

# Renew Building

Kompetenzaufbau und  
Wissenstransfer für Klima-  
schonende Sanierung mit  
ökologischen und nachwach-  
senden Rohstoffen

R. Wimmer  
S. Prokupek  
M. Burghardt

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

## 9/2014

**Impressum:**

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:  
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie  
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:  
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien  
Leiter: DI Michael Paula

Liste sowie Downloadmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe unter  
<http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

# Renew Building – Kompetenzaufbau und Wissenstransfer für Klima schonende Sanierung mit ökologischen und nachwachsenden Rohstoffen

Dr. Robert Wimmer, Dipl.-Ing. Stefan Prokupek,  
Magdalena Burghardt, MA  
GrAT – Gruppe Angepasste Technologie

Projektpartner:  
Beziehungsmanagement Austria KEG  
TU Wien Institut für Hochbau und Technologie  
Raiffeisen-Leasing GmbH

Wien, Juli 2013

Ein Projektbericht im Rahmen des Programms



im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie



# Vorwort

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm *Haus der Zukunft* des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie.

Die Intention des Programms ist, die technologischen Voraussetzungen für zukünftige Gebäude zu schaffen. Zukünftige Gebäude sollen höchste Energieeffizienz aufweisen und kostengünstig zu einem Mehr an Lebensqualität beitragen. Manche werden es schaffen, in Summe mehr Energie zu erzeugen als sie verbrauchen („Haus der Zukunft Plus“). Innovationen im Bereich der zukunftsorientierten Bauweise werden eingeleitet und ihre Markteinführung und -verbreitung forciert. Die Ergebnisse werden in Form von Pilot- oder Demonstrationsprojekten umgesetzt, um die Sichtbarkeit von neuen Technologien und Konzepten zu gewährleisten.

Das Programm *Haus der Zukunft Plus* verfolgt nicht nur den Anspruch, besonders innovative und richtungsweisende Projekte zu initiieren und zu finanzieren, sondern auch die Ergebnisse offensiv zu verbreiten. Daher werden sie in der Schriftenreihe publiziert und elektronisch über das Internet unter der Webadresse [www.HAUSderZukunft.at](http://www.HAUSderZukunft.at) Interessierten öffentlich zugänglich gemacht.

DI Michael Paula  
Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien  
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

---



## Inhalt

Kurzfassung .....	3
Abstract .....	4
1 Einleitung .....	5
2 Wissensdatenbank mit Best-Practice-Sanierungen .....	8
3 Weiterbildung für ressourcen- und energieeffiziente Sanierung.....	22
4 Sanierungskonzepte und Demonstration ökologischer Sanierung .....	31
4.1 Fundamente .....	31
4.2 Außenwände (Außendämmung).....	34
4.3 Innendämmung .....	36
4.4 Boden.....	38
4.5 Decke (OGD) .....	39
4.6 Dach .....	40
4.7 Fenster und Türen.....	41
4.8 Oberflächen.....	44
5 Ausbildung und internationaler Wissenstransfer .....	49
6 Dissemination.....	53
7 Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen .....	59
8 Abbildungsverzeichnis.....	61
Anhang.....	64

## Kurzfassung

Die thermische Sanierung von Gebäuden birgt ein großes Potenzial, um Heizenergie einzusparen. Mit der Sanierung verbunden sind aber zusätzliche Auswirkungen auf die Umwelt, wie die Graue Energie, die z. B. in Dämmstoffen enthalten ist, Baurestmassen aufgrund der Entsorgung von Dämm- und Baustoffen, die Herstellung eines gesunden Innenraumklimas usw.

Ökologische Sanierungslösungen sind zwar prinzipiell vorhanden, aber noch zu wenig im Bewusstsein und im Wissensrepertoire der Planenden und Ausführenden repräsentiert. Diese Lücke, die vor allem in der Aus- und Weiterbildung von ArchitektInnen, PlanerInnen, BaumeisterInnen etc. besteht, wurde mit dem Projekt Renew Building verringert.

Ziel war die Schaffung einer Ausbildungsgrundlage anhand von bestehenden Best-Practice-Sanierungen, die mit nachwachsenden Rohstoffen und ökologischen Baustoffen durchgeführt wurden. 60 Case Studies (Bauteile) und 20 Best-Practice-Gebäude wurden auf einer eigens entwickelten Online-Wissensdatenbank dargestellt (erreichbar über [www.renewbuilding.eu](http://www.renewbuilding.eu)).

Sanierungskonzepte auf der Grundlage dieser Best-Practice-Fälle sowie von Expertenwissen wurden in Aus- und Weiterbildungsangeboten vermittelt, sowohl in der Theorie als auch in der Praxis. Die Theoriekurse wurden von einer ebenfalls eigens entwickelten E-Learning-Plattform begleitet. Die Praxiskurse fanden an Lehrbaustellen in Nieder- und in Oberösterreich statt, wo die KursteilnehmerInnen anhand der Herstellung von Prototypen verschiedener Bauteile Praxiswissen erwarben. Die Theorie- und Praxiskurse richteten sich an PlanerInnen, BaumeisterInnen, ArchitektInnen und HandwerkerInnen; zusätzlich wurden Studierende der TU Wien in Form von Lehrveranstaltungen und Workshops im Bereich ökologische Sanierung ausgebildet.

Der Demonstration von klimaschonender Sanierung dienen auch noch nach Projektende die Lehrbaustellen sowie 15 Demonstrationsbaustellen in Wien, Nieder- und Oberösterreich. Zusätzlich wurde das Wissen über ökologisch nachhaltige Sanierungen auf internationalen Konferenzen sowie in Publikationen an Fachpublikum vermittelt. Die allgemeine Öffentlichkeit wurde mit Presseberichten, Zeitschriftenartikeln, Webseiten, einer Broschüre sowie weiteren Informationsmaterialien über das Thema informiert.



## Abstract

Thermal renovation of buildings has a large potential to save heating energy. But it also has additional environmental effects, such as grey energy contained in insulation materials, building waste, effects on healthy room climate etc. Ecological solutions for renovation do exist, but are rarely known by planners and professionals, mainly due to lack in specific vocational education and training of architects, planners and master-builders. This problem was encountered by the project Renew Building.

The project's goal was to build a foundation for education based on existing best-practice renovations with renewable and ecological materials. 60 building components (case studies) and 20 buildings were presented on a newly developed online database (available via [www.renewbuilding.eu](http://www.renewbuilding.eu)).

Renovation concepts based on these best-practice cases as well as on expert knowledge were taught in various theory and hands-on courses. The courses were accompanied by a specially developed e-learning platform. Hands-on courses took place on apprenticeship sites in Lower and Upper Austria, where trainees learned to renovate various building components. The theory and hands-on courses were offered for planners, master-builders, architects and craftsmen. In addition, students of Vienna University of Technology attended lectures and workshops on the topic of ecological renovation as part of their study program.

The apprenticeship sites as well as 15 demonstration sites show renovation with renewable building materials in Vienna, Lower and Upper Austria during and after the project. Knowledge was also given to professional audience at international conferences and in papers. The topic of ecological renovation was additionally conveyed to the general public via press articles, websites, a brochure and various other information materials.

## 1 Einleitung

Die Sanierung des Gebäudebestandes bietet das höchste Potenzial für Energieeinsparungen und Klimaschutz im Bausektor. Zusätzlich kann durch ökologische und qualitativ hochwertige Sanierung die Bausubstanz erhalten und damit die Nutzungsdauer des Gebäudes verlängert werden. Außerdem wird die Wohnqualität verbessert und es kann auf die geänderten Anforderungen der NutzerInnen eingegangen werden.

Neben der Verringerung des Heizenergiebedarfes treten zunehmend auch andere wesentliche Aspekte, wie die Auswahl der Baumaterialien, die Auswirkungen auf den Klimaschutz, die Qualität des Innenraumklimas, die Rückbaufähigkeit, die Rezyklierfähigkeit, die Entsorgung der verwendeten Baustoffe in den Vordergrund. Die angeführten Punkte gewinnen noch mehr an Bedeutung, wenn man die steigenden Dämmstärken und die damit verbundene Vervielfachung des Materialeinsatzes bei einer gleichzeitigen Verringerung der Nutzungsdauer von Gebäuden berücksichtigt. Bei herkömmlichen Sanierungen kommen Baumaterialien aus fossilen und mineralischen Rohstoffen zum Einsatz, die hohe Energie- und Materialflüsse bei der Produktion verursachen, schwer bis nicht wiederverwertet werden können und oft problematisch bei der Entsorgung sind. Ökologische Sanierungslösungen existieren zwar, das Know-how über ihre Einsatzgebiete und Einsatzgrenzen, ihre Vorteile usw. ist aber weder bei den ProfessionistInnen noch bei den ArchitektInnen in ausreichendem Maße vorhanden. Hier besteht ein großes Ungleichgewicht zwischen den technischen Entwicklungen und marktgängigen Produkten (ökologisch, nachwachsend) und dem Wissen über diese Produkte.

Ziel war die Schaffung einer Ausbildungsgrundlage anhand von bestehenden Best-Practice-Sanierungen, die mit nachwachsenden Rohstoffen und ökologischen Baustoffen durchgeführt wurden. Kompetenzen im Bereich klimaschonende Sanierung mit nachwachsenden Rohstoffen und ökologischen Baustoffen für den österreichischen und internationalen Markt sollten bei den wesentlichen Zielgruppen (ProfessionistInnen, ArchitektInnen, PlanerInnen sowie Studierende entsprechender Fachrichtungen) erhöht werden.

Sanierungskonzepte auf der Grundlage wurden in Aus- und Weiterbildungsangeboten vermittelt, sowohl in der Theorie als auch in der Praxis. Dazu dienten folgende Arbeitspakete:

### **AP1 – Wissensdatenbank:**

Bestehende Sanierungsfälle, die Vorbildcharakter in Bezug auf Sanierung mit nachwachsenden Rohstoffen haben, wurden recherchiert. 60 Case Studies (Bauteile) und 20 Best-Practice-Gebäude wurden ausgewählt, bewertet und aufgearbeitet. Beschreibungen, Details, Pläne etc. wurden auf eine eigens entwickelte Online-Wissensdatenbank (Know-how-Pool) gestellt (erreichbar über [www.renewbuilding.eu](http://www.renewbuilding.eu)).

### **AP2 – Training:**

Lehrmodule zu verschiedenen Bereichen der thermischen Gebäudesanierung wurden auf Basis der Best-Practice-Sanierungen erarbeitet, und zwar sowohl für Theorie- als auch für Praxiskurse. Die Theoriekurse wurden von einer ebenfalls eigens entwickelten E-Learning-

Plattform begleitet. Die Praxiskurse fanden an Lehrbaustellen in Nieder- und in Oberösterreich statt, wo die KursteilnehmerInnen anhand der Herstellung von Prototypen verschiedener Bauteile (siehe AP3) Praxiswissen erwarben. Insgesamt wurden 108 KursteilnehmerInnen an den Lehrbaustellen ausgebildet.

#### **AP3 – Demonstration:**

Der Demonstration von klimaschonender Sanierung dienten (und dienen weiterhin) die Lehrbaustellen sowie 15 Demonstrationsbaustellen. Diese sind Baustellen der KursteilnehmerInnen, die nicht vom Projektteam selbst abgewickelt, sondern im Rahmen des Projekts von einer Steering Group begleitet, dokumentiert und beraten wurden.

An den Lehrbaustellen wurden Gebäudezustandsanalysen durchgeführt und Sanierungskonzepte als Vorbereitung für die Sanierung und die Trainings (AP2) erstellt. An der Lehrbaustelle in Sarleinsbach wurden im Rahmen der praktischen Trainings Vorab-Prototypen (= Bauteile wie z. B. Dach, Außenwand, Fundament) realisiert. In einer zweiten Phase (ab 2012) wurden verbesserte Prototypen mit hohem Innovations- und Qualitätsanspruch an der Lehrbaustelle in Böheimkirchen vollendet. Die Prototypen an der dritten Lehrbaustelle in Hofkirchen (Oberösterreich) dienten vor allem zur Bereitstellung benötigter Werkstoffe wie Kalk für Putze, Mörtel und Estriche.

#### **AP4 – Internationaler Transfer:**

Eine erste Lehrveranstaltung wurde an der TU Wien im Sommersemester 2010 abgehalten, danach wurden jeweils im Wintersemester 2011 sowie 2012 Lehrveranstaltungen mit erweiterten Inhalten sowie zusätzlichem Praxisschwerpunkt abgehalten. Das Lehrangebot stieß bei den Studierenden auf großes Interesse, was die Relevanz des Themas und des Projekts zeigt, dies war vor allem an den steigenden Teilnehmerzahlen zu erkennen.

Das Projekt wurde bei diversen nationalen und internationalen Fachveranstaltungen und Konferenzen (u.a. dem European Straw Bale Gathering 2011) präsentiert. Den Konferenzen zugehörige technische Publikationen (Papers) wurden genutzt, um die Projekthinhalte an weiteres Fachpublikum zu vermitteln.

#### **AP5 – Dissemination:**

Über 5.000 Infofolder (auf Deutsch und Englisch) wurden gedruckt und auf verschiedenen Fachveranstaltungen verteilt. Eine Posterserie wurde gedruckt und präsentiert, zusätzliches Informationsmaterial wurde hergestellt (Roll-ups, Baustellentafeln) und öffentlich sichtbar angebracht. Eine Broschüre (Projektzeitung) mit einer Auflage von 6.000 Stück wurde erstellt und auf sämtlichen besuchten oder selbst ausgerichteten Veranstaltungen sowie über alle Projekt- und Netzwerkpartner und weitere Stakeholder verteilt.

Die Öffentlichkeitsarbeit resultierte in 25 Veröffentlichungen in Zeitungen und Zeitschriften. Das Projekt wird auf einer neuen Infowebseite und auf der Webseite der Raiffeisen-Klimaschutzinitiative sowie Webseiten von Projekt- und Kooperationspartnern präsentiert.

Das Projekt wurde beim Energy Globe Award Vienna 2011 eingereicht und von der Fachjury in die Shortlist der nominierten Projekte aufgenommen.

In den folgenden Kapiteln werden die Arbeiten und Ergebnisse der einzelnen Schwerpunkte des Projekts im Detail beschrieben (**Wissensdatenbank** mit Best-Practice-Sanierungen, Kap. 2; **Trainings** zur Vermittlung von Sanierungskonzepten, Kap. 3; **Demonstration** der praktischen Umsetzung von Sanierungskonzepten, Kap. 4; **Internationaler Transfer** in Lehrveranstaltungen, Konferenzen und Publikationen, Kap. 5; **Dissemination** in Form von Pressearbeit und Informationsmaterialien, Kap. 6). Der **Anhang** enthält zusätzliche Dokumente (z. B. Sanierungskonzepte und Darstellungen der Demonstrationsgebäude).

## 2 Wissensdatenbank mit Best-Practice-Sanierungen

Best-Practice-Gebäude und Bauteile (Case Studies) aus dem Bereich Sanierung mit nachwachsenden Rohstoffen und ökologischen Baumaterialien wurden recherchiert, bewertet und in einer Online-Wissensdatenbank dargestellt. Unterschiedliche Bewertungs- und Darstellungskonzepte wurden dafür entwickelt, überprüft und ausgewählt, um eine bestmögliche Wissensvermittlung sowie eine effektive Vergleichbarkeit der einzelnen Fallbeispiele zu ermöglichen.

Für die **Entwicklung und Installation der Online-Wissensdatenbank** wurden verschiedene Softwarelösungen und CMS (Content-Management-Systeme) analysiert und auf Eignung für die geplanten Anwendungsfälle überprüft. Die Darstellungsform der Inhalte sowie die Struktur der Datenbankinhalte wurden auf die Anforderungen der verschiedenen Zielgruppen hin überprüft und angepasst. Z. B. soll die Nutzung sowohl durch Handwerker und Planer als auch durch Investoren sinnvoll möglich sein; eine möglichst intuitive Bedienung und erleichterte Navigation erhöht die Attraktivität. Verlinkungen zwischen den Kategorien „Bauteile“ und „Gebäude“ wurden ermöglicht.



Abbildung 1 – Startseite Wissensdatenbank mit Auswahlbereich zwischen den Kategorien „Gebäude“ und „Bauteile“

In einem ersten Schritt wurden 42 Best-Practice-Gebäude recherchiert, an denen in den vergangenen zehn Jahren eine Sanierung durchgeführt wurde. Aus diesen wurden anhand eines Kriterienkatalogs **20 Best-Practice-Gebäude** ausgewählt, die in der Wissensdatenbank dargestellt werden sollten. Ein möglichst hoher Anteil an nachwachsenden Rohstoffen und ökologischen Baustoffen, Rückbauaspekte und ein möglichst hoher Wiederverwendungsanteil von Bauteilen und Baustoffen waren Hauptfaktoren für die Auswahl. Anhand einzelner Bauteile aus diesen Gebäuden (Wand Außendämmung, Innendämmung, Decke, Dach, Boden, Fundamente, Fenster und Türen, Oberflächen) werden zusätzlich im Detail Konstruktionen, bauphysikalische Eigenschaften und Materialverwendung gezeigt. Die folgende Abbildung zeigt die recherchierten und ausgewählten Best-Practice-Gebäude.

Gebäudenr.	Gebäudebezeichnung (Architekt/Planer)
1	Bauernhaus Laaben (DI Mag (FH) Martin Huber)
2	Tenne Lansersee Scharfetter (Martin Scharfetter)
3	Mühle Waldenstein (Andi Weißensteiner)
4	Gästehaus Lurgbauer am Erlaufsee (DI Eugen Hein)
5	Wohnhaus Krems (DI Andreas Newald)
6	Bauernhaus Kartause Schönau
7	Haus Zobl (DI Pia Zobl)
8	Hotel Hinteregger Matrei (DI Reinhard Madritsch)
9	Tourismus/Gastgewerbe Freihof Sulz (DI Beate Nadler-Kopf)
10	Schule Schwanenstadt (Pauat Architekten)
11	Bauernhaus Schwarz, Amering (Alpe GesmbH)
12	Wohnhaus Präz (Wirz Architekten)
13	Kloster Schweinheim (Planer & BH Frank Zurawski)
14	EFH Zeggele (DI Dr. Peter Knapp)
15	Gründerzeithaus Wien pos Architekten (pos architekten ZT KEG)
16	Scheune/Büro Ravelsbach (Herbert Gruber)
17	Gründerzeithaus Horn (Architekturbüro AH3)
18	Wohnhaus Nöchling

19	MFH Sandberghof (Schauer + Volhard Architekten BDA)
20	Trollmannkaserne Steyr (Poppe und Prehal Architekten)
21	MFH Passivhaus Linz (Poppe und Prehal Architekten)
22	Turnsaal Heinrich-Roller Grundschule (Architektengemeinschaft Groszmann & Vassella)
23	Malteser Saal – ehemalige Feuerwache (Architektengemeinschaft Groszmann & Vassella)
24	Westend Grün – Werk A – Westallee 38 (Roswag & Jankowski)
25	Nordpool Steyr (Poppe und Prehal Architekten)
26	Haidenhof Bad Ischl
27	Lehmhaus Mitterretzbach (Architekt Andi Breuss)
28	Haus Ihlow – Wehlen, CH (Ziegert   Roswag   Seiler Architekten Ingenieure)
29	Brunckviertel Ludwigshafen
30	Schloss Lengberg (Wehdorn Architekten)
31	EFH Rhese Neulengbach
32	Weinviertler Hof Groß Wetzdorf
33	Sanierung Doppelhaus 1416 3 Berlin (DIMaGB Bauplanung)
34	Erstes Wiener Strohhaus - Mollardgasse 12a (Karen Allmer und Florian Macke)
35	Wehlen, CH (Hirt Architekten)
36	Schule St. Florian (DI Hannes Hohensinner)
37	Schule Ritzlhof (Baumeister Haider)
38	Ehemaliges Helenenheim, Blasewitz, Dresden (Hirt Architekten)
39	Bauernhaus Unbesandten (Manfred Röver)
40	Lehrbaustelle Sarleinsbach
41	EFH Murat Erol (Murat Erol)
42	Scheune Zubau Böheimkirchen
43	Lehrbaustelle Hofkirchen (Meierhof)

44	Lehrbaustelle Böheimkirchen
45	Mesnerhaus Hofkirchen
46	Karmeliterplatz, Wien
47	EFH Bronner, Klaffer
48	EFH Falkner, Putzleinsdorf
49	Fa. Fesl, Kollerschlag
50	Gemeinde Hofkirchen
51	EFH Griebler, Altenfelden
52	EFH Hitsch, Pfarrkirchen
53	EFH Kainberger (Schafflhof), Auerbach

**Abbildung 2: (Vor-)Auswahl der Best-Practice-Gebäude. Markiert sind die 24 Gebäude, die gemäß den Auswahlkriterien als Best-Practice-Gebäude für die Wissensdatenbank ausgewählt und aufbereitet wurden.**

Die 20 Best-Practice-Gebäude wurden schließlich dokumentiert, ausgewertet und für die Wissensdatenbank inhaltlich aufbereitet. Dazu wurde zu den PlanerInnen der ausgewählten Projekte Kontakt aufgenommen und Hintergrundinformationen recherchiert (siehe Interviewleitfaden im Anhang). Gebäudepläne, Detailpläne, Hintergrundinformation zu den Gebäuden sowie den durchgeführten Sanierungen wurden eingeholt und Interviews mit den jeweiligen ArchitektInnen/PlanerInnen zu Planungshintergründen, kritischen Konstruktionen und Detailausführungen geführt.

Im Folgenden wird beispielhaft anhand eines Best-Practice-Gebäudes gezeigt, wie und mit welchen Informationen die sanierten Gebäude in der Wissensdatenbank zu finden sind.

Jedes Gebäude wird zunächst in einer Übersicht mit Kurzinformationen dargestellt. Diese enthält Angaben zu Baujahr, Sanierungszeitraum, Nutzfläche, Baukosten und Nutzungsform. Eine Kurzbeschreibung und Ansichten des Gebäudes geben einen ersten Eindruck vom Best-Practice-Fall.



Übersicht
Architektur
Bauteile
Quellen / Links

**Bauernhaus Laaben**



Außenansicht des sanierten Bauernhauses

**Kenndaten**

Baujahr	ca. 1900
Sanierungszeitraum	1999 - 2000
Nutzfläche	220 m <sup>2</sup>
Baukosten	1.650 €/m <sup>2</sup>
Nutzungsform	Wohnung / Werkstatt

**Kurzbeschreibung**

Die Sanierung des zweihundert Jahre alten, lehmgemauerten Steinhauses zeigt beispielhaft, wie vorindustrielle Bausubstanz mit materialgerechten, das heißt dampfdiffusionsoffenen Konstruktionen wirtschaftlich und dauerhaft erneuert werden kann.

Naturmaterialien wie unbehandeltes Holz, Lehm- und Kalkputz, sind in der Lage, die nach einer Sockelsanierung noch aus der Mauerwerkssohle aufsteigende Restfeuchte optimal an den Innenraum und nach außen abzugeben.

Am Anfang stand allerdings zur Debatte, ob der Altbau überhaupt erhalten werden soll. Die Natursteinmauern waren - bedingt durch ein leckes Dach, Oberflächenwasser und eine desolate Installation - komplett durchnässt, und durch die ungenügende Fundamentlegung hatten sich Mauerwerksrisse gebildet. Die erwarteten Kosten für Abbruch und Neuerrichtung hielten sich in etwa die Waage. Der Bauherr entschied sich für den Erhalt, nicht zuletzt weil das Gebäude in seiner langen Geschichte durch keinerlei Sanierungsmaßnahmen in seiner Naturbelassenheit abgewertet worden war.



Ansicht vor Sanierung

Abbildung 3 – Kurzinformation zu dem Best-Practice-Objekt „Bauernhaus Laaben“

In einem weiteren Reiter, „Architektur“, wird das architektonische Konzept der Sanierung beschrieben, wie es auf den Bestand des Gebäudes Bezug genommen hat, welche Ziele mit der Sanierung erreicht werden sollten, welche Kriterien und Bauherrenwünsche berücksichtigt wurden und welche Sanierungsmaßnahmen konzipiert und umgesetzt wurden, um die geplanten Veränderungen zu realisieren.

Zusätzliche Pläne und Fotos vor und nach der Sanierung zeigen das Best-Practice-Gebäude in Zusammenhang mit den Sanierungsmaßnahmen und dem architektonischen Konzept für die Umsetzung (siehe folgende Abbildung).

Übersicht	Architektur	Bauteile	Quellen / Links
<b>Architektonisches Konzept - Sanierung</b>			
 <p>Grundriss EG</p>		<p>Auf der Grundlage eines stark entwickelten ökologischen Bewusstseins setzte der Architekt und Bauherr des Bauernhauses in Laaben eine Reihe von selbst gesteckten Zielen konsequent um: baubiologisch orientierte Material- und Konstruktionswahl, Vermeidung von synthetischen Hilfsmaterialien, Wärmedämmung mit heimischen Naturfasern, Verwendung von Lehmputzen, passive und aktive Sonnenenergienutzung (Öffnung des Gebäudes zur Sonne, Warmwasserkollektoren) sowie Beheizung mit Biomasse.</p>	
 <p>Längsschnitt</p>		<p>Im Keller wurde der gestampfte Lehmbofen etwa 50 Zentimeter tief ausgehoben und eine kapillarbrechende Rollierung eingebracht. Auf einer Ausgleichsschicht wurden anschließend Ziegelplatten trocken verlegt und nur mit Fugensand verfüllt. Als Ergänzung zur Dränage und zur Isolierung des erdberührenden Mauerwerks wurden die Innen- und Außenputze sowie der Fußboden diffusionsoffen ausgeführt und ein Mauertrocknungssystem mit »magnetokinetischer« Umkehr des kapillaren Wasserdrucks ohne Chemie und elektrischen Strom eingesetzt.</p>	
 <p>Ansicht Innenraum</p>		<p>Der Dämmwert von Naturstein-Mauerwerk ist äußerst schlecht, seine Speicherefähigkeit hingegen sehr hoch. Hier wurde kein Niedrigenergiehaus, sondern lediglich eine thermische Verbesserung der Außenmauern angestrebt, die zudem den historischen Charakter des Gebäudes bewahren sollte. Dieses Ziel wurde mit drei Maßnahmen erreicht: einem zweilagigen Kalk-Dämmputz (Perlite-Zuschlag) mit 7 bis 10 Zentimeter Grobputz und 1 Zentimeter Feinputz, der beschriebenen nachhaltigen Trockenlegung des Mauerwerks und einem Lehm-Innenputz. Zusätzlich wird die exponierte Nordwand mit dem Rücklauf der an den Innenwänden verlegten Wandheizung leicht geheizt. Dadurch wird die unangenehme Kältestrahlung vermieden und das Risiko von Schimmelbildung in den Außenecken eliminiert. Das Dachgeschoss ist als Holz-Riegelbau, ebenso wie die Dachflächen, durchgehend mit 18 Zentimeter Schafwolle gedämmt.</p>	
 <p>Ansicht Innenraum</p>			
 <p>Hölzerner Stiege</p>		<p>Der im gesamten Innenraum verwendete Lehmputz wurde zwar fast durchgehend weiß überstrichen, dafür kommt er dort, wo er</p>	

Abbildung 4 – Kategorie „Gebäude“ mit Informationen zum architektonischen Konzept innerhalb der Sanierung des Best-Practice-Objekts „Bauernhaus Laaben“

Neben dem Überblick und dem Gesamtkonzept für das sanierte Gebäude findet man in der Darstellung auf der Online-Wissensdatenbank Details zu sanierten Bauteilen des jeweiligen Gebäudes. In einer Bauteil-Übersicht wird gezeigt, welche Gebäudeteile saniert wurden; in weiteren Abschnitten werden die einzelnen Bauteile (z. B. Außenwand, Bodenplatte, Decke) im Detail beschrieben. Die folgende Abbildung zeigt die Bauteil-Übersicht eines Best-Practice-Gebäudes.


Kategorie: Gebäude - Sandberghof Darmstadt

Übersicht Architektur **Bauteile** Quellen

Bauteil-Übersicht

Der Sandberghof in Darmstadt vereint eine harmonische Architektursprache im Kontext der ihn umgebenden Altstadt mit einer nachhaltigen Baustoffwahl. Neben unterschiedlichen Lehmputzvarianten wurde auch eine Lehmwickeldecke ausgeführt. Weiterhin kamen Zellulose und Schilfrohr zum Einsatz.

Die unten im Systemschnitt gezeigten Detailbereiche wurden genauer untersucht, und können über die Links in den Unterkategorien betrachtet werden (Kategorie "Bauteile").

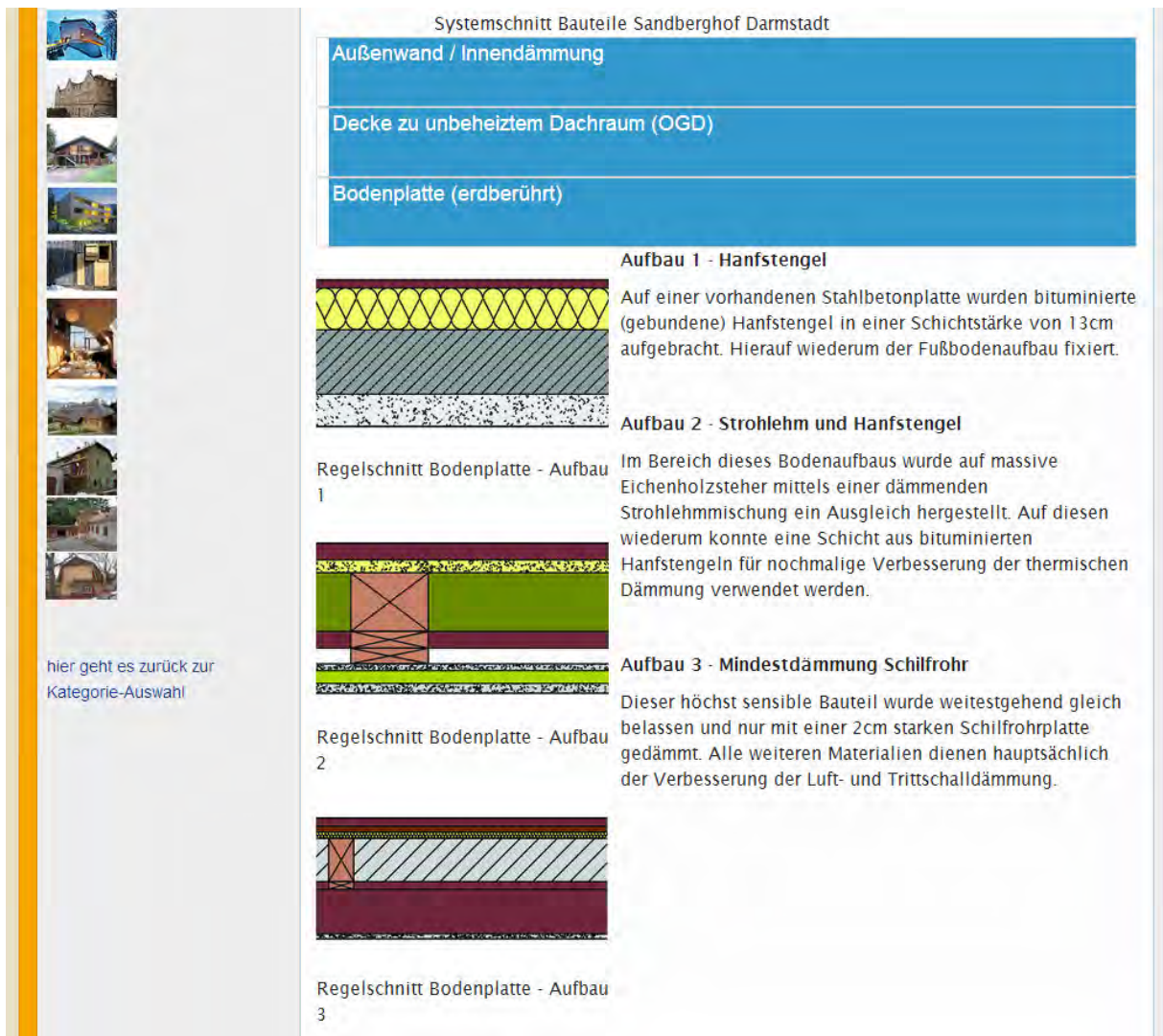


Systemschnitt Bauteile Sandberghof Darmstadt

Außenwand / Innendämmung
Decke zu unbeheiztem Dachraum (OGD)
Bodenplatte (erdberührt)

Abbildung 5 – Bauteil-Übersicht des Best-Practice-Objekts „Bauernhaus Laaben“ mit Darstellung des Systemschnitts (zeigt die thermisch sanierten Bauteile innerhalb der Gebäudehülle)

Jedes beschriebene sanierte Bauteil wird mit Abbildungen von Aufbauten und einer Auflistung und Beschreibung der verwendeten Materialien/Dämmstoffe genau dargestellt. Diese Bauteilbeschreibung ist jeweils mit der entsprechenden Unterseite der Kategorie „Bauteile“ in der Wissensdatenbank verknüpft, sodass man zwischen der Darstellung des gesamten Gebäudes und den Detaildarstellungen der Bauteile (siehe gleich unten) wechseln kann.



**Abbildung 6 – Bauteil-Detaillardarstellung des Bereichs „erdberührte Bodenplatte“ des Best-Practice-Objekts „Bauernhaus Laaben“ mit aktiver Verlinkung zur Kategorie „Bauteile“**

**60 Bauteile (Case Studies)** wurden aus den Best-Practice-Gebäuden sowie aus den Lehrbaustellen und den Demonstrationsgebäuden der Kursteilnehmer ausgewählt. Dabei wurde darauf geachtet, die Bandbreite an Lösungen für die Sanierung mit ressourcen- und energieeffizienten Materialien zu zeigen.

Die Case Studies stellen beispielhafte Bauteile aus den Kategorien Wand, Dach, Decke, Boden, Fundament, Oberflächen, Fenster und Türen dar. Die Darstellung der Case Studies ist jeweils mit den dazugehörigen Best-Practice-Gebäuden in der Wissensdatenbank verlinkt.

Die folgenden Abbildungen zeigen alle Case Studies mit den jeweils verwendeten Dämmmaterialien.

## Case Studies Wand

Abkürzungen: **AW\_ID** Außenwand Innendämmung  
**AW\_AD** Innenwand Außendämmung  
**ZW** Zwischenwand

Nr.	Code	Best-Practice-Gebäude	Dämmmaterial
1	AW_AD_1	24_Westend Grün	Schilf
2	AW_AD_2	24_Westend Grün	Schilf und Zellulose
3P	AW_AD_3	41_Sarleinsbach_PROTOTYP	Hanf, Holzweichfaserplatten
4P	AW_AD_4	44_Böheimkirchen_PROTOTYP	Stroh, Kalkputz
5P	AW_AD_5	44_Böheimkirchen_PROTOTYP	Stroh, Kalkputz
6P	AW_AD_6	44_Böheimkirchen_PROTOTYP	Schilfhäcksel, Kalkputz
7P	AW_AD_7	44_Böheimkirchen_PROTOTYP	Schilfhäcksel, Lärchenholz
8P	AW_AD_8	44_Böheimkirchen_PROTOTYP	Stopfhanf, Kalkputz
9P	AW_AD_9	44_Böheimkirchen_PROTOTYP	Stopfhanf, Kalkputz
10	AW_ID_1	09_Freihof Sulz	Holzfaserdämmplatten
11	AW_ID_2	16_Scheune Ravelbach	Strohballen
12	AW_ID_3	19_Sandberghof Schauer	Zellulose
13P	AW_ID_4	40_Sarleinsbach_PROTOTYP	Schilf, Lehm
14P	AW_ID_5	40_Sarleinsbach_PROTOTYP	Holzweichfaserplatte, Lehm
15P	AW_ID_6	44_Böheimkirchen_PROTOTYP	10cm Schilf, Wandheizung, Lehm
16P	ZW	44_Böheimkirchen_PROTOTYP	Lehm-Grünlinge, Lehmmörtel

Abbildung 7: Auswahl der Case Studies für die Bauteile Außenwand (Innen- und Außendämmung) und Zwischenwand

In den Best-Practice-Gebäuden wurden, wie aus der obenstehenden Abbildung ersichtlich, für die Dämmung der Außenwand vor allem die Materialien Schilf, Hanf, Stroh sowie Kalkputz oder Lehm verwendet. Viele der ausgewählten Case Studies sind Prototypen, das heißt, sie wurden in dieser Form noch nicht standardmäßig oder marktgängig angewandt, sondern stellen Neuentwicklungen dar.

## Case Studies Dach

Abkürzungen: **DH\_SD** Dachhaut Steildach  
**DH\_FD** Dachhaut Flachdach

Nr.	Code	Best-Practice-Gebäude	Dämmmaterial
1	DH_SD_1	16_Scheune Ravelbach	Stroh
2	DH_SD_2	19_Sandberghof Schauer	Zellulose
3	DH_SD_3	24_Westend Grün	Zellulose
4P	DH_SD_5	40_Sarleinsbach_PROTOTYP	Stopfhanf
5	DH_FD_1	09_Freihof Sulz	Flachs- / Holzfaserdämmplatten
6	DH_SD	30_Schloss Lengberg	Holzweichfaser
7P	DH_FD_2	44_Böheimkirchen_PROTOTYP	Stroh, EPDM
8P	DH_FD_3	44_Böheimkirchen_PROTOTYP	Schilfhäcksel, EPDM

Abbildung 8: Auswahl der Case Studies für den Bauteil Dach

Für die Sanierung des Daches wurden in den Best-Practice-Gebäuden unterschiedliche Materialien verwendet. Die Wissensdatenbank zeigt somit die Bandbreite an Möglichkeiten für die Sanierung mit ökologischen Dämmstoffen. Stroh und Schilf finden sich ebenso wie Zellulose, Hanf, Flachs- oder Holzfaserdämmung.

### Case Studies Decke

Abkürzungen: **D\_OGD** Oberste Geschoßdecke  
**D\_ZD** Zwischendecke

Nr.	Code	Best-Practice-Gebäude	Dämmmaterial	Ev. Bemerkung
1	D_OGD_1	16_Scheune Ravelsbach	Stroh	Variante begehbar
2	D_OGD_2	16_Scheune Ravelsbach	Stroh	Minimalvariante
3	D_OGD_3	27_Lehmhaus Mitterretzbach	Stroh	
4	D_OGD_4	27_Lehmhaus Mitterretzbach	Stroh	Mit Lehmschüttung
5	D_OGD_5	19_Sandberghof Schauer	Zellulose	
6	D_OGD_6	09_Freihof Sulz	Flachsdämmplatte	
7P	D_OGD_7	40_Sarleinsbach_PROTOTYP	Stroh	
8P	D_OGD_8	40_Sarleinsbach_PROTOTYP	Zellulose	
9P	D_ZD_1	44_Böheimkirchen_PROTOTYP	Hanf-Lehm	Trittschalloptimierung
10P	D_ZD_2	44_Böheimkirchen_PROTOTYP	Schilfhäcksel	Nach unten zu Außenraum

Abbildung 9: Auswahl der Case Studies für den Bauteil Decke

Bei der Sanierung der Decke kann in den Case Studies zwischen Oberster Geschoßdecke und Zwischendecke unterschieden werden. Die Gebäude in der Wissensdatenbank zeigen Lösungen mit unterschiedlichen Funktionalitäten – so gibt es begehbare oder trittschalloptimierte Decken ebenso wie Minimalvarianten zur Reduktion der Wärmeverluste. Je nach Sanierungskonzept und geplanter Nutzung des Gebäudes können verschiedene Lösungen herangezogen werden.

### Case Studies Boden

Abkürzung: **B**

Nr.	Code	Best-Practice-Gebäude	Dämmmaterial
1	B_1	16_Scheune Ravelsbach	Perlite
2	B_2	27_Lehmhaus Mitterretzbach	Perlite, Glasschaumschotter
3	B_3	43_EFH Murat Erol	Glasschaum, Hanf
4	B_4	19_Sandberghof Schauer	Bituminierte Hanfstängel
5	B_5	30_Schloss Lengberg	Ton
6	B_6	44_Böheimkirchen_PROTOTYP	Glasschaum, Kalkestrich
7	B_7	44_Böheimkirchen_PROTOTYP	Glasschaum, Ziegelboden

Abbildung 10: Auswahl der Case Studies für den Bauteil Boden

Die ressourceneffiziente Sanierung des Bodens muss vor allem auf Feuchtebeständigkeit achten. Daher kommen in den dargestellten Case Studies Perlite und Glasschaumschotter sowie andere mineralische Materialien zum Einsatz. Wiederum zeigt die Auswahl die Bandbreite an Sanierungsvarianten.

### Case Studies Fundament

Abkürzungen: **F\_BW** Fundament Braune Wanne  
**F\_PDs** Fundament Perimeterdämmung seitlich  
**F\_PDu** Fundament Perimeterdämmung unterhalb der Bodenplatte

Nr.	Code	Best-Practice-Gebäude	Dämmmaterial
1	F_BW_1	44_Böheimkirchen_PROTOTYP	Lehmschlag
2	F_BW_2	44_Böheimkirchen_PROTOTYP	Ziegel mit Kalkmörtel
3	F_PDs_1	44_Böheimkirchen_PROTOTYP	Ytong
4	F_PDs_2	44_Böheimkirchen_PROTOTYP	Glasschaumplatte
5P	F_PDu_1	40_Sarleinsbach_PROTOTYP	Glasschaumschotter
6P	F_PDu_2	44_Böheimkirchen_PROTOTYP	Perlite

Abbildung 11: Auswahl der Case Studies für den Bauteil Fundament

Für den Bauteil Fundament gilt ebenso wie für den Boden das Kriterium der Feuchtebeständigkeit. Sämtliche Case Studies dieser Kategorie wurden an den Lehrbaustellen Böheimkirchen und Sarleinsbach als Prototypen realisiert, stellen also Innovationen im Bereich der ressourceneffizienten Sanierung dar.

### Case Studies Fenster und Türen

Abkürzungen: **Fe\_n** Fenster neu  
**Fe\_San** Fenster Sanierung  
**Tu\_San** Türen Sanierung

Nr.	Code	Best-Practice-Gebäude	Material	Ev. Bemerkung
1P	Fe_n_1	40_Sarleinsbach_PROTOTYP	Fichte	Kastenfenster
2P	Fe_n_2	44_Böheimkirchen_PROTOTYP	SkyTunnel	Tageslichtkollektor
3P	Fe_San_1	44_Böheimkirchen_PROTOTYP	Fichte	Kastenfenster, Var. 1
4P	Fe_San_2	44_Böheimkirchen_PROTOTYP	Kiefer	Kastenfenster, Var. 2
5P	Fe_San_3	44_Böheimkirchen_PROTOTYP	Fichte	Kastenfenster, Var. 3
6	Tu_San	46_Mesnerhaus Hofkirchen	Eiche	Aufwändige Schnitzereien

Abbildung 12: Auswahl der Case Studies für Fenster und Türen

Die Sanierung von Fenstern und Türen ist eine spezielle Herausforderung, der in den dargestellten Case Studies einerseits mit unterschiedlichen Holzarten begegnet wird, andererseits mit einem innovativen Tageslichtkollektor. Alle Lösungen werden auf der Wissensdatenbank gezeigt.

## Case Studies Oberflächen

Abkürzungen: **Pu\_a** Putz außen  
**Pu\_i** Putz innen  
**A\_a** Anstriche außen  
**A\_i** Anstriche innen

Nr.	Code	Best-Practice-Gebäude	Dämmmaterial
1P	Pu_a_1	44_Böheimkirchen_PROTOTYP	Kalkputz auf Ziegel
2P	Pu_a_2	44_Böheimkirchen_PROTOTYP	Kalkputz auf Schilfrohr
3	Pu_i_1	16_Scheune Ravelbach	Lehmputz auf Schilf
4	Pu_i_2	16_Scheune Ravelbach	Lehmputz auf Stroh
5P	Pu_i_3	44_Böheimkirchen_PROTOTYP	Kalkputz auf Ziegel
6P	A_i_1	44_Böheimkirchen_PROTOTYP	Patschok (Kalkanstrich) auf Holz
7P	A_i_2	44_Böheimkirchen_PROTOTYP	Leinöl auf Holz
8P	A_i_3	44_Böheimkirchen_PROTOTYP	Leinöl auf Ziegel

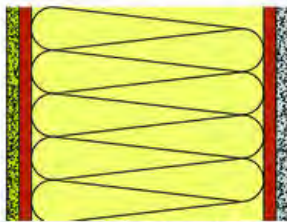
Abbildung 13: Auswahl der Case Studies für Oberflächen

Viele der Best-Practice-Gebäude nutzen die Eigenschaften von Kalk- und Lehmputzen für die Kombination mit nachwachsenden Rohstoffen. Die ausgewählten Case Studies zeigen beispielhaft unterschiedliche Aufbauten mit verschiedenen Materialien. Dazu kommt die Anwendung von Leinöl als Oberflächenbeschichtung für Holz und Ziegel.

