

Ökologische Sanierung eines denkmalgeschützten Gebäudes mit Passivhaustechnologien

Gebäudesanierung im Spannungsfeld zwischen
Denkmalschutz und neuesten Passivhaustechnologien.

W. Hofbauer, F. Mühling, et al.

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

25/2009

Impressum:

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

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

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

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

Ökologische Sanierung eines denkmalgeschützten Gebäudes mit Passivhaustechnologien

Gebäudesanierung im Spannungsfeld zwischen Denkmalschutz und neuesten Passivhaustechnologien.

DI Wilhelm Hofbauer, Arch. DI Friedrich Mühling, DI Fritz Zierfuß,
Hans Zelenka, DI Roman Smutny
Arbeitsgemeinschaft Hofbauer Mühling

Univ.Prof. DI Dr.rer.nat. Jürgen Dreyer, Ao.Univ.Prof.
DI Dr. Thomas Bednar, DI Dr. Clemens Hecht, Tanja Höfer
TU Wien, Institut für Hochbau und Technologie

DI Dr. Thomas Mach, DI Markus Michlmair, DI Dr. Hermann
Schranzhofer, Ao.Univ.Prof. DI Dr. Wolfgang Streicher
TU Graz, Inst. für Wärmetechnik, Arbeitsber. Energieeffiziente Gebäude

Ao.Univ.Prof. Mag. Dr. Philipp Weih
Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Meteorologie

DI Markus Brandl
architektur bau projekt gmbH, Salzburg + Bad Ischl

Wien, April 2009

Ein Projektbericht im Rahmen der Programmlinie



Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften

Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

Vorwort

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

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

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

Das Impulsprogramm *Nachhaltig Wirtschaften* verfolgt nicht nur den Anspruch, besonders innovative und richtungsweisende Projekte zu initiieren und zu finanzieren, sondern auch die Ergebnisse offensiv zu verbreiten. Daher werden sie in der Schriftenreihe publiziert, aber auch elektronisch über das Internet unter der Webadresse <http://www.HAUSderZukunft.at> Interessierten öffentlich zugänglich gemacht.

DI Michael Paula

Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

INHALTSVERZEICHNIS

1	Haidenhof in Bad Ischl - Bestandsanalyse und architektonisches Konzept für zukünftige Nutzung	16
1.1	Einleitung	17
1.2	Projektentwicklung - Gesamtziel	17
1.3	Standortanalyse	17
1.3.1	Überregionaler – geografischer - ökonomischer Bezug	17
1.3.2	Regionaler – Bezug	18
1.4	Analyse Bestand – bauliche Historie	19
1.4.1	Ursprüngliche Nutzungen	19
1.4.2	Gottwald - Gütl	19
1.4.3	Robinson – Gut	23
1.4.4	Gemeinde Bad Ischl – Haidenhof	23
1.5	Projektentwicklung - Nutzungsszenarien	28
1.5.1	Präambel	28
1.5.2	Architektonische, soziale und ökonomische Planungsziele	28
1.5.3	Technisch - ökologische Planungsziele	29
1.5.4	Nutzungskonzept – Kunst- und Kulturakademie	30
1.5.5	Planungs- und Projektentwicklungsleistung	34
1.5.6	Fazit – Zusammenfassung	39
2	Schadens- und Zustandsanalyse Haidenhof - Bad Ischl	40
2.1	Allgemein	40
2.2	Schadens- und Zustandsbeschreibung	40
2.3	Allgemeine Bewertung	42
2.4	Pläne und Fotos der Schadensanalyse	42
2.5	Fundamente	65
2.6	Bohrprofile	66
2.7	Feuchtigkeitsverteilung	75
2.8	Salze	76
2.9	Holzbauteile - Dachkonstruktion	76
2.10	Holzbauteile - Fußboden	77

3	METEOROLOGISCHE DATEN	78
3.1	Klimadaten	78
3.2	Erdreichtemperaturen	87
4	THERMISCHE UND HYGRISCHE SIMULATION DER AUSSENWAND	88
4.1	Eingangsparameter und Wärmebrückenanalyse	88
4.1.1	Eingabeparameter und Wärmebrückenanalyse der Entwurfs-Varianten	88
4.1.2	Wärmebrücken der Entwurfsvarianten	94
4.1.3	Eingabeparameter und Wärmebrückenanalyse der Ausführungs-Varianten	95
4.1.4	Methodische Grundlagen	98
4.2	Thermische und hygrische Bauteilsimulation	100
4.2.1	Innendämmung mit 5 cm Kalziumsilikatplatten (Var. 6)	100
4.2.2	Innendämmung 5 cm Kalziumsilikat, Außendämmung 10 cm Mineralwolle (Var. 8)	104
4.2.3	Innendämmung mit 5 cm aus verschiedenen Dämmstoffen (Var. 6)	105
4.3	Zusammenfassung der Ergebnisse	109
5	THERMISCHE GEBÄUDESIMULATION	110
5.1	Aufbau und Simulationsannahmen	111
5.2	Zusammengefasste Ergebnisse	113
5.3	Annahmen fixierter Eingabegrößen	114
5.3.1	Ausrichtung des Gebäudes	114
5.3.2	Geometrische Auswertung und thermische Zonierung	115
5.3.3	Fenster und Verglasungen	118
5.3.4	Verschattung	119
5.3.5	Gleichbleibende Konstruktionsaufbauten	119
5.3.6	Geometrieannahmen der Wärmebrücken zu Erdreich	120
5.3.7	Infiltration (Fugenlüftung)	123
5.3.8	Zuordnung von Nutzungskategorien zu den Zonen	124
5.3.9	Heizen	125
5.4	Annahmen variierter Eingabegrößen	127
5.4.1	Außenbauteile - Bestand	127
5.4.2	Außenbauteile - Außendämmung	128
5.4.3	Außenbauteile - Innendämmung	130
5.4.4	Fenster - Bestand	131
5.4.5	Fenster - Kastenfenster mit K-Glas	131
5.4.6	Fenster - Kastenfenster mit Vakuumglas	132
5.4.7	Wärmebrücken - Bestand	132
5.4.8	Wärmebrücken - Außendämmung	133
5.4.9	Wärmebrücken - Innendämmung	133
5.4.10	Standardnutzung	135
5.4.11	Abluftwärmerückgewinnung	140
5.4.12	Kühlung	140

5.5	Simulationsergebnisse	142
5.5.1	Jahreswärmebilanzen des Gesamtgebäudes im Jahresvergleich	142
5.5.2	Heizleistungen des Gesamtgebäudes	153
5.5.3	Kühllleistungen des Gesamtgebäudes	157
5.5.4	Jahreswärmebilanz 2005 der thermischen Zonen (Szenario 05a)	158
5.5.5	Temperaturverläufe in ausgewählten Zonen (Szenario 04a)	160
5.5.6	Zusammenfassung der Ergebnisse	166
6	ENERGIEKONZEPT UND DENKMALSCHUTZ	171
6.1	Lüftungskonzept	171
6.2	Heizungskonzept	172
6.3	Kühlkonzept	172
6.4	Denkmalschutz	172
7	ZUSAMMENFASSUNG	174
8	LITERATURANGABEN	181
9	TABELLENVERZEICHNIS	182
10	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	183
11	PROJEKT BETEILIGTE	188

KURZFASSUNG

Ursprünglich als Poststation errichtet und im Jahre 1870 zu einem Wohn- und „Ökonomiegebäude“ umgebaut, erhielt der **Haidenhof** im Zuge von Um- und Zubauten in den 1930er Jahren sein heutiges Erscheinungsbild. Nach dem Tode der letzten Besitzer fielen Gebäude und Grundstück an die Stadtgemeinde **Bad Ischl**. Trotz geringfügiger Sanierungs- und Erhaltungsarbeiten verschlechtert sich der Zustand des denkmalgeschützten Gebäudes zusehends.

Eine umfassende Sanierung und Revitalisierung der baulichen Substanz ist ebenso dringend nötig wie ein nachhaltiges Nutzungskonzept. In der gegenständlichen Forschungsarbeit werden daher die Grundlagen für eine **ökologische Pilotsanierung unter Einsatz von Passivhaustechnologien** erarbeitet.

Die besondere Herausforderung liegt dabei im Spannungsfeld zwischen **Denkmalschutz und technischer Gebäudesanierung** mit Passivhaustechnologien einerseits und der **architektonischen Umsetzung** andererseits. Die Umsetzung baut auf der Entwicklung eines nachhaltigen und zukunftsweisenden Nutzungskonzeptes auf.

Das in einem ersten Schritt erstellte **Nutzungskonzept** ist auf das Gebäude mit etwa 2500 m² Nutzfläche und auf ca. 40.000 m² Grünfläche in günstigster Lage abgestimmt. Es soll ein lokales, multifunktionales Zentrum für kunst- und kulturell orientierte, überregionale Institutionen entstehen, das gleichzeitig auch als Ausbildungs- und Lehrstätte genutzt wird. Angestrebt wird die Institutionalisierung einer Kunst- und Kulturakademie des inneren Salzkammergutes, die neben Malerei, Operette, Schauspiel und Kleinkunst auch die Option Kochkunst oder Weinkultur beinhaltet.

In einem weiteren Schritt wurde der technische Gebäudezustand in einer umfangreichen **Schadens- und Zustandsanalyse** erfasst. Dabei wurde festgestellt, dass bereits diverse Sanierungsversuche und Reparaturen des Gebäudes stattgefunden haben.

Die vorhandenen Schädigungen sind wesentlich geprägt durch örtliche Besonderheiten. So sind die Feuchtigkeitsbelastung und die daraus resultierende Schädigung im Eingangsbereich auf eine defekte Regenablenkung im Außenbereich zurückzuführen. Weitere geschädigte Bereiche sind örtlich begrenzt.

Der Kellerbereich zeigt typische Abnutzungserscheinungen für ein Gebäude dieses Alters. Es wurden unterschiedlich starke Putzabplatzungen festgestellt. Ein Holzbalken in einem Kellerraum ist auf Grund der hohen Luftfeuchtigkeit mit Schimmelpilz stark belastet. Die Fundamente zeigten keine Besonderheiten.

Anhand der Bohrprofile war erkennbar, dass nur eine geringe Durchfeuchtung des Mauerwerkes vorliegt. Höhere Feuchtigkeitsbelastungen an einem Bohrprofil zur Außenseite hin sind mit dem dichteren Außenputz begründbar.

Höhere Durchfeuchtungen im Bereich der Wandoberflächen sind auf die nicht vorhandene Beheizung des Gebäudes (Kondensat) bzw. auf die sehr geringe Salzbelastung im Mauerwerk zurückführbar. Die vorliegenden Ergebnisse zur Salzbelastung zeigen keine besonderen Auffälligkeiten und sind, wenn vorhanden, als gering zu bezeichnen.

Die stärksten Schädigungen bzw. Auffälligkeiten zeigt der Dachstuhl, bei dem in Teilbereichen die Standfestigkeit bereits gefährdet ist. Durch Wassereintritt, Fäulnis und Wurmbefall sind Konstruktionshölzer stark angegriffen. Teilweise fehlen überhaupt Konstruktionselemente wie Streben, Windaussteifungen, usw.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass keine Feuchtigkeits- und Salzbelastung des Gebäudes vorliegt, die eine entsprechende Mauerwerkssanierung zwingend notwendig macht.

Ausgehend vom Nutzungskonzept und der Schadens- und Zustandsanalyse wurden **Sanierungsvorschläge und Varianten** ausgearbeitet, überprüft und bewertet. Dazu wurden lokale, meteorologische Daten für die Simulationsrechnungen aufbereitet. Weiters wurden Vorinformationen beim Landeskonservatorat OÖ über die möglichen Sanierungsmaßnahmen eingeholt.

Durch thermische und hygrische Bauteilsimulationen wurden Ausführungsdetails optimiert, um Wärmebrücken und Feuchtigkeitsprobleme zu vermeiden. Dabei hat sich gezeigt, dass eine reine Innendämmung mit Kalziumsilikatplatten beim vorliegenden Natursteinmauerwerk zu einer unzulässig hohen relativen Feuchte am Übergang zwischen Innendämmung und Mauerwerk führen würde. Als zulässige Innendämmungen haben sich solche aus dampfdichten Materialien wie Schaumglas oder Vakuumisulationspaneelen herausgestellt.

Aufbauend auf diese Vorarbeiten wurden schließlich verschiedene Sanierungsvarianten für den Haidenhof festgelegt und durch eine thermische Gebäudesimulation bewertet.

Dabei wurde von folgenden drei Hauptvarianten für die Sanierung der massiven Gebäudeteile ausgegangen:

In der Variante **Bestand** wird angenommen, dass ausschließlich die nicht gebrauchstauglichen Bauteile wie der desolate Dachstuhl und die Leichtbauwände des Gebäudes durch bauordnungskonforme Konstruktionen ersetzt werden.

In der Sanierungsvariante **Außendämmung** werden die Kalksteinwände im Erd- und Obergeschoss mit einer 20 cm starken Wärmedämmung an der Außenseite und mit einer dünnen Dämmung an der Innenseite des Erdgeschosses versehen. Der Dachstuhl und die Leichtbauwände werden in einer passivhaustauglichen Konstruktion ausgeführt.

In der Sanierungsvariante **Innendämmung** werden die Kalksteinwände im Erd- und Obergeschoss mit einer 8 cm starken, dampfdichten Innendämmung versehen; die Außenseite bleibt ungedämmt. Der Dachstuhl und die Leichtbauwände werden, wie in der Sanierungsvariante Außendämmung, in einer passivhaustauglichen Konstruktion ausgeführt.

In der thermischen Gebäudesimulation wurde für den **Bestand** ein Heizwärmebedarf von **150 kWh/m²a** ermittelt.

Für die thermisch und bautechnisch optimale **Sanierung mit Außendämmung** verringerte sich der Heizwärmebedarf mit einer hocheffizienten Abluftwärmerückgewinnung auf etwa **24 kWh/m²a**.

Bei der von Seite des Denkmalschutzes präferierten **Sanierung mit Innendämmung** lässt sich der Heizwärmebedarf mit einer hocheffizienten Abluftwärmerückgewinnung auf etwa **38 kWh/m²a** reduzieren.

Zur Sanierung der Kastenfenster wurden die Varianten **Austausch des vorhandenen Glases im Innenflügel** durch eine **K-Glas-Scheibe** oder durch eine **Vakuumverglasung** untersucht. Dabei hat sich gezeigt, dass der Einsatz der Vakuumverglasung keine nennenswerten Verbesserungen gegenüber dem K-Glas ergibt, aber ungleich höhere Kosten verursachen würde.

