

PH-Sanierungsbauteilkatalog

Auswertung gebäudesanierungsbezogener HdZ-
Forschungsberichte mit konstruktiven, bauphysikalischen und
bauökologischen Ergänzungen

T. Zelger, T. Waltjen

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

37/2009

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 Bestellmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe unter <http://www.nachhaltigwirtschaften.at>
oder unter:

Projektfabrik Waldhör
Währingerstraße 121/3, 1180 Wien
Email: versand@projektfabrik.at

Passivhaus-Sanierungsbauteilkatalog

Auswertung gebäudesanierungsbezogener HdZ-
Forschungsberichte mit konstruktiven, bauphysikalischen
und bauökologischen Ergänzungen

AutorInnen: DI Thomas Zelger, Mag. Hildegund Mötzl,
DI (FH) Astrid Scharnhorst, IBO GmbH, Wien,
Dr. Tobias Waltjen IBO, Wien (Projektleiter)

MitarbeiterInnen: DI Erna Motz, DI Wolfgang Huber, DI Philipp
Boogman, Markus Wurm, Gerhard Enzenberger, alle IBO und IBO
GmbH, Wien

Mit Beiträgen von:

Prof. Dr. Wolfgang Feist, Passivhaus Institut Darmstadt (Kapitel 3.1 und 3.4)
DI Michael Steinbrecher, ZT, Wien (Konsulent Statik, Kapitel 3.6)
DI Peter Holzer, Donau-Universität Krems (Haustechnik)
Arch. DI Heinz Geza Ambrozy, Wien (Konsulent Holzbaudetails)
Arch DI Martin Wöfl, Wien (Konsulent CAD-Details, architektonische Aspekte)
DI Dr. Karl Torghelle, Spektrum GmbH (Konsulent Anschlüsse, Schallschutz)

Wien, März 2009

Ein Projektbericht im Rahmen der Programmlinie



Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften

Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

Vorwort

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines beauftragten Projekts aus der Programmlinie *Haus der Zukunft* im Rahmen des Impulsprogramms *Nachhaltig Wirtschaften*, welches 1999 als mehrjähriges Forschungs- und Technologieprogramm vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie gestartet wurde.

Die Programmlinie Haus der Zukunft intendiert, konkrete Wege für innovatives Bauen zu entwickeln und einzuleiten. Aufbauend auf der solaren Niedrigenergiebauweise und dem Passivhaus-Konzept soll eine bessere Energieeffizienz, ein verstärkter Einsatz erneuerbarer Energieträger, nachwachsender und ökologischer Rohstoffe, sowie eine stärkere Berücksichtigung von Nutzungsaspekten und Nutzerakzeptanz bei vergleichbaren Kosten zu konventionellen Bauweisen erreicht werden. Damit werden für die Planung und Realisierung von Wohn- und Bürogebäuden richtungsweisende Schritte hinsichtlich ökoeffizientem Bauen und einer nachhaltigen Wirtschaftsweise in Österreich demonstriert.

Die Qualität der erarbeiteten Ergebnisse liegt dank des überdurchschnittlichen Engagements und der übergreifenden Kooperationen der Auftragnehmer, des aktiven Einsatzes des begleitenden Schirmmanagements durch die Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik und der guten Kooperation mit der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft bei der Projektabwicklung über unseren Erwartungen und führt bereits jetzt zu konkreten Umsetzungsstrategien von modellhaften Pilotprojekten.

Das Impulsprogramm *Nachhaltig Wirtschaften* 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, aber auch elektronisch über das Internet unter der Webadresse <http://www.HAUSderZukunft.at> Interessierten öffentlich zugänglich gemacht.

DI Michael Paula

Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Inhaltsverzeichnis

1	KURZFASSUNG / ABSTRACT	11
2	PROJEKTABRISS	13
2.1	Ausgangssituation/Motivation	13
2.2	Ziele	14
2.3	Methodik	15
2.4	Zielgruppen	16
2.5	Angestrebte Ergebnisse	17
2.6	Schlussfolgerung	17
2.7	Ausblick	17
3	PASSIVHAUSSTANDARD IN DER ALTHAUSSANIERUNG (W. FEIST)	18
3.1	Einleitung	18
3.2	Bauaufgaben	21
3.3	Methodik in diesem Projekt	21
3.4	Passivhaushülle: Wärmeschutz und Luftdichtigkeit (W. Feist)	22
3.5	Passivhaushülle: Hygienische Lüftung	27
3.6	Zur Problematik der Feuchte in Bestandsgebäuden und in deren Sanierung (M. Steinbrecher)	31
4	PROJEKTE: BIS 1918 / HAIDENHOF BAD ISCHL	39
4.1	Kurzcharakterisierung	39
4.2	Bauteile: Bestand und Sanierung	40
4.3	Anschlüsse	43
5	PROJEKTE: BIS 1918 / GEBÄUDE FABRIKSTRASSE STEYR	47
5.1	Kurzcharakterisierung	47
5.2	Bauteile: Bestand und Sanierung	48
5.3	Anschlüsse	51
6	PROJEKTE: BIS 1918 / GRÜNDERZEITHAUS	53
6.1	Kurzcharakterisierung	53
6.2	Bauteile: Bestand und Sanierung	54
6.3	Anschlüsse	56
7	PROJEKTE: BIS 1918 / KASERNE TROLLMANGELÄNDE STEYR	61
7.1	Kurzcharakterisierung	61
7.2	Bauteile: Bestand und Sanierung	62
8	PROJEKTE: BIS 1918 / EINFAMILIENWOHNHAUS PANIC	75
8.1	Kurzcharakterisierung	75
8.2	Bauteile: Bestand und Sanierung	76
8.3	Anschlüsse	78
9	PROJEKTE: 50ER JAHRE / WOHNBAU MARKARTSTRASSE	81

9.1	Kurzcharakterisierung	81
9.2	Bauteile: Bestand und Sanierung	82
9.3	Anschlüsse	84
10	PROJEKTE: 60ER BIS 70ER JAHRE / SCHULE SCHWANENSTADT	93
10.1	Kurzcharakterisierung	93
10.3	Anschlüsse	97
11.1	Kurzcharakterisierung	103
11.2	Bauteile: Bestand und Sanierung	104
11.3	Anschlüsse	108
12.1	Kurzcharakterisierung	121
12.2	Bauteile: Bestand und Sanierung	122
12.3	Anschlüsse	126
13	PROJEKTE: 70ER JAHRE / MEHRFAMILIENWOHNHAUS WEINHEBERSTRASSE	133
13.1	Kurzcharakterisierung	133
13.2	Bauteile: Bestand und Sanierung	134
13.3	Anschlüsse	136
14	REGELQUERSCHNITTE/FUNKTIONALE EINHEITEN	151
14.1	Dämmung der Außenwand verputzt	151
14.2	Dämmung der Außenwand hinterlüftet	162
14.3	Innendämmung der Außenwand	170
14.4	Dämmungen zwischen Holzkonstruktion leicht	181
14.5	Dämmung Flachdach massiv	183
14.6	Dämmung oberste Geschoßdecke	195
14.7	Dämmung Kellerdecke unterseitig	206
14.8	Dämmung Kellerdecke oberseitig	215
14.9	Dämmung erdberührter Fußboden unter Bodenplatte	226
15	DETAILANGABEN IN BEZUG AUF DIE ZIELE DER PROGRAMMLINIE	231
15.1	Beitrag zum Gesamtziel der Programmlinie und den sieben Leitprinzipien nachhaltiger Technologieentwicklung	231
15.2	Einbeziehung der Zielgruppen (Gruppen, die für die Umsetzung der Ergebnisse relevant sind) und Berücksichtigung ihrer Bedürfnisse im Projekt	231
15.3	Beschreibung der Umsetzungs-Potenziale (Marktpotenzial, Verbreitungs- bzw. Realisierungspotential) für die Projektergebnisse	231
15.4	Potential für Demonstrationsvorhaben (Chancen / Schwierigkeiten / Risiken bei der Realisierung / Umsetzung in Richtung Demonstrationsprojekt?)	232
16	SCHLUSSFOLGERUNG	233
17	AUSBLICK	234
AP 1	(HDZ-Projekt 813968, Gegenstand diese Projektberichtes)	234
AP 2	Regelquerschnitte	234
AP 3	Sanierung erdberührter Bauteile	235

AP 4 Sanierung Gründerzeithäuser: Errichtungszeitraum vor 1919	236
AP 5 Sanierung von Gebäuden der 20er Jahre	237
AP 6 Sanierung von Gebäuden der 50er Jahre	238
AP 7 Sanierung von Gebäuden der 60er Jahre	238
AP 8 Sanierung von Gebäuden der 70er Jahre	239
AP 9 Sanierung von Gebäuden ab 80er Jahre, bzw. Passivhaussanierung von bereits einmal sanierten Gebäuden	239
AP 10 Sanierung von Balkonen, Loggien	240
AP 11 Sanierung von Einfamilienhäusern in Leichtbauweise (ab 60er Jahre)	240
AP 12 Komfortlüftung	241
18 LITERATUR	242

1 Kurzfassung / Abstract

Der Passivhaus-Sanierungsbauteilkatalog (1. Phase) führt zwei wertvolle und bereits vorliegende Ressourcen zu einem neuen praxisnahen Planungswerkzeug zusammen:

- Eine Vielzahl HdZ-geförderter Projekte, die sich mit konstruktiven Aufgaben in der Sanierung beschäftigt haben,
- die Methodik des IBO Passivhaus-Bauteilkatalogs mit Regelquerschnitten und Anschlussdetails (für den Neubau) mit bauphysikalischer Beschreibung und Berechnung sowie ökologischer Berechnung und Bewertung.

Erst durch eine systematische Aufarbeitung der bestehenden Lösungen, der Ergänzung, der bauphysikalischen, konstruktiven und ökologischen Analyse und der kompakten und praxisnahen Darstellung können die meist auf ein spezifisches Bauprojekt und – forschungsinteresse dargestellten Sanierungslösungen dem Anwender unmittelbar und leicht zugänglich nutzbar gemacht werden.

Die konstruktiven Lösungen, die in den bestehenden und laufenden Projekten erarbeitet wurden, wurden in Bezug auf Regelquerschnitte, Anschlussdetails und die technischen Überlegungen ausgewertet. Dieses wertvolle Material wurde

- systematisch nach Bauaufgaben und historischen Bauepochen geordnet
- einheitlich durchgerechnet und
- nach der Darstellungsweise des IBO Passivhaus-Bauteilkataloges aufbereitet.

Die wichtigsten fehlenden Regelquerschnitte und Anschlussdetails wurden neu entwickelt. Insgesamt wird eine Sammlung von ca. 15 Regelquerschnitten und 40 Anschlussdetails für Renovierungen nach dem Passivhaus-Standard (oder mit Passivhaus-Komponenten) vorgelegt. Für die Ergebnisse können die vorhandenen Drucklayouts, die das IBO bereits entwickelt hat, herangezogen werden (Phase 1: Probeseiten).

Das Projekt wurde mit AutorInnen der ausgewerteten sanierungsbezogenen HdZ-Studien und anderen InteressentInnen im Rahmen des IBO Jahreskongresses 2008 vorgestellt und diskutiert.

The Passive House Catalogue of Building Details for Renovations (1st stage) uses valuable and readily available resources to create a new product:

- A number of HdZ-funded projects that deal with construction issues in refurbishment and renovation of buildings
- The methodology of the IBO Catalogue of Details for Passive Houses showing regular sections and connection details (for new buildings) with building physical description and calculation and ecological calculation and rating.

Only with a systematic evaluation of existing solutions, their completion, a building physical, constructive and ecological analysis and a compact and user-friendly presentation make the results of the existing studies (mostly focussing on one specific building) readily available and usable in the building practice.

The HdZ-funded studies have been screened to extract/excerpt regular sections, connection details and those technical considerations that were guiding the choice and development of the respective technical solutions/details. This valuable material has been

- arranged systematically according to building tasks and to historical building design epochs
- recalculated in a uniform/standardized way and
- presented according to the methodology of the IBO Catalogue of Details for Passive Houses. The most important regular sections and connection details that miss in the HdZ studies screened have been newly developed. The resulting collection contains approx. 15 regular sections and approx. 45 connection details for building renovation according to the Passive House Standard (or with Passive House components).

Print layouts IBO has developed before are available for the presentation of the results (1st stage: sample pages).

The project has been presented to and discussed with the authors of the screened HdZ building refurbishment studies and other interested parties at the 2008 IBO congress in a workshop.

2 Projektabriss

2.1 Ausgangssituation/Motivation

Unter dem Gesichtspunkt einer nachhaltigen Entwicklung in der Althausanierung sind folgende Aspekte als problematisch zu nennen:

- Sanierung auf niedrigem Niveau: Thermische Sanierungen der Außenhülle erreichen zumeist nur das Niveau des in den Bauordnungen festgelegten Mindestwärmeschutzes für den Neubau und vergeben somit die Möglichkeit einer durchgreifenden Verbesserung der Gebäudequalität in Bezug auf Betriebskosten, thermischen Komfort und Energieverluste. Damit ist ein
- ungenutztes Marktpotential für bauökologisch gute und gleichzeitig kostengünstige Lösungen gegeben. Planer schöpfen trotz stark steigender Nachfrage der Bauherren das Auftrags-Potential bei weitem nicht aus. Der Grund dafür liegt in
- fehlendem Wissen: In den letzten Jahrzehnten war die Ausbildung der Planer auf Hochschulebene (Architekten und Bauingenieure) fast ausschließlich auf den Neubau ausgerichtet. Seit sich der Schwerpunkt der Bautätigkeit weg von Neubau in Richtung Erhaltung und Sanierung verschiebt, werden immer mehr Planer in diesem Bereich tätig, ohne aber über entsprechendes Fachwissen zu verfügen. So findet etwa
- das in der wissenschaftlichen Forschung vorhandene hohe Kenntnissniveau über die im Altbau wesentlichen thermisch-hygrischen Vorgänge nur stockend Eingang in die Praxis. Dies führt zu
- Planungsfehlern: Sanierungsmaßnahmen bedingen oft wesentliche aber unvorhergesehene bauphysikalische Veränderungen der bestehenden Substanz. So unterlaufen auch erfahrenen Planern Planungsfehler, die Bauschäden verursachen (insbesondere Kondensatschäden). Dies ist aber nur ein Aspekt der
- Komplexität der Bauaufgabe: Der Planungs- und Bauablauf bei Sanierungen ist, auch bei kleinen Bauvorhaben, komplexer als bei entsprechenden Neubauten und die Fehlerquellen sind zahlreicher. Ebenso ungenügend ist der
- Wissenstransfer zu Professionisten: Jahrzehntlang war die Sanierung von Gebäuden die Domäne kleiner Baufirmen, die aufgrund ihrer Personalstruktur keine Kontakte zu Forschungsinstitutionen pflegten. Entsprechend niedrig war und ist der Innovationsgrad der ausgeführten Sanierungen. Wobei andererseits „innovative“ Bauprodukte ein Problem für sich sein können, denn:
- Zahlreiche im Sanierungsbereich eingesetzte Bauprodukte können Schadstoffe emittieren (z.B. Dämmung und Abdichtung des erdberührten Fußbodens).
- Trotz des erwähnten hohen Wissenstandes in der wissenschaftlichen Forschung sind die zugänglichen Wissensquellen ungenügend

- weil zu speziell: In vielen Projekten müssen für Antworten auf spezifische Fragestellungen eine Vielzahl von Fachpublikationen oder Experten konsultiert werden, zumal in sehr vielen Sanierungsprojekten keine Fachplaner wie Bauphysiker oder Bautechniker eingesetzt werden –
- weil zu allgemein: Die umfangreiche Literatur im Sanierungsbereich bleibt zumeist sehr allgemein und kann daher als Ideengeber hilfreich sein, ist allerdings als Planungshilfsmittel unzureichend –
- weil lückenhaft oder einseitig oder fehlerhaft: Ökologische und wohnhygienische Aspekte werden überhaupt nicht behandelt. Produktkataloge sind sehr spezifisch und zudem nach Erfahrung der Projektantragsteller teilweise fehlerhaft.

2.2 Ziele

Vor dem Hintergrund der genannten Probleme und Hemmnisse kann der Althausanierung ein ebenso technisch wie ökologisch gegründetes Fundament gegeben werden:

Problematik	Beitrag zur Lösung durch das vorliegende Projekt
Sanierung auf schwachem Qualitätsniveau	Konstruktionen und Anschlüsse in Passivbauweise mit besonderer Berücksichtigung von Ökologie und Wohnkomfort
Ungenutztes Marktpotential	Argumentationshilfe für Planer, Bauträger und Bauherren bei innovativen Konstruktionen mit Mehrfachnutzen
Fehlendes Wissen	Bautechnisches und ökologisches Wissen für „kleine Baufirmen“, Bauträger oder Studenten in umsetzungsorientierter Form
Wissenstransfer zu Professionisten	Das Fachwissen der wissenschaftlichen Projektpartner aus Fachzeitschriften und -kongressen fließt direkt in die Analyse und Optimierung von Konstruktionen und Anschlüssen ein. Es wird anwendungsbezogen strukturiert den Planern und Ausführenden verfügbar gemacht
Planungsfehler	Das Wissen über Bauschäden wird aus Fachliteratur und dem Erfahrungsschatz der Projektteilnehmer konstruktionsbezogen zugänglich gemacht, Risiken werden abgewogen und Empfehlungen abgegeben
Komplexität der Bauaufgabe	Die Systematisierung der Bauaufgabe anhand von Risiken und Möglichkeiten von Ausführungsdetails sensibilisiert Planer und Ausführende
Mangelndes Wissen über bauökologische Qualität von Baustoffen	Konkrete Hinweise auf Baustoff- und Konstruktionsebene zur Emission von Schadstoffen, risikoarm zu verarbeitende Baustoffe, schadstofffreie Baustoffe und insbesondere Verbindungs- und Abdichtungstechnik, Berücksichtigung von Herstellungs- und Entsorgungsökologie von Bauteilen und Baustoffen
Mangelhafte Fachliteratur für Anwender	Die Darstellung der nachhaltigen Sanierung folgt dem Planungsprozess in der Praxis der Planern und der ausführenden Firmen (Baufaufgabe-Konstruktionen und Anschlüsse – Baustoffe) und bietet bauphysikalisch optimierte Details für Regelkonstruktionen und Anschlüsse. Die technische Engführung am Gegenstand (Kennwerte, Ausführungsdetails) unterstützt die direkte Umsetzbarkeit. Energetische und ökologische Aspekte sind gleich mit den technischen Informationen verfügbar

Planern und Bauträgern soll das umfangreiche Wissen in der Althausanierung mit Passivhauskomponenten kompakt, leicht zugänglich und detailliert dargestellt zur Verfügung gestellt werden. Konkret werden folgende Ergebnisse angestrebt:

- Konstruktionen und Anschlüsse in Niedrigenergie- und Passivbauweise (Wärmeschutz, Luftdichtigkeit)
- Bauphysikalisch optimierte Anschlüsse
- Bewertung der bauphysikalischen Risiken in Planung und Ausführung der Konstruktionen
- Praktikable und einfache Lösungen
- Dauerhafte Lösungen mit wenig und einfacher Instandhaltung
- Effiziente Nutzung der Abbruchmaterialien
- Bauökologisch optimierte Lösungen
- Anregungen zur Erhöhung der Wohnqualität: Lärmschutz, thermische Behaglichkeit, Feuchteregulierung durch die bauliche Umwelt
- Darstellung von Lösungen zur Verbesserung der Raumluftqualität durch bauliche, heizungs- und lüftungstechnische Maßnahmen
- Gut umsetzbare Lösungen für den Einbau von Lüftungsrohren und bauteilintegrierte Heizsystemen
- Grundlage der ökologischen Bewertung von Sanierungslösungen durch die Förderstellen.
- Intelligentes Zusammenwirken von Konstruktions- und Anschlussdetails, die bauphysikalisch solide herstellbar sind und die geforderten „nachhaltigen Dienstleistungen“ erbringen können
- Quantitative bauphysikalische und ökologische Kennwerte und eng am Gegenstand geführte bautechnische Beschreibungen und umfassenden bauökologischen Bewertungen.

2.3 Methodik

Fachliteratur, die sich mit konstruktiven Aufgaben in der Sanierung beschäftigt haben, wird ausgewertet in Bezug auf Regelquerschnitte, Anschlussdetails und die technischen Überlegungen, die zur Entwicklung und Anwendung der jeweiligen Lösungen geführt haben. Vor allem Publikationen des Passivhaus-Instituts in Darmstadt und des Fraunhofer Instituts für Bauphysik sind hier zu beachten. Dieses wertvolle Material wird

- durch eigene Entwicklungen ergänzt und vervollständigt
- systematisch nach Bauaufgaben und historischen Bauepochen geordnet
- einheitlich durchgerechnet und
- in der Darstellungsweise des IBO Passivhaus-Bauteilkatalogs (Wien, New York: Springer 2008) aufbereitet. Dieser Katalog zeigt Regelquerschnitte und Anschlussdetails mit bauphysikalischer Beschreibung und Berechnung sowie ökologischer Berechnung und Bewertung.

Für die systematische Analyse der Althausanierung werden Gebäude in Abhängigkeit

- vom Errichtungszeitpunkt (verwendete Baustoffe und Konstruktionen, Bauweise)
- von der Struktur (EFH, Reihenhäuser, mehrgeschoßige Wohnbauten)
- eingeteilt.

Weiters werden die Motive für Sanierungen betrachtet:

- Einsparung von Heizenergie
- Instandsetzung: Beseitigung von (Bau-)Schäden (Schimmelbildung, Kondensatschäden, Schäden an vorgehängten Fassaden)
- Schaffung von Wohnraum (Dachgeschoßausbau, Aufstockung, Anbau)
- Modernisierung (Standardanhebung, Nutzungsänderung)
- Instandhaltung: Verhinderung von Schäden (Fassadenerhaltung, Sanierung Tragsysteme, Dachhaut)
- Verbesserung der Behaglichkeit (Schallschutz, Wärmeschutz)
- Anpassung an gesetzliche Vorschriften (z.B. Rampen, Aufzüge)

Aus dem Althausanierungsbereich werden die folgenden Bauaufgaben im vorliegenden Projekt behandelt (in Klammer Angabe der üblichen Motive):

- Gründerzeithäuser, Errichtungszeitraum vor 1919 (Instandhaltung, Modernisierung)
- Mehrgeschoßige Wohnbauten 1919 bis 50er Jahre (Instandhaltung, Heizenergieeinsparung)
- Mehrgeschoßige Wohnbauten 60er bis frühe 80er Jahre (Beseitigung von Bauschäden, Heizenergieeinsparung)
- Einfamilienhäuser 1919 bis frühe 80er Jahre (Heizenergieeinsparung)
- Sanierung erdberührter Räume (Beseitigung von Bauschäden)
- Dachgeschoßausbau (Schaffung von Wohnraum)

Die vorgeschlagenen Detaillösungen sollen geeignet sein, das primäre Sanierungsziel (vgl. vorstehende Motive) zu erreichen, dazu aber energetisch, bauökologisch und wohnhygienisch optimierten und bauphysikalisch soliden Wohnraum zu schaffen.

2.4 Zielgruppen

Zielgruppen einer Sammlung nachhaltiger Lösungen und Grundlagen in der Althausanierung sind insbesondere

- Architekten und Fachplaner,
- von Nutzen ist sie auch
- für engagierte Bauherren,
 - Beratungsinstitutionen,
 - als Lehrmittel an Hochschulen und weiterbildenden Colleges,
 - als Grundlage für die Wohnbau-Förderstellen der Länder,
 - für Contractinginstitutionen,
 - Baustoffhersteller und
 - Immobilienverwalter und Versicherungen

2.5 Angestrebte Ergebnisse

Publikation, angelehnt an das Muster des IBO Passivhaus-Bauteilkataloges mit folgender Gliederung:

- Methodik und Grundlagen
- Die Ökologie der Gebäudesanierung – Funktionale Einheiten
- Sanierungsaufgaben nach Bauepochen – Regelquerschnitte und Anschlüsse (Phase 1: Darstellung anhand konkreter, in HdZ-Projekten untersuchter Bauwerke)

2.6 Schlussfolgerung

Das bisher ausgearbeitete Material stärkt die Zuversicht der Autoren, mit Hilfe physikalisch und ökologisch ausgearbeiteter Beispiele Arbeitshilfen für die Gebäudesanierung zu bieten zu können. Ein Bauteilkatalog kann einen Mittelweg bieten zwischen dem routinierten Vorgehen nach unreflektierter „Praxiserfahrung“ und teuren Einzeluntersuchungen mittels Simulationen und Gutachten. Die ausgearbeiteten Beispiele haben das Potential als solide „Halbfabrikate“ für eine Sanierungsplanung dienen zu können.

2.7 Ausblick

Der vorliegende Projektbericht umfasst den ersten Baustein eines geplanten und bei der 1. Ausschreibung Haus der Zukunft Plus am 20.02.2009 unter dem Namen „PH-SanPlus – PH-Sanierungsbauteilkatalog. Zweite Ausbaustufe“ eingereichten Projektes mit der Nummer 822169. Diese zweite Ausbaustufe umfasst die Arbeitspakete 2–12.

3 Passivhausstandard in der Althausanierung (W. Feist)

3.1 Einleitung

Erstmals auf der dritten Passivhaustagung in Bregenz wurde eine Modernisierung des Gebäudebestandes mit Hilfe von hocheffizienten Passivhaus-Komponenten diskutiert [Feist 1999]. Der entscheidende Grundsatz ist dabei „wenn schon, denn schon“: Wenn eine entsprechende Komponente des Gebäudes angepackt wird, ist es am wichtigsten, auch die energetische Qualität des betroffenen Bauteils auf das entscheidend verbesserte Niveau zu bringen: Sonst geht das Potential einer Verbesserung an dieser Stelle über Jahrzehnte verloren (eben bis zur nächsten Modernisierung). Im oben genannten Beitrag wurde bereits dargestellt, wie sich die wärmetechnische Qualität von Gebäuden durch konsequente, mit den ohnehin stattfindenden Modernisierungsschritten gekoppelte Maßnahmen Schritt für Schritt verbessern lässt. (Dafür wird heute der Begriff „schrittweise Modernisierung“ verwendet; das dürfte die in den überwiegenden Fällen stattfindende Methode sein).

Schon bald darauf wurden die wichtigsten Ansätze einer solchen hoch energieeffizienten Modernisierung durch praktische Beispiele bestätigt. Die Durchführung der Maßnahmen erwies sich dabei als nicht schwieriger im Vergleich zum Einhalten allein der üblichen gesetzlichen Anforderungen. Die Grundsätze der energietechnischen Modernisierung mit Passivhaus-Komponenten wurden an Hand der bis dorthin vorliegenden Beispiele in einem Protokollband des Arbeitskreises kostengünstige Passivhäuser publiziert [AkkP24 2003].

Mit der bis 1990 zur Verfügung stehenden Technik konnte ein wirtschaftlich vertretbares Energieeinsparpotential (Kosten der Einsparenergie um 0,065 €/kWh) von rund 60% gegenüber dem jeweiligen IST-Zustand von Altbauten erschlossen werden [Ebel/Eicke-Hennig/Feist 2000]. Die dort im Kapitel Ausblick angedeuteten verbesserten Techniken sind in der Zwischenzeit nahezu ausnahmslos am Europäischen Markt verfügbar. Die technische Entwicklung vollzog sich hierbei, angeregt durch die Erfolge des Passivhaus-Standards beim Neubau, weitaus schneller als es jemals für möglich gehalten wurde. Die heute mit Passivhaus-Technik erreichbaren Energiekennwerte bei einer Modernisierung von Altbauten liegen jedoch zwischen 15 und 35 kWh/(m²a) und sind damit nochmals um mehr als einen Faktor zwei niedriger als die zuvor erreichbaren. Die durch eine umfassende Modernisierung mögliche Heizenergieeinsparung unter Einsatz von Passivhaus-Komponenten liegt zwischen 75 und 95%. Einsparungen in dieser Größenordnung sind bei den heutigen Energiepreisen für die Nutzer der Gebäude deutlich zu spüren. Dies allein stellt bereits eine hohe Motivation dar, Maßnahmen dieser Qualität um zu setzen.

Auf der Basis der vergangenen Jahrzehnte muss man allerdings auch erkennen, dass die Umsetzungsgeschwindigkeit von Energieeffizienzmaßnahmen in der Praxis deutlich geringer war, als auf der Basis der ursprünglich angenommenen Erneuerungszyklen. Offenbar sind die tatsächlichen Nutzungsdauern der eingesetzten Komponenten heute länger; auch ist

festzustellen, dass es einen Modernisierungstau gibt, da vor allem in den neunziger Jahren Kapital vorzugsweise mit vermeintlich höheren Renditen angelegt wurde als sie bei der Gebäudemodernisierung zu erzielen sind. Auch gegenwärtig bleibt die Umsetzung weiterhin hinter den Erfordernissen zurück; spekulative Hoffnungen auf höhere Renditen bestehen zwar derzeit nicht mehr, allerdings herrscht nun eine hohe Investitionszurückhaltung. Diese muss durch entsprechende Anreize überwunden werden, hierbei hat Österreich eine Vorreiterrolle inne.

Geht man nach einem angemessenen Einführungszeitraum vom selbstverständlichen Einsatz der verbesserten hocheffizienten Technik auch im Gebäudebestand aus, so ergibt sich ein erheblich höherer Einspareffekt.

Gebäude mit nur mittelmäßigem Wärmeschutz sind auch in absehbarer Zukunft leider weitgehend "modernisierungsresistent", weil sich eine nachträgliche Verbesserung auf der Grundlage der dort vorhandenen Bauteile mit mittleren U-Werten von 0,3 bis 0,5 W/(m²K) auch bei hohen Energiepreisen kaum wirtschaftlich darstellen lässt. Auch deshalb ist gerade beim Neubau dringend auf eine qualitative Übererfüllung der gesetzlichen Anforderungen hinzuwirken – und deshalb ist es so wichtig, bei keiner Einzelmaßnahme hinter dem optimal Gebotenen zurück zu bleiben. Optimal geboten ist heute (insbesondere unter Berücksichtigung der verfügbaren Förderungen) die Qualität der Passivhaus geeigneten Bauteile.

Ein weiteres Hemmnis besteht noch immer darin, dass die energetische Altbaumodernisierung nicht uneingeschränkt in einem guten Ruf steht. Durch unsachgemäße und halbherzige Maßnahmen ist in der Vergangenheit viel Kredit verspielt worden. Keinesfalls kann von der Hand gewiesen werden, dass häufig gerade bauphysikalisch falsch geplante Energiesparmaßnahmen ursächlich zu Schäden an bestehenden Gebäuden mit beigetragen haben. Dabei ist folgende Wirkungskette hinreichend bekannt:

Einbau neuer, gut dichtender Fenster in ein Wohngebäude im Bestand.

- Reduzierung des Fugenluftwechsels
- Anstieg der relativen Raumluftfeuchtigkeit im Winter bei unverändertem Nutzerverhalten auf Werte über 45%
- Überschreitung von 80% Raumluftfeuchtigkeit an üblicherweise überall vorhanden Wärmebrücken der alten Gebäudehülle (vgl. die Details in diesem Katalog und auch die hier vorgeschlagenen Maßnahmen zur Abhilfe)
- Wachstum von Schimmelpilz in Gebäudekanten, hinter Schränken, an Stürzen, Deckenanschlüssen, Fensterlaibungen u.a.

In erster Linie ist gerade beim Einbau dichter Fenster eine ausreichende Wohnungslüftung nach der Modernisierung sicherzustellen. Eine zuverlässige Lösung ist nur durch eine dauerhaft sichergestellte Komfortlüftung möglich. Dies entspricht auch den in der Praxis von Wohnungsbaugesellschaften in Österreich gemachten Erfahrungen, weshalb man bei der Modernisierung grundsätzlich zum Einbau von Lüftungssystemen übergegangen ist. Wird eine Lüftungsanlage verwendet, so ist durch den Einsatz der Wärmerückgewinnung eine weitere Effizienzverbesserung möglich: Und auch hierbei bilden die für den Passivhaus Neubau entwickelten Geräte die Spitzenklasse.

Ein weiterer Punkt ist bei der Betrachtung der Schadensbilder auffällig: Das Schimmelwachstum folgt den aus der Thermographie oder aus Wärmebrückenberechnungen bekannten Zonen mit verringerten Oberflächentemperaturen an thermischen Schwachstellen der Gebäudehülle. Das ist bei Kenntnis der bauphysikalischen Ursachen nicht verwunderlich, herrschen doch an den Stellen mit reduzierten Temperaturen auch die höchsten Luftfeuchtigkeiten und damit die höchsten Materialfeuchtigkeiten; die Pilzspore findet daher hier ideale Bedingungen zum Auskeimen und das Pilzmyzel gute Wachstumsbedingungen. Die thermischen Schwachstellen lassen sich jedoch durch gute und richtig angebrachte Wärmedämmung regelmäßig beheben und damit die Ursachen für den Feuchteschaden beseitigen.

Sorgfältig ausgeführte und hochwertige Gebäudemodernisierungen sind dazu geeignet, feuchtebedingte Bauschäden zu vermeiden und zu sanieren. Dies gelingt bei hochwertigen Ausführungen mit guter Wärmedämmung besser als bei mäßigem Standard, wie die Ergebnisse in ausgeführten Gebäuden zeigen [AkkP24 2003].

Aber nicht nur die Vermeidung und Behebung von Bauschäden spricht für ein erheblich besseres Dämmniveau bei der Modernisierung von Gebäuden, sondern auch ökonomische Betrachtungen. Am Beispiel eines massiven, verputzten Altbaus wird das deutlich: Gerüst und Neuverputz wären in einem solchen Fall ohnehin erforderlich; der alte Putz wäre abzuschlagen und zu entsorgen. Eine bessere Wahl ist die Aufbringung eines Wärmedämmverbundsystems auf den alten, nur überspachtelten Putz. Die Mehrkosten des Dämmsystems halten sich dann in Grenzen; auch der Kostenzuwachs bei zunehmender Dämmstoffstärke ist eher gering. In Anbetracht der besseren bauphysikalischen Eigenschaften (Schadensvermeidung), des höheren Komforts und der zusätzlichen Energieeinsparung kann in solchen Fällen immer empfohlen werden, bei der Dämmstoffstärke nicht zu sparen.

Durch die erheblich verbesserte Qualität bei Verwendung von hocheffizienten Komponenten auch in der Altbau-Modernisierung erhöht sich die Attraktivität solcher Maßnahmen. Die modernisierten Wohnungen werden trocken, komfortabel und energiesparend. Auch die Ökonomie der Maßnahmen verbessert sich. Damit ergeben sich durch die Verfügbarkeit der hocheffizienten Komponenten erhöhte Chancen dafür, auch die Umsetzungsraten für die Modernisierung gegenüber dem heutigen Niveau zu erhöhen.

Die Ergebnisse der bereits durchgeführten Demonstrationsvorhaben zeigen, dass mit den heute verfügbaren Passivhaus-Komponenten auch im Gebäudebestand durch Modernisierungsmaßnahmen Energiekennwerte von im Mittel 25 kWh/(m²a) erreichbar sind; sollte bei den Außenwänden auf Grund von Anforderungen des Denkmalschutzes oder bei Sichtfassaden keine außenliegende Dämmung möglich sein, so sind mit einer Innendämmung immer noch um 55 kWh/(m²a) erreichbar. – Für Maßnahmen zur Innendämmung gilt nach allen bisher vorliegenden Erfahrungen der Grundsatz, dass eine sorgfältig geplante Innendämmung besser ist als keine Dämmung [AkkP32 2005].

Die vorliegenden Potentiale lassen erkennen, dass durch ein engagiertes Modernisierungsprogramm innerhalb einiger Jahrzehnte die Qualität des Wohnungsbestandes ganz erheblich verbessert werden kann. Dabei ist es möglich, den Heizenergieverbrauch in der Gesamtheit aller Wohngebäude auf weniger als die Hälfte gegenüber heute zu senken – dabei

ist bereits berücksichtigt, dass es einen Sockelbestand von Gebäuden gibt, die aus verschiedenen Gründen einer umfassenden Modernisierung nicht zugänglich sind. Vor dem Hintergrund einer erheblich verbesserten Effizienz gewinnen auch die Potentiale der erneuerbaren Energiequellen neu an Bedeutung, weil sie einen höheren Deckungsanteil erlangen.

3.2 Bauaufgaben

Für die systematische Analyse der Althausanierung werden Gebäude in Abhängigkeit

- vom Errichtungszeitpunkt (verwendete Baustoffe und Konstruktionen, Bauweise)
- von der Struktur (EFH, Reihenhäuser, mehrgeschoßige Wohnbauten)

eingeteilt.

Weiters werden die Motive für Sanierungen betrachtet:

- Einsparung von Heizenergie
- Instandsetzung: Beseitigung von (Bau-)Schäden (Schimmelbildung, Kondensatschäden, Schäden an vorgehängten Fassaden)
- Schaffung von Wohnraum (Dachgeschoßausbau, Aufstockung, Anbau)
- Modernisierung (Standardanhebung, Nutzungsänderung)
- Instandhaltung: Verhinderung von Schäden (Fassadenerhaltung, Sanierung Tragsysteme, Dachhaut)
- Verbesserung der Behaglichkeit (Schallschutz, Wärmeschutz)
- Anpassung an gesetzliche Vorschriften (z.B. Rampen, Aufzüge)

Aus dem Althausanierungsbereich werden die folgenden Bauaufgaben im vorliegenden Projekt behandelt (in Klammer Angabe der üblichen Motive):

- Gründerzeithäuser, Errichtungszeitraum vor 1919 (Instandhaltung, Modernisierung)
- Mehrgeschoßige Wohnbauten 1919 bis 50er Jahre (Instandhaltung, Heizenergieeinsparung)
- Mehrgeschoßige Wohnbauten 60er bis frühe 80er Jahre (Beseitigung von Bauschäden, Heizenergieeinsparung)
- Einfamilienhäuser 1919 bis frühe 80er Jahre (Heizenergieeinsparung)
- Sanierung erdberührter Räume (Beseitigung von Bauschäden)
- Dachgeschoßausbau (Schaffung von Wohnraum)

Die vorgeschlagenen Detaillösungen sollen geeignet sein, das primäre Sanierungsziel (vgl. vorstehende Motive) zu erreichen, dazu aber energetisch, bauökologisch und wohnhygienisch optimierten und bauphysikalisch soliden Wohnraum zu schaffen.

3.3 Methodik in diesem Projekt

Fachliteratur zu konstruktiven Aufgaben in der Sanierung wird in Bezug auf Regelquerschnitte, Anschlussdetails und die technischen Überlegungen, die zur Entwicklung und Anwendung der jeweiligen Lösungen geführt haben, ausgewertet. Vor allem Publikationen des Passivhaus-

Instituts in Darmstadt und des Fraunhofer Instituts für Bauphysik sind hier zu beachten. Dieses wertvolle Material wird

- durch eigene Entwicklungen ergänzt und vervollständigt
- systematisch nach Bauaufgaben und historischen Bauepochen geordnet
- einheitlich durchgerechnet und
- in der Darstellungsweise des IBO Passivhaus-Bauteilkatalogs (Wien, New York: Springer 2008) aufbereitet. Dieser Katalog zeigt Regelquerschnitte und Anschlussdetails mit bauphysikalischer Beschreibung und Berechnung sowie ökologischer Berechnung und Bewertung. .

Im Einzelnen werden

- Wärmebrücken mit der Software Antherm gerechnet
- der ökologische Aufwand der Herstellung mit der Software ECOSOFT gerechnet

3.4 Passivhaushülle: Wärmeschutz und Luftdichtigkeit (W. Feist)

Der Wärmeschutz der Hülle eines Gebäudes hat den größten Einfluss auf den verbleibenden Heizwärmebedarf – das gilt in nahezu allen Klimazonen, außer in denen, in denen ohnehin nicht oder kaum geheizt werden muss.

Der beste Wärmeschutz liegt vor, wenn Wärmeverluste grundsätzlich vermieden werden; am einfachsten dadurch, dass möglichst wenig Außenflächen vorhanden sind. Diese Methode des Wärmeschutzes ist sogar kostensparend – und nicht nur auf den Neubau anwendbar: Oft lassen sich bisher getrennte Gebäudeteile durch zusätzliche Komponenten kostengünstig verbinden oder bisher nicht genutzte Dachgeschoße aus- oder anbauen. Dann entsteht zeitgleich mit dem (erheblich!) verbesserten Wärmeschutz neuer Raum, der einen zusätzlichen Wertzuwachs darstellt. Einige der ausgeführten Beispiele von Modernisierungen mit Passivhaus Komponenten setzen diesen Ansatz konsequent ein: Hierdurch entstehen Chancen für Architektur (Wohnqualität) und Städtebau (Nachverdichtung), zu deren Wahrnehmung auch ein Bauphysiker die Kollegen aus der Architektur nur ermuntern kann.

Die bleibenden, modernisierten Außenhüllen – und die neu erstellten – sollten jedoch nach Möglichkeit Passivhaus-Qualität erreichen:

Eine den gesamten neuen Komfortbereich umfassende, geschlossene thermische Hülle muss zunächst bestimmt werden – das gilt auch für die Modernisierung eines Altbaus. Alle Räume, deren Temperaturen im Winter über 15 °C liegen sollen, liegen innerhalb der Hülle.

Diese Hülle muss – unterbrochen durch Passivhaus geeignete Fenster (vgl. Abschnitt 1.6) – ringsum einen sehr guten Wärmeschutz aufweisen. Die "Mindestdämmdicke" sollte so groß sein, dass die Innenoberflächen der opaken Bauteile am Auslegungstag nur weniger als 0,66 °C kühler als die Raumtemperatur werden. Für Mitteleuropa (bei – 12 °C Auslegungstemperatur) bedeutet dies an jeder Stelle der opaken Hülle U-Werte kleiner als 0,15 W/(m²K). Nur im Fall von innenliegenden Dämmungen können diese guten Werte nicht erreicht werden; in diesen Fällen sind immer noch U-Werte der opaken Bauteile zwischen 0,3 und 0,5 W/(m²K) anzustreben.

Für die Planung der Sanierung heißt dies: In jedem Grundriss und jedem Schnitt muss die thermische Hülle jedes einzelnen Baukörpers mit einem breiten Stift im Maßstab der äquivalenten Dämmdicke von z.B. "25 cm" geschlossen umfahren werden können. In der Praxis ist es oft sinnvoll, die Dämmung der opaken Hülle noch weiter zu verbessern. Ohne weiteres sind Wärmedurchgangskoeffizienten um $0,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ erreichbar. Natürlich führt dies zu hohen Dämmstärken: Weil Dämmstoffe sehr kostengünstig sind, ist aber gerade auf diesem Weg der geringe Energieverbrauch derzeit ökonomisch am besten zu erreichen. Beim Altbau gibt es für die Realisierung an manchen Stellen Herausforderungen. Geht es dabei um Vorgaben wie Abstandsflächen, so sollten die bürokratischen Hemmnisse für einen sinnvollen Klimaschutz hier so rasch wie möglich beseitigt werden: Handelt es sich doch um politisch gefasste Festsetzungen. Grundstücke fremder Eigentümer können freilich nicht ohne deren Einwilligung überbaut werden. Bei Bürgersteigen und anderen öffentlichen Flächen müsste es zumindest bei nicht allzu beengten Situationen möglich sein, auch für die Erdgeschoße zu einem (eben etwas weniger gut wärme dämmenden) Kompromiss zu kommen, während es für eine hochwertige Ausführung in den oberen Geschoßen keine einsichtige Einschränkung geben sollte.

Betrachtet man bereits realisierte Ausführungsbeispiele, so wird erkennbar, dass diese hohen Anforderungen an die Gebäudedämmung nur auf den ersten Blick extrem erscheinen. In Zukunft werden aber vermehrt auch nanoporöse Dämmstoffe und Vakuum-Paneele zur Verfügung stehen, die eine hohe Dämmwirkung auch mit dünneren Wandstärken ermöglichen. Soll die Fassade erhalten bleiben, lassen sich Strukturen in der dämmenden Hülle einfach plastisch darstellen.

Eine gewissenhafte Ausführung des Wärmeschutzes erweist sich als ebenfalls sehr wichtig. Die Planung muss von Anfang an auf eine handwerklich praktikable Ausführbarkeit achten. Gebäudehüllen bestehen nicht nur aus den Regelkonstruktionen (Wand, Dach, Decke), sondern umfassen auch Kanten, Ecken, Anschlüsse und Durchdringungen. An all diesen Stellen ist der Wärmeverlust gegenüber der einfachen Summe über die Flächen in der Regel erhöht. Gerade im Altbau spielt das eine große Rolle, zumal dort viele Wärmebrücken schon vorgegeben sind und nur unter hohem Aufwand wieder reduziert werden können. Dennoch lassen sich durch sorgfältige Planung und gewissenhafte Ausführung die Wärmebrückenverluste stark verringern.

Auch im Altbau gelten die lang eingeführten vier Regeln bei der Verringerung von Wärmebrückenverlusten:

- | | |
|---------------------|--|
| Vermeidungsregel: | Wo möglich, die dämmende Hülle nicht durchbrechen. |
| Durchstoßungsregel: | Wenn eine unterbrochene Dämmschicht unvermeidbar ist, so sollte der Wärmedurchgangswiderstand in der Dämmebene möglichst hoch sein; z. B. verwendet man dort Porenbeton oder Holz. |
| Anschlussregel: | Dämmlagen an Bauteilanschlüssen lückenlos ineinander überführen – Anschluss in der vollen Fläche. |
| Geometrieregeln: | Kanten mit möglichst stumpfen Winkeln wählen. |

Bei der Planung der Maßnahmen hilft die Vorstellung, die gesamte Außenhülle ohne Absetzen vollständig mit einem Stift der Mindest-Dämmdicke (beim Passivhaus in Mitteleuropa 25 cm) innerhalb der Dämmschichten umfahren zu können.

„Wärmebrückenfreies Konstruieren“ ist wie folgt definiert: Die durch die „Wärmebrückenterme“ gegebenen Beiträge sind kleiner oder gleich Null. Dieses Prinzip hat sich beim Passivhaus Neubau sehr gut bewährt. Bei der Altbau-Modernisierung liegen die Dinge aber leider komplizierter: Oft können Wärmebrücken mit vertretbarem Aufwand nicht auf vernachlässigbare Werte reduziert werden.

Bei der Modernisierung ist vor allem die Reparatur aufgetretener Schäden sowie Vorbeugung gegen zukünftige Schäden wichtig. Pilzbefall kann eine große Gefährdung der Bausubstanz sein. Eine Bedingung muss jedoch immer erfüllt sein, damit Pilzsporen auskeimen und Pilzmyzele wachsen können: Es muss ausreichend Feuchtigkeit zur Verfügung stehen. Zur Höhe der noch zulässigen Feuchtigkeit gibt es eine veraltete und eine neueren Erkenntnissen entsprechende Aussage:

veraltet:	vermeide Tauwasserbildung
neu:	Schimmel kann auch schon mit nur kapillar gebundenem Wasser auskeimen und wachsen.

Nach [Sedlbauer 2002] sind die Sporenbildung und ein evtl. Myzelwachstum abhängig vom Medium, der Wasseraktivität (messbar als rel. Luftfeuchte eines Luftraums, der im hygrischen Gleichgewicht steht mit dem Medium) und der Temperatur. In der Literatur finden sich grafisch aufgearbeitete Daten für alle wesentlichen Randbedingungen. Zur Vereinfachung kann man bzgl. des Mediums für „bautypischen Medien“ wie Tapeten, Gipskartonplatten oder verschmutzte Oberflächen (Putze, mineralische Baustoffe,...) nahezu generell von „biologisch gut verwertbaren Substraten“ ausgehen. Rein mineralische Oberflächen dauerhaft so sauber zu halten, dass sie in die weniger gefährdete Kategorie zu zählen wären, ist zumindest über mehrere Jahrzehnte kaum aufrecht zu erhalten.

Bei niedrigeren Temperaturen keimen die Sporen und wachsen die Myzele nicht mehr so gut. Die Abhängigkeit von der Temperatur ist aber im hier interessierenden Bereich nicht sehr hoch, so dass in guter Näherung folgende Bedingung angesetzt werden kann:

Sporenceimung und Wachstum kann ab einer Wasseraktivität $a_w > 80\%$ auftreten. Die minimale zulässige Oberflächentemperatur zur sicheren Vermeidung von Schimmelwachstum auf kapillar aktiven Oberflächen beträgt $\vartheta_{si,min} \leq 12,6 \text{ °C}$. Die Grenze für Tauwasserbildung an nicht kapillar aktiven Oberflächen liegt bei einer Temperatur von ca. $9,3 \text{ °C}$.

Dieses Kriterium greift stärker als die alte "Tauwasservermeidungsregel". Wird das Kriterium an allen Bereichen der Oberflächen erfüllt, so gibt es auch nirgendwo ein Schimmelwachstum. Es gibt somit kein „Tauwasserverschiebungsgesetz“, wie manchmal von Laien und selbst einigen Fachleuten geglaubt wird.

In diesem Zusammenhang findet man relativ häufig Aussagen, die mit einer seriösen Ursachenanalyse überhaupt nichts zu tun haben, wie z.B.: „Nachträgliche Wärmeschutzmaßnahmen sind Schuld an den Schäden“. Wenn dies in Publikumszeitschriften aus Unkenntnis oder von selbsternannten Experten (auch im Internet) mit durchsichtiger Interessenbindung geschieht, ist dies schon schädlich. Wenn aber sogar ausgewiesene

Bauexperten wiederholt solche Vorurteile unterstützen, grenzt es an Verantwortungslosigkeit. In diesem Katalog wird an Hand der dokumentierten Beispiele und systematisch gezeigt, dass es keinesfalls eine kompetent geplante und angebrachte Wärmedämmung ist, die zu Schäden führt.

In eine ähnliche Kategorie fällt das weit verbreitete Vorurteil dass "dickere Dämmung zu immer problematischeren Wärmebrücken führt". Damit wird unterstellt, dass zunehmende Probleme durch die Anbringung einer besseren Dämmung zu erwarten wären. Unsere Analyse hat aber eindeutig gezeigt, dass das Gegenteil zutrifft: eine genügend gute außenliegende Dämmung hebt das Temperaturniveau überall an den Innenoberflächen an und hilft damit Feuchteschäden zu vermeiden [AkkP24 2003].

Wir erläutern dies an einem typischen Beispiel: In der geometrischen Wärmebrücke Außenkante stehe zusätzlich auf der Innenseite auch noch ein Schrank. Dieser schirmt den Strahlungsaustausch mit den Innenoberflächen ab und behindert die Konvektion: Er wirkt also quasi als Innendämmung. Allerdings steht die Luft hinter dem Schrank immer noch im Dampfdruckausgleich mit der Raumluft – es herrscht der gleiche Wasserdampfpartialdruck hinter dem Schrank wie im Raum. Unter diesen Bedingungen herrscht hinter einem Schrank in der Kante einer typischen ungedämmten Altbauwand eine Temperatur unter 5 °C. Es ist somit mit einer hohen Feuchtebelastung zu rechnen, auch bei an sich ausreichender Lüftung und durchschnittlichem Nutzerverhalten. Feuchteschäden hinter Möbeln in Altbauten sind in der Praxis keine Seltenheit. Steigt nach einem Fensterneueinbau die Feuchtigkeit im Raum weiter an, dann sind Schäden sehr wahrscheinlich. Aber auch eine konventionelle (geringe!) Zusatzdämmung mit nur 60 mm Dämmstoff ($\lambda = 0,04 \text{ W}/(\text{mK})$) ist für das Detail "Kante mit Möbel" noch grenzwertig: Bei einer Oberflächentemperatur von 12,6 °C liegt die Wasseraktivität lange Zeit nur knapp unter 80%. Erst wenn die außenliegende Wärmedämmung weiter verbessert wird, wird selbst an diesen Stellen und selbst wenn ein Schrank in der Kante steht die Temperatur so weit angehoben, dass keine erhöhte Wasseraktivität mehr vorliegt. Eine ausführliche Darstellung der Prinzipien des "wärmebrückenfreien Konstruierens" und des wärmebrückenarmen Bauens findet sich in der Literatur [AkkP16 1999] [AkkP35 2007]. Gebäude-Außenhüllen müssen zudem luftdicht sein. Dieser Leitsatz ist seit langem in den einschlägigen Baunormen festgelegt. Selbst bei sehr undichten Gebäuden, in denen es bei mäßigem Wind bereits beträchtlich zieht, ist in windstillen, milden Wetterperioden der Luftaustausch unzureichend. Auf die Fugenlüftung ist kein ausreichender Verlass. Aber die Luftströmung durch Fugen hat große Nachteile: Wird die Fuge von außen nach innen durchströmt, so kann der Winddruck Schlagregen in die Konstruktion einblasen – und in sommerfeuchten Klimagebieten auch erhöhte Luftfeuchtigkeit. Verläuft die Strömung von innen nach außen, so sind die Folgen in winterkalten Regionen katastrophal: Warme, feuchte Raumluft kühlt sich auf dem Weg durch die Fuge ab; sie kann dann weniger Feuchtigkeit halten, da bei niedrigeren Temperaturen nur wenig Wasser in Dampfform vorliegen kann. Das überschüssige Wasser kondensiert in der Fuge: Die Konstruktion wird durchfeuchtet. Durch einen solchen konvektiven Dampftransport gelangt weit mehr Wasser in das Bauteil als durch die viel diskutierte, meistens jedoch recht harmlose Dampfdiffusion. Ein sehr hoher Prozentsatz

aller Bauschäden wird durch undichte Gebäudehüllen verursacht. Weitere Nachteile von Fugen sind mangelnder Schallschutz und überflüssig hohe Wärmeverluste.

Da Undichtheiten keinen Nutzen bringen, aber viel schaden, sollten schon "normale" Gebäudehüllen dicht sein. Bei Gebäuden (auch modernisierten Altbauten) mit hoher Energieeffizienz wird der notwendige Luftaustausch mit einer Lüftungsanlage sichergestellt. Die Dichtheit von Gebäuden wird mit dem sogenannten "Drucktest" gemessen: Mit einem in eine Außentür oder ein Außenfenster eingebauten Gebläse wird das ganze Haus auf einem bestimmten Unterdruck (ein üblicher Wert ist 50 Pa) gehalten. Die unter Unterdruck geförderte und durch die Gebäudefugen nachströmende Luftmenge bestimmt die Restleckage. Auch die Verteilung der Lecks kann durch Absuchen der Hülle nach Schwachstellen, die sich durch einströmende Luft verraten, auf diesem Weg bestimmt werden. Bei einer Altbaumodernisierung werden zweckmäßigerweise mindestens zwei Drucktests, einer vor – und einer nach Abschluss der Bauarbeiten durchgeführt.

Neubauten ausreichend dicht zu bauen, ist andererseits mit etwas Erfahrung nicht schwierig. Eine gewissenhafte Planung ist die entscheidende Voraussetzung ([Peper/Feist 1999], [IBO 2008]). Die im Neubau gesammelten Erfahrungen zeigen:

Ausreichend luftdicht ist bereits eine gemauerte Außenwand, wenn sie einen durchgehenden, nicht unterbrochenen Innenputz trägt. Der Innenputz muss allerdings auch rundum ausgeführt werden. Fensterscheiben und Betondecken sind aus sich heraus dicht. Schalen aus Holzwerkstoffplatten erreichen die erforderliche Dichtheit nur, wenn alle Stöße und Anschlüsse sorgfältig abgeklebt werden. Diese Erfahrungen lassen sich, wie bereits realisierte Beispiele zeigen, auf die Modernisierung von Altbauten übertragen.

Sind erst einmal dichte Grundkonstruktionen vorhanden, so kommt es vor allem auf die luftdichten Anschlüsse zwischen den Bauteilen an. Im Altbau müssen dazu ggf. zusätzliche Maßnahmen zur Nachbesserung vorhandenen Bauteile gewählt werden. Bewährt hat sich folgende Leitvorstellung:

Die luftdichte Hülle umschließt das beheizte Volumen als vollständig geschlossene Fläche. Das Innenvolumen muss entlang der Dichtungsebene mit einem Zeichenstift ohne abzuheben vollständig "umfahren" werden können.

Dies gilt natürlich auch für den Altbau – ist dort aber oft nur schwer zu realisieren. Unter anderem heißt dies, dass die luftdichtenden Ebenen der Außenbauteile jeweils luftdicht aneinander angeschlossen sein müssen.

Erfahrungsgemäß größere Schwierigkeiten bereiten Durchdringungen der Dichtebene: Diese sollte man nach Möglichkeit vermeiden. Holzbalkendecken stellen in dieser Hinsicht ein kaum lösbares Problem dar: Jeder Balkenkopf führt zu einer Durchbrechung der Putzschicht; außerdem bildet die hohle Decke einen idealen Luftverteiler. Genau dieses Problem stellt sich jedoch im Altbau oft.

Beim Neubau sprechen viele Überlegungen dafür, die luftdichtende Hülle auf die Innenseite der jeweiligen Bauteile zu verlegen (vgl. z.B. [AkkP 21 2002], dort dokumentierte Beispiele).

Bei einer außenliegenden Dämmung werden die Wohnungen häufig innen unberührt gelassen. Maßnahmen im Bereich der Holzbalkendecken, die ohnehin schwierig und aufwendig sind, sind dann nicht erwünscht. Wird die Dämmung außen aufgebracht, so liegt die Ebene des alten

Außenputzes künftig wärmetechnisch gesehen im gleichmäßig warmen Bereich. Der alte Außenputz selbst ist als luftdichtende Schicht aber ungeeignet, da Außenputze aufgrund der stark schwankenden klimatischen Einflüsse immer zumindest kleine Risse aufweisen. Schon in [Raisch 1928] wurde die weniger gute Luftdichtheit der Außenputze dokumentiert. Durch eine durchgängige neue Spachtelung auf dem alten Außenputz kann das jedoch behoben werden: Diese Spachtelung wird durch die darauf liegende Wärmedämmung geschützt, daher ist eine erneute Rissbildung unwahrscheinlich. Bei dieser unkonventionellen Wahl der luftdichtenden Ebene kann der Bereich in der praktischen Anwendung als erstaunlich erfolgreich erwiesen (vgl. [AkkP24 2003]). Ein solches Ergebnis kann jedoch nicht auf alle Mauerwerksarten (z.B. solche mit offenen Fugen bzw. Hochlochziegeln) übertragen werden.

3.5 Passivhaushülle: Hygienische Lüftung

Mechanische Belüftung ist ein integraler Bestandteil des Passivhausstandards und daher auch in der Sanierung von Gebäuden auf Passivhausstandard oder mit Passivhauskomponenten von Bedeutung. Bei Sanierungen wird in aller Regel die Luftdichtigkeit des Gebäudes verbessert. Das macht eine ausreichende Belüftung durch Fenster schwieriger, zumal die Bewohner ihre Lüftungsgewohnheiten nach einer Sanierung selten ändern [Köhler 2004].

Mechanische Belüftung mit Wärmerückgewinnung hat gegenüber freier Lüftung während der Heizperiode folgende Vorteile.

- Besserer Abtransport von Feuchtigkeit aus der Raumluft
- Besserer Abtransport von Geruchsstoffen und CO₂ aus der Raumluft
- Geringere Lüftungswärmeverluste

Außerhalb der Heizperiode wird für Passivhäuser konventionelle Fensterlüftung mit Nutzung der Nachtabkühlung vorgeschlagen [Feist 2003a].

Aus den ausgewerteten Protokollbänden [Feist 1999–2005] geht ein Stand des Wissens über Lüftungsanlagen in Passivhäusern hervor, den wir durch spezifische Erfahrungen aus sanierungsbezogenen Haus der Zukunft-Projekten ergänzen wollen.

3.5.1 Besonderheiten bei Sanierungen

Der Planungsaufwand ist bei Sanierungen höher, da die Lüftungsanlage einem Bestand angepasst werden muss. Dabei erweist sich vor allem die nachträgliche Unterbringung der Luftleitungen als schwierig.

Statt Rundrohren werden aus Platzgründen gerne Rechteckrohre und Ovalrohre verwendet. Die Berechnung des Druckabfalls für Rund- und Rechteckrohre wird ausführlich in [Pfluger 2004b] behandelt. Jedenfalls nimmt man einen erhöhten Aufwand sowohl bei Rohrquerschnitt als auch bei den Kosten für den Vorteil der Platzersparnis bei geringen Raumhöhen in Kauf.

Die Abwicklung einer Sanierung findet oft in bewohnten Räumen statt. Die Kommunikation mit und die Einbeziehung der Mieter in den Sanierungsprozess wird mehrfach thematisiert [Pfluger 2004a und in den zitierten HdZ-Berichten].

Ebenso wird das Nutzerverhalten und wie darauf planerisch reagiert werden sollte, öfters diskutiert [Schleevoigt 2004]. Soll die Abschaltbarkeit der Anlagen verhindert werden? Sollen

Kippenster gesperrt werden? Gerade solche Überlegungen verweisen auf die Wichtigkeit sozialer Interventionen bei der Sanierung. Unterbleiben sie oder gelingen sie nicht, wird der Unterschied zwischen Wohnen und „artgerechter Menschenhaltung“ verwischt. Ein Bauteilkatalog für Sanierungen kann sich freilich auf die technischen Aspekte der Sanierung beschränken.

3.5.2 Definitionen: dezentral, semizentral, zentral

Als „dezentral“ wird die Versorgung eines einzelnen Raumes mit einem eigenen Lüftungsgerät bezeichnet, „semizentral“ nennt man die Versorgung einer Wohneinheit, eines Gebäudeabschnitts oder eines Stockwerks mit einem Lüftungsgerät, von dem aus Luftführungen in die einzelnen Räume gelegt werden. „Zentral“ ist ein Lüftungskonzept, bei dem ein Lüftungsgerät ein ganzes Gebäude, auch über Stockwerksgrenzen und über Grenzen von Wohneinheiten hinweg, versorgt.

Eine abweichender Gebrauch der Begriffe findet sich in [Pope 2004 Seite 162]: „In Gebäuden mit mehreren Wohneinheiten können dezentrale, zentrale oder semizentrale Anlagen eingesetzt werden. Bei dezentralen Anlagen erhält jede Wohneinheit eine Lüftungsanlage. Zentrale Anlagen versorgen das ganze Gebäude mit Luft, die Regelung der Luftvolumenströme in den Wohnungen kann durch regelbare Luftdurchlässe oder Volumenstromregler erfolgen. Bei semizentralen Anlagen werden zentrale Komponenten (z.B. Wärmerückgewinnung oder Außenluftfilterung) mit dezentralen Ventilatoren für jede Wohnung kombiniert.“

3.5.3 Themeneinschränkung: Abluftanlagen, Zu- und Abluftanlagen, Wärmerückgewinnung

In [Pope 2004 Seite 161 ff] werden eingehende Systemvergleiche verschiedener Lüftungsanlagentypen angestellt, die Kosten, energetische Kennwerte, Platzbedarf und Eignung für bestimmte Situationen umfassen:

- 1) Zentrale Abluftanlage
- 2) Zentrale Abluftanlage mit Abwärmenutzung durch Wärmepumpe
- 3) Dezentrale (wohnungsweise) Abluftanlage
- 4) Zentrale Zu-/Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung
- 5) Dezentrale Zu-/Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung
- 6) Semizentrale Zu-/Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung

Abluftanlagen ohne Wärmerückgewinnung (1-3) sind mit Kosten von 12 bis 20 EUR/m² in der Errichtung günstiger als Anlagen mit Wärmerückgewinnung (40 bis 60 EUR/m²). Für die Zwecke dieses Projektes kommen nur passivhaustaugliche Lösungen mit Wärmerückgewinnung in Frage.

3.5.4 Zentrale oder dezentrale Anlagen?

Im einfachsten Fall wird ein Gebäude mit einer zentralen Lüftungsanlage ausgestattet. Vorteilhaft ist dabei, dass man mit einem einzigen Gerät auskommt und die Wartung unabhängig vom Zutritt zu Einzelwohnungen zentral erledigt werden kann. Dem steht ein erhöhter Aufwand bei der Planung Errichtung und Wartung der Luftführungen gegenüber. Der

Aufwand dafür erhöht sich weiter, wenn man ungünstige Platzverhältnisse im Bestand vorfindet (siehe Besonderheiten bei Sanierungen). Die individuelle Regelung der Anlage für jede Wohneinheit, im Büro für jeden Raum, die Übertragung von Schall oder sogar Gerüchen zwischen Wohneinheiten oder Benutzergruppen, die notwendige brandschutztechnische Auslegung von Luftführungen zwischen Stockwerken ist bei zentralen Anlagen erforderlich und entfällt bei dezentralen Konzepten.

Vor allem im Wohnbau sind deshalb semizentrale Lösungen und sogar dezentrale Lösungen oft bevorzugt worden. Die dafür benötigten Geräte sind für den Einfamilienhausbau entwickelt worden und stehen nun auch für den Geschoßwohnbau oder andere Nutzungen zur Verfügung. Der Bedarf an Luftleitungen ist bei dezentralen Konzepten geringer oder fällt ganz weg, dem stehen die Anschaffung einer Mehrzahl an Geräten und an Durchbrüchen der Außenwände gegenüber. Die Investitionskosten sind in beiden Fällen etwa gleich hoch, die Kosten stecken entweder in den Geräten (dezentrale Lösung) oder in den Luftführungen (zentrale Lösung) [Pfluger 2004a S. 41, 45] [Lang 2004, S.108]

Ausschlaggebend für die Auswahl dezentraler und das Ausscheiden der gleichfalls untersuchten semizentralen Lösungen (1 Gerät pro Wohneinheit) waren bei [Domenig-Meisinger 2007] und [Prehal 2004] der mangelnde Platz für Luftführungen und die geringere Belästigung der Mieter, wenn nur ein oder zwei Bohrungen gesetzt und die Geräte montiert werden müssen. Die Bohrungen für die Luftdurchlässe in der Fassade konnten in einem Projekt sogar von außen gesetzt werden.

Im Gegensatz dazu werden in [Poppe 2004] drei Objekte genannt, bei denen zentrale und semizentrale Lüftungsanlagen zu bevorzugen waren: Beim denkmalgeschützten Wohnhaus Fabrikstraße 9 in Steyr werden als Vorteile einer zentralen Anlage genannt:

- die Änderungen an der denkmalgeschützten Fassade sind am geringsten
- besserer Schallschutz nach außen
- bessere Filterung der Außenluft möglich
- der Platz für Luftführungen ist vorhanden
- die Effizienz der Anlage ist gegenüber raumweisen Lüftungsgeräten doppelt so hoch.

Auch beim Kasernengebäude Objekt 1 in Steyr spricht der vorhandene Platz für die zentrale Lösung, hier mit zwei Geräten für zwei Gebäudehälften, angeordnet auf dem Dachboden in gedämmten Lüftungszentralenräumen, mit Luftführungen innerhalb der Wärmedämmung des Dachbodens.

Beim Spallerhof in Linz, einem Wohngebäude der 60er/70er Jahre erlaubt die günstige Anordnung der Sanitärräume übereinander an Versorgungsschächten die Installation einer zentralen Anlage.

3.5.5 Zulufträume, Überströmzone, Ablufträume

Bei semizentralen (siehe Definitionen) Lüftungen wird der belüftete Bereich in Zulufträume (Schlafzimmer, Wohnzimmer), Überströmbereiche (Flure) und Ablufträume (Küche, WC, Abstellräume) aufgeteilt. Nur eine Studie [Poppe 2004, Seite 175] macht darauf aufmerksam, dass mit einer solchen Querlüftungsstrategie die doppelte Effizienz gegenüber Einzelraumlüftungsgeräten erreicht wird, bei denen jeder Raum sowohl mit Zuluft als auch mit

Abluft versorgt wird und Überströmbereiche wegfallen. Alle übrigen Projekte, die sich für Einzelraumlüftungsgeräte entschieden haben, erwähnen diesen Umstand nicht.

3.5.6 Außenluftdurchlässe und Fortluftdurchlässe

Außenluftdurchlässe müssen bei zentralen Anlagen in genügender Höhe über Grund: 3 m [VDI 6022] abseits von Geruchsquellen, wie Verkehr, Komposthäufen, in genügender Entfernung (3 m) von Fortluftdurchlässen, bei Lüftungszentralen im Dachbereich und besonders bei denkmalgeschützten Objekten unauffällig über Dach angeordnet werden.

Bei dezentralen Anlagen werden Außenluft- und Fortluftdurchlässe ein Teil der Fassade, der architektonisch eingebunden werden muss, wie in [Plöderl 2004] und [Lang 2004] angekündigt und in [Plöderl 2008, Seite 229] gezeigt. Hier scheint es an überzeugenden Lösungen noch zu fehlen!

Bei [Pfluger 2004a] wird die Option einer Anordnung von schlitzförmigen Außenluftdurchlässen unterhalb von Fensterbänken gezeigt. Die ausgewerteten HdZ-Projekte greifen aber nicht auf diese augenscheinlich elegante Lösung zurück. In ähnlicher Weise sollte der ganze Fensterrahmenbereich für unauffällige Außenluftdurchlässe dezentraler Lüftungsgeräte in Frage kommen.

3.5.7 Quell- und Mischlüftung

Die Idee der Quellbelüftung sieht die Erzeugung eines Kaltluftsees durch bodennahe Zuluftinlässe mit geringen Luftgeschwindigkeiten vor. Die Kaltluft steigt durch Erwärmung an den Körpern von Personen auf und steht diesen als frische ungemischte Atemluft zur Verfügung. [Schnieders 2003] zeigen experimentell und durch Simulationen, dass unter realen, durch Bewegungen und Wärmequellen gestörte, Verhältnissen auch eine Quellbelüftung auf eine Mischbelüftung hinausläuft.

3.5.8 Zu- und Abluftdurchlässe, Überströmöffnungen

Als Zuluftöffnungen sind Weitwurfventile geeignet, die günstigerweise über Türen – dort nicht durch Möbel verstellbar – angebracht sind und so Rohrleitungen durch den Raum bis in Fensternähe ersparen [Waldschmidt 1999]. Die Anordnung der Abluftöffnungen ist [Schnieders 2003] zufolge unkritisch und sollte nur auffällige Kurzschlüsse vermeiden.

Überströmöffnungen können als 1,5 cm gekürztes Türblatt, als vergitterte Öffnung in Türen, als Ventil und verdeckt in der Zarge angeordnet werden [Werner 1999, Seite 36].

3.5.9 Zentralgerät (Ventilatoren, Wärmetauscher)

In [Domenig-Meisinger 2007] und in [Prehal 2004] wurden der Markt für Einzelraumlüfter untersucht und beide Male festgestellt, dass es zwar eine Reihe Fabrikate aber nur zwei in Österreich nach iV25 bauaufsichtlich zugelassene Geräte gibt: Meltem M-WRG und Inventer 25 bzw. 14.

Meltem benötigt einen Ein- und einen Auslass in der Fassade. Inventer benötigt nur einen Durchbruch pro Gerät, weil die Richtung der Luftströmung alle 70 Sekunden gewechselt wird.

Dafür müssen diese Geräte paarweise und gegenläufig eingesetzt werden, was nicht immer praktikabel ist.

Geräte für semizentrale und zentrale Lüftungen benötigen einen eigenen Raum.

3.5.10 Kanalnetz, Filter, Schalldämpfer

Kanalnetz, Filter und Schalldämpfer sind im Rahmen dieser Studie nur durch ihren Platzbedarf interessant, der oft das Entscheidungskriterium für dezentrale Anlagen abgibt. [Pfluger 2004b] zeigt sehr flache rechteckige Bauteile, die allerdings nur bezüglich ihres Platzbedarfs Vorteile gegenüber Bauteilen mit runden Querschnitten bieten. Nachteile sind der bei gleichem freien Querschnitt höhere Druckverlust, die schwierigeren Reinigungsmöglichkeiten und die höheren Errichtungskosten.

3.6 Zur Problematik der Feuchte in Bestandsgebäuden und in deren Sanierung (M. Steinbrecher)

3.6.1 Einführung

Nach der Errichtung eines Gebäudes beziehungsweise nach einer Sanierung stellt sich ein Gleichgewicht zwischen dem Feuchtegehalt des Mauerwerks und der umgebenden Raum- und Außenluft ein. Nach dem Ausdiffundieren der Baufeuchtigkeit weist das Mauerwerk eine dem Innen- und Außenklima entsprechende Ausgleichsfeuchtigkeit auf, wenn kein Wasser in das Mauerwerk eindringt. Bei feuchtem (Keller-)Mauerwerk ist der Feuchtigkeitsgehalt im Mauerwerk bedingt durch aufsteigende Feuchtigkeit oder seitlich eindringenden Oberflächenwassers höher als die Ausgleichsfeuchte. Das Wasser wandert entsprechend der kapillaren Steighöhe des Wandbaustoffes nach oben und verdunstet an der Putzoberfläche außen. Der Verdunstungshorizont ist bei Ziegelmauerwerk an den typischen Schadensbildern des Putzes erkennbar. Die im Wasser gelösten Salze kristallisieren im Bereich des Verdunstungshorizonts aus, dies hat eine Volumensvergrößerung zur Folge. Der Kristallisationsdruck ist sehr groß, selbst ein harter Zementverputz wird von Salzen über Jahre abgesprengt und zerstört.

Durch Umbauten und Fassadensanierungen wird das über Jahre eingestellte Gleichgewicht zwischen Verdunstung und kapillar aufsteigender Feuchtigkeit verändert bis sich ein neues Gleichgewicht einstellt, wenn keine Trockenlegungsmaßnahmen durchgeführt werden. Wird die Möglichkeit der Verdunstung im Sockelbereich durch sperrende Schichten z.B. Zementputz, Abdichtung, diffusionsdichte Wärmedämmungen beeinträchtigt oder gänzlich verhindert, stellt sich entweder ein neuer Verdunstungshorizont weiter oben ein oder die Feuchtigkeit verdunstet innenseitig und durch die gelösten Salze wird der Innenputz geschädigt. Auch wenn Trockenlegungsmaßnahmen durchgeführt werden, wird nur der kapillare Wassertransport verhindert, das trockengelegte Mauerwerk bleibt weiterhin feucht. D.h. dem trockengelegten Mauerwerk muss entweder Zeit zum Austrocknen gegeben werden, oder durch technische Hilfsmittel (z.B. Heizstäbe) mit entsprechender Energiezufuhr wird der Austrocknungsprozess

beschleunigt. 1 m³ Mauerwerk kann bei voller kapillarer Sättigung der Poren je nach Rohdichte der Ziegel 200 l bis ca. 300 l Wasser enthalten!

Bei Natursteinmauerwerk ist die kapillare Steighöhe abhängig von der verwendeten Steinart meist niedriger als bei Ziegelmauerwerk. Bei Mischmauerwerk aus Ziegel und Naturstein ist häufig der Ziegel stärker durchfeuchtet und mehr zerstört als der Naturstein.

Grundsätzlich ist bei einer thermischen Sanierung zu entscheiden, ob der Keller gedämmt wird oder nicht. Wird der Keller nicht gedämmt und ist das Erdgeschoß etwas über das angrenzende Niveau herausgehoben (z.B. Einfamilienhaus mit Natursteinsockel) besteht die Möglichkeit durch flankierende Maßnahmen (Sanierung von Abfall-, Regen- und Kanalrohren, Absenkung des angrenzenden Niveaus, Ableitung von Oberflächenwässern weg vom Gebäude, etc.) den Verdunstungshorizont so weit zu senken, dass Schäden durch aufsteigende Feuchtigkeit verhindert werden können. Dies ist im Einzelfall entsprechend den objektspezifischen Gegebenheiten zu überprüfen, erforderlichenfalls mit einer Simulationsberechnung. Wird der Keller wärmegeklämt und somit in die thermische Gebäudehülle miteinbezogen, sind Maßnahmen zur Entfeuchtung des Mauerwerks meist unumgänglich, Trockenlegungsmaßnahmen sind zu prüfen u.a. auch abhängig von der geplanten Nutzung des Kellers.

Im Allgemeinen sind Feuchteschäden durch die Ausbildung eines Verdunstungshorizontes an der Fassade erkennbar, jedoch ist nicht jeder Feuchteschaden auf aufsteigende Feuchtigkeit zurückzuführen (siehe dazu auch weiter unten). In vielen Fällen ist es sinnvoll die Nachbargebäude in die Betrachtungen mit einzubeziehen (Weisen diese Schäden auf? Wurden die Nachbargebäude trockengelegt? Ist auch der Nachbarkeller feucht?).

Im technischen Sinn, entsprechend einschlägiger Normen, spricht man bei einem Durchfeuchtungsgrad von kleiner 20 % von trockenem Mauerwerk, d.h. weniger als 20 % aller Poren sind mit Wasser gefüllt.

3.6.2 Mauerwerkstrockenlegung

Die Trockenlegung von Mauerwerk bedarf einerseits der sorgfältigen Analyse der Ursachen und andererseits einer genauen Planung der durchzuführenden Maßnahmen. Erfolgreich sind nur Maßnahmen, die auf die objektspezifischen Gegebenheiten eingehen und während bzw. nach der Ausführung der Trockenlegungsarbeiten einer Erfolgskontrolle unterzogen werden. In Österreich existieren im Gegensatz zu anderen Ländern Normen zur Trockenlegung von feuchtem Mauerwerk für die Planung und die Ausführung.

Die Anwendung von Verfahren zur Trockenlegung von Mauerwerk ist nur dann zielführend, wenn die Ursache von feuchtem Mauerwerk tatsächlich aufsteigende Feuchtigkeit ist. Andere Ursachen von feuchtem Mauerwerk können sein:

- seitlich eindringendes (Oberflächen-)Wasser: z.B. undichte Regen-, Abfall- bzw. Kanalrohre, Gefälle von betonierten Hofflächen zur Kelleraußenwand etc.
- Kondensat: insbesondere im Frühjahr und im Sommer kann feuchte Außenluft z.B. nach einem Gewitter an der Oberfläche der kalten (Keller-)Mauern kondensieren.
- Hygroskopische Salze: Salze können Wasser aufnehmen und wieder abgeben, als Schadensbild zeichnen sich feuchte Flecken im Wandputz ab.

3.6.3 Bauwerksdiagnose

Die Bauwerksdiagnose ist zur Bestimmung der Schadensursache und als Grundlage zur Auswahl der geeigneten Maßnahmen im Rahmen der Sanierungsplanung erforderlich. Die durchzuführenden Schritte der Bauwerksdiagnose sind in der ÖNORM B 3355-1 geregelt. Im Allgemeinen sollte eine Bauwerksdiagnose folgende Punkte umfassen:

- 1) Bestandsaufnahme des Gebäudes und seiner Umgebung:
 - Erhebung der Konsenspläne bei der Baubehörde bzw. Anfertigung von Bestandsplänen
 - Erhebung des Grundwasserstandes und des Schichtenaufbaus des Bodens
 - Erhebung der Wand- und Deckenaufbauten und der Gründungsart
 - Erkundung und Analyse des Erdreiches bzw. des Grundwassers z.B. durch Probegrabungen, chemische Salzanalyse des Grundwassers im Labor
 - Aufnahme der Umgebung des Gebäudes: Gelände, Bewuchs etc.
 - Erhebung von Schäden: z.B. Risse, Wasserschäden etc.
 - Erhebung der Gebäudenutzung in der Vergangenheit: z.B. chemische Fabrik, Stall

Bei unter Denkmalschutz stehenden Gebäuden können weitere (kunsthistorische) Erhebungen bzw. Befunde notwendig sein. Dies ist im Einzelfall mit den zuständigen Behörden abzuklären.

