereiten, wurde aus unserer Sicht und nach Einschätzung unserer Dozenten und Teilnehmer erfüllt.

Wesentliches Ziel des Projektes war die Entwicklung von Seminarmodulen, mit denen Handwerkern die bauphysikalischen Erkenntnisse praxisgerecht vermittelt werden sollten. Dazu wurden die Messergebnisse der Demonstrationszentren und der angeschlossenen Bestandsgebäude genutzt und die Untersuchungen zum bauphysikalischen Verhalten eines sanierten Altbaus ausgewertet und aufbereitet. Sie werden im Rahmen eines Seminarzyklus „Handwerkszentrum Altbausanierung“ in das Angebot des Handwerkskammer Bildungszentrums aufgenommen. Die Seminarmodule wurden thematisch zu den typischen Bauteilgruppen „Dach“, „Keller“, „Fassade“, „Innenausbau“ und „Technischer Ausbau“ zusammengefasst und sind als „Premium-Seminare“ konzipiert, die auf Weiterbildungsangebote wie dem „Gebäudeenergieberater im Handwerk“ aufbauen. Flankiert werden die Angebote von einem einführenden Crashkurs Bauphysik und Kommunikations- und Beratungsmodulen, um die Seminare auf dem notwendigen hohen Niveau durchführen und die Ergebnisse für den Teilnehmer optimal in der Praxis nutzbar machen zu können.

Damit nachvollziehbar wird, was abseits der Theorie und der Simulation mit Planungstools („Black Box“) tatsächlich passiert, musste für jedes Thema zunächst genau definiert werden, was genau gezeigt werden soll. Dann wurde hinterfragt, inwiefern es sich um ein allgemeingültiges Phänomen handelt oder ob es um die Darstellung von Einzelfällen geht, die aber helfen, die Funktionsweise zu verstehen, denn es ist ebenfalls notwendig zu verstehen, wann eine individuelle Lösung entwickelt werden muss, um ein Einzelproblem lösen zu können. Abhängig davon, ob eine bestimmte Detaillösung dargestellt werden sollte oder ob das Verhalten unterschiedlicher Konstruktionen im Vergleich zum gewünschten Ergebnis führte, mussten dann die Konstruktionen gefunden und die entscheidenden Zeitpunkte oder Zeiträume identifiziert und herausgearbeitet werden. An dieser Stelle war ein intensiver Austausch mit den Wissenschaftlern des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik erforderlich, um herauszufinden, ob der darzustellende Effekt tatsächlich hinter den beobachteten Messwerten vermutet werden kann, oder ob es sich um eine zufällige oder ggf. fehlinterpretierte Messung handelte. Von entscheidender Bedeutung war in dieser Diskussion auch, ob die zum Vergleich herangezogenen Messungen aufgrund ihrer Exposition oder aufgrund der differierenden Nutzung überhaupt verglichen werden konnten und ob die Messungen nicht durch andere Effekte überlagert oder ggf. sogar verfälscht wurden. Ergebnis dieser Diskussionen war ein tatsächlich intensiver Wissenstransfer von der Wissenschaft in das Bildungszentrum mit der Möglichkeit, Fachinhalte nun zielgruppengerecht aufbereitet an das Handwerk und damit an die Praxis weitergeben zu können.

Überzeugt von der Aussagekraft tatsächlich gemessener bauphysikalischer Effekte konnten wir im Projektverlauf die hilfswise geplante vergleichende Simulation durch die Auswertung weiterer Messwerte aus anderen sanierten und nicht sanierten Gebäuden unterschiedlicher Nutzung, Konstruktion und Baujahre in Münster ersetzen. Damit konnten wir auch diese Betrachtung weiterer Konstruktionen in der gleichen Art aufbereiten und zum Vergleich heranziehen.

## **Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation**

Die entwickelten Inhalte wurden in Seminarmodule eingebettet und in bestehende Seminare und Lehrgänge integriert. Die aufbereiteten Messergebnisse wurden bereits erfolgreich in Bauherrenberatungen und -Vorträgen, FH-Vorlesungen, Lehrgängen, Seminaren und Fachtagungen für Handwerker und Planer sowie im Bachelor-Studiengang „Bauen im Bestand“ am HBZ in Kooperation mit der FH Münster verwendet. Darüber hinaus werden die Ergebnisse in digitaler Form den Dozenten am HBZ zur Verfügung gestellt und werden Teil der Intra- und Internetdarstellungen zu den Demonstrations- und Kompetenzzentren der HWK Münster.

## **Fazit**

Die Darstellung der in der Realität gemessenen Vorgänge in den Bauteilen und den technischen Anlagen vermittelt den Teilnehmern der Seminare einen tieferen und nachvollziehbaren Einblick in sonst nur schwer vorstellbare physikalische Abläufe und Zusammenhänge. Die visualisierten Wirkungsweisen ermöglichen es, glaubhaft und sehr praxisnah die Vorgänge begreifbarer zu machen und einen Zusammenhang herzustellen zwischen der im Demonstrationsgebäude erlebbaren Konstruktion und der Funktionsweise unter den Belastungen von Innenraumklima und Bewitterung. Sie ermöglichen es aber auch, haustechnische Anlagen zu erleben und nachvollziehen zu können, wie sie sich unter realistischen Bedingungen verhalten. Die Teilnehmer können damit begreifen und genauer einschätzen, was die theoretische Auslegung einer Anlage in der Praxis bedeutet.

# Inhaltsverzeichnis

Projektkennblatt .....	3
Inhaltsverzeichnis .....	5
1 Zusammenfassung .....	7
1.1 Durchgeführte Untersuchungen .....	7
1.2 Erzielte Ergebnisse.....	7
1.3 Empfehlungen für das weitere Vorgehen.....	7
1.4 Kooperationspartner und Förderung des Vorhabens .....	7
2 Einleitung.....	9
2.1 Ausgangssituation.....	9
2.2 Zielsetzung .....	10
2.3 Aufgabenstellung .....	12
3 Hauptteil .....	13
3.1 Arbeitsschritte und Ergebnisse .....	13
3.1.1 Messwerterfassung.....	13
3.1.2 Dozenten-Workshops.....	14
3.1.3 Workshop HBZ-IBP.....	15
3.1.4 Vergleichende Untersuchung zum Energiehaushalt eines Gebäudes mit der Gebäudesimulation TRNSYS auf der Grundlage von Messdaten .....	15
3.1.5 Seminarmodule Handwerker, Planer, Berufsschullehrer, Studenten .....	17
3.1.6 Schnittmodelle.....	37
3.2 Diskussion der Ergebnisse .....	38
3.3 Ökologische, technologische und ökonomische Bewertung .....	40
3.4 Maßnahmen zur Verbreitung der Ergebnisse.....	41

3.4.1	Vorträge und Veröffentlichungen .....	41
3.4.2	Internet .....	45
4	Fazit .....	47
5	Literatur.....	51
6	Anhänge .....	53

# **1 ZUSAMMENFASSUNG**

## **1.1 Durchgeführte Untersuchungen**

Das bauphysikalische Verhalten der Baukonstruktionen und die Funktionsweise der haustechnischen Anlagen eines sanierten Gebäudes wurden mit Hilfe bauphysikalischer Messtechnik aufgezeichnet. Eine kontinuierliche Plausibilitätskontrolle gewährleistete eine belastbare Datenbasis für die Auswertung und Aufbereitung zur Wissensvermittlung.

## **1.2 Erzielte Ergebnisse**

Die Darstellung der in der Realität gemessenen Vorgänge in den Bauteilen und den technischen Anlagen vermittelt den Teilnehmern der Seminare einen tieferen und nachvollziehbaren Einblick in sonst nur schwer vorstellbare physikalische Abläufe und Zusammenhänge. Die visualisierten Wirkungsweisen ermöglichen es, glaubhaft und sehr praxisnah die Vorgänge begreifbarer zu machen und einen Zusammenhang zwischen der im Demonstrationsgebäude erlebbaren Konstruktion und der Funktionsweise unter den Belastungen von Innenraumklima und Bewitterung herzustellen. Sie ermöglichen es aber auch, haustechnische Anlagen zu erleben und nachvollziehen zu können, wie sich eine Anlagentechnik unter realistischen Bedingungen verhält. Die Teilnehmer können damit begreifen und genauer einschätzen, was die theoretische Auslegung einer Anlage in der Praxis bedeutet.

## **1.3 Empfehlungen für das weitere Vorgehen**

Aufbauend auf den positiven Erfahrungen ist es wünschenswert, die zur Verfügung stehenden messtechnischen Anlagen und Daten noch intensiver zum Transfer bauphysikalischer Erkenntnisse aus der Wissenschaft in die handwerkliche Praxis zu nutzen. Es ist weiterhin notwendig, alle Akteure der Wertschöpfungskette Bau mit einzubeziehen. Mit dem Projekt wurden weitere Grundlagen entwickelt. Diese Ergebnisse wurden bereits erfolgreich in Bauherrenberatungen, Vorträge, Seminare für Handwerker und den Bachelor-Studiengang „Bauen im Bestand“ am HBZ mit der FH Münster implementiert. Die Fachdozenten müssen weiterhin einbezogen werden. Eine intensive Kooperation mit der Wissenschaft ist notwendig.

## **1.4 Kooperationspartner und Förderung des Vorhabens**

Die Untersuchungen wurden in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Bauphysik durchgeführt.

Das Projekt wurde gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (Az: 22515 - 25).





## **2 EINLEITUNG**

### **2.1 Ausgangssituation**

Das „Demonstrationszentrum Gebäudesanierung“ der Handwerkskammer Münster in Gelsenkirchen setzt die erfolgreiche Etablierung des „Demonstrationszentrums Bau+Energie“ der Handwerkskammer in Münster fort. Beide Gebäude dienen dem Ziel, energiesparendes Bauen und Sanieren „begreifbar“ zu machen. Steigende Energiepreise und zahlreiche Maßnahmen, Angebote und Aktionen tragen zunehmend zu einer Sensibilisierung aller Akteure im Wohnungsbau bei, von den Bauherren über die Handwerker, die Architekten und Ingenieure, die Industrie bis zur Forschung mit dem Ziel, energiesparend zu bauen und zu sanieren.

Die Weiterentwicklung des Gebäudebestandes ist nicht nur der zukünftige Wachstumsmarkt im Baubereich, sie stellt auch gleichzeitig ein enormes Potential in den Bemühungen dar, die Klimaschutzziele zu erreichen.

Das energetische Optimieren der Bausubstanz stellt gleich mehrere Herausforderungen an die Beteiligten: zum Einen muss der Bauherr sich für eine den Energieverbrauch reduzierende Modernisierung entscheiden, es müssen geeignete Finanzierungs- und Förderinstrumente bereitgestellt werden, um (noch) unwirtschaftliche Maßnahmen zu forcieren, die Forschung ist aufgefordert, Konstruktionen und Materialien zu optimieren und Grundlagen für die Produktentwicklung bereitzustellen, die Industrie muss marktgerechte Produkte zu entwickeln und produzieren, Architekten und Ingenieure, bei genehmigungsfreien Maßnahmen auch Handwerker, müssen energiesparende Konzepte für individuelle Gebäude entwickeln und den Bauherrn kompetent beraten können. Darüber hinaus müssen die Handwerker in die Lage versetzt werden, entsprechend der individuellen Planung die richtigen Baumaterialien korrekt einzubauen, um die prognostizierten Einsparungen auch erzielen und dauerhaft schadenfreie Gebäude nachhaltig energiesparend nutzen zu können.

Das Handwerk nimmt damit nicht nur eine entscheidende Schlüsselstellung in der Wertschöpfungskette ein. Handwerker sind bei vielen Sanierungs- und Modernisierungsmaßnahmen auch die ersten Ansprechpartner für den Bauherrn. Deshalb kommt es darauf an, dass der Handwerker kompetent beraten, ein über das eigene Gewerk hinaus gehendes Gesamtkonzept entwickeln, ggf. Architekten und Ingenieure mit einbeziehen und die zunehmend komplexeren Konstruktionen auch fachgerecht umsetzen kann.

## 2.2 Zielsetzung

Im Kern des Vorhabens geht es um das „Begreifen“ bauphysikalischer Zusammenhänge in den komplexeren Konstruktionen. Bei der Errichtung der beiden Demonstrationszentren lag der Schwerpunkt deshalb nicht nur auf der Darstellung der richtigen konstruktiven Zusammenhänge, sondern insbesondere auf der Veranschaulichung der bauphysikalischen Abläufe, die entgegen der normativen Betrachtung von Wärme und Feuchte nicht stationär, sondern instationär sind. Zu diesem Zweck hat die Handwerkskammer Münster in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Bauphysik ein bauphysikalisches Messkonzept für die Demonstrationszentren entwickelt und wissenschaftliche Messtechnik in die Bauteile und haustechnischen Anlagen der Gebäude der Demonstrationszentren implementiert. Ergänzt wird das Spektrum der zur Verfügung stehenden Konstruktionen durch Messachsen in sanierten und unsanierten unterschiedlich genutzten Gebäuden. Diese Gebäude befinden sich in Münster, stammen aus verschiedenen Baujahren und repräsentieren unterschiedliche Konstruktionen, vom Massivbau über Umbauten bis hin zu Fachwerkgebäuden. Repräsentative Konstruktionen wurden in einer weiteren Maßnahme auch in diesen Gebäuden mit bauphysikalischer Messtechnik ausgestattet und mit der zentralen Erfassung im Demonstrationszentrum Bau+Energie verbunden. Damit ist es möglich, zu jedem Zeitpunkt und innerhalb definierter Zeiträume die bauphysikalischen Vorgänge in den Gebäuden, ihren Bauteilen und ihren technischen Anlagen darzustellen. Alle Messwerte werden aufgezeichnet und stehen für eine Auswertung zur Verfügung.

Ein erstes Ziel dieses Projektes war es, die Messtechnik beider bisherigen Demonstrationszentren gemeinsam nutzbar zu machen und die einzelnen Messdaten auf Plausibilität zu überprüfen. Damit sind zentral wissenschaftlich gesicherte Datenerfassungen möglich und Interventionen zeitnah durchführbar. Somit kann eine für die weitere Betrachtung notwendige Datensicherheit gewährleistet werden. Eine Ökobilanz des „Demonstrationszentrums Gebäudesanierung“ soll die Umweltrelevanz von Konstruktionen und Materialien in der Weiterentwicklung bestehender Gebäude transparent machen.

Wesentliches Ziel des Projektes war die Entwicklung von Seminarmodulen, mit denen die bauphysikalischen Erkenntnisse in die handwerkliche Praxis transferiert werden sollen. Dazu wurden die Messergebnisse der Demonstrationszentren und der angeschlossenen Bestandsgebäude genutzt und die Untersuchungen zum bauphysikalischen Verhalten eines sanierten Altbaus ausgewertet, aufbereitet und im Rahmen eines Seminarzyklus „Handwerkszentrum Altbausanierung“ in das Angebot des Handwerkskammer Bildungszentrums aufgenommen. Zielgruppe für diese „Premium-Seminare“, die auf Weiterbildungsangeboten wie dem „Gebäudeenergieberater im Handwerk“ aufbauen sollen, ist die für die

Multiplikation wichtige Zielgruppe der Führungskräfte und Unternehmer. Die Inhalte sollten darüber hinaus in Form von Bauherrenseminaren und für Vortragsveranstaltungen auf Fachtagungen und Messeauftritten aufbereitet werden, um die Ergebnisse möglichst breit publizieren zu können.

Weiterhin ist vorgesehen, die Messwertauswertungen für die Integration in die bestehenden Internetauftritte der Demonstrationszentren und in die Ausstellungsplattform des Demonstrationszentrums Bau+Energie aufzubereiten, um im Rahmen von Schulungen, Besichtigungen, Führungen und für den interessierten Besucher im Internet und in der Ausstellung die bauphysikalischen Erkenntnisse verfügbar zu machen. Die Ergebnisse dieses Projektes werden den Dozenten des Handwerkskammer Bildungszentrums in Form von PowerPoint-Dateien digital zur Verfügung gestellt.

Nach Beendigung der ersten Projektphase wurden in einem Gutachtergespräch Hinweise für die weitere Projektbearbeitung gegeben:

- „Die im Rahmen des Projektes erarbeiteten Bildungskonzepte sollten dem ganzen Handwerk zur Verfügung gestellt werden. Dies könnte beispielsweise durch die ZWH geschehen.“
- „Das Projekt sollte inhaltlich kooperieren mit dem Kompetenzzentrum für Sicherheitstechnik der HWK Erfurt und der Elektroinnung Stuttgart (bzgl. der Gebäudetechnik). Auch sollte der Austausch mit der HWK Trier fortgesetzt werden.“
- „Das Fortbildungsangebot sollte sich auch an Berufsschullehrer richten.“
- „Es wäre im Interesse der Sache sehr nützlich, wenn die Kooperation mit der Planungsebene (Architekten und Ingenieure) in die Strukturierung und Erprobung der Seminare mit einfließen würde. Wir haben ja herausgearbeitet, dass die Chance besteht, die Nahtstellen in den Aufgabenbereichen von Planung und Ausführung sinnvoll zu definieren, thematisch zu fokussieren und gemeinsam zu neuen Netzwerken und Kooperationsformen zu kommen.“
- „Die Anwendung der entwickelten Methoden auf die verschiedenen, in der Praxis vorhandenen Gebäudetypen, die von Modernisierung erfasst werden – von der Jahrhundertwende bis zu den 1970er und 1980er Jahren – sollte meiner Meinung nach möglichst in die Seminargestaltung einfließen, denn diese besitzen sehr unterschiedliche Bauefüge, Konstruktionen und Baustoffe.“
- „Bezüglich der Wirtschaftlichkeit halte ich es aus Planungssicht für erforderlich, Abschätzungen zum Investitionsaufwand und

insbesondere auf der Ebene des Vergleichens alternativer Bauelement-Möglichkeiten mit unterschiedlichen baulichen Qualitäten in geeigneter Weise einzubeziehen, denn dies ist immer die zweitwichtigste Frage von Bauinteressenten nach dem Benennen der verschiedenen Baumaßnahmen.“

Diese Hinweise wurden in die Zielstellungen des Projektes übernommen.