Für die **regenerative Wärmebereitstellung** im sanierten Gebäude wird eine **Holzpelletsheizung** vorgeschlagen, wobei auch ein Heizkessel mit **Stirlingmotoraufsatz zur Stromerzeugung** zum Einsatz kommen soll. Eine geplante thermische Solaranlage wurde wegen der Einwände des Denkmalschutzes nicht weiter verfolgt.

Der **sehr geringe Kühlbedarf**, der sich bei der thermischen Gebäudesimulation ergeben hat, wird über **Erdwärmefiefensonden** weitgehend abgedeckt.

SUMMARY

The building of the Haidenhof was originally constructed as a coaching inn. In the year 1870 it was adapted to a residential building and after some modifications in the 1930s it got its today appearance. After the death of the last owners the building and the site became property of the community Bad Ischl. Despite of some minor restoration works the state of the listed building deteriorates noticeably.

A comprehensive renovation and revitalisation of the building structure are as urgently necessary as a sustainable concept for developing the site. The present research study therefore provides the basis for an ecological exemplary renovation using passive house technologies.

The special challenge lies in the restoration of a listed building with passive house technologies on one side and the architectural implementation on the other side. The implementation is based on the development of a sustainable and forward-looking concept for the site.

In a first step the concept for the site, that takes into account a floor area of the building of 2.500 m² and a green area of app. 40.000 m² in favourable location, was developed. A local, multifunctional centre for art and cultural oriented, supraregional institutions shall arise which is used also for education and training. The institutionalisation of an art and culture academy is intended for the inner "Salzkammergut" which includes besides painting, operetta, play and cabaret also the option cookery or wine culture.

In another step the technical condition of the building was documented in a comprehensive analysis of state and damage. It was found out that various attempts to renovate or repair the building have been already carried out.

The existing damages are characterised basically by local specialities. So the higher humidity and the damage resulting from it in the entrance area can be explained by a broken rain pipe on the outside. Other damages are limited to local areas.

The basement shows typical wear and tear appearances for a building of this age. Variable flaking of plaster was determined. A wooden beam in a basement room got very mouldy due to the high air humidity. The foundations of the building did not show any anomalies.

With the drilling profiles was recognizable that there is only a low moisture penetration of the masonry. Higher humidity values to the outside of one drilling profile are caused by a denser exterior plaster.

Higher moisture penetration on wall surfaces can be traced back to the not working heating system of the building (condensate) or to the very low salt contamination in the masonry. The results for the salt contamination do not show any particular irregularities. The salt content in the masonry is partly not detectable and partly very low.

The roof truss for which the stability is already endangered in parts shows the heaviest damages and problems. Leakage, fungal decay and wood worms affected the wooden construction highly. Partly even necessary construction elements are missing.

It is summarizing to notice that there is no increased humidity and salt contamination of the building which mandatorily make a masonry renovation necessary.

Based on the concept for developing the site and the analysis of state and damage renovation suggestions and variants were worked out, checked and reviewed. For this purpose local, meteorological data were preprocessed for the simulation of the building. Furthermore pre-information from the "Landeskonservatorat OÖ" (monument protection authority) about the possible reconstruction measures were obtained.

The planned building elements were optimized by thermal and hygric simulations to avoid thermal bridges and humidity problems. In doing so we found out that a sole inside insulation with calcium silicate slabs at the natural stone masonry would lead to an inadmissibly high relative humidity at the junction between inside insulation and masonry. It turned out that only inside insulations with vapour-tight materials like foam glass or vacuum isolation panels can be used.

Based on these preparatory studies different renovation variants for the Haidenhof were finally defined and assessed by a thermal building simulation.

The following three main variants were selected for the renovation of the solid building parts:

In the variant "existing building" it is assumed that only the not utilisable components like the decayed roof truss and the lightweight walls of the building are replaced by constructions that fulfil the building regulations.

In the renovation variant "exterior insulation" the limestone walls in the ground floor and upper floor are covered with 20 cm insulation at the outside and with a thin insulation at the inside of the ground floor. The roof truss and the lightweight walls are carried out in constructions that are suitable for passive houses.

In the renovation variant "interior insulation" the limestone walls in the ground floor and upper floor are covered with 8 cm vapour-tight insulation at the inside. There is no insulation on the outside of the wall. The roof truss and the lightweight walls are carried out in constructions that are suitable for passive houses.

In the thermal building simulation a heating demand of 150 kWh/m²a was determined for the existing building.

For the thermal and technical optimal renovation with exterior insulation the heating demand was reduced to approximately 24 kWh/m²a by using a high efficient air heat recovery.

In the case of the renovation with inside insulation that the monument protection authority prefers the heating demand can be reduced to approximately 38 kWh/m²a with a high efficient air heat recovery.

For the renovation of the casement-type windows the versions replacement of the existing glass pane in the inner window by a K-glass pane or by vacuum glazing were analysed. The result of the analysis was that the use of the vacuum glazing does not yield any considerable improvements compared to the K-glass but would cause much higher costs.

To supply the renovated building with renewable energy we suggest a wood-pellet heating. One boiler should be equipped with a stirling motor for the production of electric energy. We did not continue to pursue a planned solar thermal system because the monument protection authority objected to it.

The very low cooling demand which was calculated in the thermal building simulation is covered largely by ground heat probes.

1 HAIDENHOF IN BAD ISCHL - BESTANDSANALYSE UND ARCHITEKTONISCHES KONZEPT FÜR ZUKÜNFTIGE NUTZUNG

Ursprünglich als Poststation errichtet und im Jahre 1870 zu einem Wohn- und „Ökonomiegebäude“ umgebaut erhielt der Haidenhof (Abbildung 1-1) im Zuge von Um- und Zubauten in den 1930er Jahren sein heutiges Erscheinungsbild. Nach dem Tode der letzten Besitzer fielen das Gebäude und Grundstück an die Stadtgemeinde Bad Ischl. Im Zuge des gegenständlichen Projekts soll der Haidenhof einer ökologischen Pilotsanierung unter Einsatz von Passivhaustechnologien unterzogen werden. Die besondere Herausforderung liegt dabei im Spannungsfeld zwischen Denkmalschutz und technischer Gebäudesanierung.



Abbildung 1-1: Südwestansicht Haidenhof im Winter

Auf den folgenden Seiten werden die Bestandspläne und das ausgearbeitete Nutzungskonzept dargestellt.

1.1 Einleitung

Der Haidenhof, vormals Gottwald Gütl, wurde Anfang der 30er Jahre vom Musikverleger Armin L. Robinson erworben. Nach seinem Tod konnte seine Frau noch ca. 10 Jahre dort wohnen. Nach Ihrem Tod wurde das Gebäude der Gemeinde Bad Ischl zugeschrieben. Seither ist das Gebäude mit ca. 2500m² Nutzfläche unterschiedlich genutzt – in letzter Zeit diente es der Gemeinde Bad Ischl vorwiegend zu Lagerzwecken - insbesondere für die Unterbringung von Requisiten und Bühnenbilder der Bad Ischler Operettengemeinschaft.

Der Verlassenschaft entsprechend soll das Gebäude samt umliegenden Grundstück (ca. 40.000m²) entweder touristisch oder kulturell genutzt werden.

Seit ca. 8 Jahren verschlechtert sich der bauliche Zustand zunehmend – eine umfassende Sanierung und Revitalisierung der baulichen Substanz wäre für eine nachhaltige Nutzung dringend durchzuführen.

1.2 Projektentwicklung - Gesamtziel

Der Haidenhof soll einer ökologischen Pilotsanierung mittels Passivhaustechnologien unterzogen werden. Die besondere Herausforderung besteht in der Realisierung dieser Sanierung im Spannungsfeld des Denkmalschutzes, der technischen Gebäudesanierung mit Passivhaustechnologien, der architektonischen Umsetzung unter Bedachtnahme auf die historische Bauweise und der zukunftsweisenden Konzeption neuer Nutzungsmöglichkeiten.

Nach Abstimmung mit der Gemeinde Bad Ischl als Eigentümer und nach Überprüfung zahlreicher Vor-Konzeptionen wird seitens der Projektentwickler ein multifunktionales Zentrum für kunst- und kulturell orientierte Institutionen vorgeschlagen.

Bestehende Institutionen wie Operettenwochen Bad Ischl, Kongresszentrum Bad Ischl und zahlreiche erfolgreiche kulturelle Aktivitäten sind im Nutzungskonzept zu berücksichtigen.

1.3 Standortanalyse

1.3.1 Überregionaler – geografischer - ökonomischer Bezug

Bad Ischl ist das Zentrum des Salzkammergutes.

Diese bevorzugte Lage, insbesondere der Kreuzungspunkt von drei Tälern (Trauntal Richtung Traunsee und weiter Alpenvorland – Linz, Trauntal Richtung Hallstatt – steirisches Salzkammergut – Ennstal und Wolfgangtal – Wolfgangsee – Fuschlsee – Salzburg) sichert eine gute Erreichbarkeit. Die touristische Bedeutung dieser Region unterstützt den Bekanntheitsgrad – die Marke Salzkammergut ist gut eingeführt.



Abbildung 1-2: Region

1.3.2 Regionaler – Bezug

In unmittelbarer Nähe:

- Golfplatz Salzkammergut, angrenzendes Grundstück
- Bundesstrasse Richtung Salzburg – Nahversorger
- Bundesstrasse Richtung Bad Ischl Einkaufszentren, sämtliche Geschäfte für den täglichen Bedarf, Fachmarktzentren, Apotheke, Post... uvm.

10 – 15 Autominuten:

- Zentrum Bad Ischl (Kongress, Operette, Kino, Wellness, Einkauf, Spitzengastronomie, Cafe-Zauner, Hotellerie 360 **** Betten, uvm.)
- Bundesstrasse Richtung Salzburg (Wolfgangsee, St. Wolfgang, St. Gilgen, Postalm – Schigebiet, ... uvm.)



Abbildung 1-3: Umgebungsplan

1.4 Analyse Bestand – bauliche Historie

1.4.1 Ursprüngliche Nutzungen

Der Haidenhof war in seiner ursprünglichen Funktion als Poststation Aigen in unmittelbarer Nähe der Strasse nach Salzburg und der Eisenbahntrasse Lokalbahn Salzburg – Bad Ischl positioniert. Die in den vorhandenen Bestandsplänen eingezeichneten und auch heute noch vorhandenen Stallungen und Wagenräume weisen auf diese ursprüngliche Verwendung hin (Bildnachweis in Privatbesitz).

1.4.2 Gottwald - Gütl

Im Jahre 1870 errichtete Herr Carl Gottwald ein Wohn- und Ökonomie Gebäude als Umbau und Erweiterung der damaligen Poststation. Die Baumasse ist im Wesentlichen die bis heute noch erhaltene. Im Jahre 1901 wurde das Gebäude von Herrn Rudolf Gottwald mit einer Veranda ergänzt.

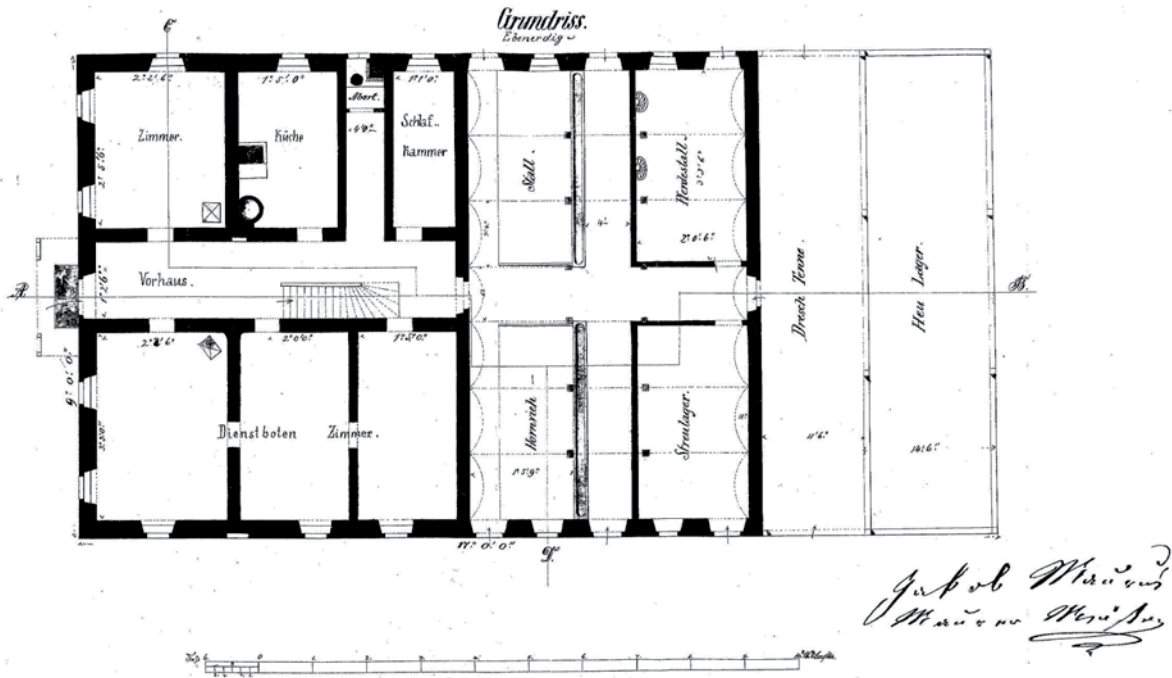


Abbildung 1-4: Bestandsplan 1870, Erdgeschoss

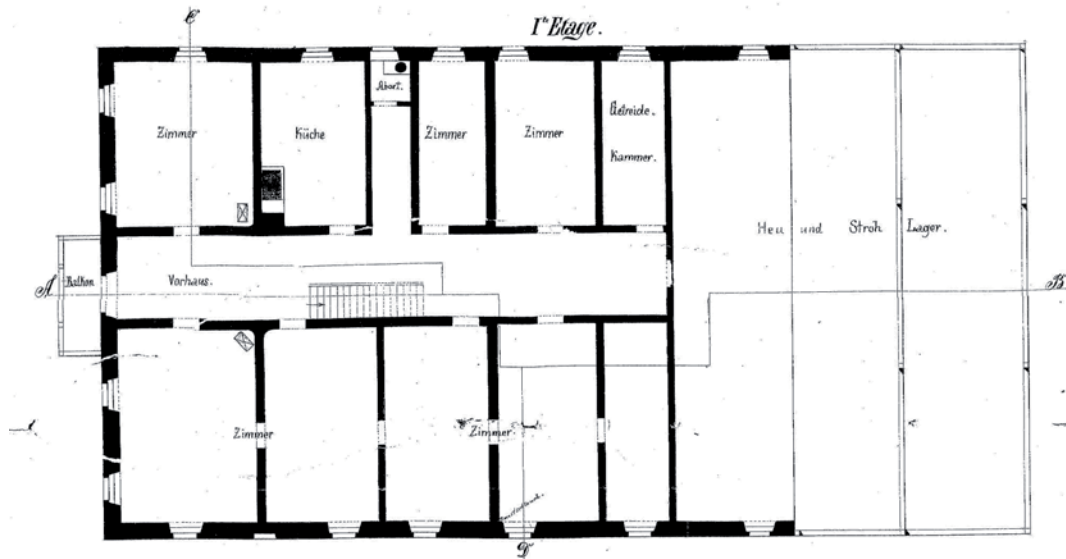
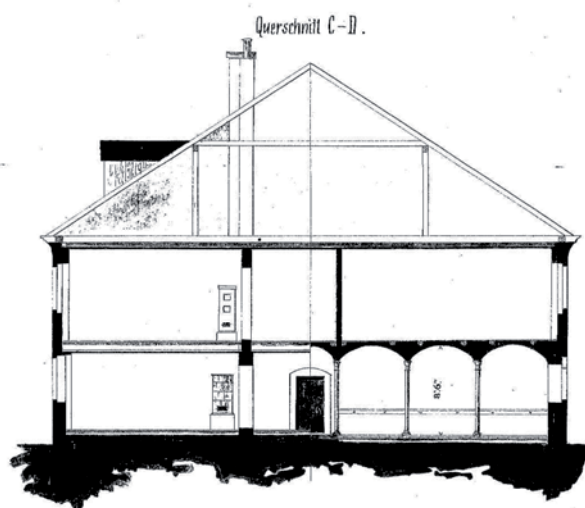


