

WOP

Wohnbausanierung mit Passivhaustechnologie

A. Prehal, H. Poppe

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

39/2006

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

WOP

Wohnbausanierung mit Passivhaustechnologie

Mag. arch. Andreas Prehal
Mag. arch. Dr. Helmut Poppe
POPPE PREHAL ARCHITEKTEN

In Zusammenarbeit mit:
DI Vera Fadenberger
Dr. Raimund Gutmann
DI Bernd Krauss
Ing. Emanuel Panic
Dr. Thomas Zelger

Steyr, Jänner 2006

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

KURZFASSUNG (DEUTSCH UND ENGLISCH)

Titel: WOP - Wohnbausanierung mit Passivhaustechnologien, Linz, Österreich

Synopsis: Pilotprojekt zur Sanierung eines mehrgeschossigen Wohnbaues zum Niedrigstenergiehaus im bewohnten Zustand nach energieeffizienten, ökologischen und ökonomischen Kriterien.

Das Pilotprojekt zur Sanierung der Wohnbebauung Weinheberstraße 3/5/7/9 in Linz hat zum Ziel ein Konzept umzusetzen, bei dem, energetische und ökologische Aspekte gleichbedeutend mit den wirtschaftlichen Interessen der Wohnbauträger stehen. Grundsätzlich geht es bei diesem Projekt nicht darum neue Entwicklungen oder Innovationen einzelner Komponenten zu generieren. Das Hauptaugenmerk dieses Vorhabens liegt eindeutig darin einen neuen Standard der Gebäudesanierung zu definieren, der auch tatsächlich eine breite Anwendung finden wird.

Wenn bei diesem Projekt also von Innovation gesprochen werden kann, dann ist es die Entwicklung von Strategien für die Verbreitung von ganzheitlichen Sanierungskonzepten mit einem hohen Marktpotential und deren Umsetzung in einem Leitprojekt.

Gegenstand des Pilotprojektes ist eine aus 4 Wohnblöcken bestehende Baugruppe mit insgesamt 32 Wohneinheiten. Um die Sanierung für den Bauträger auch wirtschaftlich interessant zu gestalten, wird die thermische Sanierung der Gebäudehülle in Abstimmung mit den Förderrichtlinien des Landes Oberösterreich entwickelt, mit dem Ziel, die für dieses Vorhaben höchstmögliche Förderung zu erreichen. Im Mittelpunkt der Entscheidungsfindung steht dabei immer die Frage wie hoch die Energieeinsparung einer Maßnahme sein kann und wie diese im Verhältnis zu den dafür notwendigen Investitionskosten steht.

Unumgänglich hingegen ist die Installation einer Komfortlüftungsanlage. Einerseits wegen der Verhinderung von Schimmelbildung und der damit zusammenhängenden Verbesserung der Raumluftqualität, andererseits wegen der zusätzlichen Energieeinsparung durch Wärmerückgewinnung, ohne der die höchste Förderstufe in Oberösterreich nicht erreichbar ist. Im bewohnten Zustand stellt die Installation von Lüftungsanlagen eine besondere Herausforderung dar und setzt auch einen neuen Ansatz in Bezug auf Komfortlüftung und Wärmerückgewinnung voraus.

Um Umsetzungsschwierigkeiten wegen Informationsmangels zu vermeiden, werden die Bewohner in den Entwicklungsprozess einbezogen und anhand von Expertenvorträgen von den Vorzügen einer Komfortlüftung dargelegt und auf den Umgang mit dieser Technologie vorbereitet.

Die bauökologische Untersuchung verschiedener Sanierungsvarianten wird anhand von Lebenszyklusbilanzierungen einzelner Materialien durchgeführt, wobei auch hier die wirtschaftliche Einsetzbarkeit eines Baustoffes ein zusätzliches Kriterium zu den baubiologischen Aspekten darstellt.

Zur Unterstützung der Planung und Abwicklung wird ein umfassendes Qualitätssicherungskonzept umgesetzt, bei dem unter anderem Luftdichtigkeitsmessungen und thermografische Untersuchungen jeweils vor- und nach der Sanierung durchgeführt werden.

In der Projektierungsphase werden verschiedenste Modelle zur Erreichung der Zielstellungen untersucht und gegenübergestellt. Nach Abschluss dieser Planungsarbeiten beginnt die Realisierung des Pilotprojektes unmittelbar und wird innerhalb weniger Monate fertig gestellt.

Das Ergebnis ist eine realisierte Sanierungsstrategie, die bei höchster Energieeffizienz, bei Einsatz von ökologischen Baumaterialien und modernster Haustechnik die Qualität eines Neubaustandards bietet. Die Umsetzung dieses Konzeptes wird unter Ausnutzung der höchstmöglichen Landesförderungen keine zusätzlichen finanziellen Belastungen für den Wohnbauträger und somit auch für die Nutzer ergeben. Durch die Erstellung dieses

Pilotprojektes werden weitere Umsetzungen auch ohne Mehrkosten in der Planung möglich und somit ist nachhaltig auch eine hohe Marktdiffusion zu erwarten

Titel: WOP – Restoration of residential buildings in passive house quality, Linz, Austria

Synopsis: Pilot scheme for the restoration of the multi-storey residential buildings to a low energy building while people keep living in their flats with energy efficient, ecological and economical criteria.

The pilot scheme for restoration of the residential buildings Weinheberstraße 3/5/7/9 in Linz implements not only energetic and ecological aspects but also economical concerns of property developers. Basically this project does not deal with new developments of single components, but it is focused on new standards of complete restoration of buildings, that actually can be applied.

The innovation of this project is the development of energy related strategies to spread integral concepts of restoration with a high market potential and the implementation in a pilot project.

Object of the pilot scheme is a group of 4 apartment buildings with a total of 32 flats. To make the refurbishment economically interesting for the developer, the thermal restoration of the envelope is developed under consideration of the government subsidies of the country Upper Austria, with the aim to get highest aid for this project. The decision making is based on the energy saving of an implemented action compared to the necessary investment costs. Inevitable is the installation of comfort ventilation. The advantages are on the one hand the reduction of generation of mould and the improvement of the indoor air quality, on the other hand the additional energy saving with heat recovery, which is required for the highest government aid. The installation of ventilation equipment while people keep living in their flats brings out an outstanding challenge and is a new approach for comfort ventilation and heat recovery.

To avoid difficulties of implementation due to lack of knowledge, the inhabitants are involved in the process of development. Special presentations of experts explain the advantages of comfort ventilation and they prepare them for the contact with this technology.

The ecological analyses of different alternatives of restorations are carried out with balances of life cycles of single materials, whereas the economical initiation of a building material constitutes additional criteria to the aspects of building biology.

An outstanding quality assurance supports the planning and processing whereby inter alia measurements of air tightness and thermo graphic examinations before and after the restoration are carried out.

Different intentions are analysed and confronted in the phase of project planning. After completion of the design process the implementation of the pilot scheme starts immediately and it is finished within a few months.

The result is an implemented strategy of restoration that serves the quality standards of a new building with the use of ecological building materials and most modern mechanical services at highest energy efficiency. The implementation of the concept with utilisation of the highest possible government aid is no financial burden for the developer and also for the user. With the compilation of this pilot scheme following implementations are possible without additional costs in the design process therefore high market diffusion can be estimated

INHALTSVERZEICHNIS

Einleitung.....	5
Verwendete Methode und Daten.....	7
Entwicklung und Sanierungsstrategie	9
Sanierungsstrategie	17
Die Anforderungen der Förderstelle Wohnbauförderung des Landes Oberösterreich:...	18
Die Anforderungen für die Förderung der Lüftung des Landes Oberösterreich:.....	20
Sanierungsmaßnahmen:.....	24
Wahl der Dämmmaterialien.....	29
Architektur und Planung	33
Detaillösungen	35
Fensteranschlüsse horizontal	41
Fensteranschlüsse vertikal.....	45
Dämmung Sockel.....	49
Loggiaverbreiterung und Loggiadämmung	52
Haustechnikkonzept	54
Unterstützung der sozialwissenschaftlichen Begleitung.....	54
Aufgabenstellung	61
Moderation Mieterversammlung	61
Ziele, Ablauf	62
Ergebnis	62
Bewohnerbefragung und Beratungsgespräche	63
Fragebogen, Intensivinterviews	63
Durchführung der Befragung.....	63
Mitgestaltung und Moderation des Info-Tages	64
Einladung, Ziele	64
Ergebnis.....	65
Nutzerakzeptanz: Auswertung der Befragung	66
Beurteilung der Wohnsiedlung und des Wohnumfelds	66
Beurteilung der eigenen Wohnung.....	66
Akzeptanz der geplanten Sanierungsmaßnahmen	67
Meinung zur kontrollierten Wohnraumlüftung (Komfortlüftung).....	68
Conclusion	69
Nutzerreklamationen	69
Ökologie (IBO).....	70
Aufgabenstellung	70
Methodik: Ökologische Kennwerte (Energie- und Stoffflussanalyse)	70
Berechnungsverfahren.....	71
Sanierung Außenwand.....	72
Dämmung Rollladenkästen	82
Dämmung Sockel.....	82
Optimierung des Daches.....	83
Optimierung Kellerdecke.....	86
Planung und Wohnraumlüftung (E-PLUS)	88
Ausgangssituation	88
Ergebnisse Auswahl Lüftungsprinzip und Marktanalyse Lüftungsgeräte.....	88
Funktionsbeschreibung Einzelraumlüfter	89
Einbau Einzelraumlüftungsgerät Fa. Inventer	91
Wartung Einzelraumlüftungsgerät Fa. Inventer.....	91
Betriebskosten Einzelraumlüftungsgerät Fa. Inventer	91
Funktionsbeschreibung mechanische Abluftanlage.....	92

Positionierung Lüftungsgeräte	92
CAD- Darstellung Wohnraumlüftung	95
Darstellung Einzelraumlüftungsgerät	97
Qualitätssicherung (TB Panic).....	98
Qualitätsprüfung vor der Sanierung:.....	98
Außenthermografie:	98
ad 1) Auflager der Geschoßdecken:	98
ad 2) Fenstersturzausbildung.....	99
ad 3) Heizkörpernischen	99
ad 4) Wärmebrücken über dem Kellermauerwerk	100
ad 5) "Offene" Gebäudetrennfuge.....	100
Innenthermografie:	101
Luftdichtigkeitsprüfung:	103
Abschlussüberprüfung nach der Sanierung:.....	105
Außenthermografie:	105
ad 1) Auflager der Geschoßdecken:	106
ad 2) Fenstersturzausbildung.....	106
ad 3) Wärmebrücken über dem Kellermauerwerk	107
ad 4) "Offene" Gebäudetrennfuge.....	107
Innenthermografie:	107
Luftdichtheitsprüfung:.....	108
Vergleich der Blower-Door-Messungen:	109
Nutzerinnenleitfaden	110
Funktionsbeschreibung Einzelraumlüfter	110
Wartung Einzelraumlüftungsgerät Fa. Inventer.....	111
Kostenschätzung.....	112
Contracting modell	117
Was ist Contracting?	117
Contracting in diesem Projekt	118
Ergebnisse des Projektes und Schlussfolgerungen	119
Literaturverzeichnis	123
Abbildungsverzeichnis.....	124
Anhang	127

EINLEITUNG

Der hier vorliegende Endbericht beinhaltet alle in diesem Projekt erarbeiteten Ergebnisse, das heißt die gesamte Forschungsarbeit und Planung der Sanierung des Wohnhauses Weinheberstr. 3,5,7,9 in Linz, inkl. der abschließenden Qualitätssicherung. Der geplante Sanierungszeitraum Juli 2004 bis März 2005 hat sich wegen der späteren Förderzusage des BMVt und auf Wunsch des Bauträgers, der Wohnungsanlagengesellschaft WAG, nach hinten verschoben. Die Fertigstellung erfolgte im Herbst 2005. Die abschließenden Maßnahmen zur Qualitätssicherung, nämlich die Thermografietests und die Luftdichtigkeitsprüfungen wurden sofort nach Abschluss der Sanierungsarbeiten durchgeführt und im Endbericht ergänzt.

Die Struktur des Endberichts entspricht den Arbeitspaketen im Antrag, jedes Kapitel trägt denselben Titel wie ein Arbeitspaket, sodass eine übersichtliche Darstellung der Projektarbeit vorliegt. Darüber hinaus wurde bei der Erstellung aber auch die Auseinandersetzung mit einzelnen Themen berücksichtigt.

Das Projekt WOP zeichnet sich vor allem durch seine hervorragende Multiplizierbarkeit aus. Wir gehen davon aus, dass dieses Konzept einen neuen Standard in der Sanierung von Wohnbauten definieren wird. Gleichzeitig sichern wir eine höchstmögliche Energieeffizienz in Abstimmung zu wirtschaftlichen Fragen und es werden weitgehend ökologische Baumaterialien (nachwachsende Rohstoffe, Recyclingstoffe) eingesetzt. Dieser ganzheitliche Ansatz wird immer in Bezug zu wirtschaftlichen Interessen und zu den länderspezifischen Fördermöglichkeiten gesehen.

Bei der konkreten Umsetzung in den Häusern Weinheberstraße 3/5/7/9 ist aus schon beschriebenen Gründen der Einsatz von erneuerbaren Energieträgern höchst unwirtschaftlich. Auch in vielen anderen Fällen zeigt uns die Erfahrung, dass bei leitungsgebundenen Energieversorgungen nie wirtschaftlich umgerüstet werden kann. Gerade deshalb ist es wichtig die Energieverluste so zu minimieren, dass die Bestandsgebäude nahe an die Passivhausgrenze kommen.

Gerade bei Sanierungen im bewohnten Zustand darf der Einsatz von Haustechnikkomponenten nur sehr behutsam vorangetrieben werden. Die Technologie darf den Lebensrhythmus der Bewohner nicht stören oder verändern. Die Anwendung der Technologie für den Nutzer muss sehr einfach sein, eine Fehlbehandlung der Haustechnik darf den Wohnkomfort kurzfristig nicht wesentlich verschlechtern. Das Gesamtkonzept der Sanierung (thermische Verbesserung, Komfortlüftung) soll den Lebensstandard im Sinne von Wohnkomfort erheblich steigern.

Die Objekte Weinheberstraße 3/5/7/9 sind Teil des Wohnquartiers Spallerhof V in Linz, welches nach ca. 30 Jahren zur Generalsanierung ansteht. Gemeinsam mit der Wohnbaugenossenschaft wurde die Idee geboren ein ökologisches und energieeffizientes Sanierungskonzept zu entwickeln und als Leitbild umzusetzen.

2 Hauptziele werden verfolgt:

- 1) Es sollen Konzepte entwickelt werden, mit denen Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung in Wohngebäuden im bewohnten Zustand eingebaut werden können, ohne dass die Nutzer während der Bauarbeiten wesentlich beeinträchtigt werden, bzw. ohne dass das Projekt aufgrund von Klagen der Mietervereinigung unmöglich wird. Trotz abgeschlossener Planung wurden die Lüftungsanlagen dann nicht ausgeführt.
- 2) Die Multiplizierbarkeit des Projektes steht im Vordergrund. Die Sanierungen müssen sich wirtschaftlich in wenigen Jahren amortisieren sodass hiermit wirklich zukunftsfähige und umsetzbare Konzepte für viele weitere Wohnbausanierungen zur Verfügung stehen.

Als Grundlage dienten die Vorarbeiten in dem Projekt ZSG, das ebenfalls ein Projekt im Rahmen des Forschungsprogramms des Hauses der Zukunft ist.

Beteiligte

Antragsteller/ Projektleitung

POPPE PREHAL ARCHITEKTEN ZT GmbH

Steyr, A-4400, Bahnhofstr. 12
fon +43 7252 70157-0, fax +43 7252 70157-4
e-mail office.steyr@poppeprehal.at

Linz, A-4020, Coulinstr. 13/1
fon +43 732 781293-0, fax +43 732 781293-4
e-mail office.linz@poppeprehal.at

www.poppeprehal.at

Kooperationspartner

Planungsteam E-Plus

Egg, A-6863 Egg, Impulszentrum 1135
Fon +43 5512 26068-0, fax +43 5512 26068-17
e-mail planungsteam@e-plus

IBO- Österreichisches Institut für Baubiologie und –ökologie GmbH

Wien, A-1090, Alserbachstr. 5/8
Fon +43 1 319 20 05, fax +43 1 319 20 05-50
www.ibo.at

TB Panic

Schleissheim bei Wels, A- 4600, Blindenmarkt 7
Fon +43 7242 206996, fax +43 7242 45803
e-mail office@tb-panic.at

Wohnbund:Consult

Salzburg, A-5020, Hellbrunnerstr. 3/8
Fon +43 662 872177. fax + 43 662 872177
e-mail wohnbundsbg@aon.at

Bauträger Projektpartner

Wohnungsanlagengesellschaft m.b.H. , WAG

Linz, A-4026, Mörikeweg 6
Fon +43 732 3338 0, fax + 43 732 3338 333
e-mail info@wag.at

VERWENDETE METHODE UND DATEN

Die Vorgehensweise der einzelnen Partner wird im jeweiligen Kapitel genauer dargestellt. Zusammenfassend kann folgendes festgehalten werden:

POPPE PREHAL ARCHITEKTEN haben in einer engen Zusammenarbeit mit dem Bauträger der Wohnanlagengesellschaft WAG und dem sozialwissenschaftlichen Begleiter Herrn Dr. Gutmann die Sanierungsstrategie erarbeitet. Die Planung des Lüftungskonzeptes erfolgte durch E-Plus. Die Forschungsarbeiten von IBO, E-Plus und TB Panic standen als Entscheidungsgrundlagen zur Verfügung. Natürlich wurde wiederholt ein zyklischer Kontrollprozess: Konzeption – Ausführungsplanung – Analyse - Revision durchgeführt, der schließlich zu dem nachfolgenden Sanierungskonzept geführt hat.

Für Konzeption und Planung wurden keine besonderen Programme außer dem Passivhausprojektierungspaket PHPP verwendet. Pläne wurden mit AutoCad LT 2002 erstellt.

Die Berechnung des oberösterreichischen Energieausweises wurde von Herrn DI Schild für den Bauträger durchgeführt mit dem Programm Zehetmayer Software, Version 2004, 0806. Das PHPP als Vergleichsrechnung wurde von POPPE PREHAL ARCHITEKTEN mit dem Programm Passivhausprojektierungspaket 2002 berechnet.

Sozialwissenschaftliche Begleitung von Wohnbund:

Bei 32 Cases (= Wohnungen) wurde auf ein statistisches Auswertungsprogramm verzichtet und stattdessen Microsoft Excel verwendet. Die Methode waren einerseits "Intensivinterviews" mit Elementen "aufsuchender Beratung" bei 100% der Zielgruppe und zwei Veranstaltungen: eine außerordentliche Mieterversammlung und der Infotag, aufgebaut wie eine Sprechstunde.

Ökologie und Ökonomie von IBO

Die Analyse des ökologischen Aufwands für Herstellung und Instandhaltung der Bauteile erfolgt mittels Ökobilanzierung gemäß ISO 14040. Es werden die folgenden ökologischen Kennwerte berücksichtigt: Primärenergieinhalt nicht erneuerbar, Treibhauspotential, abiotischer Ressourcenabbau, Versäuerung, Photosmog, Eutrophierung. Die Erfassung von toxikologischen Aspekten während Herstellung, Einbau und Nutzung erfolgt deskriptiv auf der Grundlage der derzeit verfügbaren Fachliteratur. Die ökologische Wirkung von Rückbau und Entsorgung wird anhand einer kürzlich entwickelten semiquantitativen Methodik bewertet. Verwendete Programme zur Ökobilanzierung sind Simapro 5.0 (Berechnung der Baustoff-Kennzahlen) und das Programmpaket Ecosoft 2.1.4 (Bauteilberechnung).

Planung und Wohnraumlüftung von E-Plus:

Für Konzeption und Planung wurden keine besonderen Programme außer dem Passivhausprojektierungspaket PHPP verwendet. Pläne wurden mit AutoCad LT 2004 erstellt.

Beschreibung des PHPP: Das Passivhausprojektierungspaket PHPP ist „das“ Planungswerkzeug für die Planung von Passivhäusern. Es zielt vor allem auf eine detaillierte Berechnung der Kennwerte zu Heizung und Primärenergieverbrauch unter genauer Einbindung der Randbedingungen zu Wärmeverlusten und Wärmegewinnen im Niedrigstenergiebereich ab. Das PHPP – Programmpaket basiert auf einem Energiebilanzverfahren, welches über Simulationen und Messungen im Anwendungsbereich Passivhauswohnbau validiert wurde, es wurde am Institut für Wohnen und Umwelt in Darmstadt entwickelt.

Qualitätssicherung von TB Panic

Für die Qualitätssicherung wurden folgende Geräte verwendet:

Blower-Door: Blowtest 3000

Thermografie: PM 695

Temperaturmessung: Almemo 2290

ENTWICKLUNG UND SANIERUNGSSTRATEGIE

Anhand vom PHPP2002 (Passivhausprojektierungspaket) wurde aufbauend auf das vorliegende Rohkonzept in Abstimmung mit möglichen Einsparungspotentialen der Haustechnik eine Sanierungsstrategie festgelegt. Aufgebaut wird dabei auf die Erkenntnisse des HDZ- Projektes ZSG [P*P 2004].

Die geplanten Maßnahmen waren im Rahmenkonzept grob vorgegeben, wurden aber im Planungsprozess auf die verschiedenen Aspekte wie z.B. Lüftungstechnologie, Förderrichtlinien, Bauökologie, Bauphysik und vor allem Wirtschaftlichkeit geprüft und weiterentwickelt.

Rahmenkonzept

Das Rahmenkonzept umfasst 2 grundlegende Sanierungsmaßnahmen: Die thermische Sanierung der Außenhülle mit ökologischen Baumaterialien und die Montage einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung um die Behaglichkeit der Wohnungen zu erhöhen und um die Energieverluste und Bauschäden verursacht durch nicht beeinflussbares Lüftungsverhalten zu minimieren.

Die Sanierung zum Passivhaus wurde schon vielerorts diskutiert und auch schon in Forschungsprojekten umgesetzt. Die Ergebnisse zeigen, dass einerseits der Passivhausstandard tatsächlich nie richtig erreicht wurde (siehe Tagungsbände der Int. Passivhaustagung 6 Basel und 7 Hamburg) und andererseits aber enorme Anstrengungen unternommen wurden, die wirtschaftlich nie vertretbar sind.

Wir stellten uns die Frage: `Ist es möglich ökoeffiziente Sanierungen im bewohnten Zustand umzusetzen, bei denen Niedrigstenergiestatus (kleiner 40kWh/m²a nach PHPP) erreicht und modernste Haustechnik eingesetzt wird, ohne wesentliche Mehrkosten in Kauf nehmen zu müssen?`.

Zustand des Bestands



Abb. 1 Weinheberstr. 3,5,7,9 Nordwestansicht



Abb. 2 Weinheberstr. 3,5,7,9 Südostansicht

Die Objekte Weinheberstraße 3/5/7/9 sind Teil des Wohnquartiers Spallerhof V in Linz, welches nach ca. 30 Jahren (Die Baubewilligung wurde im August 1970 erteilt) zur Generalsanierung ansteht. Das Objekt besteht aus 4 Zweispännern, die an den Stirnseiten aneinandergebaut sind.

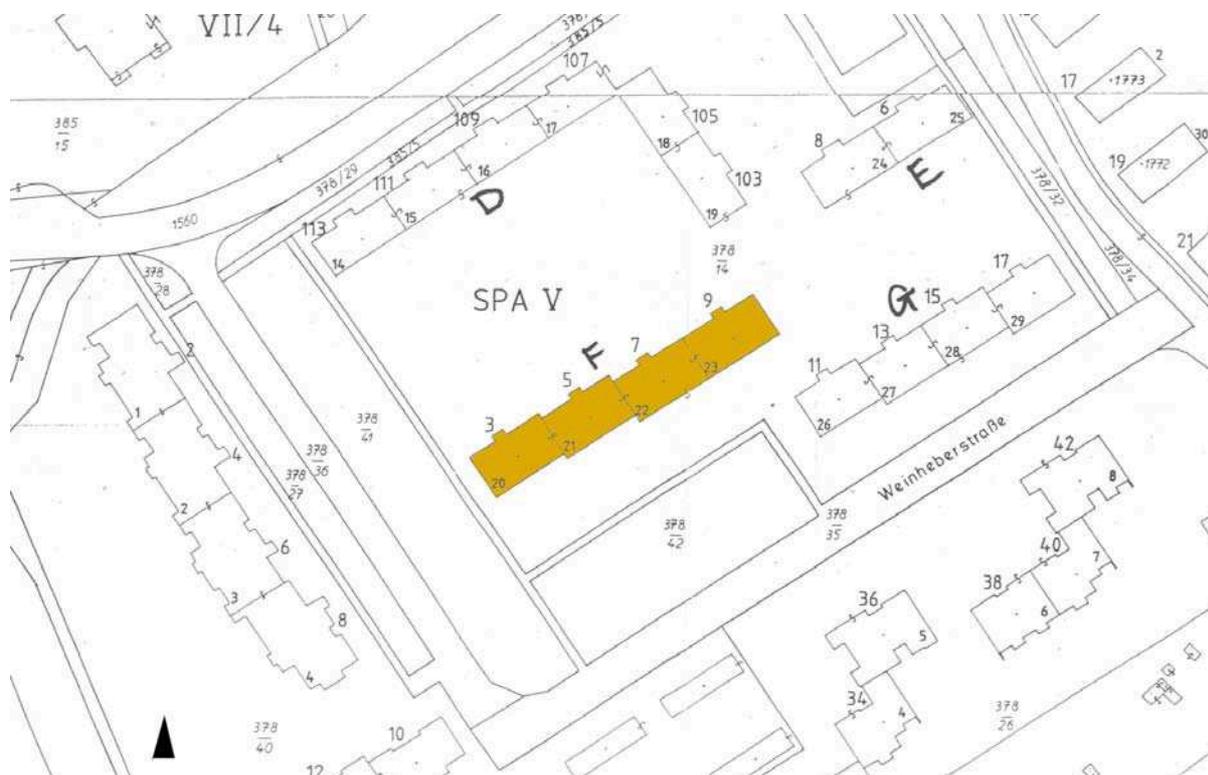


Abb. 3 Lageplan Sanierungsobjekt

Der Eingangs- und Erschließungsbereich liegt auf der Nordwestseite, die Südostseite wird durch Loggien definiert. Die Wohnungen sind Nordwest/ Südost orientiert. Die viergeschossigen Gebäude sind im Keller über Türen miteinander verbunden. Von dort gibt es auch einen Hinterausgang Richtung Südost. Das ganze Objekt umfasst 32 Wohnungen. Es gibt 2 verschiedene Wohnungsgrundrisse, benannt Typ „klein“ mit 79,98m² und Typ „groß“ mit 89,06m² Nettogrundfläche (lt. ÖNorm B 1800).

	Typ „KLEIN“	
	Nettogrundfläche	Nutzfläche
Zimmer	15,16	15,16
Bad	4,72	4,72
Küche	5,98	5,98
WC	1,39	1,39
Vorraum	9,19	
AB	1,64	1,64
Zimmer	27,1	27,1
Zimmer	14,8	14,8
Summe	79,98	70,79

Tab. 1 Flächenberechnung Typ „klein“

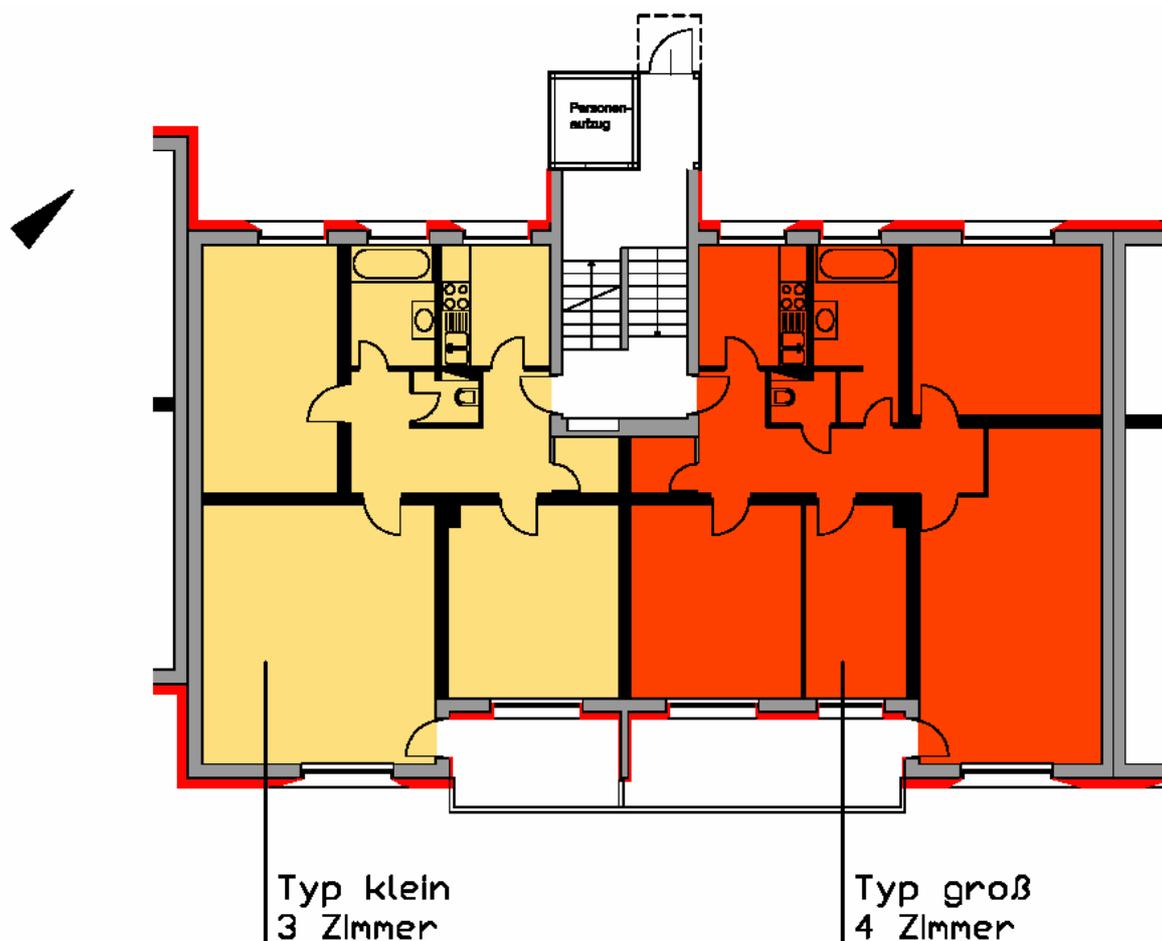


Abb. 4 Grundriss Regelgeschoß

Typ „GROSS“		
	Nettogrundfläche	Nutzfläche
Zimmer	14,59	14,59
Bad	6,16	6,16
Küche	5,98	5,98
WC	1,39	1,39
Vorraum	10,17	
AB	1,64	1,64
Zimmer	14,94	14,94
Zimmer	8,72	8,72
Zimmer	25,47	25,47
Summe	89,06	78,89

Tab. 2 Flächenberechnung Typ „groß“

Eine ausführliche Bestandsaufnahme wurde durchgeführt. Einerseits auf Grundlage der vorhandenen Bestandspläne. Andererseits durch Lokalaugenschein von Fachleuten und Fotodokumentationen (siehe Kapitel Planung und Wohnraumlüftung).

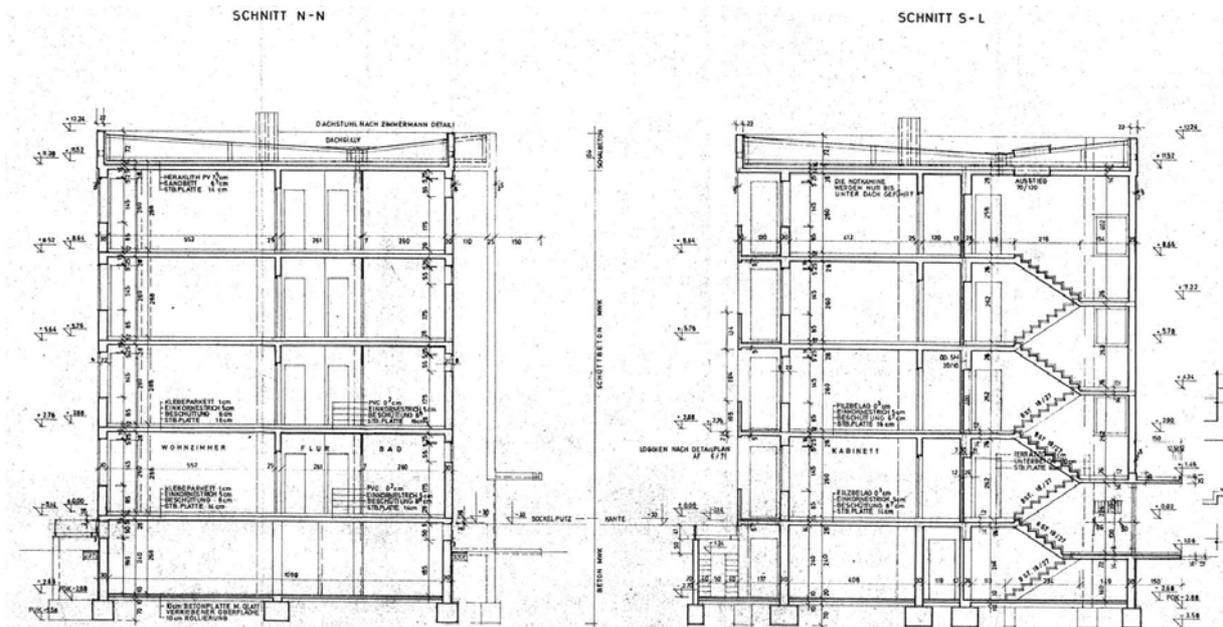


Abb. 5 Schnitt Bestandsplan (erstellt 1970 von Architekt DI Ossberger)



Abb. 6 Sockel Bestand im Loggiabereich



Abb. 7 Eingang Bestand Weinheberstr. 5

Das Gebäude ist ein Massivbau aus Schlackebeton, die horizontalen Tragelemente wurden in Stahlbeton ausgeführt. Das Objekt ist ausgenommen von unumgänglichen Instandhaltungsmaßnahmen seit der Errichtung unverändert. Die Aufbauten der Außenhülle des Bestandes ist nachfolgend aufgelistet. Die ursprünglichen Holzfenster wurden teilweise

in den letzten 10 Jahren durch weiße Kunststofffenster ersetzt. Die veralteten Kabelanschlüsse wurden durch eine neue Verrohrung an der Außenfassade ersetzt.

Name	Bestand			Name	Bestand		
	Material	mm	λ		Material	mm	λ
Aussenwand standard	Putz	25	0,9	Aussenwand Sockel	Putz	25	0,9
	Schlackenbeto	300	0,46		Schlackenbeto	300	0,46
	Putz	25	0,9		Putz	25	0,9
				Zwischenwand 2 Häuser Schottwand	Putz	25	0,9
					Schlackenbeto	200	0,46
					Schlackenbeto	200	0,46
Aussenwand Loggia 1	Putz	25	0,9		Putz	25	0,9
	Schlackenbeto	300	0,46				
				Zwischenwand Wohnung Stiegenhaus	Putz	25	0,9
					Schlackenbeto	250	0,46
					Putz	25	0,9
Aussenwand Loggia 2	Putz	25	0,9	Dach	Presskies		
	Schlackenbeto	300	0,46		2 x Dachpappe		
	Putz	25	0,9		Volle Schalung		
					Dachraum / Holzdachstuhl /siehe Schnitt		
					Wärmedämmu	75	
Auskragung Loggia (Wärmebrücke)	Loggiabetonau	170	0,46		Sandschüttung	65	
					Stahlbetondeck	140	2,32
					Putz	15	0,9
Aussenwand Stiegenhaus	Putz	25	0,9	Kellerdecke	Klebeparkett	10	0,25
	Schlackenbeto	300	0,46		Estrich	50	1,4
	Putz	25	0,9		Schüttung	80	0,3
					Stahlbetondeck	140	2,3
Aussenwand Liftbereich	kein						
Fenster	ges.		1,8	Tür	ges.		1,8

Tab. 3 Aufbauten Bestandsobjekt

Mittels Luftdichtigkeitstest wurde das Gebäude auf seine Dichtheit geprüft. Dies wird ausführlich im Kapitel Qualitätssicherung besprochen. Das Ergebnis ist eine Dichtheit von $n_{50} = 0,9 \text{ 1/h}$ – $n_{50} = 4,2 \text{ 1/h}$. Das Ergebnis zeigt deutlich wie unterschiedlich die bauphysikalischen Eigenschaften verschiedener Gebäudeteile eines Altbestandes sein können.

Nach dem Test wurde eine Leckagenortung durchgeführt, wobei an möglichen Schwachstellen der Luftzug gemessen wird und so ein „Leck“ in der Außenhülle festgestellt wird. Im Zuge der Qualitätsprüfung wurde an diesen „Schwachstellen“ eine Thermografie aufgenommen, die visuell die Leckagen und ihre bauphysikalischen Problematiken aufzeigen.

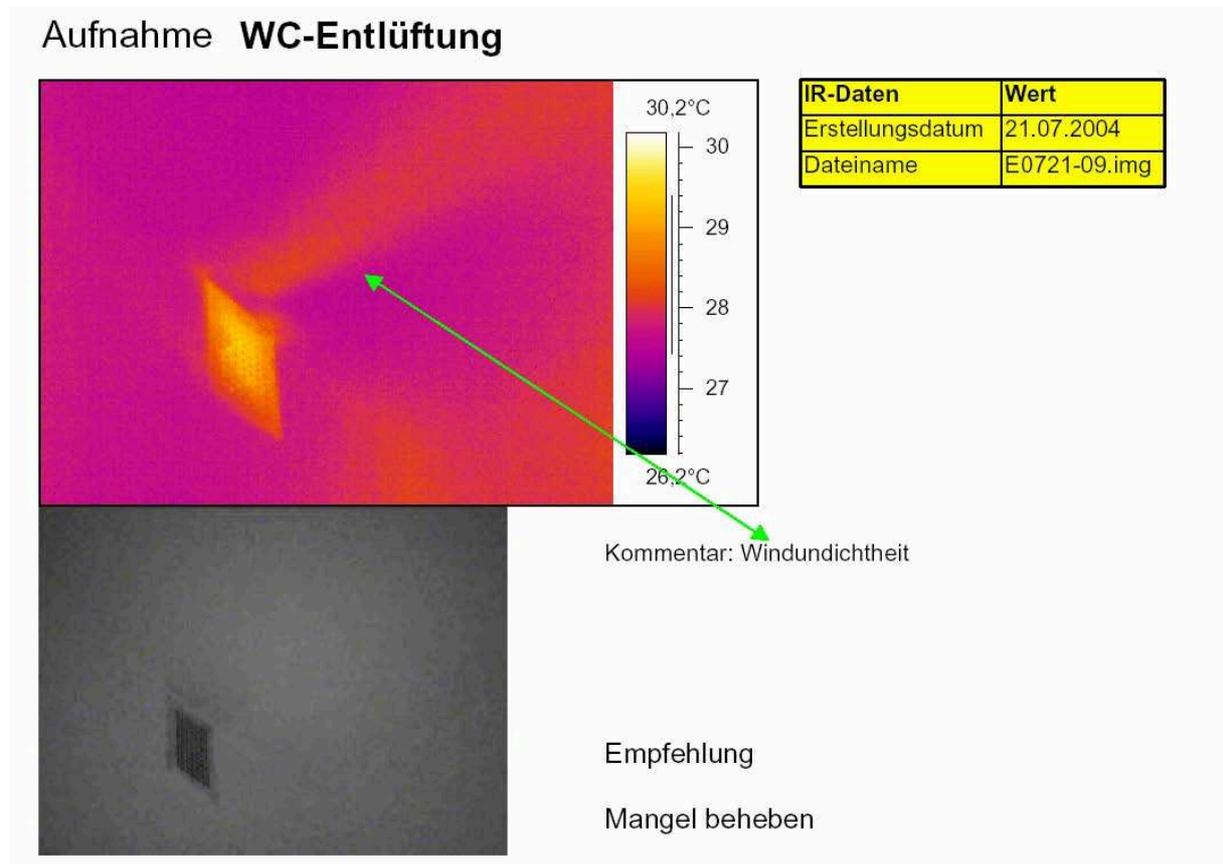


Abb. 8 Leckagenortung

Darüber hinaus wurden thermografische Aufnahmen von außen gemacht, die weitere Schwachstellen in der Außenhülle zeigen. Diese Analyse diente als Grundlage für weitere Sanierungsmassnahmen bezüglich Abdichtung der Außenhülle und Verminderung von Wärmebrücken. (siehe Sanierungsmaßnahmen)

Aufnahme Haus 7, OG rechts Süd



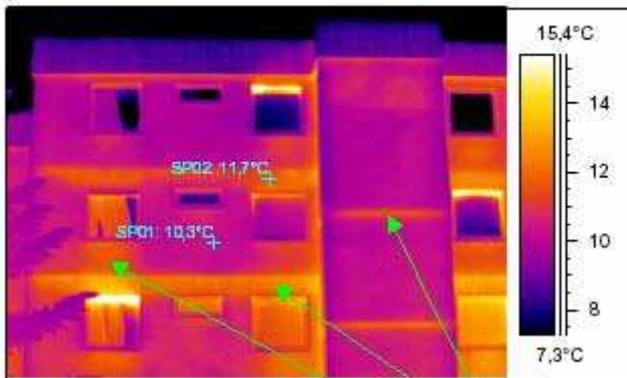
IR-Daten	Wert
Erstellungsdatum	11.05.2004
Dateiname	E0511-20.img
Objekt-Parameter	Wert
Emissionsgrad	0,95
Objektabstand	25,0 m
Umgebungstempe	7,6°C
Atmosphärentemp	8,6°C
Relative	0,92
Bezeichnung	Wert
SP01	9,7°C
SP02	11,5°C



Kommentar: wie Bilder vor.
 Hier wurden die Deckenaufleger und Fensterstürze hervorgehoben.
 Gut erkennbar ist auch die Schwäche im Fensterbankbereich.

Abb. 9 Thermografie Südfassade

Aufnahme Haus 9 OG links Nord



IR-Daten	Wert
Erstellungsdatum	11.05.2004
Dateiname	E0511-50.img
Objekt-Parameter	Wert
Emissionsgrad	0,95
Objektabstand	25,0 m
Umgebungstempe	7,8°C
Atmosphärentemp	8,6°C
Relative	0,92
Bezeichnung	Wert
SP01	10,3°C
SP02	11,7°C



Kommentar: wie auf der Südseite, erkennbar
 - Deckenroste und Sturzausbildung
 - Heizkörpernischen

Abb. 10 Thermografie Nordfassade

Sanierungsstrategie

Gemeinsam mit der Wohnbaugenossenschaft wurde die Idee geboren ein ökologisches und energieeffizientes Sanierungskonzept zu entwickeln und als Leitbild umzusetzen.

2 Hauptziele werden verfolgt:

1) Es sollen Konzepte entwickelt werden, mit denen Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung in Wohngebäuden im bewohnten Zustand eingebaut werden können, ohne dass die Nutzer während der Bauarbeiten wesentlich beeinträchtigt werden, bzw. ohne dass das Projekt aufgrund von Klagen der Mietervereinigung unmöglich wird.

2) Die Multiplizierbarkeit des Projektes steht im Vordergrund. Die Sanierungen müssen sich wirtschaftlich in wenigen Jahren amortisieren sodass hiermit wirklich zukunftsfähige und umsetzbare Konzepte für viele weitere Wohnbausanierungen zur Verfügung stehen.

Das gewählte Sanierungskonzept wurde mit dem Energieausweis nach den Förderrichtlinien des Landes OÖ berechnet bzw. auf die Förderrichtlinien abgestimmt. Dabei waren auch Gespräche mit der Förderstelle des Landes notwendig.



Mietersammlung
am Donnerstag, 08.07.2004, 18:00
für die Bewohner Weinheberstraße 3, 5, 7, 9

Sanierungsfahrplan:

2004:

Juli: Befragung zur Errichtung der Personenaufzüge

Juli: Fotodokumentation der Wohnungen

Juli/ August: Mietergespräche durch Dr. Gutmann

September: Infotag: Möglichkeit für individuelle Beratung

November: Sanierungsbeginn

2005:

Sommer: Fertigstellung der Gesamtsanierung

Abb. 11 Sanierungsfahrplan für Mietersammlung

Die Erarbeitung der Sanierungsstrategie erfolgt nach einem genau festgelegten Zeitplan, um möglichst schnell Grundlagen zur Planung zu erhalten. Obwohl die Sanierungsstrategie rechtzeitig fixiert werden konnte, wurde die Ausführungsphase von der Genossenschaft auf Frühling 2005 verschoben auf Grund des hohen Druckes der Mieter. Diese befürchteten dass die Bauarbeiten im Herbst nicht abgeschlossen werden können und sich dadurch die Bauzeit, die für die Mieter eine Belastung darstellt, in die Wintermonate verlängern und

verzögern könnten. Um das gute Klima zwischen Bauträger und Mieter nicht zu gefährden (siehe Kapitel Architektur und Planung) hat der Bauträger den Baubeginn auf März 2005 verschoben. Daher ist der Arbeitsplan nicht mehr in allen Teilen gültig.