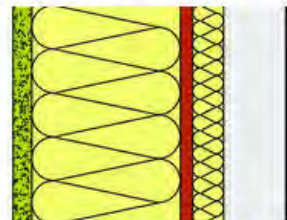
An der Auflistung der Case Studies wird ersichtlich, dass möglichst unterschiedliche Konstruktionen mit unterschiedlichen Materialien in der Wissensdatenbank als Case Studies dargestellt werden. Dabei werden jeweils folgende Details beschrieben (siehe auch nachfolgende Abbildungen):

- Schichtenaufbau der verwendeten Materialien/Produkte in tabellarischer Form mit Angabe der jeweiligen Schichtdicke sowie der Wärmeleitfähigkeit, summarisch
- Angabe des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) des gesamten Bauteils
- Darstellung des Schichtenaufbaus in graphischer Form (Schnitt)





Schnitt Bauteildetail 1



Schnitt Bauteildetail 2



Montagefoto (Strohballen)

**Kenndaten**

Bauteiltypus: Innendämmung der Außenwand  
 Sanierungsgrad: NEH / Passivhausdämmung  
 Technischer Anforderungsgrad: niedrig

**Kennwerte des konstruktiven Aufbaus**

Baustoffschichten		d	λ	R = d / λ
von innen nach außen		Dicke [m]	Leitfähigkeit [W/mK]	Durchlaßw. [m²K/W]
Nr	Bezeichnung			
1	Lehmputz	B	0,020	0,025
2	OSB-Platte	B	0,020	0,154
3	Strohballen	B	0,380	8,444
4	DP 50 Platte	B	0,020	0,222
5	Kalkputz	B	0,020	0,029
Dicke des Bauteils [m]		0,460		
Summe der Wärmeübergangswiderstände $R_{si} + R_{se}$			0,260	[m²K/W]
Wärmedurchgangswiderstand $R_T = R_{si} + \Sigma R_t + R_{se}$			9,134	[m²K/W]
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1 / R_T$			0,11	[W/m²K]

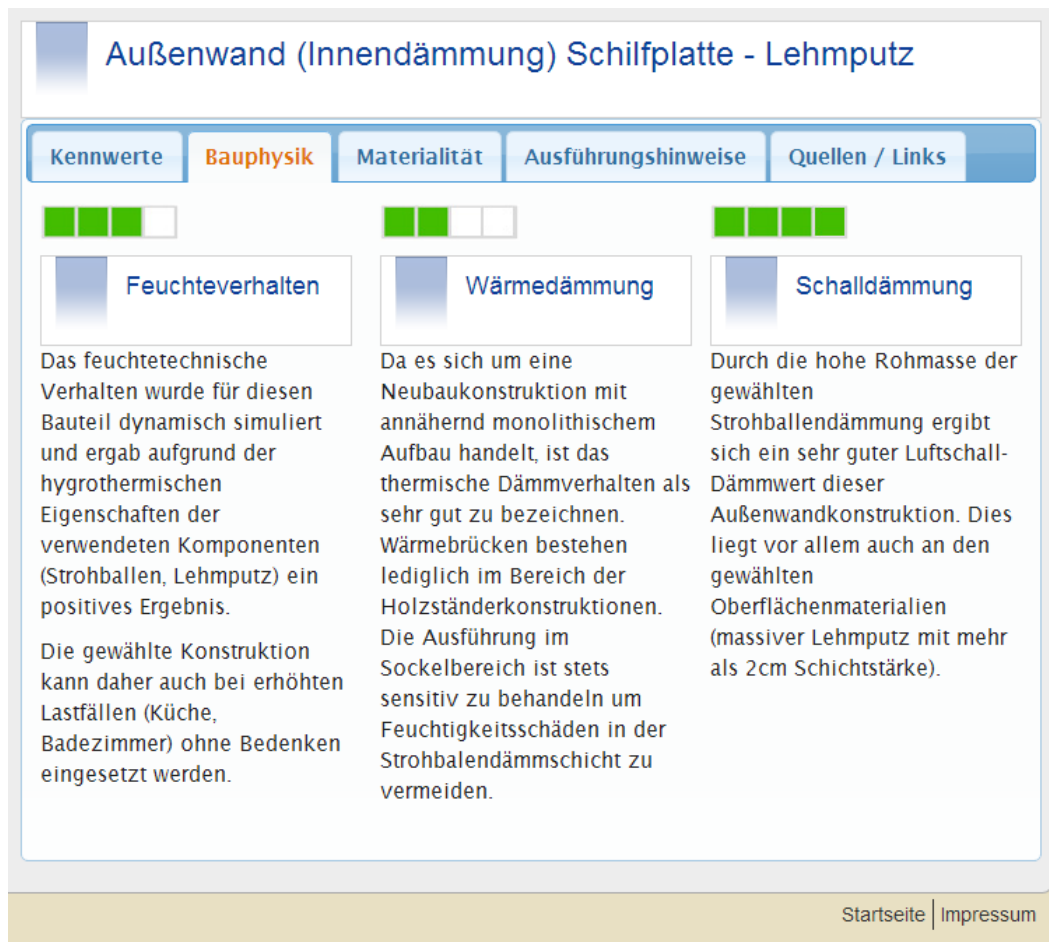
**Kennwerte Regelaufbau**

Baustoffschichten		d	λ	Anteil
von innen nach außen		Dicke [m]	Leitfähigkeit [W/mK]	[%]
Nr	Bezeichnung			
1	Lehmputz	B	0,030	0,800
2	Ständer dazw.	B	0,240	9,8
	Strohballen	B		90,2
3	DP 50 Platte	B	0,020	0,090
4	Lattung dazw.	B *	0,050	4,6
	Hinterlüftung	B *		95,4
5	Ytong	B *	0,100	0,150
6	Trasskalk	B *	0,002	0,800
wärmetechnisch relevante Dicke des Bauteils [m]		0,290		
Dicke des Bauteils [m]		0,442		
<b>Zusammengesetzter Bauteil</b> (Berechnung nach ONORM EN ISO 6946)				
Ständer:	Achsabstand [m]: 0,610	Breite [m]: 0,060	$R_{si} + R_{se} = 0,170$	
Lattung:	Achsabstand [m]: 0,850	Breite [m]: 0,030		
Oberer Grenzwert: $R_{Tg} = 4,7681$		Unterer Grenzwert: $R_{Tu} = 4,7165$		$R_T = 4,7423$ [m²K/W]
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1 / R_T$		0,21 [W/m²K]		

**Kennwerte (Bereich Feuermauer)**

Abbildung 14 – Detaildarstellung des Bauteils „Innendämmung der Außenwand mittels Strohballen“ zeigt Montagefotos und die bauphysikalischen Bauteilprofile für zwei unterschiedliche Varianten

Einzelne Bauteile (Case Studies) wurden hinsichtlich Feuchteverhalten, Dämmwirkung und Schalldämmung qualitativ bewertet, wie die folgende Abbildung beispielhaft zeigt.



**Abbildung 15 – Bauphysikalisches Bewertungsprofil des Bauteils „Innendämmung Schilfrohr und Lehmputz“ mit Darstellung der individuellen Eigenschaften des Bauteils im Bereich des Feuchteverhaltens, der Wärme- sowie der Schalldämmung**

Für den Aspekt „Materialität“ wurden verwendete Baustoffe, energetischer Aufwand und Entsorgungsmöglichkeiten berechnet und in Form eines Balkendiagramms gegenübergestellt.

„Ausführungshinweise“ mit Detailzeichnungen zeigen spezielle und kritische Stellen des jeweiligen Bauteils und beschreiben Lösungsmöglichkeiten, die im Zuge der Planung und Ausführung der Sanierungsmaßnahmen angewandt werden können.

Zusätzlich werden schließlich alle Quellen der verwendeten Abbildungen, Informationen, Daten und Berechnungen angegeben sowie weiterführende Links zum jeweiligen Best-Practice-Gebäude bzw. den Case Studies.

Die Wissensdatenbank ging im Juni 2011 online und ist mittels einer individuellen Benutzerkennung passwortgeschützt für registrierte Nutzer zugänglich.

### 3 Weiterbildung für ressourcen- und energieeffiziente Sanierung

Um eine größtmögliche Verbreitungswirkung durch Weiterbildung zu erreichen, wurden innovative Trainings (Theorie- und Praxismodule, begleitet von E-Learning) gemeinsam mit den Projektpartnern an ausgewählten Lehrbaustellen in Österreich entwickelt und durchgeführt. Lehrbaustellen gab es an zwei Standorten, zum einen in Oberösterreich (Sarleinsbach und Hofkirchen) und zum anderen in Niederösterreich (Böheimkirchen). Die Trainees lernten Sanierungskonzepte (siehe Kap. 4) und die praktische Sanierungsarbeit mit nachwachsenden und ökologischen Baustoffen anhand verschiedener Bauteile.

Für die Theorie- und die Praxiskurse wurde das nachfolgend dargestellte Curriculum entwickelt:

#### Theorie (5 Module):

- 01 – Materialeigenschaften (Material, Rohstoffe, Produkte)
  - Nachwachsende Rohstoffe: Schilf, Stroh, Hanf, Holz, Flachs, Schafwolle, Baumwolle, Kork, Kokos,... → Vorkommen, Verarbeitung, ökologische Betrachtung (Primärenergieinhalt, Transportaufwand,...)
  - Weitere natürliche Rohstoffe: Kalk, Lehm, Sand → Herstellung, ökologische Betrachtung, Verarbeitung
  - Unterschiedliche Bau- und Dämmstoffe (Produkte) → Produktdatenblätter, Kennwerte,...
  - Bezug zur Praxis: Welche Materialien für welche Anwendung? → Bezug zu Bauteilen aus Praxismodulen, z. B. feuchteunempfindliche Materialien für erdberührte Bauteile, diffusionsoffene für Innendämmung,...
- 02 – Dämmstandards und Berechnungen
  - Übersicht über Dämm- und Sanierungsstandards
  - Energieverbrauch
  - Wärmedämmwert
  - Energieausweis
- 03 – Konstruktion und Details
  - Konstruktionshinweise für verschiedene Bauteile (Bezug zu den 7 Praxismodulen mit den Case Studies – Bauteilaufbauten)
  - Kritische Gebäudebereiche und Hinweise für den Umgang damit
- 04 – Bauphysik
  - Materialkennwerte: Einheiten, Bewertung, Berechnungen
    - Wärmedämmung
    - Feuchteverhalten
    - Schallschutz
    - Brennbarkeit/Brandschutz
  - Vergleich verschiedener Dämmstoffe in Bezug auf bauphysikalische Kennwerte
- 05 – Sanierungskonzepte und Kosten (ökonomische Betrachtung)

- Grundlagen für Altbausanierung
- Sanierungsplanung
- Ökonomische Betrachtung (Vergleich von Sanierungsvarianten, Teil-/Gesamtsanierung, Lebenszykluskosten)

### Praxis – 7 Module:

- 01 – Wand (Außen-/Innendämmung)
  - - **Außenwandaufbauten mit Außendämmung** – mit besonderem Augenmerk auf die außenliegende Wärmedämmung und deren Witterungsschutz
  - - **Außenwand mit Innendämmung** – mit besonderem Hinweis auf einzelne Aufbauten, die eine Wandheizung enthalten
  - - **Innenwand** – besonders hervorgehoben wurden ausgewählte Beispiele von nachwachsenden Rohstoffen. Diese Kategorie spielt eine untergeordnete Rolle.
- 02 – Decke (v.a. Oberste Geschoßdecke)
  - - **Oberste Geschoßdecke** – mit besonderem Augenmerk auf die Wärmedämmung zwischen Wohnraum und ungedämmtem Dachraum
  - - **Zwischendecke** – mit besonderem Augenmerk auf Schalldämmung
  - - **Kellerdecke** – mit besonderem Augenmerk auf Wärmedämmung zum ungedämmten Kellerraum
- 03 – Dach
  - - **Steildach** – mit besonderem Augenmerk auf die Wärmedämmung zwischen beheiztem Dachraum und Außenraum
  - - **Flachdach** – mit besonderem Augenmerk auf die Wärmedämmung und die Entwässerung
- 04 – Boden
  - Die ausgewählten Beispiele beziehen sich ausschließlich auf gedämmte Fußbodenaufbauten über dem Erdreich. Der Raum über dem Erdreich (Keller oder Erdgeschoß) ist beheizt. Hinsichtlich der Typologie war bisher keine Unterscheidung notwendig.
- 05 – Fundament
  - - **Streifenfundament** – mit besonderer Berücksichtigung auf Perimeterdämmung oder alternative Lösungen
  - - **Plattenfundament** – kommt im Bereich der Sanierung nicht sehr oft zur Anwendung, interessant ist hierbei die nachträgliche Dämmung
- 06 – Oberflächen (Putz, Farben etc.)
  - - **Putz Außen / Innen** – mit besonderer Berücksichtigung der Putzträger
  - - **Farben Außen / Innen**
  - - **Sonstige Oberflächen Außen / Innen**
- 07 – Fenster und Türen
  - - **Fenster** – mit besonderer Berücksichtigung der Putzträger
  - - **Türen**
  - - **Wintergarten/großflächige Verglasungen**

- Die „Öffnungstypologien“ werden ausschließlich im Falle des Übergangs von Außen- und Innenbereich dargestellt.

Gemäß den Themenschwerpunkten und Modulinhalt sowie der Unterscheidung Praxis/Theorie wurden passende Firmen und jeweilige Experten ausgewählt. Diese Steering-Group, die sowohl an der Entwicklung als auch an der Durchführung der Kurse beteiligt war, wurde von internen Experten aus dem Projektteam ergänzt und im späteren Projektverlauf durch weitere Fachleute nach Bedarf erweitert.

Anhand der Best-Practice-Gebäude und Case Studies aus der Wissensdatenbank wurden zusammen mit der Steering-Group **Lehrmaterialien** erstellt, um den Trainees die praxisnahen Sanierungskonzepte zu vermitteln. Auch aktuelle Forschungsberichte, Interviews mit Planern usw. flossen in die Konzipierung und Ausarbeitung der Materialien ein. Das Ergebnis sind Theorie- und Praxismodule, die den Trainern als Grundlage und Ergänzung für die Abhaltung der Kurse und den Trainees als Lernunterlagen dienen.

Die Trainees bekamen verschiedene Möglichkeiten, sich zum Thema Sanierung mit nachwachsenden Rohstoffen weiterzubilden: Theoriekurse, Praxistrainings und eine E-Learning-Plattform. Diese Angebote konnten einzeln oder kombiniert in Anspruch genommen werden.

Die Durchführung der **Theoriekurse** begann an der Lehrbaustelle Oberösterreich (Sarleinsbach) im Februar 2011. Neun Teilnehmer besuchten den Theoriekurs, zehn weitere Teilnehmer die Praxiseinheiten. Die Teilnehmer kamen von verschiedenen Firmen aus dem Bausektor (Architekten/Zimmereibetriebe/Maurer) und brachten daher unterschiedliches Grundwissen aus dem Bauwesen mit. Sieben Experten aus verschiedenen Praxisbereichen (z. B. Holzbaustoffe, Naturdämmstoffe, Kalk- und Lehmputze...) hielten Vorträge zu den fünf Modulthemen: Materialeigenschaften, Berechnungen, Konstruktion und Konstruktionsdetails, Bauphysik und ökologische Sanierungskonzepte.



Abbildung 16: Vortrag Robert Wimmer, 28.3.2012 – Theoriemodul 1



**Abbildung 17: Vortrag Alfred Ruhdorfer, 28.3.2012 – Theoriemodul 1**

Die verschiedenen Vorträge behandelten sämtliche Themen der Theoriemodule. Zusätzlich hatten die TeilnehmerInnen die Möglichkeit, miteinander in Austausch zu treten und auch eigene Projekte in der Gruppe zu diskutieren. Konkrete Material- und Verarbeitungsfragen konnten ebenso besprochen werden wie ökonomische Gesamtzusammenhänge der Rohstoffproduktion oder architektonische und planerische Herausforderungen bei der Konzeption von Sanierungen mit nachwachsenden Rohstoffen und ökologischen, aber bisher weniger bekannten Baustoffen.



**Abbildung 18: Vortrag Heinrich Bruckner, 29.3.2012 – Theoriemodul 2**



Abbildung 19: Vortrag Fa. Würth, 30.3.2012 – Theoriemodul 3



Abbildung 20: Planungsworkshop, 29.3.2012 – Theoriemodul 4 (Konstruktion und Details)

Das Wissen aus den Theoriekursen bildete auch die Grundlage für die parallel abgehaltenen **Praxistrainings**. Anhand der Bauteilkategorien (Innendämmung, Dachdämmung, Dämmung der obersten Geschößdecke etc.) wurden durch erfahrene Trainer und Experten aus dem Bereich Bauphysik und Baubiologie verschiedene Varianten erklärt und gemeinsam mit den Kursteilnehmern in kleinen Gruppen realisiert.



**Abbildung 21: Praxistraining in Sarleinsbach, Februar 2011, anhand der Herstellung der Prototypen**

Für die Trainings an der zweiten Lehrbaustelle in Böheimkirchen wurden vorab die projektinternen Trainer mittels eines „Train-the-Trainer“-Programms fortgebildet und im Bereich der Erwachsenenbildung zertifiziert (Themenbereiche: Moderation, Kommunikation, Präsentation etc.). Die sieben Praxismodule sowie die darin ausgeführten Bauteilvarianten der Ausbildungseinheiten in Böheimkirchen enthielten folgende Schwerpunkte (zur Ausführung im Detail siehe die Sanierungskonzepte in Kap. 4):

- Außenwand (Außendämmung): Schilfrohrdämmplatten, Stopfhanf, Strohdämmung, Schilfhäcksel und Innendämmung: Schilfrohrplatten, Kalkputz
- Decke (Strohballen, Stopfhanf, Zellulose, Schilfhäcksel)
- Dach (Stopfhanf, Lehmbauplatten, Lehmputz, Strohballen, Zellulose)
- Fundamente (Glasschaumschotter, Glasschaumplatten)
- Fenster (mit Leinöl sanierte Kastenfenster, thermisch verbesserte Kastenfenster)
- Bodenaufbauten (Lehm-Hanf-Schüttung, Kalkestrich)
- Oberflächen (Lehm- und Kalkputze, Kalkanstriche, Leinölbehandelte Holzoberflächen)

Die Kurseinheiten in Böheimkirchen wurden aufgrund der großen Nachfrage über das ursprünglich geplante zeitliche Ausmaß hin erweitert und werden auch nach Projektende fort-



gesetzt. An der Lehrbaustelle Sarleinsbach nahmen 19 Personen an den Trainings teil, in Böhheimkirchen insgesamt 89.



**Abbildung 22: Praxistrainings an verschiedenen Bauteilprototypen an der Lehrbaustelle Böhheimkirchen**

Regionale wie überregionale Medien (z. B. BezirksRundschau, ImmoFlash) besuchten die Trainings, um über die Sanierungsvarianten in der Praxis zu berichten.

Für die **E-Learning-Plattform**, die den Trainingsteilnehmern zur Verfügung gestellt wurde, wurden die Lehrinhalte (Module) in Form von Skripten und Videos zusammen mit Online-Tests auf einer eigens entwickelten Webseite eingebunden. Der fachliche Inhalt der Plattform unterteilt sich in 5 Lernmodule. Jedes dieser Module enthält weitere Unterkapitel nach dem folgenden Muster:

- Handout (Arbeitsvorlage für den Benutzer mit Kommentarflächen)
- Themenvideo (Präsentation mit Audio-Vortrag des Themas, je ca. 20-40 Minuten)
- Fragenkatalog (mit Auswertung des Lernerfolgs je Unterkapitel)
- Zusammenfassung der Lernziele

Der Aufbau jedes dieser Unterkapitel anhand der vorgestellten Struktur stellt einen möglichst hohen Lernerfolg sicher. Die Arbeitsvorlage (Handout) kann individuell bearbeitet werden und anhand von zusätzlichen Recherchen sowie eigenen Erfahrungen (z.B. aus besuchten

Praxiskurseinheiten) erweitert werden. Anhand des Themenvideos wird das jeweilige Thema im Detail beleuchtet und der Lernende mit wichtigen Zusammenhängen vertraut gemacht.

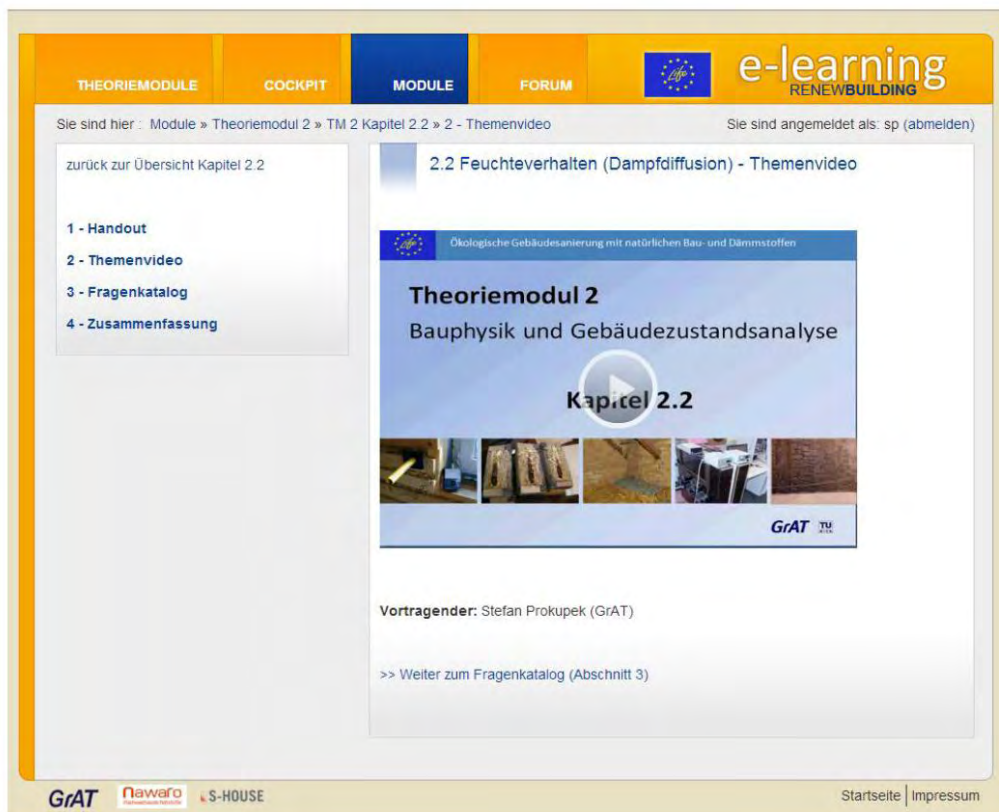


Abbildung 23: eLearning-Plattform mit Darstellung eines Themenvideos aus Theoriemodul 2

Nach erfolgreicher Bearbeitung des Handouts ist der Benutzer in der Lage, sein erworbenes Wissen anhand des Fragenkataloges zu prüfen, ohne einer wirklichen Prüfungssituation ausgesetzt zu sein. Diese Maßnahme dient der Motivationssteigerung innerhalb der aktiven Nutzung aller zur Verfügung stehenden Instrumente der Plattform. Der Nutzer soll angeregt werden, seine bisherigen Lernerfolge selbst zu eruieren.



Abbildung 24: eLearning-Plattform mit Darstellung eines Fragenkatalogs aus Theoriemodul 2

Für die Bearbeitung aller 5 Module sollten etwa 40–50 Stunden gerechnet werden, um die Lernziele zu erreichen. Optimaler Lernerfolg wird durch Bearbeitung des Handouts mittels Inhalten aus der Video-Präsentation sowie eigener, ergänzender Recherchen und individuellen Praxiserfahrungen aus den Kursen erreicht.

Die Lehrinhalte wurden mit anderen Wissensquellen wie der Wissensdatenbank, externen Links, YouTube-Videos etc. verlinkt. Weitere Instrumente zur besseren Integration der Lehrinhalte in die Arbeitsplattform wurden ausgewählt (Forum, Kommentarfunktionen, optimiertes Benutzer-Cockpit, Bilderarchiv).

**Feedback der Kursteilnehmer** zum Theorie- und Praxistraining wurde eingeholt. Beide Kurse wurden positiv bewertet. Es wurde angemerkt, dass mehr Zeit/mehr Kurstage gut wären, um die Inhalte vollständig kennenzulernen.

## 4 Sanierungskonzepte und Demonstration ökologischer Sanierung

An den Lehrbaustellen, die gleichzeitig als **Demonstrationsgebäude** für ein Fachpublikum dienen, wurden **Prototypen** verschiedener Bauteilsanierungen (z. B. Dachdämmung, Außenwanddämmung, Fenstersanierung) hergestellt und demonstriert. Zunächst wurden einzelne Vorab-Prototypen im Rahmen der Trainings an einer der beiden oberösterreichischen Lehrbaustellen (Sarleinsbach) entwickelt; auf deren Basis wurden verbesserte Prototypen (Böheimkirchen und Hofkirchen) von ausführenden Firmen für die längerfristige Demonstration realisiert.

An beiden Lehrbaustellen wurde mittels Begehungen im Expertenteam eine eingehende Begutachtung durchgeführt, um alle notwendigen Vorbereitungsmaßnahmen für die Kurseinheiten planen und durchführen zu können. Dies diente auch bereits dazu, die Teilnehmeranzahl auf die jeweiligen Bauteilabschnitte abstimmen zu können und damit die bestmöglichen Lernerfolge zu erzielen.

**Sanierungskonzepte** für die Lehrbaustellen wurden erstellt. Für Sarleinsbach wurde ein bauteilspezifisches Konzept entwickelt, welches vor allem der ersten Kursabwicklung diente. Die Bauteilabschnitte wurden daher anhand der jeweiligen Kursinhalte bearbeitet. Die Ergebnisse aus Sarleinsbach dienten als Vorbereitung und Optimierungsgrundlage für das Sanierungskonzept der Lehrbaustelle in Böheimkirchen. Hier wurde ein ganzheitliches Konzept entwickelt und vor allem auf Detaillösungen geachtet. (Sanierungskonzepte für die beiden Lehrbaustellen siehe Anhang.)

Im Folgenden werden die Sanierungskonzepte und Ausführungen der einzelnen Prototypen zusammengefasst.

### 4.1 Fundamente

Grundsätzlich wurde jeweils die individuelle Bausituation anhand der statischen Gegebenheiten von Fachleuten geprüft und innerhalb des Sanierungskonzepts mit berücksichtigt. So zeigte sich für die Lehrbaustelle in Böheimkirchen die Erfordernis einer Verstärkung der bestehenden Fundamentierung. Diese wurde auf innovative Weise mit einem neuartigen System realisiert, welches nur geringe Mengen an Stahlbeton zur Lastabtragung erfordert (siehe auch Abbildung 25).

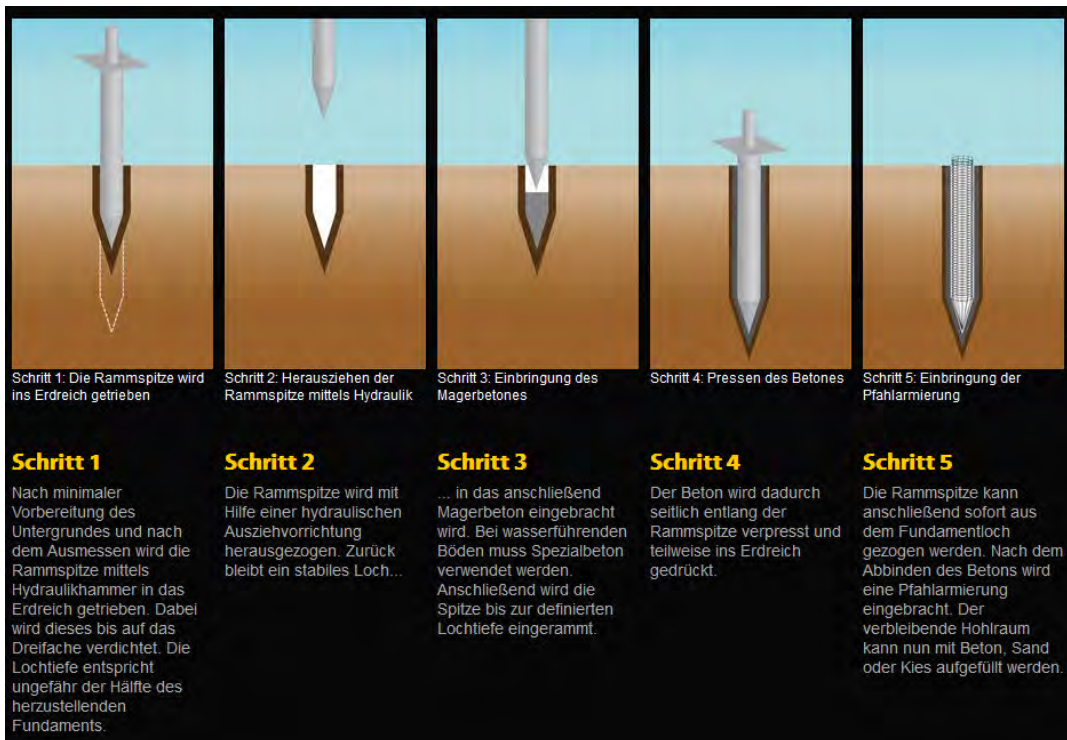


Abbildung 25: Verfahren der Fa. Kellner zur Einbringung der Pfahlfundamente mittels Rammung (Quelle: Fa. Kellner, <http://www.rammsysteme.com>)

Nachfolgend wurden zur thermischen Dämmung sowie zur Abdichtung gegen eindringende Feuchtigkeit folgende Konzepte geplant und realisiert:

- 1) Glasschaumplatte im Fundamentbereich wurde als Vorab-Prototyp in Sarleinsbach konzipiert und nachfolgend an der Lehrbaustelle in Böheimkirchen im Bereich der Sockeldämmung realisiert.



Abbildung 26: Verklebung der Glasschaumplatten auf die mit Bitumenanstrich abgedichtete Ytongebene sowie auf die darunterliegende Fundamentebene

- Profilbeschreibung: Plattenelemente, die an die Außenwände / Kellerwände geklebt werden; mittlere bis gute Dämmwirkung (Lambda-Wert bei 0,06–0,08 W/mK); hohe Druckfestigkeit bei fachgerechter Befestigung; Feuchtigkeitsresistenz.
- Begründung für diesen Prototyp: Produkt ist zwar bereits erhältlich, jedoch in der geplanten Anwendung nicht marktgängig. Optimierungspotenzial sowie Kombination mit anderen, ökologischen Materialien (z. B. Außenwanddämmung mit Schilfrohr) an den kritischen Schnittstellen (Anschluss Perimeterzone) sowie individuelle konstruktive Problemereiche aufgrund des Gebäudebestands können anhand des Prototyps demonstriert werden (z. B. durchgehende Putzschichten, Feuchtigkeitsabdichtungen).
- Einsparungspotentiale: Im Vergleich zu z. B. XPS-Platten kann hinsichtlich Primärenergiebedarf sowie bei Betrachtung der Entsorgungsszenarien eine deutliche Einsparung an Ressourcen sowie eine Verringerung der Baurestmassen erreicht werden.

2) Die Umsetzung der „Braunen Wanne“ (als industriell verfügbare Lösung) beziehungsweise der Alternativausführung als sogenannter „Lehmschlag“ im Fundamentbereich wurde konzipiert und an der Lehrbaustelle Böheimkirchen umgesetzt. Ressourcenschonung (Verwendung lokal verfügbarer Ressourcen) und Rückbau (keine Verbundmaterialien) sind die wesentlichen innovativen wie ökologischen Aspekte. Die Herstellung eines – später nicht mehr sichtbaren – Abschnittes des sogenannten „Lehmschlags“ ist in der nachfolgenden Abbildung 27 zu sehen.



**Abbildung 27: Ausführung der Fundamentabdichtung in Form eines Lehmschlages an der Lehrbaustelle unterhalb der bereits angebrachten Schilfrohrdämmung – Böheimkirchen 2012**

- Profilbeschreibung: Lehm als häufig direkt vor Ort verfügbarer Baustoff kann auch im feuchtigkeits- und drucksensiblen Perimeterbereich (unterer Wandabschluss, Spritzwasserbereich / Fundamente) eingesetzt werden. Hierbei werden mehrere Lagen verdichteten Materials schräg an den Fundamentsockel angesetzt und somit als einzelne Schichten übereinander für die Wasserableitung weg vom Gebäude genutzt.

- Begründung für diesen Prototyp: Die Technik wurde baugeschichtlich über lange Zeit zum Feuchteschutz an erdberührten Bauteilen eingesetzt, findet jedoch in der industriell geprägten Bauwirtschaft keine Anwendung mehr. Als äußerst ressourcenschonende Bautechnik für qualitativ gute Ergebnisse ist die Bedeutung auch für moderne Bauweisen sehr wichtig.
- Einsparungspotentiale: Im Vergleich zu Drainagekanälen oder Bitumenanstrichen (schwarze Wanne) kann hinsichtlich Primärenergiebedarf sowie bei Betrachtung der Entsorgungsszenarien eine signifikante Einsparung vor allem an Ressourcen sowie an Baurestmassen erreicht werden.

## 4.2 Außenwände (Außendämmung)

- 1) Realisierte Vorab-Prototypen in Sarleinsbach: Stopfhanf zwischen Holzstehern, Schilfrohrplatte, Kalkputz (Varianten: Holzweichfaserplatte; Fichtenholzverschalung) wurden realisiert.



**Abbildung 28: Fertiggestellter Bereich der Stopfhanf-Dämmung / Anbringung der alternativen Holzunterkonstruktion (System Doser)**

- Profilbeschreibung: Dieses System auf Basis von nachwachsenden Rohstoffen ist eine ökologische Alternative zu gängigen Wanddämmsystemen (z. B. Wärmedämmverbundsystem mit EPS und Kunstharzputz). Schilfplatten haben gute Wärmedämmwerte, sind feuchtigkeitsresistent, diffusionsoffen und können ausgezeichnet mit Kalkputz kombiniert werden. Lokale Rohstoffe (Holz, Hanf) können bei geringem Bearbeitungsaufwand bzw. als Nebenprodukt (kurze Hanffasern) im System integriert werden. Die Holzunterkonstruktion kann sowohl lokal von Zimmerern ausgeführt wie auch mittels Verwendung von Fertigsystemen realisiert werden.
- Begründung für diesen Prototyp: Es existieren keine auf dem Markt zugelassenen (Wärme-)Dämmsysteme aus den beschriebenen Komponenten.

- 2) Für das Wärmedämmverbundsystem aus Schilfrohr / Kalkputz sowie Schilfhäcksel als lose Schüttung wurden zunächst Vorab-Tests in Böheimkirchen durchgeführt, um konstruktive Problemstellen zu analysieren und danach eine optimierte Variante an der Lehrbaustelle zu realisieren.



**Abbildung 29: Schilfhäcksel-schüttung in Stegträgerkonstruktion, Abschluss mit einer Schilfrohrplatte**

- Profilbeschreibung:  
Ausgehend von unterschiedlichen Anforderungen an die Dämmwirkung ermöglicht das System aus den Basiskomponenten Schilfrohrplatte, Schilfhäcksel, Holzunterkonstruktion und Kalkputz Dämmstärken für Mindestdämmung, NEH-Standard und Passivhaus-Standard. Die Variabilität der Schichtstärken kann mittels der Holzunterkonstruktion angepasst werden. Durch die Schilfhäcksel-schüttung werden Unebenheiten im Untergrund ausgeglichen. Die hohe Rohdichte der Materialien (Schilfrohr  $> 150 \text{ kg/m}^3$ ) begründet einen verbesserten sommerlichen Wärmeschutz aufgrund der erhöhten Speichermasse.
  - Begründung Prototyp:  
Die Komponenten des Systems sind nur teilweise als zugelassene Produkte verfügbar. Das ökologische Profil gemäß  $\text{CO}_2$ -Einsparungspotential, Rückbauaspekt (z. B. Schüttung kann entnommen und kompostiert werden) und Schadstofffreiheit ist besonders hervorzuheben.
  - Einsparungspotentiale:  
Bei einer durchschnittlichen Dämmschichtstärke von 25 cm können bei einem 2-geschoßigen Wohnhaus mit  $145 \text{ m}^2$  ca. 9 t  $\text{CO}_2$  gespeichert werden.
- 3) Um die Dämmung mit Strohballen im Sanierungsbereich zu demonstrieren, wurde ein Abschnitt der Lehrbaustelle Böheimkirchen in diesem Verfahren thermisch saniert.





Abbildung 30 – Die bereits mit Strohballen gedämmten Bereiche werden im Anschluss mittels einer Rauschalung verschlossen – GrAT

- Profilbeschreibung:  
Durch die herstellungsbedingt vorgegebenen Abmessungen der Strohballen ist ein monolithischer Dämmschichtaufbau in mind. 35 cm möglich, der damit den NEH-Standard erreicht. Der Außenabschluss kann mittels direkt auf die Strohballenebene aufgebrachtem Putzauftrag (z. B. Kalkputz) erfolgen oder mit zusätzlicher Hinterlüftungsebene z. B. durch eine Rauschalung abgetrennt und außen mit Holz verkleidet werden.
- Begründung Prototyp:  
Die Zertifizierung für Strohballen als Dämmstoff ist zwar inzwischen verfügbar, die tatsächliche Marktverfügbarkeit ist jedoch noch stark eingeschränkt aufgrund des unzureichenden Händlernetzwerks sowie der saisonal stark schwankenden Materialverfügbarkeit
- Einsparungspotentiale:  
Bei einer durchschnittlichen Dämmschichtstärke von 35 cm können bei einem 2-geschoßigen Wohnhaus mit 145 m<sup>2</sup> ca. 10 t CO<sub>2</sub> gespeichert werden.

### 4.3 Innendämmung

- 1) Holzweichfaserplatten mit Kalkputz wurden in Sarleinsbach realisiert.



Abbildung 31: Holzweichfaserplatten mit Montageleisten an Wand und Decke

- Profilbeschreibung:  
Die Kombination von Holzweichfaserplatten (Schichtstärken 2–5 cm) mit einem Dünn-schicht-Kalkputz (Schichtstärke ca. 0,8 cm) stellt durch den dampfdiffusionsoffenen Auf-bau eine feuchteunkritische Innendämmungslösung dar. Die Befestigungsmöglichkeiten der Holzweichfaserplatte können je nach Untergrund angepasst werden, so ist die Ver-wendung einer Montageleiste aus Holz im Falle eines Mauerwerksuntergrunds ebenso möglich wie eine direkte Verdübelung ohne Montageleiste im Fall einer Holzständerkon-struktion. Die besonders dünne Schichtstärke des Kalkputzes wird durch die sauberen Plattenstöße sowie die ebene Plattenoberfläche ermöglicht und verkürzt dahingehend die benötigte Arbeitszeit und Materialmenge.
  - Begründung Prototyp:  
Im Bereich der Innendämmung ist die vorgestellte Kombination von Dämmplatte und Be-schichtung (Kalkputz) nicht auf dem Markt erhältlich.
  - Einsparungspotentiale:  
Bei einer durchschnittlichen Dämmschichtstärke von 5 cm können bei einem 2-geschoßigen Wohnhaus mit 250 m<sup>2</sup> ca. 0,5 t CO<sub>2</sub> gespeichert werden.
- 2) Schilfrohrdämmung, Lehmputz, Wandheizung. In Sarleinsbach wurde der Vorab-Prototyp ohne Wandheizung demonstriert. Die Kombination mit Wandheizung wurde für die Lehrbaustelle in Böheimkirchen geplant und umgesetzt.



Abbildung 32: Schilfrohr-Innendämmung – links: Fensteranschluss mit innen gedämmten Fensterlaibungen (einlagig mit 5cm Schilfrohr); rechts - Wandheizungselemente aus Kupfer mit erster aufgebrachtter Lehmputzschicht

- Profilbeschreibung:  
Im Bereich der Innendämmung zeigt die Verwendung von Schilfrohr Vorteile aufgrund der gegebenen Dampfdiffusionsoffenheit. Lehmputz als Oberflächenvariante wirkt ausgleichend auf die Innenraumlufffeuchtigkeit. Die Einbettung eines Wandheizsystems (z. B. mittels Kupferrohren) ermöglicht eine raumseitig flexibel steuerbare Heizleistung sowie einen positiven Effekt auf die Substanzsicherung der Bestandsbauteile (hier vor allem der Außenwandkonstruktion).

- Begründung Prototyp:  
Die gewählte Kombination aus Schilfrohrplatte, Lehmputz und Wandheizsystem ist in dieser Form nicht am Markt verfügbar und zeigt das höchste ökologische Potential auf.
- Einsparungspotentiale:  
Bei einer durchschnittlichen Dämmschichtstärke von 5 cm können bei einem 2-geschoßigen Wohnhaus mit 250 m<sup>2</sup> Innenwandfläche ca. 1,0 t CO<sub>2</sub> gespeichert werden.

#### 4.4 Boden

Für Bodenaufbauten gibt es mehrere ökologisch sinnvolle Varianten, welche die folgende Abbildung zeigt.



Abbildung 33: Perlitschüttung (Volcalitgestein) auf Rieselschutzfolie (Baupapier) (links) – 3 Varianten (Hanf-Lehm-Schüttung, Glasschaumschotter, Perlitschüttung) im Überblick (rechts)

##### 1) Hanf-Lehm-Schüttung lasttragend, Holzkonstruktion (optional Fußbodenheizung)

- Profilbeschreibung:  
Eine Kombination aus Wärmedämmung wie Luftschalldämmung stellt die innovative Mischung von Hanfschäben und Lehmputz in Form dieser Schüttung dar. Die Einbringung erfolgt lose, anschließend wird das Material verdichtet und ist somit tragfähig. Weitere Bearbeitungsschritte sowie eine tragende Holzunterkonstruktion können hierbei entfallen. Somit können im Altbau häufig auftretende Unregelmäßigkeiten in den Oberflächen bzw. Zwischenräumen zwischen den Deckenträgern einer Zwischendecke leicht auszugleichen. Aufgrund der hohen Rohdichte kann der Luftschall sehr effizient abgeschwächt werden. Die Schüttung ist lose in Säcken erhältlich und erfüllt die Anforderungen aus dem Brandschutz ohne weitere Zusätze.
- Begründung Prototyp:  
Durch den gewählten diffusionsoffenen Aufbau sowie die schwimmend verlegten Elemente des Holzfußbodens kann ein neues, bislang nicht erhältliches Bodendämmsystem realisiert werden, welches den Ansprüchen an Rückbau und Entsorgung aufgrund der gewählten Materialmischungen und Verbindungsmittel entspricht.

##### 2) Perlitschüttung zwischen Holzunterkonstruktion, Holzdielen

- Profilbeschreibung:  
Die Verwendung von Vulkanitgestein (Perliten) im Bereich der Boden- und Zwischendeckendämmung ist vor allem durch erhöhte Brandschutzauflagen sinnvoll. Die Einbringung

wie auch der Rückbau kann einfach und ohne gesundheitliche Belastung durchgeführt werden. Aufgrund der geringen Rohdichte ist der Luftschall-Dämmwert nicht vergleichbar mit beispielsweise einer Hanf-Lehmschüttung oder massiven Schüttungen aus Ziegelsplitt. Hinsichtlich der Wärmedämmung können bessere Werte erreicht werden als bei massiveren Materialien.

- Begründung Prototyp:  
Die gewählte Lösung ist für Konstruktionen mit erhöhten Brandschutzerfordernissen als innovative Materialvariante zu sehen und vor allem hinsichtlich Rückbau und gesundheitlicher Unbedenklichkeit als Prototyp im Einsatzbereich der Altbausanierung geeignet.

#### 4.5 Decke (OGD)

Oberste Geschoßdecke mit Strohballen lasttragend, Kiesschüttung, Holzboden



Abbildung 34: Während der Errichtung der lasttragenden Strohballendämmung (links); Detail der Strohballendämmung (rechts)

- Profilbeschreibung:  
Die besondere Eignung der Strohballendämmung für den Bereich Dachdämmung sowie Dämmung der obersten Geschoßdecke begründet sich durch die kompakten Abmessungen, die geeignete Schichtstärke sowie die hohe Rohdichte, welche zur Verbesserung des sommerlichen Wärmeschutzes gerade im stark exponierten Dachbereich positiv beitragen kann. Im Bereich der Dämmung der obersten Geschoßdecke ist vor allem die Möglichkeit einer lasttragenden Verwendung (ohne Holzunterkonstruktion) interessant.
- Begründung Prototyp:  
Strohballendämmung ist bislang nur sehr eingeschränkt auf dem Markt verfügbar. Die Vorteile in ökologischer wie (für lokale Wertschöpfung von Landwirten) ökonomischer Hinsicht sind hingegen enorm. Die Demonstration dieser thermischen Sanierungslösung ist daher als hoher Innovationsfaktor zu werten.
- Einsparungspotentiale:  
Bei einer durchschnittlichen Dämmschichtstärke von 35 cm können bei einer Geschoßdeckenfläche von 100 m<sup>2</sup> mehr als 4 t CO<sub>2</sub> eingespart werden.

## 4.6 Dach

- 1) Sarleinsbach: Zwischensparrendämmung & Untersparrendämmung: Stopfhanf, Holzweichfaserplatte, Lehmputz



Abbildung 35: Einbringung des Stopfhanf-Dämmstoffes in die vorbereiteten Kammern

Mittels der Kombination aus Holzweichfaserplatte und Stopfhanf können unterschiedliche Dämmwerte erreicht werden. Der Arbeitsaufwand sowie die qualitativ hochwertige Ausführung können hierbei optimiert werden. Sämtliche Rückbauaspekte können aufgrund der Ausführung im Trockenbau (Schraubverbindungen) positiv bewertet werden.

Folgende Prototyp-Varianten wurde für die Lehrbaustelle Böheimkirchen konzipiert und umgesetzt:

- 2) Strohballendämmung



Abbildung 36: Einbringung der Strohballendämmung in die vorbereitete Holzkonstruktion der Dachebene

### Profilbeschreibung:

Die besondere Eignung der Strohballendämmung für den Bereich Dachdämmung sowie Dämmung der obersten Geschoßdecke begründet sich durch die kompakten Abmessungen, die geeignete Schichtstärke sowie die hohe Rohdichte, welche zur Verbesserung

des sommerlichen Wärmeschutzes gerade im stark exponierten Dachbereich positiv beitragen kann. Im Falle einer Zwischensparrendämmung können die Ballenabmessungen während der Produktion an die Sparrenweite angepasst werden, um Arbeitszeit und Materialkosten möglichst gering zu halten.