## **2.3 Aufgabenstellung**

Die Aufgabenstellung des Projektes sieht vor, die Messdaten der Demonstrationszentren für eine kombinierte und vergleichende Auswertung und Aufbereitung zusammenzuführen und zentral zur Verfügung zu stellen. Während der Projektlaufzeit wurden die Daten kontinuierlich auf Plausibilität geprüft. In Workshops mit den Fachdozenten des Handwerkskammer Bildungszentrums wurden die Verwertungsmöglichkeiten der gesammelten Daten für die in den laufenden Bildungsangeboten auftretenden Fragestellungen geprüft und zusammengestellt. Die Fragestellungen wurden thematisch in Seminarmodulen aufbereitet. In Workshops mit Wissenschaftlern des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik wurden die aus den Dozentenworkshops entwickelten Anforderungen an die Messtechnikauswertung überprüft und geeignete Analyse- und Auswertungsmöglichkeiten zusammengestellt. Die Ergebnisse der Workshops wurden in einem iterativen Prozess zu den endgültigen Seminarthemen verdichtet.

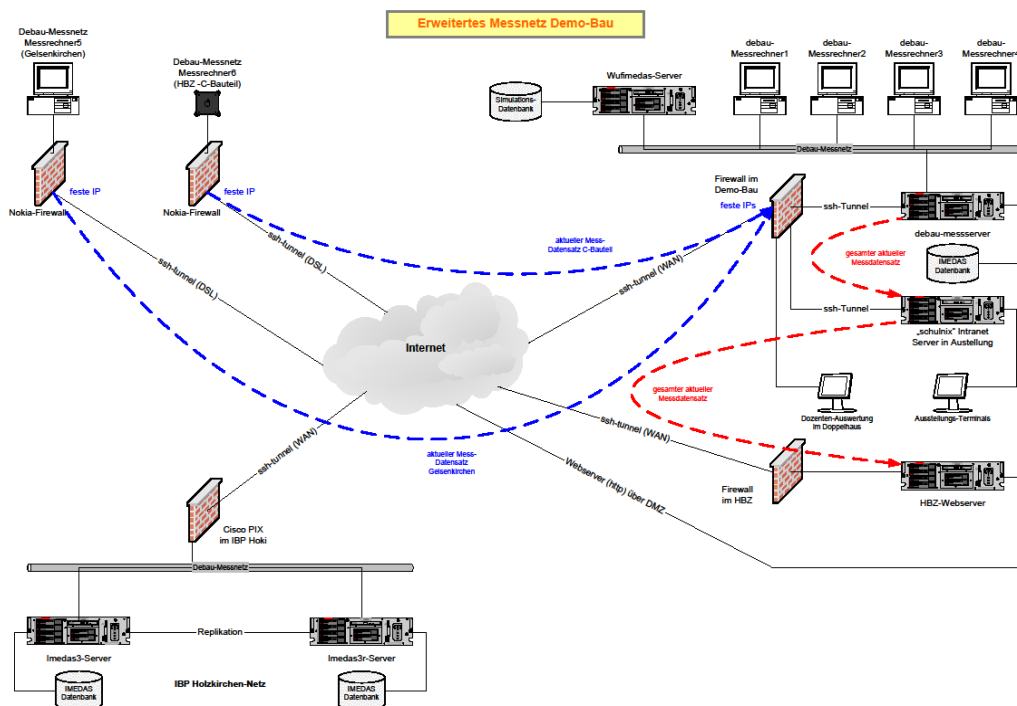
Für die Aufbereitung und Untersuchung der Messdaten standen die Softwareprodukte WuFi, WuFi+ und WUFImedas zur Darstellung instationärer Vorgänge von Wärme und Feuchte in Bauteilen und die Auswertungstools der Imedas-Datenbank zur Verfügung. Mit dem Programm LEGEP wurde die Ökobilanz erstellt. Simulationen des Energiehaushaltes erfolgten mit der Software TRNSYS.

## 3 HAUPTTEIL

### 3.1 Arbeitsschritte und Ergebnisse

#### 3.1.1 Messwerterfassung

Zu Beginn des Projektes wurden die Voraussetzungen für die weitere Auswertung der aufgezeichneten bauphysikalischen Messwerte geschaffen, indem die Verbindung der Messnetze des „Demonstrationszentrums Gebäudesanierung“ und des „Demonstrationszentrum Bau+Energie“ eingerichtet wurde und damit die Daten für eine zentrale vergleichende und ergänzende Auswertung zur Verfügung gestellt wurden.



Die kontinuierliche Überprüfung auf Plausibilität der in der Imedas-Datenbank zentral gesammelten Daten durch das Fraunhofer-Institut für Bauphysik wurde eingerichtet und während der Projektlaufzeit aufrechterhalten. Für die qualitätssichernde Betreuung wurde im HBZ ein interner „Arbeitskreis Messtechnik“ eingerichtet, der sich nach Bedarf mit der Pflege und Weiterentwicklung der bauphysikalisch-technischen Messanlagen beschäftigt, Störungen und Modernisierungen diskutiert und Vorschläge erarbeitet.

### 3.1.2 Dozenten-Workshops

Mit der Errichtung der bauphysikalischen Messanlagen war bereits eine Betrachtung der aktuellen Vorgänge in den Baukonstruktionen und den technischen Anlagen möglich. Diese Darstellung wird nach wie vor bei Führungen durch die Gebäude eingesetzt, um einen Einblick in die Konstruktionen und Anlagen zu bieten und so zu sensibilisieren. Bestimmte Effekte können bei den jeweils aktuellen Randbedingungen gezeigt werden, auf manche Situationen kann mit Hilfe von Screenshots auch im Rückblick zurückgegriffen werden. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, mit einem Tool auf die Datenbank zuzugreifen und Situationen vergangener Messungen abzurufen und zu visualisieren. Aus dieser bisher erfolgreichen Anwendung haben die Fachdozenten des HBZ individuelle Erfahrungen mit den Messanlagen gewonnen. Im Unterricht wiederum gibt es Fragestellungen, die bisher nur theoretisch und wenig anschaulich erklärt werden konnten.

Eine intensivere und gezielte Nutzung erfordert von den Dozenten, sich zuvor intensiv mit der Technologie und den Hintergründen der installierten bauphysikalischen Messtechnik zu beschäftigen. Für die Akzeptanz und die Nutzung der Erkenntnisse aus den Messungen stellt das die entscheidende Hürde dar, wie sich in den zahlreichen Gesprächen und den HBZ-Dozenten-Workshops gezeigt hat. Andererseits können nur die jeweiligen Fachdozenten mit ihren Erfahrungen aus den Seminaren und Lehrgängen einschätzen und beurteilen, welche Erklärungsversuche bauphysikalischer Zusammenhänge mit den bisher zur Verfügung stehenden, konventionellen Unterrichtsmaterialien nicht ausreichen. Genau hier sollten die entwickelten Seminarmodule ansetzen. Wesentlich für den Projekterfolg waren deshalb die Einbindung der aktiven Dozenten und das Nutzen ihrer Erfahrungen.

In Workshops mit den Fachdozenten wurden deshalb zunächst diese Erfahrungen gesammelt und strukturiert. Die bisherigen Versuche, Rückschlüsse aus den Messergebnissen zu ziehen, waren erste Gehversuche in der Anwendung dieser Technologie. Ergebnis der bisherigen Bemühungen war eine große Zahl von beobachteten Wärme- und Feuchteverläufen, die Aufschluss über die Funktionsweise der unterschiedlichen Konstruktionen geben und Konstruktionen zu den unterschiedlichsten Zeitpunkten vergleichen lassen. Diese Vorgehensweise des unstrukturierten Erfassens und Dokumentierens von Anzeigen der Messtechnik sind zwar sehr interessant und zeigen teilweise verblüffende bauphysikalische Effekte, aber sie sind noch nicht als Erklärungs- und Entscheidungshilfe geeignet.

### 3.1.3 Workshop HBZ-IBP

In einem weiteren Schritt wurden die Erkenntnisse und Anregungen der Fachdozenten in Workshops mit Wissenschaftlern des Fraunhofer-IBP in Holzkirchen diskutiert. Ziel war es vor allem, die Möglichkeiten der Messtechnik einzugrenzen und die Wünsche an eine Verwertung der Messwerte zu kanalisieren und zielführend zu gestalten. Weiterhin wurden zwei HBZ-Projektmitarbeiter in der Anwendung der erworbenen Software WuFi und WUFImedas geschult. Bereits die ersten Simulationen haben im Vergleich mit den Messwerten der gleichen Zeiträume gezeigt, dass die aufgezeichneten Messwerte von den simulierten Bauteileigenschaften unterschiedlich stark abweichen können.

In weiteren Workshops mit dem Fraunhofer-IBP wurde die Einbettung von Messwertanalysen und Simulationen in die Seminarthemen erarbeitet.

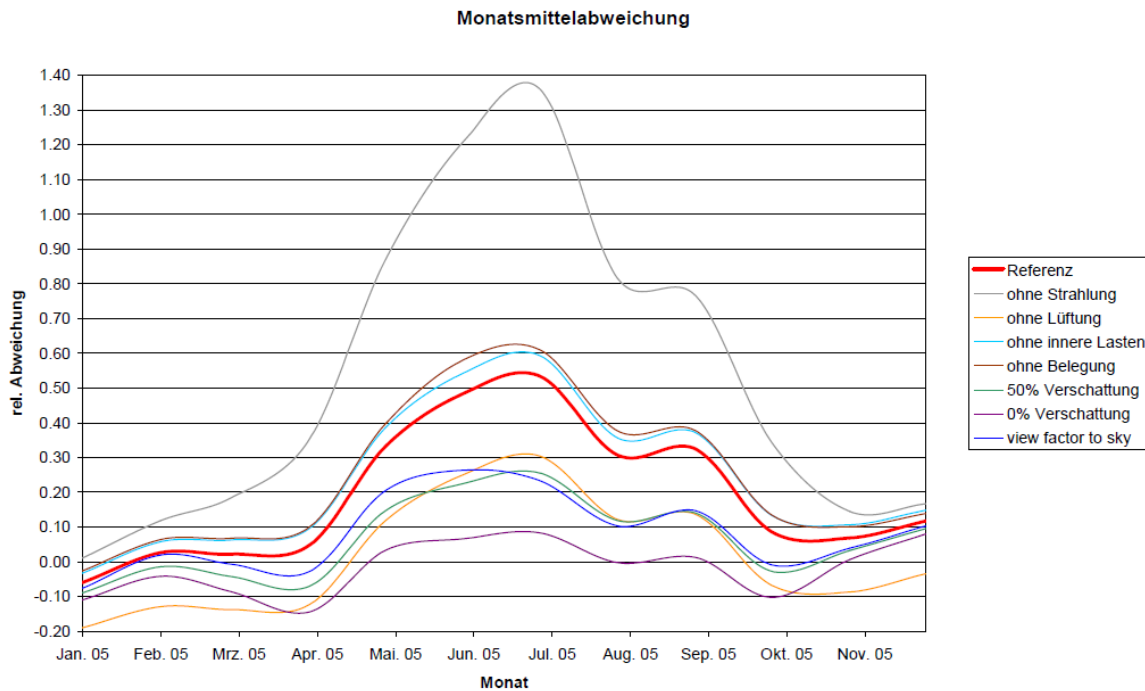
### 3.1.4 Vergleichende Untersuchung zum Energiehaushalt eines Gebäudes mit der Gebäudesimulation TRNSYS auf der Grundlage von Messdaten

In einer Diplomarbeit an der Technischen Hochschule Berlin, Fachbereich IV Gebäude- und Energietechnik, angefertigt von Julian Janßen, haben wir parallel zu den Projektinhalten untersuchen lassen können, inwieweit der Energiehaushalt eines Gebäudes mit Hilfe der Gebäudesimulation TRNSYS realitätsnah abgebildet werden kann. Hierzu sollten die Simulationsergebnisse den zur Verfügung stehenden Messdaten gegenüber gestellt und ggf. bestehende Abweichungen identifiziert und bewertet werden. Zugrunde gelegt wurden die Messdaten aus dem Doppelhaus des Demonstrationszentrums Bau+Energie.

Damit konnte nachgewiesen werden, dass mit dem Simulationsprogramm TRNSYS grundsätzlich eine realistische ökologisch und ökonomisch sinnvolle Planung eines Gebäudes möglich ist. Insbesondere für die Heizperiode haben die Simulationsergebnisse eine Abweichung von weniger als 4 % zu den Messdaten ergeben. Dieses Ergebnis überzeugt zudem durch die Tatsache, dass es unter multivariaten Bedingungen und demnach mit vielfältigen Parametern erzielt werden konnte. Einige Bedingungen konnten außerdem nur unzureichend kontrolliert werden, so dass Annahmen getroffen werden mussten. Das betrifft insbesondere Abweichungen, die aus dem nicht kalkulierbaren Nutzerverhalten herrühren.

In den Sommermonaten kommt es zu z.T. erheblichen Abweichungen der theoretischen Simulation zur gemessenen Realität, die vor allem aus einer vom Nutzer manipulierbaren Verschattung und den damit verbundenen solaren Energiegewinnen herrühren. Der Einfluss der Sonnenstrahlung

konnte in der Untersuchung mit über 27 % des Wärmebedarfs dieses Niedrigenergiehauses bewertet werden. Da der Wärmebedarf eines unsanierten Altbaus erheblich höher liegt, hat die Sonnenstrahlung auch einen weitaus geringeren Anteil an der Deckung des Wärmebedarfs und der Einfluss der Verschattung bzw. die Auswirkung einer Fehlbedienung durch den Nutzer ist entsprechend geringer.



Ein Ergebnis dieser Arbeit war also, dass mit Hilfe von Simulationsprogrammen wie TRNSYS durchaus eine für die Planung ausreichende Abbildung des Energiehaushalts eines Gebäudes dargestellt werden kann. Extreme Abweichungen zwischen der Simulation und der mit Hilfe der Messdaten dokumentierten Realität entstanden allerdings in der Betrachtung der Sommermonate. Hier zeigte sich, dass das Nutzerverhalten nur unzureichend prognostizier- und abbildbar war und erheblich von den Planwerten abwich. Insbesondere der sommerliche Wärmeschutz wurde stark beeinflusst durch eine unkalkulierbare Manipulation der Verschattungseinrichtungen. Ergebnis dieser Untersuchung war, dass gerade in hochgedämmten Gebäuden die solaren Energiegewinne eine entscheidende Rolle im Energiehaushalt einnehmen. Gerade für Bestandsgebäude spielt dieser Faktor eine entscheidende Rolle und muss sorgfältig geplant werden. Denn es zeigt sich, dass nach einer energetischen Sanierung die solaren Energiegewinne eine entschieden größere Bedeutung bekommen, als in einem unsanierten Gebäude. Gerade hier ist eine hohe Kompetenz der Handwerker auch in der Beratung notwendig und eine gezielte Sensibilisierung und Aufklärung der



Bauherren hilfreich. Damit haben die Ergebnisse dieser Diplomarbeit grundlegend zur Konzeption der Seminarinhalte und zur Bewertung der Relevanz bauphysikalischer Kompetenz in der Gebäudesanierung beigetragen.

Letztlich hat uns das Ergebnis der Diplomarbeit darin gestärkt, noch stärker als ursprünglich geplant auf tatsächlich gemessene Daten zurückzugreifen und weniger Simulationen zur Darstellung zu nutzen. Der zwischenzeitliche Ausbau des Messnetzes und die Ergänzung durch weitere sanierte und unsanierte Altbauten in Münster gaben uns die Möglichkeit, direkt auf realistische Daten zuzugreifen.

### 3.1.5 Seminarmodule Handwerker, Planer, Berufsschullehrer, Studenten

Grundsätzlich sollten die Themen der zu entwickelnden Seminarmodule inhaltlich den Bauteilgruppen „Dach“, „Keller“, „Fassade“, „Innenausbau“ und „Technischer Ausbau“ zugeordnet werden. Hintergrund sind typische Maßnahmenpakete, die in der energetischen Gebäudesanierung sinnvoller Weise gemeinsam durchgeführt werden sollen. Die Pakete wiederum können weitestgehend unabhängig voneinander umgesetzt werden. Beispielsweise sollte bei einer Fassadensanierung mit nachträglicher Dämmung des Mauerwerks gleichzeitig über die Erneuerung von Fenstern und Hauseingangstüren nachgedacht werden, die Dachsanierung ist aber davon nicht unbedingt berührt. Deshalb ist es notwendig, dass die mit diesen Maßnahmenpaketen befassten Handwerker sich mit den bauphysikalischen Besonderheiten der Schnittstellen zu den anderen Gewerken auseinandersetzen, um den Bauherrn darauf hinweisen zu können, dass es neben ökonomischen auch technische und bauphysikalische Notwendigkeiten gibt, gleichzeitig eine gesamte Bauteilgruppe energetisch zu modernisieren. Damit bauen die konzipierten Seminarmodule auf der gewerkeübergreifenden Kompetenz der Teilnehmer der Lehrgänge zum Gebäudeenergieberater auf und vertiefen sinnvoll das erworbene Wissen mit dem Ziel, Beratungs- und Ausführungskompetenz zu erwerben und auszubauen.

Die Seminarmodule werden in der Regel 2-tägig mit jeweils 3 Blöcken à 5 Unterrichtsstunden angeboten.

