



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Abschlussbericht

Autoren: Dipl.-Ing. Bettina Stöckicht, Dipl.-Ing. Wulf Eckermann



Mitarbeiter und Partner
des Deutschen Fachwerkzentrums Quedlinburg e.V.

Projektleitung:

Dipl.-Ing. Bettina Stöckicht, DFWZ Quedlinburg e.V.

Wissenschaftliche Begleitung:

BAUKLIMA Ingenieurbüro Wulf Eckermann, Potsdam

TU Dresden – Fakultät Architektur, Institut für Bauklimatik

Ingenieurbüro für Schallschutz u. Bauphysik Manfred Goritzka, Leipzig

Ingenieurbüro für Bauklimatik und Baubiologie Peter Franck, Dresden

Bauherr:

Wohnungswirtschaftsgesellschaft mbH, Quedlinburg

Planung/Bauleitung:

Architektenbüro Jerx-Grasemann, Quedlinburg

IBQ - Ingenieurbüro Quedlinburg, Christian Purkert

ö.b.u.v. Sachverständiger für Holz- und Bautenschutz, Eckhard Reuß

EKH Planungsgesellschaft mbH Quedlinburg, Detlef Oelsner

Herstellerfirmen:

Olaf Erber - Gesundes Bauen, Kirchzarten (Holzleichteilmsteine)

Haacke Cellco GmbH, Celle

Calsitherm-Silikatbaustoffe GmbH, Lippspringe

Unger-Diffutherm GmbH, Chemnitz

Weitere Förderer:

Land Sachsen-Anhalt - Bauministerium mit dem Programm

„Städtebaulicher Denkmalschutz“,

INHALT:

SEITE

02	Projektbeschreibung
03	Projektziele
04	Wissenschaftliches Konzept
05	Baugeschichte / Baubeschreibung
08	Sanierungsplanung
09	Umsetzung des Projektes – Baufortschritt
16	Baukosten
32	Schallschutzmaßnahmen
34	Übersicht über die unter- schiedlichen Deckenaufbau- ten (Ausführung, Kosten, Messergebnisse)
44	Übersicht über die unter- schiedlichen Wandaufbauten (Ausführung, Kosten, U- Werte)
59	Subjektives Nutzerverhalten und Empfinden / Mieterfrage- bögen
63	Prüfung der Ausführungsqua- lität des Gebäudes (Blower Door und IR-Thermografie)
72	Fensterlüftung
75	Messstellendokumentation Holzfeuchte
78	Ergebnisse der Holzfeuchte- messung in Musterachsen
83	Heizenergiebedarf und Wärmeverbrauch
86	Messstellendokumentation Wandmessung
90	Raum- und Außenklima- erfassung sowie Einflüsse aus dem Nutzerverhalten
98	Ermittlung des U-Effektiv- Wertes und Vergleich der Wandaufbauten
100	Zusammenfassende Bewertung/Fazit
106	Öffentlichkeitsarbeit



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“ Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Projektbeschreibung

„In wie weit sind Umwelt- und Denkmalschutz vereinbar? Ist der Einsatz neuer Materialien und Technologien im Denkmalsbereich verträglich und sinnvoll? Wie hoch sind die wirtschaftlichen und energetischen Potentiale?“

Diese Fragen eröffnen sich Bauherren, Planern und Förderern immer wieder, meist ohne dass darauf eine befriedigende Antwort gegeben werden kann. Aufgrund vielfältiger Erfahrungen sowohl bei der praktischen Umsetzung und Begleitung von Sanierungsprojekten als auch im wissenschaftlichen Bereich vertreten wir die These, dass ökologische und denkmalpflegerische Aspekte in der Praxis nicht nur vereinbar sind, sondern sich gegenseitig bedingen. Eine umweltfreundliche Sanierung ist in der Regel auch die Basis für eine langlebige und Substanz schonende Sanierung. Hierbei sollten insbesondere die vorhandenen und die neu eingesetzten Materialien in stofflicher, bauphysikalischer und bauklimatischer Hinsicht miteinander harmonisieren.

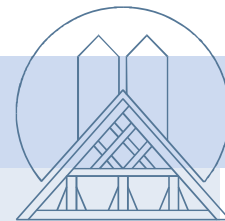
Aufbauend auf den Forschungsergebnissen aus der vom Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen geförderten Forschungsarbeit B I 5-80 01 96-21, Bericht Nr. 2362 (veröffentlicht unter dem Titel: „Bewährung innen gedämmter Fachwerkbauten“ von Reinhard Lamers, Daniel Rosenzweig, Ruth Abel im Fraunhofer IRB Verlag), der Auswertung weiterer Fachpublikationen und den Ergebnissen der WTA hat das Deutsche Fachwerkzentrum mit dem Modellvorhaben: „Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“ - Lange Gasse 7 Quedlinburg“ ein Projekt initiiert, welches die oben genannten Fragestellungen nicht nur aufgreift, sondern in der Auswertung der wissenschaftlichen Begleitung möglichst übertragbare, konkrete Antworten geben soll.

Ausgangspunkt des Pilotprojektes war der stark geschädigte Zustand der Bausubstanz der Langen Gasse 7, insbesondere im Bereich der Tragkonstruktion. Da viele Fachwerkhäuser einen ähnlich desolaten Zustand aufweisen und die Entscheidung über Abriss oder Sanierung letztendlich nicht nur vom Denkmalstatus, sondern oftmals von den zu erwartenden Baukosten abhängig gemacht wird, soll mit diesem Projekt nachgewiesen werden, dass eine Sanierung, Nutzung und Finanzierung solcher Bauten möglich ist. Voraussetzung hierfür ist die Optimierung des Einsatzes bereits bekannter, marktüblicher, aber nicht regelmäßig angewandter ökologischer Baustoffe, deren Zuverlässigkeit zudem mit der messtechnischen Begleitung und Auswertung nachgewiesen werden soll.

Aufgrund seiner exponierten Lage, Kubatur und geplanten Nutzung als Mietshaus eignete sich die Lange Gasse 7 besonders gut, um im Rahmen dieses Modellvorhabens ein alternatives energetisches Konzept aus ökologisch und bauphysikalisch verträglichen Wärmedämmungsvarianten verbunden mit einem jeweils angepassten Heizsystem zu konzipieren. Hierzu wurden moderne Prüf- und Messverfahren in einem Langzeitfeldversuch zur Ermittlung des bauphysikalischen Verhaltens der unterschiedlichen Wandaufbauten sowie zur Verbrauchs- und Folgekostenerfassung unter Einbeziehung des subjektiven Nutzerverhaltens und -befindens angewendet. Die erhoffte Modellwirkung für ähnliche Bauvorhaben in dieser Größenordnung beruht auf fachlich überzeugenden, wirtschaftlich realisierbaren und vor allem reproduzierbaren Lösungen. Daher kommt der wissenschaftlichen Begleitung eine Schlüsselrolle zu. Die Erfahrungen und Ergebnisse, die aus der Planung, Umsetzung und weiteren messtechnischen Begleitung sowie deren Auswertung gewonnen werden, sollen möglichst als übertragbares „Baukastensystem“ bei zukünftigen Sanierungsmaßnahmen zur Anwendung gelangen. Besondere Aufmerksamkeit wird dabei dem Kostenvergleich zwischen ökologischen und konventionellen Sanierungsmaßnahmen gewidmet.



Abb. 1: Lange Gasse 7, im Jahr 2002 vor der Sanierung



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Ziele des Pilotprojektes

1. Ertüchtigung der stark geschädigten Bausubstanz; denkmalgerechte, Substanz schonende Sanierung bei vorrangiger Verwendung heimischer bzw. regional hergestellter ökologischer Baustoffe
2. Optimierung des Einsatzes bereits bekannter, marktüblicher, aber nicht regelmäßig angewandter ökologischer Baustoffe, deren Zuverlässigkeit zudem mit der messtechnischen Begleitung und Auswertung nachgewiesen wird
3. Schaffung reproduzierbarer Kriterien für die Planung und Ausführung einer Fachwerksanierung sowie die Stärkung von Kundeninteresse und Investitionsbereitschaft
4. Ermittlung der technisch, bauphysikalisch und kostenmäßig günstigsten Dämm- und Heizungskombinationen, möglichst realitätsnahe Übertragung der Erfahrungen und Ergebnisse auf andere Bauvorhaben anhand eines „Bausteinsystems“
5. Anwendung moderner Prüf- und Messverfahren in einem Langzeitfeldversuch zum bauphysikalischen Verhalten ökologischer Baustoffe - wissenschaftlich fundierte Bewertung des Modellvorhabens
6. Kostenvergleich zwischen ökologischem und konventionellem Sanieren unter Berücksichtigung der Unterhaltungskosten
7. Qualifizierung regional ansässiger Firmen, Seminare, Ausstellungen, Publikationen

Kernziel des Ökologischen Pilotprojektes unter wissenschaftlicher Begleitung ist die Schaffung reproduzierbarer Kriterien für die Planung und Ausführung einer Fachwerksanierung sowie die Stärkung von Kundeninteresse und Investitionsbereitschaft. Dabei wird geprüft, inwieweit die Erfahrungen und Ergebnisse, welche aus der Umsetzung, Nutzung und Begleitung des Objektes Lange Gasse 7 in Quedlinburg gewonnen werden, möglichst realitätsnah auf andere Bauvorhaben übertragen werden können. Anhand eines speziellen Fragebogens wird das subjektive Nutzerverhalten und Nutzerempfinden ermittelt, welches in die Auswertung der Ergebnisse einfließen wird.

Eine weitere Besonderheit der wissenschaftlichen Begleitung des Pilotprojektes besteht in dem integrierten Bildungsansatz.

Eine Zusammenfassung des Projektverlaufes in Form von Plakatwänden sowie eines Modells der eingesetzten Wandaufbauten werden als offene Wandschnitte innerhalb einer Ausstellung vorgestellt.

Durchführung von Seminaren über den Einsatz und die Anwendung umweltfreundlicher Bausysteme bzw. die Zusammenhänge zwischen Dämmen, Heizen und Lüften im Fachwerkbau.

Öffentlichkeitsnahe Verbreitung der Umsetzung und Ergebnisse des Pilotprojektes nicht nur in Fachkreisen.

Zusammenfassend bildet das Projekt „**Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung**“ - Lange Gasse 7 Quedlinburg“ ein Modellobjekt für traditionelles und fachgerechtes Sanieren unter ökologischen und denkmalpflegerischen Gesichtspunkten für das Land Sachsen-Anhalt sowie bundesweit



Abb. 2: Lange Gasse 7, Fassadenausschnitt zum „Tag des offenen Denkmals 2004“



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Wissenschaftliches Konzept des Pilotprojektes

Das Modellobjekt bietet mit 5 Wohnungen auf drei Geschossen die Chance, verschiedene Dämm-, Schallschutz- und Heizvarianten zu realisieren und die langfristigen Auswirkungen auf Bausubstanz, Energieverbrauch sowie das subjektive Nutzerbefinden zu beurteilen.

Es sind sowohl kurzzeitige Messungen mit „Handgeräten“ (Infrarotkamera, Blower Door) als auch langfristig registrierende Messungen vorgesehen (Heizenergie, Raumklima, Baufeuchte, etc.). Im Fachwerkh Holz sowie in den raumseitigen Dämmschichten wurden Meßstellen zur Beurteilung der Temperatur- und Feuchteverhältnisse installiert.

Den Abschluss der Untersuchung bildet eine differenzierte Darstellung der Messergebnisse, der Baukosten und der Verbrauchsdaten mit einer zusammenführenden Bewertung unter Hinzunahme subjektiver Kriterien der Bewohner (Fragebogen).

- **Heizenergie**

Messung des Wärmeverbrauchs in den Geschossebenen über Wärmestromzähler, Vergleich mit Berechnung während Planung

- **Holzfeuchte**

Langzeitmessung der Feuchteentwicklung in Außenbauteilen zwischen Holz und Innendämmung, Installation von Feuchtemeßstellen in der Fachwerkwand, Edelstahlschrauben (Messprinzip: Feuchteabhängigkeit des elektr. Widerstandes)

- **Blower Door**

Blower Door Test zur Prüfung der Luftdichtheit und Abnahme von Baumaßnahmen, Wert für gesamtes Gebäude und Vergleich einzelner Wohnebenen (Ausbauvarianten), Wiederholungsmessung nach jährlicher Nutzung

- **U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient)**

Wärmestrommessung an der gedämmten Fachwerkwand zur Ermittlung von realen U-Werten (Messprinzip: Wärmestromplatten), Vergleich mit Rechenwerten, Vergleich der Varianten

- **Klima (Raumklima, Außenklima)**

Erfassung von Luftfeuchte- und Lufttemperatur (innen und außen) in den drei Wohnebenen zur Bewertung des Einflusses von Heizung, Lüftung und Nutzung, Messung von Temperaturen an Wärmebrücken der Bauhülle, Ermittlung von Tauwassergefahr

Bewitterung (Messprinzip: Schlagregenkästen), wartungsfreie Messwerterfassung über Datalogger

- **Thermografie**

thermografische Aufnahmen der Fassaden während des Heizbetriebs, Vergleich der Varianten, Ermittlung von Wärmelecks, evtl. Thermografie parallel zur Blower Door Prüfung zur Ermittlung von Undichtheiten der Bauhülle

- **Nutzerbefragung**

Entwurf eines Fragebogens zur Bewertung des subjektiven Nutzerempfindens und Nutzerverhaltens in den einzelnen Wohnebenen

Erfassung von subjektiven Bewertungskriterien, (Wohnen im Denkmal, Behaglichkeit, Umgang mit Haustechnik, Regelung, Schallprobleme etc.)

- **Auswertung und Bericht**

wissenschaftlich fundierte Bewertung des Modellvorhabens, anschauliche Darstellung der Ergebnisse für Bauherren und Bauinteressierte, Vergleich der Varianten, Vergleich mit Berechnung, Verwendung einfacher Kenngrößen zu Bauphysik. Kosten. Energieverbrauch. Nutzerbefragung



Abb. 3: Bsp. Holzfeuchtemessstelle



Abb. 4: Bsp. Blower Door Messung

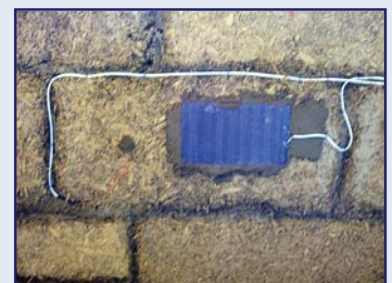


Abb. 5: Bsp. Wärmestromplatte



Abb. 6: Bsp. Außenklimamessung

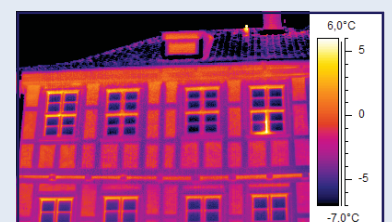


Abb. 7: Bsp. Infrarotthermografie



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Baugeschichte und Baubeschreibung

Erster Schritt und Grundlage für die Planung dieses Bauvorhabens war eine verformungsgetreue Bauaufnahme mittels Tachymeter kombiniert mit einem Handaufmaß sowie die Erfassung der Baugeschichte im Rahmen der bauforscherischen Tätigkeit des Deutschen Fachwerkzentrums Quedlinburg e.V. Die Liegenschaft wurde bauhistorisch als Freihof mit weitgehender Nutzung als Ackerbürgerhof ausgewiesen.

Das Haus Lange Gasse 7 steht zwischen Schlossberg und Altstadt/Hohe Straße im Westendorf von Quedlinburg. Dieser Stadtteil legt sich rings um den Fuß des Burgberges. Die vorhandenen Gebäude stammen nach Hans-Hartmut Schauer „aus dem 16. bis 19. Jahrhundert, ältere Reste sind derzeit nicht bekannt, obwohl der Stadtteil seit dem 10. Jahrhundert besiedelt sein muss.“⁽¹⁾

Die Lange Gasse 7 wurde um 1780 als zweigeschossige Fachwerkkonstruktion auf einem überwiegend massiven Erdgeschoss und drei Gewölbekellern errichtet. Die Kellertonnen und der größte Teil des Erdgeschosses bestehen aus Sandstein. Teile des Kellers entstammen möglicherweise einem Vorgängerbau. Sie stimmen nicht mit der Grundrissform der Obergeschosse überein. Das Haus besitzt ein abgewalmtes Satteldach mit einer Dachneigung von ca. 38°. Der liegende Dachstuhl ermöglicht einen stützenfreien Boden.

Der barocke Fachwerkstil wird durch die rhythmische Anordnung der Stützen in den Fachwerk-Obergeschossen sowie eine nur geringfügige Geschossauskragung straßenseitig geprägt. Die Fachwerkkonstruktion war mit Ziegelmauerwerk ausgefacht, wobei am östlichen Giebel und an der nördlichen Fassade noch bauzeitliche Gefachmauerungen nachgewiesen werden konnten. Es handelte sich um eine Zieraufschachtung aus rotem Ziegelstein in weißlichem Kalkgipsmörtel. Die Holzbalkendecken mit Einschüben aus Lehmstaken und Lehm Schlag waren verputzt. Ursprünglich waren beide Giebelseiten bebaut. Seit dem Abbruch des Objektes Lange Gasse 6 steht der Westgiebel frei.

Die äußere Fachwerkkonstruktion war aufgrund jahrzehntelanger defekter Regenentwässerung und vorhandener Baufehler (vorgesetzte Profilholzbohlen, hinter welche Wasser laufen konnte) in großen Teilen durch Nass- und Braurfäulepilze zerstört. In Teilbereichen wurde auch an allen Fassaden Echter Hausschwamm nachgewiesen. An Ost- und Südfassade war auch das angrenzende Sandsteinmauerwerk befallen. Besonders problematisch zeigt sich die Situation am Ostgiebel zum Anbauobjekt Lange Gasse 8. Von den Fachwerkaußenwänden aus reichte der Befall an Nass- und Braurfäulepilzen bis in die Decken hinein, so dass der Hauptteil der Balkenköpfe zerstört war.⁽²⁾ Die für die heutigen Anforderungen zu gering dimensionierten Deckenbalken waren zudem durch tierische Schädlinge sowie Ab- bzw. Auswitterung durch die z.T. freiliegenden Fachwerke aller Außenwände stark geschädigt.⁽³⁾ Das gleiche Schadensbild fand sich an allen Traufen. In den Kellergewölben waren sowohl im Bereich der Schildwände, als auch der Gewölbe Teile der Sandsteine abgefroren und herausgefallen.

(1) Hans-Hartmut Schauer: Quedlinburg Fachwerkstadt/Weltkulturerbe, Berlin 1999, Seite 23 f.

(2) Genehmigungsplanung, 2. Teilprojekt, Ausbau, Lange Gasse 7, Dipl.-Ing. Christina Jerx

(3) Situationsdarstellung des Tragwerkplaners, Ingenieurbüro Quedlinburg, Dipl.-Ing. Christian



Abb. 8: „Quedlinburg im 10., 11. und 12. Jahrhundert“ (J.H. Fritsch, 1828)

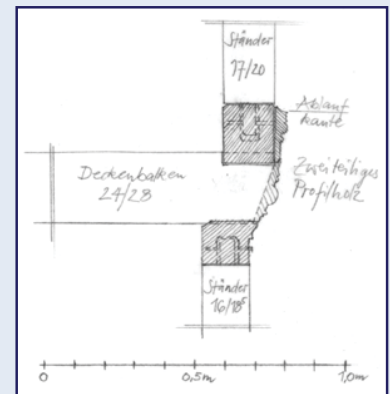


Abb. 9: Profilausbildung im Deckenbereich 1. / 2.OG der Straßenseite

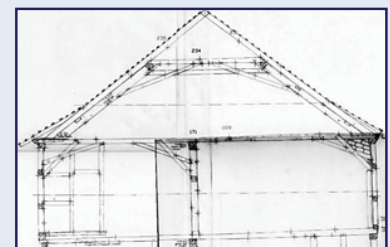


Abb. 10: Querschnitt durch das Gebäude an der 5. Abbundebene 2.OG und DG, Verformungsgerechtes Aufmaß mit Tachymeter und Handzeichnung



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“ Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Der Haupteingang zum Gebäude Lange Gasse 7 befindet sich linksseitig der dominierenden Toreinfahrt. Dahinter schloss sich unmittelbar das Treppenhaus an, von welchem Zugänge zur Treppe, zum Keller bzw. zur Durchfahrt führten. Aufgrund der großen Höhe des massiven Sockelgeschosses von 4,50 m lichter Raumhöhe wurden im hinteren südwestlichen Bereich Kammern über zwei Ebenen angeordnet. Im rechten Bereich neben der Durchfahrt deutet sich ebenfalls ein Zwischengeschoss an. Zugemauerte Balkenlöcher sowie ein zurück gebauter Treppenwechsel weisen darauf hin.

Beide Obergeschosse wurden augenscheinlich für Wohnzwecke errichtet. Die Obergeschosse werden durch linksseitige Treppen erschlossen, wodurch alle Räume über einen Mittelgang erreichbar sein mussten. Dieser Mittelgang, im ersten Obergeschoss 1,64 m breit und im zweiten Obergeschoss mit 1,44 m etwas verjüngt, bildete das zentrale Erschließungselement. Die meisten Räume straßen- wie hofseitig waren zusätzlich mit Zimmertüren verbunden (Enfilade). Das Dachgeschoss besaß eine Räucherammer, deren Fachwerkkinnenwände in einem gutem Zustand gewesen sein sollen.

Ehemalige Kamine können nur teilweise nachvollzogen werden. So existierte ein relativ großer und vermutlich als barocker Hinterladerofen genutzter Kamin in der Lotlinie des südwestlichen Anfallpunktes des Gattes im Dach. Alle anderen Kamine sind vermutlich im 19. oder 20. Jahrhundert nachträglich entsprechend der Wohnungsnutzung errichtet worden.

Die Holzkonstruktion der bauzeitlichen Fachwerkwände auf dem Sandsteinsockel bilden klassisch Schwelle, Deckenbalken, Rähm und Ständer, wobei die Deckenbalken in Schwelle und Rähm mittels Kreuzkamm verkömmt sind. Die Holzkonstruktion weist keine durchgehenden Abbundzeichen aus, lediglich im der Dachgeschoss sind übliche römische Ziffern als Abbundzeichen zu entdecken, sie verlaufen von römisch I am Südwestgiebel bis XV zur nordöstlichen Grundstücksgrenze Lange Gasse 8.

Die drei Deckenbalkenlagen liegen fast lotrecht übereinander und spannen über die Längsaußenwände als Durchlaufträger über eine Spannweite von 10,58 m über dem Erdgeschoss und 10,76 m über dem 1. und 2. Obergeschoss. Diese großen Spannweiten bedingen einen Unterzug, der die Deckenbalken außermittig unterstützt. Der Unterzug selbst zeigt starke Verformungen. Jeweils in der V. und XI. Abbundebene werden die Unterzüge durch quadratische Stützen abgestützt. Bedingt durch den Mittelgang sowie die Verjüngung der Deckenbalken von der Straßenseite zur Hofseite sind diese ebenfalls außermittig angeordnet. Aussteifend in Querrichtung und zusätzlich lastabtragend wirken die doppelten und elegant in ihrer handwerklichen Abbundfigur aussehenden Kopfbügen. Auch in Längsrichtung sind Kopfbügen angeordnet.

Die Obergeschosse entstammen einer einheitlichen Bauphase. Anhand der Gefachgrößen, der Zierausmauerung und der Ständerstellung kann man die Entstehungszeit der oberen Stockwerke für die 70er oder 80er Jahre des 18. Jahrhunderts annehmen. Teile des Kellers und Erdgeschosses lassen sich auf eine frühere Bauphase zurückführen. Besonders auffällig ist der Raum 0.01 im Keller, der aus dem Grundriss des Erdgeschosses herausragt. Dieser Raum stammt mit der Erdgeschoss-Straßenfassade aus einheitlicher Bauzeit, vermutlich aus dem ersten Viertel des 17. Jahrhunderts. Die Kellerräume 0.02 und 0.03 sind später errichtet worden, was ihre deckungsgleiche Lage mit den Außenwänden des Erdgeschossgrundrisses zeigt. Damit sind die zwei Kellertonnen mit der massiven Sandsteinfassade wohl der spätbarocken Phase des 18. Jahrhunderts zuzuordnen.



Abb. 11: Ansicht Lange Gasse 7 mit Hofanbau vom Carl-Ritter-Platz aus, Zustand Sommer 2001 (Mario Silz, Dipl.-Arbeit 2001, Hochschule Magdeburg-Stendal)



Abb. 12: Straßenansicht 2002 vor der Sanierung

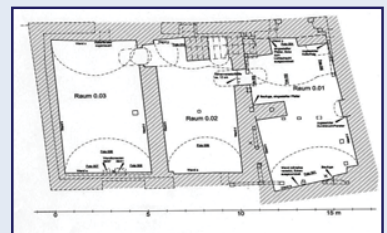


Abb. 13: Grundriss KG, Befundplan, EG gestrichelt

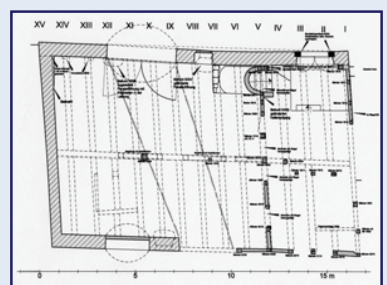
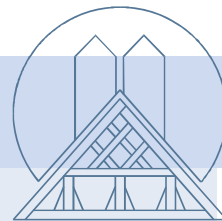


Abb. 14: Grundriss EG, Befundplan, Treppeauge zum Keller nachträglich eingebaut, ebenso Oberlicht über Eingangstür



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Die Tordurchfahrt im Erdgeschoss ist nicht bauzeitlich, sondern später eingefügt, sie entstammt wohl der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts. Eine wichtige Bauphase des 19. Jahrhunderts ergibt sich aus den Befunden im Bereich Treppenhaus und Haupteingang. Wahrscheinlich Mitte des 19. Jahrhunderts wurde über der barocken Eingangstür, welche noch vollständig erhalten ist, ein Oberlicht bis circa 30 cm unter die Gesimskante des Sandsteinsockels eingefügt, was zur Folge hatte, dass zur Lastabtragung der Deckenbalken ein zusätzlicher Unterzug eingefügt wurde. Vermutlich gleichzeitig mit dem Unterzug und den dazugehörigen Stützen wurde der Kellerzugang geändert. Ein vorheriger Zugang zu den Kellerräumen konnte nicht nachgewiesen werden.

Während der Sanierungsarbeiten wurde unterhalb der Kellertreppe eine sehr gut erhaltene Brunnenanlage aus dem ausgehenden 18. Jh. freigelegt. Die Funde aus der Brunnenverfüllung zeigen typische Gegenstände eines bürgerlichen Haushaltes von 1890: Haushaltskeramik, handgefertigte Blumentöpfe sowie Apothekerfläschchen und Spirituosenflaschen. Die Schiefer tafeln und ein Tintenfasschen weisen auf schulpflichtige Kinder im Haushalt. Der Brunnen wurde offensichtlich in einem Zuge mit Bauschutt und Haushaltsabfall verfüllt, als eine autarke Wasserversorgung durch die Anbindung des Hauses an das neue Wasserleitungssystem überflüssig wurde. Das Fundmaterial wurde 2004 im Rahmen der Sanierungsmaßnahmen durch die Kreisarchäologie Quedlinburg geborgen.

Archivalien und Nutzungsgeschichte

Bauarchivalische Unterlagen geben keinen Hinweis auf die Art der Nutzung des Gebäudes vor der Bauphase des 3. bis 4. Viertel des 18. Jahrhunderts. Die Archivalien von Neuendorf, Münzenberg und Stiftberg sind seit der Säkularisation 1812 nicht mehr auffindbar. Sie beginnen erst wieder ab 1820. Die vermutete Nutzung als Freihofes mit weitestgehender Verwendung als Ackerbürgerhof hat sich nicht bestätigt. Allerdings bringt ein Eintrag von 1820 in den Geschossregistationen des Magistrats von Quedlinburg über einen Johann Gottfried Steinmüller als „Justitz-Commisar“ den Hinweis, dass das Gebäude im Besitz höherer Gesellschaftsschichten war. Dies deckt sich mit den Gefüge und der Bauweise. Für einfachere Gebäude aus dieser Zeit sind weitaus geringere Raumhöhen üblich. Über die Ausstattung bzw. Nobilitierung des Hauses kann keine Aussage getroffen werden. Die Taxierung des Gebäudes auf 1400 (Reichstaler) deutet auf einen hohen Wert des Gebäudes und Grundstückes. Gleichzeitig schließt es einen Freihof aus. Möglich wäre ein Brauhof, in Quedlinburg üblich als Witwengut. Dies würde den Befund der Konsolen im Keller 0.03 ansatzweise erklären.

1852 wird das Grundstück geteilt, es entstehen Lange Gasse 75 a und Lange Gasse 75 b, aus denen später Lange Gasse 6 und 7 werden. Im ersten wird ein Christoph Brämer (Bremer) als „Oekonom“ (Landwirt) verzeichnet, im letzteren die zwei Eigentümer Eduard Hecht („Kreis=Boniteur und Agent“) und Wilhelm v. Zweidorff als Stellmachermeister. Im nächsten Eintrag 1878 werden H. Barner, Schmiedemstr, für Lange Gasse 6 und Fried. Geßmann (Geßmer), Stellmachermstr, für die Lange Gasse 7 genannt.

Die Bauakten ab 1889 verzeichnen den Stellmachermeister Gustav Zimmermann als Hausbesitzer bis zu seinem Tod 1957. In diese Zeit fallen vor allem Bautätigkeiten in den Nebengebäuden ins Gewicht, wovon heute nichts mehr vorhanden ist. Ab Kriegsende beschwerten sich verstärkt Mieter über Baumängel und das schadhafte Dach.

Von 1957 bis 1977 wird das Gebäude von den Zimmermann'schen Erben verwaltet. Ab 1979 übernimmt die VEB Gebäudewirtschaft Quedlinburg das Anwesen, ab 1990 die WOWI Quedlinburg.



Abb. 15: Brunnen: Aushub des Verfüllmaterials



Abb. 16: Brunnen: Verfüllmaterial aus dem Ende des 19. Jahrhunderts



Abb. 17: Freigelegter Brunnen unter Kellertreppe



Abb. 18: Kellertreppe mit Brunnengitter. Der Brunnen bleibt in seiner ursprünglichen Form erhalten.



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Sanierungsplanung

Die Sanierung der Langen Gasse 7 erfolgte in Zusammenarbeit verschiedener Partner. Maßgeblich beteiligt an diesem Pilotvorhaben sind neben dem Bauherren, der Wohnungswirtschaftsgesellschaft mbH Quedlinburg auch die Stadt Quedlinburg, vertreten durch die BauBeCon Sanierungsträger GmbH, das Deutsche Fachwerkzentrum Quedlinburg e.V. sowie das extern für die Planung und Bauleitung eingebundene Quedlinburger Architektenbüro Jerx-Grasemann. Des Weiteren sind Spezialisten für die schalltechnische, bauphysikalische und bauklimatische Beratung in das Projekt eingebunden.

Im Gebäude können 5 Mietwohnungen angeboten werden, die in Ihren Nutzungsanforderungen geschossweise vergleichbar sein sollten. Aufgrund der großen Raumhöhen im Erdgeschoss wurde hier eine Singlewohnung mit Schlafgalerie und ein Gewerberaum mit zeitweiser Nutzung als Ausstellungsraum zur Dokumentation des Bauverlaufes, der eingesetzten Materialien und Bausysteme sowie der wissenschaftlichen Auswertung des Messprogramms geplant. In den beiden Obergeschossen wurden jeweils eine Zwei- und eine Drei-Raumwohnung angeordnet. Jede Wohnung orientiert sich nach Norden und Süden und ermöglicht somit vergleichbare Messergebnisse.

Die Sanierung des Tragwerkes sollte im Bestand erfolgen, mit dem Ziel des Erhaltes der Denkmaleigenschaften des Gebäudes. Weitere Vorteile hierbei sind der Erhalt des Baukörpers am Standort (dominante, Stadtbild prägende Silhouette im Straßenraum) sowie der Erhalt der Fördermöglichkeiten seitens der DSD und des Sanierungsträgers der Stadt.

Nachteile sind die nicht unerheblichen Mehrkosten bei der Sanierung der Holzkonstruktion, ein Restrisiko nicht aufgedeckter Holzschäden sowie eine längere Bauzeit.

In Abstimmung mit der Unteren Denkmalschutzbehörde und dem Landesamt für Denkmalpflege sollten die Gefache der Obergeschosse auf der Straßenseite und am Ostgiebel in historisch nachempfundener ziegelsichtiger Zierausfachung hergestellt werden. Der Westgiebel soll aus witterungstechnischen Gründen einen Ziegelbehang erhalten, die Hoffassade kann mit geputzten Gefachen ausgebildet werden.

Da aufgrund der heutigen Nutzungsanforderungen im Allgemeinen und die Anforderungen aus unserem Modellvorhaben im Speziellen (möglichst gleich große und in gleiche Himmelsrichtung orientierte Wohnungen) die Erschließung mehrerer Wohneinheiten auf einer Etage durch ein giebelseitig angelegtes Treppenhaus und einen weiterführenden Mittelgang nicht umsetzbar war, musste das Treppenhaus neu geplant und angeordnet werden.

Die Verlegung des Treppenhauses brachte nicht nur statische und in Bezug auf die Größenanforderungen für Wohnräume planerische Probleme mit sich, sondern wirkte sich auch auf denkmalpflegerisch-gestalterische Aspekte aus. So sollten möglichst viele Deckenbalken in ihrer historischen Lage und Qualität erhalten bleiben, die Kellertonnen trotz der erforderlichen Lastableitung geschont werden, Mindestanforderungen an Wohnraumgrößen eingehalten werden und trotzdem eine gut vermietbare Grundrisslösung geschaffen werden, die im Gesamtkonzept auch noch vergleichbare Wohnungsgrößen und Messergebnisse zulässt. Das begleitende Architektenbüro Jerx-Grasemann, die Untere Denkmalschutzbehörde sowie die Bauaufsichtsbehörde stimmten eine Lösung ab, in der leider aufgrund der neu einbindenden Treppenhauswände straßenseitig die mittlere Fensterachse der beiden Obergeschosse mit Zierausmauerung abgeschlossen wurde.



Raumaufteilung 1. Obergeschoss

Abb. 19: Grundriss 1.OG, Zustand vor der Entkernung (Mario Silz, Hochschule Stendal-Magdeburg 2001)

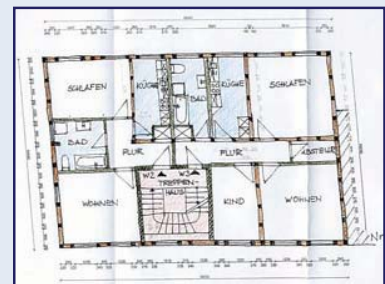
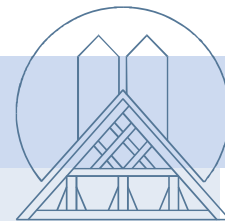


Abb. 20: Ein erster Entwurf für Umbau und Sanierung der beiden Obergeschosse vom Architektenbüro Jerx-Grasemann, QLB



Abb. 21: Straßenfassade im August 2004, links zugemauerte Fensteröffnungen.



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Unter dem Aspekt des größtmöglichen Erhaltes der Originalsubstanz sowie der vorrangigen Verwendung ökologischer Baustoffe bildeten die Verwendung und Kombination unterschiedlicher Innendämmsysteme, Deckenaufbauten, Heizsysteme, Fensterarten sowie erhöhte Schallschutzanforderungen die Schwerpunkte der Planung.

Parallel zur Entwurfsplanung erfolgte seitens des Deutschen Fachwerkzentrums die Erarbeitung eines Konzeptes der einzusetzenden ökologischen Dämmsysteme in Verbindung mit den unterschiedlichen Heizsystemen sowie die Auswahl der Messbereiche und –methoden im Rahmen der Erarbeitung des bauphysikalischen Konzeptes. In Abstimmung mit dem Sanierungsträger, der Unteren Denkmalschutzbehörde QLB, dem Architektenbüro und dem Bauherren wurden vier unterschiedliche Innendämmsysteme und vier Heizsysteme ausgewählt.

Nach Bewilligung der DBU-Fördermittel fand im Januar 2004 eine Projektpräsentation mit anschließender Arbeitsberatung zum Pilotvorhaben unter Beteiligung aller Projektpartner, Fachplaner und Fachberater statt. Im Rahmen dieser Arbeitsberatung konnten die Schwerpunkte der weiteren Ausführungsplanung weiter konkretisiert und die Zuständigkeiten klar verteilt werden. Die vertragliche Bindung der Partner des Deutschen Fachwerkzentrums, wie z.B. das Ingenieurbüro für Schallschutz und Bauphysik Dipl.-Ing. Manfred Goritzka, Leipzig zur Beratung und Betreuung bei der Erarbeitung schallschutztechnisch optimaler Detaillösungen, das Ingenieurbüro für Bauklimatik und Baubiologie Dipl.-Ing. Peter Franck, Dresden zur Beratung und Betreuung bei der Umsetzung des Wandheizkonzeptes, das BAUKLIMA Ingenieurbüro Dipl.-Ing. Wulf Eckermann, Potsdam zur Erarbeitung und Durchführung der messtechnisch-wissenschaftlichen Begleitung des Pilotvorhabens ermöglichte eine intensive und konstruktive Zusammenarbeit aller am Projekt Beteiligten. Das Institut für Bauklimatik der TU Dresden leistete wertvolle Unterstützung bei der Simulation und Berechnung der zu erwartenden Dämm- und Tauwasserwerte der einzelnen Innendämmsysteme.

In den Wohnungen sind folgende Dämm- und Heizungssysteme kombiniert:

- EG Ausstellung: 680 – 720 mm historisches Sandsteinmauerwerk (z.T. mit Porotonaußenschale) / Sockelheizung aus Bodenkanälen
- EG WE1: Innendämmung mit 175 mm Holzleichtlehmsteinen (Rohdichte 700 kg/cbm) / Fußbodenheizung (Cuprotherm), ergänzende raumhohe Wandheizung in der Nordwestecke
- 1. OG WE2: Innendämmung mit 175 mm Holzleichtlehmsteinen (Rohdichte 700 kg/cbm) / Fußbodenheizung (Cuprotherm), ergänzende raumhohe Wandheizung an südlicher Außenwand
- 1. OG WE3: Innendämmung mit 80 – 120 mm Haacke-Cellco-Wärmedämmlehm K1 / Fußbodenheizung (Cuprotherm), ergänzende Wandheizung an der Treppenhauswand
- 2. OG WE4: Innendämmung mit 60 mm Kalziumsilikatplatten / Plattenheizkörper, elektrische Fußbodenheizung im Bad
- 2. OG WE5: Innendämmung mit 60 mm Unger-Diffutherm-Holzweichfaserplatten / raumhohe Wandheizung an allen Außenwänden, ergänzende Wandheizung an der Treppenhauswand und in der Küche

Abb. 22 bis 31: Kombination der Dämm- und Heizungssysteme



EG - Ausstellung EG - Wohnung 1



1. OG - WE 2, Lehmsteine + erg. Wandheizung



1. OG - WE 3, CELLCO + erg. Wandheizung



2. OG - WE 4, Calsitherm + Plattenheizkörper



2. OG - WE 5, Holzweichfaser + Wandheizung



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Umsetzung des Projektes - Baufortschritt

Rohbau:

Nach Bereitstellung der Fördermittel durch die BauBeCon Sanierungsträger GmbH wurde im Herbst 2002 mit den umfangreichen Notsicherungsmaßnahmen begonnen. Da die Holzkonstruktion in weiten Teilen nicht mehr tragfähig war, wurden zur Wiederherstellung der Standsicherheit in allen Geschossen Stützen, Riegel und Verschererungen zur Abfangung der Deckenbalken sowie zur Stabilisierung des Gesamtgefüges eingebaut. Nach Abschluss der Sicherungs- und Abstützungsmaßnahmen erfolgte der Austausch der geschädigten Holzteile sowie der Ausbau der absturzgefährdeten Gefache. Im entkernten und gesicherten Bauzustand wurden weitere umfangreiche holzschutztechnische Untersuchungen durchgeführt.

Für die ab August 2003 begonnene Sanierung des Holztragwerkes kam nur eine Ausführung mit traditionellen zimmermannstechnischen Verbindungen in Frage. Alle intakten Holzteile wurden wieder verwendet. Waren nach dem Gesundschnitten befallener Deckenbalken die verbleibenden Traglängen für ein Anblatten zu kurz, wurden diese Hölzer ihrerseits zum Anblatten an anderer Stelle in der Balkenlage verwendet. Zur Wiederherstellung der Tragfähigkeit einiger Deckenbalken wurden seitliche Verstärkungshölzer angeschraubt. Fehlende Holzbauteile wurden in Abstimmung mit den Denkmal-schutzbehörden durch Althölzer ersetzt.

Die Gefache der Obergeschosse auf der Straßenseite und am Ostgiebel wurden in historisch nachempfunder Zierausfachung mit Altziegeln im „Reichsformat“ (25x12x6,5 cm) hergestellt. Auf Wunsch des Sanierungsträgers und des Bauherren wurden zu Vergleichszwecken am Westgiebel Porotonsteine und an der Hofseite Gasbetonsteine als Ausfachungsmaterial eingesetzt. Der Westgiebel erhielt im Bereich der Obergeschosse einen Ziegelbehang mit Abtropfkante. Im Erdgeschoss und an der Hoffassade wurden die Gefache verputzt.



Abb. 36: Straßenansicht im Frühjahr 2003 nach ersten Sicherungs-



Abb. 32: Innenaufnahme aus dem Erdgeschoss in Blickrichtung Westgiebel, Herbst 2003



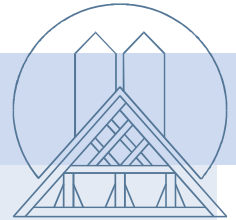
Abb. 33: Obergeschoss im entkernten und gesicherten Zustand, Herbst 2003



Abb. 34: Zimmererarbeiten an den Balkenköpfen in traditioneller Technik



Abb. 35: Richtfest am 16.04.2004



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Fenster:

Mit Fertigstellung der Rohbaumaßnahmen erfolgte ab April 2004 der Einbau der Fenster und die Ausführung der unterschiedlichen Fußbodenaufbauten.

Aufgrund des hohen Qualitätsanspruches an dieses Projekt war eine zusätzliche Beratung im Rahmen der Planung und Umsetzung der Baumaßnahme sowie eine täglich mehrmals stattfindende Bauleitung bzw. Kontrolle der Bauausführung erforderlich. Für diese zusätzlichen Leistungen, die vom Deutschen Fachwerkzentrum übernommen wurden, stellte die BauBeCon Sanierungsträger GmbH weitere Fördermittel zur Verfügung.

Der Einsatz von Kastenfenstern und Isolierglasfenstern im Vergleich soll Aufschluss über die jeweilige Winddichtigkeit, über Wärmebrücken sowie über Aufwand und Kosten vermitteln. Alle Fenster auf der Südseite des Hauses wurden als Kreuzstock-Kastenfenster mit nach außen öffnenden Flügeln mit einfacher Floatverglasung und raumseitigen, isolierverglasten Flügeln ausgeführt (U_w ca. $1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$). Der Westgiebel und die Nordseite des Objektes wurden mit einfachen, historisch nachempfundenen, isolierverglasten Fenstern ausgestattet (U_w ca. $1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Die Fenster sind außenseitig mit Kompriband, Dichtvlies und einem schmalen Bekleiderahmen gegen eindringende Feuchtigkeit gesichert. Raumseitig wurden die Fenster zwischen dem Futter und der Stopfdichtung aus Hanffasern mit einem diffusionsdichten Fugenband winddicht geschlossen.

Bei der täglich mehrmals vom Deutschen Fachwerkzentrum durchgeführten Kontrolle der Ausführungsqualität wurde im Außenbereich insbesondere auf das korrekte Anbringen und die Haftung der Kompribänder und des Dichtvlieses geachtet. Im Innenbereich musste das vollständige und dichte Ausstopfen der Hohlräume mit Hanffasern sichergestellt und die Haftung des Dichtvlieses kontrolliert werden. Fehlstellen in den Fachwerkhölzern, die das Eindringen von Luft verursacht hätten, wurden mit Holzspänen ausgesetzt.

Durch diese zusätzliche regelmäßige Kontrolle konnten Ausführungsfehler frühzeitig erkannt und entsprechend rückgebaut bzw. korrigiert werden. Spätere Schäden am Bauwerk durch bewusst falsche oder fahrlässig verursachte mangelhafte Ausführung können durch eine intensive Bauleitung auf ein Minimum reduziert werden.

Beispiel: Fehlstellen in der Holzleichtlehmschale unter einer Fensterbank wurden aus Gründen der Bequemlichkeit mit Bauschaum ausgefüllt. Dieses Vorgehen kommt in der Praxis leider häufiger vor, ist aber völlig unakzeptabel und wurde unsererseits sofort reklamiert, so dass der Bauschaum wieder herausgekratzt und durch Lehmstein ersetzt wurde.



Abb. 40: Bauschaum als Füllmaterial in Holzleichtlehmschale



Abb. 41: Bauschaum muss wieder herausgekratzt werden



Abb. 37: Einstopfen der Hanfdichtung, Erdgeschoss - Isolierglasfenster



Abb. 38: Hanfdichtung am Kastenfenster



Abb. 39: Anbringen von Dichtvlies außen, 2. Obergeschoss - Kastenfenster



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Geschossdecken:

Ein großes Problem unserer Umwelt liegt in der ständig steigenden Lärmbelastung, die zu starken Gesundheitsstörungen führen kann. Der Lärmvermeidung (passiver Lärmschutz) wurde im Rahmen dieses Pilotprojektes ein sehr hoher Rang zuerkannt. Die Aufgabenstellung bei der schallschutztechnischen Planung bestand darin, durch Kombination von historischen und modernen Bautechniken und unter Verwendung regional typischer Baustoffe Lösungen für den Umbau des historischen Fachwerkhauses zu einem Mehrfamilienwohnhaus, inkl. gewerblicher Nutzung im Erdgeschoss zu entwickeln, welche den heutigen Anforderungen an den Schallschutz genügen.

In Abstimmung mit den Projektpartnern kamen sowohl Deckensysteme „schwerer“ als auch „leichter“ Bauart zur Ausführung.

Die Geschossdecken über dem Erdgeschoss erhielten einen „schweren“ Aufbau in folgender Ausführung von unten nach oben:

- Rauhspund
- Rieselschutz, Befestigung durch Tackern auf Rauhspund und an Deckenbalken, Überlappung der Bahnen einfach, ca. 5 cm, Übergänge mit Klebeband überklebt
- Quarzsand 5 mm
- Lehmsteine zwischen den Deckenbalken, Ausfüllung der Fehlstellen mit Quarzsand
- Auffüllung bis OK Deckenbalken mit MIWO bzw. Auffüllung bis OK Deckenbalken mit Quarzsand, wenn Abstand zwischen OK Lehmstein und OK DB für MIWO Abdeckung nicht ausreicht,
- Auflage von Trittschalldämmstreifen auf die Deckenbalken, 1 cm beidseitig überstehend
- Auflage und Befestigung des Rauhspundes

Die Geschossdecken über dem 1. und 2. Obergeschoss erhielten einen „leichten“ Aufbau, bei denen als Füllung zwischen den Deckenbalken Mineralwolle bzw. eine Perlite-Schüttung zum Einsatz kam. Die Decke über dem 1. Obergeschoss erhielt zusätzlich eine Unterdecke, die an einer Federabhängung befestigt wurde.

Aufgrund bauaufsichtlicher Bestimmungen zum Brandschutz wurde seitens des Bauherren und der Architektin der Anwendung von Mineralwolle (Baustoffklasse A1) anstatt Hanf-, Schafwoll- oder anderer (in der Regel in die Brandschutzklasse B2 eingeordneter) ökologischer Dämmmaterialien als Deckenfüllmaterial der Vorzug gegeben.

Die detaillierten Decken- und Fußbodenaufbauten sind nachfolgend in den Kapiteln *Schallschutzmaßnahmen* bzw. *Vergleich der unterschiedlichen Deckenaufbauten (Ausführung, Kosten, Messergebnisse)* zu entnehmen.

Die reinen Geschossdecken wurden im Mai und Juni 2004 hergestellt, der weitere Aufbau mit Oberbelägen und Bekleidungen wurde im Oktober 2004 abgeschlossen. Auch dieser Bauabschnitt wurde vom Deutschen Fachwerkzentrum genau dokumentiert und protokolliert, um Baufehler zu vermeiden und eine sehr gute Ausführungsqualität zu erreichen. Besonders wichtig hierbei war die Einhaltung der Vorgaben des Schallschutzbüros, z.B. der seitliche Überstand von 1 cm der Dämmstreifen auf den Deckenbalken.