- Begründung Prototyp:  
Strohballendämmung ist bislang nur eingeschränkt auf dem Markt verfügbar, obwohl die Vorteile in ökologischer wie (für lokale Wertschöpfung von Landwirten) ökonomischer Hinsicht bedeutend sind. Die Demonstration dieser thermischen Sanierungslösung ist daher als hoher Innovationsfaktor zu werten.
- Einsparungspotentiale:  
Bei einer durchschnittlichen Dämmschichtstärke von 35 cm können bei einer Dachfläche von 200 m<sup>2</sup> mehr als 8 t CO<sub>2</sub> eingespart werden.

### 3) Schilfhäckselämmung

- Profilbeschreibung:  
Durch die hohe Rohdichte des Materials im eingebrachten Zustand (mind. 130 kg/m<sup>3</sup>) kann wie auch beim Dämmstoff Stroh eine Verbesserung des sommerlichen Wärmeschutzes erreicht werden. Da die Schüttung nicht lasttragend verwendet werden kann, muss sie als Zwischensparrendämmung eingebracht werden, wobei äußerst flexible Schichtstärken und Sparrenabstände realisiert werden können und somit die Konstruktion kostengünstig ausgeführt werden kann.
- Begründung Prototyp:  
Schilfhäcksel besitzen derzeit keine Zulassung als Dämmstoff und sind daher nur mittels entsprechender Materialprüfungen (Entflammbarkeit, Wärmeleitfähigkeit) im Baubereich durch eine Sondergenehmigung einsetzbar. Die Vorteile in ökologischer wie (für lokale Wertschöpfung von Landwirten) ökonomischer Hinsicht sind jedoch auch hier bedeutend. Die Demonstration dieser thermischen Sanierungslösung ist daher als höchster Innovationsfaktor innerhalb der Prototypen der Lehrbaustelle Böheimkirchen zu werten.
- Einsparungspotentiale:  
Bei einer durchschnittlichen Dämmschichtstärke von 35 cm können bei einer Dachfläche von 200 m<sup>2</sup> mehr als 16 t CO<sub>2</sub> eingespart werden.

## 4.7 Fenster und Türen

- 1) Eine **neu produzierte Fensterlösung** aus Lärchenholz wurde in Sarleinsbach demonstriert. Es enthält keine Kunststoffe und kann daher problemlos rückgebaut und wiederverwertet werden.



Abbildung 37: Außenansicht eines neu eingebauten Fensters mit Setzhölzern

- Profilbeschreibung:  
Das Kastenfenster wurde für die Lehrbaustelle angefertigt und an den Bestand angepasst. Bei der Herstellung wurde das Basismaterial (Lärchenholz) nur minimal hinsichtlich Oberflächenbeschichtung behandelt. Die Einpassung der Fenstergläser wurde mit Fensterkitt vorgenommen. Einbau vor Ort erfolgt mit Zargen, die luftdichte Ausführung der Anschlüsse rund um den Fensterrahmen erfolgte mit Stopfhanf. Die Außendämmung wurde mittels an den Fensterstock herangeführten Holzweichfaserplatten herangeführt, um Wärmebrücken an dieser Stelle zu vermeiden.
- Begründung Prototyp:  
Im Bereich neu erstellter Fenster stellt die realisierte Variante eine hinsichtlich Materialwahl und Rückbaukonzept besonders innovative und klimafreundliche Lösung dar, die auf dem Markt nicht als Standardprodukt verfügbar ist.  
  
2) Ein **neu produziertes, hoch innovatives Dachfenster** wurde in Böheimkirchen demonstriert. Es handelt sich um einen Tageslichtkollektor, welcher mit einer hochreflektierenden Innenbeschichtung außenseitig Sonnenstrahlen einfängt und nach unten ins Gebäudeinnere leitet.



Abbildung 38: Links: Fertig eingebauter Tageslichtkollektor vom Treppenhaus aus betrachtet (Bauzustand); rechts: Tageslichtkollektor auf dem Dach mit angeschlossener EPDM-Folie

- Profilbeschreibung:  
Die innovative, für die Lehrbaustelle verwendete Low-Tech-Variante wurde aus den Philippinen importiert und erstmals in einem Sanierungsfall eingebaut. Die Länge des Kollektorrohrs beträgt 90 cm und durchstößt die gesamte gedämmte Dachhaut der Lehrbaustelle. Der obere Abschluss auf dem Dach wurde als Hochzug ausgeführt, außen gedämmt und verblecht.
  - Begründung Prototyp:  
Die gewählte Ausführung ist in dieser Form nicht realisiert worden und wird relevante Erfahrungswerte für eine derartige Low-Tech-Variante liefern können.
- 3) Die **Sanierung von Fenstern und Türen** wurde in Böhheimkirchen demonstriert.



Abbildung 39: Stockverlängerung des Bestandsfensters mit zusätzlich eingebauten Glaselementen zur Verbesserung der thermischen Dämmung

- Profilbeschreibung:  
Bestehende Kastenfenster sowie Innen- und Außentüren aus Fichtenholz wurden bezüglich des Materialzustands analysiert, bestehende Beschichtungen (Farbanstriche, etc.) entfernt und die konstruktiven Verbindungen erneuert. Soweit möglich, wurden hierfür



Holzverbindungen ohne metallische Komponenten realisiert. Die Gläser der Kastenfenster wurden mit Fensterkitt in die sanierte Holzrahmenkonstruktion wieder eingepasst und luftdicht ausgeführt. Die Oberflächenbearbeitung umfasste einen lösemittelfreien, mehrlagigen Farbanstrich auf Leinölbasis im Außenbereich als Witterungsschutz. Der Einbau erfolgt ohne fossile Komponenten (PU-Schaum etc.) mittels Stopfhanf sowie Kalk- und Lehmputz zur fugenlos luftdichten Ausführung. Aufgrund der identischen Arbeitsschritte wurden die Türen nur in geringem Maße bearbeitet, da im Falle einer höherwertigen thermischen Sanierung ohnehin ein Austausch der Außentür einer Sanierung derselben vorgezogen wird. Der Fokus wurde daher auf die Unterkategorie der Fenster gesetzt. Mehrere Ausführungsvarianten zur thermischen Optimierung sanierter Kastenfenster dienen der Veranschaulichung des individuellen Sanierungspotentials, resultierender Tageslichterträge sowie der Bewertung des Benutzerkomforts.

- Begründung Prototyp:  
Die gewählte Konstruktion ist im Sanierungsfall eine geeignete Lösung, um materialspezifisch auf Komponenten zurückzugreifen, die hinsichtlich der CO<sub>2</sub>-Bilanz positiv gewertet werden können. Weiters ist durch Verzicht von PU-Schaum zur Abdichtung im Falle eines Rückbaus die sortenreine Materialtrennung durchführbar.

#### 4.8 Oberflächen

Folgende Prototyp-Varianten wurden in Sarleinsbach demonstriert:

- 1) Lehmputz mit Jutegewebe



Abbildung 40: Lehmfeinputz mit Armierungsgewebe (Jutenetz) auf Schilfrohrplatte

- Profilbeschreibung:  
Die für den Innenbereich konzipierte Oberflächenvariante kann wahlweise auch mit Wandheizelementen kombiniert werden und dient somit gleichzeitig dem Ausgleich der Luftfeuchtigkeit im Innenraum wie der Temperatursteuerung. Die Ausführung kann auf Schilfrohrplatten wie auf Holzweichfaserplatten erfolgen und kann vollständig dampfdiffusionsoffen realisiert werden. Für die Anwendung von Wandheizelementen ist auf eine erhöhte Schichtstärke sowie die Einbringung des Armierungsgewebes (Jutenetz) auf den Heizrohren im Bereich des abschließenden Feinputzes zu achten.

- Begründung Prototyp:  
In optionaler Kombination mit Wandheizsystem und bei Verzicht auf Kunststoffgewebe als Armierung stellt diese Ausführungsvariante hinsichtlich Benutzerkomfort Schadstofffreiheit und klimafreundlicher Materialwahl eine sehr innovative Lösung dar.

## 2) Kalkputz 0,8 cm auf Holzweichfaserplatten

- Profilbeschreibung:  
Für den Innenraum stellt dieses System eine sehr ökonomische wie ökologische Lösung dar. Die geringe Schichtdicke von 0,8cm des Kalkputzes kann durch die ebenen Oberflächen der Holzweichfaserplatte umgesetzt werden. Somit verringern sich sowohl Arbeitszeit wie Materialkosten. Der diffusionsoffene Schichtaufbau ermöglicht einen wirkungsvollen Feuchtigkeitsausgleich innerhalb des Innenraumklimas.
- Begründung Prototyp:  
Durch den vollständigen Verzicht auf Zusätze können die Elemente im Falle des Rückbaus vollständig kompostiert werden.

In Böhmekirchen wurden die nachfolgenden zusätzlichen Prototypen realisiert:

## 3) Tadelakt (wasserdicht ausgeführte Kalkglätte)



Abbildung 41: Ausbildung des Spritzwasserbereichs oberhalb eines Waschbeckens in Tadelakt, rundherum anschließend Lehmputz

- Profilbeschreibung:  
Für Nassräume (Dusche und Waschtische mit direkt auftretendem Spritzwasser) wird eine wasserdicht ausgeführte Oberfläche benötigt, die mit den relevanten bauphysikalischen Materialeigenschaften von Kalk- und Lehmputzen korrespondieren kann und ein ähnlich positives ökologisches Profil aufweist. Die Ausführungsvariante des Kalkfeinputzes „Tadelakt“ stellt eine solche Oberfläche dar, die zusätzlich eine Bandbreite farblicher Gestaltungsmöglichkeiten bietet.
- Begründung Prototyp:  
Tadelakt als Ausführungsvariante des Kalkfeinputzes ist unter den zuständigen Handwerksbetrieben nur sehr gering verbreitet aufgrund der geographischen Herkunft (Nordafrika), daher kann nicht von einer konventionellen Marktverfügbarkeit gesprochen werden.

Die ökologischen und bauphysikalischen Vorteile sprechen aber für eine verstärkte Verwendung auch im europäischen Raum.

#### 4) Leinölbehandelte Holzoberflächen



Abbildung 42: Holzoberfläche eines sanierten Kastenfensters, mehrschichtige Behandlung mit Leinölpräparaten zur Revitalisierung des Holzwerkstoffes

- Profilbeschreibung:  
Konventionelle Farbanstriche und Lasuren bzw. Lacke für Holz können einerseits gesundheitlich bedenkliche Inhaltsstoffe aufweisen und andererseits auch für die wirtschaftlich sinnvolle Lebensdauer der behandelten Holzoberfläche keinen ausreichenden Schutz gewährleisten. Die traditionelle Behandlung mit Leinöl ist zwar in der Verarbeitung aufwendiger, jedoch im qualitativen Ergebnis sowie hinsichtlich der konservierenden Wirkung des Basismaterials äußerst positiv zu bewerten. Leinölansstriche eignen sich für die Behandlung unterschiedlicher Holzbauteile wie Fenster, Türen, Holztreppen oder Holzfußböden (Parkett, Dielen etc.).
- Begründung Prototyp:  
Aufgrund der marktbeherrschenden Positionierung moderner, industriell hergestellter Anstriche, Lasuren und Lacke wurde das traditionelle Produkt „Leinöl“ praktisch vollständig verdrängt und ist nur noch in wenigen handwerklichen Betrieben (speziell Tischler) bekannt.

Die dargestellten Sanierungskonzepte für die unterschiedlichen Bauteile flossen in die Weiterbildung an den Lehrbaustellen ein.

Zusätzlich zu den Lehrbaustellen wurden **Demonstrationsbaustellen**, an denen die Kurs Teilnehmer eine Sanierung durchführten, besichtigt und dokumentiert. Die Auswahl der De-

monstrationsbaustellen wurde erweitert, nachdem die Kursteilnehmer durch erfolgreiche Teilnahme an den Ausbildungseinheiten weitere Aufträge lukrieren und somit hochwertigere Ergebnisse realisieren konnten. Daher wurden auch im späteren Projektverlauf noch neue Demonstrationsbaustellen mit aufgenommen. Insgesamt wurden im Projekt 35 Demonstrationsbaustellen bewertet und größtenteils auch betreut: Sämtliche Kursteilnehmer wurden während der Bearbeitung der Demonstrationsbaustellen durch das Projektteam direkt vor Ort unterstützt, wodurch ein laufender Prozess der Optimierung und Qualitätssicherung gewährleistet wurde. Infrarotaufnahmen (Thermographien) wurden zur Überprüfung einzelner Bauteile gemacht. Die Erkenntnisse von den Demonstrationsbaustellen fließen wiederum in die Lehrunterlagen und die Aus- und Weiterbildungsangebote ein. (Siehe Anhang: Reports und Thermographien der Demonstrationsgebäude.)



Abbildung 43: Aufnahmen eines Demonstrationsgebäudes nach der Sanierung (links: Photographie, rechts: Thermographie)

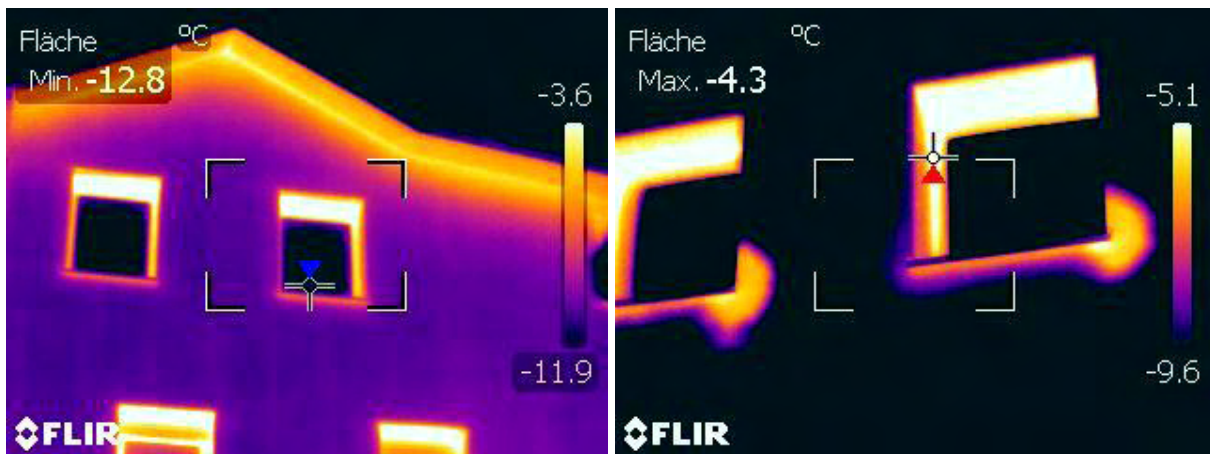


Abbildung 44: Thermographien eines Demonstrationsgebäudes zur Feststellung von Wärmebrücken an kritischen Stellen (z. B. Fensteranschlüssen)

Die Berichte der Kursteilnehmer über die Arbeiten an den Demonstrationsbaustellen wurden aufgenommen, evaluiert und, soweit sinnvoll, inhaltlich für die weiteren Ausbildungseinheiten verwertet. Zuvor wurden Evaluationskriterien für die Berichte erarbeitet (formale Kriterien, z. B. Vollständigkeit des Berichts, und inhaltliche Kriterien, z. B. Beschreibung der konkreten Arbeiten, Darstellung, inwiefern das Training für die Arbeiten an der Demonstrationsbaustelle

genutzt werden konnte, usw.). Die Qualität der Berichte erwies sich als sehr unterschiedlich aufgrund der inhomogenen fachlichen Qualifikationen der Kursteilnehmer.

## 5 Ausbildung und internationaler Wissenstransfer

Für den internationalen Transfer der Projektergebnisse und von Know-how wurden Lehrveranstaltungen an der TU Wien in englischer Sprache abgehalten, das Projekt wurde auf internationalen Fachveranstaltungen und Konferenzen sowie in Publikationen (Papers) präsentiert.

Zwei unterschiedliche **Lehrveranstaltungen** wurden konzipiert: „Ressourceneffizientes Planen und Bauen mit nachwachsenden Rohstoffen“ und „Nachhaltige Sanierung mit nachwachsenden Rohstoffen/Sustainable retrofit with insulation materials based on renewable resources“. Dadurch konnte jeweils detailliert auf einen speziellen Bereich eingegangen werden (1. Bauen, 2. Sanieren).

Die Inhalte der Lehrveranstaltungen wurden in Form von PowerPoint-Präsentationen, Skripten, Workshop-Programm und Aufgabenstellungen für Seminararbeiten erstellt. Inhalte der 1. Lehrveranstaltung „Ressourceneffizientes Planen und Bauen“ waren: Planungsgrundlagen für ökologisch orientiertes Bauen, Verfahren zur Ressourceneffizienzanalyse bzw. Überprüfung der ökologischen Relevanz des Gebäudes, Recyclingverhalten des Gebäudes bzw. der Baustoffe. Diese Lehrveranstaltung wurde geblockt im Sommersemester 2010 abgehalten und von 12 Studierenden besucht.

Die 2. Lehrveranstaltung „Nachhaltige Sanierung“ bestand aus zwei Themenblöcken. Der erste Themenblock (Theorie) enthielt die Lehreinheiten: Einführung Nachhaltiges Bauen und Sanieren, Gebäudezustandsanalyse, Sanierungsplanung, Vorstellung der Wissensdatenbank. Der zweite Themenblock (Praxis) enthielt den Besuch eines Demonstrationsobjekts und einen Praxis-Workshop zur Umsetzung von Aufbauten (z. B. Oberste Geschoßdecke).

Diese 2. Lehrveranstaltung wurde von 52 Studierenden besucht. Die Kombination von Theorie und Praxis und der konkrete Umgang mit den Materialien an der Baustelle stießen bei den Studierenden auf sehr große Begeisterung und brachten äußerst positives Feedback bei der Evaluation der Lehrveranstaltung.



**Abbildung 45: Praxis-Workshop an der Lehrbaustelle Böheimkirchen im Rahmen einer Lehrveranstaltung**

Innerhalb der 3. Lehrveranstaltung wurde das inhaltliche Konzept der 2. Lehrveranstaltung im Wesentlichen übernommen und lediglich anhand einzelner inhaltlicher Aktualisierungen angepasst. Die 3. Lehrveranstaltung wurde von insgesamt 82 Studierenden erfolgreich absolviert. Die große Anzahl an TeilnehmerInnen, obwohl die Lehrveranstaltung kein Pflichtfach darstellte, zeigt die Relevanz des Themas und das Interesse bei zukünftigen ArchitektInnen sowie den Ausbildungsbedarf, der in diesem Bereich besteht.

Für einen weitergehenden internationalen Transfer des Themas und der Ergebnisse wurde das Projekt auf folgenden **10 internationalen Konferenzen und Fachveranstaltungen** präsentiert:

- Culth:ex, 13.4.2011, Klagenfurt (A)
- ESG (European Straw Bale Gathering), 25.8.2011, Pernalot (CZ)
- Themenlounge ecoplus, 19.10.2011, St. Pölten (A)
- World Resources Forum, 21.10.2012, Beijing (CN)
- Wirtschaftskammer, 8.11.2012, Wien (A)
- World Congress on Sustainable Technologies, 20.11.2012, London (GB)
- eNova, 22.11.2012, Pinkafeld (A)
- IADIS Sustainability, Technology and Education, 30.11.2012, Perth (AUS)

- IBO-Kongress BauZ!, 22.2.2013, Wien (A)
- SB13 Sustainable procurement in urban regeneration and renovation, 23.5.2013, Oulu (FIN)

## EUROPEAN STRAW BALE CONFERENCE

ESBG  
2011



ESBG 2011

### Stefan Prokupek

*Stefan is a Scientific Assistant at GfAT (Center for Appropriate Technology) at the Vienna University of Technology, working on several research and development projects related to sustainable building solutions (including development of an insulation system based on reed). His professional background is in the field of architecture, with studies at TU Munich and TU Vienna. He currently gives hands-on workshops and seminars on sustainable renovation using renewable resources – including straw and clay – for craftsmen and planners.*



GfAT, VIENNA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, AUSTRIA  
scientific assistant

#### Renew Building – sustainable renovation with renewable resources

Building with straw, reed or hemp is hardly a well-known standard for craftsmen and planners throughout the European Union, especially when it comes to renovation and retrofitting with the aim of a high-efficiency standard relating to heating demand. The use of so-called 'alternative materials' is often considered a high-risk solution; this is not the case however if the materials being used are applied correctly.

Both this missing knowledge of application and existing prejudices are targeted within the EU-LIFE project **RENEW BUILDING**. Using various teaching methods – both

theoretical and practical – different target groups (craftsmen, planners etc.) are trained in sustainable renovation solutions, starting with planning and covering all aspects of construction and quality management measures. Additionally, a knowledge database with dozens of 'best-practice' examples (constructions, buildings, materials) is being made available not only to the trainees, but to everyone.

Training will take place on two 'apprenticeship building sites', in Lower and Upper Austria, over the course of 2011 and 2012.

12 EDUCATION

Abbildung 46: Broschüre des ESBG 2011 mit der Präsentation des Projekts Renew Building; Download auf: [http://issuu.com/zoul/docs/esbg\\_conference\\_brochure\\_cs/1?mode=window](http://issuu.com/zoul/docs/esbg_conference_brochure_cs/1?mode=window)

Zusätzlich zu den 10 international ausgerichteten Konferenzvorträgen wurde das Projekt mittels Foldern und Broschüren bei 3 Kommunalwirtschaftsforen (2011, 2012, 2013) präsentiert sowie im Rahmen einer Podiumsdiskussion bei der Messe Wels (Oberösterreich) 2012. Auf diesen Fachmessen konnte vorrangig österreichisches/regionales Publikum informiert werden.





Abbildung 47: Podiumsdiskussion auf der Welser Messe mit Projektpartner Alfred Ruhdorfer (2.v.l.)

Einige Präsentationen auf Konferenzen (Action 38) waren mit **Publikationen** in einem Konferenzband verbunden. Daraus ergaben sich Publikationen in folgenden 3 Bänden:

- WCST 2012 Proceedings (ISBN: 978-1-4673-4442-5)
- IADIS STE 2012 Proceedings (ISBN: 978-972-8939-79-3)
- eNova 2012 Tagungsband (ISBN: 978-3-9502452-2-6)

## 6 Dissemination

Projektbegleitend wurden Disseminationsmaßnahmen durchgeführt: Öffentlichkeitsarbeit, Journalistenführungen, Presseaussendungen, Herstellung und Verteilung von diversem Informationsmaterial (Broschüren, Folder, Roll-ups, Poster, Baustellentafeln), Präsenz auf eigener und Partnerwebseiten.

Mehr als 300 **JournalistInnen** wurden eingeladen, im Frühling 2012 an der Lehrbaustelle Böheimkirchen im Rahmen einer **Exkursion** ein Training zu besichtigen oder einen anderen Führungstermin an einer der Lehr- und Demonstrationsbaustellen zu vereinbaren. Im Frühling 2013 wurde an rund 200 JournalistInnen eine Einladung ausgesendet, die Ergebnisse an den Lehrbaustellen Böheimkirchen oder Sarleinsbach zu besichtigen.



Beim thermischen Sanieren lassen sich nachwachsende Rohstoffe mit großem Erfolg einsetzen, wie ein Forschungsprojekt an der TU Wien beweist, an dem auch Raiffeisen-Leasing beteiligt ist. Diese ökologischen Sanierungskonzepte können nun an Vorzeigebauwerken kennengelernt und begutachtet werden.

Es müssen nicht immer High-Tech-Materialien sein. Beim Häuserbau stellen sich einfache, natürliche Baustoffe wie Stroh oder Holz als besonders nützlich und umweltgerecht heraus. Wissenschaftlich erforscht wird das an der TU Wien vom Forschungszentrum GrAT (Gruppe Angepasste Technologie). Neue Methoden wurden im Projekt „Renew Building“ entwickelt, um alte Gebäude auf effiziente, umweltfreundliche Weise thermisch zu sanieren. Das Know-how der GrAT wird nun in speziellen Lehrgängen an konkreten Sanierungsobjekten weitergegeben.

JournalistInnen haben die Chance, sich persönlich an den Lehr- und Demonstrationsbaustellen in Wien, Niederösterreich oder Oberösterreich ein detailliertes Bild über die Sanierung mit nachwachsenden Rohstoffen zu machen. Gerne organisiert die GrAT persönliche Führungstermine:

Magdalena Burghardt, MA  
mb@grat.at, +43 (0)1 58801 49523

### Sanieren ist wichtig – aber wie?

Wenn Heizkosten gespart und CO<sub>2</sub>-Emissionen reduziert werden sollen, ist das Sanieren von Altbauten eine ganz entscheidende Maßnahme – darüber herrscht heute Einigkeit. Zu wenig Aufmerksamkeit wurde aber bisher der Frage gewidmet, wie solche Sanierungen möglichst umweltgerecht durchgeführt werden können. Auch wenn Dämmen grundsätzlich eine umweltfreundliche Maßnahme ist: Die Verwendung von energieaufwändigen, schwer entsorgbaren Dämmstoffen verursacht CO<sub>2</sub>-Emissionen und schädliche Abfälle. An der TU Wien wurde untersucht, wie sich das vermeiden lässt.

### Nachwachsend und recycelbar

Im Zentrum der Untersuchungen standen regionale nachwachsende Materialien wie Stroh, Schilf oder Hanf. Dadurch führen die Sanierungskonzepte zu einem minimalen Bedarf an Energie und Ressourcen. Der gesamte Lebenszyklus der verwendeten Baustoffe wird dabei beachtet: Auch der Rückbau und das Recycling müssen in die Überlegungen einbezogen werden – denn kein Haus und keine Dämmwand ist wirklich für die Ewigkeit gebaut. Bei nachwachsenden Rohstoffen ist Recycling meist problemlos möglich, sie können auch ohne schädliche Zusatzstoffe verarbeitet werden und haben günstige baubiologische Eigenschaften, die für die Wohnqualität förderlich sind. Außerdem speichern diese Materialien Kohlenstoff und leisten so einen Beitrag zum Klimaschutz: Bis zu 125 kg CO<sub>2</sub> kann ein Quadratmeter Wand- oder Dach-Dämmfläche speichern.



GrAT TU bi.ht Leasing

Gebäude thermisch sanieren –  
mit Stroh, Schilf & Co.

Baustellenbesichtigung & Experteninterviews



Die thermische Sanierung von Gebäuden soll zum Klimaschutz beitragen, indem Heizenergie eingespart wird, aber die Materialien, mit denen gedämmt wird, sind oftmals selbst Energiefresser: Aus Erdöl und anderen fossilen Ressourcen unter hohem Energieaufwand hergestellt und nach der Nutzungsdauer Sondermüll – gibt es hier keine ökologisch sinnvoller Alternativen?

Im Projekt „Renew Building“ werden Altbauten in Niederösterreich und Oberösterreich ausschließlich mit nachwachsenden Rohstoffen und ökologischen Baustoffen, wie z. B. Stroh, Lehm, Zellulose und Kalk, thermisch saniert – vom Boden über die Wände bis hin zum Dach, auch alte Kastenfenster werden renoviert.

Wir laden Sie herzlich ein,  
sich an einer der  
Demonstrationsbaustellen ein Bild von  
den technischen und architektonischen  
Möglichkeiten ökologischer Dämm-  
und Baustoffe zu machen!



Die Materialien und Handwerkstechniken, die Sie dabei beobachten können, sind zum Teil traditionell, aber meist vergessen, und zum anderen Teil Prototypen, die auf neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen beruhen. Eine Verbreitung dieses Wissens kann dazu beitragen, den hohen Ressourcen- und Energieverbrauch im aktuellen Bereich der Sanierung zu senken, und ist damit von hoher gesellschaftlicher und ökologischer Relevanz.

Mögliche Termine und Orte  
für Baustellenbesichtigung &  
Interviews

Mo., 24.6., zwischen 10 und 12 Uhr  
oder Di., 25.6., zwischen 14 und 16 Uhr:  
4152 Sarleinsbach

Fr., 28.6., zwischen 13 und 15 Uhr:  
3071 Böheimkirchen  
(ausgeschlossen um 15 Uhr Möglichkeit zur Führung  
durch das Strohhallen-Passivhaus S-HOUSE)

Kontakt/Anmeldung:

Christina Böckl  
GrAT – Gruppe Angepasste Technologie  
E-Mail: [contact@grat.at](mailto:contact@grat.at)  
Tel.: +43 (0)2743 77439  
[www.renew-building.eu](http://www.renew-building.eu)



GrAT TU bi.ht Leasing

GrAT – Gruppe Angepasste Technologie, Wiedner Hauptstraße 8–10, 1040 Wien, ZVR: 701736339, UID-Nr.: ATU 49511407

### Abbildung 48: Einladungen für JournalistInnen zu den Lehrbaustellen des Projekts

Diejenigen 32 JournalistInnen, die sich für das Thema interessierten und entsprechende Anfragen stellen, wollten meist lieber schriftliche Informationen oder einen fertigen Pressetext zugeschickt bekommen, als eine Baustelle zu besuchen. Daher wurde das Ziel darauf verschoben, mehr Presseartikel zu veröffentlichen als geplant, was auch gelungen ist. Für diejenigen JournalistInnen, die an einer Exkursion teilnehmen wollten, wurden individuelle Termine organisiert, sodass schließlich an sechs Terminen insgesamt sieben Personen durch die Lehr- und Demonstrationsbaustellen geführt wurden.

**25 Artikel und Beiträge** in verschiedenen Medien (Print, Online, Online-Videos, Radio, Facebook, Info-TV) wurden infolge von Presseaussendungen veröffentlicht. Das Ziel von 10 Presseaussendungen wurde damit weit übertroffen.

- BLT Mitteilungsblatt Nachwachsende Rohstoffe 03/2011
- Leas.mich 01/2011
- Leas.mich 03/2011
- Raiffeisenzeitung Nr. 41/2011
- Raiffeisen Klimaschutz-Initiative
- TU News 27.10.2011
- BezirksRundschau Nr. 11, 17.3.2011
- Bezirksblatt Mattersburg 22.02.2012
- OÖ Nachrichten 2011.11.24
- TU News und TU Austria 19.03.2012
- meinbezirk.at 22.03.2012
- bauweb.co.at 22.03.2012
- Bezirksrundschau Rohrbach 22+23 März 2012
- Wohnung und Gesundheit 6/2012 Nr 143
- Die Presse 2012 05 12
- baumagazin 2-2012
- Permakultur Austria Nr. 48
- Die Presse Forschung spezial 092012
- Ö1 25.6.2012
- Raiffeisen-FilialTV
- Raiffeisen-Facebook
- Bezirksblatt 3.7.2013
- immoflash 4.7.2013
- Immobilienmagazin 4.7.2013
- BauernZeitung Nr. 39

Das Projekt wurde für den **Energy Globe Award Vienna 2011** eingereicht und von der Jury nominiert.

Insgesamt wurden 5600 **Folder** auf Deutsch und auf Englisch gedruckt. Die Infofolder wurden bei Veranstaltungen von den Projektpartnern verteilt.

**upcoming**

**thermal renovation with building and insulation material made from renewable resources**

*course dates:*  
30.-31. 1. 2012 and 3. 2. 2012 (theory)  
31. 1. - 3. 2. 2012 (practice)

*course venues:*  
Langenlois + Böheimkirchen, Lower Austria  
(accommodation available)

*in cooperation with:*

**BAU Akademie**  
Lehrinstitut Niedercolln  
*Abbildung, Fortbildung, Erfolg*

*More course dates for 2012 are currently being prepared in cooperation with Bauakademie Wien.*

*Registration and more information:*  
[www.bauakademie.at](http://www.bauakademie.at)  
[www.grat.at](http://www.grat.at)  
[www.renew-building.eu](http://www.renew-building.eu)

**project details**

**Renew Building**  
demonstration and dissemination of climate and environment-friendly renovation with renewable resources and ecological materials

a project of  
GrAT - Center for Appropriate Technology

**GrAT**  
funded and co-financed by:

**project partners:**  
BMA Verein & Co KG  
IHT, TU Vienna  
Raiffeisen-Leasing GmbH

**contact**  
GrAT - Center for Appropriate Technology  
Vienna Technical University  
Wiedner Hauptstrasse 8-10  
A-1040 Vienna  
tel.: +43 (0)1 58801 49523  
fax: +43 (0)1 58801 49533  
e-mail: [contact@grat.at](mailto:contact@grat.at)

[www.grat.at](http://www.grat.at)  
[www.renew-building.eu](http://www.renew-building.eu)  
[www.nawaro.com](http://www.nawaro.com)



**trainings at building sites**  
In Lower and Upper Austria craftsmen, architects etc. are offered trainings on-site. As a trainee, you will renovate buildings or single building components (roof, wall, windows, surfaces etc.). Additionally you have access to an e-learning platform that contains comprehensive learning material.



**knowledge base**  
[www.nawaro.com](http://www.nawaro.com) offers technical information on products, details as well as best-practice renovated buildings. Solutions for questions and problems that arise while renovating or building with renewable materials will be offered online by experts.



**heating costs**  
are significantly reduced through thermal renovation. By increasing the quality of the buildings, they also go up in value.

**CO2 emissions**  
drastic reduction compared to conventional solutions through the use of "green" buildings materials like straw, reed, hemp, flax, plant oil, wood, clay, or lime. Building components made of renewable resources store up to 125kg CO<sub>2</sub> per m<sup>2</sup> of wall construction.



**construction waste**  
Waste is greatly reduced over the whole life cycle throughout the renovation. A special focus lies on the re-use of building materials. Through this, the costs and energy demand for disposal of construction waste are significantly decreased.

**demonstration site**  
In Böheimkirchen, Lower Austria, innovative concepts for renovation with renewable resources are implemented and documented.

**goals**  
highest possible energy standard (low energy or passive house), resource and energy efficiency over the whole life cycle, user acceptance, recyclability, reduction of construction waste.



**Abbildung 49: Englischsprachiger Projektfolder**

Eine **Broschüre** mit 24 Seiten wurde in einer Auflage von 6.000 Stück gedruckt. Die Broschüre wurde ebenfalls bei Veranstaltungen sowie durch Postversand oder persönliche Verteilung an ausgewählte Zielgruppen und Personen verbreitet, unter anderem: Architekturbüros, Bau- und Baustofffirmen, Trainer und Trainingsteilnehmer, Energieberatungsunternehmen, Institute technischer Universitäten.



Abbildung 50: Deckblatt und Inhaltsverzeichnis der Broschüre „Renew Building“

1 **Posterserie** wurde gestaltet, gedruckt und während mehrerer Veranstaltungen aufgehängt. In der letzten Projektphase wurden 3 Poster mit der Darstellung von Prototypen (Außenwand, Fenster und Oberflächen) gestaltet und für Trainings und andere Veranstaltungen an der Lehrbaustelle Böhheimkirchen aufgehängt.





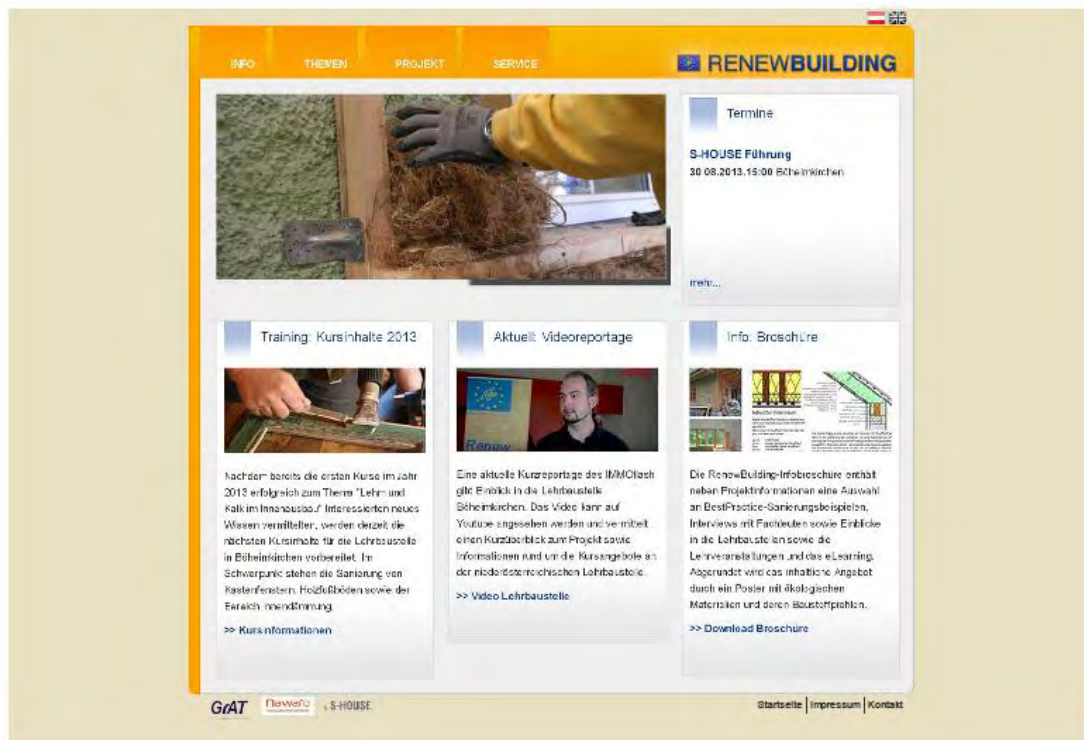
Abbildung 51: Posterserie zu verschiedenen Bauteilaufbauten

2 **Roll-ups** wurden hergestellt. Eines davon wurde an der Lehrbaustelle Böheimkirchen aufgestellt, das zweite wurde von den Projektpartnern je nach Bedarf (z. B. Messe, Demonstrationsbaustelle,...) flexibel verwendet. **Baustellentafeln** für die Demonstrations- und die Lehrbaustellen wurden hergestellt. Alle Notice Boards weisen auf das Projekt und die Fördergeber hin.



Abbildung 52: Baustellentafeln für Lehrbaustellen und Demonstrationsbaustellen

Eine **Projektwebsite** auf [www.renew-building.eu](http://www.renew-building.eu) bzw. [www.renewbuilding.eu](http://www.renewbuilding.eu) wurde erstellt. Verlinkungen zur Webseite wurden installiert (z. B. auf [www.grat.at](http://www.grat.at)).



1 von 1

25.07.2013 15:16

Abbildung 53: Startseite der Projektwebseite [www.renewbuilding.eu](http://www.renewbuilding.eu) (25.07.2013)

Ein **Newsletter** wurde über die Webseite eingerichtet mit noch immer wachsender Liste an Empfängern, zum Zeitpunkt der Berichtslegung waren es über 100 einzelne, manuell eingetragene Empfänger sowie mehrere integrierte Verteilerlisten.

Rückmeldungen aufgrund der Disseminationsmaßnahmen zeigten, dass vor allem ein hohes Interesse an Bau- und Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen besteht.

## 7 Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen

### **Analyse der langfristigen ökologischen Verbesserungen**

Nachweislich können durch Einsatz der klimafreundlichen Bau- und Dämmstoffe pro durchschnittlichem Einfamilienhaus (ca. 120 m<sup>2</sup> Nutzfläche) bis zu 17 t CO<sub>2eq</sub> im Vergleich zu einer konventionellen Lösung (z. B. aus EPS-Vollwärmeschutz) eingespart werden.

An den Lehrbaustellen wurden außerdem Einsparungen der Baurestmassen von über 82 % durch konsequentes Materialrecycling, Wiederverwendung von Bauteilen und/oder Materialien oder deren Wiederverwertung in Form geänderter Bauteile realisiert. Z. B. wurden Dachbodenziegel der alten Geschoßdecken für einen Fußbodenaufbau im Erdgeschoß wiederverwendet und gebrannte Mauerziegel bei Abbrucharbeiten nicht zerstört, um sie für neue Mauerungen wieder verwenden zu können. Lehmörtelreste des Abbruchs wurden für neue Mörtel- und Putzmischungen wiederverwendet.

Der Verbrauch von erdölbasierten Materialien (Extrudierte und Expandierte Polystyrol-Dämmstoffe, Polyurethan-Dichtschäume, Trittschallstreifen aus EPS) wird verringert. Geringere CO<sub>2</sub>-Ausstöße ergeben sich durch deutlich verringerte Logistik aufgrund des maßgeblich geförderten „Direktvertriebs“ im regionalen / lokalen Versorgernetzwerk (z. B. Strohballen, Schilfrohr, Lehmputze).

Die gemessene Leuchtstärke des eingebauten Lichtkollektorsystems entspricht der Leuchtleistung einer 100W-Glühbirne (in etwa 22 W für LED) bei durchschnittlicher Tageslichtausbeute (Teilbewölkung). Dies entspricht einer durchschnittlichen Einsparung von mindestens 40 kWh jährlich (bei durchschnittlich 5 h Betriebsdauer pro Tag). Im Falle des Einbaus in intensiver genutzten Räumen (z. B. Wohnraum oder Büroraum) wäre sogar eine Einsparung von bis zu 150 kWh jährlich pro Raum im Vergleich zu ohnehin energieeffizienten LED-Leuchtmitteln möglich.

### **Analyse der langfristigen Nachhaltigkeit**

Für die Unternehmen ist die spezielle Ausbildung ihrer Mitarbeiter im Bereich ökologische Sanierung ein Wettbewerbsvorteil, da sie sich von konventionellen Angeboten abheben und die Nachfrage nach ökologisch und gesundheitlich unbedenklichen Sanierungen auch in Zukunft bedienen können.

Diese Unternehmen dienen außerdem langfristig als Multiplikator der Verbreitung und steigenden Anerkennung von innovativen, ökologischen Materialien und Bauteillösungen. Durch die gewonnene Fachkenntnis und die praktische Erfahrung sind professionelle Beratung und Bauausführung möglich, die als Qualitätssiegel für ökologische und klimafreundliche Bauweise automatisch und langfristig werben.

Aufgrund der starken Nachfrage werden auch nach Projektende Trainings angeboten. Teilnehmer kommen vor allem aus der Region Böhmeimkirchen/Niederösterreich und können sich



untereinander vernetzen. Damit wird diese Region langfristig gestärkt und kann sich im Bereich der Gebäudesanierung positionieren und gegebenenfalls neue Arbeitsplätze bieten.

Die Lehrbaustelle in Böheimkirchen kann nach Projektende im Zuge von Führungen besichtigt werden und zeigt innovative ökologische Varianten der Sanierung. Damit wird die langfristige Sichtbarkeit und Replizierbarkeit der Projektergebnisse gewährleistet.

### ***Analyse von Reproduzierbarkeit, Demonstrationswirkung, Transferpotential und Kooperationen***

Vorteile gegenüber anderen am Markt angebotenen Lösungen (konventionelle Sanierung mit fossilen/mineralischen Dämm- und Baustoffen) betreffen unter anderem die gesundheitlichen Auswirkungen der Materialien für Verarbeiter und Endnutzer. Dieser Aspekt stellt einen Wettbewerbsvorteil am Markt dar, der für die Verbreitung der Projektergebnisse genutzt werden kann.

Die Projektergebnisse stehen zukünftigen Projekten in folgender Form zur Replikation zur Verfügung: Online-Wissensdatenbank mit zahlreichen Best-Practice-Beispielen und Bauteilkonstruktionen; Informationsmaterialien, die online und auf Veranstaltungen verbreitet werden (z. B. Broschüre, Laienbericht); Kurse und Trainings inkl. E-Learning-Plattform; Demonstration von Prototypen auf der Lehrbaustelle Böheimkirchen; Beratung von BauherrInnen für die Sanierung ihrer Gebäude.

Die Lehrbaustelle kann von allen Interessierten als Demonstrationsgebäude besichtigt werden. Durch die Lage am Gelände des bereits international bekannten EU-LIFE-Demonstrationsgebäudes S-HOUSE wird ein sehr guter Demonstrationseffekt für ökologisch nachhaltiges Bauen und Sanieren erzielt. Die Projektergebnisse werden bei den regelmäßig stattfindenden S-HOUSE-Führungen verbreitet, dafür werden auch die im Projekt erstellten Informationsmaterialien genutzt.

### ***Analyse des Innovationsgehalts***

An den Demonstrationsbaustellen wurde gezeigt, wie durch Variantenreichtum auch individuelle Problemlösungen für den Einzelfall gefunden werden können, ohne dabei auf die Ansprüche des Klimaschutzes und der Ressourceneinsparung verzichten zu müssen. So konnte die Oberste Geschoßdecke eines Gründerzeitgebäudes im Zentrum Wiens mit über 350 m<sup>2</sup> Grundfläche effizient und mit vorbildlich ökologischem Profil mit Strohballen gedämmt werden. Die dafür verwendeten über 2.000 Strohballen (das entspricht etwa 22 t Stroh) entsprechen einem CO<sub>2</sub>-Einsparungswert (im Vergleich zu Mineralwolle-Dämmung) von 33,1 t CO<sub>2eq</sub>.

Die Kooperation mit Ausbildungsinstitutionen (Bauakademien, Universitäten) zeigte auch in der praktischen Abwicklung den Bedarf an den im Projekt realisierten Ausbildungsinhalten. Sowohl die Lehrveranstaltung an der TU Wien wie auch die Praxiskurse an den Lehrbaustellen erwiesen sich als innovationsfördernde, wissensvermittelnde Maßnahmen zur Verbesserung der österreichischen Klimaschutzpolitik.