Die Module sind jeweils didaktisch so aufgebaut, dass sie grundsätzlich in das entsprechende Thema einführen, Lösungsmöglichkeiten für die auftretenden Problemstellungen vorstellen und diskutieren. Anschließend sollen die Teilnehmer in einer Gruppenarbeit das Gelernte anwenden und selbst Lösungen entwickeln, diese vorstellen und diskutieren.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass die Seminarabläufe und die didaktische Konzeption nicht nur flexibel an die Zusammensetzung und das Vorwissen der Teilnehmer der Seminare angepasst werden sollten. Es hat sich auch immer wieder gezeigt, dass die Seminardurchführung stark von der Person des jeweiligen Dozenten geprägt wird. Dadurch wird der Unterricht lebendig und authentisch. Es ist dennoch wichtig, das didaktische Konzept zumindest exemplarisch detailliert aufzubereiten, um die Zielsetzung für die jeweiligen Dozenten nachvollziehbar aufzubauen. Die Seminarmodule konzentrieren sich auf die Darstellung und die Herleitung der konstruktiven und der bauphysikalischen Zusammenhänge, die dann anhand der Ergebnisse aus der Messtechnik erläutert werden. Damit sind dem Dozenten die notwendigen Freiheiten gegeben und gleichzeitig wird sichergestellt, dass die bauphysikalischen Erkenntnisse richtig dargestellt und vermittelt werden können. Darüber hinaus eröffnet sich die Möglichkeit, einzelne Themenkomplexe in weitere Lehrgänge, Seminare und Vorträge einzubetten und vielfältig zu nutzen.

Wesentlich für die Nutzung der erarbeiteten Inhalte ist erfahrungsgemäß nicht, sie lediglich zur Verfügung zu stellen, sondern sie in internen Schulungen mit den jeweiligen Dozenten zu diskutieren. In der Anwendung der Inhalte werden die Seminarmodule weiter optimiert und die Erfahrungen durch Kommentare der Dozenten dokumentiert und so weitergegeben. Für die interne Strukturierung und Organisation der Wissensvermittlung und der Anwendung der Inhalte wird der „Arbeitskreis Bau+Energie“ als Plattform genutzt, in dem sich regelmäßig Entwickler und Dozenten im HBZ austauschen.

Die Konzeption der Seminarmodule war während der Projektlaufzeit einem permanenten Entwicklungsprozess unterworfen. In der Antragsphase des Projektes sind wir von einer gleichmäßigen Verteilung von 5 modularisierten Lehrgängen à 30 Stunden ausgegangen. In der weiteren Bearbeitung und aufbauend auf den Ergebnissen der Workshops mit den Dozenten des HBZ haben wir Schwerpunkte gebildet mit einer differenzierten Gewichtung der 5 Themenbereiche „Fassade“, „Keller“, „Dach“, „Innenausbau“ und „Technischer Ausbau“.

In einem ersten Schritt haben wir festgestellt, dass die Teilnehmer zunächst den gleichen Wissensstand zu bauphysikalischen Grundlagen haben sollten. Um die einzelnen Seminarmodule nicht zu überfrachten, haben wir zunächst ein Grundlagenseminar ausgegliedert, das den Teilnehmern angeboten werden soll, die z.B. keinen Gebäudeenergieberater-Lehrgang besucht haben oder deren Kenntnisse aufgefrischt werden sollten. Die Inhalte dieses Grundlagenmoduls wurden nicht neu entwickelt, sondern es wurden bestehende Seminarinhalte zusammengefasst.

Die Themenpalette der Seminarmodule wurde auf die folgenden Themen verdichtet:

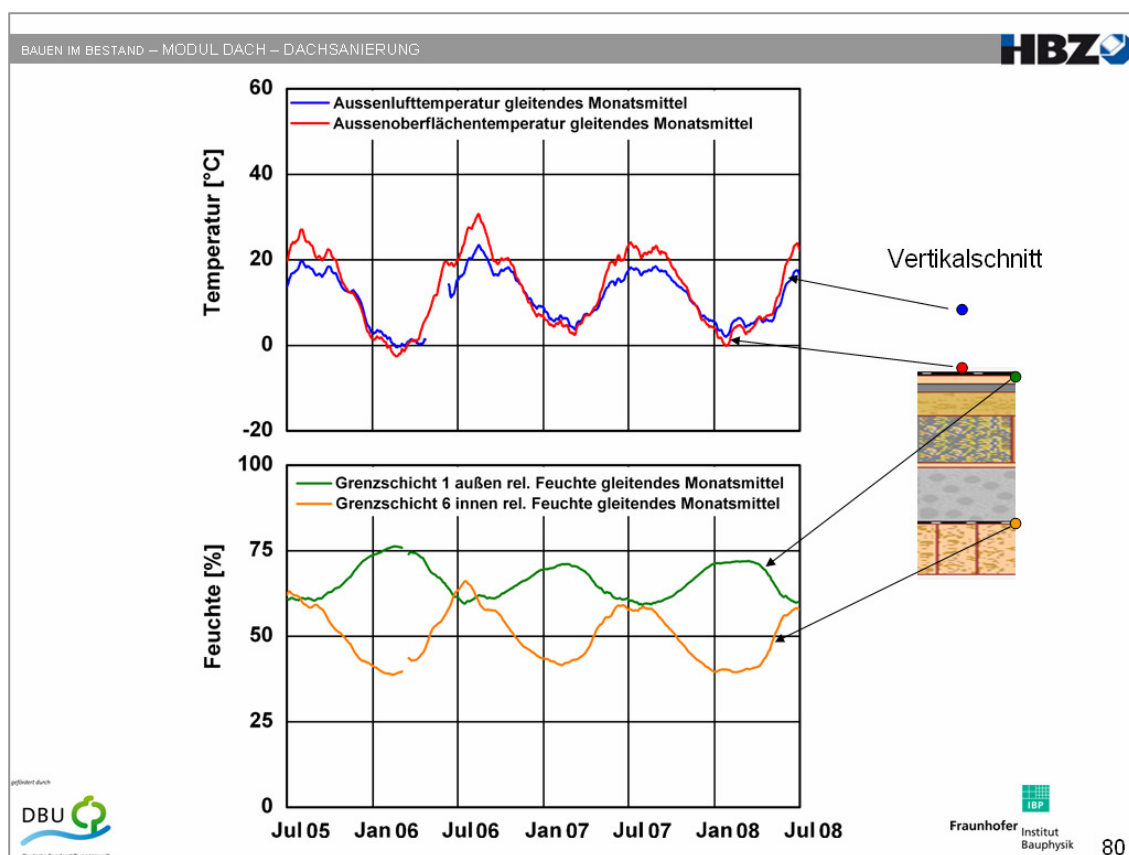
- Dach – Dachsanierung
- Dach – Sommerlicher Wärmeschutz
- Fassade – WDVS/Kerndämmung/Biologischer Bewuchs
- Fassade – Fenster
- Fassade – Fachwerk
- Fassade – Altbauten im Vergleich
- Keller – Dämmung gegen Erdreich
- Innenausbau – Innendämmung
- Technischer Ausbau – Kontrollierte Wohnraumlüftung
- Technischer Ausbau – Luft-Erdwärmetauscher
- Technischer Ausbau – Lüftung von Schulungsräumen

Die kompletten Lehrgangsmodule sind im Anhang dokumentiert. Im Folgenden werden die einzelnen Themenkomplexe kurz beleuchtet und exemplarisch einzelne Grafiken vorgestellt, in denen aufbereitete Messergebnisse gezeigt werden, die zur Erläuterung bauphysikalischer Zusammenhänge herangezogen werden können. Oft sind die zeitlichen Ausschnitte und die Kombination der Messpunkte so gewählt, dass nicht nur ein Effekt ablesbar wird, sondern dass gleich mehrere Aspekte an der gleichen Darstellung diskutiert werden können.

## Seminarmodul: Dach – Dachsanierung

Bei der Dachsanierung spielt gerade bei Flachdächern die Entscheidung für eine diffusionsoffene oder eine diffusionsdichte Konstruktion eine wichtige Rolle. Um die Funktionsweise einer solchen Konstruktion darstellen und die langfristigen Vorteile beweisen zu können, ist eine Beobachtung über mehrere Jahre sinnvoll.

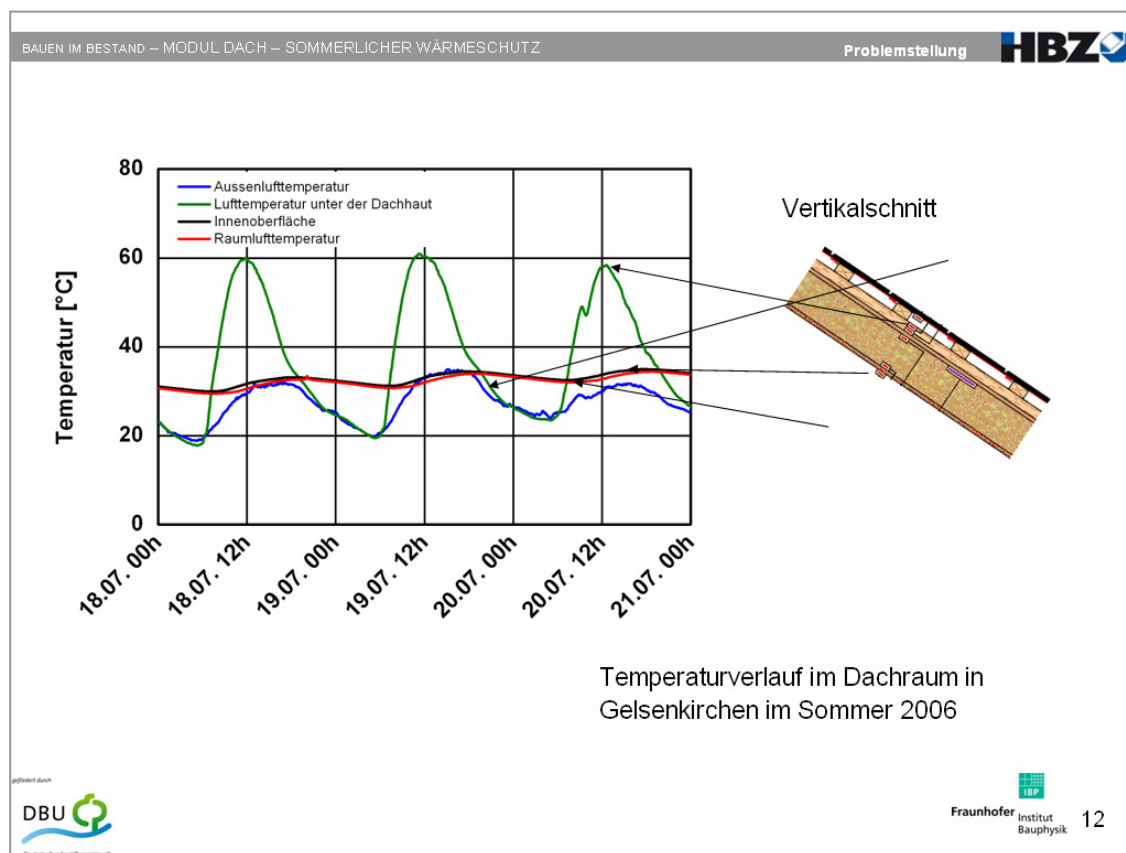
Die Abbildung zeigt, dass es trotz relativ dampfdichter Dachhaut darunter nicht zu kritischen relativen Feuchten kommt, weil die Feuchtigkeit im Sommer, angetrieben durch die Strahlungswärme, nach innen ausgetrieben wird, wobei dort ein saisonaler Feuchtigkeitsanstieg zu verzeichnen ist. Auch dampfdichte Konstruktionen können also bei richtiger Materialwahl sicher ausgeführt werden.



## Seminarmodul: Dach – sommerlicher Wärmeschutz

Nach einer Sanierung haben die solaren Wärmeenergiegewinne eine größere Bedeutung für den Energiehaushalt eines Gebäudes als vor einer Sanierung, da der Wärmebedarf insgesamt verringert wird. Wird der sommerliche Wärmeschutz nicht beachtet und bleiben die solaren Wärmeenergiegewinne konstant, so ist mit einer Überhitzung zu rechnen.

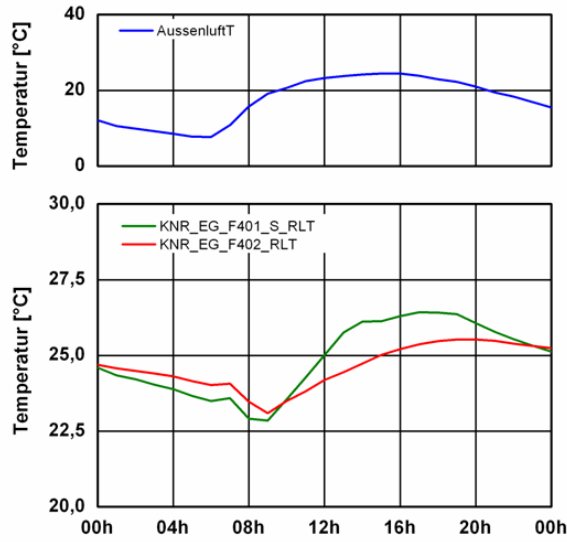
Da die wesentlichen Faktoren zur Beeinflussung des sommerlichen Wärmeschutzes bei einem bestehenden Gebäude bereits gesetzt sind, ist die Wahl z.B. des Dämmmaterials von Bedeutung.



Der ungelüftete Dachraum heizt sich zwar im Verlauf des Sommers auf, bleibt aber von den stündlichen Schwankungen der z. T. sehr hohen Temperaturen unter der Dachhaut weitestgehend unbeeinflusst.

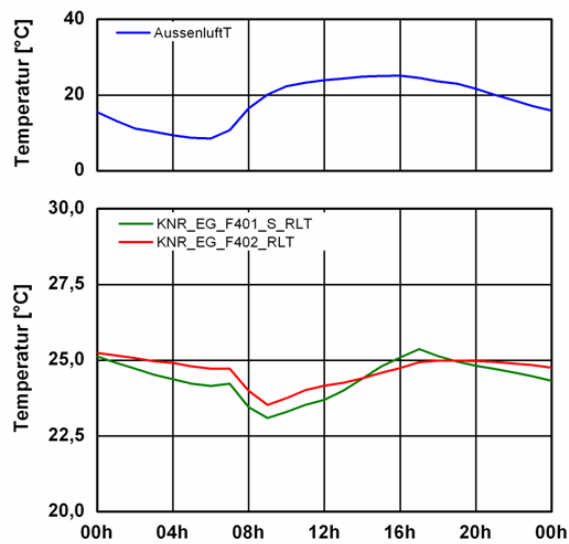
Der Nutzer hat mit der Steuerung der Verschattungsanlagen hingegen einen großen Einfluss auf den sommerlichen Wärmeschutz, da auch hier die Anteile der solaren Energiegewinne bei einem gut gedämmten Haus einen wesentlichen Anteil der Energiebilanz eines Gebäudes darstellen.

07.05.2008



- Manuelle Lüftung ab 08:15 Uhr bis ca. 11:30 Uhr
- Nicht gezielt auf die Verschattung geachtet, da keine direkte Sonneneinstrahlung

08.05.2008

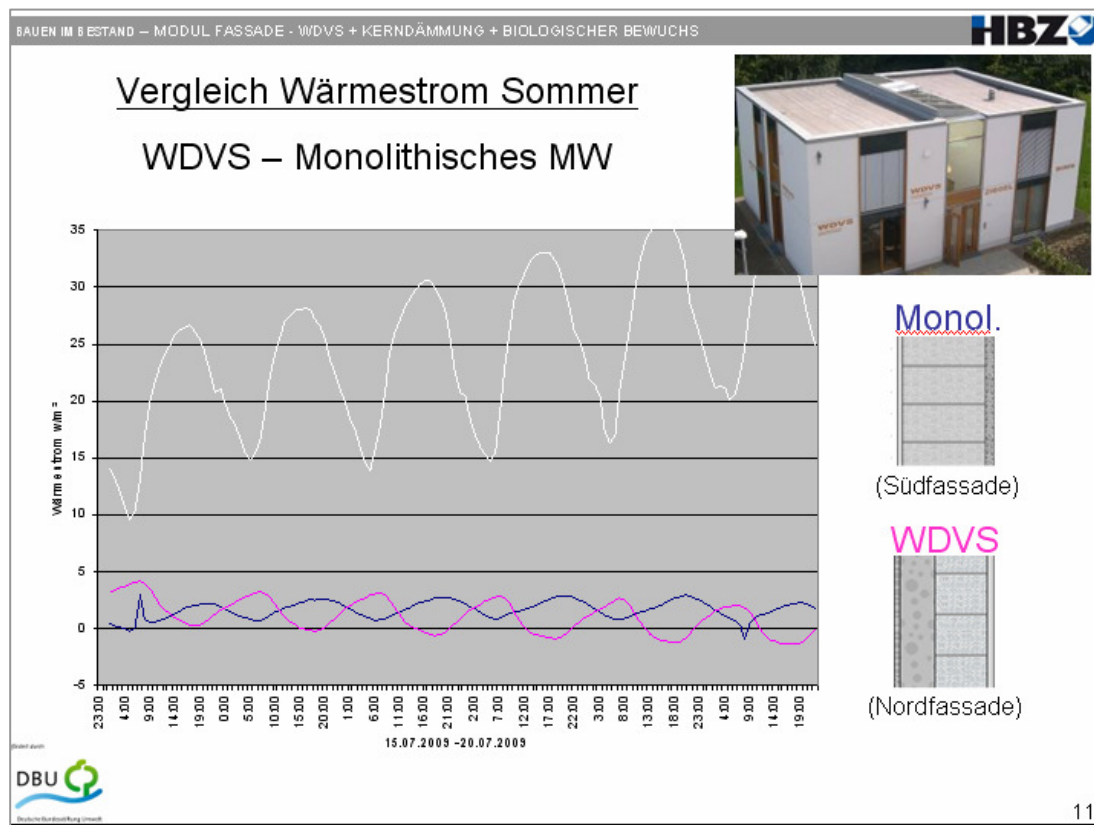


- Manuelle Lüftung ab 08:15 Uhr bis ca. 11:30 Uhr
- Gezielt auf die Verschattung geachtet und herunter gefahren

## Seminarmodul: Fassade – WDVS/Kerndämmung/Biologischer Bewuchs

In diesem Modul geht es um den Vergleich unterschiedlicher Dämmstrategien, indem das bauphysikalische Verhalten verschiedener Fassadensysteme vorgestellt wird, und um das zunehmende Problem des biologischen Bewuchses auf Fassaden.