Abb. 42: Bsp. „schwere“ Bauart: Deckenfüllung mit Grünlingen



Abb. 43: Bsp. „leichte“ Bauart: Deckenfüllung mit Mineralwolle

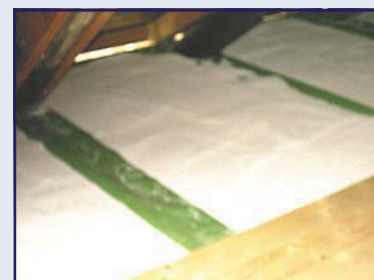


Abb. 44: Bsp. „leichte“ Bauart: Deckenfüllung mit Perlite-Schüttung



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Innenwand-Dämmung:

An dieser Stelle möchten wir voranstellen, dass im Vorfeld der Entscheidung über die einzubauenden Innendämmsysteme das Institut für Bauklimatik der TU Dresden wertvolle Unterstützung bei der feuchteschutztechnischen Bewertung der jeweiligen Wandaufbauten geleistet hat. Insbesondere bei Wandaufbau 7 - *Innendämmung mit Unger-Diffutherm - Holzweichfaserplatten mit Einbettung einer raumhohen Wandheizung* war die Unsicherheit über die Praxistauglichkeit sehr groß, da sich bei der Berechnung nach dem Glaser-Verfahren die ausfallende Kondensatmenge in einem kritischen Bereich befand. Der positive Einfluss der Wandheizung wurde hierbei vernachlässigt.

Üblicherweise wird für die Tauwasserberechnung nach DIN 4108-3 das Glaser-Verfahren angewendet, wobei hier nur der Wasserdampftransport berücksichtigt wird und somit weniger genaue Rechenergebnisse zu erwarten sind. Die TU Dresden hat das Berechnungsverfahren COND 2002 entwickelt, welches bei der Berechnung des hygrothermischen Verhaltens von Konstruktionen sowohl den Wasserdampf- als auch den Flüssigwassertransport durch kapillare Stoffe betrachtet. Außerdem können hier die Klimarandbedingungen angepasst werden, was zu wesentlich genaueren und praxisnahen Ergebnissen führt.

Auf die Fragestellung, ob auch unter instationären Bedingungen der Ausfall der Wandheizung während der Heizperiode in feuchtechnischer Hinsicht problematische Belastungen nach sich zieht, erhielten wir diesbezüglich die entlastende Stellungnahme seitens der TU Dresden:

Zitat: „Mit dem Simulationsprogramm DELPHIN wurde das hygrothermische Verhalten des Wandaufbaus W 7 unter instationären Klimarandbedingungen untersucht. Außen wurde das Klima des Testreferenzjahres Mitteleuropa angeordnet, innen – analog zu den bereits durchgeführten Berechnungen – ein konstantes Innenklima von 20°C und 50% relativer Luftfeuchte. Die Simulationsdauer betrug drei Jahre. ...

Die „hohe“ Kondensatmenge von bis zu 120 g/m² in den ersten 100 Tagen wird durch die Einbaufeuchte bzw. Umverteilungsvorgänge der Einbaufeuchte verursacht. In der Folgezeit kommt es zu keiner nennenswerten Kondensatbildung, lediglich vom 415. bis zum 430. Tag (Mitte Februar bis Anfang/Mitte März) tritt Kondensat in sehr geringer Menge auf der kalten Seite der Holzfaserdämmplatte auf. Die relative Luftfeuchte beträgt in dieser Zeit lokal über 95 Prozent. ... Wichtige limitierende Faktoren für das Wachstum von Schimmelpilzen sind Temperaturen über 15°C und relative Luftfeuchten ab ungefähr 80%. ... Die Gefahr einer Schimmelpilzbildung bei realen Außenklimabedingungen kann deshalb als sehr gering bezeichnet werden.

Die Ergebnisse der instationären Simulationen lassen den Schluss zu, dass bei den gewählten Randbedingungen nur unter sehr unwahrscheinlichen Umständen hygrisch kritische Situationen entstehen. Erst der Ausfall der Wandheizung über einen längeren Zeitraum bei kalten Außentemperaturen und gleichzeitig hohen Innenraumtemperaturen führt zu problematischen Materialfeuchten.“

Da der Firma Unger-Diffutherm GmbH die Unsicherheit von Planern und Bauherren bekannt ist, hat sie bereits mit der Entwicklung einer speziellen Spachtelmasse, dem so genannten „Multigrund“ reagiert. Dieser Multigrund reagiert ähnlich wie eine Dampfbremse in Papierform als dampfregulierende Schicht zwischen Holzweichfaserplatte und Innenputz.

Berechneter Wandaufbau W 7
von außen nach innen:

- 120 mm Altbauziegel
- 40 mm Kalkputz
- 60 mm Holzweichfaserdämmplatte
- 25 mm Lehmputz

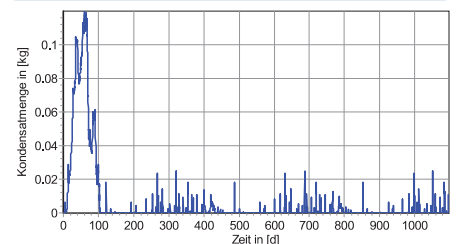
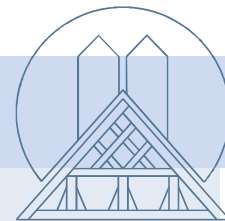


Abb. 45: Verlauf der Kondensatmenge in der Konstruktion W7



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Die Ausführung der Innendämmsysteme wurde im Rahmen einer Weiterqualifizierung für die beauftragte regional ansässige Handwerksfirma durchgeführt. Diese Qualifizierungsmaßnahme für die Verarbeitung und Anwendung der Innendämmsysteme: HAACKE-CELLCO-Wärmedämmlehm, Calsitherm-Klimaplatte und Unger-Diffutherm-Holzweichfaserplatte fanden unter Anleitung der jeweiligen Fachberater und des DFWZ QLB im Mai und Juni 2004 am Objekt statt.

Bei allen Systemen, einschließlich der Lehmsteinhintermauerung wurden insbesondere die kritischen Anschlüsse an den Fenstern und an den einbindenden Wänden kontrolliert sowie auf das Vermeiden von Hohlräumen zwischen Fachwerkwand und Dämmung geachtet. Ziel war jeweils die Herstellung eines homogenen Wandaufbaus, der durch seine kapillare Leitfähigkeit Aufweichungen auch schnell wieder abgeben kann.

Im Gegensatz zu den Dämmsystemen auf Lehmbasis im ersten Obergeschoss ergab sich bei den im zweiten Obergeschoss ausgeführten Plattensystemen die Notwendigkeit der intensiven Wandvorbereitung. Vor dem Aufbringen der Dämmplatten war es notwendig, die Wandoberflächen der Fachwerkwände eben, d.h. lot- und fluchtrecht auszuführen. Dazu mussten die Gefachfelder mit Putz aufgefüllt, die Fachwerkhölzer mit einem Vlies und Schilfrohmatten als Putzträger überspannt und nochmals eine Lage Ausgleichsputz aufgetragen werden. Die Putzlagen wurden in mehreren Arbeitsgängen aufgetragen und hatten eine Dicke von insgesamt 50 mm. Um lange Austrocknungszeiten zu vermeiden, hat sich die begleitende Architektin nach Rücksprache mit dem Ingenieurbüro für Bauklimatik und Baubiologie Peter Franck für den schnell abbindenden Leichttonmörtel LTM 81 von Bayosan entschieden.

In der Praxis bindet der LTM 81 tatsächlich innerhalb von 30 min ab. Entsprechend der Aussagen der ausführenden Firma bleibt bei größeren Wandflächen nach dem Auftragen des Mörtels keine Zeit zum Abziehen, so dass die Herstellung ebener Wandflächen sehr zeitaufwendig ist. Verarbeitungstechnisch ist der Putz für diesen Einsatzzweck durch seine sehr kurze Abbindezeit ungeeignet. Die Wahl des Ausgleichsputzes sollte in Abstimmung mit den Herstellern des gewählten Platten-Dämmsystems getroffen werden, da der Austrocknungsgrad des Putzes für die weiteren Dämmarbeiten oftmals variabel gestaltet werden kann. Vielmehr sind für die Funktionstüchtigkeit des Gesamtaufbaus die Inhaltsstoffe des einzusetzenden Ausgleichsstoffes ausschlaggebend. (Siehe auch Kapitel „Übersicht über die unterschiedlichen Wandaufbauten“)

Die am Objekt Lange Gasse 7 umgesetzte Ausführung des Schichtenaufbaus aller Innendämmsysteme sowie die damit verbundene Gegenüberstellung der Kosten und der bauklimatischen Messergebnisse ist in den Kapiteln „Übersicht über die unterschiedlichen Wandaufbauten“ und „Ermittlung des U-Effektiv-Wertes...“ beschrieben.

Bei den Ausbauarbeiten hatte die Verwendung umweltfreundlicher Materialien, wie z.B. Holzparkett, Korkbeläge, Mineralfarben, Stopfdichtung aus Hanffasern, etc. Vorrang.



Abb. 46: Hinterstopfung der Holzlehmsteine mit Leichtlehmbruch und Lehm Mörtel



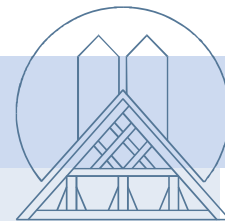
Abb. 47: Einstampfen des Haa-cke-Cellco-Wärmedämmlehms



Abb. 48: Anbringen der Calsitherm-Klimaplatte unter Anleitung



Abb. 49: Einführung in das Unger-Diffutherm-Dämmsystem



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Entsprechend des Baufortschrittes erfolgte der Einbau der Schlagregenkästen, der Messfühler für die Holzfeuchtemessung sowie der Temperatur- und Feuchtefühler in den zu messenden Wandfeldern, der Wärmestromplatten in die einzelnen Wandaufbauten, der Innenklimafühler in die Unterdecken, des Außenklimafühlers auf dem Dach sowie die Installation der Datalogger durch Herrn Eckermann vom BAUKLIMA Ingenieurbüro, Mitarbeitern der TU Dresden und des Deutschen Fachwerkzentrums.

Ab Juni 2004 erfolgte die Verlegung der Fußbodenheizungen und der Wandheizungen. Die Wohnung 5 (Dämmung mit Unger-Diffutherm-Holzweich-faserplatten) im 2.Obergeschoss wurde an allen Außenwänden raumhoch mit einer Wandheizung versehen. Zusätzlich wurden im Kinderzimmer an der Wand zum Treppenhaus sowie in der Küche eckübergreifend schmale Heizkreise verlegt. Die Erdgeschosswohnung sowie die Wohnungen 2 (Dämmung mit Holzleiblehmsteinen) und 3 (Dämmung mit Haacke-Cellco-Wärmedämmlehm)) im 1. Obergeschoss wurden mit Fußbodenheizung und ergänzender Wandheizung ausgestattet. Lediglich die Wohnung 4 (Dämmung mit Calsitherm-Klimaplaten) im 2. Obergeschoss erhielt konventionelle Plattenheizkörper.

Ab Ende August wurden erste Malerarbeiten und Bodenbelagsarbeiten mit Fliesen, Kork und Parkett ausgeführt. Gleichzeitig begannen die Arbeiten an den Außenanlagen mit dem Anlegen der Mietergärten, Pflasterarbeiten und weiterführend dem Aufstellen der Carportanlage mit auf dem Dach stationierten Solarkollektoren für die Warmwasserbereitung, Maurerarbeiten an den Grundstücksmauern und der Gestaltung von Gemeinschaftsflächen.

Auf Grund des zügigen Baufortschrittes konnten zum Tag des offenen Denkmals am 11. und 12.09.2004 bereits zwei Wohnungen komplett (also auch incl. der Sanitärausstattung und Fußbodenoberbeläge) fertig gestellt und den Besuchern beispielgebend für die Gesamtanlage vorgestellt werden. Anfang Dezember 2004 konnte das Sanierungsobjekt Lange Gasse 7 an den Bauherren übergeben werden, so dass am 13.12.2004 die offizielle Schlüsselübergabe an die Mieter erfolgen konnte. Seitens des DFWZ wurden dem Bauherren sowie allen Mietern eine Dokumentation der eingebauten Messtechnik sowie der Lage der Wandheizung in zeichnerischer und fotografischer Form übergeben.

Auf Anfrage des Bauherren wurden zusätzlich zum Projektinhalt seitens des DFWZ in Abstimmung mit dem Landesamt für Denkmalpflege Sachsen Anhalt Stellungnahmen bzgl. der denkmalgerechten und Substanz schonenden Ausführung der Sanierungsarbeiten erarbeitet. Inhalt einer Stellungnahme war z.B. die Ablehnung unsererseits einer vom Architektenbüro Jerx-Grasemann geplanten Hydrophobierung der Gefache und des Sandsteinsockels. Eine weitere ablehnende Stellungnahme erfolgte zu der vom gleichen Architektenbüro geplanten Bauwerksverpressung mit Paraffin im Sockelbereich unter gleichzeitiger Verwendung eines Sanierputzsystems bei der Sandsteinsanierung im Erdgeschossbereich. Das Landesamt für Denkmalpflege und das DFWZ verwiesen unter Anderem auf die DBU-Projekte: Dorfkirche St. Wenzel in Radewell und Dorfkirche Axien und befürworteten eine Sanierung mit einem Luftkalkmörtel. Die Architektin hat sich jedoch zusammen mit der Unteren Denkmalschutzbehörde QLB mit der Begründung der allgemein üblichen Anwendung und der Haftungsmodalitäten für die Sanierputzvariante entschieden.



Abb. 50: Schlagregenkasten an der Hoffassade



Abb. 51: Raumhohe Wandheizung in Wohnung 5



Abb. 52: Verlegen der Kork-Fußbodenbeläge



Abb. 53: links: Carports mit Solar-Kollektoren, rechts: Mietergärten



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Baukosten

Im Vorfeld des Sanierungsvorhabens erfolgte jeweils eine Kostenschätzung für eine konventionelle Sanierung und eine Kostenschätzung unter dem Aspekt einer ökologischen Sanierung mit Modellcharakter nach Bauteilkostenkatalog Altbau („Schmitz, Krings,... Baukosten 2002 Instandsetzung/Sanierung/Modernisierung/Umnutzung“). Die Differenz der ermittelten Werte bildete die Position „Mehrkosten Pilot“.

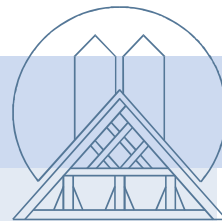
Um eine reale Vergleichbarkeit der vorab geschätzten und der tatsächlich angefallenen Baukosten zu ermöglichen, haben wir alle Handwerkerrechnungen, die bekanntermaßen nach Gewerken eingehen, wieder in ihre Einzelpositionen zerlegt und den Bauteilen bzw. Kostengruppen zugeordnet.

Auf den nachfolgenden Seiten 17 bis 20 sind die Gegenüberstellungen der geschätzten und der tatsächlich angefallenen skontierten reinen Baukosten und Baunebenkosten in tabellarischer und grafischer Form dargestellt.

Als Anhaltspunkt für nachfolgende Planungen und Kostenschätzungen haben, soweit es möglich war, die Kostengruppen, in denen an unserem Pilotprojekt Lange Gasse 7 Mehrkosten im Bereich der reinen Bauwerkskosten angefallen sind, in die Ausführungsklasse und Ausführungsart aufgeschlüsselt und der ursprünglichen Schätzung gegenübergestellt (siehe Seiten 22 bis 29 des Berichtes).

In der Kostenschätzung haben wir Gesamtbaukosten (KG 200 bis 700) für die ökologische Sanierung mit Modellcharakter von ca. 1.028.000 € errechnet, wobei die pilotbedingten Mehrkosten mit ca. 23 % angenommen wurden. In der Auswertung des derzeitigen skontierten Kostenstandes haben wir Gesamtbaukosten von ca. 1.250.000 € ermittelt, wobei im konventionellen Bereich höhere Mehrkosten als bei den pilotbedingten Kostenbereichen angefallen sind. Setzt man (wie in der Kostenschätzung) die tatsächlichen konventionellen Sanierungskosten auf 100 %, ergeben sich pilotbedingte Mehrkosten von weniger als 30 %. Hierbei finden sich die größten „Verbraucher“ in der Kostengruppe 300 und zwar die Sanierung des massiv geschädigten Fachwerkes im Bestand sowie die Sanierung der Holzbalkendecken und deren Bekleidung mit der Zielstellung einer optimalen schalltechnischen Ausführung. Die entsprechende Untersetzung der KG 300 ist auf Seite 21 des Berichtes nachzulesen.

Im o.g. Bauteilkostenkatalog von Schmitz, Krings, ..., auf dessen Grundlage die Kostenschätzung erfolgte, finden sich Vergleichswerte in €/qm WFL/NFL für die Sanierungskosten von Fachwerkhäusern in verschiedenen Zustandskategorien. Bei Fachwerkhäusern in schlechtem Zustand werden hier Sanierungskosten (ohne KG 700) von 2.000 €/qm WFL/NFL bis 3.200 €/qm WFL/NFL ausgewiesen. Unter dem Aspekt, dass der Ausgangszustand der Langen Gasse 7 abrisssreif – also noch viel schlechter als schlecht – war und eine große Diskrepanz zwischen vermietbarer Fläche/WFL/NFL (ca. 395 qm) und Nettogrundfläche (ca. 736 qm) besteht, liegen wir mit den tatsächlichen Sanierungskosten von 2.545 €/qm WFL/NFL sogar noch unter dem Mittelwert der Vergleichswerte. Betrachtet man nur die konventionellen Baukosten wird mit 1.999 €/qm WFL/NFL auch der „Von-Wert“ unterschritten (siehe auch Tabelle und Grafik Seite 30 und 31 des Berichtes)



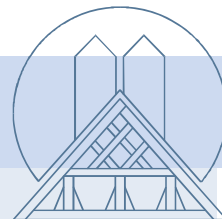
„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

**Übersicht über die tatsächlich angefallenen skontierten Reinen
Baukosten (ohne Baunebenkosten) im Vergleich zur Kostenschätzung**

		Kostenschätzung			tatsächlicher Kostenstand 31.05.05		
Reine Baukosten Kostengruppen nach BTK		Gesamtkosten Konventionell	Gesamtkosten Pilotprojekt	Mehrkosten Pilot	konventionelle Baukosten	Gesamtkosten Pilotprojekt	Mehrkosten Pilot
		Brutto	Brutto		Brutto	Brutto	
220	Öffentliche Erschließung	4.510,00 €	4.510,00 €	0,00 €	4.838,60 €	4.838,60 €	0,00 €
320	Gründung	13.497,00 €	13.497,00 €	0,00 €	31.553,13 €	31.553,13 €	0,00 €
330	Außenwände	275.036,00 €	322.199,00 €	47.163,00 €	267.307,51 €	309.610,63 €	42.303,12 €
340	Innenwände	119.357,60 €	134.590,60 €	15.233,00 €	103.715,10 €	113.874,78 €	10.159,68 €
350	Decken und Treppen	138.201,00 €	185.708,00 €	47.507,00 €	144.966,43 €	215.533,36 €	70.566,93 €
360	Dächer	45.877,46 €	46.048,36 €	170,90 €	33.892,17 €	33.892,17 €	0,00 €
390	Sonstige Maßnahmen für Baukonstruktionen	12.741,70 €	22.437,50 €	9.695,80 €	29.711,39 €	44.969,06 €	15.257,67 €
410	Technische Anlagen Wasser, Abwasser	18.732,00 €	20.532,00 €	1.800,00 €	24.573,94 €	33.482,15 €	8.908,21 €
420	Wärmeversorgungsanlagen	26.950,00 €	34.650,00 €	7.700,00 €	26.950,00 €	59.140,75 €	32.190,75 €
430	Lufttechnische Anlagen	500,00 €	500,00 €	0,00 €	2.452,95 €	2.452,95 €	0,00 €
440	Starkstromanlagen	16.011,84 €	17.851,84 €	1.840,00 €	42.492,14 €	48.405,09 €	5.912,95 €
510	Außenanlagen, Geländeflächen	2.685,00 €	2.685,00 €	0,00 €	8.586,77 €	8.586,77 €	0,00 €
520	Außenanlagen, befestigte Flächen	16.222,80 €	16.222,80 €	0,00 €	24.428,06 €	24.428,06 €	0,00 €
530	Baukonstruktionen in Außenanlagen + Einbauten in Außenanlagen	564,00 €	14.314,00 €	13.750,00 €	37.384,17 €	67.583,38 €	30.199,21 €
540	Technische Anlagen in Außenanlagen (Hausanschlüsse,			0,00 €	6.135,52 €	6.135,52 €	0,00 €
Zwischensumme KG 200		4.510,00 €	4.510,00 €	0,00 €	4.838,60 €	4.838,60 €	0,00 €
Zwischensumme KG 300		604.710,76 €	724.480,46 €	119.769,70 €	611.145,73 €	749.433,13 €	138.287,40 €
Zwischensumme KG 400		62.193,84 €	73.533,84 €	11.340,00 €	96.469,03 €	143.480,94 €	47.011,91 €
Zwischensumme KG 500		19.471,80 €	33.221,80 €	13.750,00 €	76.534,52 €	106.733,73 €	30.199,21 €
Gesamtkosten Bauwerk		690.886,40 €	835.746,10 €	144.859,70 €	788.987,88 €	1.004.486,40 €	215.498,52 €

Der Kostenstand vom 31.05.2005 enthält alle mit dem Bauherren abgerechneten Baukosten, incl. des noch auszuzahlenden üblichen Sicherheitseinbehaltes. Zu beachten ist jedoch, dass der Bauherr von der Möglichkeit Gebrauch gemacht hat, bei fristgerechter Zahlung Skonti in Höhe von 2 % bis 3 % zu erhalten.

Die Nutzung der Skonti brachte dem Bauherren eine Ersparnis von schätzungsweise 38.000,00 € bezogen auf die Gesamtbaukosten, incl. der Baunebenkosten.



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

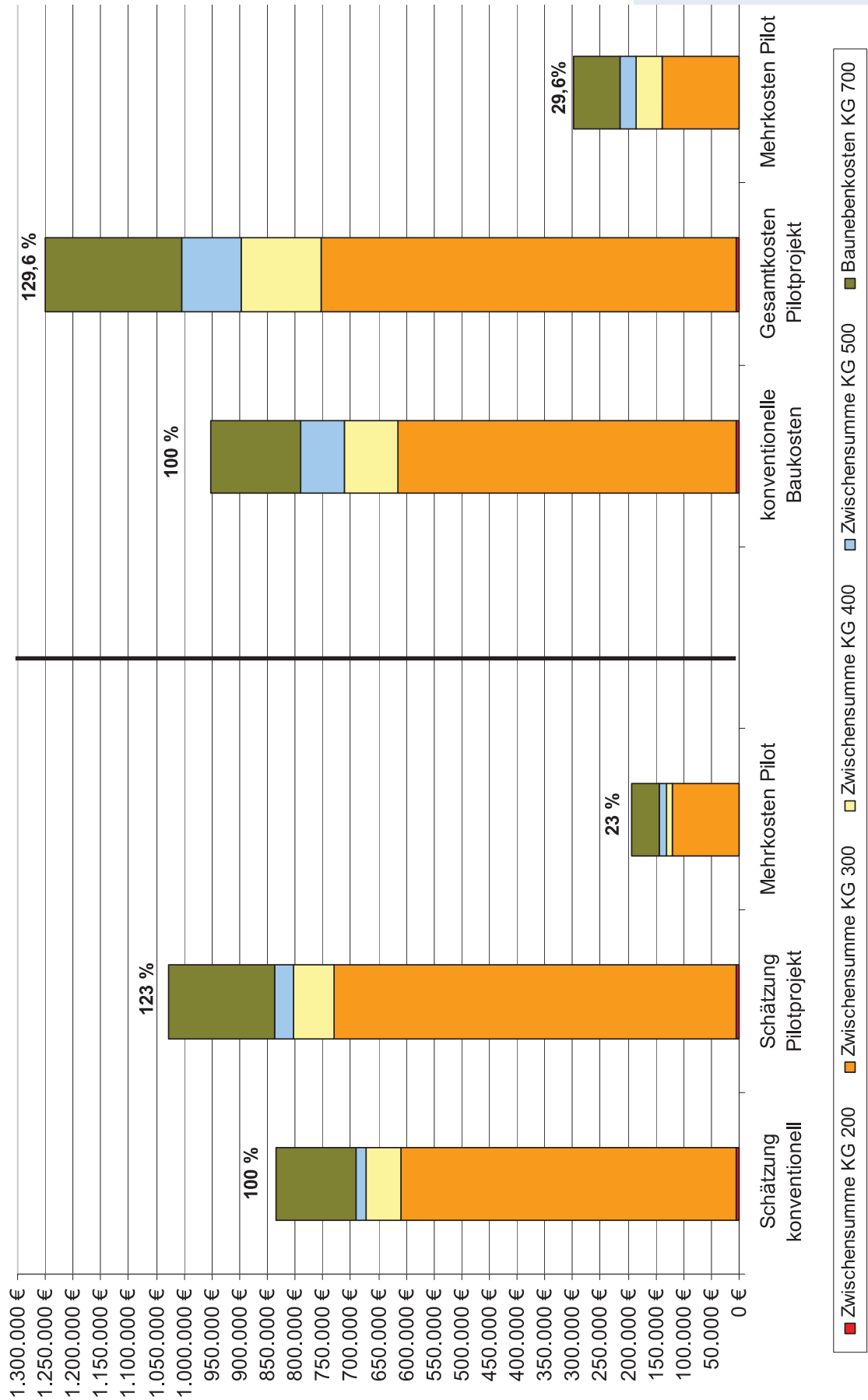
**Übersicht über die tatsächlich angefallenen skontierten
Baunebenkosten im Vergleich zur Kostenschätzung**

Baunebenkosten		Schätzung			Kostenstand 31.05.05 (skontiert)		
		Gesamtkosten Konventionell	Gesamtkosten Pilotprojekt	Mehrkosten Pilot	konventionelle Baukosten	Gesamtkosten Pilotprojekt	Mehrkosten Pilot
KG	Planungskosten	Brutto	Brutto		Brutto	Brutto	
720	Vorbereitung Objektplanung (Baugrundgutachten)	0,00 €	0,00 €	0,00 €	823,60 €	823,60 €	0,00 €
720	Vorbereitung Objektplanung (Holzschutzgutachten, incl. Baubegleitung)	3.279,03 €	6.279,03 €	3.000,00 €	3.279,03 €	10.685,52 €	7.406,49 €
720	Vorbereitung Objektplanung (Feuchte- und Salzanalysen)	0,00 €	0,00 €	0,00 €	948,88 €	948,88 €	0,00 €
730	Ingenieurleistungen (Bestandsaufnahme, abq)	0,00 €	0,00 €	0,00 €	9.639,06 €	9.639,06 €	0,00 €
730	Architekten- und Ingenieur- leistungen (Planung und Bauleitung nach HOAI, abq)	80.081,01 €	88.020,77 €	7.939,76 €	90.096,66 €	128.490,60 €	38.393,94 €
740	(Architektenhonorar DFWZ QLB)	0,00 €	21.718,31 €	21.718,31 €	0,00 €	17.490,48 €	17.490,48 €
740	Gutachten und Beratung (Tragwerksplaner)	25.379,72 €	30.379,73 €	5.000,01 €	25.379,72 €	32.964,40 €	7.584,68 €
740	Gutachten und Beratung (SIGEKO)	0,00 €	0,00 €	0,00 €	5.220,00 €	5.220,00 €	0,00 €
740	Gutachten und Beratung (Wärmeschutznachweis)	2.000,00 €	5.000,00 €	3.000,00 €	2.000,00 €	4.789,52 €	2.789,52 €
740	(bauhist. Farbuntersuchung Restauratorenkoll. Blkg)	0,00 €	0,00 €	0,00 €	1.228,44 €	1.228,44 €	0,00 €
740	(Temperierungsplanung/ Haustechnik)	28.099,01 €	33.754,26 €	5.655,25 €	18.217,09 €	22.771,36 €	4.554,27 €
770	(Behördliche Prüfungen und Gebühren)	5.600,00 €	7.000,00 €	1.400,00 €	5.600,00 €	10.339,74 €	4.739,74 €
770	allgemeine Baunebenkosten (Bilderserien Ausstellung)	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	253,87 €	253,87 €
	Gesamtkosten Planung/Genehmigung	144.438,77 €	192.152,10 €	47.713,33 €	162.432,48 €	245.645,47 €	83.212,99 €
Kostenzusammenstellung		Schätzung			Kostenstand 31.05.05 (skontiert)		
		Gesamtkosten Konventionell	Gesamtkosten Pilotprojekt	Mehrkosten Pilot	konventionelle Baukosten	Gesamtkosten Pilotprojekt	Mehrkosten Pilot
	Bauwerkskosten (KG 200-500)	690.886,40 €	835.746,10 €	144.859,70 €	788.987,88 €	1.004.486,40 €	215.498,52 €
	Baunebenkosten KG 700	144.438,77 €	192.152,10 €	47.713,33 €	162.432,48 €	245.645,47 €	83.212,99 €
	Gesamtkosten	835.325,17 €	1.027.898,20 €	192.573,03 €	951.420,36 €	1.250.131,87 €	298.711,51 €



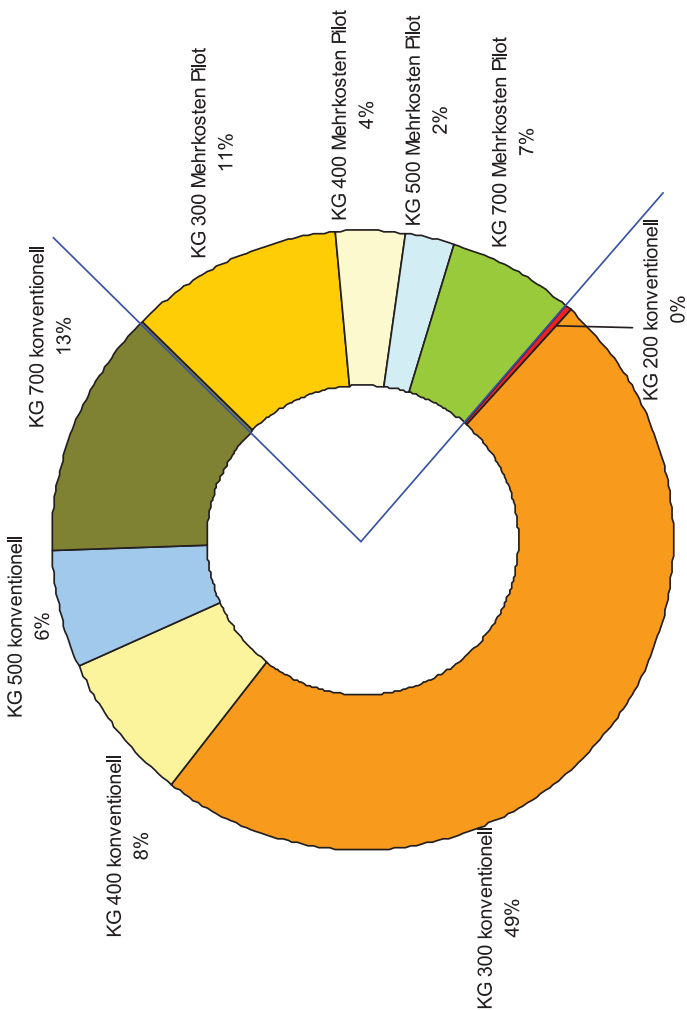
„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Anteil der Kostengruppen an Gesamtbaukosten - Schätzung und tatsächliche Kosten

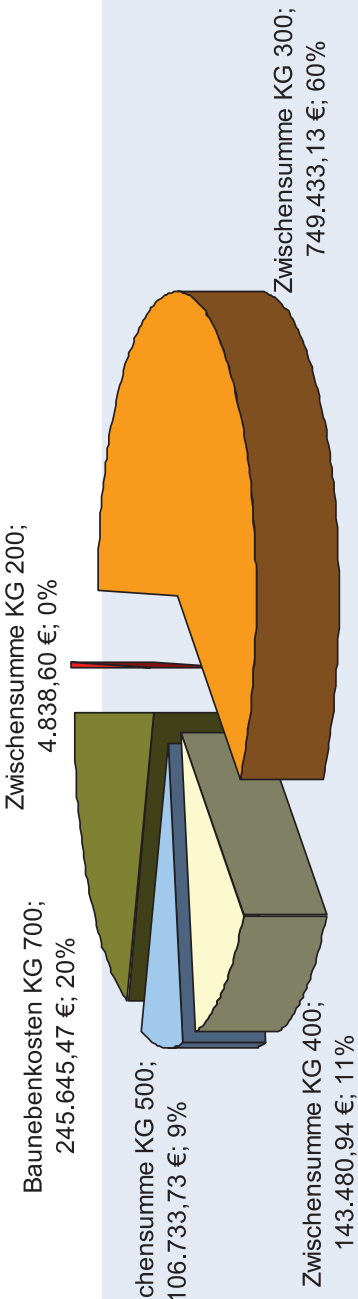




„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529



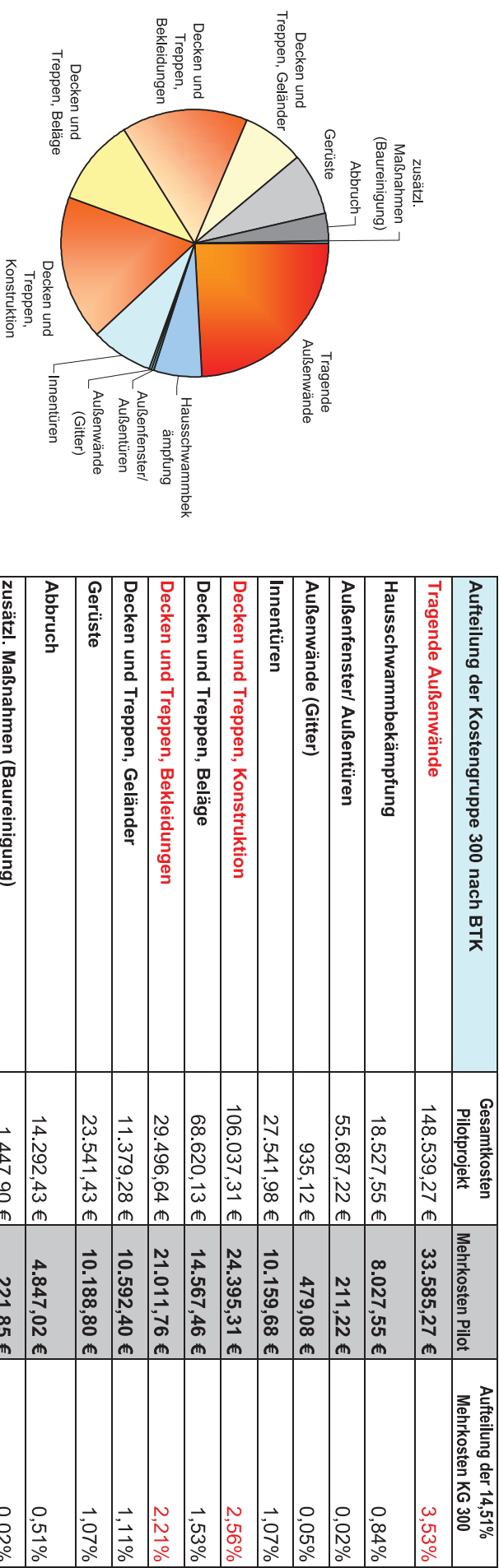
Anteil der Kostengruppen an Gesamtbaukosten



Zusammenstellung der Baukosten

	Schätzung konventionell	Schätzung Pilotprojekt	Mehrkosten Pilot	konventionelle Baukosten	Gesamtkosten Pilotprojekt	Mehrkosten Pilot	prozentualer Anteil der Mehrkosten
Zwischensumme KG 20C	4.510,00 €	4.510,00 €	0,00 €	4.838,60 €	4.838,60 €	0,00 €	0,00%
Zwischensumme KG 30C	604.710,76 €	724.480,46 €	119.769,70 €	611.145,73 €	749.433,13 €	138.287,40 €	14,53%
Zwischensumme KG 40C	62.193,84 €	73.533,84 €	11.340,00 €	96.469,03 €	143.480,94 €	47.011,91 €	4,94%
Zwischensumme KG 50C	19.471,80 €	33.221,80 €	13.750,00 €	76.534,52 €	106.733,73 €	30.199,21 €	3,17%
Baunebenkosten KG 70C	144.438,77 €	192.152,10 €	47.713,33 €	162.432,48 €	245.645,47 €	83.212,99 €	8,75%
Gesamtkosten	835.325,17 €	1.027.898,20 €	192.573,03 €	951.420,36 €	1.250.131,87 €	298.711,51 €	31,40%

prozentualer Kostenanteil konventionell/Gesamtkosten	100%	123,05%	23,05%	100%	131,40%	31,40%
---	------	---------	--------	------	---------	--------



Mehrkosten Bauwerkskosten

Schätzung

Schätzung

Kostenstand 31.05.05

Kostengruppen nach BTK				Konventionelle Sanierung				Ökologische Sanierung Pilotprojekt	Preis	Mehrkosten Ökologische Sanierung				Gesamtkosten der Sanierung	Mehrkosten Ökologische Sanierung
				Preis	Menge	Einh.	EP				Menge	Einh.	EP	Brutto	
331	Tragende Außenwände			114.954,00 €				129.646,00 €		14.692,00 €				148.539,27 €	33.585,27 €
														68.437,05 €	
														76.116,56 €	
														3.985,66 €	

331	Tragende Außenwände (Hausschwammbekämpfung)			10.500,00 €				10.500,00 €		0,00 €				18.527,55 €	8.027,55 €
-----	---	--	--	-------------	--	--	--	-------------	--	--------	--	--	--	-------------	------------

334	Außenfenster und Außentüren			55.476,00 €				56.508,00 €		1.032,00 €				55.687,22 €	211,22 €
A.03	Holzprossenfenster, Wärmeschutzverglasung in denkmalgerechter Ausführung, incl. Ausbau und Nebenarbeiten beim Einbau, Oberflächenbehandlung				8	Stk	600,00 €	4.800,00 €						163,40 €	Pilot gesamt abzgl. Schätzung konventionell
	11/ mehrflüglig, Größe 1,00 -1,75 qm				28	Stk	1.250,00 €	35.000,00 €						36.376,09 €	
	12/ mehrflüglig, Größe 1,75 -2,50 qm / Kreuzstock														
A.25	Stahlfenster, Wärmeschutzverglasung, incl. Ausbau, Nebenarbeiten beim Einbau, Oberflächenbehandlung				1	Stk	600,00 €	600,00 €						4.217,52 €	
	03/ einflüglig, Größe 1,00-1,75 qm (Rundbogenfenster zum Hof in Ausstellung)														
	12/ mehrflüglig, Größe 1,75 -2,50 qm (Rundbogenfenster zum Hof in Ausstellung)				1	Stk	1.800,00 €	1.800,00 €							
A.36	Innenfensterbänke, incl. Ausbau, Nebenarbeiten beim Einbau, Oberflächenbehandlung														
	32/ Naturstein, B= 15-30 cm				43	m	56,00 €	2.408,00 €						404,95 €	
A.41	Hauseingangstüren, Größe 2,0-3,0 qm, incl.Ausbau, Nebenarbeiten beim Einbau, Oberflächenbehandlung				1	Stk	1.500,00 €	1.500,00 €						3.805,72 €	
	01/ Holz/Kunststoff, einfach (Terrassentür WE1)				1	Stk	2.100,00 €	2.100,00 €							
	02/ Holz/Kunststoff, gehoben (Westgiebel)														
A.42	Hauseingangstüranlagen, Größe 3,0-5,0 qm, mit integrierter Hauseingangstür und Isolierverglasung, incl. Ausbau, Nebenarbeiten, Oberflächenbehandlung														
	02/ Holz/Kunststoff, gehoben (Hofseite Ausstellung)				1	Stk	2.900,00 €	2.900,00 €						2.206,60 €	

Mehrkosten Bauwerkskosten

Schätzung

Schätzung

Kostenstand 31.05.05

Kostengruppen nach BTK				Konventionelle Sanierung			Ökologische Sanierung Pilotprojekt			Mehrkosten Ökologische Sanierung			Gesamtkosten der Sanierung			Mehrkosten Ökologische Sanierung				
				Preis	Menge	Einh.	EP	Preis						Menge	Einh.	EP	Brutto			
Sondertüren, Größe bis 2,0 qm, incl. Vorarbeiten, Sicherheitsschloss, Zarge, Beschlägen, Oberflächenbehandlung																				
A.11																				
	02/ Feuerschutztüren T 30 / RST (Treppenhaustür)				1	Stk	690,00 €		690,00 €											
A.52	Innenüren Instandsetzen, Größe ca. 2,0 qm, incl. Vorarbeiten und Abdeckungen																			
	13/ Türblatt erneuern - Normgröße (Kellertür)				1	Stk	160,00 €		160,00 €											
345	Innenwandbekleidungen			31.753,00 €				45.436,00 €	13.683,00 €			28.009,98 €	0,00 €							
351	Decken und Treppen, Konstruktion			81.642,00 €				109.930,00 €	28.288,00 €			106.037,31 €	24.395,31 €							
A.01	Massivdecken, incl. Schalung und Bewehrung, Auflager																		Pilot gesamt abzgl. Schätzung konventionell	
	02/ Plattenbalken d=30 cm (Abfangung TH-Wände über Tonne)				6	m²	95,00 €		570,00 €											
	Ausgleichskonstruktion HB-Decken, incl. Vorarbeiten und Imprägnierung																			
A.11																				
	01/ Ausgleichshölzer über DB für ebenen FB				1	pau	3.000,00 €		3.000,00 €											
	02/ Balkenlage, L=3-5 m (Galerie HB ohne Aufbau)				18	m²	55,00 €		990,00 €											

Mehrkosten Bauwerkskosten

Schätzung

Schätzung

Kostenstand 31.05.05

Kostengruppen nach BTK					Konventionelle Sanierung					Ökologische Sanierung Pilotprojekt		Mehrkosten Ökologische Sanierung		Gesamtkosten der Sanierung			Mehrkosten Ökologische Sanierung
		Preis	Menge	Einh.	EP	Preis				Menge	Einh.	EP		Brutto			
A.15	Schalldämmende Schichten in HB-Decken, D=4-6 cm, incl. Vorarbeiten, Blindböden, Auflager												Deckenaufbau Windfang Ausstellung	2.035,99 €			
	01/ Einschub Leichtbau (Deckeneinschub WE1 Galerie) 24 mm Raupspund (24,00 €/qm) 180 mm Isoself-Schüttung+Rieselschutz (35,00 €/qm) 18 mm Schalung+Lagerhölzer (18,00 €/qm)		5	m²	77,00 €	385,00 €							Decke über OG1: Einschub	6.896,00 €			
	02/ Einschub mit Schüttung (Deckeneinschub OG2/DG) 24 mm Raupspund (24,00 €/qm) 175 mm Isoself-Schüttung+Rieselschutz (40,00 €/qm) 22 mm Schalung+Lagerhölzer (18,00 €/qm)		140	m²	82,00 €	11.480,00 €							Decke über OG2: Einschub	13.173,87 €			
	05/ Einschub mit ungebrannten Lehmsteinen (Deckeneinschub EG/OG1 und OG1/OG2) 24 mm Raupspund (24,00 €/qm) ... mm Isoself-Auffüllung (20,00 €/qm) 51 mm Grünlinge + Filzmatte+Rieselschutz (70,00 €/qm) 22 mm Raupspund / Lattung (18,00 €/qm) 16 mm Holzschalung (14,00 €/qm)		275	m²	146,00 €	40.150,00 €							Decke über EG: Einschub	13.700,36 €			
A.25	Holzgeschosstreppenstufen mit Setzstufen, Breite bis 1,00 m in Hartholz, als Wangentreppe mit eingestemten Stufen, incl. Oberflächenbehandlung																
	01/ komplett mit Geländer		1	Stk	4.500,00 €	4.500,00 €							Holzgeschosstreppe zum DG, ohne Geländer	6.729,33 €			
A.31	Stahl-Galeriekonstruktion, incl. Oberflächenbehandlung																
	03/ Stahlkonstruktion mit Holzbohlenbelag, Tiefe bis 2,20 m, incl.Geländer und Betonebene über Kellertonne		1	Stk	5.000,00 €	5.000,00 €							Stützenkonstruktion Galerie Ausstellung	1.825,41 €			
A.34	Spindeltreppen-Stufen als Geschossverbindung innerhalb von Wohnungen, mit Mittelstütze und freitragenden Stufen, incl. Oberflächenbehandlung																
	01/ Holzstufen, Stahlkonstruktion, L=75 cm (WE1 Galerie, incl. Geländer		24	Stk	225,00 €	5.400,00 €							Wendeltreppen-Konstruktion	8.445,04 €			
A.43	Betontreppen-Stufen, incl. Laufplatte, Schalung, Bewehrung, Auflager, Beiputz																
	01/ gerade Stufe, B=1,20 m (TH)		37	Stk	150,00 €	5.550,00 €								10.487,02 €			
	02/ Podest, Tiefe bis 1,20 m (TH)		7	Stk	415,00 €	2.905,00 €								1.764,70 €			

Mehrkosten Bauwerkskosten

Schätzung

Schätzung

Kostenstand 31.05.05

Kostengruppen nach BTK				Konventionelle Sanierung				Ökologische Sanierung Pilotprojekt	Mehrkosten Ökologische Sanierung						
		Preis	Menge	Einh.	EP	Preis				Menge	Einh.	EP	Gesamtkosten der Sanierung	Mehrkosten Ökologische Sanierung	
352	Decken und Treppen, Beläge	39.449,00 €				51.383,00 €	11.934,00 €								
Estriche auf Rohdecken oder vorhand. Unterkonstruktionen, incl. Vorarbeiten und Randabschluss															
A.01	11/ Gussasphalt + TSD über HB-Decke (FB OG2)									Pilot gesamt abzgl. Schätzung konventionell abzgl. Bodenfliesen Bäder abzgl. Treppenbeläge Naturstein					
	35 mm Gußasphalt + 5 mm Ausgl.;spachtel (34,00 €/qm)	140	m²	47,00 €	6.580,00 €										
	30/32 mm TSD-Platte (13,00 €/qm)														
	12/ Gussasphalt, schwimmend auf Unterbeton (FB EG Ausstellung, Hausflur)														
	40 mm Gußasphalt + Wellpappe (38,00 €/qm)	90	m²	54,00 €	4.860,00 €										
	40 mm PUR-Dämmung (16,00 €/qm)														
	13/ Gussasphalt, Heizestrich (FB EG WE1)														
	40 mm Gußasphalt, 2-lag. + Wellpappe (42,00 €/qm)														
	30/32 TSD-Platte (14,00 €/qm)														
	54 mm Alu-kaschierte PUR-Platte (18,00 €/qm)	35	m²	74,00 €	2.590,00 €										
Trockenestrich-elemente auf Rohdecken oder vorhand. Unterkonstruktionen, incl. Vorarbeiten, Randabschluss															
A.03	12/ Fermacellplatten, Dämmung (FB OG1)									Trockenestrich OG2					
	20 mm Fermacell (24,00 €/qm)	135	m²	40,00 €	5.400,00 €										
	20/22 TSD-Platte (12,00 €/qm)														
A.11	Diellung/Parkett auf Rohdecken oder vorhand. Unterkonstruktionen, incl. Vorarbeiten und Randabschluss														
	01/ Holzdiellung, schwimmend verlegt (Schlafgalerie WE1)	23	m²	36,00 €	828,00 €	Bohlenbelag Galerie Ausstellung, incl. Endbehandl. Raupspundbelag Galerie WE1 (Endbehandlung) Holzparkett									
	02/ Raupspund auf vorh. Deckenbalken (Galerie WE1 Küche und auskragender Bereich)	15	m²	24,00 €	360,00 €										
	12/ Parkett, gehobene Ausführung	140,2	m²	57,00 €	7.991,40 €										
A.12	Oberbeläge auf vorh. Unterkonstruktion, incl. Vorarbeiten und Randabschluss														
	21/ Korkparkett, gewachst	134,468	m²	43,00 €	5.782,12 €	Korkparkett									
	Mineralische Oberbeläge auf vorhand. Unterkonstruktionen, incl. Vorarbeiten und Randabschluss														
A.12	02/ Bodenfliesen, Material 26,00 €/qm (Bäder/WC's)	45,45	m²	62,00 €	2.817,90 €										
	12/ Natursteinbelag, Material 70,00 €/qm (Hausflur, TH, Ausstellung)	96,53	m²	120,00 €	11.583,60 €	Bodenfliesen Bäder Natursteinbeläge Sandstein und Pflaster (Ausstellg. TH) Treppenbeläge Naturstein									
	Wiedereinbau Oberbeläge, sichergestellt und gelagert, incl. Vorarbeiten, Verlegung und Randabschluss														
A.52	01/ Natursteinbeläge wieder einbauen (hist. Durchfahrt mit Altpflaster)	35	m²	74,00 €	2.590,00 €										
							Bodenbeläge, Treppenbeläge OG-Wohnungen			5.221,10 €					