- 2) Probenentnahme und -analyse:
 - Entnahme von Proben für die Feuchte- und Salzanalyse
 - Bestimmung der feuchtespezifischen Parameter nach ÖNORM B 3355-1
 - Bestimmung der Salze und des pH-Werts nach ÖNORM B 3355-1
 - Darstellung der Analyseergebnisse (Feuchte- und Salzbelastung) in die Bestandspläne entsprechend der ÖNORM B 3355-1

Die Bestimmung der Feuchte- und Salzbelastung des Mauerwerks sollte an Stemm- bzw. Bohrmehlproben im Labor einer autorisierten Prüfanstalt erfolgen. Andere Verfahren zur Bestimmung von Feuchte- und Salzkennwerten sollte nur ergänzend angewandt werden. Elektrische Verfahren zur Messung von Feuchtigkeit sind für Holz bzw. Estriche sehr gut geeignet für Mauerwerk weniger. Dabei wird die Leitfähigkeit gemessen, die bei höherer Feuchtigkeit zunimmt. Im Mauerwerk beeinflussen auch die Salze die Leitfähigkeit. D.h. bei einer geringen Feuchtigkeitsbelastung des Mauerwerks und bei einer hohen Salzkonzentration wird die gleiche Leitfähigkeit gemessen, wie bei einer hohen Feuchtigkeit und geringer Salzbelastung.

3.6.4 Sanierungskonzept

Aufbauend auf der Bauwerksdiagnose ist ein Sanierungskonzept zu erstellen, das zumindest folgende Punkte umfassen sollte:

- Angabe der Bereiche, wo der Altputz entfernt werden muss
- Angaben zur mechanischen Reinigung der Mauerwerksoberflächen
- Angaben über Maßnahmen zur Schadsalzreduktion (wenn erforderlich)
- Angaben über die Anforderungen an den Neuverputz und/oder an die Beschichtung (Außenwand, Sockelbereich, Innenwände; Diffusionseigenschaften etc.)
- Angaben zur horizontalen Feuchtigkeitsabdichtung des Mauerwerks

- Angaben zur vertikalen Feuchtigkeitsabdichtung des Mauerwerks
- Angaben zur Flächenabdichtung des (Keller-)Fußbodens
- Angaben zur Mauerwerksentfeuchtung (z.B. mittels Heizstabtechnik)
- Angaben zu flankierenden Maßnahmen (Ableitung Oberflächenwässer, Raumlüftung, Wärmedämmung, bauphysikalische Hinweise, etc.)
- Angaben zum Bauablauf

Die ÖNORM B 3355-2 „Trockenlegung von feuchtem Mauerwerk – Maßnahmen gegen aufsteigende Feuchtigkeit im Mauerwerk“ unterscheidet folgende drei Verfahrensgruppen:

- mechanische Verfahren
- Injektionsverfahren
- aktive elektrophysikalische Verfahren

Basierend auf Nachmessungen an 40 Objekten zeigten die mechanischen Verfahren entsprechend den in der ÖNORM definierten Kriterien einen Trockenlegungserfolg zwischen 75 und 81 %. Bei den Injektionsverfahren lag die Erfolgsquote zwischen 39 und 56 % und bei den aktiven elektrophysikalischen Verfahren zwischen 33 und 46 %. Die Auswahl des Verfahrens hat nach den objektspezifischen Gegebenheiten und Anforderungen zu erfolgen.

Mechanische Verfahren

Bei den mechanischen Verfahren wird nachträglich eine Sperrschicht gegen aufsteigende Feuchtigkeit eingebaut. Vertikale und flächige horizontale Abdichtungen können an die nachträglich eingebaute Sperrschicht (Abdichtung) relativ einfach angeschlossen werden. Bei einigen mechanischen Verfahren wird der gesamte Mauerquerschnitt durchtrennt, was Kraftumlagerungen und Verformungen zur Folge hat. Im Einzelfall sind die geplanten Maßnahmen und der Bauablauf von einem Statiker zu prüfen, insbesondere dann, wenn im Auflagerbereich von Gewölben bzw. Gurtbögen Säge- bzw. Bohrlochfrässchlitzverfahren zur Anwendung kommen. Auf die Vor- und Nachteile einzelner mechanischer Verfahren wird hier nicht näher eingegangen und auf die einschlägige Literatur verwiesen.

Injektionsverfahren

Bei den Injektionsverfahren werden in die Porenräume Injektionsmittel eingebracht und so der kapillare Wassertransport zu 80 bis 95 % unterbunden. Grundsätzlich wird zwischen drucklosen Injektionsverfahren und Verfahren unter Druck unterschieden, weiters zwischen porenverschließenden und hydrophobierenden Systemen. Bei allen Systemen sind die Anwendungsgrenzen genau zu beachten, vor allem in Hinblick auf den Durchfeuchtungsgrad des Mauerwerks. Vielfach weist das Mauerwerk einen zu hohen Durchfeuchtungsgrad auf und das Mauerwerk muss zur Reduzierung des Feuchtigkeitsgehalts mittels Heizstabtechnik vorgetrocknet werden. Der Bohrlochabstand darf 10 cm nicht überschreiten. Die Anordnung der Bohrlöcher hat übereinander in zwei Reihen zu erfolgen, wobei die Bohrlochreihen zueinander versetzt anzuordnen sind. Zur Qualitätssicherung sind nach erfolgter Injektion entweder Bohrkerne bzw. Stemmproben zu entnehmen und im Labor zu untersuchen oder Messungen am Bauwerk selbst durchzuführen. Erforderlichenfalls sind Bereiche nachzuinjizieren. Durch die Bohrlöcher wird die Bauteilquerschnittsfläche um bis zu 20 % reduziert, dies ist besonders bei

Mauerwerkspfeilern zu beachten, gegebenenfalls ist ein Statiker mit der Beurteilung der geplanten Maßnahmen zu beauftragen.

Aktive elektrophysikalische Verfahren

Bei den aktiven elektrophysikalischen Verfahren wird eine Gleichspannung über kontaktierende Elektroden an das Mauerwerk angelegt, dadurch wird ein Transportmechanismus zur Absenkung der als Elektrolyt wirkenden Feuchtigkeit im Mauerwerk in Gang gesetzt. Zur Wirkungsweise aktiver elektrophysikalischer Verfahren gibt es in Literatur widersprüchliche d.h. positive wie negative Angaben. Kommen elektrophysikalische Verfahren zur Anwendung, sind wie bei allen anderen Verfahren auch die Anwendungsgrenzen zu beachten. Metallische Einbauteile im Mauerwerk wie Gassteigleitungen, Eisen- oder Stahlträger, Metalltürzargen etc. sind jedenfalls elektrisch zu isolieren.

3.6.5 Sanierungsdetailplanung und Ausführung

Nach der Auswahl des geeigneten Verfahrens zur Mauerwerkstroekenlegung kann die Sanierungsdetailplanung erfolgen, darauf aufbauend die Massenermittlung und die Ausschreibung der geplanten Maßnahmen. Die Mauerwerkstroekenlegung sollte eine der ersten Maßnahmen nach Baubeginn sein, insbesondere sollte der Putz im Keller- und im Sockelbereich frühzeitig abgeschlagen werden, um die natürliche Austrocknung zu beschleunigen. Die Zeitdauer der Wandaustrocknung ist abhängig von der Wandstärke, der Wandoberfläche, den klimatischen Bedingungen und dem Feuchtigkeitsgehalt und beträgt einige Monate bis zu 5 Jahre. Zur Beschleunigung der Entfeuchtung können Heizstäbe oder die Mikrowellentechnik eingesetzt werden. Das Aufbringen des Keller- bzw. Sockelputzes sollte im Bauablauf eine der letzten durchzuführenden Maßnahmen sein.

Die begleitende Kontrolle und die Nachmessung der Feuchtigkeitskennwerte, die über die Wirksamkeit (Reduzierung des Feuchtigkeitsgehalts im Mauerwerk) der durchgeführten Maßnahmen Auskunft geben, sollte durch eine von der ausführenden Firma unabhängige Person bzw. Institut oder Prüfanstalt erfolgen.

Projekte, Bauteile, Anschlüsse

4 Projekte: Bis 1918 / Haidenhof Bad Ischl

Quelle: [Hofbauer 2008]

4.1 Kurzcharakterisierung

„Ursprünglich als Poststation errichtet und im Jahre 1870 zu einem Wohn- und „Ökonomiegebäude“ umgebaut, erhielt der Haidenhof im Zuge von Um- und Zubauten in den 1930er Jahren sein heutiges Erscheinungsbild.“ [Hofbauer et al 2008]



4.2 Bauteile: Bestand und Sanierung

4.2.1 Außenwand mit

Aufbau	Bestand	Sanierung
		
Stärke [cm]		
0,2		Spachtelung
2,5		Kalziumsilikatplatte
2,0	Kalkputz	Kalkzementputz
25,0	Kalksteinmauerwerk	Kalksteinmauerwerk
2,0	Kalkzementputz	Kalkzementputz
0,5		Kleber
20,0		EPS-Platte Plus diffusionsoffen, $\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$
0,3		Kleber/Armierung
0,4		Strukturputz
U-Wert [W/m²K]	2,63	0,14

Prüfung des Bestandes:

- Ebenheit Außenoberfläche gemäß ÖNORM B 6410 gegeben?
- Luftdichte Ebene Innen- oder Außenputz?

Eignung:

- Bei geringer Belastung durch aufsteigende Feuchtigkeit geeignet
- Bei geringer Belastung durch Schadsalze geeignet

Vorbereitung Sanierung:

- Abklopfen von losen Außenputzteilen
- Ausgleichen von Fehlstellen
- Reinigen der Oberfläche
- ggf. Wiederherstellen der luftdichten Ebene

Diskussion:

- Erfordernis einer Innendämmung stark von Wärmeleitfähigkeit Mauerwerk abhängig

4.2.2 Außenwand mit Innendämmung

Aufbau	Bestand	Sanierung
Stärke [cm]		
0,4		Dünnputz
8,0		Schaumglas, Stöße vollflächig verklebt
2,0	Kalkputz	Kalkzementputz
25,0	Kalksteinmauerwerk	Kalksteinmauerwerk
2,0	Kalkzementputz	Kalkzementputz
U-Wert [W/m²K]	2,63	0,46

Prüfung des Bestandes:

- Ebenheit Außenoberfläche gemäß ÖNORM B 6410 gegeben?

Eignung:

- Für Anschlüsse ohne aufsteigende Feuchtigkeit geeignet.
- Bei geringer Belastung durch Schadsalze geeignet.

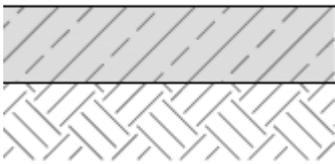
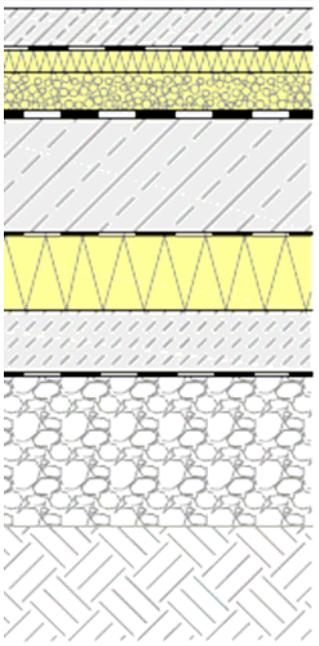
Vorbereitung Sanierung:

- Abklopfen von losen Innenputzteilen
- Ausgleichen von Fehlstellen
- Gegebenenfalls Herstellung der erforderlichen Ebenheit
- Reinigen der Oberfläche

Diskussion:

- Qualität der Innendämmung stark von Wärmeleitfähigkeit Mauerwerk und Boden abhängig. So entstehen gemäß [Hofbauer 2008] bei Ausführung mit 8 cm Schaumglas unzulässig hohe relative Feuchten am Übergang Dämmung zu Mauerwerk
- Alternativ sind auch Vakuumisulationsplatten geeignet [Hofbauer 2008]

4.2.3 Erdberührter Fußboden

Aufbau	Bestand	Sanierung
		
Stärke [cm]		
10,0	Betonplatte	
1,5		Fliesen
5,0		Zementestrich
		PE-Folie
3,0		EPS-Trittschalldämmplatte
5,0		EPS-Schüttung, zementgebunden
0,3		Abdichtung
15,0		Betonplatte
-		Baupapier / Trennlage
10,0		XPS mit Stufenfalz
8,0		Magerbeton / Sauberkeitsschicht
-		PE-Folie / Trennlage
20,0		Rollierung
	Erdreich	Erdreich
U-Wert [W/m²K]	4,68	0,22

Prüfung des Bestandes:

- Drückendes Wasser vorhanden? Dann Sanierungsvariante nicht geeignet

Eignung:

- Vor allem geeignet wenn U-Beton Bestand nicht mehr als Untergrund geeignet ist oder ein sehr guter Wärmeschutz realisiert werden muss
- Siehe [NBTK 2008], EFu06, S.56

Vorbereitung Sanierung:

- Abbruch alte Betonplatte
- Auskoffern Erdreich auf gewünschte Tiefe

Diskussion:

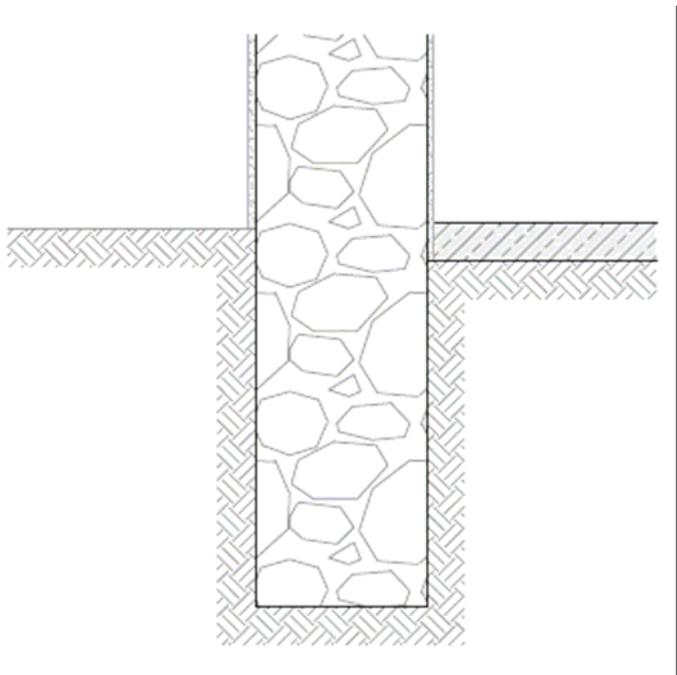
- Anstatt der Rollierung könnte auch Schaumglasschotter verwendet werden.

4.3 Anschlüsse

4.3.1 Außenwand mit beidseitiger Dämmung/Erdberührter Fußboden

Bestand:

Außenwand als Kalksteinmauerwerk, erdberührter Fußboden mit Betonplatte

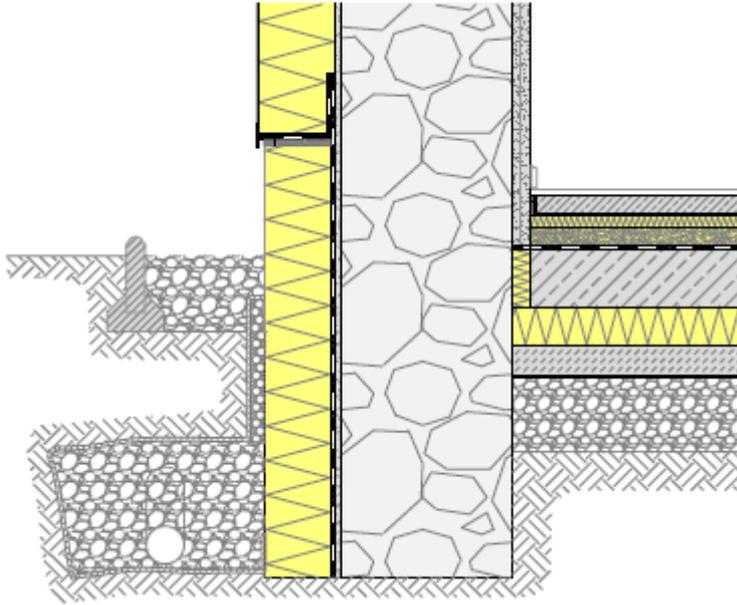


Sanierungsmaßnahmen:

- Entfernung Bestandsboden, bis zu gewünschter Tiefe auskoffern
- Absenkung des Geländeniveaus zumindest im Spritzwasserbereich, wenn erforderlich
- Perimeterdämmung mindestens 100 cm nach unten führen, Stärke 18 cm
- Abdichtung mindestens 30 cm über Geländeniveau ziehen

Eignung:

- Für Anschlüsse ohne aufsteigende Feuchtigkeit und Schadsalzbelastung
- Für Standorte ohne drückendes Wasser
- Für beliebige Böden geeignet (siehe [NBTK 2008], S.32)



Wärmebrückenkoeffizient Ψ	Kennwert [W/mK]
Innenluft zu Außenluft	0,111

Ausführungshinweise:

- Rollierung einbringen, Sauberkeitsschicht herstellen, extrudierte Polystyrolplatten auflegen, U-Beton auf Trennlage ausführen
- Kalziumsilikatdämmung vollflächig mit geeignetem Kleber auf Wand verkleben. Geeigneten Innenputz aufbringen (alternativ auch Spachtel möglich)
- Abdichtung vollflächig aufbringen
- Luftdichte Ebene (Innenputz) mit horizontaler Abdichtung strömungsdicht verbinden (abkleben)
- Außenputz Außenwand und Sockel reinigen, fehlende Teile ausbessern
- Abdichtung außenseitig vollflächig dicht verkleben bis mindestens 30 cm über Geländeniveau (Spritzwasserbereich)
- Auf Vermeidung von Brüchen und anderen Undichtheiten in den Abdichtungsbahnen sorgfältig achten, da nachträgliche Reparaturen schwierig und aufwändig sind
- Den Streifen aus Polymerbitumen zwischen oberem Rand der Sockeldämmung und Dämmung des aufgehenden Mauerwerks mit der Wandoberfläche dicht verkleben (z.B. anflämmen), unterseitig an Fassadendämmplatte und Tropfkantenprofil verkleben
- Perimeterdämmplatten mit vorkomprimierten Dichtungsband und angehefteten Streifen Faserdämmstoff auf vertikaler Abdichtung verkleben, knirsch nach oben drücken. Oberste Dämmplatte sollte vollflächig verklebt werden (zur Vermeidung von kapillar aufsteigendem Wasser).
- Sockelputz aufbringen
- Drainageschotterbett allseits mit PP-Filtervlies umhüllen, die Verunreinigung des Schotters durch Erdreich bei der Arbeit sorgfältig vermeiden,
- Drainagerohre müssen grundsätzlich oberhalb der Fundamentsohle verlaufen

Diskussion:

- Trotz durchlaufendem Kalksteinsockel sehr niedriger Wärmebrückenkoeffizient erreichbar

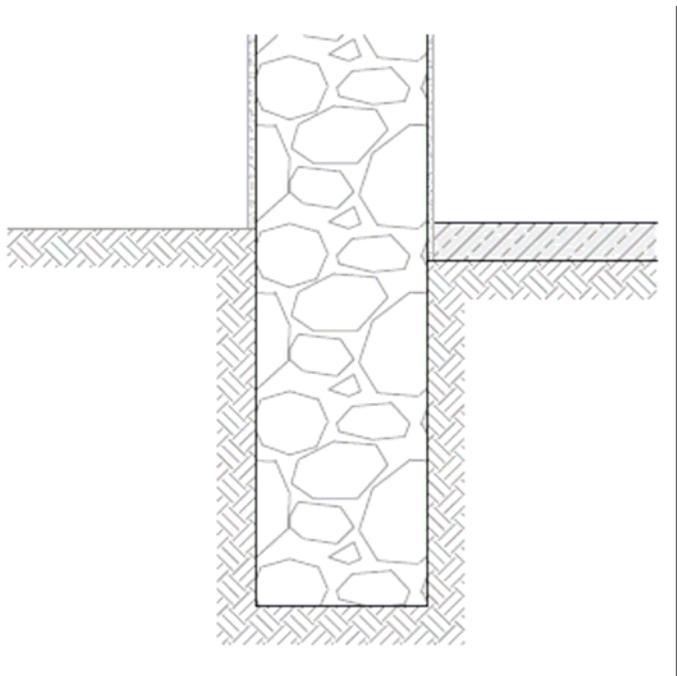
Alternative Lösungen:

- Schirmdämmung (siehe Projekt „Pettenbach“ Kap. 12 - Projekte: 70er Jahre / Einfamilienhaus Pettenbach)

4.3.2 Außenwand mit Innendämmung/Erdberührter Fußboden

Bestand:

Außenwand als Kalksteinmauerwerk, erdberührter Fußboden mit Betonplatte

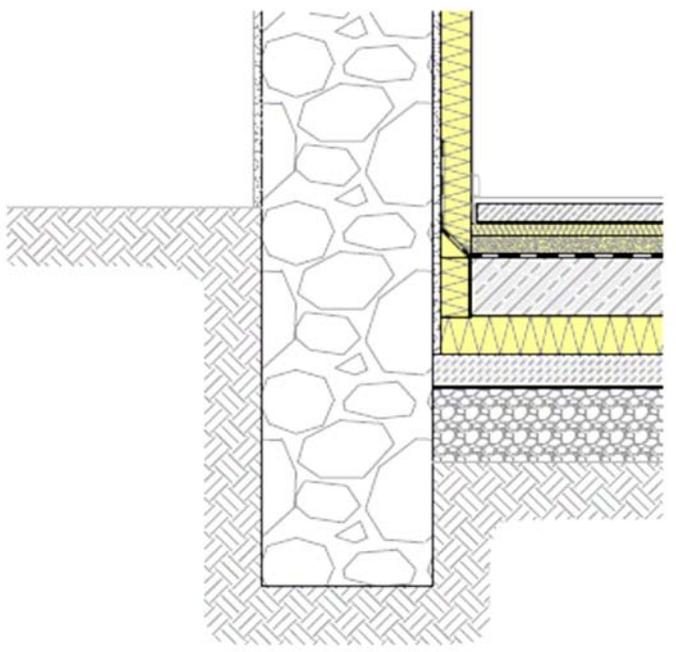


Sanierungsmaßnahmen:

- Entfernung Bestandsboden, bis zu gewünschter Tiefe auskoffern
- Absenkung des Geländeniveaus zumindest im Spritzwasserbereich, wenn erforderlich
- Keine Sanierung Außenbereich

Eignung:

- Für Anschlüsse ohne aufsteigende Feuchtigkeit und Schadsalzbelastung
- Für Standorte ohne drückendes Wasser
- Für beliebiges Erdreich geeignet (siehe [NBTK 2008], S.32)



Wärmebrückenkoeffizient Ψ	Kennwert [W/mK]
Innenluft zu Außenluft	-0,181

Ausführungshinweise:

- Rollierung einbringen, Sauberkeitsschicht herstellen, extrudierte Polystyrolplatten auflegen, U-Beton auf Trennlage ausführen
- Schaumglasdämmung vollflächig mit Kaltbitumenkleber auf Wand verkleben, Plattenstöße verkleben, Innenputz aufbringen (alternativ auch Spachtel möglich)
- Abdichtung vollflächig aufbringen
- Luftdichte Ebene Innenputz mit Abdichtung horizontal strömungsdicht verbinden (abkleben)
- Fußbodenaufbau ergänzen

Diskussion:

- Ausführung Dämmung Bodenplatte in Schaumglas würde zu einer durchgehenden dampfdichten Ebene führen (Einfluss Innenwände berücksichtigen)

Alternative Lösungen:

- Schirmdämmung (siehe Projekt „Pettenbach“ Kap. 12 - Projekte: 70er Jahre / Einfamilienhaus Pettenbach)
- Oberseitige Wärmedämmung (siehe Projekt „Pettenbach“ Kap. 12 - Projekte: 70er Jahre / Einfamilienhaus Pettenbach)
- Wärmedämmung mit Schaumglasschotter (siehe Projekt „Schule Schwanenstadt“ Kap. 10 - Projekte: 60er bis 70er Jahre / Schule Schwanenstadt)

5 Projekte: Bis 1918 / Gebäude Fabrikstrasse Steyr

Quelle: [Prehal und Poppe et al 2004]

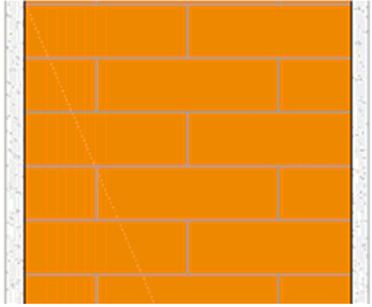
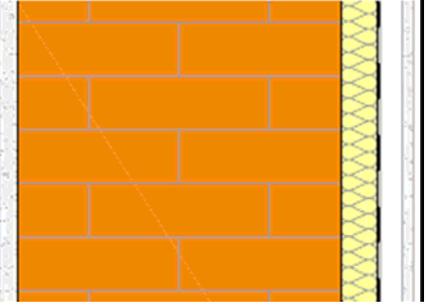
5.1 Kurzcharakterisierung

Das zweigeschossige Wohnhaus mit historischer Bausubstanz im Altstadtzentrum von Steyr wurde nach den Richtlinien des Denkmal- und Ensembleschutzes saniert. Das Gebäude ist in die geschlossene Bebauung einer Häuserzeile eingebunden.



5.2 Bauteile: Bestand und Sanierung

5.2.1 Außenwand

Aufbau	Bestand	Sanierung
		
Stärke [cm]		
2,5	Außenputz	Außenputz
45,0	Vollziegelmauerwerk	Vollziegelmauerwerk
2,5	Innenputz	-
5,0		Glaswolle zwischen vertikaler Lattung
-		Dampfbremse
3,0		Lattung 3/5 cm, Installationsebene
1,5		Gipskartonplatten
U-Wert [W/m²K]	1,21	0,48

Prüfung des Bestandes:

- Welche Dämmstärken sind für das konkrete Projekt (Standort, Qualität Außenputz, Mauerwerk, einbindende Holzbalkendecken, etc.) erforderlich / geeignet, siehe auch [AkkP32 2005]?

Eignung:

- Für Fertigung vor Ort
- Für Bestand ohne Belastung durch aufsteigende Feuchtigkeit geeignet.
- Für Bestand ohne Belastung durch Schadsalze geeignet.

Vorbereitung Sanierung:

- Abschlagen Innenputz

Diskussion:

- Fehlertoleranz des Innendämmsystems zentral für Fehlertoleranz der Sanierungsmaßnahme. Die vorgeschlagene Vorsatzschale mit Dampfbremse bietet diesbezüglich eher ungünstige Voraussetzungen.

- Grundsätzlich sind kapillarleitfähige oder dampfdichte Dämmsysteme deutlich besser geeignet.

5.2.2 Erdberührter Fußboden

Aufbau	Bestand	Sanierung
Stärke [cm]		
2,20		Bodenbelag
6,00		Estrich
-		Trennlage PE-Folie
10,0		Perliteschüttung
1,0		Abdichtung
3,4	Schiffboden	
15,0	Schüttung zw. Polsterhölzern 5/8 cm	
15,0	Unterbeton	Unterbeton
20,0	Rollierung	Rollierung
U-Wert [W/m²K]	1,46	0,41

Prüfung des Bestandes:

- Ausreichende Raumhöhe vorhanden?

Eignung:

- Für beheizte Räume mit Normalklima, ausgenommen Nassräume
- Vor allem dann geeignet, wenn ausreichende Raumhöhen vorhanden sind und Generalsanierung im Erdgeschoß erfolgt (Anhebung Niveau)

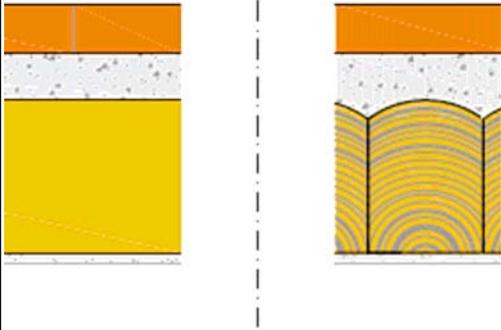
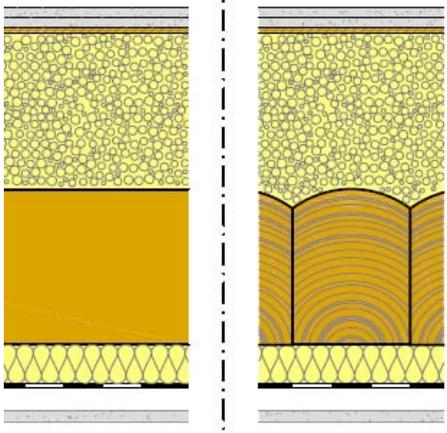
Vorbereitung Sanierung:

- Abtragen des bestehenden Fußbodenaufbaus
- Reinigung Oberfläche

Diskussion:

- Wenig Aufwand für Verlegung. Anschlüsse Türen, Stiegen müssen entsprechend angepasst werden.
- Nutzer müssen Geschöß für bestimmte Zeit verlassen.
- Installationsleitungen können in Dämmschicht verlegt werden, auf wenige Durchdringungen der Dampfbremsebene achten

5.2.3 Oberste Geschoßdecke

Aufbau	Bestand	Sanierung
		
Stärke [cm]		
2,5		Trockenestrich
0,8		Spanplatte
20,0		Perliteschüttung
0,2		PE-Dampfbremse
6,5	Klinkerziegel	
3,0	Sandschüttung	
20,0	Doppelbaumdecke	Doppelbaumdecke
5,0		Wärmedämmung zw. Lattung
3,0		Installationsschicht/Lattung
2,0	Kalkputz auf Schilf-Stukkatur	
1,5		Gipskartonplatte
U-Wert [W/m²K]	0,59	0,14

Prüfung des Bestandes:

- Statischer Zustand der Doppelbaumdecke ausreichend?
- Teile Doppelbaumdecke auszutauschen?

Eignung:

- Für unbeheizte und nur sporadisch genützte Dachgeschoße

Vorbereitung Sanierung:

- Entfernung Ziegel und Sandschüttung
- Gegebenenfalls Austausch nicht mehr gebrauchstauglicher Doppelbäume

Diskussion:

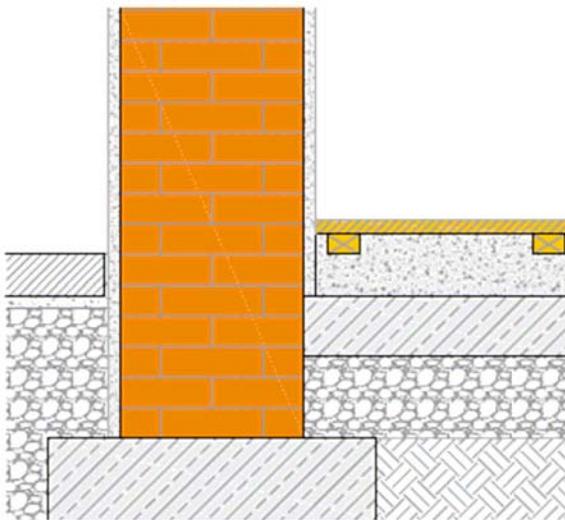
- Eventuell Rieselschutz unter Dämmschüttung verlegen

5.3 Anschlüsse

5.3.1 Außenwand/Erdberührter Fußboden

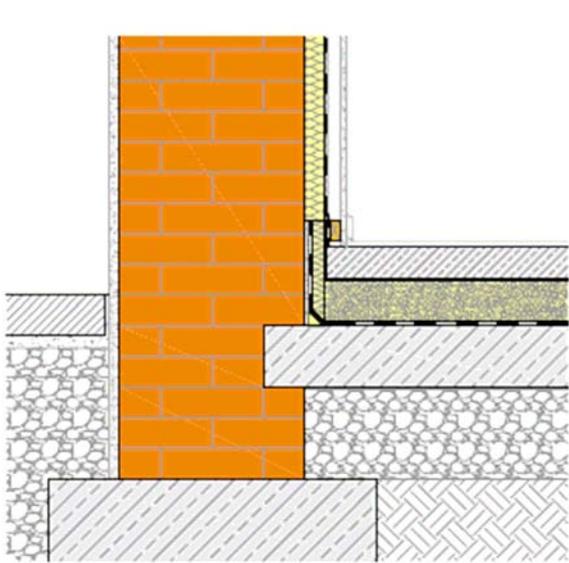
Bestand:

Außenwand Vollziegelmauerwerk, Fußboden mit U-Beton, Schüttung und Schiffboden.



Sanierungsmaßnahmen:

- Verlegung einer Feuchteabdichtung
- Einbringen Dämmschüttung und Nassestrich
- Montage Innendämmung



Wärmebrückenkoeffizient Ψ	Kennwert [W/mK]
Innenluft zu Außenluft	-0,212

Eignung:

- Für Kellerwände ohne aufsteigende Feuchte bzw. trockengelegte Wände
- Für Kellerwände ohne Belastung durch Schadsalze

Ausführungshinweise:

- Alten Fußbodenaufbau entfernen, Innenputz abschlagen
- Fußboden reinigen
- Abdichtung vollflächig dicht auf lösemittelfreiem Voranstrich verkleben, auf Zementputz im Wandbereich befestigen
- Perlite-Schüttung einbringen, verdichten
- PE-Dampfbremse verlegen, darauf Betonestrich aufbringen
- Innenputz Außenwand und Sockel reinigen, fehlende Teile ausbessern
- Vorsatzschale montieren

Diskussion:

- Wenn versiegelte Oberfläche (z.B. Gehsteig) im Außenbereich direkt (ohne Drainageschicht) an Außenwand anschließt: Fläche mit Gefälle vom Haus weg ausbilden
- Luftdichte Ebene (Abdichtung/Dampfbremse) durchgehend dicht ausführen.

Alternative Lösungen:

- Innenseitige Wärmedämmung kapillarleitfähig oder dampfdicht
- Außenseitige Dämmung Außenwand (siehe Projekt „Haidenhof“ Kap. 4 - Projekte: Bis 1918 / Haidenhof Bad Ischl)
- Unterseitige Dämmung Fußboden (siehe Projekt „Haidenhof“ Kap. 4 - Projekte: Bis 1918 / Haidenhof Bad Ischl)

6 Projekte: Bis 1918 / Gründerzeithaus

Quelle: [Schneider et al 2005]

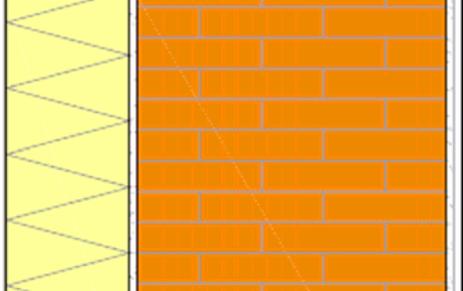
6.1 Kurzcharakterisierung

Sanierung eines Gründerzeithauses zum Passivhaus mit der Nutzung Seniorenwohnen.



6.2 Bauteile: Bestand und Sanierung

6.2.1 Außenwand

Aufbau	Bestand	Sanierung
		
Stärke [cm]		
1,5	Kalkputz	Kalkputz
75,0	Ziegelmauerwerk	Ziegelmauerwerk
2,0	Kalkzementputz	Kalkzementputz
0,5		Kleber mineralisch
30,0		EPS diffusionsoffen auf Klebeanker
0,7		Armierung im Mittelbett
0,3		Silikatputz
U-Wert [W/m²K]	0,78	0,11

Prüfung des Bestandes:

- Ebenheit Außenoberfläche gemäß ÖNORM B 6410 gegeben?
- Luftdichte Ebene Innen- oder Außenputz?

Eignung:

- Bei geringer Belastung durch aufsteigende Feuchtigkeit geeignet
- Bei geringer Belastung durch aufsteigende Schadsalze geeignet

Vorbereitung Sanierung:

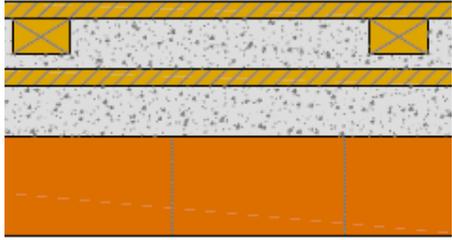
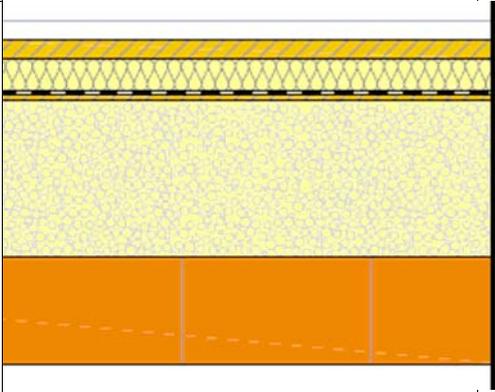
- Entfernung von Stuck
- Abklopfen von losen Außenputzteilen
- Ausgleichen von Fehlstellen
- Reinigen der Oberfläche
- ggf. Wiederherstellen der luftdichten Ebene

Diskussion:

- Mit einem höheren Aufwand sind vor allem die Bereiche mit den direkt in den Eckbereich gesetzten Fenstern verbunden. Eine Lösung kann die Abschrägung der

Dämmstoffe in diesem Bereich oder eine Stockaufdopplung der Fenster (Ästhetik!) darstellen.

6.2.2 Kellerdecke

Aufbau	Bestand	Sanierung
		
Stärke [cm]		
2,5	Parkettboden	Parkettboden
2,5	Blindboden	Blindboden
5,0	Polsterhölzer zw. Schüttung	
2,0	Schüttung	
2,5	Holzschalung	
2,0	Schüttung	
4,0		Holzfaserdämmplatte zw. Polsterhölzer Nut und Feder
2,0		Dampfbremse
0,8		Holzfaserplatte
12,0		Perliteschüttung
1,0 – 27,0		Perliteschüttung
20,0	Ziegelgewölbe	Ziegelgewölbe
U-Wert [W/m²K]	0,79	0,14

Prüfung des Bestandes:

- Statische Qualität der Gewölbedecke ausreichend für zusätzliche Lasten aus Sanierung

Eignung:

- Für beheizte Räume mit Normalklima, ausgenommen Nassräume
- Vor allem dann geeignet, wenn Fußboden jedenfalls saniert werden muss

Vorbereitung Sanierung:

- Parkettboden, Schalung und Schüttung entfernen

Diskussion:

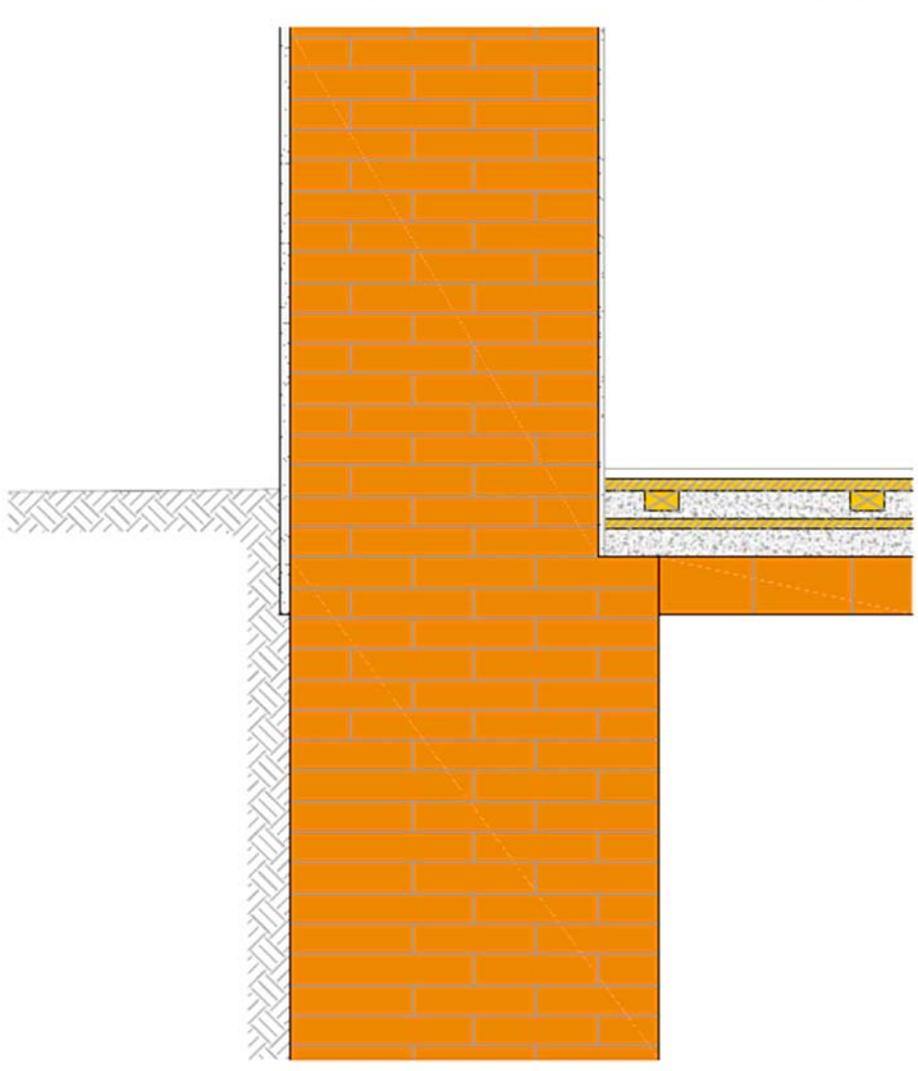
- Durch Entfernung des Fußbodenaufbaus verhältnismäßig aufwändig. Nutzer müssen Geschloß für bestimmte Zeit verlassen.
- Elektro-Installationsleitung können in Dämmschicht verlegt werden, auf möglichst wenige Durchdringungen der Dampfbremsebene achten
- Holzschalung und Parkettboden des Bestands kann bei gutem Zustand wiederverwendet werden

6.3 Anschlüsse

6.3.1 Außenwand/Kellerdecke

Bestand:

Kelleraußenwand als Vollziegelmauerwerk, Kellerdecke als Ziegelgewölbedecke



Anmerkung: Ein so gearteter Bestandsaufbau legt nahe, dass die untere Holzschalung historisch der erste Fußbodenbelag, später bei einer Sanierung ein zweiter Fußbodenaufbau

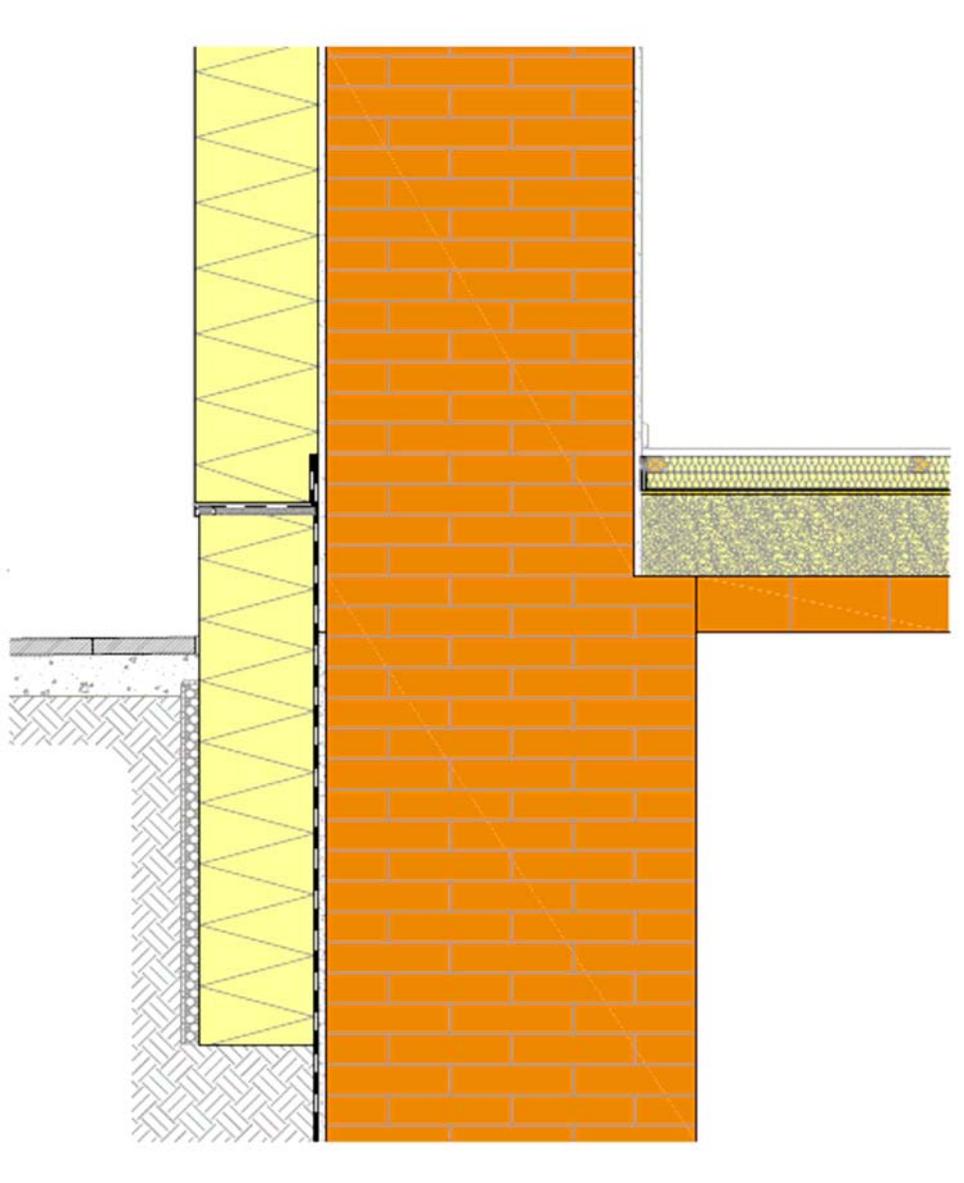
auf den ersten aufgedoppelt wurde. Möglicherweise wurden auch zwei unterschiedliche Schüttungen (Gewicht, Verdichtung, Dämmeigenschaften) verwendet.

Sanierungsmaßnahmen:

- Perimeterdämmung mindestens 100 cm nach unten, Stärke 10 cm
- Abdichtung mindestens 30 cm über Geländeniveau

Eignung:

- Für Kellerwände ohne aufsteigende Feuchte bzw. trockengelegte Wände
- Für Kellerwände, die keinem drückenden Wasser ausgesetzt sind



Wärmebrückenkoeffizient Ψ	Kennwert [W/mK]
Innenluft zu Außenluft	0,002
Innenluft zu Keller	0,153

Ausführungshinweise:

- Fußbodenaufbau und Schüttung entfernen

- Luftdichte Ebene (Innenputz) bis Rohdecke führen
- Perliteschüttung einbringen, verdichten, Holzfaserplatte auflegen
- Dampfbremse verlegen, darauf Trittschalldämmung/Polsterhölzer, Blindboden und Parkettboden aufbringen
- Außenputz auf Außenwand und Sockel reinigen, fehlende Teile ausbessern
- Abdichtung vollflächig dicht verkleben bis mindestens 30 cm über Geländeniveau (Spritzwasserbereich)
- Auf Vermeidung von Brüchen und anderen Undichtheiten in den Abdichtungsbahnen sorgfältig achten, da nachträgliche Reparaturen schwierig und aufwändig sind
- Den Streifen aus Polymerbitumen zwischen oberem Rand der Sockeldämmung und Dämmung des aufgehenden Mauerwerks mit der Wandoberfläche dicht verkleben (z.B. anflämmen), unterseitig an Fassadendämmplatte und Tropfkantenprofil verkleben
- Perimeterdämmplatten mit vorkomprimierten Dichtungsband und angehefteten Streifen Faserdämmstoff auf vertikaler Abdichtung verkleben, knirsch nach oben drücken. Oberste Dämmplatte sollte vollflächig verklebt werden.
- Sockelputz aufbringen

Diskussion:

- Wenn versiegelte Oberfläche (z.B. Gehsteig) im Außenbereich direkt (ohne Drainageschicht) an Außenwand anschließt: Fläche mit Gefälle vom Haus weg ausbilden
- Je nach Grundwasserbelastung und Art des Erdreichs verhältnismäßig hohe relative Feuchte im Keller vorhanden. Eine feuchtegesteuerte mechanische Be- und Entlüftung mit Wärmerückgewinnung hilft die Feuchte zu reduzieren.

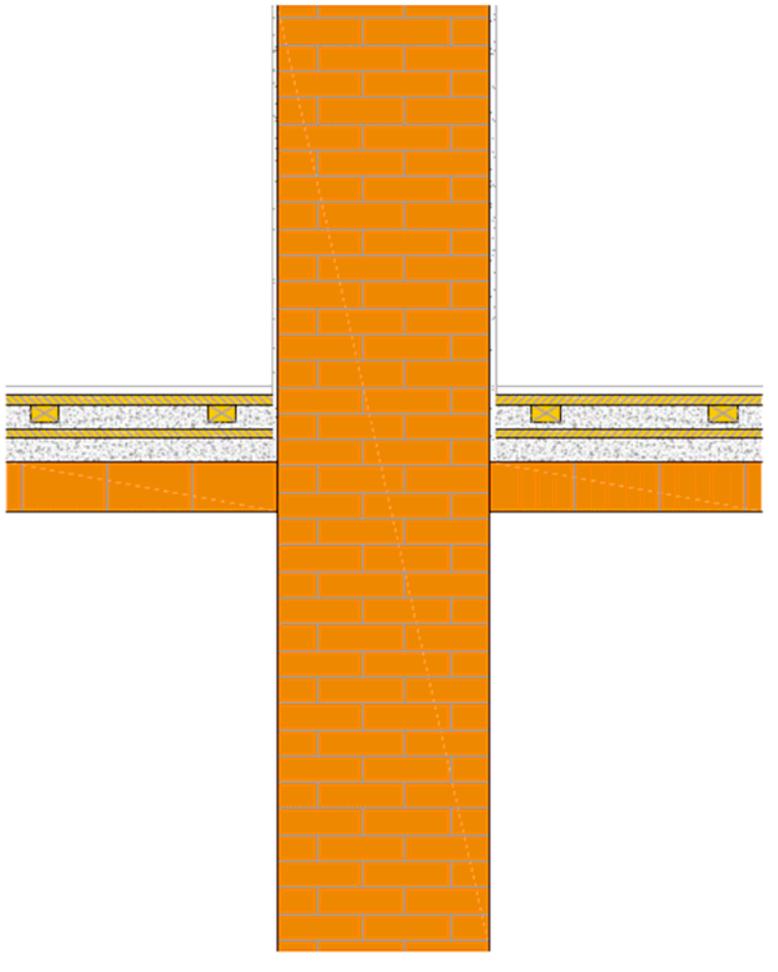
Alternative Lösungen:

- Unterseitige Dämmung Kellerdecke

6.3.2 Innenwand tragend/Kellerdecke

Bestand:

Kellerinnenwand als Vollziegelmauerwerk, Kellerdecke als Ziegelgewölbedecke

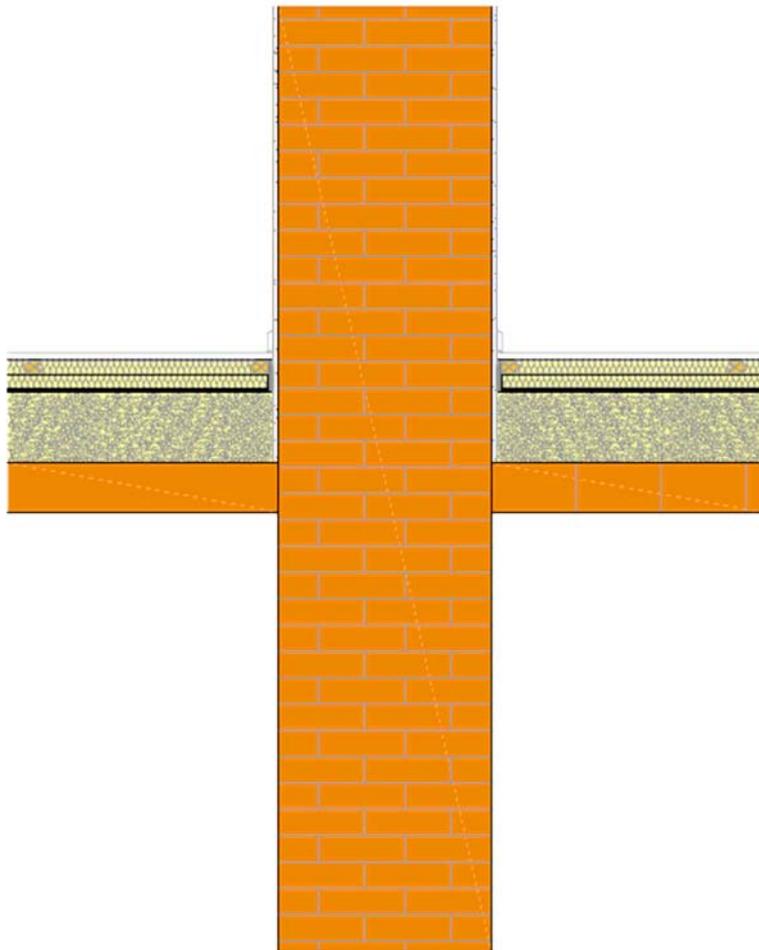


Sanierungsmaßnahmen:

- Schüttung durch Dämmschüttung ersetzen
- Trittschalldämmung auflegen

Eignung:

- Für Kellerwände ohne aufsteigende Feuchte, bzw. trockengelegt



Wärmebrückenkoeffizient Ψ	Kennwert [W/mK]
Innenluft zu Keller	0,499

Ausführungshinweise:

- Fußbodenaufbau und Schüttung entfernen
- Luftdichte Ebene Innenputz bis Rohdecke führen, wenn nur in Teilen vorhanden
- Perliteschüttung einbringen, verdichten, Holzfaserplatte auflegen
- Dampfbremse verlegen, darauf Trittschalldämmung/Polsterhölzer, Blindboden und Parkettboden aufbringen

Diskussion:

- Die Ausführung einer Halsdämmung ist nicht sinnvoll

Alternative Lösungen:

- Unterseitige Dämmung Kellerdecke

Ähnliche Bauteile Bestand:

- Kaminwand

7 Projekte: Bis 1918 / Kaserne Trollmangelände Steyr

Quelle: [Prehal und Poppe et al 2004]

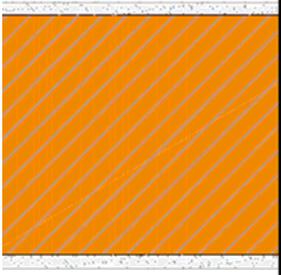
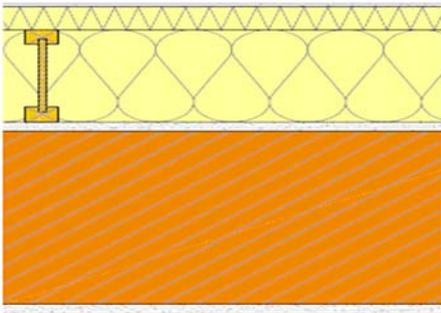
7.1 Kurzcharakterisierung

Sanierung eines 1885 als Teil der Trollmannkaserne in Steyr errichteten Offiziersgebäudes.



7.2 Bauteile: Bestand und Sanierung

7.2.1 Außenwand

Aufbau	Bestand	Sanierung
		
Stärke [cm]		
2,5	Außenputz	Außenputz
45,0	Vollziegelmauerwerk	Vollziegelmauerwerk
2,5	Innenputz	Innenputz
24,0		Zellulose / Doppel T-Träger
6,0		Poröse Holzfaserplatte
0,8		Außenputz
U-Wert [W/m²K]	1,21	0,13

Prüfung des Bestandes:

- Luftdichte Ebene Innen- oder Außenputz?

Eignung:

- Für Fertigung vor Ort
- Auch bei verhältnismäßig starken Unebenheiten des Außenputzes geeignet
- Bei geringer Belastung durch aufsteigende Feuchtigkeit geeignet
- Bei geringer Belastung durch aufsteigende Schadsalze geeignet

Vorbereitung Sanierung:

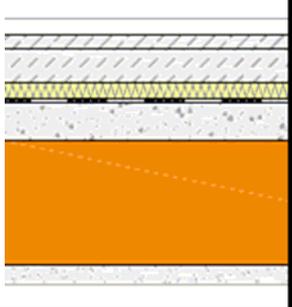
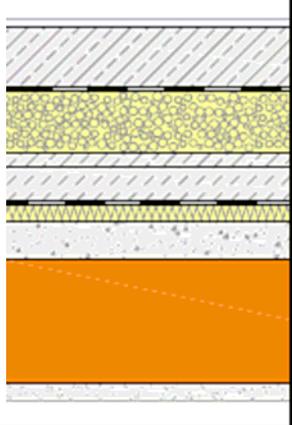
- Entfernung von Stuck
- Abklopfen loser Außenputzteile
- Ausgleichen von Fehlstellen
- ggf. Wiederherstellen der luftdichten Ebene

Diskussion:

- Mit einem höheren Aufwand sind vor allem die Bereiche mit den direkt in den Eckbereich gesetzten Fenstern verbunden. Eine Lösung kann die Abschrägung der Dämmstoffe in diesem Bereich oder eine Stockaufdopplung der Fenster (Ästhetik!) darstellen (siehe Kap Fensteranschluss).

- Breite der Gurte der Doppel-T-Träger so wählen, dass vor Ort einfach verschraubt werden kann

7.2.2 Kellerdecke

Aufbau	Bestand	Sanierung
		
Stärke [cm]		
1,0		Bodenbelag
6,0		Estrich
-		PE-Dampfbremse
8,0		EPS-Schüttung, zementgebunden
2,0	Verbundestrich	Verbundestrich
4,5	Magerbeton	Magerbeton
2,0	Polystyrol	Polystyrol
5,0	Schüttung Sand	Schüttung Sand
15,0	Ziegeldecke/Stahlträger	Ziegeldecke/Stahlträger
2,5	Kalkzementputz	Kalkzementputz
U-Wert [W/m²K]	0,9	0,4 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Auf eine Anpassung an den Richtwert für Kellerdecken wird verzichtet, da diese mit begleitenden Maßnahmen für Kontrolle relativer Feuchte im Kellergeschoß verbunden werden müssen (Absenkung Temperatur führt bei sonst gleichbleibenden Randbedingungen zu erhöhter relativer Feuchte im Keller).

Prüfung des Bestandes:

- Ausreichende Raumhöhe vorhanden?
- Statische Qualität der Gewölbedecke ausreichend für zusätzliche Lasten der Sanierung?

Eignung:

- Für beheizte Räume mit Normalklima, ausgenommen Nassräume
- Vor allem dann geeignet, wenn ausreichende Raumhöhen vorhanden und Generalsanierung im Erdgeschoß erfolgt (Anhebung Niveau).

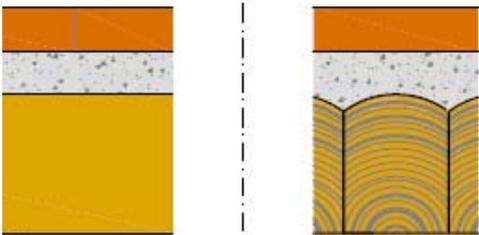
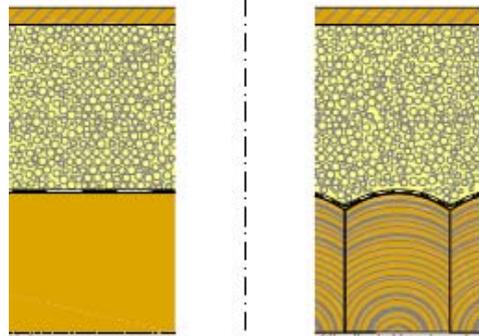
Vorbereitung Sanierung:

- Reinigung Oberfläche

Diskussion:

- Wenig Aufwand für Verlegung. Anschlüsse Türen, Stiegen müssen entsprechend angepasst werden.
- Nutzer müssen Geschoß für bestimmte Zeit verlassen.
- Installationsleitungen können in Dämmschicht verlegt werden, auf wenige Durchdringungen der Dampfbremsebene achten

7.2.3 Oberste Geschoßdecke

Aufbau	Bestand	Sanierung
		
Stärke [cm]		
2,5		Holzwohle-Porenverschlussplatte
40,0		Perliteschüttung
0,2		PE-Dampfbremse
6,5	Klinker	
3,0	Sandschüttung	
20,0	Doppelbaumdecke	Doppelbaumdecke
2,0	Kalkputz auf Schilf-Stukkatur	Kalkputz auf Schilf-Stukkatur
U-Wert [W/m²K]	0,59	0,10

Prüfung des Bestandes:

- Statischer Zustand der Doppelbaumdecke ausreichend?

Eignung:

- Für unbeheizte und nur sporadisch genutzte Dachgeschoße

Vorbereitung Sanierung:

- Entfernung von Ziegel und Sandschüttung
- Gegebenenfalls Austausch von nicht mehr gebrauchstauglichen Doppelbäumen

Diskussion:

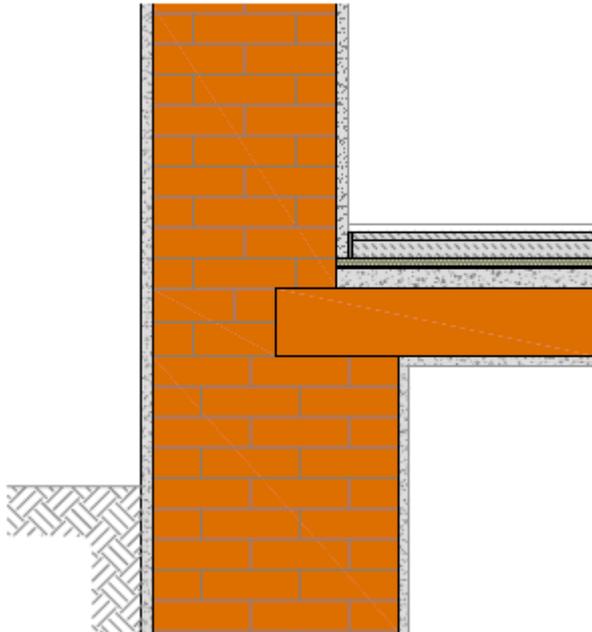
- Eventuell Schutzlage unter PE-Dampfbremse verlegen (z.B. PE-Weichschaummatte)

7.3 Anschlüsse

7.3.1 Außenwand/Erdberührter Fußboden

Bestand:

Außenwand Vollziegelmauerwerk, Kellerdecke als Kappendecke.

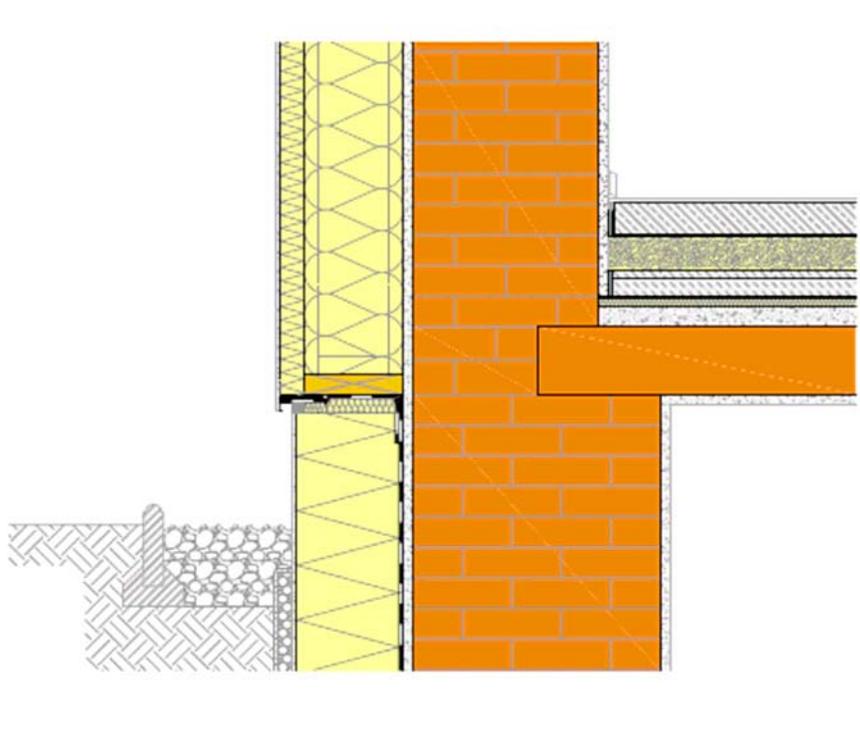


Sanierungsmaßnahmen:

- Absenkung des Geländeniveaus zumindest im Spritzwasserbereich
- Perimeterdämmung mindestens 100 cm nach unten ziehen
- Abdichtung mindestens 30 cm über Geländeniveau

Eignung:

- Für Kellerwände ohne aufsteigende Feuchte, bzw. trockengelegt
- Für Kellerwände, die keinem drückenden Wasser ausgesetzt sind



Wärmebrückenkoeffizient Ψ	Kennwert [W/mK]
Innenluft zu Außenluft	-0.021
Innenluft zu Keller	-0.016

Ausführungshinweise:

- Fußboden reinigen
- Polystyrol-Schüttung einbringen und abbinden/trocknen lassen
- PE-Dampfbremse verlegen, darauf Betonestrich aufbringen
- Außenputz Außenwand und Sockel reinigen, fehlende Teile ausbessern
- Doppel-T-Träger auf Außenwand verschrauben, Beplankung anbringen, mit Zellulose ausflocken
- Abdichtung vollflächig dicht verkleben bis mindestens 30 cm über Geländeniveau (Spritzwasserbereich)
- Auf Vermeidung von Brüchen und anderen Undichtheiten in den Abdichtungsbahnen sorgfältig achten, da nachträgliche Reparaturen schwierig und aufwändig sind
- Tropfkantenprofil an Abschluss Holzkonstruktion verkleben und mechanisch sichern
- ECB-Bahn auf unterem Abschluss Holzkonstruktion (OSB-Platte) verkleben.
- Perimeterdämmplatten mit vorkomprimiertem Dichtungsband und angeheftetem Faserdämmstoff-Streifen auf vertikale Abdichtung kleben, knirsch nach oben drücken. Oberste Perimeter-Dämmplatte sollte vollflächig verklebt werden.
- Sockelputz aufbringen

Diskussion:

- Wenn versiegelte Oberfläche (z.B. Gehsteig) im Außenbereich direkt (ohne Drainageschicht) an Außenwand anschließt: Fläche mit Gefälle vom Haus weg ausbilden

- Je nach Grundwasserbelastung und Art des Erdreichs verhältnismäßig hohe relative Feuchte im Keller vorhanden. Eine feuchtegesteuerte mechanische Be- und Entlüftung mit Wärmerückgewinnung hilft die relative Feuchte zu reduzieren.
- Luftdichte Ebene ist nicht solide führbar. Aus diesem Grund sollten sowohl Risse des Innen- als auch des Bestands-Außenputz verspachtelt werden und andere Bauteile an beide Ebenen angeschlossen werden (insbesondere Fenster)
- Dämmstärke Kellerdecke verhältnismäßig gering

Alternative Lösungen:

- Entfernung Fußbodenaufbau mit oberseitiger Dämmung (Siehe Projekt „Altes Haus“ Kap. 6 Projekte: Bis 1918 / Gründerzeithaus)
- Unterseitige Dämmung Kellerdecke

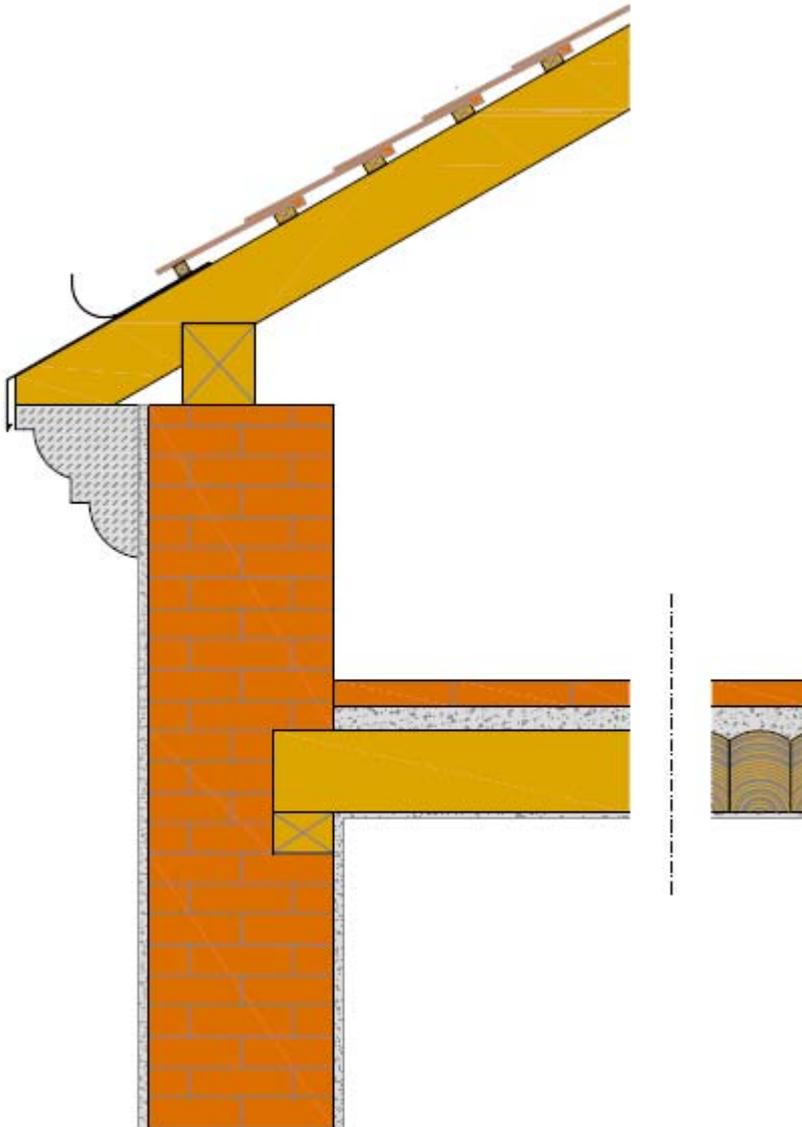
Anschlussvarianten:

- Perimeterdämmungsvarianten (Rücksprung wie in [NBTK 2008], AWm01-KDu01, S.218)

7.3.2 Außenwand/Dach

Bestand:

Außenwand Vollziegelmauerwerk, Dippelbaumdecke, Dachstuhl mit Ziegeleindeckung.



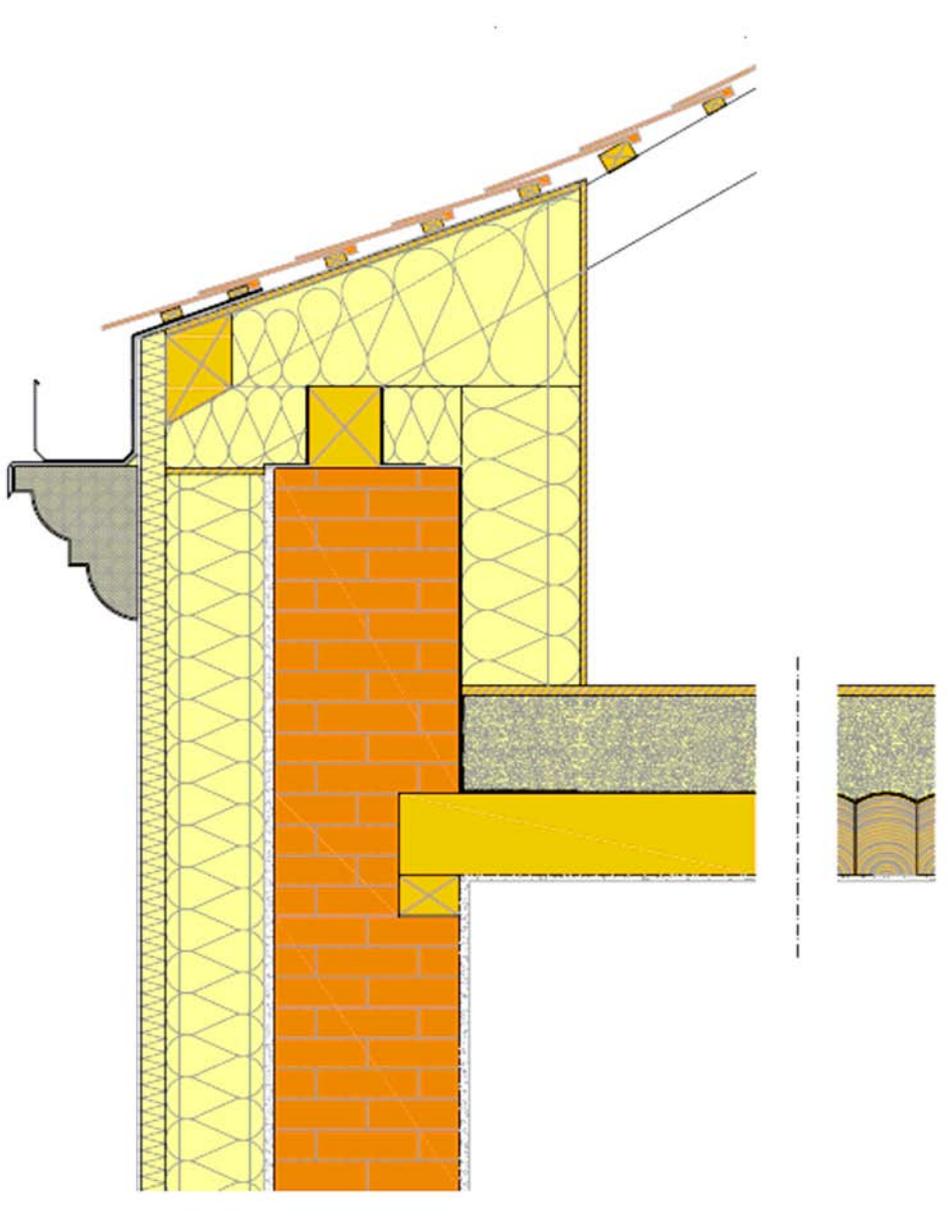
Anmerkung: Das Detail scheint nicht ganz in Deckung mit den dargestellten Fotos des Gebäudes zu sein, das Detail wird trotzdem in Anlehnung an die Darstellung in [Poppe und Prehal et al 2004] dargestellt.

Sanierungsmaßnahmen:

- Dampfbremse verlegen
- Dämmschüttung aufbringen und mit Holzfaserplatte abdecken
- Trockenestrich verlegen

Eignung:

- Geeignet für nicht beheiztes Dachgeschoß
- Geeignet für Gebäude mit außenliegender Wärmedämmung



Wärmebrückenkoeffizient Ψ	Kennwert [W/mK]
Innenluft zu Außenluft	-0,005

Ausführungshinweise:

- Entfernung von Klinkerziegel und Schüttung von Dippelbaumdecke, Entfernung des vorhandenen Mörtels zwischen Dachhaut und DrempeImauer
- Luftdichte Ebene herstellen: DrempeImauer innen- und oberseitig verspachteln bzw. vermörteln und mit Bestandsaußenputz luftdicht verbinden. Pfette darauf luftdicht (diffusionsoffen) verkleben, diese bestmöglich mit durchlaufenden Dachsparren verbinden

- Dachbelüftungslatten und Holzfaserplatte an Dachlatten befestigen, Insektenschutz außenseitig befestigen
- PE-Dampfbremse auf Dippelbaumdecke verlegen, Stöße strömungsdicht verkleben und luftdicht an Spachtel anschließen
- Perlite einbringen, verdichten, mit Holzwolle-EPV-Platten abdecken
- Holzlatten an Drempelmauer verschrauben, mit Faserdämmstoff auskleiden, mit Holzfaserplatte abdecken.
- Außenseitig Doppel-T-Träger und poröse Holzfaserplatte befestigen, mit Zellulosefaser ausblasen

Diskussion:

- Alternativ könnte auch dachgeschoßseitig mit Zellulose ausgeblasen werden
- Wenn Abstand zwischen Dachhaut und Drempelmauer sehr gering, dann Abstand durch Aufschiebling auf Dachsparren erhöhen

Alternative Lösungen:

- Ausführung einer Terrasse anstatt des unbeheizten Dachraums (Siehe Projekt „Kierling“ Kap. 11 - Projekte: 70er Jahre / Mehrfamilienhaus Kierling)
- Ausführung eines Aufschieblings zur Reduzierung der Wärmebrücke im Traufenbereich

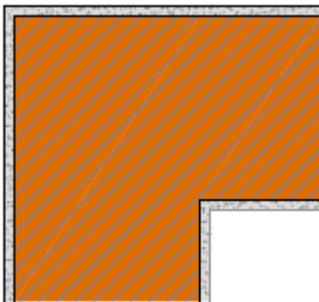
Anschlussvarianten:

- Schwächere Überdämmung des Traufenbereichs

7.3.3 Außenwanddeck

Bestand:

Außenwand Vollziegelmauerwerk

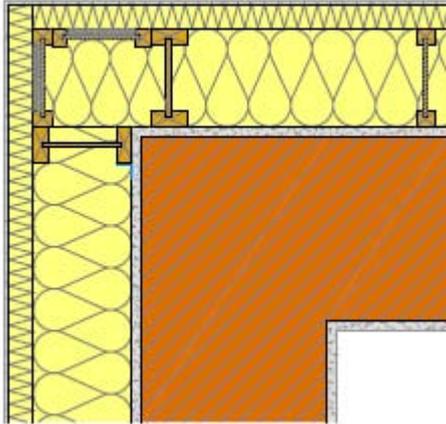


Sanierungsmaßnahmen:

- Doppel-T-Träger, Hohlräume mit Zellulose ausgeblasen, darauf
- Poröse Holzfaserplatte, verputzt

Eignung:

- Geeignet für beheizte Gebäude
- Geeignet für Fertigung vor Ort



Wärmebrückenkoeffizient Ψ	Kennwert [W/mK]
Innenluft zu Außenluft	-0,070

Ausführungshinweise:

- Außenputz Außenwand und Sockel reinigen, fehlende Teile ausbessern
- Doppel-T-Träger und poröse Holzfaserplatte befestigen, im Eckbereich am Steg mit Faserdämmstoff (z.B. Holzfaserdämmplatte) dämmen
- Im Eckbereich Holzfaserdämmplatten „verzahnt“ versetzen, Eckschutz einspachteln
- Hohlräume sorgfältig mit Zellulosefaser ausblasen
- Armierung in Klebspachtel einlegen, Deckputz auftragen

Diskussion:

- Die vorgeschlagene Lösung weist eine hohe statische Stabilität im Eckbereich auf

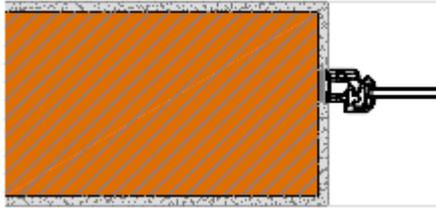
Alternative Lösungen:

- Verwendung von C-Trägern, die vor Ort hergestellt werden (z.B. [NBTK 2008], AWm02, AWm03)

7.3.4 Außenwand / Fenster

Bestand:

Außenwand Vollziegelmauerwerk, PVC-Fenster (U-Wert = 2,0 W/m²K) in etwa mittig eingebaut

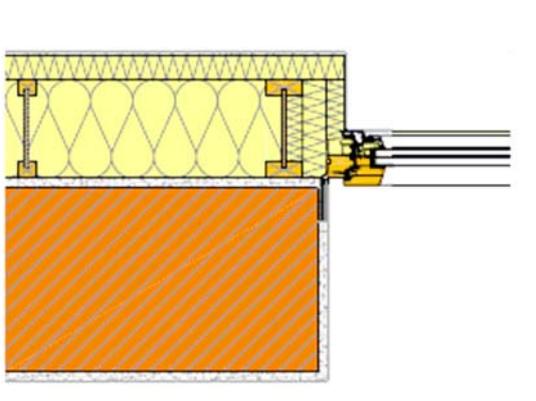


Sanierungsmaßnahmen:

- Einbau Fenster in Dämmebene

Eignung:

- Auch für Passivhausholzfenster geeignet



Wärmebrückenkoeffizient Ψ	Kennwert [W/mK]
Innenluft zu Außenluft	0,015

Ausführungshinweise:

- Abbruch des Bestandfensters, Ausgleich der ausgebrochenen Stellen mit Ausgleichsmörtel, zwischen Innen- und Außenputz durchgehenden Glattstrich herstellen
- Außenseitige Holzkonstruktion und poröse Holzfasерplatte montieren, Holzfaserdämmplatten zwischen horizontalen Holzlatten mit Doppel-T-Trägern verschrauben. Hohlräume mit Zellulosefasern ausblasen.
- Fenster auf Kanthölzern verschrauben
- Vlieskaschiertes Butylkautschukband umlaufend dicht auf Glattstrich verkleben
- Innenputz mittels Anputzschiene anschließen
- Fuge ausstopfen oder mit Schallschutzschaum ausschäumen

- Schlagregen- und Winddichtigkeit durch entsprechende Ausführung herstellen (z.B. Kompriband zwischen Dämmstoff und Fensterstock einlegen, Außenputz mit Anputzleiste an Fensterrahmen anschließen)
- Schlagregen- und Winddichtigkeit durch entsprechenden Anschluss des Fensterblechs herstellen
- Luftdichte Ebene ist der sanierte Bestandsaußenputz, mit diesem muss die luftdichte Ebene des Fensterstockes verbunden werden

Diskussion:

- Auf einwandfreie Führung der luftdichten Ebene im Anschlussbereich achten! In Bestandsgebäuden ist ein luftdichter Anschluss an Innen- und Außenputz sinnvoll, da meist beide Schichten nicht vollständig dicht herstellbar sind.