Arbeitspakete	Tätigkeiten	Mai 04	Jun 04	Jul 04	Aug 04	Sep 04	Okt 04	Nov 04	Dez 04	Jan 05	Feb 05	Endbericht Abgabe Feb 2005
AP1	Projektkoordination P*P											
AP2	Entwicklung Sanierungsstrategie P*P											
AP3	Architektur und Planung P*P											
AP4	Ökologie und Ökonomie IBO			Ausführungsphase								
AP5	Planung der Wohnraumlüftung e-plus											
AP6	Qualitätssicherung TB Panic											
AP7	Kostenschätzung P*P/ WAG											

Abb. 12 Arbeits- und Bauzeitplan erstellt Mai 2004

Das Definieren der Sanierungsstrategie erfolgt durch die Konzeptionierung aller erforderlichen Maßnahmen von Architekt und Lüftungsplaner. Diese werden einerseits durch Messungen des Bestandes, Beurteilung der Bausubstanz und der bestehenden Haustechnik mittels Bestandsplänen, Berechnungen und Lokalaugenscheinen festgelegt, andererseits durch Materialbeurteilungen verschiedener möglicher Sanierungselemente und die Bauherrenwünsche der Genossenschaft definiert.

Die Anforderungen der Förderstelle Wohnbauförderung des Landes Oberösterreich:

Ausschnitt aus: <http://www.ooe.gv.at/foerderung/Wohnbau/> (12/04)

Förderung von Wohnhäusern mit mehr als 3 Wohnungen

Für ein Darlehen eines Geldinstitutes mit einer Laufzeit von 15 Jahren wird ein Annuitätenzuschuss im Ausmaß von 25 % gewährt.

Die Höhe des Darlehens bis zu der Annuitätenzuschüsse gewährt werden, beträgt höchstens 80 % der förderbaren Sanierungskosten und max. 800,- Euro pro m² sanierter Nutzfläche.

Die Förderbarkeit ist nur gegeben, wenn die Sanierungskosten 43,- Euro pro m² sanierter Nutzfläche übersteigen. Dies gilt nicht bei der nachträglichen Errichtung von thermischen Solaranlagen.

Für besonders energiesparende Sanierung wird entsprechend der energetischen Qualität des Gebäudes nach der Sanierung ein höherer Annuitätenzuschuss gewährt, wenn die Energiekennzahl gemäß Oö. Bautechnikverordnung folgende Werte nicht übersteigt:

30 % Annuitätenzuschuss:

A_B/V_B größer gleich 0,8	80 kWh/ (m ² Jahr)
A_B/V_B kleiner gleich 0,2	40 kWh/ (m ² Jahr)
A_B/V_B zwischen 0,2 und 0,8.....	linear ansteigend von 40 bis 80 kWh (m ² Jahr) oder $26,66 + 66,66 * A_B/V_B$

35 % Annuitätenzuschuss:

A_B/V_B größer gleich 0,8	65 kWh/ (m ² Jahr)
A_B/V_B kleiner gleich 0,2	35 kWh/ (m ² Jahr)
A_B/V_B zwischen 0,2 und 0,8.....	linear ansteigend von 35 bis 65 kWh (m ² Jahr) oder $25 + 50 * A_B/V_B$

40 % Annuitätenzuschuss:

A_E/V_B größer gleich 0,8	45 kWh/ (m ² Jahr)
A_E/V_B kleiner gleich 0,2	25 kWh/ (m ² Jahr)
A_E/V_B zwischen 0,2 und 0,8.....	linear ansteigend von 25 bis 45 kWh (m ² Jahr) oder $18,33 + 33,33 * A_E/V_B$

Der entsprechende Nachweis hat innerhalb von 3 Monaten nach Beginn der Sanierungsarbeiten zu erfolgen. Darüber hinaus muss im Falle einer Sanierung der Außenwand ein U-Wert von 0,3 W/(m² K) eingehalten werden.

Ausgenommen von den Anforderungen an die Energiekennzahl sind denkmalgeschützte Gebäude. Bei solchen Gebäuden wird als energetisches Qualitätskriterium der Wärmeschutz der Einzelbauteile im Verhältnis zu den in der Oö. Bautechnik-Verordnung festgelegten Grenzwerten herangezogen.

Die Errichtung einer thermischen Solaranlage wird mit einem Annuitätenzuschuss in der Höhe von 40 % bei Anrechnung der gesamten Investitionskosten gefördert. Der Jahresdeckungsgrad der Anlage muss bei Warmwasser-Solaranlagen mindestens 30 % betragen. Bezugsgrößen für den Warmwasser-Wärmebedarf sind 2,5 Personen je Wohneinheit und 30 Liter/Person/Tag bei 60 ° C. Um die Funktionstüchtigkeit und den Wärmeertrag der Solaranlage zu messen ist ein Wärmemengenzähler, wenn möglich im Sekundärkreislauf (ohne Frostschutzmittel) vorzusehen.

Der nachträgliche Einbau eines Liftes wird mit einem Annuitätenzuschuss in der Höhe von **50 %** bei Anrechnung der gesamten Investitionskosten gefördert.

Die Anforderungen für die Förderung der Lüftung des Landes Oberösterreich:

Ausschnitt aus <http://www.esv.or.at/esv/index.php?id=259> bzw.

Allgemeine Förderungsrichtlinien des Landes Oberösterreich, Fin-010104/126-2003, verlautbart in der Amtlichen Linzer Zeitung vom 3. April 2003, Folge 7/2003 und auf der Homepage des Landes Oberösterreich unter <http://www.ooe.gv.at/foerderung/Richtlinien>, bzw. die "Richtlinien zur Umweltförderung in Oberösterreich", verlautbart in der Amtlichen Linzer Zeitung vom 24.01.2002, Folge 2/2002,

Angaben zum Lüftungsgerät / der kontrollierten Raumlüftung mit Wärmerückgewinnung bzw. zum Gebäude

(bitte vollständig ausfüllen und Zutreffendes ankreuzen)

Fabrikat			
Type			
tatsächlicher Volumenstrom [m ³ /h]	min. _____	max. _____	
Nettoraumvolumen [m ³] _____	Innentemperatur [°C] + _____		
mit Erdwärmetauscher	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	Wenn ja, bitte folgendes angeben: Nennweite (DN) _____ Länge: _____
Das Verhältnis von Stromeinsatz [kWh/Jahr] für die elektrische Antriebsleistung des Ventilators und der rückgewonnenen Heizwärme [kWh/Jahr] beträgt ____ : ____ (mindestens 1:5 gefordert)			
Der Wärmerückgewinnungsgrad (= Wärmerückgewinnungszahl) beträgt _____ % im schlechtesten Betriebsfall (mindestens 70% gefordert)			
Die richtige Dimensionierung und der fachgerechte Einbau der kontrollierten Raumlüftung mit Wärmerückgewinnung erfolgte durch den unterfertigten Lüftungsanlagenbauer/in.			
Bei Wohngebäuden darf der maximale Luftwechsel (maximaler Zuluftvolumenstrom zu Nettoraumvolumen) 1,0 1/h und die Einblastemperatur max. 50°C betragen. Bei sonstigen Gebäuden ist die jeweilige behördliche bzw. durch die Norm bestimmte Vorgabe einzuhalten.			
<u>Für Wohnräume und Räume mit wohnraumähnlicher Zweckbestimmung:</u> Die Einhaltung der ÖNORM H 6038 (für Lüftungstechnische Anlagen - kontrollierte <u>Wohnraum</u> lüftung mit Wärmerückgewinnung) wird bestätigt.			

Tab. 4 Ausschnitt aus dem Formular zum Ansuchen der Förderung der Lüftungsgeräte

Die entwickelte Strategie wird durch die Berechnung des PHPP und des Oberösterreichischen Energieausweises überprüft, adaptiert und abschließend nochmals an die örtlichen Gegebenheiten angepasst (siehe Tabelle 5).

- PHPPberechnung erstellt von POPPE PREHAL ARCHITEKTEN
 - Berechnung Bestand: Energiekennzahl: 168 kWh/m²a
 - Aufbauten Bestand:
 - Außenwand: U=1,210 W/(m²K)
 - Außenwand Stiegenhaus: U=1,210 W/(m²K)
 - Außenwand Loggia: U=1,210 W/(m²K)
 - Kellerdecke: U=1,345 W/(m²K)

Dach: $U=0,857 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

- Berechnung optimierte Sanierung: Energiekennzahl: $32 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Aufbauten Sanierung:
Außenwand: $U=0,207 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Außenwand Stiegenhaus: $U=0,462 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Außenwand Loggia: $U=0,383 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Kellerdecke: $U=0,291 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Dach: $U=0,135 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Detaillierte Berechnung siehe Anhang

Passivhaus-Projektierung ENERGIEKENNWERT HEIZWÄRME

Klima: <input type="text" value="Standard"/>	Innentemperatur: <input type="text" value="20,0"/> °C
Objekt: <input type="text" value="Bestand, Weinheberstraße 3/5/7/9"/>	Gebäudetyp/Nutzung: <input type="text" value="Mehrgeschößiger Wohnba"/>
Standort: <input type="text"/>	Energiebezugsfläche A _{EB} : <input type="text" value="2868,6"/> m ²
	Standard-Personenbelegung: <input type="text" value="110"/> Pers pro m ²

Bauteile	Temperaturzone	Fläche m ²	U-Wert W/(m ² K)	Reduktionsfaktor ξ	G _i kWh/a	kWh/a	Energie- bezugsfläche
1. Außenwand	A	1435,6	0,207	1,00	84,0	24949	
2. Außenwand Loggia	A	385,6	0,383	1,00	84,0	12403	
3. Kellerdecke	B	936,0	0,291	0,50	84,0	11438	
4. Dach / Oberste Geschoßdecke	A	936,0	0,135	1,00	84,0	10600	
5. Aussenwand Stiegenhaus	A	459,6	0,462	1,00	84,0	17817	
6.							
7. Eingangstüren	X	8,0	2,000	0,50	84,0	672	
8. Fenster	A	523,6	1,373	1,00	84,0	60388	
9. Wbrücken außen (Länge/m)	A			1,00			
10. Wbrücken Boden (Länge/m)	B			0,50			
Summe aller Hüllflächen		4684,3					
						Summe	138267
							48,2

Transmissionswärmeverluste Q_T

Lüftungsanlage:	wirksames Luftvolumen V _L	A _{EB}	lichte Raumhöhe	m ³
		2868,6	2,50	7171,6
	effektiver Wärmebereitstellungsgrad der Wärmerückgewinnung η _{eff}	90%		
	Wärmebereitstellungsgrad des Erdreichwärmetauschers η _{EWT}	0%		
	energetisch wirksamer Luftwechsel n _L	n _{L,Anlage}	Φ _{WRG}	n _{L,Rest}
		0,383	0,90	0,042
		(1 - 0,90) + 0,042 =		0,081

Lüftungswärmeverluste Q_L

V _L	n _L	c _{Luft}	G _i	kWh/a	kWh/(m ² a)
7172	0,081	0,33	84,0	16192	5,6

Summe Wärmeverluste Q_V

Q _T	Q _L	Reduktionsfaktor Nacht-/Wochenendauslenkung	kWh/a	kWh/(m ² a)
138267	16192	1,0	154458	53,8

Wärmeangebot Solarstrahlung Q_S

Ausrichtung der Fläche	Reduktionsfaktor vgl. Blatt Fenster	g-Wert (senkr. Einstr.)	Fläche	Globalstr. Heizzeit	kWh/a	kWh/(m ² a)
1. Ost	0,30	0,60	45,20	175	1439	
2. Süd	0,43	0,60	214,60	347	19044	
3. West	0,32	0,60	59,90	290	3293	
4. Nord	0,44	0,60	203,88	148	8031	
5. Horizontal	0,40	0,00	0,00	360	0	
Summe					31806	11,1

Interne Wärmequellen Q_I

kh/d	Länge Heizzeitspezif. Leistung q-l	A _{EB}	kWh/a	kWh/(m ² a)
0,024	225	2,1	32530	11,3

Freie Wärme Q _F	Q _S + Q _I	kWh/a	kWh/(m ² a)
		64336	22,4

Verhältnis Freie Wärme zu Verlusten	Q _F / Q _V	0,42
-------------------------------------	---------------------------------	------

Nutzungsgrad Wärmegewinne η_G

$$(1 - (Q_F / Q_V)^5) / (1 - (Q_F / Q_V)^6) = 99\%$$

Wärmegewinne Q_G

η _G * Q _F	kWh/a	kWh/(m ² a)
	63863	22,3

Heizwärmebedarf Q_H

Q _V - Q _G	kWh/a	kWh/(m ² a)
	90596	32

Tab. 5 Ausschnitt aus PHPP von POPPE PREHAL

Energieausweissberechnung erstellt von DI Schild (Detaillierte Berechnung siehe Anhang)

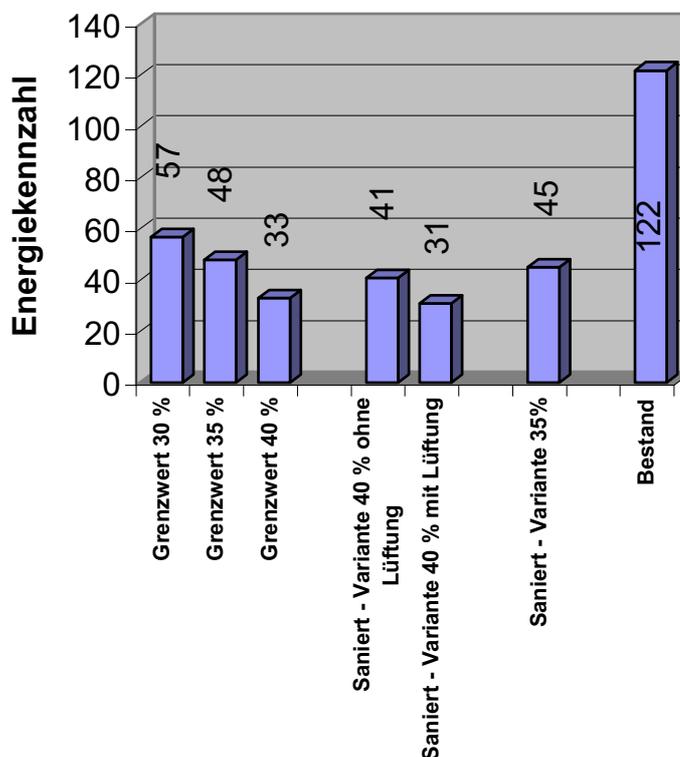
- Berechnung Bestand: Energiekennzahl: 122 kWh/m²a
 Außenwand: U=1,210 W/(m²K)
 Außenwand Loggia: U=1,210 W/(m²K)
 Außenwand unbeheizt: U=1,250 W/(m²K)
 Kellerdecke: 1,345 W/(m²K)
 Dach: U=0,808 W/(m²K)
 Fenster/ Türen: 2,460 W/(m²K)
- Berechnung Sanierung ohne Lüftung: 41 kWh/m²a: Referenzberechnung um Verbesserung der Energiekennzahl durch Lüftung beurteilen zu können.

Berechnung Sanierung mit Lüftung: 31 kWh/m²a: Berechnung für Wohnbauförderung mit 40% Annuitätenzuschuss (Avisierte Höchsförderung).

Außenwand: U=0,207 W/(m²K)
 Außenwand Loggia: U=0,383 W/(m²K)
 Außenwand unbeheizt: U=1,250 W/(m²K)
 Kellerdecke: 1,210 W/(m²K)
 Dach: U=0,134 W/(m²K)
 Fenster/ Türen: 1,210 W/(m²K)

- Berechnung Sanierung 35%: 45 kWh/m²a: Referenzberechnung für Wohnbauförderung mit 35% Annuitätenzuschuss.

GEGENÜBERSTELLUNG - ENERGIEKENNZAHLEN



Tab. 6 Gegenüberstellung Berechnungsvarianten mit dem Energieausweis OÖ von DI Schild

Die Diskrepanz der scheinbar unterschiedlichen Ergebnisse von der Berechnung des Energiekennwertes mittels Energieausweis Oberösterreich und PHPP ergibt sich aus der unterschiedlichen Vorgabe der Berücksichtigung des Volumens. Lt. PHPP ist das Volumen innerhalb der thermischen Hülle zu berechnen, das ist inkl. Stiegenhaus. Lt. Energieausweis Oberösterreich ist das Volumen der beheizten Räume zu berechnen, das ist das Gebäude ohne Treppenhaus. Das Sanierungskonzept erfüllt nach beiden Berechnungsarten die geforderten $33 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ für die maximale Wohnbauförderung.

Sanierungsmaßnahmen:

Folgende Sanierungsmaßnahmen sind erforderlich um die avisierten Anforderungen der Förderstellen zu erfüllen:

Die thermische Gebäudehülle wird in allen Bereichen wesentlich verbessert. Es erfolgt die Sanierung von Außenwand, Außenwand im Stiegenhausbereich, Außenwand im Loggiabereich, Dach, Kellerdecke sowie Fenster und Hauseingangstür siehe Tabelle 07. Um für die erforderlichen U-Werte ein ökoeffizientes Material zu wählen, wurde eine Analyse von IBO durchgeführt siehe Kapitel Ökologie und Ökonomie und nachfolgend: Wahl der Dämmmaterialien.

Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung (siehe auch Kapitel Planung und Wohnraumlüftung). Das Einzellüftungsgerät Inventer iV 14 ist das einzige Geräte das die Anforderungen nach ÖNorm B 8115-2 erfüllt und dessen Kosten inkl. baulicher Maßnahmen für die Montage (zylindrische Form) tragbar sind. Siehe Abbildung 12.



Abb. 13 Lüftungsgerät Inventer iV 14 Ausstellungsstück

Abluft von WC und Küche wird bisher über einen vorhandenen Schacht geführt. Hier wird beim Einlass ein Ventil mit Feuchtemessung eingebaut, am Dach ein Ventilator der die Menge des Lufttransportes an den jeweiligen Unterdruck anpasst. So wird bei hoher Luftfeuchte in WC und Küche gezielt die Luft abgesaugt, aber in der übrigen Zeit mittels

Feuchtestrumpf diese Öffnung in der Außenhülle abgedichtet, sodass keine dauerhafte Undichtigkeit im Gebäude besteht.

Laut Fördervorgaben ist eine Luftdichtigkeit von $n_{50}=1,0$ 1/h erforderlich. Um diese Dichtigkeit zu erfüllen sind lt. Analyse von TB Panic (siehe Kapitel Qualitätssicherung) folgende Maßnahmen erforderlich:

Steckdosen, Sprechanlagen und Zuleitungen von außerhalb der luftdichten Hülle müssen zwischen dem Leerrohr und den innen liegenden Drähten mit Silikon ausgefüllt werden außerdem sind die Leerrohre mittels geeigneten Manschetten abzudichten. Dies betrifft vor allem die Zuleitung aus dem Stiegenhaus in die Wohnungen, sowie evtl. Steckdosen, Lichtauslässe oder/und Lichtschalter an den Balkonen sowie die Durchführung der KabelTV-Leitungen.

Die Wohnungseingangstüren sind entsprechend abzudichten (Umlaufende Dichtung) und die Briefschlitze zu verschließen. Am günstigsten ist der Austausch der Türblätter (Ein Kältefeind ist nicht ausreichend)

Haustür: Das Eingangsportal wird komplett ausgetauscht.

Fenster:

Fensterlaibungen außen: Putzabschluss mit Apuleiste (Winddicht)

Fenster Innen: rundum eine Silikonfuge anbringen (innen dampfdicht)

Mehr als 10 Jahre alte Fenster werden ausgetauscht. Weniger als 10 Jahre alte Fenster: Glastausch und Nachjustierung; Abdichten der Mauerwerksfuge.

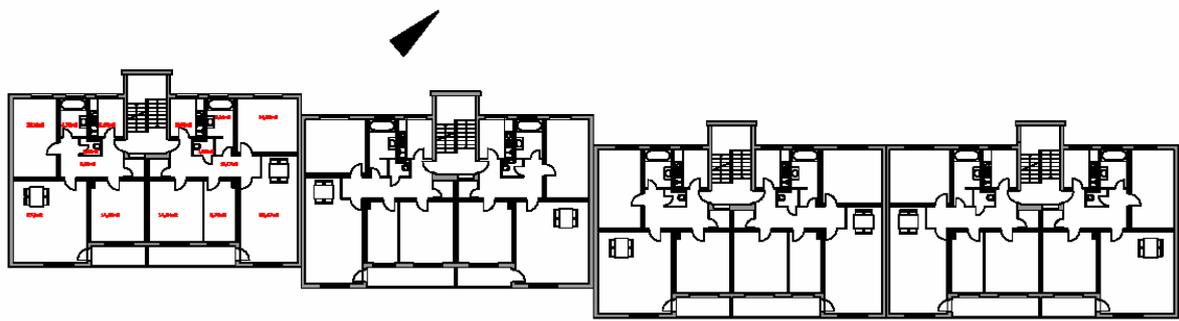
Sanierungsziel ist das alle eingebauten Fenster einen 3 Kammer Rahmen haben aufweisen.

Um eine entsprechende Luftdichtheit zu erreichen, sollten in den Ausschreibungen ein Wert von $< 0,8$ vorgegeben werden, um eine Fehlerreserve zu haben. Ein Wert von $< 1,0$ ist grundsätzlich bei diesem Objekt mit obigen Maßnahmen, bei entsprechend sorgfältiger Ausführung seitens der Professionisten, erreichbar. Die Dichtheit der Fenster ist für eine Funktionsweise der Lüftungsanlage und des Energiekonzeptes Ausschlag gebend.

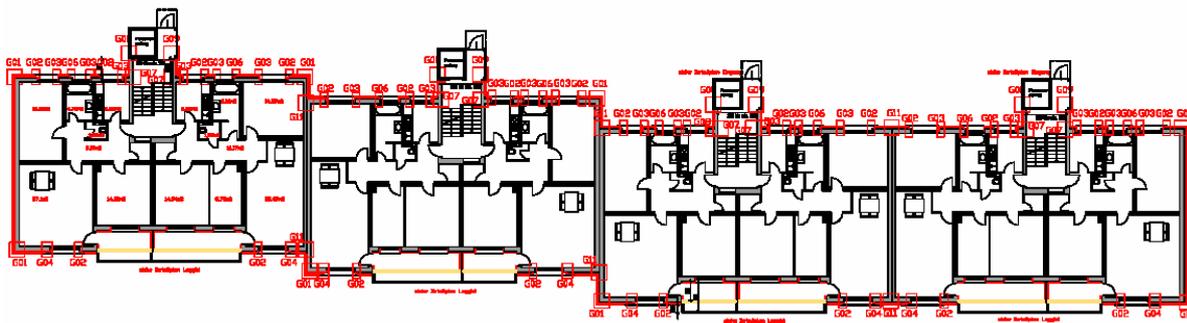
Maßnahmen, die die Wohnungen in Ihrer Funktion aufwerten:

Errichtung eines Personenaufzuges pro Haus auf der Nordseite des Treppenhauses auf Wunsch der Wag und der Mieter.

Verbreiterung der Loggias auf der Südseite um 60 cm, sodass das Aufstellen eines Tisches möglich ist auf Wunsch der Wag.



GRUNDRISS BESTAND



GRUNDRISS SANIERUNG

Abb. 14 Grundriss bestehend und saniert

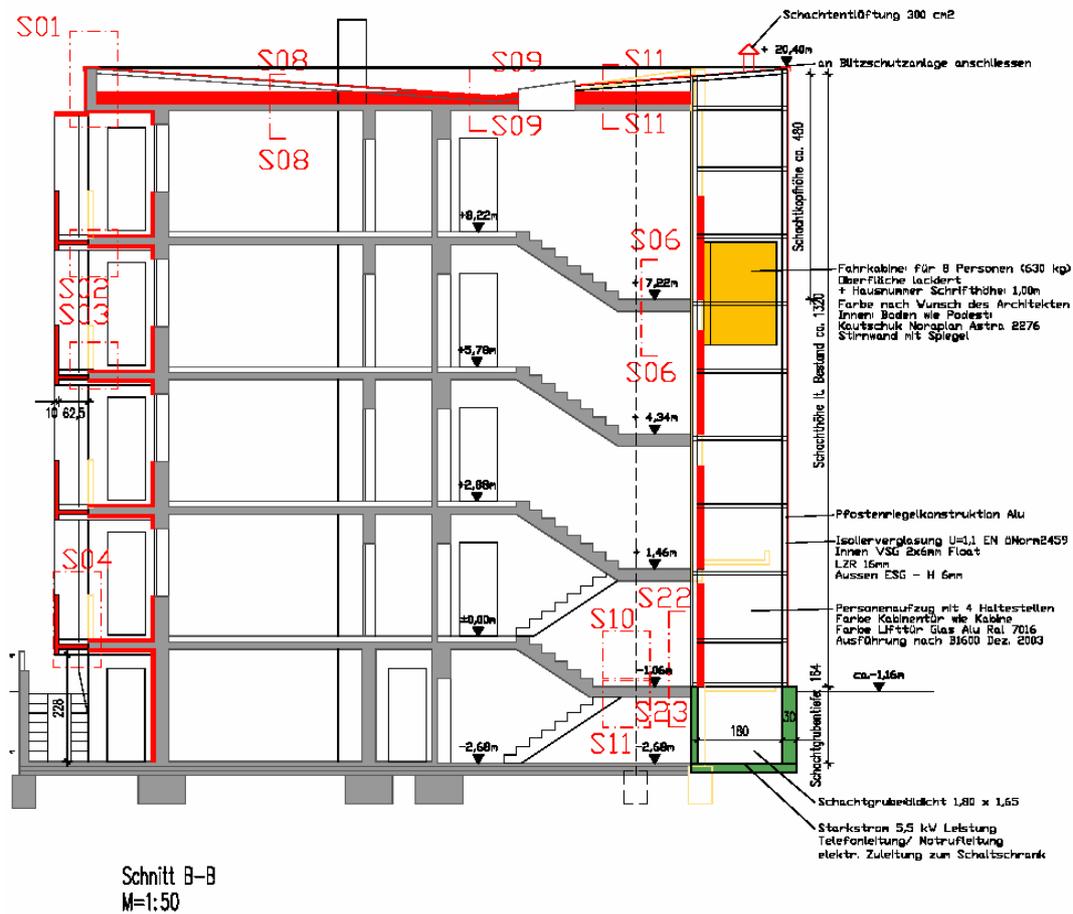


Abb. 15 Schnitt sanierte Objekt

WOP: Aufbauten der Aussenhaut

Stand: 04.06.2004

Name	Bestand			Konventionell			Optimiert - definierter Ausführungsstandard		
	Material	mm	λ	Material	mm	λ	Material	mm	λ
Aussenwand standard	Putz	25	0,9	Dünnputz	8	0,9	Dünnputz	8	0,9
	Schlackenbeto	300	0,46	Wärmedämmu	80	0,045	Wärmedämmu	180	0,045
	Putz	25	0,9	Putz	25	0,9	Putz	25	0,9
				Schlackenbeto	300	0,46	Schlackenbeto	300	0,46
			Putz	15	0,9	Putz	15	0,9	
Aussenwand Loggia 1	Putz	25	0,9	Dünnputz	8	0,9	Dünnputz	8	0,9
	Schlackenbeto	300	0,46	Wärmedämmu	0	0,045	Wärmedämmu	40	0,045
	Putz	25	0,9	Putz	25	0,9	Putz	25	0,9
				Schlackenbeto	300	0,46	Schlackenbeto	300	0,46
			Putz	15	0,9	Putz	15	0,9	
Aussenwand Loggia 2	Putz	25	0,9	Dünnputz	8	0,9	Dünnputz	8	0,9
	Schlackenbeto	300	0,46	Wärmedämmu	0	0,045	Wärmedämmu	80	0,045
	Putz	25	0,9	Putz	25	0,9	Putz	25	0,9
				Schlackenbeto	300	0,46	Schlackenbeto	300	0,46
			Putz	15	0,9	Putz	15	0,9	
Auskragung Loggia (Wärmebrücke)	Loggiabetonau	170	0,46				Hartschaumpla	60	0,46
							Loggiabetonau	170	0,46
							Mineralschau	60	0,045
Aussenwand Stiegenhaus	Putz	25	0,9	Dünnputz	8	0,9	Dünnputz	8	0,9
	Schlackenbeto	300	0,46	Wärmedämmu	0	0,045	Wärmedämmu	60	0,045
	Putz	25	0,9	Putz	25	0,9	Putz	25	0,9
				Schlackenbeto	300	0,46	Schlackenbeto	300	0,46
			Putz	15	0,9	Putz	15	0,9	
Aussenwand Liftbereich	kein			Glas	ges.	1,8 ?	Dünnputz	8	0,9
							Wärmedämmu	60	0,045
							Stahlbeton	250	0,46
							Putz	15	0,9
Aussenwand Sockel	Putz	25	0,9	Dünnputz	8	0,9	Dünnputz	8	0,9
	Schlackenbeto	300	0,46	XPS	5	0,044	XPS	120	0,044
	Putz	25	0,9	Putz	25	0,9	Putz	25	0,9
				Schlackenbeto	300	0,46	Schlackenbeto	300	0,46
			Putz	15	0,9	Putz	15	0,9	
Zwischenwand 2 Häuser Schottwand	Putz	25	0,9	Putz	25	0,9	Putz	25	0,9
	Schlackenbeto	200	0,46	Schlackenbeto	200	0,46	Schlackenbeto	200	0,46
	Schlackenbeto	200	0,46	Schlackenbeto	200	0,46	Schlackenbeto	200	0,46
	Putz	25	0,9	Putz	25	0,9	Putz	25	0,9
Zwischenwand Wohnung Stiegenhaus	Putz	25	0,9	Putz	25	0,9	Putz	25	0,9
	Schlackenbeto	250	0,46	Schlackenbeto	250	0,46	Schlackenbeto	250	0,46
	Putz	25	0,9	Putz	25	0,9	Putz	25	0,9
Dach	Presskies								
	2 x Dachpappe			Blech			Blech		
	Volle Schalung			Volle Schalung			Volle Schalung		
	Dachraum / Holzdachstuhl / siehe Schnitt			XPS	150		Zellulose	250	
	Wärmedämmu	75		Wärmedämmu	75		Wärmedämmu	75	
Sandschüttung	65		Sandschüttung	65		Sandschüttung	65		

Tab. 7 Aufbauten: Bestand- Sanierung konventionell- Sanierung optimiert 1. Teil

	Stahlbetondeck	140	2,32	Stahlbetondeck	140	2,32	Stahlbetondeck	140	2,32
	Putz	15	0,9	Putz	15	0,9	Putz	15	0,9
Kellerdecke	Klebeparkett (a	10	0,25	Klebeparkett	10	0,25	Klebeparkett	10	0,25
	Estrich	50	1,4	Estrich	50	1,4	Estrich	50	1,4
	Schüttung	80	0,3	Schüttung	80	0,3	Schüttung	80	0,3
	Stahlbetondeck	140	2,3	Stahlbetondeck	140	2,3	Stahlbetondeck	140	2,3
							Wärmedämm	100	0,041
Fenster	ges.		1,8						
Tür	ges.		1,8						

Tab. 8 Aufbauten: Bestand- Sanierung konventionell- Sanierung optimiert 2. Teil

Wahl der Dämmmaterialien

Die thermische Gebäudehülle wird in allen Bereichen thermisch wesentlich verbessert:
Außenwand, Dach, Kellerdecke

Außenwand:

Verschiedene Dämmmaterialien wurden in einen Wandaufbau integriert, der den erforderlichen U-Wert lt. Fördervorschriften (siehe Die Anforderungen der Förderstelle Wohnbauförderung des Landes Oberösterreich) von $U=0,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ erfüllt. Um diese Vergleich der jeweils verwendeten Menge an Dämmstoff genau gegenüberzustellen, wurde ein Referenzaufbau, der uns am meisten ökoefizient erscheint, vorgeschlagen.

Referenzaufbau Außenwand:

Dünnputz:	8 mm
Wärmedämmung Mineralschaumplatte:	180 mm
Putz (bestehend):	25 mm
Schlackebeton (bestehend):	300 mm
Innenputz (bestehend):	15 mm

Ohne Sanierung hat die Außenwand $U=1,210 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Der Referenzaufbau weist $U=0,207 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ vor. Dieser U-Wert wird von allen miteinander verglichenen Aufbauten erfüllt. Die Bewertung der IBO erfolgte durch Vergleich der Parameter Primärenergieinhalt, Treibhauseffekt, Abiotische Ressourcen, Photosmog, Versauerung, Überdüngung und Entsorgung/Recycling (siehe Kapitel Ökologie). Daraus haben sich Empfehlungen von IBO entwickelt, die von uns durch den ökonomischen Faktor Preis ergänzt wurden (siehe auch Kapitel Kostenschätzung):

Variante 1, Wärmedämmverbundsystem Mineralschaumplatte mit Silikatputz (wenn am Standort Algenbildungsrisiko nicht erhöht):

Vorteile:

- Günstiges ökologisches Profil
- Geringer Arbeitsaufwand
- Keine Schadstoffbelastungen während der Nutzung
- Gut deponierbar
- Gutes Preis/ Leistungsverhältnis

Nachteile:

- Schlecht trennbar, schlecht verwertbar

Variante 6, Wärmedämmverbundsystem Hanfdämmplatte mit Silikatputz:

Vorteile:

- Günstiges ökologisches Profil
- Hauptinhaltsstoff aus nachwachsenden Rohstoffen und regional verfügbar
- Geringer Arbeitsaufwand, wenn einlagig herstellbar
- Keine Schadstoffbelastungen während der Nutzung

Nachteile:

- Schlecht trennbar, nicht wieder verwendbar oder verwertbar
- nach (aufwendiger) stofflicher Trennung thermisch entsorgbar
- ca. 50% teurer als Variante 1

Variante 7, Zellulose zwischen Holz-C-Trägern, darauf Schalung und Kork als Putzträger, Silikatputz:

Vorteile:

- Sehr günstiges ökologisches Profil

- Hauptinhaltsstoff aus sekundären Rohstoffen (Altpapier)
- Keine Schadstoffbelastungen während der Nutzung
- Zum Großteil trennbar, Dämmstoff im Prinzip wiederverwendbar und wiederverwertbar

Nachteile:

- Faserbelastung beim Einblasen des Zellulosedämmstoffes, dadurch erhöhter Arbeitsschutz notwendig
- Im Vergleich zum WDVS höherer Arbeitsaufwand
- Wesentlich teurer als Variante 1

Variante 13-15, Hinterlüftete Dämmsysteme:

Vorteile:

- Gutes ökologisches Profil
- Keine Schadstoffbelastung während der Nutzung
- Sehr gute Trennbarkeit und Verwertbarkeit, gute Entsorgungsmöglichkeiten

Nachteile:

- Wesentlich teurer als Variante 1
- Deckschicht aus Plattenmaterial mit Wartungsintervallen von ca. 8 Jahren (Putz 30 J.)
- Schwierige Konstruktionsvorgaben, da Bestandsbeton kaum auf Zug belastbar (Windsog)
- Brandbeständigkeit bei Hinterlüftungsebene verhindert weitgehend Verwendung ökologischer Materialien

Aus gestalterischen und ökologischen sowie ökonomischen Gesichtspunkten ist die Variante 1, Wärmedämmverbundsystem Mineralschaumplatte mit Silikatputz die idealste für das Projekt, daher wird dieses System gewählt.

Außenwand Loggia

Im Bereich der Loggia wird dasselbe Material verwendet, wie an der Standardaußenwand, aber in einer geringeren Stärke, damit nicht zuviel Platz in der Loggia verloren geht. Hier beträgt die Dicke der Mineralschaumdämmung 80mm. Der bestehende $U=1,210 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ wird auf $U=0,383 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ verbessert.

Außenwand Stiegenhaus

Das Stiegenhaus ist innerhalb der thermischen Hülle aber außerhalb der beheizten Räume. Um hier Wärmeverluste zu minimieren, werden diese Außenwände ebenfalls gedämmt. Der bestehende $U=1,250 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ wird auf $U=0,462 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ verbessert mit einer Mineralschaumdämmung mit der Dicke von 60mm.

Dach

Der vorhandene Dachaufbau besteht aus einer dünnen Stahlbetondecke mit einer Heraklithdämmung und einer Beschüttung. Darauf ist eine Holzkonstruktion errichtet, die das Gefälle für eine zweischalige Dachpappe aufbaut. Hier entsteht ein Hohlraum, der hinterlüftet ist und sich ideal eignet als Raum zur Verbesserung der Dämmung des Dachaufbaues. Vom IBO werden folgende Aufbauten empfohlen:

Aus der ökologischen Bewertung kann abgeleitet werden:

- Als Dämmstoff wird Zellulose zwischen Holzkonstruktion empfohlen.
- Die Wahl der Eindeckung hängt von der Lebensdauer der Eindeckung ab, allerdings ebenso stark von der Lebensdauer der darunter liegenden Schichten. Eine Empfehlung ist auf Basis der derzeitigen Datenlage ist derzeit nicht möglich.

Ein Kautschukdach wird vom Bauherrn gegenüber einer PE-Folie bevorzugt, da hier die Anschlüsse besser auszuführen sind und die Lebensdauer eine höhere ist. Diese Erfahrungswerte des Bauträgers werden in der Planung berücksichtigt. Statt Zellulose wird Blawolle, die aus Steinwolle besteht eingebracht, da es sich um eine hinterlüftete Ebene handelt, die auch teilweise Feuchtigkeit transportiert, sodass Steinwolle die nach dem Trocknen wieder seinen ursprünglichen U-Wert erreicht vom Bauträger bevorzugt wird.

Das Bestandsdach weist $U=0,808 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ auf, das sanierte Dach $U=0,134 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Kellerdecke

Die bestehende Kellerdecke ist nicht gedämmt, sodass Wärme der beheizten Wohnräume im EG den Keller mitheizt. Zusätzlich zu den erhöhten Energiekosten kann sich Schimmel an der Decke im Außenwandbereich, wo warme Luft an der kalten Außenwand kondensiert bilden. Vom IBO werden folgende Aufbauten empfohlen:

Es werden die folgenden Dämmsysteme für Kellerdecke und -wand vorgeschlagen:

Variante 1 Wärmedämmverbundsystem Mineralschaumplatte mit Silikatputz (je nach Raumlufftfeuchten Kellergeschoß):

Vorteile:

- Günstiges ökologisches Profil
- Geringer Arbeitsaufwand
- Keine Schadstoffbelastungen während der Nutzung
- Gut deponierbar

Nachteile:

- Schlecht trennbar, schlecht verwertbar
- Die Luftfeuchte wird bis zur Austrocknung der erhöht – Einbringen von Baufeuchte

Variante 7, Zellulose zwischen Holz-C-Trägern, darauf Gipskarton-Feuchtraumplatte:

Vorteile:

- Sehr günstiges ökologisches Profil
- Hauptinhaltsstoff aus sekundären Rohstoffen (Altpapier)
- Keine Schadstoffbelastungen während der Nutzung
- Trennbar, Dämmstoff im Prinzip wieder verwendbar und wieder verwertbar

Nachteile:

- Faserbelastung beim Einblasen des Zellulosedämmstoffes, dadurch erhöhter Arbeitsschutz notwendig
- Bei Durchfeuchtung der Zellulose durch erhöhte Raumfeuchte wird die Zellulose klumpig und erreicht seinen U-Wert auch nach Austrocknung nicht mehr.

Variante 11, Flachs zwischen Holz-C-Trägern oder Metallschienen auf Stahlseilen, darauf Gipskarton-Feuchtraumplatte:

Vorteile:

- Günstiges ökologisches Profil
- Hauptinhaltsstoff aus erneuerbaren Rohstoffen
- Keine Schadstoffbelastungen während der Nutzung
- Trennbar, Dämmstoff im Prinzip wieder verwendbar und wieder verwertbar

Nachteile:

- Eventuell Wärmebrückenwirkung von Anhängervorrichtung

Mit der gegenständlichen Planung weisen wir nach, dass ökologisches und energieeffizientes Sanieren im Geschosswohnungsbau auch ohne wesentliche Mehrkosten möglich ist und daher für jede Wohnbaugenossenschaft eine wirtschaftlich und ökologisch

interessante Alternative darstellt. Dabei wird der Energieverbrauch auf ein Minimum reduziert und der Wohnkomfort auf ein Maximum gesteigert.

Die Kellerdecke wird mit 10 cm Wärmedämmfilz gedämmt, sodass der ursprüngliche $U=1,345 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ auf $U=1,210 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ verbessert wird. Die neue Deckenoberfläche ist Gipskarton, der auch teilweise Feuchtigkeit aufnimmt. Dieses System hat sich beim Bauträger sowohl bauphysikalisch als auch ökonomisch etabliert. Es ist nicht so ökologisch wie Variante 7, aber konstruktiv vergleichbar. Darüber hinaus entsteht keine Belastung bei der Montage.

Ausgenommen der Lüftungsanlage konnten alle geplanten Sanierungsmaßnahmen realisiert werden.

ARCHITEKTUR UND PLANUNG

Allgemeine Problemstellungen der Planung von Sanierungen im Wohnbau werden gemeinsam mit der Wohnbaugenossenschaft erarbeitet und mögliche Hemmnisse (Mieterrecht, bestehende Einbauten und Möblierung...) für ein ökoeffizientes Sanierungskonzept geortet.

Der vorliegende architektonische Entwurf wird verfeinert und auf die gewählte Sanierungsvariante abgestimmt. Ergänzend zu der Polierplanung, die von der Genossenschaft als Architektenaufgabe bezahlt wird, werden Detaillösungen entwickelt und auch bauphysikalisch geprüft, die dem Sanierungskonzept entsprechen.

Die Ergebnisse aus dem Kapitel Planung und Wohnraumlüftung werden in die Planung eingearbeitet.

Architektur und Sanierungskonzept

Die Architektur wird auf das Sanierungskonzept abgestimmt und umgekehrt, sodass ein ansprechendes Erscheinungsbild eine Identifikationsmöglichkeit für die Mieter ermöglicht und darüber hinaus sich das Sanierungsobjekt in das Ensemble Spallerhof 5 eingliedert.