Mehrkosten Bauwerkskosten

Schätzung

Schätzung

Kostenstand 31.05.05

Kostengruppen nach BTK				Konventionelle Sanierung	Menge	Einh.	EP	Ökologische Sanierung Pilotprojekt	Preis	Mehrkosten Ökologische Sanierung	Menge	Einh.	EP	Gesamtkosten der Sanierung	Brutto	Mehrkosten Ökologische Sanierung
353	Decken und Treppen, Bekleidungen		11.640,00 €					18.925,00 €		7.285,00 €				29.496,64 €		21.011,76
A.11	Plattenbekleidungen unter Massiv- oder Holzbalkendecken direkt befestigt oder abgehängt, ohne Dämmung, incl. Unterkonstruktion, Nebenarbeiten										Deckenbekleidung, abgehängte Schallschutzdecke Decke OG1/OG2, incl. Anstrich				10.758,45 €	
	12/ Gips-Feuerschutzplatten, D=2x12,5 mm (Decke OG2/DG)			140	m²	50,00 €		7.000,00 €			Deckenbekleidung GKF Decke OG2/DG, incl. Anstrich				8.484,88 €	
A.15	Putze an Massiv- oder Holzbalkendecken, incl. Vorarbeiten, Abdeckungen, Putzträger										Anstrich Holzdeckenbalken und Stahlträgerverstärkungen				2.134,36 €	
	05/ Lehmputz, 2-lagig; HB-Decke, Balkenlage glatt (Decke OG1/OG2)			135	m²	40,00 €		5.400,00 €			Deckenputze Lehm, incl. Anstrich Decke EG/OG1				8.118,95 €	
	05/ Lehmputz, 2-lagig; HB-Decke, Balkenlage sichtbar (Decke EG/OG1)			145	m²	45,00 €		6.525,00 €								
359	Decken und Treppen, Geländer		5.470,00 €					5.470,00 €		0,00 €				11.379,28 €		10.592,40
A.11	Geländer, Höhe bis 1,0 m, incl. Vorarbeiten, Handläufe, Befestigung, Oberflächenbehandlung										Geländer Treppe zum DG				786,88 €	
	12/ Stahlgeländer, gehobene Ausführung (Galerie-Konstruktion)			14	m	230,00 €		3.220,00 €			Geländer Galerie Ausstellung				6.787,97 €	
A.12	Galerie-Konstruktion										Geländer Galerie EG-WE0				3.080,73 €	
	11/ Stahl/Holz, gestrichen/verzinkt			9	m	250,00 €		2.250,00 €			Anstrich Geländer				723,70 €	
364	Dachbekleidungen, innen		1.838,30 €					2.009,20 €		170,90 €		Trockenbau			289,99 €	0,00
392	Gerüste		4.304,20 €					10.000,00 €		5.695,80 €				23.541,43 €		10.188,80
											Gerüstbauarbeiten I (WFD)				7.480,09 €	
											Gerüstbauarbeiten II (B&K)				5.760,09 €	
											Gerüstbau Maler Fassade				112,45 €	
											Gerüstbau Maler innen				1.035,40 €	
											Gerüstbau Zimmerer (HBB)				9.153,40 €	

Seite 27

Mehrkosten Bauwerkskosten

Schätzung

Schätzung

Kostenstand 31.05.05

Kostengruppen nach BTK				Konventionelle Sanierung				Ökologische Sanierung Pilotprojekt	Mehrkosten Ökologische Sanierung				Gesamtkosten der Sanierung	Mehrkosten Ökologische Sanierung
				Preis	Menge	Einh.	EP	Preis		Menge	Einh.	EP	Brutto	
394	Abbruch (Bauwerk, Wände, Dächer, Fenster, Türen)			6.000,00 €				10.000,00 €	4.000,00 €				14.292,43 €	4.847,02 €
													10.847,02 €	Pilot gesamt abzgl Schätzung konventionell abzgl.
										Abbruch Bauteile Bauwerk				
										Abbruch von Garagen			3.445,41 €	Abbruch Garagen
398	zusätzl. Maßnahmen (Trocknung, Baureinigung)								0,00 €				1.447,90 €	221,85 €
A.01	Baureinigung, Gebäudereinigung der Wohnungen, Gemeinschaftsräume, Boden, Fenster, Sanitär									Zwischenreinigung zum Tag des Denkmals			221,85 €	
	01/ eine Schlussreinigung									Baundreinigung			1.226,05 €	
412	Technische Anlagen Wasser (Leitungen, sanitäre Einrichtungen, WW)			15.250,00 €				17.050,00 €	1.800,00 €				24.158,21 €	8.908,21 €
	Komplett-Bauteil, Einbau sanitäre Rauminstallation, komplett für ein Bad/WC, incl. Vorarbeiten, Wasserleitungen, Einrichtungsgegenstände, Anschlüsse, Armaturen, etc.									Einrichtungen und Zubehör			10.653,85 €	Pilot gesamt abzgl Schätzung konventionell
A.01										Bewässerung, Zähler, Hebeanlage/Rückstaueneinrichtung			8.302,21 €	
	11/ Dusche, Waschbecken, WC, einfach WE1				1	Stk	1.950,00 €	1.950,00 €						
	21/ Dusche und Liegewanne extra, Waschbecken, WC, einfach WE2-5				4	Stk	2.950,00 €	11.800,00 €		Vorwandinstallation			1.947,20 €	
	41/ Kücheninstallation, einfach				5	Stk	660,00 €	3.300,00 €		Vor- und Nebearbeiten			3.254,95 €	
429	Technische Anlagen Wärmezeugungsanlagen, Komplettinstallation			26.950,00 €				34.650,00 €	7.700,00 €				59.140,75 €	32.190,75 €
	Komplett-Bauteil, Heizung, Installation komplett mit WW-Bereitung, incl. Vorarbeiten, Speicher, Verteilung Heizleitungen und -flächen, Wärmezeuger, Regelung, ohne Abgas (pro qm Wohn-Nutzfläche)									Heizflächen Plattenheizkörper, Wand- und Fußbodenheizung, Rohrleitungen und Zubehör			27.127,53 €	Pilot gesamt abzgl Schätzung konventionell
A.02										Wärmezeuger, Solarkomponenten, Zubehör und Nebenleistungen			32.013,22 €	
	01/ Gaszentralheizung, Solar und Wandheizung				385	NFL	90,00 €	34.650,00 €						



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

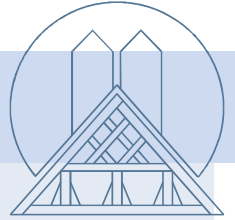
Kapazitäten und Baukosten je qm vermietbare Fläche

Wohnung	vermietete Fläche (qm)	Kapazitäten (Werte aus der Genehmigungsplanung Teil 2 Ausbau vom 27.06.03)			
Wohnung 1 EG	42,31		bebaute Fläche	169,42	qm
Wohnung 2 OG1 li	51,83		Bruttogeschossfläche	887,12	qm
Wohnung 3 OG1 re	78,09		Geschossflächenzahl	1,859	
Wohnung 4 OG2 li	54,74		umbauter Raum	2664,00	cbm
Wohnung 5 OG2 re	79,59		Hauptnutzfläche Wohnen	332,82	qm
Gewerbe	88,13		Nebennutzfläche Wohnen	209,83	qm
			Hauptnutzfläche Ausstellung	80,73	qm
Summe vermietbare Fläche	394,69		Nebennutzfläche Ausstellung	3,50	qm
			Funktionsfläche	18,10	qm
			Verkehrsfläche	91,14	qm
			Summe Nettogrundfläche	736,12	qm

Baukosten	Schätzung konventionell	Schätzung Pilotprojekt	konventionelle Baukosten	Gesamtkosten Pilotprojekt	Mehrkosten Pilot
Zwischensumme KG 200	4.510,00 €	4.510,00 €	4.838,60 €	4.838,60 €	0,00 €
Zwischensumme KG 300	604.710,76 €	724.480,46 €	611.145,73 €	749.433,13 €	138.287,40 €
Zwischensumme KG 400	62.193,84 €	73.533,84 €	96.469,03 €	143.480,94 €	47.011,91 €
Zwischensumme KG 500	19.471,80 €	33.221,80 €	76.534,52 €	106.733,73 €	30.199,21 €
Baunebenkosten KG 700	144.438,77 €	192.152,10 €	175.225,91 €	245.645,47 €	70.419,56 €
Gesamtkosten	835.325,17 €	1.027.898,20 €	964.213,79 €	1.250.131,87 €	285.918,08 €

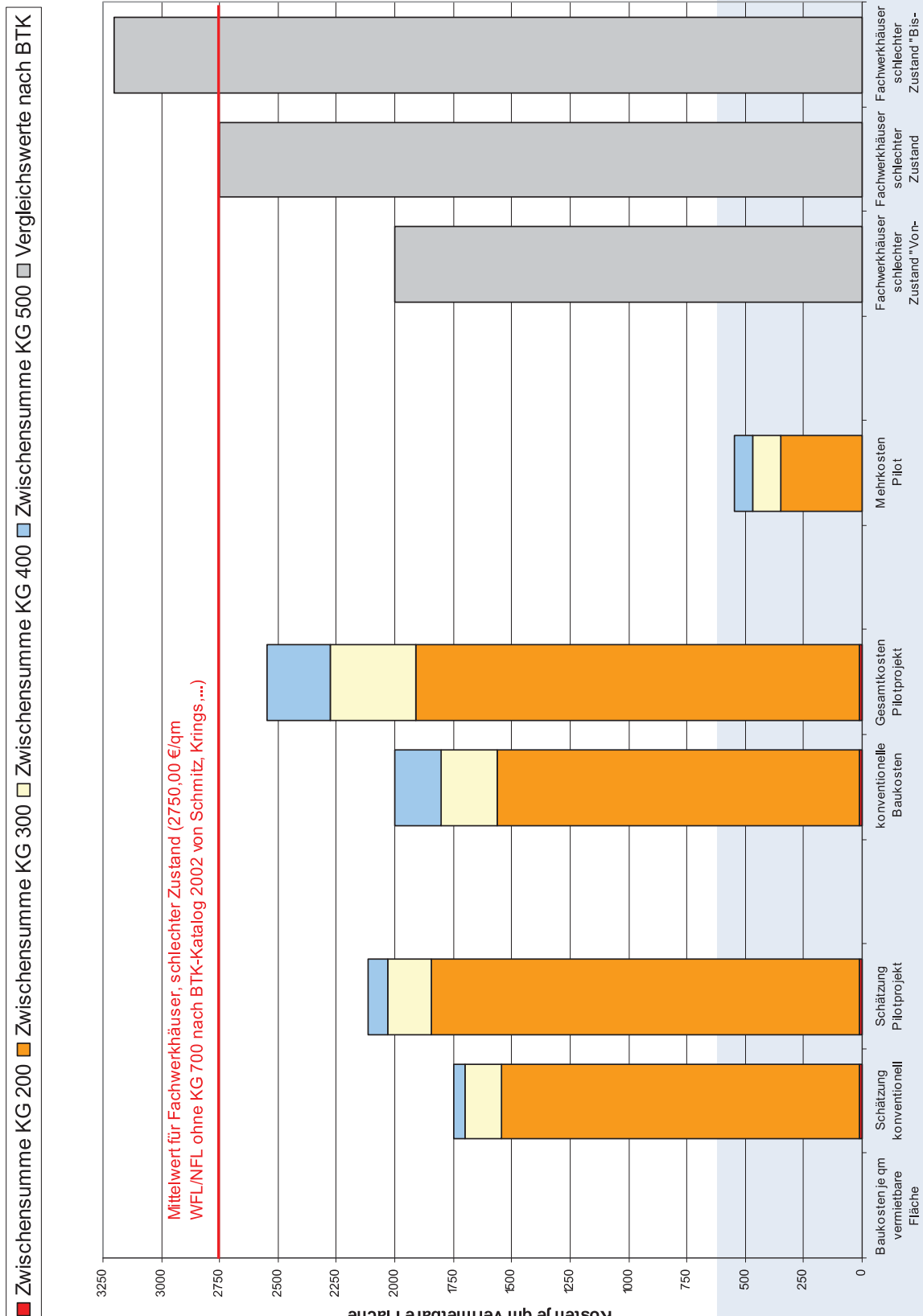
Baukosten je qm vermietbare Fläche	Schätzung konventionell	Schätzung Pilotprojekt	konventionelle Baukosten	Gesamtkosten Pilotprojekt	Mehrkosten Pilot
Zwischensumme KG 200	11,43 €	11,43 €	12,26 €	12,26 €	0,00 €
Zwischensumme KG 300	1.532,12 €	1.835,57 €	1.548,42 €	1.898,79 €	350,37 €
Zwischensumme KG 400	157,58 €	186,31 €	244,42 €	363,53 €	119,11 €
Zwischensumme KG 500	49,33 €	84,17 €	193,91 €	270,42 €	76,51 €
Kosten KG 200-500	1.750,45 €	2.117,47 €	1.999,01 €	2.545,00 €	545,99 €

Vergleichswerte nach Bauteilkostenkatalog Altbau („Schmitz, Krings,... Baukosten 2002 Instandsetzung/Sanierung/Modernisierung/Umnutzung“)		Fachwerkhäuser schlechter Zustand "Von-Wert"	Fachwerkhäuser schlechter Zustand "Mittelwert"	Fachwerkhäuser schlechter Zustand "Bis-Wert"
	ohne KG 700	2.000,00 €	2.750,00 €	3.200,00 €
Baunebenkosten KG 700	365,95 €	486,84 €	443,96 €	622,38 €
Gesamtkosten	2.116,41 €	2.604,32 €	4.442,96 €	5.917,38 €



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Vergleich der Baukosten je qm vermietbare Fläche





„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Schallschutzmaßnahmen ⁽⁴⁾

Zu Beginn der Beratungstätigkeit durch das Ingenieurbüro für Schallschutz und Bauphysik Manfred Goritzka in Leipzig war festzustellen, dass bedingt durch die Schalllängsleitung über die geplanten leichten Innen- und Außenwände der gesetzliche Schallschutz nach DIN 4109 mit den Rechenverfahren der Norm nicht nachgewiesen werden konnte.

Eine weitere Problematik bestand in der Erhöhung der Tritt- und Luftschalldämmung der Holzbalkendecken, welche vorrangig durch Masseerhöhung und Unterdecken realisierbar ist, was hier aber nur teilweise möglich war. Im Verlauf der Beratung wurde deswegen besonderes Augenmerk auf schalllängsleitungsverringende Anschlussdetails und Einbindung von optionalen Maßnahmen (Entscheidung nach Durchführung von bauakustischen Messungen am Rohbau) sowie auf optimal zugeschnittene Verbesserungsmaßnahmen an den verschiedenen Holzbalkendecken gelegt.

Im Ergebnis zeigen Deckenfüllungen, Fußbodenaufbauten und Unterdeckenausbildung differenzierter Bauart, welche Lösungen schalltechnischen und brandschutztechnischen Forderungen gerecht werden und dennoch vertretbare Kosten und Aufwendungen erzielen. Hierbei kamen sowohl Deckensysteme „schwerer“ als auch „leichter“ Bauart zur Ausführung. Die leichten Deckenaufbauten erhielten zusätzlich eine Unterdecke, die an einer Federabhängung befestigt wurde. Zur Reduzierung der Flankenübertragungswege erfolgte der gezielte Einsatz der Wandvorsatzschale Knauf W624 an flankierenden Innenwänden. Durch diese zusätzliche Sandwichplatte wurde die Schall-Längsdämmung weiter erhöht.

Abschließend sind bauakustische Messungen am fertig gestellten Bau durchgeführt worden, deren Ergebnisse als Erfolg zu bezeichnen sind. Die Messergebnisse der Luftschallmessungen weisen aus, dass die Anforderungen an den erhöhten Schallschutz nach DIN 4109, Beiblatt 2 durchgängig erfüllt sind. In Abhängigkeit des gewählten Decken- bzw. Fußbodenaufbaus wurden generell Trittschalldämmungen $L'_{n,w} \leq 46$ dB ermittelt. Somit werden auch hier die Anforderungen an den erhöhten Schallschutz nach DIN 4109, Beiblatt 2 erreicht. Die Anforderungen an den gesetzlichen Trittschallschutz der Treppenläufe und Podeste werden um $\Delta L \geq 9$ dB unterschritten.

Die gemessenen Norm-Trittschallpegel sind darauf zurückzuführen, dass die Podeste in Auflagetaschen auf SpeBa-Elastomerauflagern liegen und allseitig durch Miwo abgetrennt sind, die Stahlbetontreppenläufe von den Wänden abgekoppelt betoniert sind und die Anbindung an die umgebenen Bauteile elastisch erfolgte.

Sämtliche Sanitärbauteile wurden körperschallentkoppelt befestigt. Der Einbau der Sanitärleitungen erfolgte schallummantelt bzw. mit Manschetten, wobei schallgedämmte Bauteile einzusetzen waren. Die von der Wasserinstallation herrührenden Geräuschpegel L_{IN} werden in den angrenzenden schutzbedürftigen Wohnräumen mit Sicherheit erfüllt.

(4) Aus dem Zwischenbericht über die Schallschutzmaßnahmen am Objekt Lange Gasse 7 in Quedlinburg, Ingenieurbüro für Schallschutz und Bauphysik Manfred Goritzka Leipzig, Dipl.-Ing.



Abb. 59 bis 61: Einsatz von Lautsprecher und Normhammerwerk bei der abschließenden Messung



Abb. 54: TSD-Streifen 1 cm über Deckenbalken überlappend



Abb. 55: Federabhängiger für Unterdecke



Abb. 56: Schallummantelte Sanitärleitungen



Abb. 57: Calsitherm-Streifen am Anschluss einer neuen Innenwand



Abb. 58: Anplastern der Sandwichplatte KNAUF W624 an Fachwerkwand



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Tab. 1 Erforderlicher Schallschutz in Mehrfamilienhäusern nach DIN 4109-10 Entwurf 06/2000 für Wohnungstrenndecken, Wohnungstrennwände, Treppen und Sanitärgeräusche: ⁽⁵⁾

Schallschutzstufe	Anforderung Luftschalldämmung	Anforderung Trittschalldämmung	Anforderung Sanitärgeräusche
SST 1 (= gesetzlicher Schallschutz)	Wände: $R'_w = 53$ dB Decken: $R'_w = 54$ dB	Decken: $L'_{n,w} = 53$ dB Treppen: $L'_{n,w} = 58$ dB	$L_{In} = 30$ dB(A) (Pegelspitzen unberücksichtigt)
SST 2	Wände: $R'_w = 56$ dB Decken: $R'_w = 57$ dB	Decken: $L'_{n,w} = 46$ dB Treppen: $L'_{n,w} = 53$ dB	$L_{In} = 27$ dB(A) (Pegelspitzen max. 32 dB(A))
SST 3	Wände: $R'_w = 59$ dB Decken: $R'_w = 60$ dB	Decken: $L'_{n,w} = 39$ dB Treppen: $L'_{n,w} = 46$ dB	$L_{In} = 24$ dB(A) (Pegelspitzen max. 29 dB(A))

Ausstellung EG („Verkaufsstätte“): Decken und Wände $R'_w = 57$ dB
Fußboden EG: $L'_{n,w} = 43$ dB

Tab. 2 Übersicht über alle Messergebnisse der Abnahmemessungen Teil 1⁽⁶⁾

Trittschalldämmung

Bauteilart	Senderraum / Empfangsraum	Aufbau	flankierende Fachwerk-Innenwände	$L'_{n,w}$ [dB]	SST
Holzbalkendecke 1.OG/EG	2.06 / 1.04	ohne Unterdecke	schwer, ohne Vorsatzschale	42	2
Holzbalkendecke 2.OG/1.OG	3.10 / 2.10	Fußboden A, Unterdecke	Vorsatzschalen teilweise	45	2
Holzbalkendecke 2.OG/1.OG	3.12 / 2.12	Fußboden B, Unterdecke	Vorsatzschalen komplett	42	2
Holzbalkendecke 2.OG/1.OG	3.09 / 2.09	Fußboden B, Unterdecke	Vorsatzschalen teilweise	45	2
Holzbalkendecke 2.OG/1.OG	3.05 / 2.05	Fußboden C, Unterdecke	keine (Trockenbau)	46	2
Holzbalkendecke 2.OG/1.OG	3.06 / 2.06	Fußboden A, Unterdecke	schwer, ohne Vorsatzschale	45	2
Holzbalkendecke Galerie ZG	1.08 / 2.07 ^{*)}	Klebeteknik		41 ^{*)}	2
Fußboden EG	1.10 / 1.06 ^{**)}	schwimmender Gussasphalt		27 ^{**)}	3
Fußboden EG	1.10 / 2.10 ^{*)}	schwimmender Gussasphalt		27 ^{*)}	3
Treppenpodest 1.OG	vor 2.04 / 2.04	elastisch gelagert		49	2
Treppenpodest 1.OG	vor 2.13 / 2.13	elastisch gelagert		48	2

^{*)} Die Messung erfolgte vertikal von unten nach oben

^{**)} Die Messung erfolgte in horizontaler Richtung

Messergebnisse Sanitärgeräusche

Messung im Raum 2.06: $L_{In} = 27$ dB(A), d.h. SST 2 mit Sicherheit erfüllt.

Tab. 3 Übersicht über alle Messergebnisse der Abnahmemessungen Teil 2⁽⁷⁾

Luftschalldämmung

Bauteilart	Senderraum / Empfangsraum	Aufbau	flankierende Fachwerk-Innenwände	R'_w [dB]	SST
Holzbalkendecke 1.OG/EG	2.06 / 1.04	ohne Unterdecke	schwer, ohne Vorsatzschale	66	3
Holzbalkendecke 2.OG/1.OG	3.10 / 2.10	Fußboden A, Unterdecke	Vorsatzschalen teilweise	67	3
Holzbalkendecke 2.OG/1.OG	3.12 / 2.12	Fußboden B, Unterdecke	Vorsatzschalen komplett	73	3
Wohnungstrennwand 1.OG	2.08 / 2.07	Doppelständerwand 205 mm		64	3



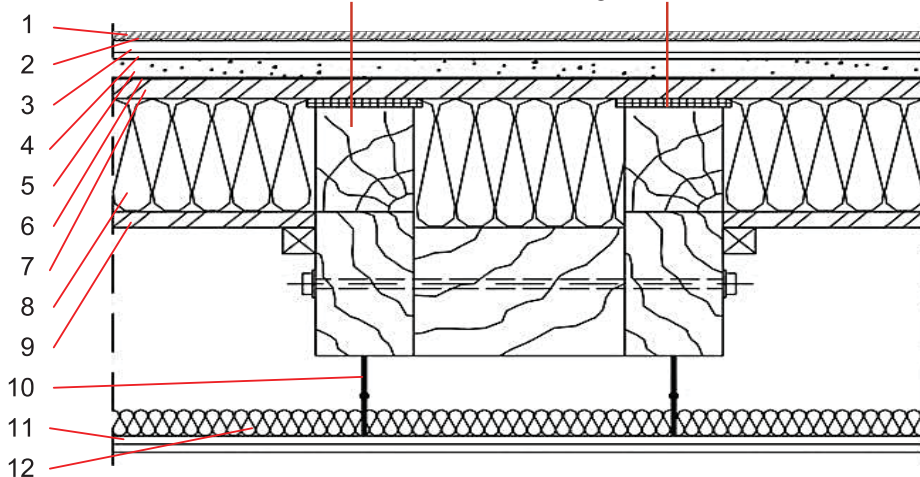
„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Übersicht über die unterschiedlichen Deckenaufbauten

Deckenaufbau (A) über dem 1. Obergeschoss ⁽⁸⁾

Ausgleichshölzer

Trittschalldämmstreifen 13/10 mm
beidseitig 1 cm überstehend

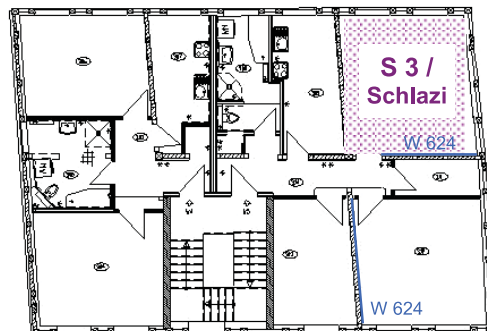
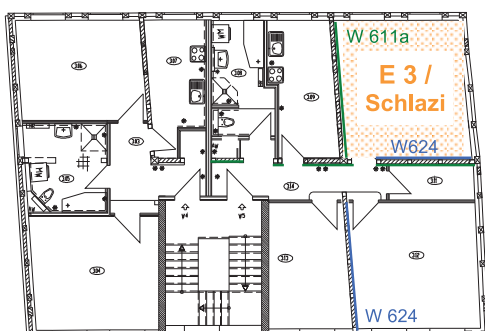


(8) Zeichnung aus dem Vortrag über die Schallschutzmaßnahmen am Objekt Lange Gasse 7 in Quedlinburg, Ingenieurbüro für Schallschutz und Bauphysik Manfred Goritzka Leipzig, Dipl.-Ing. D. Sprinz

Legende

- 1 4 mm Korkparkett Ipocork v. R+C
- 2 24 mm V100 Spanplatte
- 3 10 mm Trittschalldämmplatte 12/10 (dyn. ≤ Steifigkeit 70)
- 4 10 mm Trittschalldämmplatte 12/10 (dyn. ≤ Steifigkeit 70)
- 5 10 mm Ausgleichsschüttung
- 6 1 mm Proklima-Rieselschutz
- 7 28 mm Rauspund N+F
- 8 160 mm Mineralwolle im Fehlboden
- 9 24 mm Rauspund als Fehlboden
- 10 30 mm Federschiene mit Federabhängung zum Höhenausgleich
- 11 2 x 12,5 mm Gipskartonunterdecke
- 12 40 mm Mineralwolle, spez. Strömungswiderstand $\geq 5 \text{ kN s/m}^4$

Lage der gemessenen Bauteile Messpunkt S3/E3



Ergebnis der bauakustischen Messung am Messpunkt S3/E3 - Decke (A) über dem 1. OG:

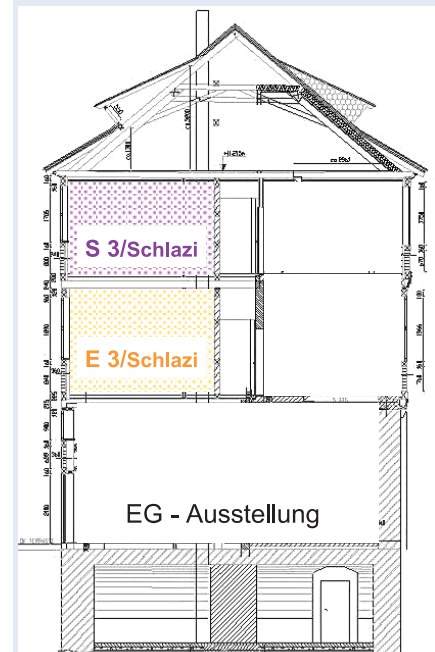
Luftschalldämmung:

R'_w 67 dB (SST 3)

Trittschalldämmung:

L'_{n,w} 45 dB (SST 2)

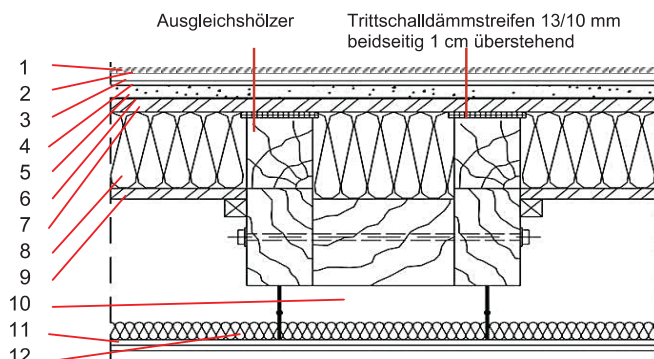
flankierende Innenwände teilweise mit Vorsatzschale



Querschnitt A-A



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529



(8) Zeichnung aus dem Vortrag über die Schallschutzmaßnahmen am Objekt Lange Gasse 7 in Quedlinburg, Ingenieurbüro für Schallschutz und Bauphysik Manfred Goritzka Leipzig, Dipl.-Ing. D. Sprinz

Tab. 4: Kosten pro qm Deckenaufbau (A) über dem 1. Obergeschoss

Pos	Bezeichnung	Menge	Einheit	EP (Netto)
1	4 mm Korkparkett Ipocork v. R+C, 600x 300mm liefern, verkleben, schleifen, 3x versiegeln	1	qm	37,38 €
	Spachtelung unter Kork	1	qm	4,20 €
2	24 mm V100 Spanplatte N+F, liefern, schwingend verlegen, incl. Randdämmstreifen, Oberfläche grundieren	1	qm	10,90 €
3	10 mm Trittschalldämmplatte 12/10 (dyn. ≤ Steifigkeit 70) verlegen	1	qm	4,80 €
4	10 mm Trittschalldämmplatte 12/10 (dyn. ≤ Steifigkeit 70) verlegen	1	qm	4,80 €
5	10 mm Ausgleichsschüttung liefern und verlegen	1	qm	6,00 €
6	1 mm Proklima-Rieselschutz liefern und verlegen	1	qm	0,80 €
7	28 mm Rauspund N+F, Nadelholz, liefern und verlegen	1	qm	21,50 €
8	160 mm Mineralwolle auf Luftdichtungsfolie im Fehlboden, TSD 13/10, beidseitig 1 cm überstehend	1	qm	23,85 €
9	24 mm Rauspund als Fehlboden, Nadelholz, liefern und verlegen	1	qm	18,36 €
10	30 mm Federschiene mit Federabhängung zum Höhenausgleich	1	qm	58,05
11	2 x 12,5 mm Gipskartonplatten liefern und an Federschienens befestigen			
12	40 mm Mineralwolle, spez. Strömungswiderstand ≥ 5 kN s/m ⁴	1	qm	8,75 €
Gesamtsumme netto pro qm				199,39 €



Abb. 62: Verlegen des Korkbodens



Abb. 63: Trockenestrich auf Ausgleichsschüttung und Rieselschutz



Abb. 64: 160 mm Mineralwolle-Einlage auf Fehlboden, TSD-Streifen auf DB, Rauspund



Abb. 65: Federschiene mit Federabhängung



Abb. 66: Gipskartonunterdecke, 2 x 12,5 mm

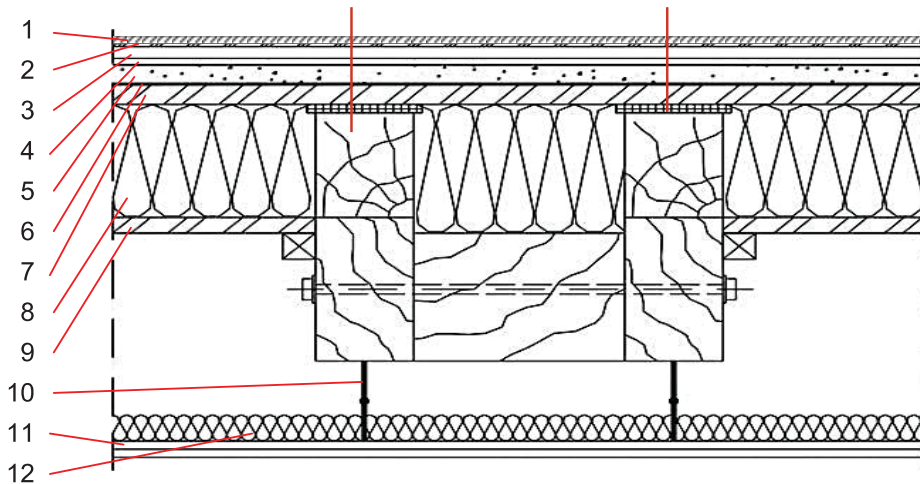


„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Deckenaufbau (B) über dem 1. Obergeschoss ⁽⁹⁾

Ausgleichshölzer

Trittschalldämmstreifen 13/10 mm
beidseitig 1 cm überstehend



(9) Zeichnung aus dem Vortrag über die Schallschutzmaßnahmen am Objekt Lange Gasse 7 in Quedlinburg, Ingenieurbüro für Schallschutz und Bauphysik Manfred Goritzka Leipzig, Dipl.-Ing. D. Sprinz

Ergebnis der bauakustischen Messung am Messpunkt S2/E2 - Decke (B) über dem 1. OG:

Luftschalldämmung:

R'_w 73 dB (SST 3)

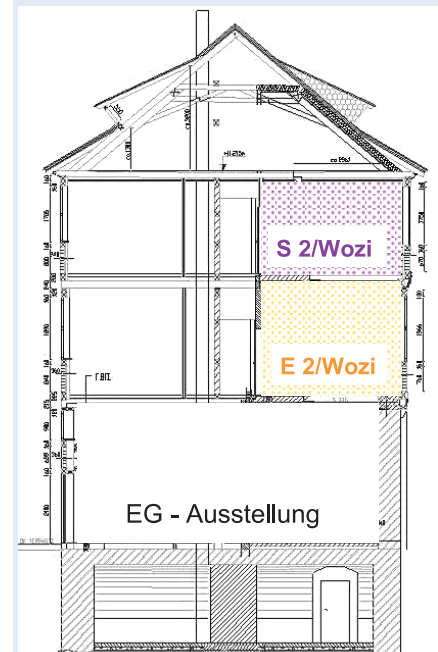
Trittschalldämmung:

L'_{n,w} 42 dB (SST 2)

flankierende Innenwände
komplett mit Vorsatzschale

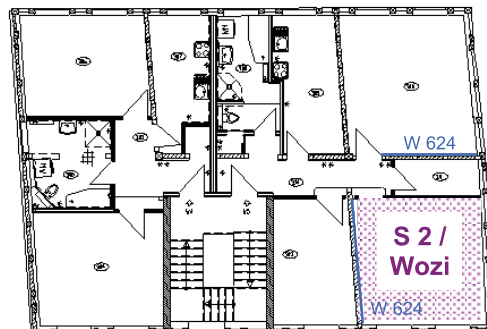
Legende

- 1 8 mm Mosaikparkett engl. Verband Eiche natur
- 2 24 mm V100 Spanplatte
- 3 10 mm Trittschalldämmplatte 12/10 (dyn. ≤ Steifigkeit 70)
- 4 10 mm Holzweichfaserplatte
- 5 10 mm Ausgleichsschüttung
- 6 1 mm Proklima-Rieselschutz
- 7 28 mm Rauspund N+F
- 8 160 mm Mineralwolle im Fehlboden
- 9 24 mm Rauhspund als Fehlboden
- 10 30 mm Federschiene mit Federabhängung zum Höhenausgleich
- 11 2 x 12,5 mm Gipskartonunterdecke
- 12 40 mm Mineralwolle, spez. Strömungswiderstand $\geq 5 \text{ kN s/m}^4$



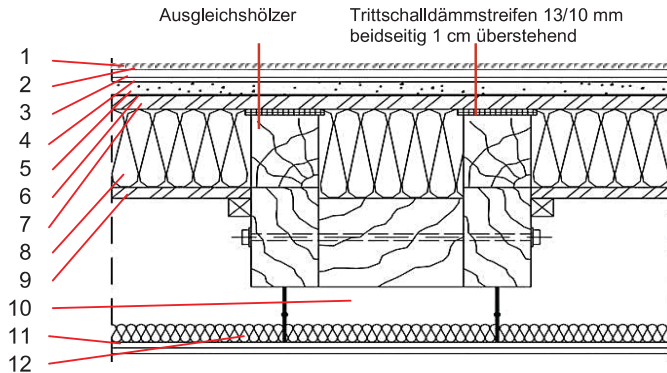
Querschnitt A-A

Lage der gemessenen Bauteile Messpunkt S2/E2





„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529



(9) Zeichnung aus dem Vortrag über die Schallschutzmaßnahmen am Objekt Lange Gasse 7 in Quedlinburg, Ingenieurbüro für Schallschutz und Bauphysik Manfred Goritzka Leipzig, Dipl.-Ing. D. Sprinz

Tab. 5: Kosten pro qm Deckenaufbau (B) über dem 1. Obergeschoss

Pos	Bezeichnung	Menge	Einheit	EP (Netto)
1	8 mm Mosaikparkett nach DIN 280/2 engl. Verband Eiche natur, liefern, verkleben, schleifen, 3x versiegeln	1	qm	42,00 €
	Fließspachtelung unter Mosaikparkett	1	qm	4,20 €
2	24 mm V100 Spanplatte N+F, liefern, schwingend verlegen, incl. Randdämmstreifen, Oberfläche grundieren	1	qm	10,90 €
3	10 mm Trittschalldämmplatte 12/10 (dyn. ≤ Steifigkeit 70) verlegen	1	qm	4,80 €
4	10 mm Holzweichfaserplatte liefern und verlegen	1	qm	4,80 €
5	10 mm Ausgleichsschüttung liefern und verlegen	1	qm	6,00 €
6	1 mm Proklima-Rieselschutz liefern und verlegen	1	qm	0,80 €
7	28 mm Rauspund N+F, Nadelholz, liefern und verlegen	1	qm	21,50 €
8	160 mm Mineralwolle auf Luftdichtungsfolie im Fehlboden, TSD 13/10, beidseitig 1 cm überstehend	1	qm	23,85 €
9	24 mm Rauspund als Fehlboden, Nadelholz, liefern und verlegen	1	qm	18,36 €
10	30 mm Federschiene mit Federabhängung zum Höhenausgleich	1	qm	58,05
11	2 x 12,5 mm Gipskartonplatten liefern und an Federschienен befestigen			
12	40 mm Mineralwolle, spez. Strömungswiderstand ≥ 5 kN s/m ⁴	1	qm	8,75 €
	Gesamtsumme netto pro qm			204,01 €



Abb. 67: Verlegen des Parkettbodens



Abb. 68: Spanplatte auf Trockenestrich und Ausgleichsschüttung



Abb. 69: 160 mm Mineralwolle-Einlage auf Fehlboden, TSD-Streifen auf DB, Rauspund



Abb. 70: Federschiene mit Federabhängung und 40 mm Mineralwolleinlage



Abb. 71: Gipskartonunterdecke, 2 x 12,5 mm

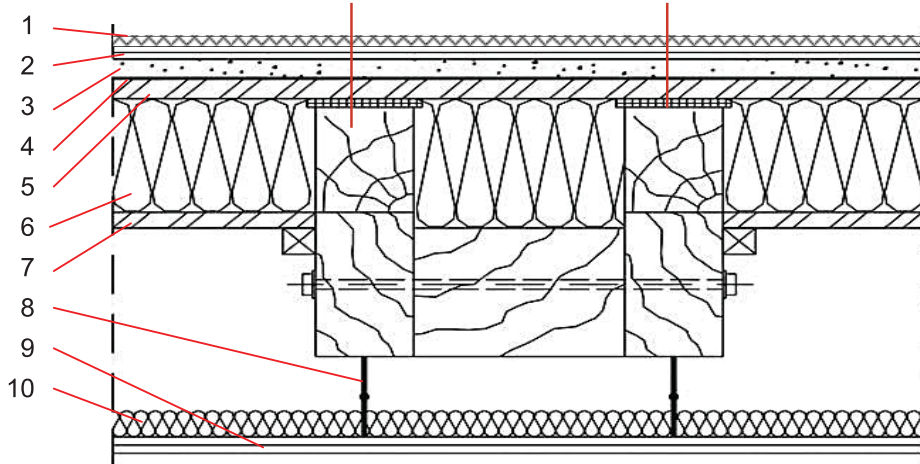


„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Deckenaufbau (C) über dem 1. Obergeschoss ⁽¹⁰⁾

Ausgleichshölzer

Trittschalldämmstreifen 13/10 mm
beidseitig 1 cm überstehend



(10) Zeichnung aus dem Vortrag über die Schallschutzmaßnahmen am Objekt Lange Gasse 7 in Quedlinburg, Ingenieurbüro für Schallschutz und Bauphysik Manfred Goritzka Leipzig, Dipl.-Ing. D. Sprinz

Ergebnis der bauakustischen Messung am Messpunkt S6/E6 - Decke (C) über dem 1. OG:

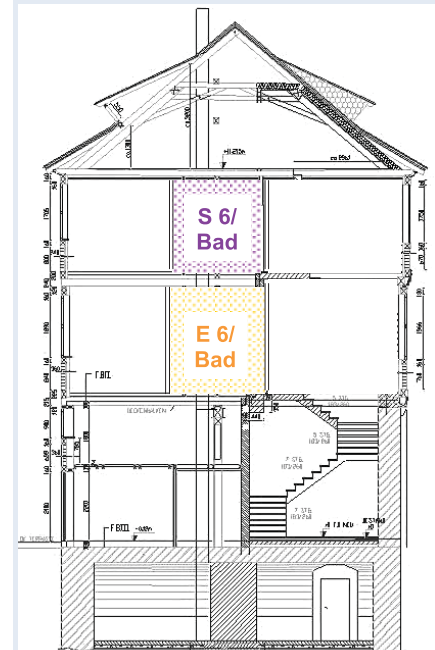
Trittschalldämmung:

L'n,w46 dB (SST 2)

keine flankierenden Innenwände (Trockenbau)

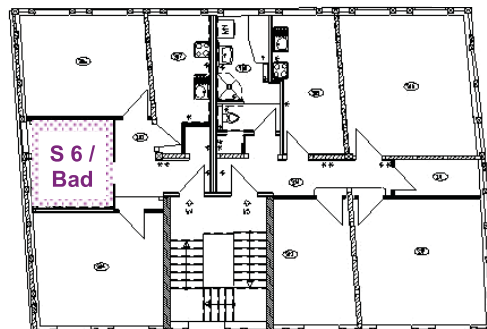
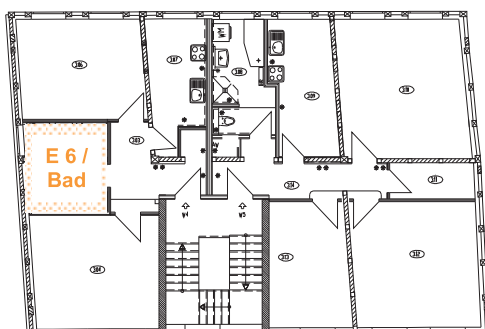
Legende

- 1 Bodenfliesen
- 2 28 mm Knauf-Brio-Estrich (18mm Gipsfaserplatte mit 10mm Holzweichfaserplatte verklebt)
- 3 10 mm Ausgleichsschüttung
- 4 1 mm Proklima-Rieselschutz
- 5 28 mm Rauspund N+F
- 6 160 mm Mineralwolle im Fehlboden
- 7 24 mm Rauspund als Fehlboden
- 8 30 mm Federschiene mit Federabhängung zum Höhenausgleich
- 9 2 x 12,5 mm Gipskartonunterdecke
- 10 40 mm Mineralwolle, spez. Strömungswiderstand $\geq 5 \text{ kN s/m}^4$



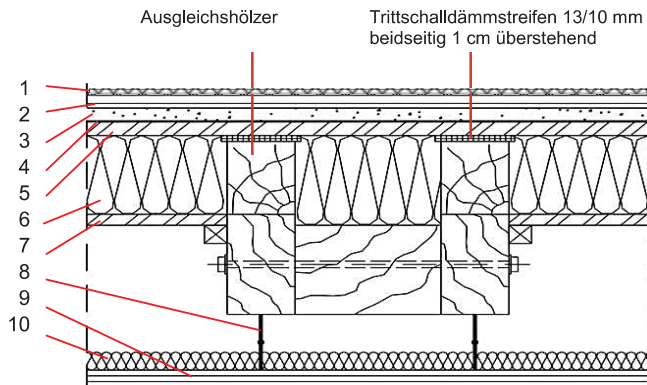
Querschnitt A-A

Lage der gemessenen Bauteile Messpunkt S6/E6





„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529



(10) Zeichnung aus dem Vortrag über die Schallschutzmaßnahmen am Objekt Lange Gasse 7 in Quedlinburg, Ingenieurbüro für Schallschutz und Bauphysik Manfred Goritzka Leipzig, Dipl.-Ing. D. Sprinz

Tab. 6: Kosten pro qm Deckenaufbau (C) über dem 1. Obergeschoss

Pos	Bezeichnung	Menge	Einheit	EP (Netto)
1	Bodenfliesen liefern und verkleben, Zuschlag für Diagonalverlegung	1	qm	32,00 €
	Grundierung	1	qm	4,00 €
		1	qm	1,20 €
2	28 mm Knauf-Brio-Estrich-Platten, liefern und verlegen	1	qm	25,50 €
3	10 mm Ausgleichsschüttung liefern und verlegen	1	qm	6,00 €
4	1 mm Proklima-Rieselschutz liefern und verlegen	1	qm	0,80 €
5	28 mm Rauspund N+F, Nadelholz, lie- fern und verlegen	1	qm	21,50 €
6	160 mm Mineralwolle auf Luftdich- tungsfolie im Fehlboden, TSD 13/10, beidseitig 1 cm überstehend	1	qm	23,85 €
7	24 mm Rauspund als Fehlboden, Na- delholz, liefern und verlegen	1	qm	18,36 €
8	30 mm Federschiene mit Federabhän- gung zum Höhenausgleich	1	qm	58,05
9	2 x 12,5 mm Gipskartonplatten liefern und an Federschiene befestigen			
10	40 mm Mineralwolle, spez. Strömungs-	1	qm	8,75 €
	Gesamtsumme netto pro qm			200,01 €



Abb. 72: Verlegen der Bodenfliesen, diagonal



Abb. 73: elektr. Heizmatten auf grundierten Knauf-Brio-Estrich-



Abb. 74: 160 mm Mineralwolle-Einlage auf Fehlboden, TSD-Streifen auf DB, Rauspund



Abb. 75: Federschiene mit Federabhängung und 40 mm Mineralwolleinlage



Abb. 76: Gipskartonunterdecke, 2 x 12,5 mm

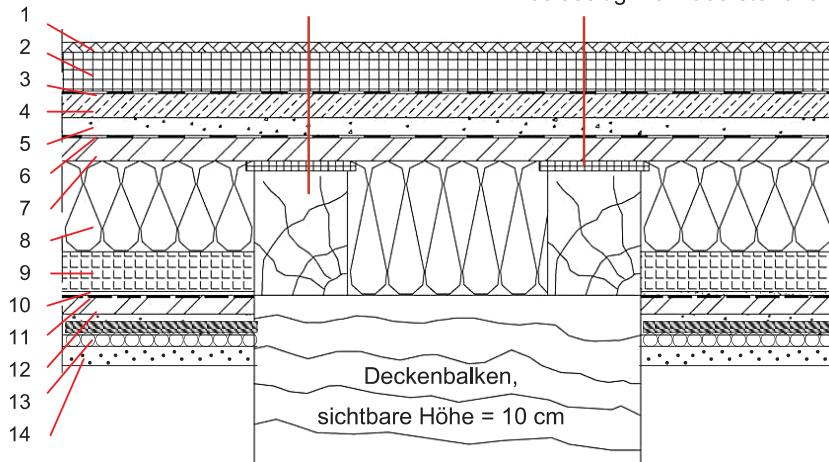


„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Deckenaufbau (E) über dem Erdgeschoss ⁽¹¹⁾

Ausgleichshölzer

Trittschalldämmstreifen 13/10 mm
beidseitig 1 cm überstehend



(11) Zeichnung aus dem Vortrag über die Schallschutzmaßnahmen am Objekt Lange Gasse 7 in Quedlinburg, Ingenieurbüro für Schallschutz und Bauphysik Manfred Goritzka Leipzig, Dipl.-Ing. D. Sprinz

Ergebnis der bauakustischen Messung am Messpunkt S1/E1 - Decke (E) über dem Erdgeschoss:

Luftschalldämmung:

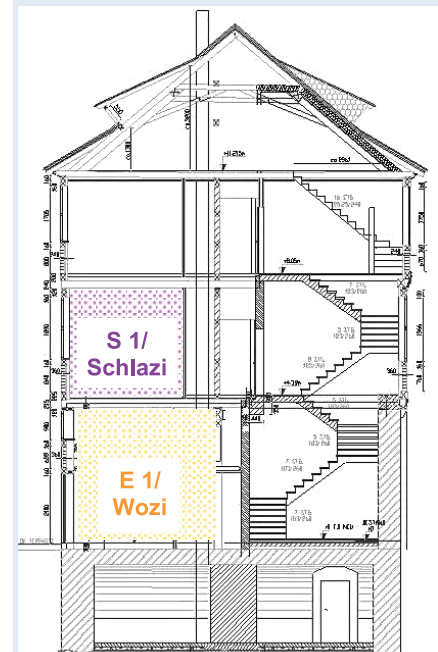
R'_w 66 dB (SST 3)

Trittschalldämmung:

L'_{n,w} 42 dB (SST 2)

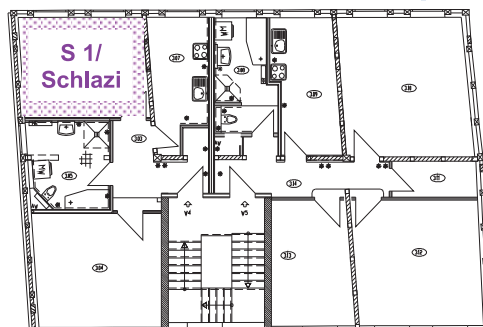
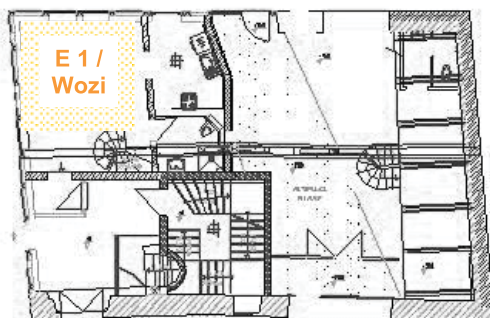
Legende