Alternative Lösungen:

- Holzfenster mit Überdämmung

8 Projekte: Bis 1918 / Einfamilienwohnhaus Panic

Quelle: [Panic et al 2007], [Panic et al 2008]

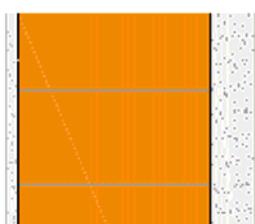
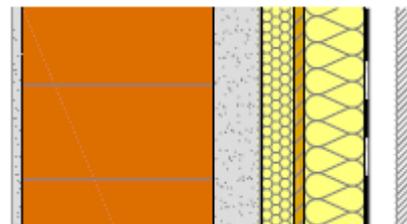
8.1 Kurzcharakterisierung

Sanierung eines 1854 errichteten Bauernhauses auf Passivhausstandard unter Verwendung von Vakuumdämmung und unter Berücksichtigung von hygri-schen Vorgängen.



8.2 Bauteile: Bestand und Sanierung

8.2.1 Außenwand

Aufbau	Bestand	Sanierung
		
Stärke [cm]		
1,5	Kalkputz	Kalkputz
25,0	Vollziegel- /Mischmauerwerk	Vollziegel- /Mischmauerwerk
6,0	Isolierputz	Isolierputz
0,5		PE-Schaumfolie
4,0		Vakuumdämmung/PUR
1,5		OSB-Platte
8,0		Steinwolle zwischen Lattung
		PE-Windsperre
4,0		Lattung
1,8		OSB-Fassade mit endokeramischer Beschichtung
U-Wert [W/m²K]	0,77	0,12

Montage:

„Im Bereich des Altbaues wurden Elemente bestehend aus VIP, OSB, Lattung und Steinwolle erstellt. Diese haben an der Unterseite ein gekröpftes Blechprofil, das in am Untergrund befestigte Schrauben gehängt wird.“ [Panic 2008]

Prüfung des Bestandes:

- Statische Voraussetzung zur Anbringung von Halterungen für Außenkonstruktion vorhanden?
- Ebenheit des Bestandsaußenputzes ausreichend?

Eignung:

- Nur bei verhältnismäßig ebenen Bestands-Außenputz geeignet (ansonsten ist die Ebenheit entsprechend herzustellen)

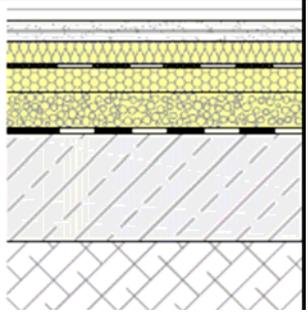
Vorbereitung Sanierung:

- Abklopfen von losen Außenputzteilen
- Ausgleichen von Fehlstellen
- Gegebenenfalls Ausführung eines ebenen Untergrundes notwendig

Diskussion:

- Gemäß [Panic 2008] ist ein nachträglicher Austausch defekter Vakuumpaneele möglich

8.2.2 Erdberührter Fußboden

Aufbau	Bestand	Sanierung
		
Stärke [cm]		
1,5		Bodenbelag
3,0		Trockenestrich
3,0		Trittschalldämmung
0,5		PE-Schaumfolie
3,5		Vakuumdämmung
5,0		EPS-Schüttung gebunden
1,0		Polymerbitumen 2-lagig
15,0		U-Beton
	?	
40,0	Lehm	Lehm
	Erdreich	Erdreich
U-Wert [W/m²K]	1,75	0,15

Prüfung des Bestandes:

- Statische Qualität tragende Wände?

Eignung:

- Für beheizte Räume mit Normalklima, ausgenommen Nassräume

Vorbereitung Sanierung:

- Entfernung alter Fußbodenaufbau
- Abgraben, auf statische Eigenschaften tragende Wände achten

Diskussion:

- Die Verlegung der Vakuumdämmplatten sollte nur von darin geschulten Unternehmen durchgeführt werden
- Nutzer müssen Geschoß für bestimmte Zeit verlassen.

8.3 Anschlüsse

8.3.1 Außenwand/Erdberührter Fußboden

Bestand:

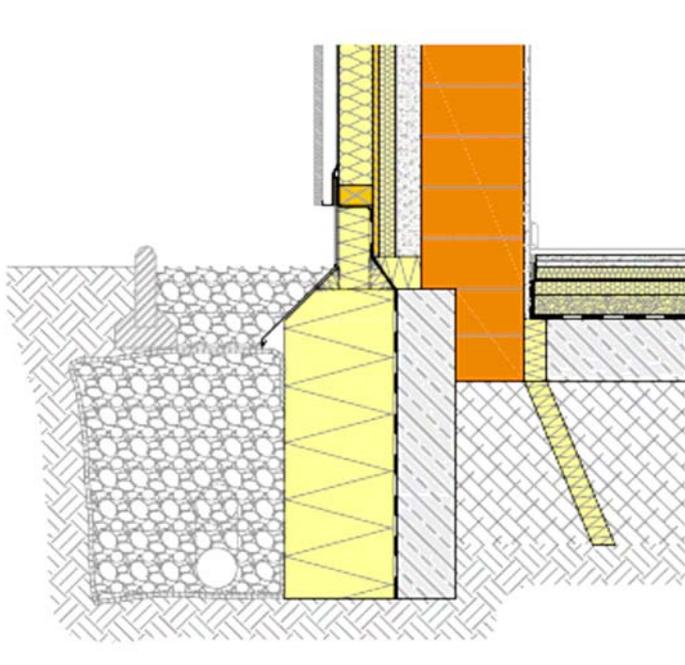
Außenwand Vollziegelmauerwerk, Kellerdecke als Kappendecke.

Sanierungsmaßnahmen:

- Absenkung des Geländeniveaus zumindest im Spritzwasserbereich
- Perimeterdämmung mindestens 100 cm nach unten ziehen
- Abdichtung mindestens 30 cm über Geländeniveau,

Eignung:

- Für Außenwände ohne nennenswerte aufsteigende Feuchte, bzw. trockengelegt
- Für Außenwände, die keinem drückenden Wasser ausgesetzt sind
- Für Außenwände ohne Schadsalzbelastung



Wärmebrückenkoeffizient Ψ	Kennwert [W/mK]
Innenluft zu Außenluft	0,179

Ausführungshinweise:

- Alten Fußboden entfernen, auskoffern (Statik tragende Wände beachten)
- Innenseitige Perimeterdämmung XPS einbringen (Vermeidung Kondensatrisiko Innenecke), U-Beton ausführen
- Abdichtung ausführen, mit Bestandsinnenputz luftdicht verbinden
- EPS-Schüttung einbringen, Trocknungszeit einhalten

- Vakuumdämmung 2-lagig auflegen, Schutzschicht PE-Schaum aufbringen, Fußbodenaufbau komplettieren
- Außenputz Außenwand und Sockel reinigen, fehlende Teile ausbessern, gegebenenfalls Ausgleichsspachtel aufbringen
- Mechanische Schutzschicht PE-Schaummatte auf Außenwand aufkleben
- Fertigteile mit integrierten Vakuumpaneelen montieren
- Abdichtung vollflächig dicht verkleben bis mindestens 30 cm über Geländeniveau (Spritzwasserbereich). PE-Windsperre über diese ziehen.
- Auf Vermeidung von Brüchen und anderen Undichtheiten in den Abdichtungsbahnen sorgfältig achten, da nachträgliche Reparaturen schwierig und aufwändig sind
- Perimeterdämmplatten mit vorkomprimierten Dichtungsband und angehefteten Streifen Faserdämmstoff auf vertikaler Abdichtung verkleben, knirsch nach oben drücken. Oberste Perimeterdämmplatte sollte vollflächig verklebt werden.
- Sockelblech aufbringen

Diskussion:

- Verhältnismäßig aufwändiger Aufbau
- Eine detaillierte Bestandsanalyse bezüglich des Feuchtezustandes des Bestandes ist jedenfalls vorzunehmen (siehe Kapitel Feuchteverhalten, Einleitung). Die in [Panic 2008] durchgeführten dynamischen Feuchtesimulationen zeigen die Sensibilität der gewählten dampfdichten Außenwanddämmung auf (Vakuumdämmung). Diese ist daher eher im Falle einer durchgeführten Mauertrockenlegung geeignet.
- Wenn versiegelte Oberfläche (z.B. Gehsteig) im Außenbereich direkt (ohne Drainageschicht) an Außenwand anschließt: Fläche mit Gefälle vom Haus weg ausbilden
- Je nach Grundwasserbelastung und Art des Erdreichs verhältnismäßig hohe relative Feuchte im Erdreich möglich
- Luftdichte Ebene ist die Abdichtung, die an den Innenputz angeschlossen wird (auch tragende Innenwände). Aus diesem Grund sollten die Risse des Bestands-Innenputzes verspachtelt werden und andere Bauteile an beide Ebenen angeschlossen werden (insbesondere Fenster)

Alternative Lösungen:

- Unterseitige Dämmung Fußboden (siehe Projekt „Haidenhof“ Kap. 4 - Projekte: Bis 1918 / Haidenhof Bad Ischl)
- Diffusionsoffener Dämmstoff Außenwand (siehe Projekt „Haidenhof“ Kap. 4 - Projekte: Bis 1918 / Haidenhof Bad Ischl)
- Kennwert Wärmebrückenberechnung ist hoch, da U-Werte verhältnismäßig niedrig sind

9 Projekte: 50er Jahre / Wohnbau Markartstraße

Quelle: [Domenig-Meisinger et al 2007]

9.1 Kurzcharakterisierung

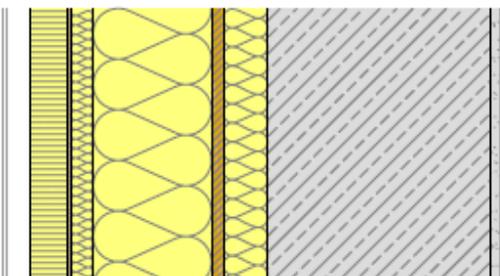
Das in den Jahren 1957/58 errichtete Wohngebäude in Linz wurde als erstes Mehrfamilienhaus in Österreich auf Passivhausstandard saniert. Im Rahmen der Sanierung wurden u. a. die Fassaden mit vorgefertigten Dämmelementen (GAP Solarfassade) bekleidet, Dach und Kellerdecke gedämmt, die bestehenden Balkone vergrößert, die bestehenden Fenster durch Passivhausfenster ersetzt und eine kontrollierte Wohnraumlüftung eingebaut.



9.2

9.3 Bauteile: Bestand und Sanierung

9.3.1 Außenwand

Aufbau	Bestand	Sanierung
		
Stärke [cm]		
1,5	Kalkzementputz	Kalkzementputz
30,0	Schlackebeton	Schlackebeton
1,5	Kalkzementputz	
2,5		Spachtel Luftdichtigkeit ⁽¹⁾
6,0		Ausgleichsdämmung Mineralwolle
1,6		OSB-Platte, luftdicht ⁽¹⁾
16,0		Paneeldämmung zwischen Holzriegel
3,0		Paneeldämmung
0,4		Paneelrückwand (Holzfaserplatte)
5,0		Solarwabe
3,1		Luftschicht dampfentspannt
0,6		Glas
U-Wert [W/m²K]	1,36	0,12 ⁽²⁾

⁽¹⁾ Gemäß Projektbericht ist eine OSB-Platte als luftdichte Ebene vorgesehen. Diese ist allerdings äußerst schwierig konsequent luftdicht ausführbar, daher wird die Ausführung eines luftdichten Spachtels vorgeschlagen (im Zuge der Montage Pfosten-Riegelfassade auszuführen).

⁽²⁾ Ohne Wirkung passive solare Gewinne, im Bericht werden in diesem Fall $U_{\text{equiv}} = 0,082$ W/m²K angegeben

Prüfung des Bestandes:

- Statische Voraussetzung zur Anbringung der Pfosten-Riegelkonstruktion gegeben?
- Luftdichte Ebene über OSB-Platte wie in [Domenig-Meisinger et al 2007] angegeben realistisch durchführbar? Ansonsten alter Außenputz als luftdichte Ebene anwendbar, gegebenenfalls Verspachtelung notwendig.

Eignung:

- Auch bei verhältnismäßig starken Unebenheiten des Außenputzes geeignet
- Für Vorfertigung geeignet

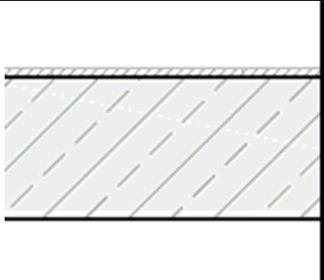
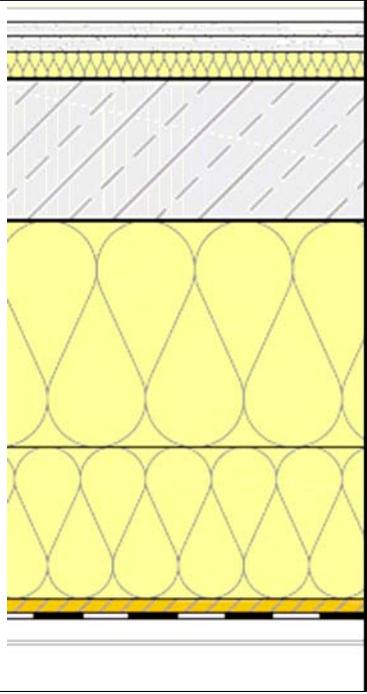
Vorbereitung Sanierung:

- Abklopfen von losen Außenputzteilen
- Ausgleichen von Fehlstellen
- Montage der Pfosten/Riegel auf der Bestandswand

Diskussion:

- Ausgleichsdämmung auf Schwankung Holzraum anpassen
- Mögliche Schallübertragung von Wohnung zu Wohnung beachten, gegebenenfalls entsprechende Maßnahmen (Entkoppelung Elemente) durchführen
- Fenster sollten in der Holzkonstruktion versetzt werden (mögliche Lösungen siehe [NBTK 2008], bzw. [Lang et al 2007])

9.3.2 Wärmedämmung unterste Balkonplatte

Aufbau	Bestand	Sanierung
		
Stärke [cm]		
1,5		Parkett
3,0		Trockenestrich
3,0		Mineralwolle Trittschalldämmung
1,0	Fliesen	
15,0	Balkenplatte	Balkenplatte
24,0		Glaswolle zwischen Holzriegel
16,0		Glaswolle zwischen Holzriegel
1,6		MDF-Platte
-		Folie, winddicht
2,4		Lattung/Hinterlüftung
		Alucobond
U-Wert [W/m²K]	-	0,1

Prüfung des Bestandes:

- Oberfläche staubig?
- Bodenbelag für neuen Fußbodenaufbau belegbar, Höhen im Bereich Balkontüren für neuen Aufbau geeignet oder Entfernung alter Belag sinnvoll?

Vorbereitung Sanierung:

- Oberfläche unterseitig abbürsten
- Alten Bodenbelag entfernen, Oberfläche reinigen

Diskussion:

- Trittschalldämmung für Schallnebenwege in unteres Geschoß jedenfalls empfehlenswert

9.3.3 Leichtbauwand Balkon

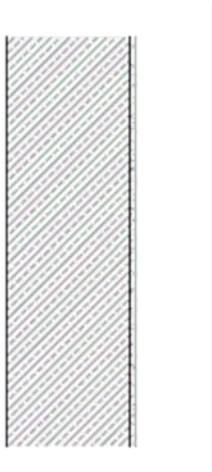
Es handelt sich um einen Neubauteil, Ausführungshinweise siehe [NBTK 2008]

9.4 Anschlüsse

9.4.1 Außenwand im Stoßbereich Fertigelemente

Bestand:

Außenwand Bestand

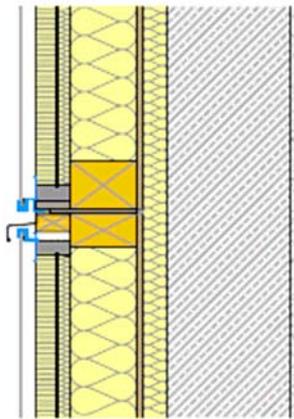


Sanierungsmaßnahmen:

- Wärmedämmung der Außenwand mit Solarwaben-Fertigteilen

Eignung:

- Wenn statische Voraussetzung der Bestandswand für die Montage der Fertigteile gegeben ist.



Wärmebrückenkoeffizient Ψ	Kennwert [W/mK]
Innenluft zu Außenluft	0,046

Ausführungshinweise:

- Oberfläche Bestandswand reinigen, gegebenenfalls Spachtel für luftdichte Ebene ausführen (wenn nicht Ebene OSB-Platte herangezogen wird)
- Auf luftdichte Ebene achten: Gemäß Projektbericht OSB-Platte, d.h. in diesem Bereich und stirnseitig Kompriband vorsehen, dass die Luftdichtigkeit garantiert. Besondere Aufmerksamkeit im Eckbereich Fertigteile. Einfacher ist wahrscheinlich die Führung der luftdichten Ebene am bestehenden Außenputz.
- Montage der Pfosten/Riegel auf Bestandswand
- Versetzen der Fertigteile, Ausstopfen der Hohlräume mit Faserdämmstoff
- Montage der Tropfnase

Diskussion:

- Die Führung der luftdichten Ebene an der OSB-Platte (wie von den Autoren vorgeschlagen) erscheint schwierig.
- Auf Freihaltung der Dampfentspannungsöffnungen der Glasfassade achten, da ansonsten starke Kondensatbildung an der Glasscheibe möglich

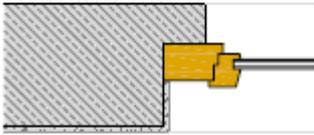
Alternative Lösungen:

- Fertigteile (siehe Projekt „Pettenbach“ Kap. 12 - Projekte: 70er Jahre / Einfamilienhaus Pettenbach und Projekt „Schule Schwanenstadt“ Kap. 10 - Projekte: 60er bis 70er Jahre / Schule Schwanenstadt)

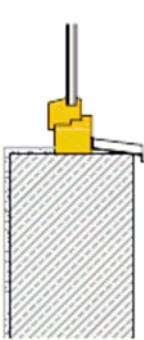
9.4.2 Außenwand / Fenster

Bestand:

Außenwand Schlackenbetonwand, Holzverbundfenster in etwa mittig eingebaut



Fensteranschluss, horizontal



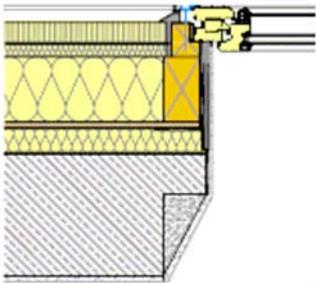
Fensteranschluss, vertikal

Sanierungsmaßnahmen:

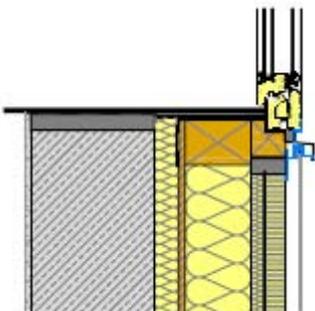
- Einbau Fenster bereits im Werk in Fertigteil
- Einbau Fenster in Dämmebene

Eignung:

- Für Einsatzfenster in Pfosten-Riegelfassaden geeignet



Fensteranschluss, horizontal



Fensteranschluss, vertikal

Anmerkung: Wir raten von der dargestellten Ausführungsvariante wegen der unserer Meinung nach nicht gesicherten dauerhaften Schlagregendichtigkeit ab. Alternative siehe Kap.

Diskussion.

Wärmebrückenkoeffizient Ψ	Kennwert [W/mK]
Laibung, Innenluft zu Außenluft	0,129
Parapet, Innenluft zu Außenluft	0,067

Ausführungshinweise:

- Abbruch des Bestandfensters, Ausgleich der ausgebrochenen Stellen mit Ausgleichsmörtel
- Montage der Fertigteile
- Stöße zwischen Fenster und Solarwabenanteilen dauerhaft schlagregendicht und winddicht herstellen
- Mit Dampfbremse luftdicht an Bestandswand anschließen (Spachtel und Innenputz)
- Luftdichte Ebene ist der Spachtel auf dem Schlackenbeton, mit diesem muss die luftdichte Ebene des Fensterstockes verbunden werden

Diskussion:

- Die in den Details dargestellte Ausführung der Stöße zwischen Fenster und Solarwabenelement erscheint nicht dauerhaft schlagregendicht ausgeführt (Bauteilbewegungen). Es wird dringend eine Ausführung mit passivhaustauglichen Pfosten/Riegelsystem-Abdeckung empfohlen (Dämmkeil, Kunststoffauflager und -abdeckung)
- Der Einbau der Fenster außenbündig mag ästhetisch notwendig sein, wirkt sich auf den Wärmeschutz sehr ungünstig aus
- Auf einwandfreie Führung der luftdichten Ebene im Anschlussbereich ist zu achten.

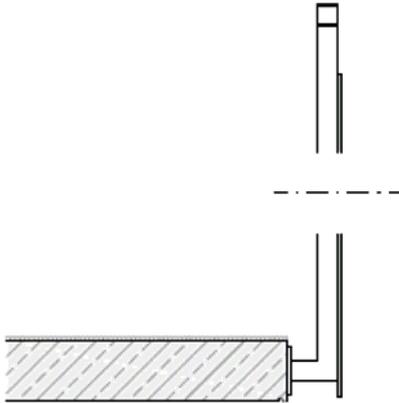
Alternative Lösungen:

- Ausführung der Anschlussbereiche mit passivhaustauglichen Pfosten/Riegelsystem-Abdeckung
- Einbau Fenster mittig in Fertigteil, bzw. jedenfalls weiter in Dämmebene versetzt

9.4.3 Außenwand / Balkonplatte

Bestand:

Balkonplatte Stahlbeton mit Fliesen, Balkongeländer Stahlkonstruktion mit Faserzementplatten als Abschluss.

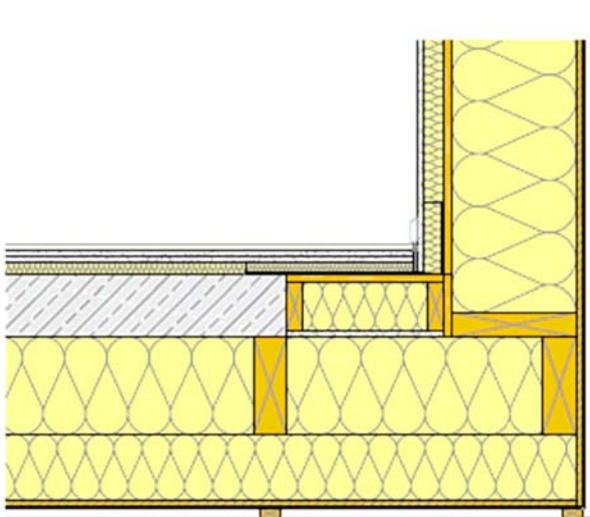


Sanierungsmaßnahmen:

- Balkone werden in Passivhaushülle integriert, Ausführung einer Leichtbauwand mit freischwingender Vorsatzschale
- Bauteilsanierung siehe vorheriges Kapitel

Eignung:

- Für Balkone oder Loggien mit entsprechender statischer Eignung möglich



Wärmebrückenkoeffizient Ψ	Kennwert [W/mK]
Innenluft zu Außenluft	-0,034

Ausführungshinweise:

- Unterseite Balkon reinigen, Ergänzung Tiefe Balkon statisch in Balkon befestigen, bzw. seitlich entsprechend zusätzlich sichern
- Außenwandpaneele montieren, luftdichte dampfbremsende Ebene strömungsdicht mit Balkonplatte verkleben
- Latten unterseitig anbringen, Mineralwolle hohlraumfrei einbringen, Holzfaserplatte und PE-Windsperre befestigen und mit Windsperre Wand dicht verkleben. Aluhaut unterseitig anbringen, Hinterlüftungsöffnungen entsprechend ÖNORM B 8110-2 vorsehen (Insektengitter)
- Freischwingende Vorsatzschale mit Mineralwolle füllen (alternativ Schafwolle) zur Vermeidung von Schallübertragung von unterem Geschoß zu darüberliegenden Nachbarn
- Trockenestrich auf Trittschalldämmung (Schallnebenwege) verlegen, Fußbodenbelag aufbringen.

Diskussion:

- Außenwand braucht Vorsatzschale für ausreichenden Luftschallschutz zwischen den „Wohnbalkonen“
- Luftdichtigkeit über OSB-Platte, Balkonplatte, Stahlbeton-Kellerdecke nur gesichert, wenn in Ortbeton hergestellt

Alternative Lösungen:

- Balkone werden in Passivhaushülle integriert, (Siehe Projekt „Kierling“ Kap. 11 Projekte: 70er Jahre / Mehrfamilienhaus Kierling)
- Erhaltung Balkone (Siehe Projekt „Weinheberstraße“ Kap. 13 - Projekte: 70er Jahre / Mehrfamilienwohnhaus Weinheberstraße)

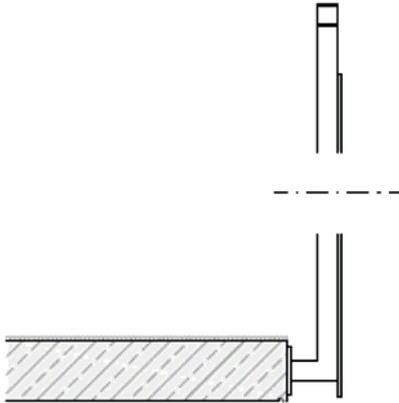
Anschlussvarianten:

- Ausführung WDVS unterseitig

9.4.4 Außenwand / Balkonplatte zwischen den Geschoßen

Bestand:

Balkonplatte Stahlbeton mit Fliesen, Balkongeländer Stahlkonstruktion mit Faserzementplatten als Abschluss.

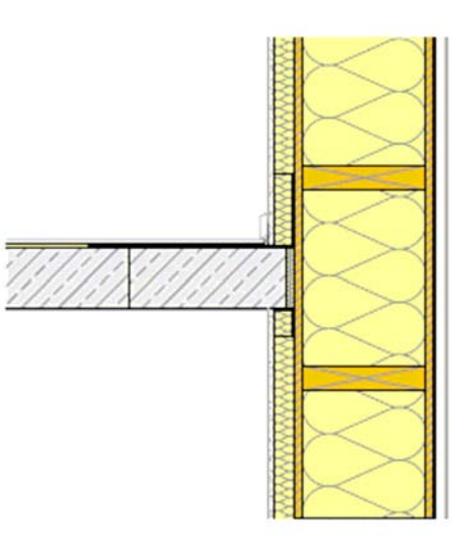


Sanierungsmaßnahmen:

- Balkone werden in Passivhaushülle integriert, Ausführung einer Leichtbauwand mit freischwingender Vorsatzschale

Eignung:

- Für Balkone oder Loggien mit entsprechender statischer Eignung möglich



Wärmebrückenkoeffizient Ψ	Kennwert [W/mK]
Innenluft zu Außenluft	0,024

Ausführungshinweise:

- Unterseite Balkon reinigen, Ergänzung Tiefe Balkon statisch in Balkon befestigen, bzw. seitlich entsprechend zusätzlich sichern

- Außenwandpaneele montieren, luftdichte dampfbremsende Ebene strömungsdicht mit Balkonplatte verkleben
- Freischwinge Vorsatzschale mit Mineralwolle füllen (alternativ Schafwolle), für Vermeidung Luftschallübertragung zwischen den Geschoßen
- Fliesen auf Trittschalldämmung verkleben, auf hohe Qualität der Schalldämmung achten, um Grenzwert von Trittschallpegeldifferenz von 48 dB sicher zu unterschreiten.

Diskussion:

- Wenn Trittschallschutz nicht durch gewählten Aufbau erreichbar, alternative Ausführung mit Trockenestrich notwendig (Höhen im Balkontürenbereich beachten). Für Einhaltung Bauordnung (U-Wert) zwischen Wohnungen 3 cm Trittschalldämmung notwendig.
- Außenwand braucht Vorsatzschale für ausreichenden Luftschallschutz zwischen den „Wohnbalkonen“.
- Luftdichtigkeit über OSB-Platte, Balkonplatte, Stahlbeton-Kellerdecke nur gesichert, wenn Balkonplatte in Ortbeton hergestellt.

Alternative Lösungen:

- Fußbodenaufbau mit Trockenestrich wie in vorhergehendem Detail ausführen.
- Erhaltung Balkone (Siehe Projekt „Weinheberstraße“ Kap. 13 - Projekte: 70er Jahre / Mehrfamilienwohnhaus Weinheberstraße)

10 Projekte: 60er bis 70er Jahre / Schule Schwanenstadt

Quelle: [Lang et al 2004], [Lang et al 2006], [Plöderl et al 2008]

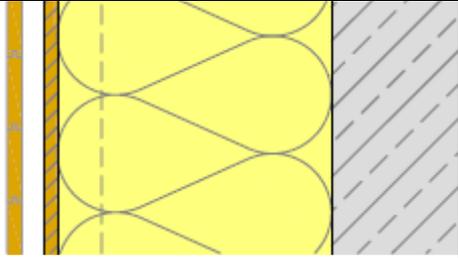
10.1 Kurzcharakterisierung

„Bei diesem Gebäudekomplex handelte es sich um einen typischen Baustandard von öffentlichen Bauten und Bürobauten aus den 60er und 70er Jahren in Stahlbeton Skelettbauweise im Raster von 5,0 m mit vor der Fassade angeordneten Stahlbetonstützen. [...] Die wesentlichen Elemente der Sanierung waren eine Erhöhung der Kompaktheit des Baukörpers mit Integration des geforderten Zubaus, eine Öffnung innen liegender Bereiche für die Tageslichtnutzung über Oberlichter, eine komplett außenseitige Sanierung bzw. Überbauung mit einer passivhaustauglichen und ökologisch hochwertigen Hülle, eine innovative thermische Sanierung des Bodenaufbaus durch Einblasen von Schaumglasschotter in den Hohlraum unterhalb der Bodenplatte, sowie die Integration dezentraler energieeffizienter Klassenlüftungsgeräte im Bestand. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse zeigt die folgende Grafik.“ [Plöderl 2008]



10.2 Bauteile: Bestand und Sanierung

10.2.1 Außenwand

Aufbau	Bestand	Sanierung
		
Stärke [cm]		
0,5	Spachtelung	Spachtelung
18,0	Betonfertigteil	Betonfertigteil
36,0		Zellulose zwischen Holzriegelkonstruktion
1,6		Mitteldichte Holzfaserplatte (DWD-Platte)
3,0		Luftspalt / Latten
2,0		Thermoholz
U-Wert [W/m²K]	2,81	0,12 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Im realisierten Projekt wurde eine Dämmstärke von 58 cm gewählt, es ergibt sich gemäß [Plöderl et al 2008] mit Stahlbetonstützen ein U-Wert von 0,08 W/m²K

Prüfung des Bestandes:

- Ermittlung der statischen Voraussetzung zur Anbringung von Halterungen

Eignung:

- Auch bei verhältnismäßig starken Unebenheiten des Außenputzes geeignet.
- Sehr gut für die Einbindung von außenliegenden Stahlbetonstützen geeignet
- Für Vorfertigung geeignet

Vorbereitung Sanierung:

- Abklopfen von losen Außenputzteilen
- Ausgleichen von Fehlstellen
- Wahl des am besten geeigneten Systems. Anbringen der Halterungen für Fertigteile, Fixierung in Primärkonstruktion

Diskussion:

- Der Abstand der Holzkonstruktion zum Bestand darf nicht zu groß werden, damit eine einwandfreie Verfüllung mit Zellulose gewährleistet ist. Diese muss wegen den senk- und waagrecht verlaufenden Holzlatten sorgfältig mit „Vorsteckschlauch“ erfolgen.
- Fenster sollten in der Holzkonstruktion versetzt werden (mögliche Lösungen siehe [NBTK 2008], bzw. [Lang et al 2007])

10.2.2 Erdberührter Fußboden

Aufbau	Bestand	Sanierung
Stärke [cm]		
1,6	Fußbodenbelag	Fußbodenbelag
5,0	Estrich	Estrich
-	PE-Folie	PE-Folie
2,0	EPS	Glaswolle Trittschalldämmung
28,0	Hohldielendecke	Hohldielendecke
55,0 ⁽¹⁾	Luftraum	Schaumglasschotter zementgebunden ⁽¹⁾
	Erdreich	Erdreich
U-Wert [W/m²K]	0,99	0,15 ⁽²⁾

⁽¹⁾ Im Bestand ca. 50 bis 70 cm Abstand [Lang et al 2006]. Berechnung mit 55 cm

⁽²⁾ Wärmeleitfähigkeit des Schotters nicht bekannt. Annahme 0,11 W/mK

Prüfung des Bestandes:

- Oberfläche Rohdecke verschmutzt, uneben?
- Installationsleitungen auf Betondecke vorhanden?

Eignung:

- Vor allem geeignet wenn nur wenig Fußbodenaufbauhöhe möglich (Raumhöhen)
- Siehe [NBTK 2008], KDu01, S.130

Vorbereitung Sanierung:

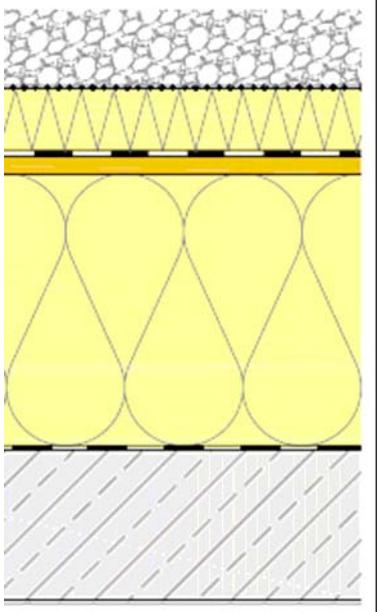
- Fußbodenbelag, Estrich, Folie und Wärmedämmung entfernen
- Installationsleitungen auf Rohdecke entfernen

- Löcher für Ausblasen des Hohlraums schaffen
- Oberfläche reinigen, Ausgleichsmörtel aufbringen wenn erforderlich

Diskussion:

- Durch Entfernung Fußbodenaufbau verhältnismäßig aufwändig. Nutzer müssen Geschoß für bestimmte Zeit verlassen.
- Elektro-Installationsleitung müssen in bzw. an Wänden verlegt werden

10.2.3 Dach

Aufbau	Bestand	Sanierung
		
Stärke [cm]		
0,3	Spachtelung	Spachtelung
20,0	Stahlbeton	Stahlbeton
8,0	Steinwolle ⁽¹⁾	
50,0	Luftraum/Hinterlüftung	
2,4	Schalung/Lattung	
2,0	Blechdach	
1,6		Dampfsperre bituminös
36,0		Zellulose zwischen KVH im Gefälle
2,0		OSB-Platte
0,2		EPDM-Abdichtung

8,0		XPS
-		Vlies
5,0		Kies
U-Wert [W/m²K]	0,44	0,10

⁽¹⁾ Genaue Dämmstärke des Bestandes ist den Autoren nicht bekannt.

Eignung:

- für beheizte Dachgeschoßräume

Vorbereitung Sanierung:

- Abbruch Bestandsdach
- Reinigen der Oberfläche und gegebenenfalls Ausgleich von fehlenden Stellen

Diskussion:

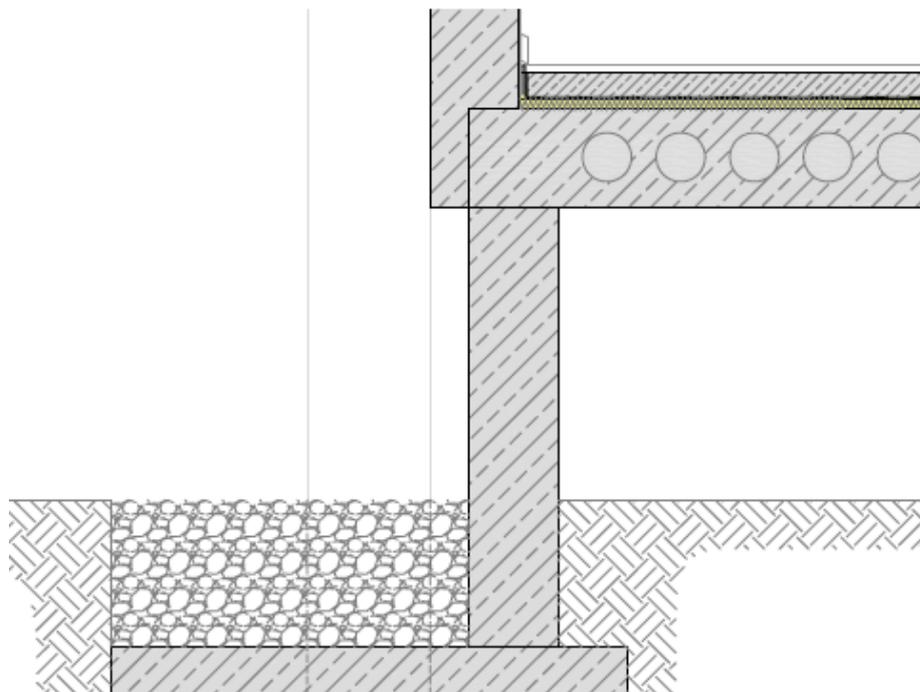
- Durch XPS-Lage wird die Temperatur unterhalb der Abdichtung in der kalten Jahreszeit erhöht und damit die relative Feuchte abgesenkt.

10.3 Anschlüsse

10.3.1 Außenwand/Erdberührter Fußboden

Bestand:

Außenwand Stahlbetonstützen außenseitig, Ausfachung mit Beton-Fertigteilen, erdberührter Fußboden als Kriechkeller mit Betonhohldielelendecken.

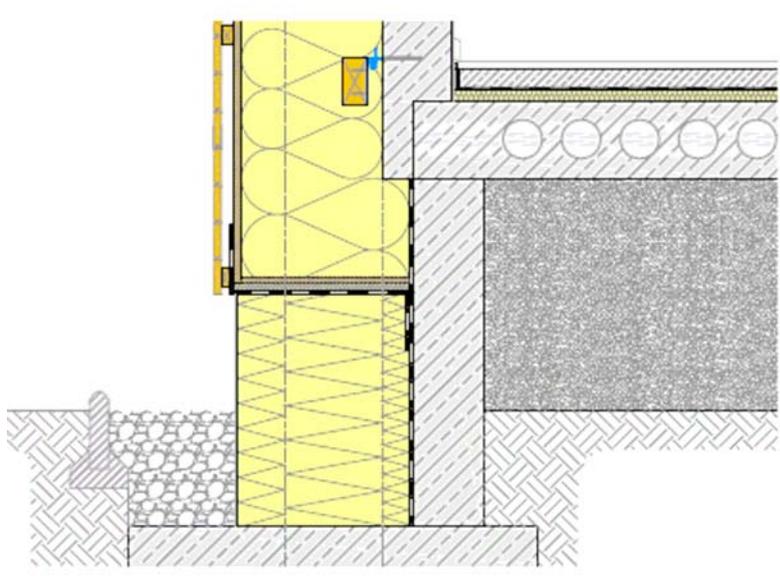


Sanierungsmaßnahmen:

- Absenkung des Geländeniveaus zumindest im Spritzwasserbereich
- Perimeterdämmung mindestens 100 cm nach unten
- Abdichtung mindestens 30 cm über Geländeniveau

Eignung:

- Für Außenwände ohne aufsteigende Feuchte
- Für Fußböden ohne drückendes Wasser



Wärmebrückenkoeffizient Ψ	Kennwert [W/mK]
Innenluft zu Außenluft	0,089

Ausführungshinweise:

- Anschluss luftdichte Ebene Rohdecke an Betonfertigteile prüfen, gegebenenfalls strömungsdicht abkleben
- Estrich und Dämmschicht Bestand entfernen
- Rohdecke reinigen, Ausgleichsspachtel aufbringen, wenn erforderlich
- Schaumglasschotter in Hohlraum einblasen, auf umfassende Ausfüllung achten
- Glaswolle-Trittschalldämmung, PE-Folie, Estrich und Belag herstellen
- Vertikale Abdichtung vollflächig dicht verkleben bis mindestens 30 cm über Geländeniveau (Spritzwasserbereich)
- Auf Vermeidung von Brüchen und anderen Undichtheiten in den Abdichtungsbahnen sorgfältig achten, da nachträgliche Reparaturen schwierig und aufwändig sind
- Erste Lage Holzfertigteile auf ausgerichteten Halterungen einhängen und fixieren, mit Zellulose ausblasen
- Horizontalstoß mit komprimierbarem Faserdämmstoff belegen, nächstes Element versetzen, Tropfblech unter Latten schieben, befestigen und mit Klebeband auf MDF-Platte verkleben, fehlendes Fassadenbrett ergänzen

- ECB-Bahn für Schutz der Holzkonstruktion vor Spritzwasser und/oder aufsteigender Feuchte an Unterseite Holzkonstruktion und gegebenenfalls noch an MDF-Platte verkleben. Mit Tropfnase mechanisch fixieren.
- Perimeterdämmplatten mit vorkomprimierten Dichtungsband und angehefteten Streifen Faserdämmstoff auf vertikaler Abdichtung verkleben. Oberste Dämmplatte sollte vollflächig verklebt werden (zur Vermeidung von kapillar aufsteigendem Wasser).
- Sockelputz aufbringen, Schalung ergänzen

Diskussion:

- Auf Hinterlüftung der Fassade wurde aus Brandschutz- und ästhetischen Gründen verzichtet. Wenn Hinterlüftung vorgesehen, sind geschoßweise horizontale Brandschotte vorzusehen, siehe z.B. [Schober et al 2006]
- Im Demonstrationsprojekt wurde keine Abdichtung auf der Rohdecke vorgesehen, diese sollte jedenfalls vorgesehen werden
- Dampfbremse mit niedrigem Dampfdiffusionswiderstand, da Diffusionsrichtung in der kalten Jahreszeit nach oben (siehe für detaillierte Informationen [NBTK 2008] S.32)
- Gemäß Darstellung der Planer ist gewählte Thermoholzfassade ohne Äste, dadurch langfristig dicht gegen Schlagregen.

Alternative Lösungen:

- Oberseitige Dämmung (siehe Projekt „Pettenbach“ Kap. 12 - Projekte: 70er Jahre / Einfamilienhaus Pettenbach)

Anschlussvarianten:

- Perimeterdämmungsvarianten (Rücksprung wie in [NBTK 2008], AWm01-KDu01, S. 218)

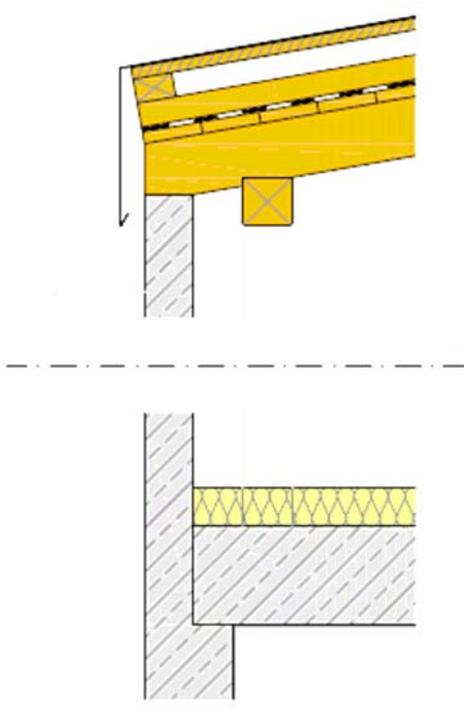
Ähnliche Bauteile Bestand:

- Außenwand Ziegel

10.3.2 Außenwand/Dach

Bestand:

Außenwand Stahlbetonstützen außenseitig, Ausfachung mit Beton-Fertigteilen, Dach als Stahlbetondach.

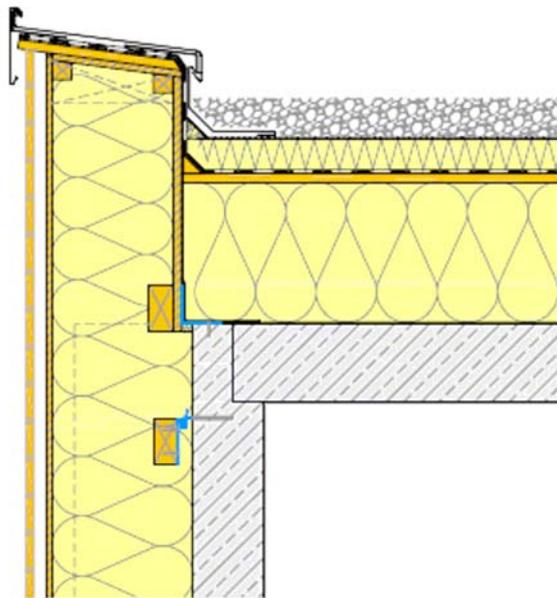


Sanierungsmaßnahmen:

- Entfernung Dachaufbau
- Abbruch Attika bis Oberkante Stahlbetondecke, wenn aus statischen Gründen möglich (im Demonstrationsprojekt nur teilweise abgetragen)

Eignung:

- Geeignet für Attika ohne statische Funktion als Überzug



Wärmebrückenkoeffizient Ψ	Kennwert [W/mK]
Innenluft zu Außenluft	-0,077

Ausführungshinweise:

- Nach Abbruch Dach und Attika Montage der Außenwand-Fertigteile
- Rohdecke reinigen, gegebenenfalls Ausgleichsmörtel aufbringen, bituminöse Dampfsperre bis auf Außenkante Attika ziehen (Notabdichtung)
- Luftdichte Ebene innenseitig herstellen (verspachteln)
- Dachlatten im Gefälle aufbringen, OSB-Platten befestigen, mit Zellulose ausblasen
- Abdichtung verlegen, bis zur Außenkante Attika ziehen
- Dampfsperren Dach bis nach Außen ziehen (Notabdichtung)
- XPS-Schutzdämmung, Vlies und Kies aufbringen, Attika verblechen

Diskussion:

- Auf Unversehrtheit der EPDM-Abdichtung im Attikabereich besonders achten, Verblechung möglichst rasch aufbringen
- Die KVH-Latten sind durch die Dampfsperre und die Abdichtung verhältnismäßig dampfdicht umschlossen, daher ist der trockene Einbau der KVH-Latten und der Schutz vor eingeschlossenem Niederschlagswasser von besonderer Wichtigkeit, um Feuchteschäden zu vermeiden (eingeschränktes Austrocknungspotential)

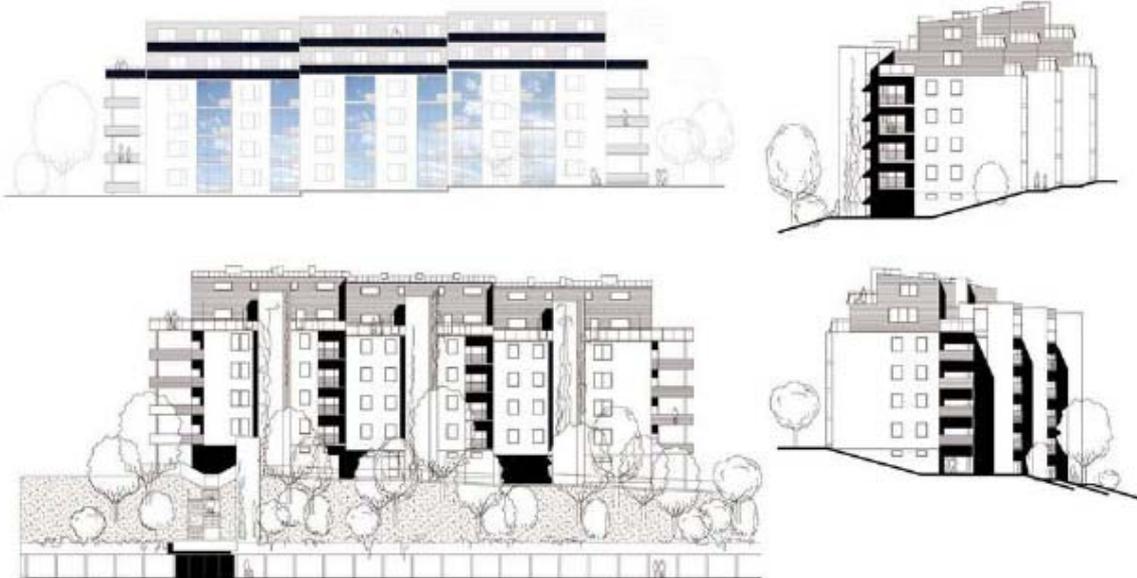
Alternative Lösungen:

- Warmdach mit druckfester Dämmung (Siehe Projekt „Kierling“ Kap. 11 - Projekte: 70er Jahre / Mehrfamilienhaus Kierling)
- Blechdach (Siehe Projekt „Weinheberstraße“ Kap. 13 - Projekte: 70er Jahre / Mehrfamilienwohnhaus Weinheberstraße)
- Überdämmung Attika Bestand

11 Projekte: 70er Jahre / Mehrfamilienhaus Kierling

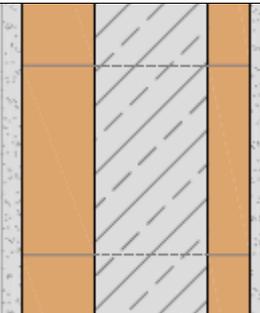
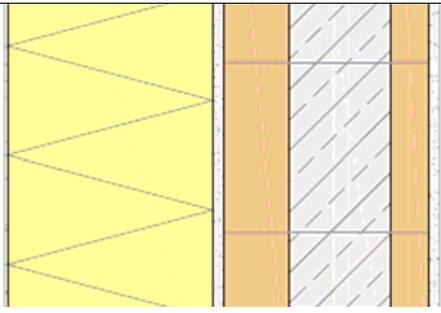
11.1 Kurzcharakterisierung

„Sanierung einer Wohnhausanlage aus den 1970er Jahren auf Passivhausqualität unter Nutzung erneuerbarer Energie. [...] In diesem Projekt wird ein neuer, gesamtheitlicher Sanierungsansatz – der als Musterlösung auch auf die Gesamtheit dieses Bautyps übertragbar ist – vorgestellt, der sich nicht nur als ökologisch optimierte bautechnische Maßnahme versteht, sondern als Architekturarbeit. Ein Architekturkonzept, das durch eine hochwertige Haustechnik nachhaltig abgesichert, kostenmäßig belegt und ganz allgemein so gestaltet ist, dass auf diese Art und Weise sanierte Objekte ein gutes Ergebnis in der TQ(Total Quality)-Gebäudebewertung erreichen und damit hinsichtlich des TQ-Gebäudezertifikats mit Neubauten am Markt konkurrieren können. Eine Messkampagne im ersten Jahr der Nutzungsphase wird Feedback über die Sanierungsmaßnahmen geben.“ [Pusch 2006]



11.2 Bauteile: Bestand und Sanierung

11.2.1 Außenwand

Aufbau	Bestand	Sanierung
		
Stärke [cm]		
1,5	Kalkzementputz	Kalkzementputz
30,0	Holzspanbetonmauerwerk	Holzspanbeton-Mauerwerk
2,0	Kalkzementputz	Kalkzementputz
30,0 / 36,0		EPS, Stufenfalz, verübelt
0,3		Klebspachtel mit eingelegter Armierung
0,3		Silikatputz
U-Wert [W/m²K]	1,02	0,12

Prüfung des Bestandes:

- Außenputz verschmutzt?
- Oberflächliche Risse vorhanden?
- Gebäudeecken und Sockelbereich mechanisch beschädigt?

Eignung:

-

Vorbereitung Sanierung:

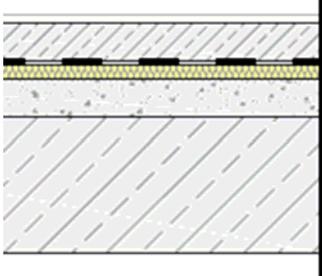
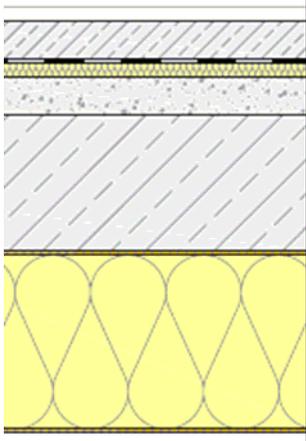
- Abklopfen von losen Außenputzteilen
- Ausgleichen von Fehlstellen
- Reinigen der Fassade von Staub und Farbresten

Diskussion:

- Mit einem höheren Aufwand sind vor allem die Bereiche mit den direkt in den Eckbereich gesetzten Fenstern verbunden. Eine Lösung kann die Abschrägung der Dämmstoffe in diesem Bereich oder eine Stockaufdopplung der Fenster (Ästhetik!) darstellen (siehe Kap. 11.3.4 - Fensteranschluss).

- Im Bereich der Loggien und im Terrassenbereich ist der Nutzflächenverluste zu beachten, gegebenenfalls kann hier in geringerem Ausmaß gedämmt werden. Im Sockelbereich werden XPS-Platten eingesetzt.

11.2.2 Kellerdeckendämmung

Aufbau	Bestand	Sanierung
		
Stärke [cm]		
	Bodenbelag	Bodenbelag
5,0	Estrich	Estrich
-	PE-Folie / Trennlage	PE-Folie / Trennlage
2,0	Trittschalldämmplatte	Trittschalldämmplatte
5,0	Schüttung	Schüttung
18,0	Stahlbetondecke	Stahlbetondecke
24,0		Holzwohle-Mehrschichtplatte
U-Wert [W/m²K]	1,19	0,15

Prüfung des Bestandes:

- Oberfläche staubig?
- Sanitärleitungen an Unterseite Kellerdecke befestigt?

Eignung:

-

Vorbereitung Sanierung:

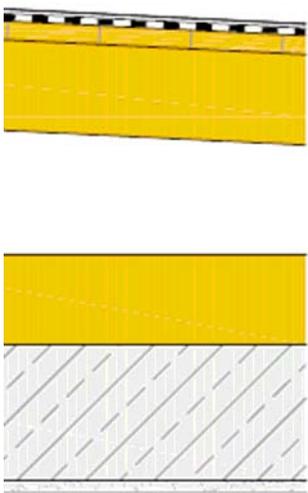
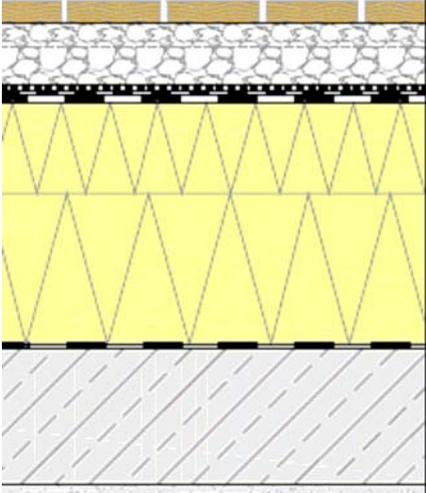
- Oberfläche abbürsten
- Sanitärleitung wenn möglich unter zukünftige Unterkante abhängen, ansonsten eventuell erneuern

Diskussion:

- Durch schallabsorbierende Oberfläche deutliche Verbesserung der raumakustischen Qualität (z.B. für Garage von Vorteil)
- Unterzüge möglichst gut überdämmen: meist wird bei den Unterzügen vor allem bei Garagen die zulässige Durchgangshöhe von 2,10 m genau erreicht, eine Dämmung

der Unterzüge ist daher in vielen ohne Unterschreitung der zulässigen Durchgangshöhen nicht möglich. Meist ist eine Zustimmung der Baubehörde für eine Unterschreitung notwendig.

11.2.3 Dämmung Dach (Flachdach wird als Terrasse ausgeführt)

Aufbau	Bestand	Sanierung
		
Stärke [cm]		
	Blecheindeckung	
1,5	Bitumenabdichtung, 3-lagig	
2,5	Schalung	
12,0	Nagelbinder	
	Luftraum	
3,0		Holz-Lattenrost Lärche auf Alulatten im Kiesbett
5,0		Kies
-		Gummiauflage
-		Vlies
1,0		Polymerbitumenabdichtung, 2-lagig
32,0		EPS im Gefälle
-		Dampfsperre
18,0	Stahlbetondecke	Stahlbetondecke
1,5	Gipsputz	Gipsputz
U-Wert [W/m²K]	3,3	0,11

Prüfung des Bestandes:

- Dampfsperre Bestand als Unterlage für neue Dampfsperre geeignet?
- Holzunterkonstruktion und Glaswolle an anderer Stelle im Gebäude verwendbar?
- Innenliegende Entwässerung Dach weiter gewünscht?

Eignung:

-

Vorbereitung Sanierung:

- Entfernung Blechdach und Entsorgung
- Entfernung Holzlattung und Mineralwolle-Dämmung
- Reinigung der Oberfläche
- Gegebenenfalls Ausbesserung von Fehlstellen mit Ausgleichsmörtel
- Gegebenenfalls Herstellung einer provisorischen Abdeckung gegen Regen

Diskussion:

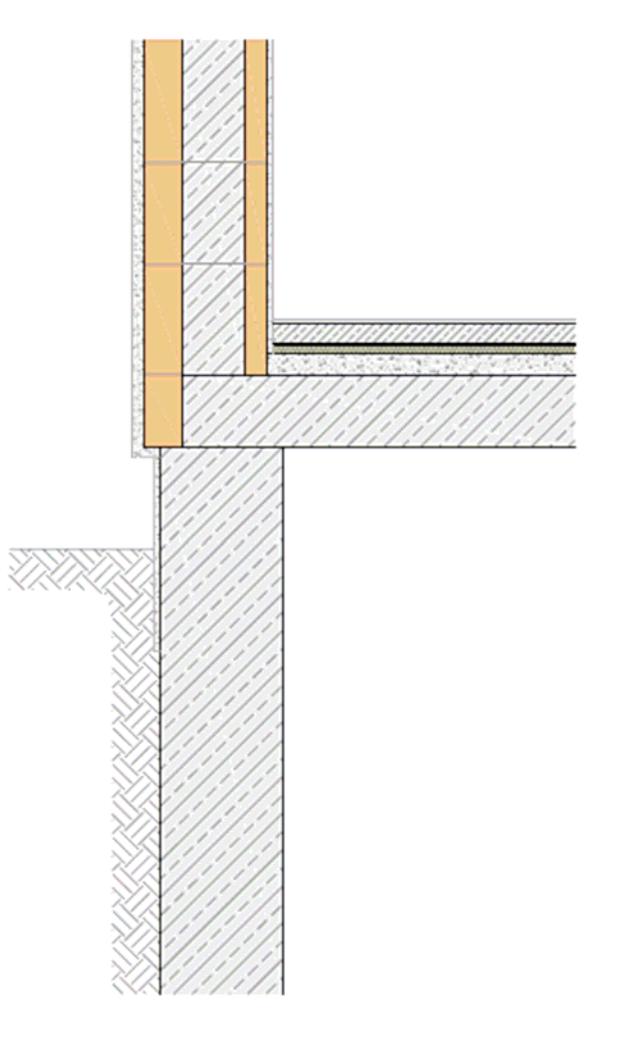
- Auf den Bauablauf mit entsprechendem Witterungsschutz ist besondere Aufmerksamkeit zu legen
- Als Schutzlage der Abdichtung kann auch eine Lage XPS verwendet werden (Schutz vor starken thermischen Belastungen der Abdichtung, Schutz in Bauphase)

11.3 Anschlüsse

11.3.1 Außenwand/Kellerdecke

Bestand:

Kelleraußenwand in Stahlbeton, Kellerdecke als Stahlbetondecke, Außenwand Holzspanbetonwand. Detailausführung Rost nicht bekannt. Rücksprung Kelleraußenwand um ca. 5 cm gegenüber Außenwand. Geländeneiveau ca. 20 cm unterhalb Unterkante Kellerrohdecke.

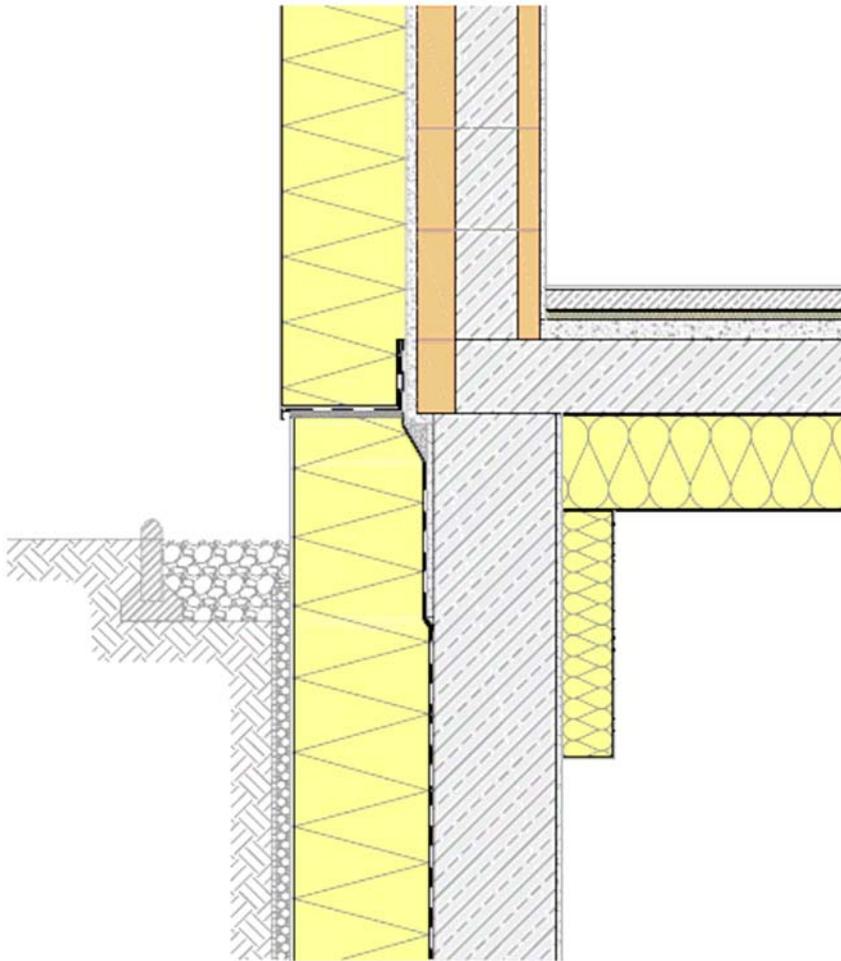


Sanierungsmaßnahmen:

- Bauteilsanierung, siehe vorheriges Kapitel
- Halsdämmung innenseitig 100 cm lang, Stärke 5 cm
- Perimeterdämmung mindestens 100 cm nach unten, Stärke 10 cm
- Abdichtung mindestens 30 cm über Geländeneiveau

Eignung:

- Für Kellerwände ohne aufsteigende Feuchte
- Für Kellerwände, die keinem drückenden Wasser ausgesetzt sind
- Auch bei Nutzung als Tiefgarage geeignet



Wärmebrückenkoeffizient Ψ	Kennwert [W/mK]
Innenluft zu Außenluft	0,043
Innenluft zu Keller	0,128

Ausführungshinweise:

- Luftdichte Ebene Bestandsaußenputz mit Stahlbetondecke verbinden: Bewehrten Unterputz von Kante Außenputz auf Stahlbeton-Kellerwand führen (Hohlkehle vorab ausführen), Überlappung jeweils mindestens 10 cm. Vorhandene Abdichtungsreste vorab entfernen.
- Abdichtung vollflächig dicht verkleben
- Auf Vermeidung von Brüchen und anderen Undichtheiten in den Abdichtungsbahnen sorgfältig achten, da nachträgliche Reparaturen schwierig und aufwändig sind
- Den Streifen aus Polymerbitumen zwischen oberem Rand der Sockeldämmung und Dämmung des aufgehenden Mauerwerks mit der Wandoberfläche dicht verkleben (z.B. anflämmen), unterseitig an Fassadendämmplatte und Tropfkantenprofil verkleben

- Perimeterdämmplatten mit vorkomprimierten Dichtungsband und angehefteten Streifen Faserdämmstoff auf vertikaler Abdichtung verkleben, knirsch nach oben drücken. Oberste Dämmplatte sollte vollflächig verklebt werden (zur Vermeidung von kapillar aufsteigendem Wasser).
- Halsdämmung bei höherer mechanischer Belastung mit geeigneten Mitteln schützen (2. Lage Textilglasgitter in Unterputzschicht einlegen, Kantenschutzprofil verwenden)

Diskussion:

- Einwandfreie Führung von luftdichter Ebene im Anschlussbereich bei nicht in sich luftdichten Bauteilen nicht möglich (z.B. tragende Kelleraußen- und -innenwände in Holzspanmantelbetonbauweise, Mauerwerk)

Alternative Lösungen:

- Schirmdämmung (siehe Projekt „Pettenbach“ Kap. 12 - Projekte: 70er Jahre / Einfamilienhaus Pettenbach)
- Bei Erneuerung Fußbodenaufbau teilweise oberseitige Dämmung möglich (Siehe Projekt „Altes Haus“ Kap. 6 Projekte: Bis 1918 / Gründerzeithaus)

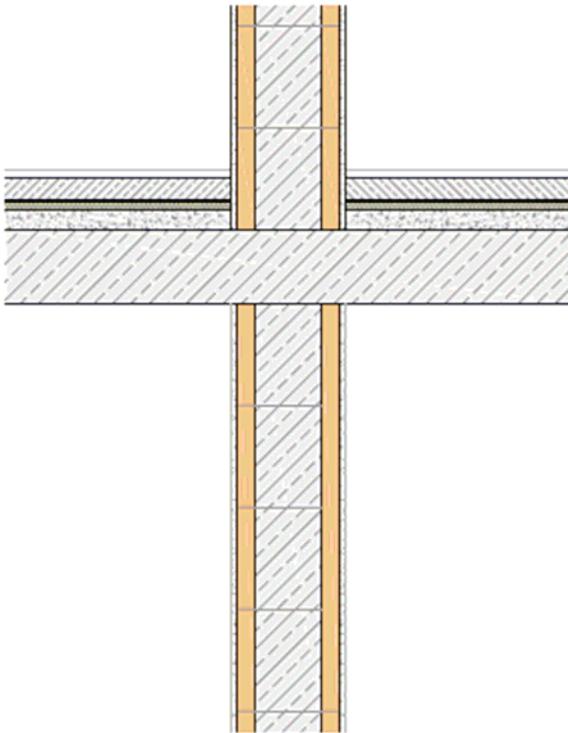
Anschlussvarianten:

- Ohne Halsdämmung
- Halsdämmung länger
- Perimeterdämmungsvarianten (Rücksprung wie in [NBTK 2008], AWm01-KDu01, S. 218)

11.3.2 Innenwand tragend/Kellerdecke

Bestand:

Kellerwand und tragende Innenwand als Holzspanbetonwand, Kellerdecke als Stahlbetondecke.

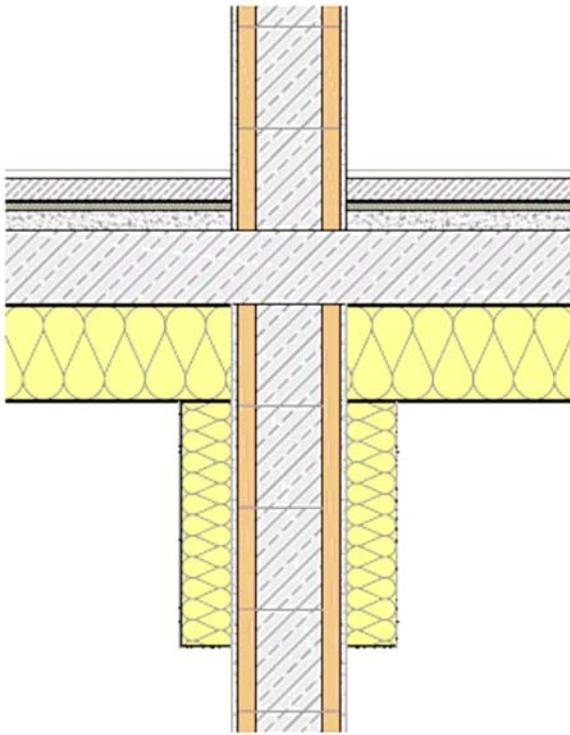


Sanierungsmaßnahmen:

- Bauteilsanierung siehe vorheriges Kapitel
- Halsdämmung innenseitig 100 cm lang, Stärke 5 cm

Eignung:

- Für Kellerwände ohne aufsteigende Feuchte
- Auch bei Nutzung als Tiefgarage geeignet



Wärmebrückenkoeffizient Ψ	Kennwert [W/mK]
Innenluft zu Keller	0,275

Ausführungshinweise:

- Luftdichte Ebene ist die Stahlbetondecke
- Halsdämmung bei starker mechanischer Belastung mit geeigneten Mitteln schützen (2. Lage Textilglasgitter in Unterputzschicht einlegen, Kantenschutzprofil verwenden)

Diskussion:

- Auf effizienten Kantenschutz besonders achten

Alternative Lösungen:

- Bei Erneuerung Fußbodenaufbau teilweise oberseitige Dämmung möglich

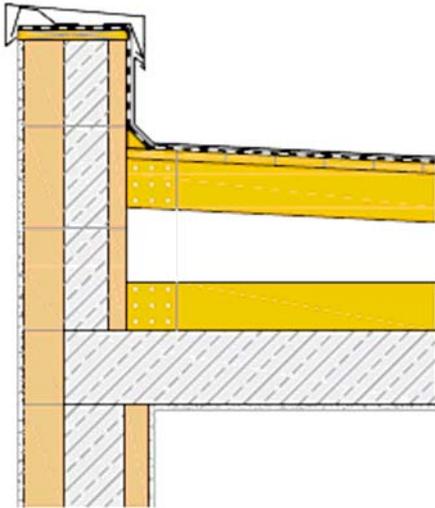
Anschlussvarianten:

- Ohne Halsdämmung
- Halsdämmung über gesamte Innenwand

11.3.3 Außenwand tragend / Flachdach - Terrasse

Bestand:

Flachdach in Stahlbeton mit Blechdach, Außenwand Holzspanbetonwand. Detail-Ausführung Rost nicht bekannt. Höhe Attika von Oberkante Stahlbetondecke ca. 75 cm.

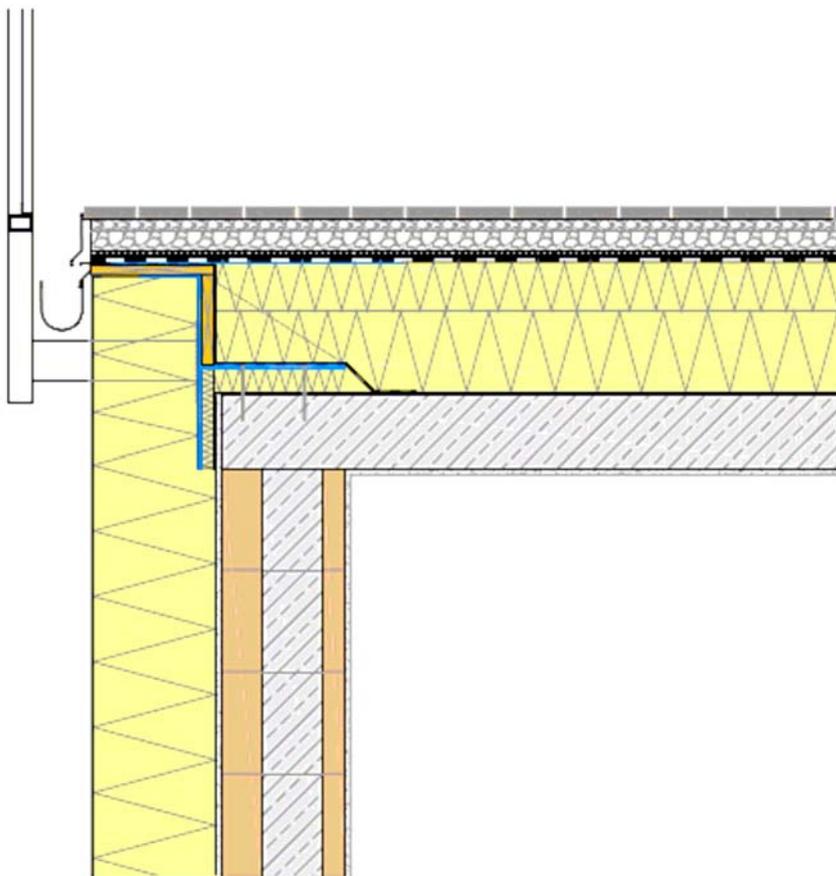


Sanierungsmaßnahmen:

- Bauteilsanierung, siehe vorheriges Kapitel
- Abbruch Attika bis Betonrost, Montage eines thermisch entkoppelten Geländers, das punktweise am Deckenrost befestigt ist

Eignung:

- Für dauernd begehbare Terrassen
- Für hohe Anforderungen an den Schallschutz



Wärmebrückenkoeffizient Ψ	Kennwert [W/mK]
Innenluft zu Außenluft (2D)	-0,055

Ausführungshinweise:

- Abgebrochene Stellen mit Mörtel ergänzen, Außenkante Betonrost schräg ausführen
- Luftdichte Ebene Bestandsaußenputz mit Stahlbetondecke/Rost verbinden
- Niveau der horizontalen und vertikalen Punkthalterungen mit Ausgleichsmörtel herstellen. Dampfsperre bis Außenkante Stahlbetondecke ziehen. Thermische Entkopplung Halterung in Purenit (≥ 2 cm) oder Hartholz (≥ 4 cm), Befestigung der punktuellen Halterungen (Edelstahl).
- Montage der vertikalen und horizontalen Holzwerkstoffplatten
- Verlegung der Dämmstoffplatten Terrasse, Auflage Lochblechstreifen im Randbereich: Belastungen der Abdichtung zwischen Auflage Dämmstoff und Holzwerkstoffplatte so zu vermeiden.
- Ausführung Abdichtung auf Dampfdruckausgleichsschicht
- Oberste Außenwand-Dämmplattenlage vollflächig verkleben

Diskussion:

- Direkte vertikale Fugen zwischen Rost und Abdichtung vermeiden (Kondensatbildung)

Alternative Lösungen:

- Umdämmung Attika Bestand
- Neuerrichtung thermisch entkoppelte Attika
- Neuerrichtung Attika in Leichtbauweise

Anschlussvarianten:

- Varianten Thermische Entkopplung Tragkonstruktion Geländer

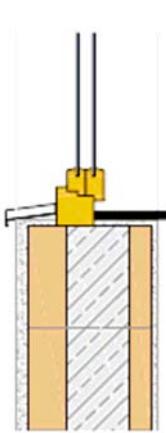
Ähnliche Bauteile Bestand:

- Außenwand Stahlbeton anstatt Holzspanbeton

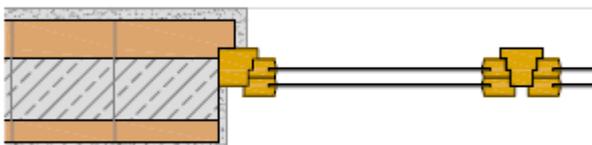
11.3.4 Außenwand / Fenster

Bestand:

Außenwand Holzspanbetonwand, Holzverbundfenster in etwa mittig eingebaut.



Fensteranschluss vertikal



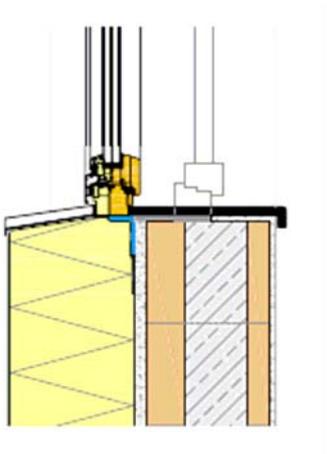
Fensteranschluss horizontal

Sanierungsmaßnahmen:

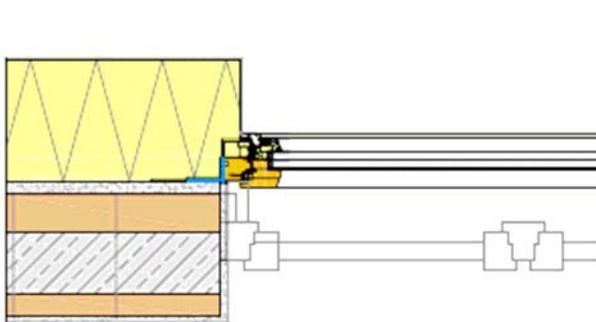
- Bauteilsanierung, siehe vorheriges Kapitel
- Einbau Fenster in Dämmebene

Eignung:

- Auch für Passivhausholzfenster geeignet



Fensteranschluss vertikal



Fensteranschluss horizontal

Wärmebrückenkoeffizient Ψ	Kennwert [W/mK]
Innenluft zu Außenluft horizontal	0,017
Innenluft zu Keller Parapet	0,022

Ausführungshinweise:

- Abbruch des Bestandfensters, Ausgleich der ausgebrochenen Stellen mit Ausgleichsmörtel
- Fenster über Stahlwinkel befestigen
- Bei größeren Fenstern für die Einrichtung und Montage auf dem Parapet Winkel zur Auflage montieren
- Vlieskaschiertes Butylkautschukband umlaufend dicht auf den (gesäuberten) Außenputz verkleben
- Innenputz mittels Anputzschiene anschließen
- Schlagregen- und Winddichtigkeit durch entsprechende Ausführung herstellen (z.B. Kompriband zwischen Dämmstoff und Fensterstock einlegen, darüber Außenputz mit Anputzleiste an Fensterrahmen anschließen)
- Schlagregen- und Winddichtigkeit durch entsprechenden Anschluss des Fensterblechs herstellen
- Luftdichte Ebene ist der sanierte Bestandsaußenputz, mit diesem muss die luftdichte Ebene des Fensterstockes verbunden werden

Diskussion:

- Auf einwandfreie Führung der luftdichten Ebene im Anschlussbereich ist zu achten.