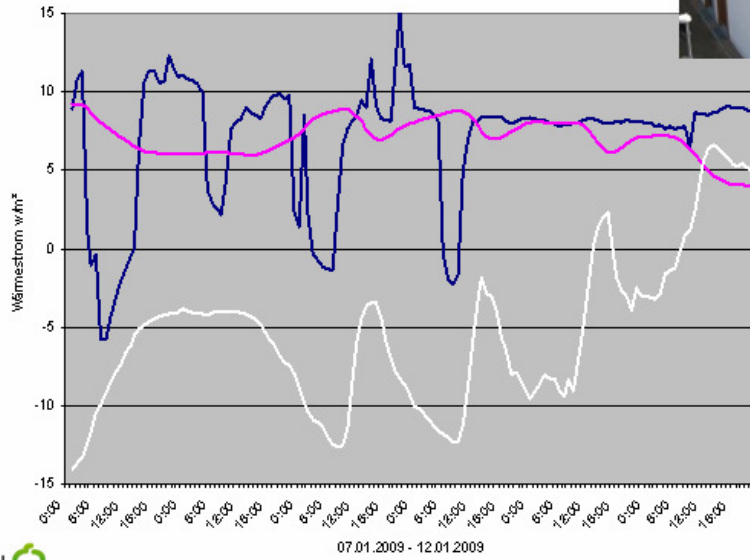
Beispielsweise wird der Wärmestrom direkt bewitterter Fassaden verglichen, um die Wirkung eines Dämmstoffes zu zeigen.



Die Betrachtung des Wärmestromes verdeutlicht unter Berücksichtigung der Außentemperatur die dämpfende Wirkung des Dämmmaterials (Phasenverschiebung).

Die monolithische Fassade ist in der Lage, Wärme besser zu leiten. Die Betrachtung der Dämmwirkung gibt aber noch keine Hinweise auf die Außenoberflächentemperatur, deren Entwicklung biologisches Wachstum beeinflussen kann.

## Vergleich Wärmestrom Winter WDVS – Monolithisches MW

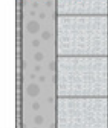


Monol.



(Südfassade)

WDVS

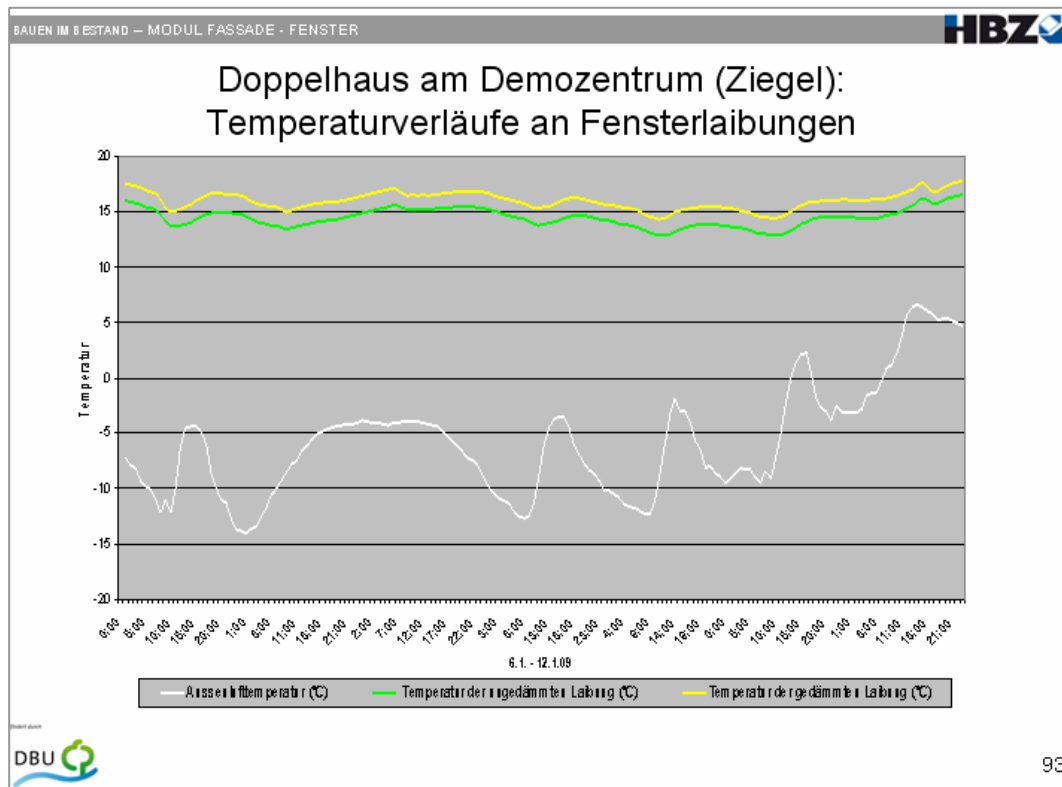
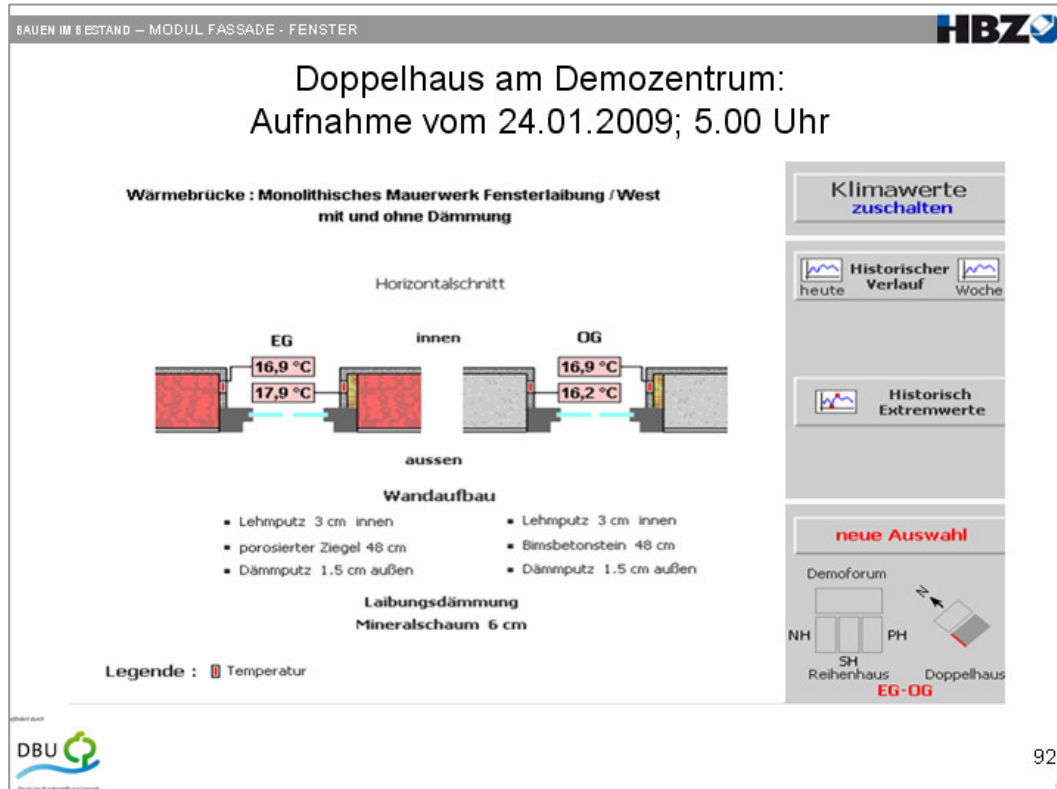


(Nordfassade)

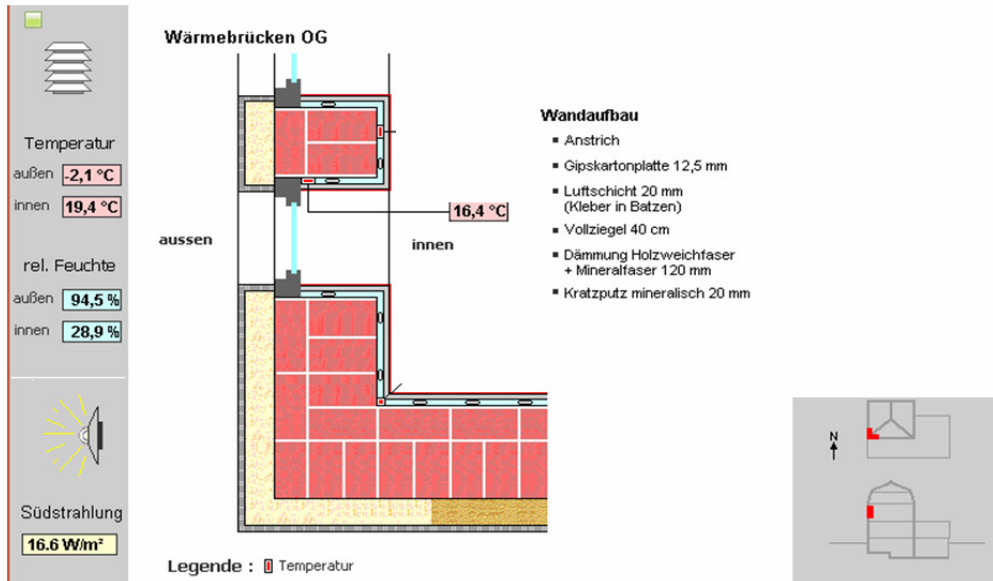


## Seminarmodul: Fassade – Fenster

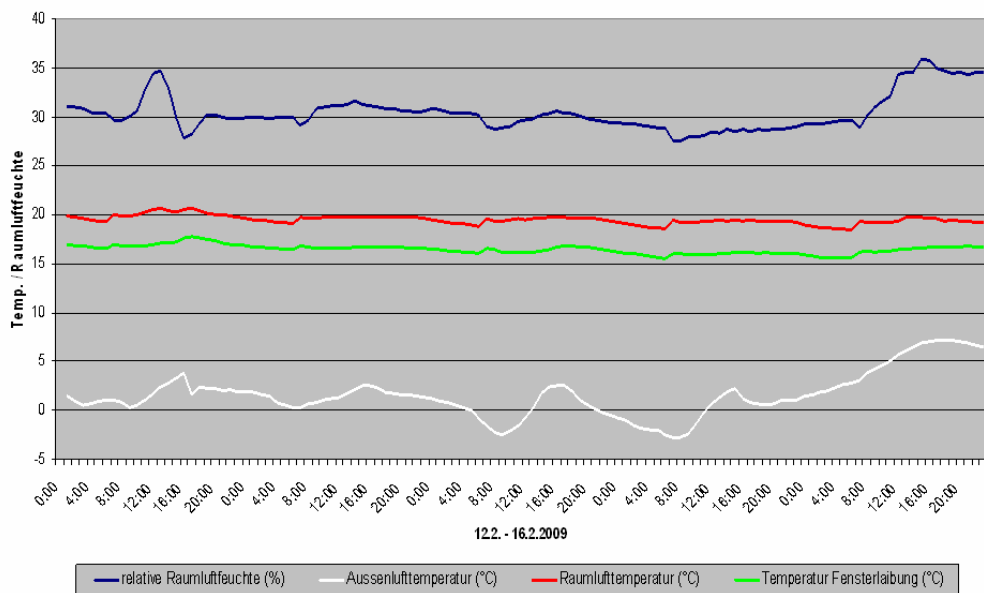
Das Seminarmodul Fenster behandelt zunächst ausführlich die konstruktiven Fragestellungen beim Einbau von Fenstern in Fassaden, da es mit zunehmendem Dämmstandard schwieriger wird, Fenster sicher zu verankern. In der Folge sind die bauphysikalischen Fragestellungen zu beantworten.



### Saniertes Altbau Gelsenkirchen: Aufnahme vom 14.02.2009; 9:00 Uhr



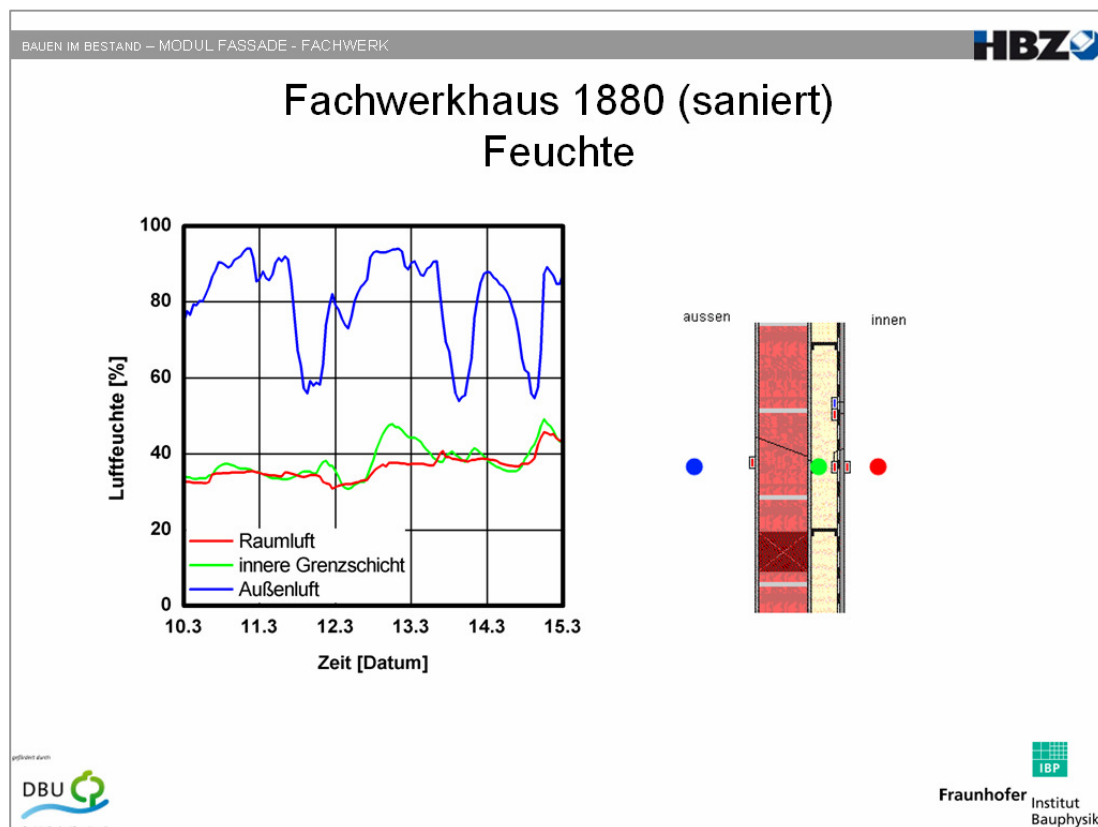
### Saniertes Altbau Gelsenkirchen: Temperaturverlauf an der Fensterlaibung und Raumluftfeuchte



## Seminarmodul: Fassade – Fachwerk

Das Seminarmodul Fachwerk konnten wir nach einer Ergänzung des Messnetzes um zwei Fachwerkgebäude mit in die Untersuchungen einbeziehen. Beide Gebäude wurden mit einer Innendämmung versehen. Die ersten Ergebnisse der Messreihen sind sehr viel versprechend und wir konnten die ersten Ergebnisse bereits in das Seminarmodul integrieren. In der Folge erwarten wir weitere Ergebnisse, die aufbereitet werden können und im Rahmen des Aufbaus des Fachwerk-Kompetenzzentrums in dieses und weitere Lehrgangsangebote integriert werden.

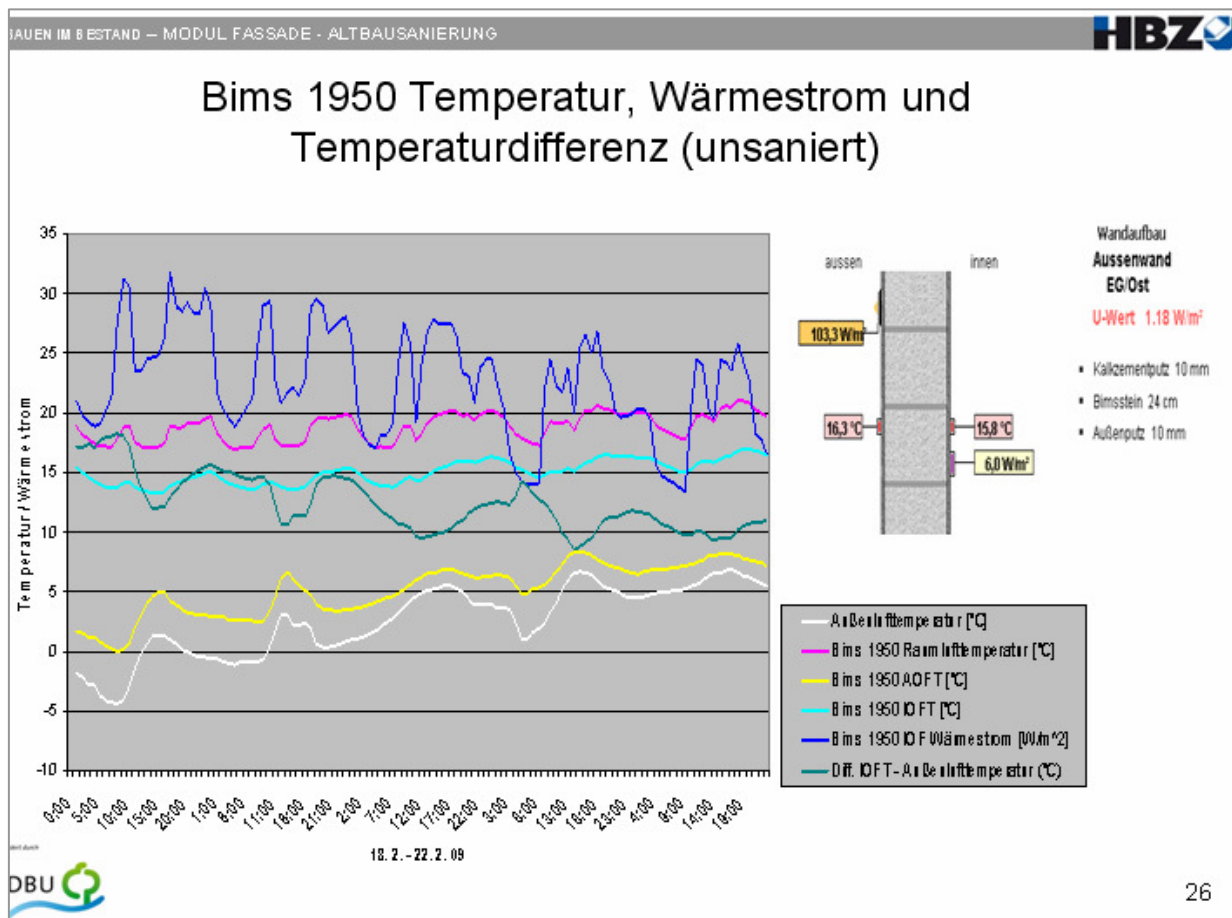
Aus den vorliegenden Daten konnten wir bereits zeigen, dass die Feuchtigkeitsentwicklung zwischen Innendämmung und Innenseite der Außenwand keine für die Holzkonstruktion kritischen Werte annimmt.