- 1 4 mm Korkparkett Ipocork v. R+C
- 2 50 mm Hartgussasphalt-Trockenestrich
- 3 1 mm Rohfilzpappe 250 g als Trennschicht
- 4 35/33 mm Fesco ETS - Trittschalldämmplatte
- 5 23 mm Superlite Staubex - Ausgleichsschüttung
- 6 1 mm Proklima-Rieselschutz
- 7 28 mm Rauspund N+F
- 8 Mineralwolle-Auffüllung bis OK DB
- 9 51 mm Lehmsteine
- 10 5 mm Quarzsandschüttung
- 11 1 mm Proklima Rieselschutz
- 12 24 mm Rauhspund als Fehlboden
- 13 5 mm Schilfrohrträgermatte auf 16 mm Brettschalung
- 14 25 mm Lehmputz, 2-lagig



Querschnitt A-A

Lage der gemessenen Bauteile Messpunkt S1/E1

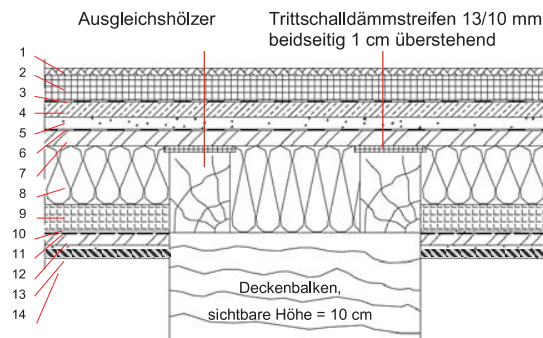




„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

(11) Zeichnung aus dem Vortrag über die Schallschutzmaßnahmen am Objekt Lange Gasse 7 in Quedlinburg, Ingenieurbüro für Schallschutz und Bauphysik Manfred Goritzka Leipzig, Dipl.-Ing. D. Sprinz

Tab. 7: Kosten pro qm Deckenaufbau € über dem Erdgeschoss



Pos	Bezeichnung	Menge	Einheit	EP (Netto)
1	4 mm Korkparkett Ipocork v. R+C, 600x 300mm liefern, verkleben, schleifen, 3x versiegeln	1	qm	37,38 €
	Spachtelung unter Kork	1	qm	4,20 €
2	50 mm Hartgussasphalt-Trockenestrich, liefern, verlegen, Oberfläche mit weißem Quarzsand abreiben	1	qm	31,90 €
3	1 mm Rohfilzpappe 250 g als Trennschicht liefern und verlegen	1	qm	0,80 €
4	35/33 mm Fesco ETS - Trittschalldämmplatte liefern und verlegen	1	qm	7,80 €
5	23 mm Superlite Staubex - Ausgleichsschüttung liefern und verlegen	1	qm	2,30 €
6	1 mm Proklima-Rieselschutz liefern und verlegen	1	qm	0,80 €
7	28 mm Rauspund N+F, Nadelholz, liefern und verlegen	1	qm	21,50 €
8	Mineralwolle-Auffüllung bis OK DB TSD 13/10, beidseitig 1 cm überstehend	1	qm	44,05 €
9	51 mm Lehmsteine (Grünlinge) liefern und lose verlegen	1	qm	
10	5 mm Quarzsandschüttung liefern und gleichmäßig einbringen	1	qm	
11	1 mm Proklima Rieselschutz liefern, verlegen und verkleben	1	qm	
12	24 mm Rauspund als Fehlboden, Nadelholz, liefern und verlegen	1	qm	18,36 €
13	5 mm Schilfrohrträgermatte auf Brett-schalung in Deckenfeldern verlegen	1	qm	5,80 €
		1	qm	17,40 €
14	15 mm Lehmputz, 1-lagig, stroharmiert	1	qm	13,60 €
	Zulage 10 mm Lehmoberputz, 2. Lage	1	qm	11,30 €
	Gesamtsumme netto pro qm			217,09 €

Für den Anschluss der Unterdecke an die Deckenbalken und die Aufarbeitung



Abb. 77: Verlegen der Korkplatten



Abb. 78: Gussasphalt-Trockenestrich im Flur 1. OG



Abb. 79: Rieselschutz, Quarzsandschüttung, Lehmsteine, Mineralwolle-Auffüllung, TSD-Streifen auf DB, Rauspund

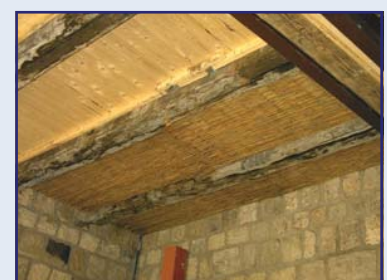
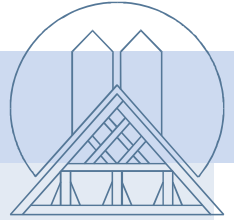


Abb. 80: Schilfrohrträgermatte



Abb. 81: Lehmunterputz, 2-lagig



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Tab. 8: Vergleich der ausgewählten Deckenaufbauten

Bauteil	Messpunkt	konstruktiver Aufbau	Kosten netto pro qm Deckenaufbau	Luftschalldämmung (R'w) in dB	SST	Trittschalldämmung (L'n,w) in dB	SST	flankierende Innenwände	Mehrkosten netto pro qm Vorsatzschale
HB-Decke 2.OG/1.OG	S3/E3 , R 3.10/R 2.10, Schlafzimmer	Deckenaufbau A mit Unterdecke an Federschienen	199,39 €	67	3	45	2	Vorsatzschale teilweise, mit Knauf W624 im 1. und 2. OG, mit W611a nur im 1. OG schwer, Ausfachung Kalksandstein Rohdichte 1,8 kg/cbm ohne Vorsatzschale	12,60 €
HB-Decke 2.OG/1.OG	S7/E7 , R 3.06/R 2.06, Schlafzimmer	Deckenaufbau A mit Unterdecke an Federschienen	199,39 €			45	2		
HB-Decke 2.OG/1.OG	S5/E5 , R 3.09/R 2.09, Küche	Deckenaufbau B mit Unterdecke an Federschienen	204,01 €			45	2	Vorsatzschale teilweise, mit W611a nur im 1. OG an Außenseiten zu Flur und Schlafzimmer	12,60 €
HB-Decke 2.OG/1.OG	S2/E2 , R 3.12/R 2.12, Wohnzimmer	Deckenaufbau B mit Unterdecke an Federschienen	204,01 €	73	3	42	2	Vorsatzschale komplett, mit Knauf W624 im 1. und 2. OG	23,00 €
HB-Decke 2.OG/1.OG	S6/E6 , R 3.05/R 2.05, Bad	Deckenaufbau C mit Unterdecke an Federschienen	200,01 €			46	2	keine (Trockenbau)	
HB-Decke 1.OG/EG	S1/E1 , R 2.06/R 1.04, Wohnzimmer	Deckenaufbau E ohne Unterdecke	217,09 €	66	3	42	2	schwer, Ausfachung Kalksandstein Rohdichte 1,8 kg/cbm ohne Vorsatzschale	

„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Vergleich der Trittschalldämmwerte unterschiedlicher Deckenaufbauten

[illegible]



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Übersicht über die unterschiedlichen Wandaufbauten

Im Folgenden sind die vier am Objekt eingesetzten Wandaufbauten von der Verarbeitung über den Detailaufbau bis hin zu den bauphysikalischen und bauklimatischen Kennwerten dargestellt. Die Kostenangaben zu den einzelnen Positionen beinhalten sowohl die Materialkosten als auch die anfallenden Personalkosten. Hierbei ist zu beachten, dass sich diese Kosten nur auf den qm reinen Wandaufbau beziehen. Zusätzlich anfallende Kosten, z.B. für Fensterleibungen oder andere Materialstärken sind gesondert aufgeführt.

Für alle Innendämmsysteme gibt es eine Gegenüberstellung des Schichtenaufbaus mit den damit verbundenen Kosten und den bauklimatischen Messergebnissen. Zu den Messergebnissen erfolgen im Abschnitt **„Ermittlung des U-Effektiv-Wertes und Vergleich der Wandaufbauten“** nähere Erläuterungen.

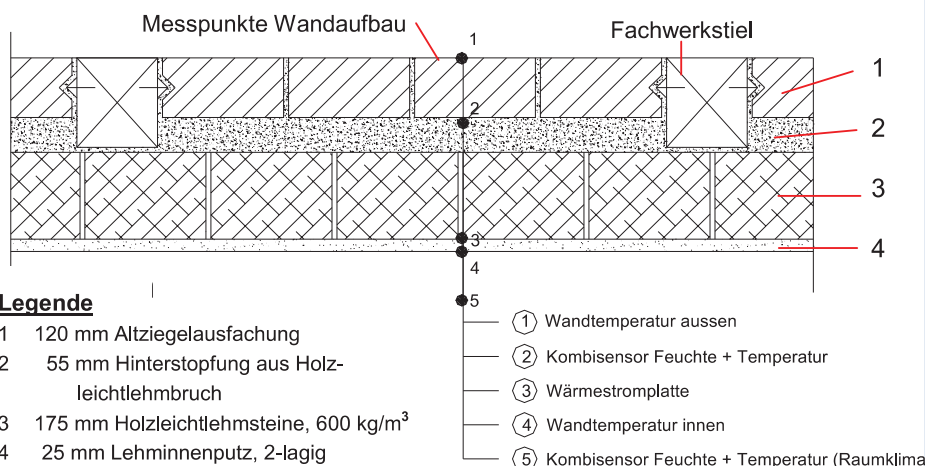
Zusammenfassend zu den Darstellungen über Baukosten, Wandaufbauten sowie zu den bauphysikalischen Werten wird am Ende dieses Kapitels eine optisch wirksame Übersicht mit den Vor- und Nachteilen der einzelnen Dämmsysteme dargestellt. Hieraus sind die wichtigsten Kennwerte entnehmbar und gegenüberstellbar, so dass man als Planer bzw. Bauherr entsprechend seiner Prioritäten eine Hilfestellung bezüglich der Auswahl eines dieser Bausysteme erhält.



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“

Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Wandaufbau W 4a in Wohnung 2 im 1. Obergeschoss



Tab. 9: Kosten des Wandaufbaus

Pos	Bezeichnung	Menge	Einheit	EP (Netto)
	Lastverteilungshölzer 12/12 anlegen und überdecken von Fenster- und Türöffnungen sowie Unterkonstruktion für Vormauerung, incl. Nebenarbeiten	1	qm	2,45 €
2	Zulage Verfüllen der Gefachbereiche im Fortschritt des Aufmauerns mit Holzleichtlehm i.M. 60 mm	1	qm	14,10 €
3	Innenschale aus Leichtlehm-mauerwerk , 3 DF, Dicke 175 mm, Rohdichte 600 kg/m³, Stoß- und Lagerfuge vollfugig ausgebildet. Verfüllen der Schalenfuge im Fortschritt des Aufmauerns mit Holzleichtlehm, 15 mm	1	qm	62,15 €
	Liefern und einbauen von verzinkten	1	qm	3,60 €
	Trennflies diffusionsoffen auf Lastverteilungshölzer 10 cm stoßüberlappend aufackern	1	qm	4,10 €
	Rohrgewebe St 70 mit verzinktem Binde- und Rödeldraht verknüpft liefern und auf Lastverteilungshölzer anbringen	1	qm	4,20 €
4	Lehminnenputz (Wände ohne Wandheizung), 2 lagig, stroharmiert, herstellen an Wänden aus Leichtlehmsteinen. Oberfläche mit Schwammbrett abreiben, Putzdicke 15- 20 mm, incl. notwendiger Eck- und Abschlussprofile	1	qm	18,40 €
	Armierungsgewebe aus Jute oder Glasgewebe vollflächig im Zuge des Lehminnenputzes einlegen	1	qm	5,40 €
	Gesamtsumme netto	pro	qm	114,40 €

Ergebnis der

U-Wert-Berechnung

des Wandaufbaus W 4a
Innendämmung mit Holzleichtlehmsteinen:

U - Wert Wandbereich:

0,59 W/ (m²K)

U - Wert Fachwerkbereich :

0,36 (m²K)

U - Wert Mittel:

0,50 W/ (m²K)

Zwischenergebnis der

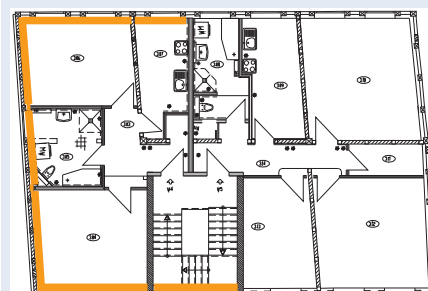
U-Wert-Messung

des Wandaufbaus W 4a
Innendämmung mit Holzleichtlehmsteinen:

U - Wert Wandbereich:

0,43 W/ (m²K)

Lage des Dämmsystems im Objekt



1. Obergeschoss-Grundriss



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“

Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Innendämmung mit Holzleichtlehmsteinen

der Fa. „Erber – Gesundes Bauen“

Lehm als mechanisches und z.T. chemisches Verwitterungsprodukt aus der Gesteinsschicht unserer Erde ist eine Mischung aus Ton, Schluff und Sand. Lehm hat sich als Baustoff durch besondere Haltbarkeit und der Schaffung eines angenehmen, gesunden Raumklimas über Jahrtausende bewährt. Durch seine Gleichgewichtsfeuchte von 4,5 % wird pflanzlichen und tierischen Schädlingen, die einen Wassergehalt von 8–16 % benötigen, die Lebensgrundlage entzogen. Die Holzleichtlehmsteine erhalten durch die Zugabe einer Hackschnitzel-Spänemischung aus Nadelholz und Zellulosen sowie durch spezielle Verarbeitungsmethoden eine erhöhte Dämmwirkung. Die wärmespeichernden und schallschützenden Eigenschaften von Holzleichtlehm sorgen für eine ausgeglichene und angenehme Wohnatmosphäre

Bauphysikalische Kenngrößen von Holzleichtlehm:

- Wärmeleitfähigkeit (Rechenwert) λ : 0,17 W/(mK)
- Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl μ : 5/10
- Nass-/Trockengewicht (Rohdichte): 600 kg/cbm
- Baustoffklasse Leichtlehm: B1



Abb. 82: Holzleichtlehmsteine



Abb. 83: Befestigung der Innenschale aus Holzleichtlehmsteinen

Tab. 10: W4a Innendämmung mit Holzleichtlehmsteinen				Wärmeleitfähigkeit	Berechnung der einzelnen Bereiche	Gesamt
Wandbereich (60%)	120 mm	Altziegelausfachung		0,842 [W/(m*K)]	0,59 W/(m²K)	0,50 W/(m²K)
	55 mm	Hinterstopfung aus Holzleichtlehm		0,170 [W/(m*K)]		
	175 mm	Holzleichtlehmsteinen 3DF, 600 kg/cbm		0,170 [W/(m*K)]		
	25 mm	Lehmputz		0,789 [W/(m*K)]		
	375 mm	Konstruktionsdicke				
Fachwerkbereich (40%)	160 mm	Fachwerk (Fichte)		0,110 [W/(m*K)]	0,36 W/(m²K)	0,50 W/(m²K)
	15 mm	Hinterstopfung aus Holzleichtlehm		0,170 [W/(m*K)]		
	175 mm	Holzleichtlehmsteinen 3DF, 600 kg/cbm		0,170 [W/(m*K)]		
	25 mm	Lehmputz		0,789 [W/(m*K)]		
	375 mm	Konstruktionsdicke				

Verarbeitung:

1. Befestigung eines Lastholzes auf dem Boden und Hinterfüllung mit Leichtlehm
2. Aufmauern der Holzleichtlehmsteine mit Lehmörtel
3. Sicherung mit verzinkten Drahtankern oder regelmäßige Einlage von Ausgleichshölzern (Lasthölzern)
4. Iagenweises Hinterfüllen der Leichtlehmstein - Hintermauerung mit Strohlehmörtel bzw. Holzleichtlehmbruch und Verstopfen bei mindestens 1,5 cm Überdeckung der Fachwerkhölzer
5. Verputz des Dämmsystems mit Lehminnenputz, 2-lagig mit Gewebeeinlage



Abb. 84: Aufmauern der Holzleichtlehmsteine



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Innendämmung mit Holzleichteilehmsteinen

Weitere Hinweise zur handwerklichen Ausführung:

- Alle Arbeiten an der Außenwand sollten abgeschlossen sein.
 - Bei Ziegel- oder Natursteinwänden muss im Fall aufsteigender Feuchte oder hoher Salzbelastung eine vorherige diesbezügliche Sanierung geprüft werden.
 - Sperrende Schichten und Altanstriche, welche die Wasserdampfdiffusion hemmen oder die kapillare Leitfähigkeit unterbrechen könnten, müssen entfernt werden.
 - Eine flächige Behandlung der Innenseite der vorhandenen Außenwand mit Lehmschlämme ist nicht notwendig.
 - Der Fußpunkt der Innenschale muss z.B. durch den Einbau einer bituminierten Pappe gegen Feuchtigkeit ziehende Untergründe geschützt werden.
 - Die Last der neuen Mauerwerksschale muss abgefangen und bis ins Fundament abgetragen werden. Bei fehlender Bodenplatte kann ein Streifenfundament angeordnet werden, in den Obergeschossen wird eine starke Bohle auf die Deckenbalken verlegt - Abstimmung mit Statiker!
 - Leichtlehmsteine müssen nicht angeätzt werden.
 - Die Stoß- und Lagerfugen sollten nicht stärker als 1,0 bis 1,5 cm ausgeführt werden.
 - Im Verlauf der Mauerarbeiten wird die Schalenfuge abschnittsweise mit Strohlehm Mörtel oder Holzleichteilehm verfüllt.
-
- **Die Stärke der Holzleichteilehm - Hinterfüllung darf aus Trocknungsgründen 8 cm nicht überschreiten, sollte die Fachwerkhölzer allerdings mindestens 1,5 cm überdecken.**
- Die Schale muss satt und hohlraumfrei verdichtet werden.
 - Es sollten nicht zu große Höhen in einem Zuge aufgemauert werden - Faustregel: 2 m Wandhöhe an einem Tag.
 - Ein Anschrägen der Fensterlaibungen $\leq 30^\circ$ kann bzgl. des Lichteinfalls und der Helligkeitwirkung die Nachteile der sich vergrößernden Laibungstiefe z.T. ausgleichen.
 - Fenster- und Türstürze werden aus Kanthölzern ausgeführt.
 - Der Verputz kann ausgeführt werden, wenn das Mauerwerk augenscheinlich trocken ist. Meist ist der Einbau eines Armierungsgewebes empfehlenswert.

Bewertung:

Auf Lehm als Baustoff verlassen sich die Menschen seit Jahrtausenden. Mit geringem Energieaufwand und ohne chemische Umwandlungsprozesse wird aus dem natürlichen Rohstoff ein hochwertiger Baustoff. Im Gegensatz zu neuen und modernen Baustoffen kann Lehm alte Fachwerkwände konservieren. Er zieht Wasser vom Holz ab und hält so die Balken trocken. Als plastisches Material eignet er sich ideal zum Ausgleichen von Unebenheiten. Seine Festigkeit erhält Lehm allein durch Trocknen. Derart ausgeführte Maßnahmen greifen nicht in die Originalsubstanz ein. Der Schichtenaufbau wird in konventioneller Handwerkstechnik hergestellt. Die schnelle Trocknung des Mauerwerks ermöglicht eine zügige Weiterbearbeitung. Alte und neue Wand bilden ein homogenes, kapillar leitfähiges Ganzes. Nach der Reinigung von Fremdstoffen sind die Abbruchmaterialien wieder verwendbar.



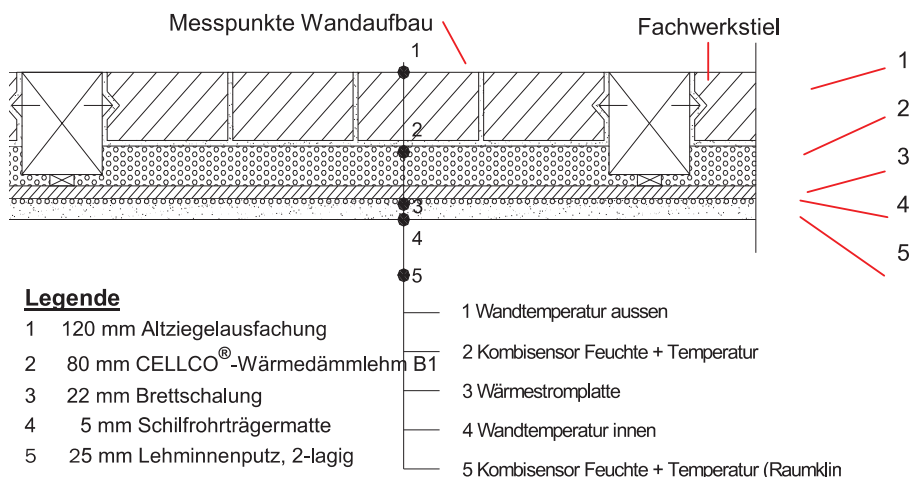
Abb. 85 bis 90: Fortschritt der Innendämm-Maßnahme mit Holzleichteilehmsteinen



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“

Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Wandaufbau W 5 in Wohnung 3 im 1. Obergeschoss



Tab. 11: Kosten des Wandaufbaus

Pos	Bezeichnung	Menge	Einheit	EP (Netto)
	Wand reinigen, liefern und verlegen von trockener Holzlattung 40/60 ohne Imprägnierung senkrecht geschraubt als Ausgleichslattung			
2	80 mm dick Einbau des CELLCO – Wärmedämmlehms B1 lagenweise durch einstampfen	1	qm	66,90 €
3	22 mm Schalung rauh besäumt liefern und horizontal auf senkrechte Lattung aufschrauben, zwischen jedes Schalbrett ist eine Dachlatte lose einzulegen. Anbringen dieser Schalung im Taktverfahren mit lagenweisem Einbau von CELLCO			
4	Schilfrohrputzträgermatten liefern und mittels verzinkten Klammern an die Schalung anbringen	1	qm	4,20 €
5	Lehminnenputz (Wände ohne Wandheizung), 2 lagig, stroharmiert, herstellen an Wänden aus Leichtlehmsteinen. Oberfläche mit Schwammbrett abreiben, Putzdicke 15- 20 mm, incl. notwendiger Eck- und Abschlussprofile Armierungsgewebe aus Jute oder Glasgewebe vollflächig im Zuge des Lehminnenputzes einlegen	1	qm	18,40 €
		1	qm	5,40 €
	Gesamtsumme netto	pro	qm	94,90 €

Ergebnis der

U-Wert-Berechnung

des Wandaufbaus W 5

Innendämmung mit HAA-
CKE- CELLCO® - Wärme-
dämmlehm B1 Kork :

U - Wert Wandbereich:

0,64 W/ (m²K)

U - Wert Fachwerkbereich :

0,42 (m²K)

U - Wert Mittel:

0,55 W/ (m²K)

Zwischenergebnis der

U-Wert-Messung

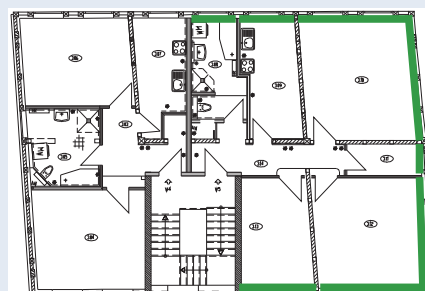
des Wandaufbaus W 5

Innendämmung mit HAA-
CKE- CELLCO® - Wärme-
dämmlehm B1 Kork :

U - Wert Wandbereich:

0,39 W/ (m²K)

Lage des Dämmsystems im Objekt



1. Obergeschoss-Grundriss

2	Je zusätzlicher 1 cm dicker Einbau des	1	am	6.00 €
---	--	---	----	--------



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“

Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Innendämmung mit HAACKE® - CELLCO® - Wärmedämmlehm B1 (K) ⁽⁵⁾

CELLCO® - Wärmedämmlehm B1 Kork ist ein amtlich zugelassenes Markenerzeugnis für die innere Wärmedämmung von Fachwerkaußenwänden. Das Material besteht aus einem Gemisch von natürlichen Baustoffen wie Kork, Lehm, Stroh und Kieselgur, welches als plastisch knetbare Masse gebrauchsfertig angeliefert wird. CELLCO® - Wärmedämmlehm B1 Kork entspricht den Anforderungen als Produkt zur Fachwerksanierung nach WTA. Der Wärmedämmlehm ist kapillarleitend und bildet mit der vorhandenen Ausfachung sowie dem Holztragwerk einen hohlraumfreien Verbund. Der Schichtenaufbau wird in konventioneller Handwerkstechnik ausgeführt.

Bauphysikalische Kenngrößen von CELLCO® - Wärmedämmlehm:

- Wärmeleitfähigkeit (Rechenwert) λ : 0,08 W/(mK)
- Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl μ : 5/20
- Nass-/Trockengewicht (Rohdichte): 600/300 kg/cbm
- Baustoffklasse: B1



Abb. 91: Senkrechte Unterlattung zur Aufnahme der Schalbretter



Abb. 92: Verfüllen der Schalbretter mit Cellco-Wärmedämmlehm

Tab. 12: U-Wert-Berechnung des Wandaufbaus

W5: Innendämmung mit HAACKE CELLCO Wärmedämmlehm B1 Kork			Wärmeleitfähigkeit	Berechnung der einzelnen Bereiche	Gesamt
Wandbereich (60%)	120 mm	Altziegelausfachung	0,842 [W/(m²K)]	0,64 W/(m²K)	0,55 W/(m²K)
	80 mm	CELLCO-Wärmedämmlehm (80 -120 mm)	0,080 [W/(m²K)]		
	22 mm	Schalung	0,130 [W/(m²K)]		
	5 mm	Schilfrohrträgermatte	0,080 [W/(m²K)]		
	25 mm	Lehmputz	0,789 [W/(m²K)]		
	252 mm	Konstruktionsdicke			
Fachwerkbereich (40%)	160 mm	Fachwerk (Fichte)	0,110 [W/(m²K)]	0,42 W/(m²K)	0,55 W/(m²K)
	40 mm	CELLCO-Wärmedämmlehm (80 cm)	0,080 [W/(m²K)]		
	22 mm	Schalung	0,130 [W/(m²K)]		
	5 mm	Schilfrohrträgermatte	0,080 [W/(m²K)]		
	25 mm	Lehmputz	0,789 [W/(m²K)]		
	252 mm	Konstruktionsdicke			

Verarbeitung:

1. Vorhandene Innenseite der Fachwerkwand von losen Materialien, Staub und dichten Anstrichen befreien.
2. Aufbringen einer senkrechten Lattung entsprechend der gewünschten Dämmstärke auf die gereinigte Fachwerkwand. Die Lattung kann auch in die Riegel der Hölzer eingelassen werden, dabei ist aber auf eine Mindestüberdeckung von 20 mm zu achten.
3. Befestigung der horizontalen Schalung unter Einfügen einer losen Dach-



Abb. 93: Einstampfen des Cellco-Materials



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Innendämmung mit HAACKE® - CELLCO® - Wärmedämmlehm B1 (K) ⁽⁵⁾

Verarbeitung:

4. Vornässen trockener Wandbereiche, Einschütten und Verdichten des CELLCO® - Wärmedämmlehms B1 (K) mit einem Stampfholz
5. Auskneten von schwer zugänglichen Stellen und Fehlbereichen per Hand
6. Herausnehmen der losen Dachlatten zum Abtrocknen der Masse
7. Aufbringen des Putzträgers (Schilfrohr)
8. Verputz des Dämmsystems mit Lehminnenputz, zweilagig

Weitere Hinweise zur handwerklichen Ausführung:

- Die vorhandene Wand bleibt einschließlich evtl. vorhandener Innenputzschichten aus Lehm- oder Kalkputz unverändert. Anstriche, Tapeten oder Pappen, die als Feuchtesperre wirken können, müssen entfernt werden.
- Unebenheiten der Wand oder Bereiche, an denen Putzreparaturen ausgeführt werden, sind beim Einbringen des CELLCO® - Wärmedämmlehms vollständig auszufüllen.
- Auf die vorhandene Wand werden im Abstand von ca. 60 cm senkrechte, trockene Latten in der Stärke der gewählten Dämmschicht angebracht, auf welche eine Sparschalung mit ca. 4 cm Abstand genagelt wird.
- Im Takt werden 2 bis 3 Lagen Sparschalung angebracht, der Wärmedämmlehm eingeschüttet und durch Stampfen verdichtet, wobei besonders auf die Eckbereiche zu achten ist. Es dürfen keine Hohlräume entstehen!
- Test: Wenn die CELLCO Masse nach leichtem Druck federnd nachgibt, keine Druckstellen zurückbleiben und nichts herausbröselt ist die Verarbeitung fachgerecht ausgeführt worden.
- CELLCO® - Wärmedämmlehm B1 (K) hat eine sehr lange Austrocknungszeit. Deshalb sollten die Räume während der Trocknungsphase möglichst mehrere Stunden täglich gut durchlüftet werden!
- Die Sparschalung dient zur Aufnahme von Putzträgern oder Trockenbauplatten. Weiterhin nimmt sie Heizkörper und Wandschränke sicher auf.
- Am Objekt Lange Gasse 7 wurden nach einer Trocknungszeit von 5 Wochen Schilfrohrmatten als Putzträger aufgebracht.
- Erst wenn das Material eine hellgraue Farbe annimmt und auf Druck nicht mehr federnd nachgibt, kann eine Putzfreigabe erfolgen. In der Lange Gasse 7 war dieser Zustand nach 9 Wochen Austrocknungszeit erreicht.
- Der Lehminnenputz wird zweilagig in einer Dicke von 20 cm aufgebracht. Weiteres Durchlüften der Räume ist dringend erforderlich!

Bewertung:

Werkseitig hergestellte Wärmedämmlehme sind seit 1988 als zusätzliche Innendämmung für Fachwerkaußenwände bekannt und wurden seither eingesetzt. Der verarbeitungsfertig hergestellte CELLCO®-Wärmedämmlehm ist kapillarleitend und bildet mit der vorhandenen Wand einen hohlraumfreien Verbund. Der vorhandene Untergrund muss nicht aufwendig geglättet bzw. geebnet werden. Derart ausgeführte Maßnahmen greifen nicht in die Originalsubstanz ein. Der Schichtenaufbau wird in konventioneller Handwerks-technik hergestellt. Nach entsprechender Aufarbeitung sind die Abbruchmaterialien wieder verwendbar. Als negativ ist die lange Austrocknungszeit des Wandaufbaus zu bewerten.

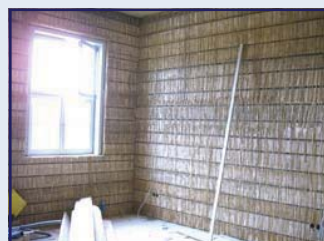
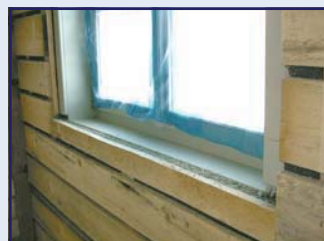


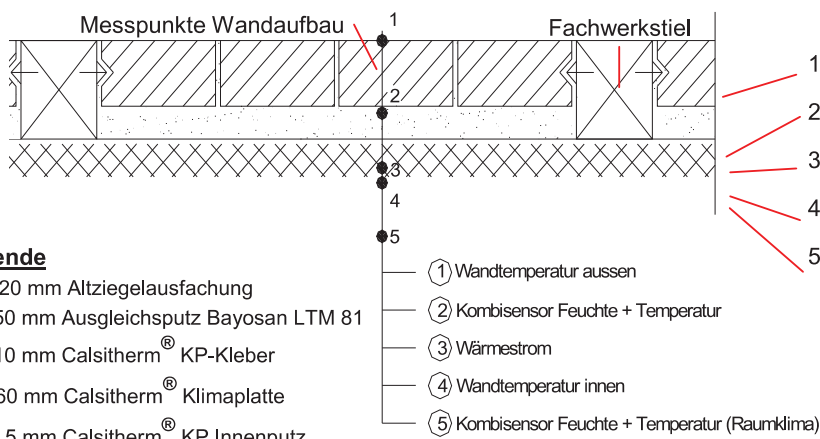
Abb. 94 bis 100: Fortschritt der Innendämm-Maßnahme

(5) Zusammenfassung aus der Broschüre „Wärmeschutz aus natürlichen Baustoffen für Fach-



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Wandaufbau W 6 a in Wohnung 4 im 2. Obergeschoss



Tab. 13: Kosten des Wandaufbaus

Pos	Bezeichnung	Menge	Einheit	EP (Netto)
	Trennvlies mit verzinkten Klammern auf Fachwerkhölzer auftackern	1	qm	4,10 €
	Schilfrohrträgermatte St70 liefern und mittels verzinkten Klammern über die Fachwerkhölzer spannen	1	qm	4,20 €
2	50 mm Ausgleichsputz Bayosan LTM 81 zur Herstellung eines planebenen Untergrundes	1	qm	36,50 €
3	Calsitherm® KP – Kleber mittels Zahnspachtel 8 – 12 mm vollflächig gleichmäßig auf Putzgrund auftragen. Plattenstoßkanten mit Kleber benetzen.	1	qm	75,40 €
4	60 mm Calsitherm® – Klimaplatte liefern und mittels Calsitherm KP – Kleber auf festem, planebene Untergrund lot- und fluchtrecht anbringen			
5	Calsitherm® KP – Tiefengrund 1:1 mit Wasser anmischen und auf die Klimaplattenoberfläche vollflächig auftragen 5 mm Calsitherm® KP – Innenputz in Wasser anmischen und auf die Klimaplattenoberfläche vollflächig aufziehen, Oberfläche glätten	1	qm	2,80 €
		1	qm	10,90 €
Gesamtsumme netto pro qm				133,90 €
2	Mehraufwand für die Herstellung des Ausgleichsputzes LTM 81 bis 12 cm	1	qm	32,15 €
4	Wandlaibung mit KP – Kleber benetzen und 15 mm Laibungsplatte einbetten, Stöße mit KP – Kleber benetzen, Oberfläche mit KP – Glättspachtel glätten und	1	qm	96,40 €

Ergebnis der

U-Wert-Berechnung

des Wandaufbaus W 6a

Innendämmung mit CAL-SITHERM® - Klimaplatten:

U - Wert Wandbereich:

0,67 W/ (m²K)

U - Wert Fachwerkbereich :

0,38 (m²K)

U - Wert Mittel:

0,55 W/ (m²K)

Zwischenergebnis der

U-Wert-Messung

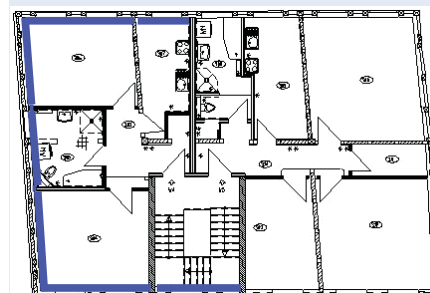
des Wandaufbaus W 6a

Innendämmung mit CAL-SITHERM® - Klimaplatten:

U - Wert Wandbereich:

0,78 W/ (m²K)

Lage des Dämmsystems im Objekt



2. Obergeschoss-Grundriss



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“

Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Innendämmung mit CALSITHERM® - Klimapplatten ⁽⁶⁾

Calsitherm® - Klimapplatten bestehen aus Sand und Kalk, welches während des Herstellungsprozesses zu Kalziumsilikat reagiert, einem Werkstoff auf mineralischer Basis. Die Kalziumsilikatkristalle bilden ein mikroporöses Gerüst. Der Werkstoff ist diffusionsoffen, kapillaraktiv, wärmedämmend, umweltverträglich, nicht brennbar und schimmelhemmend. Die Calsitherm® - Systemkomponenten sind auf Kalkbasis aufgebaut, untereinander kompatibel und für Feuchträume geeignet. Die Calsitherm® - Klimapplatten sind stabil und selbsttragend. Sie lassen sich mit Fuchsschwanz, Handkreissäge, etc. leicht zuschneiden.

Bauphysikalische Kenngrößen der Calsitherm® - Klimaplatte :

- Wärmeleitfähigkeit (Rechenwert) λ : 0,065 W/(mK)
- Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl μ : 6
- Rohdichte: 200 - 240 kg/cbm
- Baustoffklasse: A1
- Abmessung: Länge = 1,25 m; Breite = 50 cm/1,00 m; Dicke = 20-60



Abb. 101: Calsitherm® - Klimapplatten



Abb. 102: Plattenanschluss im Decken- bzw. Sturzbereich

Tab. 14: U-Wert-Berechnung des Wandaufbaus

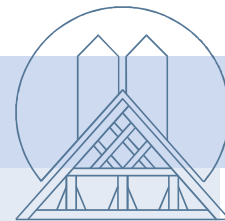
W6a: Innendämmung mit CALSITHERM Klimapplatten			Wärmeleitfähigkeit	Berechnung der einzelnen Bereiche	Gesamt
Wandbereich (60%)	120 mm	Altziegelausfachung	0,842 [W/(m²K)]	0,67 W/(m²K)	0,55 W/(m²K)
	50 mm	Ausgleichsputz Bayosan LTM	0,210 [W/(m²K)]		
	10 mm	Calsitherm KP Kleber	0,930 [W/(m²K)]		
	60 mm	Calsitherm Klimapplatten	0,065 [W/(m²K)]		
	5 mm	Calsitherm KP-Innenputz	0,700 [W/(m²K)]		
	245 mm	Konstruktionsdicke			
Fachwerkbereich (40%)	160 mm	Fachwerk (Fichte)	0,110 [W/(m²K)]	0,38 W/(m²K)	0,55 W/(m²K)
	10 mm	Ausgleichsputz Bayosan LTM	0,700 [W/(m²K)]		
	10 mm	Calsitherm KP Kleber	0,930 [W/(m²K)]		
	60 mm	Calsitherm Klimapplatten	0,065 [W/(m²K)]		
	5 mm	Calsitherm KP-Innenputz	0,700 [W/(m²K)]		
	245 mm	Konstruktionsdicke			

Verarbeitung:

1. Putzausgleich in den Gefachen, zur Herstellung einer planebenen Untergrundfläche oder Reinigung des vorhandenen Untergrundes
2. möglichst vollflächiges Aufspachteln des Calsitherm® KP-Klebers mit einem Zahnpachtel auf die Wand
3. Verlegen der Calsitherm®-Klimapplatten unter Auftragen des Klebers auf die Stoßkanten und Zuspachteln der Stoßfugen
4. Grundierung der Calsitherm®-Klimaplatte durch Aufsprühen von Calsitherm® KP-Tiefengrund
5. Auftragen des Calsitherm® KP - Glättspachtels bzw. Calsitherm® KP - In-



Abb. 103: Wandlage Calsitherm® - Klimapplatten



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“

Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Innendämmung mit CALSITHERM® - Klimaplatten ⁽⁶⁾

Weitere Hinweise zur handwerklichen Ausführung:

- Loser Putz, Wandüberbauungen und sonstiger loser Untergrund sind sorgfältig zu entfernen.
- Im Fall aufsteigender Feuchte oder hoher Salzbelastung der vorhandenen Wand, muss eine vorherige diesbezügliche Sanierung geprüft werden.
- Sperrende Schichten und Altanstriche, welche die Wasserdampfdiffusion hemmen oder die kapillare Leitfähigkeit unterbrechen könnten, müssen entfernt werden.
- Beim Aufkleben der Dämmplatten sind Kreuzfugen zu vermeiden, austretender Kleber wird sofort entfernt. Der Untergrund darf feucht, aber nicht nass sein.
- Das Haftungsvermögen des hydraulisch abbindenden zementversetzten Klebemörtels kann bei saugenden Untergründen durch leichtes Vornässen verbessert werden.
- Calsitherm® KP-Tiefengrund wird in jedem Fall vor dem Aufbringen der Endbeschichtung, aber nach mindestens 24 Stunden Standzeit durch zeit- und kostensparendes Aufsprühen des Konzentrats im Verhältnis 1:1 mit sauberem Wasser aufgetragen.
- Calsitherm® KP-Tiefengrund ist eine wässrige diffusionsoffene, lösungsmittelfreie und alkalibeständige Dispersion, die als Grundierung vor den weiterführenden Tapezier- oder Verputzarbeiten, Glättspachteln bzw. Fiesnarbeiten fungiert.
- Calsitherm® KP-Glättspachtel ergibt eine helle, glatte Oberfläche, die nach einer zusätzlichen Aushärtezeit von 3 Tagen tapeziert oder gestrichen werden kann. Es ist ein auf Kalkbasis aufgebauter, diffusionsoffener Oberflächenfeinspachtel, der im Bedarfsfall zur zusätzlichen Oberflächenverhärtung angewendet wird und der Herstellung streiflichtfreier Oberflächen dient.
- Calsitherm® KP-Innenputz ist eine auf Basis von Weißkalkhydrat und Kalkstein diffusionsoffene Innenbeschichtung, die eine optisch leicht raue, sehr helle und hochfeste Oberfläche ergibt und für die Anwendung in Feuchträumen geeignet ist. Die 3 bis max. 10 mm dicke Innenputzschicht kann nach 3 Tagen mit diffusionsoffenen Anstrichen farblich angepasst werden.

Bewertung:

Calsitherm® - Klimaplatten sind bauaufsichtlich zugelassen und von der AG Umweltverträgliches Bauprodukt e.V. München als umweltverträgliches Bauprodukt klassifiziert. Um die Eigenschaften und Wirkungsweise der Klimaplatte beim Verarbeiten nicht negativ zu beeinträchtigen, wurden speziell in Bezug auf Diffusionsoffenheit und Kapillaraktivität aufeinander abgestimmte Systemkomponenten zum Anbringen und Nachbehandeln entwickelt. Reste können als Bauschutt entsorgt werden. Bei unebenen Wänden, wie z.B. im Fachwerkbau, wirkt sich der mitunter hohe Aufwand zur Herstellung flucht- und lotrechter Wandflächen kostensteigernd und zeitaufwendig aus. Diese Vorarbeit sowie das vollflächige Ankleben der Klimaplatten ist jedoch Grundvoraussetzung für ein funktionierendes Gesamtsystem. Alte und neue Wand sollen bei fachgerechter Ausführung ein homogenes Ganzes ergeben. Das Anbringen des Calsitherm® Innendämmsystems selbst benötigt wenig Zeit. Die Wand trocknet sehr schnell ab.

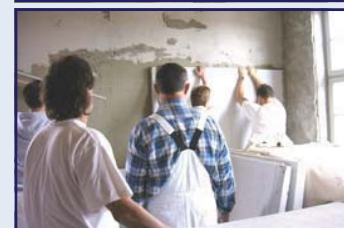


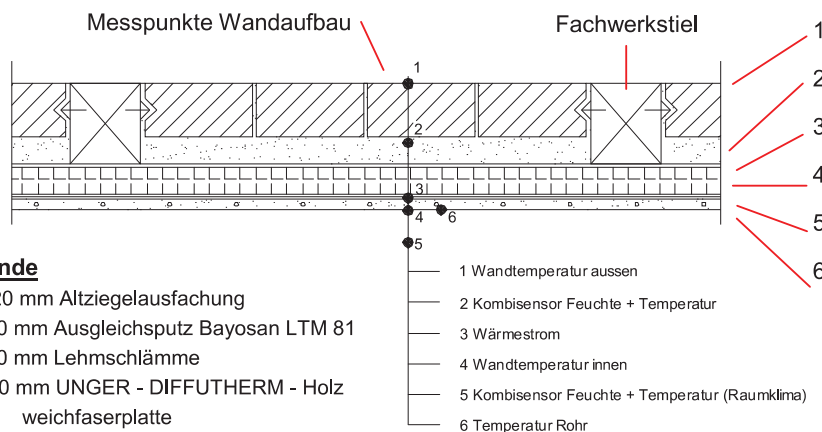
Abb. 104 bis 110: Fortschritt der Innendämm-Maßnahme mit

(6) Zusammenfassung aus der Architektenmappe der Fa. Calsitherm Silikatbaustoffe GmbH,



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Wandaufbau W 7 in Wohnung 5 im 2. Obergeschoss



Legende

- | | | | |
|---|--|---|--|
| 1 | 120 mm Altziegelausfachung | 1 | Wandtemperatur aussen |
| 2 | 50 mm Ausgleichsputz Bayosan LTM 81 | 2 | Kombisensor Feuchte + Temperatur |
| 3 | 10 mm Lehmschlämme | 3 | Wärmestrom |
| 4 | 60 mm UNGER - DIFFUTHERM - Holzweichfaserplatte | 4 | Wandtemperatur innen |
| 5 | 5 mm UNGER - DIFFUTHERM Multigrund mit Gewebeeinlage | 5 | Kombisensor Feuchte + Temperatur (Raumklima) |
| 6 | 25 mm Lehminnenputz, 2-lagig auf Wandheizung | 6 | Temperatur Rohr |

Tab. 15: Kosten des Wandaufbaus

Pos	Bezeichnung	Menge	Einheit	EP (Netto)
	Trennvlies mit verzinkten Klammern auf Fachwerkhölzer auftrackern	1	qm	4,10 €
	Schilfrohrträgermatte mit verzinkten Klammern über Fachwerkhölzer spannen	1	qm	4,20 €
2	50 mm Ausgleichsputz Bayosan LTM 81 zur Herstellung eines planebenen Untergrundes	1	qm	36,50 €
3	Dämmplatten vollflächig mit 10 mm Lehmputz oder UD – Trockenspachtel einschwemmen	1	qm	41,70 €
4	60 mm UD-Holzweichfaserplatten (Nut+Feder) liefern, planeben und dicht gestoßen im Verband verlegen und im Dübelverfahren 5/6 Stk/qm befestigen			
5	5 mm UD – Multigrund (Spachtel) vollflächig auf die Dämmplatten auftragen, UD – Armierungsgewebe einspachteln	1	qm	16,60 €
6	25 mm Leichtlehmputz , 2 lagig, inklusive Jutearmierung auf Wandheizung	1	qm	26,60
	Gesamtsumme netto	pro	qm	129,70 €
2	Mehraufwand für die Herstellung des Ausgleichspuzzes LTM 81 bis 12 cm	1	qm	32,15 €
5	Eckverstärkung mit Gewebe an Fensterumläufen in Armierungsmasse einbetten	1	m	8,10 €
	Sturzeckwinkel an allen Fensterstürzen variabel in Armierungsmasse einbetten	1	Stk	4,60 €
	Zulage dampfbremsendes Papier in Eckbereichen, Abspritzen der Fugen mit dauerelastischem Fugenverschluss	1	qm	3,60 €

Ergebnis der

U-Wert-Berechnung

des Wandaufbaus W 7

Innendämmung mit
UNGER - DIFFUTHERM -
Holzweichfaserplatten:

U - Wert Wandbereich:

0,50 W/ (m²K)

U - Wert Fachwerkbereich :

0,32 (m²K)

U - Wert Mittel:

0,43 W/ (m²K)

Zwischenergebnis der

U-Wert-Messung

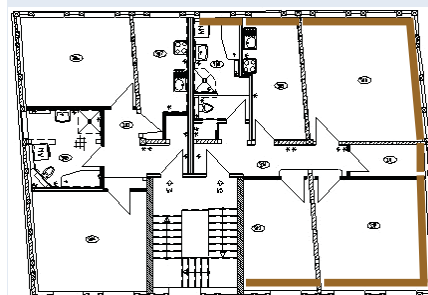
des Wandaufbaus W 7

Innendämmung mit
UNGER - DIFFUTHERM -
Holzweichfaserplatten:

U - Wert Wandbereich:

0,38 W/ (m²K)

Lage des Dämmsystems im Objekt



2. Obergeschoss-Grundriss



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“

Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Innendämmung mit

UNGER - DIFFUTHERM - Holzweichfaserplatten ⁽⁷⁾

Die Unger - Diffutherm Holzweichfaserplatte ist ein wärmetechnisch optimiertes, putzfähiges Dämmelement auf der Basis einer speziellen Holzfaser. Die Holzweichfaserplatten werden ausschließlich aus Sägewerkrestholz von einheimischem Nadelholz in Form von Schwarten, Spreißeln und Hackschnitzeln ohne Zusatz fremder Bindemittel hergestellt. Das Dämmelement besteht aus drei Schichten unterschiedlicher Dichte, die mit PVAC-Weißleim miteinander verklebt sind. Die Platten sind diffusionsoffen, kapillaraktiv, schalldämmend und flexibel in Holzbauweise, Fachwerkbauweise, Fertigteilbauweise und monotithischer Bauweise innen und außen einsetzbar.