Abbildung 1-5: Bestandsplan 1870, Obergeschoss



Jacob Maier
München
Maier

Abbildung 1-6: Bestandsplan 1870, Ansicht Süd

Schnitt West-Ost

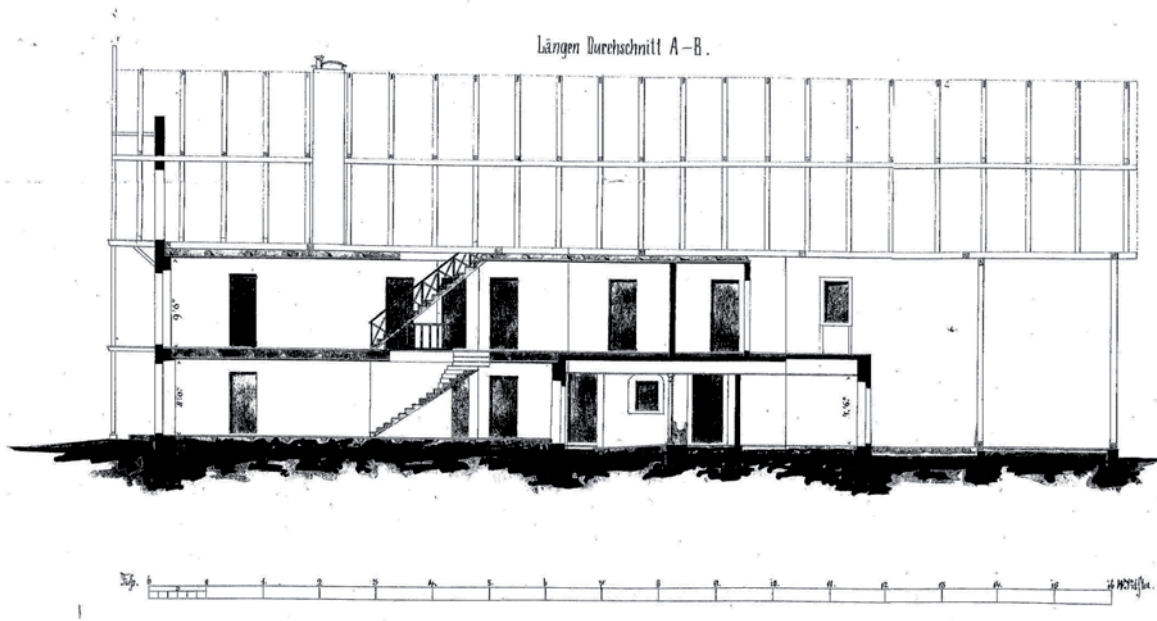


Abbildung 1-7: Bestandsplan 1870, Schnitt Süd-Nord

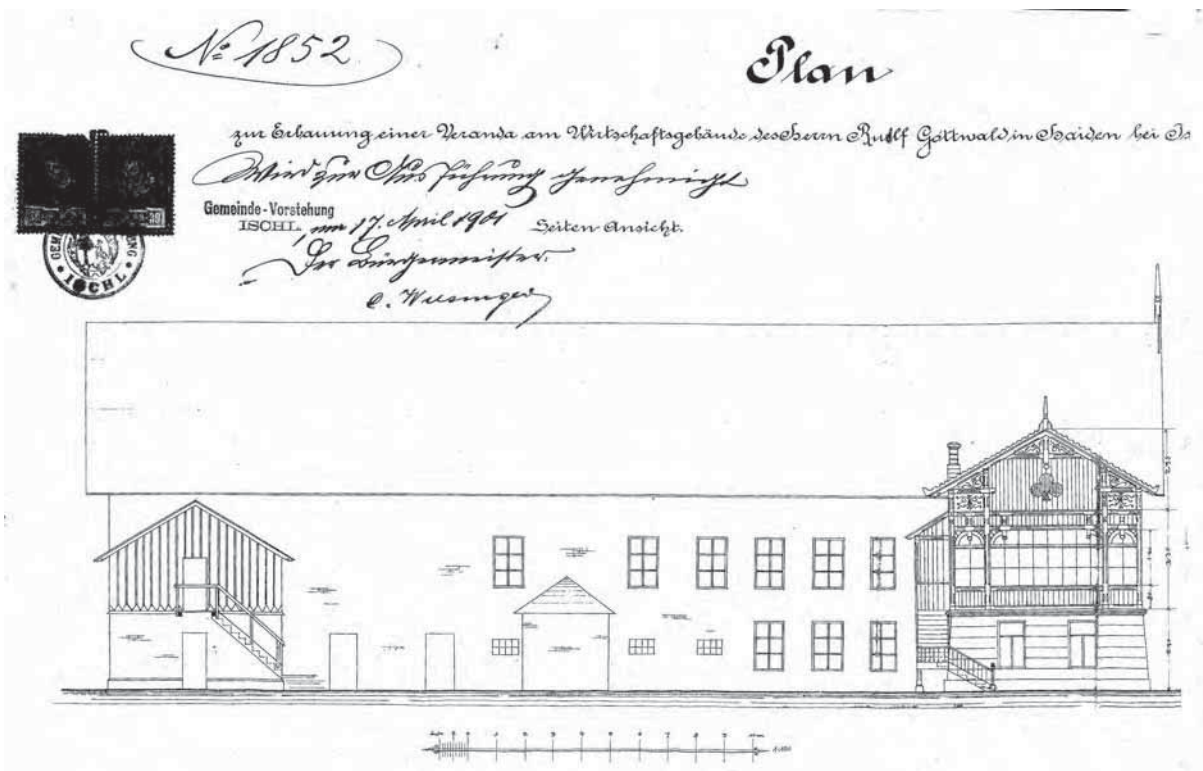


Abbildung 1-8: Bestandsplan 1870, Ansicht West

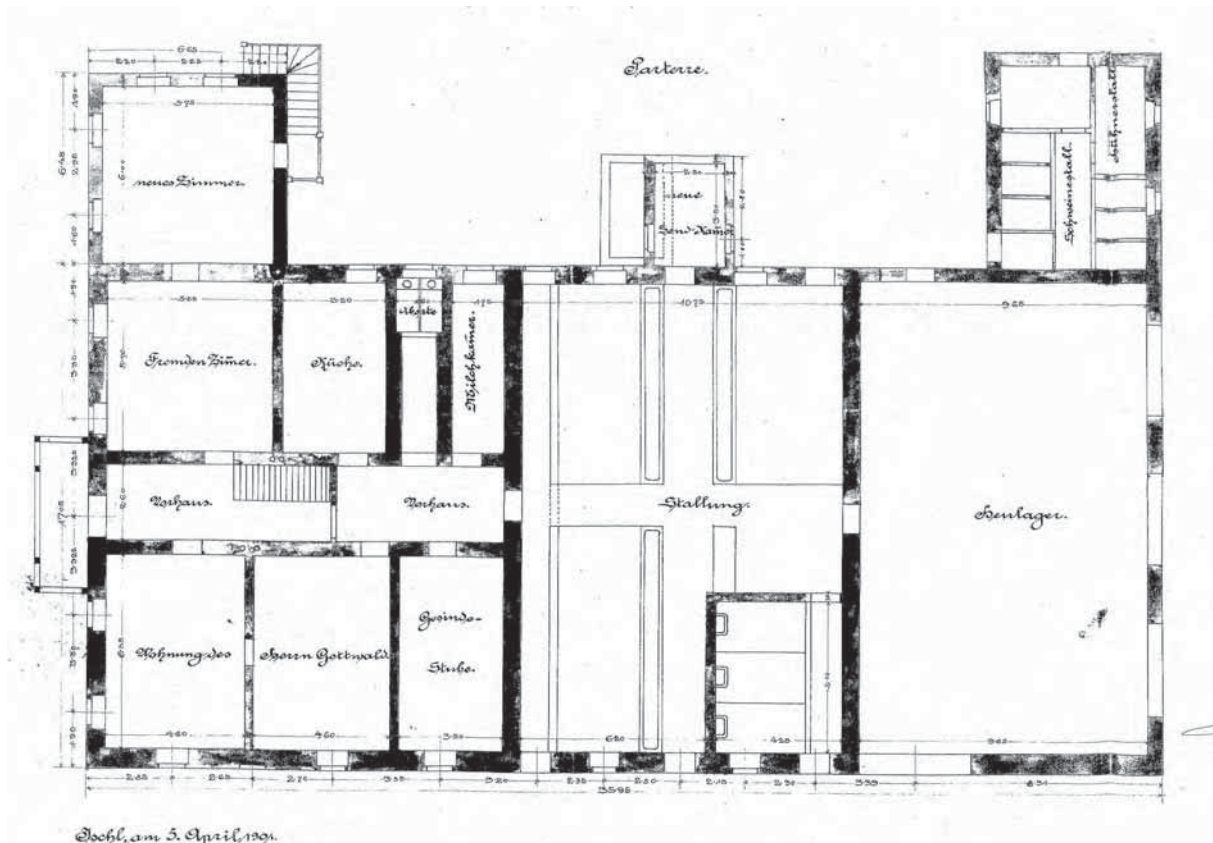


Abbildung 1-9: Umbau 1901, Erdgeschoss

1.4.3 Robinson – Gut

Anfang der 30er Jahre des vorigen Jahrhunderts erwarb Armin L. Robinson das Gottwald-Güt und gab dem Gebäude im Zuge von Um- und Zubauten das heutige Erscheinungsbild. Mitte der 60er Jahre des vorigen Jahrhunderts wurde am benachbarten Grundstück ein Gästehaus errichtet, welches bis heute von einem Erben bewohnt wird.

1.4.4 Gemeinde Bad Ischl – Haidenhof

Die Ehefrau von Armin L. Robinson bewohnte das Stammhaus noch 10 Jahre nach seinem Tod. Nach ihrem Tod fielen Gebäude und Grundstück an die Stadtgemeinde Bad Ischl, die Robinsons Witwe eine Leibrente bezahlt hatte. Seit mehreren Jahren wird das Gebäude nicht bewohnt – die Gemeinde nutzt die Räumlichkeiten zu Lagerzwecken. Geringfügige Sanierungs- und Erhaltungsarbeiten werden durchgeführt. Das Anwesen wird seitens der Gemeinde für die Errichtung eines Hotels oder anderer touristischer Projekte als Bauland mit einem Baurechtsverhältnis angeboten.

In Abbildung 1-10 ist der Bestand im Jahr 2005 mit Fotos dokumentiert. Die Bestandspläne für das Jahr 2005 sind in den Abbildungen 1-11 bis 1-16 zusammengestellt.