## 8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Startseite Wissensdatenbank mit Auswahlbereich zwischen den Kategorien „Gebäude“ und „Bauteile“ .....	8
Abbildung 3: (Vor-)Auswahl der Best-Practice-Gebäude. Markiert sind die 24 Gebäude, die gemäß den Auswahlkriterien als Best-Practice-Gebäude für die Wissensdatenbank ausgewählt und aufbereitet wurden.....	11
Abbildung 4 – Kurzinformation zu dem Best-Practice-Objekt „Bauernhaus Laaben“ .....	12
Abbildung 5 – Kategorie „Gebäude“ mit Informationen zum architektonischen Konzept innerhalb der Sanierung des Best-Practice-Objekts „Bauernhaus Laaben“ .....	13
Abbildung 6 – Bauteil-Übersicht des Best-Practice-Objekts „Bauernhaus Laaben“ mit Darstellung des Systemschnitts (zeigt die thermisch sanierten Bauteile innerhalb der Gebäudehülle).....	14
Abbildung 7 – Bauteil-Detaildarstellung des Bereichs „erdberührte Bodenplatte“ des Best-Practice-Objekts „Bauernhaus Laaben“ mit aktiver Verlinkung zur Kategorie „Bauteile“ .....	15
Abbildung 8: Auswahl der Case Studies für die Bauteile Außenwand (Innen- und Außendämmung) und Zwischenwand .....	16
Abbildung 9: Auswahl der Case Studies für den Bauteil Dach .....	16
Abbildung 10: Auswahl der Case Studies für den Bauteil Decke .....	17
Abbildung 11: Auswahl der Case Studies für den Bauteil Boden .....	17
Abbildung 12: Auswahl der Case Studies für den Bauteil Fundament .....	18
Abbildung 13: Auswahl der Case Studies für Fenster und Türen.....	18
Abbildung 14: Auswahl der Case Studies für Oberflächen.....	19
Abbildung 15 – Detaildarstellung des Bauteils „Innendämmung der Außenwand mittels Strohballen“ zeigt Montagefotos und die bauphysikalischen Bauteilprofile für zwei unterschiedliche Varianten .....	20
Abbildung 16 – Bauphysikalisches Bewertungsprofil des Bauteils „Innendämmung Schilfrohr und Lehmputz“ mit Darstellung der individuellen Eigenschaften des Bauteils im Bereich des Feuchteverhaltens, der Wärme- sowie der Schalldämmung.....	21
Abbildung 17: Vortrag Robert Wimmer, 28.3.2012 – Theoriemodul 1 .....	24
Abbildung 18: Vortrag Alfred Ruhdorfer, 28.3.2012 – Theoriemodul 1 .....	25
Abbildung 19: Vortrag Heinrich Bruckner, 29.3.2012 – Theoriemodul 2.....	25
Abbildung 20: Vortrag Fa. Würth, 30.3.2012 – Theoriemodul 3 .....	26
Abbildung 21: Planungsworkshop, 29.3.2012 – Theoriemodul 4 (Konstruktion und Details).....	26
Abbildung 22: Praxistraining in Sarleinsbach, Februar 2011, anhand der Herstellung der Prototypen.....	27
Abbildung 23: Praxistrainings an verschiedenen Bauteilprototypen an der Lehrbaustelle Böhheimkirchen.....	28
Abbildung 24: eLearning-Plattform mit Darstellung eines Themenvideos aus Theoriemodul 2 .....	29
Abbildung 25: eLearning-Plattform mit Darstellung eines Fragenkatalogs aus Theoriemodul 2 .....	29

Abbildung 26: Verfahren der Fa. Kellner zur Einbringung der Pfahlfundamente mittels Rammung (Quelle: Fa. Kellner, <a href="http://www.rammsysteme.com">http://www.rammsysteme.com</a> ) .....	32
Abbildung 27: Verklebung der Glasschaumplatten auf die mit Bitumenanstrich abgedichtete Ytongebene sowie auf die darunterliegende Fundamentebene .....	32
Abbildung 28: Ausführung der Fundamentabdichtung in Form eines Lehmschlages an der Lehrbaustelle unterhalb der bereits angebrachten Schilfrohrdämmung – Böheimkirchen 2012 .....	33
Abbildung 29: Fertiggestellter Bereich der Stopfhanf-Dämmung / Anbringung der alternativen Holzunterkonstruktion (System Doser) .....	34
Abbildung 30: Schilfhäckselanschüttung in Stegträgerkonstruktion, Abschluss mit einer Schilfrohrplatte .....	35
Abbildung 31 – Die bereits mit Strohballen gedämmten Bereiche werden im Anschluss mittels einer Rauschalung verschlossen – GrAT .....	36
Abbildung 32: Holzweichfaserplatten mit Montageleisten an Wand und Decke .....	36
Abbildung 33: Schilfrohr-Innendämmung – links: Fensteranschluss mit innen gedämmten Fensterlaibungen (einlagig mit 5cm Schilfrohr); rechts - Wandheizungselemente aus Kupfer mit erster aufgebrachtener Lehmputzschicht .....	37
Abbildung 34: Perlitschüttung (Volcalitgestein) auf Rieselschutzfolie (Baupapier) (links) – 3 Varianten (Hanf-Lehm-Schüttung, Glasschaumschotter, Perlitschüttung) im Überblick (rechts) .....	38
Abbildung 35: Während der Errichtung der lasttragenden Strohballendämmung (links); Detail der Strohballendämmung (rechts) .....	39
Abbildung 36: Einbringung des Stopfhanf-Dämmstoffes in die vorbereiteten Kammern.....	40
Abbildung 37: Einbringung der Strohballendämmung in die vorbereitete Holzkonstruktion der Dachebene.....	40
Abbildung 38: Außenansicht eines neu eingebauten Fensters mit Setzhölzern .....	42
Abbildung 39: Links: Fertig eingebauter Tageslichtkollektor vom Treppenhaus aus betrachtet (Bauzustand); rechts: Tageslichtkollektor auf dem Dach mit angeschlossener EPDM-Folie .....	43
Abbildung 40: Stockverlängerung des Bestandsfensters mit zusätzlich eingebauten Glaselementen zur Verbesserung der thermischen Dämmung.....	43
Abbildung 41: Lehmfeinputz mit Armierungsgewebe (Jutenetz) auf Schilfrohrplatte .....	44
Abbildung 42: Ausbildung des Spritzwasserbereichs oberhalb eines Waschbeckens in Tadelakt, rundherum anschließend Lehmputz.....	45
Abbildung 43: Holzoberfläche eines sanierten Kastenfensters, mehrschichtige Behandlung mit Leinölpräparaten zur Revitalisierung des Holzwerkstoffes .....	46
Abbildung 44: Aufnahmen eines Demonstrationsgebäudes nach der Sanierung (links: Photographie, rechts: Thermographie) .....	47
Abbildung 45: Thermographien eines Demonstrationsgebäudes zur Feststellung von Wärmebrücken an kritischen Stellen (z. B. Fensteranschlüssen) .....	47
Abbildung 46: Praxis-Workshop an der Lehrbaustelle Böheimkirchen im Rahmen einer Lehrveranstaltung.....	50
Abbildung 47: Broschüre des ESBG 2011 mit der Präsentation des Projekts Renew Building; Download auf: <a href="http://issuu.com/zoul/docs/esbg_conference_brochure_cs/1?mode=window">http://issuu.com/zoul/docs/esbg_conference_brochure_cs/1?mode=window</a> 51	

Abbildung 48: Podiumsdiskussion auf der Welser Messe mit Projektpartner Alfred Ruhdorfer (2.v.l.) .....	52
Abbildung 49: Einladungen für JournalistInnen zu den Lehrbaustellen des Projekts.....	53
Abbildung 50: Englischsprachiger Projektfolder .....	55
Abbildung 51: Deckblatt und Inhaltsverzeichnis der Broschüre „Renew Building“ .....	56
Abbildung 52: Posterserie zu verschiedenen Bauteilaufbauten .....	57
Abbildung 53: Baustellentafeln für Lehrbaustellen und Demonstrationsbaustellen .....	57
Abbildung 54: Startseite der Projektwebseite <a href="http://www.renewbuilding.eu">www.renewbuilding.eu</a> (25.07.2013) .....	58

## Anhang

Der Anhang enthält folgende Dokumente:

1. Interviewleitfaden für die PlanerInnen der Best-Practice-Gebäude zur Beschreibung der von ihnen geplanten Gebäude/Bauteile (Case Studies)
2. Sanierungskonzept für die Lehrbaustelle Böheimkirchen
3. Sanierungskonzept für die Lehrbaustelle Sarleinsbach
4. Reports über die Demonstrationsgebäude der Kursteilnehmer
5. Thermographien von Demonstrationsgebäuden

# 1. Interviewleitfaden Case Studies

Ausführungshinweise:

Steckbrief: Produktdatenblatt: Festigkeit.....

Anschlüsse:

2 Bilder (Dach, Außenwand): Detailzeichnung (300dpi, 10cm) und Legende, ev. Beschreibung

Öffnungen :

2 Bilder (Fenster, Tür): Detailzeichnung (300dpi, 10cm) und Legende, ev. Beschreibung

Kamindurchführung:

2 Bilder: Detailzeichnung (300dpi, 10cm) und Legende, ev. Be-

Konkrete Ausführungshinweise (Interviewfragen):

Materialbezug und Lagerung

- Wer ist der Hersteller des verwendeten Produktes?
- Wie ist der Name (die Handelsbezeichnung) des Produktes?
- Wo hat der Verarbeiter das Produkt bestellt, beim Hersteller oder bei welchem Baustoffgroßhändler?
- Wie erfolgt die Lieferung (Logistik)?
- Was war bei der Lagerung und beim Transport des Dämmstoffs auf der Baustelle zu berücksichtigen?

## Dämmstoffeinbau

- Wie ist der genaue Aufbau des Bauteils?
- Hat der Hersteller ein komplettes System angeboten?
- Hatte der Hersteller Verarbeitungsrichtlinien vorgeschrieben und schrieb er einen speziellen Ausbildungsstandard der ausführenden Baufirma vor?
- Gab es Informationen des Herstellers bezüglich des Arbeitsschutzes und der Arbeitssicherheit bei der Verarbeitung?
- Gab es Gefährdungen der Arbeiter, wenn ja, welche Schutzmaßnahmen wurden getroffen?
- Wie erfolgte die Herstellung des Bauteils, Aufzählung der Arbeitsschritte bis zum fertigen Bauteil?
  - 1 Wie wird der Dämmstoff eingebracht bzw. befestigt? / Wie werden Hohlräume ausgefüllt? (geblasen, gestopft, geschüttet)
  - 2 Durchdringungen, Anschluss an Leitungen und Kamine (Brandsicherheit)
  - 3 Wie muss der jeweilige Untergrund vorbereitet werden? (Sauberkeit, Ebenheit)
  - 4 Anschluss an Wände, Dach, Sockel, Attika, Fenster, Türen
  - 5 Anbringen der Abdichtungs-, Dampfsper-, Dampfbrems-, Winddichtigkeits-, Dampfdruckausgleichsbahnen.
  - 6 Aufbringen der Deckschichten zB: Putz, Fliesen (bei WDVS: Dübeln, Spachteln, Rissverteilung im äußeren Drittel einlegen und einspachteln, Haftgrund, Feinputz, Grundierung, Oberflächenbeschichtung)
  - 7 Auch der Aufbau nach innen ist interessant und dabei die Frage nach der Installation (wo und wie wird installiert) und den Bauteilfugen (Boden-Wand-Decke) und dabei wiederum im Feuchtraumbereich.

- Gab es bei der Verarbeitung Probleme bezüglich der Bautoleranzen laut DIN hinsichtlich Flächenebenheit, Kantenverlauf, etc.? Wenn ja, wie wurden diese Probleme gelöst?
- War der Dämmstoff bei der Einbringung/Verlegung begehbar, wenn nicht, wie sind Sie beim Einbau damit umgegangen?
- Gab es bezüglich Brandsicherheit erhöhte Anforderungen, wenn ja, was mussten Sie hinsichtlich der Brandsicherheit beachten?

#### Besonderheiten aufgrund der Materialeigenschaften

- Mussten Sie Maßnahmen ergreifen, um den Bauteil vor tierischen und pflanzlichen Schädlingen (wie Mäusen, Insekten, Pilzen) zu schützen? Wenn ja, welche Maßnahmen wurden gesetzt?
- Gibt es trotzdem jetzt Schadensbilder durch tierische und pflanzliche Schädlinge? Wenn ja, welche?
- Welche Maßnahmen haben Sie bezüglich Reduzierung der Feuchtebelastung des Bauteils gesetzt oder waren solche Maßnahmen nicht notwendig?
- Welche Maßnahmen haben Sie bezüglich Winddichtheit des Bauteils und dem Anschluss des Bauteiles an Bauteilöffnungen (Fenster, Türen, Durchdringungen) gesetzt oder waren solche Maßnahmen nicht notwendig?

#### Recycling / Rückbau

- Gab es ein Baustoffrecycling für die Dämmstoffe oder wurden alle Abfallprodukte deponiert?
- Wäre bei einem Teilrückbau bzw. einer Demontage des Bauteils bzw. des Projektes eine sortenreine Trennung der Bauteile oder sogar eine Wiederverwendung möglich? Wenn ja, wie müsste dieser Vorgang vonstatten gehen?

#### Vergleich mit konventionellen Bauweisen / Baustoffen

- Welcher konventionellen Methode entspricht die Ausführung mit dem Dämmstoff Ihrer Meinung nach am ehesten?
- Wo sehen Sie den Vorteil in der Ausführung mit dem Nawaro-Produkt gegenüber der Ausführung mit dem konventionellen Baustoff?
- Wo sehen Sie den Nachteil in der Ausführung mit dem Nawaro-Produkt gegenüber der Ausführung mit dem konventionellen Baustoff?

#### Persönlicher Rückblick

- Was würden Sie mit Ihrem heutigem Wissen anders machen bezüglich der Wahl und Ausführung mit NAWARO-Produkten bei diesem Projekt?

Illustrationen nach Bedarf (300dpi, 5cm)

## 2. Sanierungskonzept für die Lehrbaustelle Böheimkirchen

### Beschreibung des Sanierungsobjekts

Das Sanierungsobjekt ist ein in Massivbauweise errichtetes Wohngebäude auf dem Areal des Zentrums für Angepasste Technologie in Böheimkirchen. Das in den 40er Jahren errichtete ehemalige Wohnhaus der ortsansässigen Familie Riedl weist eine Bruttogrundfläche von insgesamt 154,28 m<sup>2</sup> auf und verfügt zusätzlich über einen nicht ausgebauten Dachstuhl mit nutzbarer Raumhöhe.



Abbildung 54: Ansichten Sanierungsobjekt „Wohnhaus Riedl“ Böheimkirchen

In der folgenden Tabelle findet sich die Bewertung des Sanierungspotenzials.

Kategorie	Bewertung	Begründung
thermisches Sanierungspotential	sehr hoch	U-Werte der Außenwände bei > 1,0 W/mK
architektonisches Sanierungspotential	hoch	Mischbauweise mit komplexer Dachkonstruktion sowie individuellen Konstruktionslösungen im Wandbereich
bauphysikalische Eignung für Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen	sehr hoch	gute Dampfdiffusionsoffenheit durch reines Ziegelmauerwerk mit hohen Wandstärken im Bereich der Außenmauern
Verbreitungswirkung	sehr hoch	zentraler Standort für Forschungsdemonstrationen sowie bereits bestehender Ergebnisse anderer Projekte (Demonstrationsgebäude S-House)

Tabelle 1: Bewertung zur Auswahl des Sanierungsobjekts

Neben einer hohen Diversität in der verwendeten Architektursprache (Massiv- und Holzbauweise, komplexe Dachverschneidungen) zeichnet sich das Gebäude durch ein sehr hohes thermisches Sanierungspotential aus (Heizwärmebedarf des Bestandsbaus 484,53 kWh/m<sup>2</sup>a).



## **Bestandserhebung und Substanzsicherung**

Grundlage einer jeden Sanierungsmaßnahme bei möglicherweise beschädigter Altbausubstanz muss eine umfassende Erhebung und Darstellung des Gebäudebestands sein um eine verlässliche Planungsgrundlage für alle nachfolgenden Sanierungsarbeiten zu erhalten. Als unterstützender Maßnahmenkatalog kann in Österreich die ÖNORM B 3355-1 (Trockenlegung von feuchtem Mauerwerk - Teil 1: Bauwerksdiagnose und Planungsgrundlagen) als Grundlage herangezogen werden.

Folgende Arbeitsschritte wurden in die Bestandsaufnahme des Sanierungsobjekts integriert:

1. Anfertigung von Bestandsplänen bzw. Sichtung bestehenden Planmaterials
2. Erhebung der Wand- und Deckenaufbauten sowie der Fundamentierung
3. Erhebung von Schäden: z.B. Risse, Feuchtigkeitsschäden etc.
4. Probenentnahme aus dem Mauerwerk für die Feuchte- und Salzanalyse
5. Ergebnisauswertung und Maßnahmenkatalog zur Substanzsicherung

## **Bestandsdarstellung in Plan und Beschreibung**

Bei dem ausgewählten Demonstrationsgebäude handelt es sich um das ehemalige Wohnhaus der Familie Riedl, welches in den Jahren 1940 bis 1942 errichtet wurde und gemäß der Dokumentation bis ins Jahr 1970 bewohnt war. Zum Gesamtgrundstück gehören drei weitere Wirtschaftsgebäude mit einer bebauten Gesamtfläche von insgesamt 395,55 m<sup>2</sup>. (Quelle: Bestandsermittlung 1970)

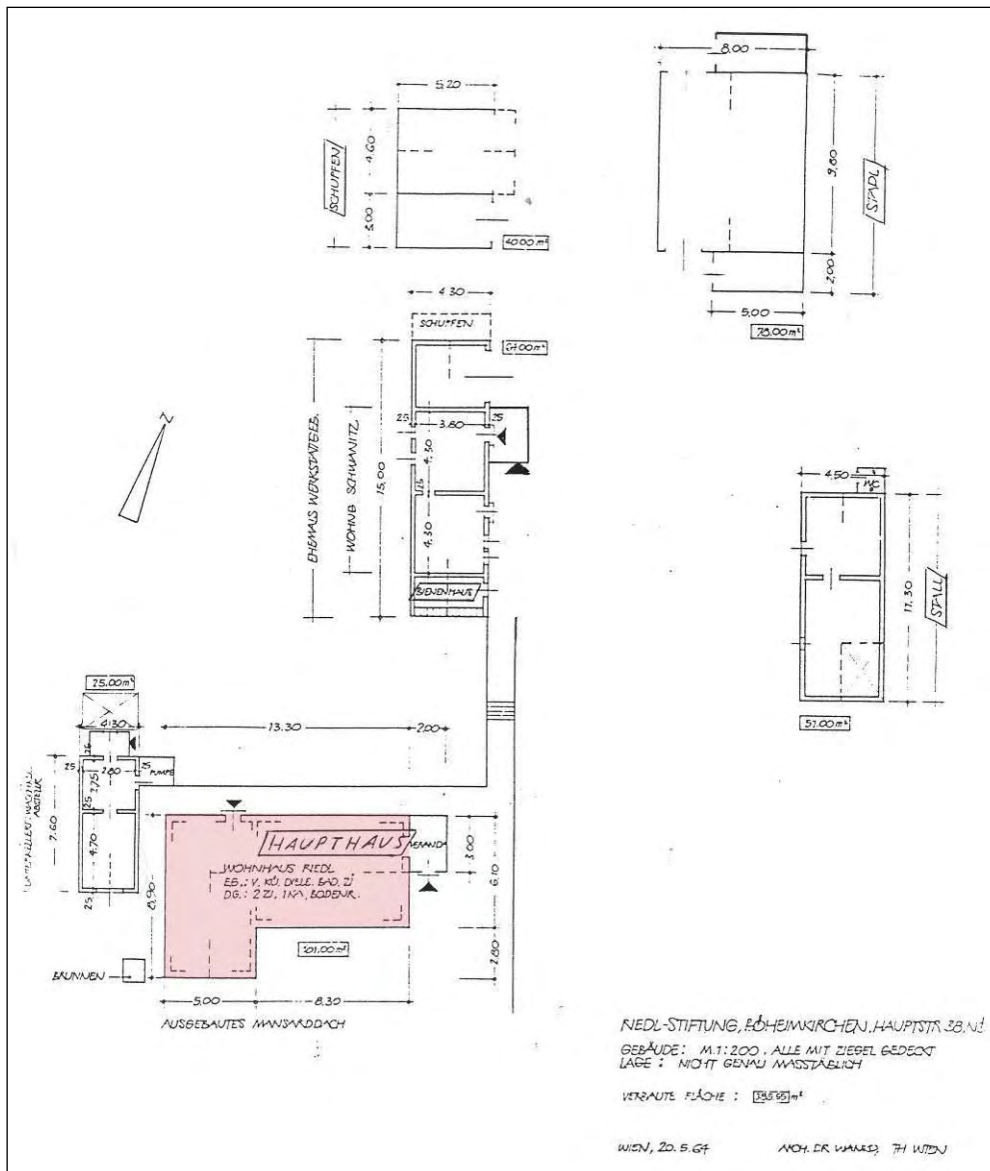


Abbildung 55: Lageplan des Sanierungsobjekts im Bestand

Das Gelände besitzt eine starke Hanglage in Richtung Süden, jedoch befindet sich das Gebäude selbst in einem noch sehr flach abfallenden Bereich. Um das ganze Gebäude zieht sich ein teilweise mit Betonplatten ausgelegter Umgang, außerdem schließt vor dem Haupteingang an der Ostfassade eine etwa 12 m<sup>2</sup> große betonierte Fundamentplatte, die ebenerdig zum Innenraumniveau übergeht, an das Gebäude an.

Die Raumaufteilung und Erschließung im Gebäudeinneren scheint für die Errichtungszeit typisch. Die Aufenthaltsräume im Erdgeschoß sind ohne zwischengeschaltete Erschließungsgänge direkt aneinander gefügt und besitzen jeweils eigene Rauchfanganschlüsse sowie Kamin oder Ofen.

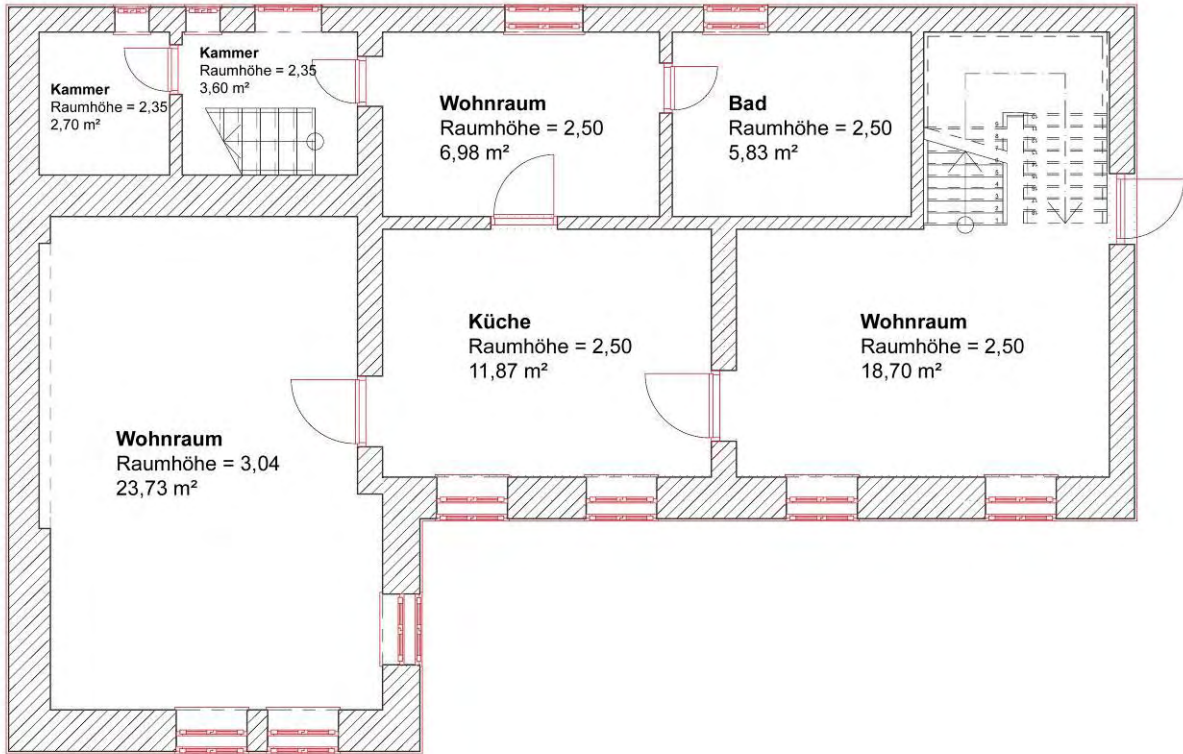


Abbildung 56: Grundriss Erdgeschoß (Bestand)

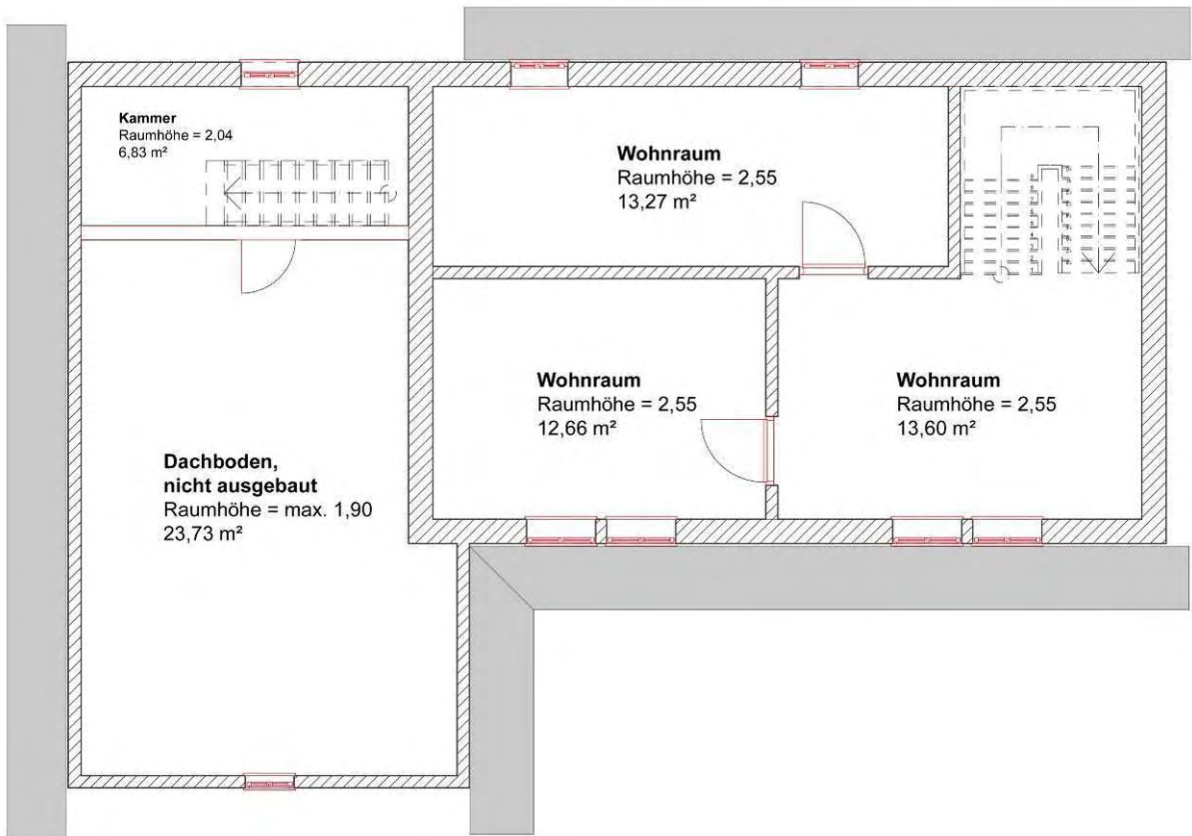


Abbildung 57: Grundriss Obergeschoß (Bestand)

Architektonische Besonderheiten sind im Schnitt zu erkennen. Der Haupttrakt des Gebäudes im Westen scheint durch einen zweiten Gebäudekörper ergänzt worden zu sein. Darauf deuten sowohl die L-förmige Grundrissgestaltung wie auch die unterschiedlichen Raumhöhen hin. Die komplexe sich aus diesen Rahmenbedingungen ergebende Dachausformung ist ebenfalls eine architektonische Besonderheit des Gebäudes.

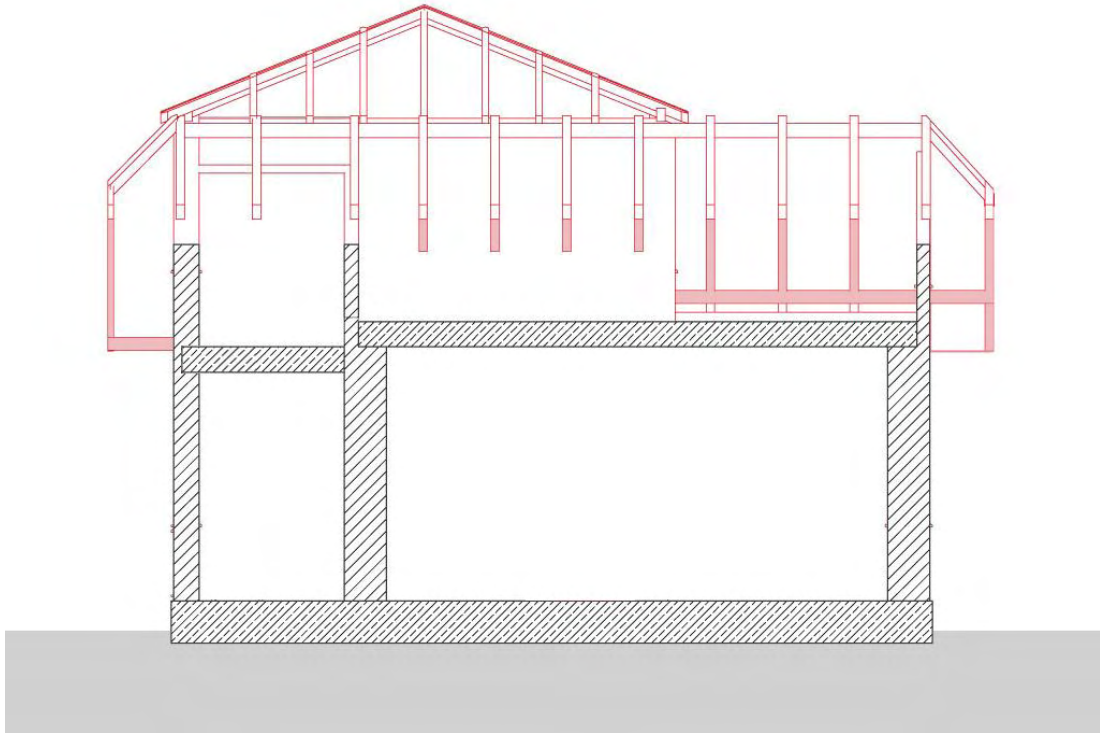


Abbildung 58: Querschnitt durch den Nebentrakt (Nord-Süd-Achse)

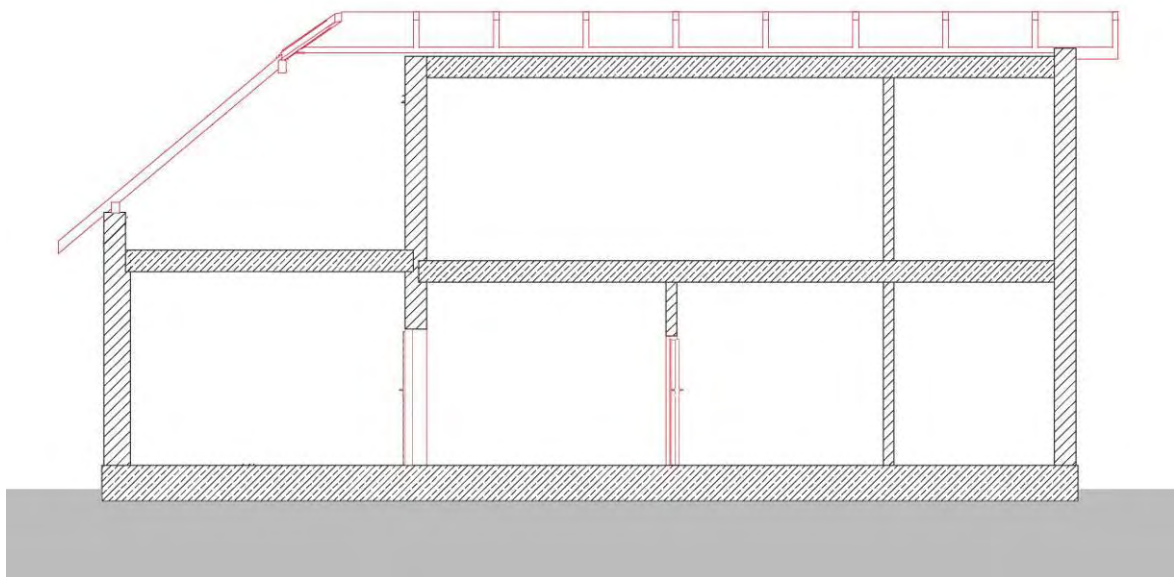


Abbildung 59: Längsschnitt (Ost-West-Achse)

## Detaillierte Erhebung der Bauteile (Wand, Decke, Dach, Fundament)

Anhand spezifisch ausgewählter Bauteil-Kategorien wurden als Detailbetrachtung konstruktive sowie architektonische Besonderheiten im Bestandsbau untersucht und dargestellt. Außerdem wurde der Zustand der Bauteile hinsichtlich der Relevanz für das Sanierungsvorhaben bewertet.

Folgende Bauteil-Kategorien wurden untersucht:

- Außenwände
- Fenster
- Dachkonstruktion
- Oberste Geschosßdecken
- Bodenplatten (Fundamentplatten)

Da speziell die Außenwände für die Anwendung der Wärmedämm-Verbundsysteme gesondert betrachtet werden müssen, wurde eine zusätzliche Kategorisierung dieses Bauteiltypus anhand von Mauerstärken, Konstruktionstyp und individueller formaler Ausprägungen vorgenommen, die im nachfolgenden Plan ersehen werden kann.

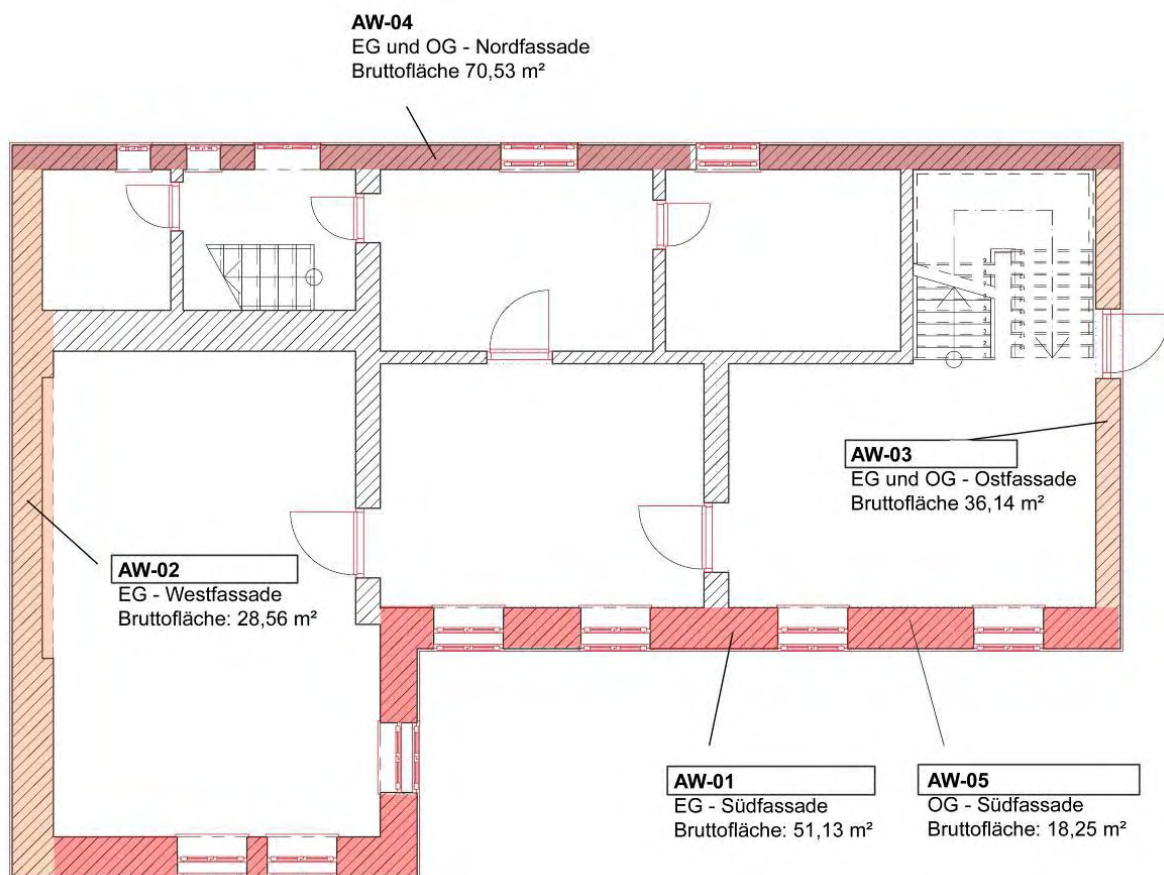


Abbildung 60: Grundrissdarstellung mit Bauteilspezifikationen

## Außenwände und Fenster

Sämtliche Außenwände bestehen im Regelgeschoß aus massivem Ziegelmauerwerk, welches beidseitig verputzt ist. Im Bereich der Südfassade im Erdgeschoß findet sich eine erhöhte Mauerstärke von 50 cm (AW-01 und AW-02). Da keine konstruktiv sinnvolle Begründung dieser Ausformung zu erkennen ist, kann nur von individuellen Ursachen der Bauherren bzw. der Planer ausgegangen werden. Als besonders markanter Punkt tritt hierbei der Übergang zwischen Regel- und Obergeschoß in der südlichen Außenmauer hervor (Übergang AW-02 zu AW-05), da hier ein Sprung in der Mauerstärke von 50 auf 30 cm erfolgt der durch die Ausprägung der Dachfläche als Mansarddach im Obergeschoß zwar verdeckt wird (siehe Abbildung 61), jedoch für eine thermische Sanierung durch eine Außendämmung große Relevanz besitzt.

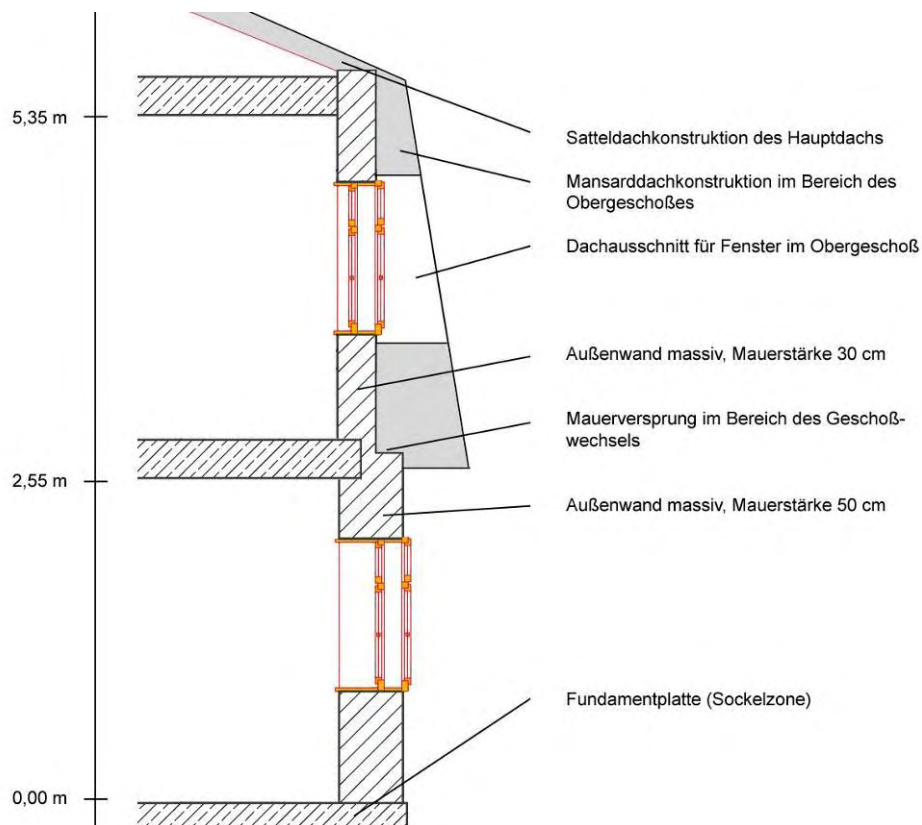


Abbildung 61: Querschnitt im Bereich des Haupttrakts mit Darstellung des Mauerversprungs

Neben der erhöhten Wandstärke im Erdgeschoß der Südfassade finden sich umlaufend im restlichen Gebäude Wandstärken von 30 cm oder weniger (AW-03 und AW-04). Im Bereich der Nordfassade ist im Gegensatz zur Südfassade der Geschoßsprung im Haupttrakt mit gleichbleibender Mauerstärke ausgeführt, was eine jeweils individuelle Konstruktion des Mansarddaches aufgrund unterschiedlicher resultierender Dachschrägen auf der Nord- und Südseite bedingt.

Während etwa 80% der mit 30cm ausgeführten Außenwände aus Ziegelmauerwerk bestehen, wurden im Nebentrakt die Giebelseiten des Obergeschoßes in einer einfachen Holzkonstruktion mit abweichender formaler Ausgestaltung sowie in kontrastierender Farbgebung

ausgeführt. Diese Außenwandbereiche stellen lediglich eine klimatische Abtrennung vom Außenraum zu unbeheiztem Dachraum her, weshalb für die derzeitig vorstellbare Nutzung keine intensiven Dämmmaßnahmen in Betracht gezogen werden sollen.



Abbildung 62: Holzkonstruktion im Obergeschoß des Giebelbereichs

#### Relevanz für die Sanierung:

Durch die hohe Mauerstärke von 50 cm ergeben sich für die Fenster im Erdgeschoß bereits im Bestand sehr tiefe Laibungen, die im Falle einer zusätzlichen Dämmschicht den Lichteinfall auf ein kritisches Maß verringern können und daher im Besonderen bei der Planung berücksichtigt werden müssen.



Abbildung 63: Links: Fensterlaibung im Obergeschoß (Mauerstärke 30 cm). Rechts: Fensterlaibung im Regelgeschoß (Mauerstärke 50 cm)

Im Innenraum stellt die Holzvertäfelung im Regelgeschoß eine Hürde für die Verwendung eines Innendämmsystems dar.

#### **Dachfläche – Haupttrakt (Mansarddach, Neigung oben 20° / unten 78°)**

Die Dachkonstruktion teilt sich auf in eine äußerst flachwinkelige Satteldachkonstruktion im Bereich des Haupttrakts mit Erweiterung auf die Fassadenfläche des 1. Obergeschoßes zur

Nord- und Südseite hin so dass der Typus eines Mansarddaches entsteht. Konstruktiv sind diese Flächen allerdings getrennt errichtet worden. An der westlichen Seite stellt das Dach eine konstruktive Verbindung zum räumlich tiefer gelegenen sowie im 90°-Winkel versetzten Dach des Nebentrakts her, indem eine Walmdachfläche sich mit der Traufkante auf die Firstpfette des Nebentraktdaches setzt (siehe Abbildung 67).

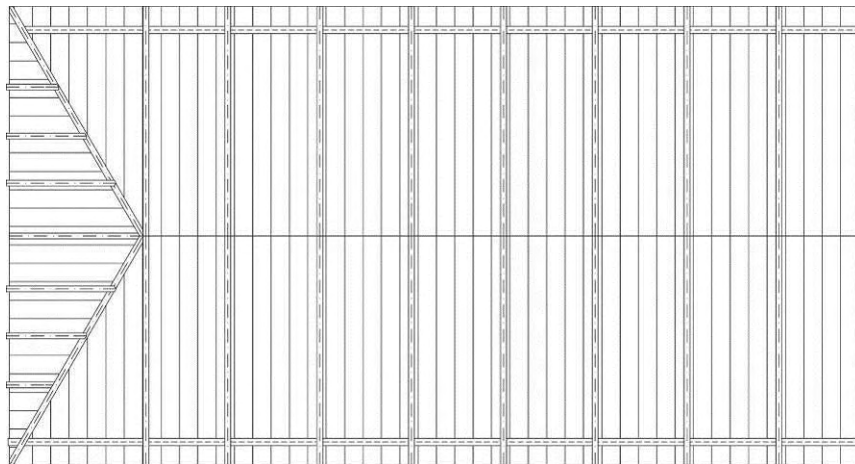


Abbildung 64: Sparrenplan Dachfläche Haupttrakt

#### Relevanz für die Sanierung:

Die sehr einfache und dünnwandig ausgeführte Dachkonstruktion begünstigt vor allem die Dämmung der darunterliegenden Geschosdecke aufgrund der gleichmäßigen Deckenkonstruktion und der sehr einfach einzubringenden Dämmschicht ohne weitere statische Verstärkungsmaßnahmen. Aber auch die Anwendung einer Aufsparrendämmung bei entsprechender konstruktiver Verstärkung wäre eine denkbare Sanierungslösung für diese Dachkonstruktion (Firstpfette sowie Mittelpfosten sollten eingefügt werden, um Stabilität und Tragfähigkeit zu erhöhen).