Anschlussvarianten:

- Mit Blindstock
- Holzfenster mit Überdämmung

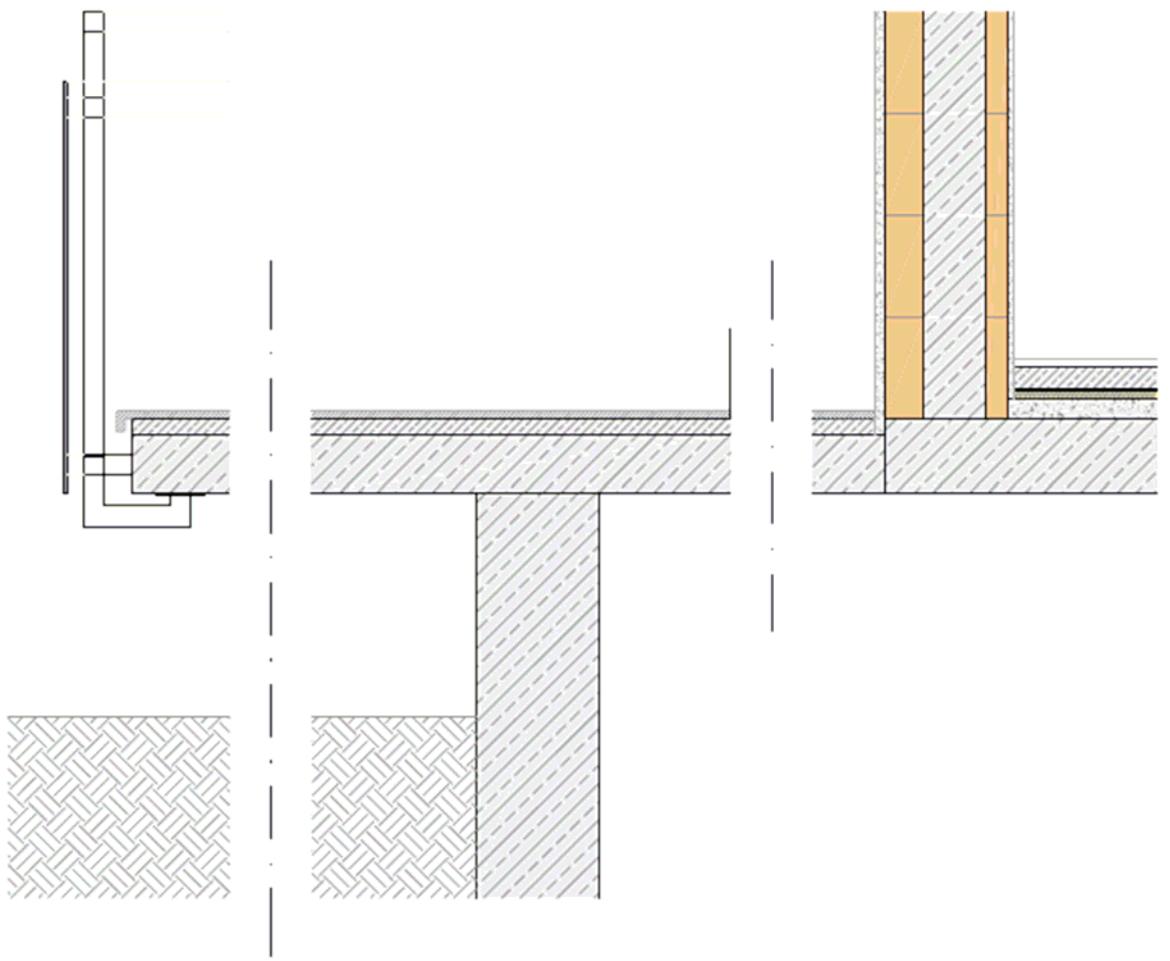
Ähnliche Bauteile Bestand:

- Außenwand Stahlbeton, Sandwich oder Ziegel anstatt Holzspanbeton

11.3.5 Außenwand / Loggia / Kellerdecke

Bestand:

Kellerwand in Stahlbeton, Kellerdecke als Stahlbetondecke, Außenwand Holzspanbetonwand.
Balkonplatte Stahlbeton mit Gefällebeton/Fliesen.



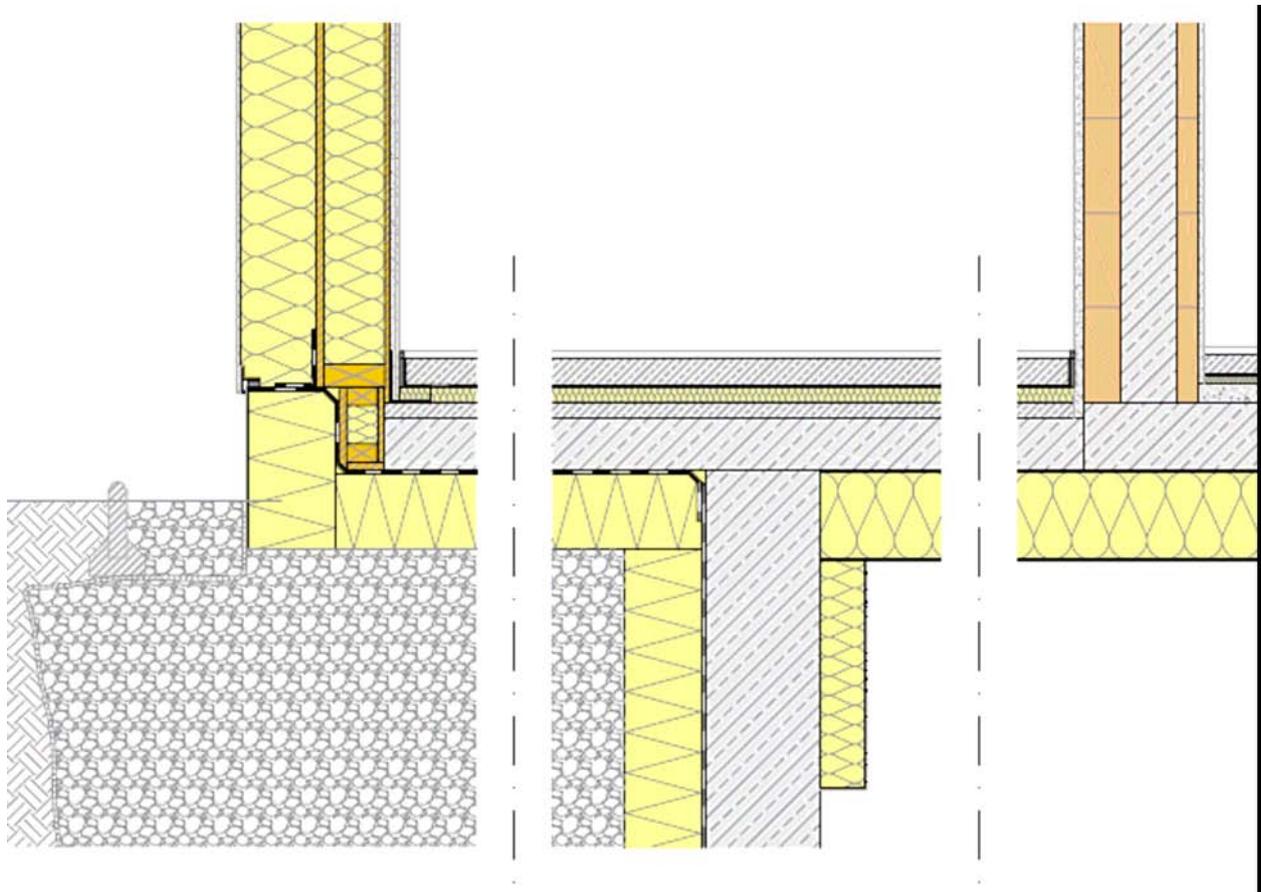
Sanierungsmaßnahmen:

- Balkone werden in Passivhaushülle integriert

- Bauteilsanierung, siehe vorheriges Kapitel
- Unterseitige Abdichtung und Wärmedämmung der Balkonplatte

Eignung:

- Für Balkone oder Loggien mit entsprechender statischer Eignung möglich



Wärmebrückenkoeffizient Ψ	Kennwert [W/mK]
Innenluft zu Außenluft	0,069
Innenluft zu Keller	-0,019

Ausführungshinweise:

- Unterseite Balkon gut reinigen, bituminösen Voranstrich aufbringen, Abdichtung vollflächig dicht aufflämmen bis Vorderkante Balkon Bestand
- Auf Vermeidung von Brüchen und anderen Undichtheiten in den Abdichtungsbahnen sorgfältig achten, da nachträgliche Reparaturen schwierig und aufwändig sind
- Dämmständer als Unterlage einrichten und stirnseitig an Balkonplatte verschrauben
- Fertigteil montieren, Unterputz, Armierung und Tropfkantprofil für Wetterschutz anbringen
- ECB-Bahn vollflächig von Unterseite Wärmedämmsystem bis Abdichtung verkleben, Überlappung mindestens 10 cm
- Extrudiertes Polystyrol auf Abdichtung vollflächig verkleben, an den Kanten gemäß Verarbeitungsrichtlinien verschoben montieren

- Drainageschotterbett allseits mit PP-Filtervlies umhüllen, die Verunreinigung des Schotters durch Erdreich bei der Arbeit sorgfältig vermeiden
- OSB-Platte (strömungsdichte Ebene Außenwand) auf Rohdecke luftdicht verkleben, Gipskartonplatten befestigen
- Trittschalldämmung verlegen, Estrich auf Trennlage aufbringen

Diskussion:

- Estrich besitzt Gegengefälle, um Gefälle des Bestands-Bodens auszugleichen
- Außenwand braucht im Stock darüber Vorsatzschale für ausreichenden Luftschallschutz zwischen den „Wohnbalkonen“
- Luftdichtigkeit über OSB-Platte, Balkonplatte, Stahlbeton-Kellerdecke nur gesichert, wenn in Ortbeton hergestellt

Alternative Lösungen:

- Umdämmung ohne Anhebung des Geländeniveaus (Siehe Projekt „Markartstraße“ Kap. 9 Projekte: 50er Jahre / Wohnbau Markartstraße)

Anschlussvarianten:

- Ausführung mit Sockelprofil (Kunststoff)
- Ausführung mit horizontaler zementgebundener Holzspanplatte

12 Projekte: 70er Jahre / Einfamilienhaus Pettenbach

Quelle: [Lang et al 2007]

12.1 Kurzcharakterisierung

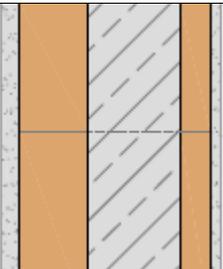
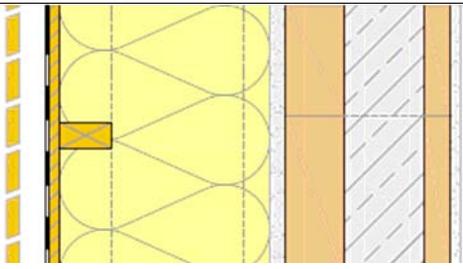
Sanierung auf Passivhausstandard und Verdopplung der Nutzfläche eines Einfamilienhauses aus den 70er Jahren mit folgenden Maßnahmen:

- Fassadensanierung mit vorgefertigten vorgehängten Holzwandelementen
- Vakuumdämmung im Bodenaufbau
- Umlaufende Schirmdämmung am aufgehenden Mauerwerk zur Entschärfung der Wärmebrücken im Sockelbereich
- Optimiertes Lüftungssystem zur Bereitstellung von Frischluft, erforderlicher Restwärme und Warmwasser
- Fassadenintegrierte Photovoltaik-Paneele



12.2 Bauteile: Bestand und Sanierung

12.2.1 Außenwand

Aufbau	Bestand	Sanierung
		
Stärke [cm]		
1,5	Kalkzementputz	Kalkzementputz
25,0	Holzspanbeton-Mauerwerk	Holzspanbeton-Mauerwerk
2,0	Kalkzementputz	Kalkzementputz
32,0		Zellulose zwischen Holzriegelkonstruktion
1,6		Mitteldichte Holzfaserplatte (DWD)
-		Folie, winddicht
4,0		Hinterlüftung / Latten
2,0		Lärchenschalung
U-Wert [W/m²K]	1,01	0,12

Prüfung des Bestandes:

- Oberflächliche Risse in Außenputz vorhanden?

Eignung:

- Auch bei verhältnismäßig starken Unebenheiten des Außenputzes geeignet
- Für Vorfertigung geeignet

Vorbereitung Sanierung:

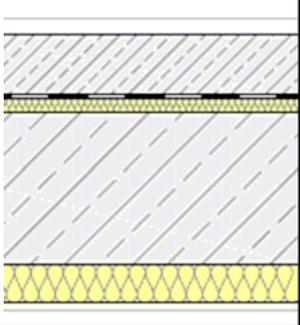
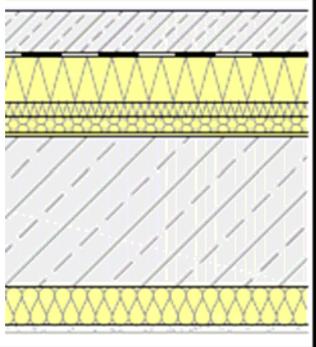
- Abklopfen von losen Außenputzteilen
- Ausgleichen von Fehlstellen
- Exaktes Anbringen der Halterungen für Fertigteile, Fixierung in Kernbeton

Diskussion:

- Fenster sollten in Holzkonstruktion versetzt werden (mögliche Lösungen siehe [NBTK 2008], bzw. [Lang et al 2007])
- Sorgfältige Verfüllung der Hohlräume mit Zellulose erforderlich

12.2.2 Kellerdeckendämmung

Aufbau	Bestand	Sanierung
--------	---------	-----------

		
Stärke [cm]		
1,6	Fußbodenbelag	Parkett
5,0	Estrich	Estrich
-	PE-Folie	PE-Folie
2,0	EPS	
6,0		EPS
2,0		EPS, in den Zonen mit darunterliegenden EPS-Platten Vakuumdämmplatten
2,0		Vakuumdämmplatte, Ergänzung mit EPS Platten
0,3		PE-Schaumfolie
20,0	Stahlbetondecke	Stahlbetondecke
5,0	Kellerdecken-Dämmplatte	Kellerdecken-Dämmplatte
1,0	Innenputz	Innenputz
U-Wert [W/m²K]	0,42	0,15

Prüfung des Bestandes:

- Oberfläche Rohdecke verschmutzt, uneben?
- Installationsleitungen auf Betondecke vorhanden?

Eignung:

- Vor allem geeignet, wenn wenig Fußbodenaufbauhöhe und keine unterseitige Dämmung möglich (Raumhöhen)
- [NBTK 2008], KDu01, S.130

Vorbereitung Sanierung:

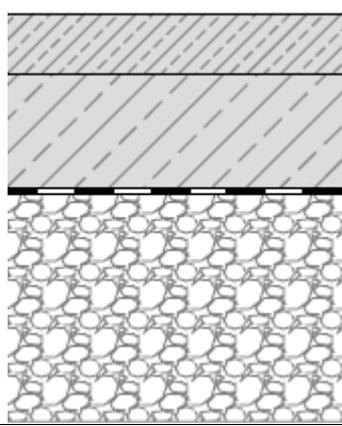
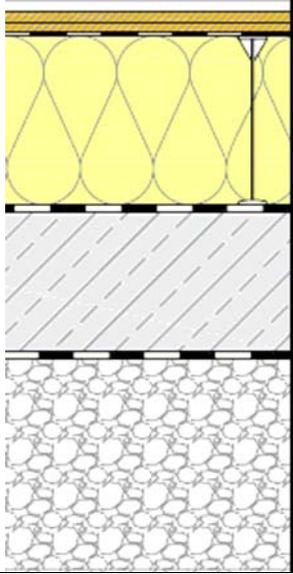
- Fußbodenbelag, Estrich, Folie und Wärmedämmung entfernen
- Installationsleitungen auf Rohdecke entfernen
- Oberfläche reinigen, Ausgleichsmörtel aufbringen, wenn erforderlich

Diskussion:

- Durch Entfernung Fußbodenaufbau verhältnismäßig aufwändig. Nutzer müssen Geschoß für bestimmte Zeit verlassen.

- Elektro-Installationsleitung können in 6 cm Dämmschicht verlegt werden, allerdings keine Befestigung auf Rohdecke möglich! Sanitärleitungen müssen in, bzw. an Wänden verlegt werden.
- Wärmedämmung Bestand kann gegebenenfalls wiederverwendet werden

12.2.3 Erdberührter Fußboden

Aufbau	Bestand	Sanierung
		
Stärke [cm]		
2,0	Fußbodenbelag	
8,0	Estrich	
6,0	U-Beton	
1,6		Parkett
3,0		OSB-Platte
-		PE-Dampfsperre
24,0		Glaswolle zwischen höhenjustierbaren, trittschalldämmenden Distanzfüßen
1,0		Feuchteabdichtung Polymerbitumen
15,0	Stahlbeton bewehrt	Stahlbeton bewehrt
-	Baupapier	Baupapier
30,0	Rollierung	Rollierung
U-Wert [W/m²K]	2,22	0,15

Prüfung des Bestandes:

- Drückendes Wasser vorhanden? Dann Sanierungsvariante nicht geeignet!
- Einbindetiefe der Fundamente der tragende Bauteile beachten (Wird zu tief ausgegraben, besteht die Gefahr eines Grundbruchs)

Eignung:

- Vor allem geeignet wenn U-Beton Bestand nicht mehr als Untergrund geeignet ist oder ein sehr guter Wärmeschutz realisiert werden muss

- [NBTK 2008], EFo03, S.44

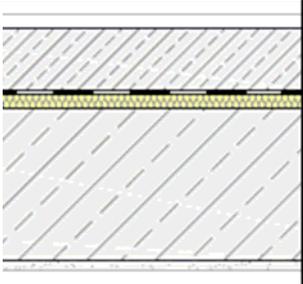
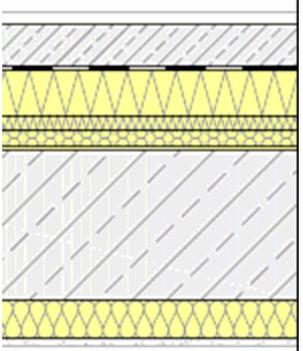
Vorbereitung Sanierung:

- Abbruch Fußbodenbelag, Estrich und U-Beton
- Auskoffern Erdreich auf gewünschte Tiefe

Diskussion:

- Anstatt der Rollierung kann auch Schaumglasschotter verwendet werden. Dadurch wird der für Kondensatanfall kritische Bereich zwischen Feuchteabdichtung und Glaswolle durch Temperaturerhöhung deutlich entschärft.

12.2.4 Zwischengeschoßdecke

Aufbau	Bestand	Sanierung
		
Stärke [cm]		
2,0	Fußbodenbelag	
5,0	Estrich	
-	PE-Folie	
2,0	EPS	
1,6		Parkett
3,0		OSB-Platte Nut + Feder
-		PP-Kaschierung
10,0		Glaswolle zwischen höhenjustierbaren, trittschalldämmenden Distanzfüßen
20,0	Stahlbetondecke	Stahlbetondecke
1,5	Kalkzementputz	Kalkzementputz
U-Wert [W/m²K]	-	-

Prüfung des Bestandes:

- Oberfläche Rohdecke verschmutzt, uneben?
- Installationsleitungen auf Betondecke vorhanden?

Eignung:

- [NBTK 2008], GDm02, S.116

Vorbereitung Sanierung:

- Fußbodenbelag, Estrich, Folie und Wärmedämmung entfernen
- Oberfläche Rohdecke reinigen

Diskussion:

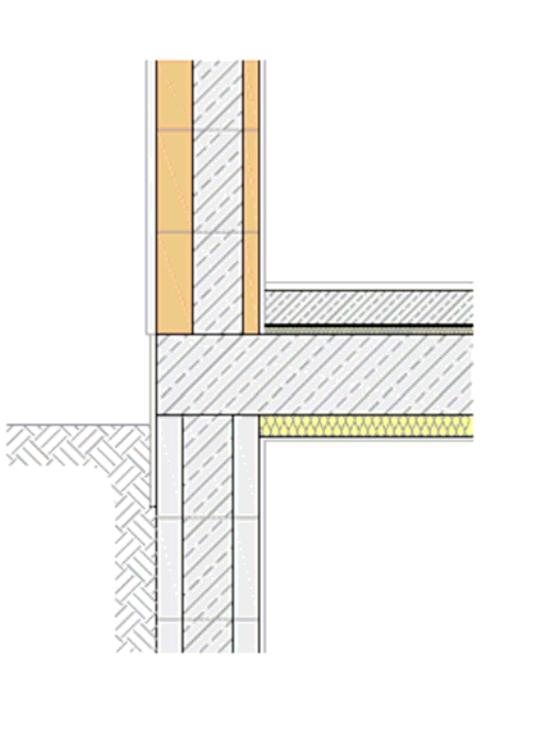
- Durch Entfernung Fußbodenaufbau verhältnismäßig aufwändig. Nutzer müssen Geschoß für bestimmte Zeit verlassen.
- Installationsleitungen können einfach in Dämmschicht verlegt werden
- Wärmedämmung Bestand kann gegebenenfalls an anderer Stelle wiederverwendet werden

12.3 Anschlüsse

12.3.1 Außenwand/Kellerdecke

Bestand:

Kelleraußenwand als Beton-Schalsteinmauerwerk, Kellerdecke als Stahlbetondecke, Außenwand Holzspanbetonwand. Detail-Ausführung Rost nicht bekannt. Kein Rücksprung Kelleraußenwand gegenüber Außenwand. Geländeniveau ca. auf Niveau Unterkante Kellerrohdecke.



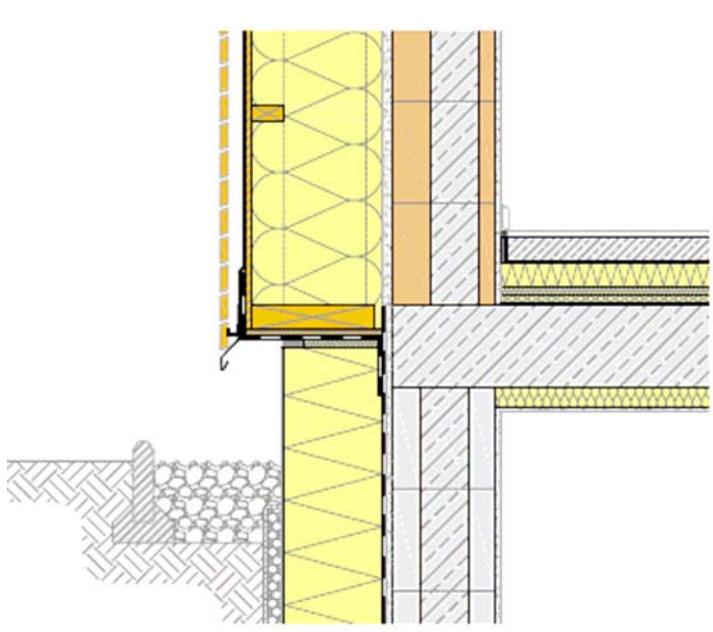
Sanierungsmaßnahmen:

- Absenkung des Geländeniveaus zumindest im Spritzwasserbereich

- Perimeterdämmung mindestens 100 cm nach unten, Stärke 10 cm
- Abdichtung mindestens 30 cm über Geländeniveau
- Vorgehängte Holzwandelemente (Zellulose zwischen Holzriegelkonstruktion, Lärchenschalung)

Eignung:

- Für Kellerwände ohne aufsteigende Feuchte
- Für Kellerwände, die keinem drückenden Wasser ausgesetzt sind
- Auch bei Nutzung als Tiefgarage geeignet (Eignung gemäß ÖNORM B 8110-2 vorausgesetzt)



Wärmebrückenkoeffizient Ψ	Kennwert [W/mK]
Innenluft zu Außenluft	-0,038
Innenluft zu Keller	0,372

Ausführungshinweise:

- Luftdichte Ebene Innenputz bis Rohdecke führen, wenn nur in Teilen vorhanden
- Rohdecke reinigen, Ausgleichspachtel aufbringen, wenn erforderlich
- Verlegung der Vakuumdämmplatten mit großer Sorgfalt (Mechanische Beschädigung kann das Vakuum zerstören)
- Außenputz Außenwand und Sockel reinigen, fehlende Teile ausbessern
- Abdichtung vollflächig dicht verkleben bis mindestens 30 cm über Geländeniveau (Spritzwasserbereich)
- Auf Vermeidung von Brüchen und anderen Undichtheiten in den Abdichtungsbahnen sorgfältig achten, da nachträgliche Reparaturen schwierig und aufwändig sind
- Holzfertigteile auf ausgerichteten Halterungen einhängen und fixieren, mit Zellulose ausblasen

- ECB-Bahn für Schutz der Holzkonstruktion vor Spritzwasser und/oder aufsteigender Feuchte an Unterseite Holzkonstruktion und gegebenenfalls noch an MDF-Platte verkleben. Mit Tropfnase mechanisch fixieren.
- Perimeterdämmplatten mit vorkomprimierten Dichtungsband und angehefteten Streifen Faserdämmstoff auf vertikaler Abdichtung verkleben. Oberste Dämmplatte sollte vollflächig verklebt werden (zur Vermeidung von kapillar aufsteigendem Wasser).
- Sockelputz aufbringen, Insektengitter anbringen, Lärchenschalung ergänzen

Diskussion:

- Halsdämmung zur Reduzierung der Wärmebrücke im Sockelbereich eventuell sinnvoll
- Perimeterdämmungsvarianten (Rücksprung wie in [NBTK 2008], AWm01 - KDu01, S.218)

Alternative Lösungen:

- Unterseitige Dämmung Kellerdecke (Siehe Projekt „Kierling“ Kap. 11 - Projekte: 70er Jahre / Mehrfamilienhaus Kierling)

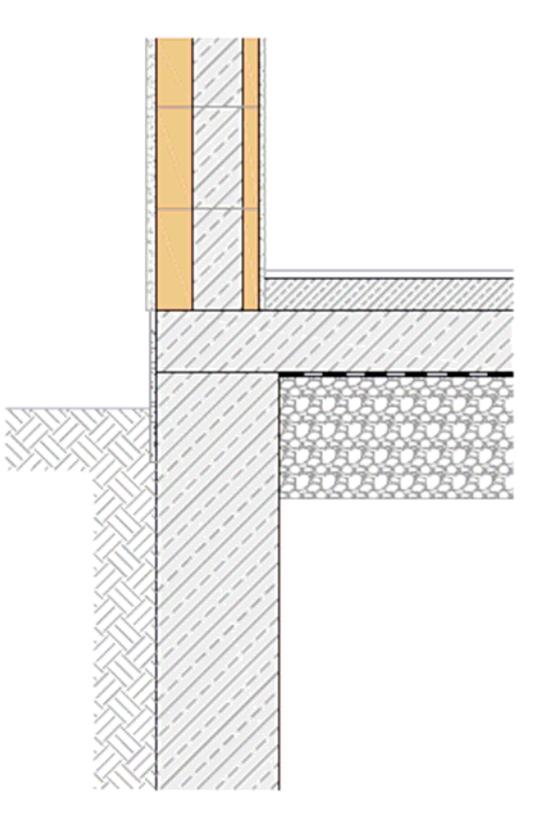
Anschlussvarianten:

- Mit Halsdämmung

12.3.2 Außenwand/Erdberührter Fußboden

Bestand:

Streifenfundamente als Beton-Schalsteinmauerwerk, erdberührter Fußboden mit Estrich auf sehr schwachem U-Beton, Außenwand Holzspanbetonwand. Geländeniveau ca. 10 cm unter Niveau Unterkante U-Beton.

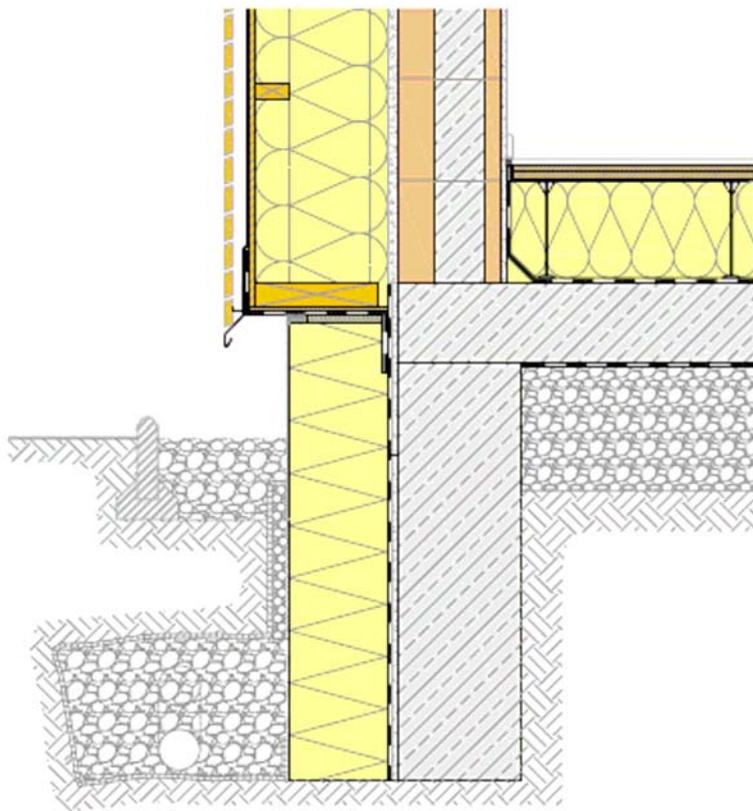


Sanierungsmaßnahmen:

- Entfernung Bestandsboden, ca. 60 cm auskoffern
- Absenkung des Geländeniveaus zumindest im Spritzwasserbereich
- Perimeterdämmung mindestens 100 cm nach unten führen, bzw. als Schirmdämmung ausführen. Stärke 24 cm.
- Abdichtung mindestens 30 cm über Geländeniveau ziehen
- Vorgehängte Holzwandelemente (Zellulose zwischen Holzriegelkonstruktion, Lärchenschalung)

Eignung:

- Für Wände ohne aufsteigende Feuchte



Wärmebrückenkoeffizient Ψ	Kennwert [W/mK]
Innenluft zu Außenluft	0,059

Ausführungshinweise:

- Rollierung einbringen, bewehrte Stahlbeton-Platte herstellen
- Luftdichte Ebene Innenputz bis Betonplatte führen, wenn nur in Teilen vorhanden
- Rohdecke reinigen, Abdichtung aufbringen, seitlich nach oben ziehen und verkleben
- Doppelboden ausführen und waagrecht ausrichten, Dampfbremse strömungsdicht an den Stößen und im Wandbereich anschließen
- Außenputz Außenwand und Sockel reinigen, fehlende Teile ausbessern
- Abdichtung vollflächig dicht verkleben, bis mindestens 30 cm über Geländeniveau (Spritzwasserbereich)
- Auf Vermeidung von Brüchen und anderen Undichtheiten in den Abdichtungsbahnen sorgfältig achten, da nachträgliche Reparaturen schwierig und aufwändig sind
- Holzfertigteile auf ausgerichteten Halterungen einhängen und fixieren, mit Zellulose ausblasen
- ECB-Bahn für Schutz der Holzkonstruktion vor Spritzwasser und/oder aufsteigender Feuchte an Unterseite Holzkonstruktion und gegebenenfalls noch an MDF-Platte verkleben. Mit Tropfnase mechanisch fixieren.
- Perimeterdämmplatten mit vorkomprimierten Dichtungsband und angehefteten Streifen Faserdämmstoff auf vertikaler Abdichtung verkleben. Oberste Dämmplatte sollte vollflächig verklebt werden (zur Vermeidung von kapillar aufsteigendem Wasser).

- Sockelputz aufbringen, Insektengitter anbringen, Lärchenschalung ergänzen
- Drainageschotterbett allseits mit PP-Filtervlies umhüllen, die Verunreinigung des Schotters durch Erdreich bei der Arbeit sorgfältig vermeiden
- Drainagerohre müssen grundsätzlich oberhalb der Fundamentsohle verlaufen

Diskussion:

- Feuchtegehalt der bestehenden Außenwand und der Innenwände bestimmen, um aufsteigende Feuchte aus dem Bodenbereich auszuschließen
- Hochzug Abdichtung an Innenseite Außenwand ist im weiteren Projektverlauf noch mittels dynamischer Feuchtesimulation zu untersuchen
- Dampfbremse mit niedrigem Dampfdiffusionswiderstand, da Diffusionsrichtung in der kalten Jahreszeit nach oben (siehe für detaillierte Informationen [NBTK 2008] S.32)

Alternative Lösungen:

- Unterseitige Dämmung Bodenplatte (siehe Projekt „Haidenhof“ Kap. 4 - Projekte: Bis 1918 / Haidenhof Bad Ischl und Projekt „Schule Schwanenstadt“ Kap. 10 - Projekte: 60er bis 70er Jahre / Schule Schwanenstadt)

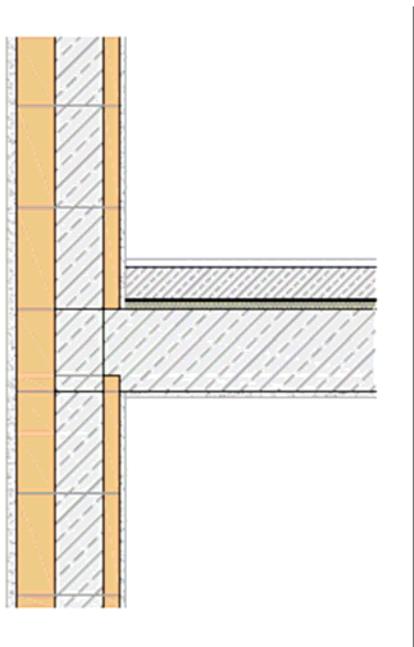
Anschlussvarianten:

- Vertikale Sockeldämmung

12.3.3 Außenwand/Geschoßdecke

Bestand:

Außenwand als Holzspanbetonwand, Zwischengeschoßdecke als Stahlbetondecke.

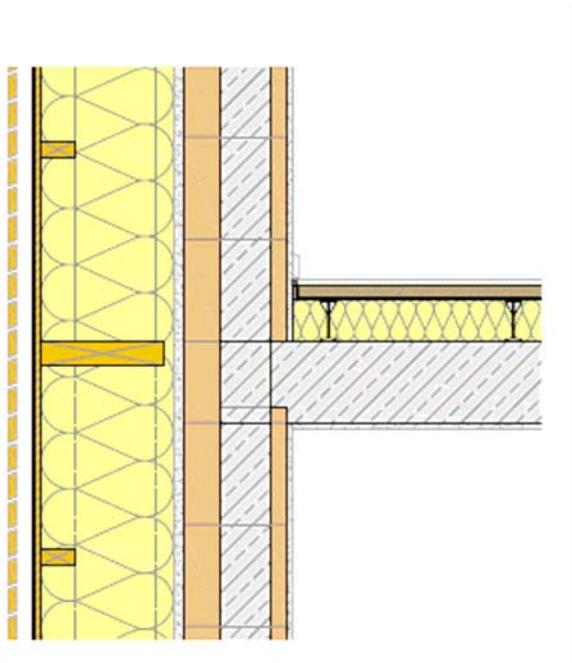


Sanierungsmaßnahmen:

- Vorgehängte Holzwandelemente (Zellulose zwischen Holzriegelkonstruktion, Lärchenschalung)
- Doppelboden (Dämmung zwischen Distanzfüßen)

Eignung:

- Für Geschoßdecken zwischen zwei beheizten Geschoßen



Wärmebrückenkoeffizient Ψ	Kennwert [W/mK]
Innenluft zu Außenluft	0,014

Ausführungshinweise:

- Alten Fußbodenaufbau entfernen, Rohdecke reinigen
- Luftdichte Ebene Innenputz bis Rohdecke führen, wenn nur in Teilen vorhanden
- Rohdecke reinigen, Ausgleichspachtel aufbringen, wenn erforderlich
- Doppelboden ausführen und waagrecht ausrichten, PP-Kaschierung strömungsdicht an den Stößen und im Wandbereich anschließen
- Außenputz Außenwand und Sockel reinigen, fehlende Teile ausbessern
- Holzfertigteile auf ausgerichteten Halterungen einhängen und fixieren, mit Zellulose ausblasen

Diskussion:

- Sehr guter Schallschutz erreichbar
- Installationen gut integrierbar

13 Projekte: 70er Jahre / Mehrfamilienwohnhaus Weinheberstraße

Quelle: [Prehal und Poppe et al 2004]

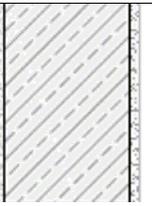
13.1 Kurzcharakterisierung

Beim Projekt Weinheberstraße handelt es sich um die Sanierung eines mehrgeschoßigen Wohnbaus zum Niedrigstenergiehaus. Vier Wohnblöcke mit insgesamt 32 Wohneinheiten wurden im bewohnten Zustand nach energieeffizienten, ökologischen und ökonomischen Kriterien saniert.



13.2 Bauteile: Bestand und Sanierung

13.2.1 Außenwand

Aufbau	Bestand	Sanierung
		
Stärke [cm]		
2,0	Kalkzementputz	Kalkzementputz
30,0	Schlackenbetonmauerwerk	Schlackenbetonmauerwerk
2,5	Kalkzementputz	Kalkzementputz
30,0		EPS ⁽¹⁾
0,6		Silikatputz
U-Wert [W/m²K]	1,21	0,12

⁽¹⁾ Gemäß [Prehal und Poppe et al 2004] wurde eine 18 cm starke Wärmedämmung aus Mineralschaumplatten realisiert.

Prüfung des Bestandes:

- Ebenheit Außenoberfläche gemäß ÖNORM B 6410 gegeben?
- Luftdichte Ebene Innen- oder Außenputz?

Eignung:

- Bei geringer Belastung durch aufsteigende Feuchtigkeit geeignet
- Bei geringer Belastung durch Schadsalze geeignet

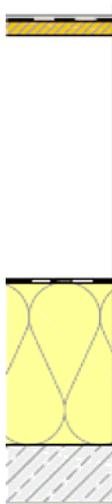
Vorbereitung Sanierung:

- Abklopfen von losen Außenputzteilen
- Ausgleichen von Fehlstellen
- Reinigen der Oberfläche
- Eventuell Aufbringen eines Spachtels (Luftdichtigkeit)

Diskussion:

- Realisierbare Dämmstärken im Loggiabereich sind stark von den räumlichen Bedingungen abhängig

13.2.2 Dach

Aufbau	Bestand	Sanierung
		
Stärke [cm]		
	Blech	
	Bitumenpappe	
3,5	Schalung	
	Dachstuhl / Luftraum	
7,5	Holzwolleplatte	
6,5	Schüttung	
		Blech ⁽¹⁾
1,0		Strukturmatte
2,4		Schalung
		Dachstuhl / Luftraum
		PE-Windsperre
40,0		Steinwolle ⁽¹⁾
14,0	Stahlbeton	Stahlbeton
0,6	Innenputz	Innenputz
U-Wert [W/m²K]	0,90	0,1

⁽¹⁾ Diese Bauteilschichten wurden gegenüber der dokumentierten Ausführungsvariante verändert (Dämmstoffstärke, Material)

Prüfung des Bestandes:

- Dachhaut noch tauglich?
- Dachstuhl noch verwendbar?
- Holzwolleleichtbauplatten anderswo verwendbar?

Eignung:

- Für beheizte Dachgeschoßräume

Vorbereitung Sanierung:

- Abbruch Blechdach und Schalung

- Entfernung Holzwolleleichtbauplatte und Schüttung
- Reinigen der Oberfläche und gegebenenfalls Ausgleich von fehlenden Stellen

Diskussion:

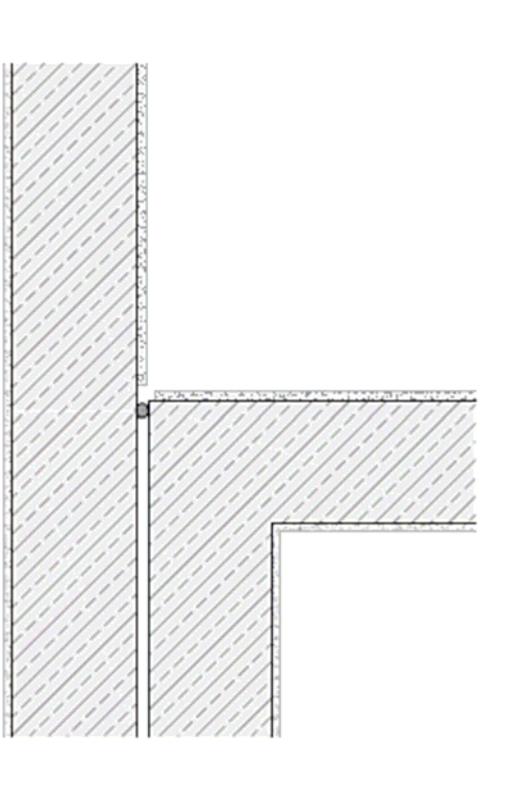
- Alternativ ist auch das Ausflocken des Daches mit Zellulose oder Steinwolle möglich, eine entsprechende Hinterlüftungsebene ist vorzusehen.

13.3 Anschlüsse

13.3.1 Außenwand/Außenwand (Innenecke, Dehnfuge)

Bestand:

Beidseitig verputztes Schlackenbetonmauerwerk

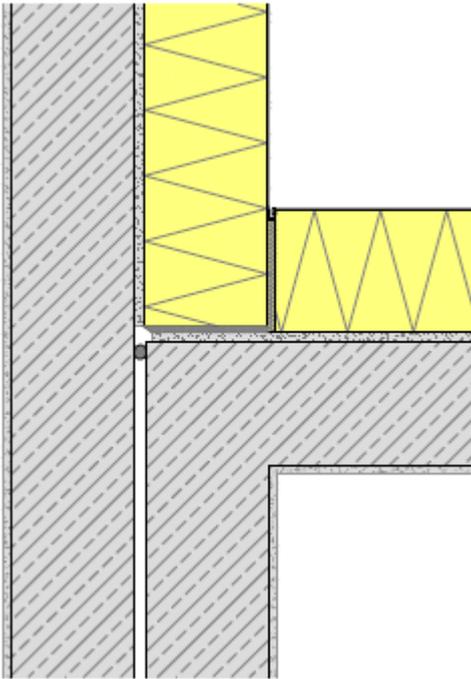


Sanierungsmaßnahmen:

- Wärmedämmverbundsystem
- Durchgehende Fuge durch entsprechende Ausführung sichergestellt

Eignung:

- Für beliebig ausgeführte Gebäudetrennfugen geeignet



Wärmebrückenkoeffizient Ψ	Kennwert [W/mK]
Innenluft zu Außenluft	0,025

Ausführungshinweise:

- Luftdichte Ebenen Bestandsaußenputz im Bereich der Trennfuge elastisch verbinden
- Gebäudefuge muss durchgehend elastisch ausgeführt sein
- Hohlräume mit Faserdämmstoff schließen

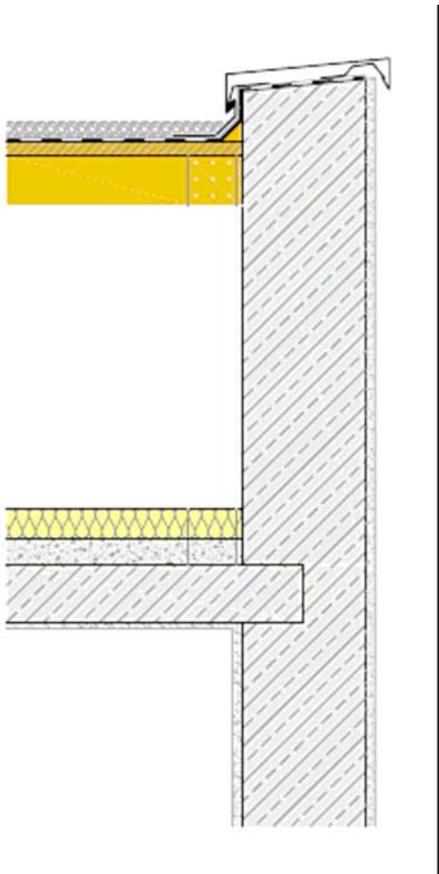
Diskussion:

- Fugen parallel zum Wärmestrom mit Dämmstoff hohlraumfrei füllen
- Guter Schallschutz erreichbar

13.3.2 Außenwand/Dach

Bestand:

Blechdach, Bitumenpappe und Schalung auf Dachstuhl. Holzwolleplatte und Schüttung auf Stahlbetondecke.

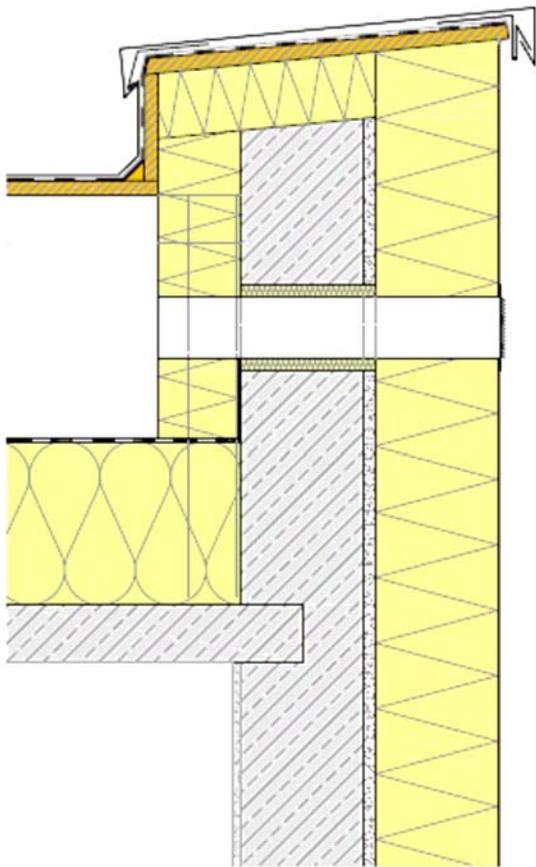


Sanierungsmaßnahmen:

- Hohlraumdämmung mit Steinwolle
- Holzschalung auf Bestandsdachstuhl
- Blechdach

Eignung:

- Für Flachdächer mit innenliegender Entwässerung geeignet



Wärmebrückenkoeffizient Ψ	Kennwert [W/mK]
Innenluft zu Außenluft	0,057

Ausführungshinweise:

- Entfernung Blechdach, Bitumenpappe und Schalung Bestand
- Montage der horizontalen Latten auf Attika, dazwischen Steinwolle, Befestigung von Dreischichtplatte auf Latten, Auflage Strukturmatte als Notabdichtung
- Montage der Belüftungsöffnungen, Umdämmung mit Faserdämmstoff, Insekten- und Schlagregenschutz vorsehen
- Ausführung der vertikalen Außenwanddämmung, oberste Plattenlage vollflächig mit Bestand verkleben (Vermeidung Luftspalt), Systemanschluss an Dreischichtplatte
- Verklebung von Dämmstoffplatten an der Innenseite Attika, Verdübelung
- Auflage Steinwollendämmung, 2. Lage mit PE-Windsperre kaschiert, Stöße überlappen
- Montage Holzschalung auf Bestandsdachstuhl, Auflage Struktur/Antidröhnmatte und Blechdach je nach gewähltem System und Material

Diskussion:

- Ausführungsvariante stark von Qualität Dachhaut abhängig

Alternative Lösungen:

- Verwendung von Dämmstoffen zum Einblasen: Hinterlüftung oder Dampfentspannung beachten
- Ausführung von Foliendach mechanisch befestigt oder mit Kiesauflage möglich

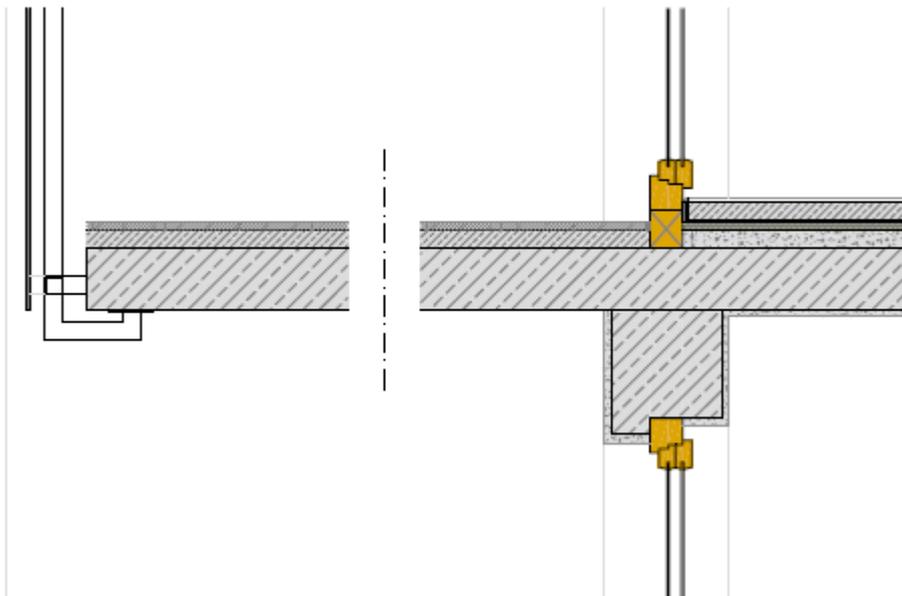
Anschlussvarianten:

- Abtragen der Attika wenn statisch möglich, Ausführung von thermisch optimierter Variante (siehe Projekt „Schule Schwanenstadt“ Kap. 10 - Projekte: 60er bis 70er Jahre / Schule Schwanenstadt und Projekt „Kierling“ Kap. 11 - Projekte: 70er Jahre / Mehrfamilienhaus Kierling)
-

13.3.3 Außenwand-Terrassentür/Balkon

Bestand:

Balkonplatte mit Fliesen auf Estrich. Geländer unterseitig montiert. Holzverbundfenster/-terrassentüren

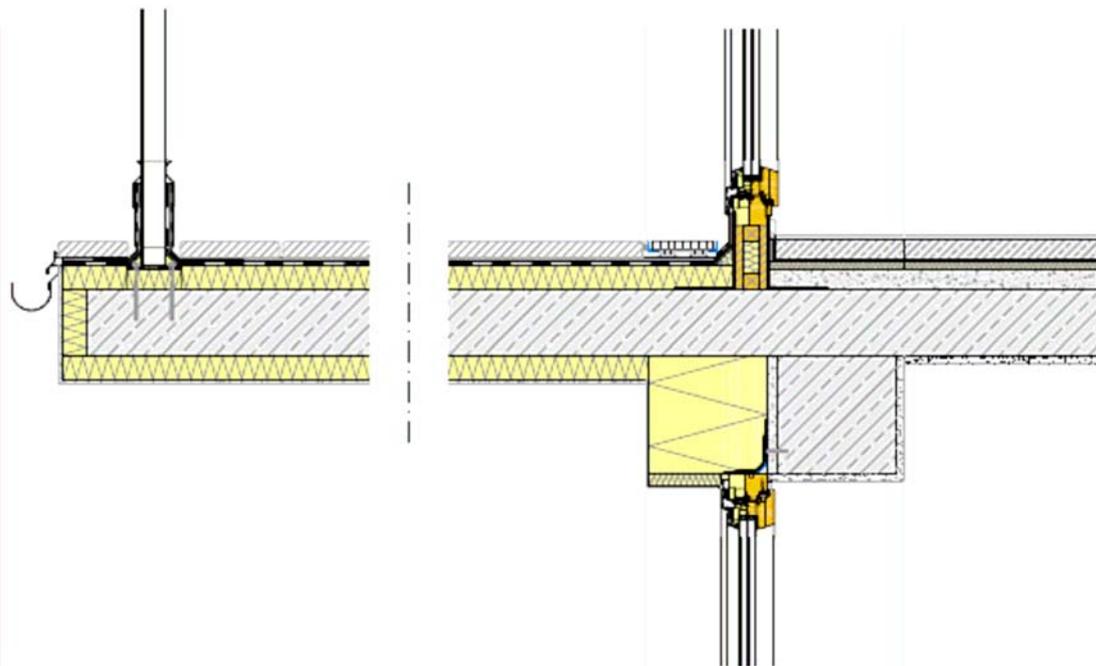


Sanierungsmaßnahmen:

- Austausch Fenster
- Umdämmung des Balkons („Einpacken“)

Eignung:

- Bei entsprechenden freien Höhen sowohl im Sturzbereich wie auch im Bodenbereich möglich
- Wenn statische Qualität des Balkons gesichert ist (Qualität Armierung)



Wärmebrückenkoeffizient Ψ	Kennwert [W/mK]
Innenluft zu Außenluft gesamt	0,427
Innenluft zu Außenluft ohne Wärmebrücke Balkonanschluss, nur Terrassentür	0,094

Tiefe Balkon 1,5m original. Dargestellter Fensteranschluss im Sturzbereich nicht in Wärmebrückenberechnung enthalten.

Ausführungshinweise:

- Entfernung des alten Belags, des alten Gefälleestrichs und der Fenster
- Montage Fenster/Terrassentüren: Fenster/Terrassentür luftdicht an Außenputz anschliessen (luftdichte Verklebung oder Spachtelung)
- Anschluss luftdichte Ebene innen: Verklebung Rahmen mit Rohdecke, Anschluss Innenputz mit Anputzschiene
- Ergänzung Fußbodenaufbau innen
- Montage Geländer auf Dämmwürfel (Purenit o.ä.)
- Reinigung Balkon, Verlegung Gefälledämmplatten, Abdichtung, Gummigranulatmatte und Betonplatten
- Einbindung Geländer, Montage Rinne
- Verklebung und Dübelung der vertikalen und unterseitigen Wärmedämmung
- Unterseitige Wärmedämmung nicht brennbar

Diskussion:

- Gelände auch an Balkonplatte stirnseitig montierbar, in diesem Fall größere Balkonfläche lukrierbar
- In Demonstrationsprojekt wurde eine Verbreiterung der Balkonfläche durchgeführt
- Trittschallschutz beachten, stark von Stärke Betonplatte abhängig, gegebenenfalls Schicht Trittschalldämmplatte erforderlich

Alternative Lösungen:

- Ausführung als Umkehrdach, bzw. XPS Platten auf Abdichtung und Gefälledämmung

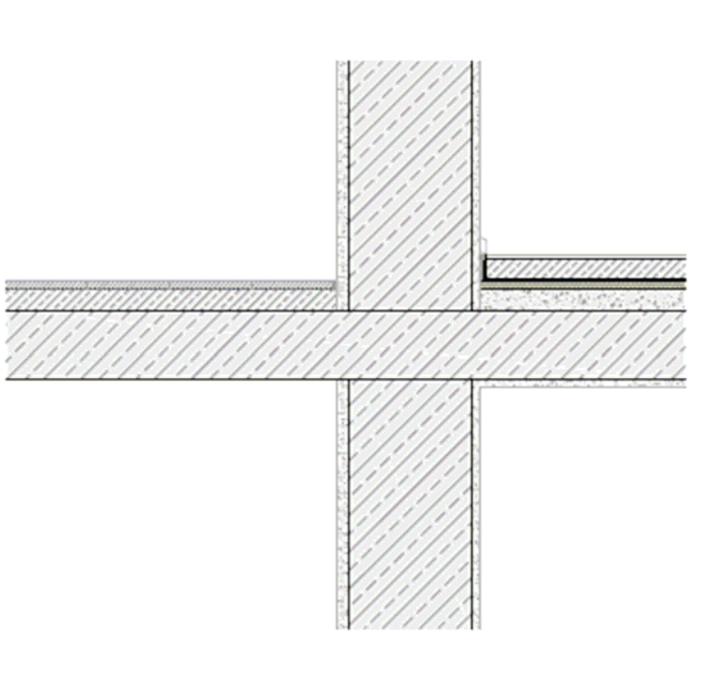
Anschlussvarianten:

- Ausführung Holzrost möglich, Trittschallschutz beachten

13.3.4 Außenwand/Balkon

Bestand:

Balkonplatte mit Fliesen auf Estrich. Beidseitig verputztes Schlackenbetonmauerwerk.

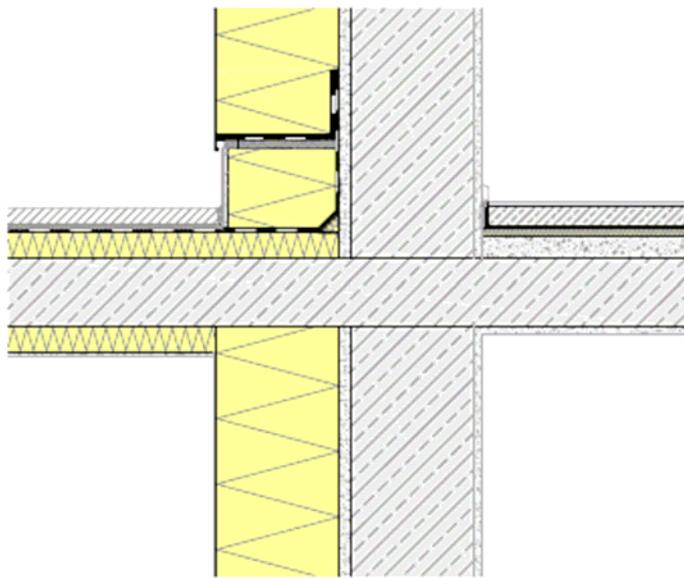


Sanierungsmaßnahmen:

- Umdämmung des Balkons („Einpacken“), unter- und stirnseitig Mineralschaumplatte 60mm nicht brennbar, oberseitig EPS T 50mm

Eignung:

- Bei entsprechenden freien Höhen sowohl im Sturzbereich wie auch im Bodenbereich möglich
- Wenn statische Qualität des Balkons gesichert ist (Qualität Armierung)



Wärmebrückenkoeffizient Ψ	Kennwert [W/mK]
Innenluft zu Außenluft	0,333

Ausführungshinweise:

- Entfernung des alten Belags und des alten Gefälleestrichs
- Reinigung des Außenputzes, gegebenenfalls Aufbringen eines luftdichten Spachtels, luftdichter Anschluss an Balkonplatte, wenn nicht gegeben (Verkleben)
- Reinigung Balkon, Verlegung Gefälledämmplatten, Abdichtung, Gummigranulatmatte und Betonplatten
- Verklebung Abdichtung an Außenwand. Montage XPS-Streifen im Spritzwasserbereich

Diskussion:

- Horizontaler Abdichtungsstreifen nur bei starker Belastung durch Feuchte von unten erforderlich
- Abdichtung auch außenseitig montierbar
- Trittschallschutz beachten, stark von Stärke Betonplatte abhängig, gegebenenfalls Schicht Trittschalldämmplatte erforderlich

Alternative Lösungen:

- Ausführung als Umkehrdach, bzw. XPS Platten auf Abdichtung und Gefälledämmung

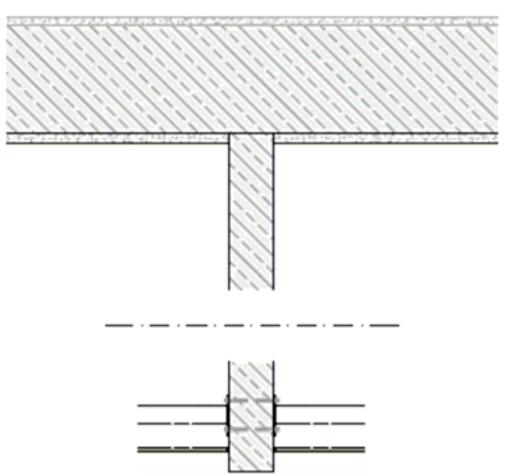
Anschlussvarianten:

- Ausführung Holzrost möglich, Trittschallschutz beachten

13.3.5 Außenwand/Seitenwand Balkon/Loggia

Bestand:

Geländeranschluss seitlich an Loggiatrennwand. Beidseitig verputztes Schlackenbetonmauerwerk.

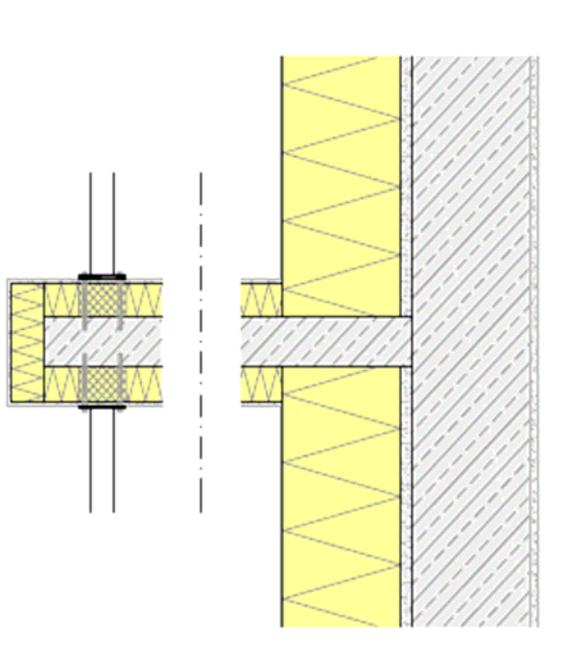


Sanierungsmaßnahmen:

- Umdämmung des Balkons, bzw. der Seitenwände des Balkons („Einpacken“ 80mm Mineralschaumplatte)

Eignung:

- Wenn statische Qualität gesichert ist (Qualität Armierung)



Wärmebrückenkoeffizient Ψ	Kennwert [W/mK]
Innenluft zu Außenluft	0,181

Ausführungshinweise:

- Reinigung des Außenputzes, gegebenenfalls Aufbringen eines luftdichten Spachtels auf Außenwand, luftdichter Anschluss an Loggiawand, wenn nicht gegeben (Verkleben)
- Montage Dämmwürfel, Montage Wärmedämmverbundsystem, verspachteln, verputzen, Montage Geländer

Diskussion:

- Stärke Wärmedämmung von Platzangebot Loggia abhängig
- Eventuell bereits wärmedämmte montierte Halterungen für Lampen etc. vorsehen

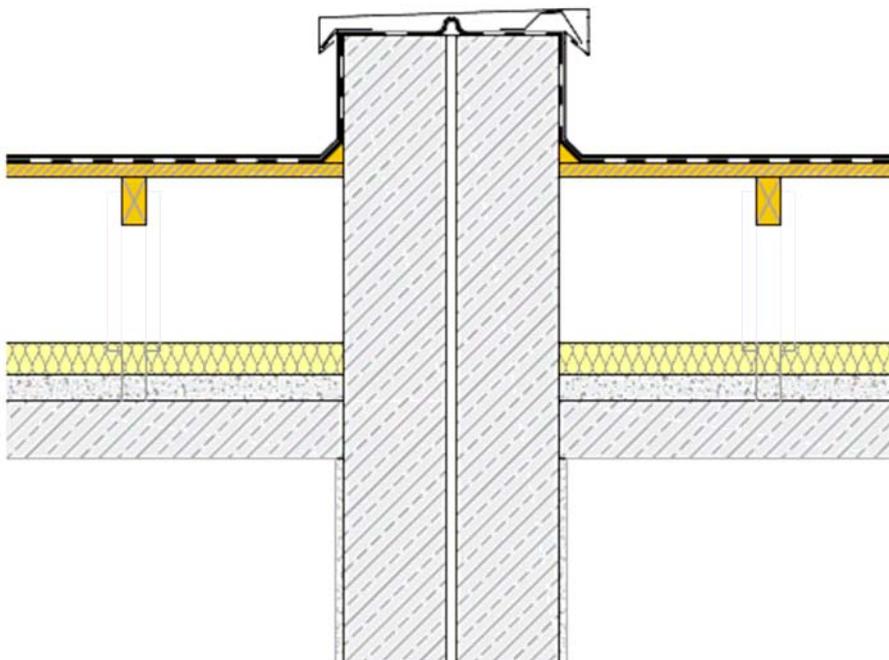
Alternative Lösungen:

- Geländermontage stirnseitig auf Loggiawand möglich

13.3.6 Dach/Dach (Feuermauer)

Bestand:

Blechdach, Bitumenpappe und Schalung auf Dachstuhl. Holzwolleplatte und Schüttung auf Stahlbetondecke. Attika Feuermauer mit Blecheindeckung.

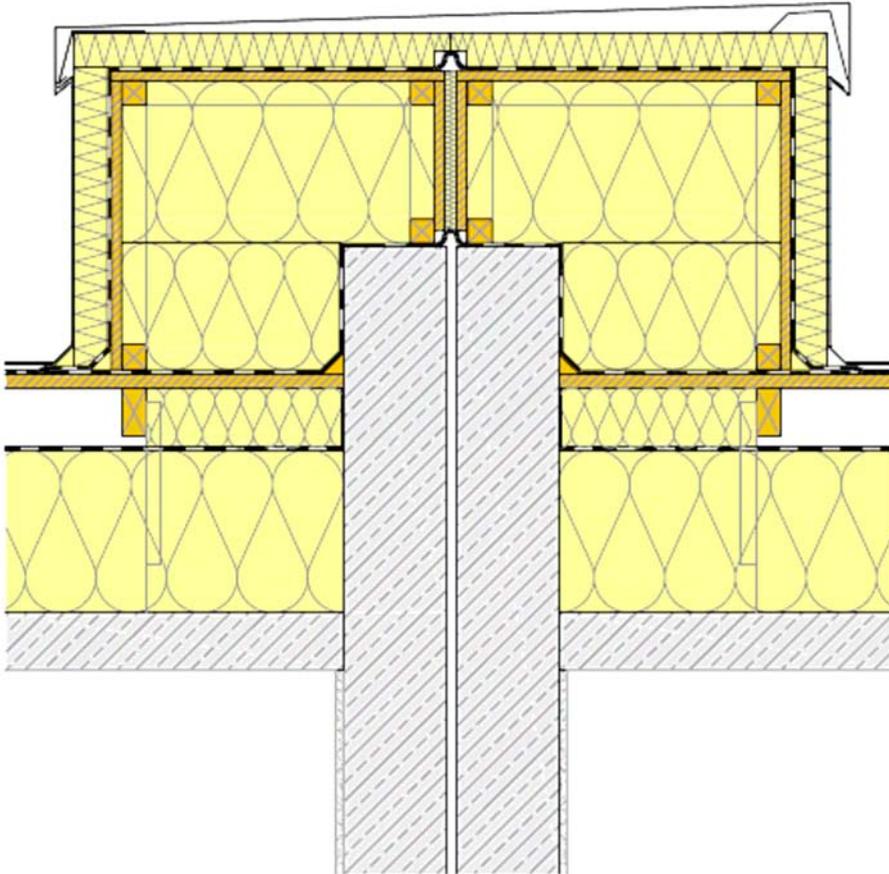


Sanierungsmaßnahmen:

- Umdämmung Feuermauer zur Vermeidung von Wärmebrücken im Bereich der Gebäudetrennwand

Eignung:

- Geeignet für beheizte Dachgeschoßräume



Wärmebrückenkoeffizient Ψ	Kennwert [W/mK]
Innenluft zu Außenluft	0,019

Ausführungshinweise:

- Nach Ausführung der Wärmedämmung Dach, Führung PE-Windsperre von einer Dachseite auf die andere, im Fugenbereich Toleranz einplanen
- Ausführung Holzschalung, im Trennwandbereich Ausführung einer Dampfsperre
- Ausführung der Holzkonstruktion, Auffüllen mit Dämmstoff
- Ausführung einer Abdichtung auf Holzschalung Trennwandbereich (Schlaufe in der Gebäudefuge), Auflegen auf Strukturmatte
- Verklebung XPS-Schutzschicht, Schutz mittels Blech

Diskussion:

- Eher aufwändige Lösung zur Vermeidung der Wärmebrücke Gebäudetrennwand, Höhe auch von Ausführung Attika abhängig (gleiche Höhe)

Alternative Lösungen:

- Verzicht auf die XPS-Schutzschicht bei Verminderung der bauphysikalischen Sicherheit

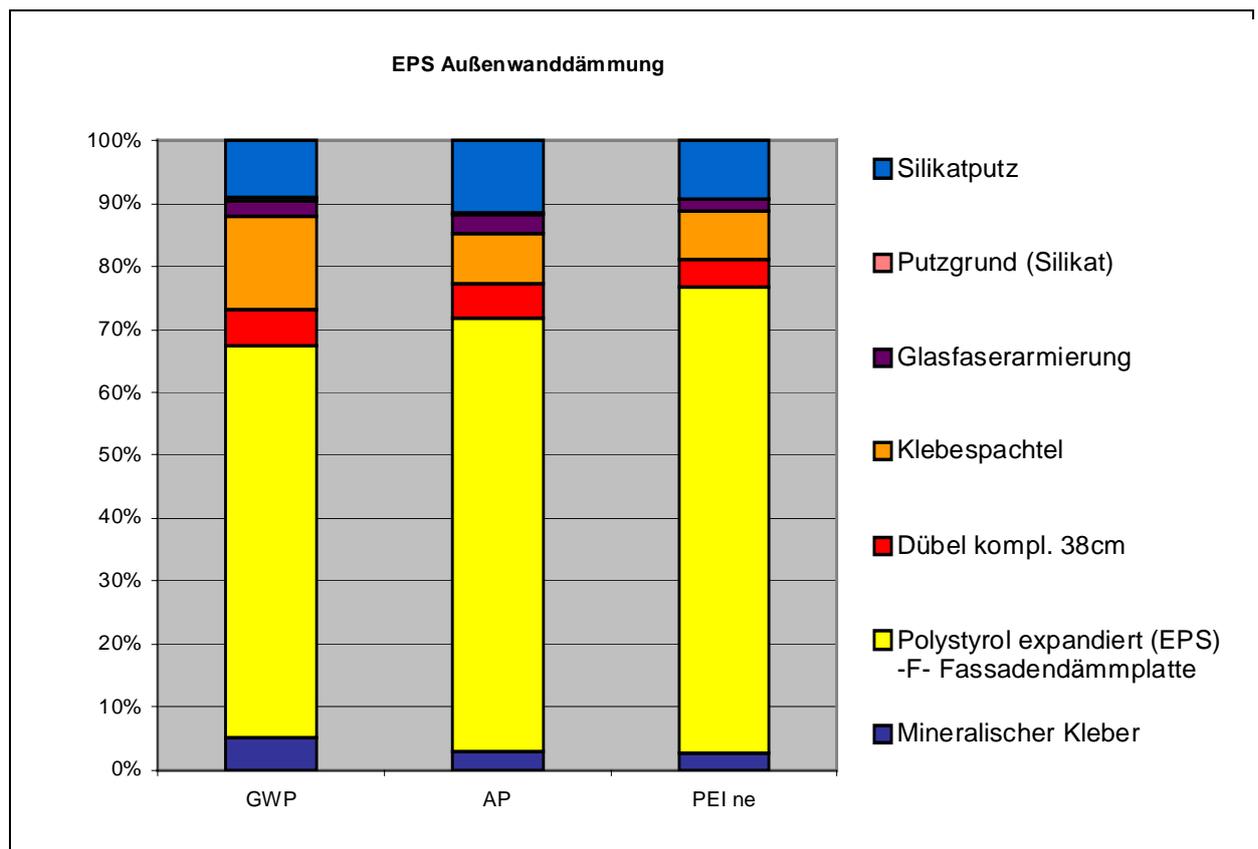
Funktionale Einheiten

14 Regelquerschnitte/funktionale Einheiten

14.1 Dämmung der Außenwand verputzt

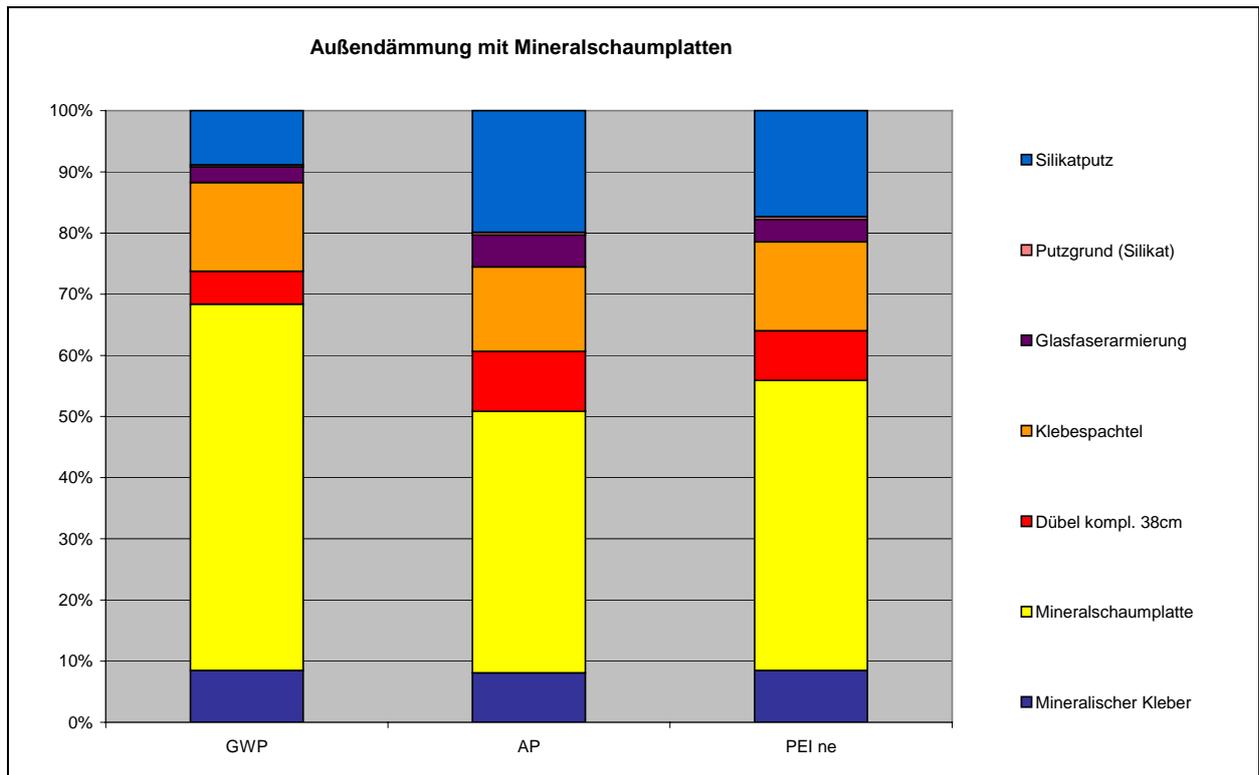
14.1.1 Außenwanddämmung mit EPS

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Mineralischer Kleber	
2	Polystyrol expandiert - Fassadendämmplatte	0,300
3	Dübel	
4	Klebspachtel	
5	Glasfaserarmierung	
6	Putzgrund (Silikat)	
7	Silikatputz	0,002



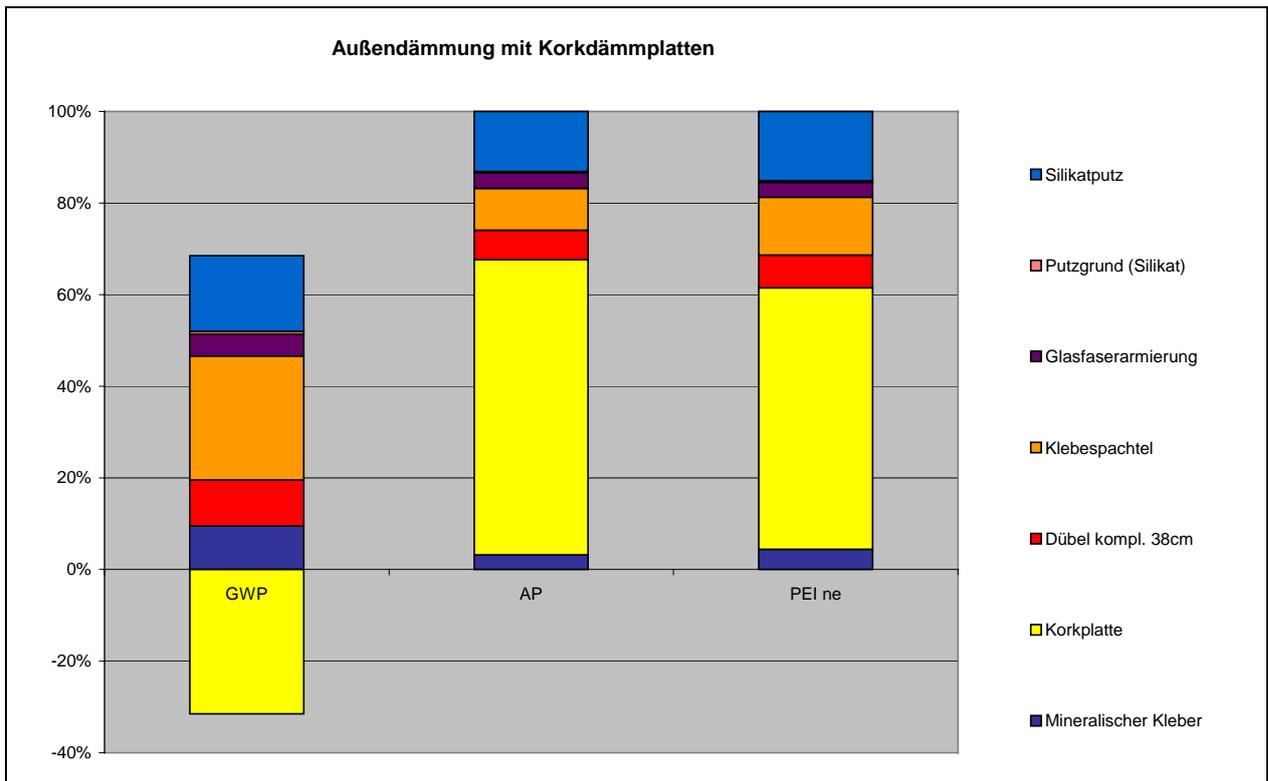
14.1.2 Außenwanddämmung mit Mineralschaumplatten

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Mineralischer Kleber	
2	Mineralschaumplatte	0,388
3	Dübel	
4	Klebspachtel	
5	Glasfaserarmierung	
6	Putzgrund (Silikat)	
7	Silikatputz	0,002



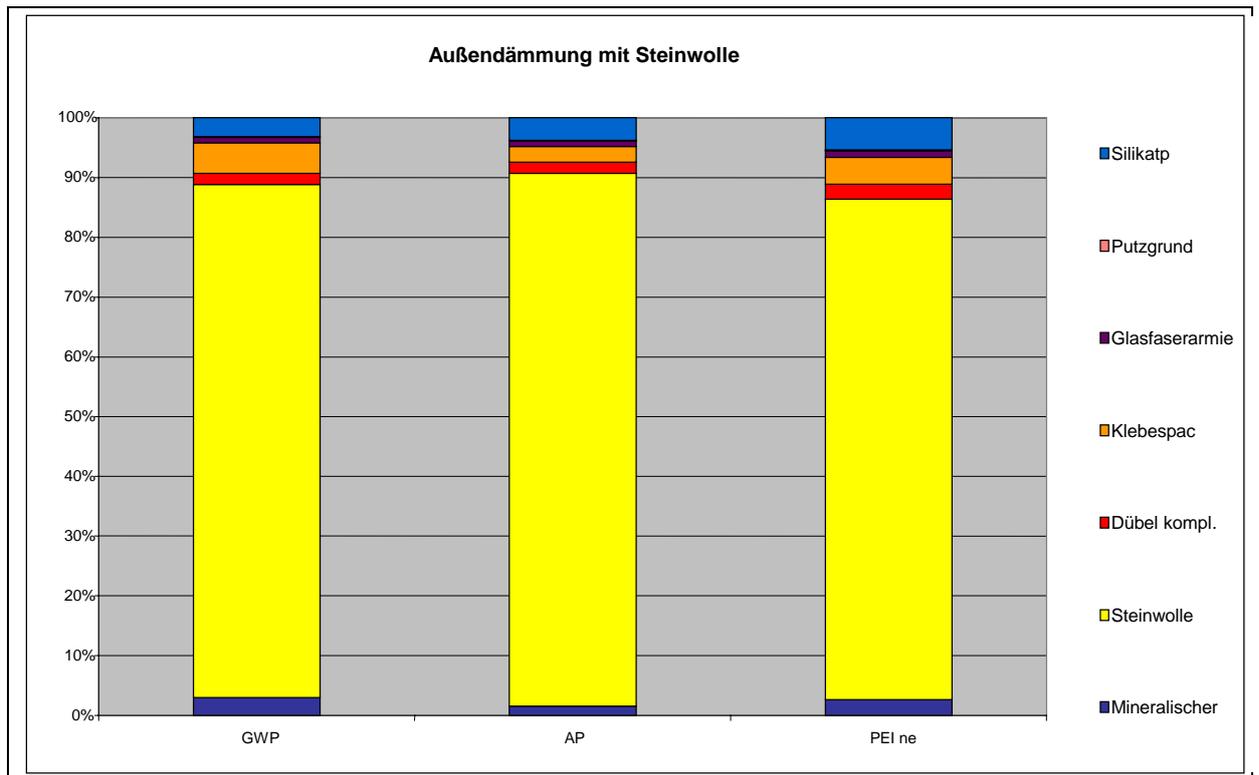
14.1.3 Außenwanddämmung mit Korkplatten

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Mineralischer Kleber	
2	Korkplatte	0,300
3	Dübel	
4	Klebspachtel	
5	Glasfaserarmierung	
6	Putzgrund (Silikat)	
7	Silikatputz	0,002