Innenhof – westseitig



Südansicht



Nord- und Westansicht



Zufahrt Bundesstrasse – Ostansicht



Dachstuhlkonstruktion – Scheune Richtung Wohntrakt



Dachstuhlkonstruktion – Richtung Scheunentor



Badezimmer 1.OG



Schlussstein mit Innschrift, Hinweis auf Ersterrichtung 1588

Abbildung 1-10: Bestand 2005, Fotos



Abbildung 1-11: Bestand 2005, Kellergeschoss

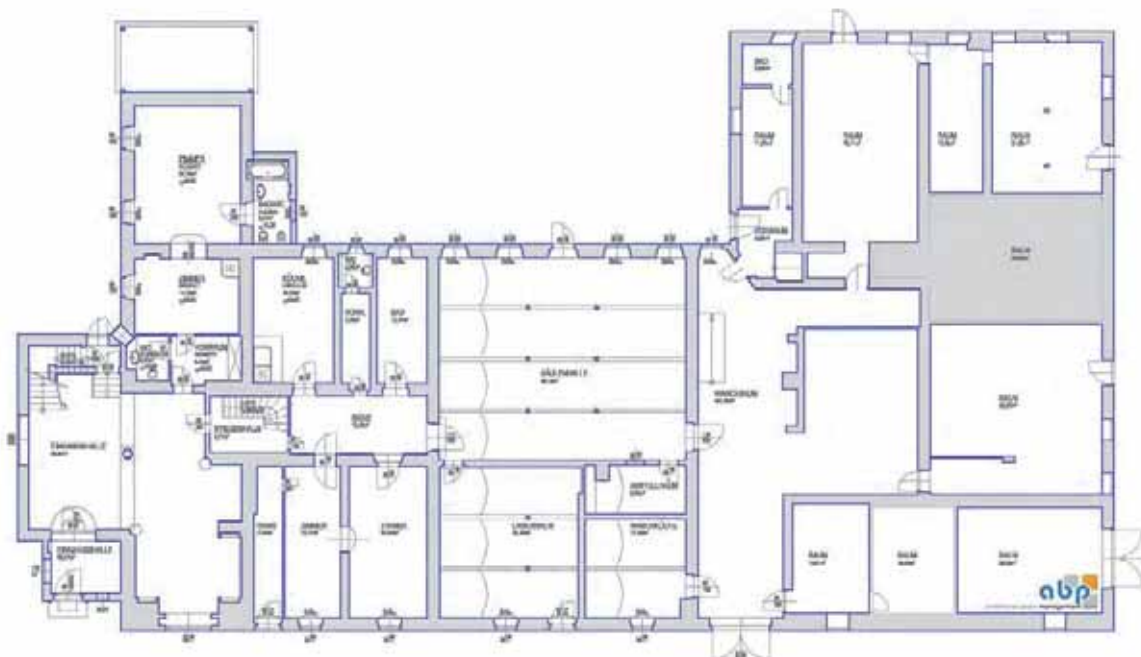


Abbildung 1-12: Bestand 2005, Erdgeschoss



Abbildung 1-13: Bestand 2005, Obergeschoss

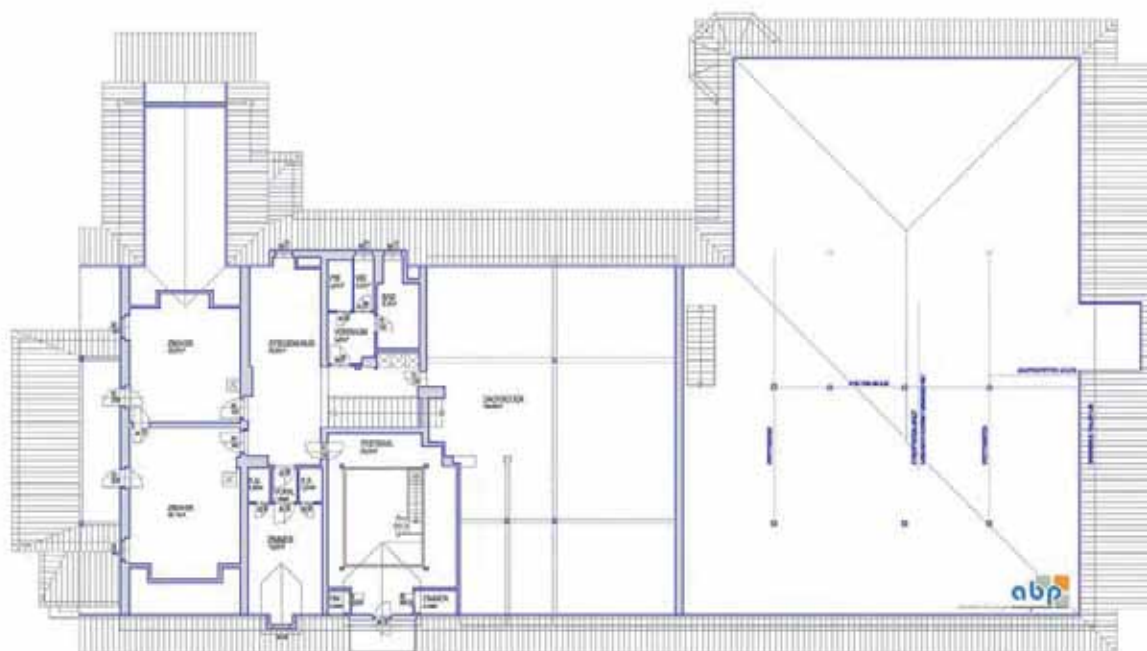


Abbildung 1-14: Bestand 2005, Dachgeschoss

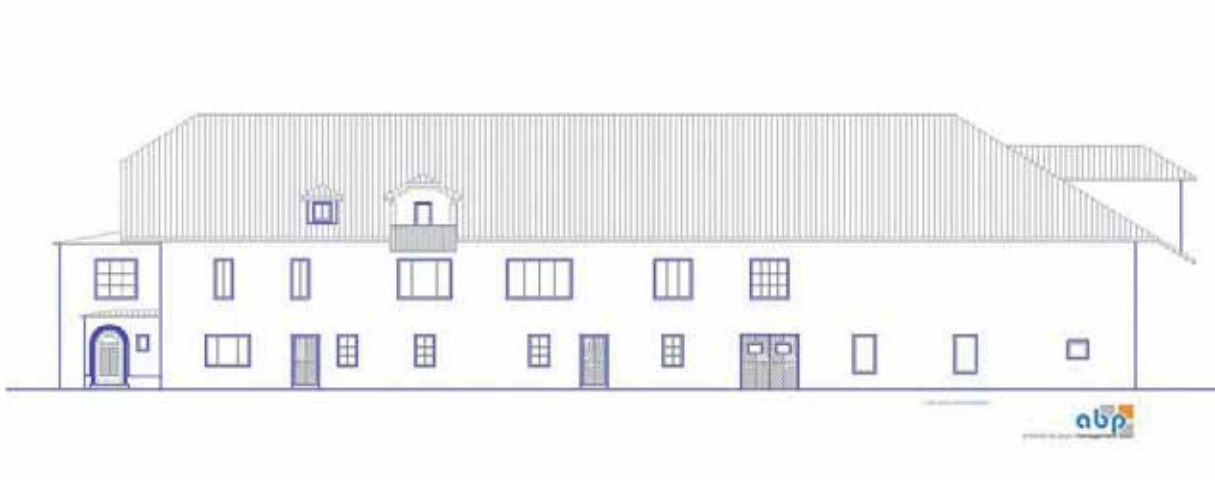


Abbildung 1-15: Bestand 2005, Ostansicht



Abbildung 1-16: Bestand 2005, Südansicht

1.5 Projektentwicklung - Nutzungsszenarien

1.5.1 Präambel

Entsprechend dem „Haus der Zukunft“ – Projekt „Ökologische Sanierung eines denkmalgeschützten Gebäudes mit Passivhaustechnologien“ sind die architektonischen Aspekte auf den beiden wichtigsten Entwicklungen im Bereich des solaren und energieeffizienten Bauens, auf - der solaren Niedrigenergiebauweise und der Passivhausbauweise aufzubauen. Für die Programmlinie "Haus der Zukunft" sollen diese "energiezentrierten" Innovationen um ökologische, ökonomische und soziale Anforderungen erweitert werden.

Das denkmalgeschützte Gebäude Haidenhof soll einer solchen ökologischen Mustersanierung unterzogen werden. Das schon mehrere Jahre leer stehende Gebäude weist zur Zeit eine Nutzfläche von etwa 2500 m² auf, im Umfeld stehen zusätzlich ca. 40.000m² Grünflächen zu Verfügung, welche im örtlichen Entwicklungskonzept als Bauerwartungsland ausgewiesen sind und damit die Möglichkeit einer Erweiterung bieten.

In der Folge soll eine „Initialzündung“ für die nachhaltige Sanierung insbesondere des ländlichen Gebäudebestandes bewirkt werden. Die besondere Herausforderung dieses Projektes liegt in der Verwirklichung einer ökologischen Sanierung im Spannungsfeld mit dem Denkmalschutz.

1.5.2 Architektonische, soziale und ökonomische Planungsziele

Parameter der Nutzungsentwicklung

- lokales, flexibles, multifunktionelles Zentrum für kunst- und kulturell orientierte Institutionen
- Überregionale Institution, als Plattform kultureller Begegnungen
- Ausbildungs- und Lehrstätte für Laien, Studierende und Experten
- Weiterbildung & Crossing (z.B.: Musik trifft bildende Künste)
- Weitere „Kunst“ –formen, wie Koch- und Lebenskunst.
- vermehrte Berücksichtigung von Service- und Nutzungsaspekten für die Benutzer (-innen)
- Erhöhung der Flexibilität im Gebäudebestand in Hinblick auf zukünftige Bedürfnisse der Nutzer und demographische und soziokulturelle Trends
- Kostengünstigkeit der Sanierung
- Steigerung der Know-how-Intensität
- Wertschöpfung und Beschäftigung durch qualitativ hochwertige Sanierungs- (dienst-)leistungen

1.5.3 Technisch - ökologische Planungsziele

Angestrebt wird hohe Energie-Effizienz durch Dämmung und Be- und Entlüftung mit hoch-effizienter Wärmerückgewinnung, Gesundheitsqualität durch beste Raumklimatik, trockene Mauern, physiologisch optimierte Luftfeuchte, natürliche Belichtung, thermische und hygri-sche Selbstregelung der Bausubstanz, Besonnung der Räume als zusätzliche Wohn- und Arbeitsqualität, Nutzung der passiven und aktiven Solarenergie und Abdeckung des restli-chen Wärmebedarfs durch regenerative Energiequellen.

Weiteres Ziel ist es, ein Vorbild und Beispiel für die ökologische und energieeffiziente Sanie-rung ländlichen Gebäudebestands zu schaffen, welcher diesbezüglich bisher häufig ver-nachlässigt wurde.

Nach einer Ermittlung des IST – Zustands der Baukonstruktion und der Nutzungsfestlegun-gen werden entsprechende Lösungsvorschläge im Detail durchgearbeitet und durch Simula-tionsrechnungen optimiert. Folgende Aspekte sind dabei besonders zu beachten:

- erhöhte Energieeffizienz hinsichtlich des gesamten Lebenszyklus
- verstärkter Einsatz erneuerbarer Energieträger, insbesondere Solarenergie
- erhöhte Nutzung nachwachsender Rohstoffe und effizienter Materialeinsatz
- vergleichbare Kosten gemessen an herkömmlichen Bauweisen.
- Reduktion des Energiebedarfs und damit auch der Betriebskosten des bestehenden Gebäudes
- Vermehrte Berücksichtigung baubiologischer Aspekte bei der Althausanierung

Geplant ist auch der Einsatz weiterer innovativer Elemente wie Innendämmungen mit Va-kuumpaneelen und Kalziumsilikatplatten.

HAUSTECHNIK

Wärmeverteilungs- und Wärmeabgabesystem

Geplant ist eine Reduktion des Installationsaufwandes für Beheizung und Warmwasser-versorgung und die Sicherstellung der optimalen hygienischen, chemischen und hygrischen Raumluftqualität. Ein Teil der notwendigen Heizwärme wird über das Lüftungssystem einge-bracht, daneben werden sparsam konventionelle Heizkörper eingesetzt.

Lüftung

Bemerkenswert ist bei diesem Projekt, dass im Rahmen einer Gebäudesanierung beson-deres Augenmerk auf die Sicherstellung einer hygienisch und chemisch einwandfreien Raumluftqualität gelegt wird. Bisherige Erfahrungen haben gezeigt, dass häufig nach Sanie-rungen im herkömmlichen Sinn große Probleme mit schlechter Raumluft, Schimmelbildung und daraus resultierenden biologischen Gesundheitsbelastungen aufgetreten sind. Hilfreich bei der Bewältigung von Lufthygieneproblemen ist in diesem Fall die vorgesehene Lüftung, die als reines Frischluftsystem konzipiert wird.

Komfort und Raumklimatologie

Durch den Einsatz von Lehmputzen mit deren hoher Pufferwirkung für Feuchtigkeit wird hoher hygrischer Komfort gewährleistet. Feuchtigkeitsspitzen werden abgemindert, ebenso wie Perioden größerer Trockenheit. Der thermische Komfort wird durch eine Abminderung

der Wärmestrahlungs-Asymmetrie im Raum mittels entsprechender Wärmedämmung verbessert. Nicht zuletzt sind die Qualität der architektonischen Gestaltung der Räume, die Ausstattung mit Einrichtung aus angenehm empfundenen Materialien, die haptischen Eigenschaften, auch Zimmerpflanzen, belebtes Wasser z.B. in Form von Zimmerbrunnen, künstlerische Gestaltung von Objekten im Haus essentielle Elemente mit hohem Komfortempfinden.

1.5.4 Nutzungskonzept – Kunst- und Kulturakademie

Das Nutzungskonzept berücksichtigt im Wesentlichen 4 Hauptbereiche, welche durch Nutzung von gemeinsamen Infrastrukturen eine ökonomische Verwertung des Bestands ermöglichen soll.

Diese **Kunst- und Kulturakademie des Inneren Salzkammergutes** könnte aus mehreren Instituten und Sparten und dem entsprechenden Raum- und Funktionsprogramm bestehen.

1. Ganz-Jahres Akademie für Malerei entsprechend dem Vorbild der Bad Reichenhaller Kunstakademie, als Ganzjahreskonzept mit 2-3 Klassen konzipiert. Es sind ca. 3000 – 5000 Teilnehmer bzw. 30-35 Lehrende im Jahr zu erwarten. Die Unterbringung der Teilnehmer erfolgt entweder in einem noch zu schaffenden Hotelbetrieb in der näheren Umgebung bzw. durch Nutzung der vorhandenen Ressourcen in Bad Ischl.

Tabelle 1-1: Nutzungsaufstellung für die Akademie für Malerei

RBNr	Raum / Funktionsbeschreibung	Pax	m ² von	m ² /P	m ² bis	m ² /P
KA 001	2-3 Unterrichts- und Werkräume	50 Pers	200 m ²	4,0 m ² /P	250 m ²	5,0 m ² /P
KA 002	Aussenbereiche		100 m ²		150 m ²	
KA 003	Ausstellungsflächen		120 m ²		150 m ²	
KA 004	Büro- und Verwaltungsräume	3 Pers	25 m ²	8,3 m ² /P	30 m ²	10,0 m ² /P
KA 005	Sanitär - Garderobe für ca. 35 Pers. gl.zeitig	35 Pers	35 m ²	1,0 m ² /P	45 m ²	1,3 m ² /P
KA 006	Aufenthaltsraum / Teeküche 1 Klasse	20 Pers	30 m ²	1,5 m ² /P	35 m ²	1,8 m ² /P
KA 007	Lehrkräfte (incl. Büro, Zimmer, Dusche, WC)	4 Pers	100 m ²	25,0 m ² /P	120 m ²	30,0 m ² /P
KA 008	Sonstiges		20 m ²		30 m ²	
	Summe	57 Pers	630 m²	11,1 m²/P	810 m²	14,2 m²/P

2. Meisterklassen Musik als Außenstelle einer namhaften österreichischen Musikhochschule, Betrieb ca. 4-5 Monate/Jahr für europäischen Elite-Nachwuchs. Allgemein zugängliche Workshops z.B. Jazz, Mainstream, etc. in frei bleibenden Lehrbetriebszeiten. Das Hauptaugenmerk soll auf Klavier bzw. im weitesten Sinn Tasteninstrumente/Keyboards gelegt werden.