Bauphysikalische Kenngrößen der Unger - Diffutherm Holzfaserplatte :

- Wärmeleitfähigkeit (Rechenwert) λ : 0,045 W/(mK)
- Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl μ : 5
- Flächengewicht: 120 - 200 kg/cbm
- Baustoffklasse: B1
- Abmessung: Länge = 1,30 m; Breite = 79 cm; Dicke = 60, 80, 100 mm



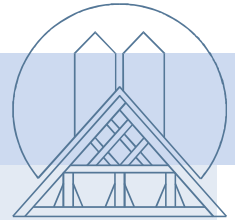
Abb. 111: Plattenanschluss mit Verdübelung an der Wand



Abb. 112: Multigrund in Gewebe auf der Holzweichfaserplatte

Tab. 16: U-Wert-Berechnung des Wandaufbaus

W7: Innendämmung mit Unger-Diffutherm-Holzweichfaserplatten			Wärmeleitfähigkeit	Berechnung der einzelnen Bereiche		Gesamt
Wandbereich (60%)	120 mm	Altziegelausfachung	0,842 [W/(m*K)]	0,50 W/(m²K)		0,43 W/(m²K)
	50 mm	Ausgleichsputz Bayosan LTM	0,210 [W/(m*K)]			
	10 mm	Lehmschlämme	0,800 [W/(m*K)]			
	60 mm	Unger Diffutherm Holzweichfaserplatte	0,045 [W/(m*K)]			
	5 mm	Unger Diffutherm Multigrund mit Gewebe	0,065 [W/(m*K)]			
	25 mm	Lehm-Innenputz, zweilagig auf Wandheizung	0,789 [W/(m*K)]			
	270 mm	Konstruktionsdicke				
Fachwerkbereich (40%)	160 mm	Fachwerk (Fichte)	0,110 [W/(m*K)]	0,32 W/(m²K)		
	10 mm	Ausgleichsputz Bayosan LTM	0,210 [W/(m*K)]			
	10 mm	Lehmschlämme	0,800 [W/(m*K)]			
	60 mm	Unger Diffutherm Holzweichfaserplatte	0,045 [W/(m*K)]			
	5 mm	Unger Diffutherm Multigrund mit Gewebe	0,065 [W/(m*K)]			
	25 mm	Lehm-Innenputz, zweilagig auf Wandheizung	0,789 [W/(m*K)]			
	270 mm	Konstruktionsdicke				



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“

Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Innendämmung mit UNGER - DIFFUTHERM - Holzweichfaserplatten ⁽⁷⁾

Verarbeitung:

1. Putzausgleich in den Gefachen zur Herstellung einer planebenen Untergrundfläche oder Reinigung des vorhandenen Untergrundes
2. Auftragen einer Lehmschlämme bzw. eines Trockenmörtels auf die Unger Diffuthermplatte
3. Andrücken der Holzweichfaserplatten, Verlegung im Nut- und Federsystem, zusätzliche Befestigung mit Tellerdübeln, ca. 5 bis 6 Stk/qm
4. vollflächiges Auftragen des UD Multigrundes (dampfdiffusionsstabilisierende Schicht) mit Gewebeeinlage
5. (hier) Verlegung der Wandheizung
6. Verputz des Dämmsystems mit Lehm - Innenputz, 2-lagig

Weitere Hinweise zur handwerklichen Ausführung:

- Loser Putz, Wandüberbauungen und sonstiger loser Untergrund sind sorgfältig zu entfernen.
- Im Fall aufsteigender Feuchte oder hoher Salzbelastung der vorhandenen Wand, muss eine vorherige diesbezügliche Sanierung geprüft werden.
- Sperrende Schichten und Altanstriche, welche die Wasserdampfdiffusion hemmen oder die kapillare Leitfähigkeit unterbrechen könnten, müssen entfernt werden.
- Dämmplatten werden vollflächig eingeschwenkt; Lufteinschlüsse sind zu vermeiden. Die Befestigung erfolgt ausschließlich im Dübelverfahren.
- Beim Aufkleben der Dämmplatten sind Kreuzfugen zu vermeiden. Der Untergrund darf feucht, aber nicht nass sein.
- Bei Innendämmungen wird ein spezieller UD Multigrund mit einem Verbrauchsrichtwert von 6 bis 6,5 kg/qm als dampfdiffusionsstabilisierende Schicht empfohlen. Er wird vollflächig und mit Gewebeeinbettung auf die Holzfaserdämmelemente aufgebracht.
- Zur Ausbildung der Fensterlaibung wird eine selbstklebende Putzanschlussleiste mit Dichtband, Gewebe und Abrisskante verwendet.
- Wandheizsysteme werden mit ca. 40 mm langen Holzschrauben auf den mit Multigrund behandelten Dämmplatten befestigt.

Bewertung:

Die kapillare Leitfähigkeit, das Kondensatspeichervermögen und die durch das Mehrschichtsystem verschiedener Dichten erreichte Taupunktbeeinflussung ermöglicht Innendämmungen von Fachwerkgebäuden. Bei unebenen Wänden wirkt sich der mitunter hohe Aufwand zur Herstellung flucht- und lotrechter Wandflächen kostensteigernd und zeitaufwendig aus. Diese Vorarbeit sowie das vollflächige Ankleben der Holzweichfaserplatten ist jedoch Grundvoraussetzung für ein funktionierendes Gesamtsystem. Alte und neue Wand sollen bei fachgerechter Ausführung ein homogenes Ganzes ergeben. Die Untersuchung des hygrothermischen Verhaltens dieses Wandaufbaus unter instationären Klimarandbedingungen durch die TU Dresden ergab, dass bei den gewählten Randbedingungen nur unter sehr unwahrscheinlichen Umständen hygrisch kritische Situationen entstehen. Zur Vermeidung erhöhten Tauwasserausfalls ist eine dampfdiffusionsstabilisierende Schicht, sog. „Multigrund“ auf die Dämmplatte aufzutragen. Dampfbremsen in Papierform sind hier ungeeignet.



Abb. 113 bis 119: Fortschritt der Innendämm-Maßnahme mit



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Vergleich der Wandaufbauten (Tab. 17)							
Bauteil	Messpunkt	konstruktiver Aufbau	geschätzte Kosten netto pro qm Wandaufbau	tatsächliche Kosten netto pro qm Wandaufbau (Stand: 31.05.05)	U-Wert Berechnung Wandbereich (W/(m²K))	tatsächlicher U-Wert Wandbereich (W/(m2K))	Bemerkungen
Außenwand Bestand		Außenwand mit 65 mm Lehmputz innen, ohne Dämmung			2,50		
Außenwand 1.OG/WE2 Nord	W 4a / R 2.06, Schlafzimmer	Innendämmung mit Holzleichteilmsteinen	122,41 €	114,40 €	0,59	0,43	
Außenwand 1.OG/WE3 Nord	W 5 / R 2.10 Schlafzimmer	Innendämmung mit CELLCO Wärme-dämmlehm B1 Kork	129,31 €	94,90 €	0,64	0,39	bei 80 mm Einbaudicke
Außenwand 1.OG/WE3 Nord	W 6a / R 3.06 Schlafzimmer	Innendämmung mit Calsitherm Klimaplatzen	120,69 €	133,90 €	0,67	0,78	bei ca. 50 mm Ausgleichsputz, ohne Wandraibung
Außenwand 1.OG/WE3 Nord	W 7 / R 3.10 Schlafzimmer	Innendämmung mit Unger Diffutherm Holzweichfaserplatten	107,76 €	129,70 €	0,50	0,38	Ausgleichsputz, ohne Eckverstärkung und Sturzeckwinkel an Fenstern, ohne dampfbremsendes Papier und dauerelastischem Fugenverschluss
		Summe	480,17 €	472,90 €			



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“

Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Vorteile 😊 und Nachteile ☹️ der Dämmsysteme auf einen Blick

Dämmsystem Kategorie	Erber- Holzleichtlehmstein	Haacke®-Cellco®- Wärmedämmlehm	Calsitherm®- Klimaplatte	Unger-Diffutherm- Holzweichfaserplatte
zusätzliche Vorbe- reitung der Wand- oberfläche, innen	😊 nicht notwendig	😊 nicht notwendig	☹️ Auffüllung der Gefachfelder, Verputz als lot- und fluchtrechte Wandoberfläche	☹️ Auffüllung der Gefachfelder, Verputz als lot- und fluchtrechte Wandoberfläche
zusätzlicher Feuch- teeintrag bei 50 mm Ausgleichsputz	😊 keiner	😊 keiner	☹️ 9,0 l/qm	☹️ 9,0 l/qm
Dicke des reinen Dämmstoffes/ Raumverlust ohne Putze/Kleber	☹️ 175 mm	😊 80 mm	😊 60 mm	😊 60 mm
Konstruktionsdicke des Wandaufbaus, incl. Dämmung	☹️ 375 mm	😊 252 mm	😊 245 mm	😊 270 mm
Mittelwert Rohdich- te/ Trockengewicht	☹️ 600 kg/cbm	300 kg/cbm	220 kg/cbm	😊 120 kg/cbm
Wärmeleitfähigkeit (Rechenwert) λ	☹️ 0,17 W(mK)	☹️ 0,08 W(mK)	😊 0,065 W(mK)	😊 0,045 W(mK)
Feuchteintrag bei Einbau des Dämm- systems (im Wandfeld, ohne Innenputz)	10,5 l/qm	☹️ 24,0 l/qm	😊 1,1 l/qm	😊 4,9 l/qm
Trocknungszeit vor Innenputzauftrag	😊 1-2 Tage	☹️ 5-9 Wochen	😊 ca. 3 Tage	😊 1-2 Tage
Feuchteintrag durch Innenputz	7,2 l/qm	7,2 l/qm	😊 1,4 l/qm	8,5 l/qm
Kosten je qm reine Wandfläche (netto)	😊 114,40 €/qm	😊 94, 90 €/qm bei 8 cm Materialdicke	☹️ 133,90 €/qm incl. 44,80 €/qm Wandvor- bereitung/Ausgleichsputz	☹️ 129,70 €/qm incl. 44,80 €/qm Wandvor- bereitung/Ausgleichsputz
Zusatzkosten	😊 keine	☹️ je zusätzlicher 1 cm dicker Einbau Cellco 6,00 €/qm	☹️ Wandlaibung komplett mit Calsi- therm - Laibungs- platte 96,40 €/qm	☹️ Eckverstärkung Fensterumläufe 8,10 €/m, Sturz- eckwinkel 4,60€/Stk
Handhabung des Systems	😊 einfach und schnell	einfach, aber aufwendig durch Schalkkonstruktion	einfach und schnell, aber passgenaues Arbeiten notwendig	schnell, aber aufwen- dig durch zusätzliche Verdübelung
Wärmespeicherver- mögen	😊 sehr gut	😊 sehr gut	☹️ schlecht	gut



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Subjektives Nutzerverhalten und Empfinden

Bei der Sanierung eines Bauwerks sind nicht nur der Kostenrahmen, die Auswahl der Baustoffe und deren Verträglichkeit untereinander sowie bau-physikalische und bauklimatische Kriterien von Bedeutung, sondern auch die Nutzungsanforderungen. Diese sind allgemein im Mietwohnungsbau höher anzusetzen, als im privaten Wohnungsbau.

Bauherren, die einen sanierten Altbau selbst nutzen, haben in der Regel eine stärkere persönliche Bindung an ihr Objekt und passen die Sanierungsmaßnahme an ihre privaten Bedürfnisse an. Beim Mietwohnungsbau sind die Anforderungen an den Wohnungsgrundriss, die Oberflächengestaltung, die Behaglichkeit, den Umgang mit der Haustechnik und deren Regelbarkeit sowie den Schallschutz wesentlich höher einzuschätzen. Auch das Verhalten von Mietern beim Umgang mit der Haustechnik, beim Lüften und bei der Nutzung der Räumlichkeiten insgesamt ist nicht immer so diszipliniert wie bei selbst genutztem Wohneigentum. Mietwohnungen müssen deshalb hinsichtlich eines eventuellen Nutzerwechsels und der Gebrauchstauglichkeit wesentlich flexibler sein.

Um diese Aspekte mit in die wissenschaftliche Auswertung des Projektes einfließen lassen zu können, wurde vom Deutschen Fachwerkzentrum in Abstimmung mit dem Bauherren ein Mieterfragebogen entwickelt, der mit den Mietern zwei mal im Jahr im Rahmen eines persönlichen Gespräches erläutert und ausgefüllt wurde.

Das ermöglicht uns zum Einen, das subjektive Nutzerempfinden sowie Vor- und Nachteile, die durch die Nutzung der Wohnungen entstehen zu ermitteln, zum Anderen ist auch ein Vergleich zwischen dem angegebenen Nutzerverhalten und den mit Hilfe der Messtechnik nachvollziehbaren tatsächlichen Gegebenheiten möglich.

Die Auswertung hat aber nicht das Ziel, das Nutzerverhalten zu ändern bzw. zu steuern, sondern vielmehr das tatsächliche bauklimatische Verhalten der eingesetzten Innendämmsysteme sowie die Funktionalität der Fenster und Heizungstechnik zu prüfen.

Die Mieter sind vor dem Einzug in ihre Wohnung auf die Besonderheiten des Pilotprojektes hingewiesen worden. Sie haben alle Dokumentationen über die Lage und den Verlauf der Messtechnik und über die Lage von Wandheizungen erhalten. Es wurden Hinweise zur Beschaffenheit und zur Pflege der Wand- und Fußbodenoberflächen, zur Regelung der Heizsysteme sowie zum optimalen Lüftungsverhalten gegeben.

Aufgrund des engen Kontaktes des Deutschen Fachwerkzentrums zu den Mietern hat sich ein sehr gutes Vertrauensverhältnis gebildet. Somit ist es nicht nur möglich, wahrheitsgemäße Angaben im Mieterfragebogen zu erhalten, sondern darüber hinaus auch über Probleme bei der allgemeinen Mängelfeststellung bzw. Mängelbeseitigung (die eigentlich im Rahmen der Architektenleistungen des begleitenden Architektenbüros liegen) informiert zu werden. Diese Informationen haben zwar keinen direkten Einfluss auf die wissenschaftliche Begleitung und Auswertung des Pilotprojektes, liefern aber gute Anhaltspunkte für eine Optimierung bestimmter Planungsleistungen und somit für eine weitere Verbesserung der Ausführungsqualität.



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Beispiel Mieterfragebogen

MIETERBEFRAGUNG

Sehr geehrte Mieterinnen und Mieter,

Ihr Wohnhaus Lange Gasse 7 ist ein ökologisches Pilotprojekt unter messtechnischer Begleitung. Mit der umweltgerechten und Substanz erhaltenden Sanierung des Mietshauses bot sich die Möglichkeit, ein alternatives energetisches Konzept aus ökologisch und bauphysikalisch verträglicher Wärmedämmung und einem angepassten Heizsystem umzusetzen. Dazu wurden in den Wohneinheiten verschiedene Wärmedämmsysteme mit unterschiedlichen Heizsystemen kombiniert.

Kernziel des Vorhabens ist die Schaffung reproduzierbarer Kriterien für die Planung und Ausführung einer Fachwerksanierung. Dabei sollen die Erfahrungen und Ergebnisse, welche aus der Nutzung, Umsetzung und wissenschaftlichen Begleitung des Objektes gewonnen werden, möglichst realitätsnah auf andere Bauvorhaben übertragen werden können.

Neben der Messung und Erfassung bauphysikalischer Kennwerte wie Wärmestrom, Raumklima oder Holzfeuchte soll im Rahmen des Forschungsvorhabens auch das subjektive Nutzerverhalten und –empfinden ermittelt werden und in die Auswertung der Ergebnisse einfließen. Mit der Beantwortung dieses Fragebogens leisten Sie einen entscheidenden Beitrag zum Erfolg des Projektes. Wir danken Ihnen für die Mitarbeit.

Deutsches Fachwerkzentrum Quedlinburg e.V.

1. Allgemein

- 1.1. Wie lange wohnen Sie bereits im Objekt? **13** Monate
1.2. Wie viele Personen leben in Ihrem Haushalt? **1** Person(en)
1.3. Wann haben Sie die Heizung in Betrieb genommen? Anfang/Mitte/Ende¹ **Nov 2005** (Monat/Jahr)

2. Heizung

2.1. Welche Temperaturen bevorzugen Sie während der Heizperiode in welchen Räumen?

Raum	Wohnzimmer	Schlafzimmer	Kinderzimmer	Küche	Bad	Flur
Temperatur [°C]	21 - 22	18 - 19	-	20	22	-

2.2. Lässt sich die Heizung Ihren Bedürfnissen entsprechend regeln? (hier: Fußbodenheizung und ergänzende Wandheizung)

Ja, aber ein Temperaturfühler bzw. eine Temperatureinstellung fehlt.

Nachteil: Es ist kein selbständiges Nachfüllen von Wasser möglich

2.3. Auf welcher Stufe betreiben Sie Ihre Heizung?

Raum	Wohnzimmer	Schlafzimmer	Kinderzimmer	Küche	Bad	Flur
Stufe	FB 3, WH 3,5	2,5 - 3	-	3	3 - 3,5	-

2.4.1. Würden Sie das Raumklima der geheizten Räume als behaglich beschreiben?

Raum	Wohnzimmer	Schlafzimmer	Kinderzimmer	Küche	Bad	Flur
ja/nein	ja	ja	-	ja	ja	-

2.4.2. Wenn nein, warum nicht?

2.5. Treten beim Betreiben der Heizung unangenehme Geräusche auf?

anfangs ja, jetzt nicht mehr

2.5.1. Wenn ja. Welcher Art? **Gluckern durch fehlendes Wasser**



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

2.6. Wie würden Sie das Heizsystem im Vergleich zu Ihrer vorherigen Wohnung einstufen?

Raum	Wohnzimmer	Schlafzimmer	Kinderzimmer	Küche	Bad	Flur
besser/schlechter	besser	besser	-	besser	besser	-
Begründung	Allgemein angenehmer, keine störenden Heizkörper, warme Füße im Bereich der Fb-Heizung, Wandheizung im Wohnzimmer- strahlt angenehme Wärme ab.					

2.7. Welches Heizsystem war in Ihrer vorherigen Wohnung vorhanden?

Plattenheizkörper / Zentralheizung Gas

3. Fenster

3.1. In Ihrer Wohnung sind hofseitig isolierverglaste Fenster und straßenseitig Kastenfenster eingebaut. Wie schätzen Sie die Kondensatmenge an den Außenflügeln der **Kastenfenster** ein? (Beschlagen der Scheiben)

Kondensat- menge	kein Kondensat (nicht beschlagen)	Gering – (ca. ¼ der Scheiben be- schlagen)	Mittel - (ca. ½ der Scheiben beschla- gen)	Hoch - (ganze Schei- be beschlagen, feiner Tropfenfilm)	Sehr hoch - (ganze Scheibe beschla- gen, große Wasser- tropfen)
Raum ? In welcher Situation			Wohnzimmer, wenn es drau- ßen sehr kalt ist		

3.2. Treten in unmittelbarer Nähe der Fenster Zugerscheinungen auf?

Nein

3.2.1 Wenn ja, an welchen Fenstern?

3.3. Wie lassen sich Ihre Fenster bedienen; gibt es Einschränkungen?

**Gute Bedienung der ISO-
Fenster, aufwendige Bedienung der Kastenfenster**

3.3.1 Wenn ja, welche?

**Putzen der Außenflügel ist sehr schwierig, da sie nach außen öffnen.
Feststellen der Außenflügel über Haken und Ösen ist bei stärkerem Wind
kaum möglich, Rostansatz bei längerem starkem Beschlagen der Scheiben**

4. Sommerlicher Wärmeschutz

4.1. Die eingebauten Dämmmaterialien beeinflussen auch in den warmen Monaten das Raumklima.
Wie würden Sie die Temperaturen an heißen Tagen in Ihren Wohnräumen charakterisieren?

angenehm

4.2. Welche Einschränkungen in Bezug auf die Raumgestaltung und Möblierung gibt es durch die
Innendämmung in Ihrer Wohnung?

keine

5. Schallschutz

5.1. Nehmen Sie Geräusche aus anderen Wohnungen wahr?

Ja

5.1.1. Wenn ja, wie würden Sie den Geräuschpegel einschätzen?

Normal

5.1.2. Woher kommen die Geräusche?

Trittgeräusche von oben, Schleudern von nebenan

5.2. Nehmen Sie bei geschlossenen Fenstern Geräusche von außerhalb des Hauses wahr?

Ja

5.2.1. Wenn ja, wie würden Sie den Geräuschpegel einschätzen?

normal

5.2.2. Woher ist der Geräuschpegel am stärksten?

Straßenseite



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

6. Nutzungsgewohnheiten

6.1. Wie schätzen Sie die Temperatur im Schlafzimmer ein?

kalt

6.2. Heizen Sie das Schlafzimmer?

ja, im Winter

6.3. Wie und wie oft lüften Sie?

Raum	Wohnzimmer	Schlafzimmer	Kinderzimmer	Küche	Bad
Stoßlüftung/Durchzug	2 x täglich	2 x täglich	-	2 x täglich	2 x täglich
Fenster angekippt	nein	Im Sommer nachts offen	-	Im Sommer	Im Sommer

6.4. Wie lange lüften Sie bei Stoßlüftung?

10 bis 20 min

6.5. Wie lange lüften Sie bei angekipptem Fenster im Sommer ?

Schlafzimmer und Bad manchmal
länger als 5 h, Küche 1-2 h

6.6. Welche Türen innerhalb der Wohnung sind meist geöffnet?

alle

Welche Türen innerhalb der Wohnung sind meist geschlossen?

7. Sonstiges

7.1. Wie zufrieden sind Sie mit den Putzoberflächen und Anstrichen?

**Wandoberflächen sind empfindlich, Korkfußboden ist sehr empfindlich (leichte Kratzerbildung),
bin aber zufrieden.**

7.2. Wie schätzen Sie den Wohnwert Ihrer Wohnung ein?

Note: 1

7.3. Weitere Anmerkungen:

Keller ist sehr feucht, dadurch die Nutzung eingeschränkt.

**Leichte Rissbildung im Bereich der einbindenden Innenwände, im Wohnzimmer zusätzlich
im Bereich des Deckenanschlusses sowie im Eckbereich Giebelseite/Straßenfassade**

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass alle Mieter mit den verwendeten Oberflächenmaterialien zufrieden sind. Die verwendeten Innendämmsysteme sowie die eingebaute Messtechnik beeinträchtigen den Wohnwert in keiner Weise. Der Wohnwert wird durchgehend mit der Note 1 oder 2 beurteilt. Gewöhnungsbedürftig ist für manche Mieter die verzögerte Reaktion der Fußboden- und Wandheizung. Der Umstand, dass die einzelnen Heizkreise nicht von jedem Mieter individuell temperatur- und zeitgenau gesteuert werden können, spricht für die steigenden Nutzungsanforderungen in der heutigen Zeit.

Nahezu durchweg negativ wurde das Handling der straßenseitig eingebauten Kastenfenster bewertet. Da die Außenflügel nach außen öffnen, ist ein Putzen der Scheiben nicht nur sehr schwierig, sondern in den oberen Etagen auch nicht ganz ungefährlich. Desweiteren bieten die geöffneten Flügel eine gute Angriffsfläche für Windlasten, so dass ein Feststellen über das Haken-Ösen-System schwierig, z.T. funktionell unmöglich ist.

(Anm.: Hier hatten denkmalpflegerische Aspekte den Vorrang gegenüber der Bedienungsfreundlichkeit.)



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Vorbemerkung zu den Zwischenergebnissen der messtechnischen Begleitung und weiteren wissenschaftlichen Auswertung

Seit dem Einzug der Mieter Ende 2004 werden die Feuchte- und Temperaturverhältnisse in den einzelnen Dämmvarianten, aber auch das Innen- und Außenklima kontinuierlich gemessen und in Dataloggern gespeichert.

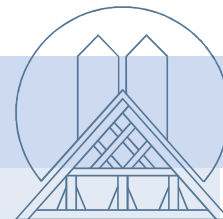
Das erste Jahr der Messungen (also 2005) war ein besonderes Jahr, da sich noch eine hohe Baufeuchte im Objekt befand, die Mieter zu unterschiedlichen Zeiten eingezogen sind und somit die Nutzereinflüsse noch relativ großen Schwankungen unterliegen. Der gesamte Bau in seinem Gefüge musste sich noch setzen. Aus den im ersten Jahr erfassten Daten der Begleitmessungen sind Tendenzen und Zwischenergebnisse ablesbar, für eine Verallgemeinerung sind diese Daten nicht geeignet.

Im Verlauf des zweiten Jahres haben sich etliche Messdaten bestätigt, so dass die derzeitigen Zwischenergebnisse schon konkreter und somit auch aussagekräftiger sind. Je länger der Messzeitraum ist, desto sicherer sind die aus der Auswertung der Daten abzuleitenden Ergebnisse. Aus diesem Grund werden derzeit verschiedene Möglichkeiten zur Fortführung der Messstrecke über weitere 2 bis 3 Jahre geprüft.

Wir befinden uns derzeit im dritten Projektjahr, welches gleichzeitig das zweite Jahr der wissenschaftlichen Begleitmessungen darstellt.



Abb. 120: Installation des Dataloggers auf dem Dachboden



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Prüfung der Ausführungsqualität des Gebäudes (Blower Door und Infrarot-Thermografie) ⁽¹⁶⁾

Prüfung des Luftwechsels

Der natürliche Luftwechsel hat erheblichen Einfluss auf die Klimaverhältnisse im Inneren von Gebäuden. Die Wirkung der Undichtigkeit eines Gebäudes wird häufig unterschätzt und im Regelfall auch nicht messtechnisch überprüft. Zur Quantifizierung der Luftdichtigkeit existieren europäische Messstandards, die in der DIN ISO 9972, der DIN 4108 T7 und der Energieeinsparverordnung verankert sind.

Dazu wird das Gebäude mit Über- bzw. Unterdruck von 50 Pa belastet. Der sich einstellende Luftwechsel gibt dann das Maß für die Luftdichtigkeit des Gebäudes wieder. In der Regel werden spezielle Ventilatoren mit Volumenstrommessblende verwendet, die für die Messung in Türen eingesetzt werden (Blower Door). Aus dem gemessenen Volumenstrom kann auch auf die äquivalente Leckagefläche geschlossen werden. Undichtigkeiten in der Hülle können durch Thermographiekamera oder Theaternebel lokalisiert werden.

Blower Door Messung in den Wohnungen

Für die Bewertung nach DIN und EnEV ist der Luftwechsel zwischen Raumluft und Außenluft maßgebend. Die Energieeinsparverordnung in der Fassung vom 02.12.2004 fordert eine maximal dreifache Luftwechselrate je Stunde ($n = 3 \text{ h}^{-1}$) für Neubauten bei einem Prüfdruck von 50 Pa. Für die grundhafte Sanierung des Fachwerkhauses in der Langen Gasse 7 wurde mit den Projektverantwortlichen ein Zielwert von einem maximal vierfachen Luftwechsel ($n = 4 \text{ h}^{-1}$) als Kompromiss zwischen den Anforderungen der EnEV und den Belangen des Denkmalschutzes festgesetzt.

Mit der ersten Messung im August 2004 wurden die einzelnen Wohneinheiten untersucht. Die zweite Messung erfolgte im Dezember 2005 kurz nachdem die Mieter in die Wohnungen eingezogen waren.

Die Messwerte von 2004 und 2005 sind nicht direkt miteinander vergleichbar. 2004 befanden sich die Wohnungen noch nicht im fertigen Ausbauzustand. Die Messung 2004 der einzelnen Wohnungen ergab eine Luftwechselrate von 5,1 bis 9,6 je Stunde. Der Wert liegt zum Teil deutlich über dem Zielwert „4-facher Luftwechsel“.

Hierfür gibt es zwei Gründe:

Erstens waren die Baumaßnahmen noch nicht vollständig abgeschlossen. So konnte durch noch nicht abgedichtete Fugen ein Luftaustausch erfolgen.

Zweitens beziehen sich die Werte der Energieeinsparverordnung auf Messungen der Dichtheit eines gesamten Gebäudes. Die Messungen erfolgten jedoch für einzelne Wohnungen. Durch den Luftaustausch über die Innenwände zu den Nachbar-Räumen/ Wohnungen und zum Treppenhaus ergeben sich höhere Werte.

Daher liegen die Werte teilweise deutlich über dem anzustrebenden Zielwert für die Lange Gasse eines 4-fachen Luftwechsels je Stunde. Aus bauphysikalischen Gründen sind Undichtheiten zwischen den einzelnen Wohneinheiten zu vermeiden. Insbesondere der bauliche Schallschutz verschlechtert sich im Falle von Luftwegen zwischen den Wohnungen erheblich.

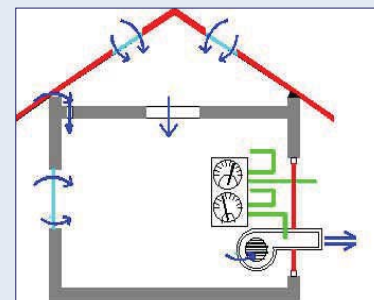


Abb. 121: Messprinzip der Blower Door (bei Unterdruck)



Abb. 122: Blower Door im Einsatz, Einbau des mit Folie gespannten Hilfsrahmens mit integriertem Ventilator in die Eingangstür zu Wohnung 1



Abb. 123: Blower Door im Einsatz, Messung der Luftwechselrate in Wohnung 1

(16) Zwischenbericht Teil 1 BAUKLIMA Ingenieurbüro, Dipl.-Ing. Wulf Eckermann



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“ Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Im Fachwerkhaus in der Langen Gasse 7 wurden unterschiedliche Wandaufbauten realisiert. An den Außenwänden kamen vier verschiedene Innendämmsysteme zum Einsatz. Weiterhin wurden verschiedene Fenstertypen montiert. Die Nordseite (zum Hof) erhielt in den Obergeschossen Isolierglasfenster, während die Fassade der Südseite (Straßenfront) Kastenfenster erhielt.

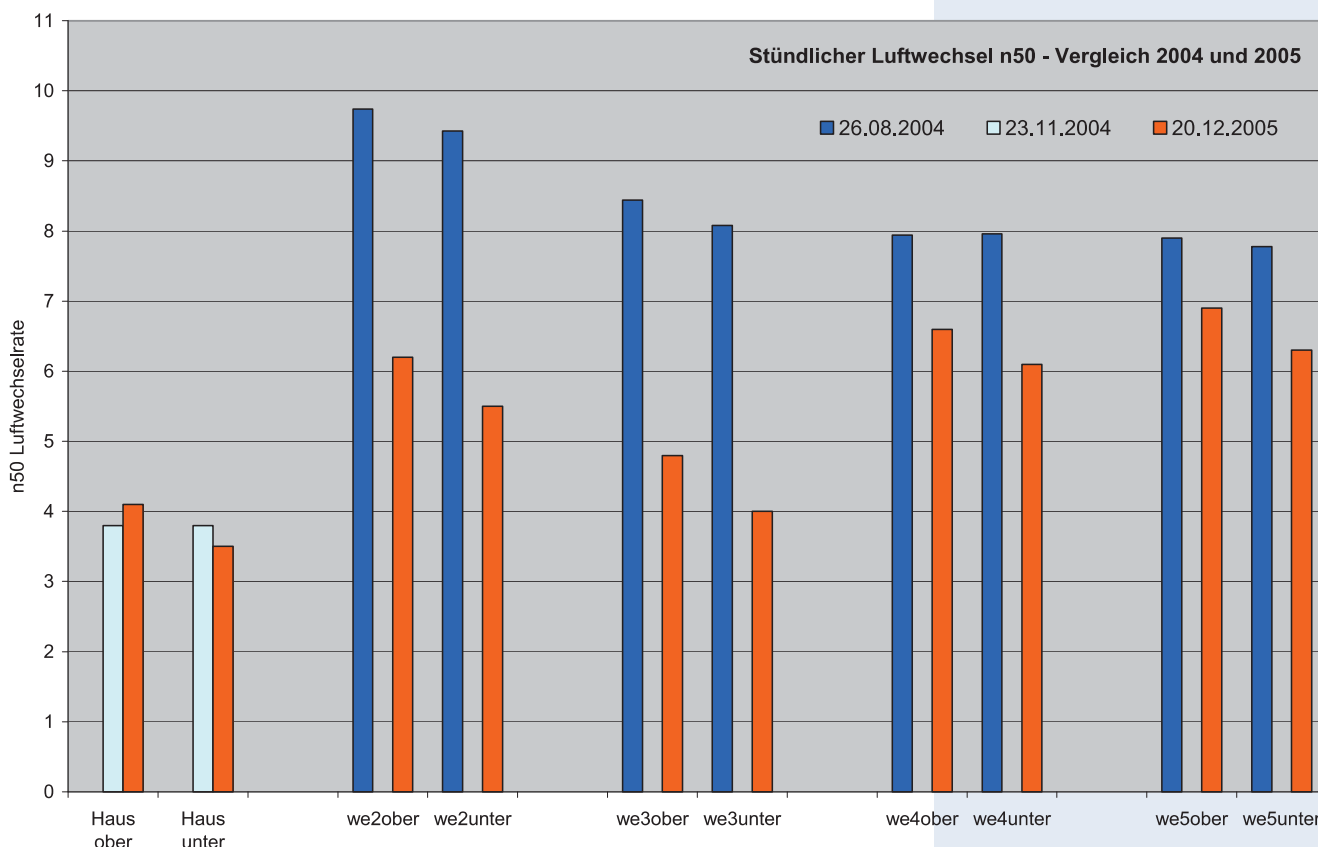
Typische Leckagen während der Blower Door Messung der einzelnen Wohneinheiten zeigten sich allerdings weniger in den vorhabensspezifischen Dämm Lösungen, als vielmehr in den klassischen Problemstellen der Altbausanierung: den Bauteilanschlüssen an neuen leichten Trennwänden, den Unterdecken sowie an Fenstern und den Durchdringungspunkten von Installationsleitungen.

Im Jahr 2005 hingegen konnten reale Werte ermittelt werden: Die Wohneinheiten mit massiver Dämmschale im 1. OG haben demnach eine höhere Luftdichtheit als die Wohneinheiten mit Plattendämmung im 2. OG. Insgesamt erfüllt das Gebäude die Zielstellung von $n_{50} < 4$.



Abb. 124: Blower Door im Einsatz, Ermittlung von Leckagen mit dem Thermoanemometer. Am unteren Anschluss der leichten Trennwand sind deutlich hohe Luftbewegungen erkennbar.

Tab. 19: Luftwechselraten der Wohnungen 2004 und 2005





„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“ Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Bei der Messung Ende 2005 ergeben sich deutliche Verringerungen der Luftwechselzahl. Die n_{50} Werte reichen vom 4-fachen bis fast zum 7-fachen stündlichen Luftwechsel. Trotzdem liegen die n_{50} Werte der Wohnungsmessungen deutlich über dem Wert für das Gesamtgebäude. Der Zielwert von $n_{50} \leq 4$ je Stunde wird nicht erreicht. Eine derartige Diskrepanz der Messwerte für Gebäude und Wohnungen ist nicht ungewöhnlich, da bei den Einzelmessungen auch die Verluste über Leckagen zu angrenzenden Wohnungen, zum Dach oder zum Treppenhaus in die Berechnung mit eingehen. Bei der Gesamtmessung werden demgegenüber das gesamte Netto-Bauvolumen und die wärmeübertragene Gebäudehüllfläche berücksichtigt, womit der Intention der Energieeinsparverordnung (EnEV) eher entsprochen wird.

Auch unter Beachtung dieser Messeinflüsse sind die Luftwechselraten der Wohnungen unter Prüfbedingungen von 50 Pascal als relativ hoch anzusehen. Hohe unkontrollierte Luftwechsel im Winter laufen der Zielstellung der Heizenergieeinsparung zuwider. Andererseits wird durch gezielte Lüftung im Winter die Raumluftfeuchte reduziert. Empfohlen wird eine geringfügige Reduzierung des unkontrollierten Außenluftwechsels, wie sie etwa mit einer Verbesserung der Dichtung der Innenflügel im Kastenfenster einhergeht.

Bemerkenswert sind auch die Unterschiede in den Messwerten der Wohnungen mit verschiedenen Dämmvarianten. Die geringeren Luftwechselraten in den Wohnungen 2 und 3 könnten auf die dort verwendeten massiven Vorsatzschalen zurückzuführen sein. Vor allem die Verwendung des Cellco-Verfüllmaterials in der Wohnung 3 ermöglicht anscheinend einen guten Verbund mit der Fachwerkkonstruktion und damit eine gute Luftdichtheit der Außenwände.

Blower Door Messung des gesamten Gebäudes

Kurz vor dem Einzug der ersten Mieter wurde das gesamte Gebäude auf die Luftdurchlässigkeit hin untersucht. Die Messung erfolgte am 23.11.2004. Die Blower Door Messeinrichtung wurde in die Öffnung der Eingangstür an der Westseite (Tür AT2) montiert. Zur Messung waren alle Fenster und Außentüren verschlossen. Die Lüfteröffnungen in den Bädern der Wohnungen wurden provisorisch abgeklebt.

Bei der Messung wurde festgestellt, dass ein deutlicher Luftwechsel durch die Kellertür (T6) und die Eingangstür zur Straße (AT1) stattfindet.

Um eine genauere Aussage über das gesamte Gebäude zu erhalten, wurden die Fugen der beiden Türen mit Klebeband provisorisch geschlossen.

Die Messung ergab eine Luftwechselrate von 3,8 je Stunde (Variante: Türen abgeklebt). Die Energieeinsparverordnung in der Fassung vom 02.12.2004 fordert eine maximale Luftwechselrate von 3 h^{-1} für Neubauten ohne Lüftungsanlage (Auszug der EnEV, Anlage A1). Für das sanierte Fachwerkhaus in der Lange Gasse 7 wurde im Planungsteam ein Zielwert für den Luftwechsel von maximal 4 h^{-1} festgelegt. Dieser Zielwert wurde erreicht.



Abb. 125, 126: Terrassentür Küche Nord: kalte Luft strömt von außen durch die untere Fuge.



Abb. 127: Undichtheit an der Hauseingangstür zur Straße



Abb. 128: Eingangstür zur Straße mit Abklebung der Fugen



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Beispiele typischer Leckagestellen im Gebäude

Abb. 129: Wohnung 1: Wohnzimmer

Kaltlufteintritt am Fensteranschluss sowie am Fachwerkständer

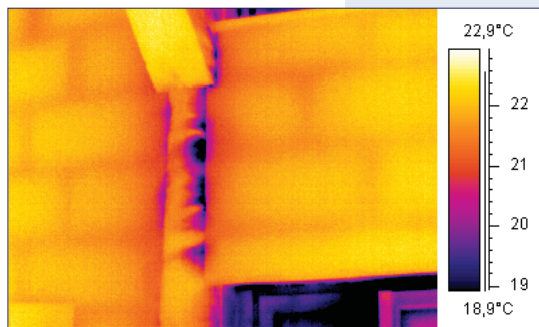
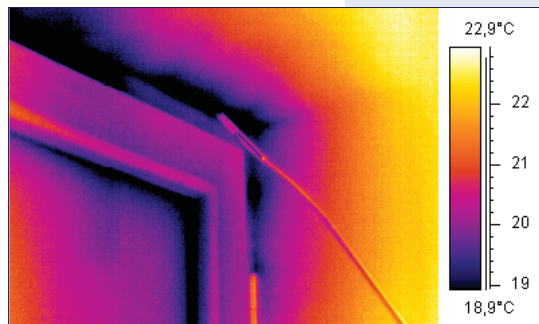
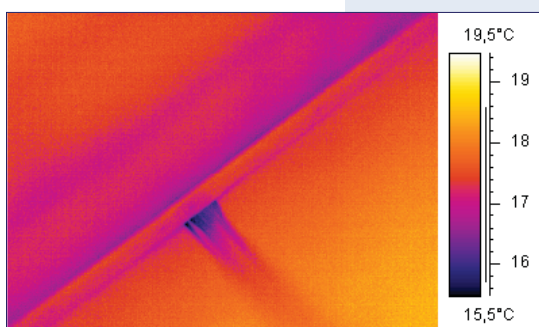
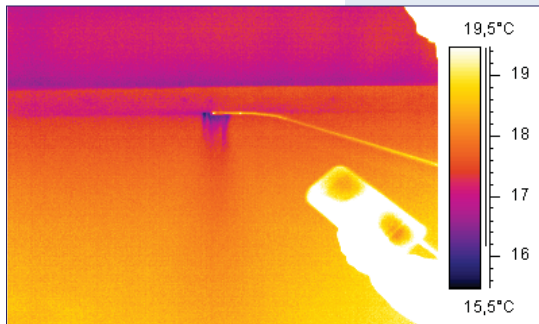
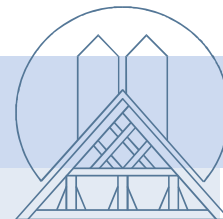


Abb. 130: Wohnung 2: Schlafzimmer

deutlicher Kaltlufteintritt unter Ablösung der Kork-Fußleiste





„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Beispiele typischer Leckagestellen im Gebäude

Abb. 131: Wohnung 2: Wohnzimmer
Deutliche Undichtheiten am Fensterbrett

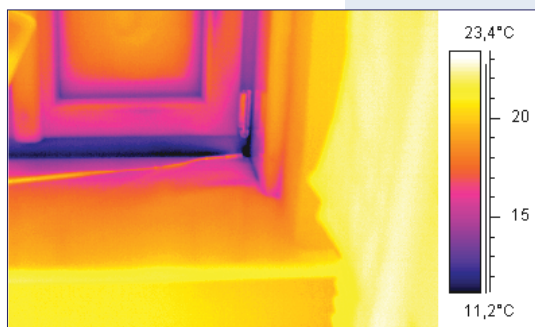
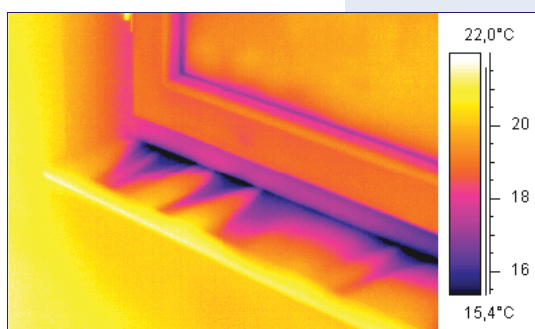
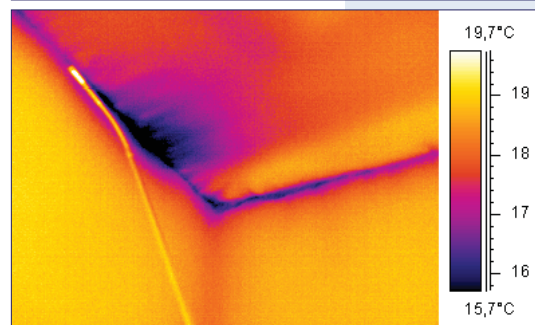
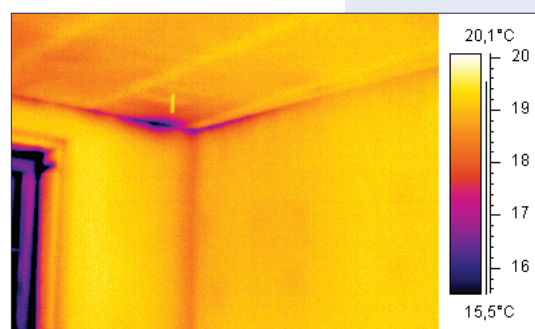


Abb. 132: Wohnung 5: Schlafzimmer
Leckage im Deckenanschluss





„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Infrarot - Thermografie

Blower-Door-Test und Thermografie ergänzen sich sehr gut, wenn ein umfassender Nachweis des Wärmeschutzes eines Gebäudes gefordert ist. Im gemeinsamen Betrieb wird im zu untersuchenden Raum ein konstanter Unterdruck von 50 Pa erzeugt, so dass Luft durch Undichtigkeiten hereinströmt und durch die Abkühlung der Umgebung mit Hilfe der Infrarot-Aufnahme sichtbar wird. Zur besseren Visualisierung der Leckagestellen wurden auch in der Langen Gasse 7 Infrarot-Aufnahmen gemacht.

Zur Lokalisierung von Leckagen wurde ein konstanter Unterdruck von 50 Pa erzeugt und das Gebäude mit IR Kamera geprüft. Gegenüber der ersten Blower Door Messung in den einzelnen Wohnungen vom August 2004 zeigten sich deutliche Verbesserungen. Durch den mittlerweile kompletten Innenausbau mit Einbau der Fußböden, letzten Putz- und Malerarbeiten sowie Abdichtungen im Anschluss von Decken und Trennwänden konnte vor allem der Luftaustausch zwischen den einzelnen Wohneinheiten bzw. zum Dach und zum Treppenhaus reduziert werden.

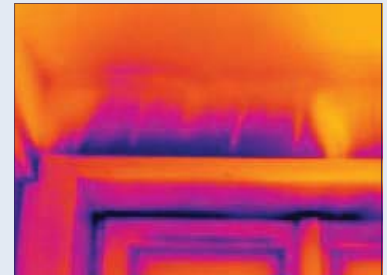


Abb. 133, 134: Deutliche Undichtheit am Anschluss des Fensters am Sturzriegel





„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Vergleich der Wandaufbauten:

Aufgrund unterschiedlicher Raumtemperaturen ist ein direkter quantitativer Vergleich der Oberflächentemperatur der Dämmvarianten nicht möglich.

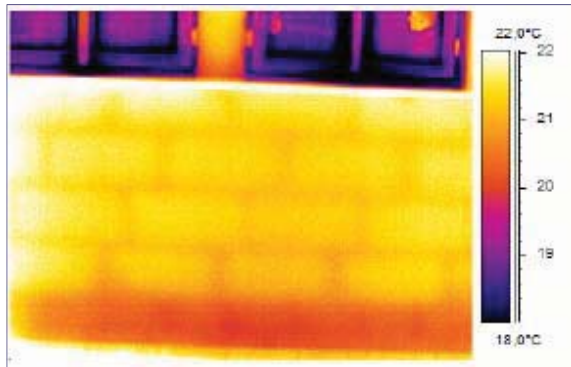


Abb. 135: Wandaufbau mit **Holzlehmsteinen** im Raum 1.04 (Aufbau W1, $T_L=20^\circ\text{C}$)). Das Fugenbild hebt sich klar auf der Aufnahme hervor. Der Fugenmörtel hat eine höhere Wärmeleitfähigkeit als der Lehmstein. Der Schwellbereich weist eine geringere Temperatur auf, hier befindet sich das Lastholz.

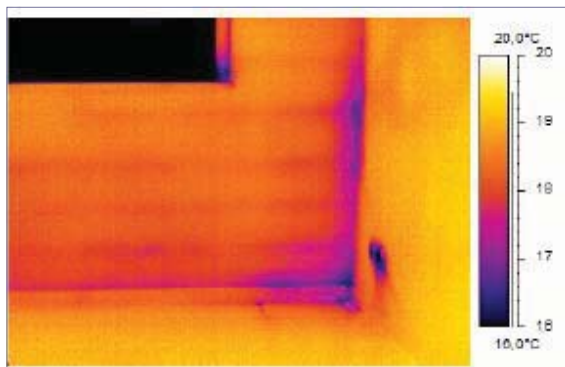


Abb. 136: Wandaufbau mit **Haacke-Cellco-Wärmedämmlehm** im Raum 2.09 (Aufbau W5, $T_L=22^\circ\text{C}$). In der Wanddecke sind die kälteren Bereiche durch die dunklere Farbgebung erkennbar.

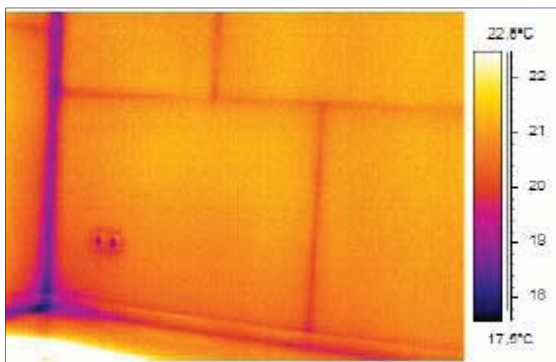


Abb. 137: Wandaufbau mit **Cal-sitherm-Klimapplatten** im Raum 3.04 (Aufbau W6, $T_L=25^\circ\text{C}$), Außenwanddecke. Das Fugenbild hebt sich aufgrund der glatten Plattenstöße (keine Nut-Feder Verbindung) klar hervor, Wärmebrücke im Bereich der Außenwanddecke.

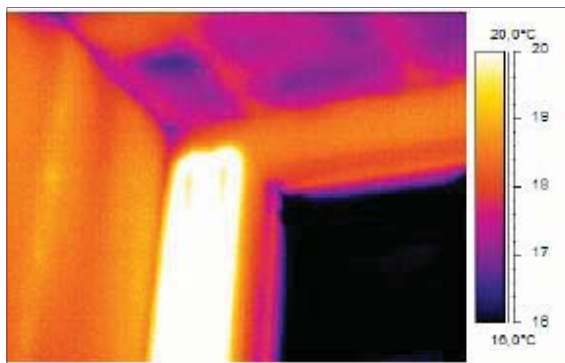


Abb. 138: Wandaufbau mit **Unger-Diffutherm-Holzweichfaserplatten** im Raum 3.08 (Aufbau W7, $T_L=21^\circ\text{C}$). In der Mitte des Bildes sind die Wandheizungselemente zu erkennen.



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Infrarot-Thermografie im Außenbereich:

Erste Außenaufnahmen entstanden am **24.11.2004** gegen 7:00 Uhr kurz vor Sonnenaufgang. Die Infrarot-Thermografie Messung erfolgt mit einer IR-Kamera PM 690 der Firma FLIR.