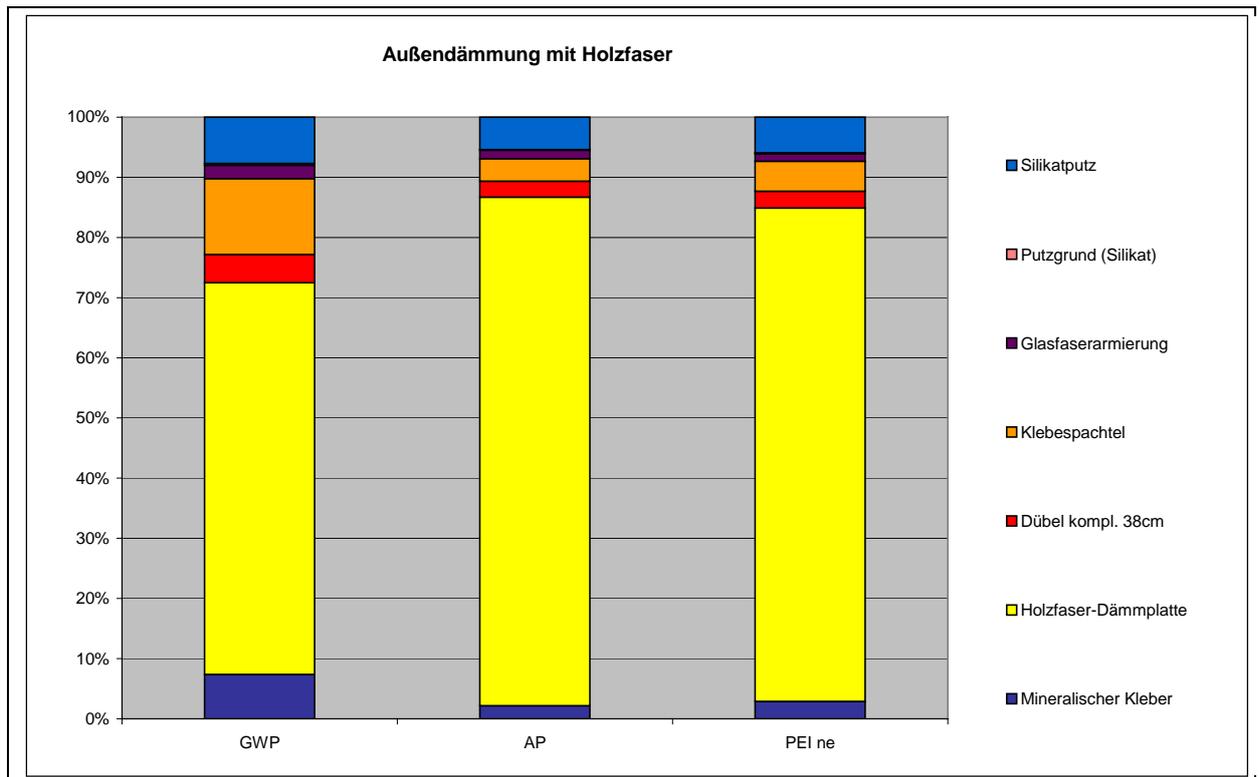
14.1.4 Außenwanddämmung mit Steinwolle

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Mineralischer Kleber	
2	Steinwolle MW-PT	0,300
3	Dübel	
4	Klebespachtel	
5	Glasfaserarmierung	
6	Putzgrund (Silikat)	
7	Silikatputz	0,002



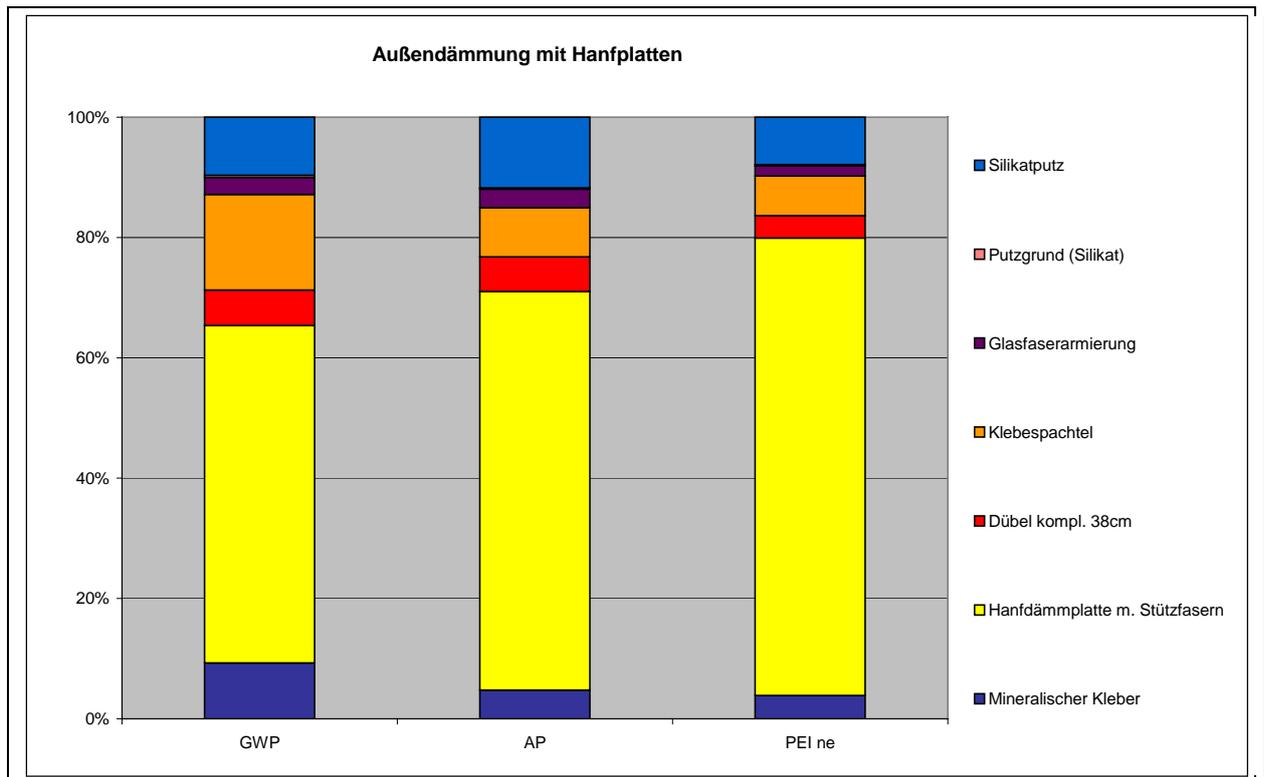
14.1.5 Außendämmung mit Holzfaserplatten

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Mineralischer Kleber	
2	Holzfaser-Dämmplatte	0,300
3	Dübel	
4	Klebspachtel	
5	Glasfaserarmierung	
6	Putzgrund (Silikat)	
7	Silikatputz	0,002



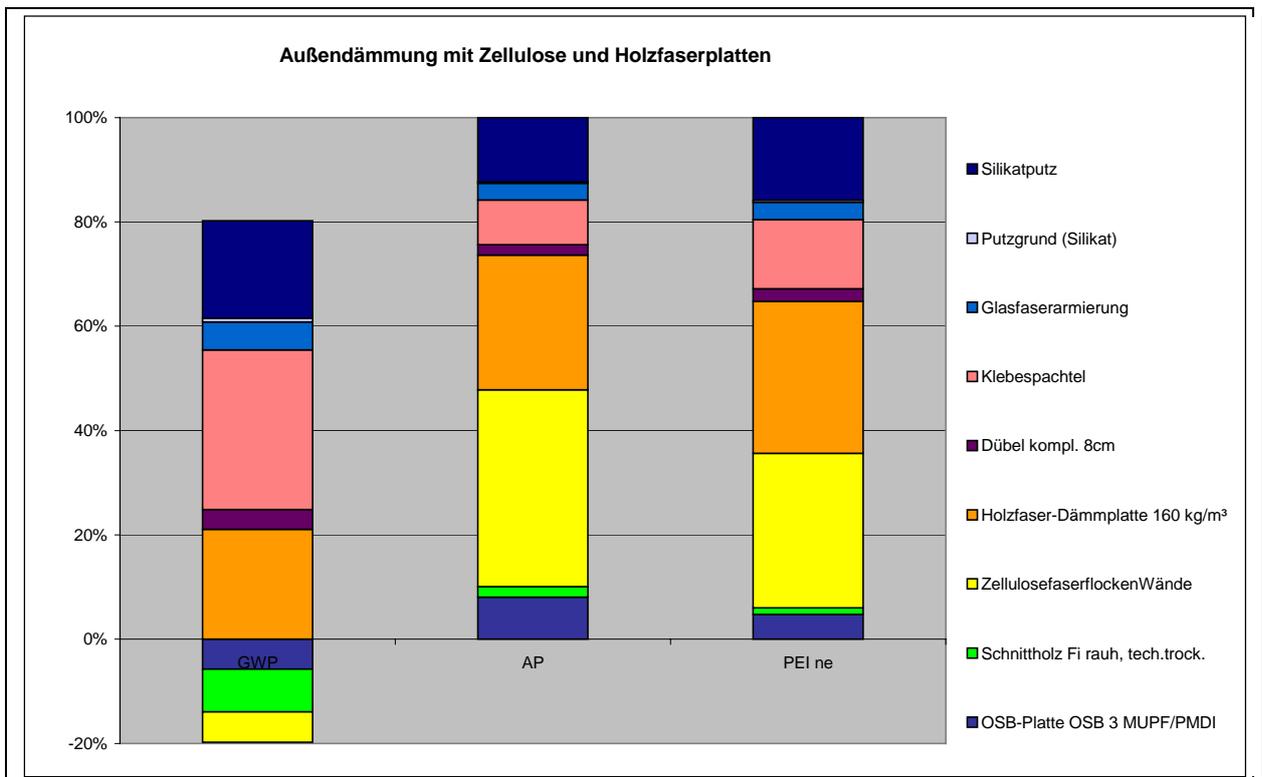
14.1.6 Außenwanddämmung mit Hanfplatten

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Mineralischer Kleber	
2	Hanfämmplatte m. Stützfasern	0,300
3	Dübel	
4	Klebespachtel	
5	Glasfaserarmierung	
6	Putzgrund (Silikat)	
7	Silikatputz	0,002



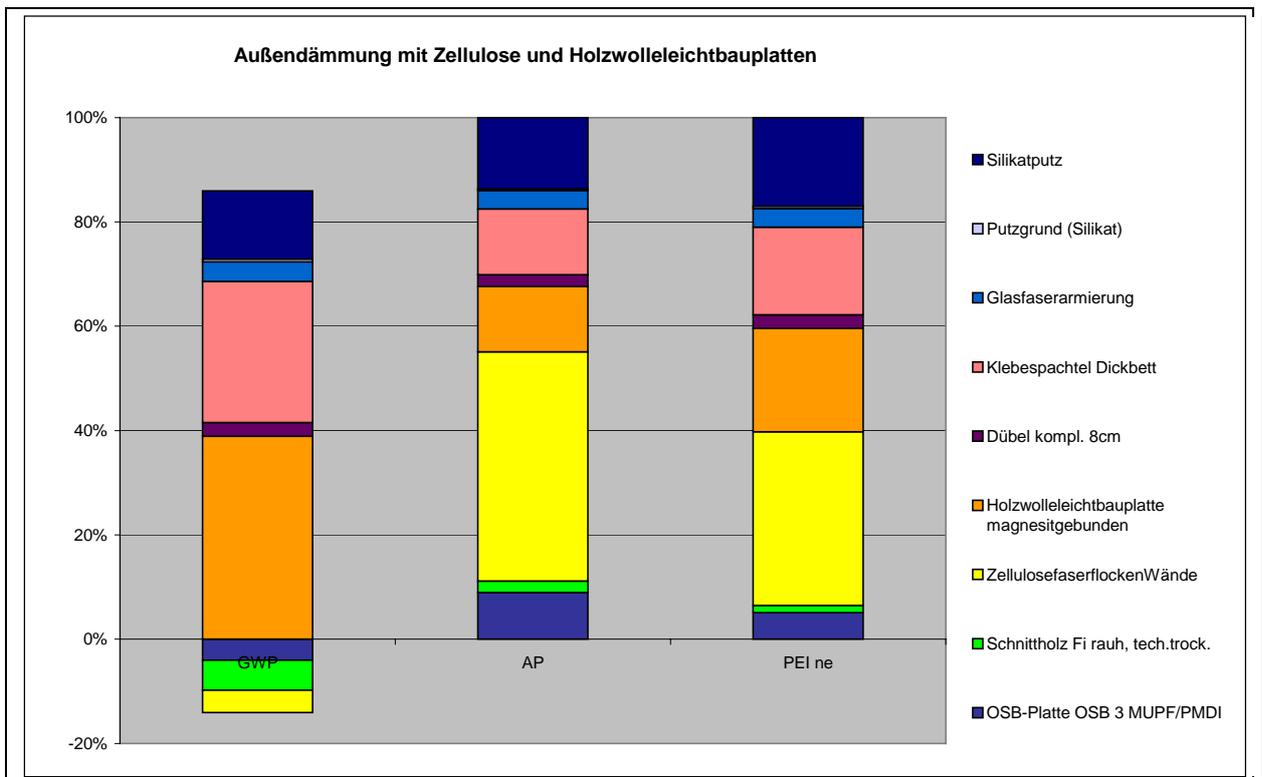
14.1.7 Außenwanddämmung mit Zellulose und Holzfaserdämmplatten

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Doppel-T-Träger (Holz-Gurt + OSB-Steg)	0,300
2	Zellulosefaserflocken	0,300
3	Holzfaser-Dämmplatte 160 kg/m ³	0,040
4	Dübel	
5	Klebspachtel	
6	Glasfaserarmierung	
7	Putzgrund (Silikat)	
8	Silikatputz	0,002



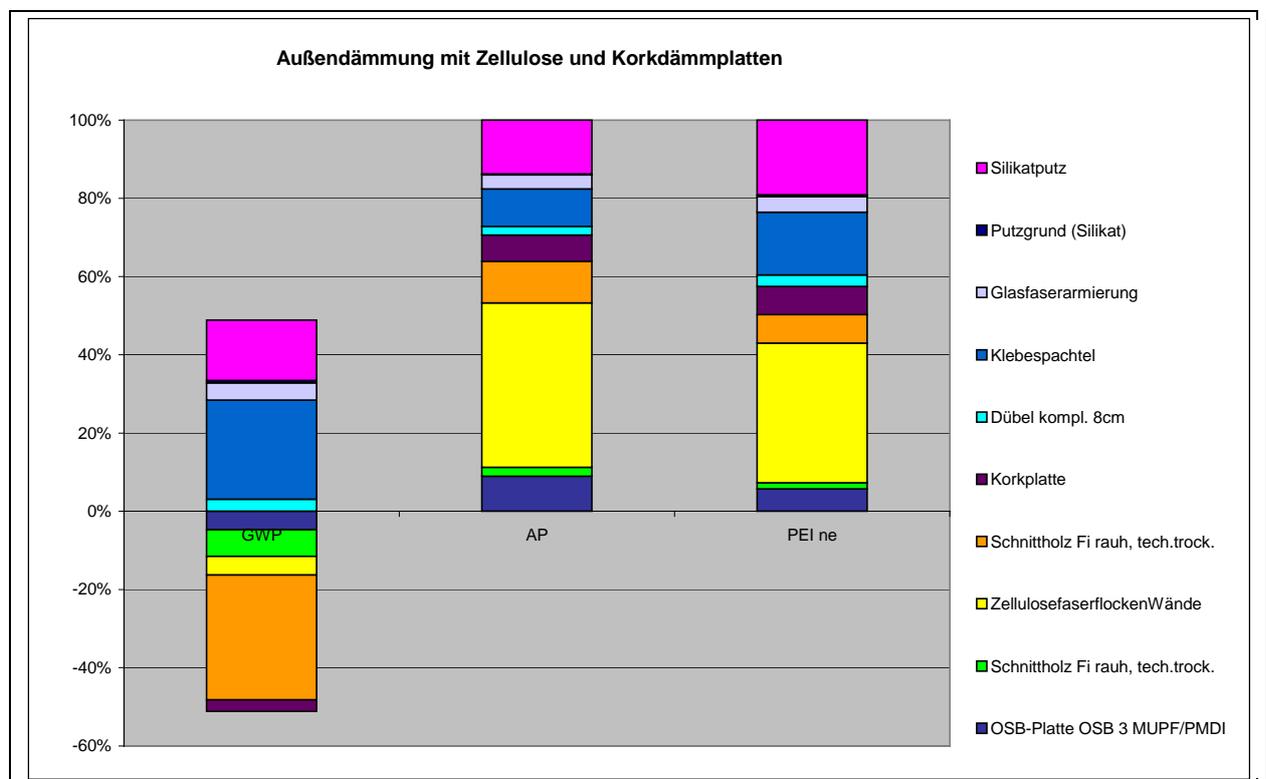
14.1.8 Außenwanddämmung mit Zellulose und Holzwoleleichtbauplatte

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Doppel-T-Träger (Holz-Gurt + OSB-Steg)	0,300
2	Zellulosefaserflocken	0,300
3	Holzwoleleichtbauplatte	
4	Dübel	
5	Klebspachtel Dickbett	0,010
6	Glasfaserarmierung	
7	Putzgrund (Silikat)	
8	Silikatputz	0,002

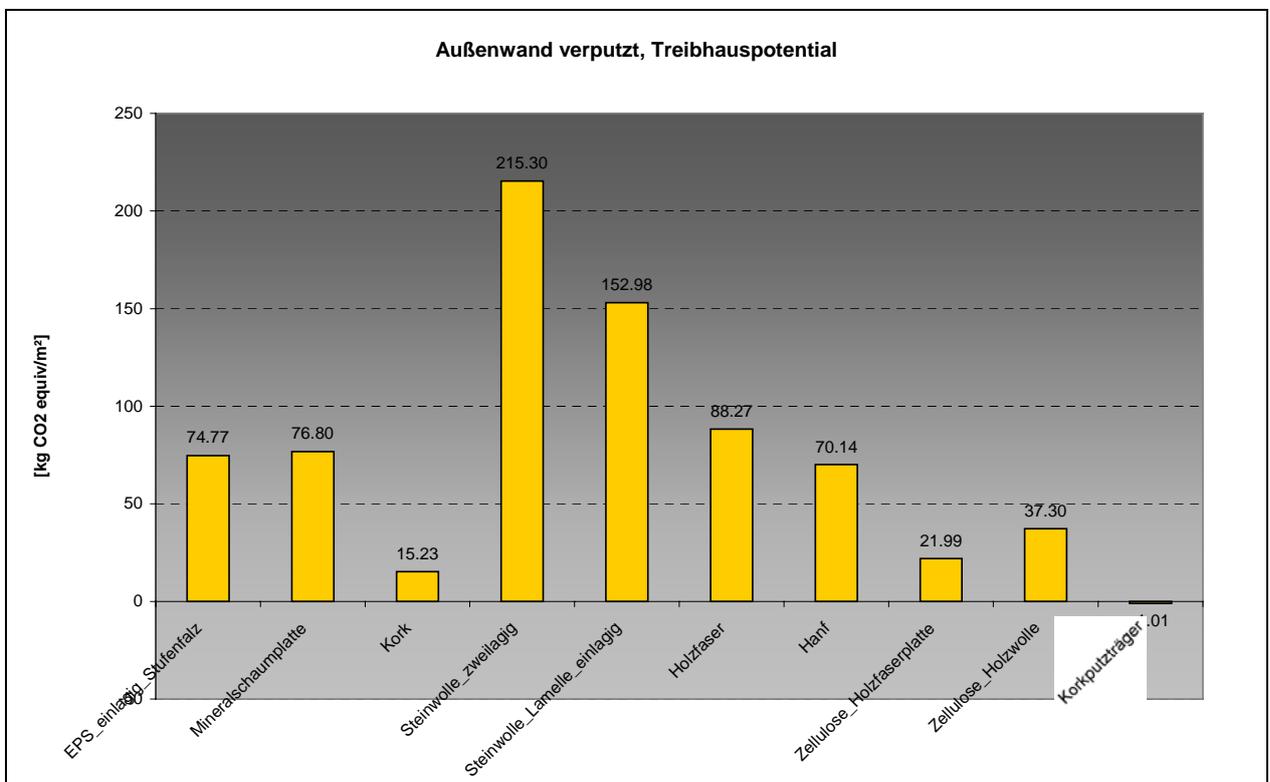
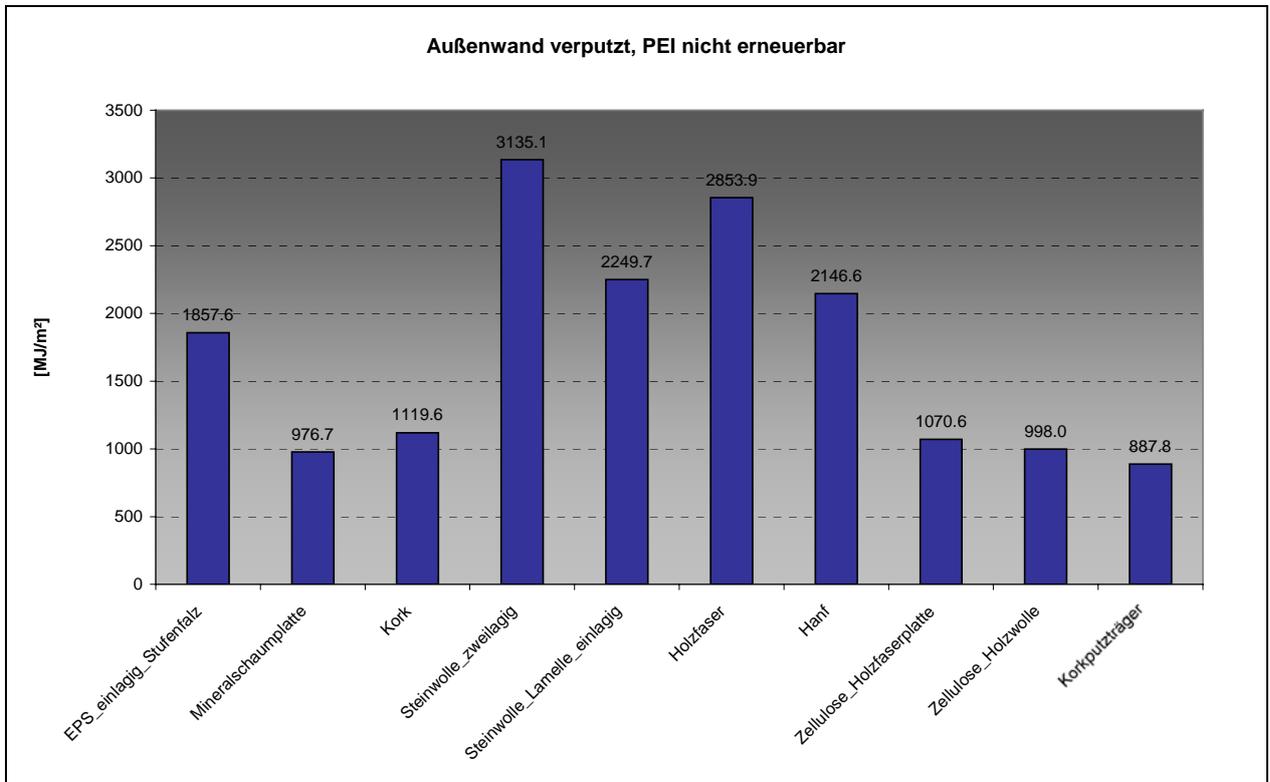


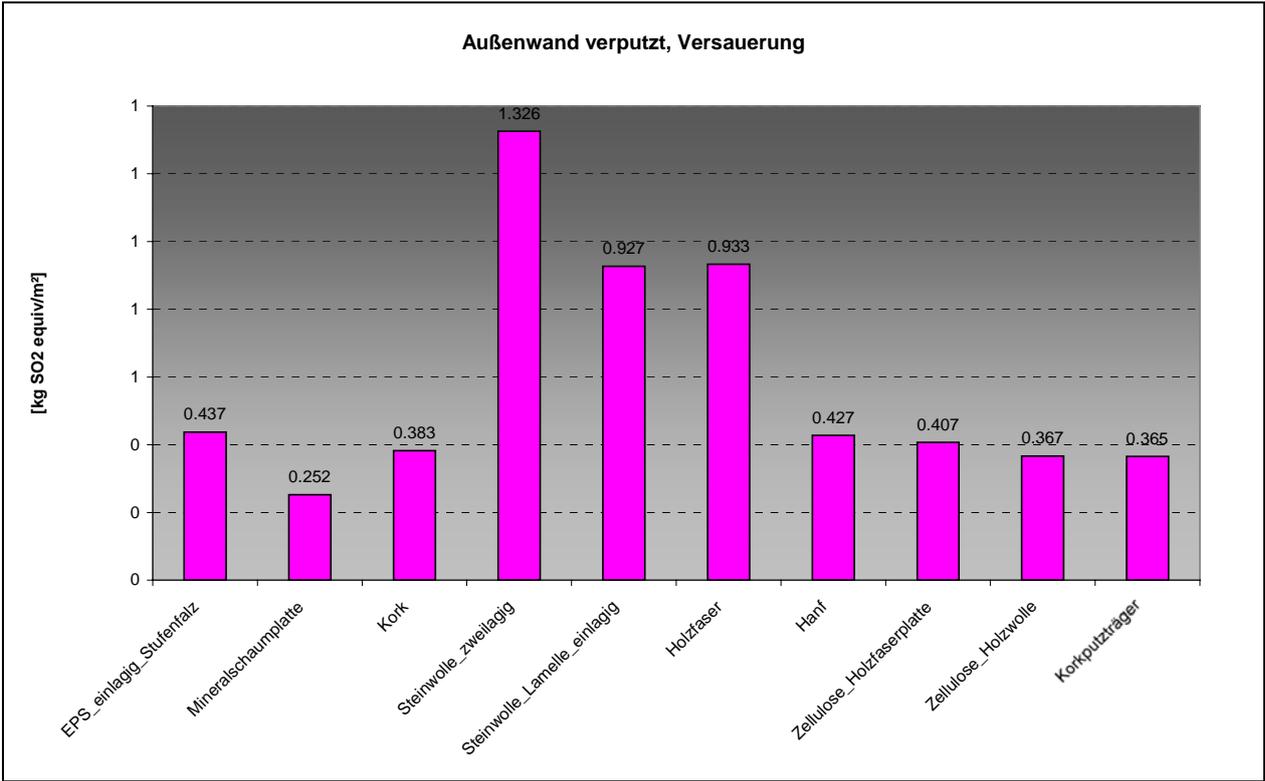
14.1.9 Außenwanddämmung mit Zellulosefaserflocken und Korkdämmplatten

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Doppel-T-Träger (Holz-Gurt + OSB-Steg)	0,300
2	Zellulosefaserflocken	
3	Schnittholz Fi rauh, tech.trock.	0,024
4	Korkplatte	0,030
5	Dübel	
6	Klebspachtel	
7	Glasfaserarmierung	
8	Putzgrund (Silikat)	
9	Silikatputz	0,002



14.1.10 Zusammenfassung

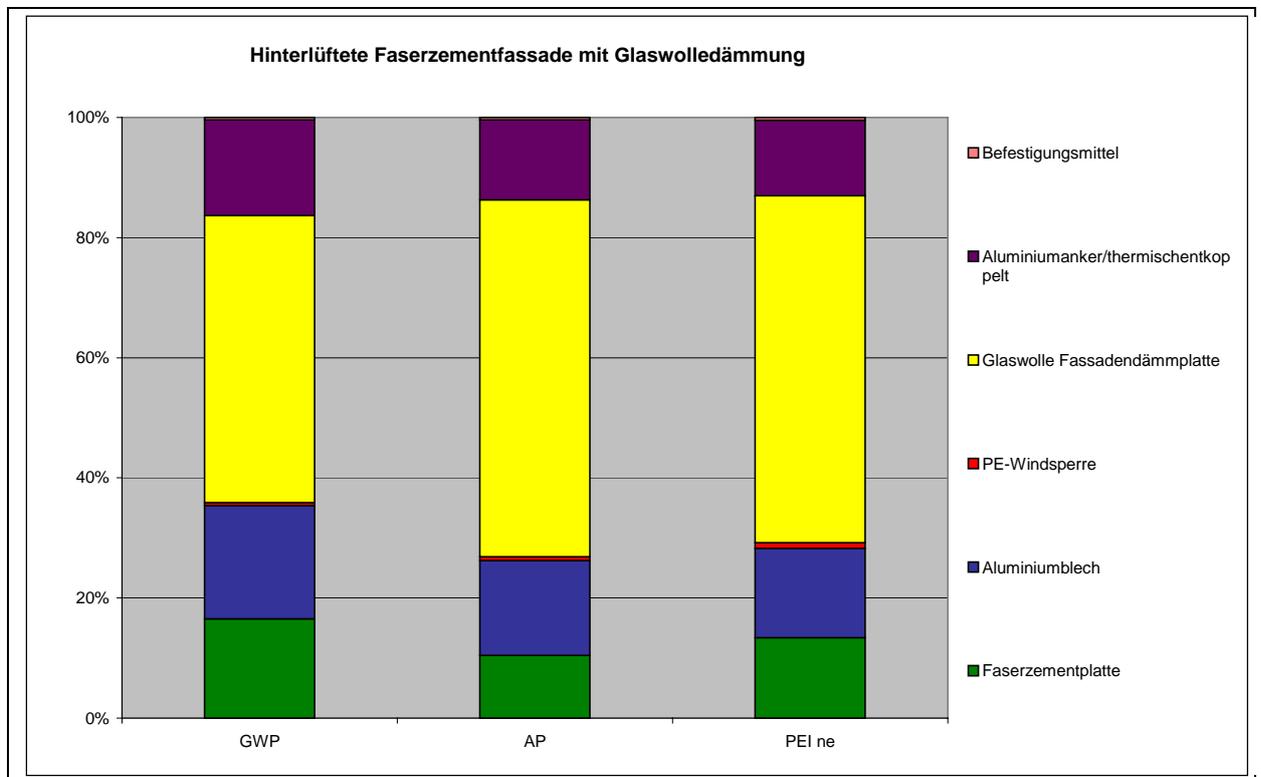




14.2 Dämmung der Außenwand hinterlüftet

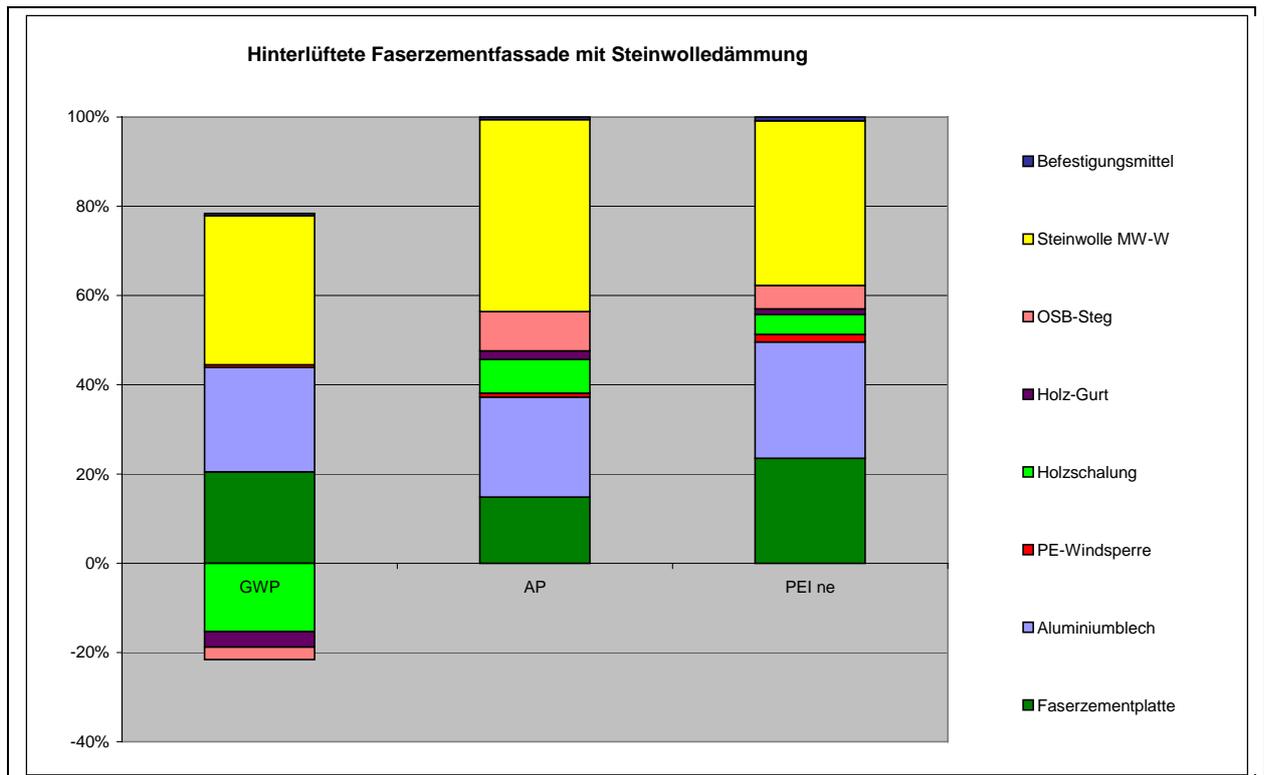
14.2.1 Glaswolledämmung mit hinterlüfteter Faserzementfassade

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Faserzementplatten	0,006
2	Aluminiumlatten	
3	PE-Windsperre	
4	Glaswolle Fassadendämmplatten	0,320
5	Aluminiumanker, thermisch entkoppelt	
6	Befestigungsmittel	



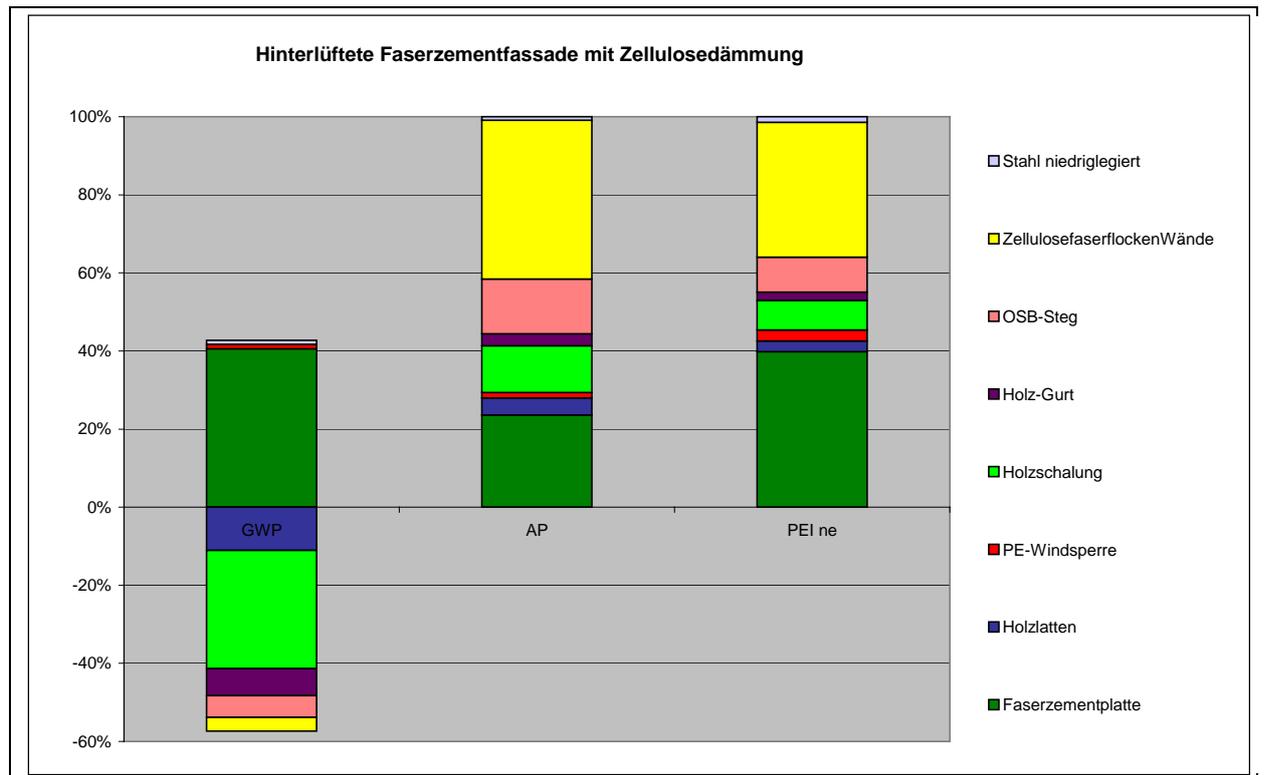
14.2.2 Hinterlüftete Faserzementfassade mit Steinwolle­dämmung

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Faserzementplatte	0,006
2	Aluminiumlatten	
3	PE-Windsperre	
4	Holzschalung	0,024
5	Doppel-T-Träger (Holz-Gurt + OSB-Steg)	0,300
7	Steinwolle MW-W	0,300
8	Befestigungsmittel	



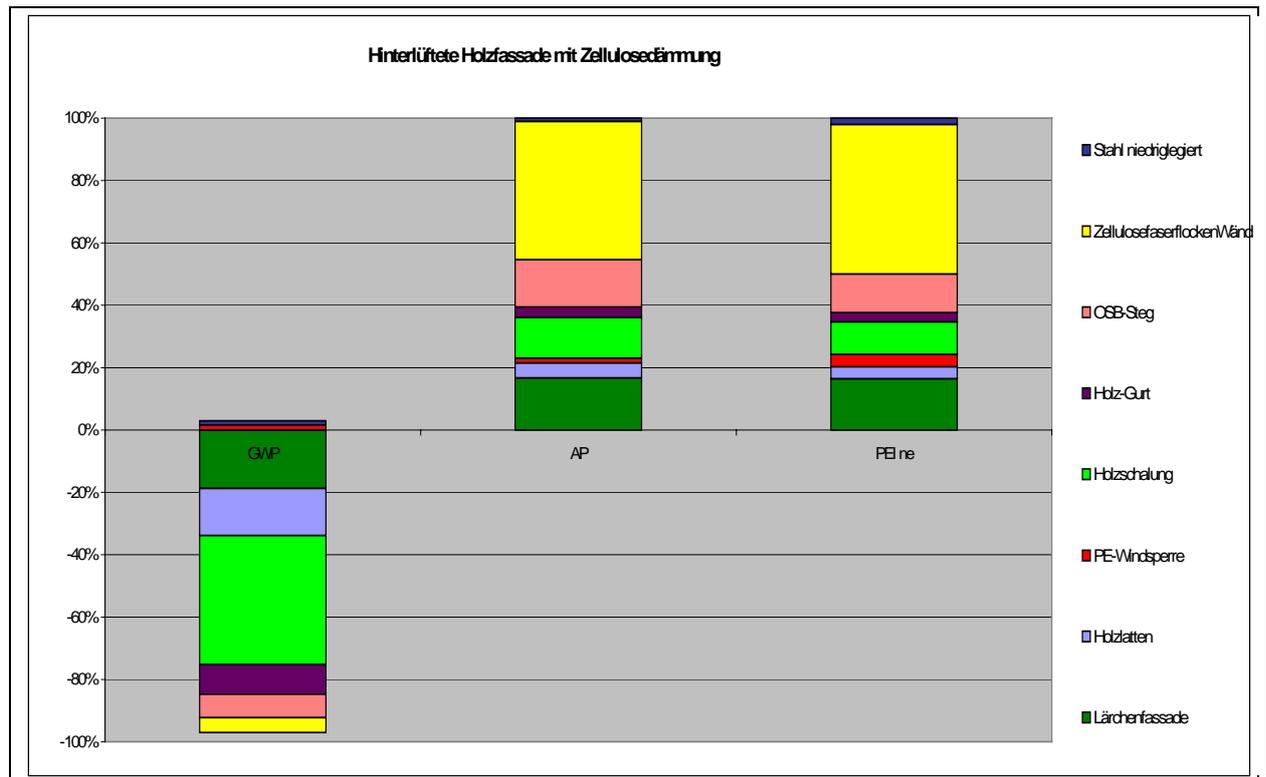
14.2.3 Hinterlüftete Faserzementfassade mit Zellulosedämmung

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Faserzementplatte	0,006
2	Holzplatten	0,035
3	PE-Windsperre	
4	Holzschalung	0,024
5	Doppel-T-Träger (Holz-Gurt + OSB-Steg)	0,300
6	Zellulosefaserflocken	0,300
7	Stahl niedriglegiert	



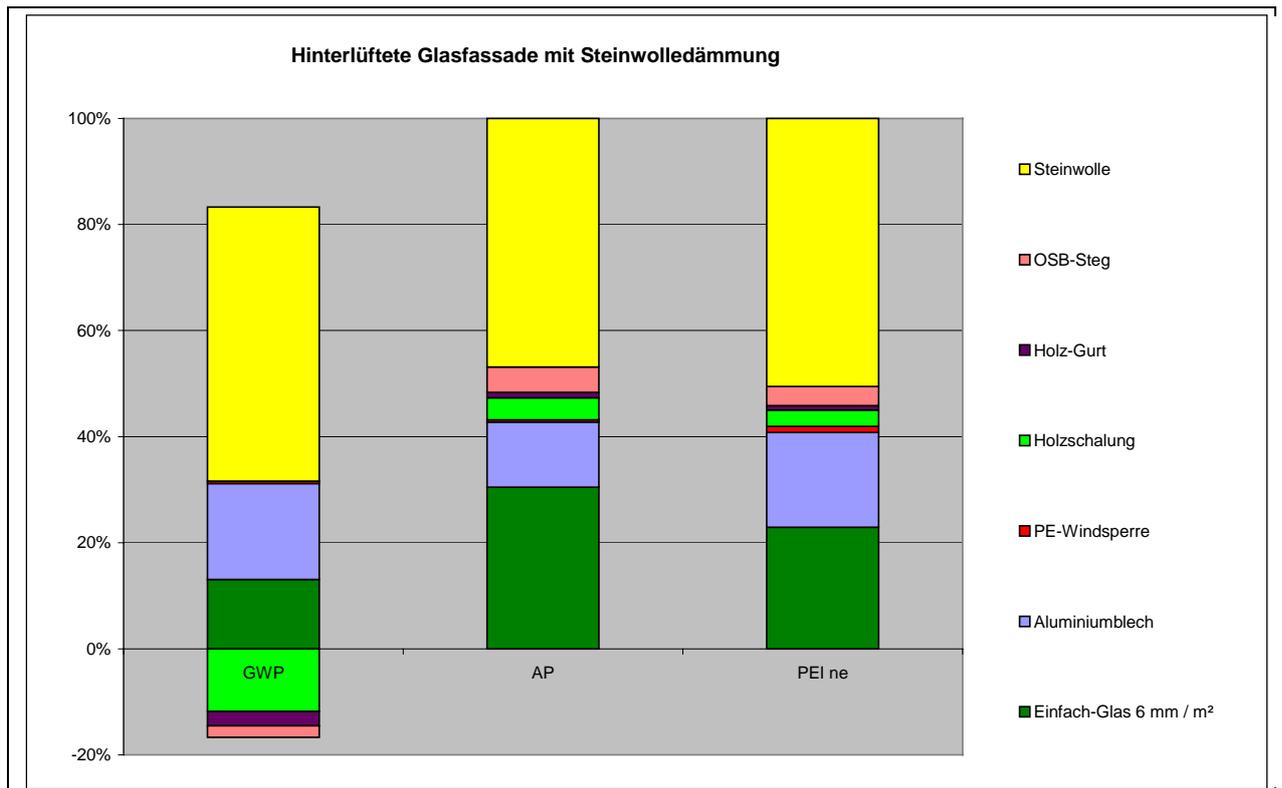
14.2.4 Hinterlüftete Holzfassade mit Zellulosedämmung

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Lärchenfassade	0,020
2	Holzplatten	0,035
3	PE-Windsperre	
4	Holzschalung	0,024
5	Doppel-T-Träger (Holz-Gurt + OSB-Steg)	0,300
6	Zellulosefaserflocken	0,300
7	Stahl niedriglegiert	



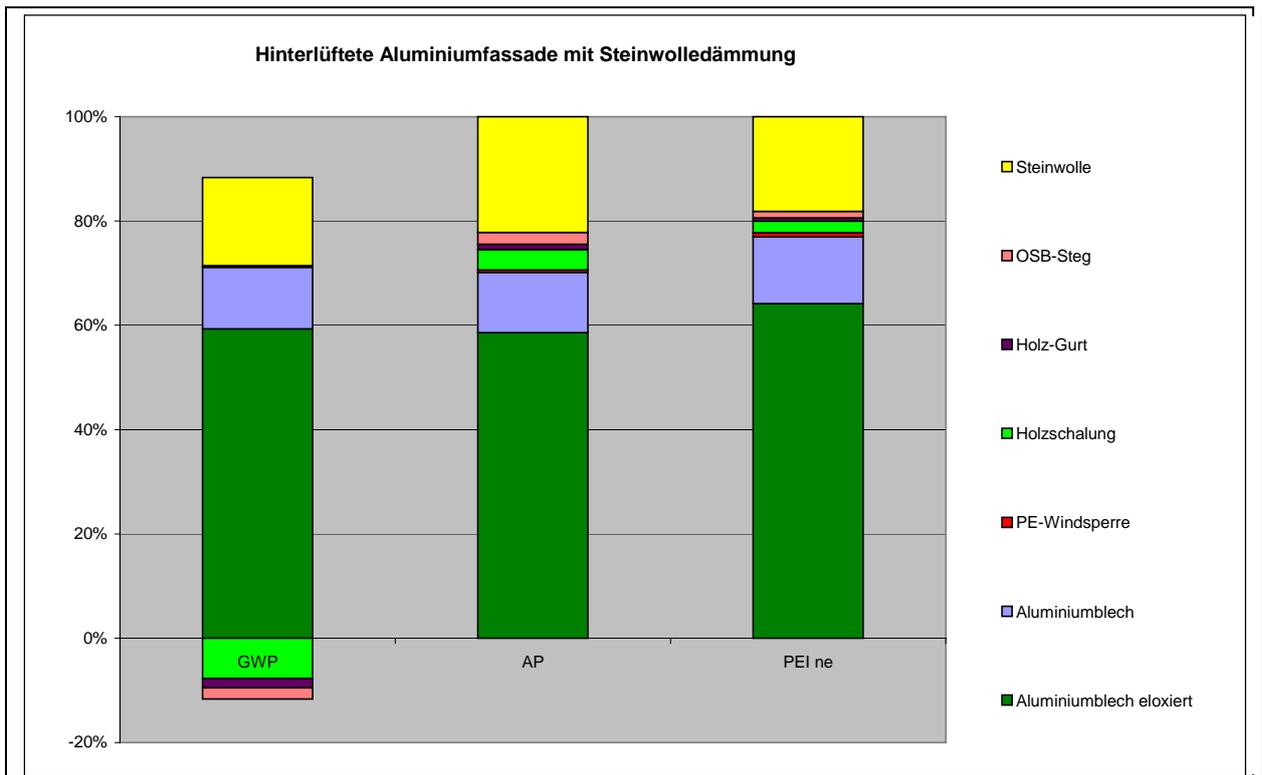
14.2.5 Hinterlüftete Glasfassade mit Steinwolle

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Einfach-Glas 6 mm/m ²	0,060
2	Aluminiumlatten	
3	PE-Windsperre	
4	Holzschalung	0,024
5	Doppel-T-Träger (Holz-Gurt + OSB-Steg)	0,300
6	Steinwolle	0,300

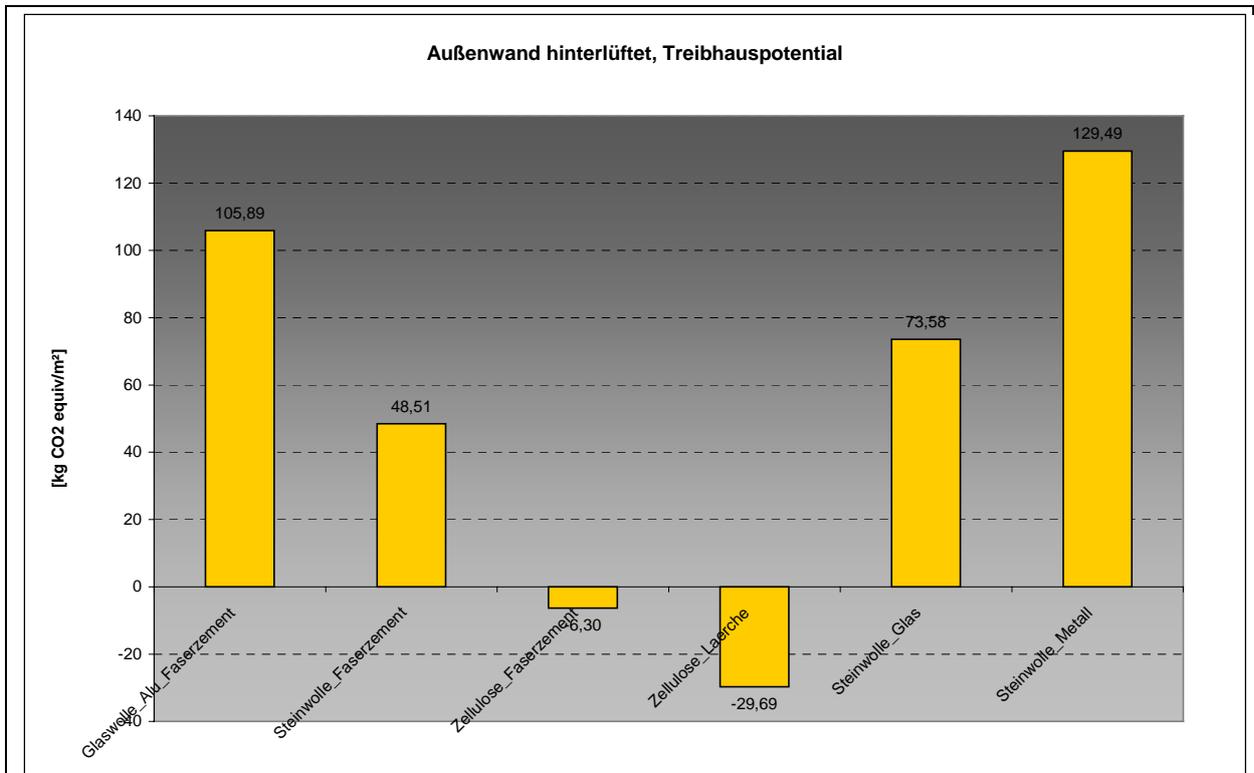
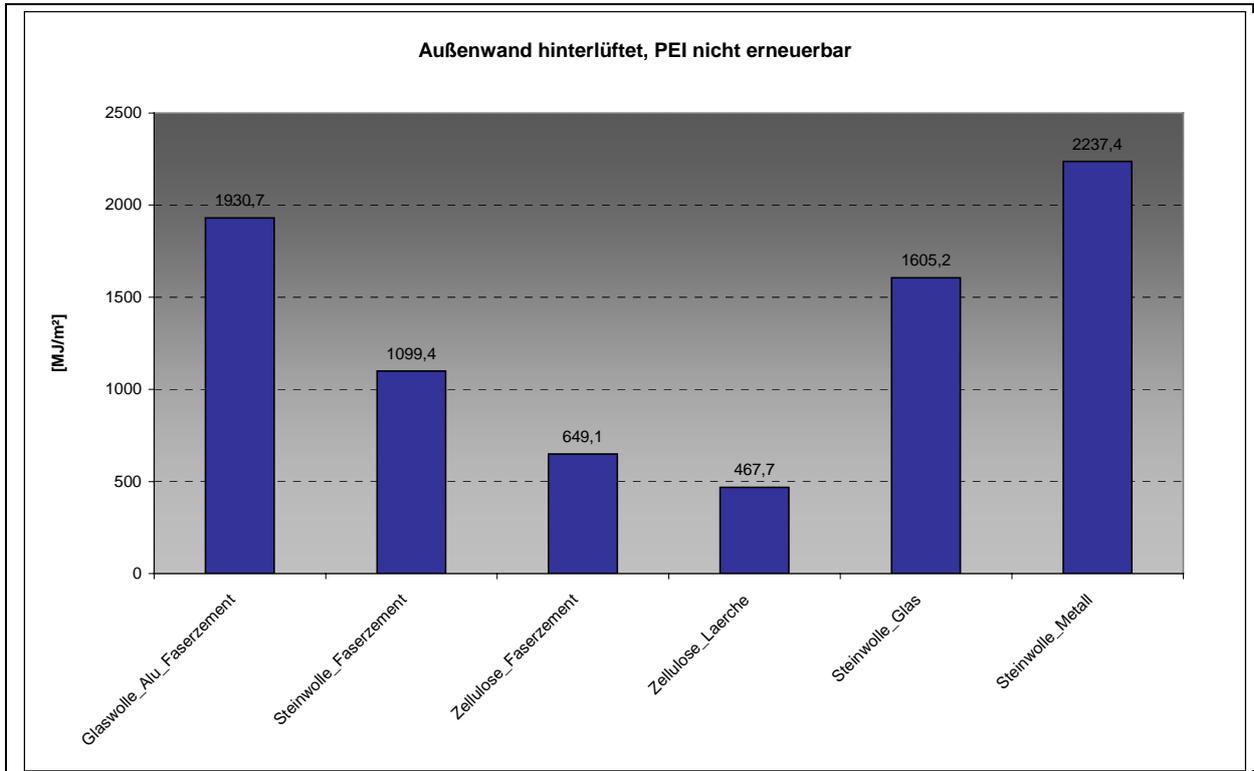


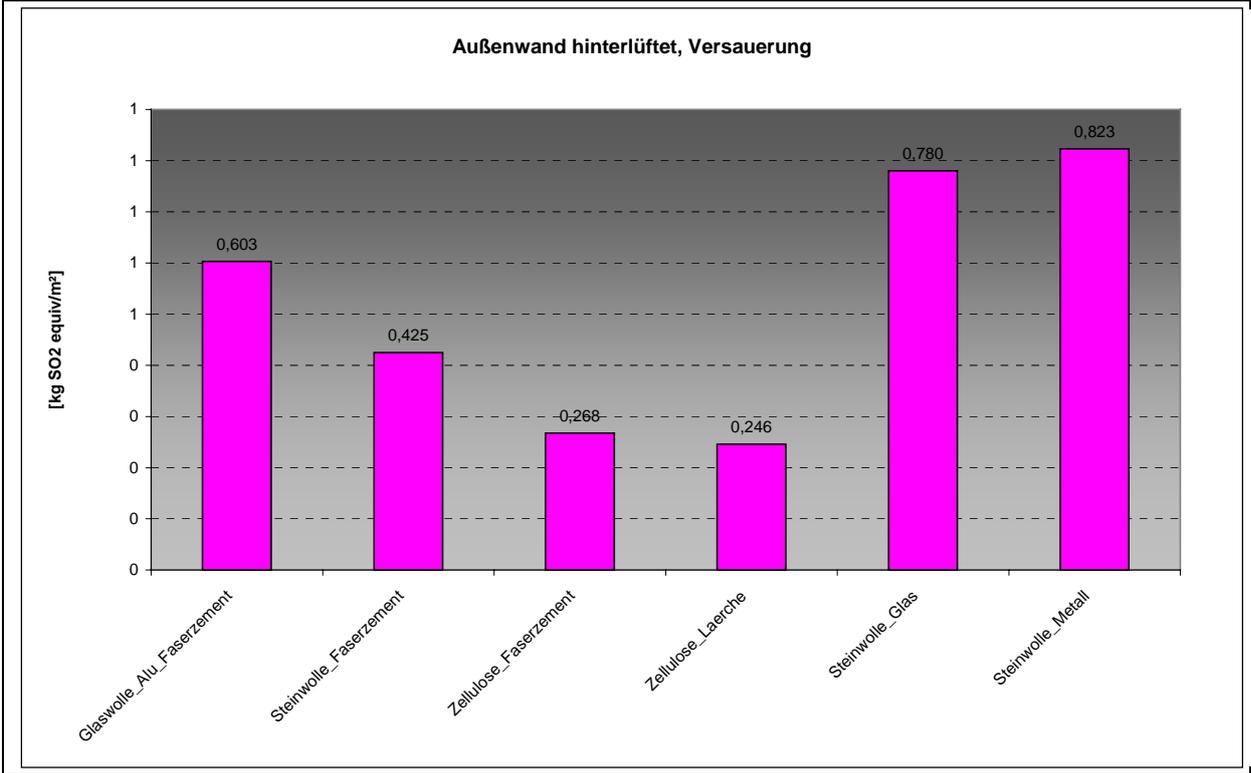
14.2.6 Hinterlüftete Aluminiumfassade mit Steinwolle

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Aluminiumblech eloxiert	0,003
2	Aluminiumlatten	
3	PE-Windsperre	
4	Holzschalung	0,024
5	Doppel-T-Träger (Holz-Gurt + OSB-Steg)	0,300
6	Steinwolle	0,300



14.2.7 Zusammenfassung





14.3 Innendämmung der Außenwand

Es werden die folgenden Systeme dargestellt:

- Faserdämmstoff nicht kapillarleitfähig: Vorsatzschale Glaswolle, Dampfsperre und Gipsfaserplatte
- Faserdämmstoff nicht kapillarleitfähig: Vorsatzschale Steinwolle, Dampfsperre und Gipsfaserplatte
- Faserdämmstoff nicht kapillarleitfähig: Vorsatzschale, Zelluloseflocken aufgesprüht mit Gipsfaserplatte
- WDVS Dämmstoff dampfbremsend: EPS verputzt
- WDVS Dämmstoff dampfbremsend: Kork verputzt
- WDVS Dämmstoff diffusionsoffen, leicht kapillarleitfähig: Holzfaserdämmplatte verputzt
- WDVS diffusionsoffen, kapillarleitfähig: Calcium-Silikatplatte verputzt
- WDVS Dämmstoff dampfdicht: Schaumglas verspachtelt

Die angegebenen Dämmstoffstärken sind nur bei günstigen Randbedingungen anwendbar. Für den Einsatz sind jedenfalls die bauphysikalischen Anforderungen bezüglich Feuchteverhalten vom Fachplaner zu prüfen:

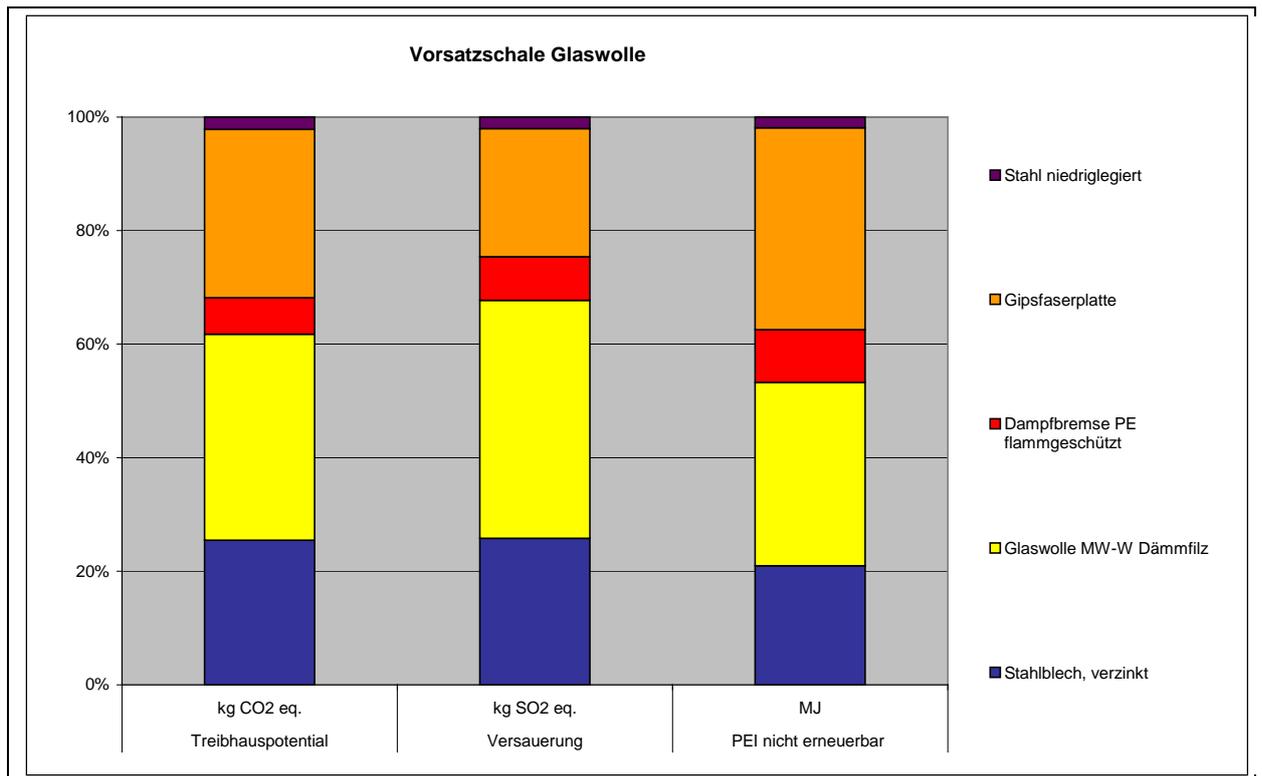
- Bauphysikalische Eigenschaften der Außenwand (Ziegelmauerwerk, Steinmauerwerk etc.)
- Schlagregenbelastung, Eigenschaften Außenputz (wenn vorhanden)
- Eigenschaften der einbindenden Innenbauteile, insbesondere Holzbalkendecken

Gegebenenfalls ist die Dämmstoffstärke zu reduzieren.

Innenseitig dürfen bei den Varianten Dämmstoff dampfdiffusionsoffen und kapillarleitfähig nur diffusionsoffene Endbeschichtungen gewählt werden. Verklebung, Verspachtelung und Innenputz sollten ausschließlich mit den Komponenten des Systemanbieters (oder technisch gleichwertigen) ausgeführt werden.

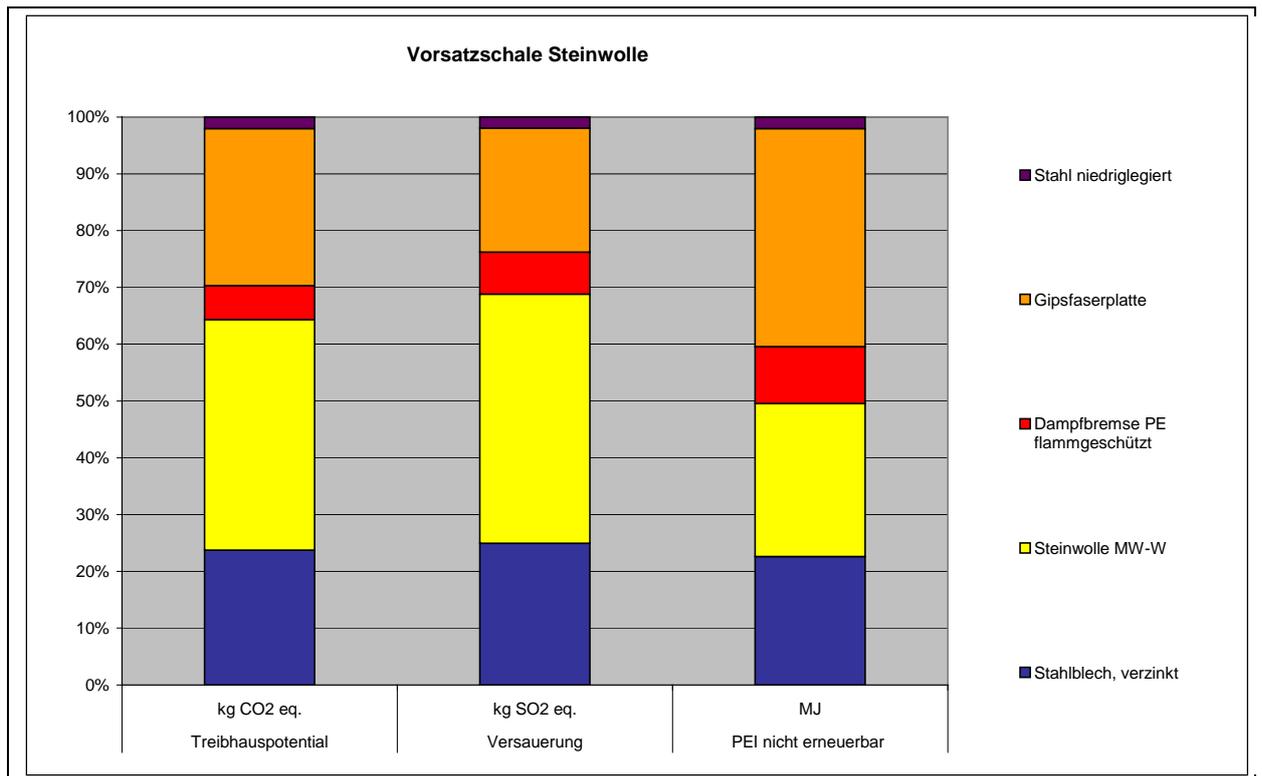
14.3.1 Vorsatzschale mit Glaswolle

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Stahlblech, verzinkt, Metallständer	
2	Glaswolle MW-W Dämmfilz ($\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$)	0,080
3	Dampfbremse PE flammgeschützt, 0,2 mm	
4	Gipsfaserplatte	0,015
5	Stahl niedriglegiert (Befestigung)	



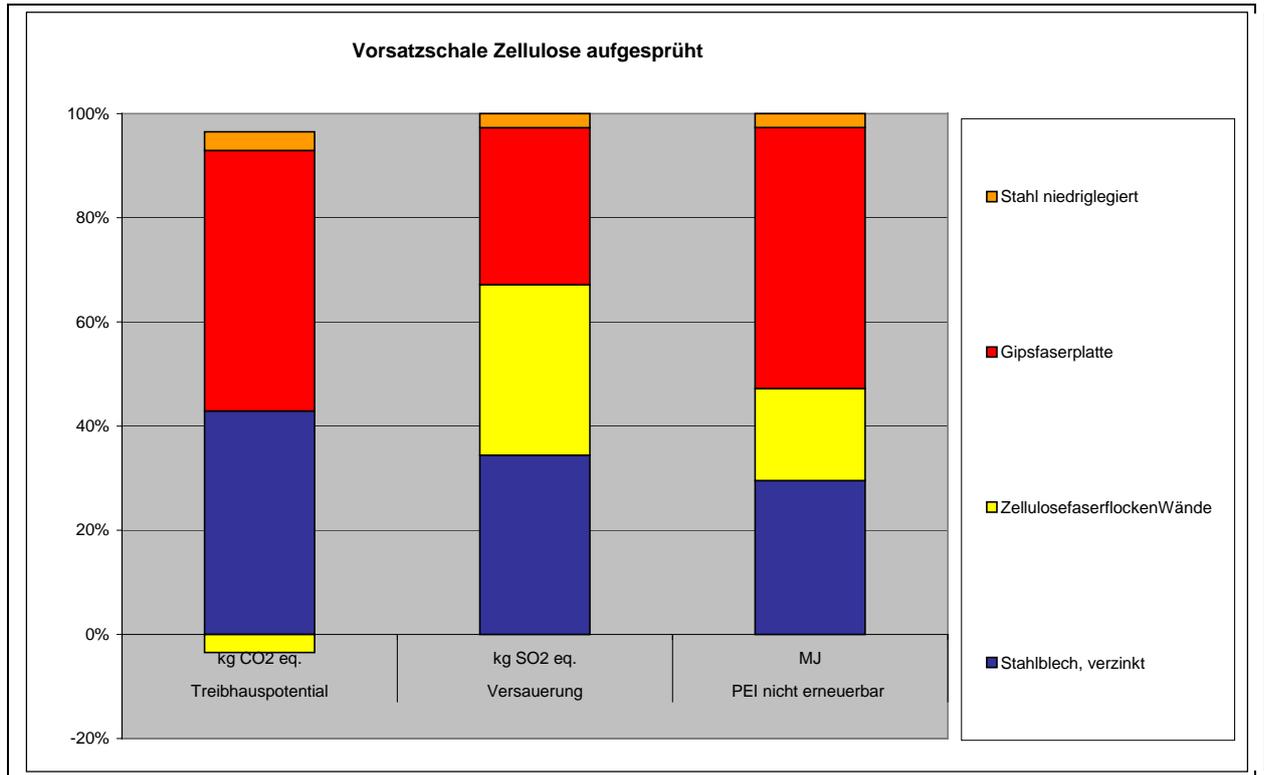
14.3.2 Vorsatzschale mit Steinwolle

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Stahlblech, verzinkt, Metallständer	
2	Steinwolle Dämmfilz ($\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$)	0,080
3	Dampfbremse PE flammgeschützt, 0,2 mm	
4	Gipsfaserplatte	0,015
5	Stahl niedriglegiert (Befestigung)	



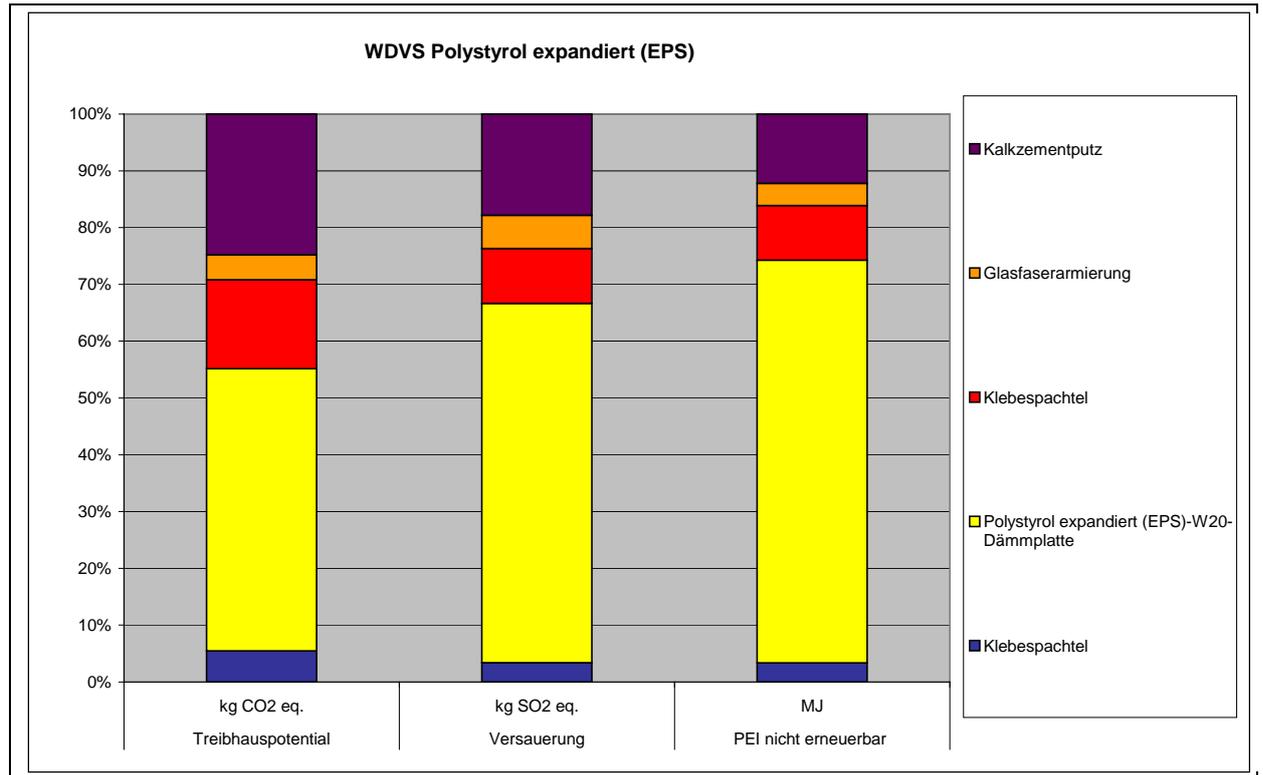
14.3.3 Vorsatzschale mit Zellulose

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Stahlblech, verzinkt, Metallständer	
2	Zellulose feucht aufgespritzt ($\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$)	0,080
3	Gipsfaserplatte	0,015
4	Stahl niedriglegiert (Befestigung)	



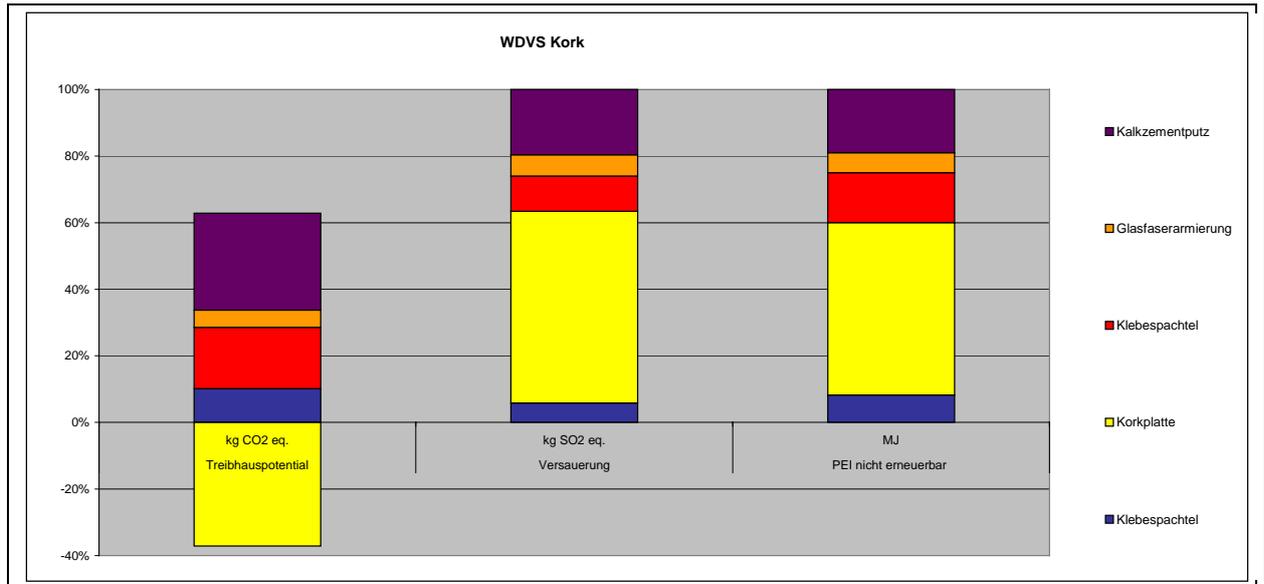
14.3.4 WDV5-Innendämmung mit Polystyrol expandiert

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Klebspachtel	
2	Polystyrol expandiert (EPS) ($\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$)	0,080
3	Klebspachtel	
4	Glasfaserarmierung	
5	Kalkzementputz	0,010



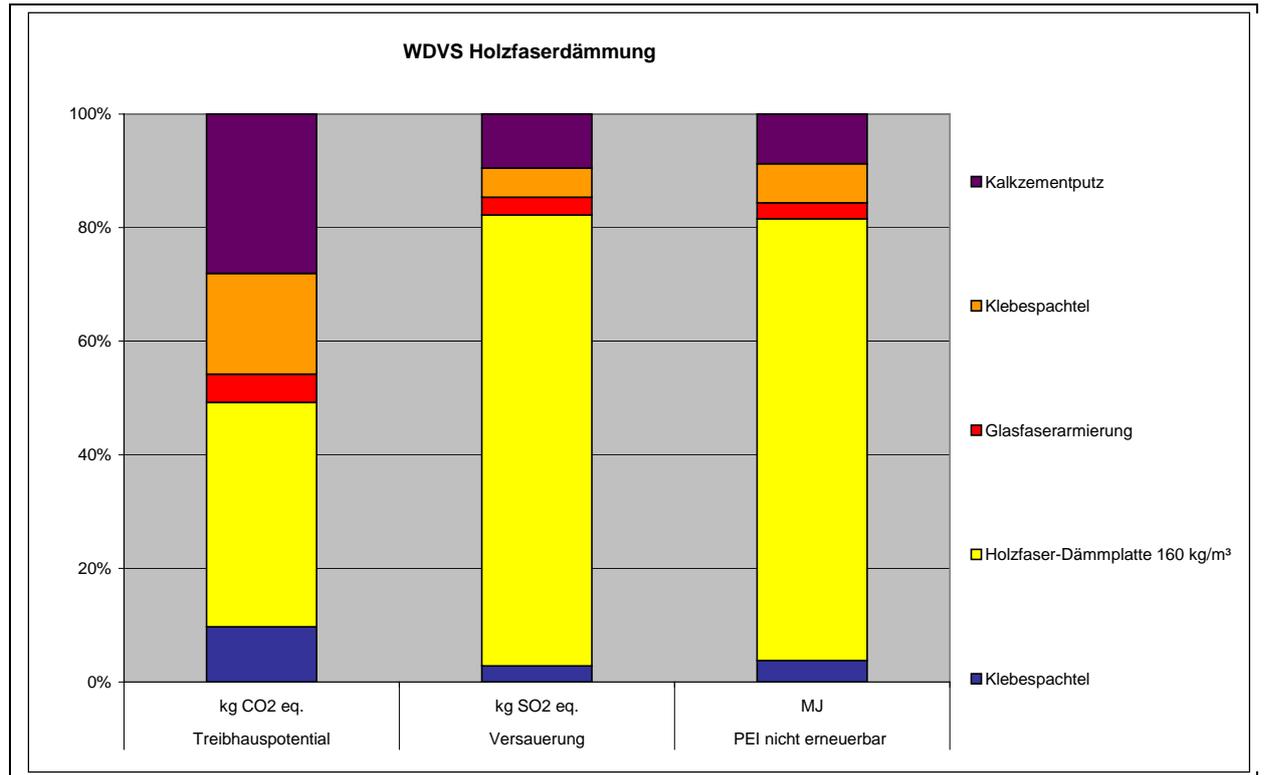
14.3.5 WDVS-Innendämmung mit Kork

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Klebspachtel	
2	Kork ($\lambda = 0,045 \text{ W/mK}$)	0,080
3	Klebspachtel	
4	Glasfaserarmierung	
5	Kalkzementputz	0,010



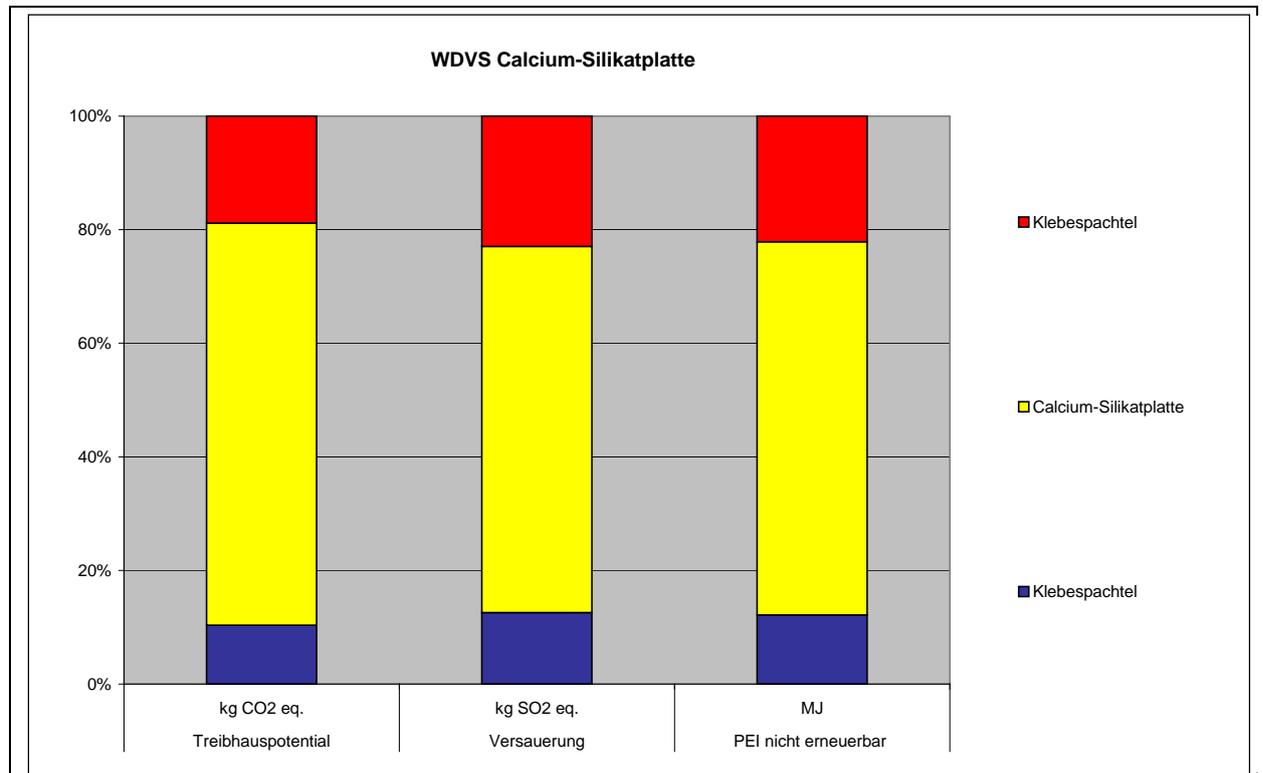
14.3.6 WDV5-Innendämmung mit Holzfaserdämmplatte