Tabelle 1-2: Nutzungsaufstellung für die Meisterklassen für Musik

RBNr	Raum / Funktionsbeschreibung	Pax	m ² von	m ² /P	m ² bis	m ² /P
MM 001	4-5 Unterrichts- und Übungsräume	5 Pers	120 m ²	24,0 m ² /P	150 m ²	30,0 m ² /P
MM 002	Musikraum f. kleine Aufführungen / Prüfung	20 Pers	80 m ²	4,0 m ² /P	100 m ²	5,0 m ² /P
MM 003	Büro- und Verwaltungsräume	2 Pers	20 m ²	10,0 m ² /P	30 m ²	15,0 m ² /P
MM 004	Sanitär - Garderobe	8 Pers	15 m ²	1,9 m ² /P	20 m ²	2,5 m ² /P
MM 005	Aufenthaltsraum / Teeküche	8 Pers	15 m ²	1,9 m ² /P	20 m ²	2,5 m ² /P
MM 006	Lehrkräfte (incl. Büro, Zimmer, Dusche, WC)	3 Pers	100 m ²	33,3 m ² /P	120 m ²	40,0 m ² /P
MM 007	Sonstiges		20 m ²		30 m ²	
	Summe	25 Pers	370 m²	14,8 m²/P	470 m²	18,8 m²/P

3. Schauspiel / Operette / Kleinkunst

In Ergänzung zu den Ischler Operettenspielen (Lehar-Festspiele) werden Proberäumlichkeiten, Werkstätten für Kulissenbau etc. geschaffen. Zusätzliches Institut für Kleinkunst / Kabarett / ggf. Akademie für Schauspiel.

Tabelle 1-3: Nutzungsaufstellung für Schauspiel / Operette / Kleinkunst

RBNr	Raum / Funktionsbeschreibung	Pax	m ² von	m ² /P	m ² bis	m ² /P
OS 001	3-4 Unterrichts und Proberäume	40 Pers	100 m ²	2,5 m ² /P	120 m ²	3,0 m ² /P
OS 002	Probephöhne samt Orchesterbereich		100 m ²		120 m ²	
OS 003	Werkstätten, Lager		70 m ²		90 m ²	
OS 004	Büro- und Verwaltungsräume	2 Pers	20 m ²	10,0 m ² /P	25 m ²	12,5 m ² /P
OS 005	Sanitär - Garderobe	35 Pers	35 m ²	1,0 m ² /P	40 m ²	1,1 m ² /P
OS 006	Aufenthaltsraum / Teeküche	35 Pers	35 m ²	1,0 m ² /P	40 m ²	1,1 m ² /P
OS 007	Lehrkräfte (incl. Büro, Zimmer, Dusche, WC)	3 Pers	100 m ²	33,3 m ² /P	120 m ²	40,0 m ² /P
OS 008	Sonstiges		20 m ²		30 m ²	
	Summe	40 Pers	480 m²	12,0 m²/P	585 m²	14,6 m²/P

4. Kochkunst- Lebenskunst:

Räumlichkeiten für jedwede Umsetzung / Erweiterung kulinarisch-kultureller(n) Weiterbildung / Horizont.

Diese sollen im Verband mit der Kleingastronomie / mit Gastgarten im Innenhof realisiert werden. Die entsprechenden Räumlichkeiten entsprechen denen eines Restaurants mit ca. 50-60 Sitzplätzen und sollen einem 2-3 Hauben Niveau entsprechen. Gleichzeitig ist das Restaurant für den öffentlichen Gast zugänglich – Der Betreiber ist auch Leiter des kulinarischen Bereichs.

Tabelle 1-4: Nutzungsaufstellung für Kochkunst- Lebenskunst

RBNr	Raum / Funktionsbeschreibung	Pax	m ² von	m ² /P	m ² bis	m ² /P
KK 001	Restaurant für ca. 50 Sitzplätze	50 Pers	80 m ²	1,6 m ² /P	100 m ²	2,0 m ² /P
KK 002	Küche, für Lehrbetrieb 12-15 Teilnehmer	15 Pers	65 m ²	4,3 m ² /P	70 m ²	4,7 m ² /P
KK 003	Lager und Nebenräume		70 m ²		90 m ²	
KK 004	Büro- und Verwaltungsräume	1 Pers	12 m ²	12,0 m ² /P	13 m ²	13,0 m ² /P
KK 005	Sanitär entsprechend Sitzplätze	65 Pers	15 m ²	0,2 m ² /P	20 m ²	0,3 m ² /P
KK 006	Personalzimmer	3 Pers	15 m ²	5,0 m ² /P	18 m ²	6,0 m ² /P
KK 007	Lehrkräfte (incl. Büro, Zimmer, Dusche, WC)	2 Pers	70 m ²	35,0 m ² /P	80 m ²	40,0 m ² /P
KK 008	Sonstiges		20 m ²		30 m ²	
	Summe	68 Pers	347 m²	5,1 m²/P	421 m²	6,2 m²/P

5. Synergetisch genutzte Räumlichkeiten - gemeinsam genutzte Infrastrukturen sind im Gesamtkonzept integriert

→ **ökonomische Nutzung der Bestandsflächen und Schaffung von optimalen Raum- und Funktions-Synergien.**

Die Wohnungen bzw. Großgarconnieren mit ca. 35m² -50m² werden mit Beherbergungsstandards ausgestattet und bieten Gästen oder Lehrpersonal auf Dauer der Veranstaltung Unterkunft. Eine weitere Wohnung soll für einen Betriebsleiter / Management mit ca. 90-120m² geschaffen werden.

- Multifunktionsraum, zentrale Lage
- Veranstaltungsraum
- Gastronomiebetrieb mit Außenbereich / Bar
- Doppel- und Einzelzimmer für das Lehrpersonal und die leitenden Personen
- Theaterbühne (Kleinkunst, Probebühne, ...)
- Konzertbühne
- Podium – Plenarsaal
- Garderoben und Sanitäreinrichtung Gäste / Studenten
- Foyer, prominenter Eingangsbereich
- Außenanlagen / Parkplätze / Gartenflächen
- Proberäumlichkeiten
- Studio (Aufnahmen Live on Stage / bzw. Studioaufnahme)
- Klassen für Einzel- und Gruppenunterricht
- Seminarräume
- Ausstellungsflächen (Innen und Außen)
- Werkstätten, Garagen
- Dienst-Wohnungen, Atelier-Wohnungen

Tabelle 1-5: Nutzungsaufstellung für Veranstaltungs- Besucherbereiche

RBNr	Raum / Funktionsbeschreibung	Pax	m ² von	m ² /P	m ² bis	m ² /P
TH 001	Zuschauerraum Bankett	180 Pers	200 m ²	1,1 m ² /P	250 m ²	1,4 m ² /P
TH 002	Zuschauerraum Galerie	120 Pers	120 m ²	1,0 m ² /P	150 m ²	1,3 m ² /P
TH 003	Foyer - Stiegen - Gänge	150 Pers	100 m ²	0,7 m ² /P	120 m ²	0,8 m ² /P
TH 004	Multifunktionalraum	150 Pers	160 m ²	1,1 m ² /P	180 m ²	1,2 m ² /P
TH 005	Aussenbereiche / Terrassen	300 Pers	200 m ²	0,7 m ² /P	300 m ²	1,0 m ² /P
TH 006	Sanitärräume		50 m ²		70 m ²	
TH 007	Garderoben		50 m ²		70 m ²	
TH 008	Sonstiges		50 m ²		100 m ²	
	Summe	300 Pers	930 m²	3,1 m²/P	1240 m²	4,1 m²/P

Tabelle 1-6: Nutzungsaufstellung für Bühnen - Theater / Konzertbereiche

RBNr	Raum / Funktionsbeschreibung	Pax	m ² von	m ² /P	m ² bis	m ² /P
TK 001	Haupt-Bühne		60 m ²		80 m ²	
TK 002	Backstage		30 m ²		40 m ²	
TK 003	Unterbühne / Lift		20 m ²		25 m ²	
TK 004	Bühnentechnik / Licht Ton		30 m ²		40 m ²	
TK 005	Oberboden		80 m ²		100 m ²	
TK 001	Aufnahmestudio		50 m ²		70 m ²	
TK 002	Regie / Technik / Mischplatz / Nachbearbtg		30 m ²		40 m ²	
	Summe		300 m²		395 m²	

Tabelle 1-7: Nutzungsaufstellung für Technik- und Verwaltungsräume

RBNr	Raum / Funktionsbeschreibung	Pax	m ² von	m ² /P	m ² bis	m ² /P
TV 001	Haustechnik, Lüftung Heizung,		80 m ²		120 m ²	
TV 002	Lagerräume, Garagen		120 m ²		150 m ²	
TV 003	Werkstätten		50 m ²		80 m ²	
TV 004	Büro- und Verwaltungsräume		25 m ²		35 m ²	
TV 005	EDV, IT		10 m ²		15 m ²	
TV 006	Sonstiges					
TV 007	Reserve					
	Summe		285 m²		400 m²	

Tabelle 1-8: Nutzungsaufstellung für Wohnungen / Zimmer / Reservflächen

RBNr	Raum / Funktionsbeschreibung	Pax	m ² von	m ² /P	m ² bis	m ² /P
WZ 001	4-5 Doppelzimmer		120 m ²		160 m ²	
WZ 002	1-2 Einzelzimmer		20 m ²		45 m ²	
WZ 003	2 Professorenzimmer		120 m ²		140 m ²	
WZ 004	2 Wohnungen perm. bewohnt		180 m ²		200 m ²	
WZ 005	Bibliothek		50 m ²		100 m ²	
WZ 006	Sonstiges		50 m ²		100 m ²	
WZ 007	Reserve		100 m ²		200 m ²	
	Summe		640 m²		945 m²	

Tabelle 1-9: Nutzungsaufstellung für Außenanlagen / Parkplätze / Erschließung

RBNr	Raum / Funktionsbeschreibung	Pax	m ² von	m ² /P	m ² bis	m ² /P
AA 001	Terrassen, Gastgarten, Zugänge		300 m ²		450 m ²	
AA 002	Parkanlagen		20 m ²		45 m ²	
AA 003	KFZ-Abstellplätze (intern) incl. Erschl.	50 KFZ	1000 m ²	20,0 m ² /P	1200 m ²	24,0 m ² /P
AA 004	KFZ-Abstellplätze (Besucher) incl. Erschl.	300 KFZ	6000 m ²	20,0 m ² /P	7200 m ²	24,0 m ² /P
AA 005	Zufahrt		800 m ²		1200 m ²	
AA 006	Parkanlagen		2000 m ²		2500 m ²	
AA 006	Bauland Gebäude Bestand		800 m ²		900 m ²	
AA 007	Reserveflächen Bauland / Grünland		20000 m ²		30000 m ²	
	Summe		30920 m²		43495 m²	

1.5.5 Planungs- und Projektentwicklungsleistung

Projektentwicklung

Entwicklung eines Nutzungskonzeptes hinsichtlich der örtlichen und überregionalen Entwicklungspotentiale. Erstellen eines Funktions- und Raumprogramms als Grundlage für die architektonische Erarbeitung des Vorentwurfs.

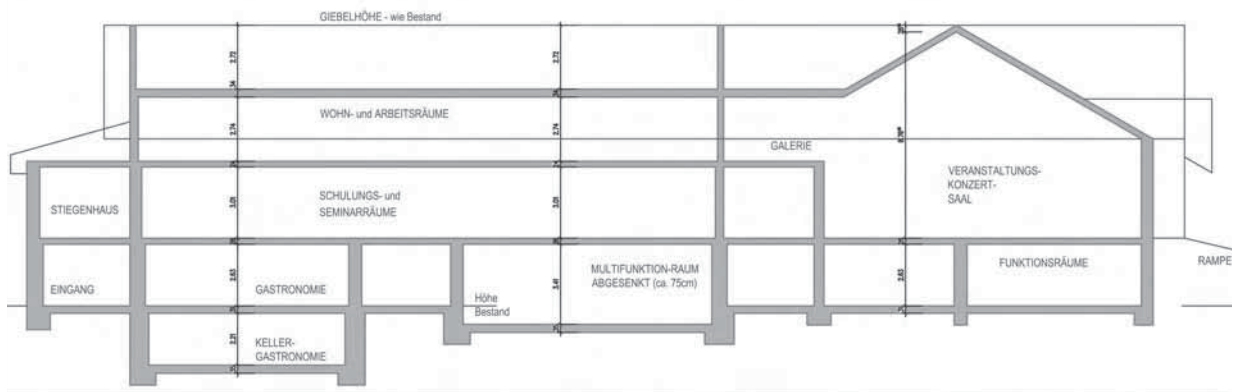


Abbildung 1-17: Süd-Nord-Schnitt mit geplanter Nutzung

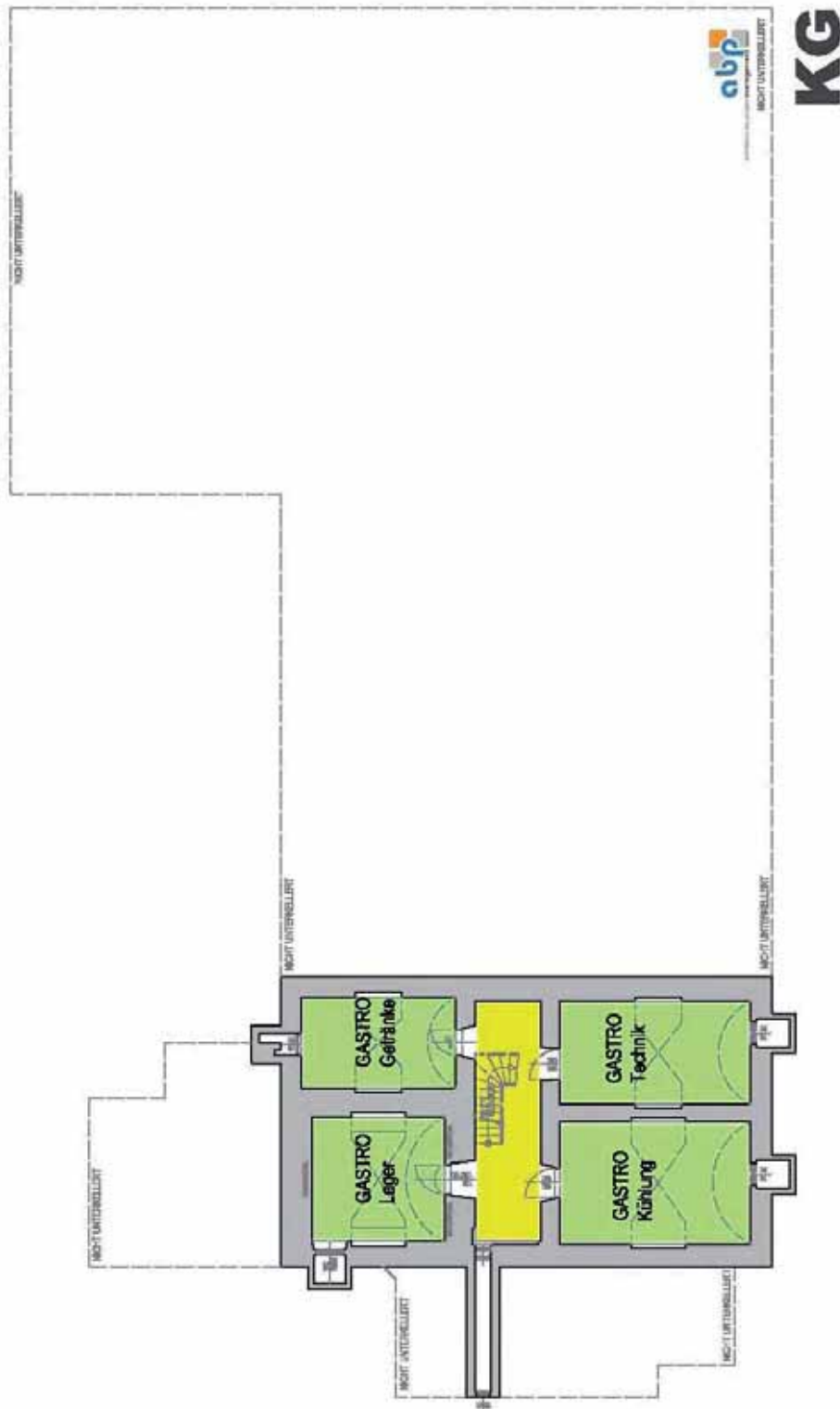


Abbildung 1-18: Nutzungskonzept Kellergeschoss

Die bestehenden Kellerräumlichkeiten werden der Gastronomie zugeschrieben und sind über das vorhandene Stiegenhaus zentral erreichbar.