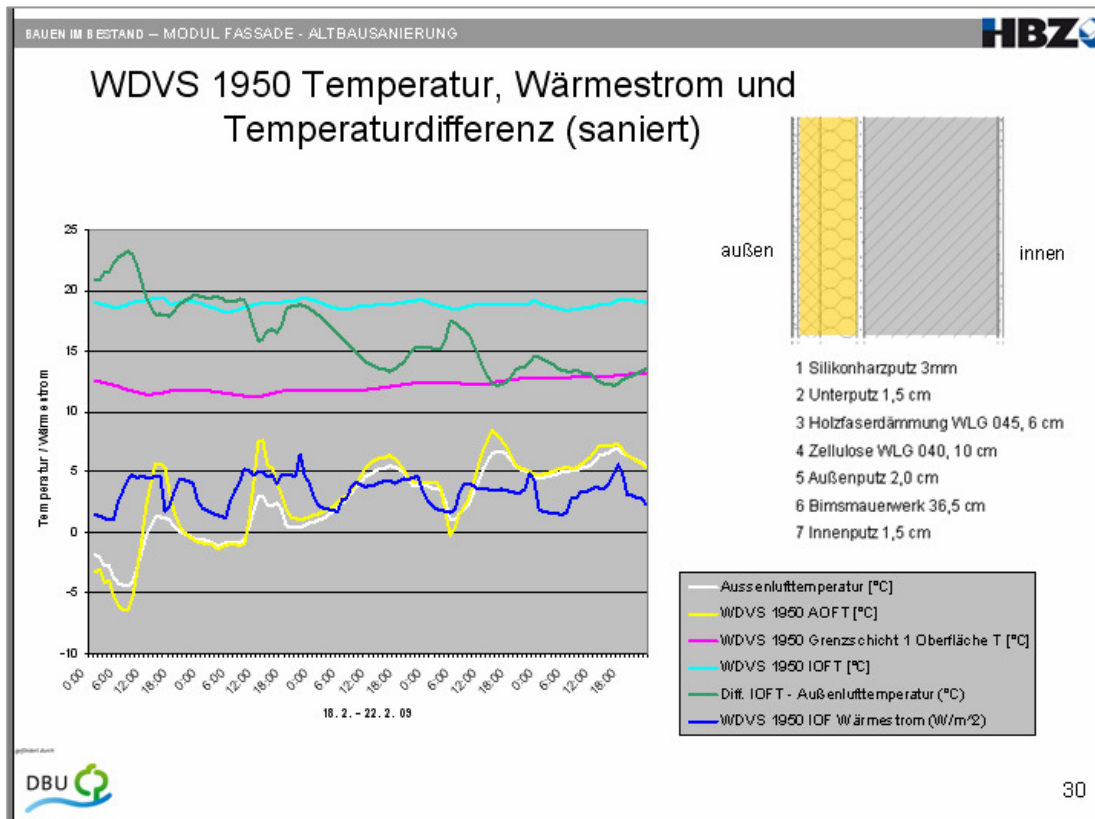


## Seminarmodul: Fassade – Altbauten im Vergleich

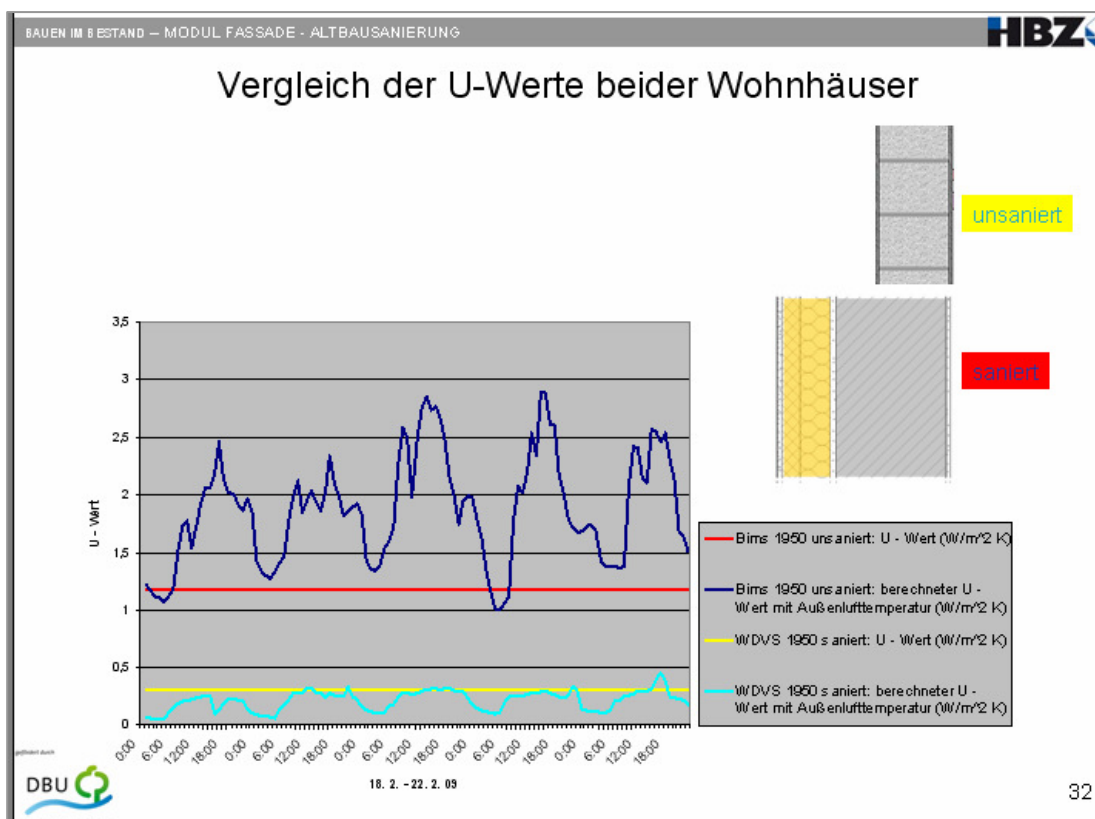
In diesem Modul wird das bauphysikalische Verhalten verschiedener Konstruktionen unterschiedlicher Gebäude aus verschiedenen Baujahren untersucht, vorgestellt und zur Diskussion gestellt. Dabei werden sanierte und unsanierte Varianten gezeigt. Die Gebäude werden als Wohngebäude, als Verwaltungs- oder Schulungsgebäude genutzt. Betrachtet wird jeweils der gleiche Zeitraum im Februar 2009.

In diesem Seminar kann beispielsweise gezeigt werden, dass die Temperaturschwankungen eines unsanierten Wohngebäudes, Baujahr 1950, deutlich stärker sind und die Innenoberflächentemperatur tatsächlich niedriger liegt als die des vergleichbaren nachträglich gedämmten Gebäudes. Damit wird nicht nur nachvollziehbar deutlich, wie sich eine Fassadendämmung auf den Komfort im Gebäude positiv auswirkt, sondern auch, wie eine Fassadendämmung den Wärmestrom durch die Fassade deutlich reduziert und das Innenraumklima von äußeren Einflüssen stärker entkoppelt.





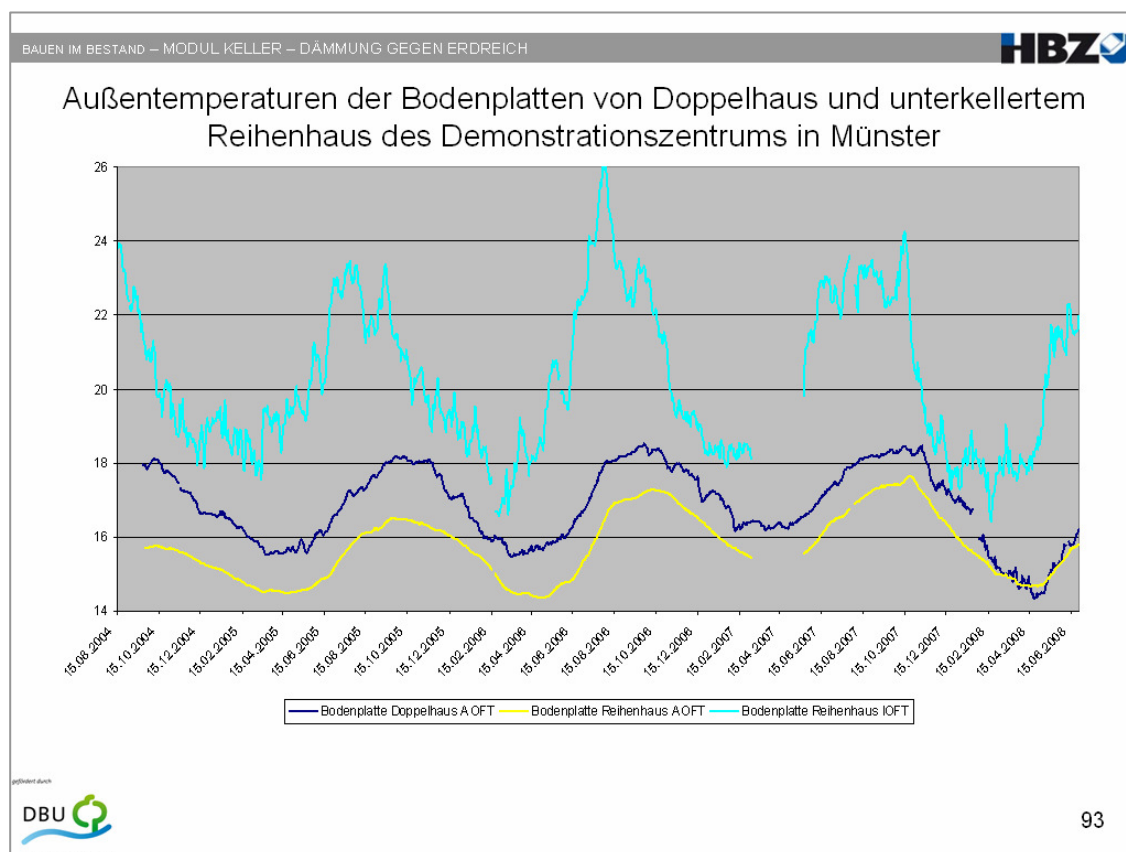
Der direkte Vergleich der U-Werte beider Gebäude zeigt deutlich das veränderte („träger“) Verhalten des sanierten Gebäudes.



## Seminarmodul: Keller – Dämmung zum Erdreich

Abhängig von der geplanten Nutzung eines Kellers nach einer Sanierung ergeben sich unterschiedliche energetische Sanierungsstrategien für die Kellerwände und die Bodenplatte sowie die Decke über dem Kellergeschoss. Dazu sind im Einzelfall z.B. auch die Bodenqualität und der Grundwasserstand zu betrachten.

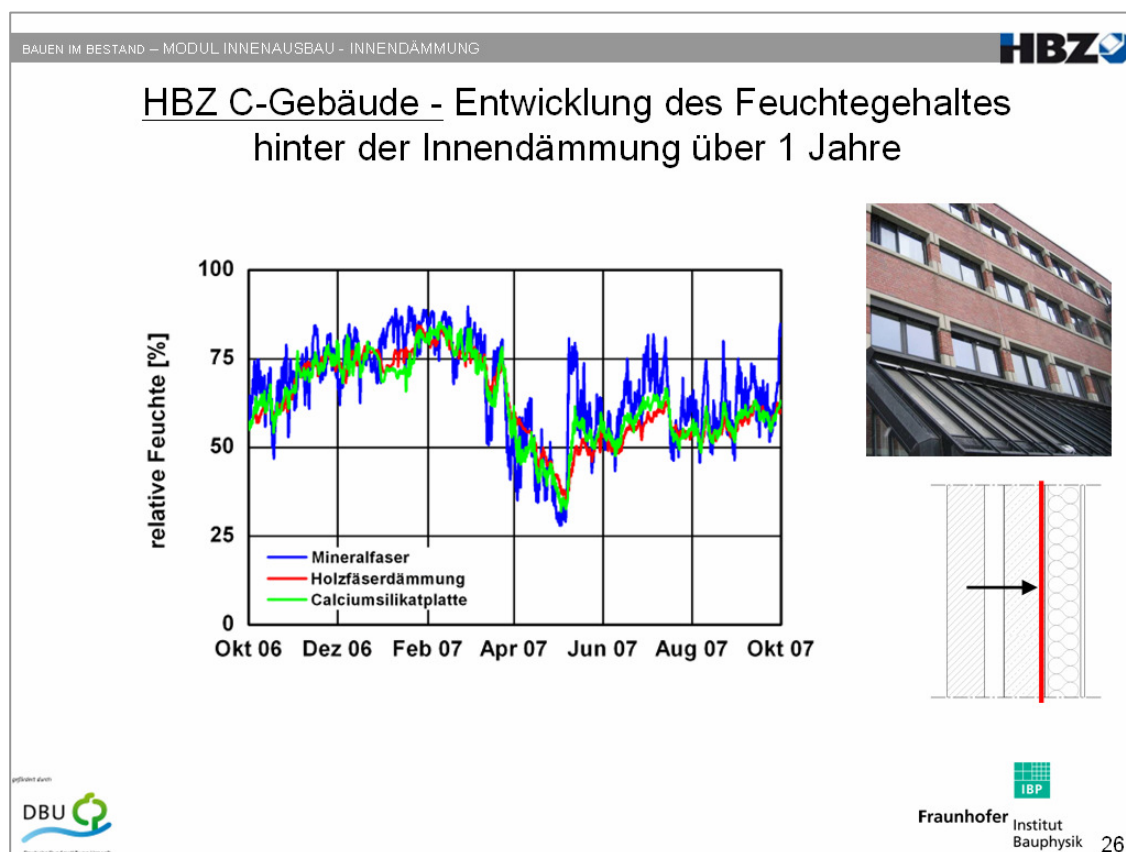
Betrachtet man den aufwändigeren Fall der vollständigen Nutzung eines Kellers, kann man anhand der Wärmeverläufe unter den Bodenplatten des Demonstrationszentrums Bau+Energie vermuten, dass sich in diesem Fall die vorhandene Wärmedämmung nicht entscheidend auf Erwärmung des Erdreichs unter der Bodenplatte auswirkt. Das Temperaturniveau unter der Bodenplatte des nicht-unterkellerten Doppelhauses ist allerdings deutlich höher als unter der Bodenplatte des unterkellerten Reihenhauses.



## Seminarmodul: Innendämmung

In vielen Fällen ist bei der energetischen Sanierung eine Innendämmung die einzige Möglichkeit der Fassadendämmung. Bei Innendämmungen ist insbesondere der Feuchtehaushalt der Wand zu beachten.

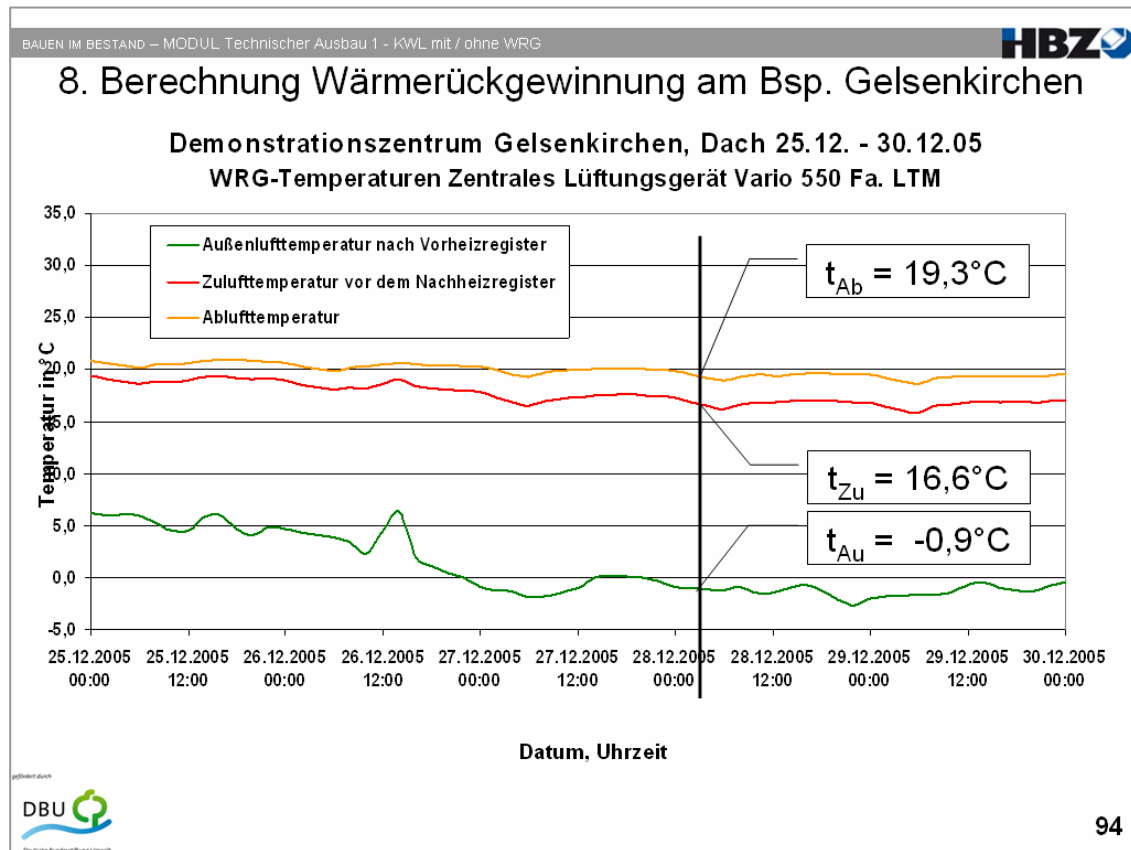
Die vergleichende Betrachtung von drei Dämmvarianten hat gezeigt, dass die Feuchtigkeit hinter der Innendämmung auf der Innenseite der Außenwand zu unterschiedlichen Werten führt, die aber insgesamt unkritisch sind.