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Klebspachtel	
2	Holzfaserdämmplatte ($\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$)	0,080
3	Klebspachtel	
4	Glasfaserarmierung	
5	Kalkzementputz	0,010



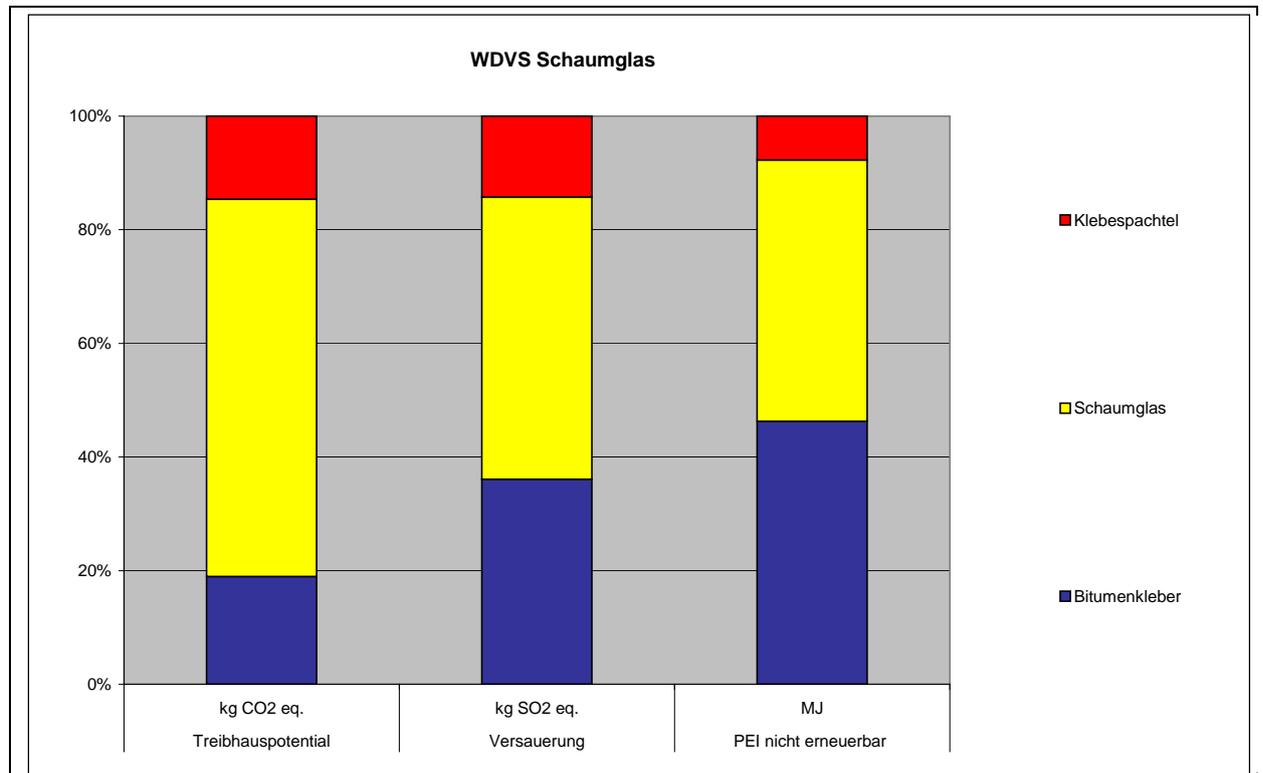
14.3.7 WDVS-Innendämmung mit Calciumsilikatdämmplatte

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Klebspachtel	
2	Calciumsilikat-Dämmplatte ($\lambda = 0,06 \text{ W/mK}$)	0,120
3	Klebspachtel	

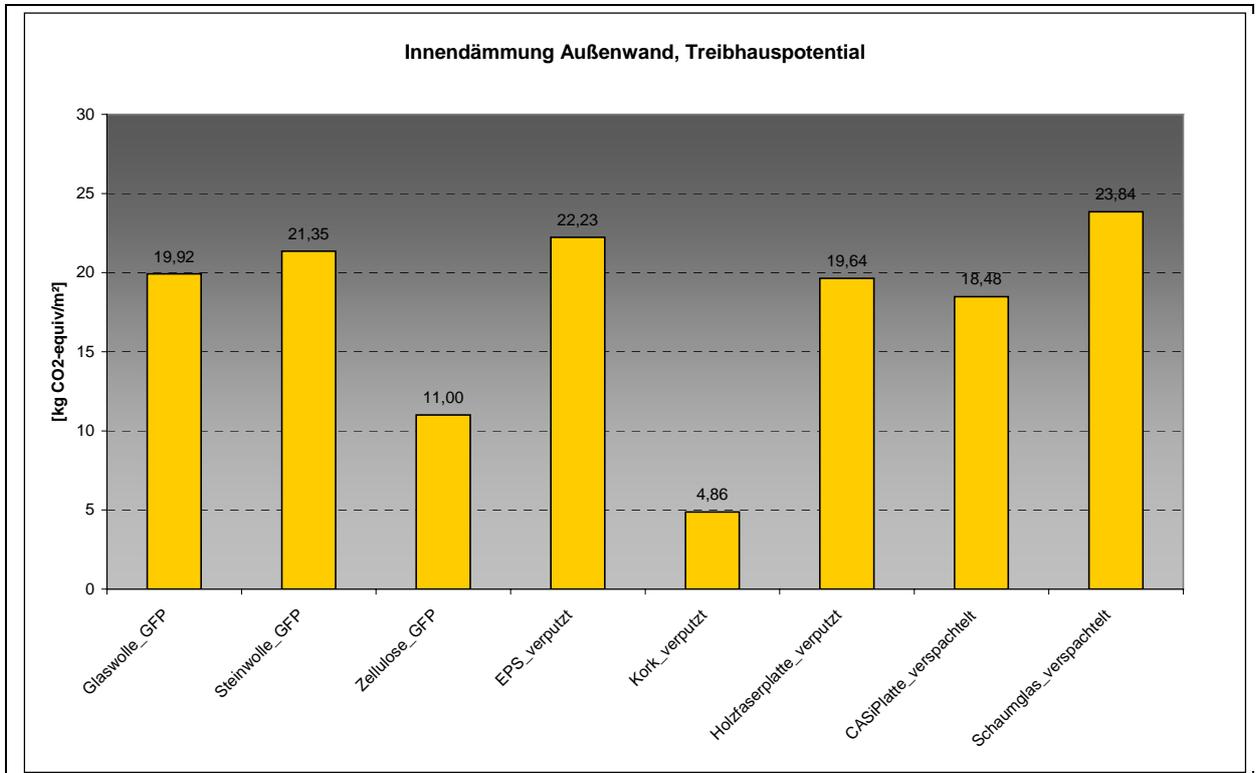
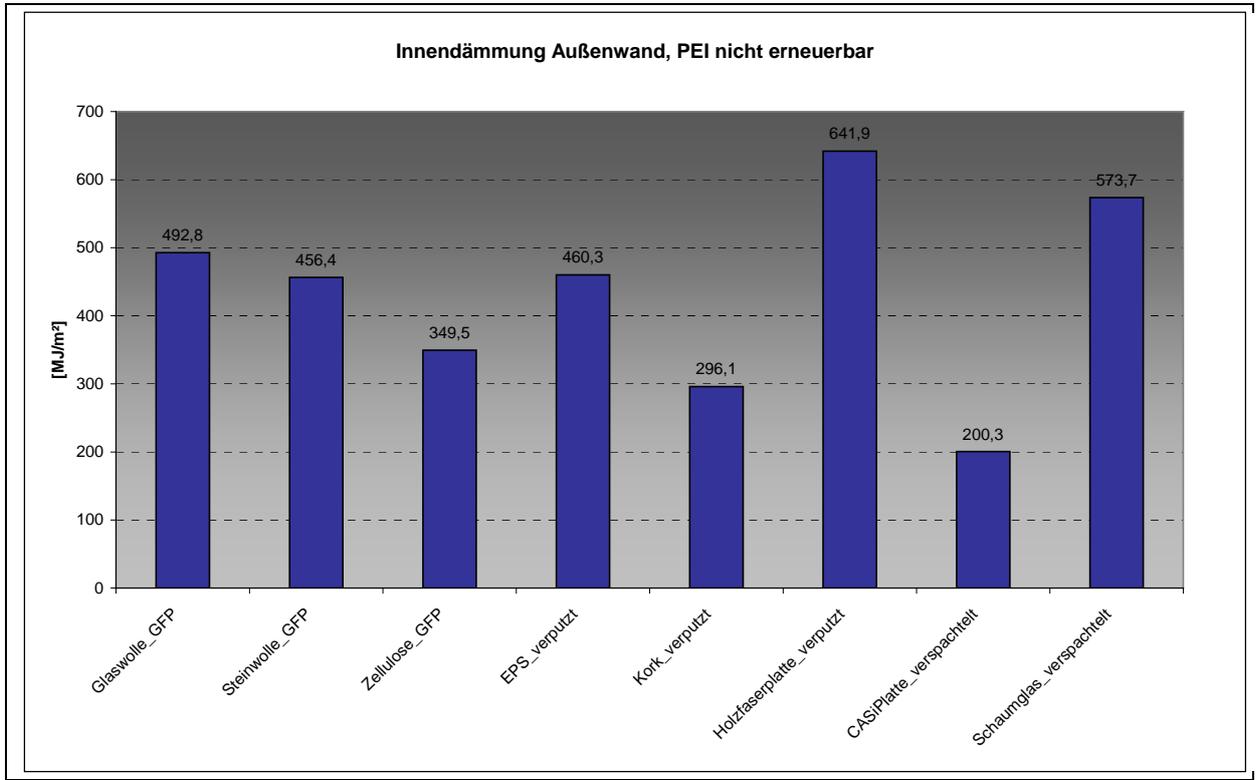


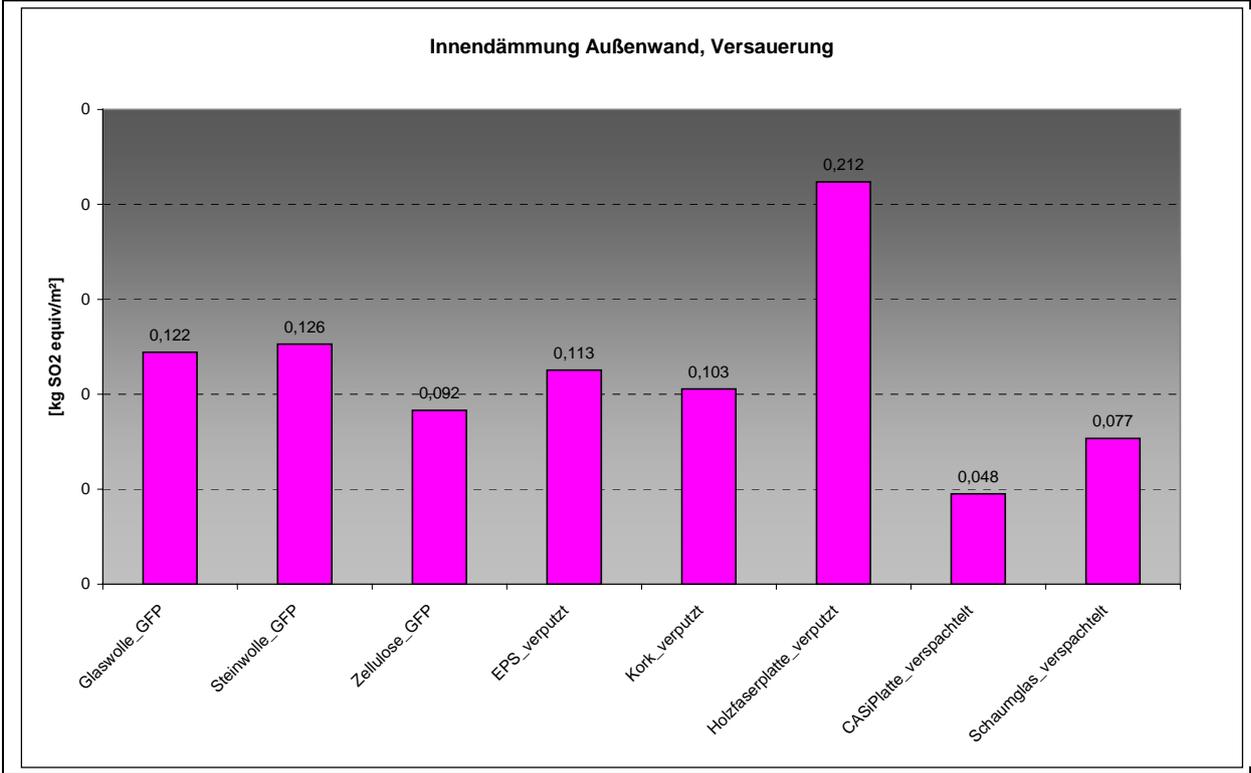
14.3.8 WDVS-Innendämmung mit Schaumglas

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Bitumenkleber	
2	Schaumglas ($\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$)	0,080
3	Klebspachtel	



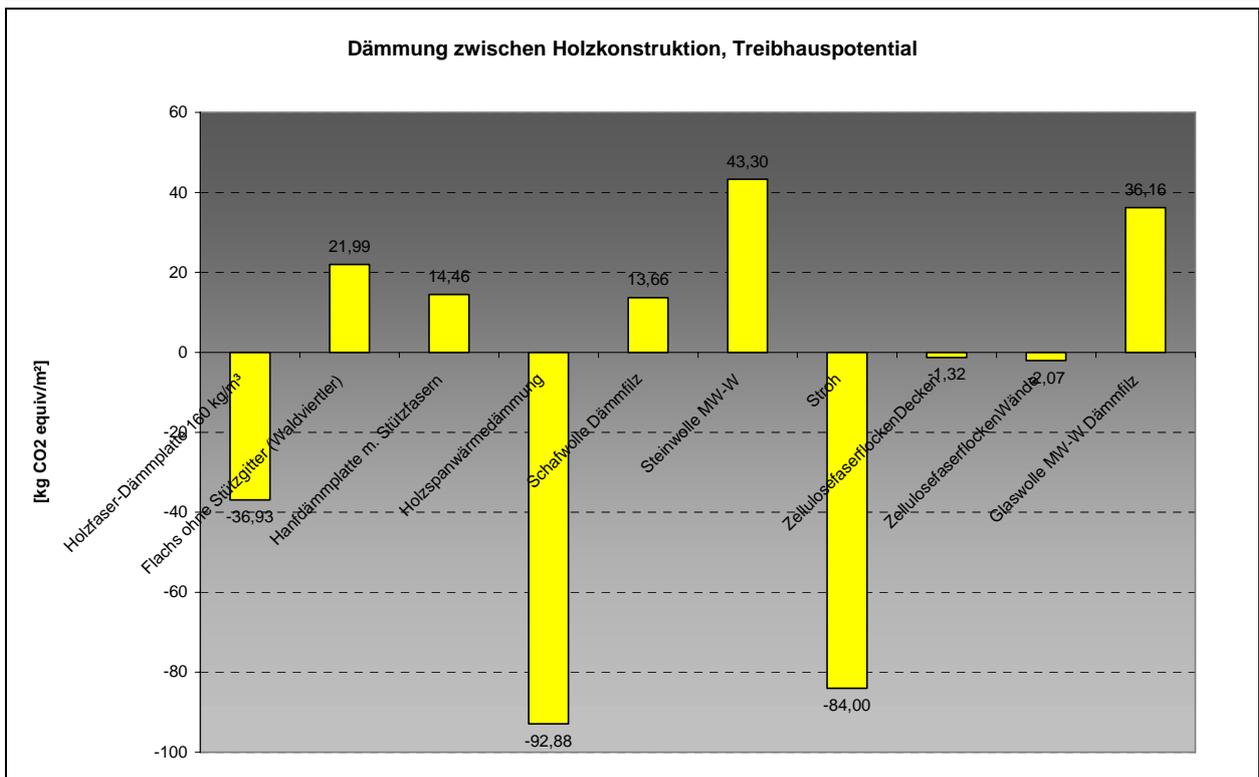
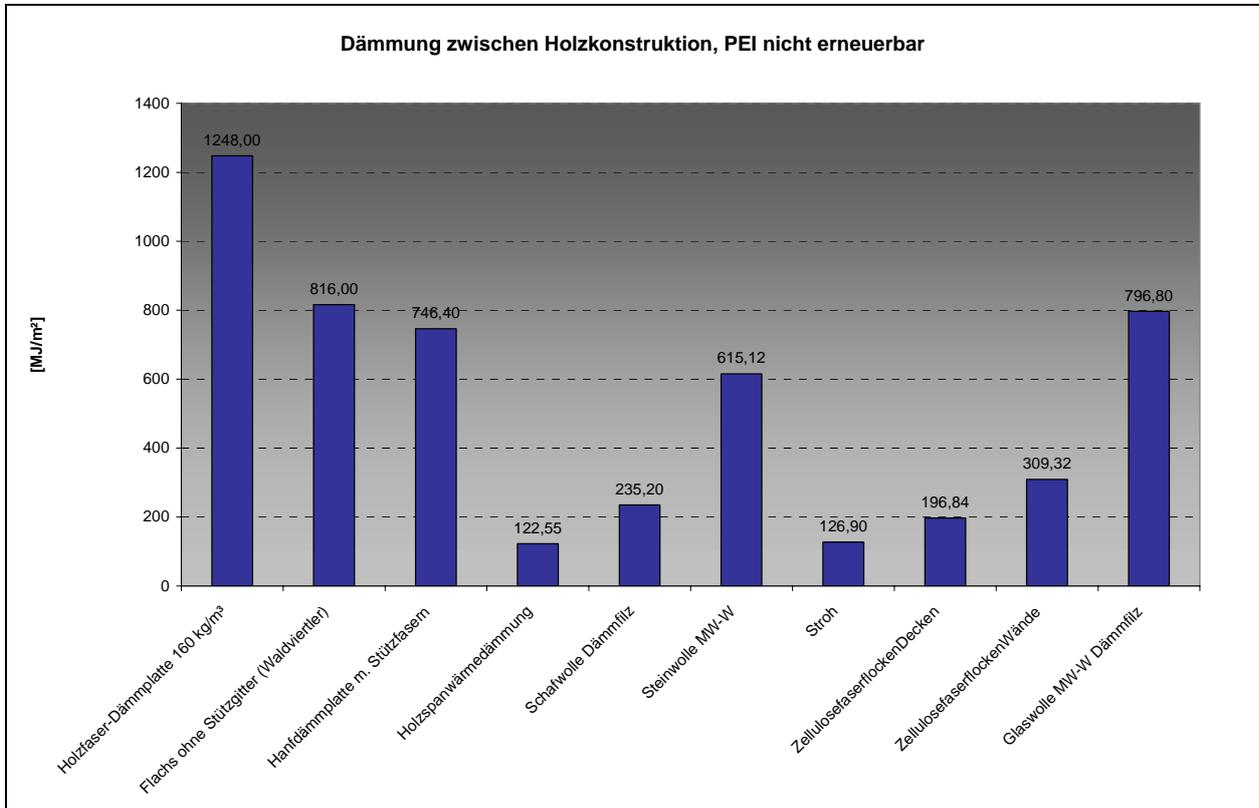
14.3.9 Zusammenfassung



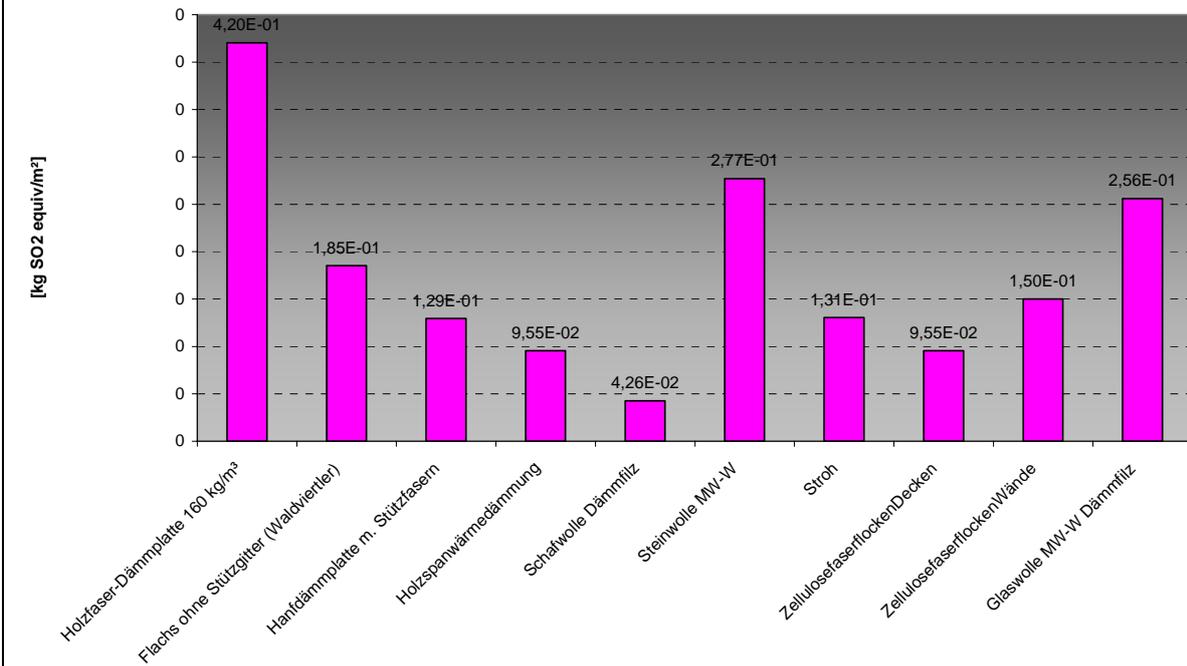


14.4 Dämmungen zwischen Holzkonstruktion leicht

14.4.1 Zusammenfassung



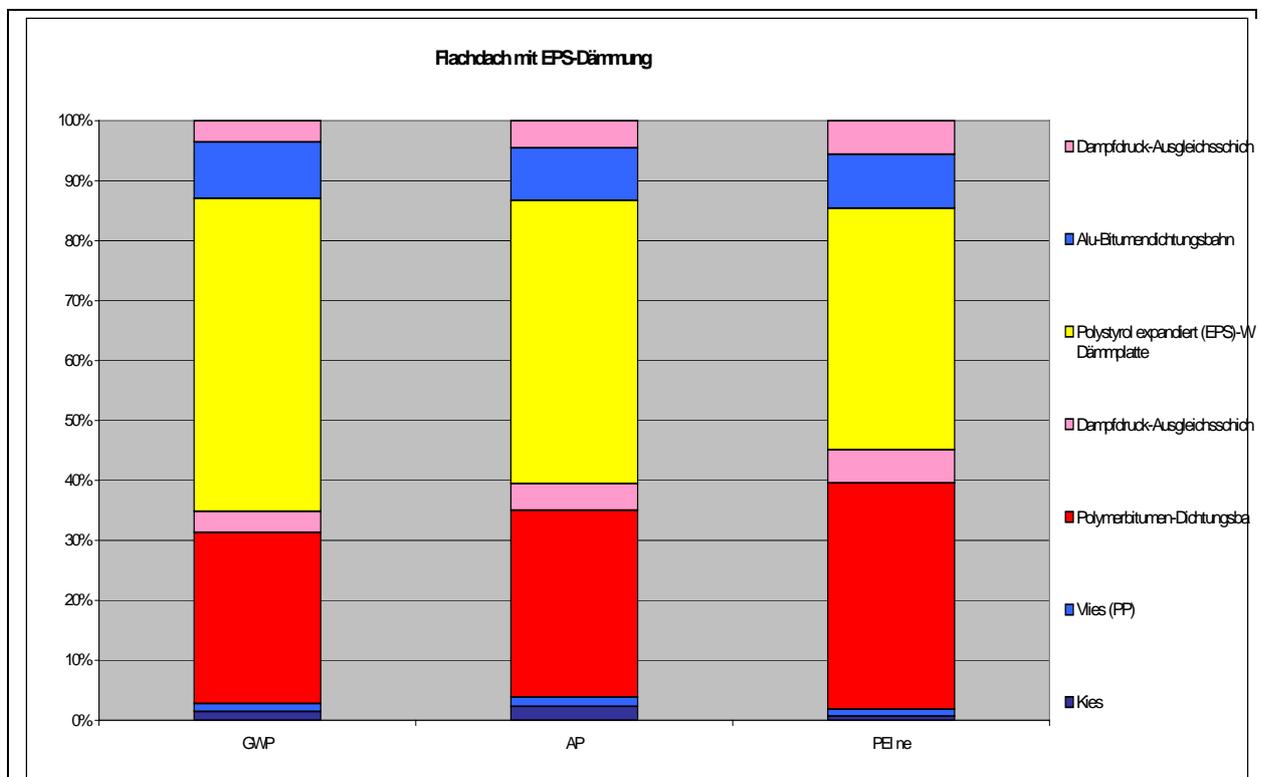
Dämmung zwischen Holzkonstruktion, Versauerung



14.5 Dämmung Flachdach massiv

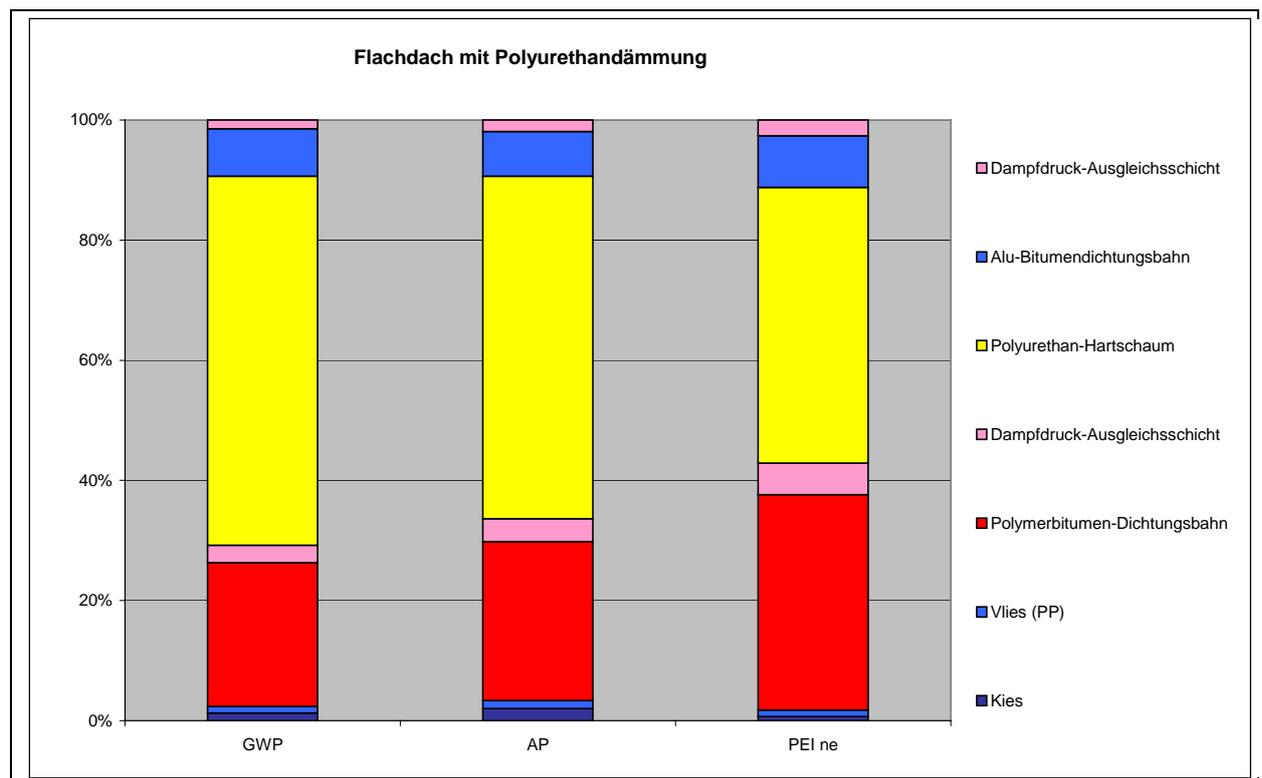
14.5.1 Flachdach mit EPS-Dämmung

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Kies	0,060
2	Vlies (PP)	
3	Polymerbitumen-Dichtungsbahn	
4	Dampfdruck-Ausgleichsschicht	
5	Polystyrol expandiert (EPS)-W25-Dämmplatte	0,360
6	Alu-Bitumendichtungsbahn	0,003
7	Dampfdruck-Ausgleichsschicht	



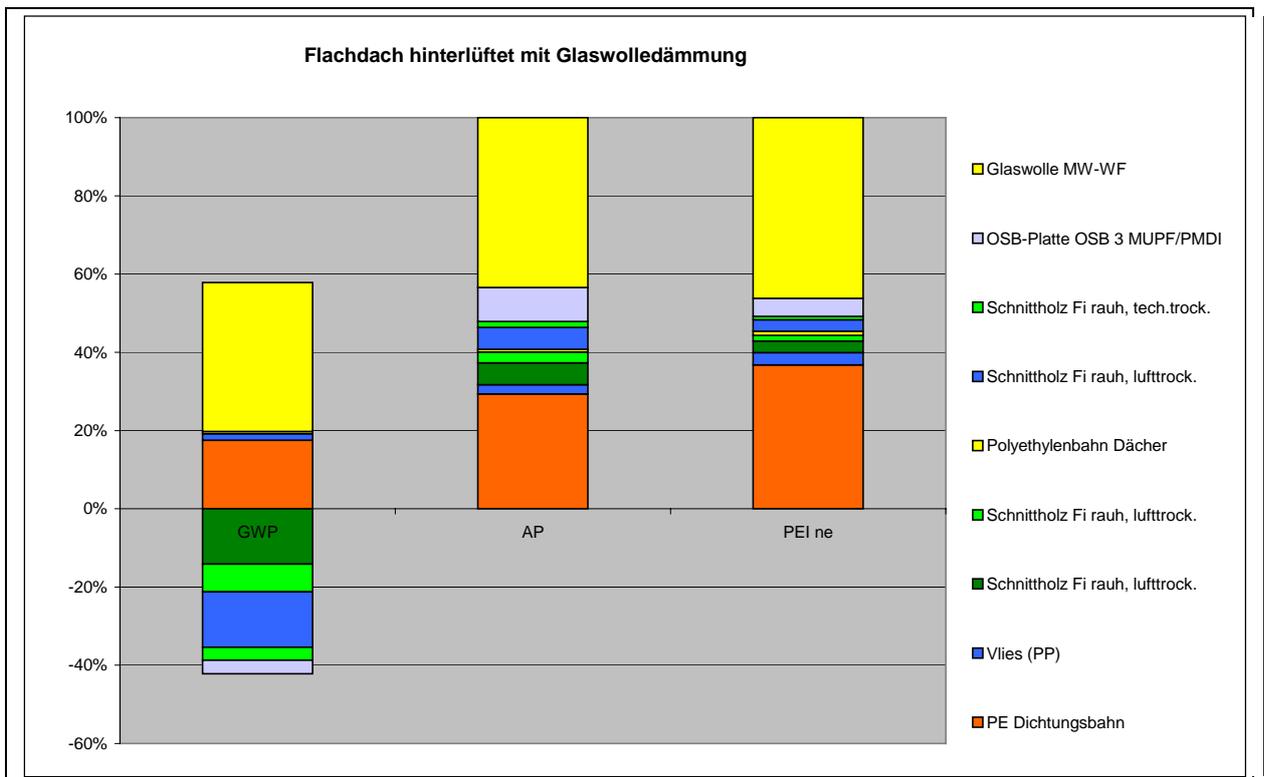
14.5.2 Flachdachdämmung mit Polyurethan

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Kies	0,060
2	Vlies (PP)	
3	Polymerbitumen-Dichtungsbahn	
4	Dampfdruck-Ausgleichsschicht	
5	Polyurethan-Hartschaum	0,270
6	Alu-Bitumendichtungsbahn	0,003
7	Dampfdruck-Ausgleichsschicht	



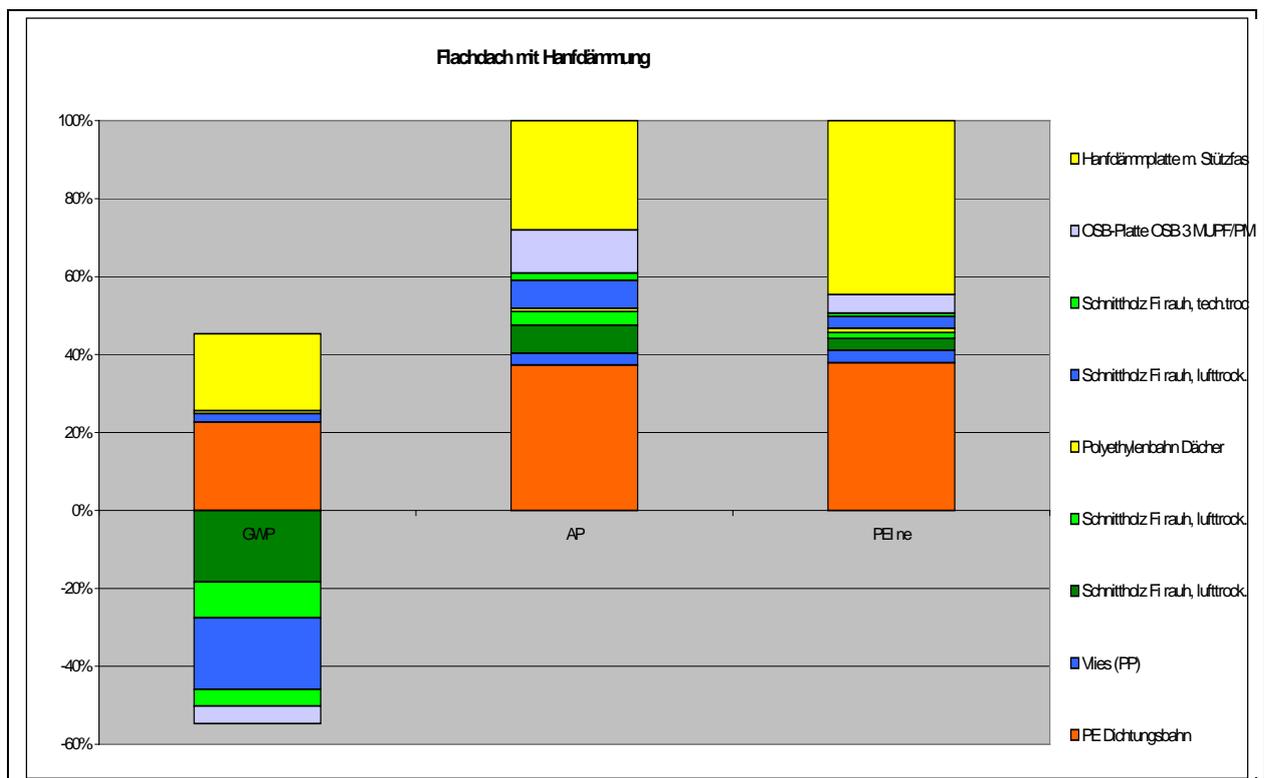
14.5.3 Flachdachdämmung mit Glaswolle

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	PE Dichtungsbahn, 18 mm	
2	Vlies (PP)	
3	Schnittholz Fi rau, lufttrocken	0,024
4	Schnittholz Fi rau, lufttrocken	0,120
5	Polyethylenbahn Dächer	
6	Schnittholz Fi rau, lufttrocken	0,024
7	Doppel-T-Träger (Holz-Gurt + OSB-Steg)	0,400
8	Glaswolle MW-WF	0,400



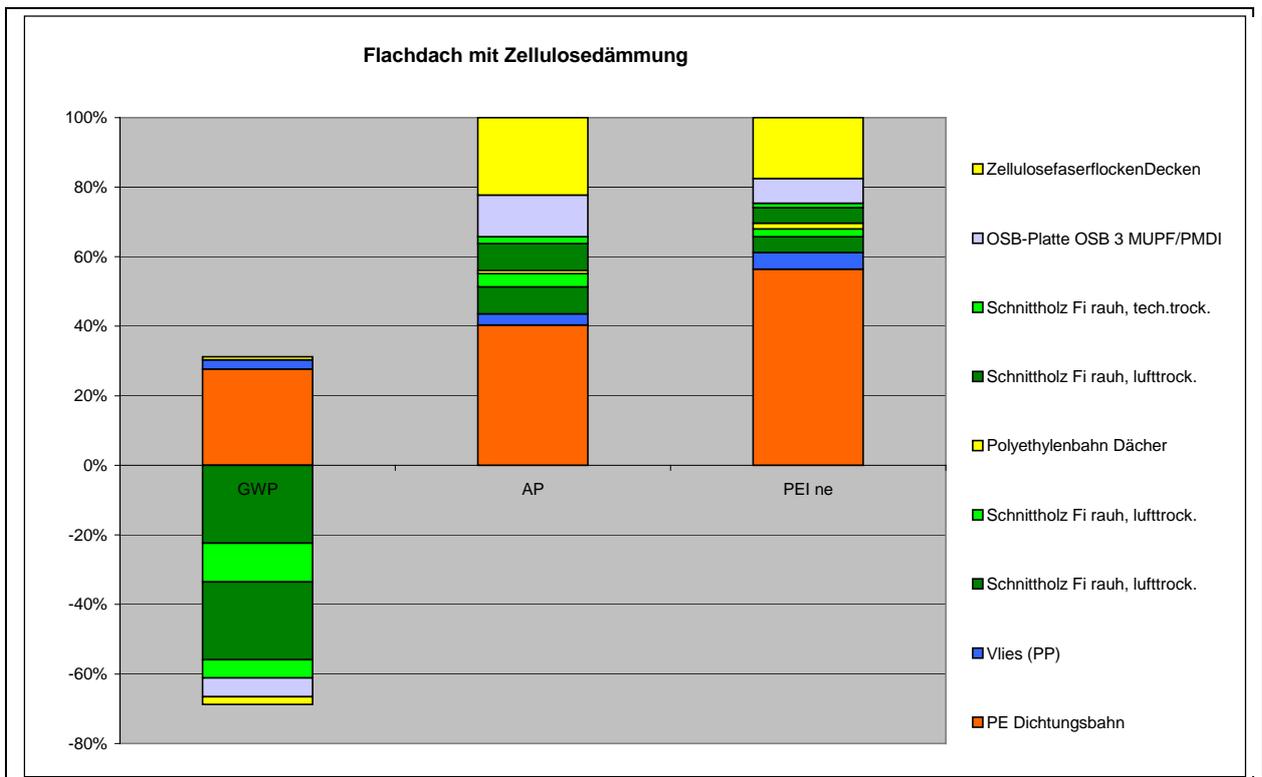
14.5.4 Flachdachdämmung mit Hanfplatten

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	PE Dichtungsbahn, 18 mm	
2	Vlies (PP)	
3	Schnittholz Fi rau, lufttrocken	0,024
4	Schnittholz Fi rau, lufttrocken	0,120
5	Polyethylenbahn Dächer	
6	Schnittholz Fi rau, lufttrocken	0,024
7	Doppel-T-Träger (Holz-Gurt + OSB-Steg)	0,400
8	Hanfämmplatte m. Stützfasern	0,400



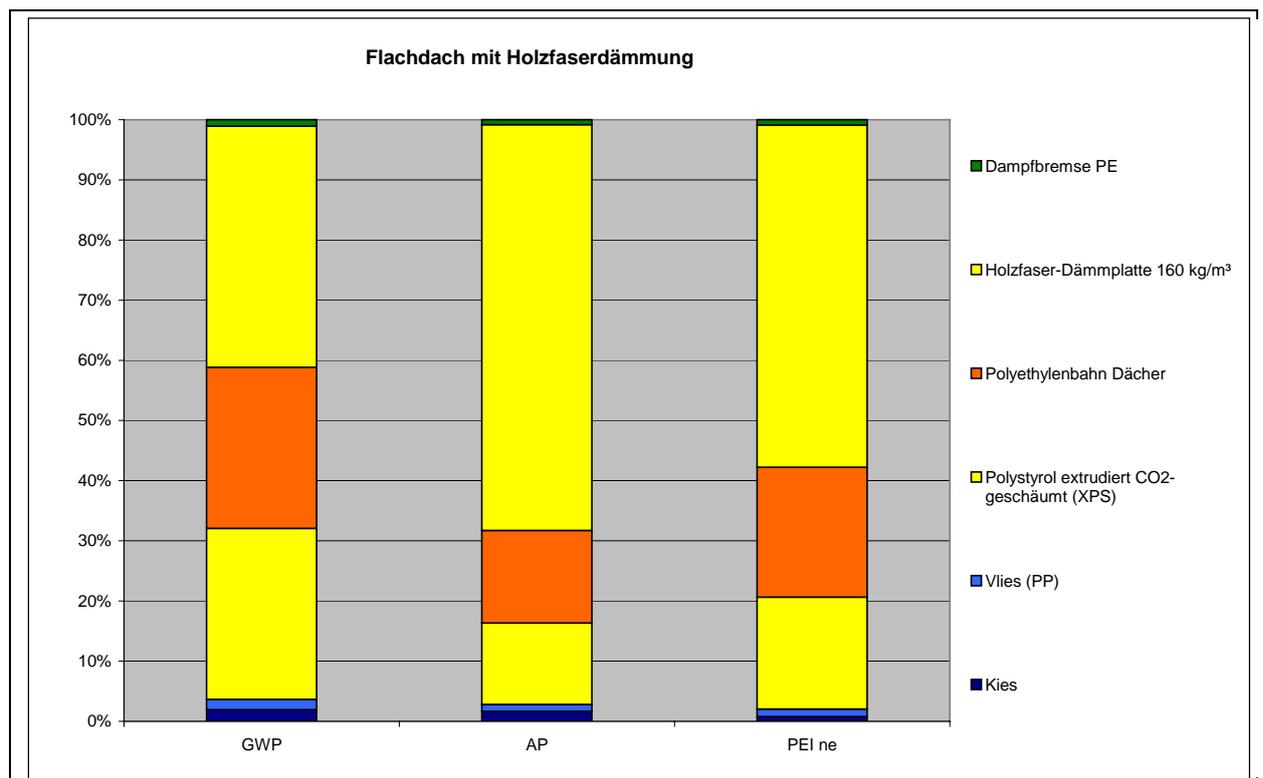
14.5.5 Flachdachdämmung mit Zellulosefaser

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	PE Dichtungsbahn, 18 mm	
2	Vlies (PP)	
3	Schnittholz Fi rauh, lufttrocken	0,024
4	Schnittholz Fi rauh, lufttrocken	0,120
5	Polyethylenbahn Dächer	
6	Schnittholz Fi rauh, lufttrocken	0,024
7	Doppel-T-Träger (Holz-Gurt + OSB-Steg)	0,400
8	Zellulosefaserflocken	0,400



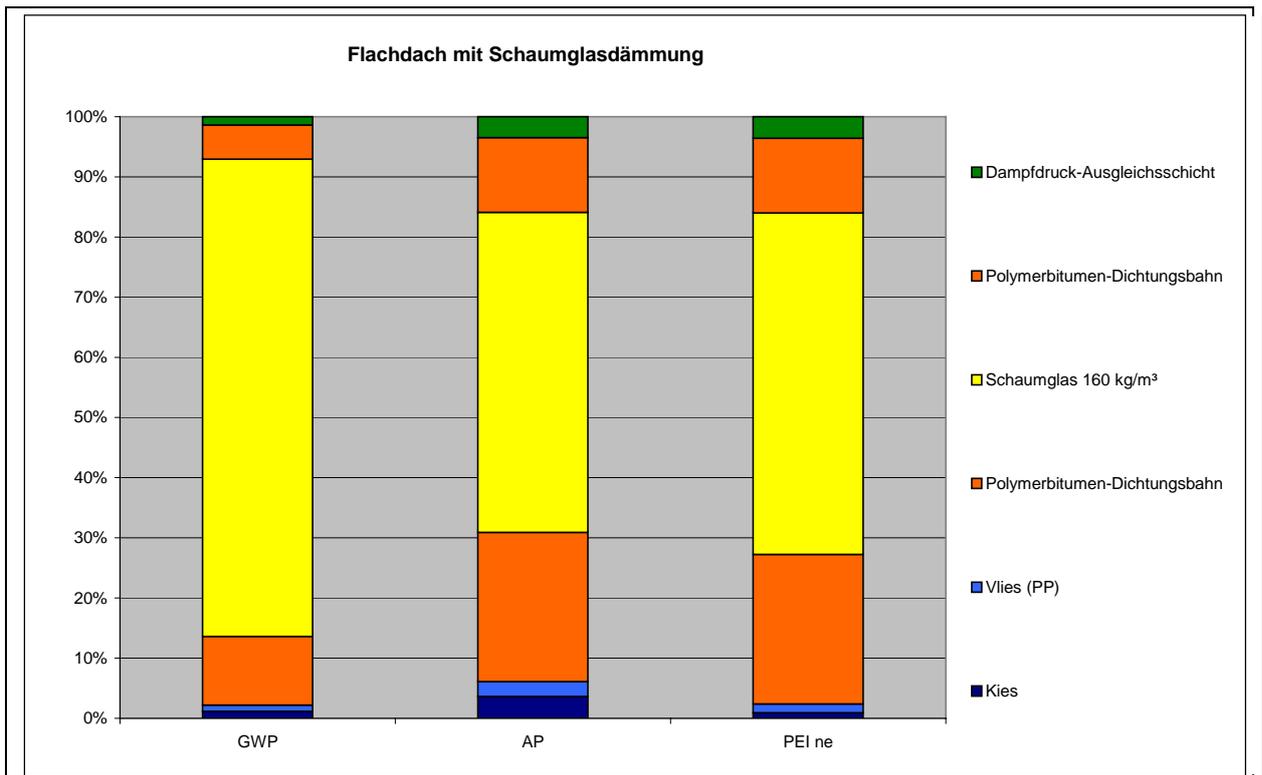
14.5.6 Flachdachdämmung mit Holzfaserplatten

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Kies	0,060
2	Vlies (PP)	
3	Polystyrol extrudiert CO ₂ -geschäumt (XPS)	0,050
4	Polyethylenbahn Dächer	0,002
5	Holzfaser-Dämmplatte 160 kg/m ³	0,380
6	Dampfbremse PE, 0,2 mm	



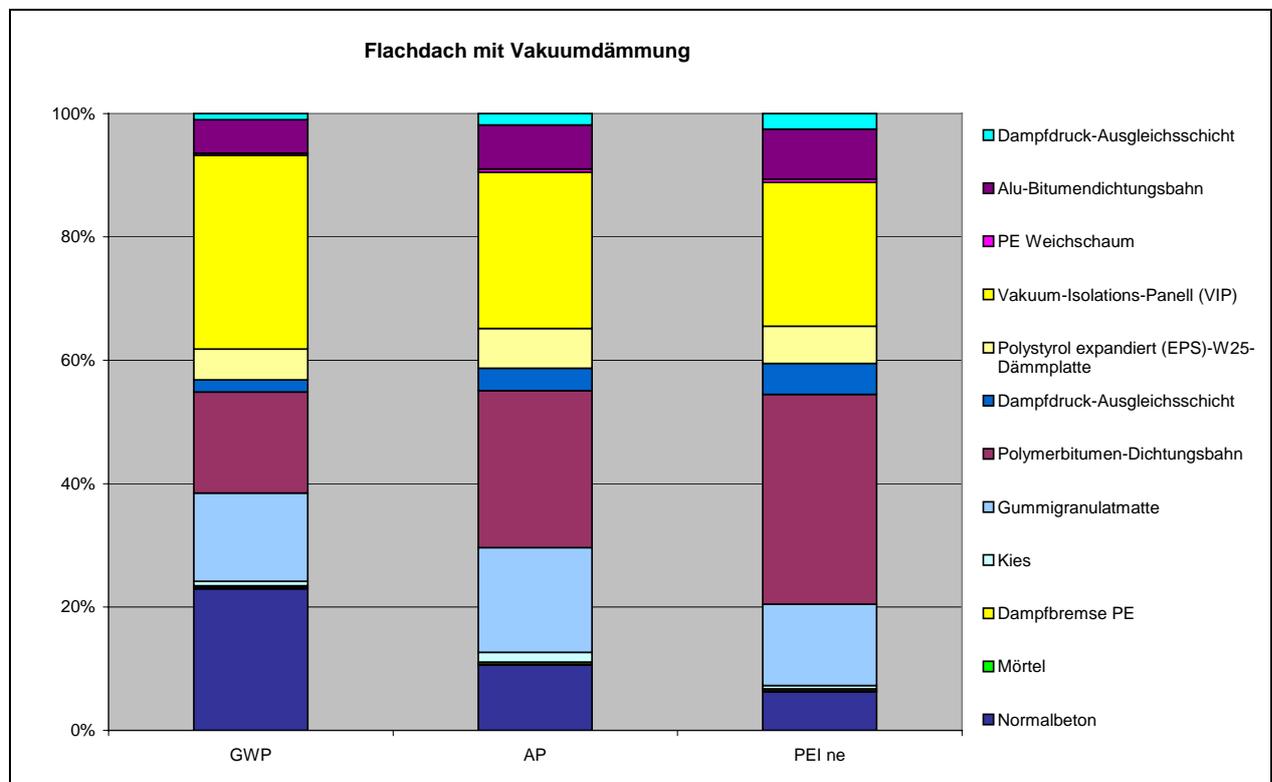
14.5.7 Flachdachdämmung mit Schaumglas

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Kies	0,060
2	Vlies (PP)	
3	Polymerbitumen-Dichtungsbahn	0,004
4	Schaumglas 160 kg/m ³	0,400
5	Polymerbitumen-Dichtungsbahn	0,004
6	Dampfdruck-Ausgleichsschicht	



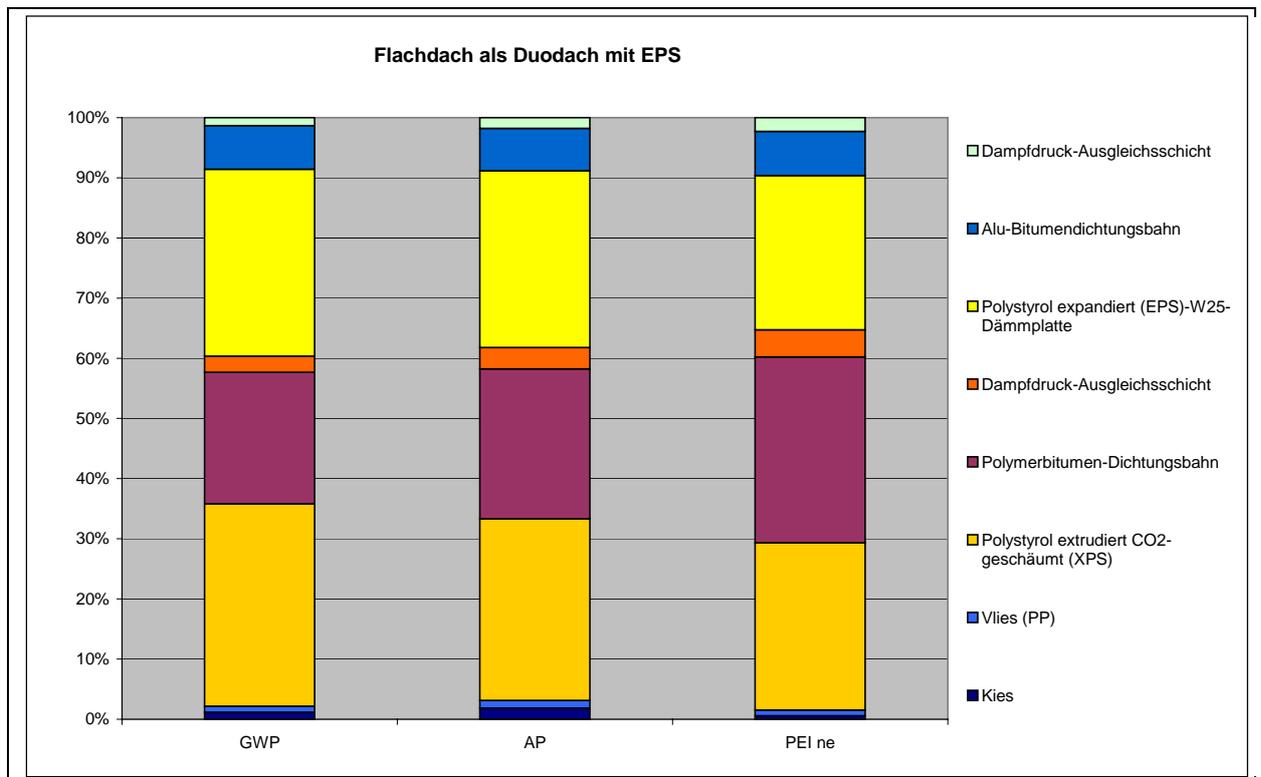
14.5.8 Flachdach mit Vakuumdämmung

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Normalbeton	0,050
2	Mörtel	
3	PE-Folie	
4	Kies	0,050
5	Gummigranulatmatte	0,010
6	Polymerbitumen-Dichtungsbahn	
7	Dampfdruck-Ausgleichsschicht	
8	Polystyrol expandiert (EPS)-W25-Dämmplatte	0,060
9	Vakuum-Isolations-Paneel (VIP)	0,050
10	PE Weichschaum	0,005
11	Alu-Bitumendichtungsbahn	0,003
12	Dampfdruck-Ausgleichsschicht, 17 mm	



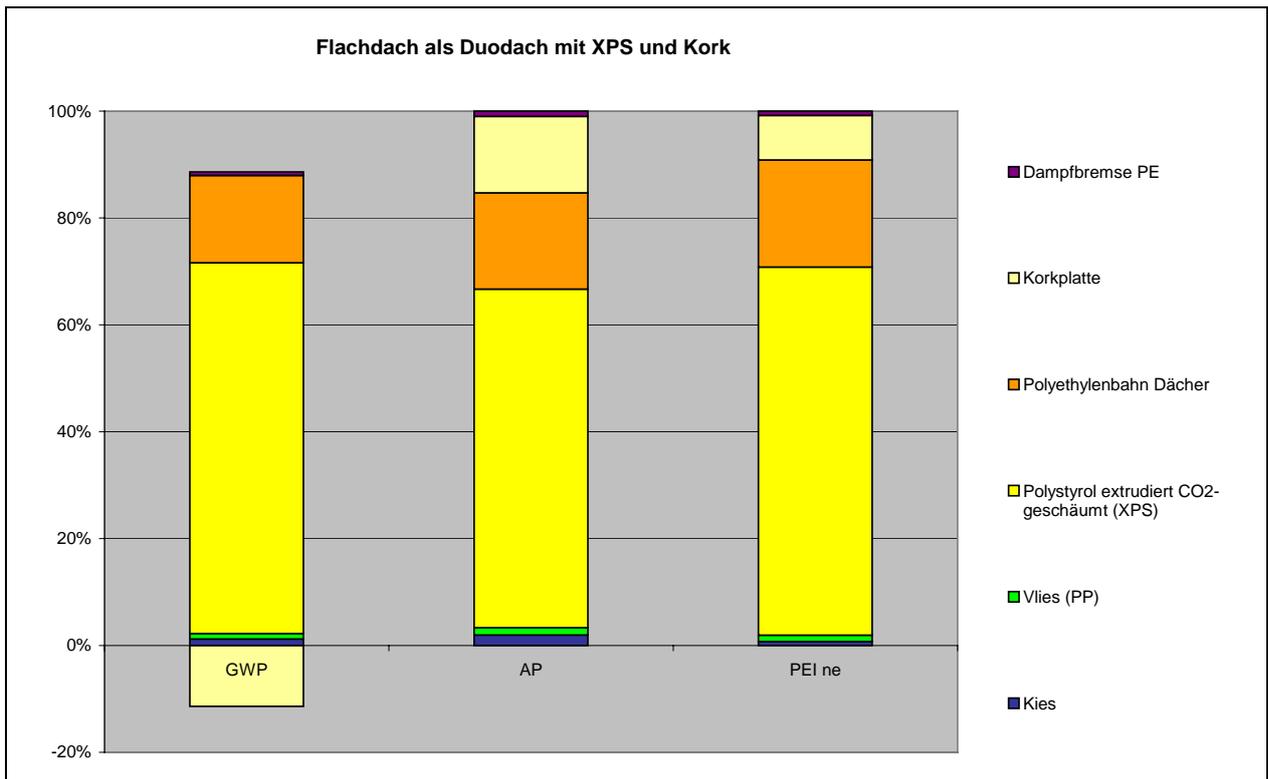
14.5.9 Flachdach als Duodach mit EPS-Dämmung

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Kies	0,060
2	Vlies (PP)	
3	Polystyrol extrudiert CO ₂ -geschäumt (XPS)	0,100
4	Polymerbitumen-Dichtungsbahn	
5	Dampfdruck-Ausgleichsschicht	
6	Polystyrol expandiert (EPS)-W25-Dämmplatte	0,280
7	Alu-Bitumendichtungsbahn	0,003
8	Dampfdruck-Ausgleichsschicht	

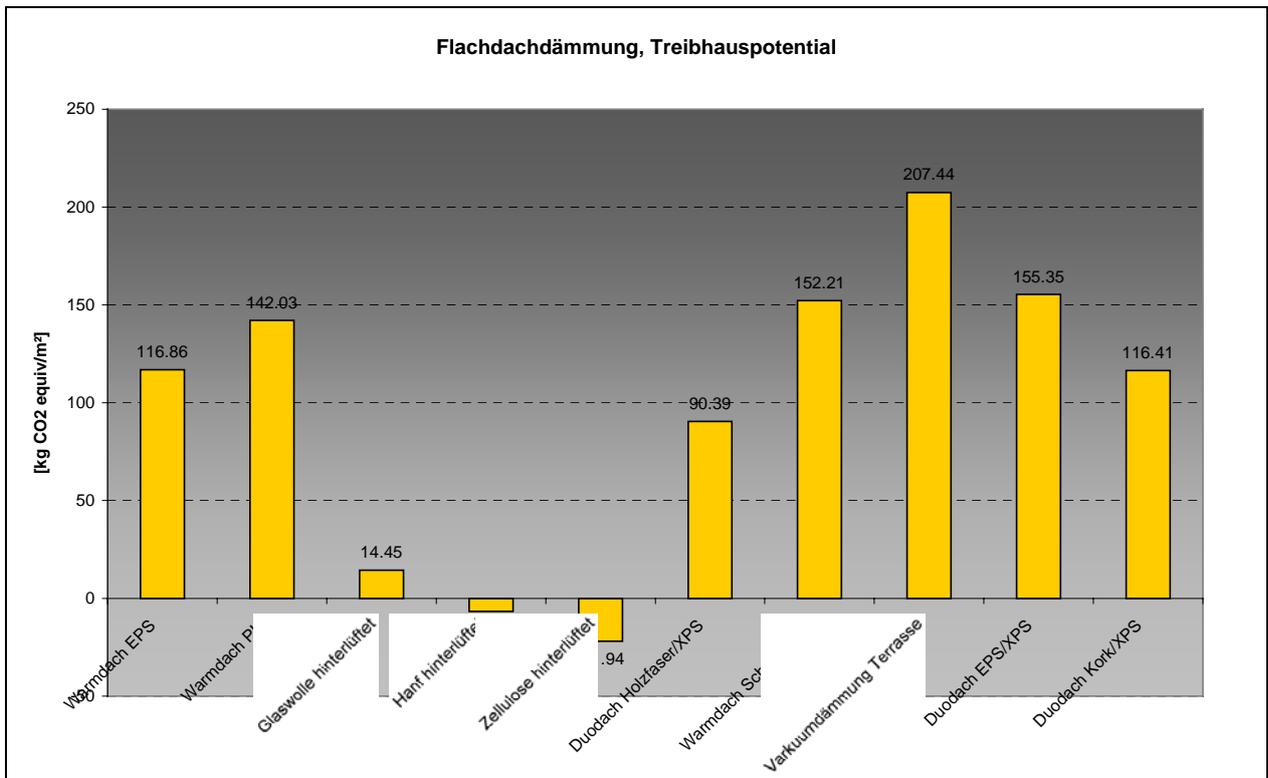
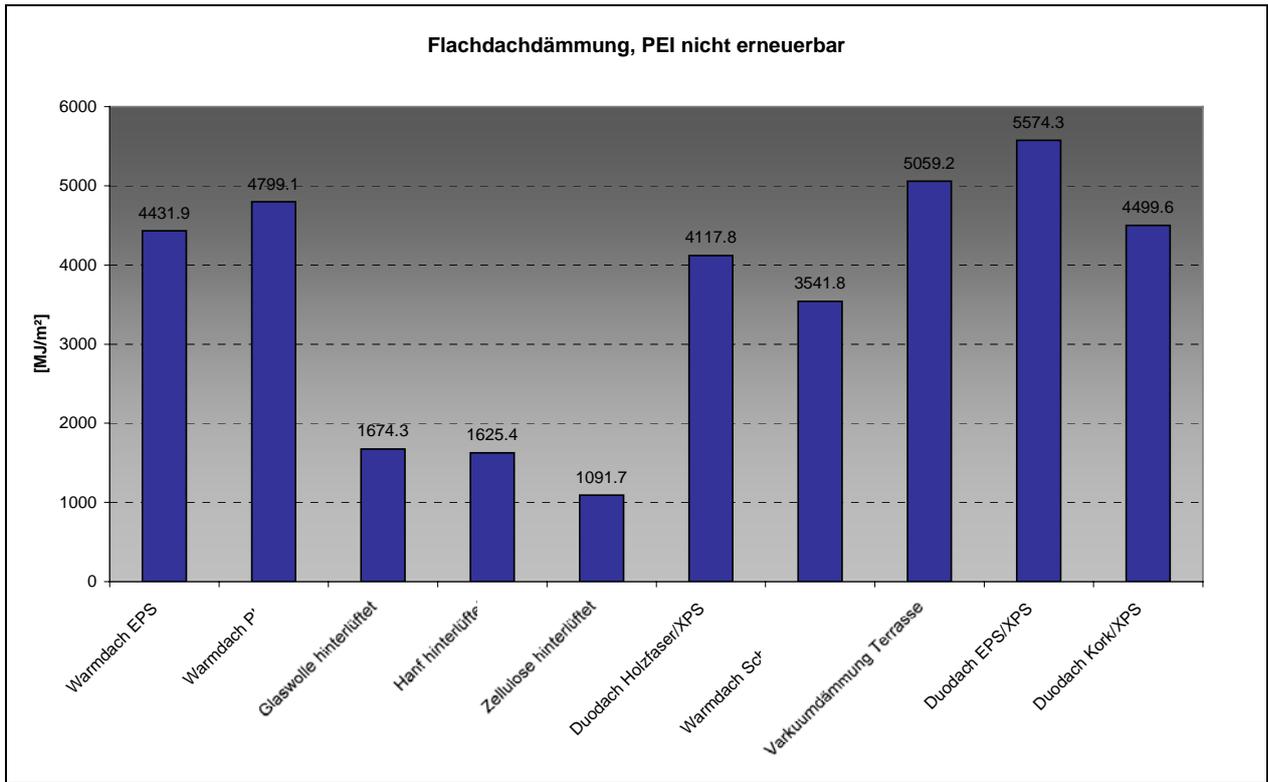


14.5.10 Flachdach als Duodach mit XPS und Kork

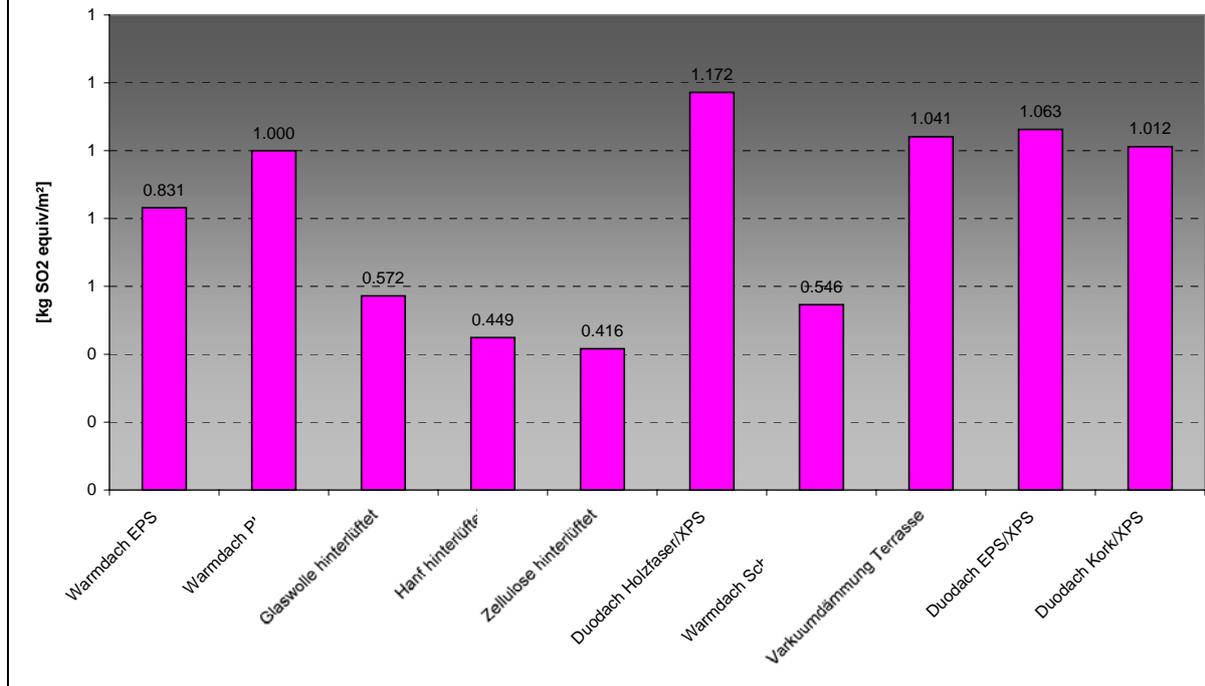
Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Kies	0,060
2	Vlies (PP)	
3	Polystyrol extrudiert CO ₂ -geschäumt (XPS)	0,200
4	Polyethylenbahn Dächer	0,002
5	Korkplatte	0,220
6	Dampfbremse PE, 0,2 mm	



14.5.11 Zusammenfassung



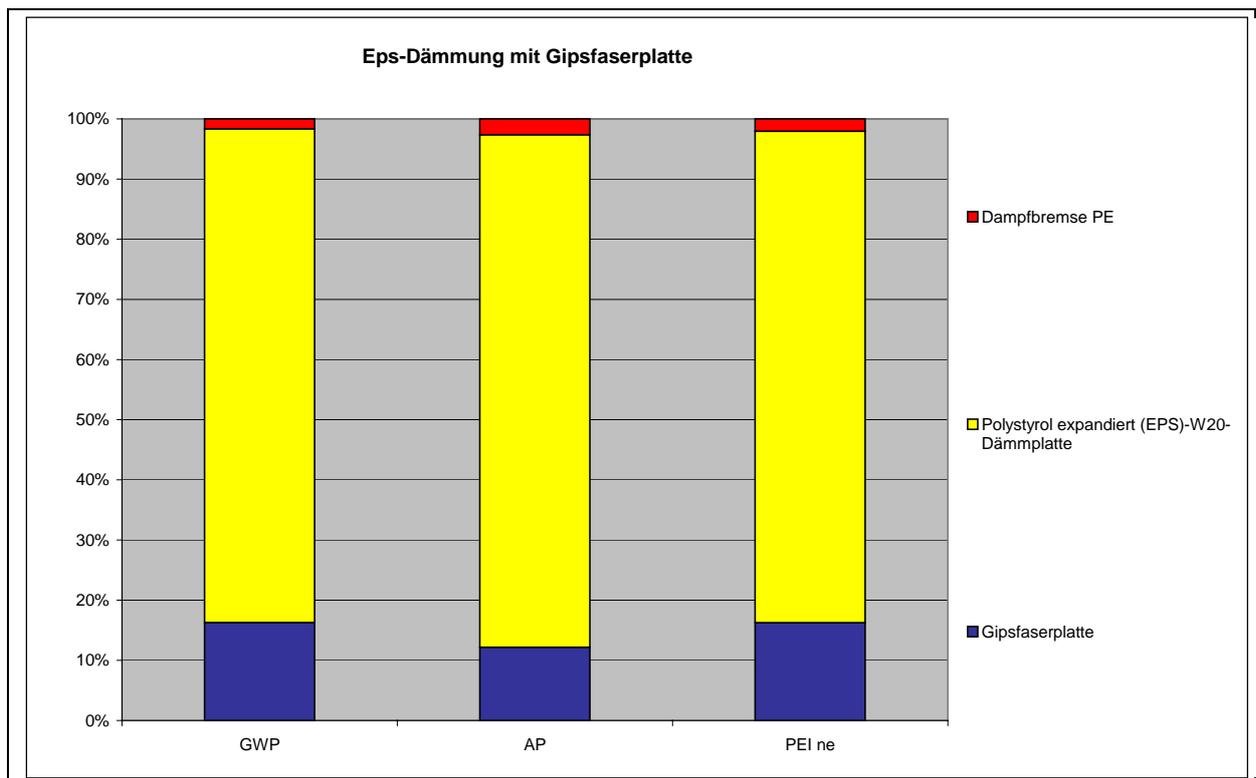
Flachdachdämmung, Versauerungspotential



14.6 Dämmung oberste Geschößdecke

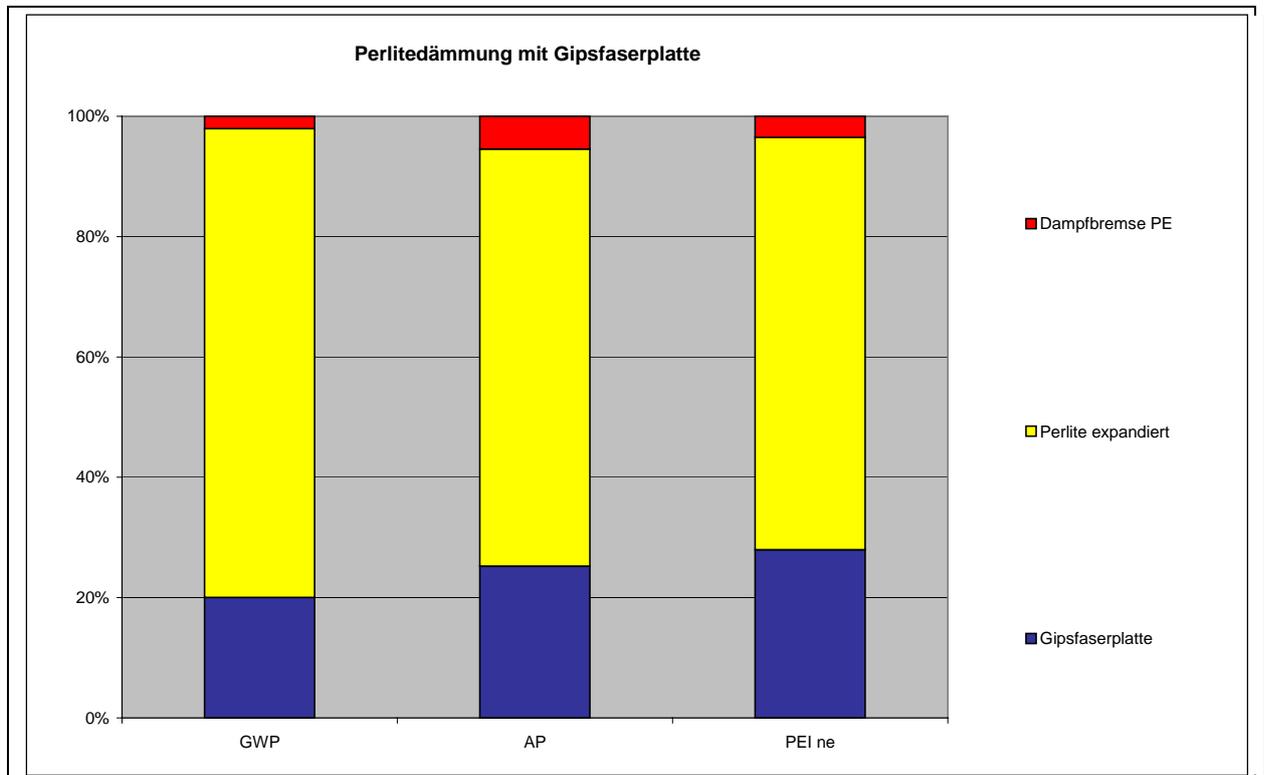
14.6.1 EPS-Dämmung mit Gipsfaserplatte

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Gipsfaserplatte	0,025
2	Polystyrol expandiert (EPS)-W20-Dämmplatte	0,360
3	Dampfbremse PE, 0,2 mm	



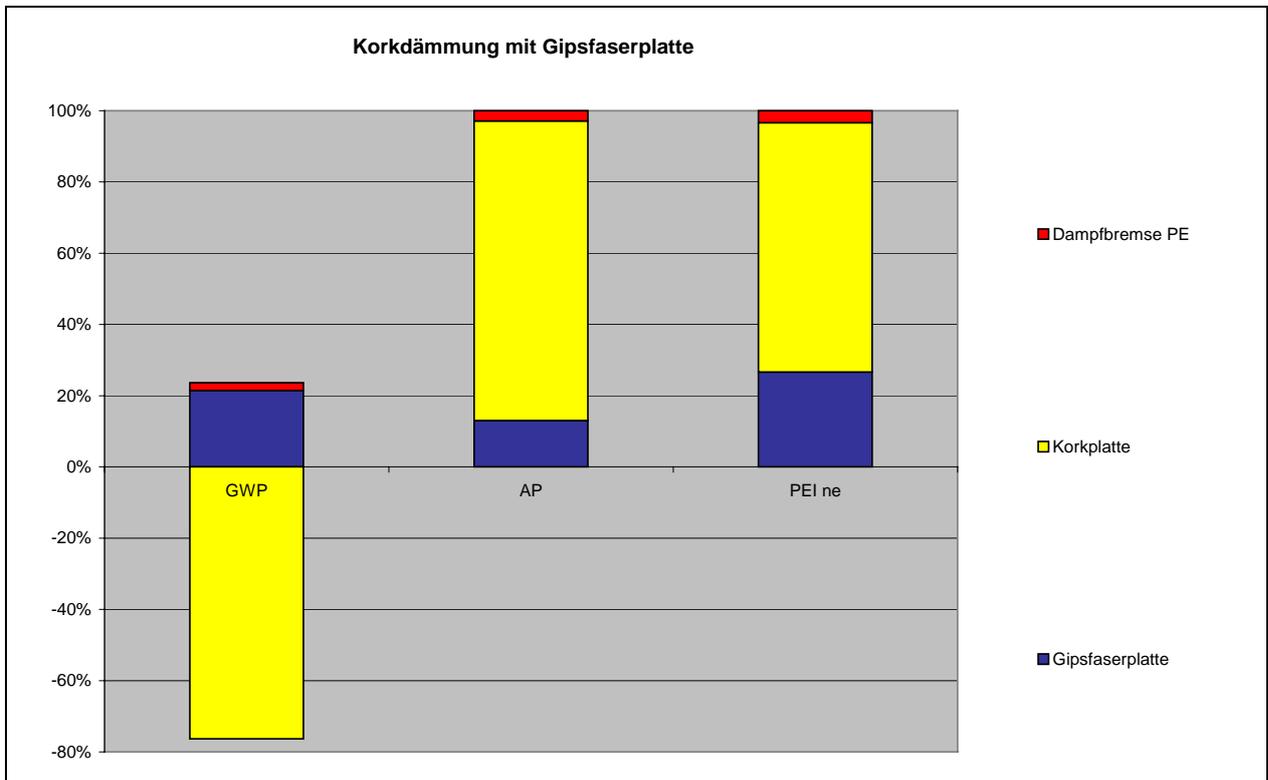
14.6.2 Perlite-Dämmung mit Gipsfaserplatte

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Gipsfaserplatte	0,025
2	Perlite expandiert	0,450
3	Dampfbremse PE, 0,2 mm	



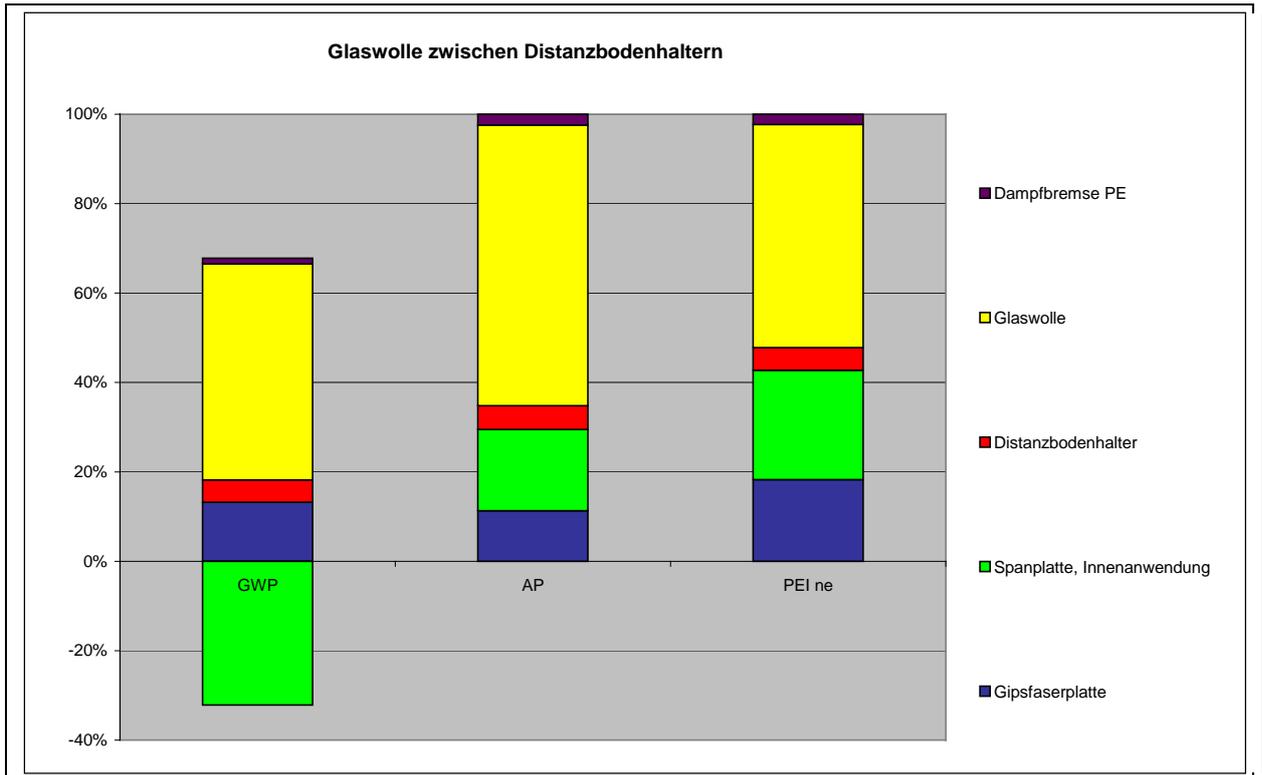
14.6.3 Kork-Dämmung mit Gipsfaserplatte

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Gipsfaserplatte	0,025
2	Korkplatte	0,450
3	Dampfbremse PE, 0,2 mm	