Abb. 16 Weinheberstr. 3,5,7,9 zwischen den bereits Sanierten Objekten am Spallerhof

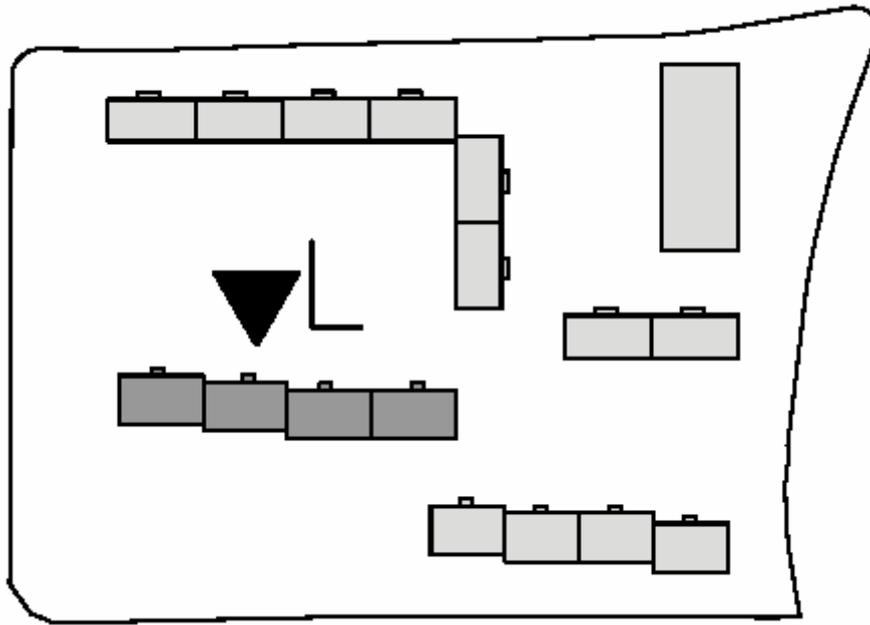


Abb. 17 Lageplan Spallerhof V: hellgrau, Sanierungsobjekt: dunkelgrau, L: Ansicht Nord

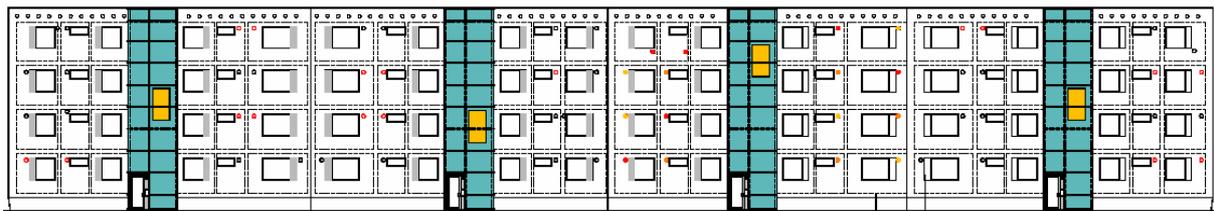


Abb. 18 Planung Sanierung Ansicht Nord mit Liftzubau



Abb. 19 Foto Ansicht Nord Bestand



Abb. 20 Planung Lüftungsgitter Außen berücksichtigt in Ansichten



Abb. 21 Planung Sanierung Ansicht Süd mit Loggiaerweiterung

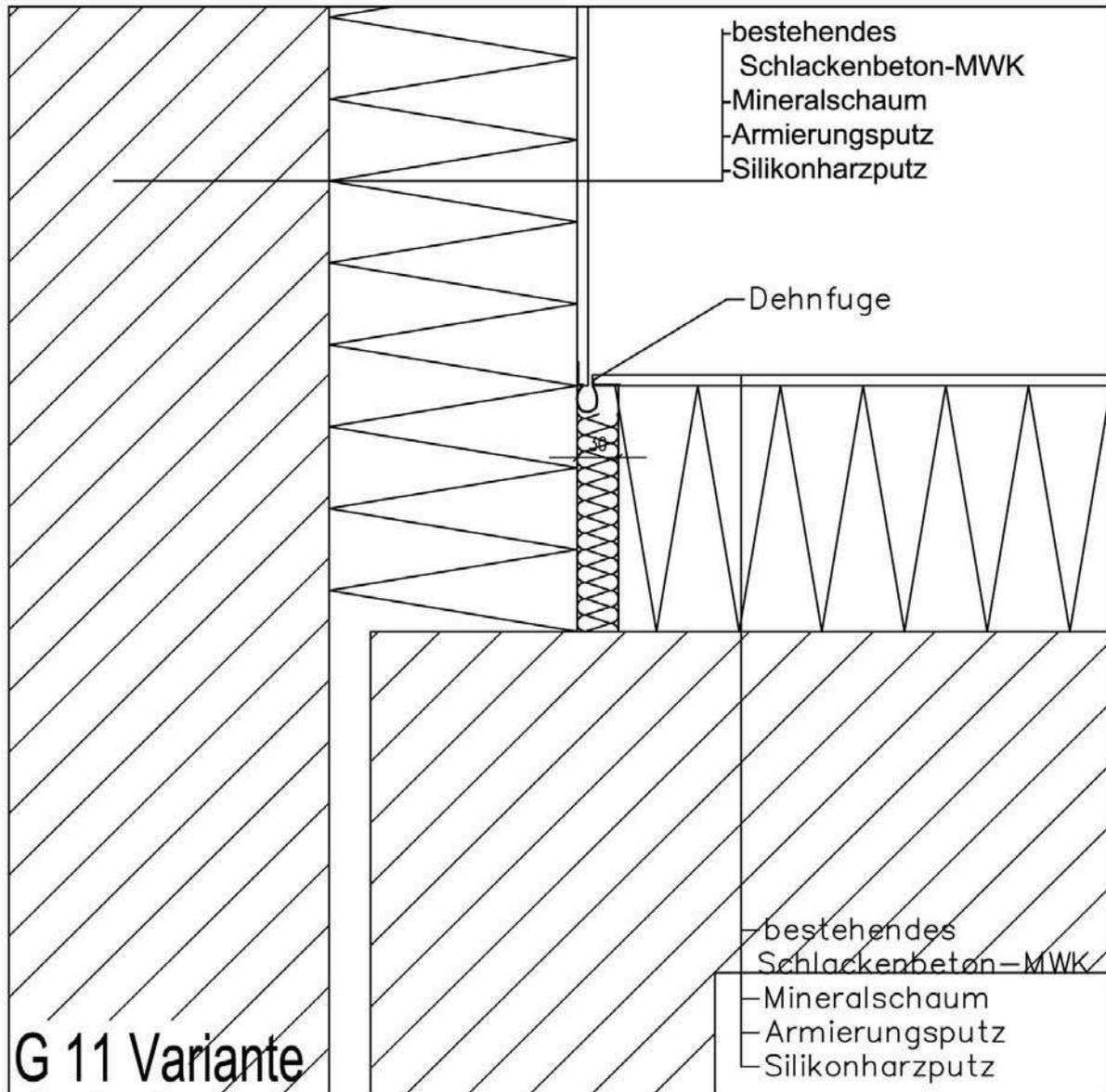


Abb. 22 Foto Ansicht Süd Bestand

Detaillösungen

Gebäudefuge zwischen 2 Häusern

Lt. Thermografie von TB Panic (siehe Kapitel Qualitätssicherung) ist die Trennfuge zwischen den Gebäuden nicht verschlossen, so dass hier eine Wärmebrücke über Eck vorhanden ist. Dies wurde in der sorgfältigen Planung dieser Fuge berücksichtigt.



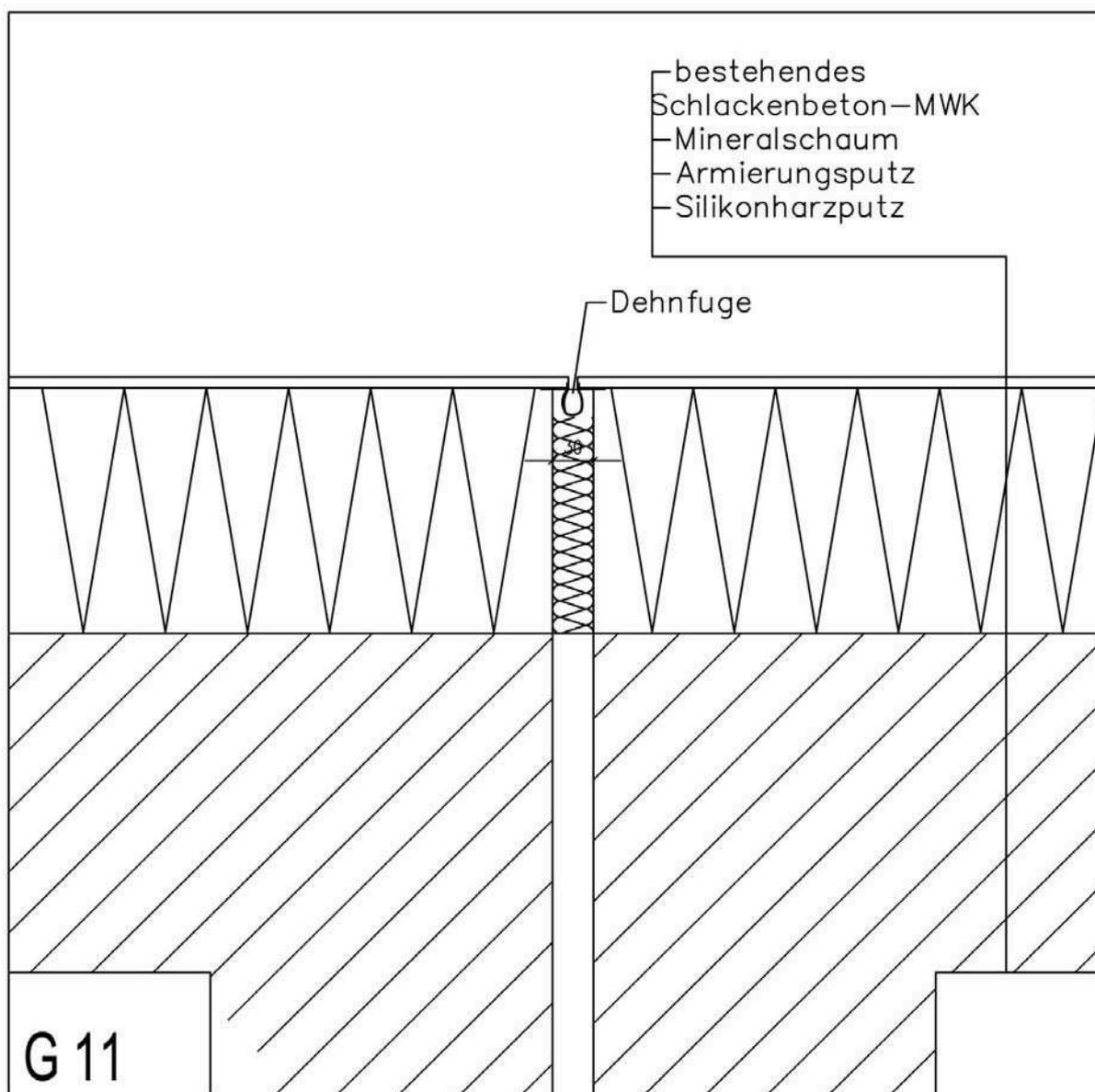


Abb. 23 Detail G 11 Dehnfuge zwischen 2 Gebäuden

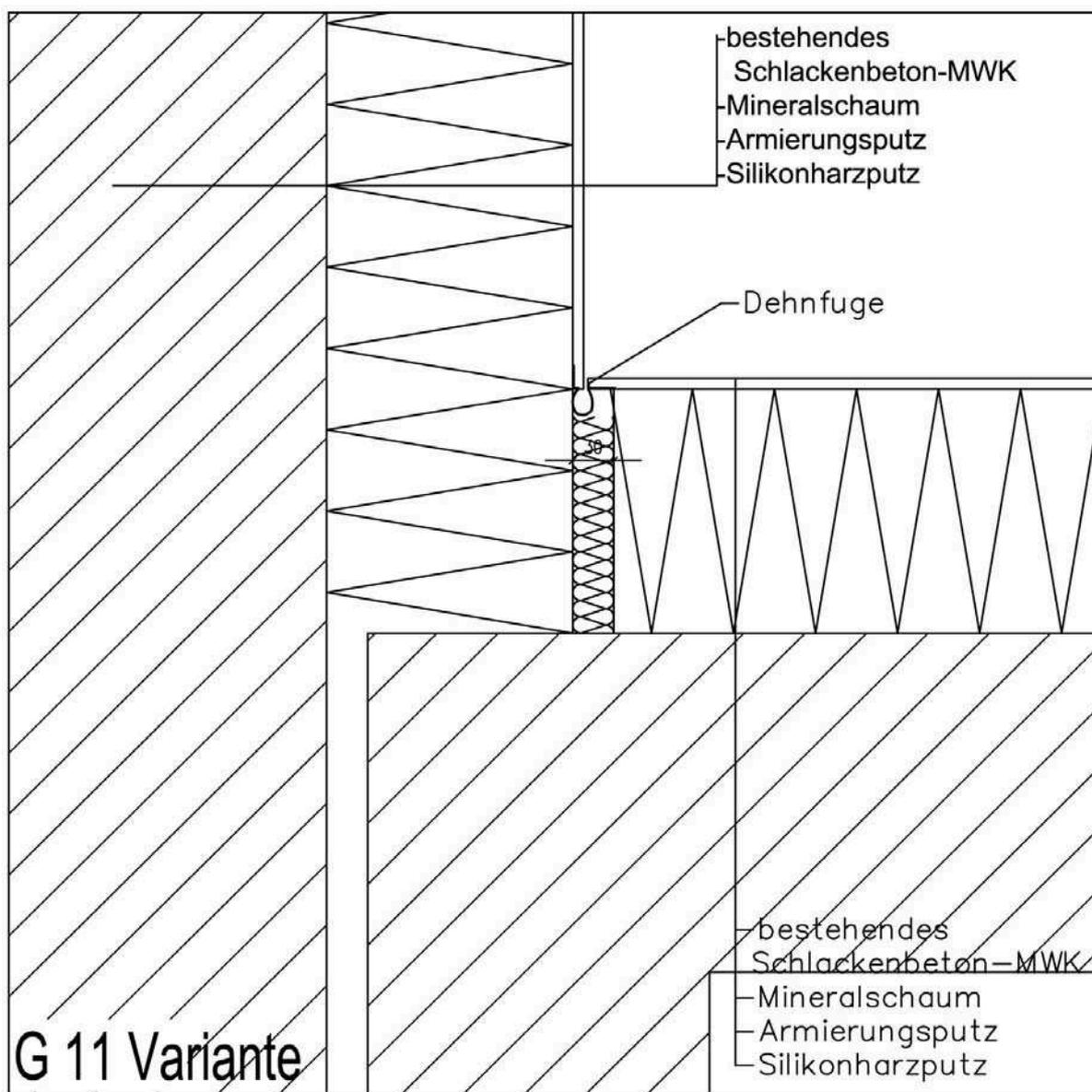


Abb. 24 Detail G11 Var. Dehnfuge zwischen 2 versetzten Gebäuden

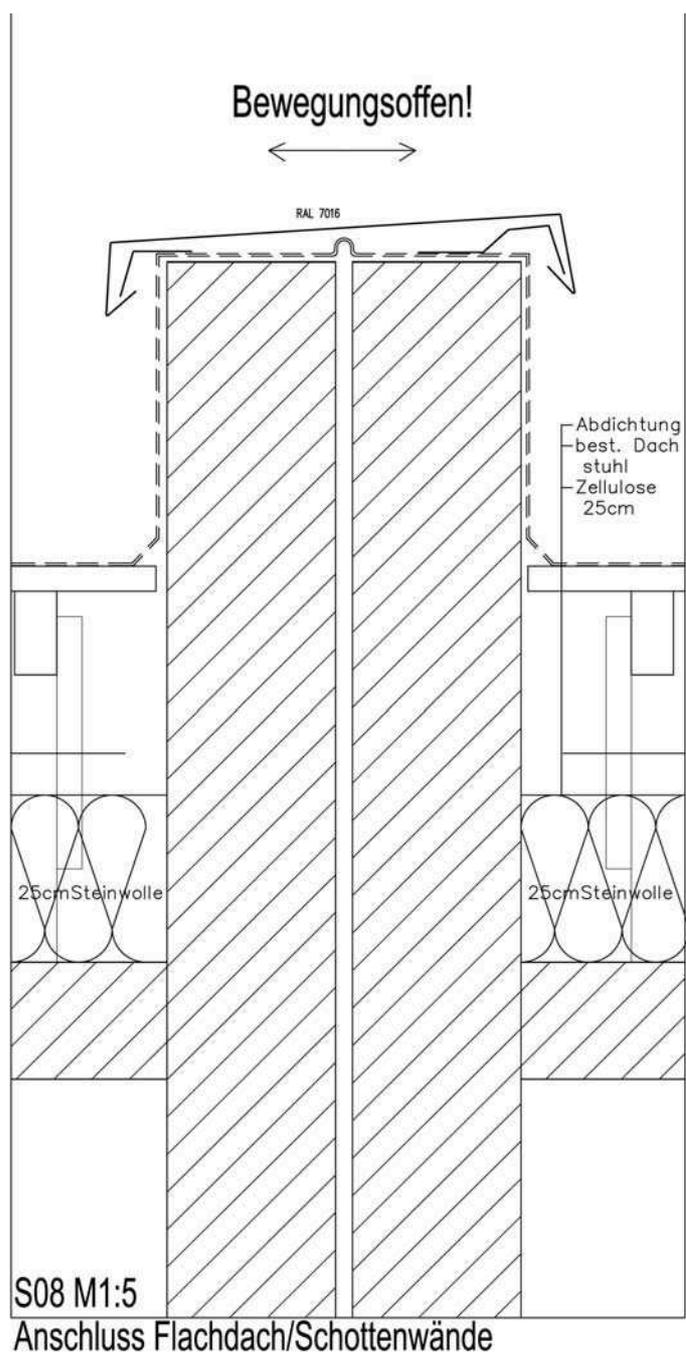


Abb. 25 Dehnfuge zwischen 2 Gebäuden im Attikabereich

Anschluss Liftzubau

Der Anschluss des transparenten Liftzubau es ist bauphysikalisch schwierig, da hier eine absolute Dichtheit erforderlich ist.

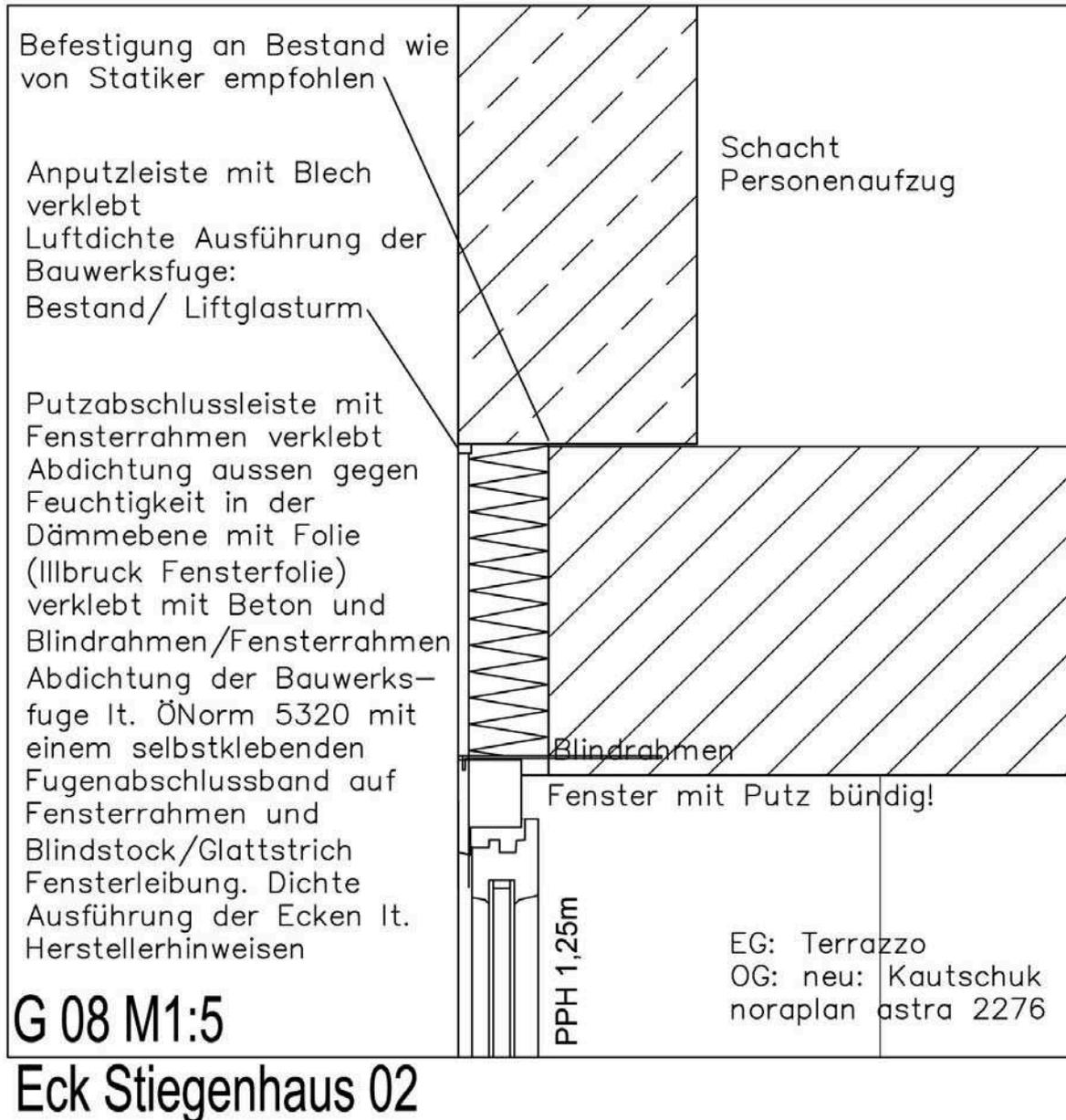
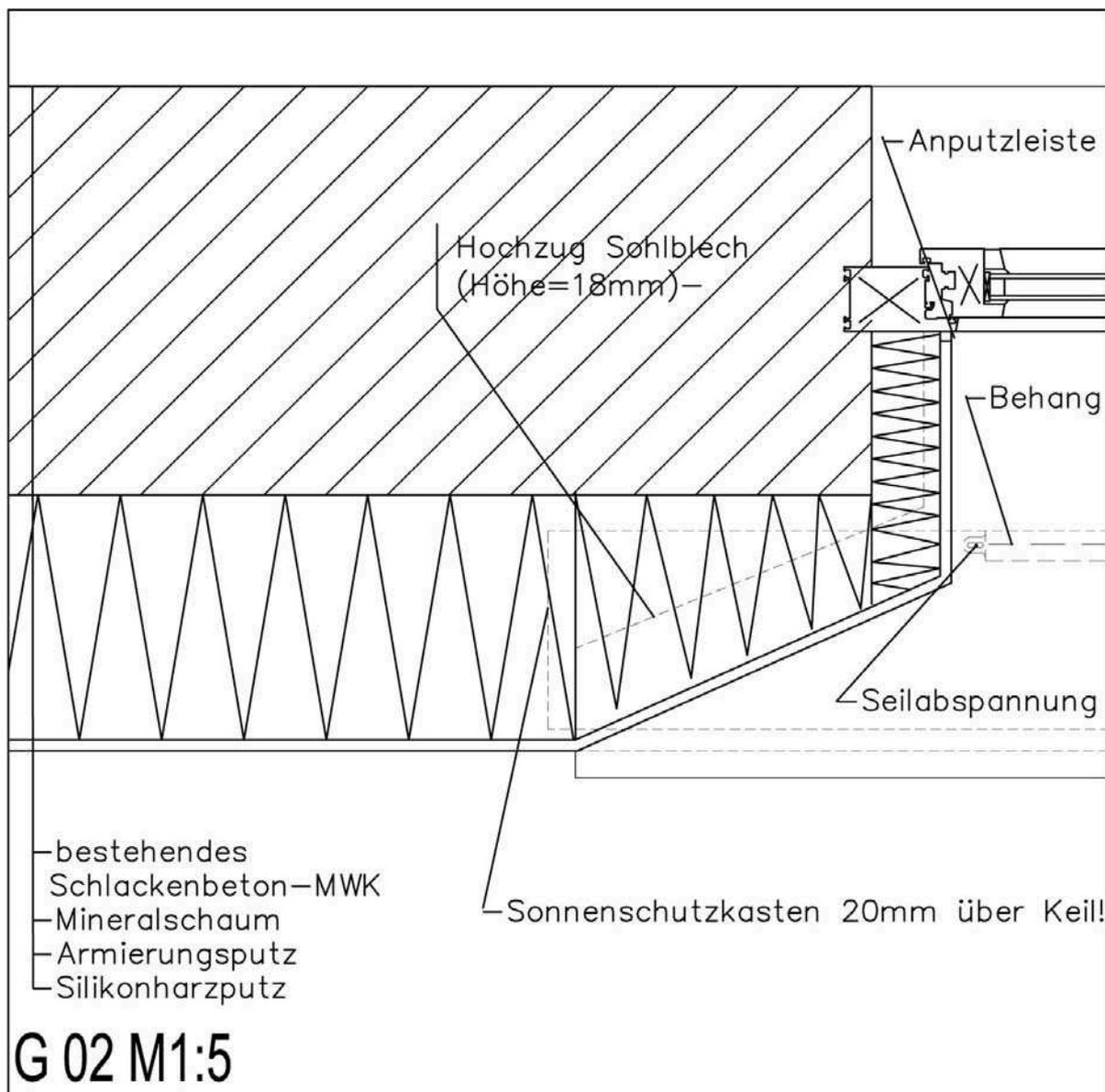


Abb. 26 Anschluss transparenter Liftzubau an Stiegenhauswand gedämmt.

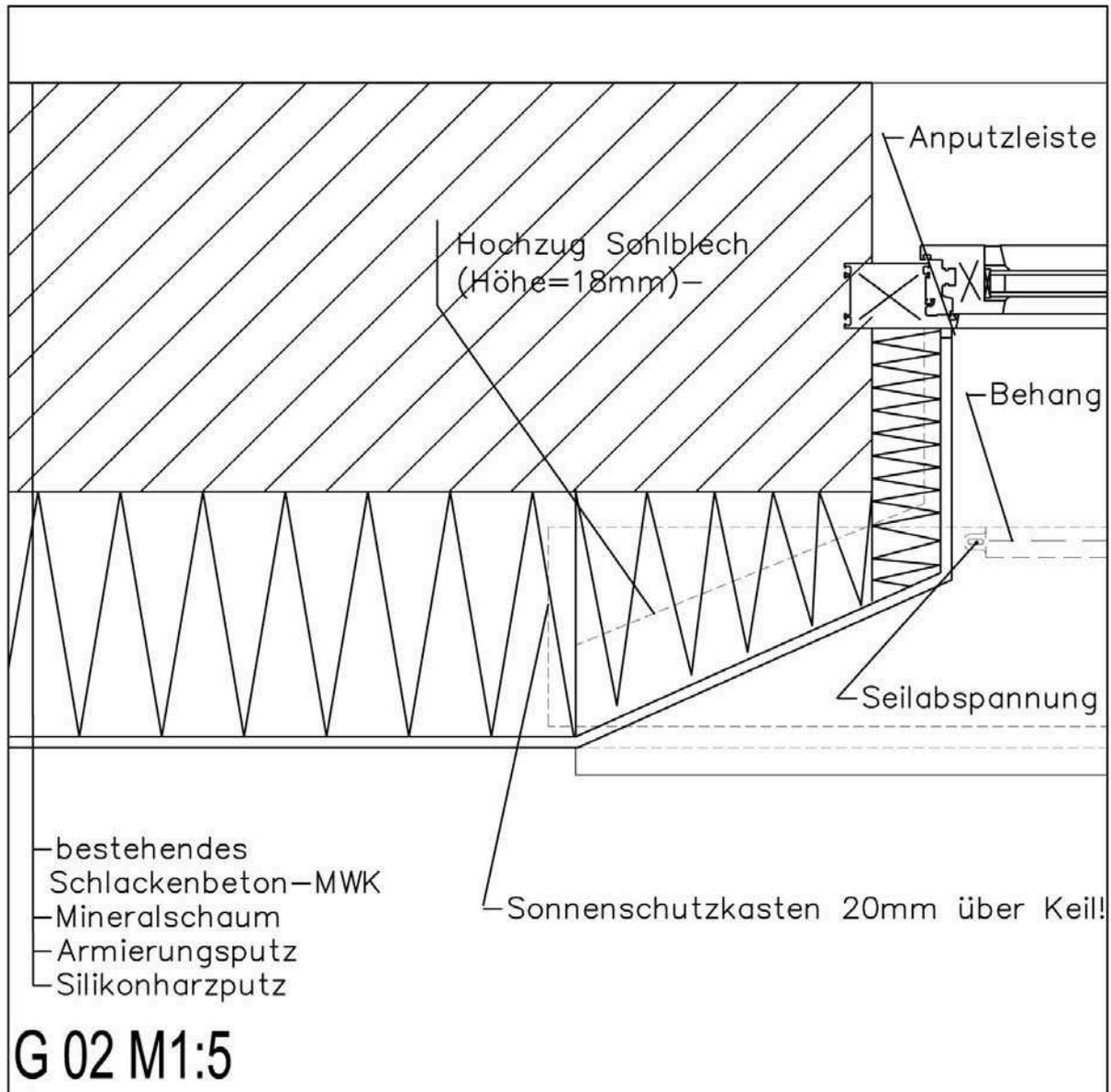
Innenecke thermische Sanierung

Die Innenecken werden mittels Putzckeckprofil verstärkt und dicht ausgeführt.



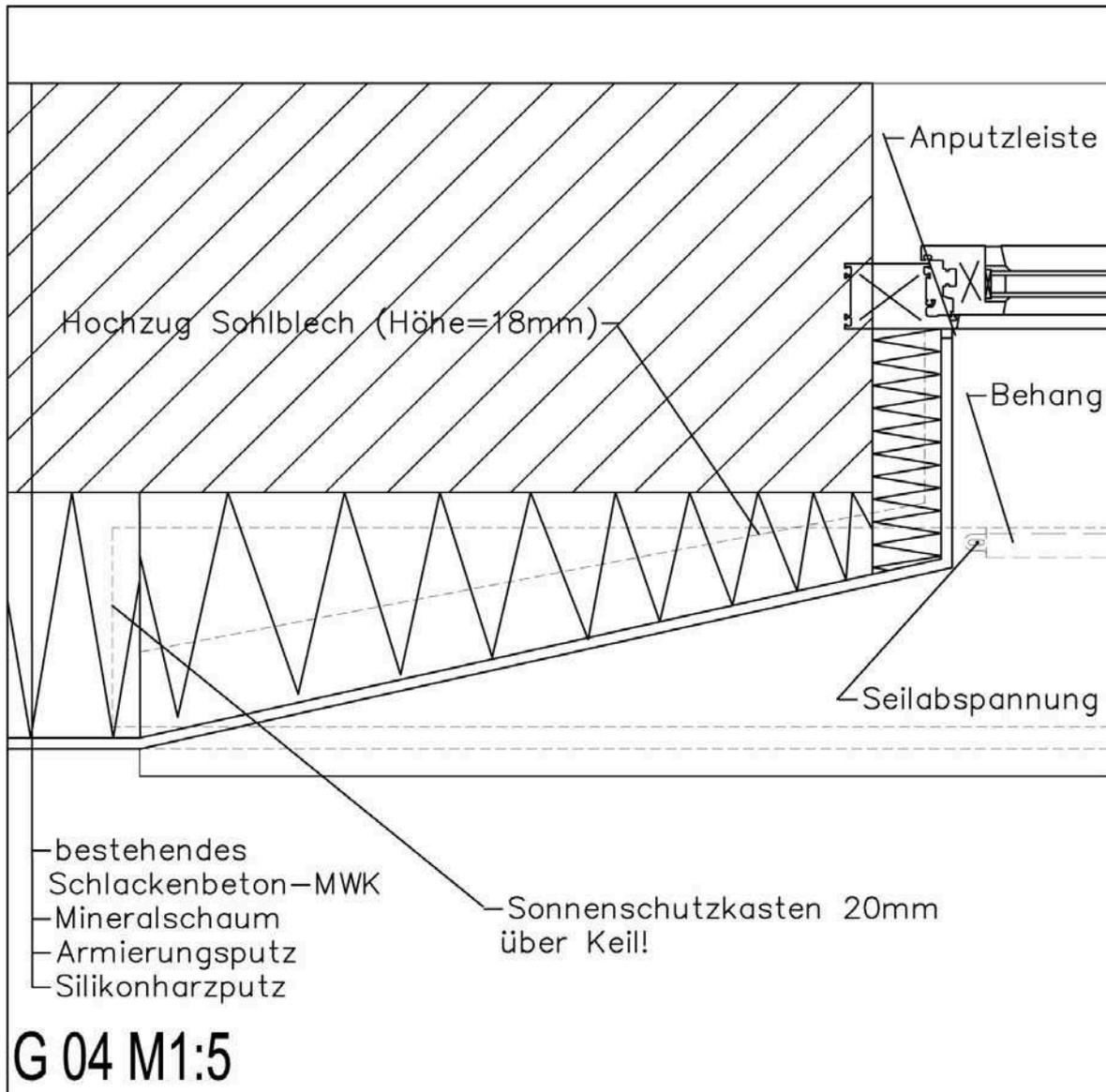
Leibung schmal mit textilem Sonnenschutz

Abb. 28 Fensterrahmenüberdämmung und kurze Abschrägung der Leibung mit Rolläden



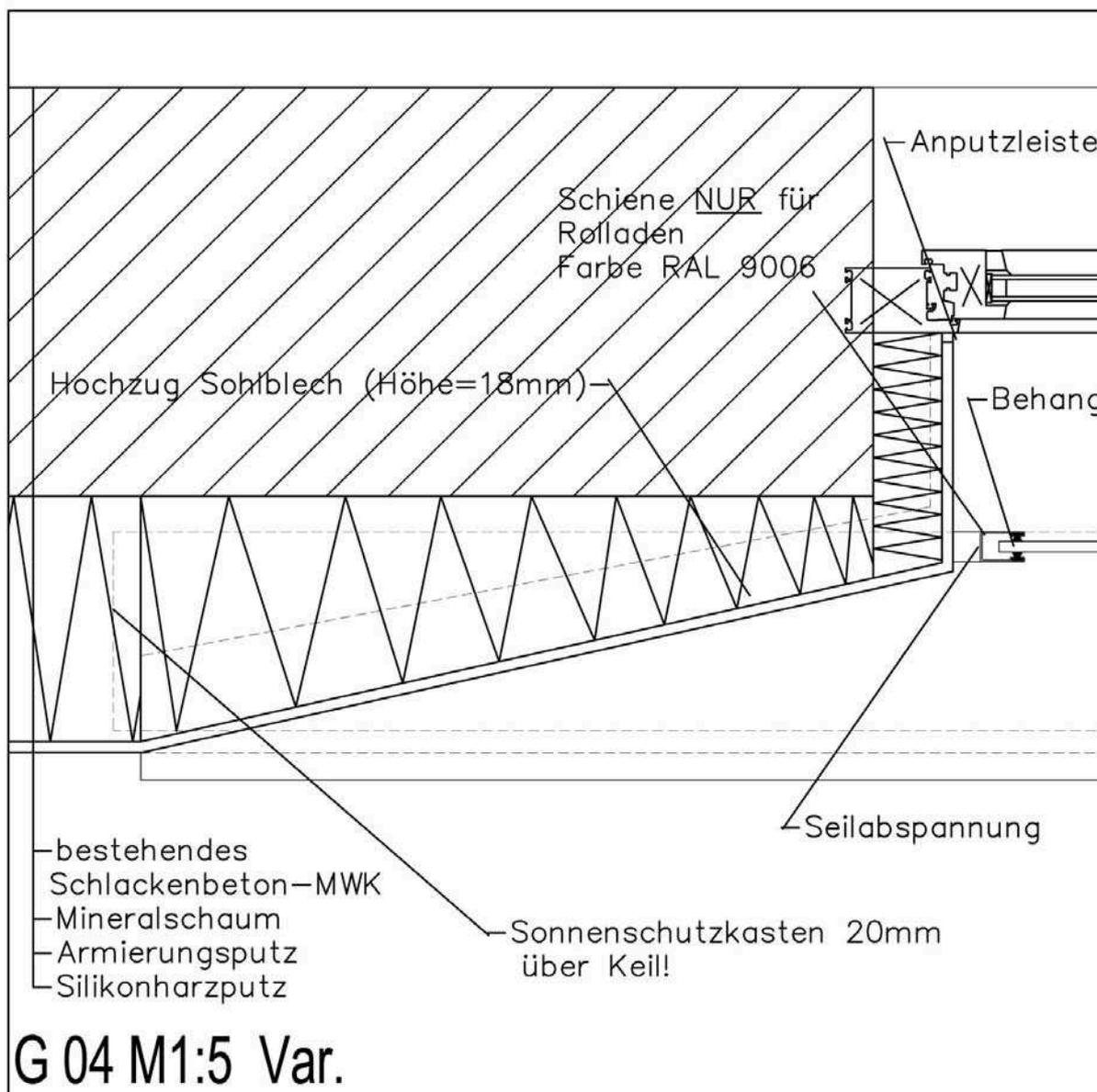
Leibung schmal mit textilem Sonnenschutz

Abb. 29 Fensterrahmenüberdämmung und kurze Abschrägung der Leibung mit textilem Sonnenschutz



Leibung breit mit textilem Sonnenschutz

Abb. 30 Fensterrahmenüberdämmung und lange Abschrägung der Leibung mit textilem Sonnenschutz



Leibung breit Var. Rolladen

Abb. 31 Fensterrahmenüberdämmung und Abschrägung der Leibung mit Rolladen

Fensteranschlüsse vertikal

Für die vertikalen Fensteranschlüsse wurde ein Rolladenkasten entwickelt, der ausreichend Platz für unterschiedliche Sonnenschutzsysteme bietet. Dieser Kasten ist bauphysikalisch ein schwieriger Punkt, da der Rolladen in der Dämmebene liegt und daher die Wärmedämmstärke minimiert. Wird kein Sonnenschutz montiert, wird der Rolladenkasten mit Dämmung gefüllt. Sonst muss die dahinter liegende dünne Dämmung ausreichen. Hier wird eine Dämmung mit erhöhtem λ -Wert verwendet, um die minimierte Dicke auszugleichen. Dies wurde vom IBO (siehe Kapitel Ökologie) analysiert:

Empfehlung Rolladenkästen

Ein quantitativer Vergleich der angedachten Vakuumdämmung zum Standardprodukt Polyurethan ist auf Grundlage der derzeitigen Datenlage noch nicht möglich, eine Sachbilanz zur Herstellung liegt nicht vor.

Polyurethan weist ein sehr ungünstiges ökologisches Profil (problematische Vorprodukte und Inhaltsstoffe, hoher Energiebedarf, Emissionen in die Atmosphäre) auf. Für die Vakuumdämmplatte können qualitativ aus den Hauptinhaltsstoffen und den bauphysikalischen Eigenschaften die folgenden Vorteile gegenüber der Lösung mit Polyurethan abgeleitet werden:

- Die Rohstoffe besitzen keine toxikologische Relevanz (zumindest im Fertigprodukt)
- Der eingesetzte Hauptrohstoff ist in großen Mengen vorhanden.
- Sehr geringer Materialaufwand für die Herstellung der erforderlichen Wärmedämmung.

Von Nachteil ist der hohe konstruktive Aufwand zur Montage und zum mechanischen Schutz der Vakuumdämmplatten sowie die Entsorgung des Verbundsystems.

Empfehlung

Nach derzeitigem Stand des Wissens ist aus ökologischen Gründen der Vakuumdämmplatte der Vorzug gegeben werden.

Aufgrund der hohen Kosten der Vakuumdämmplatte und der schwierigen Montage wird in diesem Projekt die PU- Platte zur Ausführung kommen. Für zukünftige Projekte wird eine Preisanpassung der Vakuumplatte erhofft, die sich sofort in einem breiteren Anwendungsfeld auswirken wird.

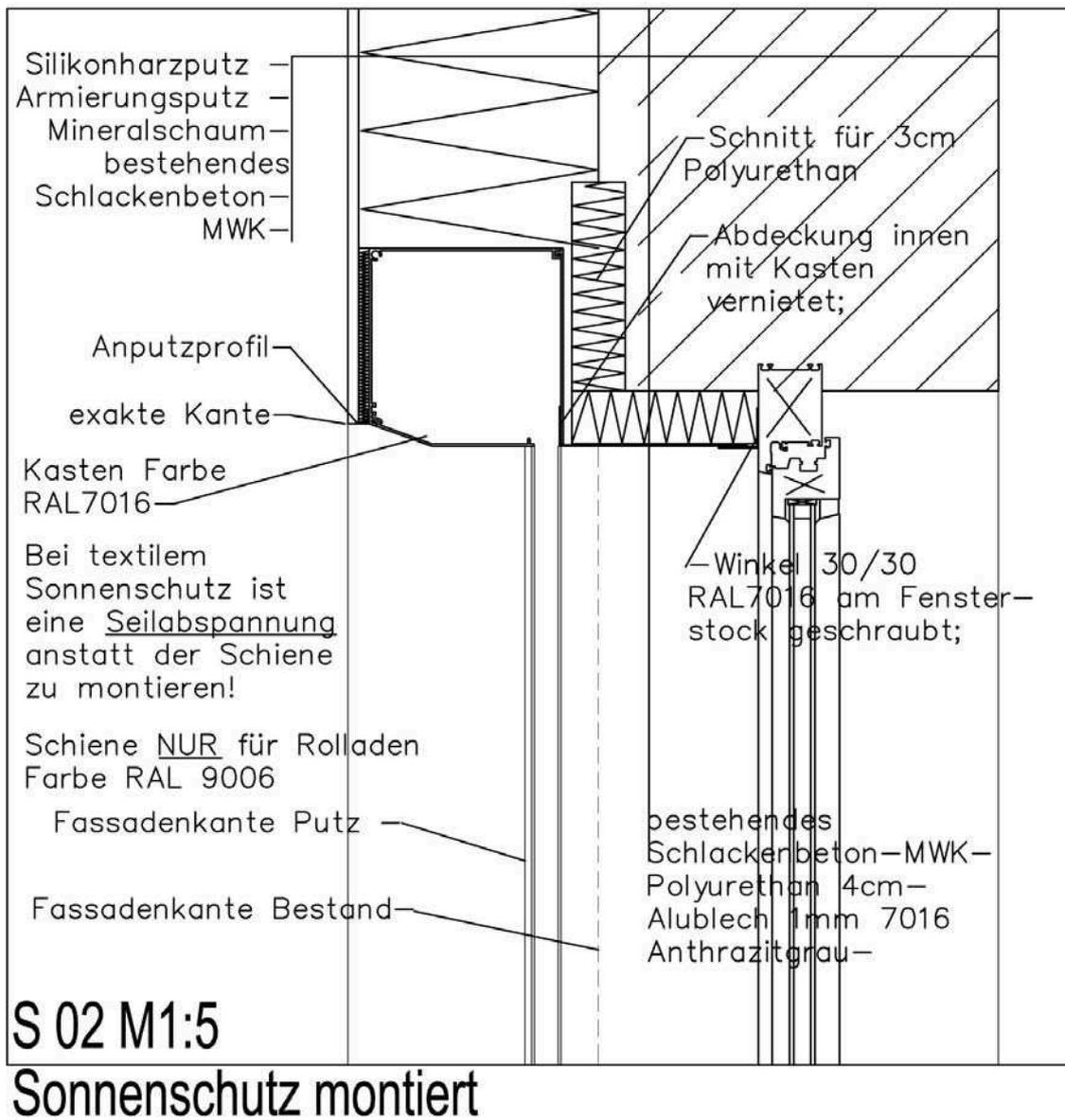


Abb. 32 Detail S 02 Vertikaler oberer Fensteranschluss

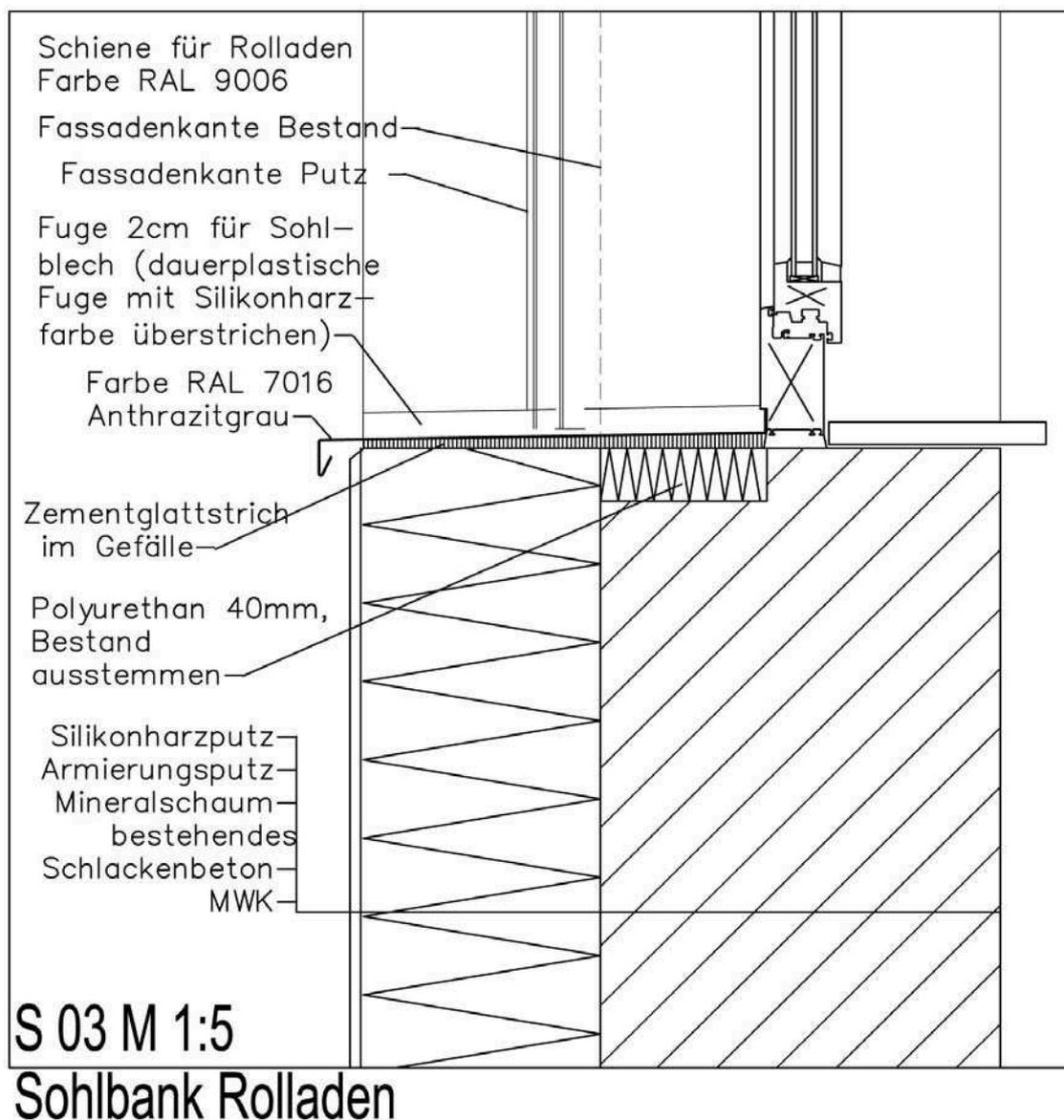


Abb. 33 Detail S03 Vertikaler unterer Fensteranschluss

Der Fensteranschluss im Treppenhausbereich ist bauphysikalisch gesondert zu betrachten, da hier das Fenster außen bündig sitzt. Dies ist in der aktuellen Architektursprache ein häufig eingesetztes Element, das dennoch funktioniert. Das Fenster muss lt. ÖNORM B 5320 in allen Fensterfugen innen und außen luft- und wasserdicht ausgeführt sein, sodass es hier zu keinen Undichtigkeiten kommen kann. Die Funktionsfähigkeit hängt vor allem von der sorgfältigen Ausführung durch den Professionisten ab.