Mineralfaser mit adaptiver Dampfbremse reagiert zwar empfindlicher als Holzfaserdämmung und Calciumsilikatplatte, zeigt aber ein gutes Abtrocknungsverhalten in den Sommermonaten. Insgesamt sind aber die anderen Varianten weniger anfällig und riskant, zumal die Dampfbremse leichter zerstört oder falsch eingebaut werden kann.

## Seminarmodul: Technischer Ausbau – Kontrollierte Wohnraumlüftung

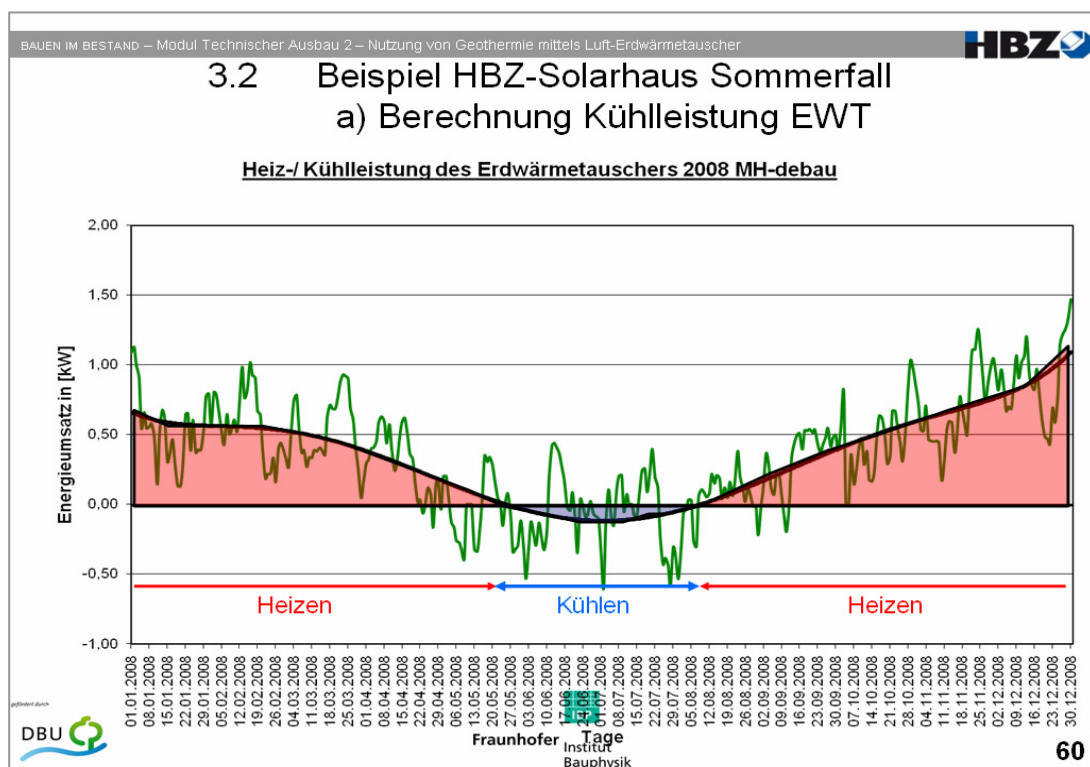
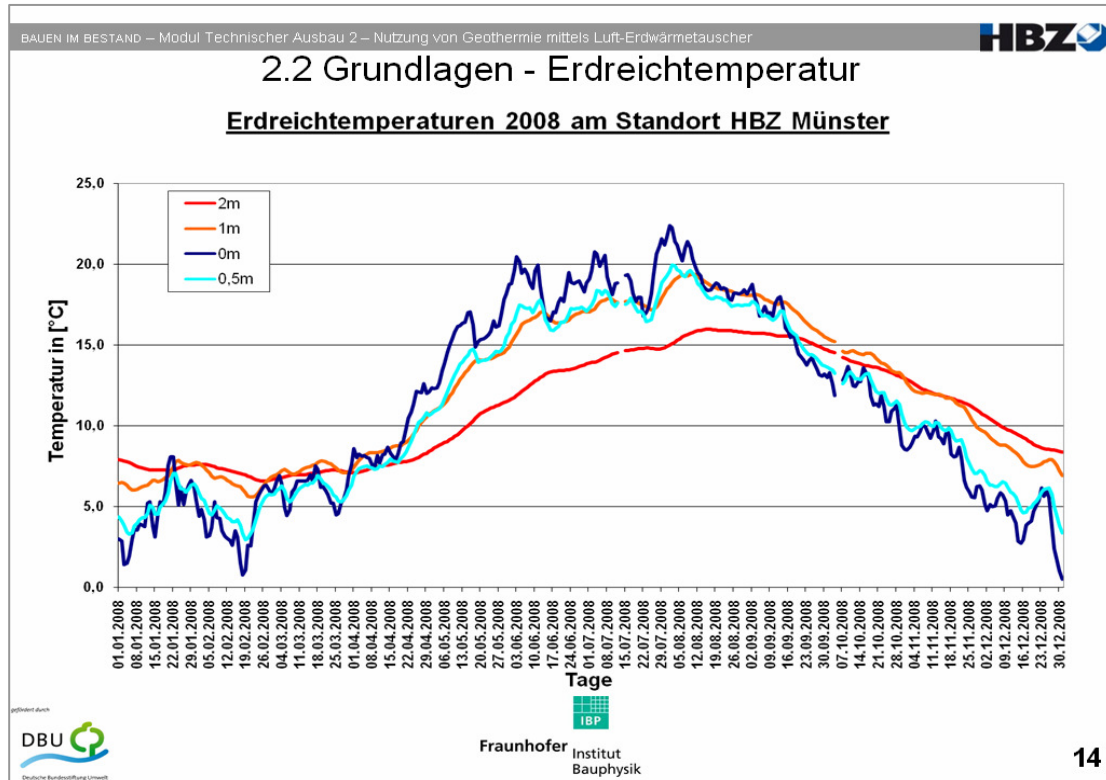
Die Wirkungsweise und Leistung von Lüftungsgeräten mit Wärmerückgewinnung in der Praxis wird anhand der verschiedenen Systeme im Demonstrationszentrum Gebäudesanierung in Gelsenkirchen beschrieben und mit Hilfe der Messdaten analysiert.





## Seminarmodul: Luft-Erdwärmetauscher

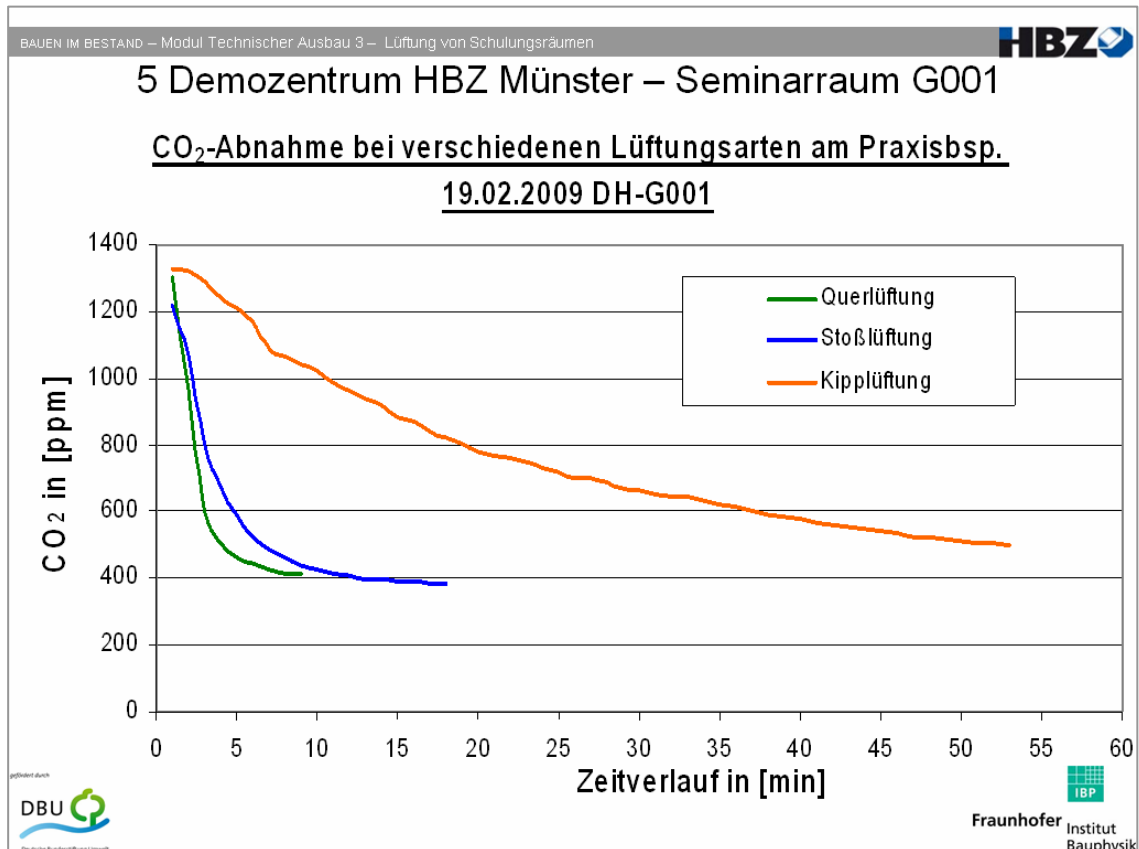
Das Seminarmodul beschreibt Bau und Funktion eines Erdkanalwärmetauschers und untersucht anhand der Messergebnisse der Anlage im Demonstrationszentrum Bau+Energie, welche Wärme- bzw. Kühlleistung sie im Jahresverlauf für das Gebäude erbracht hat.



## Seminarmodul: Lüftung von Schulungsräumen

Sehr viel extremer als bei einer Wohnungsnutzung verhält sich der CO<sub>2</sub>-Anstieg bei intensiv genutzten Schulungsräumen. In der Folge sind effektive Lüftungskonzepte notwendig.

Am Beispiel eines Schulungsraumes des Demonstrationszentrums Bau+Energie wurden verschiedene Lüftungsstrategien dokumentiert.



## *Seminarmodule: Kommunikation*

Um die Beratungskompetenz von Handwerkern und Planern zu verbessern, haben wir ergänzend in Zusammenarbeit mit einem freien Dozenten Kommunikationsmodule in den Grundzügen konzipiert, deren Ausformulierung in der Verantwortung des Dozenten liegt. Ziel der Workshops ist es, das erlernte bauphysikalische Wissen verständlich für Bauherrenberatungen zu nutzen. Der Handwerker soll durch seine Fach- und Beratungskompetenz den Bauherrn in die Lage versetzen, sich für die richtige konstruktive und bauphysikalisch und energetisch sinnvolle Ausführung zu entscheiden. Darüber hinaus soll der Berater geschult werden, sich und seine Dienstleistungen adäquat am Markt zu präsentieren.

Die fünf Module lauten wie folgt:

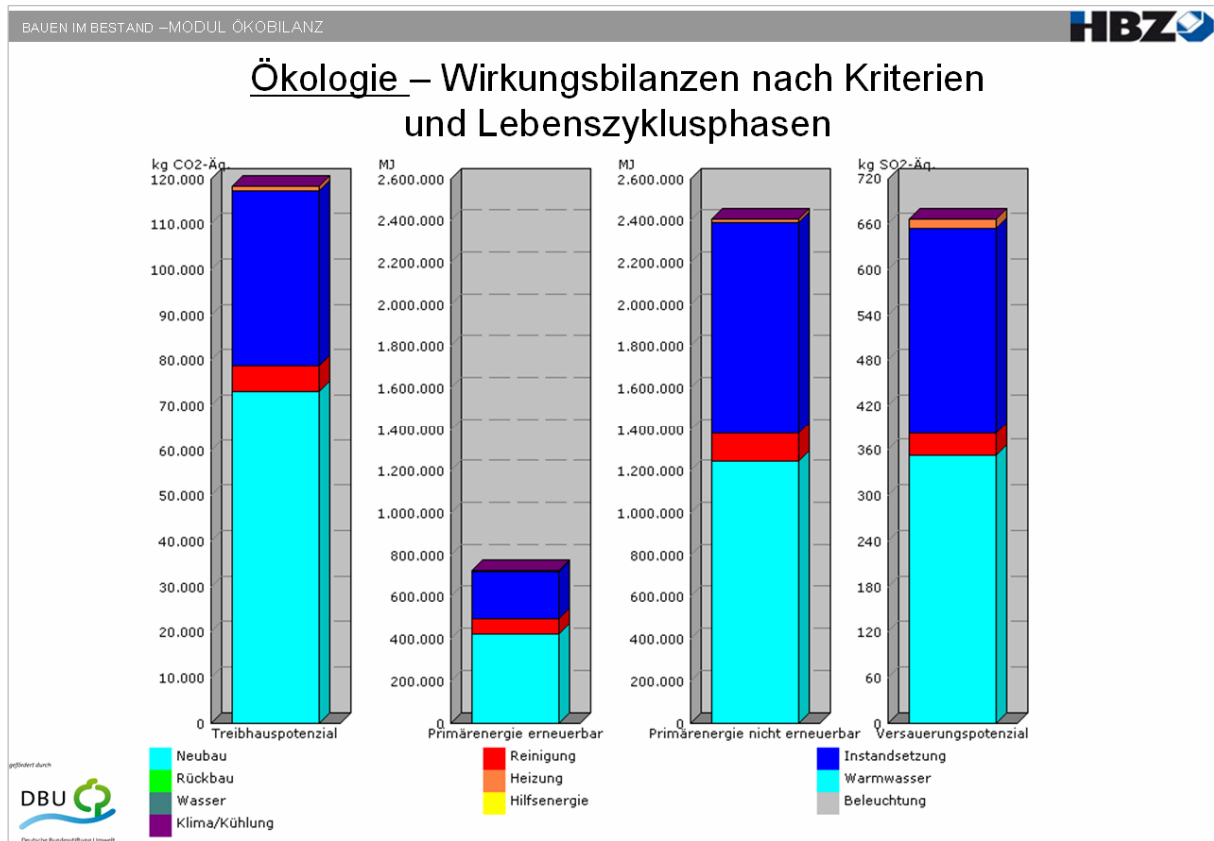
- Modul 1:  
Kommunikation im beruflichen Alltag
- Modul 2:  
Das Beratungsgespräch
- Modul 3:  
Produkte und Dienstleistungen präsentieren
- Modul 4:  
Arbeitsabläufe organisieren und optimieren
- Modul 5:  
Marketing-Instrumente nutzen

Das Modul 1 „Kommunikation im beruflichen Alltag“ stellt das Basiswissen für die Module 2 und 3 dar. Jeder Teilnehmer benötigt dieses Basiswissen, um sich in den Modulen 2 und 3 entsprechend einbringen zu können. Für die Module 4 und 5 ist kein Vorwissen nötig. Je nach Modul sind 8 bis 15 Teilnehmer vorgesehen. Die Dauer der Lehrgänge liegt zwischen 12 und 19 Unterrichtsstunden.

## Seminarmodul: Ökobilanz

Das Gebäude in Gelsenkirchen wurde mit seinen Bauteilen in der Software LEGEP erfasst. Anschließend erfolgte die Berechnung und Dokumentation von Grunddaten, Lebenszykluskosten und ökologischer Bilanz.

Aus der umfangreichen Dokumentation zeigt folgender Ausschnitt exemplarisch die ökologische Wirkungsbilanz:



Die Ergebnisse der angefertigten Ökobilanz stehen den Dozenten für eine weitere Nutzung uneingeschränkt zur Verfügung. Die Auswertungen des Programms LEGEP haben die ökologische Relevanz von Sanierungsmaßnahmen gezeigt und können vergleichend zur Ökobilanz des Neubaus des Demonstrationszentrums Bau+Energie in Münster betrachtet und genutzt werden.

### 3.1.6 Schnittmodelle

Schnittmodelle dienen der Veranschaulichung der Konstruktionen im Maßstab 1:1 und stellen die Grundlage für das Verständnis der Bauteil-Aufbauten dar. Im Format 40 x 60 cm sind sie nicht nur flexibel in den Demonstrationszentren einsetzbar und ausstellbar, sondern werden vor allem von den Dozenten in die Lehrgänge mitgenommen, um anschaulich und nachvollziehbar die konstruktiven und bauphysikalischen Zusammenhänge erläutern zu können.



Die Schnittmodelle wurden nach eigenen Zeichnungen in einer Modellbauwerkstatt angefertigt. Sie zeigen die wesentlichen Konstruktionen des Demonstrationszentrums Gebäudesanierung in Gelsenkirchen-Buer, die sanierten und unsanierten Altbauten in Münster und ausgewählte Standardkonstruktionen verschiedener Baujahre (z. B. nachträglich gedämmtes zweischaliges Mauerwerk).