Abbildung 65: Darstellung der obersten Dachkonstruktion (ohne Mansarddachelemente)

#### **Dachfläche – Nebentrakt (Krüppelwalmdach, Neigung 40°)**

Diese Dachfläche zeigt hinsichtlich ihrer Form einen hohen Grad an inhomogenen Bereichen auf. Verschneidungen mit der Dachfläche des Haupttraktes führen zu einer komplexen



Schnittlinie und zu konstruktiven Sonderlösungen, die im Laufe der Zeit zu Beschädigungen in der Außenhaut sowie der tragenden Holzkonstruktion geführt haben. Während die innenliegenden Sparren nur geringe Beschädigungen durch Feuchtigkeitseinwirkung aufweisen, zeigen die außenliegenden Sparren deutliche Anzeichen von Fäulnis und Materialschwund.

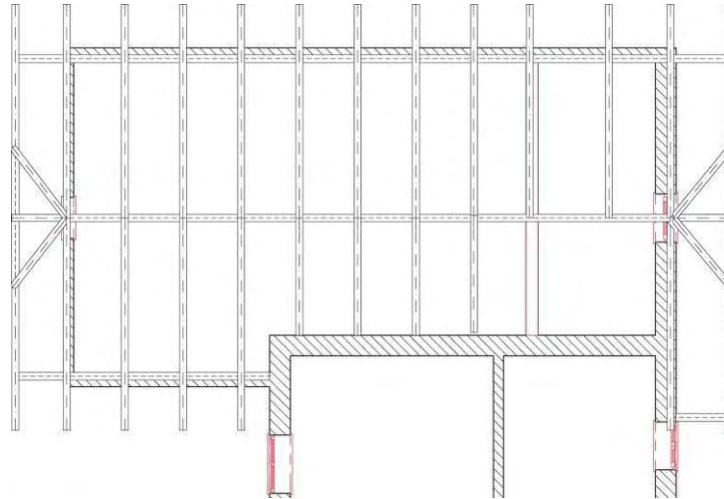


Abbildung 66: Sparrenplan Dachfläche Nebentrakt (Darstellung nicht genordet)

### Relevanz für Sanierung

Aufgrund des schlechten Zustands des Dachstuhls hat die konstruktive Sanierung sehr weitreichend zu erfolgen. Sowohl im Bereich der Holzkonstruktion wie auch der Dachschindeln werden aufgrund der Beschädigungen große Mengen vollständig ersetzt werden müssen. Diese Grundlage ermöglicht für das Sanierungskonzept eine flexible Handhabung bei der Planung, so dass auch größere Änderungen mit eingearbeitet werden können, wobei auf das architektonische Gesamtbild sowie die Erhaltung der individuellen Gebäudehüllengestaltung im Dachbereich geachtet werden sollte.



Abbildung 67: Darstellung der Dachkonstruktion des Nebentrakts

### **Oberste Geschoßdecken**

Die obersten Geschoßdecke wurden äußerst massiv ausgeführt und können aufgrund der darüber liegenden sehr dünnwandig konstruierten Sattel- bzw. Walmdachkonstruktion als eigentlicher thermisch relevanter Gebäudeabschluss gewertet werden. Den oberen Ab-

schluss bildet jeweils eine Lage aus gebrannten Ziegelsteinen, die ohne haftvermittelnden Mörtel auf den Deckenaufbau appliziert wurden. Die seitlichen Auflager der Dachfläche sind noch im Bereich der Außenwand ausgeführt, was zu einer homogenen Oberflächenausbildung der Geschoßdecke führt.



Abbildung 68: Oberste Geschoßdecke vom Dachboden aus betrachtet

#### Relevanz für die Sanierung:

Die festgestellte Konstruktion sowie die statische Ausführung eignen sich sehr gut zur horizontalen Dämmung mittels Schüttdämmstoffen, da für die Verwendung von Dämmplatten eine nicht ausreichende Ebenmäßigkeit der Geschoßdecke vorliegt und somit Niveauunterschiede sehr effektiv und ohne Wärmebrücken mittels Schüttungen ausgeglichen werden können. Ein hermetischer Abschluss des Dachbodens als Schutzmaßnahme vor Schädlingseinnistung ist bei der Verwendung von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen unbedingt notwendig.

#### **Bodenplatten EG – Haupttrakt und Nebentrakt**

Ausgeführte Höhe über dem umlaufenden Bodenniveau: 30 cm. Fundamentierung nicht eindeutig, da während der Bestandserhebung keine Grabungen vorgenommen wurden. Es kann aber von einer monolithischen Ausbildung als Fundamentplatte mit darunter liegender Rollierung ausgegangen werden.

Die massive Ausführung in Beton mit hohem Anteil an grobem Kies ist aufgrund der unvollständigen Ausbildung eines Sockelputzes gut zu erkennen (siehe Abbildung 69). Die Verdichtung des Betons wurde scheinbar nur sehr ungleichmäßig ausgeführt (Schüttbodyeton), was neben der grundsätzlich fehlenden Dämmung im Schichtaufbau zusätzlich einen hohen Wärmedurchgangskoeffizienten bedingt.



Abbildung 69: Sockelzone der Außenwand mit freigelegter Bodenplatte

#### Relevanz für die Sanierung:

Aufgrund des schlechten Zustands der Oberflächen sowie der sehr inhomogenen Übergänge sind eine vollständige Entfernung im Innenraumbereich sowie eine Neuerrichtung sehr empfehlenswert. Ausnahme hiervon bildet der Raum im Nebentrakt, da hier ein Holzfußboden eingezogen wurde der mit Ausnahme einiger Stellen in der Nähe der stark feuchtebelasteten Außenwände noch sehr gut erhalten ist und daher instandgesetzt werden kann. Eine vollständige Erneuerung des Untergrundaufbaus mit entsprechender Dämmung ist dennoch auch hier sehr empfehlenswert, wobei die aufgefundene Ausbildung als auch unter die Außenwände laufende Fundamentplatte erhöhten baulichen Aufwand bei den Umbaumaßnahmen bedeutet.

#### **Erhebung konstruktiver Schäden im Bestandsmauerwerk**

Neben einer Abschätzung der Standsicherheit der Mauerkonstruktion wurden anhand einer optischen Untersuchung der Oberflächen mögliche weitere Substanzschädigungen erfasst und basierend auf diesen Ergebnissen fallweise Mauerproben entnommen und auf Feuchtigkeits- und Salzbelastung hin überprüft.

Die optische Überprüfung der statisch tragenden Außenmauern im Bezug auf Risse, welche auf statische Problembereiche hindeuten zeigte nur ein relevantes Schadensbild, welches im Bereich der Südfassade unterhalb der Giebelseite zu finden war.

Das Schadensbild zeigt einen vertikal vom Fensterbereich bis zum oberen Ende der Mauer verlaufenden Riss. Als Ursache kann ein Gewölbeschub durch die aufsitzende Dachkonstruktion angenommen werden, da der gesamte Dachboden als Holzkonstruktion ausgeführt worden ist und aufgrund der hohen Dachlast (massive Dachpfannen aus Ton) sehr hohe Normalkräfte auf darunter liegende Wandkonstruktion ausübt. Hier sollte daher bei einer Sanierung der Dachkonstruktion auf eine optimierte statische Lastabtragung geachtet werden.



Abbildung 70: Vertikaler Riss in der südlichen Außenmauer aufgrund Seitenschubs der Dachkonstruktion

Die Überprüfungen der restlichen Wandabschnitte ergaben keine weiteren Beanstandungen, wodurch keine zusätzlichen Maßnahmen zur Bestimmung der Standsicherheit im Bestandsmauerwerk durchgeführt werden mussten.

### **Erhebung von Feuchtigkeits- und Versalzungsschäden**

Neben der Sicherstellung der Standsicherheit der Wandkonstruktionen muss vor Beginn sämtlicher Sanierungsmaßnahmen welche die Außenwände des Gebäudes betreffen ein Eindruck vom Zustand der Oberflächenbeschichtung an Außen- und Innenseite gewonnen werden. Diese Bestandsanalyse ist notwendig um den jeweiligen Anforderungen der Wärmedämm-Verbundsysteme gerecht werden zu können, da sonst vor allem bauphysikalische Problembereiche entstehen können.

Nach visueller Begutachtung des Bestandsbaus konnten an der Außenseite der Außenmauern großflächige Bereiche dokumentiert werden, an denen die gesamte Putzschicht abgelöst war. Dies kann auf unterschiedliche Ursachen zurückgeführt werden.

Im Außenbereich liegt neben einem Zusammenhang mit dem bereits im vorigen Abschnitt erwähnten statischen Problem der offenbar zu hohen Dachlast (seitlicher Schub aus der Dachkonstruktion), was zu vertikaler Rissbildung führte, auch ein starker Bewuchs der Fassade mit Efeuranken vor.



Abbildung 71: Großflächige Fehlstellen im Kalkputz der Außenfassade

Die bestehenden Putzschichten an der Außenseite der Mauern weisen eine durchschnittliche Stärke von ca. 20 mm auf. Es handelt sich hauptsächlich um eine Kalkputzmischung, jedoch sind vereinzelte Zementputzbereiche erkennbar.

Im Innenraum wurden ebenfalls schadhafte Bereiche der Putzschichten festgestellt. Neben kleineren Bereichen, an denen Ablösungen des Farbanstrichs zu erkennen waren, wurde an einigen Stellen Schimmelbildung festgestellt.

Anders als im Außenbereich traten alle im Innenraum festgestellten Schäden offenbar konzentriert an der Oberfläche der Putzschichten auf, ohne dass ein vollständiges Ablösen der Putzschicht von der Unterkonstruktion erkennbar ist.



Abbildung 72: Schimmelbildung an der Oberfläche der Innenseite der Außenmauern im Erdgeschoß (nordseitig)

Diese Tatsache kann als Hinweis auf Feuchtigkeitsschäden gesehen werden, weshalb im Zuge der Bestandsermittlung eine Feuchtigkeitsmessung mit anschließender Laboruntersuchung einiger Proben durchgeführt wurde, deren Ergebnisse im Folgenden in Übersicht dargestellt sind:

- Mauerfeuchte im Außenbereich der Außenwand unproblematisch (Feuchtigkeitswerte unter 15%)
- Mauerfeuchte im Innenbereich der Außenwand teilweise sehr hoch (über 20%), infolge Schimmelbildung (begründet durch Dispersionsfarbanstrich und dementsprechend nicht dampfdurchlässige Oberfläche)
- Mauerfeuchte im Bereich der Holzvertäfelung im Erdgeschoß (s. Abbildung 73) sehr gering (unter 10%), Holz völlig unbeschädigt (begründet durch Kalkfarbanstrich auf der Wand hinter der Vertäfelung statt Dispersionsfarbe, dies ermöglicht Feuchtigkeitsabgabe der Mauer an den Innenraum)



Abbildung 73: Freigelegtes Wandsegment hinter Holzvertäfelung im Erdgeschoß

Als sanierungsrelevantes Ergebnis der Feuchte- und Salzbelastungsmessungen kann festgehalten werden, dass keine direkte Substanzgefährdung vorliegt, jedoch das Abschlagen der Putzschichten im Erdgeschoß an Innen- und Außenfassade zur gänzlichen Austrocknung der Mauer sowie um eine tragfähige Unterkonstruktion für weitere Aufbauten zu ermöglichen.

### **Auswertung und Maßnahmenkatalog der Mindestsanierung**

Sämtliche Ergebnisse mit direkter Relevanz für die substanzsichernde Mindestsanierung sowie die grundlegende bauliche Vorbereitung der nachfolgend dargestellten thermischen Sanierungsmaßnahmen des Gebäudes sind im Folgenden nochmals aufgelistet.

- Entfernung der Oberflächenbeschichtung (Kalkputz) der Außenwände auf Innen- und Außenseite aufgrund schlechten Zustands sowie Schimmelbefall notwendig
- Drainage im Bereich der Außenmauern nicht notwendig, da kapillar aufsteigende Bodenfeuchte durch geplante Sanierungsvarianten gut abtrocknen kann
- Konstruktive Standsicherheit grundsätzlich gegeben, jedoch durch eine geeignetere Dachkonstruktion zu entlasten
- Sanierung bzw. Austausch der Dachkonstruktionen notwendig, da sowohl Standsicherheit als allgemeiner konstruktiver Zustand als mangelhaft bewertet wurden
- Oberste Geschoßdecken in gutem Zustand, Sanierung mit zusätzlicher Dämmung wird empfohlen
- Fundamentplatten (Bodenplatten EG) baulich zwar intakt, Austausch aufgrund sehr schlechter Dämmwirkung jedoch sinnvoll

### **Thermische Sanierungsvarianten**

Nachdem die Standsicherheit sowie der Grad der Beschädigung der Bausubstanz festgestellt und Lösungsstrategien hierfür entwickelt wurden, kann als nächster Schritt eine bauteilspezifische Analyse und Dokumentation der gesamten Gebäudestruktur erfolgen. Nur so gewinnt man die Grundlage für eine Vergleichbarkeit verschiedener Sanierungsvarianten.

In der nachfolgenden Tabelle können sämtliche relevanten Bauteile anhand ihrer Flächenanteile sowie der erforderlichen und vorhandenen U-Werte ersehen werden:

Bauteil	Spezifizierung	Fläche [m <sup>2</sup> ]	U-Wert Bestand [W/m <sup>2</sup> *K]	U-Wert erforderlich* [W/m <sup>2</sup> *K]
Außenwand	50 cm Wandstärke	44,24	1,09	0,40
	30 cm Wandstärke	148,46	1,58	0,40
OGD	Haupttrakt	46,27	0,97	0,20
	Nebentrakt	33,07	0,97	0,20
Dach	Haupttrakt	79,73	2,30	0,22
	Nebentrakt	57,22	2,30	0,22
Bodenplatten	Haupttrakt	55,39	1,90	0,40
	Nebentrakt	39,76	1,90	0,40
Fenster	Kastenfenster	14,62	2,20	1,80
	Einfachverglasung	2,39	4,20	1,80

\* erforderlicher U-Wert gemäß Bauordnung des Landes NÖ

Tabelle 2: Bauteilspezifische Flächenangabe sowie U-Werte des Bestands

Zunächst wird eine gemeinsame Basis mittels eines Mindestsanierungsstandards geschaffen. Danach werden die Varianten Außen- und Innendämmung gezielt analysiert und bewertet.

Abschließend wird in jedem Unterkapitel der resultierende Heizwärmebedarf als Kennwert zur quantitativen Vergleichbarkeit der Sanierungsvarianten ermittelt sowie eine abschließende Bewertung durchgeführt.

## Thermische Grundsanie rung

Im folgenden Kapitel werden Standardlösungen für die energetische Sanierung jener Bauteile erstellt, die eine hohe Relevanz für die zu erzielende Energiekennzahl besitzen. Die Auswahlkriterien für diese spezifischen Systemlösungen sind neben einer möglichst effektiven Dämmwirkung auch folgende, eine ökologisch sowie bauphysikalisch optimierte Konstruktion fokussierende Aspekte:

- möglichst hoher Anteil an Baustoffen aus nachwachsenden Rohstoffen
- gute Recyclierbarkeit der verwendeten Baustoffe nach Rückbau
- möglichst geringer Materialmix
- dampfdiffusionsoffener Aufbau der nicht erdberührenden Bauteile

Neben den Außenwandflächen, die für die Anwendung der entwickelten Lösungen separat behandelt werden sollen und auch flächenmäßig mit 52,3 % den größten Anteil an der gebäudespezifischen Gesamtoberfläche darstellen (192,70 m<sup>2</sup> Nettfläche), sollen die Gebäudeabschlüsse nach oben und unten sowie die Fenster im Bezug auf mögliche Sanierungslösungen betrachtet werden.

Da im konkret vorliegenden Fall sehr günstige Bedingungen zur Dämmung der obersten Geschosdecke festgestellt wurden, wird diese Variante für das vorliegende ganzheitliche Sanierungskonzept der Dämmung der Dachkonstruktion vorgezogen und daher eine rein konstruktive Instandsetzung derselben in der Planung eingearbeitet.

### Dämmkonzept ‚Bodenplatten / Fundamente‘

Auf Basis der Bestandsaufnahme ist ein vollständiges Entfernen der alten Bodenplatte vorzunehmen. Im Zuge dieser Maßnahme soll eine möglichst ökologisch unbedenkliche Dämmstoffvariante zum Einsatz kommen. Wie auch bereits als Lösung für die Perimeterdämmung der Außenwände kann hier z. B. die als Recyclingprodukt aus Altglas hergestellte Glasschaumplatte verwendet werden. Dieses Produkt zeichnet sich neben dem positiven ökologischen Profil durch gute Dämmeigenschaften sowie hohe Druckfestigkeit und vollständige Unempfindlichkeit gegenüber Feuchtigkeitseinwirkungen aus.

Für eine Ausführung gemäß den notwendigen Dämmstandards (Bauordnung NÖ) ist auf Basis des zulässigen Wärmedurchgangskoeffizienten (Grenzwert) bei reiner Verwendung der Glasschaumplatten eine Schichtdicke von 20 cm unter der Betonplatte auszuführen.

Für die Sanierung kann dieser Bauteil allerdings wesentlich effizienter gedämmt werden, da keine konstruktiven Einschränkungen vorliegen und somit auch für spätere Ausbaustufen einer thermischen Sanierung die notwendigen U-Werte z.B. zur Erreichung des Passivhaus-Standards möglich sind.

Die nachfolgende Tabelle veranschaulicht die Kenndaten des Bauteils und stellt die U-Werte von Bestand, baubehördlicher Anforderungsseite sowie der getroffenen Sanierungsvariante gegenüber.

<b>Bauteil Bodenplatten / Fundamentplatten</b>					
<b>Bruttofläche</b>	<b>Durchbrüche</b>	<b>Nettofläche</b>	<b>U-Wert Bestand</b>	<b>U-Wert Anforderung</b>	<b>U-Wert nach Sanierung</b>
[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	[W/m <sup>2</sup> K]	[W/m <sup>2</sup> K]
81,05	0	81,05	<b>1,90</b>	0,40	<b>0,12</b>

Tabelle 3: Bauteil Bodenplatten

Der erforderliche konstruktive Schichtaufbau für die neu zu erstellenden Fundamentplatten gemäß den erhöhten Dämmstärken sowie die dementsprechende Berechnung des U-Wertes kann der folgenden Darstellung entnommen werden.



Bauteilbezeichnung: <b>DD03 Sanierte Bodenplatte mit untenliegender Dämmung</b>							
Bauteiltyp: <b>Außendecke, Wärmestrom nach unten</b>							
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b> berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert</b> <b>0,12 [W/m²K]</b>							
<b>A</b> <b>M 1 : 30</b>							
<b>Konstruktionsaufbau und Berechnung</b>							
	<b>Baustoffschichten</b>	<b>d</b>	<b>μ</b>	<b>λ</b>	<b>R = d / λ</b>	<b>ρ</b>	<b>ρ*d</b>
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähigk.	Durchlaßw.	Dichte	Flächengew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[m²K/W]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	Estrich	0,070	50	1,330	0,053	2.000	140,0
2	zementgeb. Schüttung (Kies)	0,050	2	0,700	0,071	1.800	90,0
3	Perlit mit Asphalt	0,100	25	0,050	2,000	150	15,0
4	Feuchtigkeitsabdichtung	0,003	25.000	0,190	0,016	1.000	3,0
5	Stahlbeton	0,200	100	2,300	0,087	2.400	480,0
6	Glapor Glasschaumplatten	0,400	120	0,067	5,970	40	16,0
7	Rollierung *	0,100	2	0,700	0,143	1.800	180,0
Bauteildicke (wärmetechnisch relevant) [m]		<b>0,823</b>					
Bauteildicke gesamt [m]		<b>0,923</b>					

Abbildung 74: U-Wert-Berechnung und konstruktiver Aufbau für sanierte Fundamentplatte

### Zwischenergebnis:

Aufgrund des flächenbezogenen Anteils dieser Bauteile an der gesamten Gebäudehülle von insgesamt 19,6 % sowie der deutlichen Verbesserung des Wärmedurchgangskoeffizienten aufgrund der geplanten thermischen Sanierung kann eine Verringerung des gebäudespezifischen Heizwärmebedarfs um 17,3 % erreicht werden ( $HWB_{\text{Bestand}} 452,56 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ ,  $HWB_{\text{OGD,saniert}} 374,47 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ ).

### Dämmkonzept ‚Oberste Geschoßdecke‘

Zur Erreichung des seitens der niederösterreichischen Bauordnung als Mindeststandard definierten U-Werts dieses Bauteils von  $0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$  kann eine reine Dämmung zwischen den Holztramelementen erfolgen. Hierfür ist die Verwendung eines Schüttdämmstoffs (z.B. Zellolose, Hanfschäben) als geeignete Lösung zu sehen.

Die Verwendung einer für diesen Anwendungsfall aufgrund der ermittelten Materialkennwerte gut geeigneten Schüttung aus Schilfhäcksel soll hier beispielhaft für den angenommenen Schichtaufbau aufgezeigt werden.

Um für dieses Bauteil wie bei der gewählten Lösung für die erdberührten Bodenplatten im Erdgeschoß eine optimale Lösung zur Ermittlung eines nicht von einzelnen peripheren Bauteilen stark verschlechterten gesamten Heizwärmebedarfs zu ermöglichen, wird für die Sanierung von einem höheren Dämmstandard ausgegangen, der im Folgenden dargestellt ist.

### Bauteil Oberste Geschoßdecken (GD-01 und GD-02)

Bruttofläche	Durchbrüche	Nettofläche	U-Wert Bestand	U-Wert Anforderung	U-Wert nach Sanierung
[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	[W/m <sup>2</sup> K]	[W/m <sup>2</sup> K]
81,05	2	79,05	<b>0,97</b>	0,20	<b>0,10</b>

Tabelle 4: Bauteil Oberste Geschoßdecke

Um den gewünschten passivhaustauglichen U-Wert von 0,1 W/m<sup>2</sup>K zu erreichen, kann eine Erweiterung der Schüttung über den Bereich der Tramdecke erfolgen. So wird eine homogene Dämmschicht ohne Wärmebrücken erzeugt, jedoch muss bei der Planung einer Schüttung darauf geachtet werden, dass eine Begehbarkeit gewährleistet ist.

Bauteilbezeichnung: <b>AD01 Oberste Geschoßdecke, saniert</b>		<p style="text-align: right;">M 1 : 20</p>					
Bauteiltyp: <b>Decke zu unconditioniertem geschloss. Dachraum</b>							
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b> berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert</b> <b>0,10 [W/m<sup>2</sup>K]</b>							
Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	Anteil	ρ	ρ*d
	von außen nach innen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähigk.		Dichte	Flächengew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[%]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]
1	Schilfgranulatschüttung	0,250	2	0,045		150	37,5
2	Schalung	0,020	50	0,140		450	9,0
3	Holz-Tramdecke dazw.		50	0,200	24,0	450	21,6
	Schilfgranulatschüttung	0,200	2	0,045	76,0	150	22,8
5	1.324.02 Holzfaserdämmplatte	0,050	5	0,045		150	7,5
Bauteildicke [m]		<b>0,520</b>					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m <sup>2</sup> ]							98,4

Abbildung 75: U-Wert-Berechnung und konstruktiver Aufbau für sanierte OGD

### Zwischenergebnis:

Durch die beschlossenen Maßnahmen der thermischen Dämmung für diesen Bauteil kann aufgrund des flächenbezogenen Anteils dieses Bauteils an der gesamten Gebäudehülle von 21,5 % eine Verringerung des Heizwärmebedarfs bei ansonsten gleichbleibenden Bauteilkennwerten um im Verhältnis zum Bestandsbau 17,7 % erreicht werden ( $HWB_{\text{Bestand}} 452,56 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ ,  $HWB_{\text{OGD,saniert}} 372,51 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ ).

### Dämmkonzept ‚Fenster‘

Da die im Bestand vorgefundenen Kastenfenster einen für konventionelle Einfachverglasungen verhältnismäßig guten U-Wert besitzen kann hier anhand eines häufig im Bereich der denkmalschutzrelevanten Sanierung praktizierten Verfahrens vorgegangen werden.

Die zweiteilig aufgebauten Kastenfenster können innerhalb des neuen Wandaufbaus nach außen versetzt werden, so daß der äußere Flügel nach einer konstruktiven Sanierung wieder verwendet werden kann und somit das Fassadenbild nicht verändert wird.

Der innere Flügel sollte allerdings durch eine moderne, dem Original in der Gestaltung nachempfundene Variante getauscht werden, wodurch insgesamt sowohl am Erscheinungsbild nur wenig geändert und gleichzeitig ein den heutigen Anforderungen entsprechender Dämmstandard erreicht wird.

Der flächenmäßig geringe Anteil an einfach verglasten Fenstern sowie die Situierung nur im Bereich der Nordfassade ermöglichen einen vollständigen Austausch mit entsprechend optimierten U-Werten.

<b>Bauteil Fenster (Kastenfenster und Einfachverglasung)</b>					
<b>Kastenfenster Gesamtfläche</b>	<b>E-Ver- glasung Gesamtfläche</b>	<b>Gesamt- fläche</b>	<b>U-Wert Bestand</b>	<b>U-Wert An- forderung</b>	<b>U-Wert nach Sanierung</b>
[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	[W/m <sup>2</sup> K]	[W/m <sup>2</sup> K]
14,62	2,39	17,01	<b>2,2 / 4,2</b>	1,80	<b>1,10</b>

Tabelle 5: Bauteil Fenster (Kastenfenster und Einfachverglasung)

Da keine direkte Relevanz für die Projektinhalte besteht wird auf eine detaillierte Darstellung möglicher konstruktiver Lösungen zur Einhaltung des angegebenen U-Werts für die Fenster verzichtet. Es kann daher auf entsprechende planerische Umsetzungen in bestehender Fachliteratur verwiesen werden.

Die Verbesserung der Fenster um den oben dargestellten Wert wirkt sich auf den Energiebedarf des Gesamtgebäudes nicht in erheblichem Maße aus. Durch die geplanten Maßnahmen kann durch den flächenbezogenen Anteil der Fenster an der gesamten Gebäudeaußenhülle von lediglich 17 % eine Verbesserung um 2,3 % ( $HWB_{\text{Bestand}} 452,56 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ ,  $HWB_{\text{F, saniert}} 442,06 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ ) erzielt werden.

### **Variante 1 – Außendämmung**

Für die Wanddämmung werden zwei Varianten verglichen: Konstruktionstyp 1 (Schilfrohrplatten verdübelt) und Konstruktionstyp 2 (Stegträgersystem mit Schilfhäckselschüttung).

Die nachfolgenden schematischen Darstellungen des Sanierungskonzepts für den Anwendungsfall Außendämmung zeigen die beiden Konstruktionstypen im Bestandsplan für Erdgeschoß und Obergeschoß.

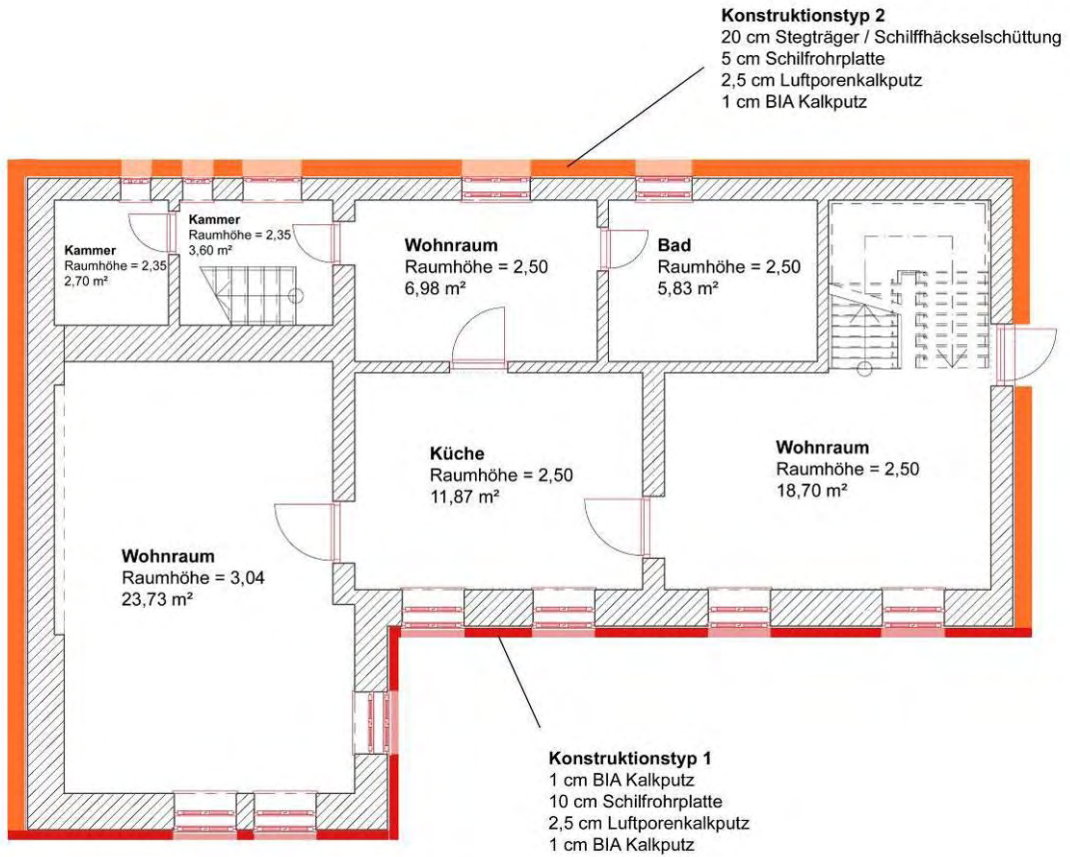


Abbildung 76: Grundrisschema EG für Sanierungsvariante „Außendämmung“

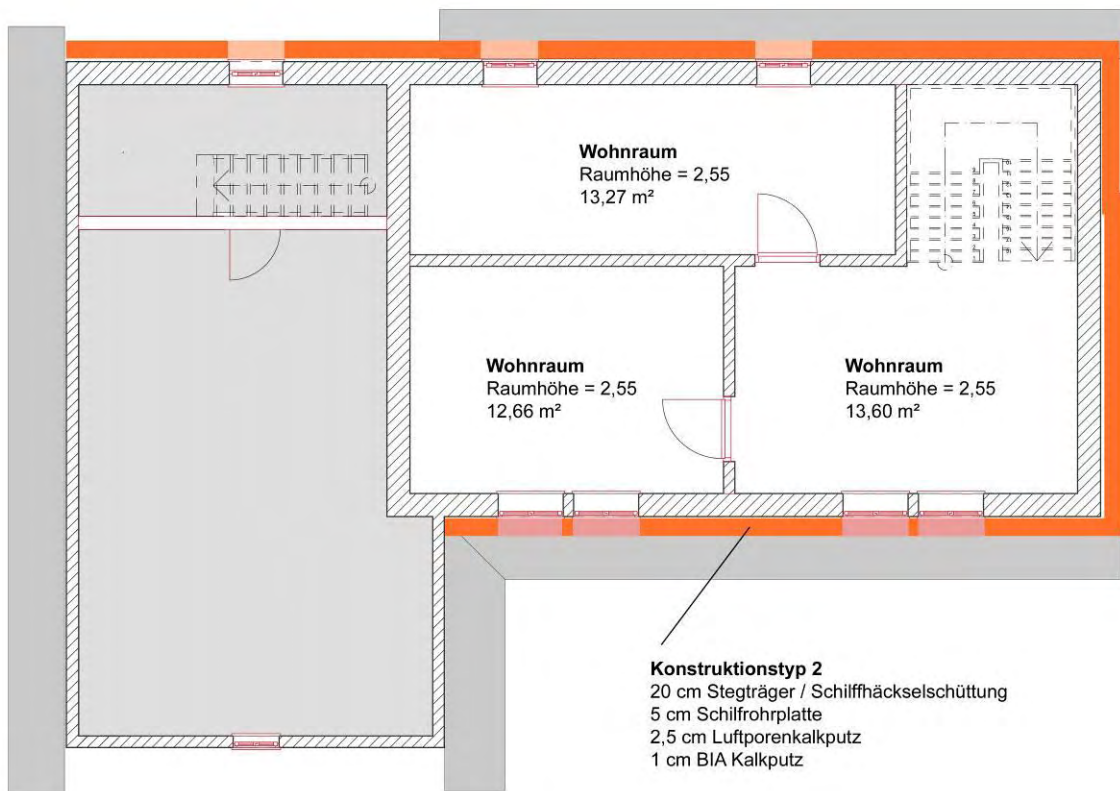


Abbildung 77: Grundrisschema OG für Sanierungsvariante „Außendämmung“

Anhand der nachfolgenden Betrachtung der einzelnen Außenwand-Abschnitte werden die einzelnen Sanierungsmaßnahmen sowie die anschließende Bewertung nacheinander im Detail untersucht. Die Einzeldarstellung umfasst jeweils die relevanten Kenndaten (Brutto- und Nettofassadenfläche) sowie die U-Werte des Bestandsbaus sowie der vorgestellten thermischen Sanierungsvariante. Grundsätzlich wurden für jedes Bauteil beide Konstruktionsstypen in Erwägung gezogen.

Bauteil AW-01 - Wandstärke: 50 cm				
Bruttofläche	Fensterfläche	Nettofläche	U-Wert Bestand	U-Wert Variante 1
[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	[W/m <sup>2</sup> K]
51,13	6,885	44,245	1,090	0,360

Tabelle 6: Bauteil AW-01 Variante 1

### Konstruktiver Aufbau und U-Wert-Berechnung

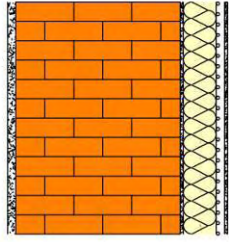
Bauteilbezeichnung: <b>AW-01 Variante 1</b>							
Bauteiltyp: <b>Außenwand</b>							
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert            0,36 [W/m<sup>2</sup>K]</b>							
Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	R = d / λ	ρ	ρ*d
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähigk.	Durchlaßw.	Dichte	Flächengew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[m <sup>2</sup> K/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]
1	BIA NHL 5 Innenputz	0,025	6	0,900	0,028	1.800	45,0
2	Vollziegelmauerwerk	0,500	10	0,700	0,714	1.600	800,0
3	BIA Kalkputz NHL 5	0,010	6	0,900	0,011	1.800	18,0
4	Schilfplatte thermoplastgebunden	0,100	2	0,055	1,818	140	14,0
5	Luftporenkalkputz	0,025	6	0,400	0,063	1.200	30,0
6	BIA Kalkputz NHL 5	0,010	6	0,900	0,011	1.800	18,0
Bauteildicke [m]		<b>0,670</b>					

Abbildung 78: Konstruktion und U-Wert-Berechnung für Bauteil AW-01 Variante 1

### Kurzbeschreibung der Sanierungsmaßnahme

Dämmung der Außenwand mittels Konstruktionsstyp 1 aufgrund hoher Wandstärke und entsprechend bereits bestehender tiefer Fensterlaibungen. Einhaltung der Mindestanforderung für die Dämmung gemäß dargestellter U-Wert-Berechnung.

### Konstruktive und wirtschaftliche Betrachtung

Tragfähigkeit des Mauerwerks ist gegeben. Fensteröffnungen sind großflächig vorhanden, Ausschnitte in der Dämmebene können aufgrund des flexiblen Zuschnitts der Schilfrohrplat-

ten präzise und kosteneffizient gesetzt werden. Aufgrund der hohen Anzahl an Mauerdurchbrüchen muss allerdings eine erhöhte Anzahl von Befestigungsmitteln angenommen werden, welche sich negativ auf die Kostenbilanz auswirkt. Die Dämmung über den horizontalen Mauerversprung (Reduktion von 50 zu 30cm Mauerstärke) vom ersten zum zweiten Geschoss muss weiterhin konstruktiv mit berücksichtigt werden.

### Architektonische Betrachtung

Die bereits vorhandene hohe Mauerstärke des Bauteils bewirkt bei zusätzlicher Dämmung sehr schlechte Belichtungsverhältnisse aufgrund der großen Laibungstiefen. Das Kastenfensterprinzip sollte daher erhalten bleiben, um die Fenster möglichst weit nach außen in die Dämmschichtebene versetzen zu können und einen maximalen Lichteinfall zu bewirken.

Bauteil AW-02 - Wandstärke: 50 cm (teilweise 30 cm)				
Bruttofläche	Fensterfläche	Nettofläche	U-Wert Bestand	U-Wert Variante 1
[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	[W/m <sup>2</sup> K]
22,73	0	22,73	1,090	0,163

Tabelle 7: Bauteil AW-02 Variante 1

### Konstruktiver Aufbau und U-Wert-Berechnung

Bauteilbezeichnung: <b>AW-02 Variante 1 Konstruktionstyp 2</b>	
Bauteiltyp: <b>Außenwand</b>	
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert 0,16 [W/m<sup>2</sup>K]</b>	

Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	Anteil	ρ	ρ*d
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.		Dichte	Flächengew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[%]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]
1	BIA Kalkputz	0,020	6	0,900		1.800	36,0
2	Vollziegelmauerwerk	0,500	8	0,700		1.600	800,0
3	Lignotrend dazw. Schilfgranulat		50	0,069	9,4	450	8,5
		0,200	2	0,045	90,6	150	27,2
5	Schilfplatte P.14, aussen	0,050	2	0,055		140	7,0
6	BIA - Luftporenkalkputz	0,025	6	0,400		1.300	32,5
7	BIA Kalkputz NHL 5	0,010	6	0,900		1.800	18,0
	Bauteildicke [m]	<b>0,805</b>					

Abbildung 79: Konstruktion und U-Wert-Berechnung für Bauteil AW-02 Variante 1

### Kurzbeschreibung der Sanierungsmaßnahme

Dämmung der Außenwand mittels Konstruktionstyp 2 aufgrund fehlender Fenster und somit einer lückenlos anwendbaren Dämmschichtebene. Verbesserung des Wärmedurchgangskoeffizienten um 75 %.

### Konstruktive und wirtschaftliche Betrachtung

Tragfähigkeit des Mauerwerks ist gegeben, daher ist die Anbringung der Stegträger problemlos durchführbar. Die unterschiedliche Wandstärke stellt für die Anwendung einer Außendämmung kein Hindernis dar, da zur Außenseite hin eine homogene Oberfläche vorliegt. Das vollständige Fehlen von Fenster- oder Türöffnungen macht eine sehr kosteneffiziente Anbringung des Systems möglich. Der Eckanschluss zu Bauteil AW-01 muss aufgrund des Systemwechsels gesondert betrachtet werden. Hierzu wurde eine konstruktive Detaillösung entwickelt (siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

### Architektonische Betrachtung

Die geschlossene Oberfläche dieses Bauteils ermöglicht eine vollflächige Anbringung des Wärmedämmverbundsystems ohne Unterbrechungen. Bei einer entsprechenden Anpassung der Dachkonstruktion an die erweiterten Außenabmessungen kann die angestrebte Dämmschichtstärke ohne Einbußen für das architektonische Gesamtbild ausgeführt werden.

Bauteil AW-03 - Wandstärke: 30 cm				
Bruttofläche	Fensterfläche	Nettofläche	U-Wert Bestand	U-Wert Variante 1
[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	[W/m <sup>2</sup> K]
36,14	1,615	34,525	1,584	0,171

Tabelle 8: Bauteil AW-03 Variante 1

### Konstruktiver Aufbau und U-Wert-Berechnung

Bauteilbezeichnung: <b>AW-03 Variante 1</b>	
Bauteiltyp: <b>Außenwand</b>	
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert            0,17 [W/m²K]</b>	

Konstruktionsaufbau und Berechnung								
	Baustoffschichten	d	$\mu$	$\lambda$	Anteil	$\rho$	$\rho \cdot d$	
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähigk.		Dichte	Flächengew.	
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[%]	[kg/m³]	[kg/m²]	
1	BIA Kalkputz	0,020	6	0,900		1.800	36,0	
2	Vollziegelmauerwerk	0,300	8	0,700		1.600	480,0	
3	Lignotrend dazw.		50	0,069	9,4	450	8,5	
	Schilfgranulat	0,200	2	0,045	90,6	150	27,2	
5	Schilfplatte, thermoplastgebunden	0,050	2	0,055		140	7,0	
6	BIA - Luftporenkalkputz	0,025	6	0,400		1.300	32,5	
7	BIA Kalkputz NHL 5	0,010	0	0,900		1.800	18,0	
Bauteildicke [m]		<b>0,605</b>						

Abbildung 80: Konstruktion und U-Wert-Berechnung für Bauteil AW-03 Variante 1

### Kurzbeschreibung der Sanierungsmaßnahme

Dämmung der Außenwand mittels Konstruktionstyp 2 aufgrund der im Verhältnis zu AW-01 und AW-02 geringeren Mauerstärke sowie aufgrund der geringen Fenster- und Türöffnungen. Verbesserung des spezifischen Wärmedurchgangskoeffizienten um den Faktor 9 aufgrund der geringeren Dämmwirkung der Bestandskonstruktion.

### Konstruktive und wirtschaftliche Betrachtung

Tragfähigkeit des Mauerwerks ist gegeben, daher ist die Anbringung der Stegträger problemlos durchführbar. Wiederum ist eine sehr kosteneffiziente Anbringung aufgrund weniger Unterbrechungen der Oberfläche möglich. Im Obergeschoß muss der seitliche Anschluss an die Mansarddachkonstruktion mit berücksichtigt werden, ist jedoch aufgrund der notwendigen Neuerrichtung des Dachstuhls rein planerisch und somit mit geringem zusätzlichem Kostenaufwand zu lösen. Eckanschlüsse im Regelgeschoß können als Standardlösung ausgeführt werden.

### Architektonische Betrachtung

Die fast gänzlich geschlossene Oberfläche dieses Bauteils ermöglicht eine vollflächige Anbringung des Wärmedämmverbundsystems ohne Unterbrechungen über beide Geschoßhöhen. Die Dachkonstruktion kann mittels konstruktiver Auskragungen nach Anbringung der Dämmkonstruktion die ursprünglich vorhandene Formgebung wieder erhalten und somit den Gesamtcharakter des Gebäudes stärken.

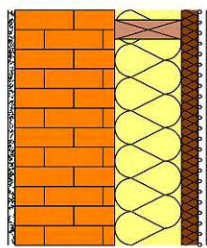


Bauteile AW-04 / AW-05 - Wandstärke: 30 cm				
Bruttofläche	Fensterfläche	Nettofläche	U-Wert Bestand	U-Wert Variante 1
[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	[W/m <sup>2</sup> K]
91,03	9,18	81,85	1,584	0,171

Tabelle 9: Bauteil AW-04 und AW-05 Variante 1

## Konstruktiver Aufbau und U-Wert-Berechnung

Siehe

Bauteilbezeichnung: <b>AW-03 Variante 1</b>	
Bauteiltyp: <b>Außenwand</b>	
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert 0,17 [W/m<sup>2</sup>K]</b>	

M 1 : 20

### Konstruktionsaufbau und Berechnung

	Baustoffschichten	d	μ	λ	Anteil	ρ	ρ*d
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähigk.		Dichte	Flächengew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[%]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]
1	BIA Kalkputz	0,020	6	0,900		1.800	36,0
2	Vollziegelmauerwerk	0,300	8	0,700		1.600	480,0
3	Lignotrend dazw.		50	0,069	9,4	450	8,5
	Schilfgranulat	0,200	2	0,045	90,6	150	27,2
5	Schilfplatte, thermoplastgebunden	0,050	2	0,055		140	7,0
6	BIA - Luftporenkalkputz	0,025	6	0,400		1.300	32,5
7	BIA Kalkputz NHL 5	0,010	0	0,900		1.800	18,0
	Bauteildicke [m]	<b>0,605</b>					

Abbildung 80 (Bauteil AW-03)

## Konstruktive und wirtschaftliche Betrachtung

Tragfähigkeit des Mauerwerks ist gegeben, daher ist die Anbringung der Stegträger problemlos durchführbar. Die im Erdgeschoßbereich des Bauteils AW-04 zahlreich vorhandenen und in ihren Abmessungen sehr unterschiedlichen Fenster stellen eine erhebliche Erhöhung des Aufwands bei der Ausführung der Dämmschicht dar, können aber aufgrund der nordseitigen Orientierung dieser Wandfläche und der damit nur geringen Bedeutung für die Belichtungssituation mit besonderer Beachtung auf die Dämmwirkung ausgeführt werden. Im Bereich des Obergeschoßes weisen die Bauteile AW-04 und AW-05 die gleiche konstruktive Ausformung aus und können daher identisch ausgeführt werden.

## Architektonische Betrachtung

Im Bauteil AW-04 erfordert der Übergang von Trauf- zu Giebelseite, welcher den Anschluss von Haupt- an den Nebentrakt äußerlich in der Fassadengestaltung sichtbar macht, sensible Lösungen bei den Anschlüssen an die Walmdachkonstruktion des Nebentrakts. Diese kön-

nen jedoch aufgrund der geplanten Neuerrichtung der Dachaufbauten sowohl im Haupt- wie im Nebentrakt planerisch ohne großen Zusatzaufwand eingearbeitet werden.

Für das Sanierungskonzept stellt die Beibehaltung der ursprünglichen Dachform inklusive des im Obergeschoß vorhandenen Mansarddaches, welches die Bauteile AW-04 und AW-05 in gleichem Maße betrifft, eine wesentliche Zielsetzung dar. Für die Umsetzung der Dachkonstruktion können Standardlösungen für Anschlüsse an Stegträgersysteme Verwendung finden.

### Darstellung der Ergebnisse

Die folgende Tabelle zeigt nochmals die durch das Sanierungskonzept für die Variante Außenwanddämmung erzielten Verbesserungen im Vergleich zu Bestand und geforderten Mindeststandards für die jeweiligen Bauteile.