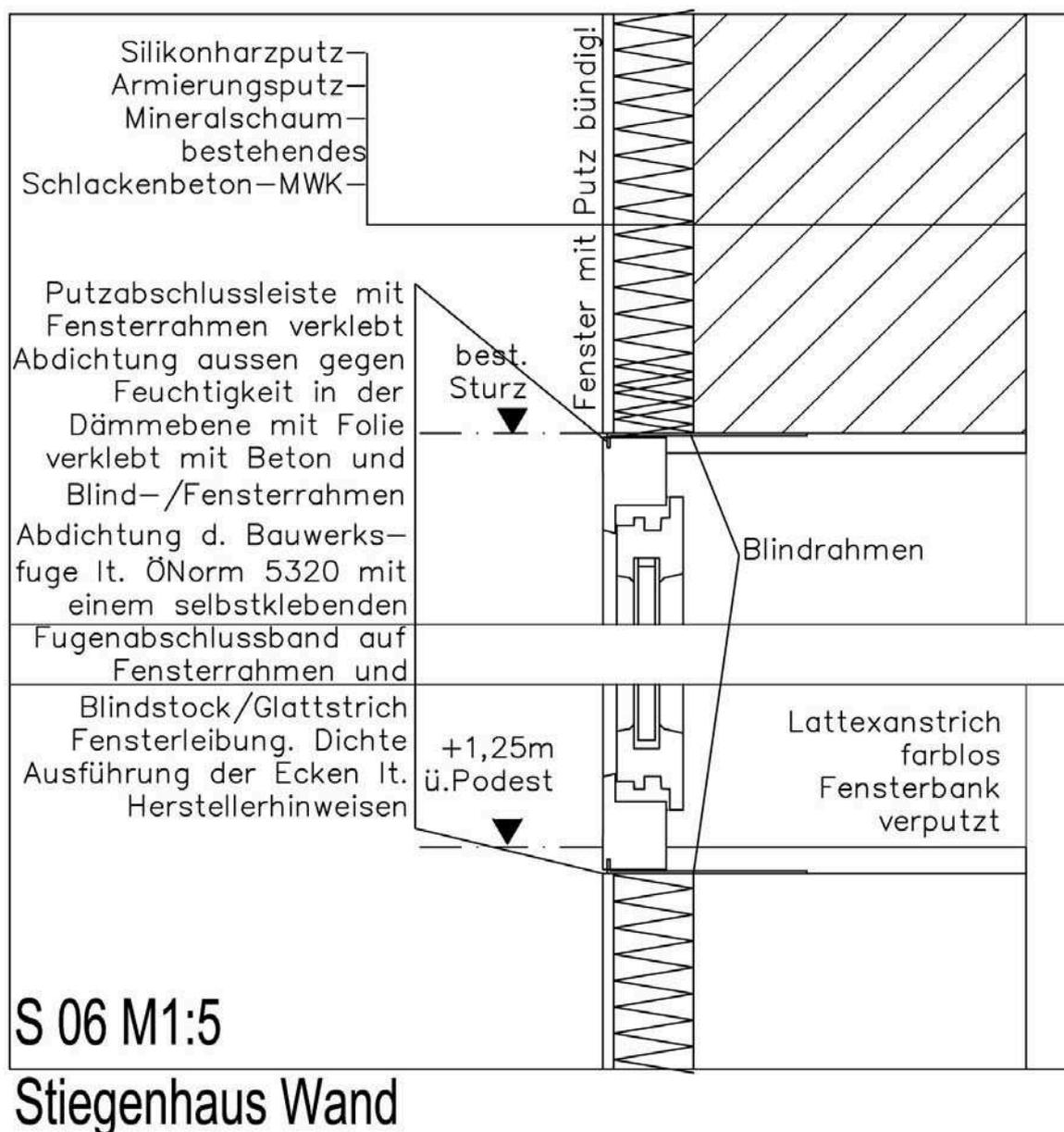


Abb. 34 Detail S 06 Vertikaler Fensteranschluss Stiegenhaus

Dämmung Sockel

Die Dämmung des Sockels ist für ein wohnliches Klima im Erdgeschoß maßgeblich, auch wenn sich hinter dem Sockelbereich bereits der Kellerraum befindet, da sonst die Kälte in der Wand aufsteigt und den Zimmerboden im Außenbereich abkühlt. Da sich der Sockel in der Spritzwasserzone befindet, können hier nur wassersichere Wärmedämmungen verwendet werden.

Das IBO beurteilt den Sockel folgendermaßen (siehe auch Kapitel Ökologie):

Gängige Ausführung der thermischen Sanierung des Sockels stellt die Wärmedämmung mittels Platten aus extrudiertem Polystyrol (XPS) dar, die mit hydrophoben Putzen verputzt werden. Wegen der hohen Anforderungen an das Feuchteverhalten des Dämmstoffes existieren nur wenige Alternativen:

Dämmstoffe:

- Schaumglas: ökologisch günstiger, allerdings vergleichsweise aufwendige Verarbeitung.

- EPS-Automatenplatten
- Abdeckung
Hinterlüftete Fassade aus Faserzement: Ökologisch günstiger in der Herstellung und insbesondere im Rückbau, bautechnischer Aufwand gegenüber WDVS deutlich erhöht.
Es sollte prinzipiell geklärt werden, inwieweit aus gestalterischen Gründen ein hinterlüftetes System in Frage kommt.

Empfehlung

Wird die Fassadendämmung mit hinterlüfteter Fassade ausgeführt, kann eine solche Lösung auch für den Sockelbereich interessant sein. Beim verputzten System ist aus ökologischer Sicht Schaumglas als Dämmstoff zu empfehlen. Wird aus wirtschaftlichen Erwägungen XPS eingesetzt werden, sollten nur CO₂-geschäumte („HFKW-freie“) Platten eingesetzt werden, da HFKW ein sehr hohes Treibhauspotential besitzt.

Die Fassade wird mit Mineralschaumplatten ausgeführt, sodass nur XPS mit CO₂-geschäumt zur Ausführung kommen kann, da Schaumglas aus ökonomischen Gründen nicht einsetzbar ist. Das Sockel springt keilförmig zurück und die Spitze wird im Erdreich vergraben, sodass hier keine Wärmebrücke entsteht.

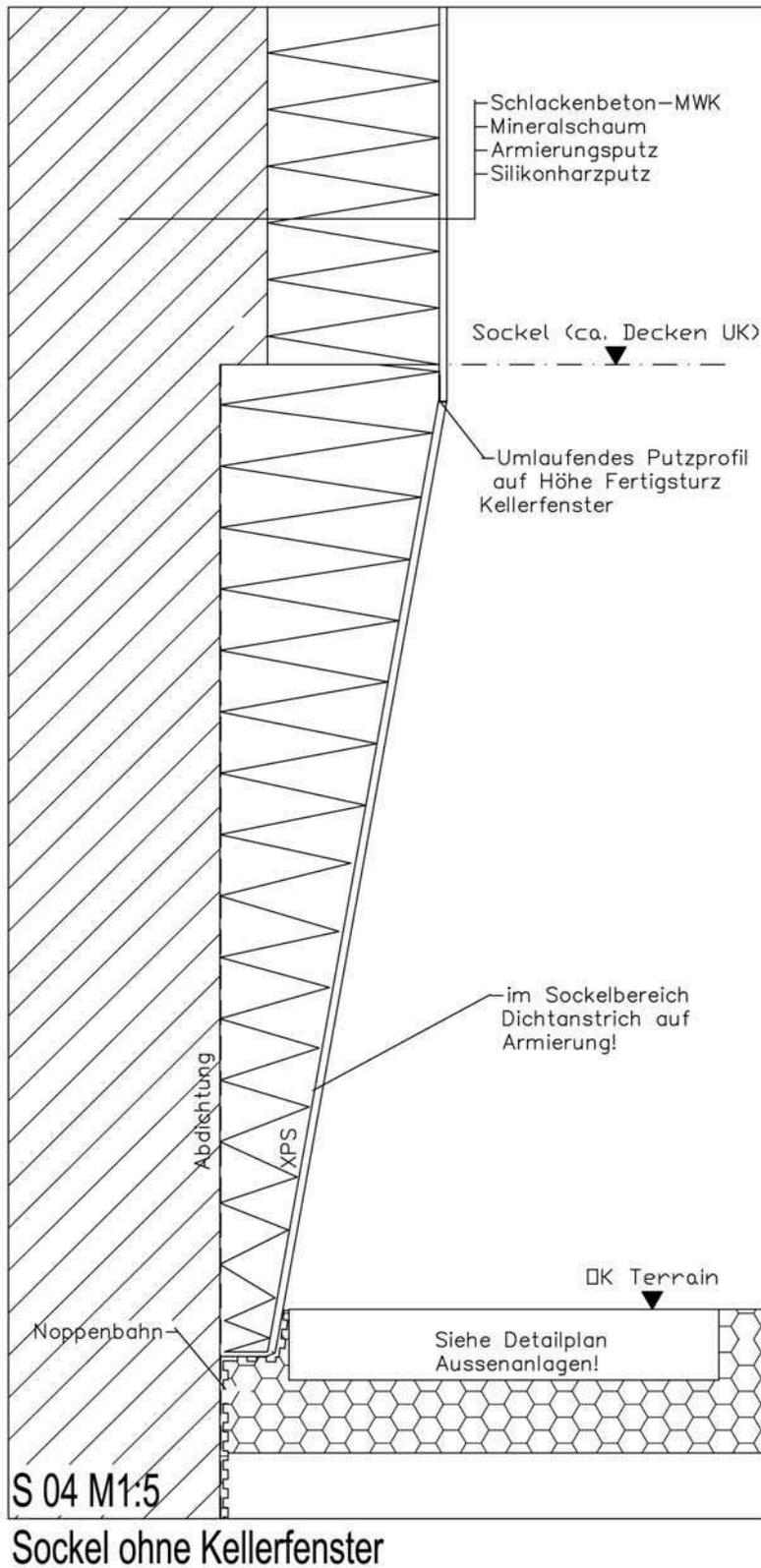


Abb. 35 Detail S 04 Sockeldetail Fassadensanierung

Loggiaverbreiterung und Loggiadämmung

Die bestehende Loggia wird verbreitert. Bei der Planung dieser Konstruktion wurde die Dämmung der gesamten auskragenden Wände und Balkonplatten berücksichtigt, sodass hier die Wärmebrücke saniert wird.

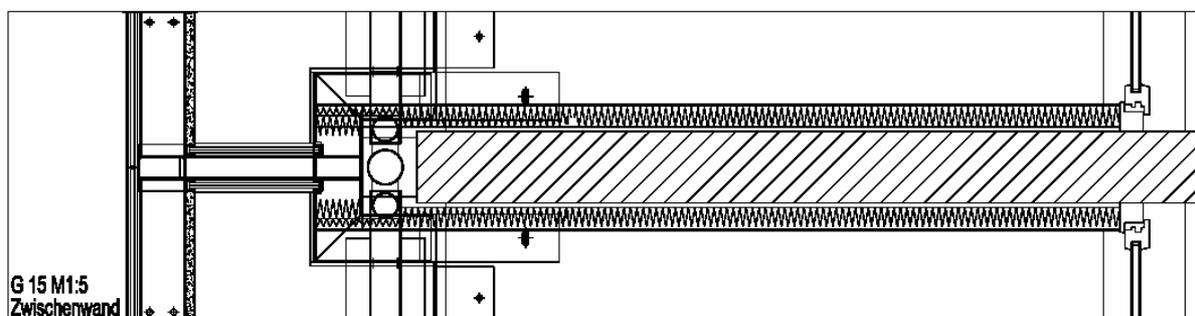


Abb. 36 Detail G 15 Horizontalschnitt Balkonzwischenwand

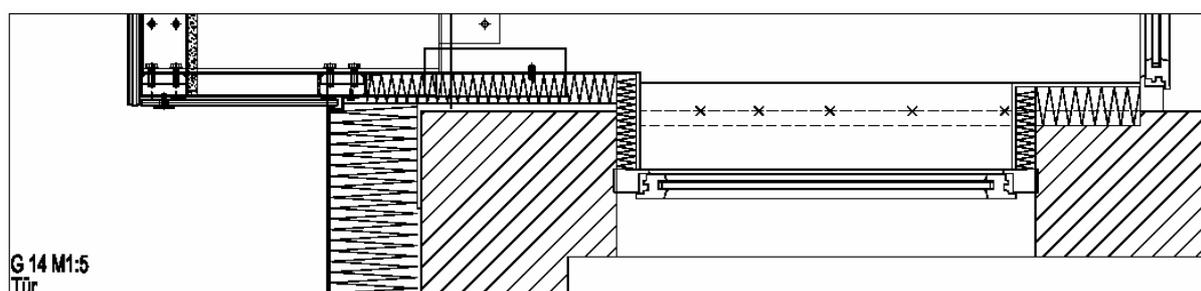


Abb. 37 Detail G 14 Horizontalschnitt Balkonanschlusswand inkl. Balkontür

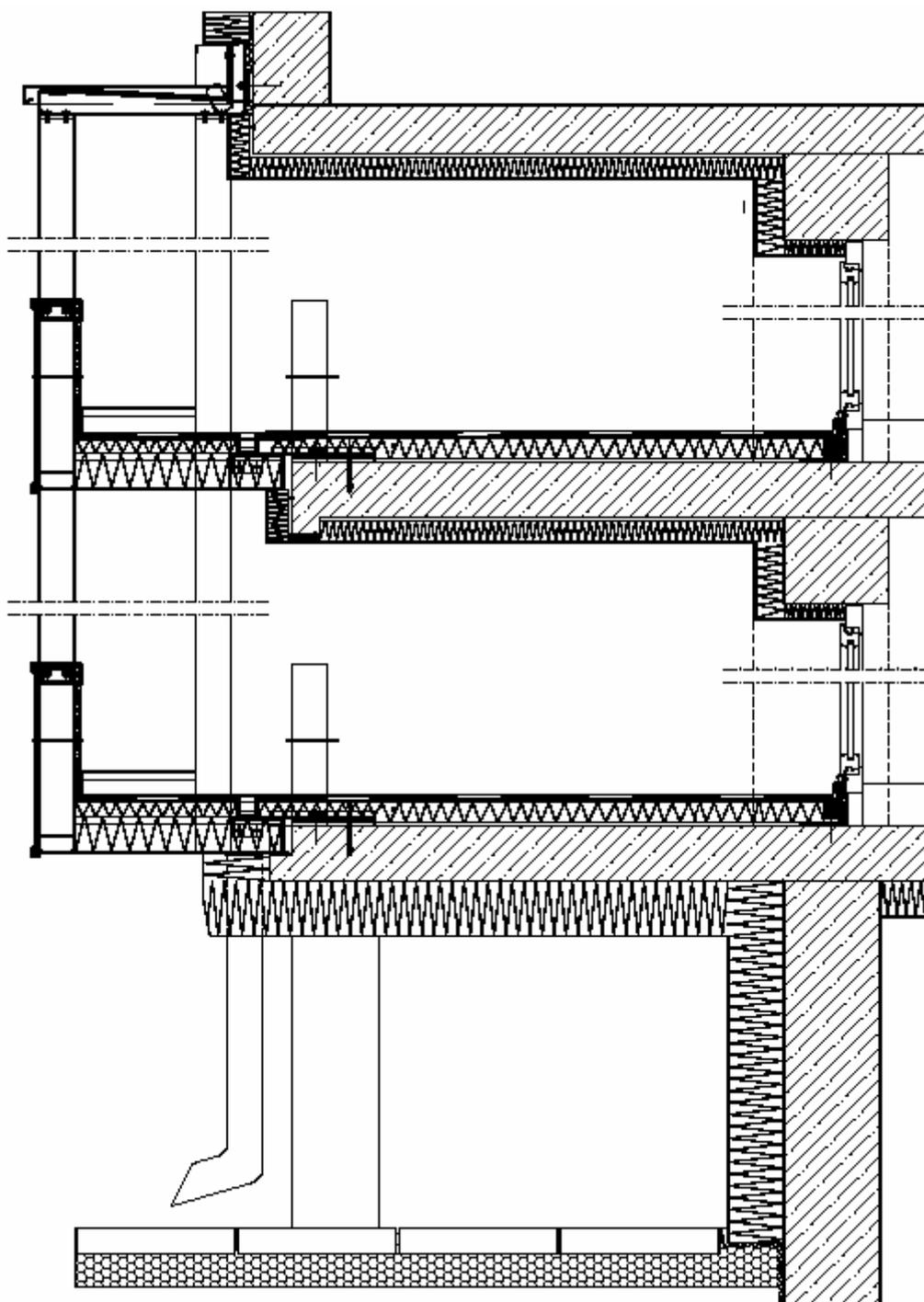


Abb. 38 Vertikalschnitt Loggiaverbreiterung

Haustechnikkonzept

Das Haustechnikkonzept wird von E-Plus (siehe Kapitel Planung und Wohnraumlüftung) genau diskutiert. Auch hier wurde auf eine wirtschaftliche Planung Wert gelegt. Das Heizungssystem bleibt weitgehend unverändert, da es funktionstüchtig ist. Der Fernwärmeanschluss wird im Keller eingespeist und erwärmt auch das Warmwasser. Heizkörper werden teilweise ausgetauscht wo sie defekt sind. Abluft von WC und Küche wird bisher über einen vorhandenen Schacht geführt.

Die Sanitäranlagen bleiben unverändert. Die Mieter gestalten ihre Badezimmer selbst.

Hier wird beim Einlass ein Ventil mit Feuchtemessung eingebaut, am Dach ein Ventilator der die Menge des Lufttransportes an den jeweiligen Unterdruck anpasst. So wird bei hoher Luftfeuchte in WC und Küche gezielt die Luft abgesaugt, aber in der übrigen Zeit mittels Feuchtestrumpf diese Öffnung in der Außenhülle abgedichtet, sodass keine dauerhafte Undichtigkeit im Gebäude besteht.

Die Lüftungsanlage besteht aus je 4 (bzw. 5) Einzellüftern, die über einen Zentralregler gesteuert werden.

UNTERSTÜTZUNG DER SOZIALWISSENSCHAFTLICHEN BEGLEITUNG

Die sozialwissenschaftliche Begleitung wurde vom WOHN:BUND, Herrn Dr. Gutmann, durchgeführt (siehe Kapitel Sozialwissenschaftliche Planung). Im Zuge dieser Begleitung haben folgende Veranstaltungen stattgefunden:

Mietersammlung zur Erstinformation der Mieter

Befragung der Mieter durch WOHN:BUND um Wünsche und Ängste herauszufinden

Infotag zur Information über die Maßnahmen der Sanierung.



Mietersammlung
am Donnerstag, 08.07.2004, 18:00
für die Bewohner Weinheberstraße 3, 5, 7, 9

Sanierungsfahrplan:

2004:

Juli: Befragung zur Errichtung der Personenaufzüge

Juli: Fotodokumentation der Wohnungen

Juli/ August: Mietergespräche durch Dr. Gutmann

September: Infotag: Möglichkeit für individuelle Beratung

November: Sanierungsbeginn

2005:

Sommer: Fertigstellung der Gesamtsanierung

Abb. 39 Information zur Mieterversammlung

Im Zuge der Vorbereitungen für den Infotag wurde ein Fragebogen erstellt, sodass alle 4 Infotische zu grundlegenden Fragen dieselben Antworten geben.

Folgende Fragenliste wurde für alle Partner vorbereitet:

Auf Wunsch von Herrn Gutmann wurden die Fragen „untechnisch“ beantwortet, um die Mieter nicht mit unnötig komplizierten technischen Fachwörtern zu verwirren.

Fragenkatalog für WOP Infotag 30.09.2004

Die Fragen dienen zu Beantwortung der grundlegenden Fragen an allen Tischen des Infotages. Sobald ein Mieter genauere Auskunft möchte, sollte er an den jeweiligen Spezialisten verwiesen werden. Es wird ein Fragenkatalog ausgearbeitet, damit alle Anwesenden allgemeine Fragen gleich beantworten können:

Fragen, die von E-Plus schriftlich ausgearbeitet werden:

- Warum wird bei uns ein Lüftungsgerät eingebaut?
Bis zu 80% geringere Lüftungswärmeverluste durch kontrolliertes Lüften mit Wärmerückgewinnung
Dadurch Heizkostensparnis um ca. 30%,
Permanent frische, gefilterte Luft ohne Fensterlüften zu müssen
Dauerhafte Vermeidung von Schimmelpilz, der z.B. auch durch die verbesserte Wärmedämmung auftreten kann.
- Mit welcher Geruchsbelästigung muss ich rechnen?
Es ist mit keiner höheren Geruchsbelästigung wie bisher zu rechnen.
- Gibt es Zugerscheinungen?
Es ist mit keinen Zugerscheinungen zu rechnen, da hohe Wärmerückgewinnung und sehr geringe Luftmengen
- Darf ich die Fenster öffnen?
Fenster dürfen natürlich geöffnet werden, sollten allerdings vor allem an kalten Wintertagen nicht dauerbelüftet werden und die Fenster nach 10 Minuten wieder geschlossen werden..
- Soll ich die Innentüren alle offen lassen?
Ist von Vorteil, aber für die Funktion nicht dringend erforderlich
- Wenn viele Gäste kommen?
Am Zentralregler kann Partylüftung (höhere Lüftungsstufe) eingestellt werden, u.U. muss aber auch mal zusätzlich das Fenster zum Lüften geöffnet werden, insbesondere wenn geraucht wird.
- Was mache ich wenn ich schlafen gehen will?
Es sind keine Dinge zu unternehmen. Die Geräte laufen auch in der Nacht (keine Störung durch Lärm)
- Schaltet das Gerät automatisch auf Nachtbetrieb?
Nein, im Normalfall ist kein Nachtbetrieb erforderlich. Auf Wunsch kann am Zentralregler in der Nacht eine kleinere Lüftungsstufe eingestellt werden.
- Schaltet das Gerät automatisch auf Tagbetrieb?
Nein, wenn tatsächlich in der Nacht auf kleine Stufe geschaltet wird, sollte am Tag wieder auf „Normal“ zurückgestellt werden.
- Schaltet das Gerät automatisch auf Sommerbetrieb?
Nein, aber am Regler kann die Betriebsart „Sommerlüftung“ eingestellt werden.
- Muss die Lüftung im Sommer auch laufen?
Nein, im Sommer kann die Anlage auch abgeschaltet und über Fenster gelüftet werden.
- Wie funktioniert der Sommerbetrieb?

Wird die Anlage im Sommer eingeschaltet und am Zentralregler auf „Sommerlüftung“ geschaltet, dann ist die Wärmerückgewinnung über Nacht abgeschaltet und die Räume können über die kühlere Zuluft gekühlt werden.

- Was muss ich machen wenn es zu heiß ist in der Wohnung?
Eventuell zusätzlich Fensterlüften, wie gewohnt (im Sommer kein Problem)
- Was muss ich machen, wenn es in der Wohnung stinkt?
Eine zusätzliche Geruchsbelastung durch die Lüftung ist auszuschließen.
Im Kochbetrieb, z.B. beim Braten von Fleisch, durchaus möglich. Kurz Fenster ganz öffnen und Gerüche weglüften
- Was muss ich machen, wenn es in der Wohnung zu kalt ist?
Überprüfen ob Heizkörper warm ist, wie bisher
- Kann ich das Gerät ausschalten?
Ja am Zentralregler, allerdings nur alle gleichzeitig
- Welche Lärmbelastigung bei Betrieb entsteht?
Es werden die maximalen Schallpegelanforderungen lt. Ö-Norm im Raum unterschritten, dass heißt es ist keine Lärmbelastigung zu erwarten
- Welche Lärmbelastigung durch das Loch in der Wand entsteht?
Das Lüftungsgerät hat eine bessere Schalldämmung als ihr geschlossenes Fenster.
Es werden die maximalen Schallpegelanforderungen lt. Ö-Norm an die Umgebung („außen“) unterschritten, dass heißt es ist keine Lärmbelastigung zu erwarten
- Wie bediene ich die Geräte?
Jegliche Bedienung erfolgt über den Zentralregler. Die meisten Einstellungen sind sinnvoll vorprogrammiert und i.d.R. muss nicht viel verstellt werden. Eine Änderung wirkt sich immer auf alle Geräte gleichzeitig aus.
- Wo wird das Gerät montiert?
Generell in der Außenwand - am besten in der Raumecke auf ca. 2m Höhe; Montage unter Fenster aber auch möglich. Direkt über Bett nicht empfehlenswert
- Wo wird der Zentralregler montiert?
Direkt am Schacht im Flur
- Wie geht das mit dem Filterwechsel?
Durch einfache Abnahme des Gerätedeckels kann Filter entnommen werden und in die Spülmaschine gesteckt werden. Turnusmäßig erforderlicher Filterwechsel wird am Regler angezeigt. Zusätzlich, regelmäßige Sichtkontrolle empfehlenswert.

Fragenbeantwortung der WAG

- Terminplan:
Darüber hinaus wurde von mehreren Mietern bereits mitgeteilt, dass ein Beginn in den Wintermonaten nicht erwünscht sei. Die Fertigstellung soll, ausgenommen der Außenanlagen, noch 2005 erfolgen. Die Aufzugerhebung ist abgeschlossen, alle 4 Aufzüge werden errichtet.
- Kosten:
Wird in Betriebskosten eingerechnet und ist nicht gesondert zu vergüten.
- Wer macht Filterwechsel:
Wird seitens der WAG organisiert, Siedlungswart
- Welche Belästigung entsteht durch die Sanierung:
Wie bekannt ist kommt es im Zuge von Sanierungsarbeiten zu Belästigung von Lärm, Staub, Schmutz udgl. Seitens des Auftraggebers ist man jedoch bemüht diese Belästigungen auf ein unvermeidbares Ausmaß einzuschränken.
- Wie lange dauert die Sanierung:
Wird 2005, ausgenommen Außenanlagen abgeschlossen.
- Wie viel kostet mich die Sanierung mehr:
Es wird bereits ein erhöhter EVB eingehoben. Darüber hinaus fallen für den Mieter keine zusätzlichen Kosten an. (Anders ausgedrückt EVB + Förderung)
- Werden die Außenanlagen saniert:

Ja

- Wieviel Lärm u. Dreck macht die Kernbohrung:
Es wird jedenfalls zu Schmutzanfall kommen, möglicherweise auch kleine Mengen an Wasser

Fragen, die von P*P schriftlich ausgearbeitet werden:

- Welche Farben hat die Loggia?
Innenansicht: hellgrau
Außenansicht: gelb
- Wie breit ist der neue Balkon?
60 cm breiter als bisher: $1,30\text{m} + 0,60\text{m} = 1,90\text{m}$

Es gibt den Infotisch WAG mit Herrn Baumeister Irsiegler zur Beantwortung von Fragen bezüglich Finanzierung und Gesamtanierung, der Infotisch Architektur mit Herrn Mag. arch. Prehal (POPPE PREHAL ARCHITEKTEN) zur Beantwortung von Fragen bezüglich Architektur und den Infotisch Lüftung, der von Herrn DI Kraus von E-PLUS besetzt war. Das gewählte Lüftungsgerät Inventer iV 14 ist im Raum aufgebaut und wird in voller Funktion den Mietern präsentiert, sodass sie sich einen Eindruck von der Größe des Gerätes und der geringen Lautstärke machen können. Es ist anfangs in Betrieb unter einem Tuch versteckt sodass den Mietern klar werden kann, dass es tatsächlich beim Aufenthalt im Raum nicht wahrgenommen wird.



Abb. 40 Das Gerät läuft und ist am Bild hinten links unter dem weißen Stoff in Betrieb



Abb. 41 Präsentationsgerät Inventer von der Seite und von Innen inkl. Steuergerät

Außerdem gibt es den Tisch „Lage der Lüftungsgeräte“ wo die Mieter ihre Wünsche zur Lage der Lüftungsgeräte in ihrer Wohnung angeben können. Für diese Tisch sind die 4 Grundrissarten (Typ klein links, Typ klein rechts, Typ groß links, Typ groß rechts) vorbereitet worden.



Abb. 42 Infotisch für die Fixierung der Wünsche der Mieter bzgl. der Lage der Lüftungsgeräte

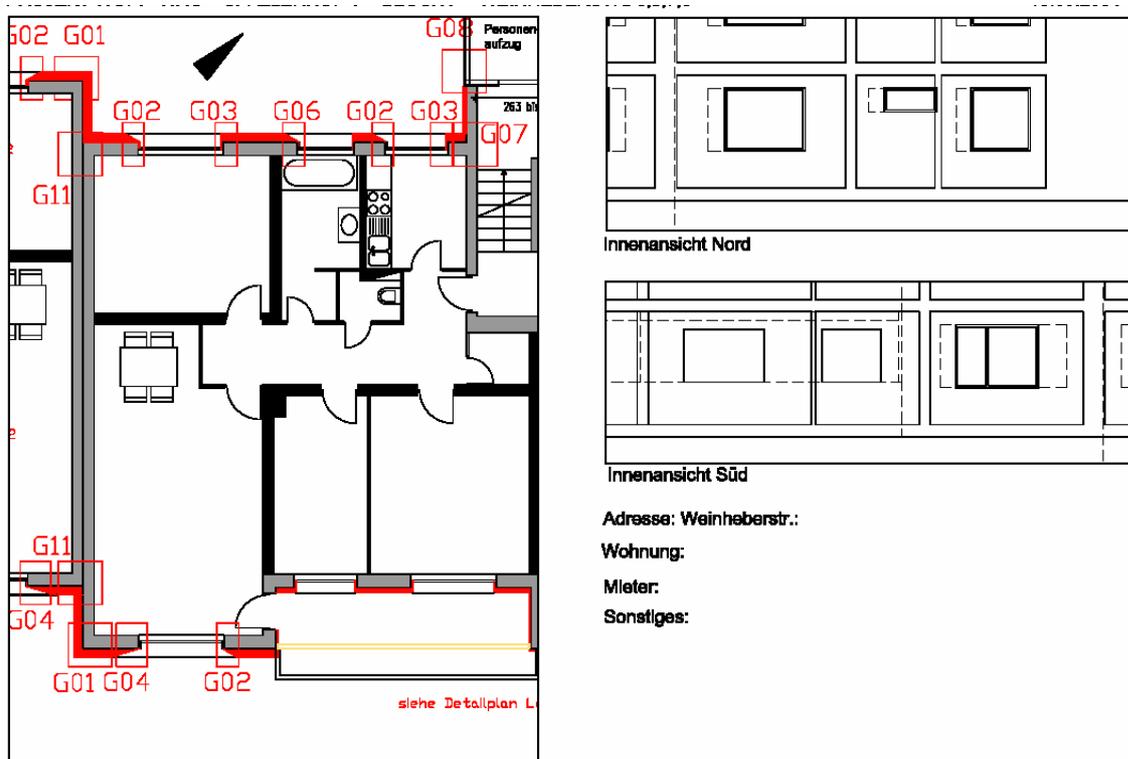


Abb. 43 Grundriss für Infotag Wohnungstyp „groß“ rechts; Vorlage zum Einzeichnen der Lüftungsgeräte



Abb. 44 Ausgefüllter Grundriss mit der gewünschten Lage der Lüftungsgeräte der Mieter: schwarze Rechtecke

Ausgenommen die Lüftungsanlagen konnten alle Teile des architektonischen Konzeptes realisiert werden.



Abb. 45 Ansicht nach der Sanierung



Abb. 46 Ansicht während der Sanierung

Sozialplanerische Begleitung und Mediation des Planungsprozesses (WOHN:BUND)

Aufgabenstellung

Die Aufgabe beinhaltete die Durchführung der „Sozialplanerischen Begleitung und Mediation des Planungsprozesses“ im Rahmen der Klärung der Sanierungsmaßnahmen unter besonderer Beachtung der geplanten Passivhaustechnologie. Der Umfang beschränkte sich auf eine knappe und kompakte Umsetzung bezogen auf die Informations- und Entscheidungsphase im Sommer 2004. Der Begriff „Mediation“ ist in einer weit gefassten Auslegung im Sinne von Vermittlung bei den erwarteten potenziellen Konflikten zu verstehen.

Im Mittelpunkt standen dabei die Überprüfung der Nutzerakzeptanz bezüglich der geplanten Sanierungsmaßnahmen sowie insbesondere eine vertiefende Informationstätigkeit und Nutzermotivierung im Zusammenhang mit der kontrollierten Wohnraumlüftung. Die Bewohner/innen sollten im Sinne der Qualitätssicherung als Partner gewonnen, von den Vorzügen einer Komfortlüftung überzeugt sowie auf den Umgang mit dieser Technologie vorbereitet werden. Die erwartbare umfassende Wohnwertverbesserung sollte auch als Motivation zu einem generell energiebewussteren Wohnverhalten genutzt werden.

Vereinbart waren folgende Arbeitsschritte:

1. Moderation einer Mieterversammlung beim Wohnbauträger
2. Durchführung von Beratungsgesprächen mit den Mietern
3. Mitgestaltung und Mediation bei einem Infotag
4. Zusammenfassung der Ergebnisse



Abb. 47 Projektplan Informationsarbeit

Moderation Mieterversammlung

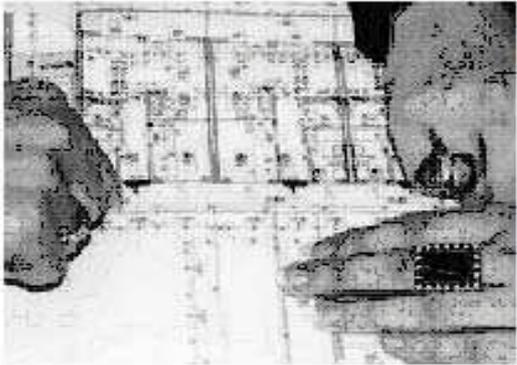
Ziele, Ablauf

Der Einladung des Bauträgers WAG folgten 21 von insgesamt 32 Haushalten. Nach einer ausführlichen Powerpoint-Präsentation der geplanten Sanierungsmaßnahmen durch Bauträger und Architekten gab es eine moderierte Diskussion mit den Bewohner/innen. Im Mittelpunkt standen dabei vor allem Fragen zur „Komfortlüftung“.

Den Bewohner/innen wurde auf der Mieterversammlung ein kompaktes Informations- und Beteiligungsangebot für den weiteren Planungsprozess gemacht. Festgelegt wurde, dass jede Mietpartei einzeln gehört werden muss und es im Zusammenhang mit der Komfortlüftung zu keiner „Zwangsbeglückung“ kommen dürfe.

Moderation
Mieterwünsche & Nutzerakzeptanz
Dr. Gutmann, wohnbund:consult





Das Angebot:

- Optimale Information
- Erhebung individuelle Fragen, Probleme, Wünsche
- Info-Tag mit Einzelberatung
- Auswertung und Feedback

EINLADUNG ZUM MITMACHEN!

Abb. 48 Folie „Angebot“

Ergebnis

Dass die Moderation von einer „intermediären“ Instanz und nicht von Mitarbeitern der involvierten Akteure WAG oder Architekturbüro bewerkstelligt wurde, zeigte sich von großem strategischen Vorteil. Die Anfragen und Diskussionen verliefen so in konstruktiver Form, wengleich es von mindestens 3 Haushalten eine „definitive Ablehnung“ der Komfortlüftung gab. Nach deren Meinung sollte die Sanierung ähnlich der bereits fertig sanierten Objekte in der Umgebung durchgeführt werden. Ein „Pilotprojekt“ wolle man nicht sein!

Gefragt wurde im Zusammenhang mit der kontrollierten Wohnraumlüftung insbesondere nach Kosten, Filterwechsel, Bedienbarkeit, Zugigkeit und Platzierung des Gerätes.

Die weiteren Erneuerungsmaßnahmen wie Lifteinbau, thermische Sanierung, Balkonvergrößerung und Wohnumfeldverbesserung wurden sehr positiv aufgenommen.

Bewohnerbefragung und Beratungsgespräche

Fragebogen, Intensivinterviews

Auf der Basis eines gemeinsam mit dem Architekturbüro erstellten Gesprächsleitfadens (s. Anhang) wurden mit den einzelnen Haushalten Interviewtermine vereinbart. Ziel war es mit möglichst vielen Bewohner/innen vor Ort ins Gespräch zu kommen und ihre Meinung zum Sanierungsvorhaben zu erfragen.

Der Fragebogen beinhaltete 15 Fragen zur Bewertung der Wohnanlage und der eigenen Wohnung, der Zufriedenheit mit der Hausverwaltung, Art des Nachbarschaftsverhältnisses, Einstellung zum Energiesparen, aktuelles Lüftungsverhalten sowie Meinungen zur Komfortlüftung.

Die Intensivinterviews gingen in methodischer Hinsicht über die Meinungsabfrage hinaus und enthielten Elemente einer „aufsuchenden Beratung“ bzw. waren zum Teil auch volle Beratungsgespräche.

Durchführung der Befragung

Trotz Urlaubszeit konnten schließlich mit allen 32 Haushalten jeweils ausführliche 1 - 2-stündige Interviews vor Ort in den jeweiligen Wohnungen durchgeführt werden, d.h. keine Mietpartei verweigerte das Interview. Dass die Interviews von „Externen“ und nicht von den Projektanten selbst durchgeführt wurden, erwies sich auch bei der Befragung als richtig. Das mit der Bewohnerbefragung verknüpfte Informationsangebot konnte so weitestgehend „neutral“ vermittelt werden.

Die Bewohnerbefragung bot neben dem Kennen lernen der Meinungen der Mieter auch ein ausgezeichnetes Medium zur Kommunikation der Wohnzufriedenheit und Nutzungsgewohnheiten.

Inhaltlich dominierten auch bei den Intensivinterviews Fragen zur Komfortlüftung. In zahlreichen Fällen konnte die Situierung der Lüftungsgeräte abgeklärt werden. Die Beantwortung der offenen Fragen ergab für den Bauträger WAG darüber hinaus eine Reihe von inhaltlichen Anknüpfungspunkten und Verbesserungsvorschlägen.

(Einzelergebnisse siehe Kapitel Planung und Wohnraumlüftung)

Mitgestaltung und Moderation des Info-Tages

Einladung, Ziele

Nach erfolgter Mieterversammlung und Abwicklung der Haushalts-Befragung wurde nach der Sommerpause den Mietern die Möglichkeit geboten, in Einzelgesprächen mit Vertretern des Bauträgers und des Architekturbüros sowie dem Energie-/Lüftungstechniker sämtliche wichtigen Details individuell zu klären. Es wurden Gerätemuster (Lüftungsgerät) präsentiert und sämtliche Pläne aufgelegt. Gleichzeitig konnte mit jedem Mieter an Hand der Wohnungspläne auch die Lage der Lüftungsgeräte abgeklärt werden.



Mehr Behaglichkeit, Energie- und Kostensparen durch die

Umfassende Sanierung & Erneuerung des Wohnhauses Weinheberstr. 3-9

Informations-Nachmittag
mit Ihrer Hausverwaltung und den zuständigen Planern

Donnerstag, **30. September 04**
Einzelgespräche/Beratung von **15 – 19 Uhr**

Frisch gestrichen!

WAG - Großer Saal, Mörikeweg 6

Mit dem „Haus der Zukunft“-Modellprojekt Weinheberstr. 3-9 gehen WAG und Planerteams auch bei der Information der Mieter/innen neue Wege. Nach erfolgter Mieterversammlung und Befragung jedes Haushalts haben Sie nun die Möglichkeit, in Einzelgesprächen mit Vertretern der WAG, dem Architekturbüro und dem Energie-/Lüftungstechniker sämtliche wichtigen Details für sich zufriedenstellend zu klären. Es werden Gerätemuster und sämtliche Pläne aufliegen, sodass mit Ihnen gemeinsam auch die Lage der Lüftungsgeräte abgeklärt werden kann.

- Welche Störung entsteht bei der Sanierung und wie sieht der Terminplan aus?
- Entstehen den einzelnen Mietern Kosten?
- Wie sieht das Lüftungsgerät aus, wo kommt es hin und wie funktioniert es genau?
- Welche Farbe erhalten die Balkone?
- Was passiert mit den Außenanlagen?
- usw.



Einladung! Kommen Sie vorbei!!! Ein optimaler Ablauf der Sanierung ist nur gemeinsam mit Ihnen möglich. Wir nehmen uns Zeit für Ihr ganz persönliches Anliegen im Hinblick auf die Sanierung. Auf reges Interesse freuen sich die WAG, die Architekten und Energieplaner.

Fit für die Zukunft durch neue Fassaden mit Wärmedämmung, neue Fenster und Türen, Lift, Komfortlüftung, breite Loggias, attraktives Wohnumfeld u.a.m.

Abb. 49 Einladung Info-Tag

Ziel der Informations- und Mediationsarbeit war nicht nur die Vermittlung von Wissen über die Handhabung der Passivhaustechnologie (insbesondere die Lüftung), sondern auch eine Veränderung des Nutzungsverhaltens beim Wohnen.

Ein gemeinsam erarbeiteter interner Fragenkatalog (mit den richtigen Antworten) für alle Berater sollte dafür sorgen, dass die Besucher/innen optimal informiert wurden.

Ergebnis

Drei Viertel der Haushalte nutzten das Angebot dieser umfassenden Einbindung und Beratung durch Bauträger, Architekten und Lüftungsplanern.

Stehische, Getränke und eine Ausstellung der neuen Fassadenpläne sowie der Befragungsergebnisse sorgten für eine kommunikative Situation. Die Moderation bemühte sich, dass alle Mieter/innen entsprechend eingebunden wurden und die Wartezeiten auf die Beratung kurzweilig blieben.

Die bewusst geschaffene Möglichkeit des gegenseitigen Meinungsaustausches unter den Mietern sollte allen Beteiligten zeigen, dass es kein „Teile und Herrsche“ gab, sondern die geplanten Sanierungsmaßnahmen transparent auf dem Tisch lagen und auch offen diskutiert werden konnten.



Abb. 50 Situationen am Info-Tag

Insgesamt wurde durch den 4-stündigen Info-Nachmittag erreicht, dass die Mieter/innen der WAG-Wohnanlage Weinheberstr. 3-9 einen überdurchschnittlich hohen Informationsstand hinsichtlich der Sanierungsmaßnahmen aufweisen.