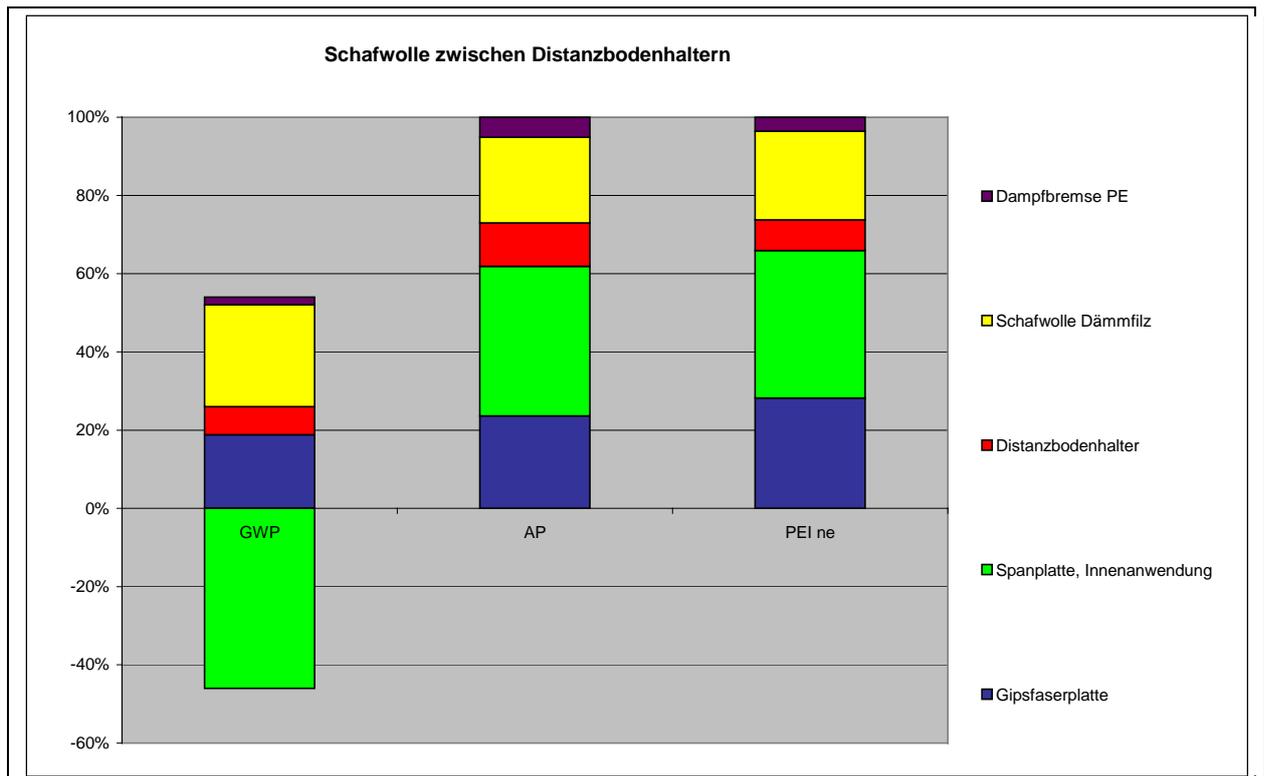
14.6.4 Glaswolle zwischen Distanzbodenhaltern

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Gipsfaserplatte	0,025
2	Spanplatte, Innenanwendung	0,032
3	Distanzbodenhalter	
4	Glaswolle	0,400
5	Dampfbremse PE, 0,2 mm	



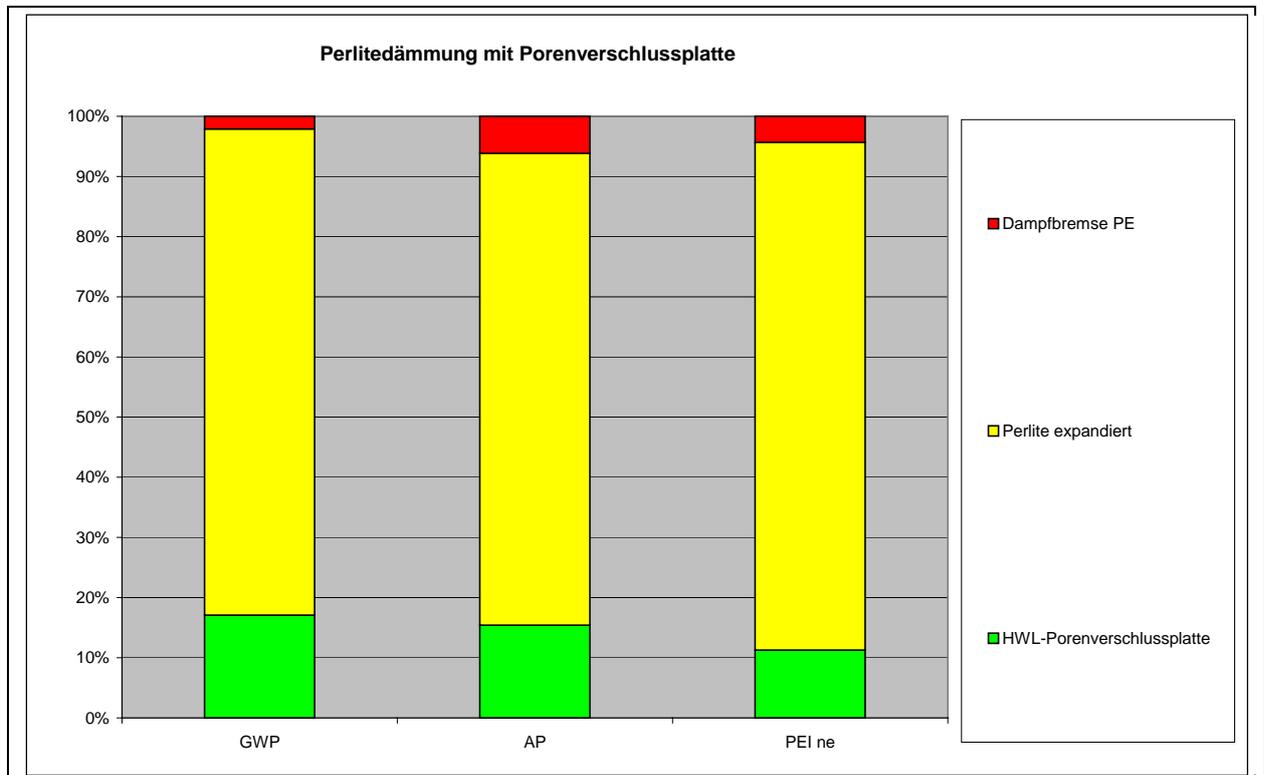
14.6.5 Schafwolle zwischen Distanzbodenhaltern

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Gipsfaserplatte	0,025
2	Spanplatte, Innenanwendung	0,032
3	Distanzbodenhalter	
4	Schafwolle Dämmfilz	0,400
5	Dampfbremse PE, 0,2 mm	



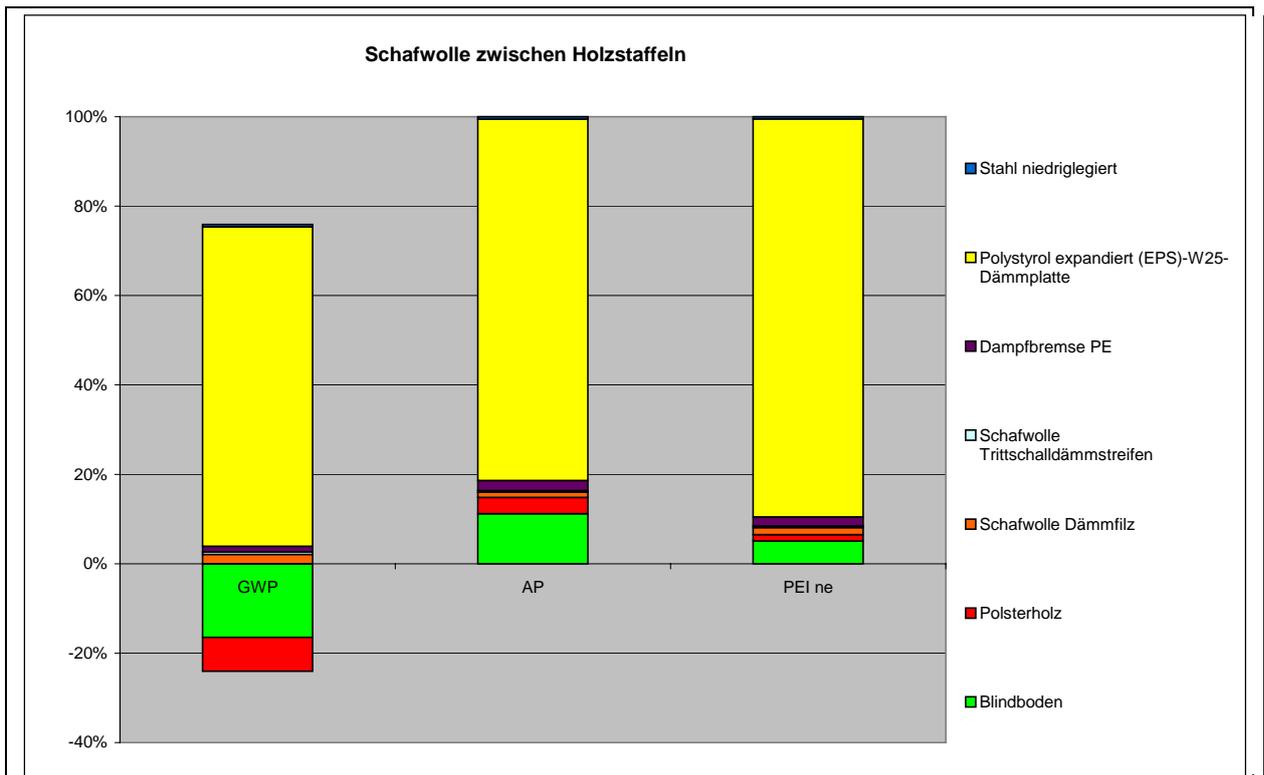
14.6.6 Perlitedämmung mit Porenverschlussplatte

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	HWL-Porenverschlussplatte	0,025
2	Perlite expandiert	0,450
3	Dampfbremse PE, 0,2 mm	



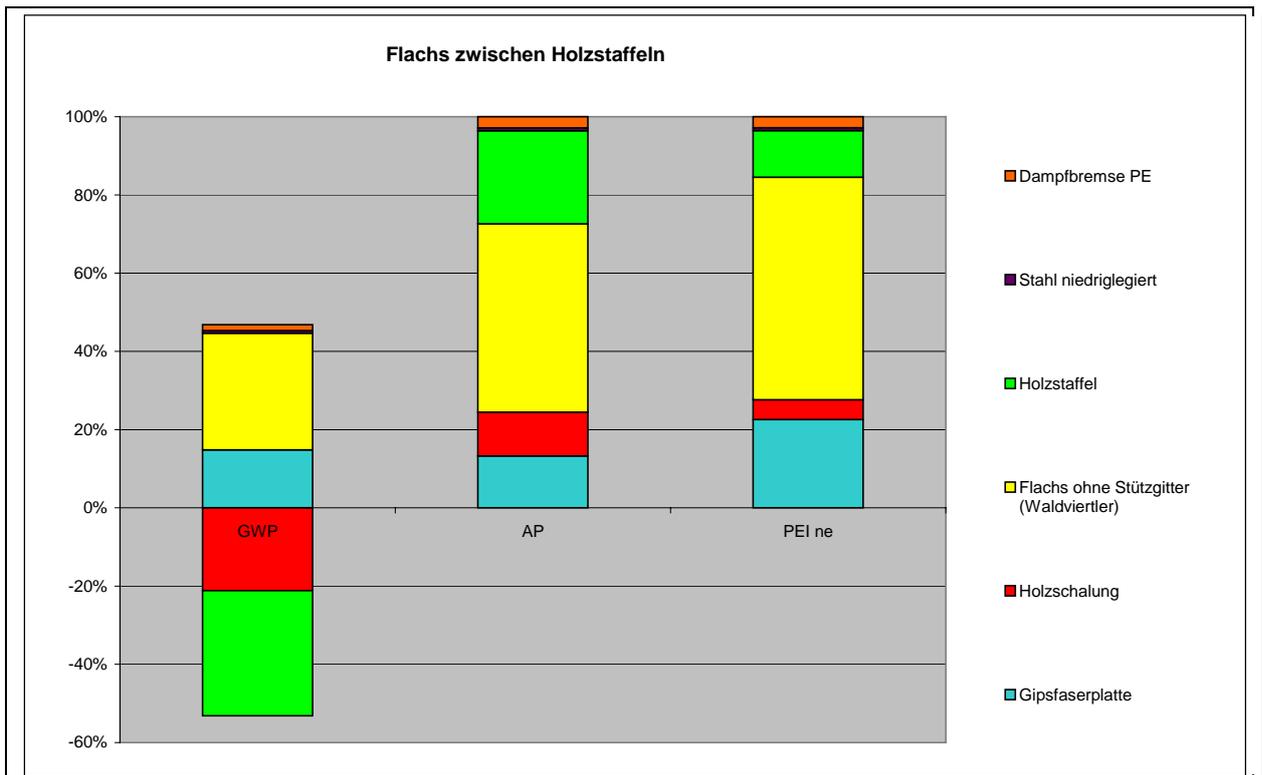
14.6.7 Schafwolle zwischen Holzstaffel

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Blindboden	0,024
2	Polsterholz	0,050
3	Schafwolle Dämmfilz	0,060
4	Schafwolle Trittschalldämmstreifen	0,010
5	Dampfbremse PE, 0,2 mm	
6	Polystyrol expandiert (EPS)-W25-Dämmplatte	0,320



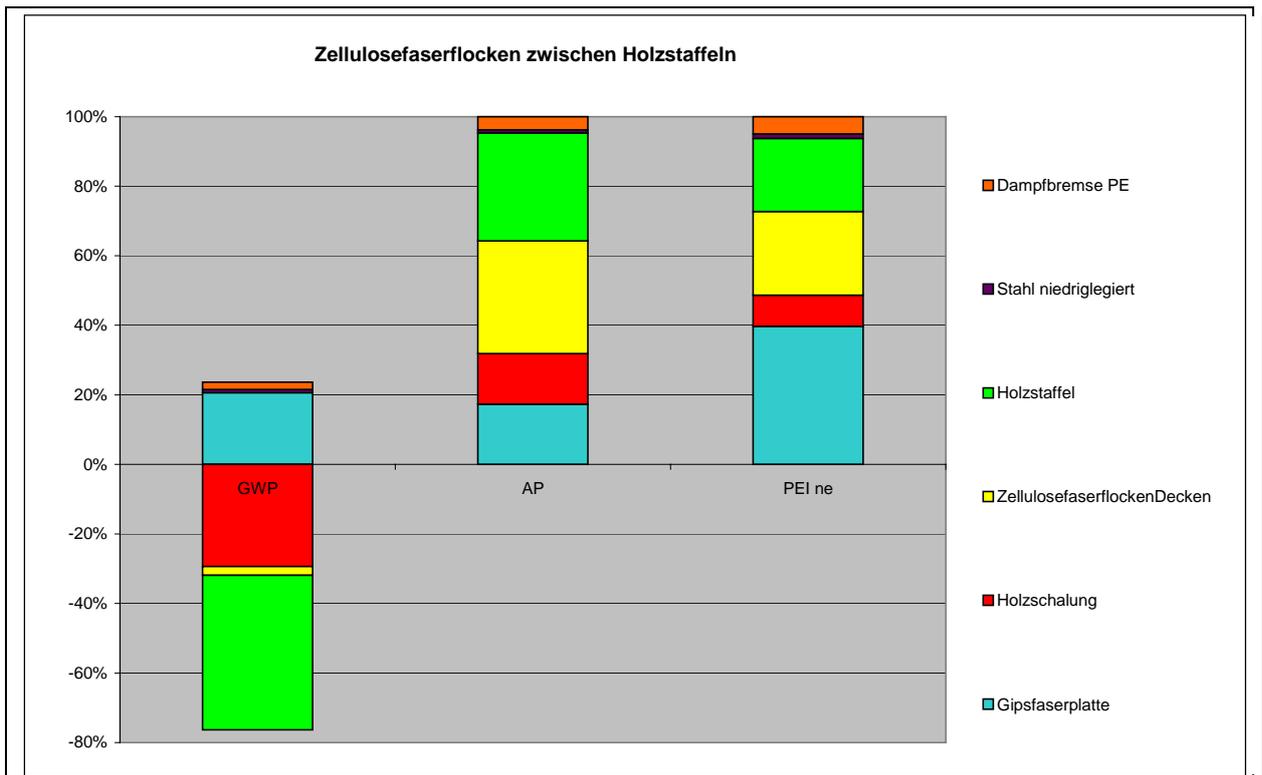
14.6.8 Flachs zwischen Holzstaffel

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Gipsfaserplatte	0,025
2	Holzschalung	0,024
3	Flachsdämmung	0,400
4	Holzstaffel	0,400
5	Stahl niedriglegiert	
6	Dampfbremse PE, 0,2 mm	

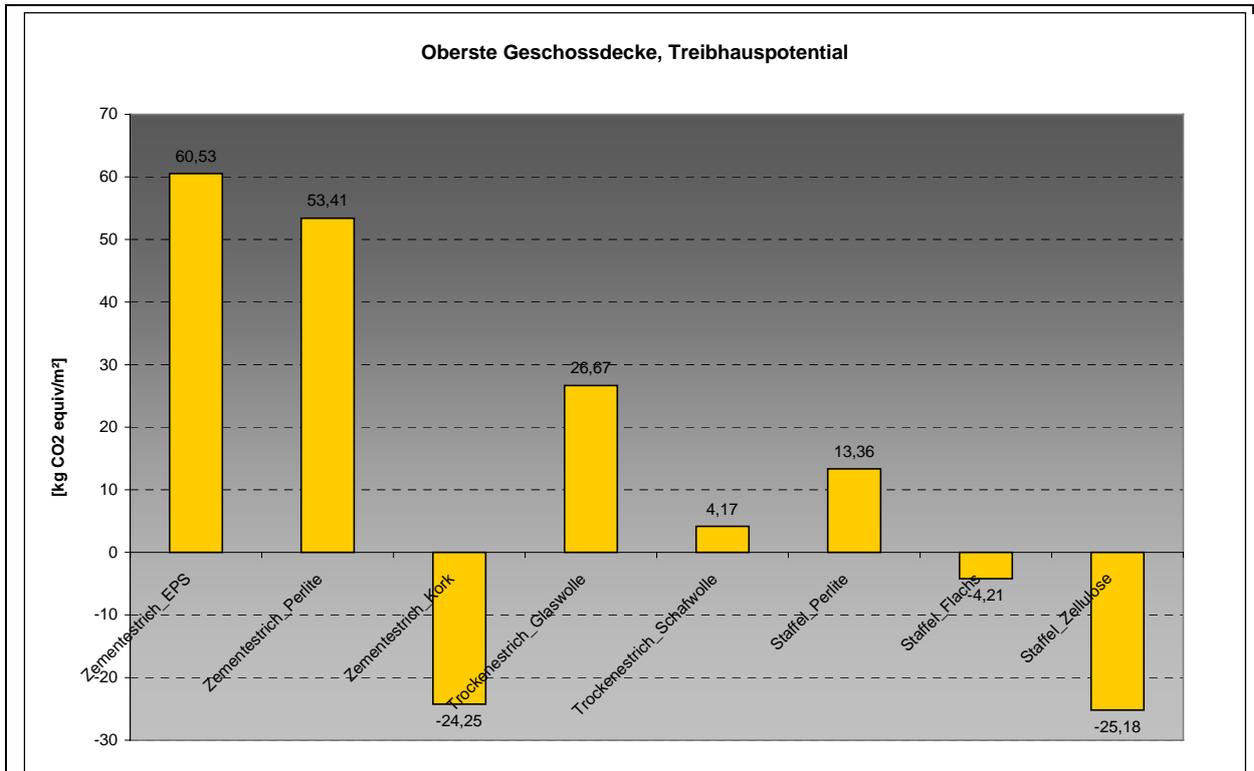
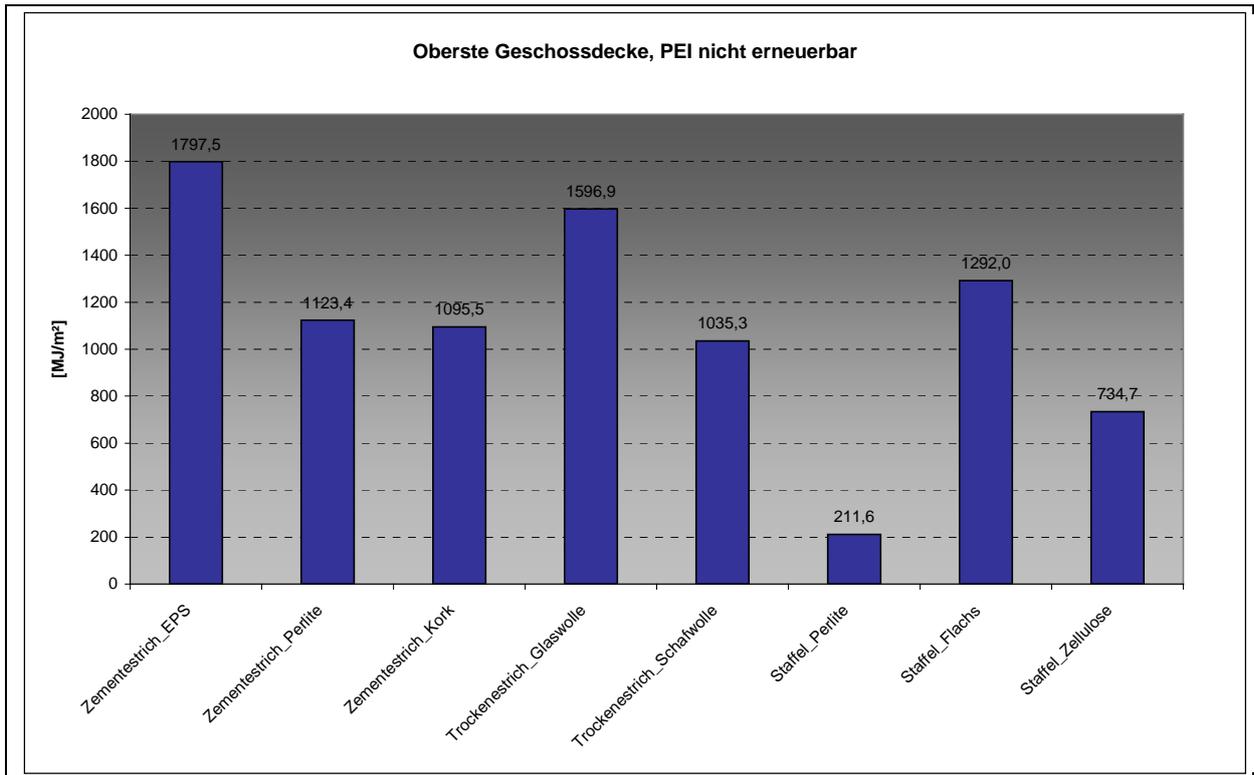


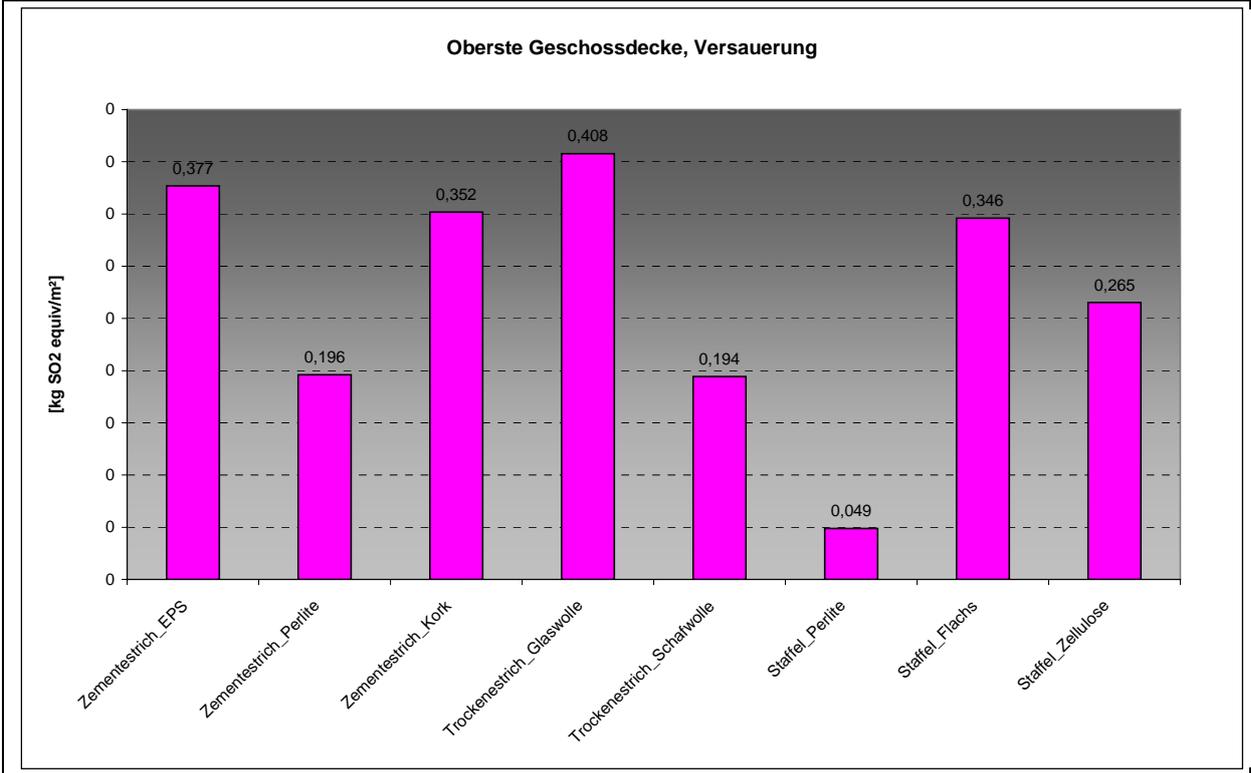
14.6.9 Zellulosefaserflocken zwischen Holzstaffeln

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Gipsfaserplatte	0,025
2	Holzschalung	0,024
3	Zellulosefaserflocken	0,400
4	Holzstaffel	0,400
5	Stahl niedriglegiert	
6	Dampfbremse PE, 0,2 mm	



14.6.10 Zusammenfassung

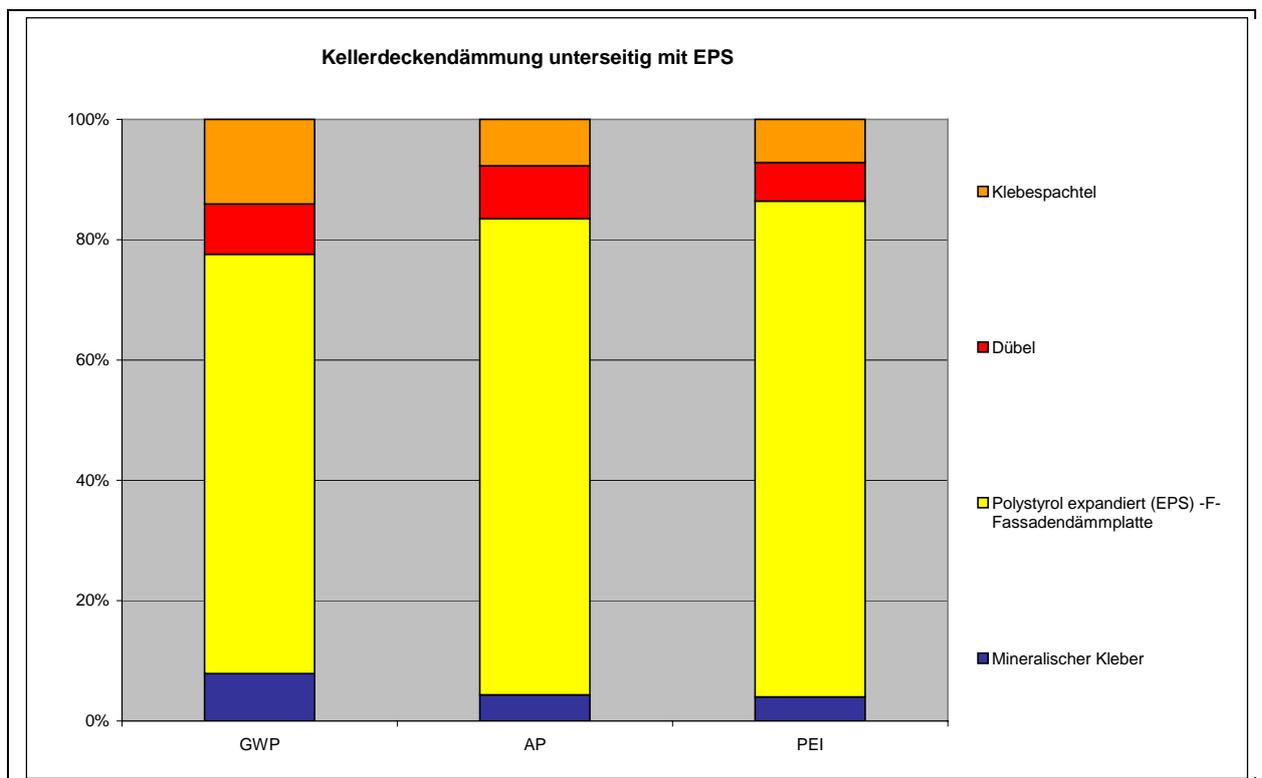




14.7 Dämmung Kellerdecke unterseitig

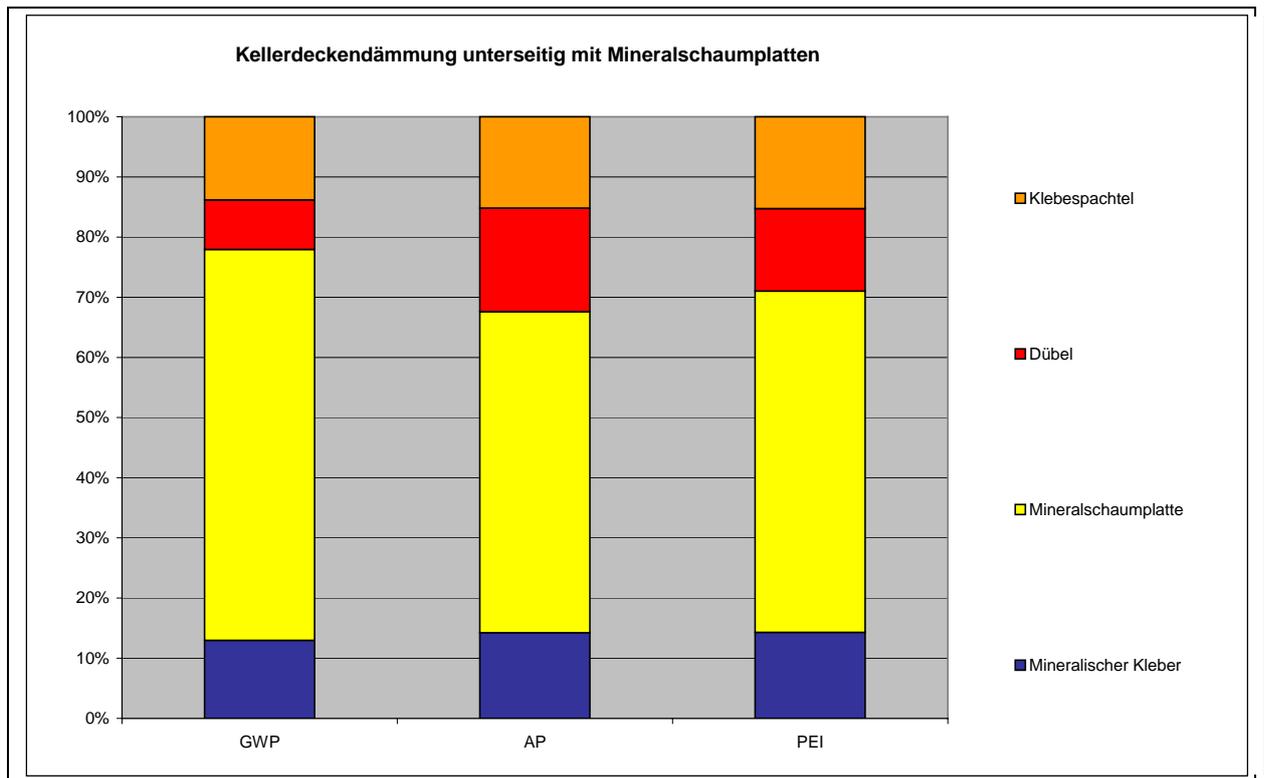
14.7.1 Kellerdeckendämmung mit EPS

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Mineralischer Kleber	
2	Polystyrol expandiert (EPS)-F-Fassadendämmplatte	0,200
3	Dübel	
4	Klebspachtel	



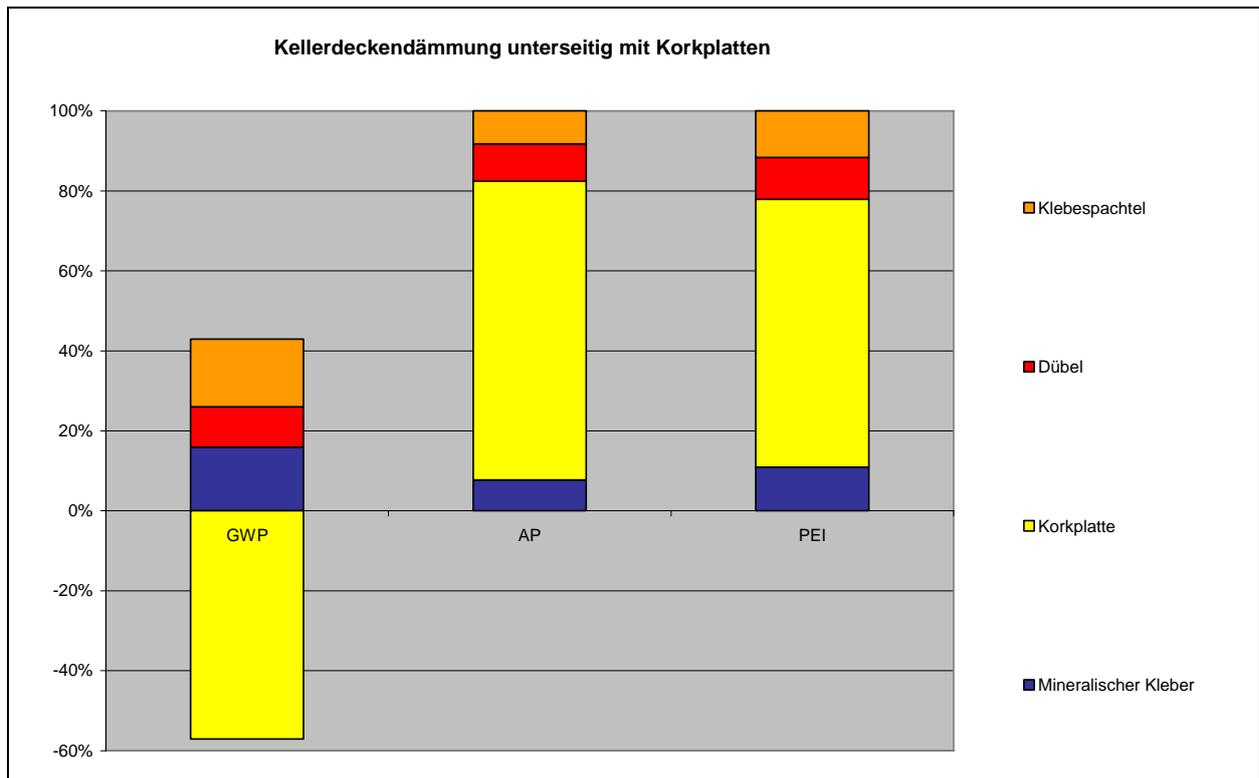
14.7.2 Kellerdeckendämmung mit Mineralschaumplatte

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Mineralischer Kleber	
2	Mineralschaumplatte	0,240
3	Dübel	
4	Klebspachtel	



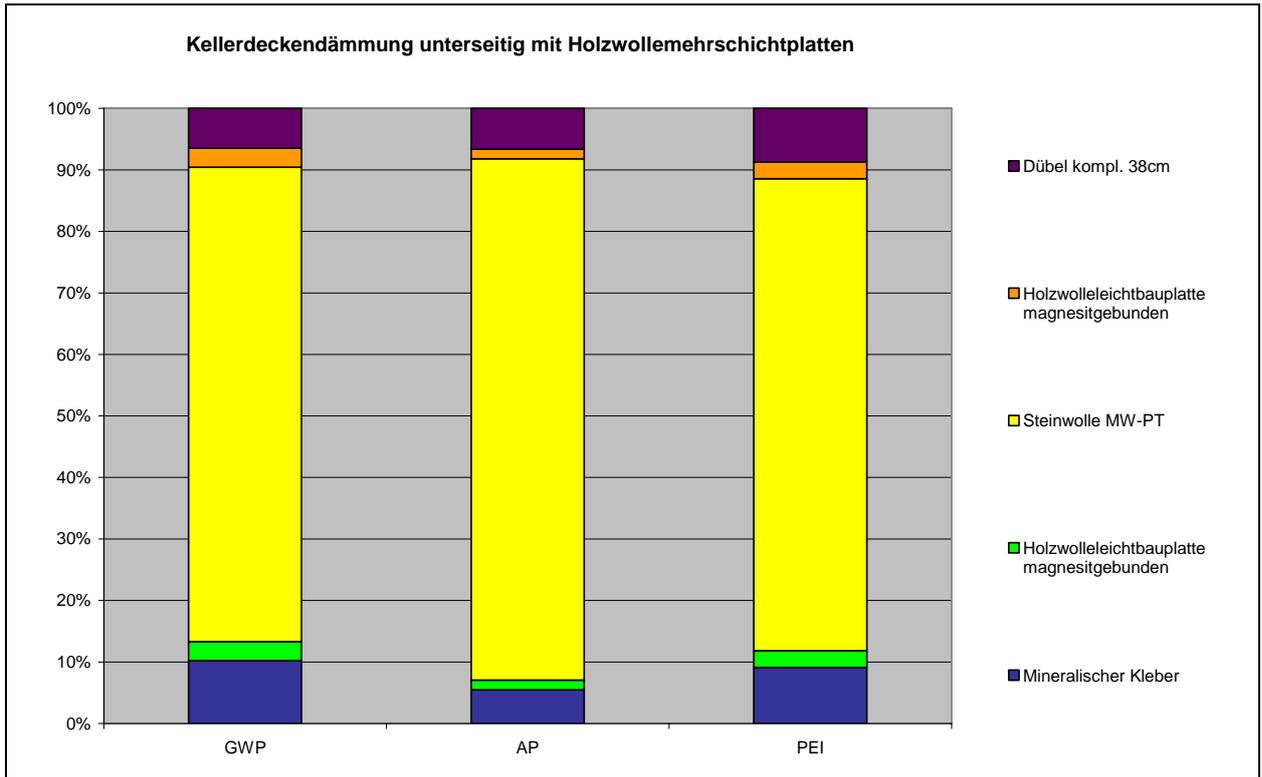
14.7.3 Kellerdeckendämmung mit Korkplatten

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Mineralischer Kleber	
2	Korkplatte	0,240
3	Dübel	
4	Klebspachtel	



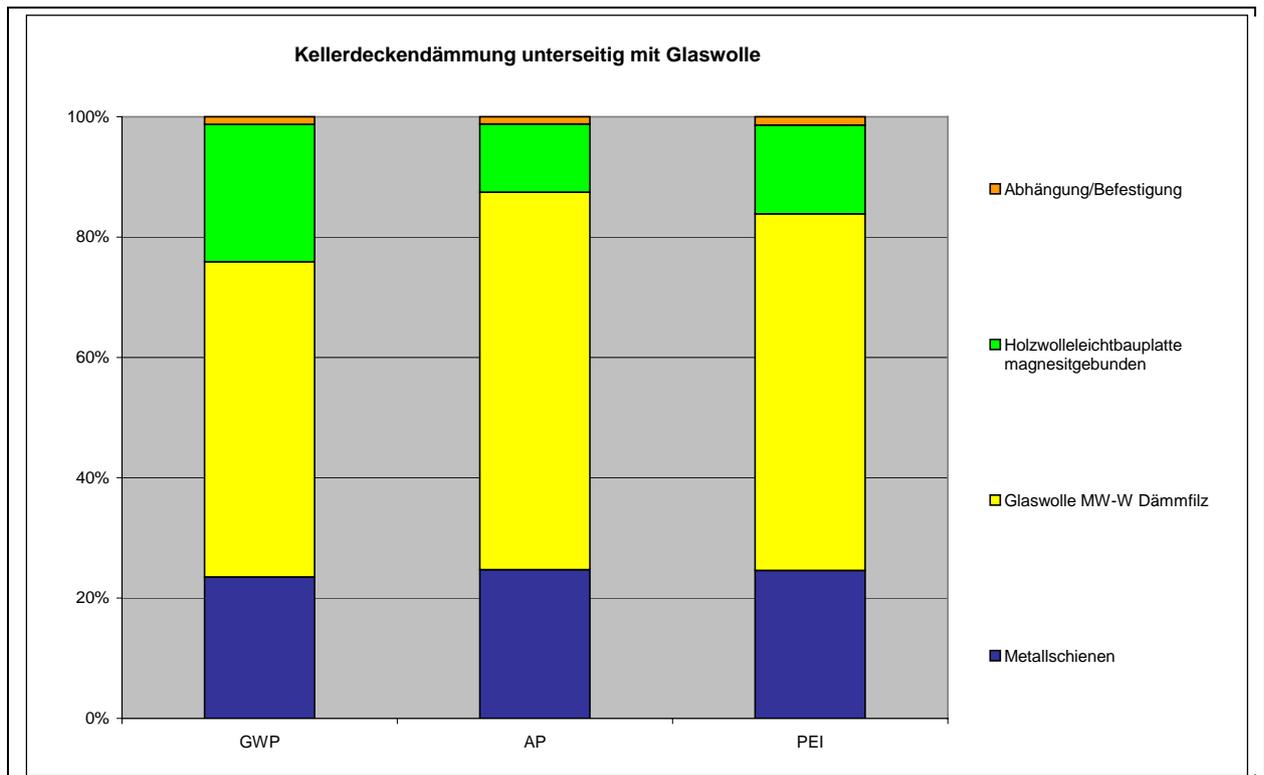
14.7.4 Kellerdeckendämmung mit Holzwolleleichtbauplatten

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Mineralischer Kleber	
2	Holzwolleleichtbauplatte	0,005
3	Steinwolle	0,200
4	Holzwolleleichtbauplatte	0,025
5	Dübel	



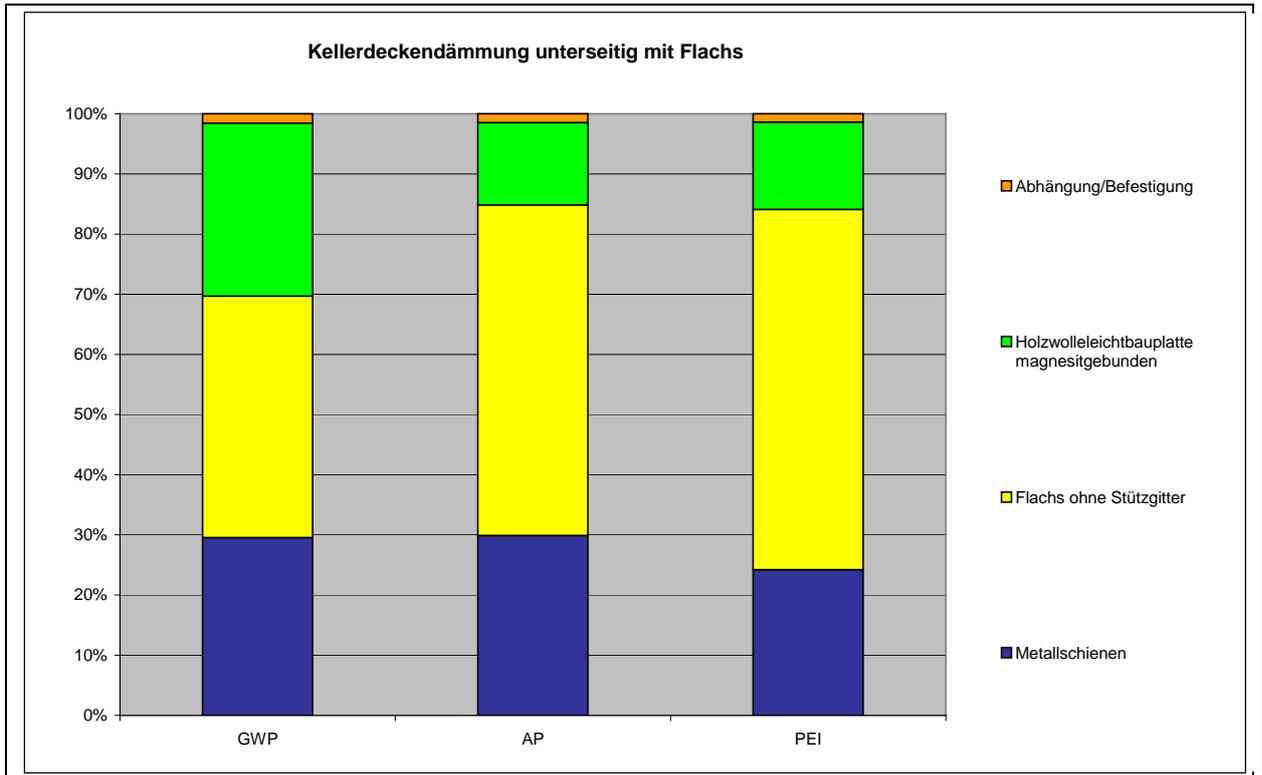
14.7.5 Kellerdeckendämmung mit Glaswolle

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Metallschienen	
2	Glaswolle MW-W Dämmfilz	0,200
3	Holzwoleleichtbauplatte	0,025
4	Abhängung/Befestigung	



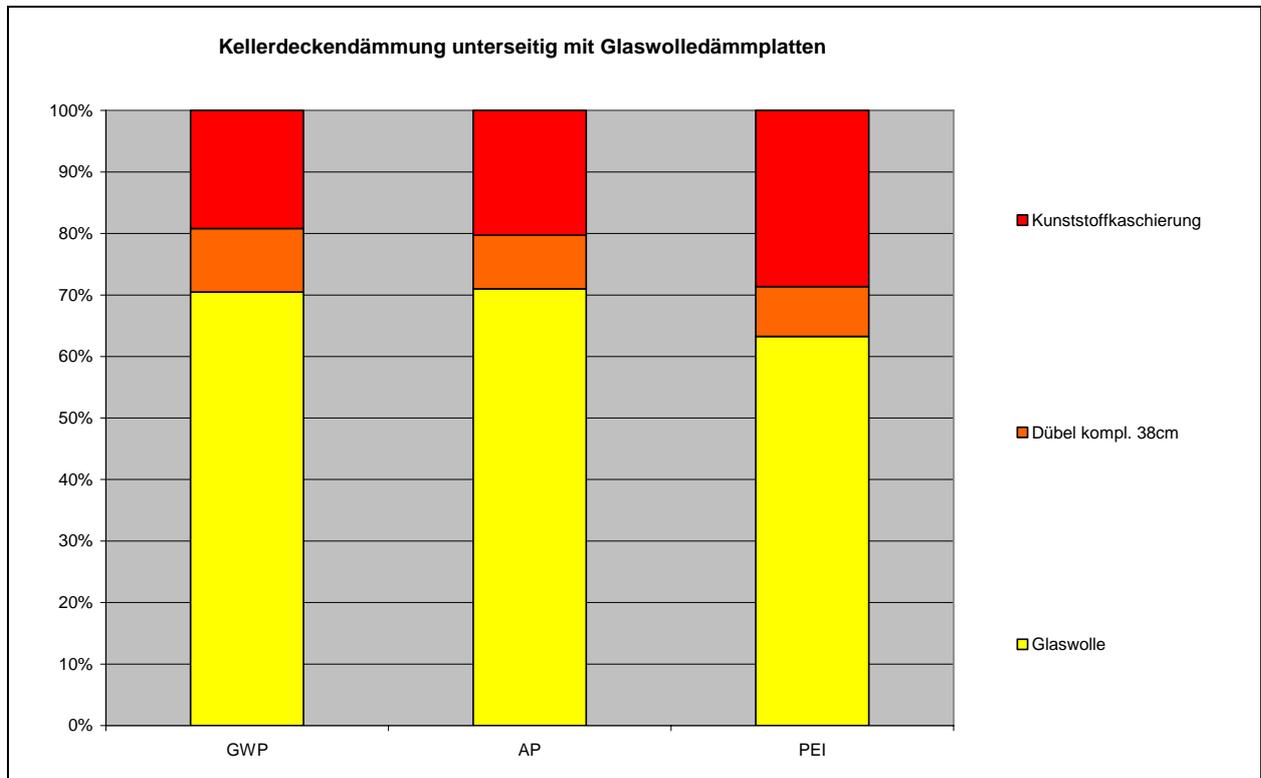
14.7.6 Kellerdeckendämmung mit Flachs

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Metallschienen	
2	Flachsdämmung	0,200
3	Holzwoleleichtbauplatte	0,025
4	Abhängung/Befestigung	

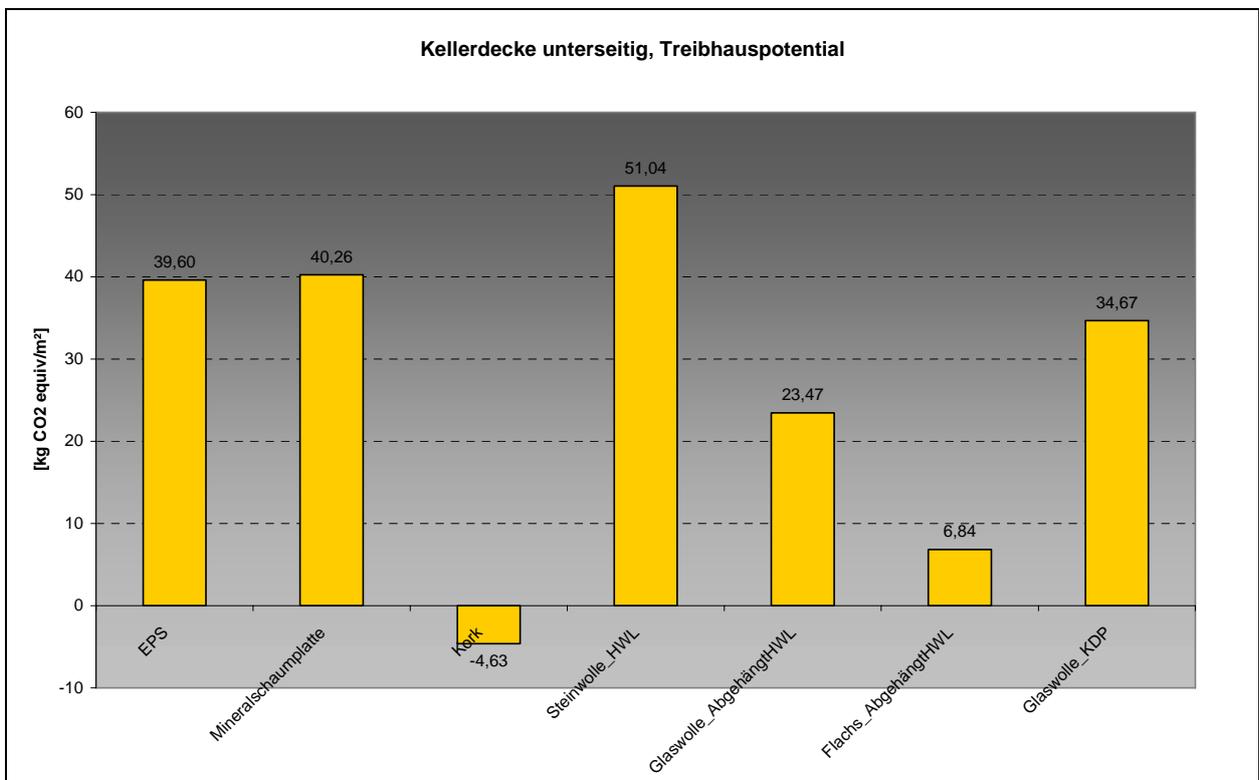
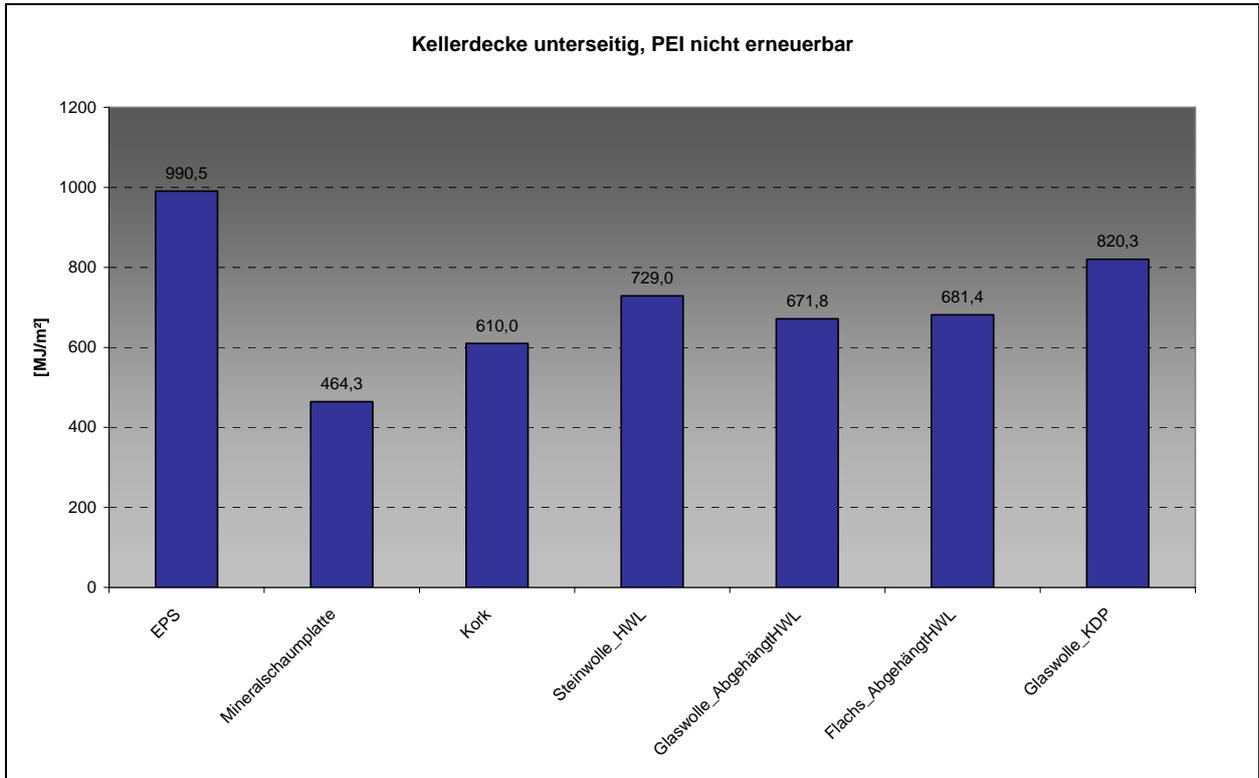


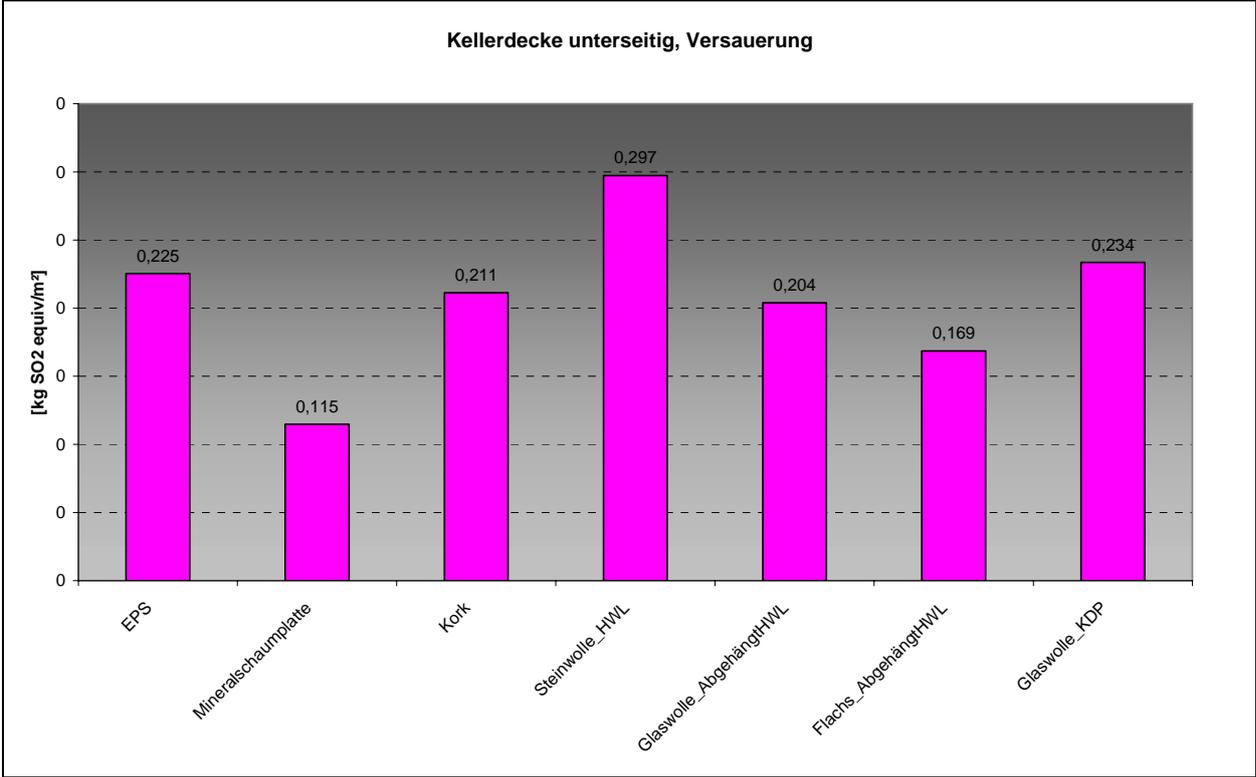
14.7.7 Kellerdeckendämmung mit Glaswolledämmplatten

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Glaswolle	0,200
2	Dübel	
3	Kunststoffkaschierung	0,002



14.7.8 Zusammenfassung

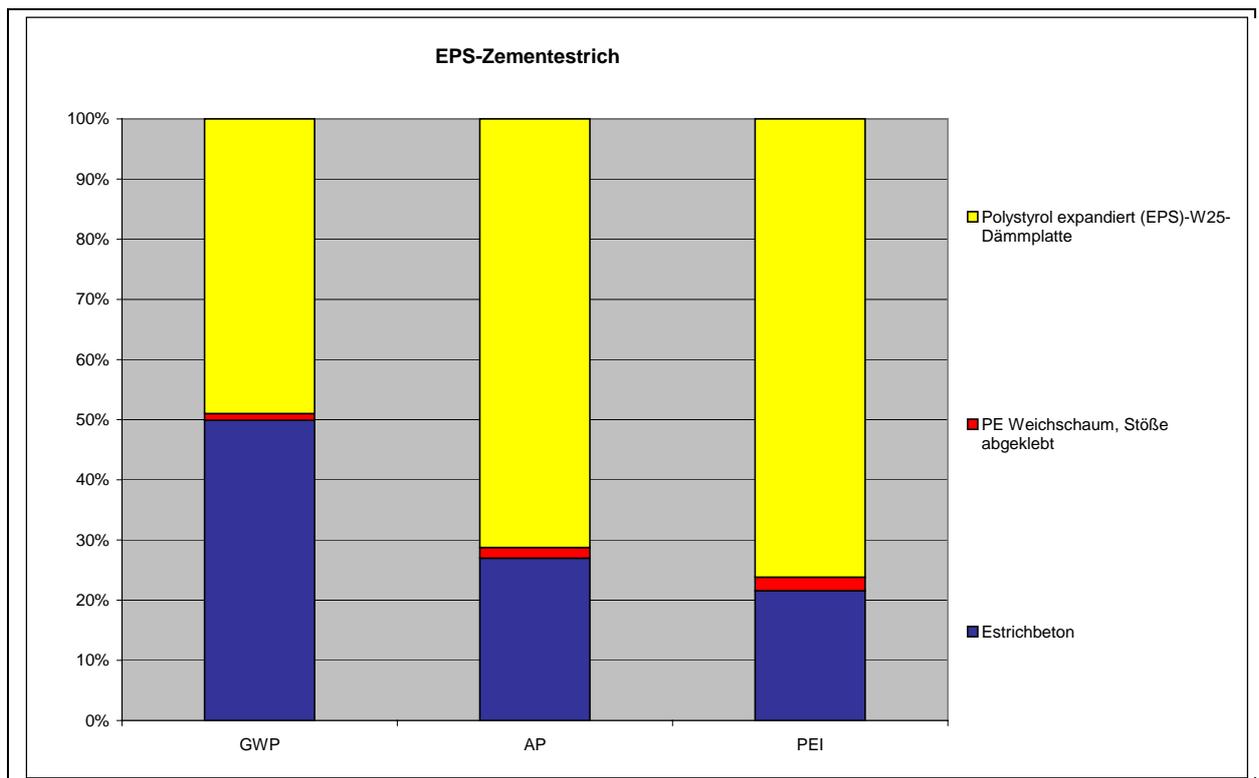




14.8 Dämmung Kellerdecke oberseitig

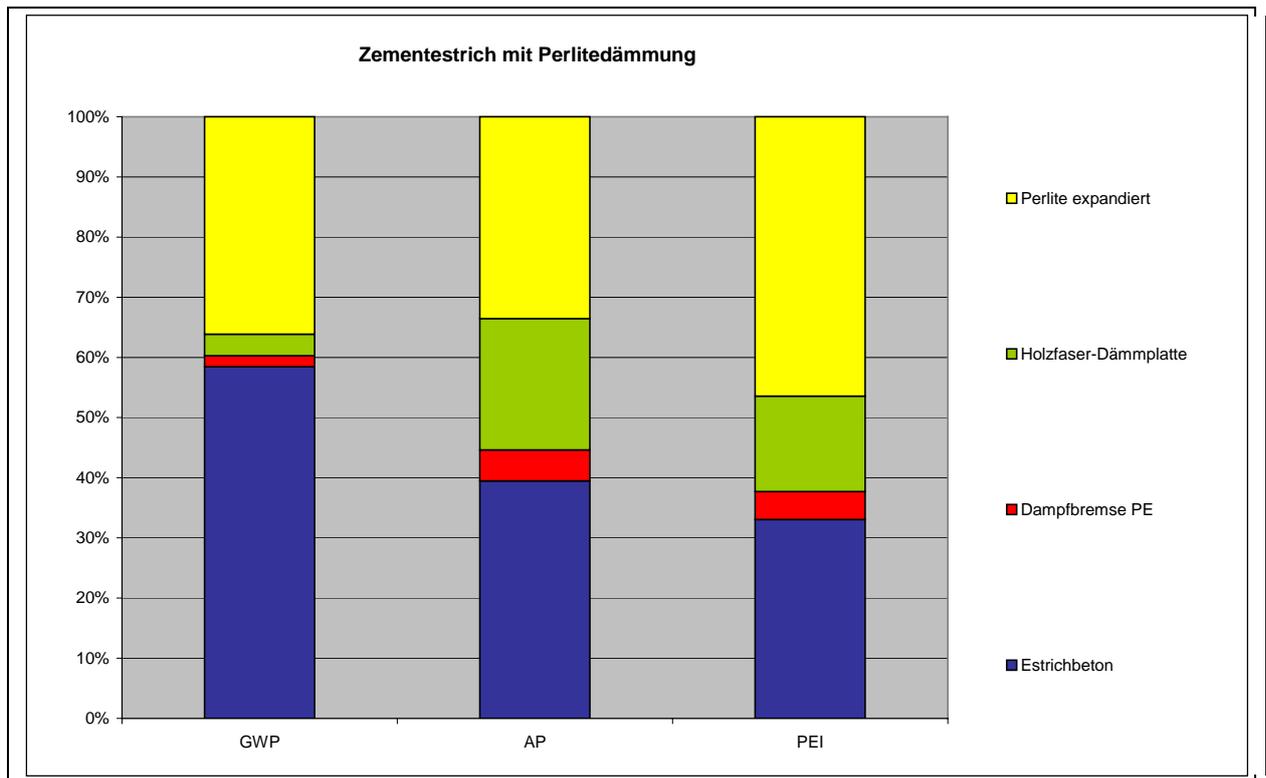
14.8.1 EPS-Zementestrich

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Estrichbeton	0,060
2	PE Weichschaum, Stöße abgeklebt	0,005
3	Polystyrol expandiert (EPS)-W25-Dämmplatte	0,180



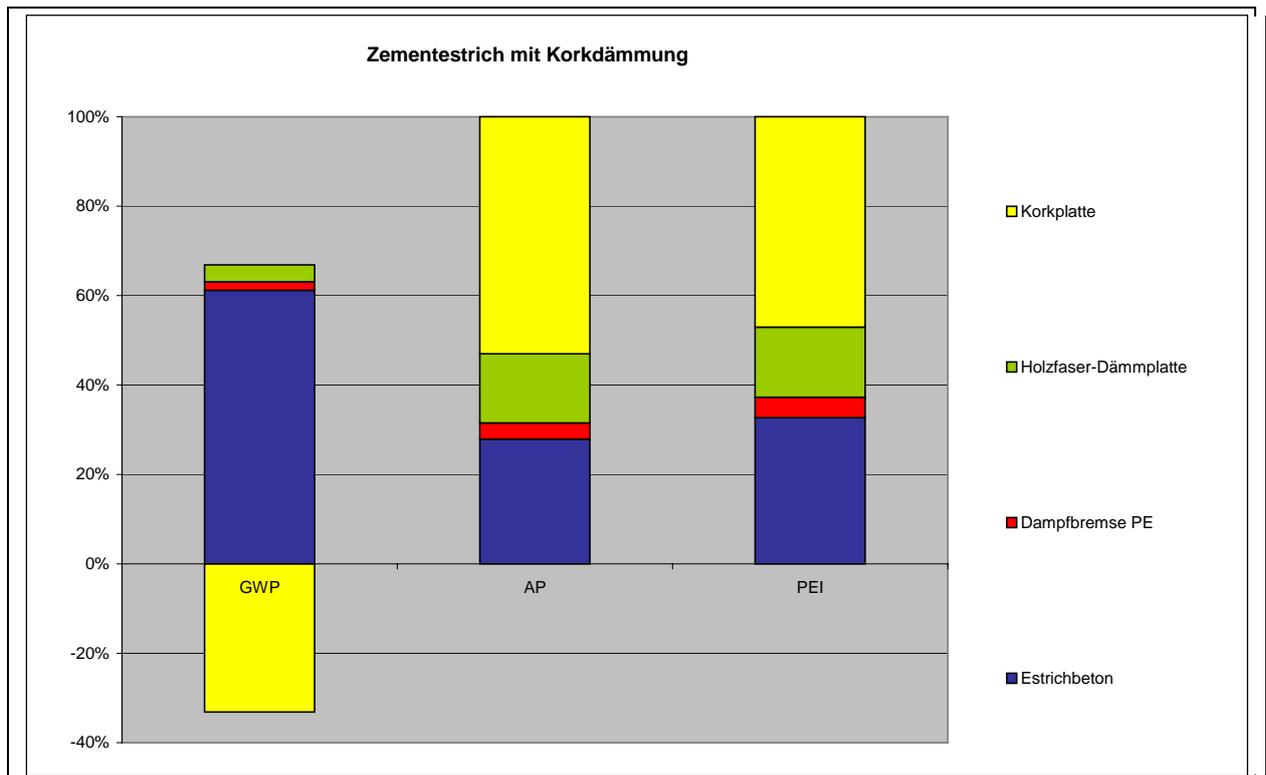
14.8.2 Zementestrich mit Perlite-Dämmung

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Estrichbeton	0,060
2	Dampfbremse PE, 0,2 mm	
3	Holzfasler-Dämmplatte	0,020
4	Perlite expandiert	0,230



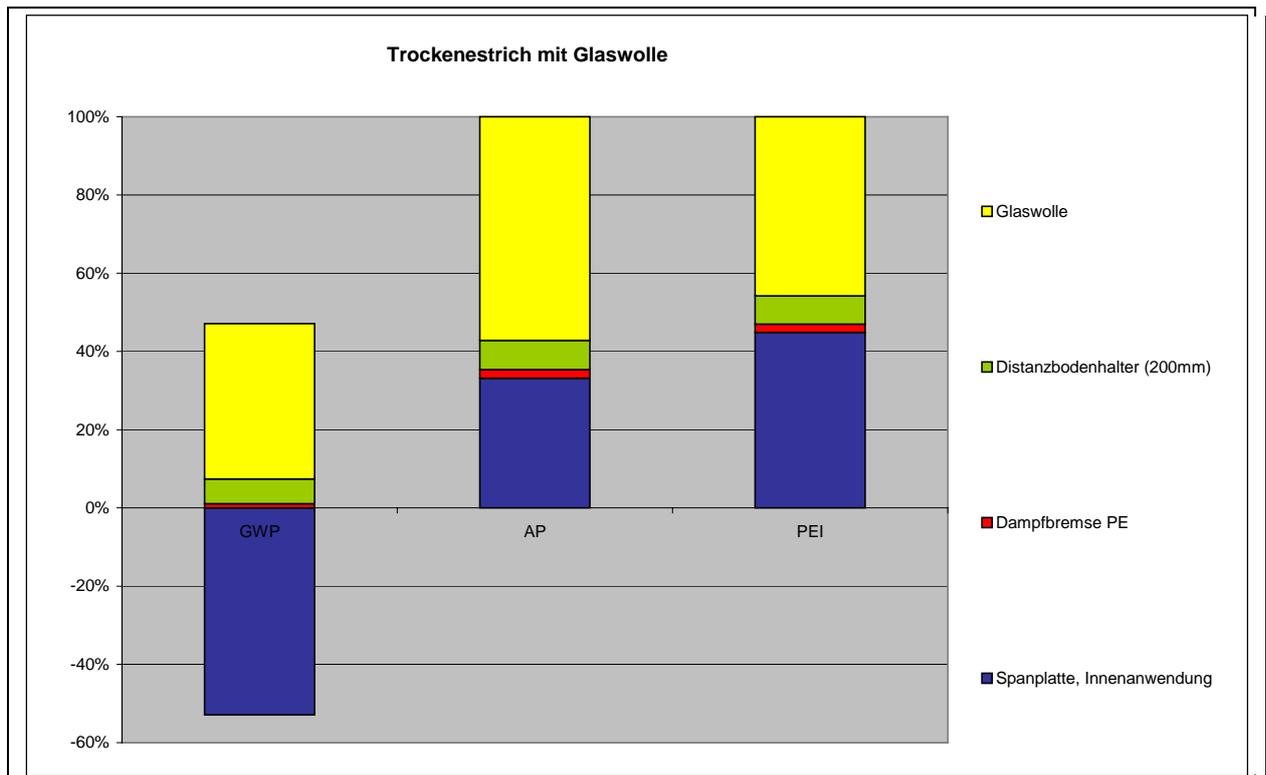
14.8.3 Zementestrich mit Korkdämmung

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Estrichbeton	0,060
2	Dampfbremse PE, 0,2 mm	
3	Holzfaser-Dämmplatte	0,020
4	Korkplatte	0,220



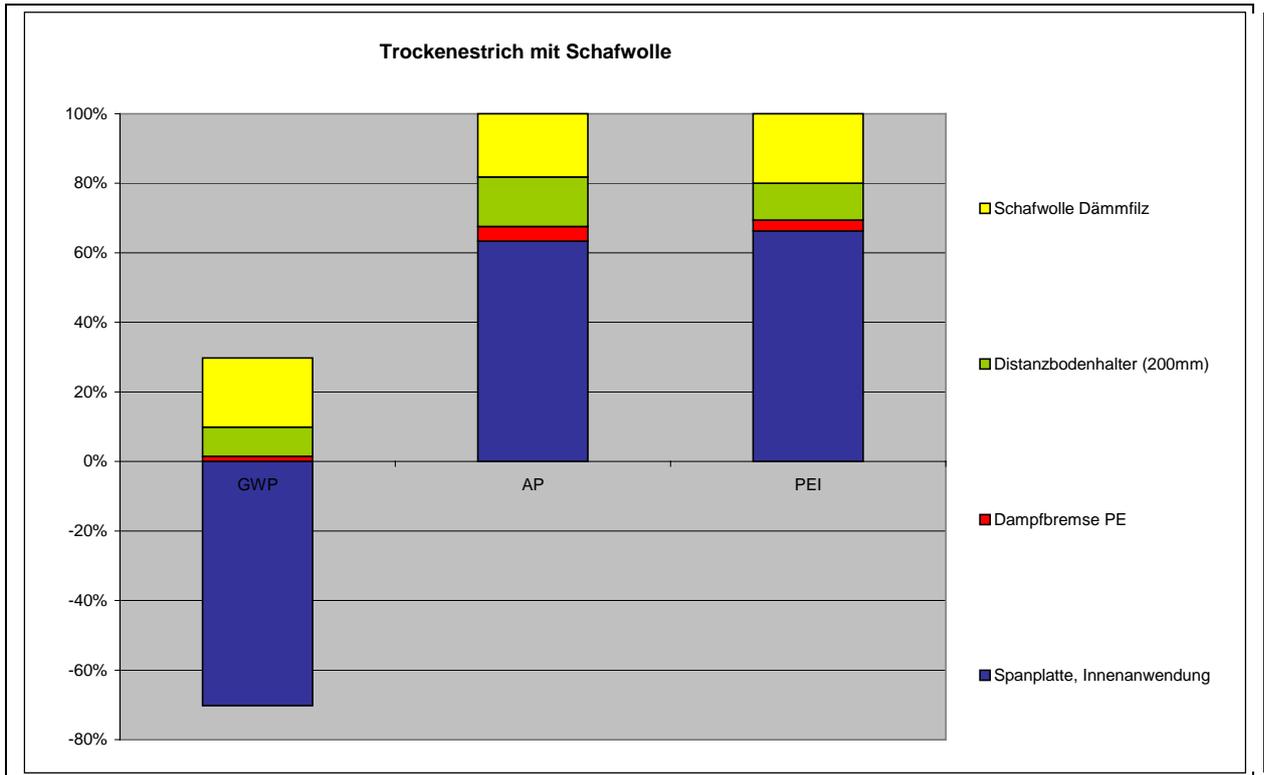
14.8.4 Trockenstrich mit Glaswolle

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Spanplatte, Innenanwendung	0,032
2	Dampfbremse PE, 0,1 mm	
3	Distanzbodenhalter (200 mm)	
4	Glaswolle	0,200



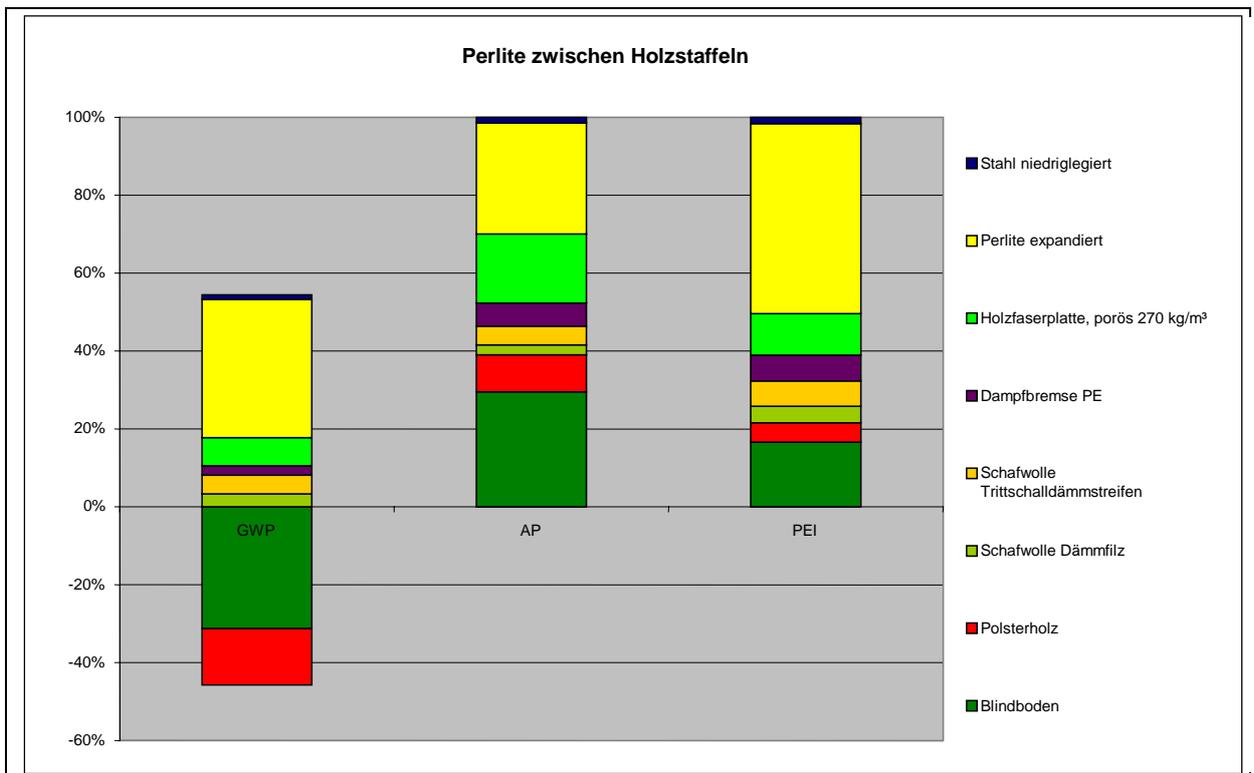
14.8.5 Trockenestrich mit Schafwolle

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Spanplatte, Innenanwendung	0,032
2	Dampfbremse PE, 0,1 mm	
3	Distanzbodenhalter (200 mm)	
4	Schafwolle Dämmfilz	0,200