In der Nacht vom 23.11. zum 24.11.2004 wurde das Gebäude möglichst gleichmäßig in allen Wohnungen beheizt (offene Wohnungstüren), um genauere Messergebnisse zu erzielen.

Weitere Außenaufnahmen entstanden am **20.12.2005** um 6.30 Uhr bei einer Außentemperatur von ca. 5°C, rel. Luftfeuchte ca. 90 %). Die Infrarot-Thermografie Messung erfolgt mit einer IR-Kamera PM 690 der Firma FLIR.

In der Nacht vom 19.12. zum 20.12.2005 wurde das Gebäude möglichst gleichmäßig in allen Wohnungen beheizt (offene Wohnungstüren), um genauere Messergebnisse zu erzielen.

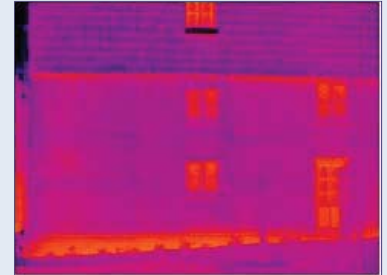


Abb. 139, 140: Das massive Erdgeschoss ohne Innendämmung und der Sockel heben sich gegenüber dem Fachwerk durch höhere Temperaturen hervor.



Abb. 141: Außenansicht Nord (Montage aus mehreren IR Aufnahmen)

- Ausgeglichener Verlauf der Oberflächentemperaturen: Bestätigung für gutes Dämmniveau
- WE 3 (links): Schlafzimmer ist geringer beheizt
- Wärmebrücken: Sockel des Gewerberaumes, Metallfenster Gewerberaum, - Abstandhalter der Wärmeschutzverglasung



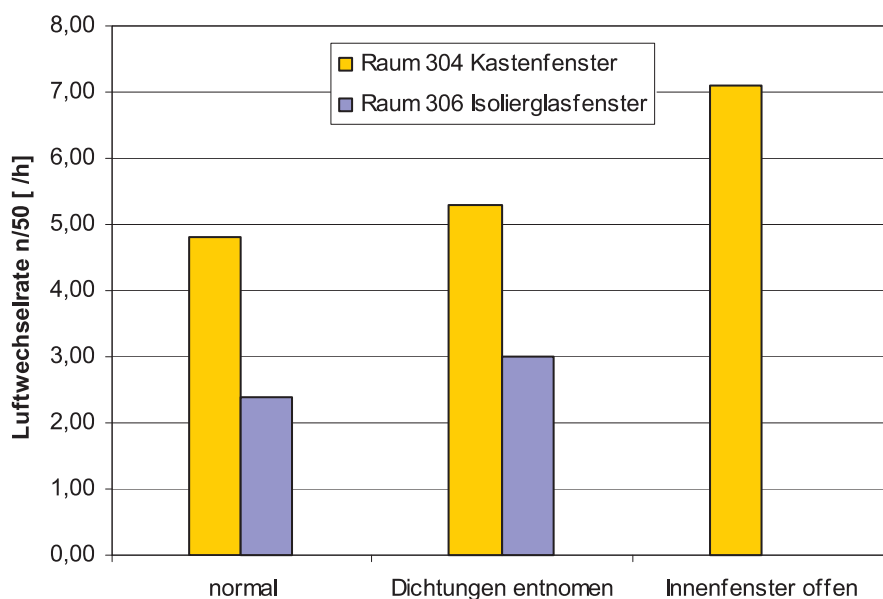


„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Fensterlüftung⁽¹⁷⁾

Blower Door Messung

Die folgende Abbildung (Tab. 20) zeigt die Ergebnisse der Blower Door Messungen in zwei ausgewählten Räumen, in denen entweder Kastenfenster oder Einfachfenster mit Isolierverglasung eingebaut wurden. Unterschiede im Lüftungsverhalten beider Konstruktionen sollten ermittelt werden.



Zusätzlich wurden die Auswirkungen von teilweise entfernten Fensterdichtungen untersucht. Dazu wurden während einer zweiten Messung jeweils 4 x 50 cm lange Streifen der Lippendichtung oberhalb und unterhalb des quer liegenden Kämpfers entnommen (gesamt: 2 m ohne Dichtung). Eine dritte Messung am Kastenfenster erfolgte bei völlig geöffneten inneren Fensterflügeln.

Der Raum 3.06 befindet sich auf der Nordseite des Gebäudes. Für die Messung der Südseite wurde der Raum 3.04 ausgewählt. Beide Räume befinden sich in der Wohnung 4 des 2. Obergeschosses. In beiden Räumen ist eine Innendämmung mit Calsitherm Klimaplatte ausgeführt. Differenzen in den Ergebnissen der Blower Door Messung sind in erster Linie auf die verschiedenen Fensterkonstruktionen zurückzuführen.

Im Raum 3.06 (Nordseite) ist ein isolierverglastes Einfachfenster mit einer denkmalgerechten Profilierung montiert (Fenstertyp F2b). Der Raum 3.04 (Südseite) besitzt ein Kastenfenster (Fenstertyp F2/ F2a).

Unter den Prüfbedingung von 50 Pa Differenzdruck beträgt die Luftwechselrate für den Raum 3.06 (Nordseite) im Normalfall 2,4 h⁻¹ und für den Raum 3.04 (Südseite) 5,3 h⁻¹.

Die Berechnung der längenbezogenen Fugendurchlässigkeit erfolgt nach DIN 18055. Die DIN 18055 wurde ersetzt durch die DIN EN 12207-1. Zur Vereinfachung wird hier am Berechnungsgang der DIN 18055 festgehalten.



Abb. 142: Kastenfenster Raum 3.04 (Südseite), Dichtungsband im Kämpfer entfernt



Abb. 143: Isolierglasfenster Raum 3.06 (Nordseite)



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Nachweis Grundlüftung

Die Grundlüftung eines Raumes dient zur Verbesserung des Wohlbefindens der Bewohner/ Nutzer und zur Sicherung des Feuchteschutzes (Abfuhr von Nutzungsfeuchte).

Personen innerhalb von Gebäuden:

- benötigen den Sauerstoff der Außenluft
- produzieren CO₂ und H₂O-Dampf der abgeführt werden muss
- produzieren Spurengase (Gerüche), die abgeführt werden müssen
- Einrichtungsgegenstände emittieren Gase, die abgeführt werden müssen

Der Luftwechsel setzt sich zusammen aus:

- gezieltem Luftwechsel (freie Fensterlüftung): Ventilation
- Luftwechsel über Fehlstellen (Fugen, Undichtigkeiten): Infiltration

Der ungewollte Luftaustausch erfolgt über verschiedene Arten von Undichtigkeiten:

- Undichtigkeiten von Flächenbauteilen
- undichte Anschlüsse bei Bauteil- oder Schichtwechsel
- bewegliche Elemente (Türen, Fenster, usw.)

Die DIN 1946 Teil 2 nennt Werte für den personenbezogenen Mindestluftstrom. Für Büroräume sind 40 m³/h pro Person anzusetzen. Ein Lesesaal ist mit 20 m³/h pro Person zu berechnen. Für Wohnräume sind keine Werte angegeben. Es ist eine Grundlüftung von 20-30 m³/h pro Person anzustreben. Aus den Messwerten der Blower Door Messung unter Prüfbedingungen von 50 Pascal Differenzdruck kann nicht direkt auf den Luftwechsel unter natürlichen Strömungsbedingungen geschlossen werden. Trotzdem soll unter Nutzung der Gebäude- bzw. Raumkennlinie eine grobe Abschätzung des Luftvolumenstroms unter Nutzungsbedingungen erfolgen. Als mittlere Druckdifferenz für verschiedene Klimabereiche und Gebäudeexposition zwischen Innen- und Außenluft kann dabei ein Wert von ca. 2 Pa angenommen werden.

Tab. 21: Berechnung für Raum 3.06 (Nordseite mit Isolierglasfenstern)

Raum	3.06 (Nordseite)
Fensterart	Isolierglasfenster
Raumfläche	14 m ²
Raumvolumen	40 m ³
Volumenstrom bei 50 Pa	97 m ³ /h
Volumenstrom bei 2 Pa (mit allen Dichtungen)	12 m ³ /h (Abbildung 72)
Volumenstrom bei 2 Pa (4 Dichtungen fehlen)	14 m ³ /h (Abbildung 73)

Gemäß der Raumkennlinie beträgt bei einer Druckdifferenz von 2 Pa der Volumenstrom ca. 12 m³/h. Damit wird eine Luftwechselrate von 0,3 je Stunde durch die Infiltration über Bauteilfugen erreicht. Die Grundlüftung der Räume mit isolierverglasten Einfachfenstern ist gesichert. Zur Einhaltung der Mindestluftwechselraten nach DIN EN 12832 und zur Bedarfslüftung der Räume im Falle erhöhter Feuchte- oder Geruchsbelastungen muss in stärkerem Maße ein manuelles Fensterlüften durch die Mieter erfolgen. Es ist daher zu prüfen, ob zur schnelleren Abfuhr von Nutzungsfeuchte die Fugendurchlässigkeit der Fenster zu erhöhen ist, z.B. durch das versuchsweise

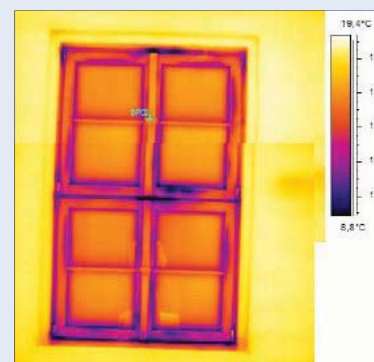


Abb. 144: Isolierglasfenster 1.OG Raum 2.09 Küche (Bildmontage), Eintritt von Kaltluft an den Fugen der Fensterflügel, vor allem am Fensterbrett, Wärmebrücke im Bereich der Alu-Abstandhalter der Isolierverglasung



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Tab. 22: Berechnung für Raum 3.04 (Südseite mit Kastenfenstern)

Raum	3.04 (Südseite)
Fensterart	Kastenfenster
Raumfläche	17 m ²
Raumvolumen	45 m ³
Volumenstrom bei 50 Pa	218 m ³ /h
Volumenstrom bei 2 Pa (mit allen Dichtungen)	20 m ³ /h (Abbildung 70)
Volumenstrom bei 2 Pa (4 Dichtungen fehlen)	22 m ³ /h (Abbildung 71)

Gemäß der Raumkennlinie beträgt bei einer Druckdifferenz von 2 Pa der Volumenstrom ca. 20 m³/h. Damit wird eine Luftwechselrate von 0,44 je Stunde durch die Infiltration über Bauteilfugen erreicht.

Die Grundlüftung der Räume mit Kastenfenster ist gesichert. Zur Einhaltung der Mindestluftwechselraten nach DIN EN 12832 und zur Bedarfslüftung der Räume im Falle erhöhter Feuchte- oder Geruchsbelastungen muss in geringerem Maße ein manuelles Fensterlüften durch die Mieter erfolgen.

Die Schwachstellen in den Fensterkonstruktionen sind die Anschlüsse an den Baukörper sowie Fuge zwischen Fensterflügel und Blendrahmen. Im Raum 2.12 sind Kastenfenster montiert. Im Bereich des Mittelholms weist das Infrarot-Bild dunkle Stellen auf. In diesem Bereich strömt kalte Luft von außen nach. Die Blower Door wurde für die Aufnahmen mit 50 Pa Unterdruck gefahren.

Die Blower Door Messung ergab, dass die Kastenfenster eine größere Fugendurchlässigkeit als die Isolierglasfenster haben. Andererseits zeigt die Infrarot-Aufnahme für ein Isolierglasfenster mehr kühlere Stellen als das Bild des Kastenfensters.

Es besteht Grund zur Annahme, dass beim Kastenfenster die kalte Luft in dem Zwischenraum zunächst leicht erwärmt wird und dann durch die vorhandenen Fugen ins Gebäude dringt. Bei dem Isolierglasfenster strömt die kalte Luft direkt ins Gebäude.

Fazit:

Isolierglasfenster: Eine geringe Menge kalter Außenluft strömt ins Gebäude.

Kastenfenster: Eine größere Luftmenge strömt ein, die jedoch im Zwischenraum vorgewärmt wird.

Der größere Luftstrom im Kastenfenster kann allerdings im Falle feuchter Raumluft zu Kondensatproblemen an der kalten Außenscheibe im Fensterkasten führen. Das Tauwasserrisiko wird reduziert durch die bauphysikalisch korrekte, daher möglichst dichte Ausführung der inneren Fenserebene. Es ist zu prüfen, ob das Nachrüsten einer Dichtung im senkrechten Falz der überschlagenden Flügel notwendig ist.

Bei der Bewertung der Untersuchungen ist zu beachten, dass nur einzelne Fenster geprüft werden konnten. Im Einzelfall spielen die handwerkliche Ausführung und individuelle Justierung eine große Rolle für die konkret erreichten bauphysikalischen Eigenschaften.

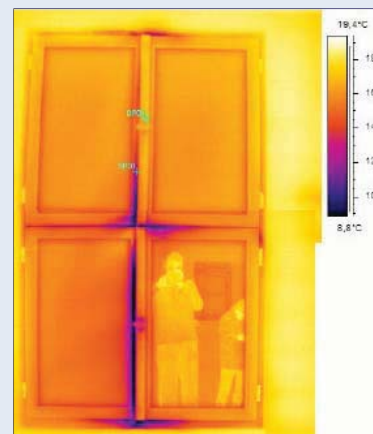


Abb. 145: Kastenfenster 1.OG Raum 2.12 Wohnzimmer (Bildmontage), Eintritt von Kaltluft im Bereich der überschlagenden Flügel ohne Dichtung



Abb. 146: Erheblicher Ausfall von Kondensat auf der Innenseite des äußeren Fensterglases, Nachweis der Undichtigkeit auf der Innenseite des Kastenfensters



Abb. 147: Nachweis der Undichtigkeit auf der Innenseite des Kas-



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Messstellendokumentation Holzfeuchte

In der Grenzschicht zwischen Fachwerk und Innendämmung könnte es durch Unterschreitung des Taupunktes zu Aufweichungen kommen. Interessant ist ein Vergleich der Feuchteentwicklung der unterschiedlichen Dämmvarianten in diesem kritischen Bereich.

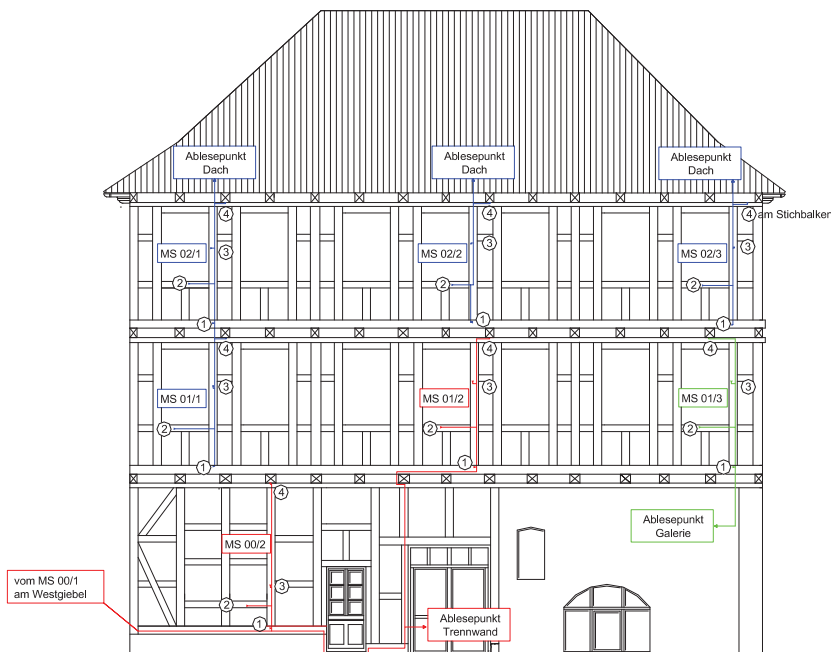
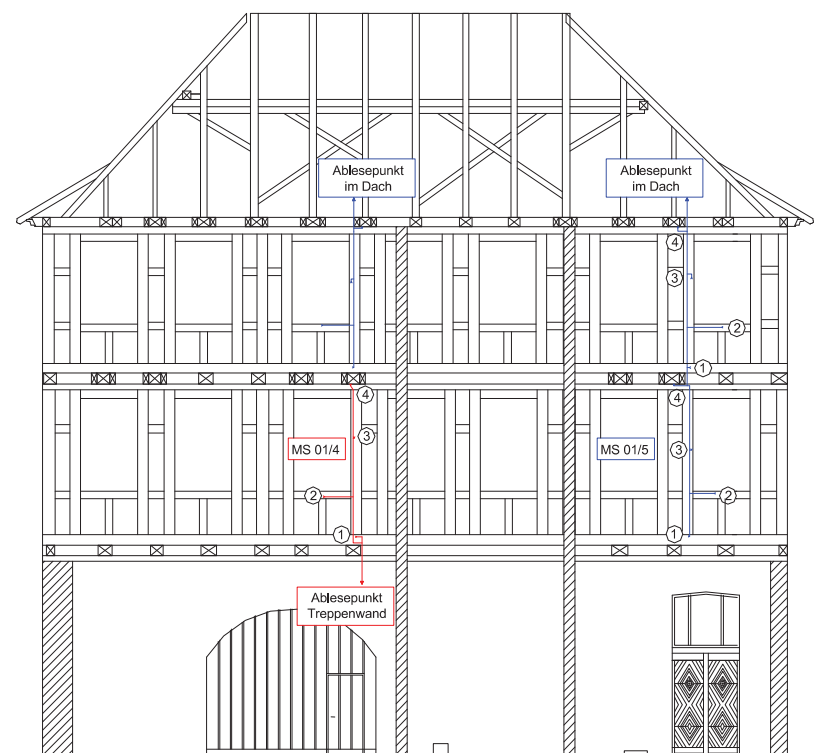


Abb. 148: Messstellen Nordfassade (Hofseite) innenseitig



Übersichten auf Grundlage der
Ansichtszeichnungen des Bü-
ros:



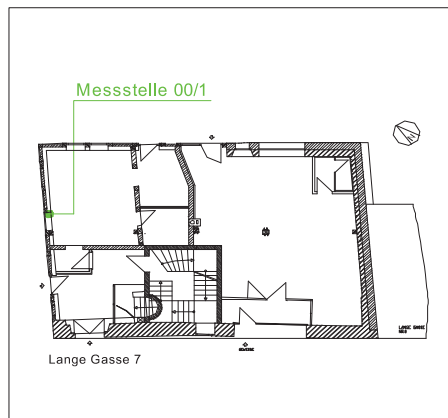
„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Im Gebäude wurden 5 vertikale Messachsen mit insgesamt 47 Einzelmesspunkten für Holzfeuchte an der Innenseite der Fachwerkhölzer installiert. Das Prinzip der Holzfeuchtemessung basiert auf der elektrischen Widerstandsmessungen an der Grenzschicht zwischen Fachwerk und Innendämmung. Dazu wurden ca. 40 mm lange Edelstahlschrauben quer zur Holzfaser eingeschraubt, durch Klebepunkte vor dem unkontrollierten Eindringen von Feuchtigkeit gesichert und die angeschlossenen Messkabel zu Ablesepunkten außerhalb der Wohnungen verlegt.

Abb. 150 bis 154: Beispiel Messstelle 00/1



Überblicksfoto



Grundriss Erdgeschoss



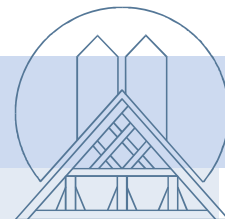
Messpunkt 1 - Schwell



Messpunkt 2 - Riegel



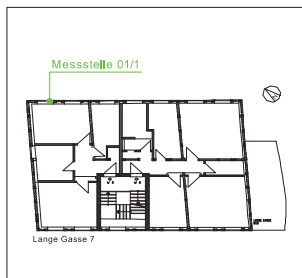
Messpunkt 3 - Ständer



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529



Überblicksfoto



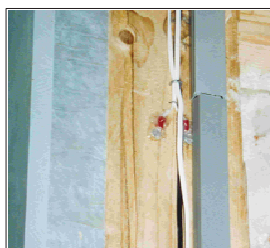
Grundriss 1. Obergeschoss



Messpunkt 1 - Schwell



Messpunkt 2 - Riegel



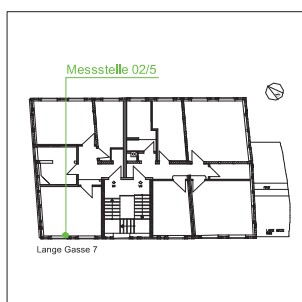
Messpunkt 3 - Ständer



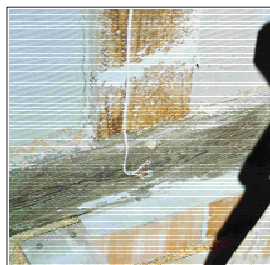
Messpunkt 4 - Deckenbalken



Überblicksfoto



Grundriss 2. Obergeschoss



Messpunkt 1 - Schwell



Messpunkt 2 - Riegel

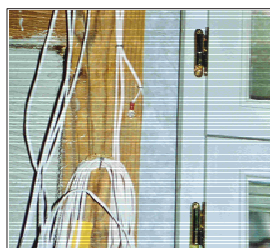


Abb. 155 bis 160: Beispiel Mess-
stelle 01/1

Abb. 161 bis 166: Beispiel Mess-
stelle 02/5



Ergebnisse der Holzfeuchtenessungen in Musterachsen

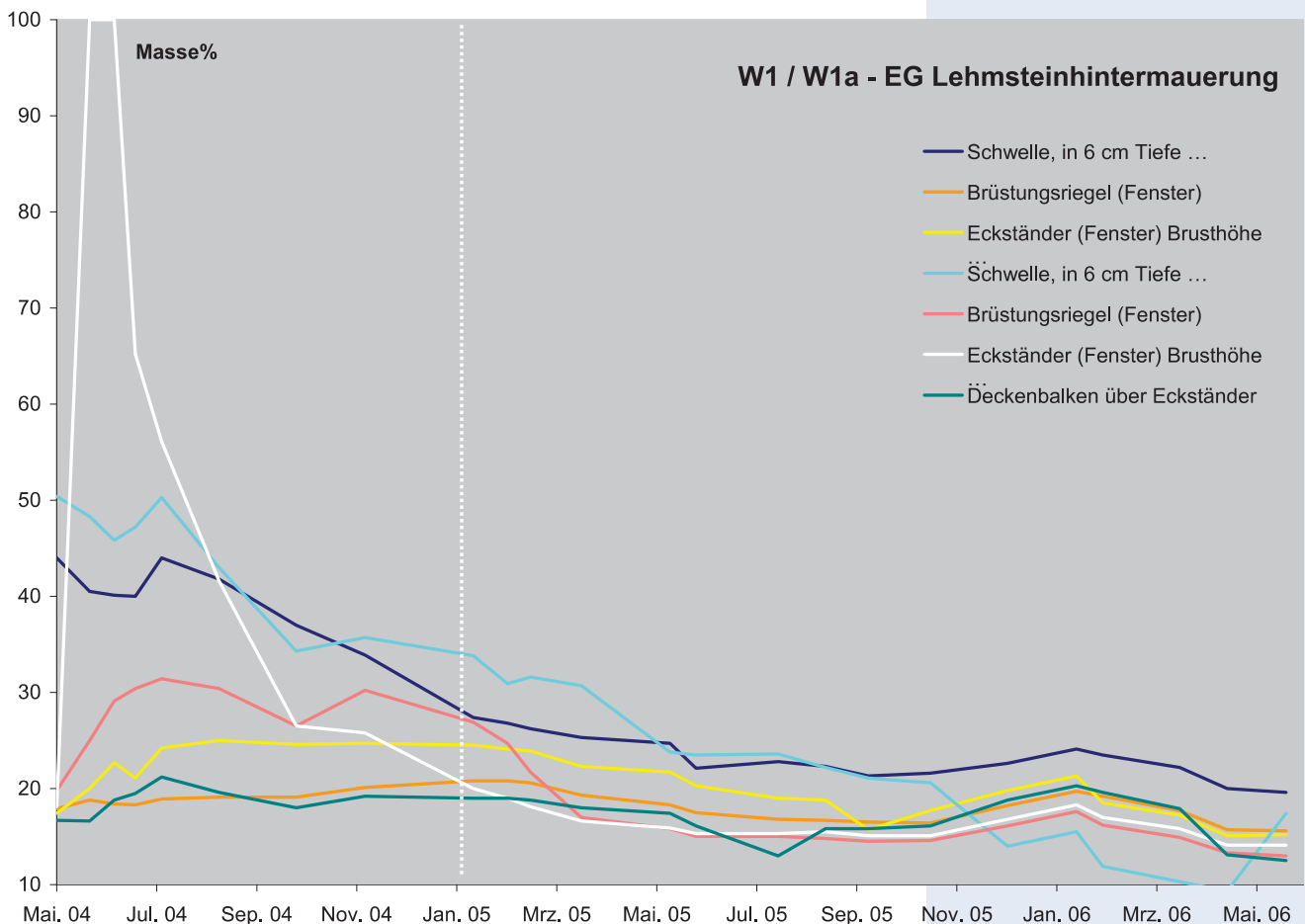
Schon im Verlauf der Sanierungsarbeiten wurden in regelmäßigen Abständen die Holzfeuchtemesswerte erfasst. Dabei waren die Ausgangswerte im Mai 2004 sehr unterschiedlich. Die Gründe dafür sind hauptsächlich darin zu finden, dass manche Hölzer Bestandshölzer waren, andere wiederum zwar als Altholz eingebaut wurden, aber doch sehr unterschiedliche Grundfeuchten aufwiesen.

Sehr deutlich wurde die Problematik der (hier vorab nicht geprüften) Einbaufeuchte bei den Eichenschwellen im Erdgeschoss der Wohnung 1. Nach einer vom Deutschen Fachwerkzentrum vorgenommenen Tiefenmessung an sechs unterschiedlichen Messpunkten mit Messtiefen von 0,5 bis 10 cm wurden Feuchtegehalte von bis zu 50 Masseprozent festgestellt. Nach Rücksprache mit der Bauleitung, dem Bauherren und dem Holzschutzsachverständigen wurde entschieden, dass die Schwellen nicht zurückgebaut werden, da aufgrund der Innenausbausituation und der Einbauhöhe auf dem Sandsteinsockel außerhalb des Spritzwasserbereiches eine Abtrocknung möglich ist. In der Grafik ist erkennbar, dass erst nach fast zwei Jahren die Holzfeuchtwerte der Schwellhölzer auf ein verträgliches Maß von ca. 20 % gesunken sind.



Abb. 167: Messpunkt II am Nordgiebel Tiefenmessung bei 4,5 cm

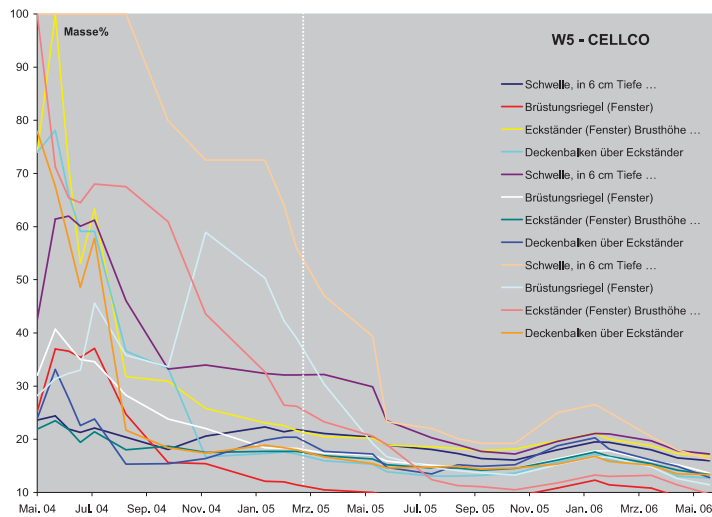
Tab. 23: Beispiel Holzfeuchteentwicklung bei Holzleichteilemstein-Hintermauerung



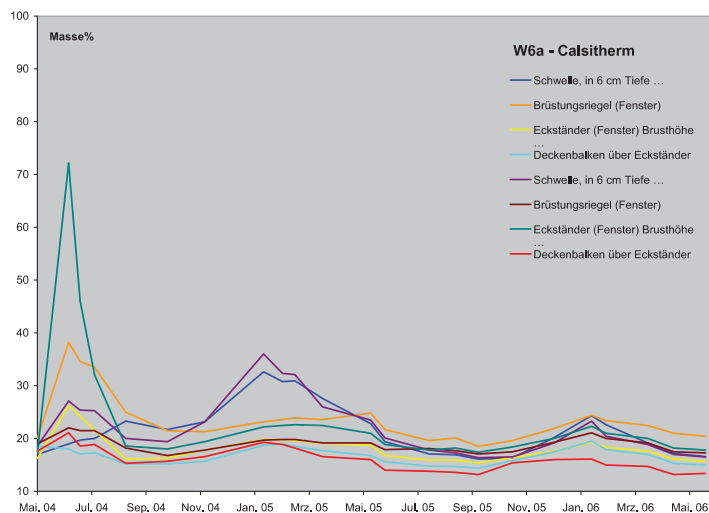


„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

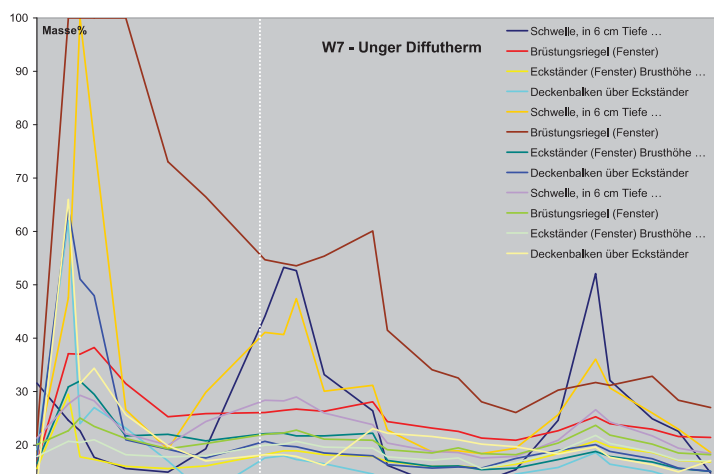
Grundsätzlich ist in allen Dämmvarianten die Tendenz zur Abtrocknung der je nach Ausführung stark variierenden Baufeuchte ablesbar. Dabei gibt es zwischen den Dämmvarianten und den konkreten Einbausituationen der Feuchtefühler deutliche Unterschiede. Aber bereits im Sommer 2005 befinden sich die Holzfeuchtwerte überwiegend unter dem Grenzwert von 20 Masseprozent.



Tab. 24:
Beispiel
Holzfeuchte-
entwicklung bei
Cellco-
Dämmung



Tab. 25:
Beispiel
Holzfeuchte-
entwicklung bei
Calsitherm-
Dämmung



Tab. 26:
Beispiel
Holzfeuchte-
entwicklung bei
Unger-
Diffutherm-
Dämmung

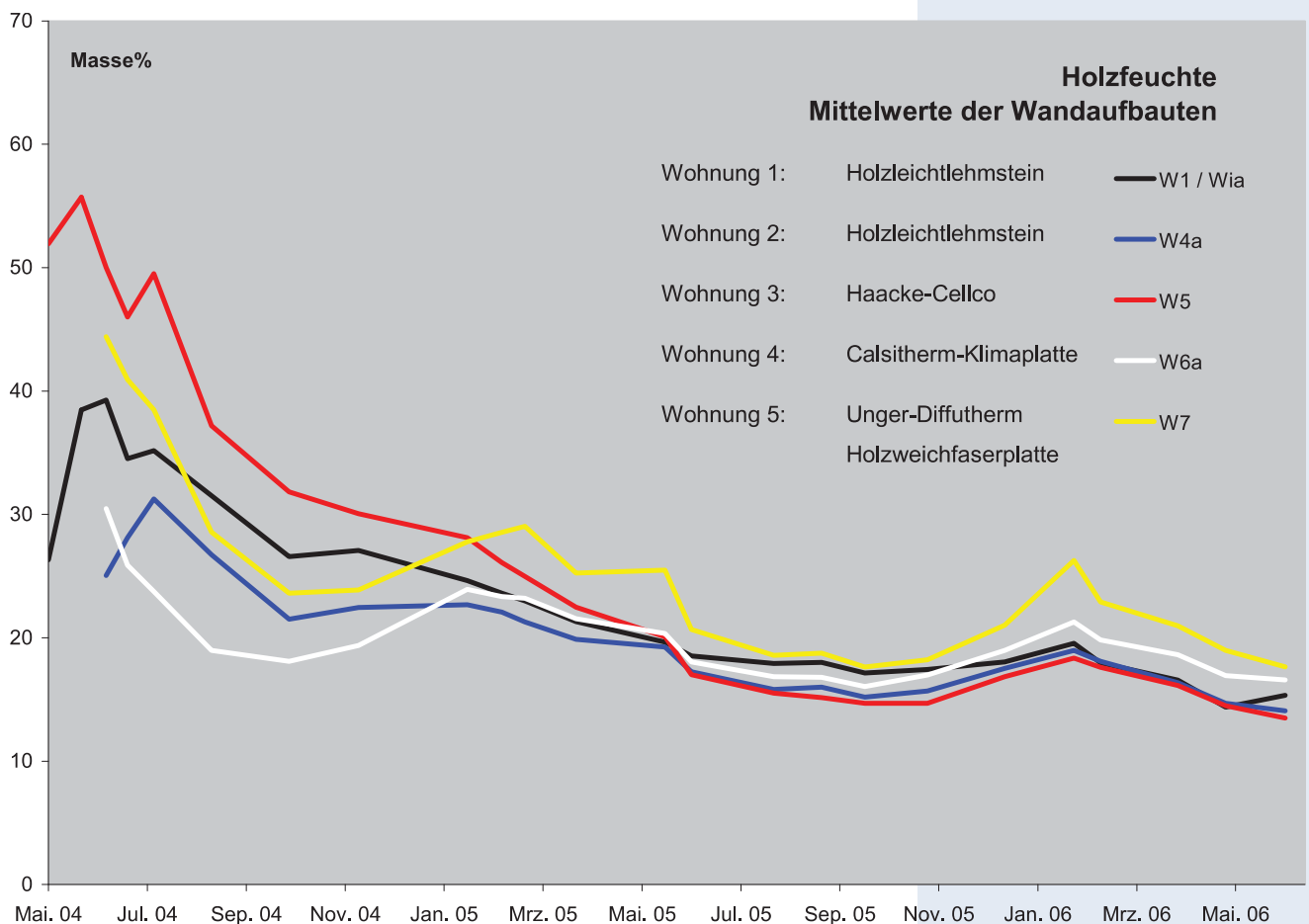


„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

In der Tabelle „Holzfeuchte Mittelwerte der Wandaufbauten“ kann man deutlich erkennen, dass nach dem jeweiligen Einbau der Innendämmung im Zeitraum Mai bis Juli 2004 die Holzfeuchten relativ rasch abnehmen, in der kalten Jahreszeit aber wieder ansteigen. Dies ist ein ganz normaler Prozess. Wichtig ist die Erkenntnis, dass in den warmen Monaten die Holzfeuchtwerte an dieser kritischen Grenzschicht zwischen Fachwerkholz und Dämmung normale Werte von unter 20 Masseprozent erreichen. Somit ist nachgewiesen, dass alle hier verbauten Materialien einen Feuchteeintrag auch wieder abgeben können. Dies geschieht um so schneller, je besser die kapillare Leitfähigkeit eines Stoffes ist.

Beim Dämmstoff Haacke-Cellco (rote Linie) dauert aufgrund der im Vergleich zu den anderen Dämmsystemen hohe Einbaufeuchtegehalt die Abtrocknung des Gesamtsystems länger, was sich auch anhand der Holzfeuchtwerte widerspiegelt. Ist der Dämmstoff aber erst einmal trocken, bleibt er auf relativ konstant niedrigem Niveau.

Tab. 27: Holzfeuchte Mittelwerte der Wandaufbauten





„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Die Mittelwerte der einzelnen Bauteile zeigen eine stärkere Auffeuchtung in den Schwellbereichen, die insbesondere beeinflusst sind von den Feuchtespitzen der Schwellen der Plattendämmstoffe.

Ursachen hierfür können in Undichtigkeiten in der Holzbalkendecke - Anschluss Fachwerk/Fußboden liegen. Die folgenden Grafiken und Detailzeichnungen sollen diese Theorie verdeutlichen. Bei Sanierungsmaßnahmen im Fachwerkbau sollten die Anschlussdetails der Fußbodenaufbauten generell sehr große Beachtung finden. Oftmals ist den Planern der Einfluss von Windbelastungen und Undichtigkeiten in der Bauwerkshülle oder an den Anschlussstellen zu Fußböden und Innenwänden sowie deren bauklimatische Auswirkungen nicht bewusst. Obwohl bei diesem Pilotprojekt eine sehr intensive und detailgetreue Planung erfolgte, ist der Einfluss kalter Außenluft deutlich ablesbar.

Tab. 28: Holzfeuchte Mittelwerte der Bauteile

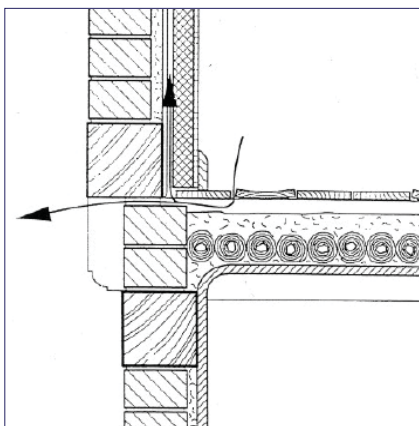
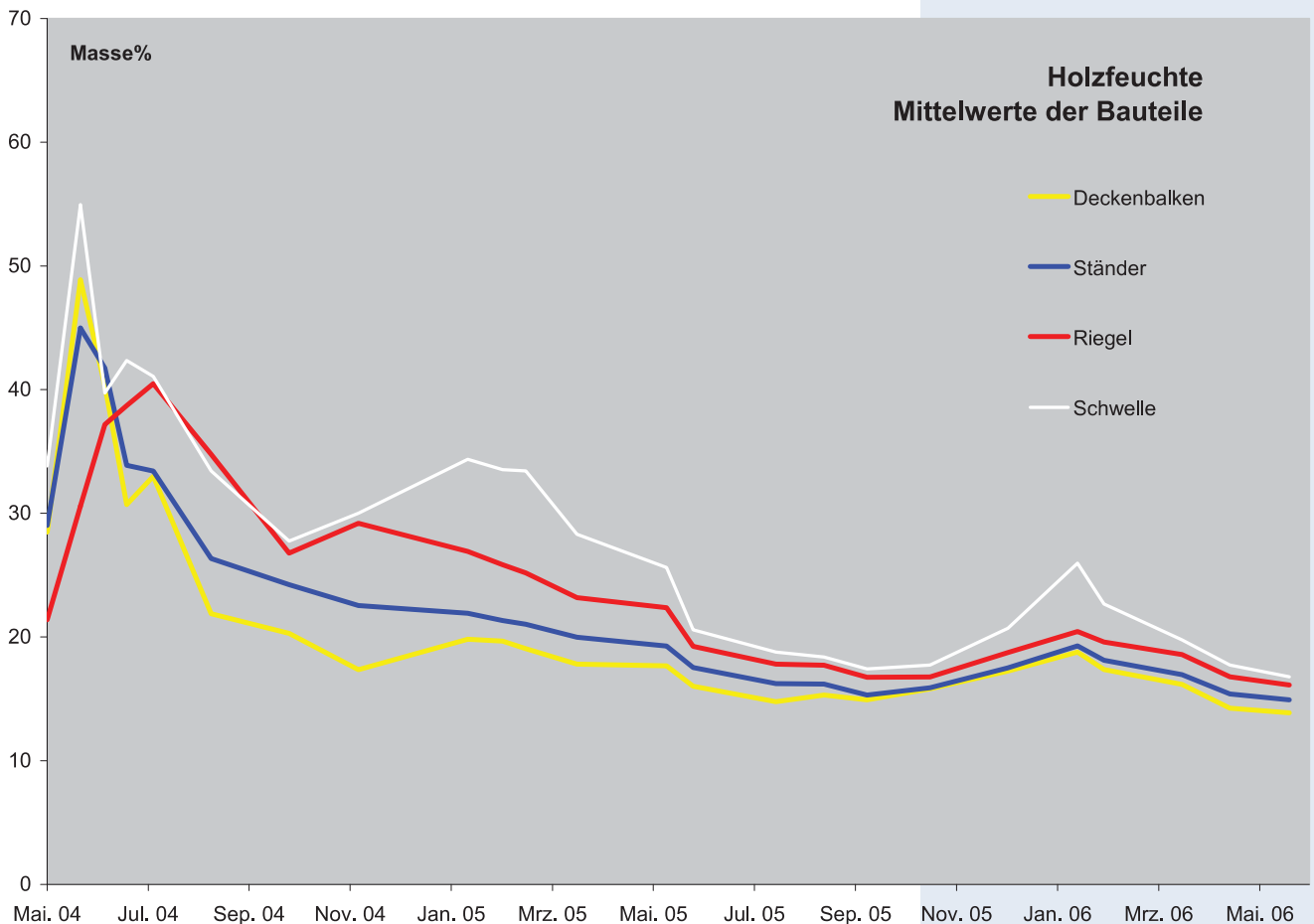


Abb. 168: Luftdichtheit im Fachwerk, aus Lamers, Reinhard u. a.: Bewährung innen wärmegeämmter Fachwerkbauten, Fraunhofer IRB Verlag



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Abb. 169: Beispiel Detailanschluss in Wohnung 4: Calsitherm-Klimaplatte

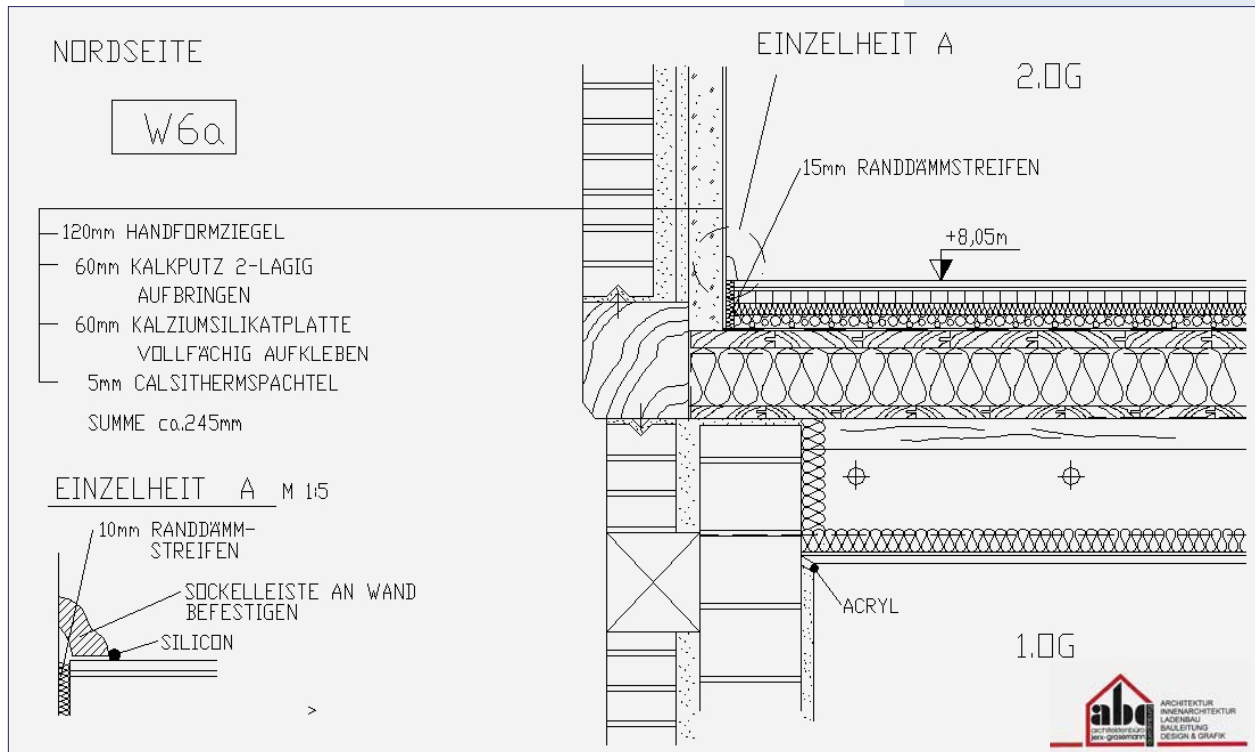
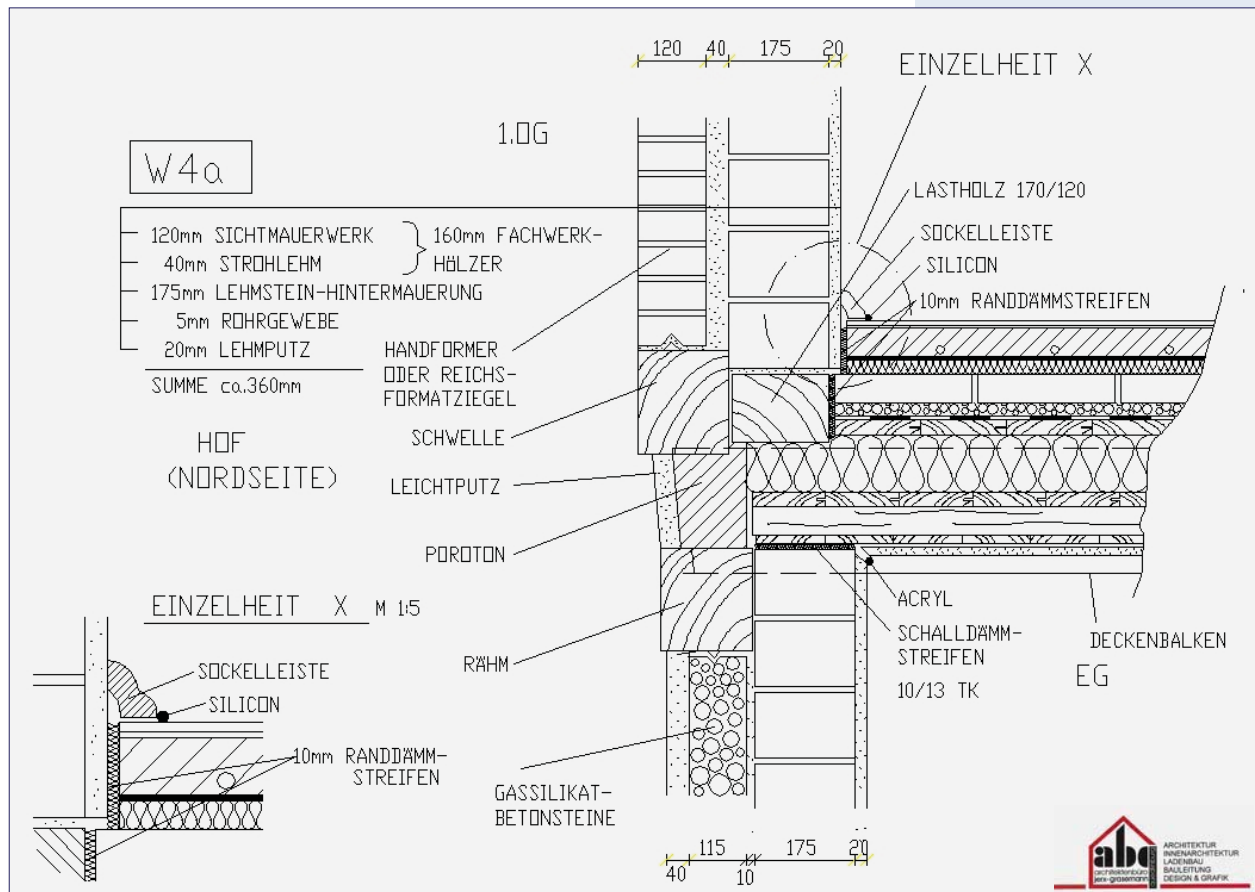


Abb. 170: Beispiel Detailanschluss in Wohnung 2: Holzleichtlehmstein





„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Heizenergiebedarf und Wärmeverbrauch

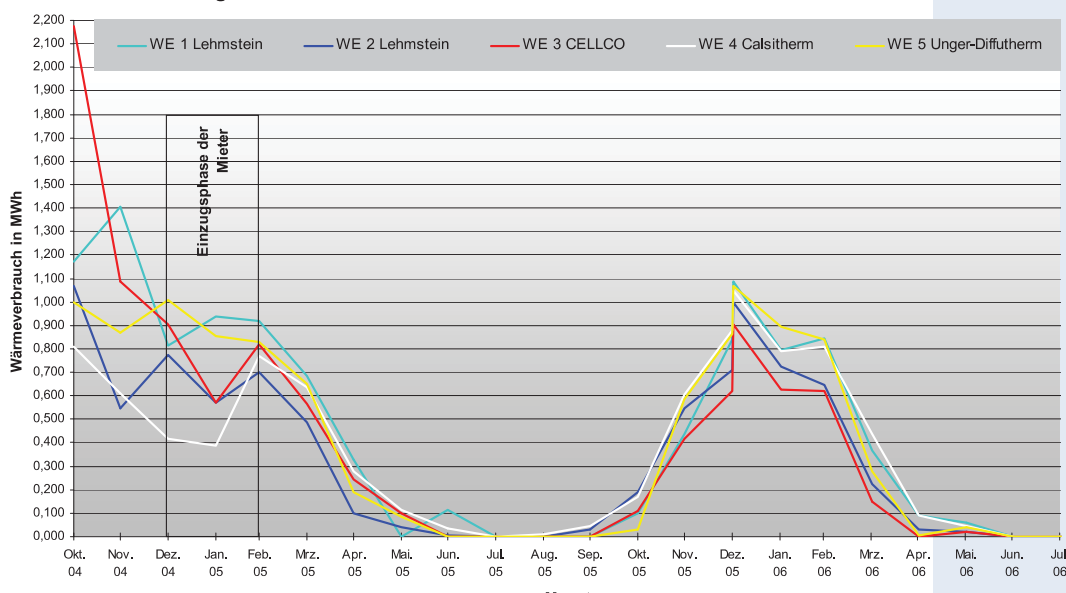
Die für das Projekt berechnete Heizlast berücksichtigt bereits die eingebauten Innendämmsysteme. Obwohl die Umsetzung der Sanierung der Lange Gasse 7 in Quedlinburg als Pilotprojekt mit Mehrkosten auch im Bereich der Haustechnik verbunden war, ist davon auszugehen, dass der erhöhte bautechnische und gebäudetechnische Aufwand sich in absehbarer Zeit amortisieren sollte. Dies geschieht insbesondere unter Beachtung der gegenwärtig nicht aufzuhaltenden stetigen Energiepreissteigerungen. Nach Aussage des begleitenden Planungsbüros für die Haustechnik konnten aus ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten heraus Wohnungen mit einem sehr guten Wohlfühlcharakter im Altbau geschaffen werden. Dies erfolgte durch den Einsatz regenerativer Energien (Einbau von Solarkollektoren zur Unterstützung der Heizung sowie die gleichzeitige Warmwasserbereitung). Jeder Wohnung wurde aus gebäudetechnischer Hinsicht auch ein individueller Charakter zu Teil.⁽¹⁸⁾

Die für den **Planungszustand**, also mit der hier eingebauten Innendämmung und ISO- bzw. Kastenfenstern errechnete spezifische Norm-Gebäudeheizlast von jährlich etwa 21709 W erreicht damit fast den Standard eines Niedrigenergiehauses.