Bauteil	Spezifizierung	Fläche [m <sup>2</sup> ]	U-Wert Bestand [W/m <sup>2</sup> *K]	U-Wert Anforderung [W/m <sup>2</sup> *K]	U-Wert Sanierung [W/m <sup>2</sup> *K]
AW-01	50 cm Wandstärke Südfassade Erdgeschoß	44,24	1,09	0,40	0,36
AW-02	50 cm Wandstärke Westfassade Erdgeschoß	28,56	1,09	0,40	0,16
AW-03	30 cm Wandstärke Ostfassade Erd- und Obergeschoß	34,52	1,58	0,40	0,17
AW-04	30 cm Wandstärke Nordfassade Erd- und Obergeschoß	67,55	1,58	0,40	0,17
AW-05	30 cm Wandstärke Südfassade Obergeschoß	14,35	1,58	0,40	0,17

Tabelle 10: U-Werte der Außenwandbauteile von Bestand, Anforderung und bei Anwendung von Sanierungsvariante 1

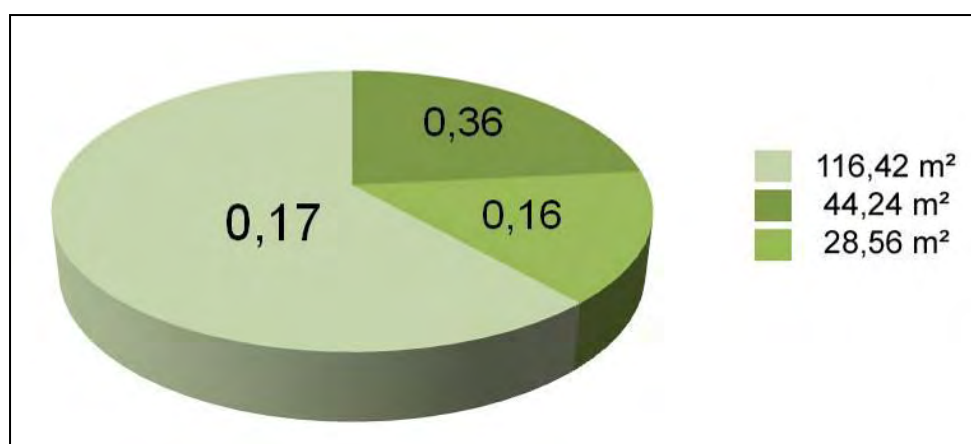


Abbildung 81: Flächenanteile der erreichten U-Werte (in  $W/m^2K$ ) der Außenmauern bei Außendämmung

## Auswertung der Energiekennzahl

Diese Variante erreicht eine Verringerung des Heizwärmebedarfs bei Anwendung aller beschriebenen Maßnahmen zur Dämmung der Außenwände um **42,1 %** ( $HWB_{\text{Bestand}} 452,56 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ ,  $HWB_{V1} 262,40 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ ).

Kombiniert man diese Maßnahmen mit der im Vorkapitel dargestellten Konzeption zur Dämmung der übrigen Bauteile nach möglichst effizienten Kriterien, so erhält man als Gesamtergebnis für den Heizwärmebedarf des sanierten Gebäudes den Wert von  $45,03 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ , was einer Verbesserung um insgesamt **90,05 %**, also um den **Faktor 10** entspricht. Da die Grundlage dieser Berechnung noch auf die Verwendung einer Komfortlüftung mit Wärmerückgewinnung verzichtet, so dass von einer Luftwechselzahl von  $0,4$  ausgegangen wird, kann bei Anwendung einer solchen Lüftungsanlage ein noch höheres Einsparungspotential erreicht werden.

## Ökologische Betrachtung

Berücksichtigt man den  $CO_2$ -Äquivalenzwert anhand des Dämmstoffs Schilfs, kann eine Quantifizierung hinsichtlich der Klimaschutzrelevanz der Sanierung der Außenwand vollzogen werden.

Aus diesem Grund erfolgt eine Berechnung der zur Erstellung der Dämmung benötigten Mengen an Schilfrohr.

Gesamtfläche Außenwand gedämmt mit Konstruktionstyp 1:	44,20 $m^2$
Ausgeführte Schichtstärke der Dämmung:	10,00 cm
Gesamtfläche Außenwand gedämmt mit Konstruktionstyp 2:	144,98 $m^2$
Ausgeführte Schichtstärke der Dämmung:	25,00 cm
Abzüge durch Stegrägerdämmung:	- 2 cm (8% Volumenanteil)
Resultierendes benötigtes Dämmstoffvolumen:	37,76 $m^3$

Aufgrund der Rohdichte von  $150 \text{ kg / m}^3$  sowie des  $CO_2$ -Äquivalenzwertes von  $-1,60 \text{ kg}$  (Quelle: IBO-Baustoffkatalog), was einer effektiven  $CO_2$ -Speicherung anstatt des bei konventionellen Dämmstoffen üblicherweise anzutreffenden Verbrauchs von  $CO_2$  entspricht, ergibt sich eine **Gesamtspeicherung von 9,1 t  $CO_2$** .

## Variante 2 – Innendämmung

Während der baulichen Bestandserhebung wurden sämtliche Innenoberflächen der Außenwände bezüglich ihrer Oberflächengestaltung untersucht und dokumentiert. Das Ergebnis zeigte sehr homogen verlaufende Ausgestaltungen sowie einen gleichmäßigen konstruktiven Aufbau (Innenputzschicht auf Mauerwerk).

Nur im Erdgeschoßbereich gibt es durch die im Außenwandbereich anzutreffende Holzvertäfelung bis auf eine Höhe von 1,20 m über Bodenniveau einen Sonderfall.

Wiederum wurden Schilfrohrplatten als Sanierungsvariante für die Bewertung herangezogen:

- 1 cm Kalkputz Vorspritzer auf Bestandsmauerwerk
- 5,5 cm thermoplastgebundene Schilfrohrplatte, in die frische Putzschicht verpresst und verdübelt
- 3 cm Wärmedämmputz BIAtherm NHL 5
- 1 cm Oberputzschicht BIA Kalk-Feinputz

Die folgende schematische Darstellung zeigt in maßstabsgetreuem Verhältnis der Schichtstärken die geplanten Dämmmaßnahmen bei Anwendung als Innendämmung:

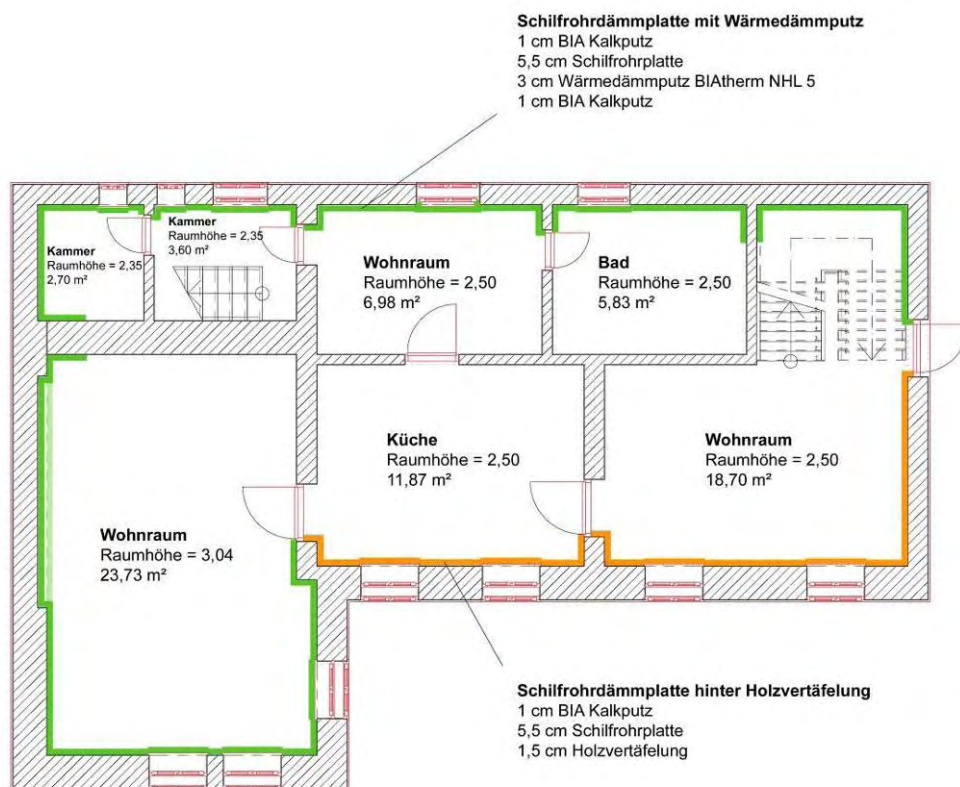


Abbildung 82: Konzept Innendämmung Anwendung im Erdgeschoß

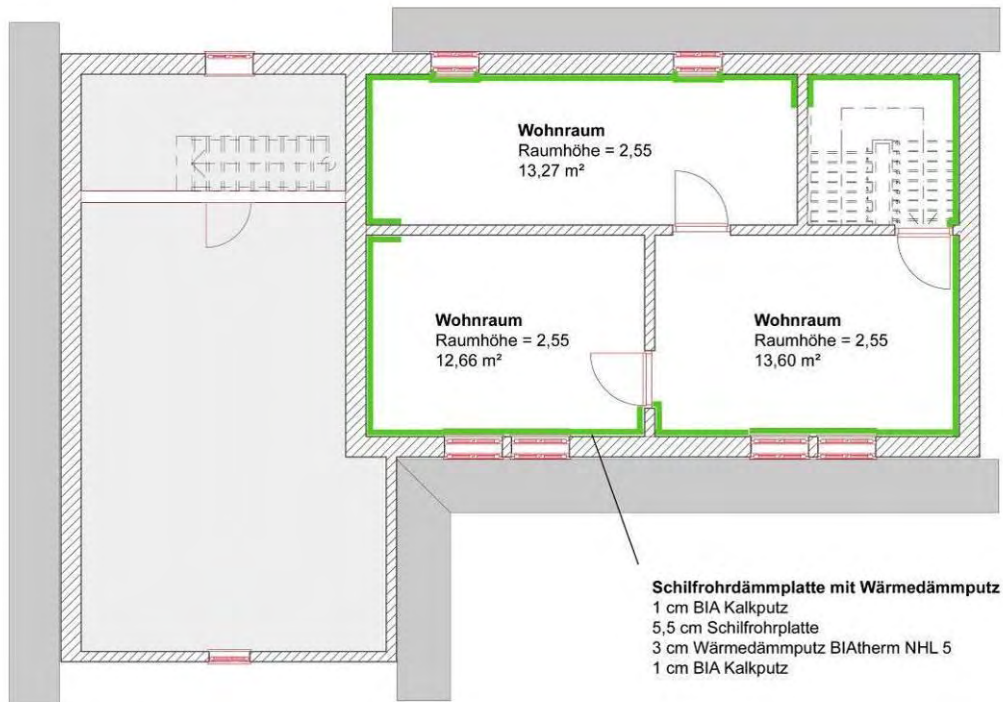


Abbildung 83: Konzept Innendämmung Anwendung im Obergeschoß

Nachfolgend werden die einzelnen Außenwandbauteile auf ihre Eignung zur Anwendung einer Innendämmung innerhalb des Sanierungskonzepts überprüft und bewertet.

<b>Bauteil AW-01 (unverdeckt) und AW-02 - Wandstärke: 50 cm</b>				
<b>Bruttofläche</b>	<b>Fensterfläche</b>	<b>Nettofläche</b>	<b>U-Wert Bestand</b>	<b>U-Wert Variante 1</b>
[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	[W/m <sup>2</sup> K]
30,01	3,385	26,63	1,090	0,393

Tabelle 11: Bauteil AW-01 Variante 2

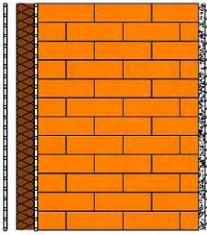
Bauteilbezeichnung: <b>AW-01 (unverdeckt) / AW-02 Variante 2</b>							
Bauteiltyp: <b>Außenwand</b>							
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b> berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert</b> <b>0,39 [W/m²K]</b>							
<b>Konstruktionsaufbau und Berechnung</b>							
	<b>Baustoffschichten</b>	<b>d</b>	<b>μ</b>	<b>λ</b>	<b>R = d / λ</b>	<b>ρ</b>	<b>ρ*d</b>
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähigk.	Durchlaßw.	Dichte	Flächengew.
<b>Nr</b>	<b>Bezeichnung</b>	<b>[m]</b>	<b>[-]</b>	<b>[W/mK]</b>	<b>[m²K/W]</b>	<b>[kg/m³]</b>	<b>[kg/m²]</b>
1	BIA Kalkputz NHL 5	0,010	6	0,900	0,011	1.800	18,0
2	Biatherm NHL 5	0,030	15	0,080	0,375	350	10,5
3	Schilfplatte, thermoplastgebunden	0,055	2	0,055	1,000	140	7,7
4	BIA Kalkputz NHL 5	0,010	6	0,900	0,011	1.800	18,0
5	Vollziegelmauerwerk	0,500	10	0,700	0,714	1.600	800,0
6	Biatherm NHL 5	0,020	15	0,080	0,250	350	7,0
7	BIA Kalkputz NHL 5	0,010	6	0,900	0,011	1.800	18,0
	<b>Bauteildicke [m]</b>	<b>0,635</b>					

Abbildung 84: Konstruktiver Aufbau und U-Wert von AW-01 und AW-02 Variante 2

### Kurzbeschreibung der Sanierungsmaßnahme

Dämmung der Innenseite der 50 cm starken Außenwände AW-01 und AW-02 für Innendämmung. Aufgrund der hohen Wandstärken und entsprechend bereits bestehender tiefer Fensterlaibungen (im Bauteil AW-01) wird eine Dämmschichtstärke von insgesamt 10,5 cm gewählt. Die Verwendung der optional verfügbaren Wandheizungsmodule ist möglich und eignet sich vor allem bei Bauteil AW-02, da keine Fensterflächen vorhanden sind und die Module großflächig angebracht werden können.

### Konstruktive und wirtschaftliche Betrachtung

Die Heranführung der Dämmschicht an die Fenster in Bauteil AW-01 muss gesondert gelöst werden. Die Dämmschicht kann im Laibungsbereich ohne die Schilfdämmplatte, aber mittels einer erhöhten Putzschichtdicke ausgeführt werden. Wirtschaftlich zeigt diese Variante aufgrund der unkompliziert anwendbaren Systemlösung keine Nachteile gegenüber der Außendämmvariante auf.

### Architektonische Betrachtung

Die Fensteröffnungen dürfen durch die Heranführung der Innendämmschicht nicht unvorteilhaft verkleinert werden, daher muss eine angemessene Putzschichtdicke gewählt werden. Der Übergang von gedämmter Außenwand zu ungedämmten Innenwänden kann sauber und fugenfrei durch homogenen Innenputzauftrag ausgeführt werden.

Bauteil AW-01 - Wandstärke: 50 cm mit innenseitiger Holzvertäfelung				
Bruttofläche	Fensterfläche	Nettofläche	U-Wert Bestand	U-Wert Variante 1
[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	[W/m <sup>2</sup> K]
23,83	3,5	20,33	1,090	0,442

Tabelle 12: Bauteil AW-01 Variante 2 – Sonderfall Holzvertäfelung

### Konstruktiver Aufbau und U-Wert-Berechnung

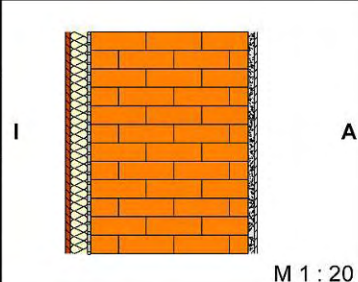
Bauteilbezeichnung: <b>AW-01 Variante 2 Sonderfall Holzvertäfelung</b>							
Bauteiltyp: <b>Außenwand</b>							
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert 0,44 [W/m<sup>2</sup>K]</b>							
Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	R = d / λ	ρ	ρ*d
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähigk.	Durchlaßw.	Dichte	Flächengew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[m <sup>2</sup> K/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]
1	Holzvertäfelung	0,015	50	0,140	0,107	450	6,8
2	Schilfplatte, thermoplastgebunden	0,055	2	0,055	1,000	140	7,7
3	BIA Kalkputz NHL 5	0,010	6	0,900	0,011	1.800	18,0
4	Vollziegelmauerwerk	0,500	10	0,700	0,714	1.600	800,0
5	Biatherm NHL 5	0,020	15	0,080	0,250	350	7,0
6	BIA Kalkputz NHL 5	0,010	6	0,900	0,011	1.800	18,0
Bauteildicke [m]		<b>0,610</b>					

Abbildung 85: Konstruktiver Aufbau und U-Wert von AW-01 Variante 2 hinter einer Holzvertäfelung

### Kurzbeschreibung der Sanierungsmaßnahme

Die im Erdgeschoß anzutreffende Holzvertäfelung vom Boden bis auf eine Höhe von etwa 1,20 m soll aufgrund des guten Zustands erhalten und in die Neugestaltung übernommen werden. Daher wird eine abgewandelte Version der Innendämmvariante ausgeführt, indem auf die abschließende Putzoberfläche verzichtet und stattdessen die Schilfrohrplatte direkt unter der Holzvertäfelung angebracht wird. Eine Anwendung der Wandheizungsmodule ist in diesem Bereich nicht sinnvoll, da es aufgrund der Temperatureinwirkung zu Spannungen im Holz und entsprechender Spaltbildung kommen könnte.

### Gesonderte Betrachtung des Dampfdiffusionsverhaltens

Die Betrachtung des bei diesem Bauteil bei der Anwendung der vorgeschlagenen Sanierungsvariante auftretenden Dampfdiffusionsverhaltens ergab einen erhöhten Wert des anzunehmenden anfallenden Oberflächenkondensats im kritischen Monat Jänner. Dieser Wert allein jedoch kann aufgrund der ausreichenden Austrocknungskapazität des Wandaufbaus vernachlässigt werden. Somit kann eine bauphysikalische Unbedenklichkeit des vorgeschlagenen Wandaufbaus angenommen werden.

Bauteile AW-03 / AW-04 / AW-05 - Wandstärke: 30 cm				
Bruttofläche	Fensterfläche	Nettofläche	U-Wert Bestand	U-Wert Variante 1
[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	[W/m <sup>2</sup> K]
144,08	12,3	131,78	1,584	0,441

Tabelle 13: Bauteil AW-03/AW-04/AW-05 Variante 2

### Konstruktiver Aufbau und U-Wert-Berechnung

Bauteilbezeichnung: <b>AW-03 / AW-04 / AW-05 Variante 2</b>							
Bauteiltyp: <b>Außenwand</b>							
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert 0,44 [W/m<sup>2</sup>K]</b>							
Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	R = d / λ	ρ	ρ*d
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähigk.	Durchlaßw.	Dichte	Flächengew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[m <sup>2</sup> K/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]
1	BIA - Kalkputz	0,010	6	0,900	0,011	1.800	18,0
2	Biatherm NHL 5	0,030	15	0,080	0,375	350	10,5
3	Schilfplatte, thermoplastgebunden	0,055	2	0,055	1,000	140	7,7
4	BIA - Kalkputz	0,010	6	0,800	0,013	1.800	18,0
5	Vollziegelmauerwerk	0,300	10	0,700	0,429	1.600	480,0
6	Biatherm NHL 5	0,020	15	0,080	0,250	350	7,0
7	BIA - NHL 5	0,010	6	0,800	0,013	1.800	18,0
	Bauteildicke [m]	<b>0,435</b>					

Abbildung 86: Konstruktiver Aufbau und U-Wert von AW-03/AW-04/AW-05 bei Innendämmung

### Kurzbeschreibung der Sanierungsvariante

Die Innendämmung wird mit den vorgesehenen Schichtstärken wie bei AW-01 im Bereich ohne Holzvertäfelung durchgeführt.

### Konstruktive und wirtschaftliche Betrachtung

Die Anbringung von Schilfdämmplatten ist wie bei Bauteil AW-01 im unverdeckten Bereich aufgrund guter Untergrundfestigkeiten in allen Bauteilen problemlos möglich. Die unterschiedlichen Fensterabmessungen im Erdgeschoßbereich des Bauteils AW-04 müssen mit leicht erhöhtem Arbeitsaufwand in der Dämmschichtebene eingearbeitet werden.

### Architektonische Betrachtung

Die fast gänzlich geschlossene Oberfläche dieses Bauteils ermöglicht eine vollflächige Anbringung eines Wärmedämmverbundsystems ohne Unterbrechungen über beide Geschoßhöhen. Die Dachkonstruktion kann mittels konstruktiver Auskragungen nach Anbringung der Dämmkonstruktion die ursprünglich vorhandene Formgebung wieder erhalten und somit den Gesamtcharakter des Gebäudes stärken.



## Ergebnisdarstellung

Die folgende Tabelle zeigt nochmals alle optimierten U-Werte im Vergleich zu den ursprünglich vorhandenen Werten sowie die relevanten Kenndaten der Bauteile für das vorgeschlagene Sanierungskonzept der Variante Innendämmung.

Bauteil	Spezifizierung	Fläche [m <sup>2</sup> ]	U-Wert Bestand [W/m <sup>2</sup> *K]	U-Wert Sanierung [W/m <sup>2</sup> *K]
AW-01 AW-02	50 cm Wandstärke Südfassade Erdgeschoß	26,63	1,09	0,36
AW-01	50 cm Wandstärke Westfassade Erdgeschoß <b>holzvertäfelt</b>	20,33	1,09	0,44
AW-03 AW-04 AW-05	30 cm Wandstärke Ost- / Süd- / Westfassade Erd- und Obergeschoß	131,78	1,58	0,44

Tabelle 14: U-Werte der Bauteile nach Sanierungsvariante 2

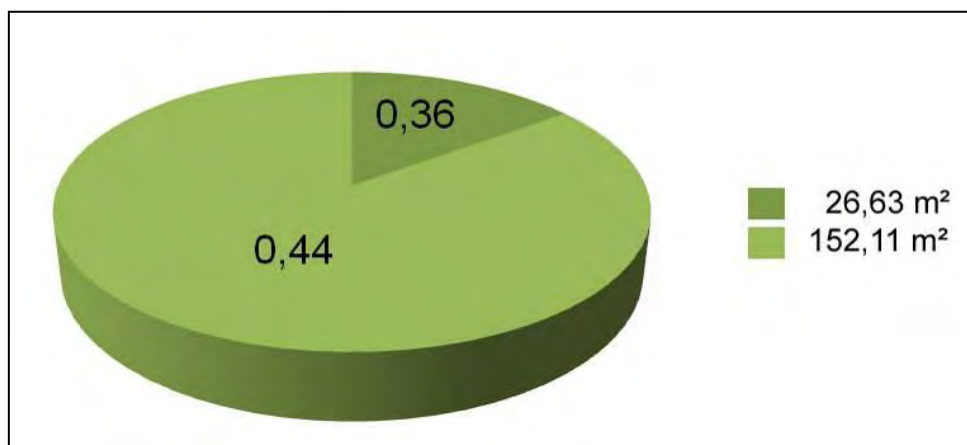


Abbildung 87: Flächenanteile der erreichten U-Werte (in W/m<sup>2</sup>K) der Außenmauern bei Außendämmung

### Auswertung der Energiekennzahl

Diese im Sanierungskonzept „Innendämmung“ vorgeschlagenen Maßnahmen können bei Betrachtung des Heizwärmebedarfs folgendermaßen gewichtet werden:

Die Variante erreicht bei ausschließlicher Betrachtung der Dämmung der Außenwände ohne weitere Maßnahmen eine Verringerung des Heizwärmebedarfs im Verhältnis zum Wert des Bestandsbaus um **33,04 %** ( $HWB_{\text{Bestand}} 452,56 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ ,  $HWB_{V2.1} 303,06 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ ).

Sofern man die thermische Sanierung der für die Anwendung der Innendämmung nicht relevanten Bauteile mit einbezieht, errechnet sich eine Verbesserung um insgesamt **80,8 %** ( $HWB_{\text{Bestand}} 452,56 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ ,  $HWB_{V2.2} 86,68 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ ).

## Ökologische Betrachtung

Unter Berücksichtigung der Primärenergieinhalte des verwendeten Dämmstoffs Schilfs sowie des CO<sub>2</sub>-Äquivalenzwerts können die klimarelevanten Auswirkungen dieser Sanierungsvariante quantifiziert werden. Hierzu erfolgt eine Betrachtung der zur Erstellung der Dämmung benötigten Mengen an Schilfrohr.

Gesamtfläche der zu dämmenden Außenwand (netto):	259,66 m <sup>2</sup>
Flächenzuschlag für Dämmung von Innenwandanschlüssen:	55,00 m <sup>2</sup>
Ausgeführte Schichtstärke der Dämmung:	5,50 cm
Resultierendes benötigtes Dämmstoffvolumen:	15,73 m <sup>3</sup>

Aufgrund der Rohdichte von 150 kg / m<sup>3</sup> sowie des CO<sub>2</sub>-Äquivalenzwertes von -1,60 kg (Quelle: IBO-Baustoffkatalog), was einer effektiven CO<sub>2</sub>-Speicherung anstatt des bei konventionellen Dämmstoffen üblicherweise anzutreffenden Verbrauchs von CO<sub>2</sub> entspricht, ergibt sich eine Gesamtspeicherung von 3,8 t CO<sub>2</sub>.

## Abschließende Bewertung – Sanierungskonzept 2 – Innendämmung

Sowohl die resultierenden Energiekennzahlen wie auch das berechnete bauphysikalische Profil der Wandaufbauten zeigen die Eignung der entwickelten Systemlösung zur Innendämmung für den Einsatz im Sanierungsbereich. Trotz eines sehr dünnen Dämmschichtaufbaus kann eine relevante Verbesserung des Heizwärmebedarfs erreicht und gleichzeitig aufgrund des Systemaufbaus sehr sensibel auf die bestehende Wandkonstruktion reagiert werden.

## Bewertung der Sanierungsvarianten

Der Vergleich der beiden entwickelten Sanierungsvarianten zeigt eine eindeutige Zuweisbarkeit der verschiedenen Systemlösungen für typische Anwendungsfälle.

Während die Außendämmung auch für architektonisch anspruchsvolle Fassadengestaltungen eine Option darstellt, kann dies in Extremfällen eine eingeschränkte Dämmwirkung bewirken und nur bei gleichzeitigem möglicherweise sehr hohem konstruktiven Aufwand geschehen. Die Eignung für Dämmung von Außenwänden mit weniger anspruchsvollen architektonischen Formgebungen hingegen wird durch die einfache Konstruktionsweise sowie den wärmebrückenoptimierten Aufbau voll erfüllt. Gerade anhand des konkreten Sanierungsobjekts wurden durch die verschiedenartigen formalen und konstruktiven Ausprägungen der Außenwandbauteile die vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten sichtbar.

Am Bestandsbau führte die beispielhafte Anwendung der Innendämmvariante zu einer deutlichen Verbesserung der Energiekennzahl, jedoch kann das volle Potential nicht ganz dargestellt werden, da keine denkmalschutztechnischen Auflagen berücksichtigt werden mussten und die bestehende Innenraumgestaltung nur in unerheblichem Maße zusätzliche Anforderungen an den Dämmschichtaufbau stellte.

Die folgende Tabelle fasst nochmals alle wichtigen Kriterien für die Bewertung der beiden Sanierungsvarianten zusammen, um einen abschließenden Vergleich zu ermöglichen.

<b>Kriterium</b>	<b>Variante Außendämmung</b>	<b>Variante Innendämmung</b>
Dämmwirkung	variabel ausführbar, hohe Dämmwirkung erzielbar	eingeschränkte Dämmwirkung aufgrund beschränkter Dämmstärken
Materialmix	hohe Anzahl an verschiedenen Komponenten	sehr geringer Materialmix
Rückbau / Recycling	sehr gut möglich, da fast alle Verbindungen wieder gelöst werden können (Stegträger, Verdübelung)	gut möglich, jedoch müssen Übergänge in der Putzschicht von gedämmtem zu ungedämmtem Bereich beachtet werden
Architektonische Gestaltungsmöglichkeiten	gut möglich durch flexible Komponentenkombination	sehr gut möglich durch variable Putzstärken und Verwendung einzelner Komponenten
Bauphysikalisch unbedenklicher Aufbau	gänzlich dampfdiffusionsoffen, bei Bedarf kann Oberputz leicht hydrophobiert werden	Oberputz sollte leicht hydrophobiert werden, Gesamtdämmstärke muss auf Bestandswerte angepasst werden um Kondenswasserbildung zu vermeiden

Tabelle 15: Bewertung der Sanierungsvarianten Innen- und Außendämmung

Der für Wärmedämm-Verbundsysteme als wesentliches Bewertungskriterium zu sehende Wert der Energieeinsparung infolge einer effizienten Dämmwirkung soll nochmals gesondert anhand der Heizwärmebedarfswerte dargestellt und verglichen werden. Dem nachfolgenden Diagramm können die aus den Sanierungsmaßnahmen resultierenden Heizwärmebedarfswerte als Kennzahlen für die erzielbare thermische Sanierung entnommen werden.

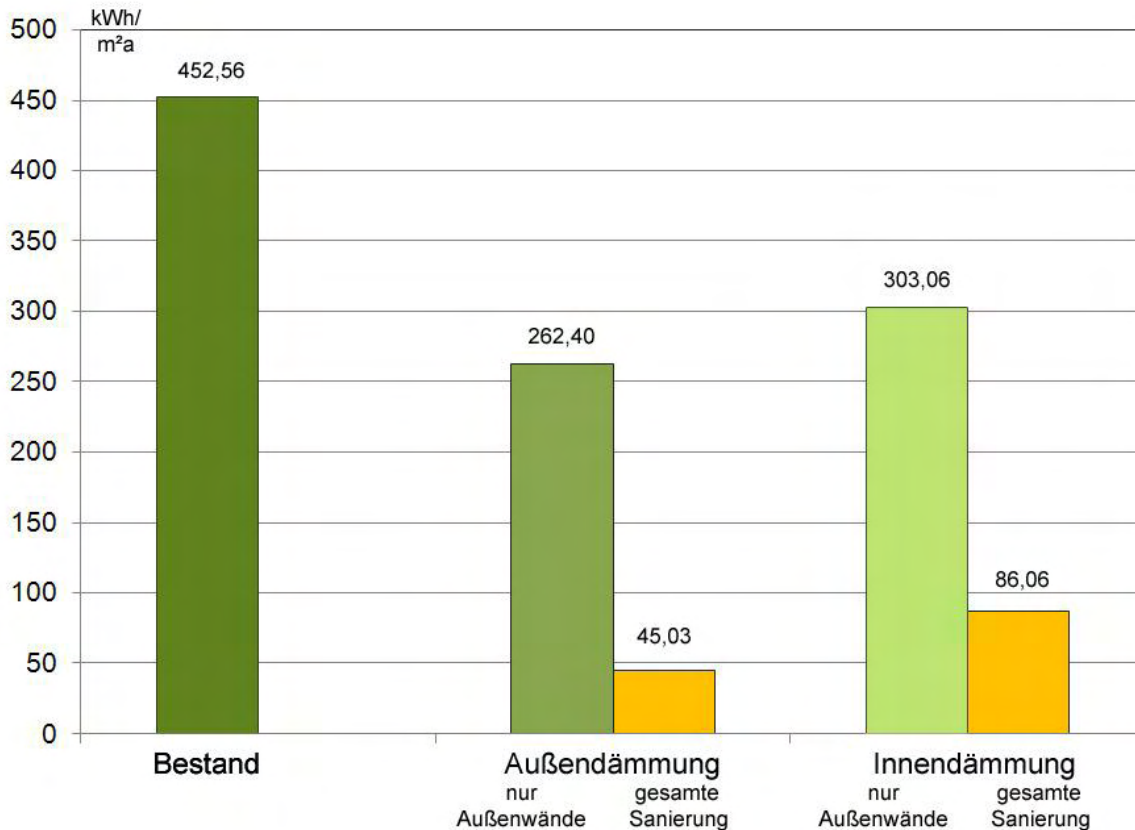


Abbildung 88: Vergleich der HWB-Werte von Bestand und Sanierungsvarianten

## Ökologische Betrachtung

Betrachtet man das Klimaschutzpotential der dargestellten thermischen Sanierungsvarianten, so kann anhand der CO<sub>2</sub>-Äquivalenzwerte allein ein klarer positiver Effekt bei beiden Varianten nachgewiesen werden.

Der große Vorteil von Baustoffen aus nachwachsenden Rohstoffen, die Speicherung von CO<sub>2</sub> im verbauten Zustand, zeigt sich am Rohstoff Schilf ganz besonders evident, so können allein bei dem hier dargestellten Sanierungsvorhaben mit einer Grundfläche von 154,28 m<sup>2</sup> abhängig von der Sanierungsvariante die folgenden Mengen CO<sub>2</sub> aus der Luft gebunden und permanent gespeichert werden.

Innendämmung	15,73 m <sup>3</sup> Dämmstoff:	<b>3,8 t CO<sub>2</sub></b>
Außendämmung	37,76 m <sup>3</sup> Dämmstoff:	<b>9,1 t CO<sub>2</sub></b>

### *Zum Vergleich:*

Eine Dämmung mit EPS auf denselben thermischen Sanierungsstandard brächte statt einer CO<sub>2</sub>-Einsparung eine zusätzliche Produktion von 3,1 t CO<sub>2</sub>, was einem Unterschied zu der Schilfdämmstoff-Variante für Außendämmung von insgesamt **12,2 t CO<sub>2</sub>** entspricht.

### 3. Sanierungskonzept für die Lehrbaustelle Sarleinsbach

Im Gegensatz zum Sanierungskonzept der Lehrbaustelle Niederösterreich (Böheimkirchen) liegt der Schwerpunkt der Lehrbaustelle in Oberösterreich (Standort Sarleinsbach) auf der praktischen Wissensvermittlung während der Errichtungsphase.

Aus diesem Grund wurde von Beginn der Konzeption an ein Hauptaugenmerk auf eine effiziente Zonierung verschiedener „Bauteil-Schwerpunkte“ gelegt. So finden sich mehrere Varianten des Bauteils bzw. der Prototypen-Kategorie „Außenwand – Außendämmung“ an einer Fassadenseite. An der gegenüberliegenden Fassadenseite hingegen werden Lösungen zur Innendämmung demonstriert, so dass keine Überlappungen den Lehrbetrieb auf der Lehrbaustelle stören können und die ständige Zugänglichkeit sowie eine parallel ablaufende Bearbeitung unterstützt werden.

#### Beschreibung des Sanierungsobjekts

Das Sanierungsobjekt ist ein in Massivbauweise errichtetes ehemaliges Wohn- und Arbeitsgebäude auf dem Areal der Firma „Naturbaustoffe Scharinger“ in Sarleinsbach. Das im Jahr 1948 errichtete Gebäude weist eine Bruttogrundfläche von insgesamt 122,5 m<sup>2</sup> auf und verfügt zusätzlich über einen nicht ausgebauten (nicht gedämmten) Dachstuhl mit ausreichender Raumhöhe um die Nutzbarkeit im sanierten Zustand zu gewährleisten.



Abbildung 89: Ansicht Sanierungsobjekt „Lehrbaustelle Sarleinsbach“

In der folgenden Tabelle findet sich die Bewertung des Sanierungspotenzials anhand der für diese Lehrbaustelle spezifisch angewandten Schwerpunktlegung „Optimale Bedingung für das Praxistraining“.

Kategorie	Bewertung	Begründung
thermisches Sanierungspotential	sehr hoch	U-Werte der Außenwände bei > 1,0 W/mK Innenwände nur verputzt (Kalkputz) Homogene Konstruktionen Geringe Bauschäden (minimaler Vorbereitungsaufwand)
Bewertung der räumlichen Nutzbarkeit	hoch	Gleichmäßig große Innenräume mit verhältnismäßig großen Fenstern Große, ebene Außenwandflächen mit gleichmäßig verteilten Fenstern Gute Zugänglichkeit zu allen relevanten Bauteilen Vorteilhafte Rückbauaspekte des Bestandsbaus (z.B. Sägespäne als Schüttung in der Zwischendecke)
Bewertung der gegebenen Infrastruktur (im Hinblick auf optimale Baustellenlogistik)	Sehr hoch	Direkte Anbindung an Infrastruktur des Subauftragnehmers „Naturbaustoffe Scharinger“ Elektrische Installationen in gutem Zustand Sicherheitsfaktoren gegeben (Konstruktive wie personelle Brandschutzmaßnahmen auf dem Gelände verfügbar)
bauphysikalische Eignung für Bau- und Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen	hoch	gute Dampfdiffusionsoffenheit durch reines Ziegelmauerwerk mit Kalkputz außen und innen vorhandene Kunststoff-Fenster werden teilweise durch Kastenfenster-Prototypen ersetzt
Verbreitungswirkung	sehr hoch	Positive Verbreitungswirkung durch zentralen und strategischen Stützpunkt im Bereich Mühlviertel (z.B. LeaderBüro Donau-Böhmerwald) sowie vorhandene Infrastruktur des Subauftragnehmers „Naturbaustoffe Scharinger“ und des Projektpartners BMA (Hr. Alfred Ruhdorfer)

Tabelle 16: Bewertung zur Auswahl des Sanierungsobjekts

Durch die nur teilweise durchgeführte Sanierung (Bauteilbezogen) war die Berechnung der Heizenergieeinsparung des gesamten Gebäudes nicht möglich bzw. sinnvoll.

Es wurden jedoch bauteilspezifische Berechnungen durchgeführt um das Sanierungspotenzial der einzelnen Sanierkonstruktionen darzustellen.

Die **Aufteilung in Zonen bzw. „Stationen“** war daher zentraler Aspekt der im folgenden dargestellten Konzeptionierung.

## Bestandserhebung und Substanzsicherung

Grundlage einer jeden Sanierungsmaßnahme bei möglicherweise beschädigter Altbausubstanz muss eine umfassende Erhebung und Darstellung des Gebäudebestands sein um eine

verlässliche Planungsgrundlage für alle nachfolgenden Sanierungsarbeiten zu erhalten. Als unterstützender Maßnahmenkatalog kann in Österreich die ÖNORM B 3355-1 (Trockenlegung von feuchtem Mauerwerk - Teil 1: Bauwerksdiagnose und Planungsgrundlagen) als Grundlage herangezogen werden.

Des Weiteren empfiehlt sich beispielsweise zur Bestimmung der möglicherweise im Objekt enthaltenen Schadstoffe die Anwendung eines Schadstoffkatalogs (z.B. der im Jahr 2011 erstellte Katalog aus dem Projekt EnBA, Quelle: RMA, EU-LIFE-Projekt „EnBA“ Web: <http://rma.enba.at> )

Folgende notwendige Arbeitsschritte wurden in die Bestandsaufnahme des Sanierungsobjekts „Lehrbaustelle Sarleinsbach“ integriert:

6. Sichtung bestehenden Planmaterials
7. Erhebung der Wand- und Deckenaufbauten sowie der Fundamentierung
8. Ergänzung nicht vorhandener Plandetails (händisch, Skizzenform)
9. Ergebnisauswertung und Maßnahmenkatalog zur Substanzsicherung

### **Bestandsdarstellung in Plan und Beschreibung**

Wie bereits beschrieben dient das ehemalige Wohn- und Arbeitsgebäude auf dem Anwesen der Firma „Naturbaustoffe Scharinger“ als Lehrbaustelle zur Erprobung der in der späteren Phase mit vollem Innovationsgehalt realisierten Prototypen, sowie als Schwerpunkt zur Durchführung der Praxistrainings am Standort Oberösterreich.

Nach der Errichtung im Jahre 1949 wurde das Gebäude mehrfach saniert, zuletzt wurde im Laufe der 1990er Jahre der Außenputz mit einem neuen Farbanstrich versehen sowie neue (Kunststoff-)Fenster in sämtlichen Außenwänden eingebaut.







Abbildung 92: Sicht Richtung Norden auf angrenzendes Grundstück mit deutlicher Hanglage

Das zur Verfügung stehende Planmaterial zeigt die sehr einfach strukturierte Raumaufteilung sowie das für die optimale Trainingsdurchführung vorteilhafte Erschließungskonzept.

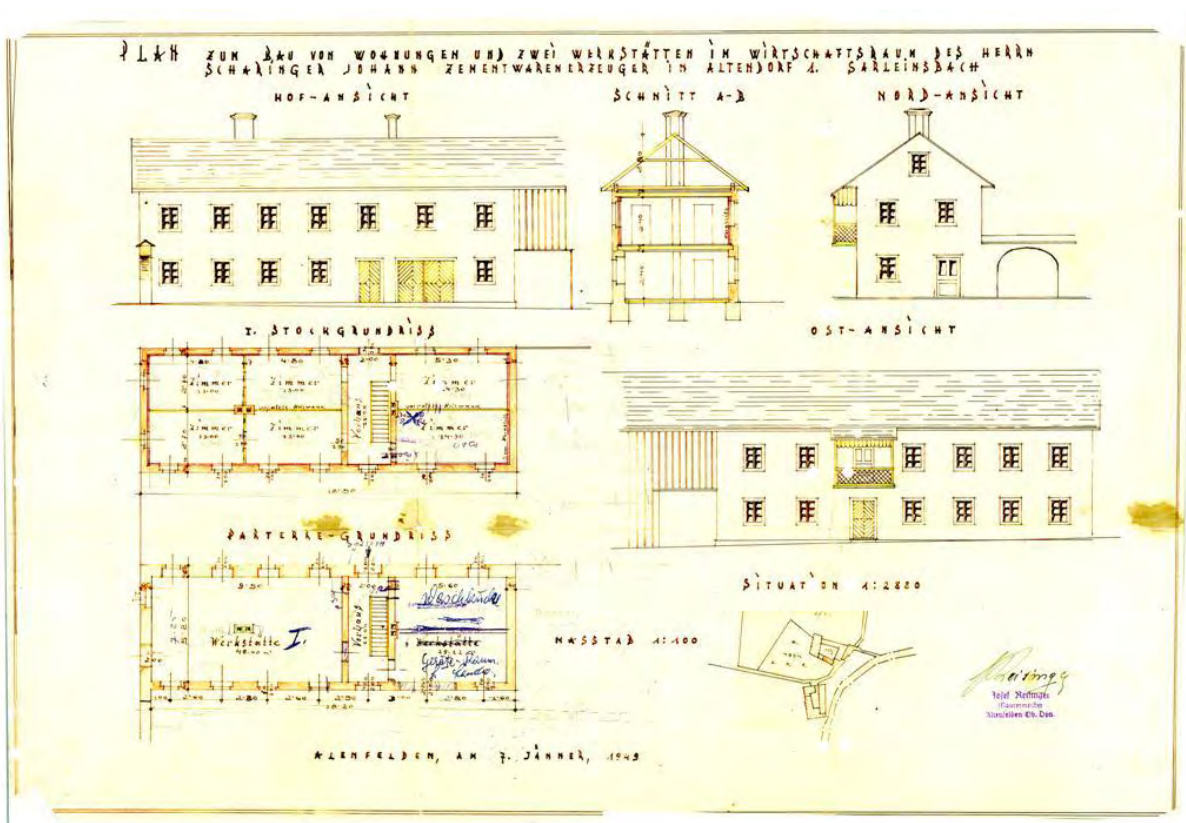


Abbildung 93: Original Einreichplan der Lehrbaustelle (Format DIN A2)

Die Raumaufteilung entspricht einer Konzeption typischer Einliegerwohnungen, so dass stets größere Bereiche von einem zentralen Punkt aus betretbar gemacht werden. Im Erdgeschoß (Parterre, siehe Abb. 6) wurde ein großer Aufenthaltsraum mit zentral liegendem Kamin vorgesehen. Hingegen wurde im Obergeschoß eine Aufteilung dieser Fläche auf 4 Räume realisiert, welche voneinander getrennt diesen Abschnitt in eine östlich und eine westlich gelege-

ne Einliegerwohnung trennen. Der Kamin wurde entsprechend ausgelegt, um beiden Einliegerwohnungen den Betrieb einer Feuerstelle zu ermöglichen.