Die Modelle werden auch auf Messeständen genutzt und bieten bei Vortragsveranstaltungen und Bauherrenberatungen eine anschauliche Grundlage für Diskussionen und Erläuterungen.

## 3.2 Diskussion der Ergebnisse

Das Ziel, das bauphysikalische Verhalten eines sanierten Altbaus zu untersuchen und die ausgewerteten Ergebnisse zum Transfer in die handwerkliche Praxis aufzubereiten, wurde aus unserer Sicht und nach Einschätzung unserer Dozenten und Teilnehmer erfüllt.

In den vergangenen Jahren haben wir bereits gute Erfahrungen mit der nachvollziehbaren Darstellung bestimmter bauphysikalischer und konstruktiver Fragestellungen direkt in unseren Demonstrationsgebäuden gemacht, die uns bestärkt haben, weitere ausgewählte Gebäude in Münster in das Messtechniknetz mit aufzunehmen und in den nächsten Jahren das Themenspektrum um das Thema Fachwerk (und Holz- und Bautenschutz) mit der Errichtung des Fachwerk-Kompetenzzentrums am Demonstrationszentrum Bau+Energie auf Haus Kump zu ergänzen und auszubauen. Gerade bauphysikalische Fragestellungen gewinnen an Bedeutung, die verschärften gesetzlichen Rahmenbedingungen erfordern mit der Weiterentwicklung der EnEV noch deutlicher die kompetente Auseinandersetzung mit der Bauphysik. Unser Weg, das bauphysikalische Wissen schneller als bislang an den Handwerker am Bau zu vermitteln, und dazu mit wissenschaftlicher Genauigkeit und Unterstützung zu arbeiten, hat zu einer deutlich vertieften Auseinandersetzung der beteiligten Dozenten mit dieser Thematik geführt, die nun in der Lage sind, eigenständig die Messdaten für die gezielte Darstellung bauphysikalischer Effekte zu nutzen und vor allem das in Zusammenarbeit mit den Wissenschaftlern erworbene Wissen an die Teilnehmer weiterzugeben.

Nicht unterschätzt werden darf im Rückblick der Aufwand, der aufzubringen ist, um das Verstehen der bauphysikalischen Effekte mit Hilfe der Daten der bauphysikalischen Messtechnik vereinfachen zu können. Damit nachvollziehbar wird, was abseits der Theorie und der Simulation mit Planungstools („Black Box“) tatsächlich passiert, muss für jedes Thema zunächst genau definiert werden, was genau gezeigt werden soll. Dann ist zu hinterfragen, inwiefern es sich um ein allgemeingültiges Phänomen handelt oder ob es um die Darstellung von Einzelfällen geht, die aber helfen, die Funktionsweise zu verstehen, denn es ist ebenfalls notwendig zu verstehen, wann eine individuelle Lösung entwickelt werden muss, um ein Einzelproblem lösen zu können. Abhängig davon, ob eine bestimmte Detaillösung dargestellt werden soll oder ob das Verhalten unterschiedlicher Konstruktionen im Vergleich zum gewünschten Ergebnis führen, müssen nun das oder die Konstruktionen gefunden und die entscheidenden Zeitpunkte oder Zeiträume identifiziert und herausgearbeitet werden. An dieser Stelle wird die Zusammenarbeit ist ein intensiver Austausch mit den Wissenschaftlern des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik erforderlich, um herauszufinden, ob der darzustellende Effekt tatsächlich hinter den beobachteten Messwerten vermutet werden kann, oder ob es sich um eine zufällige und ggf. fehlinterpretierte Messung handelt. Von entscheidender

Bedeutung ist in dieser Diskussion auch, ob die zum Vergleich herangezogenen Messungen aufgrund der Exposition der Bauteile oder aufgrund der differierenden Benutzung überhaupt verglichen werden können und ob die Messungen nicht durch andere Effekte überlagert und ggf. sogar verfälscht werden können. Ergebnis dieser Diskussionen ist tatsächlich ein intensiver Know-how-Transfer von der Wissenschaft in das Bildungszentrum mit der Möglichkeit, dieses nun zielgruppengerecht aufbereitet an das Handwerk und damit an die Praxis weiterleiten zu können.

Überzeugt von der Aussagekraft tatsächlich gemessener bauphysikalischer Effekte haben wir im Projektverlauf die hilfsweise geplante vergleichende Simulation durch die Auswertung weiterer Messwerte aus weiteren sanierten und nicht sanierten Gebäuden unterschiedlicher Nutzung, Konstruktion und Baujahre in Münster ersetzen können. Damit konnten wir auch diese Betrachtung weiterer Konstruktionen in der gleichen Art aufbereiten und zum Vergleich heranziehen.

Von einer zu detaillierten Aufbereitung der Seminare mit minutiöser Planung und ausführlichen Kommentaren haben wir nach exemplarischen Aufbereitungen in der Folge abgesehen und statt dessen ergänzende Folien produziert, die vom Dozenten abhängig vom Vorwissen der Teilnehmer eingesetzt werden können. Damit ist der einzelne Dozent in der Lage, die Themen nach eigenem Unterrichtsstil und Erfahrungen aufzubereiten und darzustellen. Aus dieser Informationsfülle kann dann ein Ausschnitt für einen Fachvortrag gewählt oder durch gezieltes Reduzieren und Variieren ein Thema herausgearbeitet werden.

Den gesamten Projektverlauf haben die Plausibilitätskontrollen begleitet. Hierbei ging es zunächst um eine Fernwartung, also die Beobachtung durch Wissenschaftler des Fraunhofer IBP und gezielte Intervention bei offensichtlichen Störungen. Dieser in einigen Fällen routinierte Prozess bedurfte und bedarf weiterhin allerdings einer erheblichen individuellen Begleitung der Mess- und Auswerteprozesse. Zahlreiche Sensoren mussten im Zuge der Aufbereitung der Daten jeweils auf Plausibilität der Daten hin untersucht und geprüft werden. Unterschiedliche Fehlerquellen mussten ausgeschlossen und Störungen behoben werden. Dadurch konnten einige Fehlfunktionen behoben werden. Ließ sich eine Fehlerquelle nicht beheben, musste ausgewichen und erneut analysiert werden. Nur mit diesem aufwändigen Verfahren konnte die notwendige Präzision gewährleistet werden.

### **3.3 Ökologische, technologische und ökonomische Bewertung**

Das nachhaltige Bauen bleibt gerade für das Bauen im Bestand eine große Herausforderung. Das Wissen über den Umgang mit alter Bausubstanz ist von entscheidender Bedeutung, sollen die Stoffströme reduziert und die Substanz möglichst intensiv weiter genutzt und energetisch verbessert werden. Die langfristig ökonomischen Vorteile können nur genutzt werden, wenn sinnvoll und richtig mit bestehender Bausubstanz umgegangen werden kann. Nicht zuletzt wirken sich diese Erkenntnisse direkt auf die Lebenszyklusbetrachtung bei der Konzeption, Planung und Errichtung von Neubauten, den zukünftigen Altbauten, aus.

Die Darstellung der in der Realität gemessenen Vorgänge in den Bauteilen und den technischen Anlagen vermittelt den Teilnehmern der Seminare einen tieferen und nachvollziehbaren Einblick in sonst nur schwer vorstellbare physikalische Abläufe und Zusammenhänge. Die visualisierte Darstellung der Abläufe ermöglicht es, glaubhaft und sehr praxisnah die Vorgänge begreifbarer zu machen und einen Zusammenhang herzustellen zwischen der im Demonstrationsgebäude erlebbaren Konstruktion und der Funktionsweise unter den Belastungen von Innenraumklima und Bewitterung. Sie ermöglichen es aber auch, haustechnische Anlagen zu erleben und nachvollziehen zu können, wie sich eine Anlagentechnik unter realistischen Bedingungen verhält. Die Teilnehmer können damit begreifen und genauer einschätzen, was die theoretische Auslegung einer Anlage in der Praxis bedeutet.

Insgesamt ist damit der Weg geöffnet, Konstruktionen und technische Anlagen in Gebäuden mit einem tieferen Verständnis genauer mit Hilfe von Planungstools auslegen zu können, und so die aufgrund der schnell voranschreitenden technischen Entwicklung noch nicht vorhandenen Erfahrungswerte ausgleichen und im Sinne einer ökologisch und ökonomisch optimierten Lebenszyklusbetrachtung optimieren zu können.

Die begleitend erstellte Diplomarbeit konnte die Vorteile einer aufwändigen Simulation für die Prognose des Energiehaushalts eines Gebäudes nachweisen und zeigen, wo die Grenzen der Simulation liegen. Auch diese Erkenntnis ist für weitere energetische Optimierungen von Gebäuden von nicht zu unterschätzender Bedeutung, um nicht Simulationsergebnisse unkritisch und praxisfern, sondern kompetent und langfristig erfolgreich einsetzen zu können.

Erste Erfahrungen aus der Implementierung der Projektergebnisse in laufende Lehrgänge haben gezeigt, dass damit eine zielgerichtete Wissensvermittlung möglich ist und der Wissenstransfer aus der Forschung in die handwerkliche Praxis gelingen kann.



## 3.4 Maßnahmen zur Verbreitung der Ergebnisse

### 3.4.1 Vorträge und Veröffentlichungen

- Technikerschule Butzbach (Münster, 22/08/08):

Im Rahmen einer Fachkonferenz der Berufsschullehrer der Technikerschule Butzbach wurden im Demonstrationszentrum Bau+Energie zwei Vorträge gehalten: „Sommerlicher Wärmeschutz in der Sanierung“ und „Innendämmungen im Vergleich“.



- Fachkongress Nachhaltigkeit in der beruflichen Bildung am Beispiel Energieeffizienz und erneuerbare Energien (Hessen-Energie, Melsungen, 10+11/09/08):

Der Fachkongress richtet sich an Berufsschullehrer und Interessenten aus Instituten und Verbänden. Der Workshop 4 beschäftigt sich mit dem Thema „Das Demonstrationszentrum Bau und Energie der Handwerkskammer Münster – Perspektiven der Nutzung für die berufliche Bildung“.

- Bauschadenseminar Masterstudiengang Architektur (FH Münster, WS 07/08):

In dieser Vorlesungsreihe wurde u.a. der Vortrag „Mikrobielles Wachstum auf Fassaden“ gehalten.

- Fortbildungsseminar für Fachanwälte für Bau- und Architektenrecht der Rechtsanwaltskammer Hamm: „Gebäudesanierung – der gebaute Kompromiss?“ (Gelsenkirchen, Mai 2008):

In diesem Seminar für Fachanwälte ging es um Grenzen, Risiken und Möglichkeiten in der Planung und Ausführung von Gebäudesanierungen. Am Beispiel des „Demonstrationszentrum Gebäudesanierung“ wurden unter anderem der „Sommerlicher Wärmeschutz“ und „Kontrollierte Wohnraumlüftung“ behandelt.

- 3. Internationales Anwenderforum Energetische Sanierung von Gebäuden, Kloster Banz, 26. März 2009 (OTTI)

In der Posterpräsentation wurden die Projektergebnisse dem Fachpublikum vorgestellt und diskutiert. Darüber hinaus sind Zielsetzung und Ergebnisse des Projektes in einem ausführlichen Beitrag im Tagungsband dokumentiert (siehe Anhang).

## Untersuchungen zum bauphysikalischen Verhalten von sanierten Altbauten - Auswertung und Aufbereitung der Ergebnisse zum Transfer in die handwerkliche Praxis

M. A. (Arch.) Anna Pier-Elling, Dr. Susanne Diekmann, Dipl.-Ing. Arch. Matthias Dieler

---

**Zielsetzung:**

**Einführung**

Die Weiterentwicklung bestehender Gebäude durch Sanierung, Modernisierung, Modernisierung und Erweiterung stellt heute eine der wesentlichen Aufgaben der TU dar. In diesem Bereich sind wir seit langem an der Spitze der bauphysikalischen Forschung. In der TU sind über 100 Jahre lang die Grundlagen der bauphysikalischen Forschung gelegt worden. Diese Grundlagen sind heute die Basis für die bauphysikalische Sanierung von Gebäuden. In diesem Bereich sind wir seit langem an der Spitze der bauphysikalischen Forschung. In der TU sind über 100 Jahre lang die Grundlagen der bauphysikalischen Forschung gelegt worden. Diese Grundlagen sind heute die Basis für die bauphysikalische Sanierung von Gebäuden.

**Informationen in der Ausführung**

Informationen in der Ausführung sind nachfolgend dargestellt. Diese Informationen sind für die bauphysikalische Sanierung von Gebäuden von großer Bedeutung. In diesem Bereich sind wir seit langem an der Spitze der bauphysikalischen Forschung. In der TU sind über 100 Jahre lang die Grundlagen der bauphysikalischen Forschung gelegt worden. Diese Grundlagen sind heute die Basis für die bauphysikalische Sanierung von Gebäuden.

**Handwerkskammer Bildungszentrum Münster**

Handwerkskammer Bildungszentrum Münster  
Eschmeyerstraße 1-2  
48163 Münster  
Tel: 0251/705-1326  
Fax: 0251/705-1950  
www.democentrum-bau.de



---

**Lösungsansatz:**



**Democenterkonzeption: Bau und Energie**

Das Democenterkonzeption 'Bau und Energie' ist ein Modellbauwerk, das die bauphysikalische Sanierung von Gebäuden darstellt. In diesem Bereich sind wir seit langem an der Spitze der bauphysikalischen Forschung. In der TU sind über 100 Jahre lang die Grundlagen der bauphysikalischen Forschung gelegt worden. Diese Grundlagen sind heute die Basis für die bauphysikalische Sanierung von Gebäuden.



**Democenterkonzeption: Dachbausanierung**

Die Democenterkonzeption 'Dachbausanierung' ist ein Modellbauwerk, das die bauphysikalische Sanierung von Gebäuden darstellt. In diesem Bereich sind wir seit langem an der Spitze der bauphysikalischen Forschung. In der TU sind über 100 Jahre lang die Grundlagen der bauphysikalischen Forschung gelegt worden. Diese Grundlagen sind heute die Basis für die bauphysikalische Sanierung von Gebäuden.



**Hydrothermische Überwachung von sechs Stöckergebäuden**

Die Hydrothermische Überwachung von sechs Stöckergebäuden ist ein Modellbauwerk, das die bauphysikalische Sanierung von Gebäuden darstellt. In diesem Bereich sind wir seit langem an der Spitze der bauphysikalischen Forschung. In der TU sind über 100 Jahre lang die Grundlagen der bauphysikalischen Forschung gelegt worden. Diese Grundlagen sind heute die Basis für die bauphysikalische Sanierung von Gebäuden.








---

**Resultat:**

**Beispiel 1: Dach**

Beispiel 1: Democenterkonzeption: Dachbausanierung



Das Diagramm zeigt die Temperaturprofile über die Zeit für die Dachbausanierung. Die Y-Achse zeigt die Temperatur in °C, die X-Achse die Zeit in Stunden. Die Kurven zeigen die Temperaturverläufe an verschiedenen Stellen im Dach.

**Beispiel 2: Innenausbau**

Beispiel 2: Innenausbau



Das Diagramm zeigt die Temperaturprofile über die Zeit für den Innenausbau. Die Y-Achse zeigt die Temperatur in °C, die X-Achse die Zeit in Stunden. Die Kurven zeigen die Temperaturverläufe an verschiedenen Stellen im Inneren des Gebäudes.





Fachtagung „Biologisches Wachstum auf Fassaden – Ursachen und Vermeidungsstrategien“ (HBZ Münster, 11/12/08)

Um das im Zusammenhang mit Fassadensanierung häufig auftretende Problem der Fassadenveralgung von allen Seiten zu beleuchten, haben wir eine ganztägige Fachveranstaltung mit etwa 60 Teilnehmern zu diesem Thema veranstaltet. „Grüne und Graue Fassaden – Beschreibung und Ursachen eines wachsenden Problems“ war der Titel des eigenen Vortrags, in dem anhand der Analyse der Fassadenoberflächen der Demonstrationzentren gezeigt werden konnte, welche bauphysikalischen Vorgänge das mikrobielle Wachstum auf Fassaden begünstigen. Eine Dokumentation der Vorträge befindet sich auf den Internetseiten des Demonstrationzentrums ([www.demozentrum-bau.de](http://www.demozentrum-bau.de)).

# Besser bauen für die Zukunft

## Biologisches Wachstum auf Fassaden – Ursachen und Vermeidungsstrategien

Donnerstag, 11. Dezember 2008

Handwerkskammer Bildungszentrum  
Münster, Sitzungssaal (A 001)

Eine Fachveranstaltung für  
ausführende Handwerker,  
Planer, Gebäudeenergieberater  
und Immobilienverwalter

FACHTAGUNG



**Programm**

<p>9.30 Uhr <b>Begrüßung der Teilnehmer und Moderation der Veranstaltung</b> Dr. Susanne Diekmann, Handwerkskammer Bildungszentrum Münster</p> <p>9.45 Uhr <b>Grüne und graue Fassaden – Beschreibung und Ursachen eines „wachsenden“ Problems</b> Matthias Dieles, Handwerkskammer Bildungszentrum Münster</p> <p>10.15 Uhr <b>Algen, Pilze, Flechten – Einblicke in den Lebensraum Fassade</b> Dr. Wolfgang Holzbauer, Fraunhofer Institut für Bauphysik, Holzkirchen</p> <p>10.45 Uhr <b>Kaffeepause</b></p> <p>11.15 Uhr <b>Einflussmöglichkeiten bei Planung und Ausführung – aus der Forschung an WDVS</b> Dr. Martin Kus, Fraunhofer Institut für Bauphysik, Holzkirchen</p> <p>12.00 Uhr <b>Dämmung mit Wärmespeicher – WDVS mit Holzfaserdämmplatten</b> Bernd Unger, Unger-Diffuflex GmbH, Chemnitz</p> <p>12.30 Uhr <b>Mittagspause</b></p>	<p>13.30 Uhr <b>Feuchtehaushalt von WDVS – hydrophile Systeme als Biozid-Alternative</b> Dr. Ulrike Eferth, B.B.u.W. Sachverständiges, Weiden</p> <p>14.00 Uhr <b>Eine neue Generation von Fassadenfarben mit Nano-Quarz-Gitter-Technologie</b> Horst Rusam, Caparol, Ober-Ramstadt</p> <p>14.30 Uhr <b>Kaffeepause</b></p> <p>15.00 Uhr <b>Zur Wirksamkeit von Lotus-Effekt-Farben</b> Prof. Dr. Jochen Müller-Rochholz, FH Münster</p> <p>15.30 Uhr <b>Rechtliche Aspekte der Fassadenveralgung</b> Kay Prochnow, Fachanwalt für Bau- und Architektenrecht, Dortmund</p> <p>16.00 Uhr <b>Abschlussdiskussion</b></p> <p>16.30 Uhr <b>Ende der Veranstaltung</b></p> <p style="font-size: 0.7em; margin-top: 10px;">Möglichkeit zur Teilnahme an einer Führung durch das Demonstrationzentrum Bau und Energie</p>
--	--

Gefördert durch:



HBZ

HANDWERKSKAMMER  
BILDUNGSZENTRUM  
MÜNSTER

Echelmeyerstraße 1-2  
48163 Münster

Tagungsgebühr: 150 €  
Anmeldung bei Gabi Beerhorst.