Zum Vergleich hat das EKH-Haustechnikbüro die Gebäudeheizlast für den **Ist-Zustand** des Objektes, also ohne zusätzliche Wärmedämmung und mit Einfachfenstern errechnet. Das Ergebnis liegt mit einem Wert von 55978 W ca. zweieinhalb Mal so hoch. Berechnet man aus der Gebäudeheizlast und den Faktoren „Vollbetriebsstunden der Kesselanlage“ und „oberer Heizwert des Energieträgers“ den jährlichen Heiz-Energieverbrauch, benötigte man im Ist-Zustand fast 8000 cbm Erdgas. Für den Planungszustand wird ein Verbrauch von 3100 cbm Erdgas im Jahr errechnet. Das bedeutet, dass mit den im Rahmen dieses Pilotprojektes umgesetzten Dämmmaßnahmen und Verbesserungen an der Fenstersituation ca. 61 % an Energiekosten eingespart werden können.

Nach zwei Heizperioden lässt sich feststellen, dass im Winter 2004/2005 der Wärmeverbrauch noch höher lag als im Winter 2005/2006. Da die Mieter direkt nach der Fertigstellung des Gebäudes eingezogen sind, können die erhöhten Verbrauchswerte in der ersten Heizperiode hauptsächlich mit der noch sehr hohen Baufeuchte erklärt werden.

Anhand der Verbrauchsdaten lässt sich aber ebenso beweisen, dass der tatsächliche Wärmeverbrauch unter dem Durchschnitt vieler anderer sanierter Altbauten liegt.



Tab. 29: Wärmeverbrauch monatlich



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Tab. 30: Beispiel Berechnung der Gebäudeheizlast für den Planungszustand Teil1⁽¹⁹⁾

Projekt-Nr. Planer	EK- BV. EKH Planungsgesellschaft mbH	
Norm-Heizlast (ausführliches Verfahren)		DIN EN 12831
Gebäudedaten		Formblatt G1
Kenngößen		
Gebäudetyp Dreifamilienhaus	Gebäudelage ☐ gute Abschirmung ☒ moderate Abschirmung ☐ keine Abschirmung	
Gebäudemassen ☒ leicht ☐ mittelschwer ☐ schwer	$C_{\text{Gebk}} = \text{Wh/m}^3 \text{K}$ (optionale Angabe aus DIN V 4103-6)	Luftdichtheit der Gebäudehülle ☐ sehr dicht ☒ dicht ☐ wenig dicht
Temperaturen		
Norm-Außentemperatur Jahresmittel der Außentemperatur	$\theta_{\text{a}} = -14 \text{ }^\circ\text{C}$ $\theta_{\text{m,a}} = 1 \text{ }^\circ\text{C}$	Innentemperaturen gemäß ☒ Norm ☐ Vereinbarung s. Formblatt V
Geometrie		
Breite Länge Grundfläche	$b_{\text{Geb}} = 10.00 \text{ m}$ $l_{\text{Geb}} = 10.00 \text{ m}$ $A_{\text{Geb}} = 100.00 \text{ m}^2$	Anzahl Geschosse Gebäudehöhe Gebäudevolumen
		$n = 3$ $h_{\text{Geb}} = 9.90 \text{ m}$ $V_{\text{a, Geb}} = 990.00 \text{ m}^3$
Erdreich		
Tiefe der Bodenplatte* Erdreich berührt. Umfang* Parameter*	$z = 0.00 \text{ m}$ $P = 40.00 \text{ m}$ $B' = 5.00 \text{ m}$	Grundwassertiefe Faktor period. Schwankung Faktor Einfluss Grundwasser
		$T = 2.00 \text{ m}$ $f_{\text{g1}} = 1.45$ $G_{\text{W}} = 1.15$
*) Werte können raumweise abweichen		
Lüftung		
Luftwechselrate bei 50 Pa Druckdifferenz Gleichzeitig wirksamer Lüftungswärmeanteil Infiltration Gleichzeitig wirksamer Lüftungswärmeanteil minimaler Luftwechsel Gleichzeitig wirksamer Lüftungswärmeanteil maschinelle Lüftung Gleichzeitig wirksamer Lüftungswärmeanteil mechanische Infiltration Wirkungsgrad des verwendeten Wärmerückgewinnungssystems (Herstellerangabe)		$n_{50} = 3.00 \text{ h}^{-1}$ $\zeta_{\text{inf}} = 0.50$ $\zeta_{\text{min}} = 1.00$ $\zeta_{\text{au}} = 1.00$ $\zeta_{\text{mach, inf}} = 1.00$ $\eta_{\text{V}} = 0.00$
Zusatz- Aufheizleistung (durch unterbrochenen Heizbetrieb)		
Berechnung ☒ keine ☐ raumweise ☐ global	Absenckphase Absenkdauer Luftwechsel Temperaturabfall	$t_{\text{Abs}} = 7.00 \text{ h}$ $n_{\text{Abs}} = 0.10 \text{ h}^{-1}$ ☒ berechnet ☐ angenommen $\Delta\theta_{\text{RH}} = 5.00 \text{ K}$
beheiztes Volumen Wärmeverlustkoeffizient	$V_{\text{N, Geb}} = 1246.45 \text{ m}^3$ $\Sigma H_{\text{T, Geb}} = 443.99 \text{ W/K}$	Aufheizphase Wiederaufheizzeit Luftwechsel Wiederaufheizfaktor
		$t_{\text{RH}} = 2.00 \text{ h}$ $n_{\text{RH}} = 0.10 \text{ h}^{-1}$ $f_{\text{RH}} = 43.00 \text{ W/m}^2$



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Tab. 31: Beispiel Berechnung der Gebäudeheizlast für den Planungszustand Teil2⁽²⁰⁾

Projekt-Nr. Planer	EK- BV. EKH Planungsgesellschaft mbH		
		Minga	
Norm-Heizlast (ausführliches Verfahren)		DIN EN 12831	
Gebäudezusammenstellung		Formblatt G3	
Wärmeverlust-Koeffizienten			
Transmissionswärmeverlust-Koeffizient	$\Sigma H_{T,a}$	=	443.99 W/K
Lüftungswärmeverlust-Koeffizient	ΣH_V	=	194.51 W/K
Gesamtwärmeverlust-Koeffizient	H_{Geb}	=	638.50 W/K
Wärmeverluste			
Transmissionswärmeverluste (nurnach außen)	$\Phi_{T,Geb}$	=	15096 W
Mindest-Luftwechsel	$\Phi_{V,min,Geb} = \zeta_{min} * \Sigma \Phi_{V,min}$	=	6613 W
natürliche Infiltration ohne RLT	$\Phi_{V,inf,Geb} = \zeta_{inf} * \Sigma \Phi_{V,inf}$	=	814 W
mech. belüftete Räume			
- natürliche Infiltration mit RLT	$\Phi_{V,inf,Geb} = \zeta_{inf} * \Sigma \Phi_{V,inf}$	=	0 W
- mechanischer Zuluftvolumenstrom	$\Phi_{V,sa,Geb} = \zeta_{sa} * (1 - \eta_v) * \Sigma \Phi_{V,sa}$	=	0 W
- Abluftvolumenüberschuss	$\Phi_{V,mach,inf,Geb} = \zeta_{mach,inf} * \Sigma \Phi_{V,mach,inf,Geb}$	=	0 W
Lüftungswärmeverluste	$\Phi_{V,Geb}$	=	6613 W
Lüftung			
Luftwechselrate bei 50 Pa Druckdifferenz	n_{50}	=	3.00 h ⁻¹
Gleichzeitig wirksamer Lüftungswärmeanteil Infiltration	ζ_{inf}	=	0.50 -
Gleichzeitig wirksamer Lüftungswärmeanteil minimaler Luftwechsel	ζ_{min}	=	1.00 -
Gleichzeitig wirksamer Lüftungswärmeanteil maschinelle Lüftung	ζ_{su}	=	1.00 -
Gleichzeitig wirksamer Lüftungswärmeanteil mechanische Infiltration	$\zeta_{mach,inf}$	=	1.00 -
Wirkungsgrad des verwendeten Wärmerückgewinnungssystems (Herstellerangabe)	η_v	=	0.00 -
Gebäudeheizlast			
Netto-Heizlast	$\Phi_{N,Geb}$	=	21709 W
Zusatz-Heizlast (für selten oder unterbrochen beheizte Räume)	$\Phi_{RH,Geb}$	=	0 W
Norm-Gebäudeheizlast	$\Phi_{HL,Geb}$	=	21709 W
Spezifische Werte			
Beheizte Gebäudenutzfläche	$A_{N,Geb}$	=	417.38 m ²
Beheiztes Netto-Gebäudevolumen	$V_{N,Geb}$	=	1246.45 m ³
wärmeübertragende Umfassungsfläche	A	=	516.07 m ²
Spezifischer Transmissionswärmeverlust	H'_T	=	0.86 W/m ² K

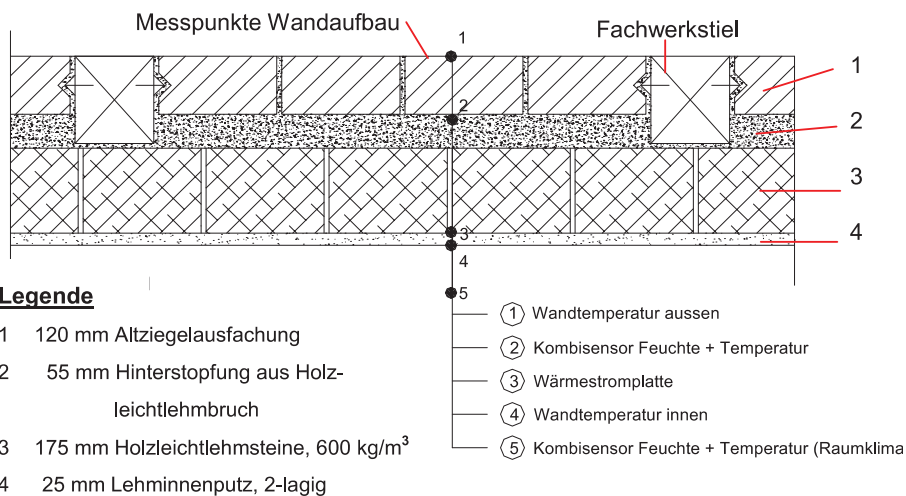


„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Messstellendokumentation Wandmessung

Jede der vier verschiedenen Dämmvarianten verfügt über eine Messachse mit Temperatur- und Feuchtesensoren sowie eine Wärmestromplatte, so dass unter Berücksichtigung der ebenfalls erfassten Klimarandbedingungen die tatsächlichen U-Werte ermittelt werden können.

Wandaufbau W 4a in Wohnung 2 im 1. Obergeschoss



Zeichnung:
D. Naumann, DFWZ QLB e.V.



Abb. 171: Wandfeld mit Sensoren 1 + 2



Abb. 172: Wandfeld vor dem Einbau der Wärmestromplatte

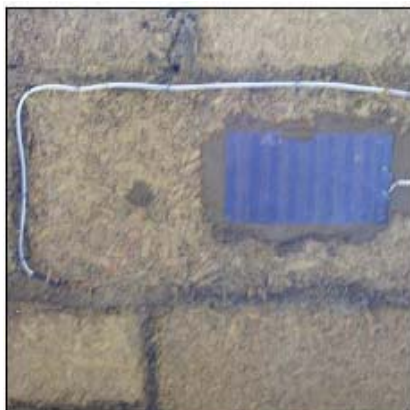


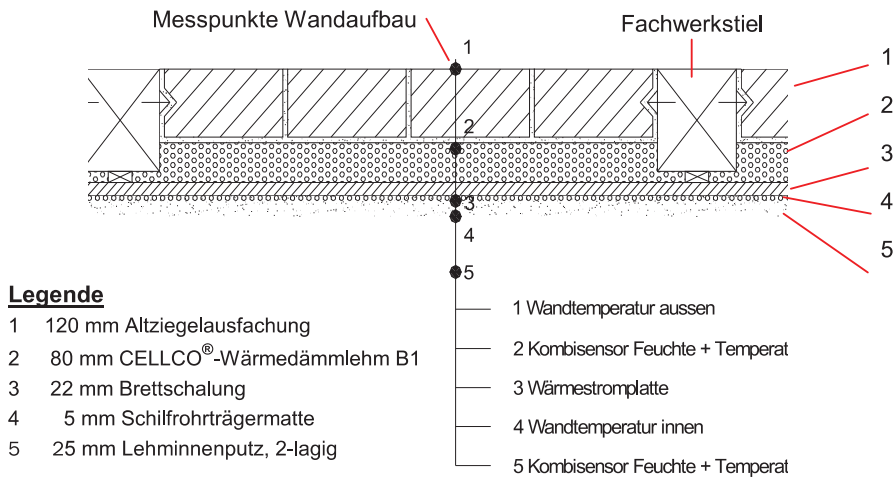
Abb. 173: Befestigung des Tempera-



Abb. 174: Wandfeld nach dem Einbau der

„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Wandaufbau W 5 in Wohnung 3 im 1. Obergeschoss



Zeichnung:
D. Naumann, DFWZ QLB e.V.



Abb. 175: Wandfeld mit Sensoren 1 + 2



Abb. 176: Einbau der Sensoren 3 und 4



Abb. 177: Befestigung des Temperatursensors



Abb. 178: Wandfeld nach dem Einbau der Wärmestromplatte und des Temperatursensors

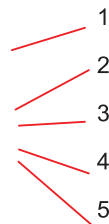


„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Wandaufbau W 6 a in Wohnung 4 im 2. Obergeschoss

Messpunkte Wandaufbau

Fachwerkstiel



Legende

- 1 120 mm Altziegelausfachung
- 2 50 mm Ausgleichsputz Bayosan LTM 81
- 3 10 mm Calsitherm[®] KP-Kleber
- 4 60 mm Calsitherm[®] Klimaplatte
- 5 5 mm Calsitherm[®] KP Innenputz

Zeichnung:
D. Naumann, DFWZ QLB e.V.



Abb. 179: Wandfeld mit Sensoren 1 + 2



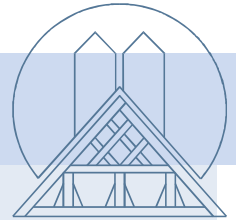
Abb. 180: Wandfeld vor dem Einbau der Sensoren 3 und 4



Abb. 181: Wandfeld mit Wärmestromplatte

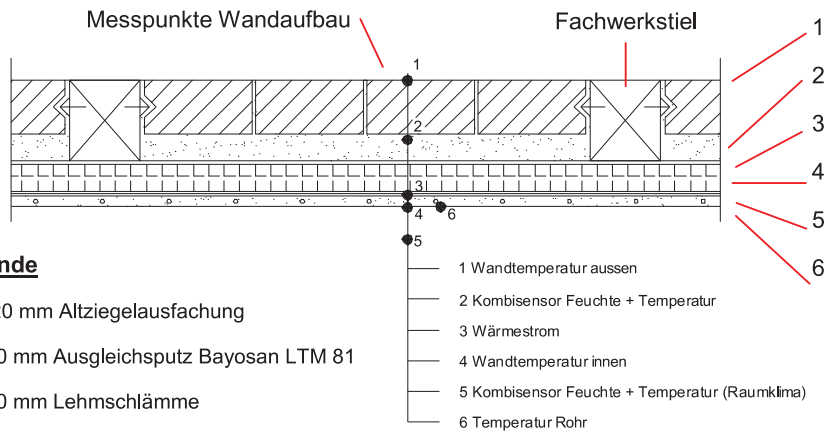


Abb. 182: Wandfeld nach dem Einbau der Wärmestromplatte und des Temperatursensors



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Wandaufbau W 7 in Wohnung 5 im 2. Obergeschoss



Legende

- 1 120 mm Altziegelausfachung
- 2 50 mm Ausgleichsputz Bayosan LTM 81
- 3 10 mm Lehmschlämme
- 4 60 mm UNGER - DIFFUTHERM - Holz weichfaserplatte

- 1 Wandtemperatur aussen
- 2 Kombisensor Feuchte + Temperatur
- 3 Wärmestrom
- 4 Wandtemperatur innen
- 5 Kombisensor Feuchte + Temperatur (Raumklima)
- 6 Temperatur Rohr

Zeichnung:
D. Naumann, DFWZ QLB e.V.

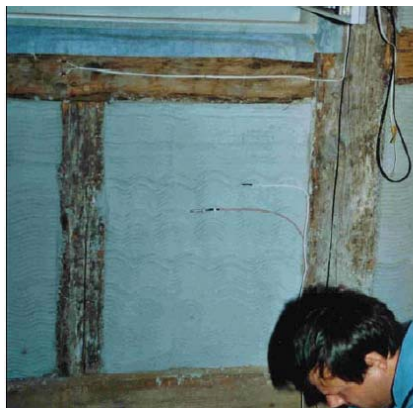


Abb. 183: Wandfeld mit Sensoren 1 + 2



Abb. 184: Neueinbau Messfühler 2

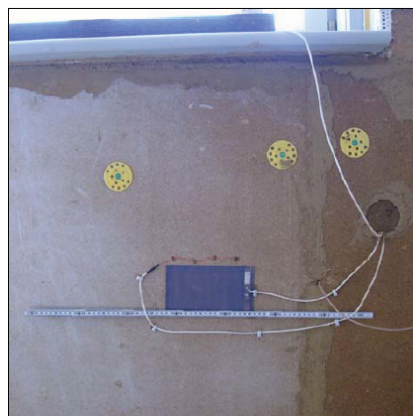


Abb. 185: Wandfeld mit Wärmestromplatte und Temperatursensor



Abb. 186: Sensoren 3 und 4 sowie neues Kabel Sensor 2

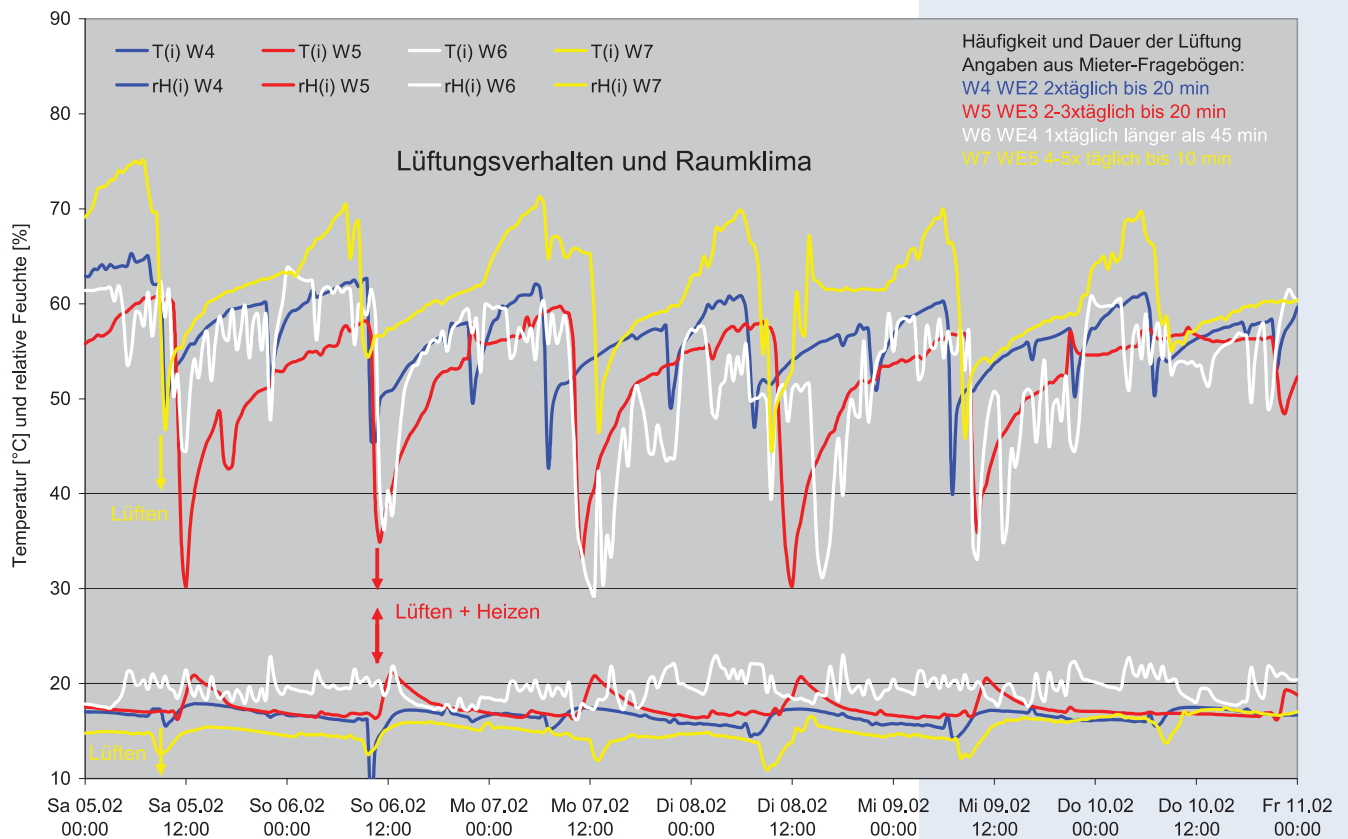


„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Raum- und Außenklimaerfassung sowie Einflüsse aus dem Nutzerverhalten ⁽²¹⁾

Einen erheblichen Einfluss auf das Raumklima und auf den Heizenergieverbrauch besitzt das Heiz- und Lüftungsverhalten. Auch das Langzeitverhalten der Feuchte im Fachwerk wird durch die Nutzungsbedingungen mitbestimmt. Beispielhaft sind in der Abbildung die Raumklimaverläufe in den untersuchten Schlafzimmern für einige Wintertage dargestellt. Deutlich ablesbar sind die Einflüsse von Heizung und Lüftung auf das Raumklima

Tab. 29: Typische Winterwoche: Darstellung der Abhängigkeiten von Feuchte und Temperatur in den Innenräumen



Heizen: Temperatur steigt und relative Feuchte sinkt

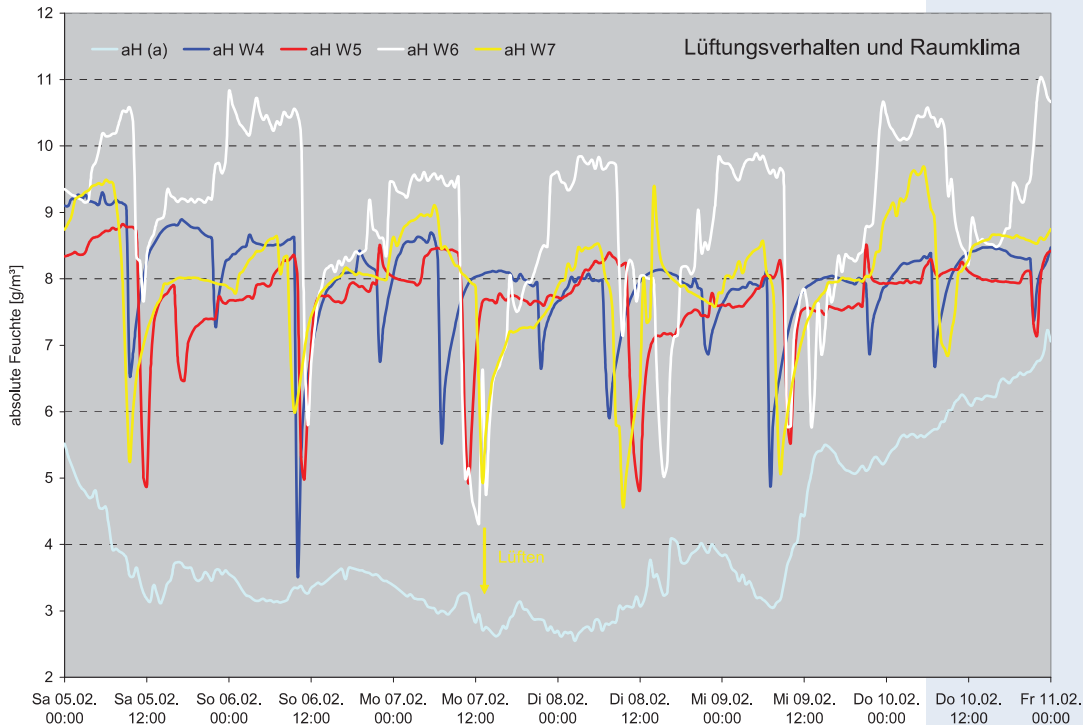
Lüften: Temperatur sinkt und relative Feuchte sinkt

Das Raumklima im Schlafzimmer ist in hohem Maß durch individuelle Gewohnheiten geprägt. Gewählte Raumtemperaturen und Intensität der Raumlüftung unterscheiden sich deutlich. Einige Mieter zeigen ein sehr bewusstes Lüftungsverhalten (z.B. WE2 mit regelmäßiger Lüftung am Morgen und Abend). Es zeigt sich jedoch ein Widerspruch zwischen realem Lüftungsverhalten und Angaben aus den Fragebögen (rechts oben).

(21) Aus dem Seminarvortrag zu den Ergebnissen der wissenschaftlichen Begleitung im



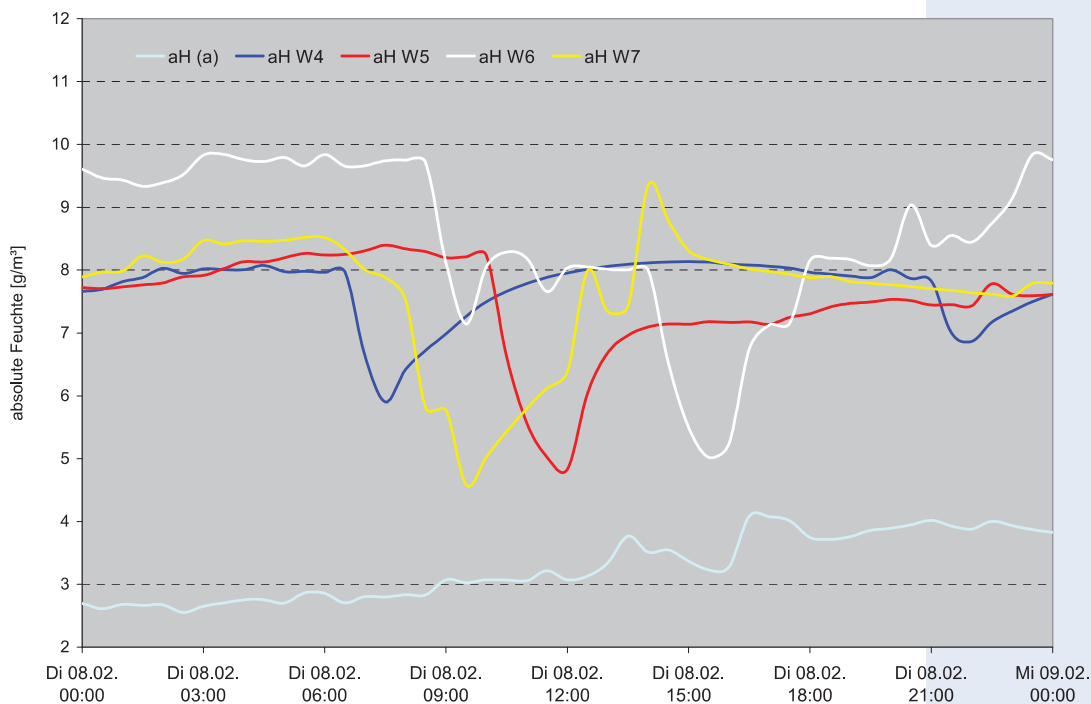
„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529



Tab. 30: Lüftungsverhalten (Woche im Winter)

Heizen: absolute Feuchte bleibt annähernd konstant

Lüften: absolute Feuchte sinkt deutlich (näht sich dem Außenklima)

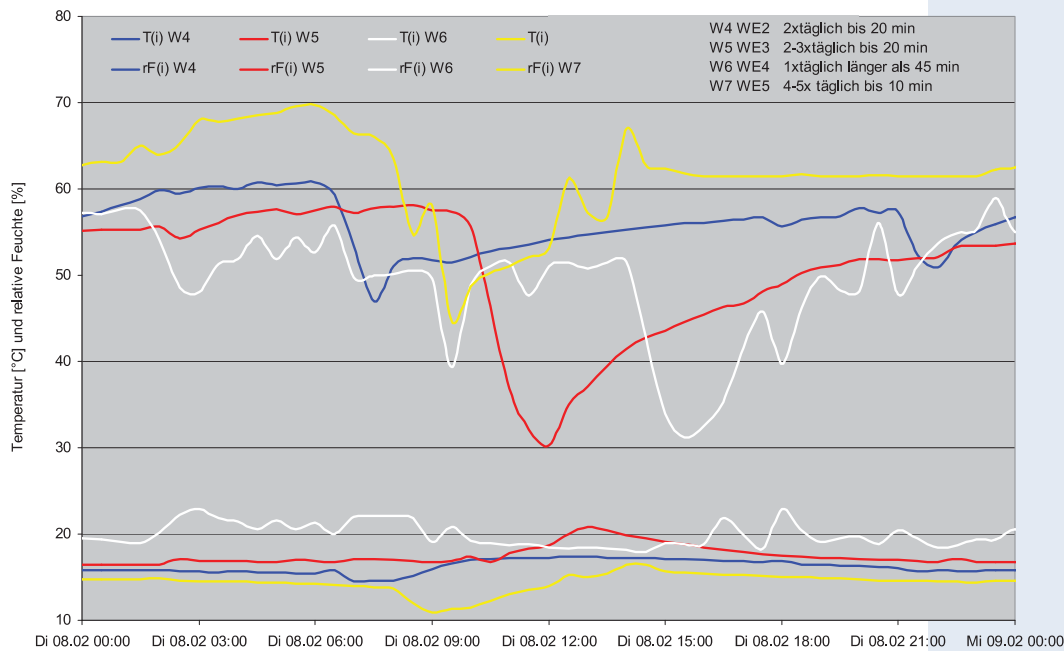


Tab 31: Lüftungsverhalten (Tag im Winter)

Heizen: absolute Feuchte bleibt konstant



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

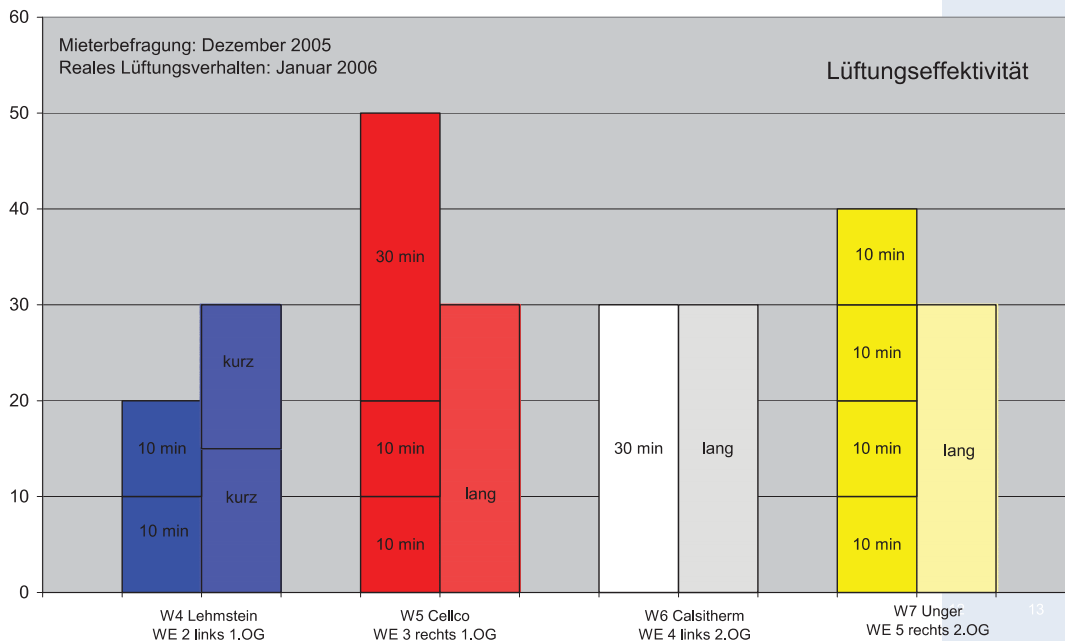


Tab 32: Lüftungsverhalten (Tag im Winter)

Heizen: Temperatur steigt und relative Feuchte sinkt

Lüften: Temperatur sinkt und relative Feuchte sinkt

Es zeigt sich ein Widerspruch zwischen realem Lüftungsverhalten und Angaben aus den Fragebögen (rechts oben).



Tab. 33: Messdaten im Zeitraum: 23.01.06 – 01.02.06 (Messintervall 15 Min)

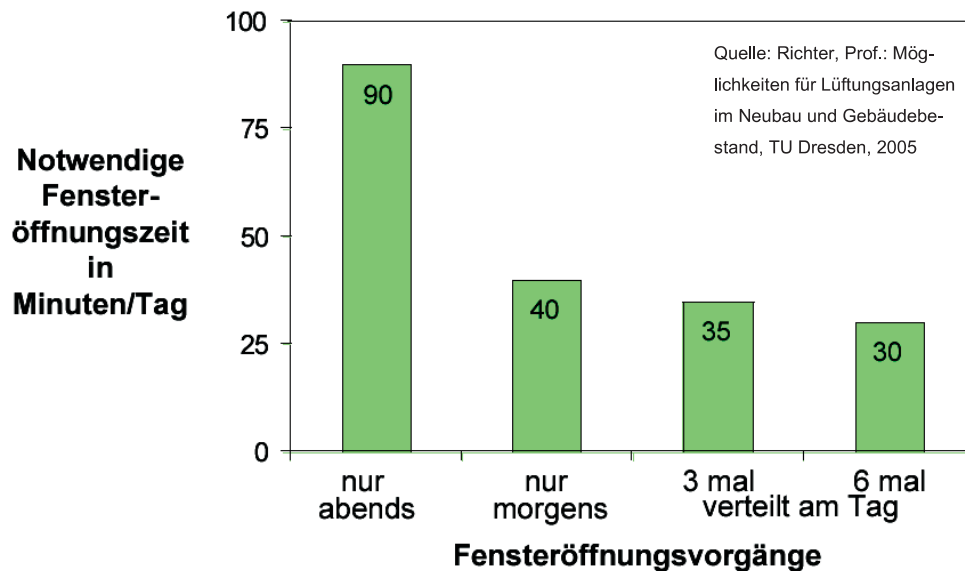
Nur effektives Fensterlüften (mit Auswirkung auf Raumklima) wird mess-technisch erfasst!

Links: Anzahl der Lüftungen und die maximale Dauer nach Mieterangaben
Lüftungsdauer (Summe) ähnlich, aber Lüftungseffektivität (Anzahl) unterschiedlich

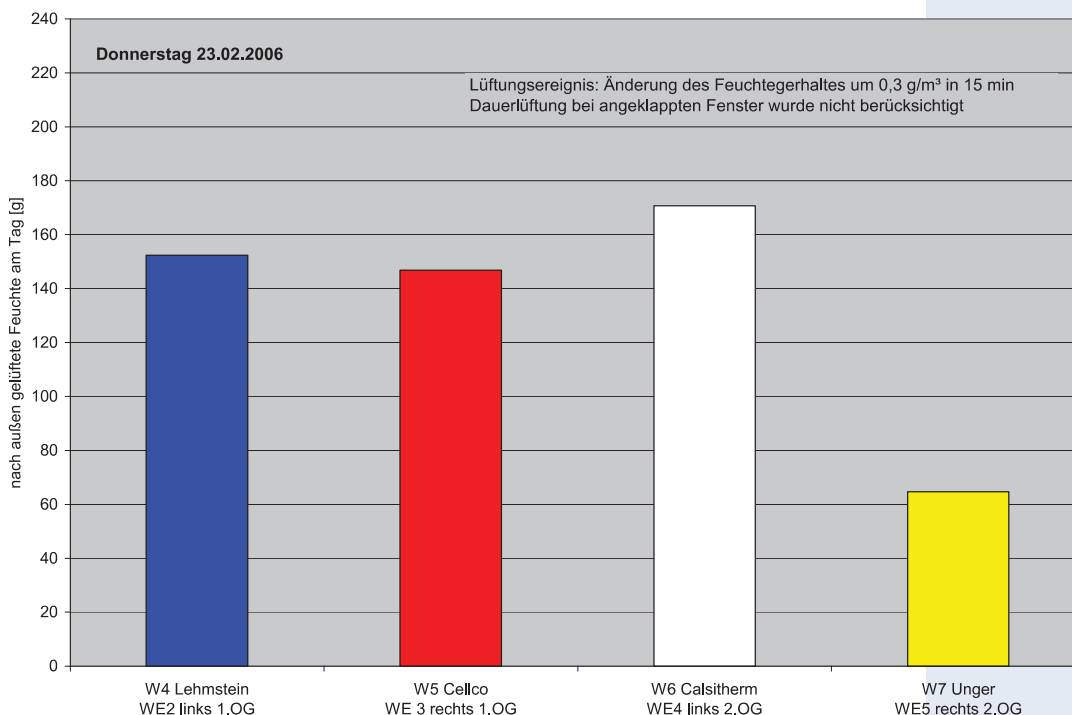
Rechts: Auswertung der Messungen im Schlafzimmer (Lüftungsdauer:



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529



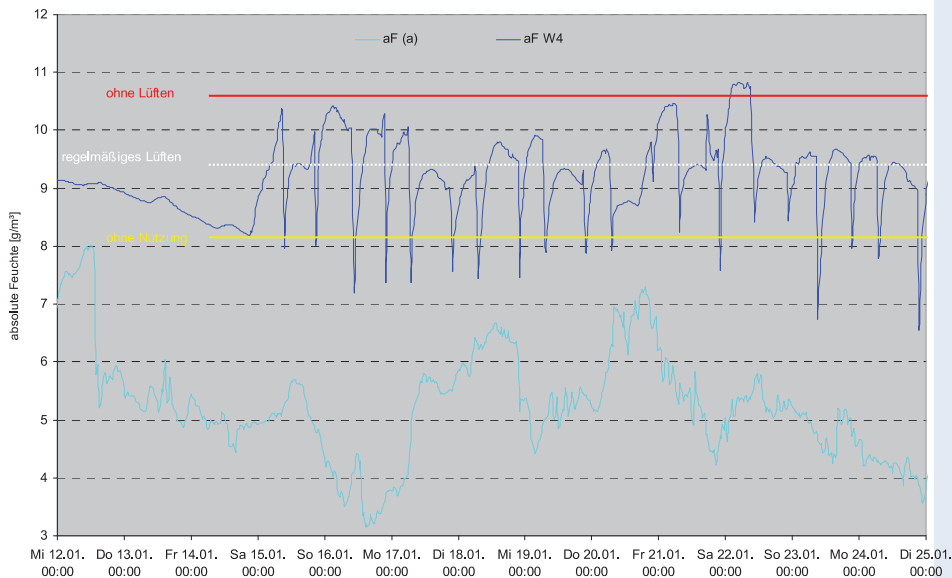
Richtwerte für die notwendige Fensteröffnungszeit am folgenden Tag zur Vermeidung von Schimmelpilzbefall in Schlafräumen unter winterlichen Bedingungen (Vor.: Stoßlüftung)



Tab. 34: Lüftungsereignis im Schlafzimmer: 1 Schläfer ca. 50g / Std., 8 x 50 g = 400 g



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

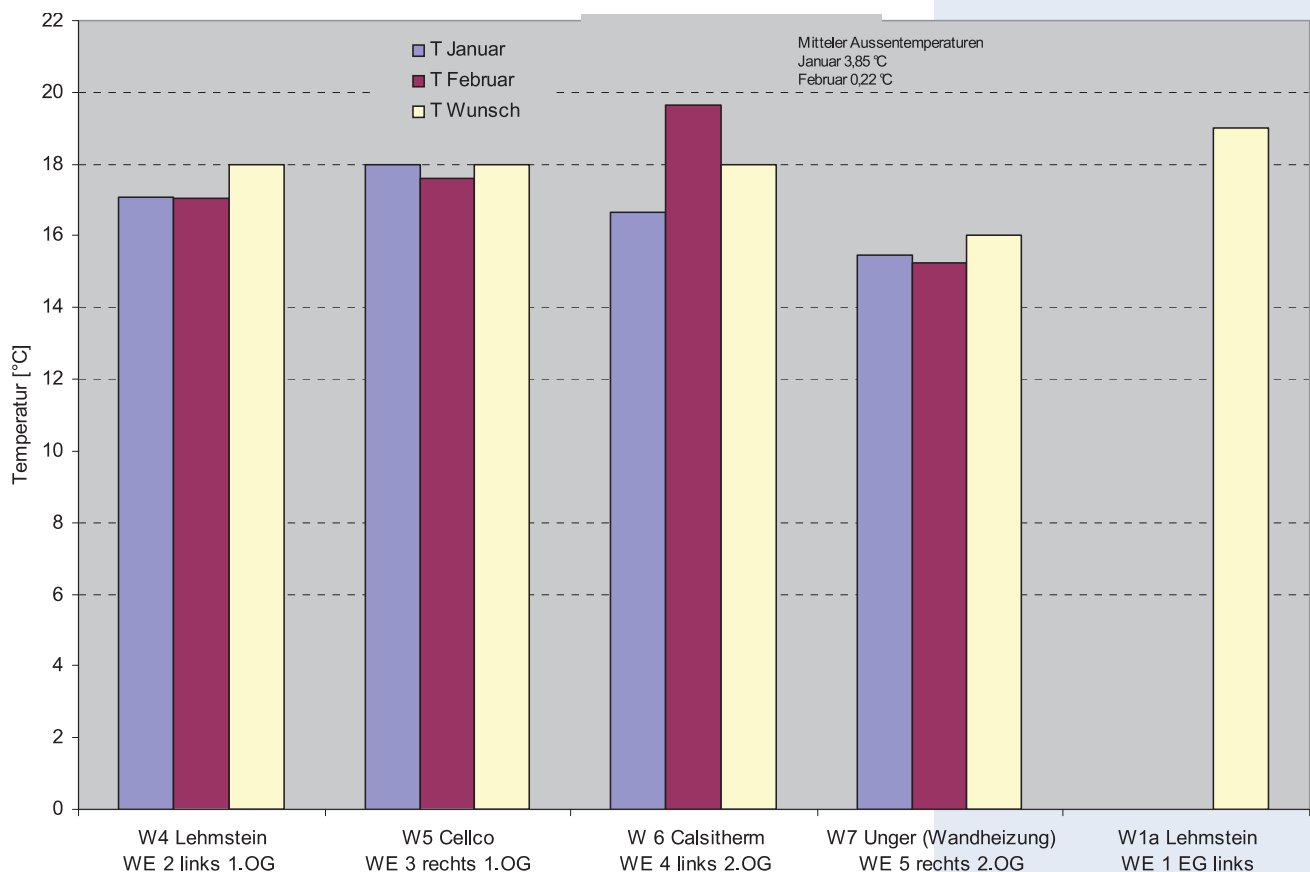


rot: ohne Lüften erreicht
die absolute Feuchte ein
hohes Niveau

gelb: ohne Nutzung sinkt
die absolute Feuchte

weiß: durch das Lüften pe-
gelt die absolute Feuchte
um den Mittelwert

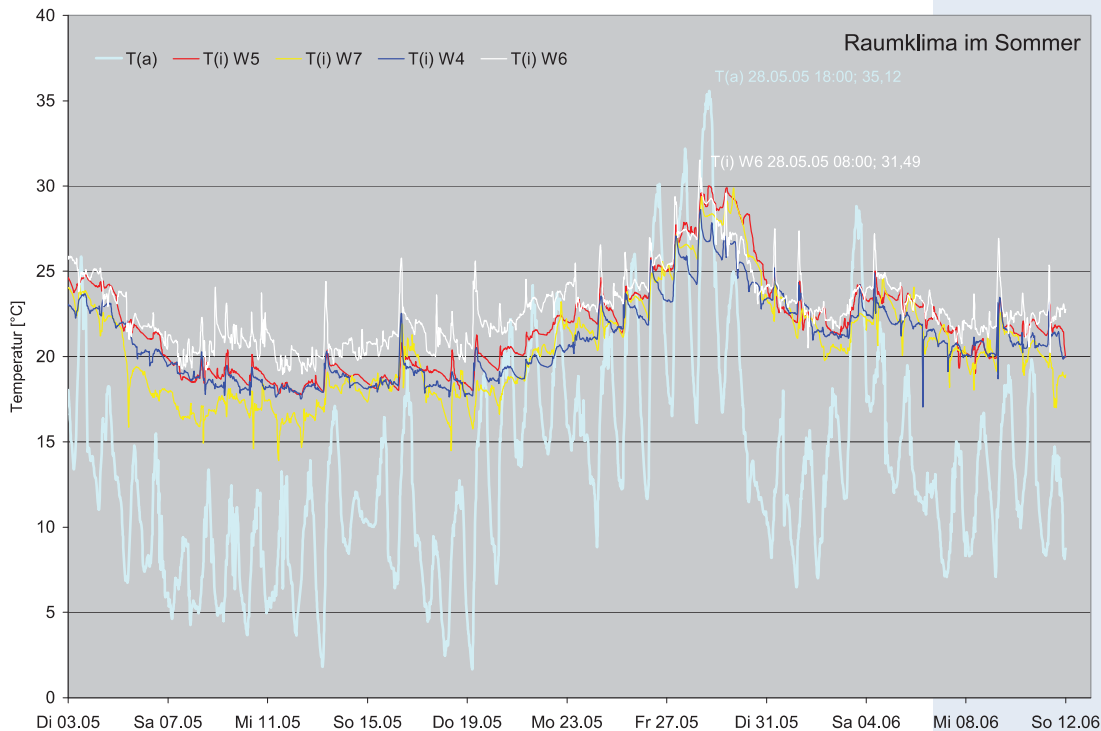
Tab. 35: Entwicklung der absoluten Feuchte bei unterschiedlichem Lüftungsverhalten.