Der Multifunktionsraum (ca. 170m²) ist beiderseits, nämlich von der gastronomischen Seite sowie von der Veranstaltungsseite gleich gut erreichbar und variiert mit den Anforderungen dieser beiden Grundfunktionen. Um eine entsprechende Raumhöhe zu erreichen, wird dieser Bereich um ca. 75cm abgesenkt. Die Säulen aus Gusseisen werden entweder auf Sockel

stehend beibehalten oder durch neue (Form, Herstellungsart und Material den Originalen entsprechend) ersetzt.

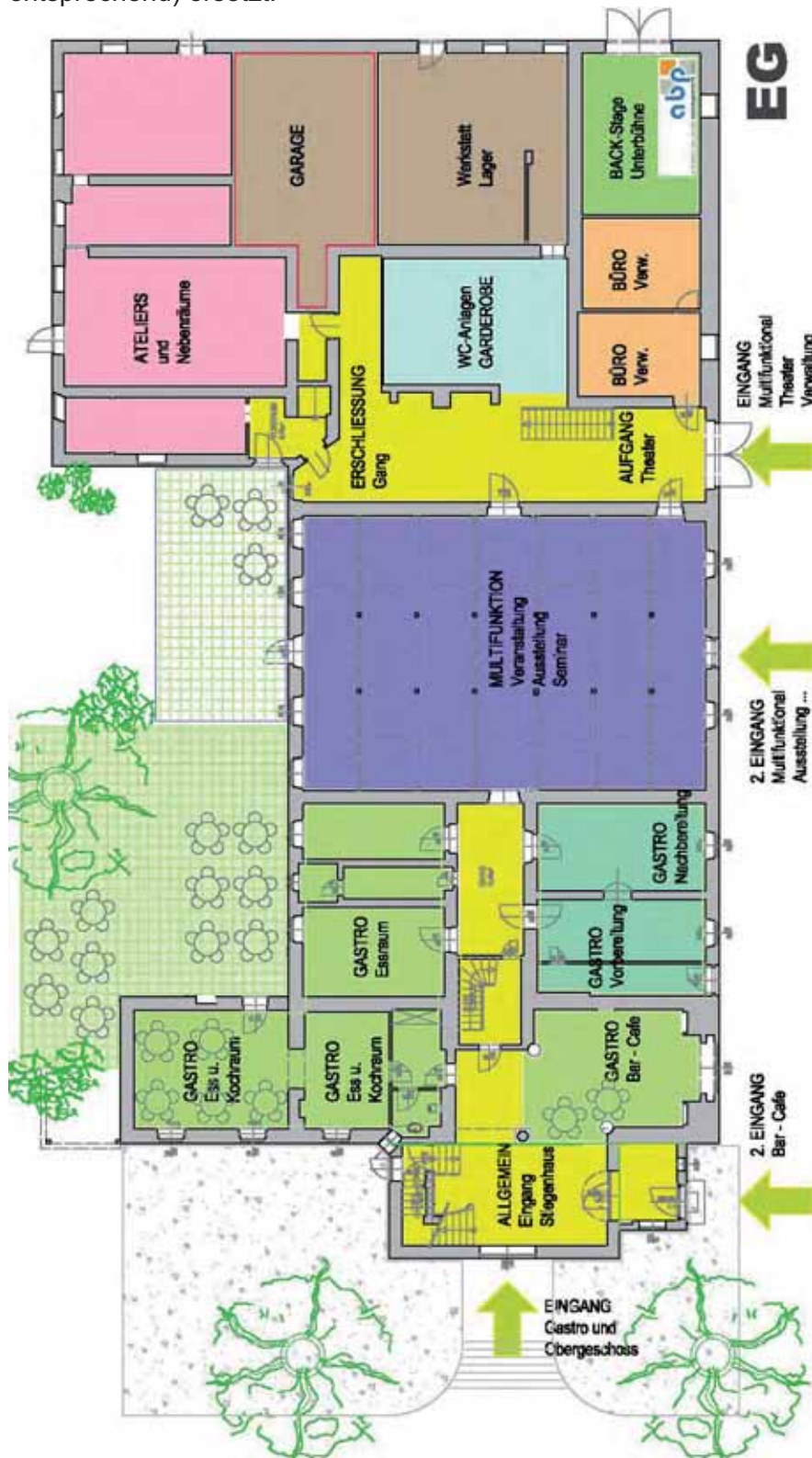


Abbildung 1-19: Nutzungskonzept Erdgeschoss

Haupteingang des Theaterbereichs durch Foyer EG, Stiege ins OG, sämtliche Nebenräume (Garderobe, Sanitärzellen, etc.) sind im EG untergebracht. Je nach Größe einer Veranstaltung wird der Multifunktionsraum adaptiert.

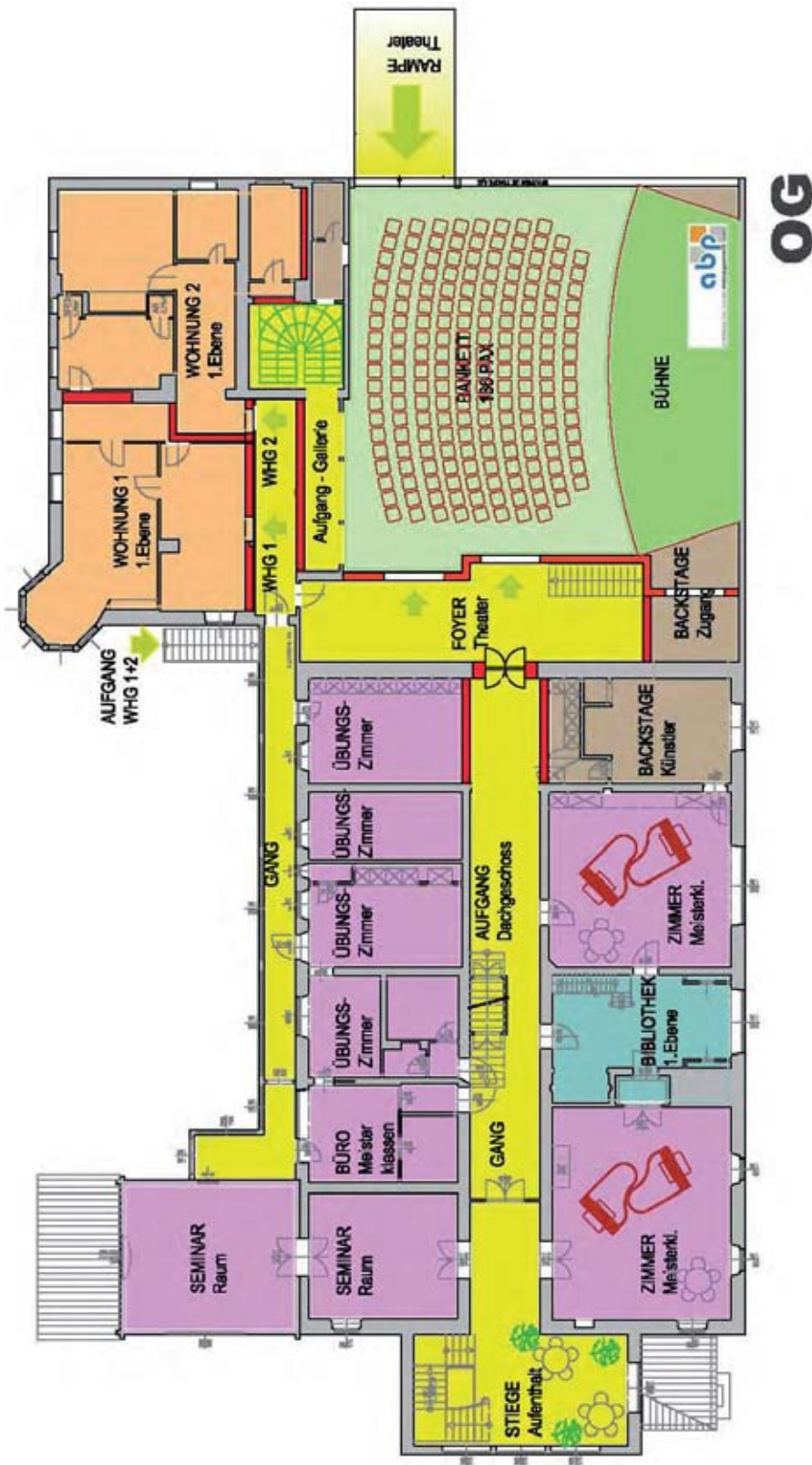


Abbildung 1-20: Nutzungskonzept Obergeschoss

Bühne und Zuschauerraum (2-geschossig mit Galerie / Balkon). Im Südtrakt Seminar und Schulungsräume – Verbindungsgang auf gleicher Höhe Foyer / Theater. Externer Zugang (westseitig) zu Wohnungen bzw. Erschließung Proberäume über Arkadengang. Interner Zugang über Hauptstiegenhaus – Aufgang zu Dachgeschoß.



Abbildung 1-21: Nutzungskonzept Dachgeschoss

Ausgebauter Dachboden, 6-8 Zimmer, inkl. Bad-WC Gruppe, davon 2 Professorenzimmer.

1.5.6 Fazit – Zusammenfassung

Mit einem Projekt dieser Art könnte die kulturelle Achse zwischen Bad Ischl und Salzburg (wieder)- gebildet werden und eine Plattform geschaffen werden um den kulturellen Dialog zwischen Experten – Profis – Amateuren und Laien – Besuchern – Zuschauern in der inter-aktiven Umgebung / Architektur zu ermöglichen / zu fördern.

2 SCHADENS- UND ZUSTANDSANALYSE HAIDENHOF - BAD ISCHL

2.1 Allgemein

Die Schadens- und Zustandsanalyse für den Haidenhof in Bad Ischl wurde hauptverantwortlich durch das Zentrum für Bauphysik und Bauakustik, Institut für Hochbau und Technologie, TU Wien durchgeführt.

Wesentliche Basis des beschriebenen Zustandes bilden die am Mittwoch, den 12. Oktober 2005 am Haidenhof durchgeführten Untersuchungen, deren Ergebnisse im Weiteren dargestellt sind.

Die Schadens- und Zustandsanalyse umfasst die Untersuchung von Mauerwerk, Fundamenten und Putz zur Feststellung von Mauerfeuchte und Salzbelastung am Objekt Haidenhof in Bad Ischl. Dazu gehören die Analyse und die Bewertung der Untersuchungen sowie die Zusammenfassung der Ergebnisse. Die Messung der Feuchtigkeit von Holzbauteilen und die Bewertung von deren Zustand waren ebenfalls geplant.

Der Berichtsteil ist bewusst so aufgebaut, dass die Schadens- und Zustandsbeschreibung übersichtlich und auf das wesentliche beschränkt sind. Es wird jeweils auf die Ausführungen in den Unterkapiteln verwiesen.

Kapitel 2.4 beinhaltet neben der Benennung der Auffälligkeiten im und am Objekt Haidenhof eine umfassende Fotodokumentation. In den Plänen sind die Beschreibungen für die Räume blau eingetragen und nummeriert (Keller Buchstaben, Obergeschosse Zahlen). Die Fotos sind fortlaufend nummeriert und orange mit dem Zusatz F eingetragen. Die Positionen der fotografischen Darstellungen bzw. die entsprechenden Details sind in den Plänen nachvollziehbar.

Die Positionen der Bohrachsen sind aus Gründen der Übersichtlichkeit in separate Pläne im Kapitel 2.6 eingetragen (siehe dort).

2.2 Schadens- und Zustandsbeschreibung

Detaillierte Angaben zu den Schäden am Objekt und zur Zustandsbeschreibung können den Kapiteln 2.4 bis 2.10 entnommen werden. Die Begutachtung vor Ort war in unwesentlichen Teilen bzw. Bereichen nicht möglich. Bereiche, die nicht beschrieben sind, zeigten keine Auffälligkeiten oder waren nicht zugänglich.

Die vorhandenen Schädigungen sind wesentlich geprägt durch örtliche Besonderheiten. So ist die Feuchtigkeitsbelastung und die daraus resultierende Schädigung im Eingangsbereich auf eine defekte Regenableitung im Außenbereich zurückzuführen (Kapitel 2.4, Erdgeschoss – Eingangsbereich; Kapitel 2.6, Bohrachse LD1; Kapitel 2.7). Weitere geschädigte Bereiche sind örtlich begrenzt.

Der Kellerbereich ist für ein Gebäude dieses Alters und seiner langjährigen Nutzung eher als typisch zu bezeichnen. Der Keller ist gekennzeichnet durch unterschiedlich starke Putzabplatzungen. Der Balken im Kellerraum A ist auf Grund der hohen Luftfeuchtigkeit mit Schimmelpilz stark belastet.