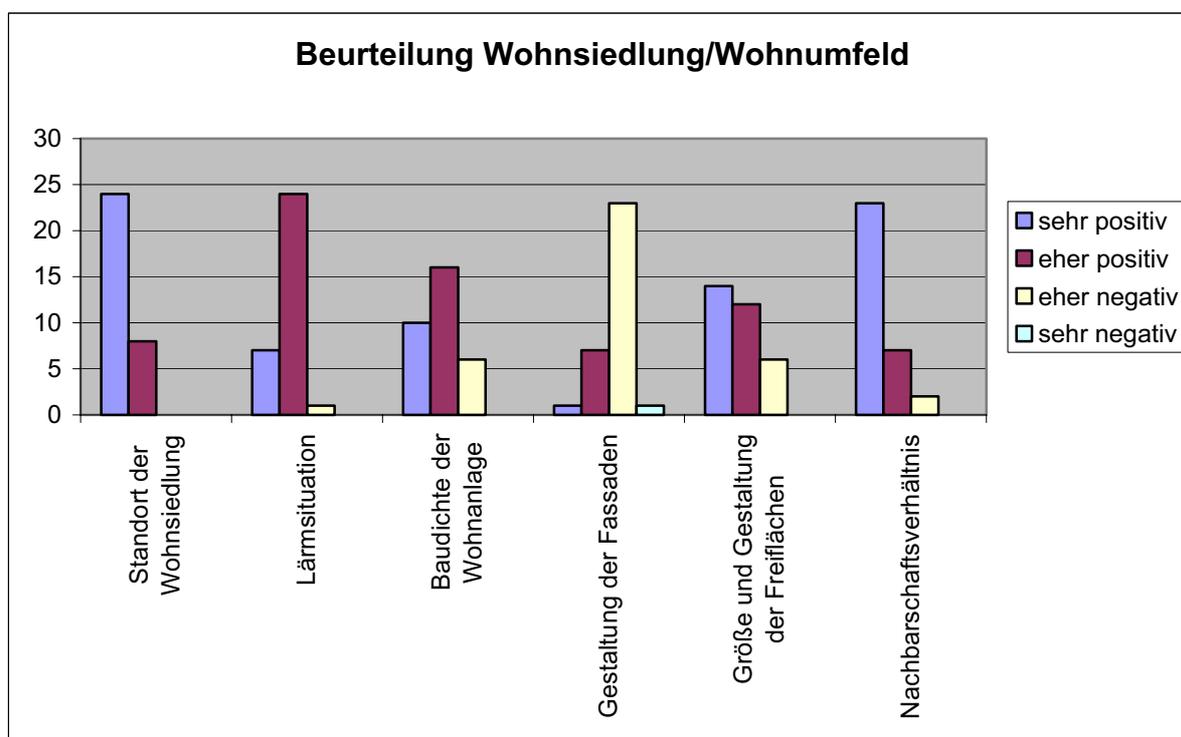
Nutzerakzeptanz: Auswertung der Befragung

Im Folgenden sind nur die wichtigsten Ergebnisse der Bewohnerbefragung wiedergegeben. Alle Tabellen und Grafiken finden sich im Anhang 2.

Beurteilung der Wohnsiedlung und des Wohnumfelds

Drei von vier Haushalten bewerten den Standort der Wohnsiedlung als sehr positiv. Selbst die Lärmsituation (Nähe zur A7-Autobahn) wird nur von einem Haushalt als eher negativ gesehen. Als negativ wird die Gestaltung der Fassaden bewertet.

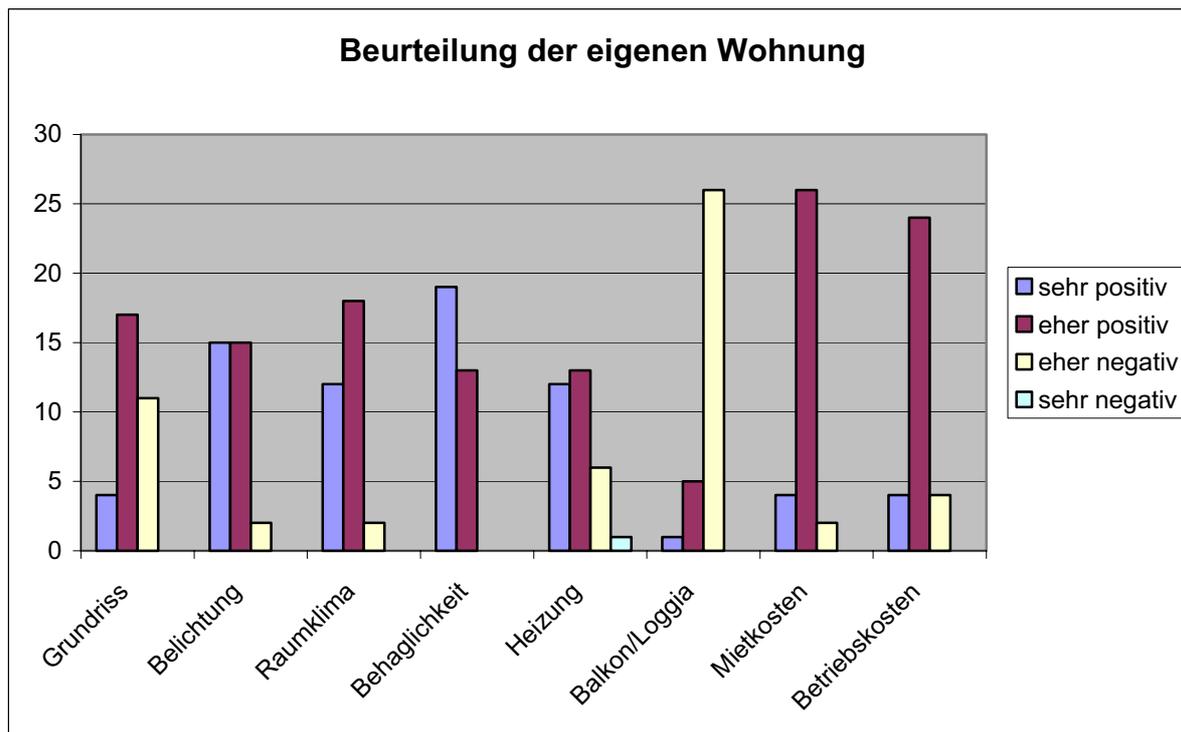
In der Wohnanlage herrscht offensichtlich ein gutes Nachbarschaftsverhältnis, denn nur 2 von 32 Haushalten sehen dieses negativ.



Tab. 9 Beurteilung Wohnsiedlung/ Wohnumfeld N=32

Beurteilung der eigenen Wohnung

Negativ beurteilt (26 von 32 Haushalten) werden vor allem die derzeit zu schmalen Balkone bzw. Loggien sowie zum Teil auch die Grundrissaufteilung (11 negativ) v. a. wegen der abseits gelegenen und zu kleinen Küche.



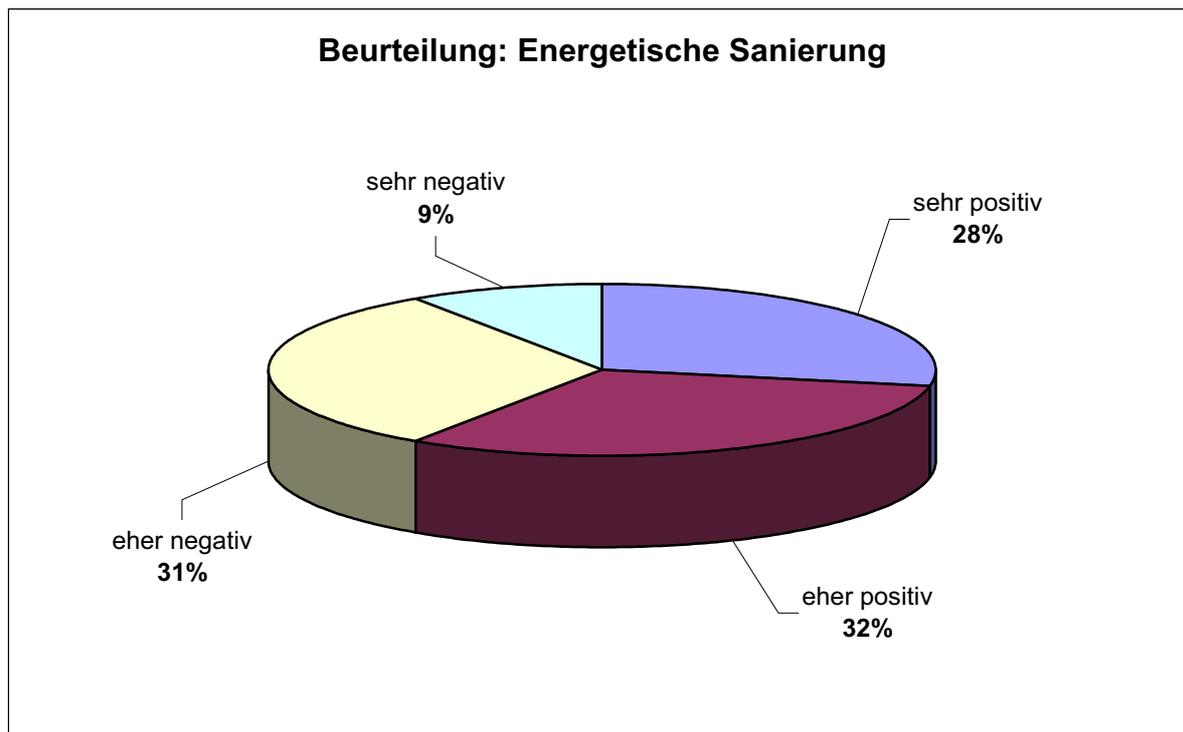
Tab. 10 Beurteilung der eigenen Wohnung N=32

Akzeptanz der geplanten Sanierungsmaßnahmen

Als sehr positiv betrachtet werden die Thermische Sanierung, die Substanzsanierung und der Lifteinbau. Skeptisch betrachtet wird die „Energetische Sanierung“ mit der Lüftungsanlage, denn gut ein Drittel hat dazu eine negative Haltung.

Beurteilung geplante Sanierung	sehr positiv	eher positiv	eher negativ	sehr negativ
Thermische Sanierung	27	4	1	0
Energetische Sanierung	9	10	10	3
Substanzsanierung	25	6	0	1
Wohnumfeldsanierung	16	14	2	0
Lifteinbau	23	8	1	0

Tab. 11 Beurteilung geplante Sanierung N=32



Tab. 12 Beurteilung: Energetische Sanierung N=32

Meinung zur kontrollierten Wohnraumlüftung (Komfortlüftung)

Der vorgegebene Fragenkomplex sollte Wissen und Meinungen zur Komfortlüftung abfragen und Gesprächsstoff für die Beratung bieten. Generell drückt das Ergebnis erhebliche Informationsdefizite sowie eine große Skepsis gegenüber der praktischen Nutzung einer automatischen Lüftung aus.

Kritisch gesehen werden vor allem die vermutete Ähnlichkeit mit Klimaanlage und die angenommene Lärmentwicklung im Betrieb der Lüftungsanlage. Die Hälfte der Haushalte findet außerdem einen hohen Stromverbrauch als zutreffend.

Kontrollierte Wohnraumlüftungen haben mit vielen (Vor-)Urteilen zu kämpfen. Was meinen Sie ganz persönlich dazu?			
	trifft zu	trifft teilweise zu	trifft nicht zu
bringt permanent gute Luftqualität	22	7	3
kann zu Geruchsübertragung führen	6	9	17
Gerüche von Kochen od. Rauchen verschwinden rasch	17	8	7
erzeugt kein Frieren beim Lüften	25	5	2
Druckausgleich kann unzureichend sein	2	13	17
Filter führen zu Verbesserungen für Pollen-Allergiker	28	2	2
können wie Klimaanlage Krankheiten übertragen	9	8	15
kann hohen Stromverbrauch bedeuten	5	11	16
kann zu erhöhter Lärmentwicklung führen	12	7	13

Tab. 13 Auswertung kontrollierte Wohnraumlüftung

Conclusion

- Die Moderation des Informations- und Beratungsprozesses durch eine externe „intermediäre“ Instanz stellt bei großen Sanierungsmaßnahmen mit Passivhaustechnologie eine positive Einrichtung zur Verbesserung der Nutzerakzeptanz dar.
- Die Befragung der Mieter/innen (100 Prozent der Haushalte) hat gezeigt, dass es nach wie vor eine breite Skepsis gegenüber einer Änderung des Nutzerverhaltens beim Heizen und Lüften gibt.
- Insgesamt zeigt auch das Projekt WOP-Spallerhof, dass das Nutzerverhalten die wesentliche Einflussgröße bezüglich der Akzeptanz neuer Technologie und damit des Energieverbrauchs darstellt.
- Die Beratungsgespräche und Interviews haben gezeigt, dass neue energiesparende Techniken beim Heizen und Lüften insbesondere im Mietwohnungsbau einwandfrei und ohne aufwändige Bedienung funktionieren müssen. Die Strategie des sozialen Ansatzes, die eine Verhaltensänderung der Bewohner/innen fordert, kann nur sekundär wirken und Probleme bei der Hardware nicht kompensieren.
- Die klassische Fensterlüftung in der Heizperiode (insbesondere Dauerlüften im Schlafzimmer) wird nur sehr mühsam zu verändern sein, das zeigen auch die durchgeführten Interviews. Bedingt durch den hohen Altersschnitt in sanierungsbedürftigen Altbeständen dürfte sich die notwendige Verhaltensänderung bei Sanierung noch schwieriger als im Neubau gestalten.
- Empfohlen werden für Sanierungsprojekte mit Passivhaus-Standard eine möglichst optimale Einschulung der Mieter/innen sowie die Weitergabe einer einfachen und klaren Bedienungsanleitung.

NUTZERREKLAMATIONEN

Da die Lüftungsgeräte nicht eingebaut wurden, gibt es auch bisher keine Erfahrungen bei diesem Projekt bezüglich Nutzerreklamationen. Nutzerreklamationen können voraussichtlich vermieden werden, indem die Nutzer in der Planung mit einbezogen werden und die Funktion des Gerätes bzw. die daraus erforderlichen Verhaltensänderungen im Gebrauch für den Mieter nachvollziehbar zu machen. (siehe auch S 67 und S68)

ÖKOLOGIE (IBO)

Aufgabenstellung

Es sollen verschiedene Varianten von Sanierungsmaßnahmen ökologisch umfassend verglichen werden:

- Dämmung Außenwand
- Sockeldämmung
- Dämmung Rollladenkasten
- Dämmung Dach
- Dämmung Kellerdecke

Aus der ökologischen Bewertung werden Empfehlungen abgeleitet.

Methodik: Ökologische Kennwerte (Energie- und Stoffflussanalyse)

Um die Bewertung möglichst umfassend durchzuführen, wurden neben den verfügbaren quantitativen Verfahren gemäß ISO 14040 auch semiquantitative und qualitativ/deskriptive Evaluierungsverfahren eingesetzt.

Systemgrenzen

Alle Baustoffe werden von der Rohstoffgewinnung bis zum Zeitpunkt auslieferfertiges Produkt bilanziert.

Für die Instandhaltung wurde eine Gebäudelebensdauer von 80 Jahren zugrunde gelegt, die eingesetzten Baustoffe werden entsprechend ihrer Lebensdauer [„Hochbaukonstruktionen und Baustoffe für hoch wärmegeämmte Gebäude“, IBO 2004] gewichtet.

Auslieferung, Einbau und Entsorgung werden qualitativ bewertet.

Herstellung/Instandhaltung

Die Analyse des ökologischen Aufwands für Herstellung und Instandhaltung der Bauteile erfolgt mittels Ökobilanzierung gemäß ISO 14040. Es werden die folgenden ökologischen Kennwerte berücksichtigt:

Primärenergieinhalt nicht erneuerbar,
Treibhauspotential,
Abiotischer Ressourcenabbau,
Versäuerung,
Photosmog,
Eutrophierung.

Die Erfassung von toxikologischen Aspekten während Herstellung und Einbau und Nutzung erfolgt deskriptiv auf der Grundlage der derzeit verfügbaren Fachliteratur.

Nutzung

Die toxikologischen Auswirkungen der eingebauten Baustoffe auf den Nutzer und die Umwelt werden qualitativ auf der Grundlage von Messungen und Literaturrecherchen analysiert. Für die Bewertung wird die human- und ökotoxikologische Fachliteratur herangezogen.

Recycling/Entsorgung

Die hier angewandte Methodik bietet Architekten und Planern erstmals eine semiquantitative Grundlage zur Beurteilung und Optimierung von Gebäuden im Hinblick auf ihre Rückbaubarkeit und Entsorgung. Damit wird die Entwicklung des nachhaltigen Bauens auf den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes erweitert.

Folgende Aspekte werden mit dieser Methode bewertet: Trennen, Wiederverwenden, Verwerten, Entsorgen.

(Bewertungsschlüssel: 1 = sehr günstig 5 = ungünstig)

- Trennen: Die Sortentrennung von verbundenen Baustoffschichten ist Voraussetzung für hochwertiges Recycling bzw. problemlose Entsorgung. Je sortenreiner das aufzubereitende Material ist, umso besser kann die Aufbereitungstechnik auf den Stoff und die Art der weiteren Nutzung abgestimmt sein. Einfache und trennbare Konstruktionen mit verschraubten, geklemmten oder gesteckten Verbindungen, die es zulassen, die einzelnen Komponenten getrennt zu entsorgen bzw. zu verwerten, sind daher vorteilhaft.
- Wiederverwenden: Von Wiederverwendung spricht man, wenn einzelne Bauteile bzw. Baustoffe ohne mechanische oder stoffliche Behandlung wieder verwendet werden können. Unter diesen Begriff wird auch die Weiterverwendung, also die Verwendung der Bauteile oder Baustoffe ohne mechanische oder stoffliche Behandlung für einen anderen Einsatzzweck verstanden.
- Stofflich verwerten: Von Verwertung spricht man, wenn Baustoffe oder Bauelemente durch Behandlung einer neuen Nutzung zugeführt werden können wie Granulat aus Altbeton oder Ziegelsplitt als Zuschlagsstoff für Betone. Abfälle sind so zu verwerten, dass die menschliche Gesundheit nicht gefährdet werden kann; es sind solche Verfahren oder Methoden zu verwenden, welche die Umwelt nicht schädigen können (AWG, Anhang 2, Behandlungsverfahren).
- Entsorgen: Von Entsorgen sprechen wir, wenn Baustoffe oder Bauelemente „beseitigt“ (abgelagert) bzw. im Sinne einer thermischen Verwertung verbrannt werden. Abfälle sind so zu beseitigen, dass die menschliche Gesundheit nicht gefährdet werden kann; es sind solche Verfahren oder Methoden zu verwenden, welche die Umwelt nicht schädigen können (AWG, Anhang 2, Beseitigungsverfahren).

Berechnungsverfahren

Es wurden die folgenden Programme zur Ökobilanzierung verwendet:

- Simapro 5.0: Berechnung der Baustoff-Kennzahlen)
- Programmpaket Ecosoft 2.1.4: Bauteilberechnung.

Sanierung Außenwand

Ausgangspunkt der Optimierung ist die von den Architekten vorgeschlagene Dämmung mittels WDVS Mineralschaumplatte mit Silikonharz-Deckputz (Variante 1). Die vorgeschlagenen Sanierungsvarianten können in 3 Untergruppen zusammengefasst werden:

- Wärmedämmverbundsystem: Der Dämmstoff dient neben der Wärmedämmung auch als Putzträger
- Wärmedämmung zwischen Holzkonstruktion: Dämmstoff zwischen Holz-C-Träger oder Latten, außenseitig Putzträger und Deckputz
- Wärmedämmung hinterlüftet: Wärmedämmung zwischen Tragkonstruktion, Holzschalung, Windsperre, Lattung/Hinterlüftung und Außenschale aus Lärche, Aluminium, Faserzementplatten

Aufbau der Außenwand

Alle Varianten haben denselben Wärmewiderstand: $U = 0,207 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Var.	Variantebezeichnung	Dämmstoff	Dämmstoff Dicke	Kleber/ Spachtel/ Armierung	Dübel	Schrauben/ Nägel	Putzträger	Deckschicht
Ausgangsvariante								
1	WDVS: Mineralschaum/ Silikonharzputz	Mineralschaumplatte	18 cm	Mineral. Kleber mit Kunststoffzusätzen	Polyamid dübel Stahlschraube		s. Dämmstoff	Silikonharzputz
Variante Deckputz								
2	WDVS: Mineralschaum/ Silikatputz	Mineralschaumplatte	18 cm	Wie Var. 1	Wie Var. 1		s. Dämmstoff	Silikatputz
Varianten Wärmedämmverbundsystem								
3	WDVS: Kork/ Silikonharzputz	Kork	16 cm	Wie Var. 1	Wie Var. 1		s. Dämmstoff	Wie Var. 1
4	WDVS: EPS/ Silikonharzputz	EPS	16 cm	Wie Var. 1	Wie Var. 1		s. Dämmstoff	Wie Var. 1
5	WDVS: Steinwolle/ Silikonharzputz	Steinwolle	16 cm	Wie Var. 1	Wie Var. 1		s. Dämmstoff	Wie Var. 1
6	WDVS: Hanf/ Silikonharzputz	Hanfdämmplatten 2lagig	16 cm	Wie Var. 1	Wie Var. 1		s. Dämmstoff	Wie Var. 1
Variante geringere Dämmstärke EPS								
4a	WDVS: EPS/ Silikonharzputz	EPS	8 cm	Wie Var. 1	Wie Var. 1		s. Dämmstoff	Wie Var. 1
Varianten Dämmung zw. Holzkonstruktion								
7	Zellulose/Kork/ Silikonharzputz	Zellulose zw. Holz-C-Steher ¹	14 cm	Nur Spachtel	Dämmstoffhalter	"Spaks"	Putz auf 3cm Kork und Holzschalung	Wie Var. 1
8	Zellulose/Holzfaser/ Silikonharzputz	Zellulose zw. Holz-C-Steher ¹	14 cm	Wie Var. 7	Wie Var. 7	Wie Var. 7	Putz auf 4cm Holzweichfaserplatte	Wie Var. 1
9	Zellulose/Holzwohle leichtbauplatte magnesitgeb. Silikonharzputz	Zellulose zw. Holz-C-Steher ¹	14 cm	Wie Var. 7	Wie Var. 7	Wie Var. 7	Putz auf 5cm Holzwohleleichtbauplatte	Wie Var. 1

10	Schafwolle-dämmfilz/Kork Silikonharzputz	Schafwolle-dämmfilz zw. Holzständer	14 cm	Wie Var. 7	Wie Var. 7	Wie Var. 7	Wie Var. 7	Wie Var. 1
11	Flachs/Kork Silikonharzputz	Flachs zw. Holzständer	14 cm	Wie Var. 7	Wie Var. 7	Wie Var. 7	Wie Var. 7	Wie Var. 1
12	Glaswolle/Kork Silikonharzputz	Glaswolle zw. Holzständer	14 cm	Wie Var. 7	Wie Var. 7	Wie Var. 7	Wie Var. 7	Wie Var. 1
Varianten Wärmedämmung hinterlüftet						Winddichtigkeits schicht		
13	Hinterlüftete Fassade: Zellulose / Lärchenschalung	Zellulose zw. Holz-C- Steher ¹	18 cm			Wie Var. 7	Holzschalung/ PE- Windsperre	Lärchen- schalung auf Holzlattung
14	Hinterlüftete Fassade: Zellulose / Faserzementplatte n	Zellulose zw. Holz-C- Steher ¹	18 cm			Wie Var. 7	Holzschalung/ PE- Windsperre	Faserzemen- tplatten auf Holzlattung
15	Hinterlüftete Fassade: Zellulose / Alufassade	Zellulose zw. Holz-C- Steher ¹	18 cm			Wie Var. 7	Holzschalung/ PE- Windsperre	Alufassade auf Holzlattung

Tab. 14 Aufbauvarianten Außenwand

Zu 1: Holz-C-Steher: 4/4 Kantholz auf Mauerwerk gedübelt, daran OSB-Platte geschraubt, außenseitig wieder 4/4 Kantholz.

Herstellung/Einbau

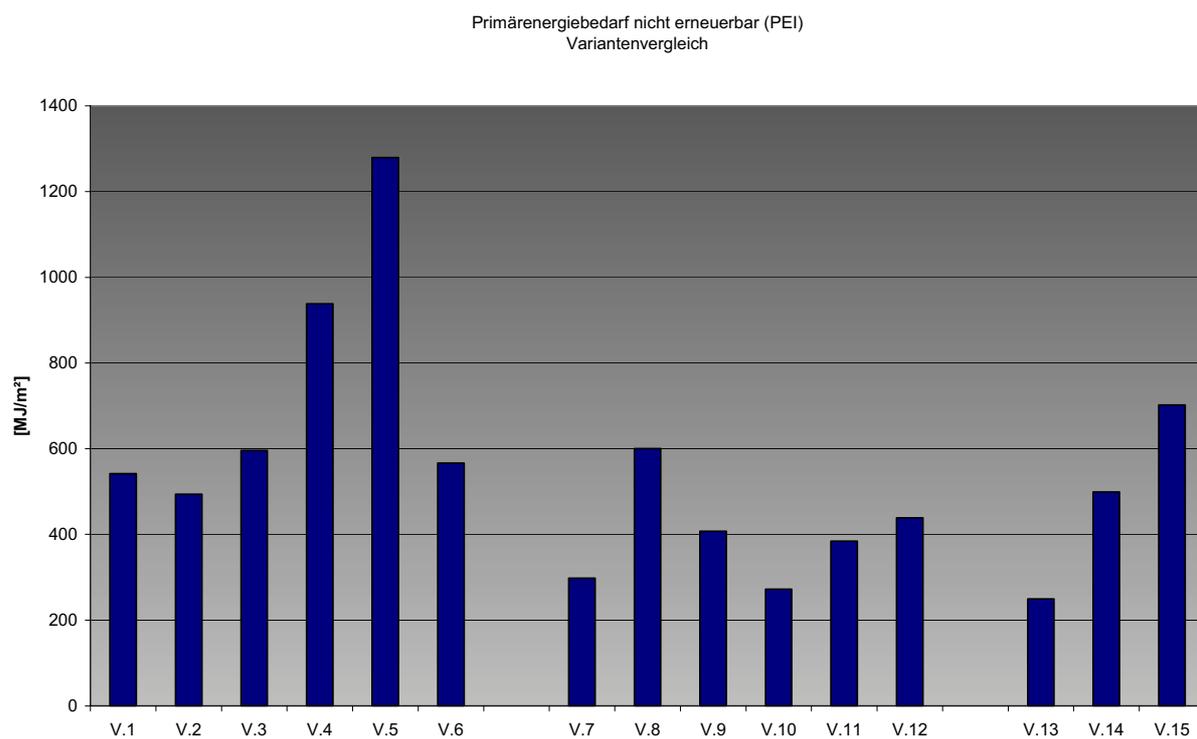
Nachfolgend sind die Belastungen für Herstellung und Instandhaltung der untersuchten Systeme dargestellt. Für die Nutzungsdauer wurde von 25 Jahren für den Außenputz, 40 Jahren für den Putzträger und 50 Jahren für Dämmstoffe zwischen Konstruktion und Fassadenbekleidungen ausgegangen (Durchschnittliche Kennwerte inkl. Instandhaltung).

	Primärenergieinhalt MJ/m ²	Treibhaus- effekt kg CO ₂ eq./m ²	Abiotische Ressourcen kg Sb eq./m ²	Photosmog kg C ₂ H ₂ eq/m ²	Versauerung kg SO ₂ eq./m ²	Überdüngung kg PO ₄ eq./m ²
Ausgangsvariante						
Var. 1	542	48.4	0.24	0,0045	0,1982	0,0146
Variante Deckputz						
Var. 2	494	47.7	0.22	0,0043	0,1866	0,0145
Var. 2 Δ%	-9%	-1%	-8%	-4%	-6%	-1%
Varianten Wärmedämmverbundsystem						
Var. 3	596	-34.6	0.24	0,0066	0,2131	0,0163
Var. 3 Δ%	+10%	-171%	+/-0%	+47%	+8%	+12%
Var. 4	938	41.1	0.38	0,0501	0,2856	0,0135
Var. 4 Δ%	+73%	-15%	+58%	+1013%	+44%	-8%
Var. 5	1279	91.9	0.63	0,0093	0,5439	0,0266
Var. 5 Δ%	+136%	+90%	+163%	+107%	+174%	+82%
Var. 6	566	23.7	0.25	0,0050	0,2278	0,0109
Var. 6 Δ%	+4%	-51%	+4%	+11%	+15%	-25%
Variante geringere Dämmstärke EPS						
Var. 4a	594	29.5	0.242	0.026	0.184	0.009
Var. 4a Δ%	10%	-39%	1%	474%	-7%	-36%

Varianten Dämmung zw. Holzkonstruktion						
Var. 7	297,70	-46,21	0,12	0,0076	0,1184	0,0076
Var. 7 Δ%	-55%	-195%	-50%	+69%	-40%	-48%
Var. 8	600,50	-23,30	0,21	0,0094	0,2284	0,0117
Var. 8 Δ%	+11%	-148%	-12%	+109%	+15%	-20%
Var. 9	407,32	-11,72	0,19	0,0055	0,1619	0,0100
Var. 9 Δ%	-15%	-124%	-21%	+22%	-18%	-32%
Var. 10	272,44	-59,09	0,11	0,0086	0,0939	0,0070
Var. 10 Δ%	-50%	-222%	+54%	+91%	-53%	-52%
Var. 11	384,57	-61,57	0,16	0,0079	0,1147	0,0087
Var. 11 Δ%	-29%	-227%	-33%	+76%	-42%	-40%
Var. 12	438,60	-47,32	0,17	0,0071	0,1378	0,0100
Var. 12 Δ%	-19%	-198%	-29%	+58%	-30%	-32%
Varianten Wärmedämmung hinterlüftet						
Var. 13	249,43	-101,74	0,12	0,0214	0,1478	0,0142
Var. 13 Δ%	-54%	-310%	-50%	+376%	-25%	-3%
Var. 14	499,15	-14,06	0,22	0,0131	0,2189	0,0158
Var. 14 Δ%	-8%	-130%	-8%	+191%	+10%	+8%
Var. 15	702,07	-7,64	0,30	0,0102	0,3126	0,0137
Var. 15 Δ%	+29%	-116%	-25%	+127%	+58%	-6%

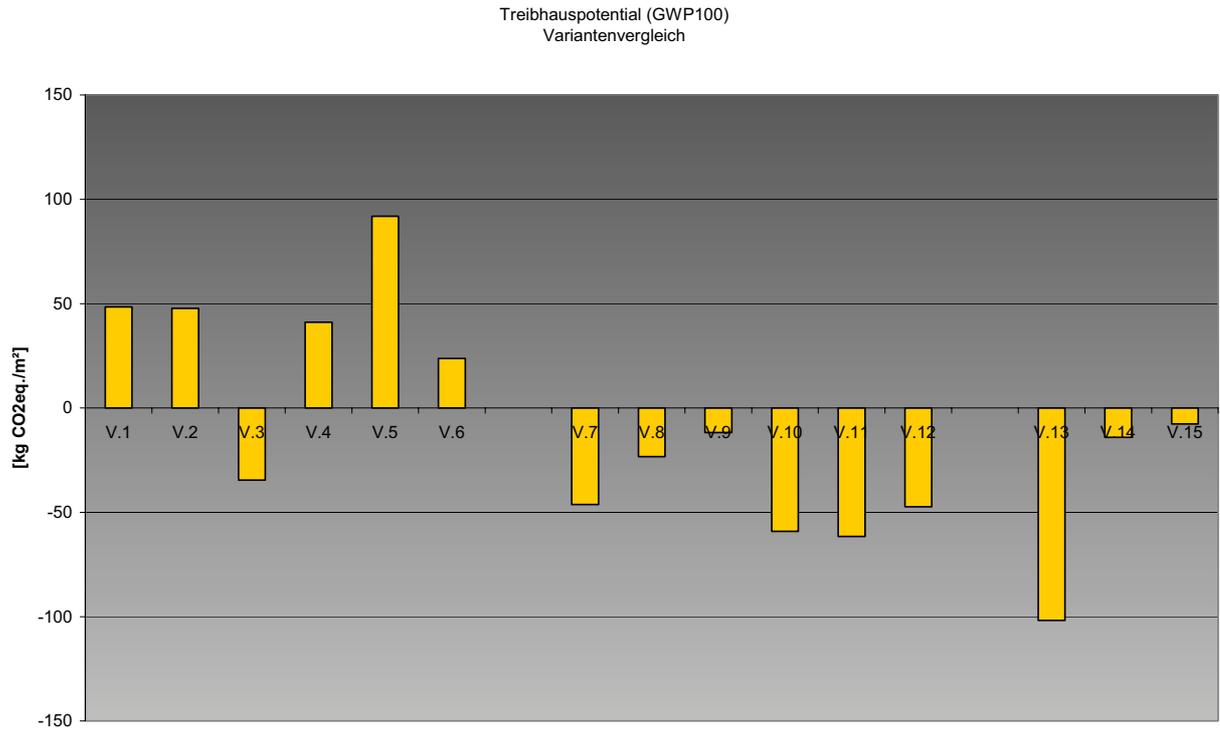
Tab. 15 Aufbauvarianten Außenwand

Die Variante 4a, verringerte Dämmstoffstärke, wird grafisch nicht dargestellt, da die Dienstleistung (Wärmeschutz) nicht mit den anderen Varianten vergleichbar ist. Eine Vergleichbarkeit ist nur bei Einbeziehung des zusätzlichen ökologischen Aufwands für die Beheizung gegeben. In mehreren Studien (z.B. Ökologie der Dämmstoffe, Springer 2000) wurde nachgewiesen, dass aus ökologischer Sicht Dämmstoffstärken zwischen 20 und 40 cm am besten abschneiden.



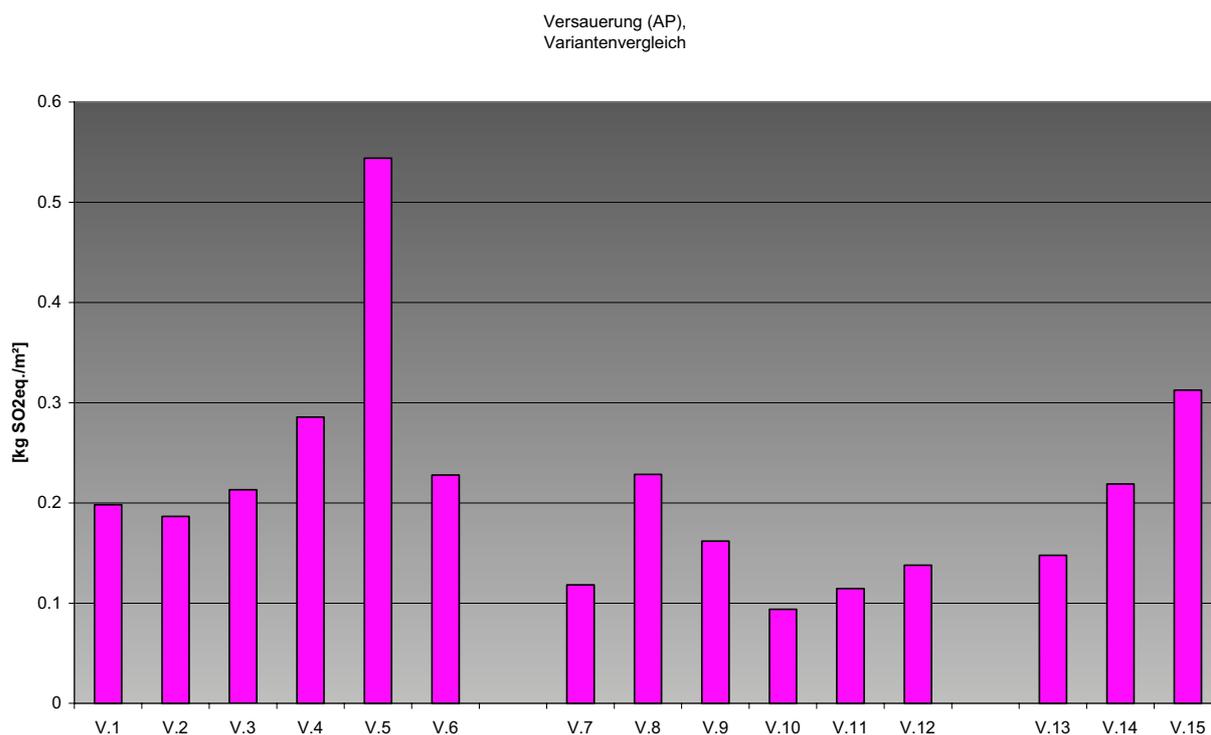
V.1: Mineralschaumpl./Silikonh.	V.6: Hanf/Silikonh.	V.11: Flachs/Kork/Silikonh.
V.2: Mineralschaumpl./Silikatp.	V.7: Zellulose/Kork/Silikonh.	V.12: Glaswolle/Kork/Silikonh.
V.3: Kork/Silikonh.	V.8: Zellulose/Holzfaser/Silikonh.	V.13: Zellulose/Lärchensch.
V.4: EPS/Silikonh.	V.9: Zellulose/ Holzwolle/Silikonh.	V.14: Zellulose/Faserzementpl.
V.5: Steinw/Silikonh.	V.10: Schafwolle/Kork/Silikonh.	V.15: Zellulose/Alu

Tab. 16 Primärenergiebedarf nicht erneuerbar



V.1: Mineralschaumpl./Silikonh.	V.6: Hanf/Silikonh.	V.11: Flachs/Kork/Silikonh.
V.2: Mineralschaumpl./Silikatp.	V.7: Zellulose/Kork/Silikonh.	V.12: Glaswolle/Kork/Silikonh.
V.3: Kork/Silikonh.	V.8: Zellulose/Holzfaser/Silikonh.	V.13: Zellulose/Lärchensch.
V.4: EPS/Silikonh.	V.9: Zellulose/ Holzwolle/Silikonh.	V.14: Zellulose/Faserzementpl.
V.5: Steinw/Silikonh.	V.10: Schafwolle/Kork/Silikonh.	V.15: Zellulose/Alu

Tab. 17 Treibhauspotential (GWP 100)



V.1: Mineralschaumpl./Silikonh.	V.6: Hanf/Silikonh.	V.11: Flachs/Kork/Silikonh.
V.2: Mineralschaumpl./Silikatp.	V.7: Zellulose/Kork/Silikonh.	V.12: Glaswolle/Kork/Silikonh.
V.3: Kork/Silikonh.	V.8: Zellulose/Holzfaser/Silikonh.	V.13: Zellulose/Lärchensch.
V.4: EPS/Silikonh.	V.9: Zellulose/ Holzwolle/Silikonh.	V.14: Zellulose/Faserzementpl.
V.5: Steinw/Silikonh.	V.10: Schafwolle/Kork/Silikonh.	V.15: Zellulose/Alu

Tab. 18 Versauerung

Varianten WDVS Dämmstoff auch als Putzträger (Var. 1-6)

- Die Dämmsysteme Mineralschaum, Kork und Hanf weisen ähnliche Kennwerte auf, Hanf und Kork weisen durch die CO₂-Bindung ein deutlich günstigeres Treibhauspotential auf.
- EPS weist leicht höhere Belastungen auf (Ausnahme Photosmogbildung deutlich höher durch Pentanemission), Steinwolle hat durch das hohe Gewicht des Dämmstoffs insgesamt deutlich ungünstigere Kennwerte.
- Durch die Verwendung von Silikat- anstatt Silikonharzdeckputz können bis zu 10% der Belastungen eingespart werden.
- Dämmstoffplatten ohne Stufenfalz können bei unsachgemäßer Verarbeitung Luftspalten zur Folge haben, die zur Reduktion des Wärmeschutzes führen (Schimmelpilzbildung).
- Der Arbeitsaufwand ist bei einlagiger Verarbeitung verhältnismäßig gering.
- Die Arbeitsbelastung ist gering, Belastung durch Mineralfasern und durch nicht abgebundenen Zement in Kleber/Spachtelmassen (Auslösen einer Dermatitis) können durch Schutzmaßnahmen vermieden werden.

Varianten verringerte Dämmstärke (Var. 4a)

- Das untersuchte Dämmsysteme weist trotz verringerter Dämmstärke (8cm) z.T. ähnliche Kennwerte gegenüber Variante 1 WDVS auf, im Bereich Photosmog ergeben sich durch die Pentanemissionen deutlich höhere Belastungen.

Varianten Dämm- und Putzträgerfunktion getrennt (Var. 7-12)

- Die untersuchten Dämmsysteme weisen gegenüber Variante 1 WDVS deutlich günstigere ökologische Kennwerte auf. Die im Vergleich zu den WDVS-Systemen höheren Werte in der Wirkungskategorie Photosmogbildung sind auf die Holzgewinnung im Wald rückzuführen. (Geringe Gesamtkonzentration).
- Die Variante mit Holzschalung und Kork als Putzträger sind am günstigsten, die Variante mit einer verputzbaren porösen Holzfaserverplatte sind vor allem durch die hohe Dichte der eingesetzten Holzfaserverplatten vergleichsweise ungünstig.
- Der Arbeitsaufwand ist gegenüber Variante 1 erhöht.

Die Faserbelastung am Arbeitsplatz ist für die Varianten mit Zellulosefaserdämmung vergleichsweise hoch, durch die Verwendung von Frischlufthelmen können die Arbeitsplatzbelastungen reduziert werden. Auf den Kleber kann verzichtet werden.

Varianten hinterlüftete Fassade

- Mit Lärchenschalung werden sehr günstige Werte, mit Faserzementtafeln ähnliche Kennwerte wie WDVS Mineralschaumplatte (Variante 1), mit Aluminiumblech meist höhere Kennwerte erreicht.
- Der Aufwand ist gegenüber Variante 1 erhöht.
- Die Faserbelastung am Arbeitsplatz ist für die Varianten mit Zellulosefaserdämmung vergleichsweise hoch, durch die Verwendung von Frischlufthelmen können die Arbeitsplatzbelastungen reduziert werden. Durch die Vermeidung von Kleber/Spachtelmassen auf Zementbasis entfällt das Dermatitiserisiko für die Verarbeiter.

Dämmstoffe werden in PE-Folie verpackt geliefert. Ein Hersteller von Zellulosefaserflocken bietet ein Mehrwegsystem mittels Big-Bags an. Bei allen Platten-Dämmstoffen fällt Verschnitt an, der teilw. von den Herstellern wieder zurückgenommen wird.

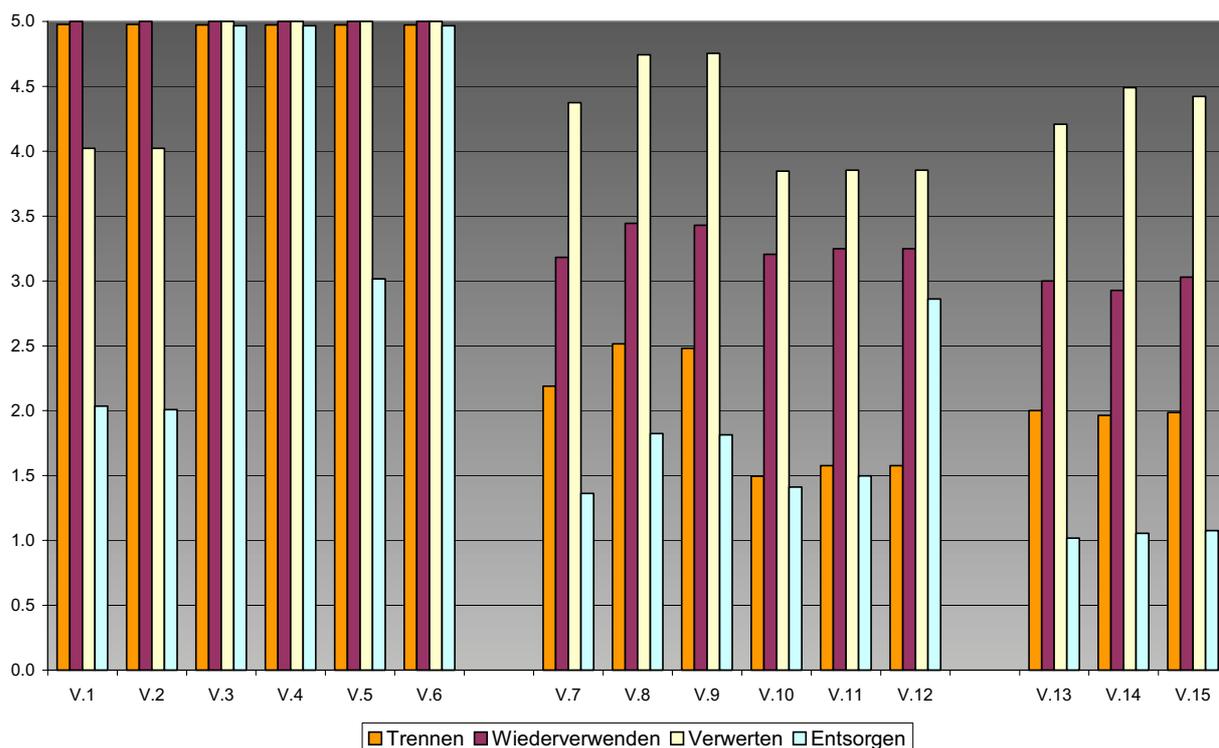
Nutzung

- Der Schallschutz der verputzten Dämmsysteme nimmt mit der Dicke des Putzes zu und mit der dynamischen Steifigkeit des Dämmstoffs ab. Gute Eigenschaften bieten Faserdämmstoffe und Dämmstoffe zwischen Holz-C-Profilen sowie die hinterlüfteten Fassaden, während sich steife Materialien wie expandiertes Polystyrol ungünstig auf das Schalldämmmaß auswirken (bessere Schallschutzwerte zeigen elastifizierte EPS-Platten).
- Vom Brandschutz weisen rein mineralische Systeme (Mineralschaumplatte, Steinwolle) durch ihre Nichtbrennbarkeit Vorteile auf. Die Relevanz für das gegenständliche Bauvorhaben ist zu klären (OÖ Bauordnung).
- Neben konstruktiven Maßnahmen wie Ausbildung von Vordächern etc. bestimmt der Wasseraufnahmekoeffizient w und die Rissfreiheit der Deckschicht die Qualität des Feuchteschutzes einer Außenwand. Für ein optimales Feuchteverhalten der Wand ist zudem ein niedriger Wasserdampf Widerstand der Putzschicht verantwortlich. Die hinterlüfteten Systeme weisen hier günstigere Eigenschaften auf, da Feuchteschutz und Dampfdiffusionsverhalten entkoppelt sind.
- Flüchtige Bestandteile der Dämmstoffe können durch den Wandbildner migrieren und die Raumluft belasten. Styrol- und Pentanimmissionen aus frisch verlegtem EPS wurden in [Münzenberg 2003] gemessen, die Schadstoffkonzentrationen in der Raumluft nehmen allerdings verhältnismäßig rasch ab. Die innenseitige strömungsdichte Schicht verhindert den Eintritt von Fasern aus Faserdämmstoffen.