Telefon 02 51 / 7 05 - 13 18  
[gabi.beerhorst@hwk-muenster.de](mailto:gabi.beerhorst@hwk-muenster.de)

- Diplomarbeit am Fachbereich Bauingenieurwesen der Fachhochschule Münster von Matthias Fleermann

Eine „Auswertung von Temperaturverlauf und Feuchtegehalt in unterschiedlichen Wandkonstruktionen“ aus den Gebäuden des Demonstrationszentrums Bau+Energie in Münster zeigt, dass keine der Konstruktionen kritische Feuchtigkeiten aufweist, auch nicht die Holzkonstruktionen.

- Beiratssitzung des Instituts für Umweltschutz der Handwerkskammer Münster (ZUK Osnabrück, 2008)

Unter dem Titel „Bauen im Bestand - von der Messdatenauswertung zum Unterrichtskonzept (Transfer von bauphysikalischem Wissen in das Handwerk)“ wurden die Projektergebnisse einem Kreis von Multiplikatoren vorgestellt. Daneben wurde erläutert, wie die Daten der bauphysikalischen Messtechnik für die Nutzung in Fort- und Weiterbildung aufbereitet werden.

- Vortragsreihe des EUV Stadtbetriebs Castrop-Rauxel für Bauherren (EUV-Verwaltungsgebäude in Castrop-Rauxel, 16/10/08 und 15/01/09)

In zwei Vorträgen („Richtig sanieren – worauf achtet der Fachmann“ und „Heizungstechnik / Lüftungstechnik – welche Möglichkeiten stehen zur Verfügung“) wurden die Projektergebnisse für Bauherren aufbereitet.

- Volkshochschule Oelde: Vortragsreihe der Lokalen Agenda 21 „Klimawandel in Oelde“ (VHS Oelde, 04/09/08)

Der Vortrag „Heizkosten sparen mit Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen“ erklärt die bauphysikalischen Eigenschaften nachwachsender Rohstoffe am Beispiel des „Demonstrationszentrum Bau+Energie“ und des „Demonstrationszentrum Gebäudesanierung“

- Lehrgang Gebäudeenergieberater (Gelsenkirchen, September 2008)

In zwei Lehrgangseinheiten werden bauphysikalische Eigenschaften von Konstruktionen mit nachwachsenden Rohstoffen am Beispiel des „Demonstrationszentrum Bau+Energie“ und des „Demonstrationszentrum Gebäudesanierung“ gezeigt.

- Integration der Seminarinhalte in weitere bestehende Lehrgänge, z.B. Meistervorbereitung SHK und Kälte, Servicefachkraft SHK und Kälte, Fachwirt Gebäudemanagement, Bachelor-Studiengang „Bauen im Bestand“ in Kooperation mit der Fachhochschule Münster.

- Seit 2008 besteht ein Netzwerk der vom Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) ausgezeichneten Kompetenzzentren Bau und Energie. In diesem Kreis von bundesweit 14 Bildungsstätten wurde vereinbart, zukünftig verstärkt die in den einzelnen Zentren entwickelten Lehrgangsbausteine und -Module anderen Netzwerkpartnern zur Nutzung anzubieten. Hier besteht eine gute Plattform zur Verbreitung der Ergebnisse dieses Projektes.
- Alle Seminarmodule für Handwerker und Planer, Seminare für Bauherren und Vorträge werden im Rahmen der jeweiligen Veranstaltung in gedruckter Form oder auf CD-ROM Dozenten und Teilnehmern ausgehändigt und/oder zum Download zur Verfügung gestellt.

### 3.4.2 Internet

Die Messwertauswertungen liegen in digitaler Form vor und werden in die Internetseiten der Demonstrationsgebäude implementiert. Sie stehen dann auch für Führungen in den Gebäuden zur Verfügung, so dass anhand der thematisch ausgewerteten Messergebnisse bauphysikalische und anlagentechnische Effekte und Phänomene noch begreifbarer und anschaulicher als bisher dargestellt und erklärt werden können. Das Corporate Design und der Internetauftritt des HBZ Münster werden zur Zeit erneuert. Es ist vorgesehen, die Darstellung der Demonstrationszentren in die neue Gestaltung zu integrieren und durch die Inhalte dieses Projektes zu ergänzen und damit einer breiten Öffentlichkeit zugänglich zu machen ([www.demozentrum-bau.de](http://www.demozentrum-bau.de)).

Den Fachdozenten werden alle digitalen Inhalte der Seminare zentral auf einem Server für die weitere Verwendung zur Verfügung gestellt. Damit ist auch eine Einbettung der Projektergebnisse in weitere Bildungsmaßnahmen möglich.

Es ist geplant, Lehrgangsinhalte zukünftig auch Teilnehmern zum Download zur Verfügung zu stellen. In weiteren Projekten werden die Bemühungen verstärkt, Inhalte für eLearning-Angebote im Zuge des Ausbaus des Blended Learnings aufzubereiten. Dazu werden spezielle Inhalte entwickelt, bestehende Inhalte aufbereitet und ergänzt und die Grundlagen für zukünftige Seminare und Lehrgänge entwickelt. Mit der stärkeren Nutzung des DLS-Servers können auch die in diesem Projekt entwickelten Inhalte in das System integriert und zur Verfügung gestellt werden.



## 4 FAZIT

Die bei Antragstellung vorhandene bauphysikalische Messtechnik im „Demonstrationszentrum Gebäudesanierung in Gelsenkirchen-Buer“ und im „Demonstrationszentrum Bau+Energie in Münster“ wurde im Projektverlauf von der Handwerkskammer Münster um weitere 8 Gebäude ergänzt, die weitere sanierte und unsanierte Konstruktionen in Gebäuden unterschiedlicher Bauart, Konstruktion und Nutzung erfasst. Damit wurde es möglich, auch diese Messergebnisse in die Auswertung mit einzubeziehen und entsprechend der Empfehlung der Gutachter (siehe Gutachtergespräch nach Beendigung der ersten Projektphase) die Betrachtung auszuweiten. Auf die zunächst geplante Simulation ergänzender Konstruktionen konnte damit weitestgehend verzichtet und in den meisten Fällen auf tatsächlich gemessene Werte zurückgegriffen werden.

In einem weiteren Projekt, dem Aufbau des „Fachwerkkompetenzzentrum am Demonstrationszentrum Bau+Energie in Münster“, werden weitere historische Fachwerkgebäude einer Hofanlage in das Messnetz mit aufgenommen.

Die Messanlage bietet eine Fülle von Daten, die zur Auswertung und Aufbereitung zur Verfügung stehen. Damit können den Dozenten für die Seminare zahlreiche Darstellungen zu den unterschiedlichsten Themen aufbereitet und an die Hand gegeben werden. Folgende Fragen standen in den Workshops zu Beginn des Projektes im Vordergrund: Welche Fragestellungen eignen sich für eine detailliertere Betrachtung unter Zuhilfenahme der Daten aus der Messtechnik? Welche Fragestellungen können überhaupt mit den zur Verfügung stehenden Daten beantwortet werden? Welche Fragestellungen wurden bisher in den Seminaren und Lehrgängen nicht betrachtet, weil vielleicht kein ausreichendes Lehr- und Anschauungsmaterial zur Verfügung stand? Gerade die letztgenannten sind natürlich die am schwierigsten aufzustellenden Fragestellungen, weil hier bisher nur unterschwellig vorhandene Fragestellungen entwickelt und formuliert werden mussten.

Die so gewonnenen Aufgabenstellungen wurden in einem iterativen Verfahren mit den Wissenschaftlern des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik weiter entwickelt und konkretisiert und dann wiederum mit den Dozenten auf Praxistauglichkeit überprüft. Zu diesem Zweck wurden die Dozenten nicht nur in Workshops beteiligt, sondern Dozenten aus den einzelnen Fachgebieten an der Entwicklung der Seminarmodule und der Aufbereitung der Messdaten für den Unterricht direkt beteiligt und in der Anwendung der entsprechenden Software geschult.

In weiteren Abstimmungsprozessen zwischen den Dozenten des HBZ und den Wissenschaftlern des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik wurden die im HBZ entwickelten Messwertauswertungen vom Fraunhofer-Institut überprüft und überarbeitet, damit auch tatsächlich die gewählten Konstruktionen zum gewählten Zeitpunkt oder Zeitraum auch die vermuteten bauphysikalischen Effekte zeigen. Damit wurde verhindert, dass eine Überlagerung mit anderen Effekten ggf. identifiziert und verhindert wird, dass unzutreffende Schlüsse aus den Beobachtungen gezogen werden.

Es war deshalb im Projektverlauf unerlässlich, eine intensive Zusammenarbeit von Wissenschaft und handwerklicher Bildung zu etablieren. Damit konnte sowohl sichergestellt werden, dass aktuelle Erkenntnisse aus der Wissenschaft in die handwerkliche Praxis transferiert werden als auch Fragestellungen aus der Praxis an die Wissenschaft herangetragen werden. Damit konnte das zentrale Ziel des Projektes erreicht werden.

Das Beispiel der Diplomarbeit von Julian Janssen, die wir in das Projekt integrieren konnten, hat gezeigt, dass die aufgebaute Messanlage auch weitere, noch nicht absehbare Möglichkeiten der Anwendung bietet. Die Handwerkskammer Münster strebt an, in weiteren Projekten die Nutzung fortzusetzen.

Gerade die während der Projektlaufzeit begleitend installierte Plausibilitätskontrolle hat aber auch gezeigt, dass die Pflege und der Ausbau dieser Anlage eine Aufgabe in einer Größenordnung darstellt, die angesichts der möglichen weiteren Nutzung nicht nur von großer Bedeutung, sondern auch unerlässlich für das Ausschöpfen des zukünftigen Potentials ist und nur mit Kooperationspartnern bewältigt werden kann.

Vor dem Hintergrund der verstärkten Aktivitäten hinsichtlich einer Betrachtung und nachhaltigen Bewertung des Lebenszyklus von Immobilien gewinnt auch die aufbereitete Ökobilanz als ein Baustein an Bedeutung. Hier wäre es angesichts der aktuellen Entwicklungen (z.B. DGNB-Zertifizierung) wünschenswert, das Grundlagenwissen zur Anwendung dieser Planungselemente verstärkt dem Handwerk anzubieten und diese Systeme verstärkt für die Analyse von Bestandsbauten vor Beginn der Sanierungs-, Modernisierungs-, Umbau- und Umnutzungsaktivitäten auch für das Handwerk zu erschließen. Denn auch hier ist es richtig und wichtig zu sehen, dass das Handwerk in vielen Fällen erster Ansprechpartner für den Bauherrn ist und hier die Beratungskompetenz des Handwerkers entscheidend sein kann. Andererseits muss der entsprechend qualifizierte Handwerker auch erkennen können, zu welchem Zeitpunkt es sinnvoll und notwendig ist, Fachplaner, Architekten und Ingenieure hinzuzuziehen.



Der Aufbau der Demonstrationszentren und die Weiterentwicklung des Bildungszentrums der Handwerkskammer Münster zu einem „Kompetenzzentrum Bau+Energie“, einem „Kompetenzzentrum Bauen mit Nachwachsenden Rohstoffen“ und einem „Fachwerk-Kompetenzzentrum am Demonstrationszentrum Bau+Energie“ stellt nicht nur eine Verpflichtung zu einer Vernetzung mit weiteren Kompetenzzentren dar, sondern bietet auch die Möglichkeit, Wissenschaft und Handwerk weiter intensiv miteinander zu verknüpfen. Die Etablierung eines Bachelor-Studiengangs „Bauen im Bestand“ in Kooperation mit der Fachhochschule Münster, der seit dem Wintersemester 2009/10 am HBZ durchgeführt wird, ist ein weiterer Schritt in diese Richtung.

Wir sehen weitere breit gefächerte Anwendungsmöglichkeiten, zu deren Nutzung Kooperationspartner fachlich und finanziell wünschenswert sind.



## 5 LITERATUR

Fleermann, M. (2008): Auswertung von Temperaturverlauf und Feuchtegehalt in unterschiedlichen Wandkonstruktionen. Diplomarbeit am Fachbereich Bauingenieurwesen der Fachhochschule Münster, 86 S.

Janßen, J. (2007): Vergleichende Untersuchungen zum Energiehaushalt eines Gebäudes mit der Gebäudesimulation TRNSYS auf der Grundlage von Messdaten. Diplomarbeit im Fachbereich Architektur und Gebäudetechnik der Technischen Fachhochschule Berlin, 68 S.

Pier-Eiling, A., Diekmann, S. und Dieler, M. (2009): Untersuchungen zum bauphysikalischen Verhalten von sanierten Altbauten – Auswertung und Aufbereitung der Ergebnisse zum Transfer in die handwerkliche Praxis. In: 3. Internationales Anwenderforum Energetische Sanierung von Gebäuden, Bad Staffelstein, 26.-27.03.2009; Hrsg.: Ostbayrisches Technologie-Transfer-Institut e.V. (OTTI), Regensburg, ISBN: 978-3-934681-92-1



## **6 ANHÄNGE**

In den Anhängen, die diesem Bericht in digitaler Form beigelegt sind, sind die erstellten Lehrgangsmodule, die Veröffentlichungen und Vorträge sowie die Diplomarbeit von Julian Janssen komplett dokumentiert.

### **Anhang A: Lehrgangsmodule**

1. Modul Dach – Dachsanierung
2. Modul Dach – Sommerlicher Wärmeschutz
3. Modul Fassade – WDVS/Kerndämmung/Biologischer Bewuchs
4. Modul Fassade – Fenster
5. Modul Fassade – Fachwerk
6. Modul Fassade – Altbauten im Vergleich
7. Modul Keller – Dämmung gegen Erdreich
8. Modul Innenausbau – Innendämmung
9. Modul Technischer Ausbau – Kontrollierte Wohnraumlüftung
10. Modul Technischer Ausbau – Luft-Erdwärmetauscher
11. Modul Technischer Ausbau – Lüftung von Schulungsräumen
12. Modul Ökobilanz am Beispiel des Demonstrationszentrums Gebäudesanierung in Gelsenkirchen
13. Modul-Ergänzung Grundlagen Bauphysik
14. Modul-Konzepte Kommunikation

## **Anhang B: Vorträge und Veröffentlichungen**

1. 3. Internationales Anwenderforum Energetische Sanierung von Gebäuden, Kloster Banz, 26.-27.03.2009 (OTTI): „Untersuchungen zum bauphysikalischen Verhalten von sanierten Altbauten – Auswertung und Aufbereitung der Ergebnisse zum Transfer in die handwerkliche Praxis“ – Posterpräsentation und Beitrag im Tagungsband (Anna Pier-Eiling, Dr. Susanne Diekmann, Matthias Dieler)
2. Fachkongress „Nachhaltigkeit in der beruflichen Bildung am Beispiel Energieeffizienz und erneuerbare Energien“, 10.-11.09.2008 in Melsungen: „Das Demonstrationszentrum Bau und Energie der Handwerkskammer Münster – Perspektiven der Nutzung für die berufliche Bildung“ (Matthias Dieler)
3. Bauschadenseminar Masterstudiengang Architektur (FH Münster, WS 2007/08): „Mikrobielles Wachstum auf Fassaden“ (Matthias Dieler)
4. Fachkonferenz der Berufsschullehrer der Technikerschule Butzbach am 22.08.2008 im Demonstrationszentrum Bau+Energie: „Sommerlicher Wärmeschutz in der Sanierung“ (Sven Weeber)
5. Fachkonferenz der Berufsschullehrer der Technikerschule Butzbach am 22.08.2008 im Demonstrationszentrum Bau+Energie: „Innendämmungen im Vergleich“ (Anna Pier-Eiling)
6. Vortragsreihe des EUV Stadtbetriebs Castrop-Rauxel für Bauherren, Castrop-Rauxel, 16.10.2008: „Richtig sanieren – worauf achtet der Fachmann“ (Sven Weeber und Anna Pier-Eiling)
7. Vortragsreihe des EUV Stadtbetriebs Castrop-Rauxel für Bauherren, Castrop-Rauxel, 15.01.2009): „Heizungstechnik / Lüftungstechnik – welche Möglichkeiten stehen zur Verfügung“ (Jörg Bolick)
8. Beiratssitzung des Instituts für Umweltschutz der Handwerkskammer Münster, ZUK Osnabrück, Dezember 2008: „Bauen im Bestand - von der Messdatenauswertung zum Unterrichtskonzept - Transfer von bauphysikalischem Wissen in das Handwerk“ (Matthias Dieler und Anna Pier-Eiling)
9. Diplomarbeit von Julian Janßen an der Technischen Fachhochschule Berlin, Fachbereich Architektur und Gebäudetechnik, 2007: „Vergleichende Untersuchungen zum Energiehaushalt eines Gebäudes mit der Gebäudesimulation TRNSYS auf der Grundlage von Messdaten“