Tab. 36: Die Wunschtemperaturen der Mieter werden im Schlafzimmer annähernd realisiert



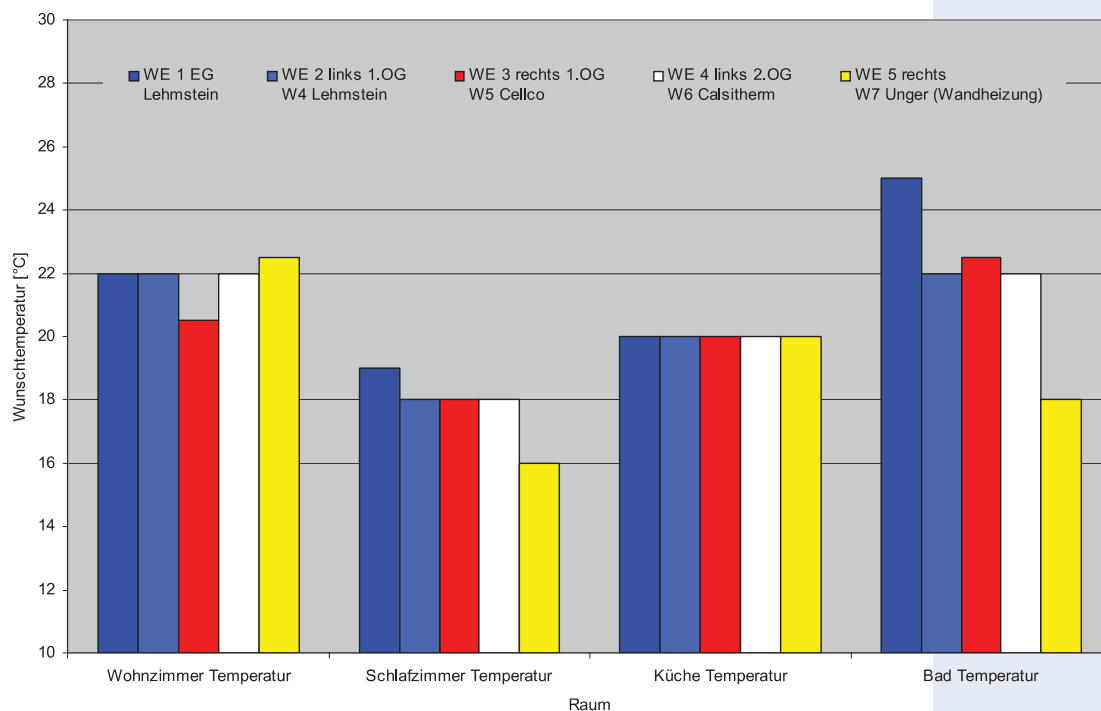
„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529



Tab. 37: Temperaturentwicklung Mai/Juni 2005

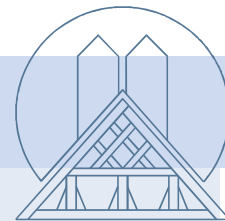
Sommerlicher Wärmeschutz: Die Raumtemperaturen steigen vor den Außentemperaturen auf ihren Maximalwert

Dafür verantwortlich ist die solare Einstrahlung über die Fenster. Die Unterschiede der einzelnen Wohnungen resultieren aus unterschiedlicher Höhenlage im Gebäude (Sonnenstand) und der variierenden Speicherwirkung von Wänden und Fußboden.



Tab. 38: Mieterbefragung: Wunschtemperaturen

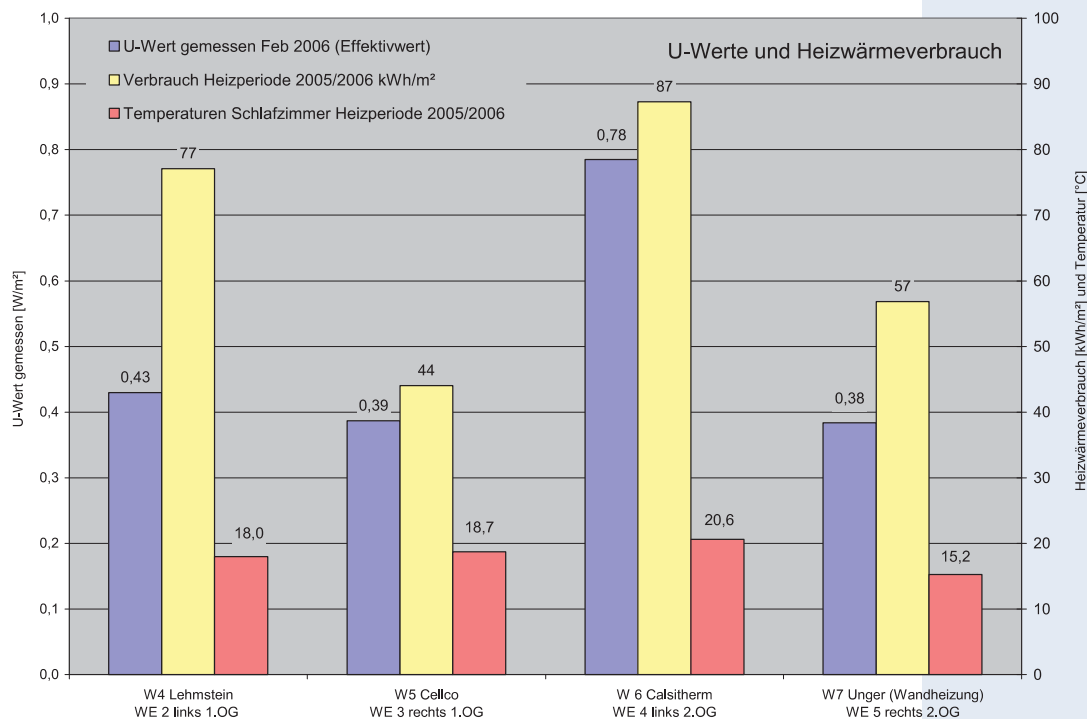
Die Mieterwünsche hinsichtlich des Temperaturniveaus sind annähernd vergleichbar. Individuelle Ansprüche zeigen sich in Schlafzimmer und



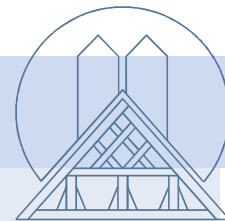
„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529



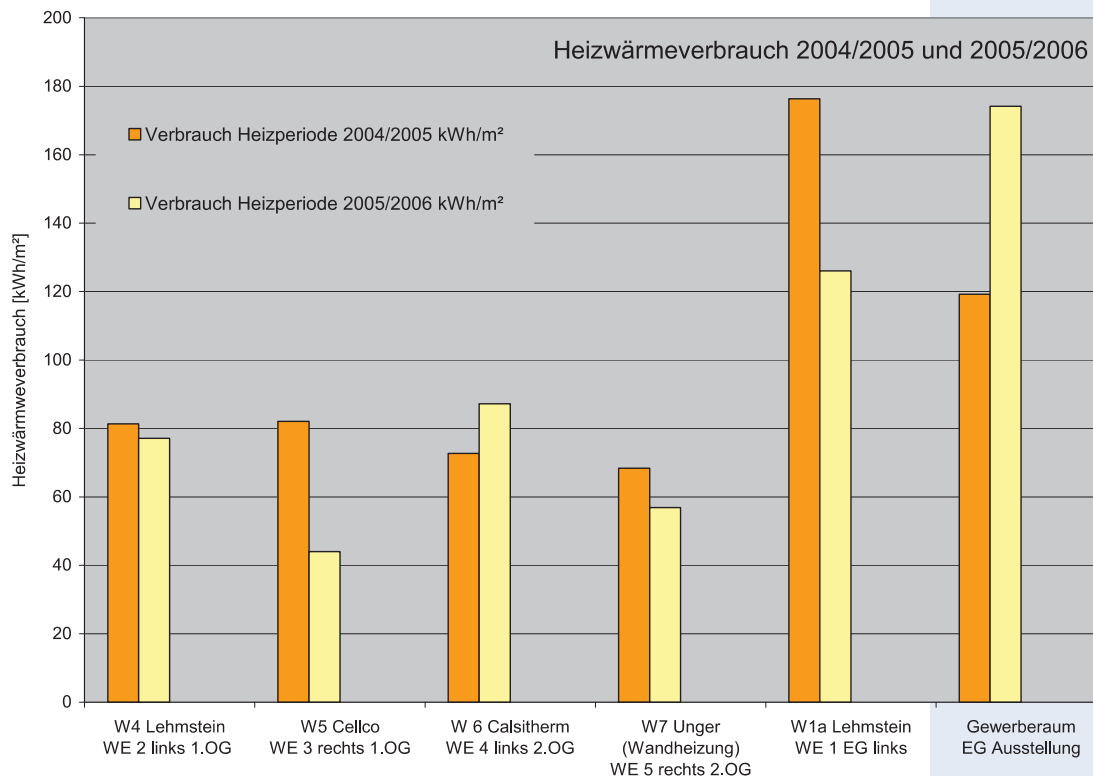
Tab. 39: Vergleich des Heizenergieverbrauches der einzelnen Wohnungen. Die Anforderungswerte der Energie-Einsparverordnung (je nach A/V Verhältnis und Qualität der Haustechnik) sind zum Vergleich dargestellt. Der Verbrauch der Wohnungen ist als niedrig einzuschätzen. Der Gewerberaum hat einen deutlich zu hohen Heizenergieverbrauch.



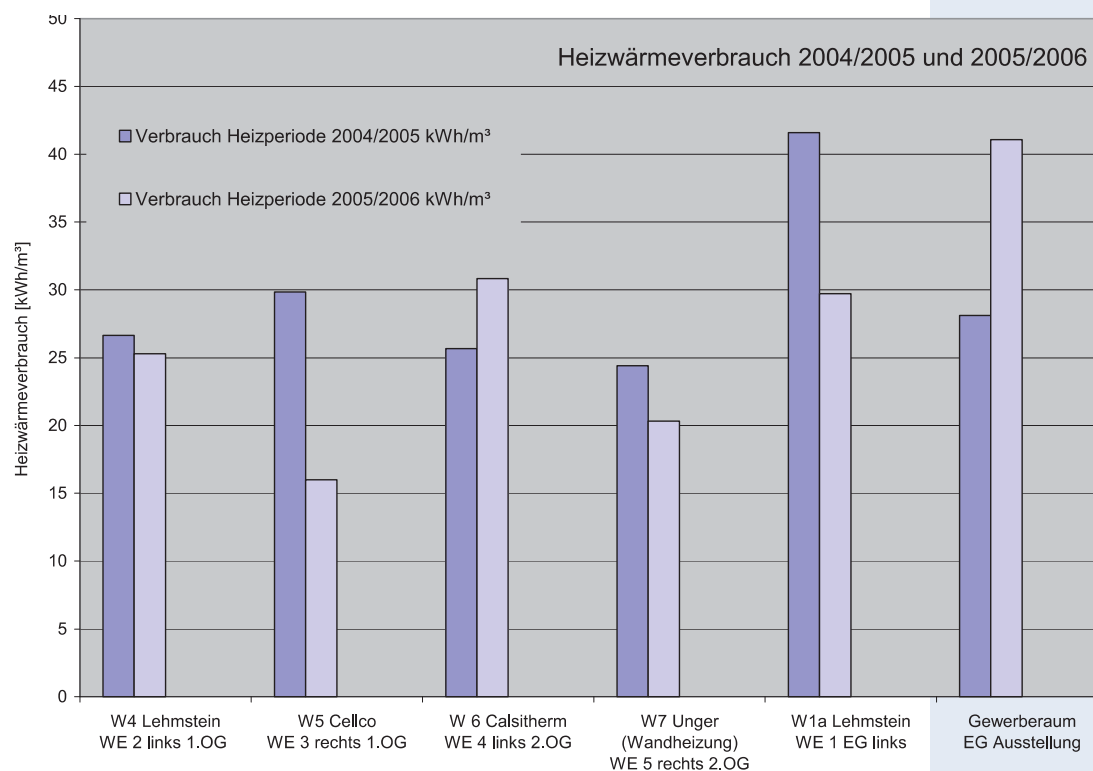
Tab. 40: Vergleich der verschiedenen Wandaufbauten hinsichtlich Heizenergieverbrauch der Wohnung, Temperaturen im Schlafzimmer sowie dem U Effektiv-Wert: Während der U Wert einen Baustoffkennwert darstellt, sind die gewählten Temperaturen nutzungsabhängig. Heizenergieverbrauch ist sowohl von Baustoffkennwerten als auch vom Nutzerverhalten abhängig. Korrelation U-Wert und Energieverbrauch ist tendenziell gegeben. Ausnahme: WE 2 (Single) wenig interne Wärmequellen, anders in WE 3 (3 Personen). Interessant ist Korrelation mit Blower Door Messung (WE 2 ist am dichtesten).



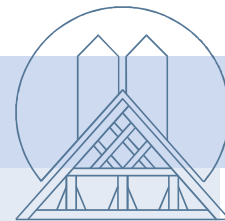
„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529



Tab. 41: Heizwärmeverbrauch (bezogen auf beheizte Grundfläche): Tendenziell ist eine Verringerung des Heizenergieverbrauchs in den Wohnungen feststellbar. Dazu wird auch die Abtrocknung der Baufeuchte einen Beitrag leisten (deutliche Abnahme bei WE 3 Cellco!).



Tab. 42: Heizwärmeverbrauch (bezogen auf beheiztes Volumen): Tendenziell ist eine Verringerung des Heizenergieverbrauchs in den Wohnungen feststellbar. Dazu wird auch die Abtrocknung der



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

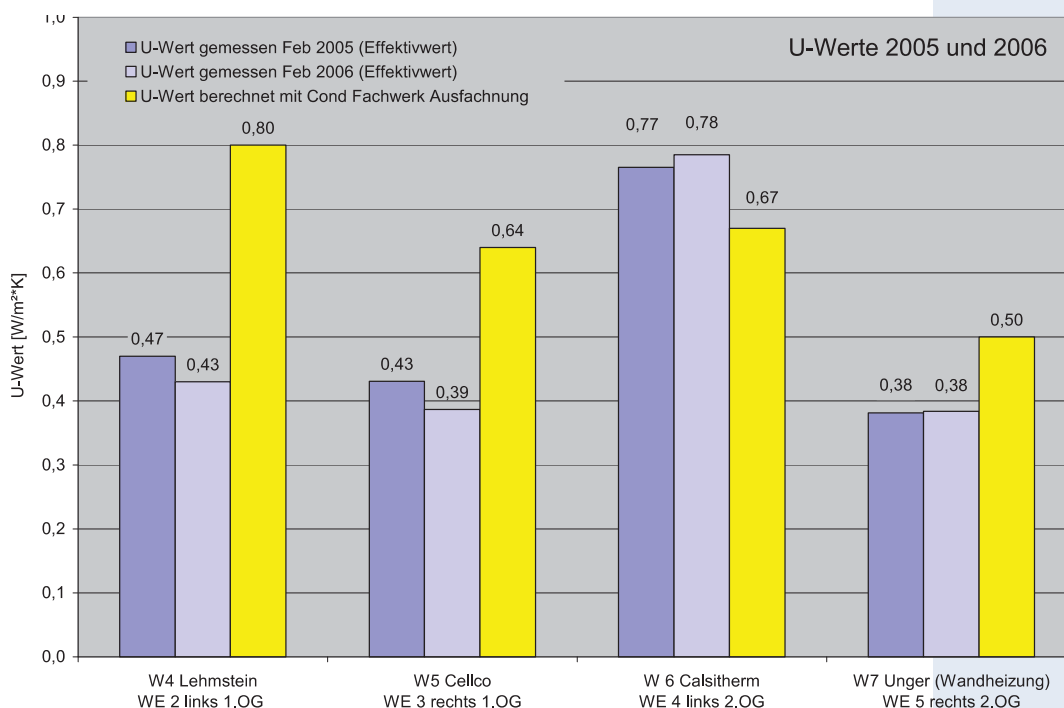
Ermittlung des U-Effektiv-Wertes und Vergleich der Wandaufbauten ⁽²²⁾

Hier sind weitere Erläuterungen notwendig, um die Werte richtig zu interpretieren bzw. falsche Schlussfolgerungen über das Wärmedämmverhalten, insbesondere der Calsitherm-Klimaplatte zu vermeiden.

Wie schon im Kapitel „Umsetzung des Projektes-Baufortschritt“ auf Seite 14 beschrieben, wurde als Ausgleichsputz für die Außenwände der Leichttonmörtel LTM 81 der Fa. Bayosan verwendet. Aufgrund seiner Zusammensetzung und hydrophoben Eigenschaften schränkt dieser Mörtel die Funktionsweise der Kalziumsilikatplatte als kapillaraktive Klimaplatte ein. Die Hydrophobierung des LTM 81 bewirkt, dass der Mörtel in seiner Wasseraufnahmefähigkeit reduziert ist. Der hydrophobierende Wirkstoff belegt die inneren Poren- und Kapillaroberflächen mit einer Syntheschicht und weist Kapillartransport von Wasser ab. Der Mörtel ist zwar weitgehend atmungsaktiv, lässt jedoch kein Wasser in flüssiger Form sondern nur als Wasserdampf hindurch. Da der LTM 81 die kapillare Austrocknung behindert und somit die Kondensatebene verstärkt, dauert eine mögliche Auffeuchtung der Platte länger an, was sich letztendlich auch in einem ungünstigeren U-Wert bemerkbar macht.

Des Weiteren möchten wir nochmals betonen, dass sich die Calsitherm-Klimaplatte, wie der Name schon sagt, als KLIMAPLATTE versteht, die sehr schnell auf Kondensatanfall bzw. hohe Luftfeuchten reagiert und regulierend und aufgrund des hohen Kalkgehaltes schimmelhemmend wirkt. Da sie eine sehr hohe Porosität aufweist, ist sie keinesfalls als Wärmespeicherplatte zu verstehen.

Auch der ermittelte U-Effektiv-Wert der Unger-Diffutherm-Holzweich-faserplatte ist von äußeren Randbedingungen beeinflusst. Die Dämmplatten wurden innenseitig mit einer raumhohen Wandheizung belegt, die eine zusätzliche Trocknung des Systems bewirkt. Das ist aus bautechnischer Sicht ein für die Fachwerkkonstruktion positiver und für dieses Objekt auch gewollter Effekt. Dadurch wird auch der U-Effektiv-Wert positiv beeinflusst.



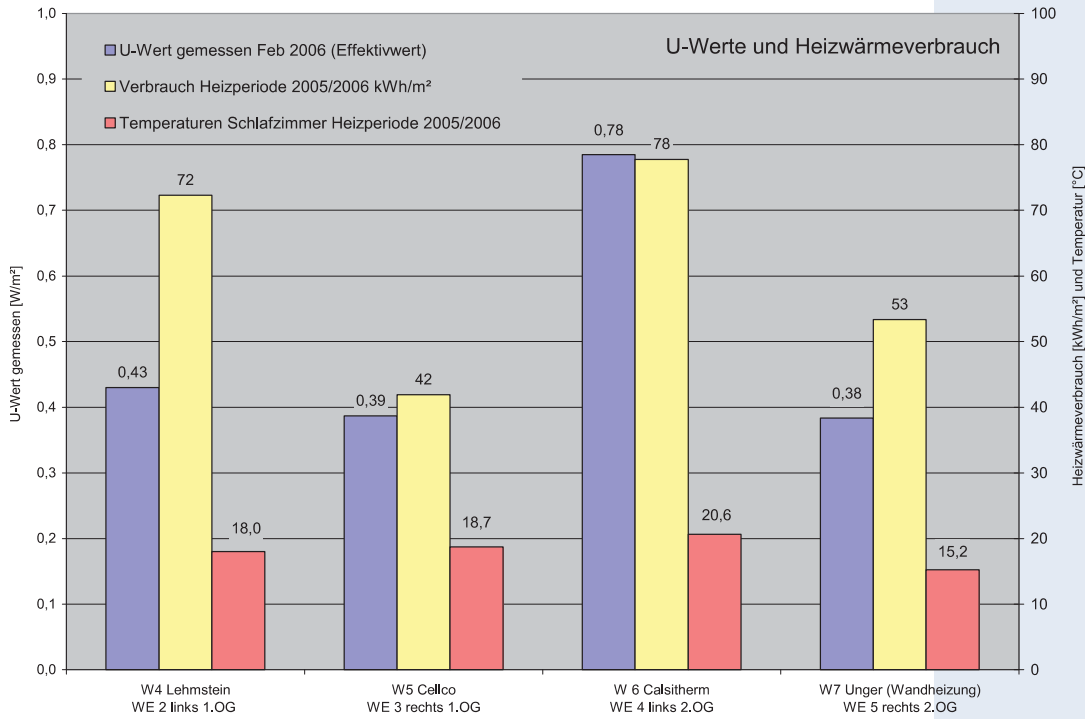
Tab. 43:

Vergleich der U Effektiv-Werte mit den berechneten U Werten: Auffällig ist die deutliche Unterschreitung der theoretischen Wärmedurchgangskoeffizienten an den massiven Innenschalen W4 und W5. Dafür könnte neben ungenauen Bauteilkennwerten die verbesserte Speicherung von inneren und äußeren Wärmegewinnen in der Massivschale verantwortlich sein.

(22) Aus dem Seminarvortrag zu den Ergebnissen der wissenschaftlichen Begleitung im Öko-



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529



Tab. 44: Vergleich der verschiedenen Wandaufbauten hinsichtlich Heizenergieverbrauch der Wohnung, Temperaturen im Schlafzimmer sowie dem U Effektiv-Wert. Während der U Wert einen Baustoffkennwert darstellt, sind die gewählten Temperaturen nutzungsabhängig. Heizenergieverbrauch ist sowohl von Baustoffkennwerten als auch von Nutzerverhalten abhängig. Korrelation U-Wert und energieverbrauch ist tendenziell gegeben. Ausnahme: WE 2 (Single) wenig interne Wärmequellen, anders in WE 3 (3 Personen). Interessant ist Korrelation mit Blower Door Messung (WE 3 ist am dichtesten).



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Zusammenfassende Bewertung

Seit November 2004 werden durch das BAUKLIMA Ingenieurbüro die Feuchte- und Temperaturverhältnisse der einzelnen Wandaufbauten sowie wie auch das Innen- und Außenklima kontinuierlich gemessen. Jede der vier verschiedenen Dämmvarianten verfügt über eine Messachse mit Temperatur- und Feuchtesensoren sowie eine Wärmestromplatte. Bau- und nutzungsbegleitend erfolgen weitere bauphysikalische Untersuchungen, die Auswertung von Verbrauchsdaten und Befragungen der Mieter.

Maßstab für eine zusammenfassende Bewertung sollen die zu Beginn des Projektes formulierten Fragestellungen sein.

Wie ist das Feuchteverhalten der eingesetzten Materialien entsprechend der jeweiligen Beanspruchung (innen, außen) zu beurteilen?

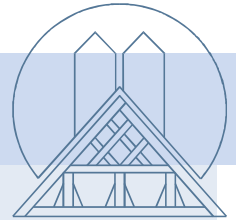
Der Einfluss auf das Feuchteverhalten der Fachwerkkonstruktion wird durch zwei parallele Messverfahren beurteilt. Eine qualitative Beurteilung gelingt durch eine Vielzahl von Holzfeuchtemessstellen im Verbund zwischen Fachwerk und Dämmung. Für die genaue quantitative Bewertung ist jeweils eine Messstrecke im Querschnitt der Außenwand in den Schlafzimmern verantwortlich.

Die Feuchte in der Fachwerkwand resultiert aus der Wechselwirkung von Innen- und Außenklima. Die äußere Klimabeanspruchung ist weitgehend identisch. Unterschiede sind allein hinsichtlich des sommerlichen Wärmeschutzes aufgrund der unterschiedlichen Höhenlage der Wohnungen und der korrespondierenden solaren Einstrahlung zu verzeichnen. Die Schlagregen-Messungen an der Fassade erbrachten keine aussagekräftigen Resultate.

Die interne Feuchtebeanspruchung variiert in den Schlafzimmern der einzelnen Wohnungen. während der Heizperiode. Dabei zeigen sich sowohl unterschiedliche Heiz- und Lüftungsgewohnheiten. Während sich der Mittelwert der relativen Raumluftfeuchte während der Heizperiode 2005/2006 in den einzelnen Wohnungen kaum unterscheidet (47 % bis 51 %), gibt es im Temperaturniveau deutlichere Abweichungen von ca. 15 °C (W 7) bis über 20 °C (W 6). Im Falle der Wandheizung (W7) reichen anscheinend geringere Lufttemperaturen zum Erreichen eines behaglichen Aufenthaltes. Für die Feuchtebeanspruchung der Fachwerkwand ist letztlich der Feuchtegradient zwischen innen und außen ausschlaggebend, der vom Feuchtegehalt der Raumluft abhängt. Dieser ist bei ähnlicher relativer Feuchte der Raumlufttemperatur proportional. In der W 6 ist demzufolge die Feuchtebeanspruchung aus der Raumluft am Größten und in der W 7 am Geringsten.

Im Gebäude befinden fünf vertikale Messachsen mit insgesamt 47 Holzfeuchtemessstellen. Bei allen Wandaufbauten ist eine deutliche Tendenz zur Abtrocknung der je nach Ausführung stark variierenden Baufeuchte erkennbar. Im Sommer 2005 befinden sich die Holzfeuchtwerte fast überall im Gebäude unter dem Grenzwert von 20 Masseprozent.

Das Risiko von Auffeuchtungen durch Unterschreitung des Taupunktes besteht vor allem in der Grenzschicht zwischen Fachwerk und Innendämmung. Ein Vergleich der Feuchteentwicklung der unterschiedlichen Dämmvarianten in diesem kritischen Bereich gelingt mithilfe der Messachse in der Außenwand.



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

In der Heizperiode 2004/2005 überlagern sich die Einflüsse aus der Baufeuchte und der Kondensatfeuchte, in der Heizperiode 2005/2006 dominiert das winterliche Kondensat eindeutig als Feuchtebelastung. Die eingesetzten Konstruktionen zeigen eine unterschiedliche Reaktion. Der Feuchteverlauf in Wandaufbau 4, 5 und 7 ist durch eine hohe und lang anhaltende Befeuchtung während des Einbaus gekennzeichnet. Dagegen zeigen sich die ab 2005/2006 charakteristischen winterlichen Auffeuchtungen durch Tauwasserausfall vor allem bei den Varianten W6 und W7. Alle Dämmvarianten besitzen ein ausgeprägt gutes Trocknungsverhalten, so dass die Feuchtebilanz trotz winterlicher Auffeuchtung unkritisch ist.

Weitere Beobachtung erfordern lokal erhöhte winterliche Auffeuchtungen, die im Bereich der Schwellen auftreten. Das zeigt sich vor allem bei den Varianten W6 und W7 mit den Innendämmplatten. Die erhöhten Holzfeuchten hinter der Dämmschicht korrespondieren mit örtlichen Erwärmungen, die sich auf den Infrarot-Aufnahmen von innen zwischen Wand und Fußboden bzw. von außen im Traufbereich lokalisieren lassen. Offensichtlich gibt es im Bereich der Holzdecken kleinere Luftwege, die im Winter zu einer verstärkten Kondensation an den Holzschwellen führen können. Vor allem die Ausführungsdetails im Bodenanschluss der relativ dünnen Plattensysteme 6 und 7 sollten verbessert werden. Die massiven Schalen aus Leichteilm und Celco besitzen Vorteile durch einen verlängerten Luftweg. Zur Auswertung dieser Messergebnisse und Verbesserung künftiger Ausführungen wurden bereits Gespräche mit den Herstellern geführt.

Welchen Einfluss haben Baufeuchte, Heizsystem und Klimabeanspruchung auf das Trocknungsverhalten?

Die Trocknungszeit der eingesetzten Innendämmsysteme ist zunächst von der eingebrachten Baufeuchte abhängig, jedoch langfristig in noch höherem Maße von der trockenungsfördernden oder trockenungshemmenden Qualität des Innenaufbaus. So bringt der Haacke-Cellco-Aufbau zwar eine im Vergleich zu den anderen Aufbauten ca. doppelt so große Feuchtemenge in die Wand, allerdings erhöht sich die Trocknungszeit um mehr als das 20-fache. Negativ macht sich hier die verringerte Abtrocknung durch die Holzschalung mit dampfbremsender und kapillarbrechender Wirkung bemerkbar. Die Empfehlungen der WTA hinsichtlich der s_d Werte von 0,5 – 2 m für die innen liegenden Schichten werden deutlich überschritten.

Eine Sonderstellung unter den Heizsystemen nimmt die vollflächige Wandheizung auf den Unger-Diffutherm-Holzweichfaserplatten ein. Das Trocknungsverhalten wird durch die Temperaturerhöhung an der Wandoberfläche mit gleichzeitiger Erhöhung des Feuchtegradienten zwischen Wandoberfläche und Wandkern verbessert. Außerdem nehmen die raumseitigen Putze eine geringe Ausgleichsfeuchte an.

Zwischen der Fußbodenheizung und der Heizkörperheizung sind keine signifikanten Unterschiede zu erkennen.

Die Klimabeanspruchung aus der Raumluft ist der Antrieb für die während der Nutzung dominante Kondensatbelastung. Wie bereits erläutert, gibt es Unterschiede zwischen den untersuchten Schlafzimmern hinsichtlich Raumklima und Feuchtegehalt der Raumluft. Allerdings sind diese eher geringen Klimavarianzen hinsichtlich der Trocknungswirkung den markanten Unterschieden im Wandaufbau nachgeordnet.



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Erbringen die verschiedenen Dämmvarianten in der Praxis tatsächlich die erwarteten Kennwerte?

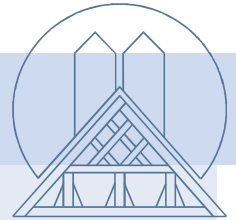
Die aufgrund der gewählten Wandaufbauten und der Materialkennwerte prognostizierten Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) werden in der realen Einbausituation erreicht und teilweise deutlich unterboten. Einzig in der Variante mit den Calsitherm.Klimaplaten ist eine geringe Verschlechterung des U-Effektiv-Wertes (gemessener Wert) gegenüber dem U-Rechenwert zu erkennen. Dagegen zeigen vor allem die massiven Dämmschalen aus Holzleichteilmsteinen und Haacke-Cellco eine deutliche Verringerung des U-Effektiv-Wertes, die unter anderem auf Speichereffekte von inneren und äußeren Wärmegewinnen in der Massivschale zurückzuführen sind.

Welche Diskrepanz liegt zwischen errechnetem Heizwärmebedarf und gemessenem Heizwärmeverbrauch? Welchen Einfluss besitzen die unterschiedlichen Heizsysteme auf Energieverbrauch, Raumklima sowie Feuchteverhältnisse in der Wand?

Der auf die beheizte Grundfläche bezogene Heizwärmeverbrauch der vier Vergleichs-Wohnungen liegt in der Heizperiode 2005/2006 zwischen 44 und 87 kWh/(m²a) und ist für Gebäude dieser Bauart als niedrig einzuschätzen. Die Anforderungswerte der Energie-Einsparverordnung 2004 (je nach A/V Verhältnis) werden nur von W4 und W7 leicht überschritten. Der Gewerberaum hat dagegen einen deutlich zu hohen Heizwärmeverbrauch. Aufgrund strenger denkmalpflegerischer Auflagen waren wärmetechnische Verbesserungen an den Massivwänden kaum möglich. Des Weiteren wurde hier über Wochen zum Teil unkontrolliert geheizt, ohne dass eine Nutzung erfolgte.

Während der U-Wert einen Baustoffkennwert darstellt, sind die gewählten Temperaturen in den Räumen und das Lüftungsverhalten nutzungsabhängig. Der Heizwärmeverbrauch ist sowohl von Baustoffkennwerten als auch vom Nutzerverhalten abhängig. Eine Korrelation des ermittelten U-Werte und des Heizwärmeverbrauchs ist tendenziell gegeben. Eine Ausnahme bildet die WE 2 (Single, hoher Heizwärmeverbrauch), die im Gegensatz zu WE 3 (3 Personen, geringer Heizwärmeverbrauch) nur über geringe interne Wärmequellen verfügt. Interessant ist der Vergleich des Heizwärmeverbrauchs mit den Ergebnissen der Blower Door Messung: Die WE 3 ist am dichtesten und hat den geringsten Heizwärmeverbrauch (bezogen auf beheizte Grundfläche). Tendenziell ist von 2004/2005 zu 2005/2006 eine Verringerung des Heizwärmeverbrauchs in den Wohnungen feststellbar. Dazu wird auch die Abtrocknung der Baufeuchte einen Beitrag leisten (deutliche Abnahme bei WE 3 Cellco).

Während der Planung der wärmetechnischen Sanierung wurden Zweifel am Einbau der Wandheizung in der Außenwand geäußert, da ein zu hoher Heizenergieverbrauch befürchtet wurde. Diese Befürchtungen haben sich nicht bestätigt, der Heizenergieverbrauch der WE 5 ist eher als unterdurchschnittlich anzusehen. Dazu trägt sicher auch die hohe Behaglichkeit von Strahlungsheizungen bei, die eine Absenkung der Lufttemperatur ermöglicht und damit Lüftungswärmeverluste reduziert.



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Gibt es Unterschiede in der Winddichtigkeit hinsichtlich Leichtkonstruktionen und massiven Vorsatzschalen? Welche Luftwechselraten werden erwartet?

Mit dem Blower Door Verfahren wurden im Herbst 2004 und im Dezember 2005 Prüfungen der Luftdichtheit der einzelnen Wohnungen und des Gesamtgebäudes durchgeführt. Für das Gesamtgebäude wurde ein Luftwechsel unter Prüfbedingungen von 50 Pascal von 3,8 je Stunde erreicht (Unterdruck: $3,5 \text{ h}^{-1}$ / Überdruck $4,1 \text{ h}^{-1}$). Damit wird der für das sanierte Fachwerkhaus benannte Zielwert von maximal $n_{50} = 4 \text{ h}^{-1}$ erreicht.

Die Ergebnisse der Wohnungsmessungen zeigen eine stärkere Varianz. Die n_{50} Werte reichen vom 4-fachen bis fast zum 7-fachen stündlichen Luftwechsel. Für die vergleichende Bewertung sind die Ergebnisse der Messung von 2004 nur bedingt geeignet, da zu diesem Zeitpunkt der Innenausbau noch nicht beendet war. Durch nicht gedichtete Stöße der Deckenplatten oder Fugen im Boden war ein Luftaustausch möglich. Die Luftwechselraten der Wohnungen unter Prüfbedingungen von 50 Pascal als relativ hoch anzusehen. Hohe unkontrollierte Luftwechsel im Winter laufen der Zielstellung der Heizenergieeinsparung zuwider. Andererseits wird durch gezielte Lüftung im Winter die Raumluftfeuchte reduziert. Empfohlen wird eine geringfügige Reduzierung des unkontrollierten Außenluftwechsels, wie sie etwa mit einer Verbesserung der Dichtung des Innenflügels im Kastenfenster einhergeht.

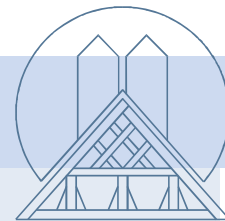
Bemerkenswert sind auch die Unterschiede in den Messwerten der Wohnungen mit verschiedenen Dämmvarianten. Die geringeren Luftwechselraten in den Wohnungen 2 und 3 könnten auf die dort verwendeten massiven Vorsatzschalen zurückzuführen sein. Vor allem die Verwendung des Cellco-Verfüllmaterials in der Wohnung 3 ermöglicht anscheinend einen guten Verbund mit der Fachwerkkonstruktion und damit eine gute Luftdichtheit der Außenwände.

Wie ist das subjektive Empfinden der Nutzer? Welche Dämm- und Heizsysteme werden vom Mieter bevorzugt? Welche praktischen Vor- und Nachteile sind zu beachten?

Die Mieter des Fachwerkhäuses erhielten im Mai und im Dezember 2005 Gelegenheit, die eigene Wahrnehmung der Wohnqualität bei Befragungen durch das Fachwerkzentrum zu schildern. Die Form eines Interviews mit thematisch gegliederten Fragestellungen sowie strukturierten Bewertungskategorien ermöglichte ein Gesamtresümee und die vergleichende Beurteilung der Wohnungen. Von den Mietern werden die Aufwendungen und Belastungen durch messtechnische Untersuchungen sowie Befragungen als durchaus positiv und informativ aufgenommen.

Die Dämm- und Heizsysteme werden in allen Fällen akzeptiert und vielfach positiv bewertet. Die Mieter empfinden keine Einschränkungen der Gebrauchstauglichkeit durch die Innendämmung. Das mehrmalige Nacharbeiten von zwischenzeitlich aufgetretenen Rissen im Lehmputz über den Leichtlehmsteinen (W4) ist offensichtlich nicht auf bauphysikalische sondern auf konstruktive Ursachen zurück zu führen.

Einen Mängelanlass stellte der zeitweise erhebliche Kondensatanfall an den Fenstern zur Straßenseite dar, die als Kastenfenster gebaut wurden. Die wärmetechnischen und lüftungstechnischen Vorteile der Kastenfenster sind bekannt und im Kapitel Fensterlüftung dargestellt.



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“ Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Taupunktunterschreitungen an der Innenseite der äußeren Scheibe im Kastenfenster können grundsätzlich nicht verhindert werden. Deshalb wurde in den Planungsbesprechungen auf die Ausbildung einer Kondensatsammelrinne hingewirkt, die aber letztlich nicht ausgeführt wurde. Allerdings sollte sich der Kondensatausfall auf wenige Tage mit sehr niedrigen Außentemperaturen beschränken. Kommt es zu gehäuften Kondensatereignissen, so liegen konstruktive Mängel in der Fensterfertigung vor. Im Fachwerkhaus Lange Gasse 7 sind diese offensichtlich. Im stumpfen Stoß der Schlagleiste kann die auf dem Kämpfer vorhandene Dichtung nicht angepresst werden, wodurch ein „Luftloch“ in der raumseitigen Fensterebene entsteht und den Kondensatausfall forciert. Eine Verbesserung der Situation ist durch handwerkliche Dichtung des inneren Flügels oder durch Belüftung des Fensterrahmens über Schlitz / Bohrungen im Rahmen des äußeren Fensters möglich.

Der sommerliche Wärmeschutz spielt für die Nutzerbehaglichkeit eine wichtige Rolle. Die relativ kleinen Fenster im Fachwerkgefüge verhindern übermäßigen Wärmeeintrag. Trotzdem werden zeitweise hohe Raumtemperaturen erreicht. Aufgrund der solaren Einstrahlung über die Fenster steigen die Raumtemperaturen vor den Außentemperaturen auf ihren Maximalwert. Je nach Lage der Wohnungen im Gebäude (Sonnenstand) sowie variierender Speicherwirkung von Wänden und Fußböden ergeben sich unterschiedliche Höchstwerte.

Fazit

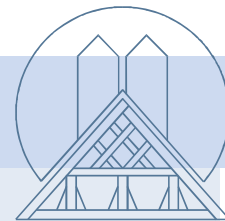
Das Projekt war von Beginn als eine Fortführung der Aktivitäten der Fachwerkforschung ⁽²³⁾ der letzten Jahrzehnte geplant. Die mittlerweile von einem breiten fachlichen Konsens getragenen Erkenntnisse zum bauphysikalischen Verhalten von Fachwerkgebäuden sollten an einem „normalen“ Bauvorhaben auf die Anforderungen in der praktischen Umsetzung und die Bewährung unter den Nutzungsbedingungen von Mietwohnungen geprüft werden.

Eine zusammenfassende Bewertung aus Sicht der Bauphysik / Bauklimatik kann mittlerweile auf Basis einer knapp zweijährigen messtechnischen Begleitung der Sanierung und der Nutzung des Gebäudes erfolgen. Die Untersuchungen zeigen teils erwartete, teils überraschende Ergebnisse.

Erwartungsgemäß unterscheiden sich die eingesetzten Maßnahmen zur Innendämmung und zur Heizung in ihren bauphysikalischen und heizenergetischen Auswirkungen. Deutliche Unterschiede zeigen sich etwa im Trocknungsverhalten. Obwohl bei allen Maßnahmen ein nicht unerheblicher Feuchteintrag erfolgte, bei den Dämmplatten sind hier die erforderlichen Ausgleichsschichten zu beachten, gibt es deutliche Varianzen in der Trocknungszeit. Der hohe Stellenwert einer angepassten Baufolge mit ausreichender Lüftung der Räume und Trocknungszeiten vor Aufbringen des Wandputzes wird hier deutlich.

Überraschend ist dagegen die messtechnisch begründete Erfahrung, dass die eingesetzten Dämmschalen aus mineralischen Baustoffen (Leichtlehm, Cellco) gegenüber den in der Sanierung üblicherweise eingesetzten Dämmplatten durchaus Vorteile in der praktischen Bewährung besitzen. Dazu gehören die gegenüber den Vorab-Berechnungen deutlich geringeren U-Effektiv-Werte wie auch die bessere Luftdichtheit in der Dämmschale und das reduzierte Risiko von Feuchtekonvektion in Anschlussbereichen. Die in der Heizperiode zu beobachtenden lokalen Auffeuchtungen, die sich im Bereich der Schwelle bei W 6 und W7 mit Innen-Dämmplatten zeigen, erfordern weitere Beobachtung zur Verbesserung der Detailplanung.

(23) BMBF „Forschung für den Denkmalschutz“ 1985-98, darin: Verbundforschungsprojekt „Fachwerkbauten-erhaltung“ sowie verschiedene DBU Vorhaben z.B. Az. 01740



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Aufgrund der generell diffusionsoffenen Konstruktionen (W5 Cellco mit Einschränkungen) ist zwar in allen Varianten mit winterlichem Tauwasserausfall zu rechnen, jedoch sichert das gute Trocknungsverhalten eine ausgeglichene Feuchtebilanz. Der Wandheizung in W7 kann ein positiver Einfluss auf Feuchteverhalten der Fachwerkwand sowie auf die empfundene Behaglichkeit in den Räumen attestiert werden.

Unser Fazit: Ökologisches und energiesparendes Sanieren ist unter üblichen Baubedingungen sowie in der geforderten Flexibilität und Gebrauchssicherheit für Mietwohnungen möglich. Neben den erreichten bauphysikalischen und heizenergetischen Kennwerten sind zwei Dinge hervorzuheben: Die Ausführung der Innendämmung durch örtliche Fachbetriebe stellte nach Qualifizierung durch Fachberater kein Problem dar. Durch die Mieter der Wohnungen, die für Ihre Mietzahlung letztlich gebrauchstaugliche und flexible Räume mit hoher Wohnqualität erwarten, geben die eingesetzten Dämm- und Heizsysteme keinen Anlass für Beanstandungen oder funktionale Einschränkungen. Voraussetzungen für den Erfolg derartiger Fachwerksanierungen sind eine fachgerechte Detailplanung sowie eine konsequente Bauleitung zur Sicherung einer hohen Ausführungsqualität. Eine wichtige Voraussetzung liegt in der positiven Motivation aller Beteiligten. Für die bauphysikalische Planung ist ein hoher Stellenwert auf Fehlertoleranz und damit langfristig dauerhafte Lösungen zu legen.

Der Stand des Vorhabens lässt bereits wichtige fachliche Aussagen zu, die erhebliches Interesse bei Bauherren und Fachplanern finden. Die Qualität der Aussagen und die Feinheit der Differenzierung wachsen mit der Zeitdauer der Begleitung. Entscheidend ist das Langzeitverhalten! Eine Beobachtung und Bewertung des Bauvorhabens über mindestens zwei weitere Heizperioden ist sinnvoll. Eine derart komplette Analyse – Bestandsaufnahme, Planung, Ausführung, Nutzung – wäre ein Novum in der Sanierung von Fachwerkgebäuden und hätte einen erheblichen wissenschaftlich-baupraktischen und didaktischen Effekt. Deshalb befinden wir uns mit dem Bauherren, dem Sanierungsträger sowie mit den Herstellerfirmen im Gespräch darüber, wie eine Weiterführung der Messstrecke für weitere zwei Jahre finanziert werden kann.



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Öffentlichkeitsarbeit

- 20.01.2004 Präsentationstermin zum Pilotvorhaben unter Beteiligung aller Projektpartner
- 16.04.2004 Richtfest unter Beteiligung der Projektpartner, Förderer, Fachplaner und –berater, Herstellerfirmen der geplanten Dämmsysteme, Bauschaffenden und Pressevertretern
- 30.08.2004 Kongress städtebaulicher Denkmalschutz: Führung der Expertengruppe aus Architekten, Landesdenkmalpflegern, Vertretern des Bauministeriums LSA und der Stadt QLB durch das Objekt, Erläuterung des Pilotvorhabens
- 03.09.2004 Präsentation des Pilotvorhabens und Führung des Bauministers LSA Herrn Dr. Daehre
- 11./12.09.04 Präsentation des Projektes, Führungen und Vorträge zum Tag des offenen Denkmals sowie offizielle Eröffnung des Denkmaltages in QLB durch den Bürgermeister im Objekt
- seit 09/2004 Ausgabe des vom DFWZ entwickelten Flyers an den Bauherren, zum Tag des offenen Denkmals an Interessenten sowie in der ständigen Ausstellung des DFWZ.
- 29.10.2004 Vortrag zum Pilotvorhaben auf der Denkmalmesse in Leipzig
- 05.11.2004 Präsentation des Pilotvorhabens und Führung von Förderern des DFWZ QLB
- 11.01.2005 Präsentationstermin zum Projektstand unter Beteiligung aller Projektpartner
29.04.2005 Präsentation des Gesamtprojektes und Auswertung der Ergebnisse im Rahmen des Seminars „Fachwerk- Heizen, Lüften, Dämmen“
- 20.05.2005 Präsentation des Projektes und der Zwischenergebnisse zur Mitgliederversammlung und Vorstandssitzung des DFWZ QLB e.V.
- 31.05.2005 Bewerbung um den Deutschen Bauherrenpreis 2005/06
- 29.08.2005 Präsentation des Projektes beim „Kongress Städtebaulicher Denkmalschutz“ in QLB
- 10.09.2005 Referat beim Kolloquium „Zukunftsmarkt energiesparender Denkmalschutz?“ an der TU Dresden, Titel: „Lange Gasse 7 Quedlinburg- ein ökologisch-wissenschaftliches Projekt“
- 10./11.09.05 Führungen und Vorträge in der Langen Gasse 7 zum Tag des offenen Denkmals
- laufend: Beratungen und Führungen durch die Ausstellung
- 05.05.2006 Vorstellung im Seminar „Fachwerk-Heizen, Dämmen, Lüften“ in Fulda
- 14.09.2006 Präsentation des Gesamtprojektes und Auswertung der Ergebnisse im Rahmen des Seminars „Bauen im Bestand V – Besonderheiten in der Fachwerksanierung“ mit der AK LSA
- 15.09.2006 Präsentation des Gesamtprojektes und Auswertung der Ergebnisse im Rahmen des Seminars „Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“ im DFWZ



Abb. 187: Offizielle Eröffnung des Denkmaltages in QLB, 11.09.04



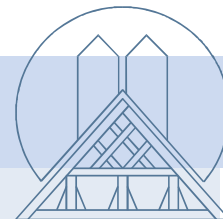
Abb. 188: Ausstellung im Gewer-
beraum in der Langen Gasse 7



Abb. 189: Modell der Dämmvari-
anten in der Ausstellung



Abb. 190: Führung und Beratung
angehender Bautechniker von der
Bautechnikerschule Braunschweig
durch die Ausstellung



„Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“
Lange Gasse 7 in Quedlinburg - AZ: 21529

Da das öffentliche Interesse an den Forschungsergebnissen sehr groß ist und wir uns dem Wunsch nach Information verpflichtet fühlen, haben wir einen Textbeitrag zum Pilotvorhabens beim BDA und beim Land Sachsen-Anhalt eingereicht. Eine Zusammenfassung des Projektes wurde im Geschäftsbericht 2004 der BauBeCon Sanierungsträger GmbH veröffentlicht. Ein weiterer Höhepunkt war unser Redebeitrag beim Kolloquium „Zukunftsmarkt Energiesparender Denkmalschutz?“ im September 2005 in Dresden sowie die diesbezügliche Veröffentlichung im Tagungsband unter dem Titel „Lange Gasse 7 Quedlinburg-ein ökologisch-wissenschaftliches Pilotprojekt“.

Veröffentlichungen:

- Projektvorstellung und Zwischenbericht im Jahresabschlussbericht 2004 des DFWZ QLB e.V.
- Projektvorstellung/Zwischenbericht im Geschäftsbericht 2004 der BauBeCon Sanierungsträger GmbH
- Projektvorstellung eingereicht beim BDA zur Veröffentlichung im Deutschen Architektenblatt
- Projektvorstellung eingereicht beim LfD zur Veröffentlichung in „Denkmalpflege in Sachsen-Anhalt“
- Textbeitrag zur Veröffentlichung in der Broschüre „Städtebaulicher Denkmalschutz in Sachsen-Anhalt“
- Projektvorstellung / Textbeitrag in der Begleitbroschüre zum Kolloquium „Zukunftsmarkt energiesparender Denkmalschutz?“ an der TU Dresden mit dem Titel: „Lange Gasse 7 Quedlinburg- ein ökologisch-wissenschaftliches Projekt“

Hiermit möchte ich mich herzlich für die freundliche Unterstützung seitens der Projektpartner: BAUKLIMA Ingenieurbüro Wulf Eckermann, Potsdam, Architektenbüro Jerx-Grasemann, Quedlinburg, Ingenieurbüro für Schallschutz u. Bauphysik Goritzka, Leipzig, EKH Planungsgesellschaft mbH Quedlinburg, den Produktpartnern sowie der Wohnungswirtschaftsgesellschaft mbH Quedlinburg und den Förderern bedanken.

Dipl.-Ing. Bettina Stöckicht, DFWZ QLB e.V.

Quedlinburg, den 22.12.06



Abb. 191: B. Stöckicht beim Referat beim Kolloquium „Zukunftsmarkt energiesparender Denkmalschutz?“ an der TU Dresden, 10.09.06