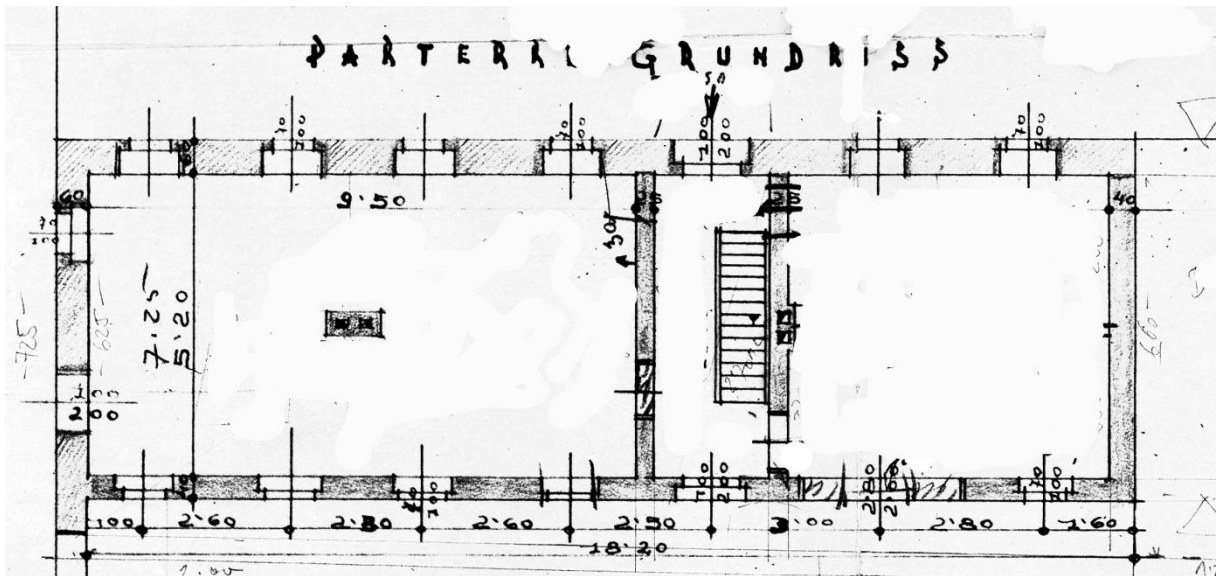


Abbildung 94: Grundriss Erdgeschoß (Bestand)

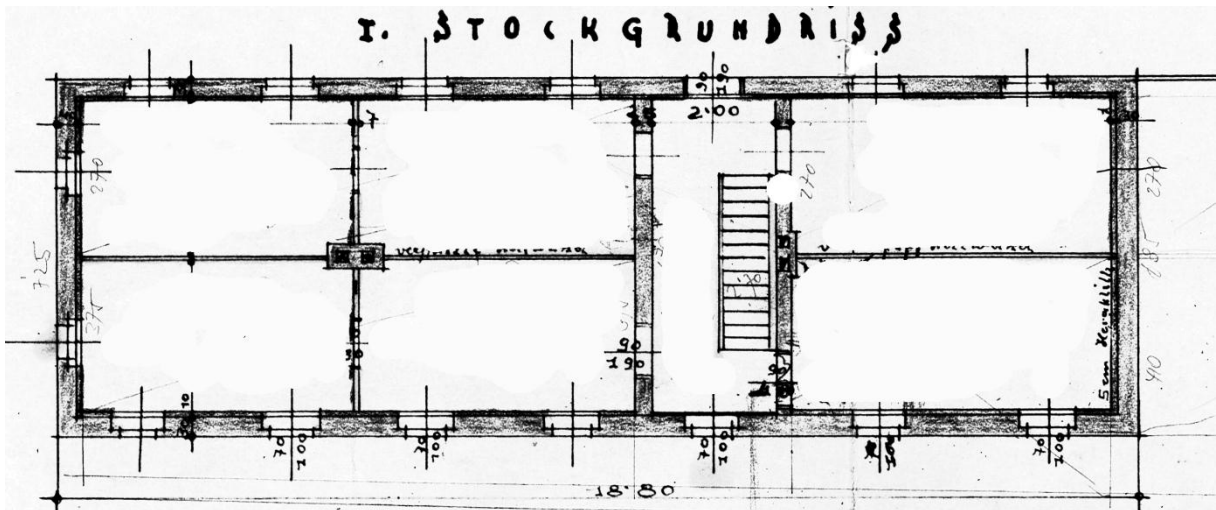


Abbildung 95: Grundriss Obergeschoß (Bestand)

Die Raumgröße im Obergeschoß beträgt jeweils 10,5m<sup>2</sup> (siehe auch Abbildung 95), was für Kleingruppen (1 Trainer, 2-3 Kursteilnehmer) die Minimalanforderung darstellt. Jedoch muss hier bereits auf eine getrennte Lagerfläche geachtet werden, um den störungsfreien Ablauf der Trainingseinheiten zu garantieren.

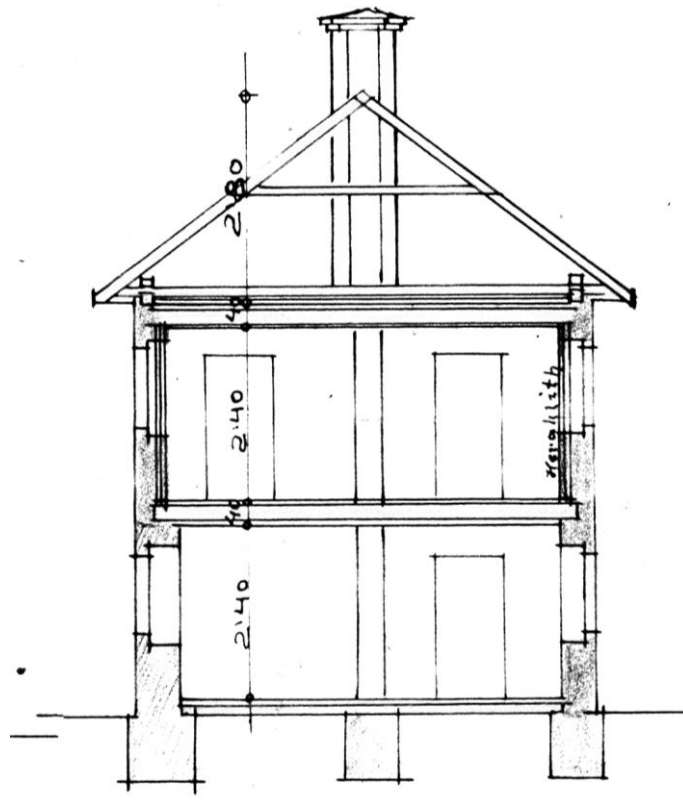


Abbildung 96: Querschnitt durch die Einliegerwohnungen im EG und OG (Ost-West-Achse)

Die zur Verfügung stehenden Raumhöhen betragen im Erdgeschoß wie im Obergeschoß 2,40m als lichte Höhe ohne Veränderung der Decken- und Bodenaufbauten. Diese Raumhöhe ermöglicht die Anbringung einer auf die Decke übergehenden Innendämmungsebene, da hierbei die minimale Raumhöhe (im Altbestand) von 2,20m nicht unterschritten wird. Der konstruktive Aufbau der Boden- und Deckenaufbauten wird im folgenden Abschnitt einer genaueren Untersuchung unterzogen.

### **Detaillierte Erhebung der Bauteile (Wand, Decke, Dach, Fundament)**

Anhand spezifisch ausgewählter Bauteil-Kategorien wurden als Detailbetrachtung konstruktive sowie architektonische Besonderheiten im Bestandsbau untersucht und dargestellt. Außerdem wurde der Zustand der Bauteile hinsichtlich der Relevanz für das Sanierungsvorhaben bewertet.

#### Folgende Bauteil-Kategorien wurden hinsichtlich ihrer Demonstrationsqualitäten überprüft

- Außenwände (Außen- und Innendämmung)
- Dachkonstruktion (Dachdämmung)
- Oberste Geschoßdecke
- Zwischendecken (Fußbodenaufbau, Schalldämmung)
- Fenster (Sanierung und Austausch)

Innerhalb der nachfolgenden Abschnitte werden die einzelnen Bauteilkategorien gesondert überprüft und innerhalb der Zonen-Einteilung für das Praxistraining definiert.

## Außenwände (Zone 1 und 2)

Sämtliche Außenwände bestehen im Regelgeschoß aus massivem Ziegelmauerwerk, welches beidseitig verputzt und auf der Außenseite vor kurzem neu gestrichen wurde. Die Mauerstärke beträgt im Erdgeschoß (Parterre) 40cm. Im Obergeschoß beträgt die Mauerstärke aufgrund der verringerten statischen Lasten lediglich 30cm, dies wird durch einen innseitig liegenden Rücksprung erreicht, der im Innenraum selbst nicht auffällt und den homogenen vertikalen Verlauf der Außenwand innerhalb der Außenfassade gewährleistet.

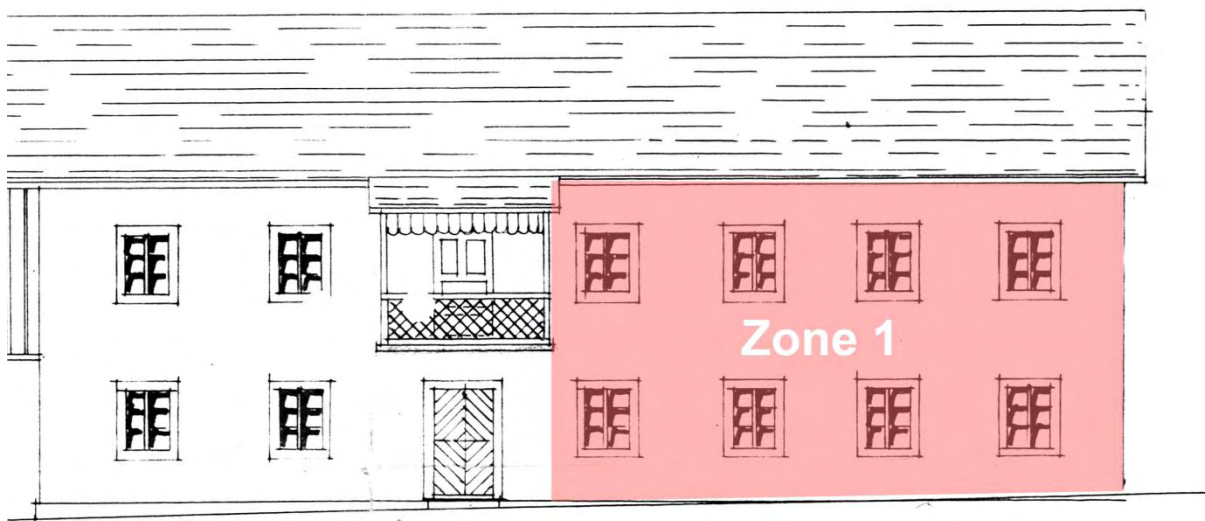


Abbildung 97: Plandarstellung der für die Außendämmung gewählten Zone 1 (rote Markierung)



Abbildung 98: Ansicht der für die Außendämmung gewählten Zone 1

Aufgrund der guten Oberflächenbeschaffenheit der Außenwände und der südöstlichen Orientierung sowie der freien Zugänglichkeit wurde diese Fassade im östlichen Abschnitt zur Demonstration verschiedener Varianten der Außendämmung gewählt und wird fortan als Zone 1 bezeichnet.

Es stehen hierzu mindestens 40m<sup>2</sup> an Wandfläche sowie 8 Fenster zur Verfügung, welche ebenfalls in die Sanierung mit integriert werden sollen.

Für die Anwendung der Prototypen-Kategorie „Innendämmung“ wurde die gegenüberliegende Außenwand (Süd-Westfassade) genauer überprüft. Hierbei war vor allem im Obergeschoß die geringere Außenwandstärke (30cm anstelle von 40cm wie im Erdgeschoß) wichtiges Kriterium zur Auswahl geeigneter Wandflächen. Die Innendämmung kann daher sehr gut innerhalb dieses Bereiches demonstriert werden. Hierdurch ergibt sich Zone 2 im Obergeschoß (siehe Planmarkierung in Abbildung 99).



Folgende Punkte können für die Variante „Erhaltung und Sanierung“ genannt werden:

- Guter Materialzustand der Holzkonstruktion
- Sparren können mit geringem zusätzlichem Ressourcenbedarf aufgedoppelt werden
- Dachhaut ist in gutem Zustand (Dachpfannen, Befestigung, Dichtungen)
- Kosteneinsparung (im Vergleich zu Abriss und Neuerrichtung)

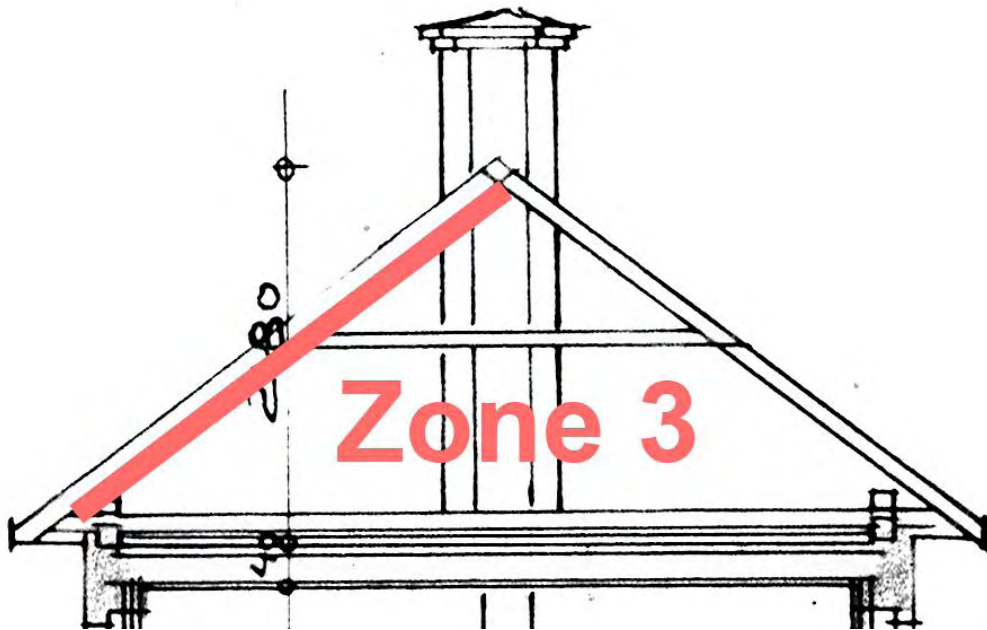


Abbildung 101: Schnittdarstellung des unausgebauten Dachraums (Zone 3)

### **Oberste Geschoßdecken – Zone 3**

Die das Obergeschoß zum Dachraum hin abschließende Decke entspricht statischen Mindestanforderungen. Der untere Oberflächenabschluss ist klassisch mit Vollverschalung, aufgebrachtem Putzträger (Schilf-Stukaturmatte) sowie Kalkputz ausgeführt. Die Zwischenräume zwischen den hölzernen Deckenbalken sind (wie auch die anderen Zwischendecken) entweder mit Sägespäne oder anderen auf der Baustelle anfallenden Schüttungen gefüllt. Der Rückbau derartiger Schüttungen wird daher stark begünstigt. Dennoch soll im Training ein erhöhter Dämmstandard erreicht werden, wozu auch Aufdoppelungen der Tragstruktur zum Einsatz kommen können. Die Bewertung der bestehenden Tragkonstruktion ergab (aus materialspezifischer wie statischer Sicht) eine ausreichende konstruktive Grundlage für derartige Applikationen.

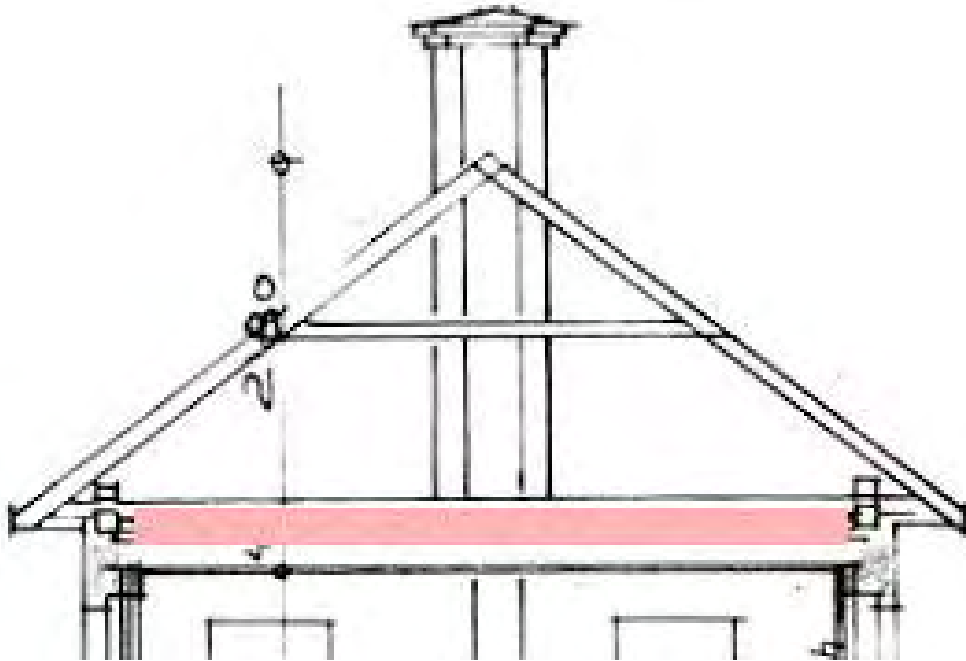


Abbildung 102: Schnittzeichnung der Obersten Geschoßdecke (Zone 3)

#### **Zwischendecken (Fußbodenaufbauten) – Zone 4**

Für die Trainingseinheiten sollten zumindest 4 Varianten aufgezeigt werden. Der Demonstrationscharakter sowie die Komplexität der Ausführung sind in fast allen Fällen als sehr einfach erreichbar einzustufen. Daher konnte die Zone 4 (Fußbodenaufbauten) auf einen einzigen Raum beschränkt werden. Die baulichen Gegebenheiten entsprechen dem Aufbau der obersten Geschoßdecke (Zone 3), die Deckenbalken liegen innerhalb einer Schüttung aus losen Füllstoffen (wie z.B. Sägespäne, siehe Abbildung 104).

Neben der Variante Rückbau (freigelegte Deckenbalken, siehe Abbildung 105) werden auch Varianten geplant, die mit geringen Schichtdicken auf eine bestehende Konstruktion „aufgesetzt“ werden können, um vor allem die Schallschutzeigenschaften wesentlich zu verbessern.



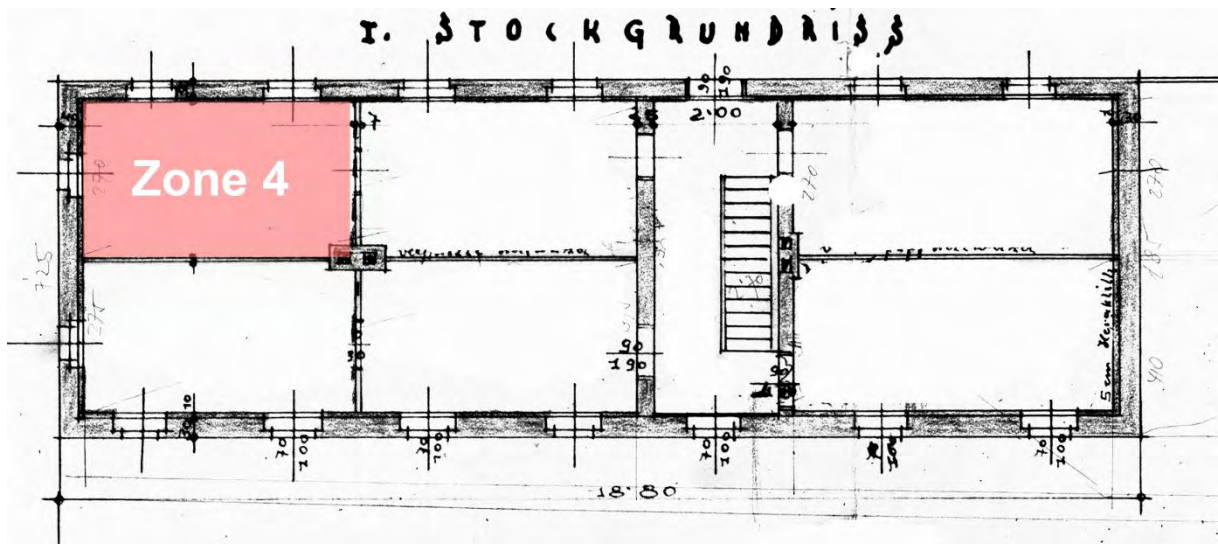


Abbildung 103: Grundriss Obergeschoß mit markiertem Bereich „Fußbodenaufbauten“ (Zone 4)



Abbildung 104: Freigelegter Fußbodenaufbau mit Sicht auf Sägespäne (Füllstoff) – Zone 4



Abbildung 105: Vollständig freigelegte Deckenbalken – Zone 4

### **Fenster (Sanierung und Austausch) – Zone 1 bzw. 5**

Die bislang im Gebäude verbauten Fenster entsprechen dem Standard der beginnenden 90er Jahre des vergangenen Jahrhunderts – also Isoliergläser mit Kunststoffrahmung (siehe Abbildung 106). Der luft- und winddichte Anschluss wurde mit handelsüblichem PU-Schaum durchgeführt. Da diese Fenster zwar thermisch gesehen noch den Anforderungen aktueller Energieausweise (für z.B. Niedrigenergiestandard) erfüllen können, jedoch keinesfalls dem ökologischen Anspruch genügen, der im Projekt erreicht werden soll, wird für die Sanierung in jedem Fall ein Austausch notwendig sein. In Frage kommen für den Einbau neuer Fenster einerseits moderne passivhaustaugliche Wärmeschutzfenster aus Vollholz (z.B. Lärche) oder als Holz-Aluminium-Kombination (Außenverkleidungen in Metall). Hierfür spräche vor allem der deutlich verbesserte U-Wert des eingebauten Fensters. Andererseits kann ein neues Holzkastenfenster zum Einsatz kommen, welches dem ursprünglichen Bild der Fassade entspräche und auch für eine thermische Verbesserung des ursprünglichen Zustands sorgen kann. Solch eine Lösung wäre vor allem günstig um das ökologische Profil dieses Bauteils – gerade im Kontrast zum derzeit noch verbauten Kunststofffenster – möglichst stark herauszuarbeiten. Für die Kursabwicklung wäre hier aber maximal der Einbau eines vorgefertigten Kastenfensters realisierbar, die Konstruktionsphase selbst könnte allerdings in einem Theorieabschnitt vorab präsentiert werden.



Abbildung 106: Vom Außenputz befreites Bestandsfenster (Isolierglas) – Zone 1

## Sanierungsvarianten nach Zonen

Im Folgenden werden die einzelnen Bauteil-Varianten innerhalb jeder Zone als Teil des gesamten Sanierungskonzepts vorgestellt. Dies erfolgt mittels technischer Beschreibung der Aufbauten (Regelschnitt, Beschreibung der Schichtaufbauten) sowie Definition des jeweiligen Lernziels innerhalb der Praxistrainings.

Den Abschluss erfährt dieses Kapitel innerhalb einer Zusammenfassung und Bewertung der für die Lehrbaustelle Sarleinsbach ausgewählten Sanierungsvarianten.

### Zone 1 – Außenwand (Außendämmung)

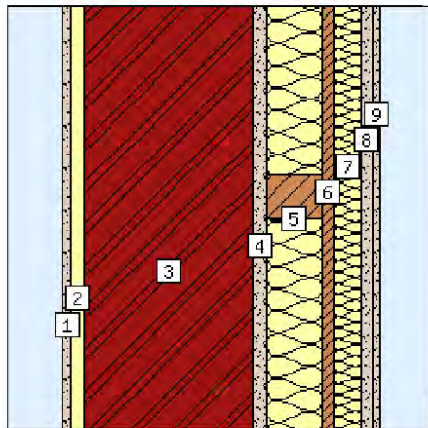
Folgende Aufbauten (nachfolgend „Stationen“ genannt) wurden zur Demonstration der Außendämmung für die Außenwand innerhalb der Ausbildungseinheiten definiert:

1. Holzunterkonstruktion Typ 1 / Stopfhanf / Schilfplatte / Kalkputz
2. Holzunterkonstruktion Typ 2 / Stopfhanf / Holzweichfaserplatte / Kalkputz
3. Holzunterkonstruktion Typ 3 / Flachs / Holzverschalung

## Außendämmung / Stopfhanf / Schilf

Wand: gegen Außenluft - nicht hinterlüftet

Projekt: Schauhaus Naturbaustoffe Scharinger



Nr.	Typ	Schicht (von innen nach aussen)	d cm	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	$\Delta OI3$ Pkt/m <sup>2</sup>
1		Kalkputz	1,500	0,900	0,017	4
2		Schilfrägerplatte (Schilfplatte gepresst, Wärmefluss que	2,500	0,060	0,417	-1
3		Natursteinmauerwerk	30,000	2,300	0,130	206
4		Kalk-Zementputz	2,500	1,000	0,025	7
5		Inhomogen (Elemente vertikal)	10,000			
		72 cm (90%) Thermo-Hanf	10,000	0,040	2,500	6
		8 cm (10%) Holz - Schnittholz Nadel, rau, technisch ge	10,000	0,120	0,833	0
6		Holz - Schnittholz Nadel, rau, technisch getrocknet	2,000	0,120	0,167	1
7		Schilfplatte gepresst, Wärmefluss quer zur Halmrichtung	5,000	0,060	0,833	-1
8		Kalkwärmedämmputz (RÖFIX 888 Wärmedämmputz)	2,000	0,090	0,222	5
9		Kalkputz mit Armierung und Solarfarbe (Kalkputz)	0,500	0,900	0,006	1
				$R_s / R_{s,e} =$		0,130 / 0,0
				$R' / R''$ (max. relativer Fehler: 2,0%) =		4,236 / 4,070
<b>Bauteil</b>			<b>56,000</b>		<b>4,153</b>	

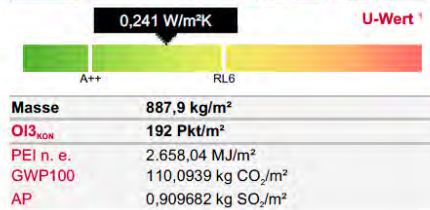
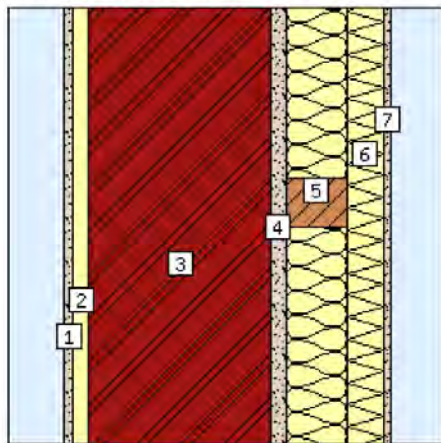


Abbildung 107: Bauteilprofil Aufbau 1 / Zone 1

## Außendämmung / Stopfhanf / Holzweichfaserplatte

Wand: gegen Außenluft - nicht hinterlüftet

Projekt: Schauhaus Naturbaustoffe Scharinger



Nr.	Typ	Schicht (von innen nach aussen)	d cm	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	$\Delta OI3$ Pkt/m <sup>2</sup>
1		Kalkputz	1,500	0,900	0,017	4
2		Schilfrägerplatte (Schilfplatte gepresst, Wärmefluss que	2,500	0,060	0,417	-1
3		Natursteinmauerwerk	30,000	2,300	0,130	206
4		Kalk-Zementputz	2,500	1,000	0,025	7
5		Inhomogen (Elemente vertikal)	10,000			
		72 cm (90%) Thermo-Hanf	10,000	0,040	2,500	6
		8 cm (10%) Holz - Schnittholz Nadel, rau, technisch ge	10,000	0,120	0,833	0
6		DHD Holzweichfaser 50 W mit Montageleiste (PAVATE)	6,000	0,047	1,277	3
7		Kalkputz	1,000	0,900	0,011	2
				$R_s / R_{s,e} =$		0,130 / 0,0
				$R' / R''$ (max. relativer Fehler: 2,0%) =		4,298 / 4,130
<b>Bauteil</b>			<b>53,500</b>		<b>4,214</b>	

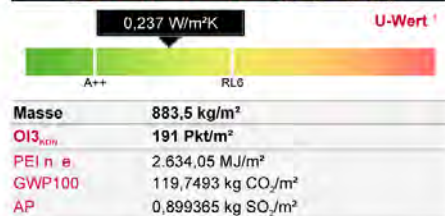
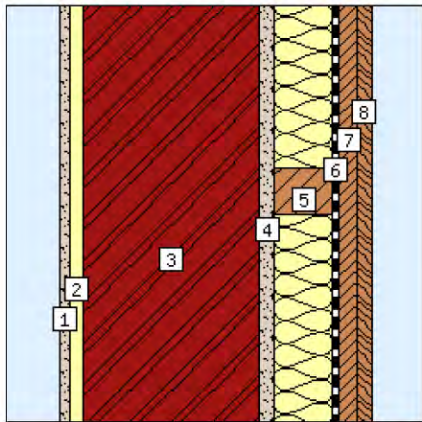


Abbildung 108: Bauteilprofil Aufbau 2 / Zone 1

## Außendämmung / Flachs / Holzverschalung

Wand: gegen Außenluft - nicht hinterlüftet

Projekt: Schauraum - Naturbaustoffe Scharinger



Nr.	Typ	Schicht (von innen nach aussen)	d cm	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	$\Delta OI3$ Pkt/m <sup>2</sup>
1		Kalkputz	1,500	0,900	0,017	4
2		Schilfrägerplatte (Schilfplatte gepresst, Wärmefluss quer)	2,500	0,060	0,417	-1
3		Natursteinmauerwerk	30,000	2,300	0,130	206
4		Kalk-Zementputz	2,500	1,000	0,025	7
5		Inhomogen (Elemente vertikal)	10,000			
		72 cm (90%) Flachs ohne Stützgitter	10,000	0,050	2,000	4
		8 cm (10%) Holz - Schnittholz Nadel, rau, technisch ge	10,000	0,120	0,833	0
6		Luft- und Windichtung (diff. offen) (ÖKO-NATUR Dampfi	0,000	0,170	0,000	0
7		Holz - Schnittholz Nadel, rau, technisch getrocknet	3,000	0,120	0,250	1
8		Holz - Brettschichtholz	2,500	0,120	0,208	6
$R_s / R_{se} =$					0,130 / 0,0	
$R' / R''$ (max. relativer Fehler: 1,2%) =					3,044 / 2,971	
<b>Bauteil</b>			<b>52,000</b>		<b>3,008</b>	

0,332 W/m<sup>2</sup>K U-Wert<sup>1</sup>



Masse	882,6 kg/m <sup>2</sup>
OI3 <sub>KON</sub>	190 Pkt/m <sup>2</sup>
PEI n. e.	2.627,38 MJ/m <sup>2</sup>
GWP100	92,4230 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>
AP	0,927380 kg SO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>

Abbildung 109: Bauteilprofil Aufbau 3 / Zone 1

## Zone 2 - Innendämmung

Folgende Aufbauten (nachfolgend auch „Stationen“ genannt) wurden zur Demonstration der Innendämmung für Außenwand und anschließende Bauteile (Innenwand / Decke / Boden) innerhalb der Ausbildungseinheiten definiert:

1. Holzweichfaserplatte, 5cm / Kalkputz (mit Kunststoff-Armierungsgewebe)
2. Schilfrohrplatte, 5cm / Lehmputz (mit Jute-Armierungsgewebe)

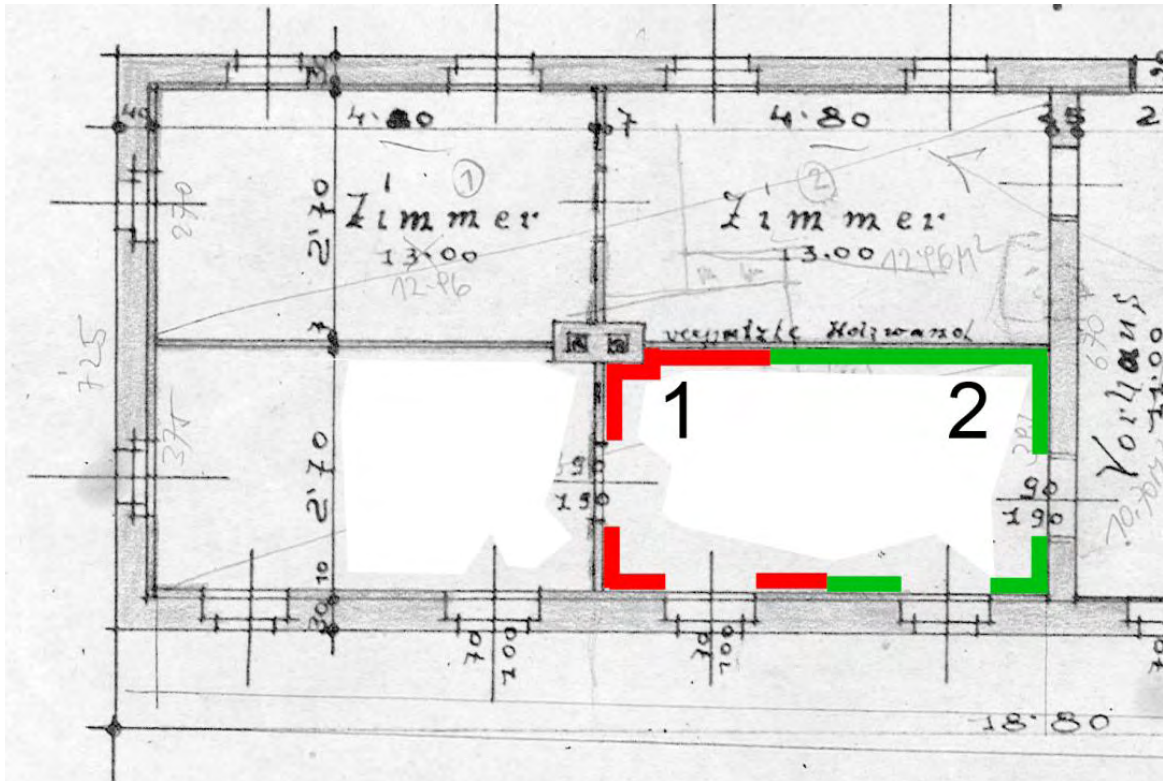


Abbildung 110: Konzeption der Variantenaufteilung – Zone 2

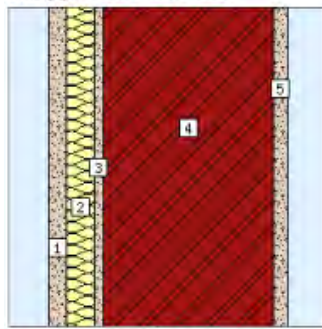


Abbildung 111: Bauteilprofil Aufbau 1 – Zone 2

## Innendämmung / Schilf plus Wandheizung / (Denkmalschutz)

Wand: gegen Außenluft - nicht hinterlüftet

Projekt: Scheunraum - Naturbaustoffe Schöninger



Masse 910,0 kg/m²  
 OI3<sub>max</sub> 100 Pst/m²  
 PEI n 6 2.437,55 MJ/m²  
 GWPI100 131,3962 kg CO<sub>2</sub>/m²  
 AP 0,851509 kg SO<sub>2</sub>/m²

Nr.	Typ	Schicht (von innen nach außen)	d cm	λ W/mK	R	ΔOI3 m³/m²
1		Lehrputz auf Wandheizung (Lehrputz 1700 kg/m³)	3,000	0,810	0,037	1
2		Schilfdämmplatte (Schilfplatte gepresst, Wärmefluss quer zur Holmrichtung)	5,000	0,050	0,833	-5
3		Kalk-Zementputz	1,500	1,000	0,015	4
4		Natursteinmauerwerk	30,000	2,300	0,130	206
5		Kalk-Zementputz	2,500	1,000	0,025	7
					$R_{i} / R_{e} =$	0,130 / 0,0
					$R' / R''$ (max. relativer Fehler 0,0%) =	1,211 / 1,211
<b>Bauteil</b>			<b>42,000</b>		<b>1,211</b>	

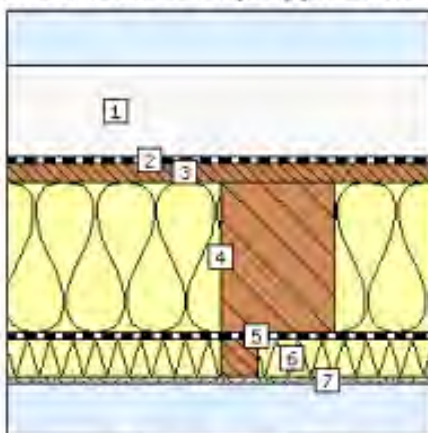
Abbildung 112: Bauteilprofil Aufbau 1 – Zone 2

## Zone 3.1 – Dachaufbauten

### Dachdämmung von Innen / Stopfhanf / Holzweichfaser

Decke, Dach: Flach- oder Schrägdach gegen Außenluft - hinterlüftet - Wärmestrom nach oben

Projekt: Scheunraum - Naturbaustoffe Schöninger



Masse 62,3 kg/m²  
 OI3<sub>max</sub> 6 Pst/m²  
 PEI n 6 189,27 MJ/m²  
 GWPI(X) 55,0877 kg CO<sub>2</sub>/m²  
 AP 0,174843 kg SO<sub>2</sub>/m²

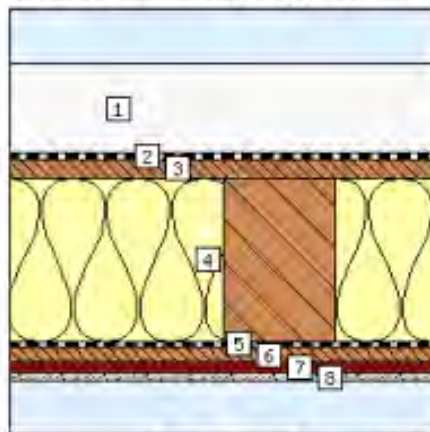
Nr.	Typ	Schicht	d cm	λ W/mK	R	ΔOI3 m³/m²
1		Dachdeckung, Latung & Konterlatung nicht dargestellt	12,000			0
2		Unterdachbahn (Baude: Elastomerbitumen Unterdachbahn)	0,100	0,230	0,004	3
3		Holz - Schnittholz Nadel, rau, technisch getrocknet	2,500	0,120	0,209	1
4		Anisogen (Elemente längs bzw. normal zur Traufe) 85 cm (81%) Hanf mit Polyesterfilter / ... ohne Stützplatte 15 cm (19%) Holz - Schnittholz Nadel, rau, lufttrocken	20,000	0,040	5,000	10
5		ÖKO-NATUR Dampfsperre Tapetenbahn	0,000	0,170	0,000	0
6		Anisogen (Elemente längs bzw. normal zur Traufe) 57,5 cm (92%) Holzfaser-Dämmplatte, porös (200 < math>v_{inh}</math> 5 cm (8%) Holz - Schnittholz Nadel, gehobelt, technisch	6,000	0,055	0,909	15
7		Kalkputz mit Armierung (Kalkputz)	0,900	0,900	0,001	2
					$R_{i} / R_{e} =$	0,103 / 0,1
					$R' / R''$ (max. relativer Fehler 3,0%) =	5,185 / 4,886
<b>Bauteil</b>			<b>40,400</b>		<b>5,036</b>	

Abbildung 113: Bauphysikalisches Bauteilprofil von Variante 2 – Stopfhanf als Zwischensparrendämmung, darunter Holzweichfaserplatte und Kalkputz mit Armierungsgewebe (0,9cm)

## Dachdämmung von Innen

Decke, Dach: Flach- oder Schrägdach gegen Außenluft - hinterlüftet - Wärmestrom nach oben

Projekt: Schulraum - Naturbaustoffe Scharinger



Nr.	Typ	Schicht	d cm	λ W/mK	R m²K/W	ΔQi3 Pkt/m²
1		Dachdeckung, Latung & Konterlatung nicht dargestellt	12,000			0
2		Unterdachbahn (Baudeckel-Elastomerbitumen Unterspinn-	0,100	0,230	0,004	3
3		Holz - Schnittholz Nadel, rau, technisch getrocknet	2,500	0,120	0,208	1
4		inhomogen (Elemente längs bzw. normal zur Traufe)	22,000			
		85 cm (81%) Hanf mit Polyestergerüst / , ohne Stützgerüst	22,000	0,040	5,500	11
		15 cm (19%) Holz - Schnittholz Nadel, rau, lufttrocken	22,000	0,120	1,833	0
5		pro clima Dampfbremse (ÖKO-NATUR Dampfbremse 1	0,000	0,170	0,000	0
6		Holz - Schnittholz Nadel, rau, technisch getrocknet	2,000	0,120	0,167	1
7		Lehmputzplatte	1,400	0,140	0,100	1
8		Lehmfeinputz plus Jutearmierung (Lehmputz 1700 kg/m	1,000	0,010	0,012	0
					$R_i / R_e =$	0,100 / 0,0
					$R' / R''$ (max. relativer Fehler: 1,8%) =	4,987 / 4,992
<b>Bauteil</b>			<b>41,000</b>			<b>4,779</b>



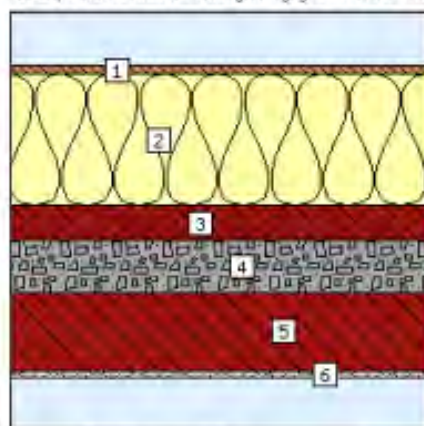
Abbildung 114: Bauphysikalisches Bauteilprofil von Variante 1 – Stopfhanf als Zwischensparrendämmung mit Lehmputzplatte (1,4cm) und Lehmfeinputz (mit Jutearmierungsgewebe)

## Zone 3.2 – Oberste Geschoßdecke

### obere Geschoßdecke / Schauraum / Strohdämmung

Decke, Dach: Flach- oder Schrägdach gegen Außenluft - nicht hinterlüftet - Wärmestrom nach oben

Projekt: Schulhaus Naturbaustoffe Scharinger



Nr.	Typ	Schicht	d cm	λ W/mK	R m²K/W	ΔQi3 Pkt/m²
1		Holzschalung (Holz - Schnittholz Nadel, rau, lufttrocken	2,000	0,120	0,167	0
2		Strohdämmung (Waldland Baustrohballen)	30,000	0,050	6,000	-2
3		Vollziegel Abdeckung (Ziegel - Vollziegel)	8,000	0,700	0,114	25
4		Schlacke (Schlacke)	12,000	0,350	0,343	2
5		Vollziegel Halbgewölbe auf Eisenträger (Kappendecke)	18,000	0,700	0,257	57
6		Kalkputz (Kalkputz)	1,500	0,900	0,017	4
					$R_i / R_e =$	0,100 / 0,0
					$R' / R''$ (max. relativer Fehler: 0,0%) =	7,038 / 7,038
<b>Bauteil</b>			<b>71,500</b>			<b>7,038</b>



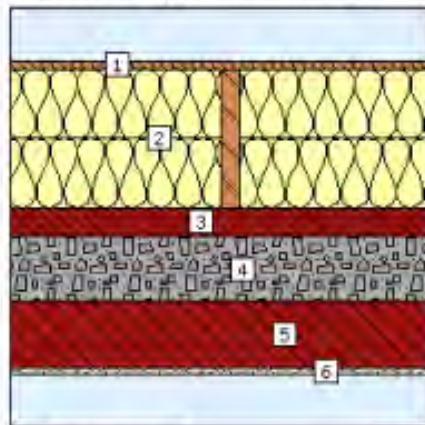
Abbildung 115: Bauteilprofil Variante 1 Strohballe, lasttragend / Holzfußboden – Sarleinsbach 2011



### obere Geschoßdecke / Schauraum / Schüttflachs

Decke, Dach: Decke gegen durchlüftete oder ungedämmte Dachräume - Wärmestrom nach oben

Projekt: Schauhhaus Naturbaustoffe Scharinger



Nr.	Typ	Schicht	d cm	λ W/mK	A	R	ΔG18
					m²W/m²	m²W/m²	Pkt/m²
1		Holz - Schnittholz Nadel, rauh, technisch getrocknet	2,000	0,120	0,167	-1	
2		Inhomogen (Elemente längs bzw. normal zur Traufe)	38,000				
		75 cm (47%) Fläche ohne Stützgitter	18,000	0,050	3,800	8	
		75 cm (47%) Fläche ohne Stützgitter	18,000	0,050	3,800	8	
		5 cm (5%) Holz - Schnittholz Nadel, rauh, technisch getrt	38,000	0,120	3,167	1	
3		Ziegel - Vollziegel	8,000	0,700	0,114	25	
4		Schlacke	18,000	0,350	0,514	-4	
5		Vollziegel Halbgewölbe auf Eisenträger (Kappendecke)	18,000	0,700	0,257	57	
6		Kalkputz	1,500	0,800	0,017	4	
			$R_s / R_{s0} =$		0,100 / 0,1		
			$R' / R''$ (max. relativer Fehler: 0,5%) =		9,348 / 8,258		
<b>Bauteil</b>			<b>85,500</b>			<b>8,303</b>	



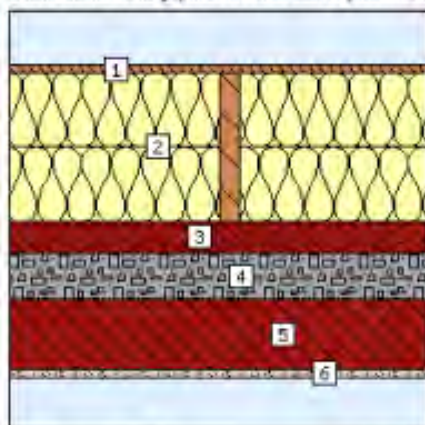
Masse	827,0 kg/m²
G18 <sub>sch</sub>	70 Pkt/m²
FEI <sub>sch</sub>	1,480,42 MWh/m²
GWP100	48,1333 kg CO <sub>2</sub> /m²
AP	0,363909 kg SO <sub>2</sub> /m²

Abbildung 116: Bauteilprofil Variante 2 Schüttflachs zwischen Holzunterkonstruktion / Holzfußboden – Sarleinsbach 2011

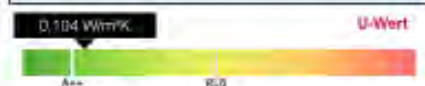
### obere Geschoßdecke / Schauraum / Zellulose

Decke, Dach: Decke gegen durchlüftete oder ungedämmte Dachräume - Wärmestrom nach oben