Die Lebensdauer eines Wärmedämmverbundsystems ist in hohem Maße von einer einwandfreien Ausführung abhängig. Darüber hinaus können durch die Wahl der Komponenten Instandhaltungsaufwand und Nutzungsdauer beeinflusst werden:

- Vermeidung durchgehender Luftspalten: Verlegung des Dämmstoffes einlagig mit Stufenfalz oder zweilagig. Luftspalte reduzieren den Wärmeschutz und können außenseitig verstärkt zu Algen- und Schimmelpilzbildung führen.

- Reduktion der thermischen Spannungen: Durch die hohen Dämmstärken sind die thermischen Spannungen zwischen Putzsystem und Dämmstoff gegenüber konventionellen Systemen erhöht. Gemäß Systemhersteller sollte die Armierungsschicht bei hohen Dämmstärken mindestens 5 mm betragen.
- Schutz gegen mechanische Beschädigung: Dickputzsysteme verringern die Schädigung von Putz und Dämmstoffe durch mechanische Einwirkung (Spechtlöcher, Eindringen von spitzen Gegenständen). Das Risiko für Spechtlöcher hängt sehr stark vom Standort ab.
- Algen- und Schimmelpilzrisiko: Gemäß Dämmsystemhersteller sind sowohl in Silikonharz- als auch in Silikatputzen Fungizide enthalten. Mit diesen Mitteln wird zwar eine vorbeugende und verzögernde Wirkung erreicht, ein dauerhaftes Ausbleiben von Algenbefall kann aber auch nicht gewährleistet werden. Konstruktive Maßnahmen wie Dachüberstände, Verblechungen, Spritzwasserschutz, etc sind im gegenständlichen Fall nicht möglich. Bezüglich Algenbildung besitzen Silikonharzputze ein günstigeres Verhalten als Silikatputze (Herstellerauskunft). Die hinterlüfteten Fassadensysteme weisen demgegenüber Vorteile auf (daher keine Fungizide notwendig).
- Austrocknungsverhalten, Verträglichkeit gegenüber übermäßigen Feuchteintrag: Die Verträglichkeit eines Putzsystems hängt von der Eignung des Putzsystems als auch vom Austrocknungspotential des Gesamtssystems ab (Diffusionswiderstände inner- und außerhalb der Wärmedämmung) ab. Die hinterlüfteten Dämmsysteme weisen Vorteile gegenüber den Wärmedämmverbundsystemen auf.



V.1: Mineralschaumpl./Silikonh.	V.6: Hanf/Silikonh.	V.11: Flachs/Kork/Silikonh.
V.2: Mineralschaumpl./Silikatp.	V.7: Zellulose/Kork/Silikonh.	V.12: Glaswolle/Kork/Silikonh.
V.3: Kork/Silikonh.	V.8: Zellulose/Holzfaser/Silikonh.	V.13: Zellulose/Lärchensch.
V.4: EPS/Silikonh.	V.9: Zellulose/ Holzwolle/Silikonh.	V.14: Zellulose/Faserzementpl.
V.5: Steinw/Silikonh.	V.10: Schafwolle/Kork/Silikonh.	V.15: Zellulose/Alu

Tab. 19 Recycling Entsorgung

- Trennbarkeit: Die Varianten 1-6 sind am schlechtesten zu trennen (Wärmedämmverbundsysteme). Holzständerkonstruktionen wie in den Varianten 7-12 (Holz-C-Steher) sind im Allgemeinen besser zu trennen (unterhalb Putzträger).

Mechanische Verbindungen wie hinterlüftete Fassaden (Varianten 13-15) sind vergleichsweise einfach zu trennen.

- Wiederverwendung: Dauerhaft verbundene Flächen und Materialien sind nicht nur schwer zu trennen, sondern auch nicht wiederzuverwenden (Var. 1-6). Konstruktionen, die großteils mechanisch verbunden werden, können auch leichter wiederverwendet werden (Var. 7-15). Eine Wiederverwendung der Dämmstoffe zwischen Holzkonstruktion setzt allerdings auch eine Erhaltung der wesentlichen bauphysikalischen Eigenschaften voraus (Brandschutz, Wärmeleitfähigkeit). Inwieweit diese nach 40, 50 Jahren noch gegeben sind, ist seriös nur schwer bewertbar (Mechanische Zerstörung durch Kleintiere, Reduktion des Gehaltes an Flammenschutzmittel, etc.).
- Wiederverwertbarkeit: Voraussetzung für eine gute Verwertung ist die Reinheit der Materialien. Dämmstoffe, die als Putzträger verwendet werden, sind allgemein eher schwierig zu verwerten, da durch den Putz eine starke Verunreinigung vorliegt. Mineralische Dämmstoffe sind leichter zu verwerten als organische Dämmstoffe.
- Deponierbarkeit: Die dargestellten mineralischen Wärmedämmverbundsysteme wie Mineralschaumplatte und Steinwolle sind problemlos zu deponieren. Die Vermischung von organischen mit mineralischen Komponenten bereitet in der Entsorgung große Probleme (Var. 3, 4, 4a u. 6). Die Trennung ist im Prinzip möglich, allerdings aufwendig und nur bis zu einem beschränkten Reinheitsgrad möglich. Die dadurch gewonnen organischen Dämmstoffe können dann einer thermischen Verwertung zugeführt werden.

Empfehlung

Die Dämmstärke sollte aus ökologischer Sicht keinesfalls reduziert werden.

Es werden folgende Dämmsysteme vorgeschlagen:

Variante 1, Wärmedämmverbundsystem Mineralschaumplatte mit Silikatputz (wenn am Standort Algenbildungsrisiko nicht erhöht):

Vorteile:

- Günstiges ökologisches Profil
- Geringer Arbeitsaufwand
- Keine Schadstoffbelastungen während der Nutzung
- Gut deponierbar

Nachteile:

- Schlecht trennbar, schlecht verwertbar

Variante 6, Wärmedämmverbundsystem Hanfdämmplatte mit Silikatputz:

Vorteile:

- Günstiges ökologisches Profil
- Hauptinhaltsstoff aus nachwachsenden Rohstoffen und regional verfügbar
- Geringer Arbeitsaufwand, wenn einlagig herstellbar
- Keine Schadstoffbelastungen während der Nutzung

Nachteile:

- Schlecht trennbar, nicht wiederverwend- oder verwertbar
- nach (aufwendiger) stofflicher Trennung thermisch entsorgbar

Variante 7, Zellulose zwischen Holz-C-Trägern, darauf Schalung und Kork als Putzträger, Silikatputz:

Vorteile:

- Sehr günstiges ökologisches Profil
- Hauptinhaltsstoff aus sekundären Rohstoffen (Altpapier)
- Keine Schadstoffbelastungen während der Nutzung
- Zum Großteil trennbar, Dämmstoff im Prinzip wiederverwendbar und wiederverwertbar

Nachteile:

- Faserbelastung beim Einblasen des Zellulosedämmstoffes, dadurch erhöhter Arbeitsschutz notwendig
- Im Vergleich zum WDVS höherer Arbeitsaufwand

Variante 13-15, Hinterlüftete Dämmsysteme:

Vorteile:

- Gutes ökologisches Profil
- Keine Schadstoffbelastung während der Nutzung
- Sehr gute Trennbarkeit und Verwertbarkeit, gute Entsorgungsmöglichkeiten
-

Es sollte jenes System gewählt werden, das aus gestalterischen Gründen prinzipiell möglich ist.

Anmerkung: Die Eignung hinsichtlich Brandbeständigkeit der vorgeschlagenen Systeme muss geklärt werden.

Dämmung Rollladenkästen

Ein quantitativer Vergleich der angedachten Vakuumdämmung zum Standardprodukt Polyurethan ist auf Grundlage der derzeitigen Datenlage noch nicht möglich, eine Sachbilanz zur Herstellung liegt nicht vor.

Polyurethan weist ein sehr ungünstiges ökologisches Profil (problematische Vorprodukte und Inhaltsstoffe, hoher Energiebedarf, Emissionen in die Atmosphäre) auf. Für die Vakuumdämmplatte können qualitativ aus den Hauptinhaltsstoffen und den bauphysikalischen Eigenschaften die folgenden Vorteile gegenüber der Lösung mit Polyurethan abgeleitet werden:

- Die Rohstoffe besitzen keine toxikologische Relevanz (zumindest im Fertigprodukt)
- Der eingesetzte Hauptrohstoff ist in großen Mengen vorhanden.
- Sehr geringer Materialaufwand für die Herstellung der erforderlichen Wärmedämmung.

Von Nachteil ist der hohe konstruktive Aufwand zur Montage und zum mechanischen Schutz der Vakuumdämmplatten sowie die Entsorgung des Verbundsystems.

Empfehlung

Nach derzeitigem Stand des Wissens ist aus ökologischen Gründen der Vakuumdämmplatte der Vorzug gegeben werden.

Dämmung Sockel

Gängige Ausführung der thermischen Sanierung des Sockels stellt die Wärmedämmung mittels Platten aus extrudiertem Polystyrol (XPS) dar, die mit hydrophoben Putzen verputzt werden. Wegen der hohen Anforderungen an das Feuchteverhalten des Dämmstoffes existieren nur wenige Alternativen:

Dämmstoffe:

- Schaumglas: ökologisch günstiger, allerdings vergleichsweise aufwendige Verarbeitung.
- EPS-Automatenplatten
- Abdeckung

Hinterlüftete Fassade aus Faserzement: Ökologisch günstiger in der Herstellung und insbesondere im Rückbau, bautechnischer Aufwand gegenüber WDVS deutlich erhöht.

Es sollte prinzipiell geklärt werden, inwieweit aus gestalterischen Gründen ein hinterlüftetes System in Frage kommt.

Empfehlung

Wird die Fassadendämmung mit hinterlüfteter Fassade ausgeführt, kann eine solche Lösung auch für den Sockelbereich interessant sein. Beim verputzten System ist aus ökologischer Sicht Schaumglas als Dämmstoff zu empfehlen. Wird aus wirtschaftlichen Erwägungen XPS eingesetzt werden, sollten nur CO₂-geschäumte („HFKW-freie“) Platten eingesetzt werden, da HFKW ein sehr hohes Treibhauspotential besitzt.

Optimierung des Daches

Ausgangspunkt der Optimierung ist die Dämmung des Massivdaches mit expandiertem Polystyrol (EPS). Die Eindeckung erfolgt mit Aluminiumdach (Variante 1). Folgende Varianten sollten einer ökologischen Analyse unterworfen werden:

Geringere Dämmstoffstärke

Dämmung aus Zellulosefaser statt EPS

Eindeckung als Foliendach PE statt Aludach

Aufbau

Var.	Variantebezeichnung	Dämmstoff	Deckung
Ausgangsvariante			
1	EPS / Alu	EPS 25cm	Aludach
Varianten			
1a	EPS / Alu	EPS 15cm	Aludach
2	Zellulose / Alu	Zellulose 28cm	Aludach
3	Zellulose / PE-Abdichtung	Zellulose 28cm zw. Holz-C Träger/ Holzschalung	PE-Abdichtung, Kies

Tab. 20 Aufbau des Daches

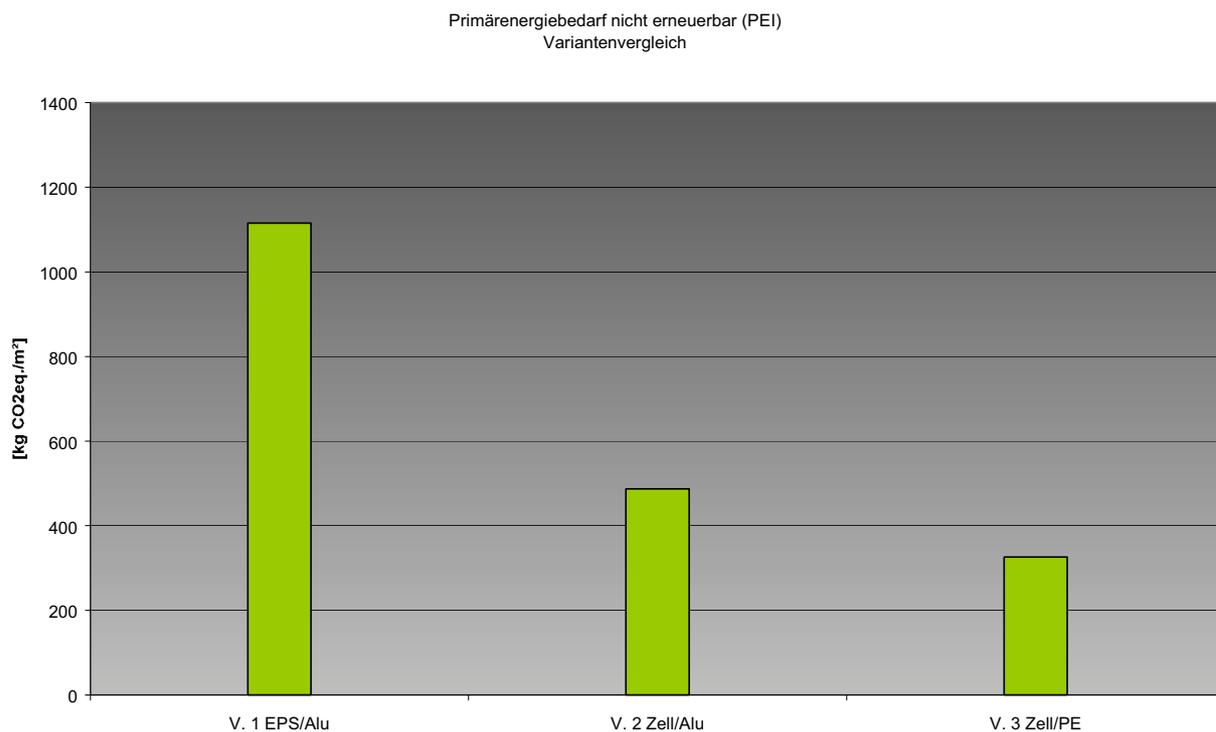
Herstellung/Einbau

Für die Dachsanierung wurde die Lebensdauer der Baustoffe nicht berücksichtigt, da sich die Angaben je nach Hersteller und Literaturstelle deutlich unterscheiden. Es kann allerdings davon ausgegangen werden, dass das Aluminiumdach länger hält als das Foliendach, somit die Unterschiede zwischen den Eindeckungsvarianten gering ausfallen.

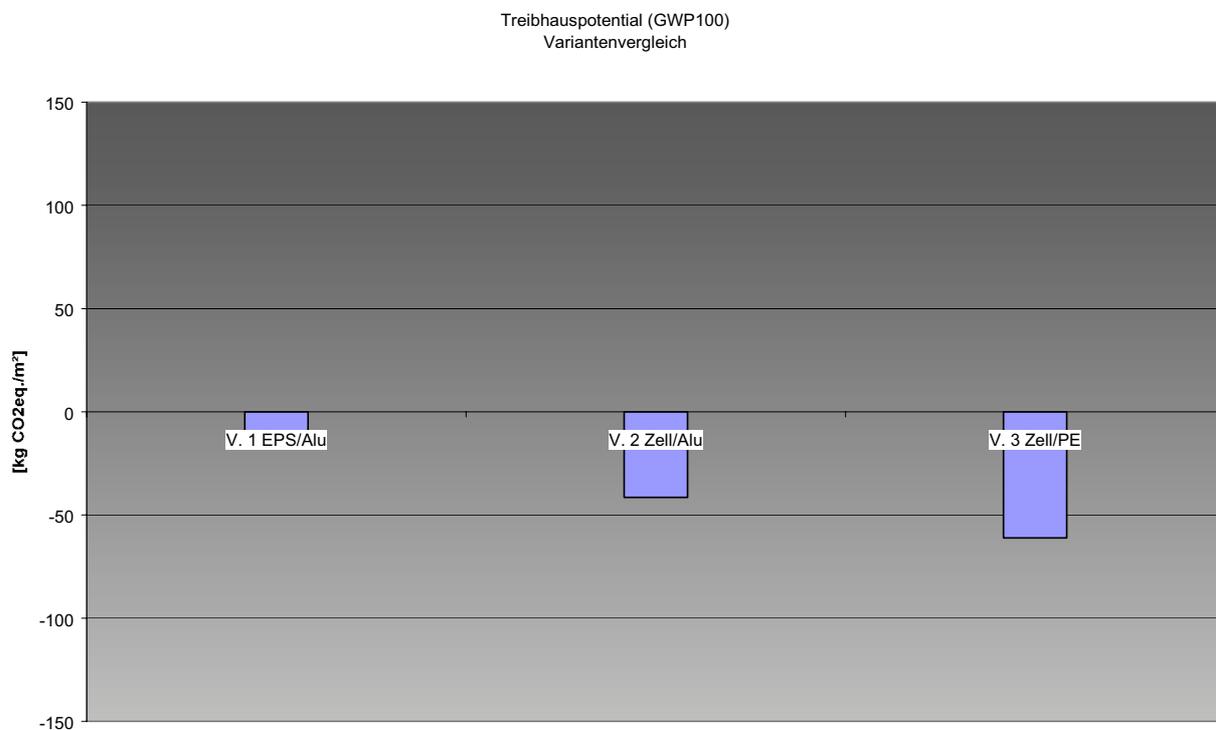
	Primärenergieinhalt MJ/m ²	Treibhaus- effekt kg CO ₂ eq./m ²	Abiotische Ressourcen kg Sb eq./m ²	Photosmog kg C ₂ H ₂ eq/m ²	Versauerung kg SO ₂ eq./m ²	Überdüngung kg PO ₄ eq./m ²
Ausgangsvariante						
Var. 1	1115,11	-13,60	0,46	0,0572	0,3911	0,0185
Varianten geringere Dämmstoffstärke						
Var. 1a	848	-22,6	0,356	0,038	0,312	0,015
Var. 1a Δ%	-24%	-66%	-23%	-33%	-20%	-18%
Varianten Dämmstoff u. Eindeckung						
Var. 2	486,97	-41,44	0,21	0,0115	0,2185	0,0111
Var. 2 Δ%	-56%	-205%	-54%	-80%	-44%	-40%
Var. 3	326,31	-61,20	0,14	0,0393	0,1230	0,0084
Var. 3 Δ%	-71%	-350%	-70%	-31%	-69%	-55%

Tab. 21 Varianten des Aufbaus des Daches

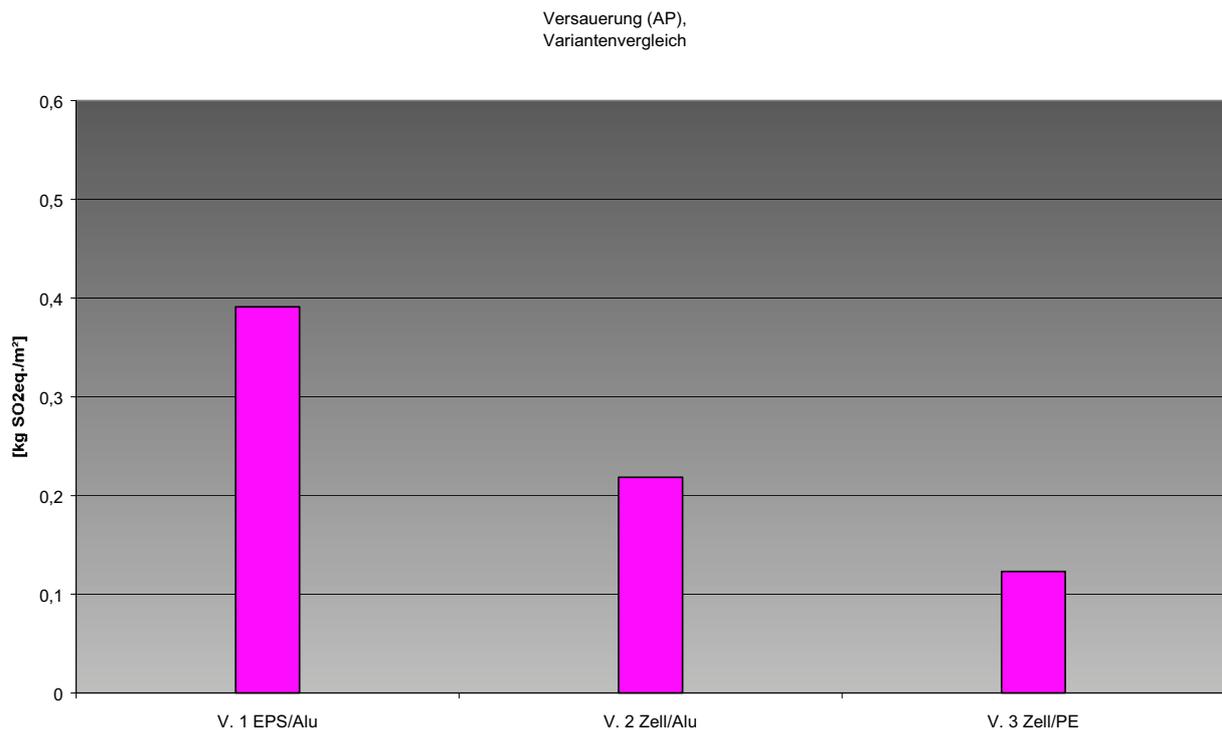
Die Variante 1a, verringerte Dämmstoffstärke, wird grafisch nicht dargestellt, da die Dienstleistung (Wärmeschutz) nicht mit den anderen Varianten vergleichbar ist. Eine Vergleichbarkeit ist nur bei Einbeziehung des zusätzlichen ökologischen Aufwands für die Beheizung gegeben. In mehreren Studien (z.B. Ökologie der Dämmstoffe, Springer 2000) wurde nachgewiesen, dass aus ökologischer Sicht Dämmstoffstärken zwischen 20 und 40 cm am besten abschneiden.



Tab. 22 Primärenergiebedarf nicht erneuerbar



Tab. 23 Treibhauspotential (GWP100)

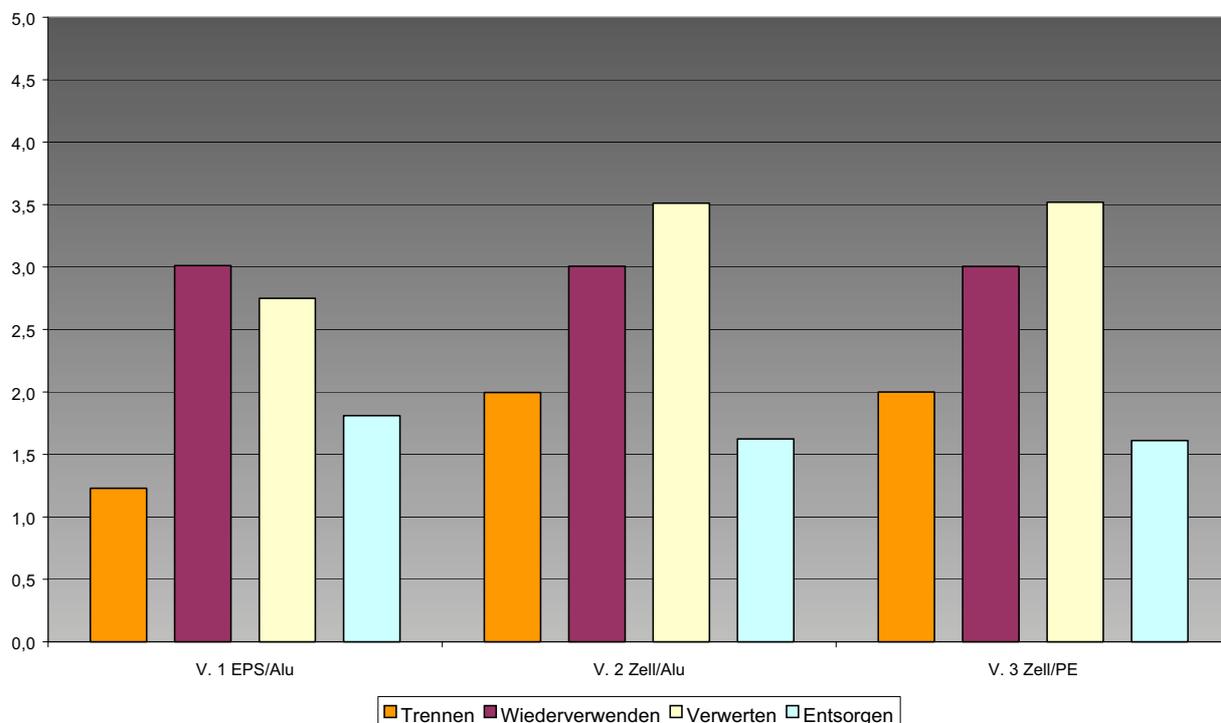


Tab. 24 Versauerung

- Varianten mit Zellulose besitzen einen deutlich geringeren ökologischen Aufwand als die Dämmung mit EPS.
- Die Faserbelastung am Arbeitsplatz ist für die Varianten mit Zellulosefaserdämmung vergleichsweise hoch, durch die Verwendung von Frischlufthelmen kann die Arbeitsplatzbelastung reduziert werden. Auf den Kleber kann verzichtet werden.
- Arbeitsaufwand EPS-Verlegung geringer als Zelloosedämmung
- Ökologischer Aufwand für Herstellung PE-Abdichtung deutlich günstiger als Alu-Eindeckung, durch die höhere Lebenserwartung der Alueindeckung ergeben sich über die gesamte Nutzungsdauer nur geringfügig erhöhte ökologische Kennwerte.

Nutzung

- Flüchtige Bestandteile der Dämmstoffe können durch den Deckenbildner migrieren und die Raumluft belasten. Styrol- und Pentanimmissionen aus frisch verlegtem EPS wurden in [Münzenberg 2003] gemessen, die Schadstoffkonzentrationen in der Raumluft nehmen allerdings verhältnismäßig rasch ab (Messungen für Dämmung Außenwand). Die innenseitige strömungsdichte Schicht verhindert den Eintritt von Fasern aus Faserdämmstoffen.
- Vermeidung durchgehender Luftspalten bei Dämmung mit EPS: Verlegung des Dämmstoffes einlagig mit Stufenfalz oder zweilagig. Luftspalten reduzieren den Wärmeschutz und können außenseitig verstärkt zu Algen- und Schimmelpilzbildung führen.

Recycling/Entsorgung

Tab. 25 Recycling/ Entsorgung

- Voraussetzung für eine optimale Verwertung, Wiederverwendung und Entsorgung ist eine gute Trennbarkeit der Konstruktion.
- Alle vorgeschlagenen Konstruktionen sind sehr gut trennbar, die Trennbarkeit von Zellulose ist geringfügig schlechter, da zur Trennung maschineller Einsatz (Absaugen) notwendig ist.
- Alle eingesetzten Dämmstoffe könnten wieder in neuen Konstruktionen eingesetzt werden.
- Alu-Eindeckung und PE-Abdichtung sind stofflich wiederverwertbar
- Alle Konstruktionen lassen sich gleich gut entsorgen.

Empfehlung

Die Dämmstärke sollte aus ökologischer Sicht keinesfalls reduziert werden.

Aus der ökologischen Bewertung kann abgeleitet werden:

- Als Dämmstoff wird Zellulose zwischen Holzkonstruktion empfohlen.
- Die Wahl der Eindeckung hängt von der Lebensdauer der Eindeckung ab, allerdings ebenso stark von der Lebensdauer der darunter liegenden Schichten. Eine Empfehlung ist auf Basis der derzeitigen Datenlage ist derzeit nicht möglich.

Optimierung Kellerdecke

Die thermische Sanierung der Kellerdecke muss den folgenden Randbedingungen entsprechen:

- Eine innenseitige Dämmung ist nur dann sinnvoll möglich, wenn der Bodenaufbau ausgetauscht werden muss.

- Die Wärmedämmung muss daher auf der Grundlage von Wärmebrückenberechnungen zwischen
 - Dämmung der Kellerdecke und
 - Innendämmung der Außenwände bzw. Dämmung der Innenwände (Halsdämmung oder bis zum Fußboden KG) aufgeteilt werden, um den Transmissionsleitwert zwischen EG und KG bei möglichst optimierten Dämmaufwand zu minimieren.

Für die ökologische Optimierung kommen vergleichbare Dämmsysteme wie für die Dämmung der Außenwand in Frage (Varianten 1-12) in Frage. Einzig die Decklage muss durch die innenseitige Anbringung der Dämmung geänderte Anforderungen (keine Einwirkung von Niederschlagswasser) erfüllen:

- Wärmedämmverbundsysteme: Ausführung nur gespachtelt ohne Deckputz bzw. mit Innenputzen
- Systeme mit Wärmedämmung zw. Konstruktion mit Abdeckung aus Gipskarton-Feuchtraumplatten oder Holzwoleleichtbauplatten, Holzschalung, Putzträger und Putz entfallen. Die Holzkonstruktion kann durch übliche Haltesysteme von abgehängten Decken ersetzt werden

Zu berücksichtigen sind die deutlich höheren Raumlufffeuchten im Kellergeschoß sowohl im Winter wie auch im Sommer, um Schimmelbildung sicher ausschließen zu können.

Empfehlung

Es werden die folgenden Dämmsysteme für Kellerdecke und -wand vorgeschlagen:

Variante 1 Wärmedämmverbundsystem Mineralschaumplatte mit Silikatputz (je nach Raumlufffeuchten Kellergeschoß):

Vorteile:

- Günstiges ökologisches Profil
- Geringer Arbeitsaufwand
- Keine Schadstoffbelastungen während der Nutzung
- Gut deponierbar

Nachteile:

- Schlecht trennbar, schlecht verwertbar

Variante 7, Zellulose zwischen Holz-C-Trägern, darauf Gipskarton-Feuchtraumplatte:

Vorteile:

- Sehr günstiges ökologisches Profil
- Hauptinhaltsstoff aus sekundären Rohstoffen (Altpapier)
- Keine Schadstoffbelastungen während der Nutzung
- Trennbar, Dämmstoff im Prinzip wiederverwendbar und wiederverwertbar

Nachteile:

- Faserbelastung beim Einblasen des Zellulosedämmstoffes, dadurch erhöhter Arbeitsschutz notwendig

Variante 11, Flachs zwischen Holz-C-Trägern oder Metallschienen auf Stahlseilen, darauf Gipskarton-Feuchtraumplatte:

Vorteile:

- Günstiges ökologisches Profil
- Hauptinhaltsstoff aus erneuerbaren Rohstoffen
- Keine Schadstoffbelastungen während der Nutzung
- Trennbar, Dämmstoff im Prinzip wiederverwendbar und wiederverwertbar

Nachteile:

- Eventuell Wärmebrückenwirkung von Abhängevorrichtung

PLANUNG UND WOHNRAUMLÜFTUNG (E-PLUS)

Der Studienschwerpunkt aus haustechnischer Sicht ist die Erarbeitung der Wohnraumlüftung. Um in die jeweils länderspezifisch höchste Förderstufe zu kommen ist eine Komfortlüftung mit Wärmerückgewinnung unumgänglich. Als mögliche Lösungen wird eine „semizentrale“ Lüftungsanlage (ein Gerät pro Wohnung) mit einer dezentralen Lüftungsanlage (mehrere Geräte pro Wohnung) in Bezug auf Preis und Umsetzbarkeit für den Sanierungsfall verglichen. Für das gewählte Lüftungsprinzip wird eine genaue Gerätemarktanalyse Aufschluss über Vor- und Nachteile der Geräte hinsichtlich Funktionalität, Bedienerfreundlichkeit, Wartungsaufwand, Herstellungs- und Betriebskosten sowie der jeweils kritischen Punkte im Sanierungsprojekt bringen.

Die Wärmeerzeugung, Warmwasserbereitung sowie das Heizungs- und Stromverteilnetz bleibt weitestgehend bestehen, da die Anlagen zum einen noch funktionsfähig sind und zum anderen die gewünschte „Sanierung in bewohnten Zustand“ nicht mehr möglich gewesen wäre, da der wohnungsinterne Montageaufwand zu hoch geworden wäre.

Somit wird im weiteren Verlauf auf dieses haustechnischen Komponenten nicht näher darauf eingegangen wird.

Ausgangssituation

Die betrachteten Gebäude mit insgesamt 32 Altbauwohnungen, werden energetisch saniert. Es ergeben sich zwei unterschiedliche Wohnungstypen mit 3 bzw. 4 Zimmern.

Im Zuge der Sanierungsmaßnahmen werden die Wohnungen mit mechanischen Be- und Entlüftungsanlagen ausgerüstet, da schon vorhandene, sichtbare Bauschäden (Schimmelpilz) auf eine zu geringe Belüftung der Wohnräume hinweisen. D.h. die vorrangige Aufgabe der Haustechnik besteht darin, eine dauerhafte, hygienisch und bauphysikalisch ausreichende Be- und Entlüftung zu garantieren, ohne die Lüftungsgewohnheiten der jeweiligen Bewohner in das Konzept mit einbeziehen zu müssen. Durch die Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle (Dichtheit) und den Einbau einer mechanischen Lüftung kann durch den Einsatz von Geräten mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung ein relevanter Anteil der auftretenden Lüftungswärmeverluste vermieden werden.

Da die Wohnungen während der Sanierungsphase durchgehend bewohnt sein werden, besteht die Vorgabe, dass in den Wohnungen möglichst geringe Umbaumaßnahmen unternommen werden sollen.

Ergebnisse Auswahl Lüftungsprinzip und Marktanalyse Lüftungsgeräte

Als mögliche Lösungen zur Wohnraumlüftung kommen eine semizentrale (ein Gerät pro Wohnung) und/oder eine dezentrale Lüftungsanlage (mehrere Einzelraumgeräte pro Wohnung) in Frage.

Bezüglich Investitionskosten ergibt der Systemvergleich nahezu Preisgleichheit. In Sachen Umsetzbarkeit im bewohnten Zustand stellt sich jedoch heraus, dass die dezentrale Lösung deutliche Vorteile mit sich bringt, da die Montagezeiten innerhalb der Wohnung nur sehr kurz sind, wohingegen bei der semizentralen nahezu die gesamte Anlagemontage innerhalb der Wohnung erfolgen muss. Hinzu kommt, dass bei der dezentralen Lösung das Deckengerät und das erforderliche Luftkanalnetz noch zusätzlich baulich verkleidet werden muss, z.B. mit einer abgehängten Gipskartondecke.

Aus diesem Grund fiel die Entscheidung auf die dezentrale Lösung mit „Einzelraumlüftern“.

Im Zeitraum Juni 2002 bis Juni 2004 wurde die Entwicklung auf dem Markt der Einzelraumlüftungsgeräte beobachtet und die Ergebnisse in einer Übersichtstabelle zusammengefasst. Schwerpunkt der Geräteauswertung war die Höhe der

Wärmerückgewinnung, die maximale Schalleistung im Auslegungszustand, die Leistungsaufnahme der Ventilatoren im Auslegungsfall, die Einbausituation für den Sanierungsfall sowie der Preis pro Einzellüfter.

Gegen Ende der Untersuchungen stellte sich heraus, dass für Oberösterreich eine bauaufsichtliche Zulassung als weiteres Kriterium vorausgesetzt wird, was lediglich zwei der untersuchten Gerätetypen aufweisen konnten.

Produktbezeichnung		Volumenstrom	WRG	Schallleistung	Abmessungen	Stromanschluß	Leistungsaufnahme	Bohrungen	Listenpreis	Bemerkungen:
Fabrikat	Type	Stufe [m³/h]	%	dB(A)	hxbxt [cm]	AC / DC [V]	Stufe [Watt]	da [mm]	€ ohne MwSt	
Tracon	Bon Air	20 bis 60	>70%	max. 25	130/40/25	DC 6 bis 28	6 bis 10	2x100	ca. 810	Textilwärmetauscher waschbar. Busansteuerung möglich (ca. Kosten 200€ je Wohnung)
Meltem	M-WRG	15 bis 60	>70%	19,5 bis 35,5	40,9/38,8/19,6	DC 4 bis 14	6 bis 10	2x120	ca. 770,- 970,- Komfortmodel	Busansteuerung nur bei Komfortmodel möglich; bauaufsichtliche Zulassung IV 25 vorhanden ; pro Zimmer Gerät erforderlich
Sigenia	Airo-Life	30 bis 45	>50%	23 bis 32	46,7/49/17,8	AC 230	8 bis 13	1x120	ca. 613,-	geringer Wärmerückgewinnungsgrad
GF Sol Air	CVS	2 bis 20	>75%	34 bis 48	33/26/7	DC 12	1 bis 8	2x62	ca. 400,-	sehr kleines Gerät / relativ laut / geringe Luftleistung z.T. zwei Geräte je Raum notwendig
InVENTer	InVENTer 25	20 bis 39	>75%	28 bis 35	innen rund dm 29, außen 28x28	DC 8-15	3 bis 6	1x260	ca. 590,-	Busssystem nicht möglich, jed. Betriebsstundenaufzeichnung in Zentralregler integriert; bauaufsichtliche Zulassung IV 25 vorhanden ; Wärmetauscher und Kunststofffilter waschbar

Tab. 26 Gegenüberstellung/Marktanalyse Einzelraumlüftungsgeräte

Auf Basis der Marktforschungsergebnisse und der Erkenntnis, dass Geräte auf dem Markt vorhanden sind, die den gestellten Anforderungen an eine hohe Wärmerückgewinnung, niedrigen Stromverbrauch, normkonformen Schalleistungspegel und normkonformen Mindestluftwechsel gerecht werden, wurde die vertiefte Energiekonzeption in Zusammenarbeit mit einem favorisierten Gerätehersteller weiterentwickelt.

Funktionsbeschreibung Einzelraumlüfter

Für die Belüftung der „großen“ Wohnungen werden je 5 Geräte und für die „kleinen“ Wohnungen je 4 Geräte eingebaut. Der Einbau erfolgt in der Außenwand in den Bädern sowie in den Wohn-, Schlaf- und Kinderzimmern. Die Dielen fungieren als Überströmbereiche und die Küche sowie das WC erhalten eine separate, mechanische Abluftabsaugung.

Die Außenwandlüftungsgeräte werden in einem Intervall von 70 sec. einmal als Zuluftgerät und einmal als Abluftgerät betrieben. Hierbei werden bis zu 90% der in der Abluft enthaltenen Wärme an die Frischluft zurück gewonnen. Die Lüftungsgeräte werden über einen Zentralregler gesteuert, wodurch immer eine Durchströmung der Wohnung mit Frischluft erfolgt, indem die sich gegenüberliegenden Räume parallel mit Zuluft, bzw. Abluft betrieben werden. Die Überströmung der Luft erfolgt hierbei über den Türspalt der jeweiligen Zimmertür. Somit wird auch der Flurbereich (Überströmbereich) mit Frischluft versorgt.

Der Zentralregler wird bei dem bestehenden Lüftungsschacht montiert, die Steuerkabel durch den Schacht in den Keller verlegt und von dort in der Außenwanddämmung zu den jeweiligen Lüftungsgeräten geführt. Am Zentralregler können bis zu 8 Lüfter angeschlossen werden und folgende Funktionen bedient werden:

- 1) Luftmengeneinstellung über Drehzahlregulierung (in %)
- 2) Betriebsart: Wärmerückgewinnung (= Regeleinstellung)
- 3) Betriebsart: Dauerlüftung („Sommerbetrieb“)
- 4) Betriebsart: Entfeuchten/Abtauen
- 5) Betriebsart: AUS
- 6) Betriebsstundenzähler
- 7) Filterwechselanzeige

Der Anschluss von Temperatur- und Feuchtesensoren ist optional möglich.

Die Betriebsspannung beträgt 8 bis 15 Volt (25 bis 100%), womit die Lüfterdrehzahl und somit die Luftleistung einstellbar ist.

Geräteeinstellungen „Winterfall“

Die Betriebsart Wärmerückgewinnung ist eingestellt und erscheint auf dem Display. Die Lüfter werden im „Normalbetrieb“ mit einer Drehzahleinstellung von 30% betrieben, was einer Zu- und Abluftmenge von ca. 33,5 m³/h je Lüfter entspricht. Auf dieser Stufe erzeugen die Geräte einen normgerechten maximalen Schallpegel von 25dB(A) und einen normgerechten Luftwechsel von ca. 0,4 – fach pro Stunde bezogen auf das durchlüftete Raumvolumen. Im Regelfall laufen die Lüftungsgeräte auf dieser Stufe im Tag- und Nachtbetrieb. Sollte es wider erwarten zu Geräuschproblemen in der Nacht kommen, können die Geräte am Zentralschalter sehr einfach auf die kleinste Drehzahl von 25% (entspricht ca. 27m³/h) reduziert werden, wodurch der Schallpegel unter 20dB(A) sinkt und sich ein Luftwechsel von 0,3-fach pro Stunde bezogen auf das durchlüftete Raumvolumen einstellt. Eine Rückstellung auf die höhere Lüfterstufe erfolgt wiederum manuell.

Anmerkung zum Thema „Luftmengenverstellung“:

Die langjährigen Erfahrungen und ausführliche Nutzerbefragungen zeigen, dass bei einem akzeptablen Schallgeräusch und ausreichend guter Luftqualität, die Lüfterstufen äußerst selten verstellt werden und in der Regel auf der einregulierten Mindestluftmenge (Nennbetrieb) durchlaufen.

Beispiel „kleine Wohnung“:

Raumvolumen der durchströmten Bereiche (ohne Küche und WC, da separate Abluft):	184m ³ (abzüglich Inventar)
Luftvolumenstrom der Geräte:	134m ³ /h (Zuluft/Abluft im Wechsel)
Luftwechsel = (0,5 mal 134m ³ /h) / 184m ³ :	0,4 1/h

Geräteeinstellungen „Sommerfall“

Die Einstellung und Wahl der Drehzahl, d.h. Luftmenge, erfolgt analog zum Winterfall

Weitere Einstellmöglichkeiten:

Möglichkeit 1: Die Betriebsart *Wärmerückgewinnung* bleibt eingestellt und das Gerät übernimmt analog zu Winterfall reine Lüftungsfunktionen mit Staubfilterung.

Möglichkeit 2: Die Betriebsart *AUS* wird eingestellt und es wird über Fenster gelüftet.

Möglichkeit 3: Die Betriebsart *Dauerlüftung* wird am Abend eingestellt, wodurch die Wohnung durchlüftet wird und bei kälteren Außentemperaturen ein Nachtauskühleffekt entsteht. Am Tag sollte wieder Betriebsart *Wärmerückgewinnung* eingestellt werden, damit die „heiße“ Außenluft durch die dann über Nacht abgekühlte Raumluft abgekühlt wird.

Speziell Möglichkeit 3 erfordert etwas Disziplin in der Bedienung des Reglers, allerdings kann unter Umständen ohne Einsatz einer Klimaanlage ein angenehmer Kühleffekt erzeugt werden.

Einbau Einzelraumlüftungsgerät Fa. Inventer

Der Einbau der Einzelraumgeräte erfolgt generell in der Außenwand - am besten in der Raumecke auf ca. 2m Höhe. Eine Montage unter einem Fenster ist auch möglich, direkt über dem Bett ist es jedoch nicht empfehlenswert. Vor der Montage der Geräte wird pro Gerät eine Kernbohrung von 220mm in die Außenwand gebohrt. Anschließend erfolgt der Einbau eines Teleskoprohres sowie der Verkabelung in die Bohrung. Zuletzt wird die Wärmetauschereinheit (Kartusche) in das Teleskoprohr luftdicht eingeschoben, es erfolgt der elektrische Geräteanschluss und das Anbringen der Geräte Außen- und Innenverkleidung. Die Gerätewunschpositionen in Kombination mit den Herstellervorgaben, wurde wie erwähnt seitens des Architekturbüros für jede Wohnung in einen Plan eingetragen (siehe Anhang).