Die Fundamente zeigen keine Besonderheiten (siehe Kapitel 2.5).

Anhand der Bohrprofile (Kapitel 2.6) ist erkennbar, dass nur eine geringe Durchfeuchtung des Mauerwerkes vorliegt. Eine stärkere Durchfeuchtung ist nur in den unteren beiden Höhen der Bohrprofile zu finden. Höhere Feuchtigkeitsbelastungen am Bohrprofil LD6 (Kapitel 2.6) zur Außenseite hin sind mit dem dichteren Außenputz begründbar.

Höhere Durchfeuchtungen im Bereich der Wandoberflächen sind auf die nicht vorhandene Beheizung des Gebäudes (Kondensat) bzw. auf die sehr geringe Salzbelastung im Mauerwerk zurückführbar. Die vorliegenden Ergebnisse zur Salzbelastung (hier nicht weiter aufgeführt) zeigen keine besonderen Auffälligkeiten und sind, wenn vorhanden, als gering zu bezeichnen.

Die stärksten Schädigungen bzw. Auffälligkeiten zeigt der Dachstuhl (siehe Kapitel 2.9).

2.3 Allgemeine Bewertung

Aus der Zustandbeschreibung geht hervor, dass ein altes historisches Gebäude vorliegt, welches auf Grund seines Alters verschiedene Schädigungen unterschiedlichen Grades aufweist.

Wichtig ist der Hinweis, dass bereits eine Sanierung, Reparatur (ggf. nur in Teilbereichen) des Gebäudes mindestens einmal stattgefunden hat (siehe Wohnbereich im Obergeschoß; Feuchtigkeitssanierung im Außenbereich, Ansicht Ost; Bitumenabdichtung im Erdgeschoß). Ebenfalls wichtig bei der Bewertung des Gebäudes ist, dass über viele Jahre keine Nutzung inkl. einer Beheizung des Gebäudes stattgefunden hat, was vermutlich den derzeitigen Zustand des Bauwerkes am meisten beeinflusst hat.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass keine Feuchtigkeits- und Salzbelastung des Gebäudes vorliegt, die eine entsprechende Sanierung zwingend erfordern würde.

2.4 Pläne und Fotos der Schadensanalyse

Allgemein

Im folgenden Abschnitt wurde die Schadensanalyse anhand von Planunterlagen dokumentiert.

KELLERGEHOSS

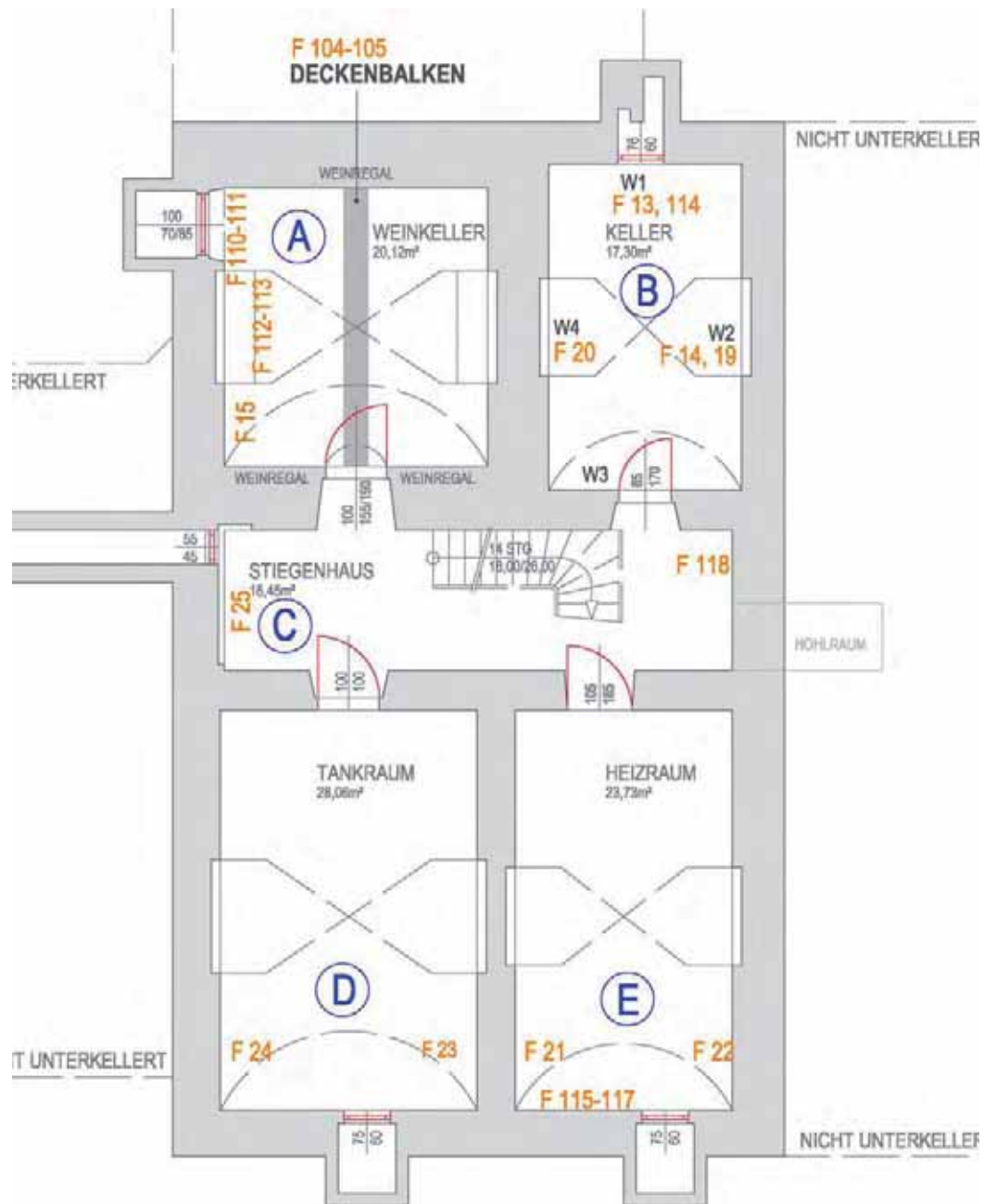


Abbildung 2-1: Schadensanalyse Kellergeschoss

- (A) Farbabplatzungen, kaum Putzabplatzungen
Deckenbalken ist von Schimmelpilz befallen
- (B) W1: Außenwand starke Putzabplatzungen
W2: von W1 bis Mitte Wand noch starke Putzabplatzungen
W3: Ecke zw. W2 und W3 geringe Putzabplatzungen eher Farbe
W4: Farbablösung
- (C) Größere Putzabplatzung, aber nicht auffällig feucht
- (D) An Außenwand dicke harte Farbbeulen (Kalkausblühungen), kaum Putzabplatzungen
- (E) An Außenwand dicke harte Farbbeulen (Kalkausblühungen), kaum Putzabplatzungen

ERDGESCHOSS

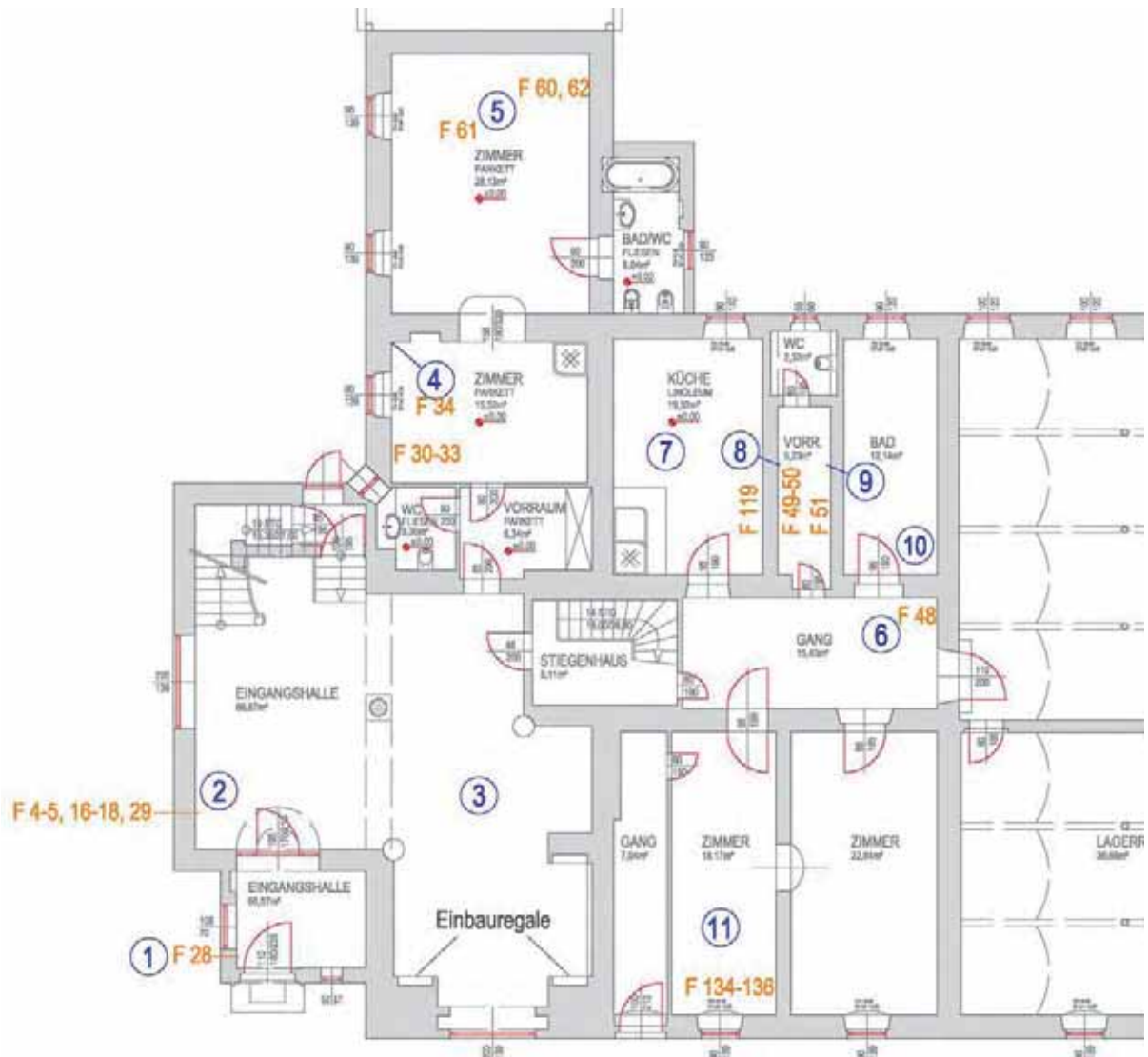


Abbildung 2-2: Schadensanalyse Erdgeschoss, südlicher Teil

In nicht beschriftete Räume keine Auffälligkeiten.

- (1) Eingangshalle klein: Farbablösungen
- (2) Eingangshalle groß: dunkle Verfärbungen in der Ecke
- (3) Keine Auffälligkeiten
- (4) Die Ecke wurde schon einmal neu gestrichen und in Bodennähe finden sich Putzabplatzungen.
- (5) Parkettboden weist Wasserflecken auf (F 61). Hebung des Belages (F62)
- (6) In der Ecke an der Wand leichte Farbablösungen und im Boden befindet sich ein Loch aufgrund morschen Holzbodens.
- (7) Die Küche ist umlaufend Holz-verkleidet bis in eine Höhe von ca. 1,30 m.
An der Wand zum Vorraum (8) befindet sich ein Wasserboiler, der die Ursache für den Schaden im Vorraum sein könnte.
- (8) Dunkle Verfärbungen an der Wand und Farbablösung.
- (9) Dunkle Verfärbung an der Wand
- (10) An dieser Stelle befindet sich ein großer Boiler, der die Ursache für den Schaden im Gang (6) sein könnte.
- (11) Farbabplatzungen an der Fensterleibung

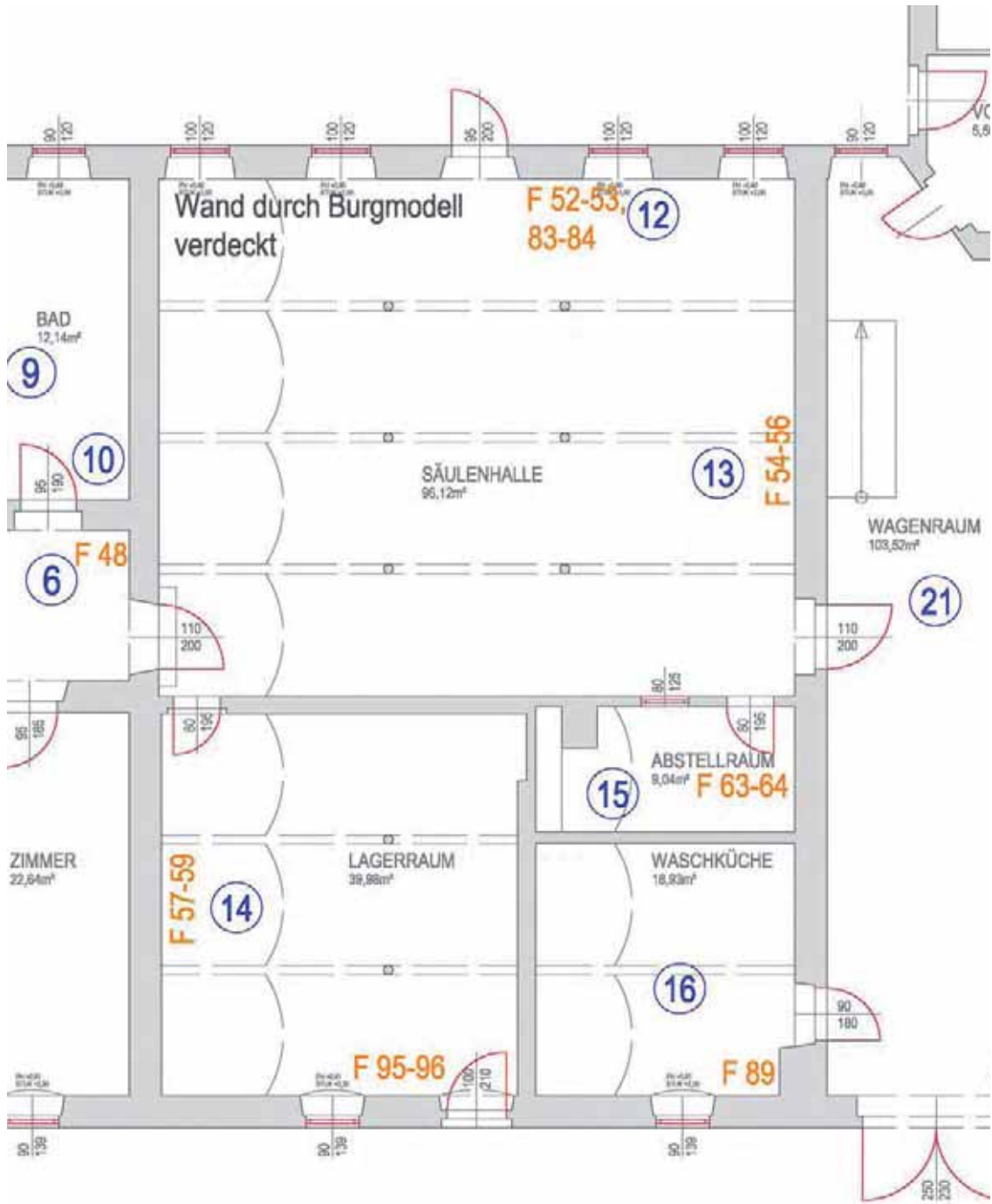


Abbildung 2-3: Schadensanalyse Erdgeschoss, mittlerer Teil

- (12) Putzabplatzungen
- (13) Putzabplatzungen und Salzausblühungen
- (14) Salzausblühungen
- (15) Putzabplatzungen hinter der Tür Boden klingt hohl und der Estrich ist schon an einer Stelle ‚zerbrösel‘
- (16) Die Waschküche ist mit Platten (Gips?) verkleidet und in der Ecke über diesen Platten kam es zu einer Farbablösung (?)