Projekt: Schauhhaus Naturbaustoffe Scharinger



Nr.	Typ	Schicht	d cm	λ W/mK	A	R	ΔG18
					m²W/m²	m²W/m²	Pkt/m²
1		Holz - Schnittholz Nadel, rauh, technisch getrocknet	2,000	0,120	0,167	-1	
2		Inhomogen (Elemente längs bzw. normal zur Traufe)	38,000				
		95 cm (49%) Zellulosefaserlocken	18,000	0,041	4,634	5	
		95 cm (49%) Zellulosefaserlocken	18,000	0,041	4,634	5	
		5 cm (5%) Holz - Schnittholz Nadel, rauh, technisch getrt	38,000	0,120	3,167	1	
3		Ziegel - Vollziegel	8,000	0,700	0,114	25	
4		Schlacke	12,000	0,350	0,343	2	
5		Vollziegel Halbgewölbe auf Eisenträger (Kappendecke)	18,000	0,700	0,257	57	
6		Kalkputz	2,000	0,800	0,022	5	
			$R_s / R_{s0} =$		0,100 / 0,1		
			$R' / R''$ (max. relativer Fehler: 0,6%) =		9,590 / 9,557		
<b>Bauteil</b>			<b>80,000</b>			<b>9,618</b>	



Masse	599,4 kg/m²
G18 <sub>sch</sub>	65 Pkt/m²
FEI <sub>sch</sub>	1,381,27 MWh/m²
GWP100	34,8332 kg CO <sub>2</sub> /m²
AP	0,371196 kg SO <sub>2</sub> /m²

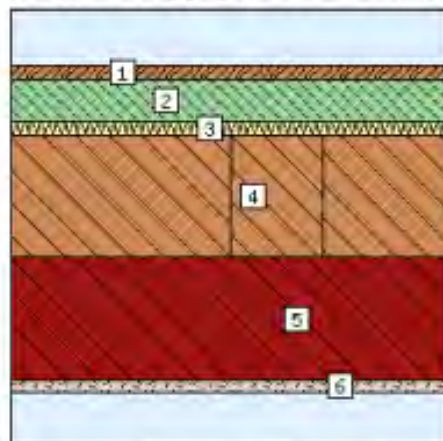
Abbildung 117: Bauteilprofil Variante 3 Zellulose zwischen Holzunterkonstruktion / Holzfußboden – Sarleinsbach 2011

### Zone 4 – Zwischendecken / Fußbodenaufbauten

## Zwischendecke / Holzbalken / Hanf-Lehm / Naturanhydritestrich

Decke, Dach: Decke gegen getrennte u. beheizte Wohn- und Betriebseinheiten - Wärmestrom nach oben

Projekt: Schaumraum - Naturbaustoffe Scharinger



0,215 W/m<sup>2</sup>K U-Wert



Masse	508,0 kg/m <sup>2</sup>
OI <sub>3,00</sub>	51 Pkt/m <sup>2</sup>
FEI <sub>100</sub>	1.295,98 MJ/m <sup>2</sup>
GWPTD	-7,8920 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>
AP	0,344985 kg SO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>

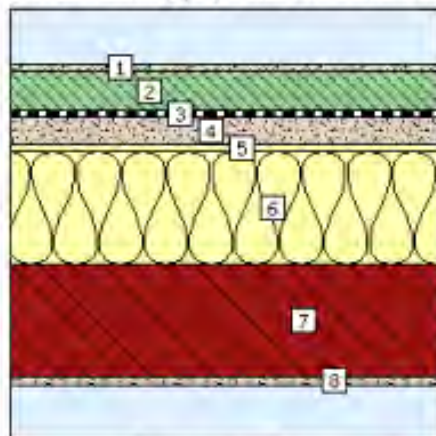
Nr.	Typ	Schicht	d cm	λ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	ΔOI <sub>3</sub> Pkt/m <sup>2</sup>
1		Fest Naturboden 3 - Schicht (Admonter Naturboden 3-s)	2,100	0,140	0,150	5
2		Naturanhydritestrich mit Bodenheizung (Anhydrit (FlieG-	7,000	0,400	0,175	9
3		DHD Holzweichfaserplatte 25 W (PAVATEX PAVAPOR	2,200	0,042	0,524	-1
4		Inhomogen (Elemente längs bzw. normal zur Traufe)	20,000			
		47,5 cm (76%) JASMIN Voll Natur Dämmung Hobelepelt 15 cm (24%) Holz - Schnittholz Nadel, rauch, lufttrocken	20,000	0,045	4,444	0
5		Vollziegel Halbgewölbe auf Eisenträger (Kappendecke)	20,000	0,700	0,286	63
6		Kalkputz	2,000	0,900	0,022	5
			$R_s / R_{s0} =$		0,100 / 0,1	
			$R' / R''$ (max. relativer Fehler: 2,4%) =		4,753 / 4,531	
<b>Bauteil</b>			<b>53,300</b>			<b>-4,842</b>

Abbildung 118: Bauphysikalisches Bauteilprofil von Variante 1 – Hanf-Lehm-Schüttung mit Holzweichfaserplatte und Naturanhydritestrich (Variante EG) oder Holzfußboden (Variante OG)

## Zwischendecke / Holzbalken / Leichtschüttung gebunden / Kalkestrich

Decke, Dach: Decke gegen getrennte u. beheizte Wohn- und Betriebseinheiten - Wärmestrom nach oben

Projekt: Schaumraum - Naturbaustoffe Scharinger



0,261 W/m<sup>2</sup>K U-Wert



Masse	539,5 kg/m <sup>2</sup>
OI <sub>3,00</sub>	72 Pkt/m <sup>2</sup>
FEI <sub>100</sub>	1.373,43 MJ/m <sup>2</sup>
GWPTD	102,6399 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>
AP	0,337977 kg SO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>

Nr.	Typ	Schicht	d cm	λ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	ΔOI <sub>3</sub> Pkt/m <sup>2</sup>
1		Kalkfußbodenspachtel (Kalkzementmörtel)	0,500	1,700	0,003	1
2		Kalkestrich Fertigware (Zementestrich)	7,000	1,700	0,041	-14
3		Baupapier	0,050	0,170	0,000	0
4		Dämmschüttung mit Perlit und Kalk gebunden (Dämmg-	5,000	0,160	0,313	15
5		Hanfvlies (Kokosmatten)	0,500	0,045	0,111	2
6		Hanf-Lehmschüttung 200 (Fläche ohne Stützgitter)	20,000	0,050	-4,000	9
7		Vollziegel Halbgewölbe auf Eisenträger (Kappendecke)	20,000	0,700	0,286	63
8		Kalkputz	1,500	0,900	0,017	4
			$R_s / R_{s0} =$		0,100 / 0,1	
			$R' / R''$ (max. relativer Fehler: 0,0%) =		4,970 / 4,970	
<b>Bauteil</b>			<b>64,600</b>			<b>-4,970</b>

Abbildung 119: Bauphysikalisches Bauteilprofil von Variante 2 – Perlitschüttung und Kalkestrich/Kalkzementmörtel (Variante EG) oder Holzfußboden (Variante OG)

## Zone 5 – Fenster (Sanierung und Austausch)

### **Konzept Sanierung:**

Im Bereich der Sanierung der Fenster ist eine Erneuerung der Abdichtungen in Zone 1 bzw. 5 geplant. Somit soll gezeigt werden, wie ohne PU-Schaum oder vergleichbare Produkte eine effektive Luftdichtheit im Fensterbereich erzeugt werden kann. Auch der Aspekt der Dämmung von Fensterbank und Mauerabschluss ist hierbei zu berücksichtigen.

### **Konzept Neuinstallation:**

Es ist geplant zumindest ein neues Kastenfenster anstelle eines Bestandsfensters einzubauen. Hierbei soll demonstriert werden, welche Produktvariationen mit welchen spezifischen Zusatzkenntnissen in diesem Bereich eingesetzt werden können. Vor allem der Einbau sowie die luftdichten Anschlüsse (im Fall von Lerchenholz-Kastenfenstern) sind zu berücksichtigen.

## 4. Reports für die Demonstrationsgebäude der Kursteilnehmer

**Bauherr / Eigentümer**

Ewald Griebler

**Standort / Adresse**

4121 Altenfelden

**Ausführender/s Kursteilnehmer / Unternehmen**

Johannes Kramer, Gerhard Strasser, Fa. Kumpfmüller

**Dokumentation der Arbeiten am Demonstrationsgebäude:**



Fertig gestelltes Gebäude

**Details / Kommentare (kritische Bereiche, Dateinamen der Abbildungen, Skizzen, etc.)**

Sanierung eines alten Bauernhauses

Thermische Sanierung / Holzkonstruktion

Eingesetzte Dämmstoffe: Stopfhanf, Holzweichfaserplatte

Oberflächen: Kalkputz (Dünnschichtauftrag), Solarfarbe

Bericht über die Baustelle: Steht bevor (Meinbezirk.at, Hr. Eder)

Zuständiger Trainer / Betreuer: Alfred Ruhdorfer, Johannes Kramer

**Bauherr / Eigentümer**

**Standort / Adresse**

---

**Ausführender/s Kursteilnehmer / Unternehmen**

Johannes Kramer, Gerhard Strasser

---

---

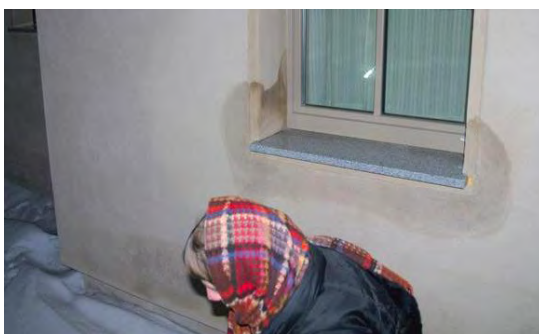
Dokumentation der Arbeiten am Demonstrationsgebäude



Aufnahmen während der Fertigstellung (01/2012)



Dokumentation von Schwachstellen und Ausführungsqualität (02/2012)



Feuchtigkeitsprobleme im Bereich der Fensterbänke / Kalkputz noch sehr frisch (02/2012)

**Details / Kommentare (kritische Bereiche, Dateinamen der Abbildungen, Skizzen, etc.)**

Sanierung eines Wohnhauses

Thermische Sanierung / Holzkonstruktion

Eingesetzte Dämmstoffe: Stopfhanf, Holzweichfaserplatte

Oberflächen: Kalkputz (Dünnschichtauftrag)

Fenster: Tlw. Neue Holzfenster

Innenbereich: Stopfhanf (Holzständer), Lehm-trockenbauplatten, Wandheizung, Lehmputz

Böden: Holzboden

Bericht über die Baustelle: Steht bevor (Meinbezirk.at, Hr. Eder)

Zuständiger Trainer / Betreuer: Alfred Ruhdorfer, Johannes Kramer

**Bauherr / Eigentümer**

Fam. Bronner

**Standort / Adresse**

4163 Klaffer

**Ausführender/s Kursteilnehmer / Unternehmen**

Gerhard Strasser

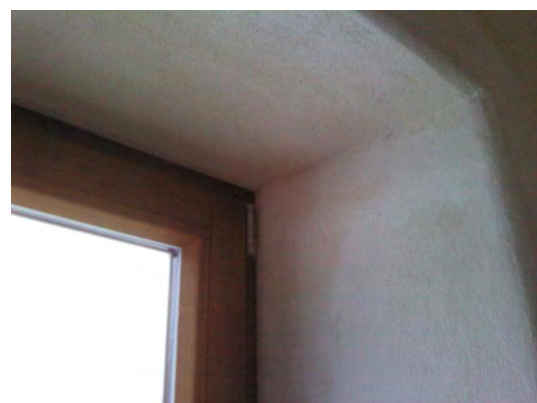
**Dokumentation der Arbeiten am Demonstrationsgebäude**



Aufnahmen während der Erstellung der Innendämmung / Lehmputzauftrag



Gebäude während der Bauphase (Außenputz fertiggestellt) – Aufnahme 12/2011



Dokumentation und Überprüfung der Ausführungsqualität – Aufnahmen 02/2012



02/2012 – Nicht fertiggestellter Fußboden – Überprüfung der Luftdichtheit im Bereich der AW  
AW

**Details / Kommentare (kritische Bereiche, Dateinamen der Abbildungen, Skizzen, etc.)**

Neubau eines Wohnhauses  
 Massivbau Ziegel (monolithisch)  
 Eingesetzte Dämmstoffe: Stopfhanf  
 Oberflächen: Kalkputz (Außenbereich), Lehmputz (auf Lehmbauplatte)  
 Fenster: Neue Holzfenster

Böden: Holzboden  
Besonderheiten: Freiflächen zwischen Installationen mit Stopfhanf ausgefüllt

Bericht über die Baustelle: Steht bevor (Meinbezirk.at, Hr. Eder)  
Zuständiger Trainer / Betreuer: Alfred Ruhdorfer

**Bauherr / Eigentümer**

Gemeinde Hofkirchen

**Standort / Adresse**

4142 Hofkirchen

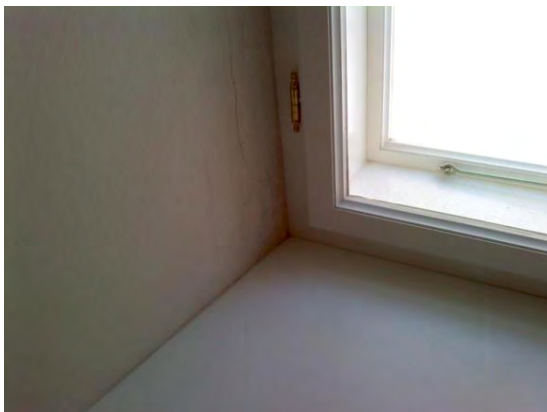
**Ausführender/s Kursteilnehmer / Unternehmen**

Bmstr. Rosenberger, Stefan Fölser

**Dokumentation der Arbeiten am Demonstrationsgebäude**



**Fertiggestellte Außenfassade (neuer Kalkputz) – 12/2011**





Dokumentation Wärmebrücken / Schimmelbildung Gebäudeecken – 02/2012

**Details / Kommentare (kritische Bereiche, Dateinamen der Abbildungen, Skizzen, etc.)**

Sanierung eines öffentlichen Gebäudes

Schwerpunkt Oberflächen: Neuer Innen- und Außenputz (Kalk), Kalkfarbanstriche

Fenster: Neue Holz-Kastenfenster inkl. Dichtungsebene

Böden: Holzboden (Lärchenholz) / Naturstein, Dämmung; Schaumglasschotter

Dämmung der OGD: Schüttflachs

Dokumentation und Betreuung erforderlich: Fensterdichtungen & geometrische Wärmebrücken

Ergebnisse: Fensterdichtungen wurden getauscht, Thermographieaufnahmen zur Bestimmung

der Wärmebrücken vereinbart (Ergebnisse siehe separater Report)

Bericht über die Baustelle: Steht bevor (Meinbezirk.at, Hr. Eder)

Zuständiger Trainer / Betreuer: Alfred Ruhdorfer

**Bauherr / Eigentümer**

Fam. Kehrer

**Standort / Adresse**

4133 Niederkappel

**Ausführender/s Kursteilnehmer / Unternehmen**

Gerhard Strasser, Fa. Kumpfmüller

Dokumentation der Arbeiten am Demonstrationsgebäude



Anbringung der Dämmschicht an der südlichen Außenfassade – August 2011



Fertiggestellte Außenfassaden – Aufnahmen 11/2011

---

#### **Details / Kommentare (kritische Bereiche, Dateinamen der Abbildungen, Skizzen, etc.)**

Sanierung eines Wohngebäudes, tlw. Neubau  
Außendämmung: Holzweichfaserplatten, Kalk-Dünnschichtputz  
Böden: Holzboden (Lärchenholz)

Regelmäßige Überprüfung der Ausführungsqualität  
Infrarotaufnahmen wurden durchgeführt (siehe separaten Testbericht)  
Dokumentation durch Hr. Eder (Meinbezirk.at) – Bezirksblatt erfolgt  
Putzflächen durch Ortsaugenschein überprüft  
Fensteranschlüsse möglicherweise undicht, jedoch noch nicht fertiggestellt

Bericht über die Baustelle: bereits veröffentlicht (Ausgabe 03/2012) meinbezirk.at  
Zuständiger Trainer / Betreuer: Alfred Ruhdorfer

**Bauherr / Eigentümer**

Holz Fesl

**Standort / Adresse**

4154 Kollerschlag

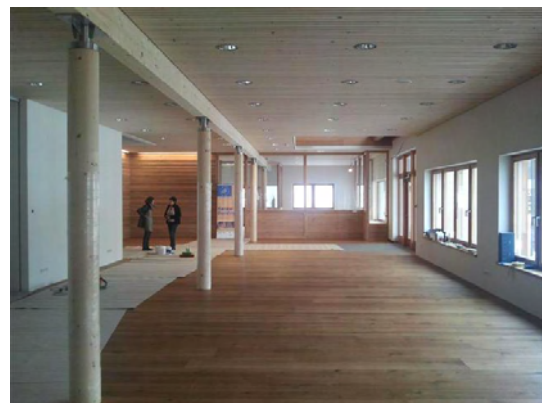
**Ausführender/s Kursteilnehmer / Unternehmen**

Fa. Schönberger

**Dokumentation der Arbeiten am Demonstrationsgebäude**



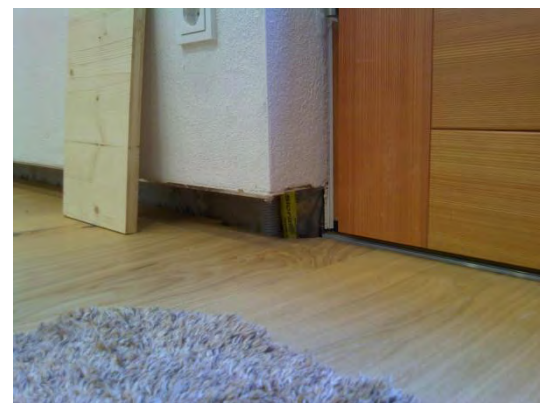
**Fertiggestellte Außenfassade – Aufnahmen 11/2011**



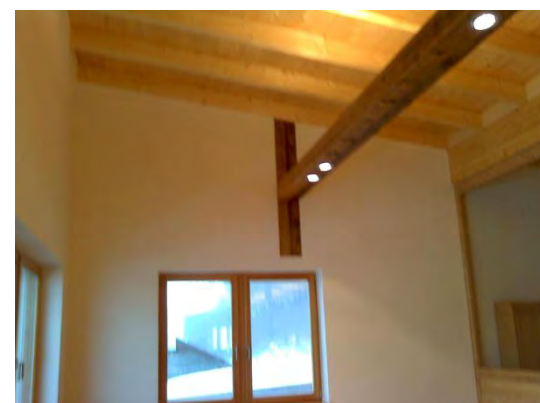
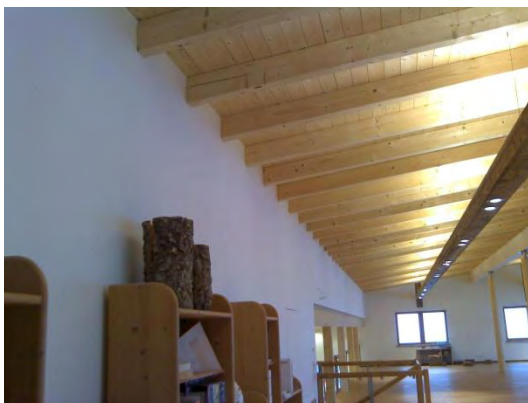
**Innenräume während Fertigstellung der Böden und Oberflächen – 11/2011**



Erdgeschoß Empfangsbereich – Holzfußboden (li.) und Sockelzone außen (re.) – 11/2011



Überprüfung auf Wärmebrücken und luftdichte Ausführung (Sockelzone innen) – 02/2012



Überprüfung auf Wärmebrücken im Dachbereich (OG) – 02/2012

### **Details / Kommentare (kritische Bereiche, Dateinamen der Abbildungen, Skizzen, etc.)**

Neubau eines Ausstellungs- und Geschäftsgebäudes (Fa. Holz Fesl)  
Wandaufbau: Holzständer mit Zelluloseausblasung und Holzverschalung außen  
Böden: Holzboden (Lärchenholz, Eichenholz)

Regelmäßige Überprüfung der Ausführungsqualität (Alfred Ruhdorfer)  
Infrarotaufnahmen wurden durchgeführt (siehe separaten Testbericht)  
V.a. Luftdichtheit im Sockelbereich überprüft (Eingangsbereiche)  
Außergewöhnlich gute Luftdichtheit (Nachweis über Blower-Door-Test)

Bericht über die Baustelle: in Bearbeitung (vorauss. Ausgabe 05/2012) meinbezirk.at  
Zuständiger Trainer / Betreuer: Alfred Ruhdorfer

### **Bauherr / Eigentümer**

Manuel Hitsch

### **Standort / Adresse**

4142 Pfarrkirchen

### **Ausführender/s Kursteilnehmer / Unternehmen**

Stefan Fölser, Fa. Kumpfmüller

### **Dokumentation der Arbeiten am Demonstrationsgebäude**



Außenaufnahmen der fertiggestellten Außenfassade und Dachfläche (Sommer / Winter 2011)



Dokumentation der Außenflächen (Lehmputz mit Kalkfarbe) – 12/2011



Dokumentation der Außenflächen (Lehmputz mit Kalkfarbe) – 12/2011



Dokumentation der Außenflächen (Lehmputz mit Kalkfarbe) – 12/2011



Dokumentation der luftdichten Ausführung der Dachanschlüsse (Lehmschlämme) 02/2012



Innenraumaufnahmen nach Fertigstellung / Support durch Alfred Ruhdorfer & Stefan Prokupek

#### **Details / Kommentare (kritische Bereiche, Dateinamen der Abbildungen, Skizzen, etc.)**

Neubau eines Wohnhauses (EFH) in tlw. Lasttragender Strohballenbauweise  
 Wandaufbau: Holzständer mit Grobballen in den Gefachen  
 Oberflächen: Lehmputz innen und außen, Kalkfarbanstrich außen, Tadelkt innen  
 Böden: Holzboden (Lärchenholz, Eichenholz), darunter Strohballendämmung  
 Dämmung von Zwischenelementen mit Flachs  
 Dachdämmung mit Strohballen (aufgedoppelte Sparren, teilweise vofabrizierte Module)  
 Fenster/Türen: Neue Holzfenster, Türen tlw. Restaurierter Altbestand, neu verbaut  
 Dach: Holzbretterdach  
 Zwischendecken: Lehmschüttung und Lehmestrich

Regelmäßige Überprüfung der Ausführungsqualität (Alfred Ruhdorfer)  
 Infrarotaufnahmen wurden durchgeführt (Stefan Prokupek, siehe separaten Testbericht)  
 Einzelne Stellen der Außendämmung wurden überprüft, v.a. Dachanschlüsse  
 Dämmwirkung durch 70cm starke Strohballen äußerst gut  
 Keine Feuchtigkeits- / Schimmelprobleme

Bericht über die Baustelle: in Bearbeitung (vorauss. Ausgabe 05/2012) meinbezirk.at  
 Zuständiger Trainer / Betreuer: Alfred Ruhdorfer, Stefan Prokupek

**Bauherr / Eigentümer**

Fam. Kainberger

**Standort / Adresse**

4152 Auerbach

**Ausführender/s Kursteilnehmer / Unternehmen**

Fa. Kumpfmüller, Stefan Fölser

**Dokumentation der Arbeiten am Demonstrationsgebäude**



Anbringen der Holzweichfaserplatten auf der Holzunterkonstruktion (05/2011)



Anbringen der Holzweichfaserplatten auf der Holzunterkonstruktion (05/2011)





Einbringen der Flachsdämmung zwischen die Holzunterkonstruktion (05/2011)



Außenfassade vor letzten Farbanstrich (07/2011)



Nebengebäude vor Fertigstellung der Sockelzone / Aufmauerung (07/2011)



Fertiggestellte Außenfassaden (11/2011)

#### **Details / Kommentare (kritische Bereiche, Dateinamen der Abbildungen, Skizzen, etc.)**

Sanierung eines Bauernhofs / Guthauses sowie tlw. Neubau (Nebengebäude)

Außenwand: Dämmung mit Flachs in Holzunterkonstruktion, darauf Holzweichfaserplatten

Oberflächen: Kalk-Dünnschichtputz, Solarfarbanstrich

Böden: Holzboden (Eichenholz, Bestand restauriert)

Dämmung der OGD: Strohballen, im Bereich der Mauerbänke Flachs (Übergang zu AW)

Fenster/Türen: restaurierter Altbestand (vorwiegend Kastenfenster aus Holz)

Regelmäßige Überprüfung der Ausführungsqualität (Alfred Ruhdorfer)

Infrarotaufnahmen wurden durchgeführt (Stefan Prokupek, siehe separaten Testbericht)

V.a. Sockelbereiche wurden überprüft

Keine Probleme mit geringer Dämmschichtstärke im Nordfassadenbereich

Keine Probleme bei Fensteranschlüssen und Gebäudeecken (geometrische Wärmebrücken)

Keine Feuchtigkeits- / Schimmelprobleme

Bericht über die Baustelle: noch nicht erschienen (Hr. Eder / meinbezirk.at)

Zuständiger Trainer / Betreuer: Alfred Ruhdorfer

**Bauherr / Eigentümer**

Fam. Falkner

**Standort / Adresse**

4134 Putzleinsdorf

**Ausführender/s Kursteilnehmer / Unternehmen**

Fa. Höfler

**Dokumentation der Arbeiten am Demonstrationsgebäude**



Bestandsaufnahme VOR Beginn der Sanierungsarbeiten (02/2011)



Fertig gestellte Außenfassaden (12/2011)



Dokumentation einzelner Bauteile (links: Eingangstür mit Granitsockel, rechts: Kellerfenster)  
(02/2012)

#### **Details / Kommentare (kritische Bereiche, Dateinamen der Abbildungen, Skizzen, etc.)**

Sanierung eines Bauernhofs / Guthauses sowie tlw. Neubau (Nebengebäude)  
 Außenwand: Dämmung mit Holzweichfaserplatten  
 Oberflächen: Kalk-Dünnschichtputz / OG und Eingangsbereich Holzverschalung  
 Fenster/Türen: restaurierter Altbestand (v.a. Türen), neue Fenster

Regelmäßige Überprüfung der Ausführungsqualität (Alfred Ruhdorfer)  
 Infrarotaufnahmen wurden durchgeführt (Stefan Prokupek, siehe separaten Testbericht)  
 V.a. Sockelbereiche wurden überprüft -> Wärmebrücken im Bereich des Steinbelags  
 Keine Probleme bei Fensteranschlüssen  
 Türen minimal gedämmt, Granitsteintürefassung problematisch aber Bestand, daher zu Erhalten unter Inkaufnahme der negativen thermischen Auswirkungen (Wärmebrücken)  
 Keine Feuchtigkeits- / Schimmelprobleme

Bericht über die Baustelle: noch nicht erschienen (Hr. Eder / meinbezirk.at)  
 Zuständiger Trainer / Betreuer: Alfred Ruhdorfer

## 5. Thermographien von Demonstrationsgebäuden

**Bauherr / Eigentümer**

Ewald Griebler

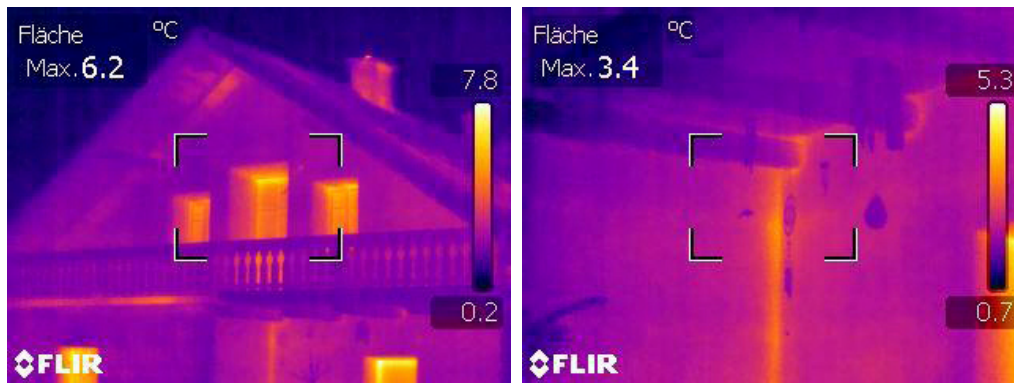
**Standort / Adresse**

4121 Altenfelden

**Ausführender/s Kursteilnehmer / Unternehmen**

Johannes Kramer, Gerhard Strasser, Fa. Kumpfmüller

Dokumentation (IR-Aufnahmen) folgender Bauteile (innen / außen)



**Details / Kommentare (kritische Bereiche, Dateinamen der Abbildungen, Skizzen, etc.)**

Sanierung eines alten Bauernhauses

Überprüfung der Dach- und AW-Flächen

Überprüfung der Fensteranschlüsse

Keine Ausführungsmängel oder Undichtigkeit festgestellt

Datum / Uhrzeit

Name / Unterschrift Projektmitarbeiter



**Bauherr / Eigentümer**

Doris Humer

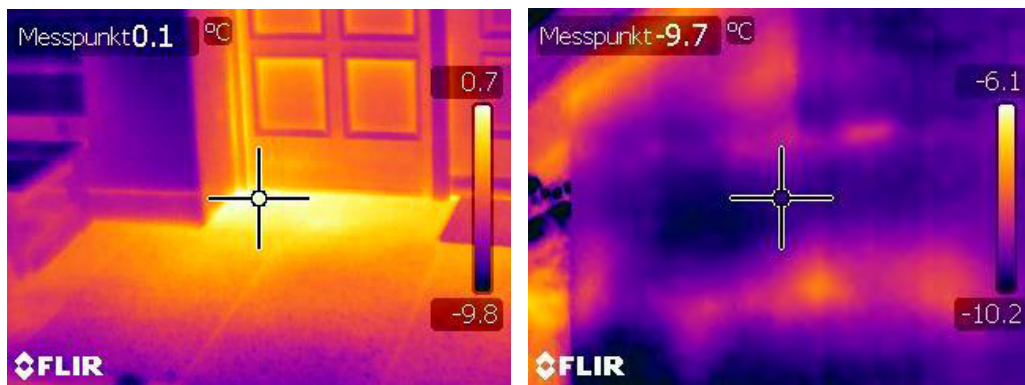
**Standort / Adresse**

4085 Waldkirchen/Pasching

**Ausführender/s Kursteilnehmer / Unternehmen**

Johannes Kramer, Gerhard Strasser

Dokumentation (IR-Aufnahmen) folgender Bauteile (innen / außen)

**Details / Kommentare (kritische Bereiche, Dateinamen der Abbildungen, Skizzen, etc.)**

Sanierung mit Holzweichfaser und Kalkputz

Überprüfung der Ausführung der AW-Dämmung sowie der Fensteranschlüsse

Tlw. Restfeuchtigkeit im Kalkputz der AW (siehe Abb.2 rechts)

Keine problematischen Mängel im Bereich der Anschlüsse

Datum / Uhrzeit

Name / Unterschrift Projektmitarbeiter

**Bauherr / Eigentümer**

Fam. Bronner

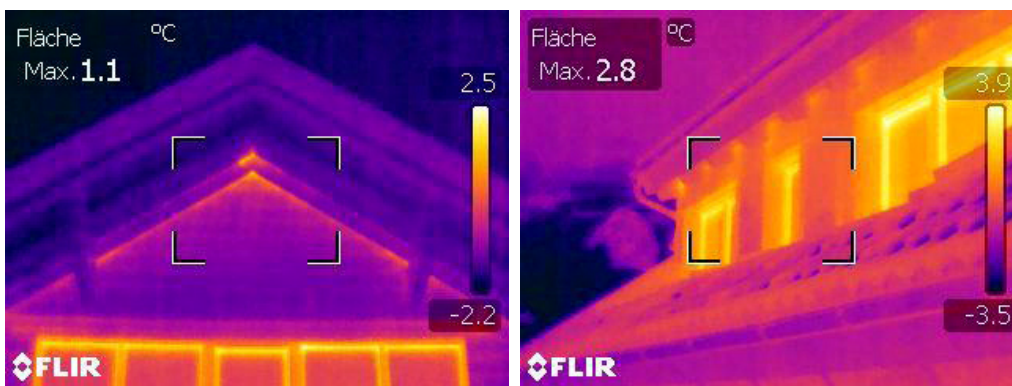
**Standort / Adresse**

4163 Klaffer

**Ausführender/s Kursteilnehmer / Unternehmen**

Gerhard Strasser

Dokumentation (IR-Aufnahmen) folgender Bauteile (innen / außen)

**Details / Kommentare (kritische Bereiche, Dateinamen der Abbildungen, Skizzen, etc.)**

Neubau Massivwände mit Kalkputz beidseitig

Ausstopfung der Installationsebenen mit Stopfhanf

Lehmputz im OG / Innenbereich

Überprüfung der Gaupen im Dachbereich OG

Anschlüsse sauber ausgeführt, keine technischen Mängel

Datum / Uhrzeit

Name / Unterschrift Projektmitarbeiter

**Bauherr / Eigentümer****Standort / Adresse**



Gemeinde Hofkirchen

4142 Hofkirchen

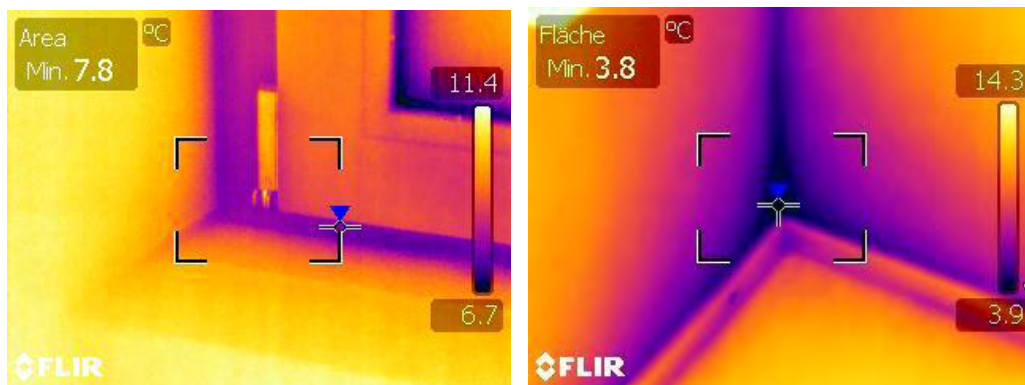
---

**Ausführender/s Kursteilnehmer / Unternehmen**

Bmstr. Rosenberger, Stefan Fölser

---

**Dokumentation (IR-Aufnahmen) folgender Bauteile (innen / außen)**



---

**Details / Kommentare (kritische Bereiche, Dateinamen der Abbildungen, Skizzen, etc.)**

Instandsetzung und Sanierung mit Fokus auf Oberflächen und neue Fenster

Kastenfenster wurden bzgl. Anbringung der Dichtebene überprüft

Geometrische Wärmebrücken im Bereich der Gebäudeecken wurden überprüft

Tlw. Schimmelbildung an Gebäudeecken (Innenraum) siehe Abb. 2 (Temp. 3,8°C)

Vorschlag: Anbringung von Wandheizung im kritischen Bereich

---

Datum / Uhrzeit

Name / Unterschrift Projektmitarbeiter

**Bauherr / Eigentümer**

Fam. Kehrer

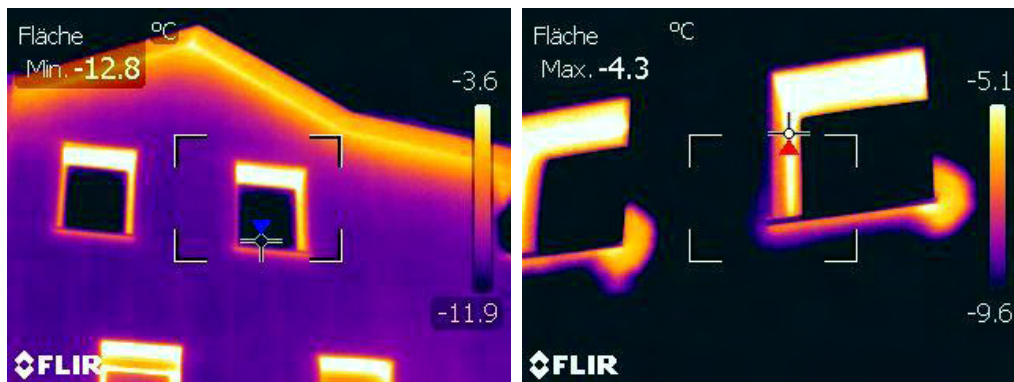
**Standort / Adresse**

4133 Niederkappel

**Ausführender/s Kursteilnehmer / Unternehmen**

Gerhard Strasser, Fa. Kumpfmüller

Dokumentation (IR-Aufnahmen) folgender Bauteile (innen / außen)

**Details / Kommentare (kritische Bereiche, Dateinamen der Abbildungen, Skizzen, etc.)**

Dämmung der AW mit Holzweichfaserplatten und Kalkputz (Dünnschichtputz)

Anschlüsse Fenster / Türen / Stockelzone war zu überprüfen

Tlw. Feuchtigkeitsanfall unterhalb der Fensteröffnungen (Fensterbankzone)

Auswertung: Geringgradige Abdichtungsprobleme, jedoch werden Fensterbänke noch bearbeitet

Datum / Uhrzeit

Name / Unterschrift Projektmitarbeiter

**Bauherr / Eigentümer**

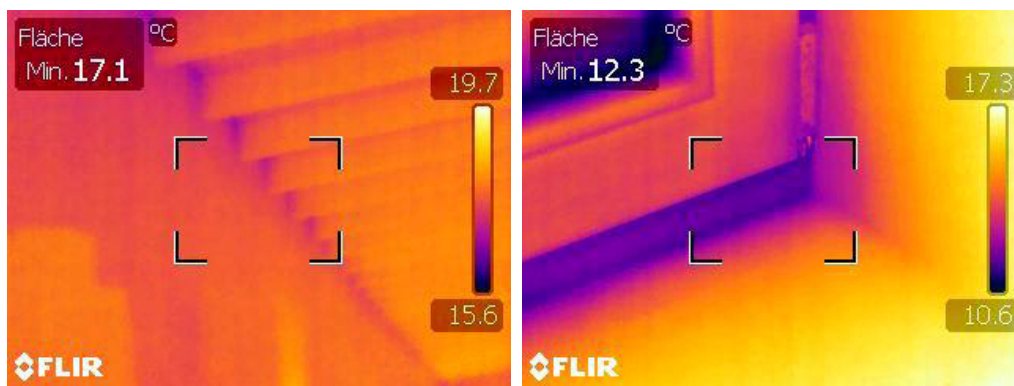
Holz Fesl

**Standort / Adresse**

4154 Kollerschlag

**Ausführender/s Kursteilnehmer / Unternehmen**

Fa. Schönberger

**Dokumentation (IR-Aufnahmen) folgender Bauteile (innen / außen)****Details / Kommentare (kritische Bereiche, Dateinamen der Abbildungen, Skizzen, etc.)**

Ökologischer Neubau mit hochwertigen Holzoberflächen

Luftdichtheit zu prüfen anhand von Wärmebrücken v.a. im Bereich Fenster und Türen

Minimale Abkühlung weder im Bereich der Sockelinstallationen noch bei Fensterlaibungen

Keine Ausführungsmängel

Datum / Uhrzeit

Name / Unterschrift Projektmitarbeiter

**Bauherr / Eigentümer**

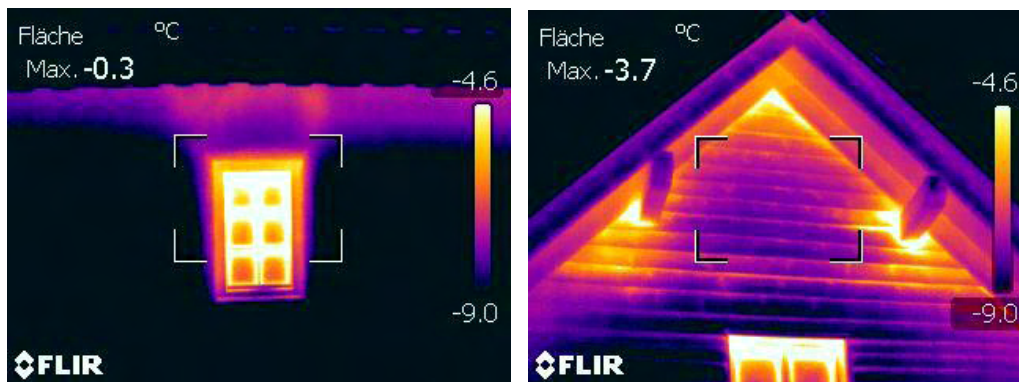
Manuel Hitsch

**Standort / Adresse**

4142 Pfarrkirchen

**Ausführender/s Kursteilnehmer / Unternehmen**

Stefan Fölser, Fa. Kumpfmüller

**Dokumentation (IR-Aufnahmen) folgender Bauteile (innen / außen)****Details / Kommentare (kritische Bereiche, Dateinamen der Abbildungen, Skizzen, etc.)**

Hoher Eigenleistungsanteil des Bauherren, Verwendung von Jumbo-Strohballen

Anwendung von Lehmputz direkt auf den Ballen, Hybrid-Tragsystem

Kleinere Mängel im Bereich der Holzkonstruktion, im OG Wärmebrücke im Bereich des

Pfettendurchstoßes (siehe Abb.2) – Leck kann durch Ausstopfen (z.B. Hanf) gefüllt werden

Keine Schimmelprobleme aufgrund zu erwartender hoher Feuchtigkeitswerte in den Ballen

Datum / Uhrzeit

Name / Unterschrift Projektmitarbeiter

**Bauherr / Eigentümer**

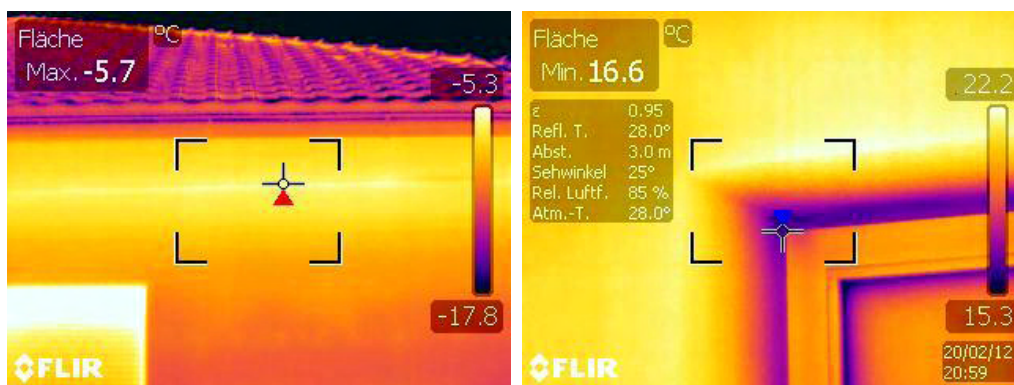
Fam. Kainberger

**Standort / Adresse**

4152 Auerbach

**Ausführender/s Kursteilnehmer / Unternehmen**

Fa. Kumpfmüller, Stefan Fölser

**Dokumentation (IR-Aufnahmen) folgender Bauteile (innen / außen)****Details / Kommentare (kritische Bereiche, Dateinamen der Abbildungen, Skizzen, etc.)**

Sanierung des Schafflhofs mit Hanf-Stopfwole und Holzweichfaserplatten in der AW,

Dämmung mit Strohballen in der OGD

keine Probleme innerhalb der Außenhülle (Wärmebrücken)

keine Verarbeitungsfehler erkennbar

einzelne Stellen könnten noch optimiert werden (Abb. 2 – Fensterlaibungen)

Bauphysikalisch (Taupunktbereiche, Schimmelbildung) unbedenklich

Datum / Uhrzeit

Name / Unterschrift Projektmitarbeiter

**Bauherr / Eigentümer**

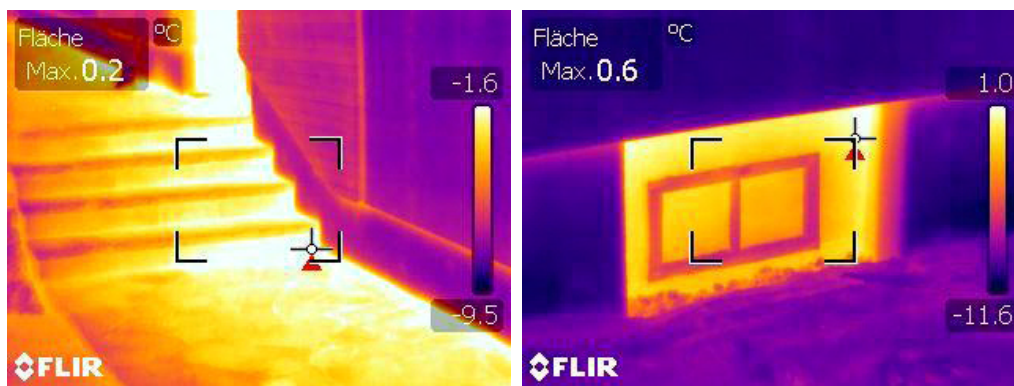
Falkner

**Standort / Adresse**

4134 Putzleinsdorf

**Ausführender/s Kursteilnehmer / Unternehmen**

Fa. Hoefler

**Dokumentation (IR-Aufnahmen) folgender Bauteile (innen / außen)****Details / Kommentare (kritische Bereiche, Dateinamen der Abbildungen, Skizzen, etc.)**

Ausführung der Perimeterdämmung problematisch, keine durchlaufende Dämmschicht,  
Direkter Anschluss des Granitbelags an die Außenwand im Bereich des Gebäudeumlaufs  
Dadurch starke Wärmeverluste, im Bereich der AW-Dämmung jedoch keine Mängel

Datum / Uhrzeit

Name / Unterschrift Projektmitarbeiter