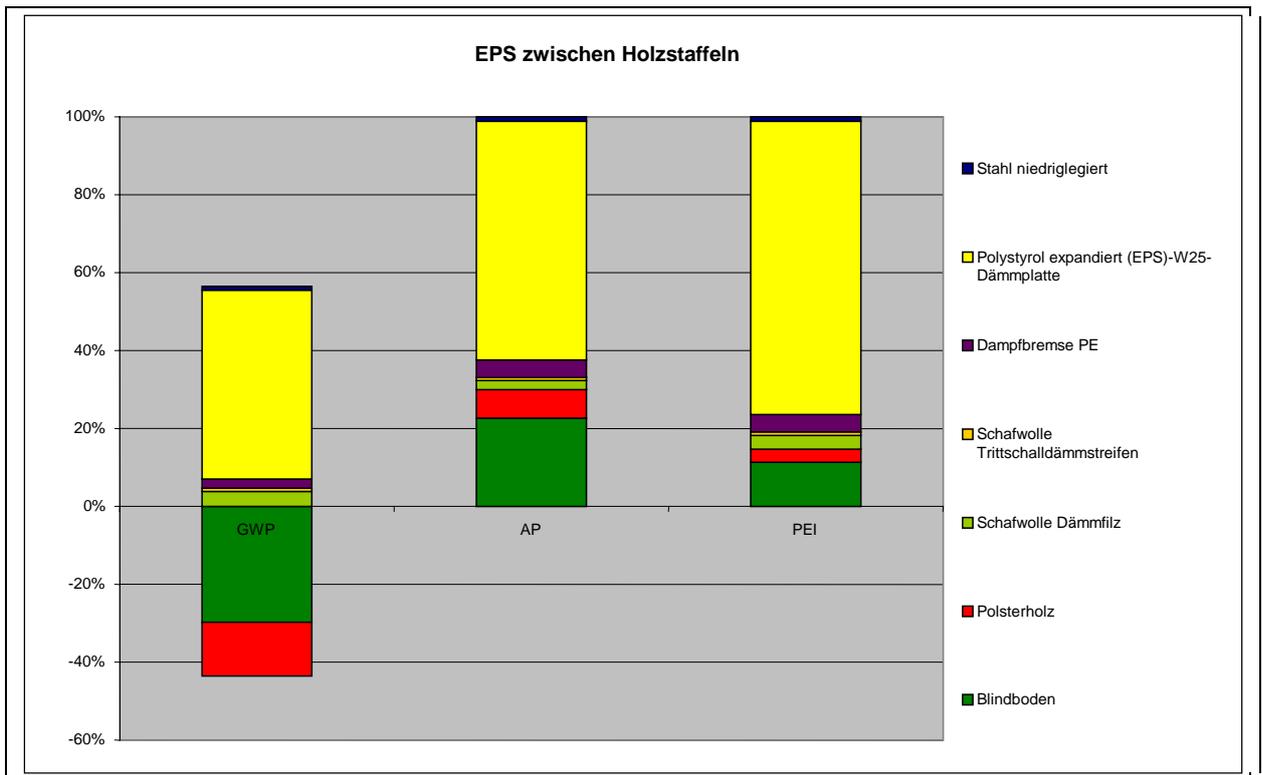
14.8.6 Perlite zwischen Holzstaffeln

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Blindboden	0,024
2	Polsterholz	0,050
3	Schafwolle Dämmfilz	0,060
4	Schafwolle Trittschalldämmstreifen	0,010
5	Dampfbremse PE, 0,2 mm	
6	Holzfaserplatte, porös 270 kg/m ³	0,008
7	Perlite expandiert	0,170
8	Stahl niedriglegiert	



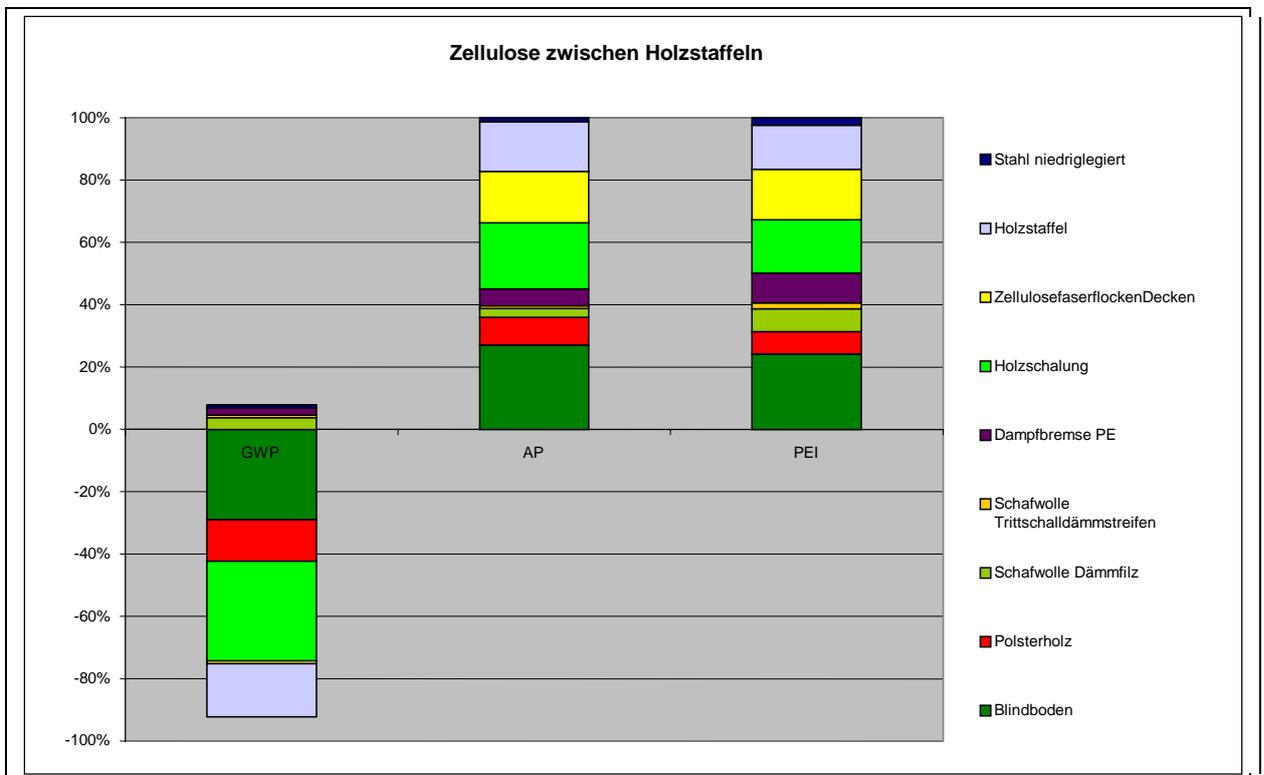
14.8.7 EPS zwischen Holzstaffeln

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Blindboden	0,024
2	Polsterholz	0,050
3	Schafwolle Dämmfilz	0,060
4	Schafwolle Trittschalldämmstreifen	0,010
5	Dampfbremse PE, 0,2 mm	
6	Polystyrol expandiert (EPS)-W25-Dämmplatte	0,120
7	Stahl niedriglegiert	



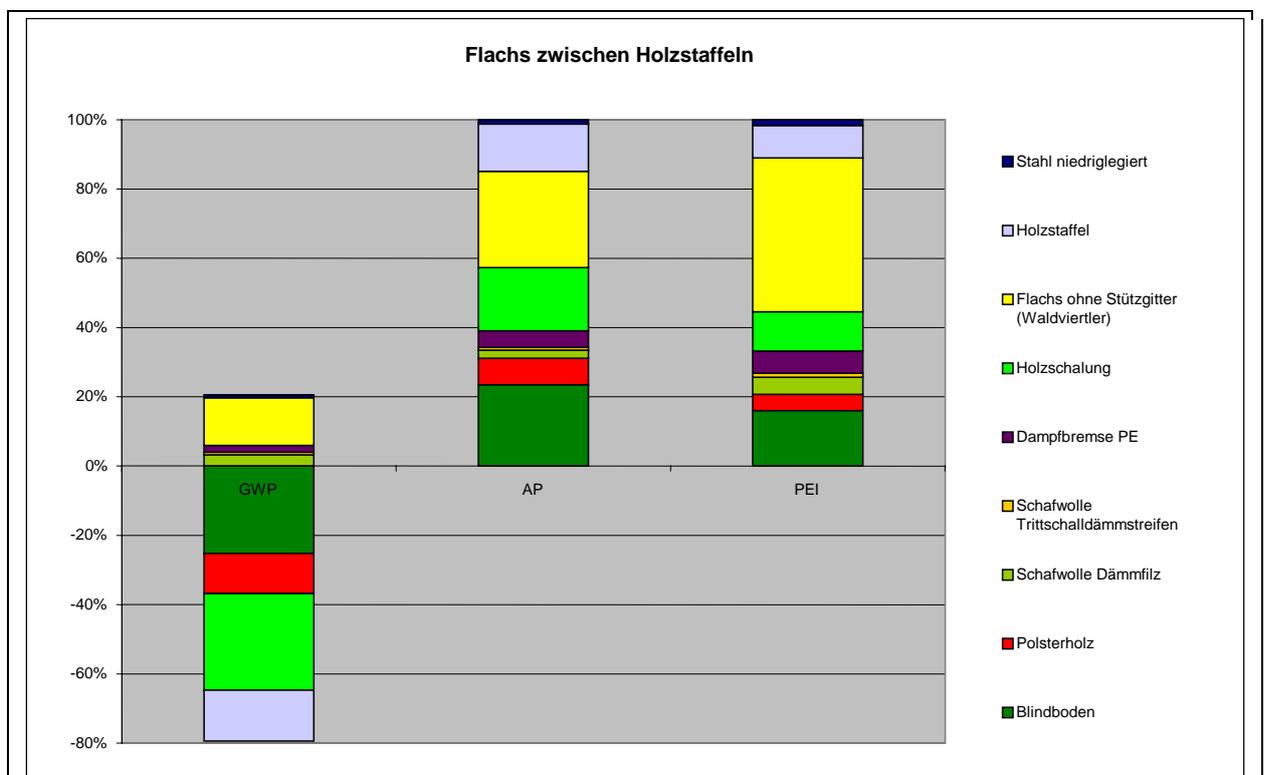
14.8.8 Zellulose zwischen Holzstaffeln

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Blindboden	0,024
2	Polsterholz	0,050
3	Schafwolle Dämmfilz	0,060
4	Schafwolle Trittschalldämmstreifen	0,010
5	Dampfbremse PE, 0,2 mm	
6	Holzschalung	0,024
7	Zellulosefaserflocken	0,140
8	Holzstaffel	0,140
9	Stahl niedriglegiert	

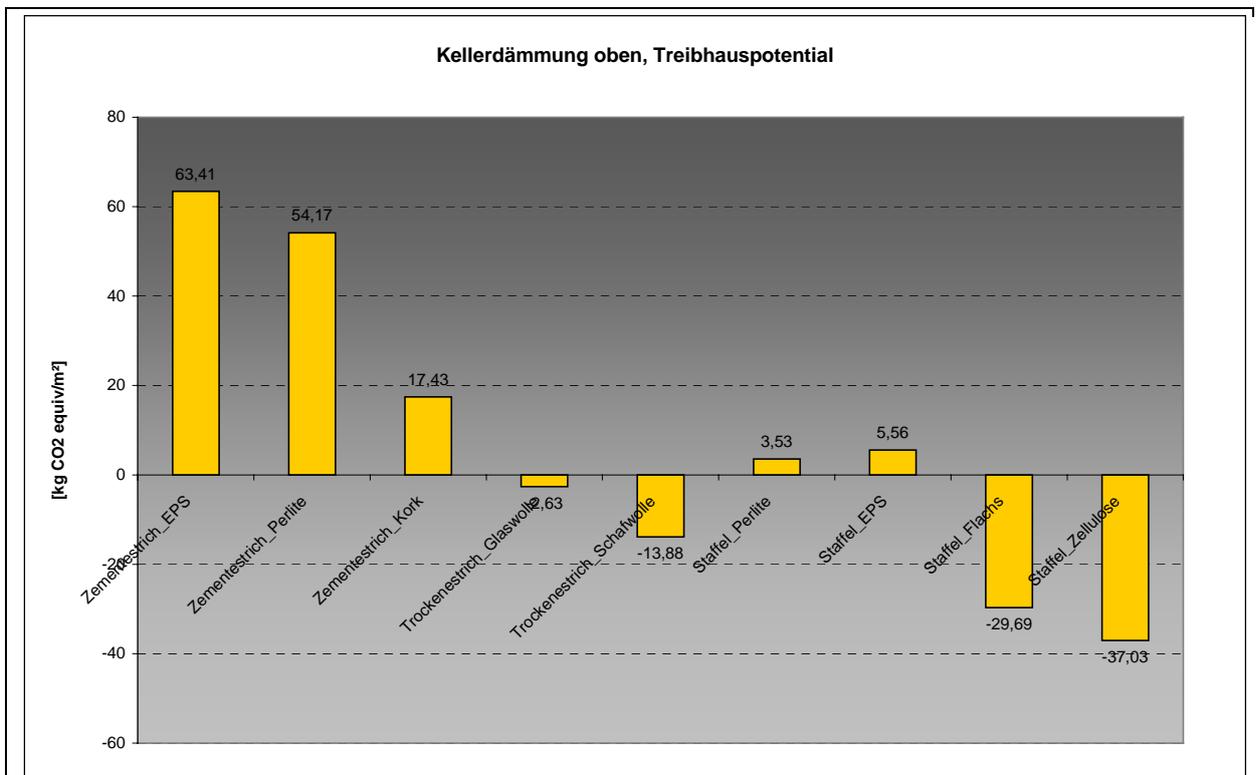
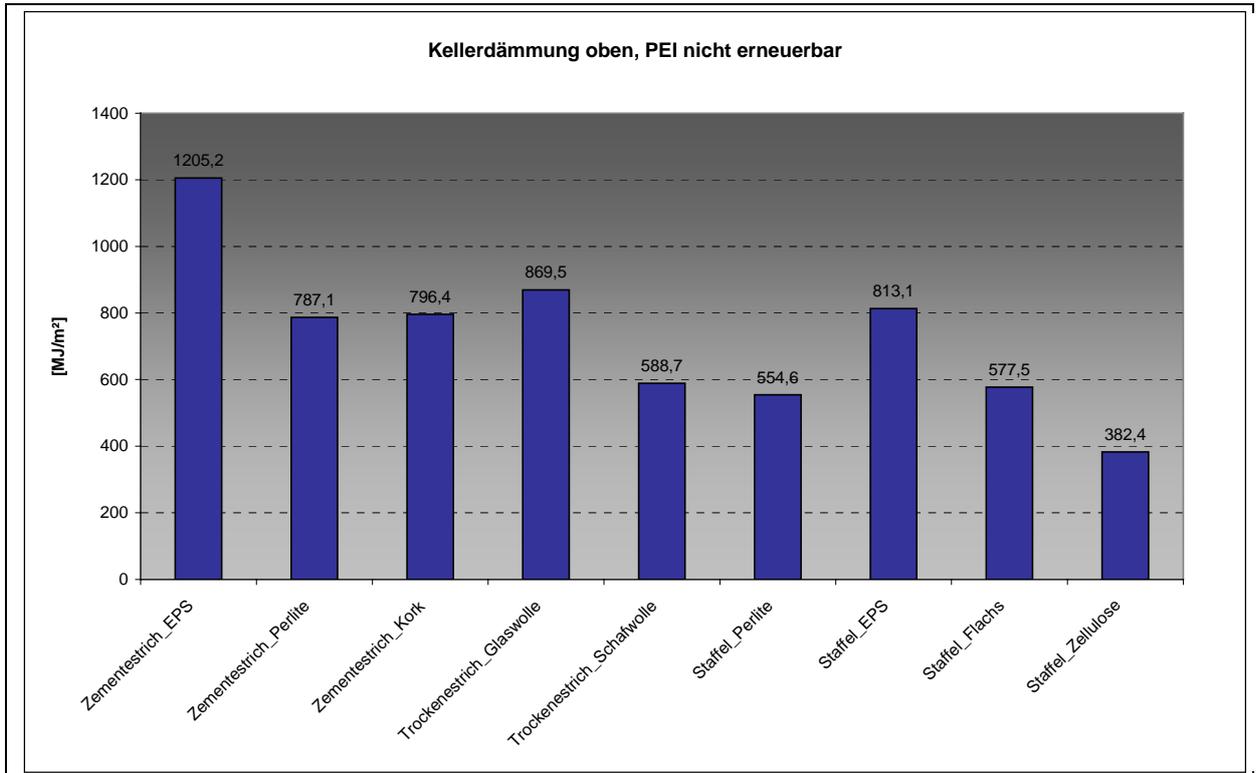


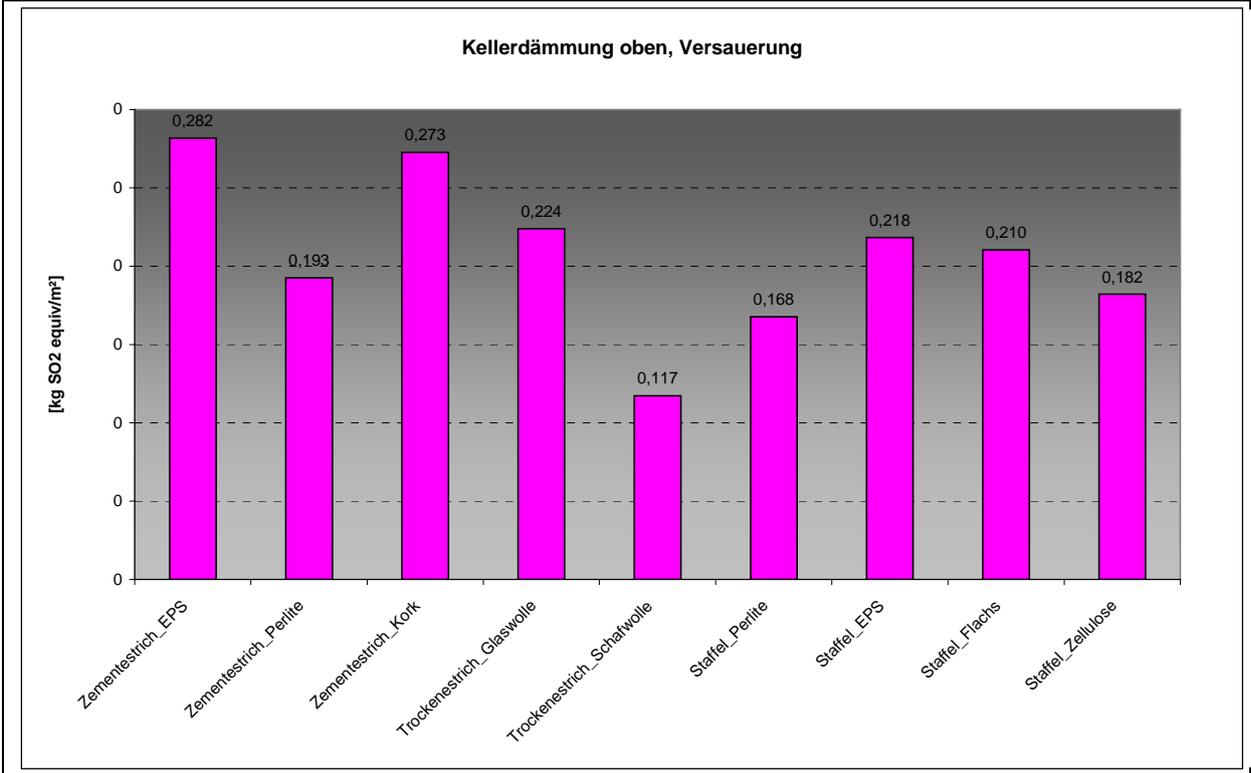
14.8.9 Flachs zwischen Holzstaffeln

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Blindboden	0,024
2	Polsterholz	0,050
3	Schafwolle Dämmfilz	0,060
4	Schafwolle Trittschalldämmstreifen	0,010
5	Dampfbremse PE, 0,2 mm	
6	Holzschalung	0,024
7	Flachsdämmung	0,140
8	Holzstaffel	0,140
9	Stahl niedriglegiert	



14.8.10 Zusammenfassung

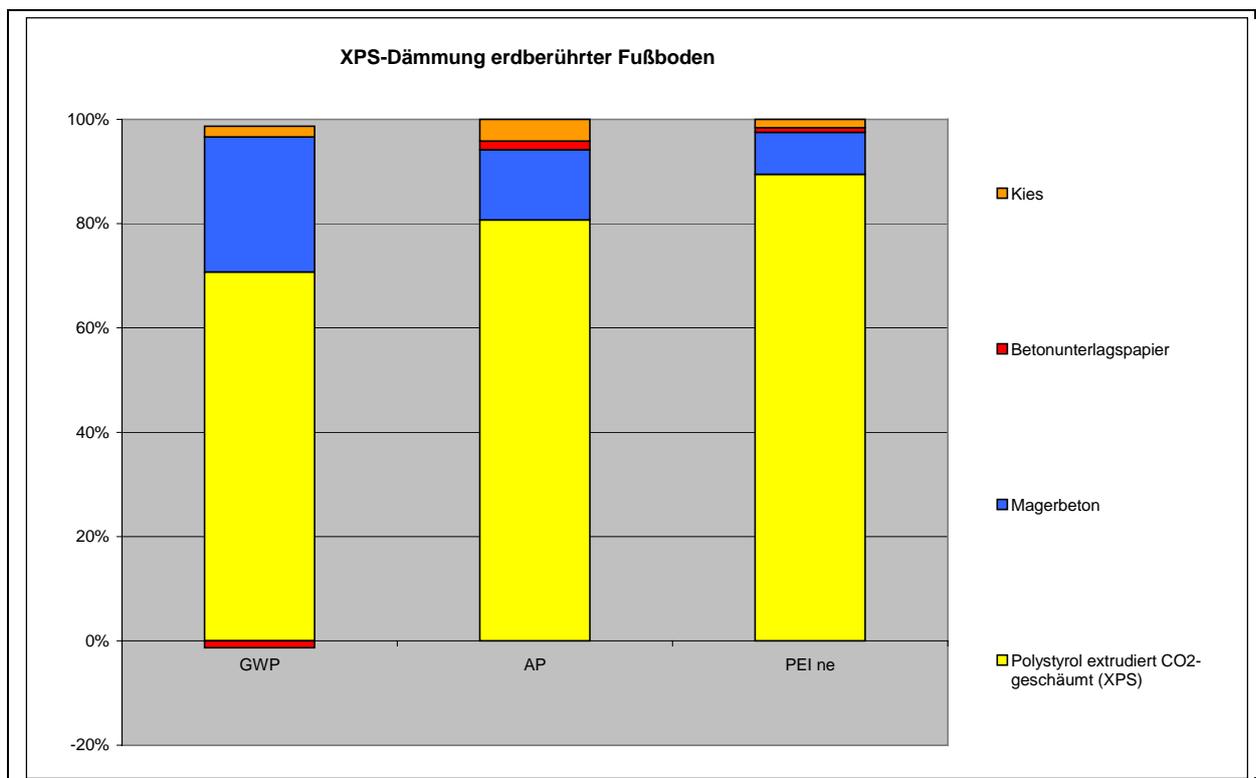




14.9 Dämmung erdberührter Fußboden unter Bodenplatte

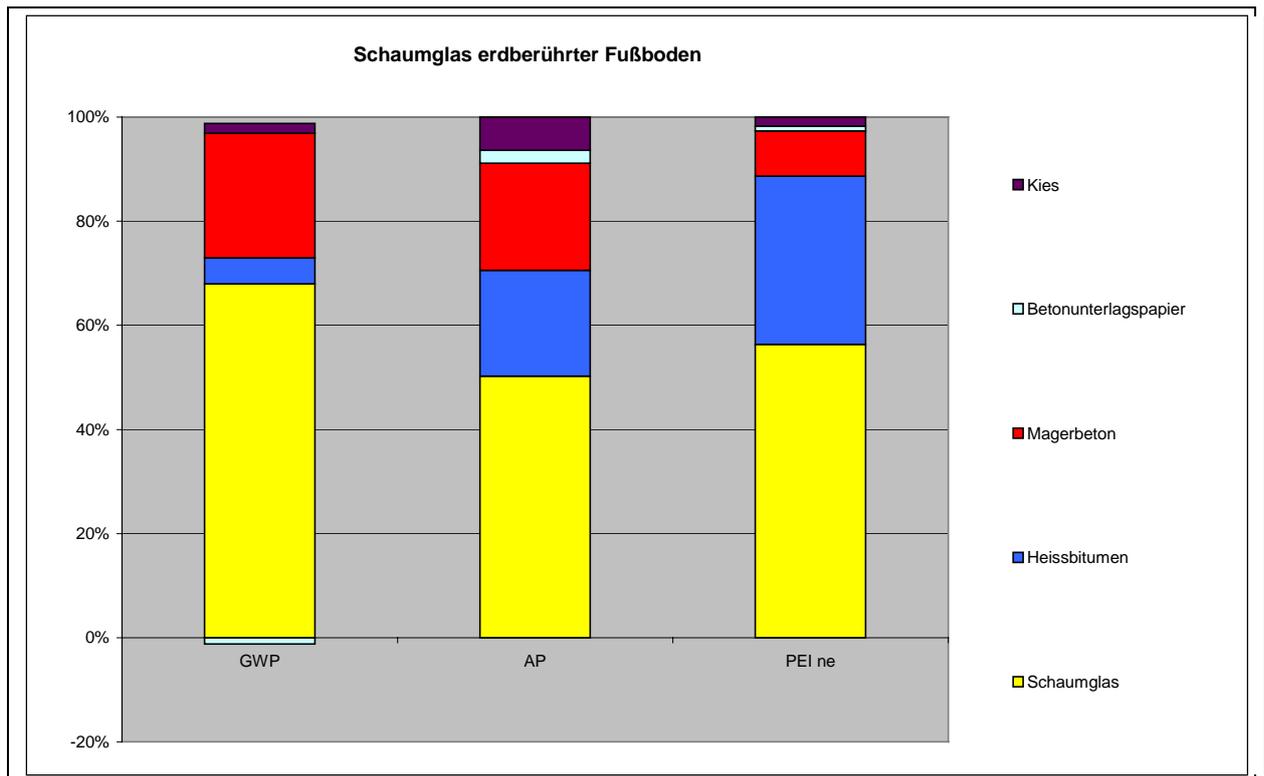
14.9.1 XPS unter Bodenplatte

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Polystyrol extrudiert CO ₂ -geschäumt (XPS)	0,200
2	Magerbeton	0,080
3	Betonunterlagspapier	0,001
4	Kies	0,100



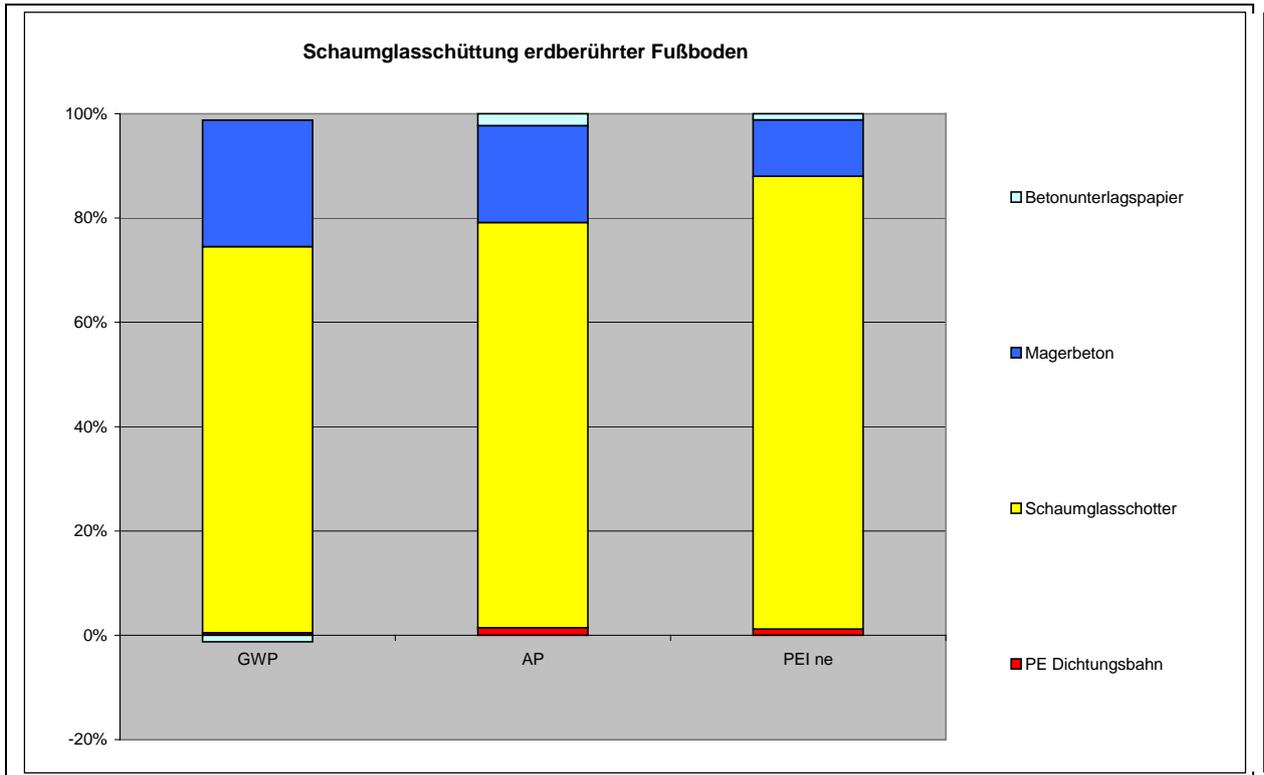
14.9.2 Schaumglas unter Bodenplatte

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	Schaumglas	0,240
2	Heißbitumen	
3	Magerbeton	0,080
4	Betonunterlagspapier	0,001
5	Kies	0,100

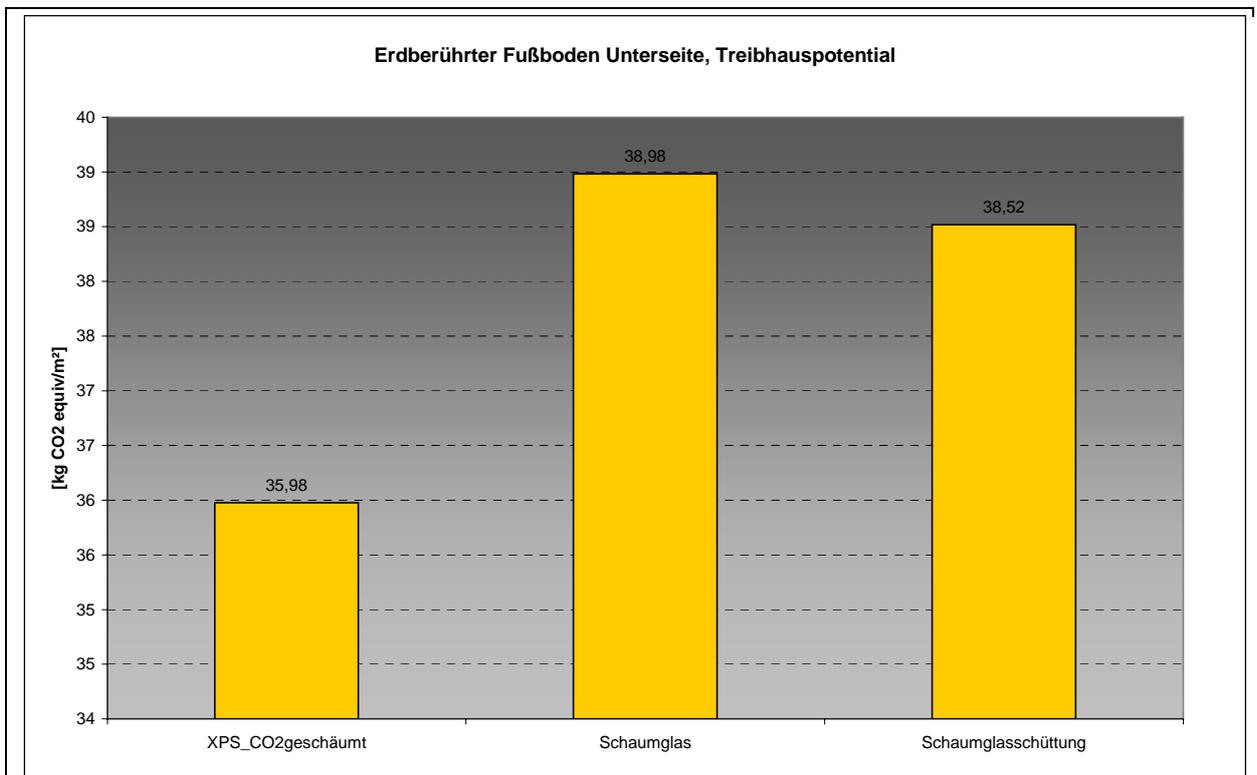
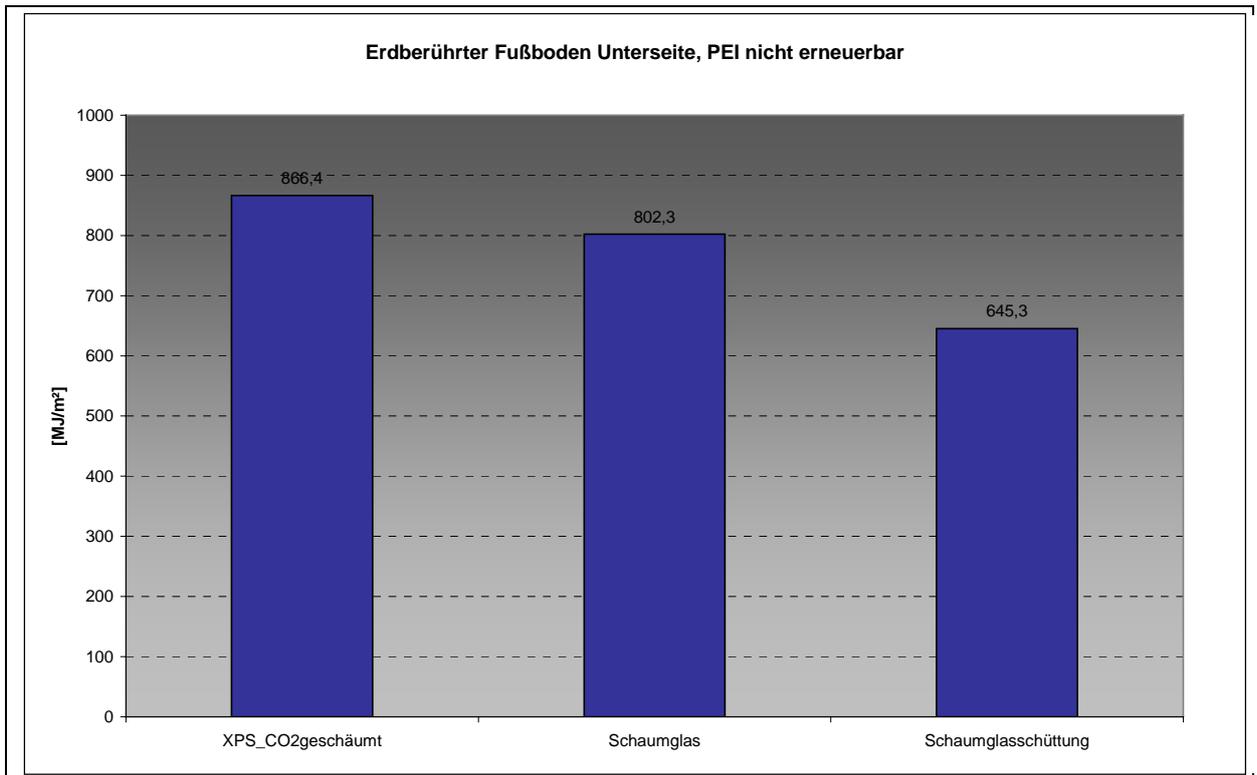


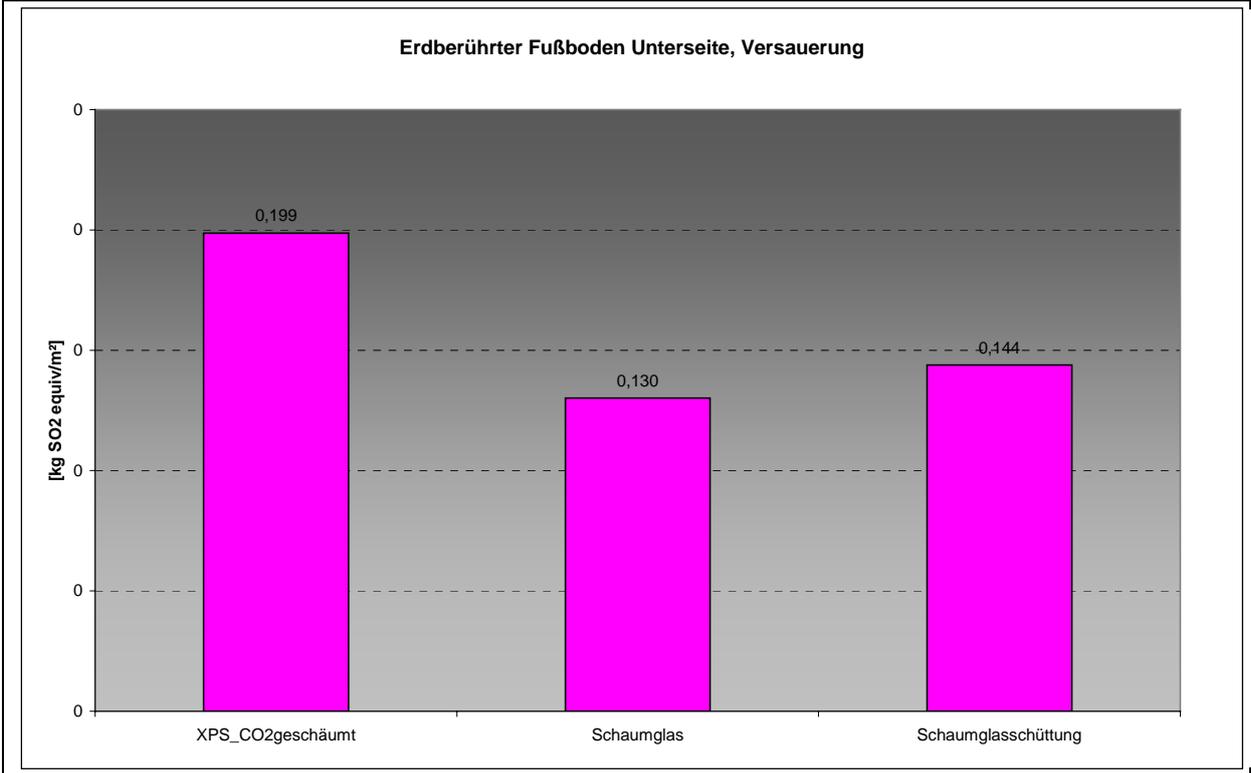
14.9.3 Schaumglasschüttung unter Bodenplatte

Schicht Nr.	Benennung der Schicht	Dicke [m]
1	PE Dichtungsbahn	0,001
2	Schaumglasschotter	0,400
3	Magerbeton	0,080
4	Betonunterlagspapier	0,001



14.9.4 Zusammenfassung





15 Detailangaben in Bezug auf die Ziele der Programmlinie

15.1 Beitrag zum Gesamtziel der Programmlinie und den sieben Leitprinzipien nachhaltiger Technologieentwicklung

Zieldimension: Energieeffizienz, Einsatz von Baustoffen aus nachwachsenden Rohstoffen, Bauökologie.

Elemente: Marktdiffusion von Technologien und Konzepten für das „Haus der Zukunft“, Transfer von Projektergebnissen.

Die Inhalte (vorgeschlagene Konstruktionen und Baustoffe) des Projekts ermöglichen im Vergleich zur derzeitigen Bau- und Sanierungspraxis

- 1) Deutliche Reduzierung des Energie- und Stoffeinsatzes
- 2) Erhöhte und effiziente Nutzung nachwachsender bzw. ökologischer Materialien
- 3) Erhöhung der Lebensqualität (verbesserter Komfort)
- 4) Vergleichbare Kosten und damit hohes Marktpotential

15.2 Einbeziehung der Zielgruppen (Gruppen, die für die Umsetzung der Ergebnisse relevant sind) und Berücksichtigung ihrer Bedürfnisse im Projekt

Die wertvollen HdZ-Forschungsergebnisse zur Gebäudesanierung, die in zahlreichen Endberichten verstreut vorliegen, werden gesammelt, nochmals überprüft, ergänzt, um bauphysikalische, ökologische und bautechnische Kenndaten und Hinweise erweitert, geordnet und in einheitlicher Darstellung dargeboten, wobei die Verweise auf die Quellen erhalten bleiben. Erst durch die systematische Aufarbeitung und bauphysikalisch-konstruktive, ökologische Analyse erhalten die bisher spezifischen, auf ein konkretes Sanierungsvorhaben zugeschnittenen Lösungen der HDZ-Demonstrationsvorhaben einen großen Nutzen für die Anwender.

15.3 Beschreibung der Umsetzungs-Potenziale (Marktpotenzial, Verbreitungs- bzw. Realisierungspotential) für die Projektergebnisse

Die meisten durchgeführten HDZ-Forschungsprojekte fokussieren in Hinblick auf die konstruktive Durchbildung der Sanierung auf ein bestimmtes, konkretes Gebäude, die Bewertung der Ergebnisse ist meist sehr selektiv. Zudem sind die Ergebnisse auf eine Vielzahl von Publikationen verteilt. Der geplante PH-Sanierungsbauteilkatalog führt die gewonnenen

Ergebnisse ergänzt und umfassend bewertet zu einem kompakten Planungshilfswerk zusammen.

Die Ergebnisse dienen der weiteren und leichteren Verbreitung der Forschungsergebnisse des Hauses der Zukunft auf dem Sektor Sanierung, dank Zweisprachigkeit (deutsch, englisch) auch über den deutschen Sprachraum hinaus.

Dank des Workshopkonzepts (AP6) ist auch einer Verbreitung durch direkte Schulungen der Weg bereitet.

In strategischer Perspektive werden damit materielle Voraussetzungen geschaffen für die zB europaweite Zusammenarbeit verteilter Arbeitsgruppen an Bauteilbeschreibungen, die die zunächst für Österreich, seine Bautradition und sein Klima erarbeiteten Lösungen ergänzen um Konstruktionen, die der Bautradition und den Klimata anderer Länder (der EU) entsprechen.

15.4 Potential für Demonstrationsvorhaben (Chancen / Schwierigkeiten / Risiken bei der Realisierung / Umsetzung in Richtung Demonstrationsprojekt?)

Die Projektergebnisse erleichtern Demonstrationsvorhaben, indem geprüfte Konstruktionen angeboten werden, die nur mehr auf eine konkrete Bauaufgabe angepasst werden müssen.

16 Schlussfolgerung

Das bisher ausgearbeitete Material stärkt die Zuversicht der Autoren, mit Hilfe physikalisch und ökologisch ausgearbeiteter Beispiele Arbeitshilfen für die Gebäudesanierung bieten zu können. Ein Bauteilkatalog kann einen Mittelweg bieten zwischen dem routinierten Vorgehen nach unreflektierter „Praxiserfahrung“ und teuren Einzeluntersuchungen mittels Simulationen und Gutachten. Die ausgearbeiteten Beispiele haben das Potential als solide „Halbfabrikate“ für eine Sanierungsplanung dienen zu können.

17 Ausblick

Der vorliegende Projektbericht umfasst den ersten Baustein eines geplanten und bei der 1. Ausschreibung Haus der Zukunft Plus am 20.02.2009 unter dem Namen „PH-SanPlus – PH-Sanierungsbauteilkatalog. Zweite Ausbaustufe“ eingereichten Projektes mit der Nummer 822169. Diese zweite Ausbaustufe umfasst die Arbeitspakete 2-12.

17.1 AP 1 (HDZ-Projekt 813968, Gegenstand dieses Projektberichts)

HdZ-geförderte Passivhaus-Projekte, die sich mit konstruktiven Aufgaben in der Sanierung beschäftigt haben, werden ausgewertet in Bezug auf Lösungen von Regelquerschnitten, Anschlussdetails und die technischen Überlegungen, die zur Entwicklung und Anwendung der jeweiligen Lösungen geführt haben. Dieses Material wird

- durch eigene Entwicklungen ergänzt
- systematisch nach Bauaufgaben und historischen Bauepochen geordnet
- einheitlich durchgerechnet und
- nach der Darstellungsweise des IBO Passivhaus-Bauteilkataloges aufbereitet.

Dieses Arbeitspaket entspricht dem Gesamtprojekt im Kleinen: Alle Themengebiete werden in ersten Beispielen bearbeitet. Die nachfolgenden Arbeitspakete entsprechen dem Ausbau auf das gesamte Spektrum der Gebäudesanierung.

17.2 AP 2 Regelquerschnitte

Lösungsmöglichkeiten, konventionell und bauphysikalisch sowie ökologisch optimiert (auf der methodischen Grundlage der Funktionalen Einheiten des IBO-Passivhaus-Bauteilkatalogs)

- 1) Wärmedämmung Außenwand außen
- 2) Wärmedämmung außen auf bestehende Außenwand
- 3) Wärmedämmung Außenwand innen
- 4) Wärmedämmung Flachdach
- 5) Wärmedämmung Terrasse
- 6) Wärmedämmung Steildach Leichtbau
- 7) Wärmedämmung Steildach Sargdeckel
- 8) Wärmedämmung Fußboden erdberührt
- 9) Wärmedämmung Kellerdecke oberseitig
- 10) Wärmedämmung Kellerdecke unterseitig
- 11) Wärmedämmung Außendecke unterseitig
- 12) Sanierung Fenster

17.3 AP 3 Sanierung erdberührter Bauteile

Aufgabenstellung

Der Fokus liegt bei der Sanierung ohne durchgehende Feuchtigkeitsabdichtung (mechanische Trennung des Mauerwerks). Es werden die Grenzbedingungen für die Anwendung der vorgeschlagenen Passivhauskonstruktionen gegeben.

- Beurteilung der Nachhaltigkeit sowohl aus technischer als auch aus ökologischer Sicht
- Optimierung und Entwicklung von technisch wie ökologisch günstigen Bauteilaufbauten.

Das Hauptgewicht wird auf bauphysikalisch grundsätzlich kritische Bauteilgruppen im erdberührten Bereich gelegt.

Methodik

Berechnung des thermisch-hygrischen Langzeitverhaltens der Konstruktionen und Anschlüsse. Für die Simulation wird das an der TU-Wien, Zentrum für Bauphysik, entwickelte Programmpaket HAM3D herangezogen. Wenn für bestimmte Fragen notwendig, wird auch das Programme WUFI verwendet. Die Beurteilung erfolgt nach den folgenden Kriterien:

- 1) Potential für Schimmelbildung gemäß Sedlbauer u.a.
- 2) Potential für Fäulnis
- 3) Wärmeschutz bzw. Variabilität der Wärmeleitfähigkeit insbesondere von Dämmstoffen infolge schwankender Feuchtegehalte
- 4) Verhalten bei hoher Einbaufeuchte oder unvorhergesehenem Wassereintritt (z.B. Hochwasser)
- 5) Risikobewertung

Ergebnisse

Dynamisches Wärme- und Feuchteverhalten der untersuchten Bauteile, Angabe aller wesentlichen bauphysikalischen Kenngrößen (außer Brandschutz und Schallschutz)
Angabe der (technischen) Grenzen für den sicheren Einsatz von alternativen Baustoffen, bzw. Angabe, wann welche Planungswerkzeuge zum Einsatz kommen müssen.

Angaben zum Aufbau ökologisch und bauphysikalisch optimierter Konstruktionen.

Vorläufige Bauaufgaben:

Bauteil	Bauteile	Randbedingungen	Anschlüsse
Erdberührte Bodenplatte, oberseitig gedämmt, inkl. Kriechkeller	Ziegel, Innenwände auch Leichtbau, Böden mit und ohne Beton	1. drückendes Wasser 2. nicht drückendes Wasser	1. Außenwand/Bodenplatte 2. Innenwand tragend / Bodenplatte 3. Innenwand nicht tragend / Bodenplatte 4. Terrassen-, Haustür / Bodenplatte 5. Bauteilheizung / Fußbodenheizung

Keller unbeheizt, Kellerdecke unter- oder oberseitig gedämmt	Ziegelbauweise, Stahlbeton, Holzspanbeton, Sandwichbauweise, Decke Ziegelgewölbe, Fertigteildecken	1. drückendes Wasser 2. nicht drückendes Wasser	1. Außenwand / Kellerdecke 2. Innenwand tragend / Kellerdecke 3. Innenwand nicht tragend / Kellerdecke 4. Terrassen-, Haustür / Kellerdecke 5. Bauteilheizung / Fußbodenheizung 6. Anschluss erdberührter Kellerwand zu nicht unterkellertem Bereich
Keller beheizt optional	Ziegelbauweise, Stahlbeton, Böden mit und ohne Beton	1. drückendes Wasser 2. nicht drückendes Wasser	1. Erdberührte Kelleraußenwand / Bodenplatte 2. Kellerinnenwand tragend / Bodenplatte 3. Kellerinnenwand nicht tragend / Bodenplatte 4. Erdberührte Kelleraußenwand / Kellerdecke 5. Bauteilheizung / Wandheizung / Fußbodenheizung

17.4 AP 4 Sanierung Gründerzeithäuser: Errichtungszeitraum vor 1919

Sanierung denkmalgeschützter Häuser, bzw. Gebäude, für die nur Innendämmungen in Frage kommen

Anmerkung: Sanierung nur einer Wohnung in einem Gebäude ergibt ähnliche Probleme

Charakterisierung des Bestandes:

- Außenwände Vollziegelmauerwerk 38 bis 65 cm oder Mischmauerwerk, straßenseitig Stuckornamentik oder Klinkerfassade
- Holzbalken- oder Dippelbaumdecken
- Kastenfenster
- Kellerdecke Gewölbe
- große Geschoßhöhen

Sanierungsaufgaben:

- Innendämmung mit besonderer Berücksichtigung der Anschlüsse (Entschärfung Wärmebrücken/Schimmelproblematik)

- Dämmung oberste Geschoßdecke, begehbar, nicht begehbar, Anschlüsse Dachkante, bzw. Dachausbau (Problematik Holzkonstruktion innenseitig)
- Fenstersanierung mit speziellen Kastenfenstern, Anschlüsse
- Dämmung Kellerdecke, Minimierung Wärmebrücken über Außenwände und Innenwände, Halsdämmungen
- Verbesserung Schallschutz zwischen Wohneinheiten (Wände, Decken): eingeschränkt

Sanierung von Gründerzeithäusern mit Möglichkeit zur Außendämmung der Außenwand

Charakterisierung des Bestandes:

- Außenwände Vollziegelmauerwerk 38 bis 65 cm, straßenseitig Stuckornamentik oder Klinkerfassade
- Holzbalken- oder Dippelbaumdecken
- Kastenfenster
- Kellerdecke Gewölbe
- große Geschoßhöhen

Sanierungsaufgaben:

- Außendämmung eventuell mit Rekonstruktionstechniken für Stuck und Strukturierung der Fassaden
- Außendämmungen hofseitig
- Einbindung Stiegenhaus (Problematik Halbgeschoße)
- Dämmung oberste Geschoßdecke, begehbar, nicht begehbar, Anschlüsse Dachkante, bzw. Dachausbau
- Fenstersanierung mit speziellen Kastenfenstern, Anschlüsse
- Dämmung Kellerdecke, Minimierung Wärmebrücken über Außenwände und Innenwände
- Verbesserung Schallschutz zwischen Wohneinheiten (Wände, Decken): eingeschränkt

17.5 AP 5 Sanierung von Gebäuden der 20er Jahre

Charakterisierung des Bestandes:

- Außenwände Vollziegelmauerwerk 25 bis 38 cm, Stuckornamentik reduziert, teilweise vorhanden
- Holzbalken- oder Dippelbaumdecken, erste Stahlbetondecken
- Kastenfenster, erstmals auch über Eck

Sanierungsaufgaben:

- Dämmung Außenwand bis Sockel, eventuell Rekonstruktion von Stuckornamentik

- Dämmung oberste Geschoßdecke, begehbar, nicht begehbar, Anschlüsse Dachkante, bzw. Dachausbau
- Einbau von Passivhausfenstern, Fenstersanierung, Anschlüsse
- Dämmung Kellerdecke, spezifische Lösungen für Wärmebrücken, wenn Stahlbetonträger

17.6 AP 6 Sanierung von Gebäuden der 50er Jahre

Charakterisierung des Bestandes:

- Außenwände Mauerwerk mit zementgebundenen Steinen (Ziegelsplitt, etc.), auch Vollziegelmauerwerk 25 bis 38 cm, einfache Fassaden
- manchmal noch Holzbalkendecken
- Kastenfenster z.T. Holzverbundfenster

Sanierungsaufgaben:

- Thermische Sanierung Fassade je nach Bauweise, Anschlüsse Traufe, Kellerdecke, Erdboden, Fenster, andere Durchdringungen
- Einbau von Passivhausfenstern, Anschlüsse
- Thermische Sanierung Steildach oder oberste Geschoßdecke begehbar und nicht begehbar, Ausbau
- Thermische Sanierung Kellerdecke

17.7 AP 7 Sanierung von Gebäuden der 60er Jahre

Charakterisierung des Bestandes:

- Sehr dünne Außenwandquerschnitte, häufig Mauerwerk, z.T. Schalsteine mit Kernbeton, Beginn Fertigteilbauweisen, z.T. Stahlbetonstützen außen
- Balkone direkt an Geschoßdecken, Loggien
- Stahlbetondecken mit Estrich, sehr oft Fertigteildecken, kleinere Bauten mit Ziegeldecken
- Kellerdecken als Kappendecken, Fertigteildecken auf Stahlbetonträgern
- Z.T. Flachdächer in Blech/Attiken
- Größere Fensterflächen, Holzverbundfenster

Sanierungsaufgaben:

- Thermische Sanierung der Fassaden je nach Bauweise, Anschlüsse Traufe/Attika, Kellerdecke, Erdboden, Fenster, andere Durchdringungen
- Einbau von Passivhausfenstern, Anschlüsse

- Thermische Sanierung von Steil- und Flachdächern, bzw. oberste Geschoßdecke begehrbar und nicht begehrbar, Ausbau
- Thermische Sanierung der Kellerdecke/Wärmebrücken Träger

17.8 AP 8 Sanierung von Gebäuden der 70er Jahre

Charakterisierung des Bestandes:

- Außenwände mit Stahlbetonwänden, z.T. bereits Sandwichbauweise, Leichtbetonwände, Holzspan-Mantelbauweise, in Einfamilienhäuser monolithische Bauweise, zT. erste Leichtbauten aus der Fertigteilindustrie, z.T. Stahlbetonstützen außen.
- Meist Balkone und Loggien
- Stahlbetondecken mit Estrich, sehr oft Fertigteildecken, kleinere Bauten mit Ziegeldecken
- Kellerdecken als Stahlbetondecken
- Sehr oft Flachdächer mit Folienabdichtung
- Große Fensterflächen, Isolierverglasungen, z.T. Tropenhölzer

Sanierungsaufgaben:

- Thermische Sanierung der Fassade je nach Bauweise, Anschlüsse Traufe/Attika/Balkone, Kellerdecke, Fenster, andere Durchdringungen
- Einbau von Passivhausfenstern, Anschlüsse
- Thermische Sanierung von Steil- und Flachdächern, bzw. Ausbau
- Thermische Sanierung der Kellerdecke

17.9 AP 9 Sanierung von Gebäuden ab 80er Jahre, bzw. Passivhaussanierung von bereits einmal sanierten Gebäuden

Charakterisierung des Bestandes:

- Monolithische Wände mit porierten Ziegeln, bzw. Leichtbetonen mit wärmedämmenden Zuschlagmitteln, Außenwände mit Wärmedämmverbundsystem, ca. 5 bis 8 cm WD
- Meist Balkone und Loggien
- Stahlbetondecken mit Estrich, sehr oft Fertigteildecken, kleinere Bauten mit Ziegeldecken
- Kellerdecken als Stahlbetondecken ca. 4 bis 8 cm WD
- Flachdächer oder Steildächer, ca. 16 bis 24 cm WD
- Große Fensterflächen, Isolierverglasungen, z.T. Tropenhölzer

Sanierungsaufgaben:

- Thermische Sanierung der Fassade je nach Bauweise, Anschlüsse Traufe/Attika/Balkone, Kellerdecke, Fenster, andere Durchdringungen
- Einbau von Passivhausfenstern, Anschlüsse
- Thermische Sanierung von Steil- und Flachdächern, bzw. Ausbau
- Thermische Sanierung der Kellerdecke

17.10 AP 10 Sanierung von Balkonen, Loggien

Charakterisierung des Bestandes:

- Gebäude ab 50er und 60er Jahren mit Balkonen und/oder Loggien
- In den 60er und 70er Jahren teilweise mit Loggien über beheizten Gebäudeteilen
- Ausführung in Stahlbeton, Armierung
- oftmals Pflanzentröge als Abgrenzung
- Fenster gehen in den 70er Jahren oft direkt an Seitenwände, bzw. Decke (starke Dämmung schwierig)
- Fußbodenniveau innen und außen meist gleich, Terrassentüren oft mit geringer Aufdopplung

Sanierungsaufgaben:

- Umdämmung von Balkonplatten/Loggien
- Ausführungsvarianten mit hochwärmedämmenden Dämmstoffen, Schwerpunkt Befestigung
- Lösungen mit fliesenkaschierten Platten
- Fensteraustausch mit Berücksichtigung eines wärmebrückenarmen Einbaus

17.11 AP 11 Sanierung von Einfamilienhäusern in Leichtbauweise (ab 60er Jahre)

Charakterisierung des Bestandes:

- Riegel oder Rahmenbauweise, außenseitig verputzt oder mit Eternitfassaden
- Meist Steildächer nachträglich ausgebaut, z.T. auch Flachdächer
- Gebäude in nicht wenigen Fällen ohne Unterkellerung
- Kellerdecken als Stahlbetondecken ca. 4 bis 8 cm WD
- Tramdecken,
- Große Fensterflächen, Isolierverglasungen, z.T. Tropenhölzer

Sanierungsaufgaben:

- Thermische Sanierung der Fassade je nach Bauweise, Anschlüsse Traufe/Attika/Balkone, Kellerdecke, Fenster, andere Durchdringungen, mindestens Verstärkung Wärmeschutz
- Herstellung Luftdichtigkeit
- Einbau von Passivhausfenstern, Anschlüsse
- Thermische Sanierung von Steil- und Flachdächern, bzw. Ausbau
- Thermische Sanierung der Kellerdecke
- Thermische Sanierung erdberührter Fußboden

17.12 AP 12 Komfortlüftung

Charakterisierung des Bestandes:

- Meist Fensterlüftung im Bestand

Sanierungsaufgaben:

- Geräte raumweise, Einbau in Gebäuden unterschiedlicher Bauweise, Kondensatproblematik
- Geräte wohnungsweise, in Gebäuden bis 50er Jahren Geschosshöhen meist eher hoch, daher Einbau von Installationen gut möglich, Nutzung von alten Kaminen
- Zentralanlagen für ganze Gebäude

Parallel dazu werden typische Bauschäden analysiert und Fehlerquellen aufgezeigt. Neben den Angaben aus der Literatur wird auf die Erfahrungen der beteiligten Personen und Institutionen zurückgegriffen.

18 Literatur

- [Adensam 2006] Adensam, H.: Lichtblicke. Integrierte Bewertung von Tageslichtlenksystemen für eine verstärkte Tageslichtnutzung im Gebäudebestand. Berichte aus Energie- und Umweltforschung 04/2006
- [AkkP16 1999] Protokollband Nr. 16 des Arbeitskreises Kostengünstige Passivhäuser: Wärmebrückenfreies Konstruieren; Passivhaus Institut Eigenverlag, 1. Auflage, Darmstadt 1999
- [AkkP21 2002] Protokollband Nr. 21: Architekturbeispiele: Wohngebäude, Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser; Passivhaus Institut; Darmstadt 2002
- [AkkP24 2003] Feist, Wolfgang (Hrsg.): Passivhaustechnologien bei der Altbau-Modernisierung, Protokollband 24 des Arbeitskreises kostengünstige Passivhäuser, 2003
- [AkkP32 2005] Feist, Wolfgang (Hrsg): Faktor 4 auch bei sensiblen Altbauten: Passivhauskomponenten + Innendämmung; Protokollband 32 des Arbeitskreises kostengünstige Passivhäuser, 2005
- [AkkP35 2007] Protokollband Nr. 35 Wärmebrücken und Tragwerksplanung - die Grenzen des wärmebrückenfreien Konstruierens; Passivhaus Institut Eigenverlag, 1. Auflage, Darmstadt 2007
- [Ambrozy 2007] Ambrozy, H. G.; Lange, K.: Qualitätssicherung von Passivhäusern in Holzbauweise. Kriterienkatalog zur Qualitätssicherung in der Ausführung von Passivhäusern in Holzbauweise. Berichte aus Energie- und Umweltforschung 23/2007
- [Balak 2008] Balak M., Pech A.; Mauerwerkstrochenlegung – Von den Grundlagen zur praktischen Anwendung; Springer Wien New York, 2. Auflage; P.O. Box 89, Sachsenplatz 4 - 6, 1201 Wien, ISBN 978-3-211-75777-2
- [Biermayr 2005] Biermayr, P; Schriefl, E.; Baumann, B. et al.: Maßnahmen zur Minimierung von Reboundeffekten bei der Sanierung von Wohngebäuden (MARESI). Berichte aus Energie- und Umweltforschung 6/2005
- [Blümel 2004] Blümel, E.; Nussmüller, W.; Rosegger, R. et.al.: Systemische Siedlungssanierung im sozialen Wohnbau. Sanierung im interdisziplinären Team mit Berücksichtigung der Nachhaltigkeitskriterien auf Mikro- und Makroebene. Berichte aus Energie- und Umweltforschung 2004
- [Brandl 2005] Brandl, M.; Dreyer, J.; Hofbauer, W. et al.: Ökologische Sanierung eines denkmalgeschützten Gebäudes mit

- Passivhaustechnologien. Haus der Zukunft Forschungsbericht, Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften. 1. Zwischenbericht. Wien: November 2005
- [Bucar 2004] Bucar, G.; Baumgartner, B.: „Contracting als Instrument für das Althaus der Zukunft“. Berichte aus Energie- und Umweltforschung 18/2004
- [Domenig-Meisinger 2007] Domenig-Meisinger, I.; Willensdorfer, A.; Krauß, B.; Aschauer, J.; Lang, G.: Erstes Mehrfamilien-Passivhaus im Altbau. Passivhausstandard und -komfort in der Altbausanierung am Beispiel eines großvolumigen MFH in Linz. Haus der Zukunft Forschungsbericht 21/2007
- [Ebel/Eicke-Hennig/Feist 2000] Ebel, Witta; Eicke-Hennig, Werner; Feist, Wolfgang; Groscurth, Helmuth-Michael: Energieeinsparung bei Alt- und Neubauten; 1. Auflage, Heidelberg, 2000
- [Eisenmenger 2008] Eisenmenger, H.; Weber, C.; Spielmann, G.; Tappeiner, G.; Lipp, B.; Fellner, M.: Wohnhaussanierung „Tschechenring“. Umfassende Sanierung einer denkmalgeschützten Arbeiterwohnanlage (1880) in Felixdorf NÖ. 1. Zwischenbericht, Jänner 2008
- [Eusch 2005] Eusch, I.; Moser, G.; Seiler, A.: Produkt- und Systementwicklung zur thermischen Sanierung von Altbauten durch den Einsatz von magnesitgebundenen Holzwolle-Leichtbauplatten. Berichte aus Energie- und Umweltforschung 2005
- [Fechner 2007] Fechner, J.; Hajszan, R.; Belazzi, T.; Lechner, R.: HdZ:Best of Diffusion. Verbreitung von Ergebnissen der Programmlinie Haus der Zukunft. Berichte aus Energie- und Umweltforschung 22/2007
- [Feist 1999a] Feist, W. (Hg.): Protokollband Nr. 17 Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser Phase II „Dimensionierung von Lüftungsanlagen in Passivhäusern“ Darmstadt: Passivhaus-Institut 1999
- [Feist 1999b] Feist, Wolfgang: Energieeffizienz – Wohlstand – Lebensqualität; im Tagungsband zur 3. Passivhaustagung, Bregenz 1999
- [Feist 2003a] Feist, W. (Hg.): Protokollband Nr. 22 Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser Phase III „Lüftungsstrategien für den Sommer“ Darmstadt: Passivhaus-Institut 2003
- [Feist 2003b] Feist, W. (Hg.): Protokollband Nr. 23 Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser Phase III „Einfluss der Lüftungsstrategie auf die Schadstoffkonzentration und -ausbreitung im Raum“ Darmstadt: Passivhaus-Institut 2003

- [Feist 2003c] Feist, W. (Hg.): Protokollband Nr. 24 Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser Phase III „Einsatz von Passivhaustechnologien bei der Altbausanierung“ Darmstadt: Passivhaus-Institut 2003
- [Feist 2004] Feist, W. (Hg.): Protokollband Nr. 30 Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser Phase III „Lüftung bei Bestandessanierung: Lösungsvarianten“ Darmstadt: Passivhaus-Institut 2004
- [Feist 2005] Feist, W. (Hg.): Protokollband Nr. 31 Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser Phase III „Energieeffiziente Raumkühlung“. Darmstadt: Passivhaus-Institut 2005
- [Ferle 2006] Ferle, A.; Essl, O.: Praxis- und Passivhaustaugliche Sanierungssysteme für Dach und Wandbauteile unter Verwendung von Hochleistungswärmedämmsystemen. Berichte aus Energie- und Umweltforschung 76/2006
- [Fink 2002] Fink, C.; Blümel, E.; Kouba, R. ; Heimrath, R.: Passive Kühlkonzepte für Büro- und Verwaltungsgebäude mittels luft- bzw. wasserdurchströmten Erdreichwärmetauschern. Berichte aus Energie- und Umweltforschung 35/2002
- [Frischknecht 1996] Frischknecht, R.; Bollens, U.; Bosshart, St.; Cior, M.; Ciseri, L.; Doka, G.; Hischier, R.; Martin, A.; Dones, R.; Gantner, U.: Ökoinventare von Energiesystemen. Grundlagen für den ökologischen Vergleich von Energiesystemen und den Einbezug von Energiesystemen in Ökobilanzen für die Schweiz. ETH Zürich Gruppe Energie – Stoffe – Umwelt (3. Aufl.) 1996
- [Guschlbauer-Hronek 2004] Guschlbauer-Hronek, K.; Grabler-Bauer, G. et al.: Altbausanierung mit Passivhauspraxis. Strategien zur Marktaufbereitung für die Implementierung von Passivhauskomponenten in der Althausanierung. Berichte aus Energie- und Umweltforschung 02/2004
- [Härig 2003] Härig, S.; Klausen, D.; Hoscheid, R.: Technologie der Baustoffe, 14. Auflage, Heidelberg, C.F. Müller 2003
- [Haselsteiner 2005] Haselsteiner, E.; Havel, M.; Guschlbauer-Hronek, K.: Neue Standards für alte Häuser. Nachhaltige Sanierungskonzepte für Einfamilienhaus-Siedlungen der Zwischen- und Nachkriegszeit. Berichte aus Energie- und Umweltforschung 7/2005
- [Heiß 2006] Heiß, D.; Walser, S.; Ortler, A.: Haus Zeggele in Silz. Energietechnische Sanierung eines historisch erhaltenswerten Wohngebäudes. Berichte aus Energie- und Umweltforschung 00/2006
- [Hoberg 1997] Hoberg, H.: Recycling von Aluminium. Lehrstuhl für Aufbereitung, Veredlung und Entsorgung. Vortrag im Rahmen

- der Veranstaltung „Aluminiumwirtschaft im Wandel - Ein moderner Werkstoff im Spannungsfeld zwischen Ökonomie und Ökologie“ bei der KFA Jülich (Forschungszentrum Jülich) am 13. Juni 1997. http://www.iar.rwth-aachen.de/eng/publications/downloads/bis1999/V09_SFB525.pdf
- [Hofbauer 2008] Hofbauer, W.; Weihs, Ph.; Bednar, T.; Mach, T. et al.: Ökologische Sanierung eines denkmalgeschützten Gebäudes mit Passivhaustechnologien. Projektnummer 805813, AuftragnehmerIn: Arbeitsgemeinschaft Hofbauer Mühlring. 2. Zwischenbericht, 2008-02-28
- [Hofer 2006] Hofer, G. et al.: Ganzheitliche ökologische und energetische Sanierung von Dienstleistungsgebäuden. Berichte aus Energie- und Umweltforschung 75/2006
- [Hoffmann 1994] Hoffmann, H.D.: Luftqualität im Passivhaus Darmstadt. Bewertung von Styrolexpositionen. BASF Abteilung Toxikologie. Ludwigshafen: Oktober 1994
- [IBO 2008] IBO: Passivhaus-Bauteilkatalog - Ökologisch bewertete Konstruktionen; Wien 2008
- [Kammerhofer 2005] Kammerhofer, K.; Ferle, A.; Köppl, M.: Wege zur Steigerung des Bauvolumens um 500% bei standardisierter thermischer Althausanierung. Entwicklung praxistauglicher Methoden zur Intensivierung und Rationalisierung von Prozessen in der Althausanierung bei Ein- und Zweifamilienhäusern, die im Zeitraum 1945 bis 1982 in Oberösterreich erbaut wurden. Berichte aus Energie- und Umweltforschung 24/2005
- [Kautsch 2006] Kautsch, P. et al.: Zellulose-Innendämmung ohne Dampfsperre. Untersuchungen zur grundsätzlichen Eignung aufgespritzter und verputzter Zelluloseschichten. Berichte aus Energie- und Umweltforschung 84/2006
- [Köhler 2004] Köhler, R.-G.: Modernisierung von Bestandeswohnungen mit Wärmerückgewinnungsgeräten aus der Sicht der Wohnungswirtschaft. In [Feist 2004]
- [Lang 2004] Lang, G.; Plöderl, H.; Zelger, T.; Muss, Ch.; Krauß, B.; Obermayr, H. Ch.: Erste Passivhaus-Schulsanierung. Ganzheitliche Faktor 10 Generalsanierung der Hauptschule II und Polytechnischen Schule in Schwanenstadt mit vorgefertigten Holzwandelementen und Komfortlüftung. Haus der Zukunft Forschungsbericht 22/2004
- [Lang 2007] Lang, G.; Lang, M.; Krauß, B.; Panic, E.; Obermayr, H. C.; Wimmer, R.: Erstes Einfamilien-Passivhaus im Altbau. Umsetzung des Passivhausstandards und –komforts in der

- Altbausanierung von Einfamilienhäusern am Beispiel EFH Pettenbach. Berichte aus Energie- und Umweltforschung 38/2007
- [Lorbek 2003] Lorbek, M.; Stosch, G.: Architekturhistorisch differenzierte, energetische Sanierung. Vergleichende Analyse von Sanierungsmethoden bei Bauten der Nachkriegsmoderne, exemplarisch durchgeführt am Objekt Sonderschule Floridsdorf. Berichte aus Energie- und Umweltforschung 28/2003
- [Lorbek 2005] Lorbek, M.; Stosch, G. et al.: Katalog der Modernisierung. Fassaden- und Freiflächenmodernisierung mit standardisierten Elementen bei Geschößwohnbauten der fünfziger und sechziger Jahre. Berichte aus Energie- und Umweltforschung 15/2005
- [NBTK 2008] IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und –ökologie (Hrsg.): Passivhaus-Bauteilkatalog/Details for Passive Houses. Ökologisch bewertete Konstruktionen/A Catalogue of Ecologically Rated Constructions. Springer Wien New York, 2., aktualisierte und erweiterte Auflage, 2008
- [Obernosterer 2005] Obernosterer, R. et al.: Praxis-Leitfaden für nachhaltiges Sanieren und Modernisieren bei Hochbauvorhaben. Checkliste für eine zukunftsfähige Baumaterial-, Energieträger-, Entwurfs- und Konstruktionswahl. Berichte aus Energie- und Umweltforschung 26/2005
- [ÖNORM B 2202] Arbeiten gegen aufsteigende Feuchtigkeit bei Trockenlegung von feuchtem Mauerwerk – Werkvertragsnorm; Ausgabe 2002-03-01; Österreichisches Normungs-institut, Heinestraße 38, 1021 Wien.
- [ÖNORM B 3355-1] Trockenlegung von feuchtem Mauerwerk – Bauwerksdiagnostik und Planungsgrundlagen; Ausgabe 2006-03-01; Österreichisches Normungsinstitut, Heinestraße 38, 1021 Wien.
- [ÖNORM B 3355-2] Trockenlegung von feuchtem Mauerwerk – Maßnahmen gegen aufsteigende Feuchtigkeit im Mauerwerk; Ausgabe 2006-03-01; Österreichisches Normungsinstitut, Heinestraße 38, 1021 Wien.
- [ÖNORM B 3355-3] Trockenlegung von feuchtem Mauerwerk – Flankierende Maßnahmen; Ausgabe 2006-03-01; Österreichisches Normungsinstitut, Heinestraße 38, 1021 Wien.
- [Ortler 2005] Ortler, A.; Krismer, R.; Wimmers, G.: Energetische Sanierung in Schutzzonen. Berichte aus Energie- und Umweltforschung 27/2005
- [Panic 2008] Panic, E.; Fürstenberger A.; Lang, G.; Pachner, P.: Erste Altbausanierung auf Passivhausstandard mit VIP's. Sanierung eines 150 Jahre alten Bauernhauses auf Passivhausstandard

- nach PHPP unter Einsatz von Vakuumdämmung. Berichte aus Energie- und Umweltforschung 2008
- [Peper Feist 1999] Peper, S.; Feist, W.; Sariri, V.: Luftdichte Projektierung von Passivhäusern, CEPHEUS-Projektinformation Nr. 7, Passivhaus Institut, Darmstadt 1999
- [Pfluger 2003] Pfluger, R.: Lufthygiene im Passivhaus. In [Feist 2003b]
- [Pfluger 2004] Pfluger, R.: Integration von Lüftungsanlagen im Bestand – Planungsempfehlungen für Geräte, Anlagen und Systeme. In [Feist 2004]
- [Pfluger 2005] Pfluger, R.: Kleinwärmepumpen für Heizung und Kühlung – Kompaktgeräte auch für den Sommer? In [Feist 2005]
- [Plöderl 2006] Plöderl, H.; Berger, M.; Lang, G.; Muss, Ch.; Krauß, B.; Obermayr, H.Ch.; Weingartsberger, H.: Demonstrationsprojekt Erste Passivhaus-Schulsanierung. Ganzheitliche Faktor 10 Generalsanierung der Hauptschule II und Polytechnischen Schule in Schwanenstadt mit vorgefertigten Holzwandelementen und Komfortlüftung. Haus der Zukunft Forschungsbericht. Zwischenbericht.
- [Plöderl 2008] Plöderl, H.; Berger, M.; Lang, G.; Muss, Ch.; Krauß, B.; Obermayr, H.Ch.; Weingartsberger, H.: Demonstrationsprojekt. Erste Passivhaus-Schulsanierung. Ganzheitliche Faktor 10 Generalsanierung der Hauptschule II und Polytechnischen Schule in Schwanenstadt mit vorgefertigten Holzwandelementen und Komfortlüftung. Haus der Zukunft Forschungsbericht.
- [Poppe 2004] Poppe, H.; Prehal, A.; Kahlert, C.; Rochard, U.; Menz, W.; Pichler, J.; Ulbrich, S.; Gruber, H.: ZSG – Zukunftsfähige Konzepte in der Stadt- und Gebäudesanierung – Trollmannkaserne Steyr. Haus der Zukunft Forschungsbericht 23/2004
- [Prehal 2004] Prehal, A.; Poppe, H.; Fadenberger, V.; Gutmann, R.; Krauß, B.; Panic, E.; Zelger, T.: WOP – Wohnbausanierung mit Passivhaustechnologie. Haus der Zukunft Forschungsbericht NN/2004
- [Pusch 2006] Pusch, Ch.; Reinberg, G.; Fink, Ch.; Bruck, M.; Tappeiner, G.; Ganneshofer, W.: Passivhaussanierung Klosterneuburg Kierling. Sanierung einer Wohnhausanlage aus den 1970er Jahren auf Passivhausqualität unter Nutzung erneuerbarer Energie. Haus der Zukunft Forschungsbericht. Zwischenbericht, April 2006
- [Raisch 1928] Raisch, E.: Die Luftdurchlässigkeit von Baustoffen und Baukonstruktionen; gi 30 (1928)

- [Rischaneck 2007] Rischaneck, U.: Demonstrationsvorhaben Menzelgasse. Begleitung der Bau- und Besiedlungsphase der beiden als seniorenbezogene Bauvorhaben ausgeführten Projekte (Neubau und Sockelsanierung), Dokumentation und verallgemeinerbare Schlussfolgerungen. Berichte aus Energie- und Umweltforschung 12/2007
- [Ruhs 2005] Ruhs, H.; Six, E.; Strasser, H.: SAQ – Sanieren mit Qualität. Qualitätskriterien für die Sanierung kommunaler Gebäude. Berichte aus Energie- und Umweltforschung 42/2005
- [Sandbichler 2004] Sandbichler, B.: Revitalisierung mit S.A.M. SYNERGIE AKTIVIERENDE MODULE. Berichte aus Energie- und Umweltforschung 10/2004
- [Sedlbauer 2001] Sedlbauer, K.: Vorhersage von Schimmelpilzbildung auf und in Bauteilen, Dissertation Universität Stuttgart 2001
- [Sedlbauer 2002] Sedlbauer, K.; Gabrio, Th.; Krus, M.: Schimmelpilze – Gesundheitsgefährdung und Vorhersage; Gesundheitsingenieur 123(2002), Heft 6, S. 285ff.
- [Schleevoigt 2004] Schleevoigt, P.: Erfahrungen mit Planung und Ausführung bei der Integration von Wohnungslüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung in Bestandesgebäuden. In [Feist 2004]
- [Schneider 2005] Schneider, U.; Brakhan, F.; Zelger, T.; Moser, W.; Bednar, T.: ALTes Haus. Barrierefreies Wohnen im GründerzeitPassivHaus.
- [Schneider 2006] Schneider, U.; Birnbauer, G.; Brakhan, F.; Zelger T.; Haas, Ch.; Pokorny, K.; Berger, M: Grünes Licht. Licht, Luft, Freiraum und Gebäudebegrünung im großvolumigen Passivhauswohnbau. Haus der Zukunft Forschungsbericht 03/2006
- [Schnieders 2003] Schnieders, J.: Wirkung von Position und Art der Lüftungsöffnungen auf den Schadstoffabtransport. In [Feist 2003b]
- [Schnieders 2005] Schnieders, J.: Ökonomischer Vergleich unterschiedlicher Systeme am Beispiel eines Bürogebäudes. In [Feist 2005]
- [Schweizer 2006] Schweizer, P.: Modellregion BAU-LAND-GEWINN Pongau. Projektnummer 811588. Haus der Zukunft Forschungsbericht. 1. Zwischenbericht, 2006-12-04
- [Sonderegger 2007] Sonderegger, A.; Nadler-Kopf, B.; Bertsch, G.; Zettler, L.: Sanierung ökologischer Freihof Sulz. Begegnungsstätte; Gebäudehülle mit kulturellem Erbe Energie sparend sanieren; ökologische Materialien; Adaption zukunftssträchtiger alter Bautechniken; erneuerbare Energien. Berichte aus Energie- und Umweltforschung 31/2007

- [Suschek-Berger 2006] Suschek-Berger, J.; Ornetzeder, M.: Kooperative Sanierung. Modelle zur Einbeziehung von BewohnerInnen bei nachhaltigen Gebäudesanierungen. Berichte aus Energie- und Umweltforschung 54/2006
- [Tritthart 2004] Tritthart, W.; Baumgartner, B.; Bleyl, J. et al.: Dienstleistungsangebote des Baugewerbes zur Durchführung ökologischer Althausanierungen. Berichte aus Energie- und Umweltforschung 3/2004
- [VDI 6022] VDI 6022 - Hygiene-Anforderungen an Raumluftechnische Anlagen und Geräte. 2006
- [Waldschmidt 1999] Waldschmidt, R.; Schickedanz, J.: Der Einsatz von Weitwurfdüsen als Zuluftventile in Wohnräumen. In [Feist 1999]
- [Werner 1999] Werner, J.; Laidig, M.: Grundlagen der Wohnungslüftung im Passivhaus. In [Feist 1999]
- [Wimmer 2008] Wimmer, R.: Informationsknoten für Nachwachsende Rohstoffe und ökologische Materialien (II). Internetplattform, Informations- und Serviceangebot und Haus der Zukunft Transfermaßnahmen. Berichte aus Energie- und Umweltforschung 5/2008