Wartung Einzelraumlüftungsgerät Fa. Inventer

Zur Wartung der Anlage muss in regelmäßigen Abständen der Filter gewaschen werden. Der turnusmäßige Filterwechsel wird dem Bewohner am Zentralregler durch Blinken zweier Leuchtdioden angezeigt. Durch einfache Abnahme des Gerätedeckels kann der Filter entnommen und in die Spülmaschine gesteckt werden. Weiterhin muss ungefähr alle drei Monate die Speicherkartusche geprüft und bei Bedarf (Kontrolle der Luftdurchlässigkeit) im Geschirrspüler oder von Hand gereinigt werden.

Zur Vereinfachung und „Eingewöhnung“ wird das regelmäßige Warten der Geräte in den ersten Jahren von der Wohnbaugesellschaft überwacht, durchgeführt und die Kosten dafür übernommen.

Betriebskosten Einzelraumlüftungsgerät Fa. Inventer

Für jedes Gerät sind Betriebskosten von ca. 11€/Jahr zu erwarten. Dies ergibt sich durch einen prognostizierten Stromverbrauch der Ventilatoren im Ganzjahrebetrieb(!) von 100kWh/a bei einem Strompreis von ca. 0,11€/kWh.

In der Summe für die „große“ Wohnung mit fünf Geräten also ca. 55€/Jahr und für die kleine Wohnung mit 4 Einzelgeräten ca. 44€/Jahr.

Übersichtstabelle

Lüftungsanlage Sanierung WA Spallerhof, Linz									
1.) Wohnungstyp "groß"									
Raumbezeichnung	Fläche m ²	Raumvolumen m ³	Gerätebezeichnung	Zu -u. Abluft	Schall	Zu -u. Abluft	Schall	Zu -u. Abluft	Schall
				Tag Stufe 2 m ³ /h	in dB(A)	Nacht Stufe 1 m ³ /h	in dB(A)	Party Stufe 3 m ³ /h	in dB(A)
Schlafen Kind	14,80	38,5	1 Stück inVENTer 14V	33,4	max. 25	27	kleiner 20	58	40
Schlafen Eltern	14,93	38,8	1 Stück inVENTer 14V	33,4	max. 25	27	kleiner 20	58	40
Wohnen	25,47	66,2	1 Stück inVENTer 14V	33,4	max. 25	27	kleiner 20	58	40
Zimmer klein	12,81	33,3	1 Stück inVENTer 14V	33,4	max. 25	27	kleiner 20	58	40
Bad	4,72	12,3	1 Stück inVENTer 14V	33,4	max. 25	27	kleiner 20	58	40
Gesamtwohnung	91,72	238,5	5 Stück inVENTer 14V	167		135		290	
Ohne Küche und WC	82,91	215,6	5 Stück inVENTer 14V	Luftwechsel 1/h	0,4		0,3		0,7

1.) Wohnungstyp "klein"									
Raumbezeichnung	Fläche m ²	Raumvolumen m ³	Gerätebezeichnung	Zu -u. Abluft	Schall	Zu -u. Abluft	Schall	Zu -u. Abluft	Schall
				Tag Stufe 2 m ³ /h	in dB(A)	Nacht Stufe 1 m ³ /h	in dB(A)	Party Stufe 3 m ³ /h	in dB(A)
Schlafen Kind	14,80	38,5	1 Stück inVENTer 14V	33,4	max. 25	27	kleiner 20	58	40
Schlafen Eltern	15,15	39,4	1 Stück inVENTer 14V	33,4	max. 25	27	kleiner 20	58	40
Wohnen	27,16	70,6	1 Stück inVENTer 14V	33,4	max. 25	27	kleiner 20	58	40
Bad	4,72	12,3	1 Stück inVENTer 14V	33,4	max. 25	27	kleiner 20	58	40
Gesamtwohnung	80,03	208,1	4 Stück inVENTer 14V	133,6		108		232	
Ohne Küche und WC	71,02	184,7	4 Stück inVENTer 14V	Luftwechsel 1/h	0,4		0,3		0,6

Bestätigung der Fa. Öko-Haustechnik inVENTer GmbH									
Wir bestätigen, das die in der obenstehenden Tabelle dargestellten Vorgabewerte von unserem Lüftungsgerät "inVENTer 14V erreicht werden.									
Ort, Datum:									

Tab. 27 Übersicht Dimensionierung Lüftungsanlage/Einzelraumgeräte Wohnungstypen

Funktionsbeschreibung mechanische Abluftanlage

In den reinen Ablufträumen Küche und WC, wird über einen auf dem Dach situierten, zentralen Abluftventilator die Luft abgesaugt. Dies passiert zum einen über eine Zeitschaltuhr und zum anderen über eine automatische Feuchteregelung, indem das Ventil in der Küche selbstständig über einen so genannten Feuchtestrumpf öffnet und schließt (kein mechanischer Antrieb). Durch diese intelligente Regelung und eine zusätzliche Druckdifferenzsteuerung läuft der zentrale Gleichstromventilator sehr sparsam. Die gesamte Anlage läuft auf voller Leistung maximal 4h/Tag, was in den Berechnung zur Wärmerückgewinnung, bzw. den Lüftungswärmeverlusten berücksichtigt ist.

Positionierung Lüftungsgeräte

In Zusammenarbeit mit den Bewohnern und dem Gerätehersteller wurden die möglichen Positionen der Lüfter diskutiert und planlich festgehalten. Die Erhebung der Bewohnerwünsche fand im Rahmen einer Informationsveranstaltung statt. Die Vorgaben des Herstellers waren rein technischer und funktionaler Natur. Das Ergebnis aus Nutzwünsche und Herstellervorgaben wurde seitens des Architekturbüros für jede Wohnung separat in einem „Ansichtenplan“ festgehalten. Die Pläne sind dem Anhang beigelegt. Weiterhin wurde im Vorfeld exemplarisch eine Wohnung im bewohnten Zustand untersucht, mögliche Gerätepositionen fotografisch festgehalten.

Nachfolgende Darstellungen zeigen beispielhaft Fotoaufnahmen der Wohnungsanalyse.



Abb. 51 Innenaufnahme AW Wohnzimmer – „Gerätemontage gut möglich“



Abb. 52 Innenaufnahme AW Badezimmer – „Gerätemontage schwierig“

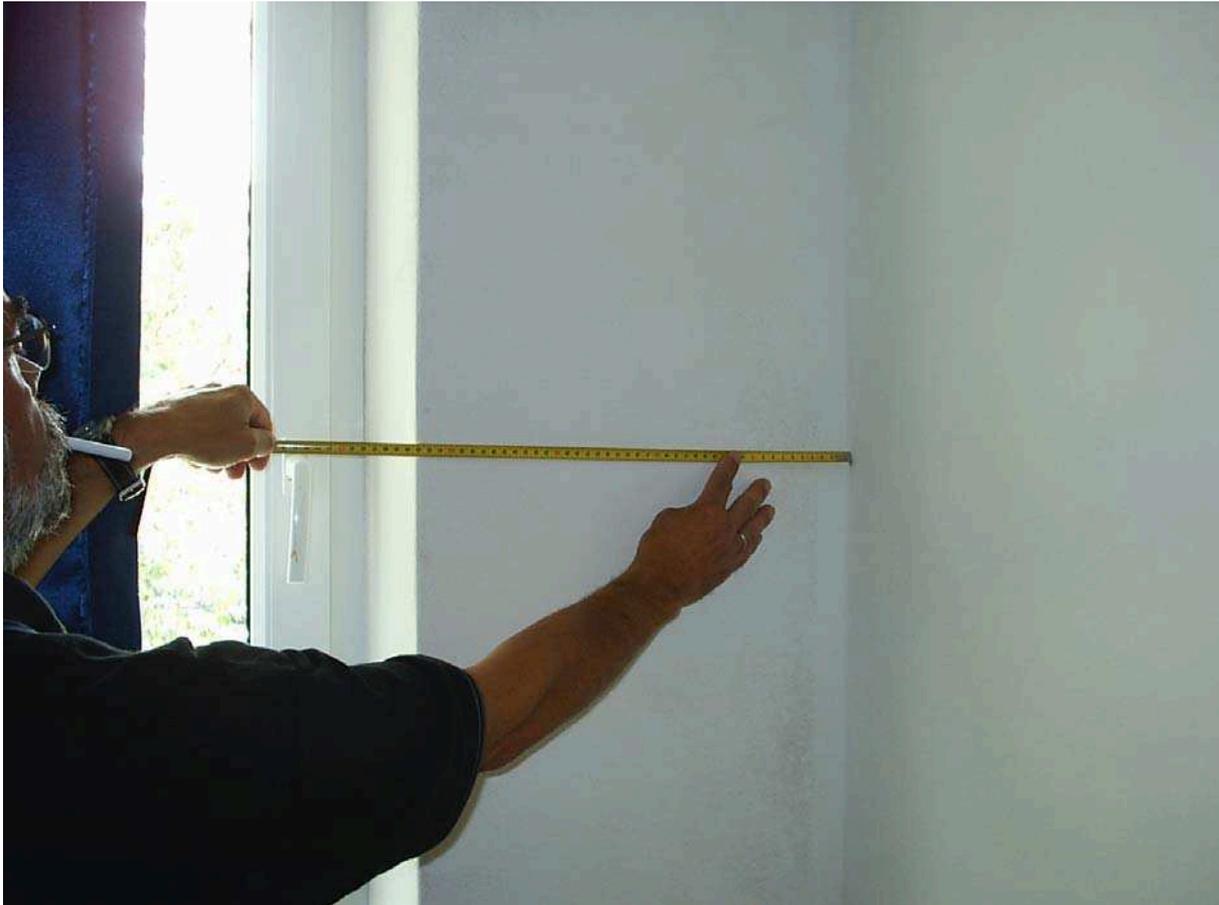


Abb. 53 Innenaufnahme AW Schlafzimmer – „Gerätemontage gut möglich“

CAD- Darstellung Wohnraumlüftung

Nachfolgender CAD-Entwurfsplan „Wohnraumlüftung“ zeigt die zwei Wohnungsgrundrisse und beispielhafte Gerätepositionen.

Darstellung Einzelraumlüftungsgerät

Nachfolgende Fotos zeigen das gewählte Lüftungsgerät der Fa. Inventer als Model



Abb. 55 Gerätetyp Fa. Inventer – Ansicht wohnungsintern mit Zentralregler



Abb. 56 Gerätetyp Fa. Inventer – Ansicht von außen mit Abdeckhaube

QUALITÄTSSICHERUNG (TB PANIC)

Bei 4 Referenzwohnungen werden vor der Sanierung Luftdichtigkeitsprüfungen und Leckagenortungen durchgeführt. Auch vor der Sanierung werden die Fassaden thermographisch erfasst und alle Schwachstellen dokumentiert.

Nach Fertigstellung der Sanierung wurden sowohl die Luftdichtigkeitsprüfung als auch die Thermographie nochmals erstellt und die Verbesserungen erfasst. Notwendige Nachbesserungen konnten im Anschluss noch erledigt werden.

Das Wohngebäude wurde mittels Außen- und Innenthermografie und Luftdichtigkeitsprüfung vor und nach der Sanierung auf Schwachstellen untersucht.

Qualitätsprüfung vor der Sanierung:

Außenthermografie:

Die Außenthermografie wurde in den Morgenstunden bei bedecktem Himmel durchgeführt. Die Außenthermografie zeigt im Wesentlichen dem Baustandard entsprechende Wärmebrücken, welche wären:

- 1) Auflager der Geschoßdecken
- 2) Fenstersturzausbildung
- 3) Heizkörpernischen bzw. fehlende Dämmung hinter den Heizkörpern
- 4) Wärmebrücken über dem Kellermauerwerk
- 5) "Offene" Gebäudetrennfuge

Beispiele:

Die unten dargestellten Aufnahmen stammen unverändert aus den Berichten. Die Abbildung von Temperaturskalen und Temperaturmesspunkten ist aus technischen Gründen nicht möglich. Die genauen Temperaturdifferenzen, etc. sind in den Originalberichten einsehbar.

ad 1) Auflager der Geschoßdecken:

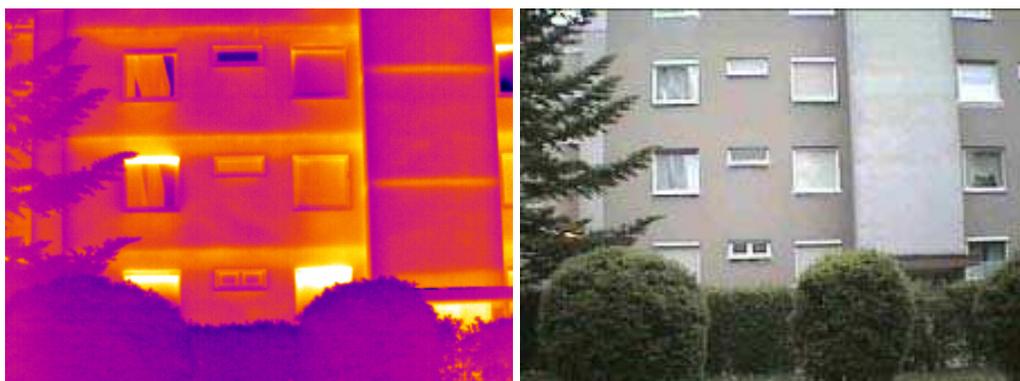


Abb. 57 Thermografie Fassade Nord Auflager, Foto Fassade Nord Auflager

Bei dieser Aufnahme (Bericht WAG_Aussen_Rep1, Seite 13) sind deutlich die Geschoßdecken erkennbar.

Allgemein:

Neben Wärmeverlusten besteht die Gefahr, dass in Wohnungen diese Stellen mit Möbel verstellt werden und es dadurch zum Absinken der Oberflächentemperatur an der Innenseite der Wände, Böden und Decken kommen kann. Während durch den thermischen Auftrieb in den einzelnen Wohnungen sich die Abkühlung an den Decken „nur“ als Wärmeverlusten

bemerkbar machen, besteht im Bodenbereich die Gefahr von Tauwasserbildung und in Folge evtl. Schimmelbildung.

(Bei den „weißen, sehr warmen“ Stellen handelt es sich um offene Fenster)

ad 2) Fenstersturzausbildung

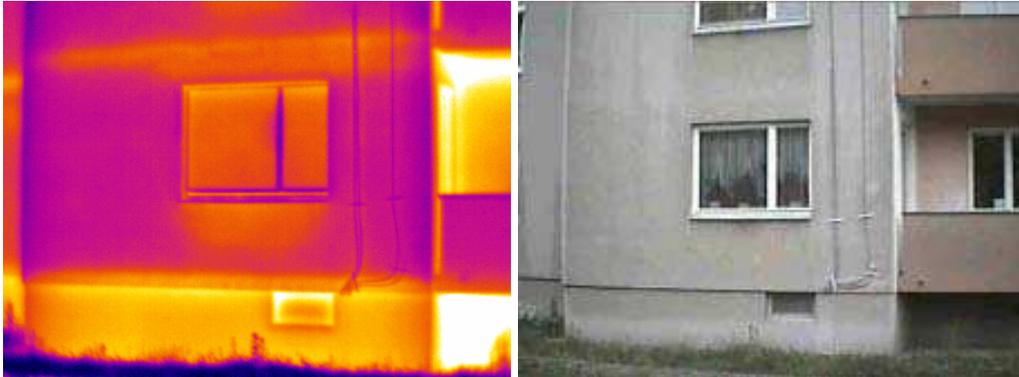


Abb. 58 Thermografie Fassade Süd Fenstersturz; Fotos Fassade Süd Fenstersturz

Diese Aufnahme zeigt recht deutlich die Veränderung der Isothermen im Bereich des Fenstersturzes (Bericht WAG_Aussen_Rep1, Seite 9).

Durch die wahrscheinliche Ausführung in Stahlbeton und geringer Wärmedämmung kommt es hier zu einem erhöhten Wärmestrom, der sich wiederum (wie bei Beispiel 1 beschrieben) in Wärmeverluste und eventuellem Tauwasserausfall auswirken kann.

Bei dem rechts unten im Bild erkennbaren warmen Bereich handelt es sich um Wärmestau aufgrund der nicht vorhandenen Abstrahlung gegen den Nachhimmel.

ad 3) Heizkörpernischen

bzw. fehlende Dämmung hinter den Heizkörpern



Abb. 59 Thermografie Fassade Nord Heizkörper; Foto Fassade Nord Heizkörper

Betrachtet man den Bereich unter den Fenstern und vergleicht diesen mit den angrenzenden Wandteilen, so ist eindeutig eine höhere Temperatur erkennbar (Bericht WAG_Aussen_Rep1, Seite 14).

Auffallend ist auch der unterschiedliche Grad der Oberflächentemperatur, der wahrscheinlich auf die unterschiedlichen Betriebszustände der Heizkörper zurückzuführen ist.

Durch die vorhandene, im Vergleich zum Passivhaus, schlechte Wärmedämmung, wird ein Großteil der Wärmeenergie direkt durch die Wand nach außen getragen.

ad 4) Wärmebrücken über dem Kellermauerwerk



Abb. 60 Thermografie Fassade Nord Kellermauerwerk; Foto Fassade Nord Kellermauerwerk

Auf dieser Aufnahme ist deutlich eine höhere Oberflächentemperatur im Bereich des Kellermauerwerkes erkennbar (Bericht WAG_Aussen_Rep1, Seite 24). Neben dem „warmen“ Kellermauerwerk ist auch im Bereich des Materialwechsels die Geschosßdecke erkennbar.

Neben dem thermisch schlechteren Kellermauerwerk ergibt sich durch die wahrscheinlich zum Wohnraum „nicht“ gedämmten Kellerdecken ein höherer Wärmefluss von den Wohnungen in die Kellerräume, was, neben den internen Gewinnen aus Erdreich, etc. zu einem Temperaturanstieg in diesem führt. Hier ist es sinnvoll und notwendig (Gefahr von Tauwasserbildung etc., siehe oben) die Außendämmung bis in das Erdreich zu führen.

ad 5) "Offene" Gebäudetrennfuge



Abb. 61 Thermografie Fassade Nord Gebäudetrennfuge; Foto Fassade Nord Gebäudetrennfuge

Die Aufnahme zeigt eine Gebäudetrennfuge (Bericht WAG_Aussen_Rep1, Seite 11) welche eine Temperaturdifferenz von ca. 1,7 K aufweist. Die Berechnung mit der Bauphysiksoftware Flixo ergab bei Normklima eine Differenz von ca. 0,5 K. Daraus kann der Schluss gezogen werden, dass die Trennfuge thermisch nicht dicht ist und kalte Luft eindringen und die Temperatur heruntersetzen kann.

Bei der anstehenden Sanierung ist auch hier auf eine winddichte Ausbildung zu achten.

Der Gesamtzustand des gesamten Gebäudes wird im Vergleich mit dem Nachbargebäude ersichtlich, welches wesentlich niedrigere Oberflächentemperaturen und "keine erkennbaren" Wärmebrücken in dieser Größenordnung aufweist.



Abb. 62 Nachbargebäude nach der Sanierung mit wesentlich niederen Oberflächentemperaturen. (Bericht WAG_Aussen_Rep1, Seite 29)



Abb. 63 Wohnanlage Weinheberstr. 3-9 vor der Sanierung. (Bericht WAG_Aussen_Rep1, Seite 15)

Innenthermografie:

Die Innenthermografie wurde bei der Fam. M. durchgeführt. Dabei handelt es sich um eine Zwischenwohnung im 2.Stock. Diese Wohnung weist dem Baustandard entsprechende Wärmebrücken auf.



Abb. 64 Thermografie Zimmer Innenecke (Aufnahme WAG_M_Rep, Seite 12)

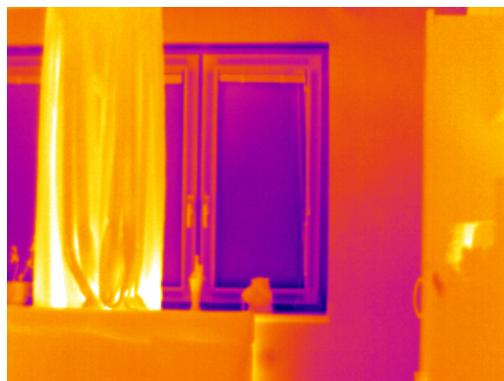


Abb. 65 Thermografie Zimmer Innen Heizkörper (Aufnahme WAG_M_Rep, Seite 13)

Die Außenecken weisen sehr hohe Temperaturen auf, was wahrscheinlich auf die direkte Erwärmung durch die Heizkörper sowie durch den Verlauf der Heizungsrohre (entlang der Außenwand) zurück zu führen ist. Auch betrug die Raumtemperatur gut 23 °C.

Die Berechnung mit dem Bauphysikprogramm Flixo ergab wesentlich niedrigere Temperaturen.

Dies gilt insbesondere auch für die meisten Fensterlaibungen, wo bereits einige Oberflächen im Taupunktbereich, bezogen auf ein Normklima (Aussen $T_a = -5\text{ °C}$, Innen $T_i = +20\text{ °C}$, 50 % Luftfeuchtigkeit) liegen.

Da bei dem vorhandenen Aufbau ab ca. 50 % Raumlufffeuchtigkeit bereits mit Schimmelbildung zu rechnen ist, ist bei der Sanierung unbedingt auf die Detailausbildung der Fensterlaibungen zu achten, da mit dichter werden der Hülle die Raumlufffeuchtigkeit steigt. Der Einsatz einer Komfortlüftung begrenzt diese Gefahr.

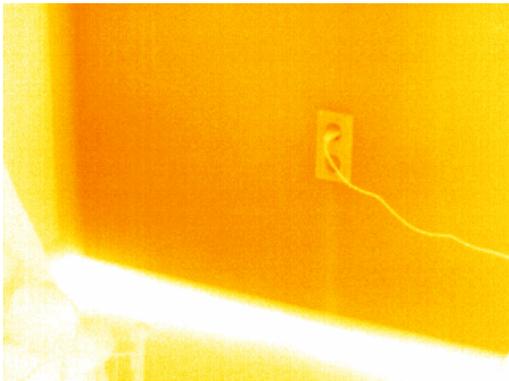


Abb. 66 Thermografie Zimmer Innen Heizungsleitung Außenwand (Aufnahme WAG_M_Rep, Seite 22)

Ersichtlich ist auch, dass die Heizleitungen entlang der Außenwände verlegt wurden und dadurch eine entsprechende Wärmeabstrahlung durch das Deckenaufleger erfolgt. (Erkennbar an der sehr warmen Leiste)

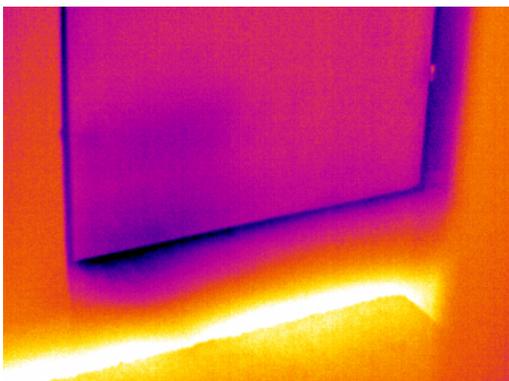


Abb. 67 Thermografie Zimmer Innen Wohnungseingangstür (Aufnahme WAG_M_Rep, Seite 25)

Die Wohnungseingangstür weist einige Undichtheiten auf und sollte, da das Stiegenhaus unbeheizt ist, nachgebessert werden. (Erkennbar durch den unregelmäßigen dunklen Bereich)

Luftdichtigkeitsprüfung:

Die Ergebnisse der Luftdichtigkeitsprüfung zeigten signifikante Unterschiede zwischen den Wohnungen mit alten Fenstern bzw. Fenstern der neueren Generation.

Mängel

Die vorgefundenen Mängel sind:

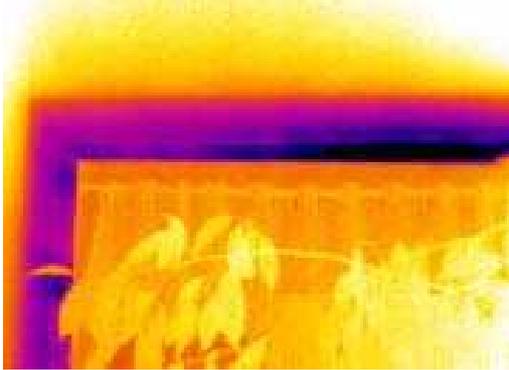
1) Wohnung mit alten Fenstern: Undichte Flügel

Abb. 68 Thermografie Innen Fensterflügel (WAG_Blower_Door_Rep. Seite 10)

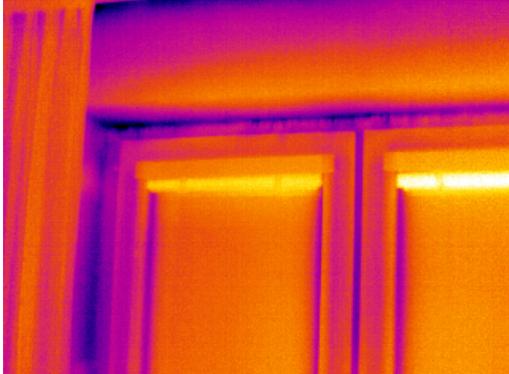
2) Wohnung mit neuen Fenstern: Im Wesentlichen dichte Flügel, jedoch Windundichtheiten zwischen Fensterstock und Mauerwerk

Abb. 69 Thermografie Zimmer Innen neue Fenster Fensterstock (WAG_Blower_Door_Rep, Seite 7)

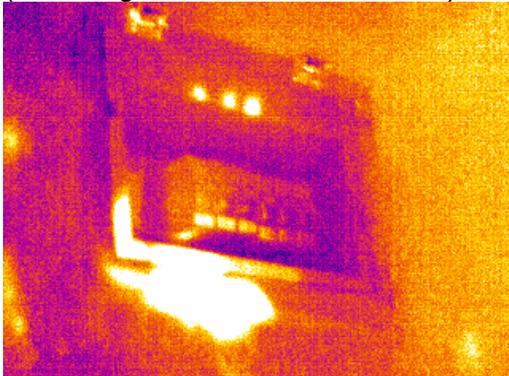
3) Steckdosen, Schalter, etc.: Diese sind vom Gebäudeinnenraum her windundicht (Zuleitung vom Hausverteiler o. ä.)

Abb. 70 Thermografie Zimmer Innen Verteiler (WAG_Blower_Door_Rep, Seite 18)

4) Kabelfernsehanschluß

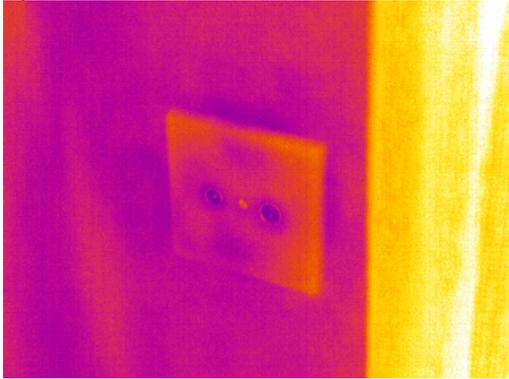


Abb. 71 Thermografie Zimmer Innen Kabel TV Anschluss (WAG_Blower_Door_Rep, Seite 15)

5) Wohnungseingangstüren

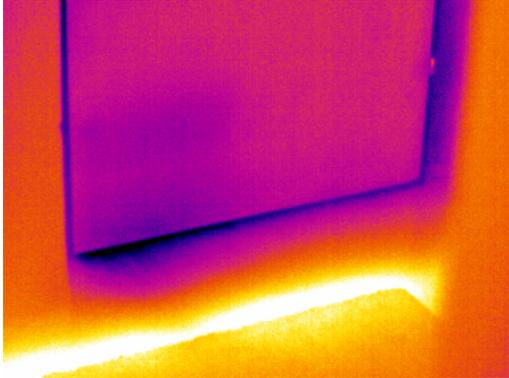


Abb. 72 Thermografie Zimmer Innen Wohnungseingangstür

6) Die WC-Entlüftungen

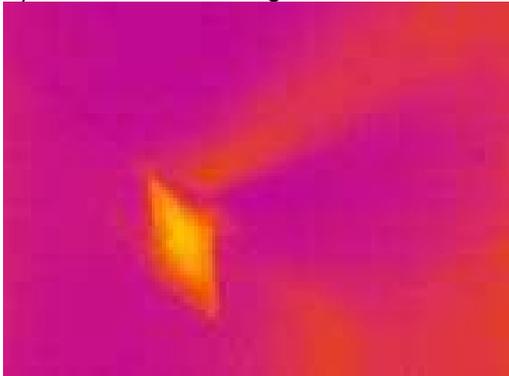


Abb. 73 Thermografie WC Innen WC-Entlüftung

Die Wohnungen im Einzelnen:

Whg. S:	n50 = 0,90 1/h
Whg. N:	n50 = 4,2 bis 4,9 1/h
Whg. Z:	n50 = 1,4 bis 2,2 1/h
Whg. O:	n50 = 1,6 bis 1,9 1/h

Ausgehend von der Whg. S, die fast Passivhausstandard erreicht, ist ersichtlich welches Potential in einer luftdichten Hülle liegt. Wird ein n50-Wert von <0,60 1/h bei den einzelnen Wohnungen erreicht ergibt das im Schnitte eine Verringerung der Wärmeverluste durch Konvektion um ca. den Faktor 4.

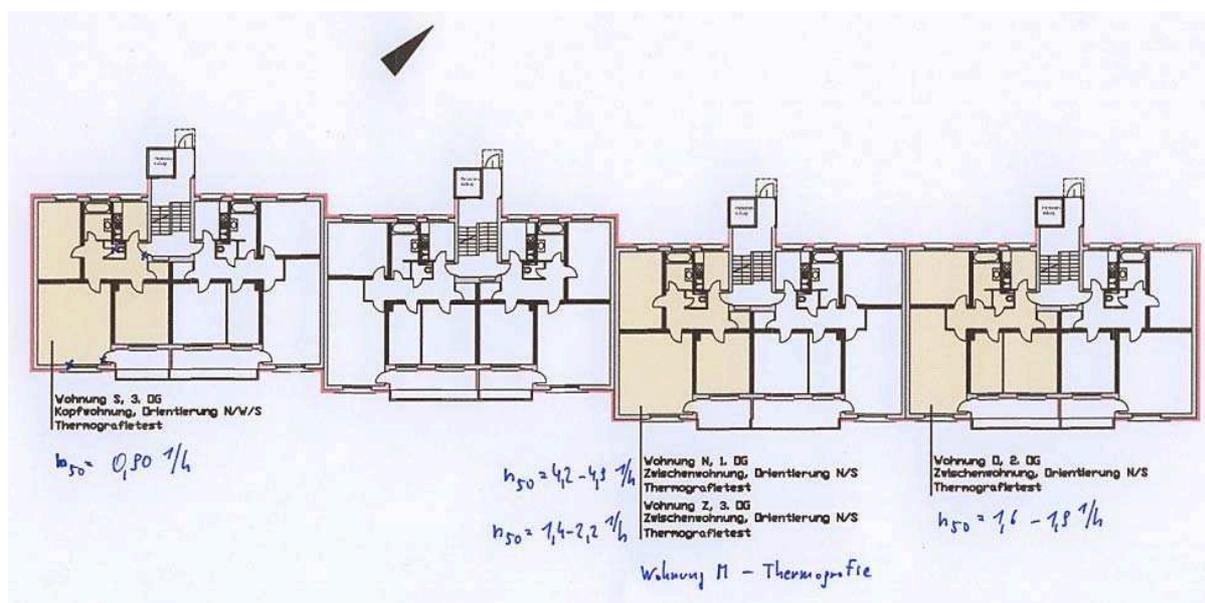


Abb. 74 Grundriss Lage der Wohnungen, die mit Blower-Door-Test geprüft wurden.

Abschlussüberprüfung nach der Sanierung:

Nach Fertigstellung der Sanierung werden die Wohnungen nochmals überprüft werden, um die Qualität der Sanierung zu überprüfen.

Idealer Messzeitraum für Außen- und Innenthermografie:

In den Morgenstunden vor Sonnenaufgang bei Temperaturdifferenz >12 Kelvin zwischen Innenraum- und Außentemperatur: in der Heizperiode.

Außenthermografie:

Die Außenthermografie wurde in den Morgenstunden bei bedecktem Himmel durchgeführt. Die Außenthermografie zeigt recht deutlich, dass die vor der Sanierung dem Baustandard entsprechende Wärmebrücken deutlich verbessert wurden:

- 1) Auflager der Geschosdecken
Diese sind nicht mehr sichtbar
- 2) Fenstersturzausbildung
Diese ist physikalisch bedingt weiterhin sichtbar.
- 3) Heizkörpernischen bzw. fehlende Dämmung hinter den Heizkörpern
Diese sind nicht mehr sichtbar
- 4) Wärmebrücken über dem Kellermauerwerk
Nicht mehr sichtbar
- 5) "Offene" Gebäudetrennfuge
Erkennbar ist nur mehr eine geringe Wärmebrücke durch das Dehnungsprofil

Beispiele:

Die unten dargestellten Aufnahmen stammen unverändert aus den Berichten. Die Abbildung von Temperaturskalen und Temperaturmesspunkten ist aus technischen Gründen nicht möglich. Die genauen Temperaturdifferenzen, etc. sind in den Originalberichten einsehbar.

ad 1) Auflager der Geschößdecken:

Vor Sanierung

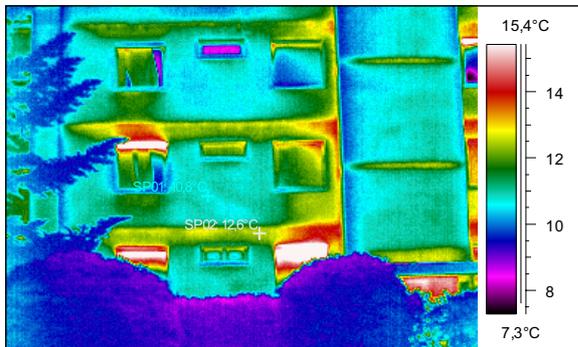


Abb. 75 Bericht WAG_Aussen1_Rep, Seite 13

Nach Sanierung

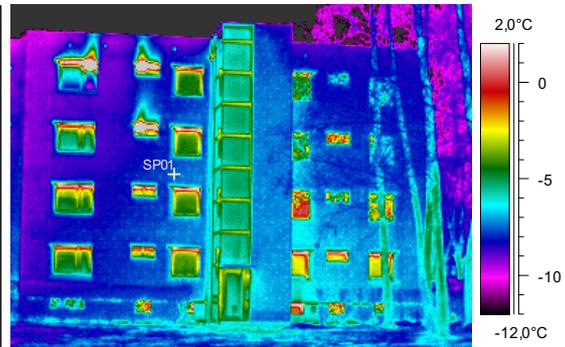


Abb. 76 Bericht WAG_Aussen2_Rep, Seite 10

Während sich vor Sanierung die Geschößdecken deutlich abzeichneten, sind diese nach Aufbringen des VWS nicht mehr sichtbar

**ad 2) Fenstersturzausbildung
und Heizkörpernischen**

Vor Sanierung

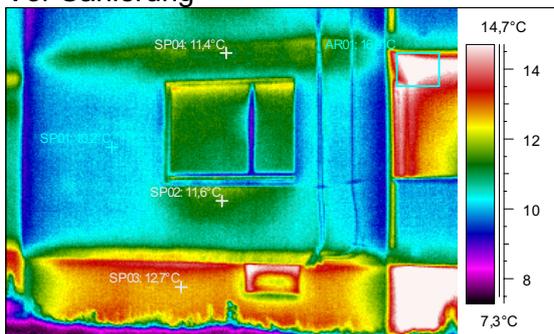


Abb. 77 Bericht WAG_Aussen1_Rep, Seite 9

Nach Sanierung

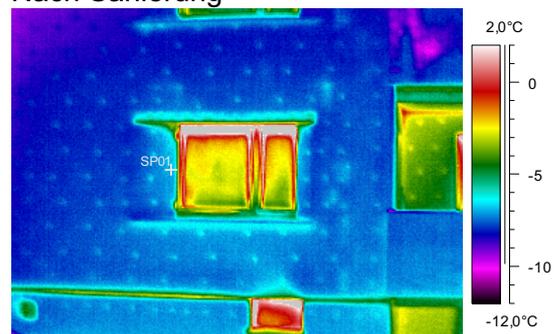


Abb. 78 Bericht WAG_Aussen2_Rep, Seite 12

Während vor der Sanierung der Sturz aus gut leitendem Baustoff deutlich ersichtlich war, ist dieser eingebaut Bauteil nach Sanierung überdeckt.

Die physikalisch bedingte geometrische Wärmebrücke ist nach wie vor vorhanden.

Die Heizkörpernischen sind nicht mehr erkennbar.

ad 3) Wärmebrücken über dem Kellermauerwerk

Vor Sanierung

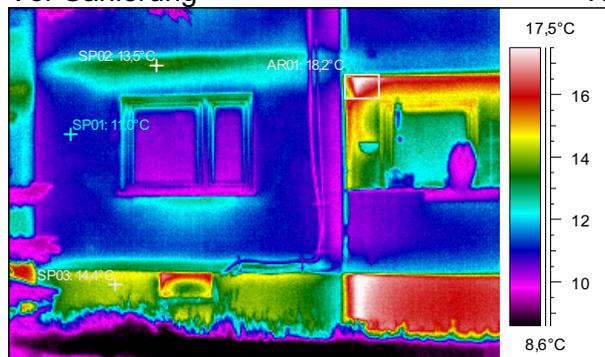


Abb. 79 Bericht WAG_Aussen1_Rep, Seite 7

Nach Sanierung

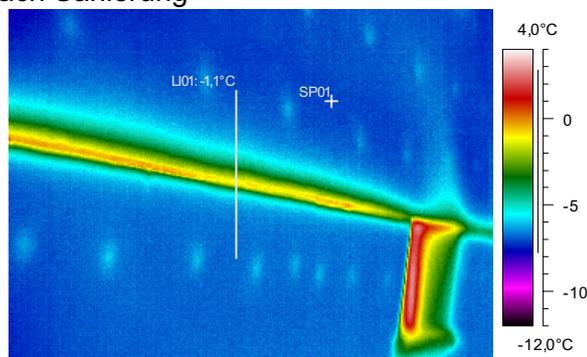


Abb. 80 Bericht WAG_Aussen2_Rep, Seite 13

Der Sockel des überdämmten Kellermauerwerkes weist dieselbe Oberflächentemperatur wie die Außenwand auf.

Deutlich erkennbar jedoch die Wärmebrücke durch das Sockeltragprofil.

ad 4) "Offene" Gebäudetrennfuge

Vor Sanierung

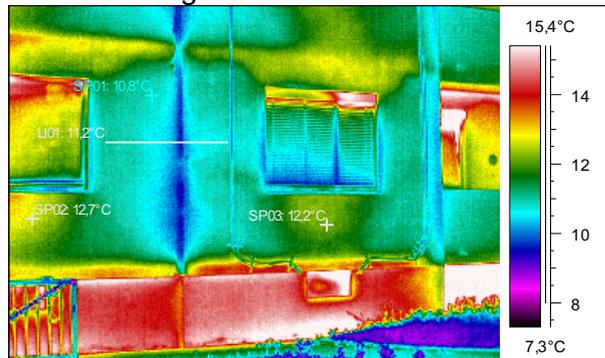


Abb. 81 Bericht WAG_Aussen1_Rep, Seite 11

Nach Sanierung

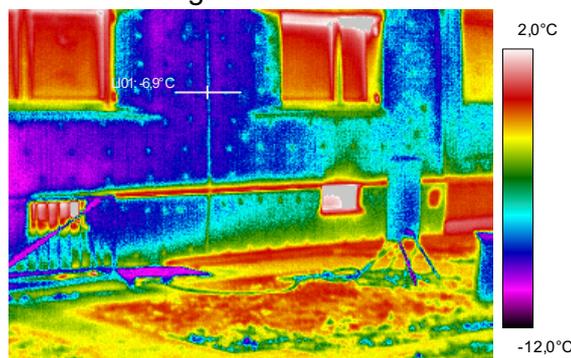


Abb. 82 Bericht WAG_Aussen2_Rep, Seite 25

Die Gebäudetrennfuge ist nur mehr leicht erkennbar.

Eine wesentliche Verbesserung gegenüber vor der Sanierung

Innenthermografie:

Die Innenthermografie wurde am 25.11.2005 im Anschluss an die Außenthermografie durchgeführt.

Diese konnte sinnvoller Weise in der obersten Wohnung gemacht werden, um auch die exponierten Außenecken zu kontrollieren.

Während vor der Sanierung einige Stellen im Leibungsbereich Tauwasser gefährdet waren, ist dies nach der Sanierung nicht mehr der Fall.

Sämtliche Wandoberflächen können als nicht tauwassergefährdet (Normklima), angesehen werden.

Schwachpunkt bleiben weiterhin die Fenster.

Auch ist durch den teilweisen erkennbaren unregelmäßigem Isothermenverlauf auf Windundichtheiten oder unregelmäßigen Einbau zu schließen.

Vor Sanierung

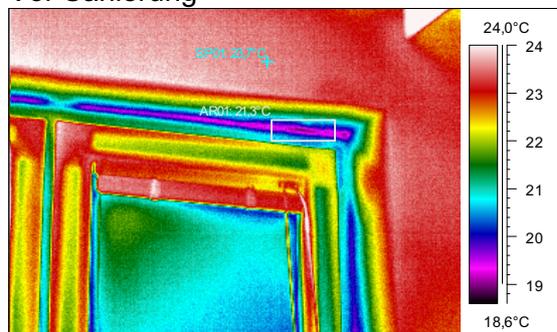


Abb. 83 Bericht WAG_M_Rep, Seite 14

Nach Sanierung

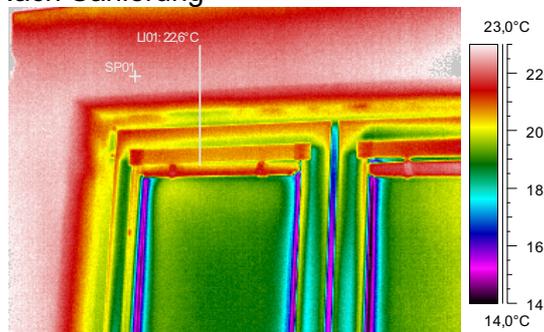


Abb. 84 Bericht WAG_S_Rep, Seite 25

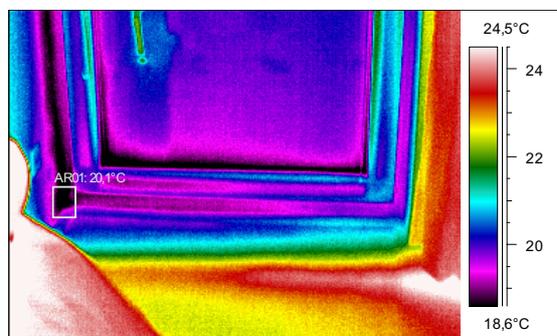


Abb. 85 Bericht WAG_M_Rep, Seite 16

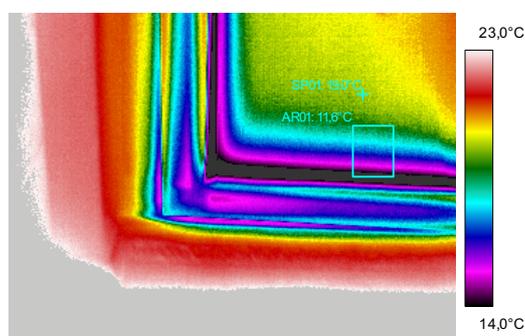


Abb. 86 Bericht WAG_S_Rep, Seite 6

Windundichtheit bei Türflügel

Die farblich schwarz unterlegten Bereiche gelten als Tauwasser gefährdet. Nach der Sanierung ist dies nur mehr im Glasrandverbund der Fall.

Luftdichtheitsprüfung:

Grundsätzlich hat sich die Luftwechselrate der einzelnen Wohnungen unterschiedlich geändert.

Während die schlechteste Wohnung eine Verbesserung um ca. 60% erfuhr (- 2,9 1/h), haben sich die zwei anderen Vergleichbaren Wohnungen um ca. 0,3 1/h verschlechtert. Dies entspricht je nach Ausgangswert einem Prozentsatz von 9% und 30%.

Die maßgebliche Maßnahme zur Verbesserung bei der Wohnung N. ist wahrscheinlich das Einstellen der Fenster gewesen.

Denn im Bereich der Anschlussfuge wurden wesentlich mehr Fehler gefunden als vor der Sanierung, was für die Verschlechterung der Werte bei den anderen 2 Wohnungen verantwortlich zeigt.

Bei der Wohnung S., wo es zu einer Verschlechterung um 9% kam, waren zum Zeitpunkt der Messung die Anschlussfugen noch nicht verschlossen.

Die vorgefundenen Mängel sind:

- 1) Im Wesentlichen dichte Flügel, jedoch Windundichtheiten zwischen Fensterstock und Mauerwerk, die auch nach der Sanierung nicht behoben sind.

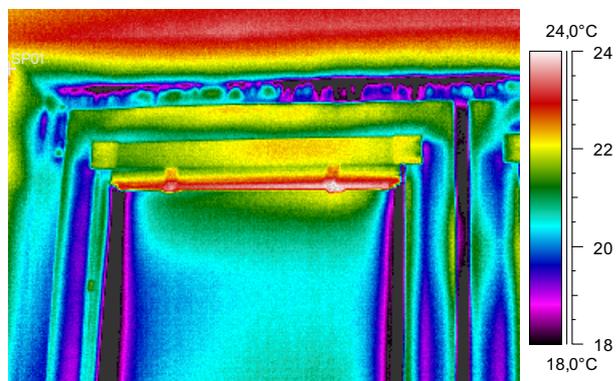


Abb. 87 WAG_Blower_Door_02_Rep, Seite 4

- 2) Sicherungskasten und Gegensprechanlage
Diese sind auch nach Sanierung vom Gebäudeinnenraum her windundicht

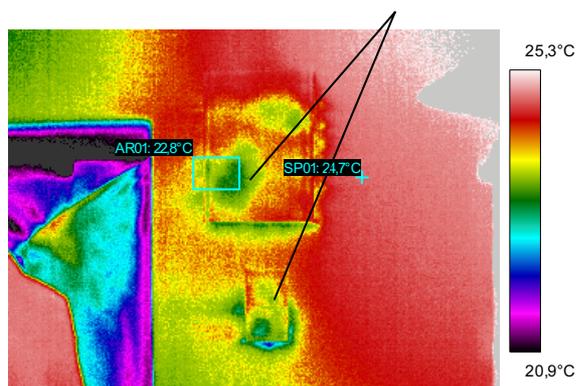


Abb. 88 WAG_Blower_Door_02_Rep, Seite 28

- 3) Die WC-Entlüftungen
Die WC-Entlüftungen wurden nicht verändert

Vergleich der Blower-Door-Messungen:

Deutlich ist die Verbesserung bei der Wohnung Neuweg ersichtlich. Hier reduzierte sich die zuvor schlechte Luftwechselrate um ca. 60%. Die Wohnungen Z und S weisen, ausgehend von einem gutem Wert geringfügige Verschlechterungen auf, die durch ein Aufspringen der Anschlussfugen verursacht wurde. Diese Mängel wurden behoben.

	Wohnung	Datum	Entlüftung offen n50-Wert		Entlüftung geschlossen n50-Wert	
1	Z 04	21.07.2004	2,2		1,4	
	Z 05	13.12.2005	2,4	+ 9%	1,8	+28%
2	N 04	15.07.2004	4,9		4,2	
	N 05	09.12.2005	2	-60%	1,3	-70%
3	S 04	13.07.2004	0,9			

	S 05	25.11.2005	1,2	+33%
4	O 04	15.07.2004	1,9	1,6
5	H 05	13.12.2005	1,6	1,4

NUTZERINNENLEITFADEN

Der Nutzerinnenleitfaden im Hinblick auf den Umgang mit den Komfortlüftungsanlagen

Funktionsbeschreibung Einzelraumlüfter

Für die Belüftung der „großen“ Wohnungen werden je 5 Geräte und für die „kleinen“ Wohnungen je 4 Geräte eingebaut. Der Einbau erfolgt in der Außenwand in den Bädern sowie in den Wohn-, Schlaf- und Kinderzimmern. Die Dielen fungieren als Überströmbereiche und die Küche sowie das WC erhalten eine separate, mechanische Abluftabsaugung.

Die Außenwandlüftungsgeräte werden in einem Intervall von 70 sec. einmal als Zuluftgerät und einmal als Abluftgerät betrieben. Hierbei werden bis zu 90% der in der Abluft enthaltenen Wärme an die Frischluft zurück gewonnen. Die Lüftungsgeräte werden über einen Zentralregler gesteuert, wodurch immer eine Durchströmung der Wohnung mit Frischluft erfolgt, indem die sich gegenüberliegenden Räume parallel mit Zuluft, bzw. Abluft betrieben werden. Die Überströmung der Luft erfolgt hierbei über den Türspalt der jeweiligen Zimmertür. Somit wird auch der Flurbereich (Überströmbereich) mit Frischluft versorgt.

Der Zentralregler für alle Einzelgeräte befindet sich im Flur und hat folgende Anzeigen:

- 1) Luftmengeneinstellung über Drehzahlregulierung (in %)
- 2) Betriebsart: Wärmerückgewinnung (= Regeleinstellung)
- 3) Betriebsart: Dauerlüftung („Sommerbetrieb“)
- 4) Betriebsart: Entfeuchten/Abtauen
- 5) Betriebsart: AUS
- 6) Betriebsstundenzähler
- 7) Filterwechselanzeige

Geräteeinstellungen „Winterfall“

Die Betriebsart Wärmerückgewinnung ist eingestellt und erscheint auf dem Display. Die Lüfter werden im „Normalbetrieb“ mit einer Drehzahleinstellung von 30% betrieben, was einer Zu- und Abluftmenge von ca. 33,5 m³/h je Lüfter entspricht. Auf dieser Stufe erzeugen die Geräte einen normgerechten maximalen Schallpegel von 25dB(A) und einen normgerechten Luftwechsel von ca. 0,4 – fach pro Stunde bezogen auf das durchlüftete Raumvolumen. Im Regelfall laufen die Lüftungsgeräte auf dieser Stufe im Tag- und Nachtbetrieb. Sollte es wider erwarten zu Geräuschproblemen in der Nacht kommen, können die Geräte am Zentralschalter sehr einfach auf die kleinste Drehzahl von 25% (entspricht ca. 27m³/h) reduziert werden, wodurch der Schallpegel unter 20dB(A) sinkt und sich ein Luftwechsel von 0,3-fach pro Stunde bezogen auf das durchlüftete Raumvolumen einstellt. Eine Rückstellung auf die höhere Lüfterstufe erfolgt wiederum manuell.

Anmerkung zum Thema „Luftmengenverstellung“:

Die langjährigen Erfahrungen und ausführliche Nutzerbefragungen zeigen, dass bei einem akzeptablen Schallgeräusch und ausreichend guter Luftqualität, die Lüfterstufen äußerst selten verstellt werden und in der Regel auf der einregulierten Mindestluftmenge (Nennbetrieb) durchlaufen.

Geräteeinstellungen „Sommerfall“

Die Einstellung und Wahl der Drehzahl, d.h. Luftmenge, erfolgt analog zum Winterfall

Weitere Einstellmöglichkeiten:

Möglichkeit 1: Die Betriebsart *Wärmerückgewinnung* bleibt eingestellt und das Gerät übernimmt analog zu Winterfall reine Lüftungsfunktionen mit Staubfilterung.

Möglichkeit 2: Die Betriebsart *AUS* wird eingestellt und es wird über Fenster gelüftet.

Möglichkeit 3: Die Betriebsart *Dauerlüftung* wird am Abend eingestellt, wodurch die Wohnung durchlüftet wird und bei kälteren Außentemperaturen ein Nachtauskühleffekt entsteht. Am Tag sollte wieder Betriebsart *Wärmerückgewinnung* eingestellt werden, damit die „heiße“ Außenluft durch die dann über Nacht abgekühlte Raumluft abgekühlt wird.

Wartung Einzelraumlüftungsgerät Fa. Inventer

Zur Wartung der Anlage muss in regelmäßigen Abständen der Filter gewaschen werden. Der turnusmäßige Filterwechsel wird dem Bewohner am Zentralregler durch Blinken zweier Leuchtdioden angezeigt. Durch einfache Abnahme des Gerätedeckels kann der Filter entnommen und in die Spülmaschine gesteckt werden. Weiterhin muss ungefähr alle drei Monate die Speicherkartusche geprüft und bei Bedarf (Kontrolle der Luftdurchlässigkeit) im Geschirrspüler oder von Hand gereinigt werden.

Die Wartung übernimmt der Vermieter.

KOSTENSCHÄTZUNG

Nach Abklärung der Detailausführungen bzw. Auswahl von Materialien wurde für die Gesamtsanierung eine Kostenschätzung erstellt. Die WAG hat in Zusammenarbeit mit E-Plus die Mehrkosten erstellt. Dabei sind Änderungen aufgrund zu hoher Kosten einzelner Komponenten in den Planungsprozess eingeflossen.

Die Kosten einer Standardsanierung umfassen folgende Maßnahmen: Dämmung der Außenwände, Keller und Dach, Austausch von Fenstern, die mehr als 10 Jahre alt sind, Austausch bestehende Sonnenschutzvorrichtungen, Loggiaverbreiterung, Liftzubau.

Die Mehrkosten der ökoeffizienten Sanierungsstrategie für die avisierte Höchstförderung (siehe Kapitel Entwicklung und Sanierungsstrategie) machen € 402.717,87 aus. Die Gesamtkosten umfassen daher € 1.708.000,00.

Kostenschätzung der WAG für WOP	
Alle Kostenstellen ohne USt.	
Gesamtkosten einer Standardsanierung	€ 1.305.282,13
Mehrkosten für die geplante ökoeffiziente Sanierung	€ 402.717,87
Gesamtkosten des ökoeffizienten Sanierung	€ 1.708.000,00

Tab. 28 Gesamtkosten ökoeffiziente Sanierung

Die Nettogrundrissfläche aller 32 Wohnungen beträgt 2704,64 m², das bedeutet die ökoeffiziente Gesamtsanierung des 34 Jahre alten Gebäudes beträgt 613,50 €/m², das sind um 130,89 €/m² mehr als die Standardsanierung.

Dieser Mehraufwand (siehe auch Kapitel Entwicklung und Sanierungsstrategie) setzt sich aus folgenden Maßnahmen zusammen.

Gewerk	Maßnahme	Schätzkosten
VWS	Mehrstärke, samt allen erforderlichen Anschlußbauteilen	117.532,00 €
DD-Spengler	Mehrbreit Attika	4.334,36 €
Lüftungsanlage	gesamte Lüftungsanlage	122.359,00 €
Fenstergläser	Fensterglastauch U-Wert 0,9 W/m ² K	25.696,00 €
Fensterabdichtung	Dichtungstausch u. Abdichtung Wandanschluß	14.775,60 €
WD-OG	Mehrstärke	10.996,84 €
Maler	Wohnungsausbesserung nach Lüftereinbau	38.368,00 €
Tischler	Nachtr. Einbau Kältefeind Wohnungseingangstür	2.499,20 €
Sonnenschutz	Mehrbreite Sturzblende	15.008,00 €
Metallbau	Mehrbreiten Aufzugsanschluß	40.780,88 €
Abdichtung Leitungen	Abdichten sämtlicher Installationszuleitungen zur Wohnung (Luftdichtheit), Elektro, Kaberl TV, Heizung, Gas, Telefon, Sprechanlage, Schächte	10.368,00 €
	Gesamtmehraufwand	402.717,87 €

Tab. 29 Kostenschätzung Mehraufwand ökoeffiziente Sanierung

Die detaillierte Aufstellung für den Einbau der Wohnraumlüftung umfasst die Materialkosten inkl. Montage durch einen konzessionierten Lüftungsbauer. Auch der Umbau des bestehenden Abluftschachtes zu einer feuchtegesteuerten Abluft von WC und Küche ist angeführt. Darüber hinaus werden zusätzlich erforderliche Einbauteile wie Brandschutzklappen berücksichtigt.

KOSTENSCHÄTZUNG					
Lüftungsanlage Spallerhof Linz					
Lüftungs-Anlage - "Einzelraumlüfter" dezentral für 32 Wohneinheiten					
bestehend aus dezentralen Einzelraumlüftern mit Außenwandanschluss, 80% WRG und DC-Ventilatoren					
Je Wohneinheit werden 4, bzw. 5 Stück Geräte benötigt. Die Entlüftung der Sanitärräume wird mit semizentralen Abluftventilatoren über Dach ausgeführt.					
Investitionskosten - 32 Wohneinheiten (vier Gebäude a´8 Wohnungen)					
Anzahl	Einzelraum - Lüftungsgeräte	ST/m/m²	Material [EUR]	Lohnanteil [EUR]	Summe [EUR]
144	Lüftungskomfortgerät inkl. Montage, Kernbohrung (Lohnanteil) und Zubehör	ST	500,00	250,00	108.000,00
32	Regelungsanlage inkl. Verkabelung	ST	250,00	100,00	11.200,00
Zwischensumme					108.000,00
pro Wohnung					3.375,00
Anzahl	semizentrale Abluftanlage wohnungsintern	ST/m/m²	Material [EUR]	Lohnanteil [EUR]	Summe [EUR]
32	Messstopfen	ST	1,00	4,50	176,00
20	Spiralfalzrohr DN 80/100	lfm	4,00	9,50	270,00
35	Formstücke, wie Bogen, Abweiger, Red., etc., DN 80/100	ST	5,50	9,50	525,00
32	Brandschutz-Abluftventil WC inkl. G3-Filter	ST	61,00	18,00	2.528,00
32	Brandschutz -Abluftventil Küche dm 100 feuchtegeführt	ST	75,00	12,00	2.784,00
32	Einschub Rohr-Schalldämpfer 300mm dm100	ST	20,00	10,00	960,00
Zwischensumme					7.243,00
pro Wohnung					226,34
Anzahl	semizentrale Abluftanlage wohnungsextern	ST/m/m²	Material [EUR]	Lohnanteil [EUR]	Summe [EUR]
8	Abluftventilator drehzahl geregelt	ST	700,00	110,00	6.480,00
8	Rohrschalldämpfer 500mm dm125 vor Abluftventilator	ST	57,00	22,50	636,00
Zwischensumme					7.116,00
pro Wohnung					222,38
Kostenschätzung Gesamtanlage netto					122.359,00
Kostenschätzung Gesamtanlage netto / WE					3.823,72

Tab. 30 Kostenschätzung Lüftungsanlage Gesamtwohnanlage

In Oberösterreich sind 2 Förderungen für dieses Projekt möglich: die Wohnbauförderung in Form eines Annuitätenzuschusses des Landes Oberösterreich und die Förderung für eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung.

Die Wohnbauförderung wird in Form eines Annuitätenzuschusses ausgeschüttet. In der Kategorie Förderung von Wohnhäusern mit mehr als 3 Wohnungen beträgt der Annuitätenzuschuss 25 %. Er kann aber auf bis zu 40% angehoben werden, wenn lt. Berechnung des Energieausweises eine erhöhte energetische Qualität nachgewiesen wird.

Ausschnitt aus: <http://www.ooe.gv.at/foerderung/Wohnbau/> (12/04)

Für besonders energiesparende Sanierung wird entsprechend der energetischen Qualität des Gebäudes nach der Sanierung ein höherer Annuitätenzuschuss gewährt, wenn die Energiekennzahl gemäß Oö. Bautechnikverordnung folgende Werte nicht übersteigt:

30 % Annuitätenzuschuss:

A_B/V_B größer gleich 0,8	80 kWh/ (m ² Jahr)
A_B/V_B kleiner gleich 0,2	40 kWh/ (m ² Jahr)
A_B/V_B zwischen 0,2 und 0,8.....	linear ansteigend von 40 bis 80 kWh (m ² Jahr) oder $26,66 + 66,66 * A_B/V_B$

35 % Annuitätenzuschuss:

A_B/V_B größer gleich 0,8	65 kWh/ (m ² Jahr)
A_B/V_B kleiner gleich 0,2	35 kWh/ (m ² Jahr)
A_B/V_B zwischen 0,2 und 0,8.....	linear ansteigend von 35 bis 65 kWh (m ² Jahr) oder $25 + 50 * A_B/V_B$

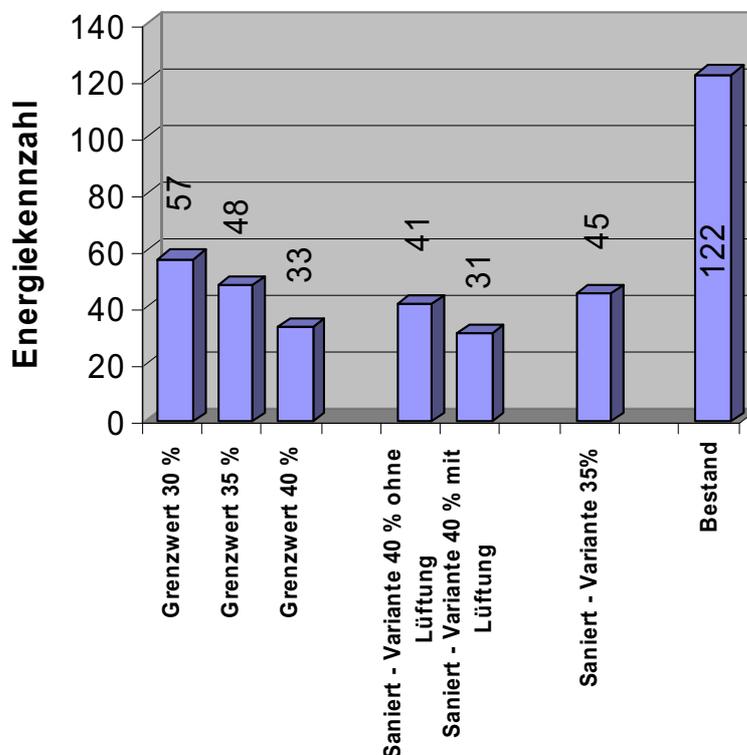
40 % Annuitätenzuschuss:

A_B/V_B größer gleich 0,8	45 kWh/ (m ² Jahr)
A_B/V_B kleiner gleich 0,2	25 kWh/ (m ² Jahr)
A_B/V_B zwischen 0,2 und 0,8.....	linear ansteigend von 25 bis 45 kWh (m ² Jahr) oder $18,33 + 33,33 * A_B/V_B$

Das Objekt fällt in die Kategorie A_B/V_B zwischen 0,2 und 0,8, sodass sich hier ein Grenzwert für die höchste Fördersumme durch eine Energiekennzahl von 33 kWh/(m²a) ergibt. In der Abbildung sind die Grenzwerte und die Sanierungsstrategien von Herrn DI Schild gegenübergestellt worden. Die geplante Sanierungsstrategie unterschreitet den Grenzwert mit der Energiekennzahl von 31 kWh/(m²a), sodass die höchstmögliche Fördersumme möglich wird. Aus der Grafik wird auch deutlich dass die Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung unumgänglich ist, um den geforderten Grenzwert zu unterschreiten.

Die Effektivität der Lüftungsgeräte mit einer Wärmerückgewinnung von fast 90% würde sich wesentlich deutlicher in der Berechnung auswirken, wenn sie nicht durch die bestehende Abluft für Küche und WC auf eine Wohnung bezogen geschwächt werden würde. Um diese Abluft auf ein System mit Wärmerückgewinnung aufzurüsten, müsste sie durch die ganze Wohnung an der Decke verzogen werden, was im bewohnten Zustand den Mietern nicht zugemutet werden kann.

GEGENÜBERSTELLUNG - ENERGIEKENNZAHLEN



Tab. 31 Gegenüberstellung Energiekennzahlen

Der Annuitätenzuschuss für die Sanierung beträgt 40% statt bei einer Standardsanierung nur 30 bzw. 35 %, sodass die finanzierten Summe aus Förderung, Sanierungsbeitrag der Mieter und Eigenmitteln des Bauträgers steigt. Die tatsächlich zusätzlich zu finanzierenden Mehrkosten für die ökoeffiziente Sanierung betragen nur € 201.000,00, das sind 74,33 €/m².

Finanzierung der WAG für WOP	
Alle Kostenstellen ohne USt.	
Finanzierte Kosten inkl. 40% Annuitätenzuschuss	€ 1.507.000,00
Zusätzliche Kosten für die ökoeffiziente Sanierung	€ 201.000,00
Gesamtkosten des ökoeffizienten Sanierung	€ 1.708.000,00

Tab. 32 Finanzierung der ökoeffizienten Sanierung

Die Förderung für die Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung wird pro Wohnung ausgeschüttet und beträgt 15 % der anerkehbaren Nettoinvestitionskosten oder maximal 1500,00 €. Bei dem Sanierungsobjekt betragen 15% der Nettoinvestitionskosten 573,55 €, das sind für das gesamte Förderprojekt 18.353,60 €

Somit sinken die Mehrkosten nochmals auf € 182.646,40, das sind 67,55 €/m². Wenn man die Erhöhung der Wohnqualität bedenkt, die auf die Qualität eines Neubaus angehoben wird, die Verbesserung der Lebensdauer des Objektes und die zusätzlichen Einsparungen der Energiekosten berücksichtigt, ist dies ein gelungenes Planungsergebnis.

Die statische Amortisierung unter Berücksichtigung der Energiekosten für den Betrieb der Lüftungsanlage beträgt 16 Jahre. Die Energiekosteneinsparung kommt den Mietern zugute und nicht dem Bauträger selbst. Da die durchschnittlichen Sanierungsintervalle bei ca. 30 Jahren liegen, ist dies ein angemessener Zeitraum.

Aktuelle Preise EnergieAG Linz gültig ab 01.01.2004	Berechnung der Amortisation		
Energieverbrauch vor der Sanierung	415563	kWh/a	
Energieverbrauch nach der Sanierung	107019	kWh/a	
Verminderung des Verbrauchs	308544	kWh/a	
Verminderung des Verbrauchs pro m ²	114,079508	kWh/a	
Kosten pro kWh Fernwärme	0,042	€	
Kosteneinsparung pro Jahr	4,79	€/ m ²	
Mehrkosten der Sanierung	67,55	€/ m ²	
Statische Amortisierung in	14,10	Jahren	

Kosten pro m ² für Betrieb Lüftungsgeräte pro Jahr	0,58	€/ m ²	
Amortisierung in mit Berücksichtigung des Betriebes des Lüftungsgerätes	16,04	Jahre	

CONTRACTING MODELL

Was ist Contracting?

Zitat aus dem Text der ÖGUT: „energiespar-contracting im wohnbereich – vorschläge der ÖGUT-arbeitsgruppe contracting zur änderung der gesetzlichen rahmenbedingungen“ (juni2001, <http://www.oegut.at/themen/contract/publ.html>):

„Der Begriff Contracting steht für das innovative Dienstleistungspaket eines spezialisierten Unternehmens (des Contractors), das die Senkung der Energiekosten in Gebäuden und Anlagen zum Ziel hat. Der Contractor setzt dabei Maßnahmen zur Reduzierung des Energieverbrauchs wie die Modernisierung der Heizung und der Regelung, Verbesserung der Beleuchtung, Dämmung der obersten Geschossdecke etc. Er ist zur Sicherstellung seiner Garantie auch für die Betriebsführung, Wartung und Instandhaltung der Anlagen während der gesamten Vertragslaufzeit verantwortlich.

Das Besondere daran: Der Contractor garantiert dem Gebäudeeigentümer eine Energiekosteneinsparung in bestimmter Höhe oder einen fixen Preis für die gelieferte Nutzwärme; die energetischen Maßnahmen und Leistungen des Contractors finanzieren sich aus der Einsparung. Der Gebäudeeigentümer hat dadurch keinen zusätzlichen Investitionsaufwand, außer bei der Integration baulicher Sanierungsmaßnahmen oder Kompletterneuerungen im Rahmen der Erhaltung des Gebäudes.“

Contracting in diesem Projekt

Die wärmetechnische Sanierung in diesem Projekt resultiert in einer Einsparung der Betriebskosten die ein Contractingmodell zulassen würde.

Das Contractingmodell ist vor allem für private Bauträger tauglich. In diesem Fall fehlen die rechtlichen Grundlagen, dass ein gemeinnütziger Bauträger mittels Landesförderungen in ein Contractingmodell einsteigen kann. Hier werden bereits von vielen Instituten, wie zum Beispiel der ÖGut (Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik), Gesetzesänderungen gefordert, um dieses zusätzliche Potential, das langfristig zu einer höheren Anzahl von qualitativ hochwertigen Sanierungen führen kann, zu unterstützen.

Wenn man die Sanierung bezüglich der Art der Qualitätsverbesserung beurteilt, gliedert sie sich in 2 Teile: Einerseits werden Sanierungsmaßnahmen durchgeführt, die eine wärmetechnische Verbesserung der Wohnungen bewirken, das sind z.B.: Einbau einer Lüftung, Herstellen von Dämmungen, Abdichten von Fugen, Ausbessern von Wärmebrücken und Austauschen von Fenstern. Andererseits werden Maßnahmen getroffen, die die Wohnqualität verbessern mittels z.B.: schrägen Leibungen für mehr Sonne in der Wohnung, Verbreiterung der Loggias zur Nutzung des Balkons als Terrasse usw.

Beide Arten von Sanierungen sind für eine zeitgemäße Renovierung von Wohnraum erforderlich und oft aus technischer und finanzieller Sicht nicht zu trennen. Die Sanierung der Außenwand mit den schrägen Leibungen gehört zu den wärmetechnischen und zu den architektonischen Sanierungsmaßnahmen. Kostenmäßig kann dies aber nicht anteilig auf diese beiden Gruppen aufgerechnet werden, weil es sich um einen Bauteil handelt. Es werden aber nur wärmetechnische Maßnahmen in Contractingmodellen berücksichtigt, da nur sie Einsparungen in den Betriebskosten bewirken.

Wird der gesamte Bauteil, der sowohl zur Verbesserungen von wärmetechnischen und architektonischen Eigenschaften der Wohnung beiträgt in das Contractingmodell eingerechnet, sind die Investitionskosten in Relation zu den Einsparungen zu hoch um realistische Laufzeiten für Contractingmodelle (ca. 5-15 Jahre sind üblich) zu erreichen.

Nach Expertengesprächen mit Fa. Axima, die im Bereich Energiecontracting in Österreich eines der führenden Unternehmen ist, wurde auch deutlich, dass vorwiegend Anlagen mittels Contractingmodellen errichtet werden, was nochmals den contractingfähigen Anteil der Gesamtsanierung verringern würde, da dies nur auf die Lüftungsanlagen zutrifft. Derzeit sind nur Sanierungen, die ausschließlich wärmetechnische Verbesserungen mittels Anlagen beinhalten, für Contractingmodelle mit relativ kurzen effektiven Laufzeiten geeignet.

Solche Sanierungen sind im Wohnbau nicht zeitgemäß, da vom Mieter gesamtheitliche Sanierungen mit architektonischen (neue Oberflächen) und wärmetechnischen Verbesserungen erwartet werden.

Auch bei diesem Projekt WOP sind die Sanierungsmaßnahmen mittels Synergien so miteinander technisch in Bauteilen vereint, dass eine diffizile Aufschlüsselung nicht möglich ist. Somit ist eine Contractingmodell für diese Sanierung nicht geeignet.

Ergebnisse des Projektes und Schlussfolgerungen

Das Ergebnis des Projektes WOP – Wohnbausanierung mit Passivhaustechnologie ist ein Sanierungskonzept, das architektonisch eine hohe Qualität hat und als Pilotprojekt große Vorbildwirkung für zukünftige Sanierungen zum Niedrigstenergiehaus von mehrgeschossigen Wohnbauten zeigt.

Die beiden Leitziele konnten in der Planung erfüllt werden: Ein Sanierungskonzept mit Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung in Wohngebäuden im bewohnten Zustand wurde nach energieeffizienten, ökologischen und ökonomischen Kriterien entwickelt. Die Nutzer werden während der Bauarbeiten nicht wesentlich beeinträchtigt, da die baulichen Maßnahmen innerhalb der Wohnung minimiert wurden.

In der Ausführung konnten alle Ziele außer der Montage der Lüftungsanlagen erfüllt werden. Dies war nicht möglich, da die Ausführung vom Fördergeber nicht unterstützt wurde.

Darüber hinaus wurde das Projekt auf seine Ökoeffizienz hin geprüft, sodass ökologische Baustoffe eingesetzt wurden, die auch wirtschaftlich von den Bauträgern tragbar sind. Die Multiplizierbarkeit des Projektes ist möglich, da sich die Sanierung bei den günstigen Konditionen des Bauträgers der Energiepreise innerhalb von 16 Jahren amortisiert, sodass bei Standardkonditionen und den steigenden Energiepreisen mit einer wesentlich kürzeren Amortisation zu rechnen ist.

Das gewählte Sanierungskonzept wurde mit dem Energieausweis nach den Förderrichtlinien des Landes OÖ berechnet bzw. auf die Förderrichtlinien abgestimmt. Dabei waren auch Gespräche mit der Förderstelle des Landes notwendig.

Unumgänglich ist die Installation einer Komfortlüftungsanlage. Einerseits wegen der Verhinderung von Schimmelbildung und der damit zusammenhängenden Verbesserung der Raumluftqualität, andererseits wegen der zusätzlichen Energieeinsparung durch Wärmerückgewinnung, ohne der die höchste Förderstufe in Oberösterreich nicht erreichbar ist.

Das Ergebnis ist eine realisierte Sanierungsstrategie, die bei höchster Energieeffizienz, bei Einsatz von ökologischen Baumaterialien und modernster Haustechnik die Qualität eines Neubaustandards bietet, sodass nachhaltig auch mit einer hohen Marktdiffusion zu rechnen ist.

Außer der Lüftungsanlagen, die leider vom Folgeförderungsprojekt nicht unterstützt wurde, konnten alle Elemente der geplanten Sanierung auch realisiert werden.

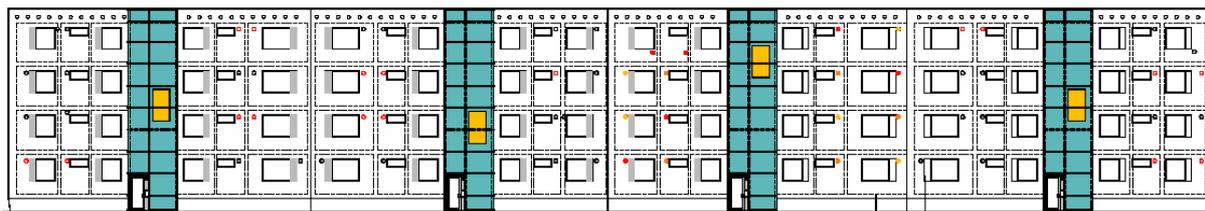


Abb. 89 Planung Sanierung Ansicht Nord mit Liftzubau



Abb. 90 Planung Sanierung Ansicht Süd mit Loggiaerweiterung



Abb. 91 Saniertes Projekt Weinheberstraße



Abb. 92 Saniertes Projekt Weinheberstraße

Ausblick/Empfehlungen

Unerwartet schwierig gestaltete sich die Auswahl eines Lüftungsgerätes, das sowohl die geforderte Luftwechselrate erreicht, als auch den maximalen Schallpegel nicht überschreitet und darüber hinaus noch in einem bestehenden Gebäude einfach zu montieren ist. Hier wäre eine Grundlagenstudie empfehlenswert, die sich mit dieser Problematik auseinandersetzt und dabei noch die unterschiedlichen Meßmethoden und Beurteilungsparameter zwischen österreichischen Normen und Förderkriterien mit denen der Nachbarländer (Vorwiegend werden Lüftungsgeräte in Deutschland hergestellt) vergleicht bzw. abstimmt. Darüber hinaus wäre die mögliche Verknüpfung des Lüftungsgerätes mit einem Standardbussystem ideal, sodass die Steuerung per Funk möglich ist und hier weitere aufwendige Leitungslegungen im Bestand im bewohnten Zustand vermieden werden können. Diese Funktionen sind derzeit am Markt nicht erhältlich.

Außerdem möchten wir darauf hinweisen, dass die sozialwissenschaftliche Begleitung in Form eines unabhängigen Mediators, die scheinbar unterschiedlichen Interessen zwischen Bauträger, Mietern und Technikern aufklären konnte, die tatsächlich dasselbe Ziel haben, nämlich die Sanierung des Objektes um die Qualität des Wohnens zu erhöhen. Er konnte die immer wieder auftretenden Missverständnisse aufklären und die Wissensdefizite gegenüber einer ökoeffizienten Sanierung mit Lüftung vermindern, aber auch den Technikern die Sorgen der Mieter verdeutlichen. Für zukünftige Sanierungsprojekte in bewohntem Zustand empfehlen wir eine sozialwissenschaftliche Begleitung.

LITERATURVERZEICHNIS

- [P*P 2004] POPPE PREHAL ARCHITEKTEN: ZSG Zukunftsfähige Konzepte in der Stadt- und Gebäudesanierung – Trollmannkaserne Steyr; BMVIT, Wien 2004.
<http://hausderzukunft.at/results.html?id=2764&menulevel1=3&menulevel2=0>
- [Feist 2003] Feist Wolfgang: 7. Internationale Passivhaustagung; Passivhaus Institut, Darmstadt 2003
www.passiv.de
- [ZBU 2004] Zentrum für Bauen und Umwelt: 8. Europäische Passivhaustagung, Krems 2004
www.donau-uni.ac.at
- [Steinmann 2002] Steinmann Markus: Tagungsband zur 6. europäischen Passivhaustagung; Fachhochschule beider Basel Institut für Energie, Muttenz bei Basel 2002

Links

- Fa. Inventer www.inventer.de
Land Oberösterreich <http://www.ooe.gv.at/foerderung/Wohnbau/>
Energiesparverband Oberösterreich <http://www.esv.or.at/esv/index.php?id=259>
Haus der Zukunft <http://www.hausderzukunft.at/>
ÖGUT Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik <http://www.oegut.at>

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1	Weinheberstr. 3,5,7,9 Nordwestansicht.....	10
Abb. 2	Weinheberstr. 3,5,7,9 Südostansicht.....	10
Abb. 3	Lageplan Sanierungsobjekt	11
Abb. 4	Grundriss Regelgeschoß.....	12
Abb. 5	Schnitt Bestandsplan (erstellt 1970 von Architekt DI Ossberger).....	13
Abb. 6	Sockel Bestand im Loggiabereich	13
Abb. 7	Eingang Bestand Weinheberstr. 5.....	13
Abb. 8	Leckagenortung	15
Abb. 9	Thermografie Südfassade	16
Abb. 10	Thermografie Nordfassade	16
Abb. 11	Sanierungsfahrplan für Mieterversammlung.....	17
Abb. 12	Arbeits- und Bauzeitplan erstellt Mai 2004	18
Abb. 13	Lüftungsgerät Inventer iV 14 Ausstellungsstück.....	24
Abb. 14	Grundriss bestehend und saniert.....	26
Abb. 15	Schnitt sanierte Objekt.....	26
Abb. 16	Weinheberstr. 3,5,7,9 zwischen den bereits Sanierten Objekten am Spallerhof 33	
Abb. 17	Lageplan Spallerhof V: hellgrau, Sanierungsobjekt: dunkelgrau, L: Ansicht Nord 34	
Abb. 18	Planung Sanierung Ansicht Nord mit Liftzubau	34
Abb. 19	Foto Ansicht Nord Bestand.....	34
Abb. 20	Planung Lüftungsgitter Außen berücksichtigt in Ansichten.....	35
Abb. 21	Planung Sanierung Ansicht Süd mit Loggiaerweiterung.....	35
Abb. 22	Foto Ansicht Süd Bestand	35
Abb. 23	Detail G 11 Dehnfuge zwischen 2 Gebäuden.....	37
Abb. 24	Detail G11 Var. Dehnfuge zwischen 2 versetzten Gebäuden	38
Abb. 25	Dehnfuge zwischen 2 Gebäuden im Attikabereich	39
Abb. 26	Anschluss transparenter Liftzubau an Stiegenhauswand gedämmt.	40
Abb. 27	Innenecke thermische Sanierung	41
Abb. 28	Fensterrahmenüberdämmung und kurze Abschrägung der Laibung mit Rolladen 42	
Abb. 29	Fensterrahmenüberdämmung und kurze Abschrägung der Laibung mit textilem Sonnenschutz	43
Abb. 30	Fensterrahmenüberdämmung und lange Abschrägung der Laibung mit textilem Sonnenschutz	44
Abb. 31	Fensterrahmenüberdämmung und Abschrägung der Laibung mit Rollladen	45
Abb. 32	Detail S 02 Vertikaler oberer Fensteranschluss	47
Abb. 33	Detail S03 Vertikaler unterer Fensteranschluss	48
Abb. 34	Detail S 06 Vertikaler Fensteranschluss Stiegenhaus.....	49
Abb. 35	Detail S 04 Sockeldetail Fassadensanierung	51
Abb. 36	Detail G 15 Horizontalschnitt Balkonzwischenwand.....	52
Abb. 37	Detail G 14 Horizontalschnitt Balkonanschlusswand inkl. Balkontür	52
Abb. 38	Vertikalschnitt Loggiaverbreiterung	53
Abb. 39	Information zur Mieterversammlung	55
Abb. 40	Das Gerät läuft und ist am Bild hinten links unter dem weißen Stoff in Betrieb..	57
Abb. 41	Präsentationsgerät Inventer von der Seite und von Innen inkl. Steuergerät	57
Abb. 42	Infotisch für die Fixierung der Wünsche der Mieter bzgl. der Lage der Lüftungsgeräte	58
Abb. 43	Grundriss für Infotag Wohnungstyp „groß“ rechts; Vorlage zum Einzeichnen der Lüftungsgeräte	58
Abb. 44	Ausgefüllter Grundriss mit der gewünschten Lage der Lüftungsgeräte der Mieter: schwarze Rechtecke	59

Abb. 45	Ansicht nach der Sanierung.....	59	
Abb. 46	Ansicht während der Sanierung.....	60	
Abb. 47	Projektplan Informationsarbeit.....	61	
Abb. 48	Folie „Angebot“	62	
Abb. 49	Einladung Info-Tag	64	
Abb. 50	Situationen am Info-Tag	65	
Abb. 51	Innenaufnahme AW Wohnzimmer – „Gerätemontage gut möglich“	93	
Abb. 52	Innenaufnahme AW Badezimmer – „Gerätemontage schwierig“	94	
Abb. 53	Innenaufnahme AW Schlafzimmer – „Gerätemontage gut möglich“	95	
Abb. 54	CAD-Plan Komfortlüftung Wohnungstypen groß und klein.....	96	
Abb. 55	Gerätetyp Fa. Inventer – Ansicht wohnungsintern mit Zentralregler	97	
Abb. 56	Gerätetyp Fa. Inventer – Ansicht von außen mit Abdeckhaube	97	
Abb. 57	Thermografie Fassade Nord Auflager, Foto Fassade Nord Auflager	98	
Abb. 58	Thermografie Fassade Süd Fenstersturz; Fotos Fassade Süd Fenstersturz	99	
Abb. 59	Thermografie Fassade Nord Heizkörper; Foto Fassade Nord Heizkörper	99	
Abb. 60	Thermografie Fassade Nord Kellermauerwerk; Foto Fassade Nord Kellermauerwerk	100	
Abb. 61	Thermografie Fassade Nord Gebäudetrennfuge; Foto Fassade Nord Gebäudetrennfuge	100	
Abb. 62	Nachbargebäude nach der Sanierung mit wesentlich niederen Oberflächentemperaturen. (Bericht WAG_Aussen_Rep1, Seite 29)	101	
Abb. 63	Wohnanlage Weinheberstr. 3-9 vor der Sanierung. (Bericht WAG_Aussen_Rep1, Seite 15).....	101	
Abb. 64	Thermografie Zimmer Innenecke Abb. 65 Thermografie Zimmer Innen Heizkörper (Aufnahme WAG_M_Rep, Seite 12) (Aufnahme WAG_M_Rep, Seite 13).....	101	
Abb. 66	Thermografie Zimmer Innen Heizungsleitung Außenwand (Aufnahme WAG_M_Rep, Seite 22).....	102	
Abb. 67	Thermografie Zimmer Innen Wohnungseingangstür (Aufnahme WAG_M_Rep, Seite 25).....	102	
Abb. 68	Thermografie Innen Fensterflügel (WAG_Blower_Door_Rep, Seite 10).....	103	
Abb. 69	Thermografie Zimmer Innen neue Fenster Fensterstock (WAG_Blower_Door_Rep, Seite 7).....	103	
Abb. 70	Thermografie Zimmer Innen Verteiler (WAG_Blower_Door_Rep, Seite 18)	103	
Abb. 71	Thermografie Zimmer Innen Kabel TV Anschluss (WAG_Blower_Door_Rep, Seite 15).....	104	
Abb. 72	Thermografie Zimmer Innen Wohnungseingangstür	104	
Abb. 73	Thermografie WC Innen WC-Entlüftung	104	
Abb. 74	Grundriss Lage der Wohnungen, die mit Blower-Door-Test geprüft wurden....	105	
Abb. 75	Bericht WAG_Aussen1_Rep, Seite 13 Abb. 76 Bericht WAG_Aussen2_Rep, Seite 10.....	106	
Abb. 77	Bericht WAG_Aussen1_Rep, Seite 9 Abb. 78 Bericht WAG_Aussen2_Rep, Seite 12	106	
Abb. 79	Bericht WAG_Aussen1_Rep, Seite 7 Abb. 80 Bericht WAG_Aussen2_Rep, Seite 13	107	
Abb. 81	Bericht WAG_Aussen1_Rep, Seite 11	Abb. 82 Bericht WAG_Aussen2_Rep, Seite 25.....	107
Abb. 83	Bericht WAG_M_Rep, Seite 14	Abb. 84 Bericht WAG_S_Rep, Seite 25.....	108
Abb. 85	Bericht WAG_M_Rep, Seite 16	Abb. 86 Bericht WAG_S_Rep, Seite 6.....	108
Abb. 87	WAG_Blower_Door_02_Rep, Seite 4.....		109
Abb. 88	WAG_Blower_Door_02_Rep, Seite 28.....		109
Abb. 89	Planung Sanierung Ansicht Nord mit Liftzubau		119
Abb. 90	Planung Sanierung Ansicht Süd mit Loggiaerweiterung.....		119
Abb. 91	Saniertes Projekt Weinheberstraße		120
Abb. 92	Saniertes Projekt Weinheberstraße		120

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1	Flächenberechnung Typ „klein“	11
Tab. 2	Flächenberechnung Typ „groß“	12
Tab. 3	Aufbauten Bestandsobjekt.....	14
Tab. 4	Ausschnitt aus dem Formular zum Ansuchen der Förderung der Lüftungsgeräte ..	20
Tab. 5	Ausschnitt aus PHPP von POPPE PREHAL	22
Tab. 6	Gegenüberstellung Berechnungsvarianten mit dem Energieausweis OÖ von DI Schild	23
Tab. 7	Aufbauten: Bestand- Sanierung konventionell- Sanierung optimiert 1. Teil	27
Tab. 8	Aufbauten: Bestand- Sanierung konventionell- Sanierung optimiert 2. Teil	28
Tab. 9	Beurteilung Wohnsiedlung/ Wohnumfeld N=32.....	66
Tab. 10	Beurteilung der eigenen Wohnung N=32	67
Tab. 11	Beurteilung geplante Sanierung N=32.....	67
Tab. 12	Beurteilung: Energetische Sanierung N=32	68
Tab. 13	Auswertung kontrollierte Wohnraumlüftung.....	68
Tab. 14	Aufbauvarianten Außenwand	73
Tab. 15	Aufbauvarianten Außenwand	74
Tab. 16	Primärenergiebedarf nicht erneuerbar	75
Tab. 17	Treibhauspotential (GWP 100).....	76
Tab. 18	Versauerung.....	77
Tab. 19	Recycling Entsorgung	79
Tab. 20	Aufbau des Daches	83
Tab. 21	Varianten des Aufbaus des Daches	83
Tab. 22	Primärenergiebedarf nicht erneuerbar	84
Tab. 23	Treibhauspotential (GWP100).....	84
Tab. 24	Versauerung	85
Tab. 25	Recycling/ Entsorgung.....	86
Tab. 26	Gegenüberstellung/Marktanalyse Einzelraumlüftungsgeräte	89
Tab. 27	Übersicht Dimensionierung Lüftungsanlage/Einzelraumgeräte Wohnungstypen 92	
Tab. 28	Gesamtkosten ökoeffiziente Sanierung	112
Tab. 29	Kostenschätzung Mehraufwand ökoeffiziente Sanierung	113
Tab. 30	Kostenschätzung Lüftungsanlage Gesamtwohnanlage.....	114
Tab. 31	Gegenüberstellung Energiekennzahlen.....	116
Tab. 32	Finanzierung der ökoeffizienten Sanierung	116