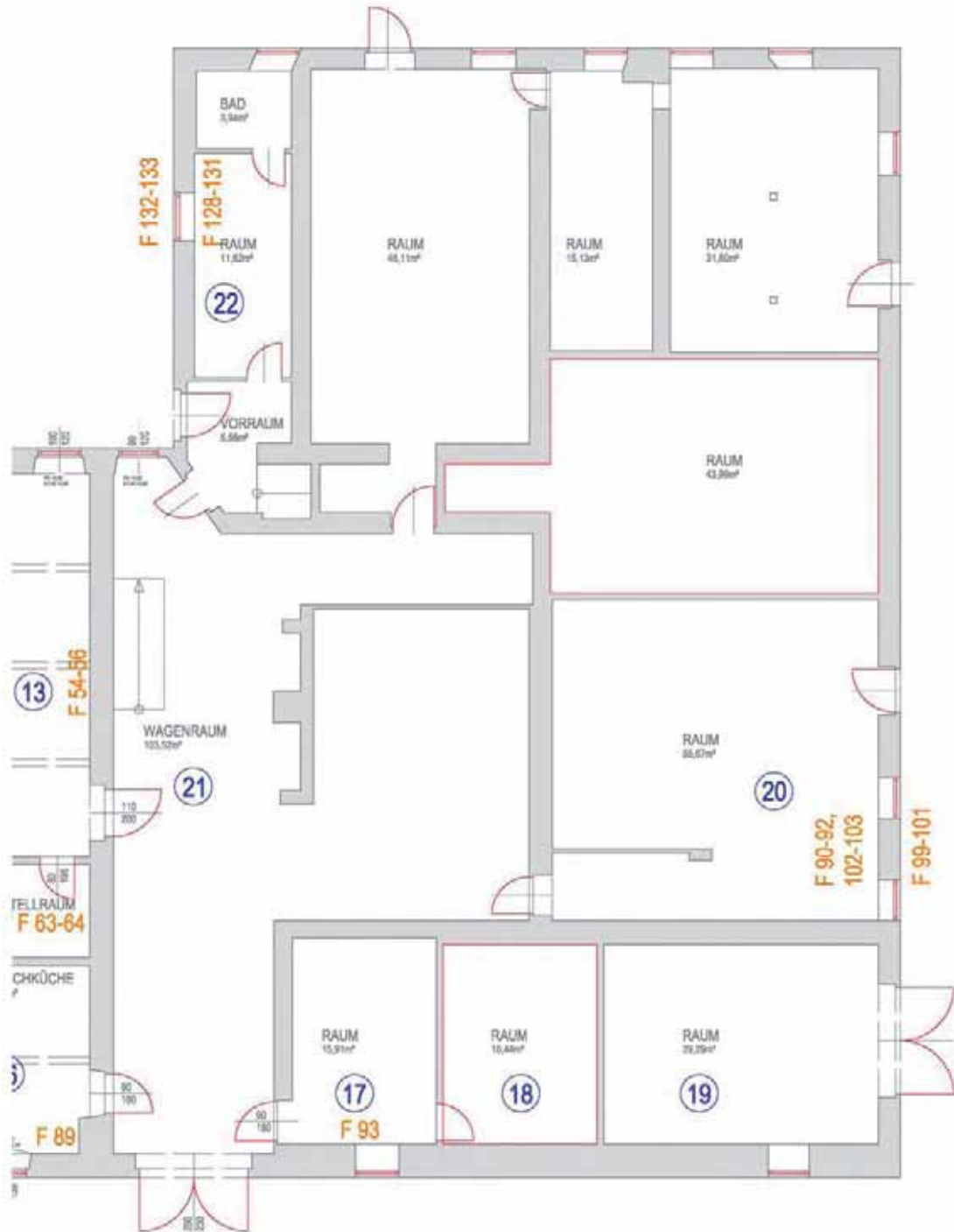


Abbildung 2-4: Schadensanalyse Erdgeschoss, nördlicher Teil

Nicht beschriftete Räume sind nicht zugänglich.

(17) Dunkle Verfärbung des Putzes

(18) Nicht zugänglich

(19) Raum war voll gestellt

(20) Putzablösungen von Wand weg bis zu 2. Fenster als Ursache ist ein Wechsel des Außenputzes möglich

(21) Raum war voll gestellt

(22) Verfärbungen an der Wand, es wurde augenscheinlich schon eine Sanierung mit Sanierputz versucht, Ursache für die Feuchtigkeit dürfte ein verstopfter Regenrinnenablauf (mittlerweile instand gesetzt) gewesen sein

OBERGESCHOSS

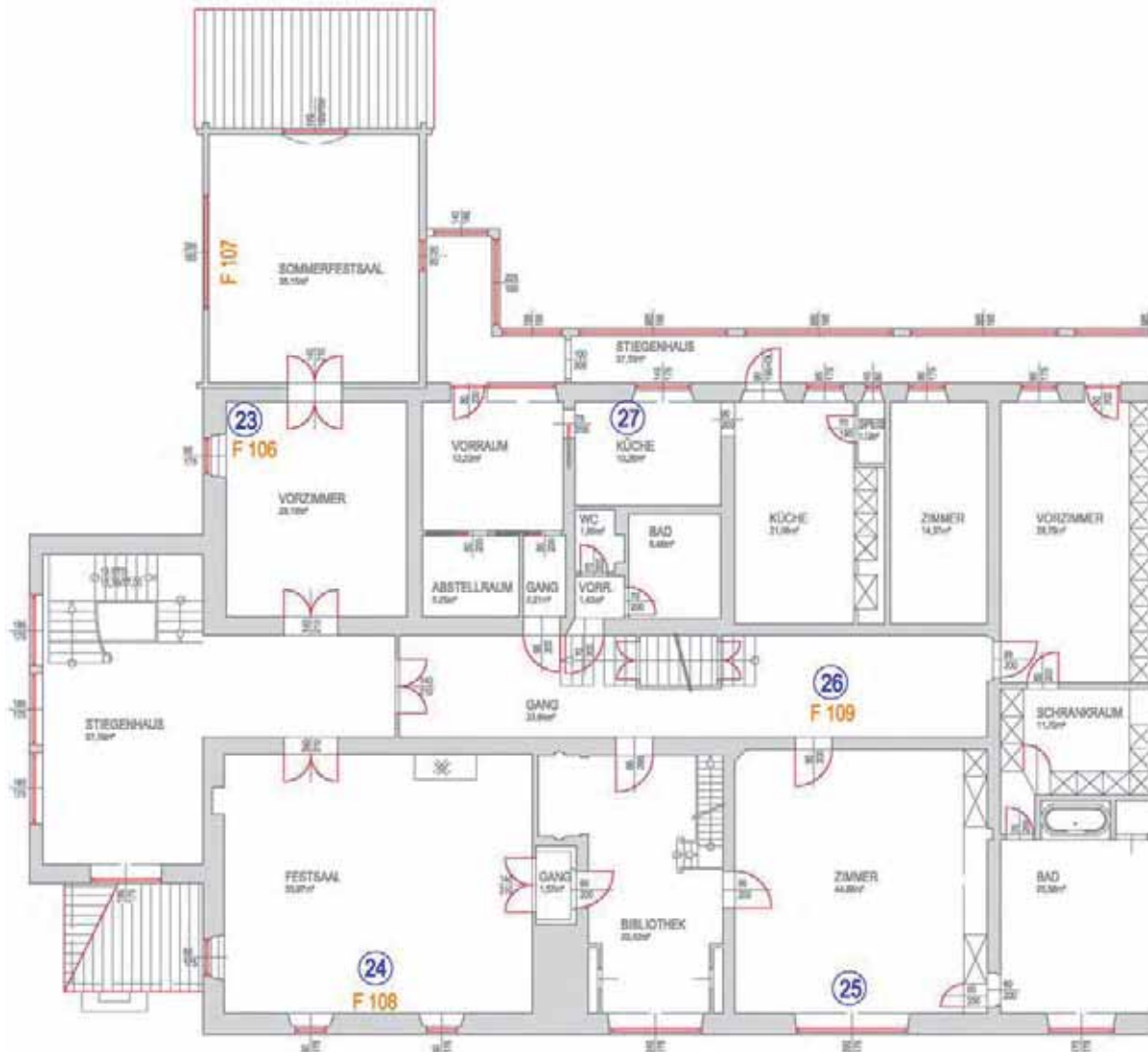


Abbildung 2-5: Schadensanalyse Obergeschoss, südlicher Teil

- (23) Tapete löst sich, aber keine Auffälligkeiten
- (24) Farbe löst sich, keine Auffälligkeiten
- (25) Unter dem Fenster löst sich Farbe
- (26) Letzte Farbschicht löst sich in großen Fetzen
- (27) Farbe löst sich, keine Auffälligkeiten

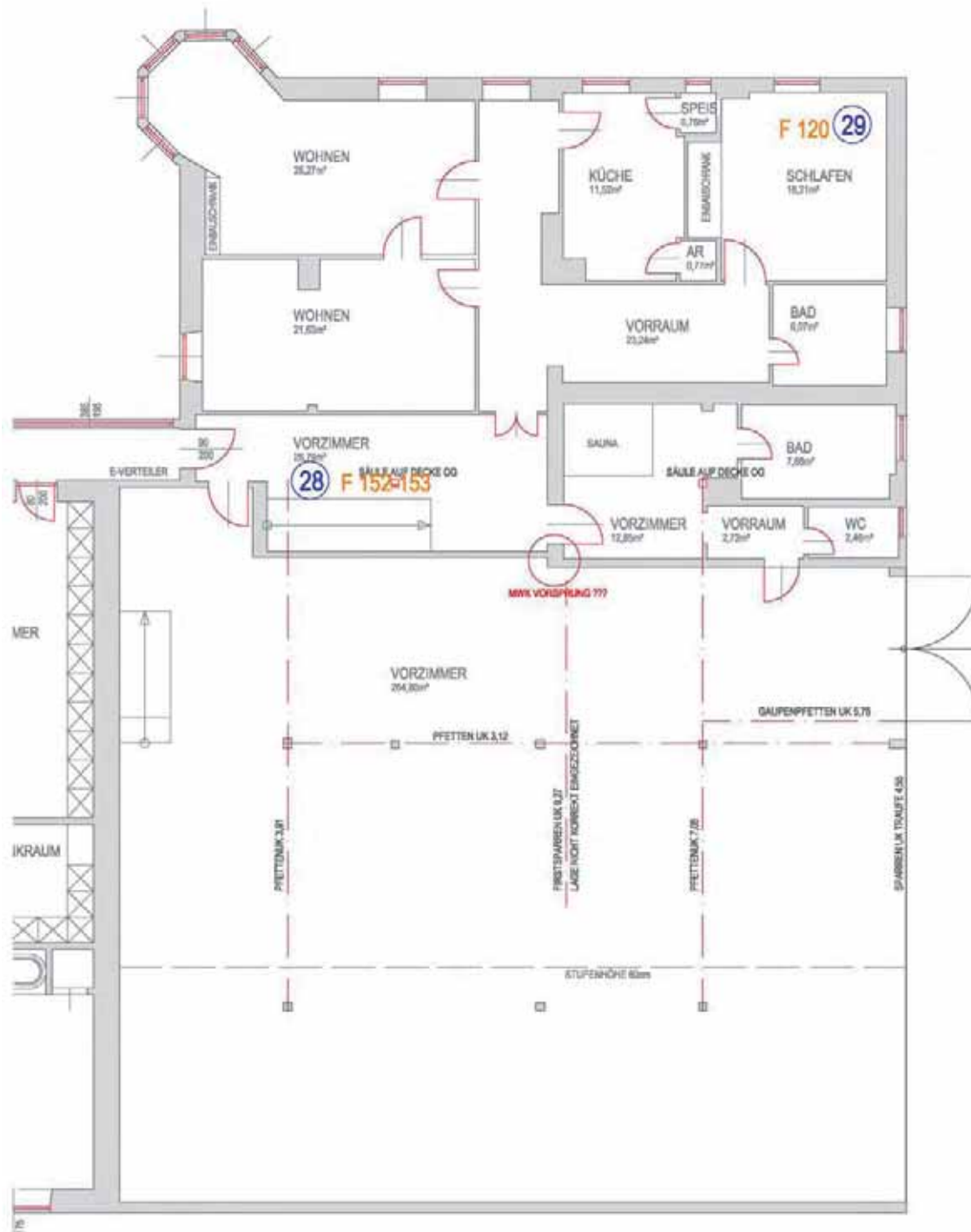


Abbildung 2-6: Schadensanalyse Obergeschoss, nördlicher Teil

- (28) Boden wölbt sich auf
- (29) Versuch den Zustand der Holzdecke zu erkunden

DACHGESCHOSS

über Wohnbereich

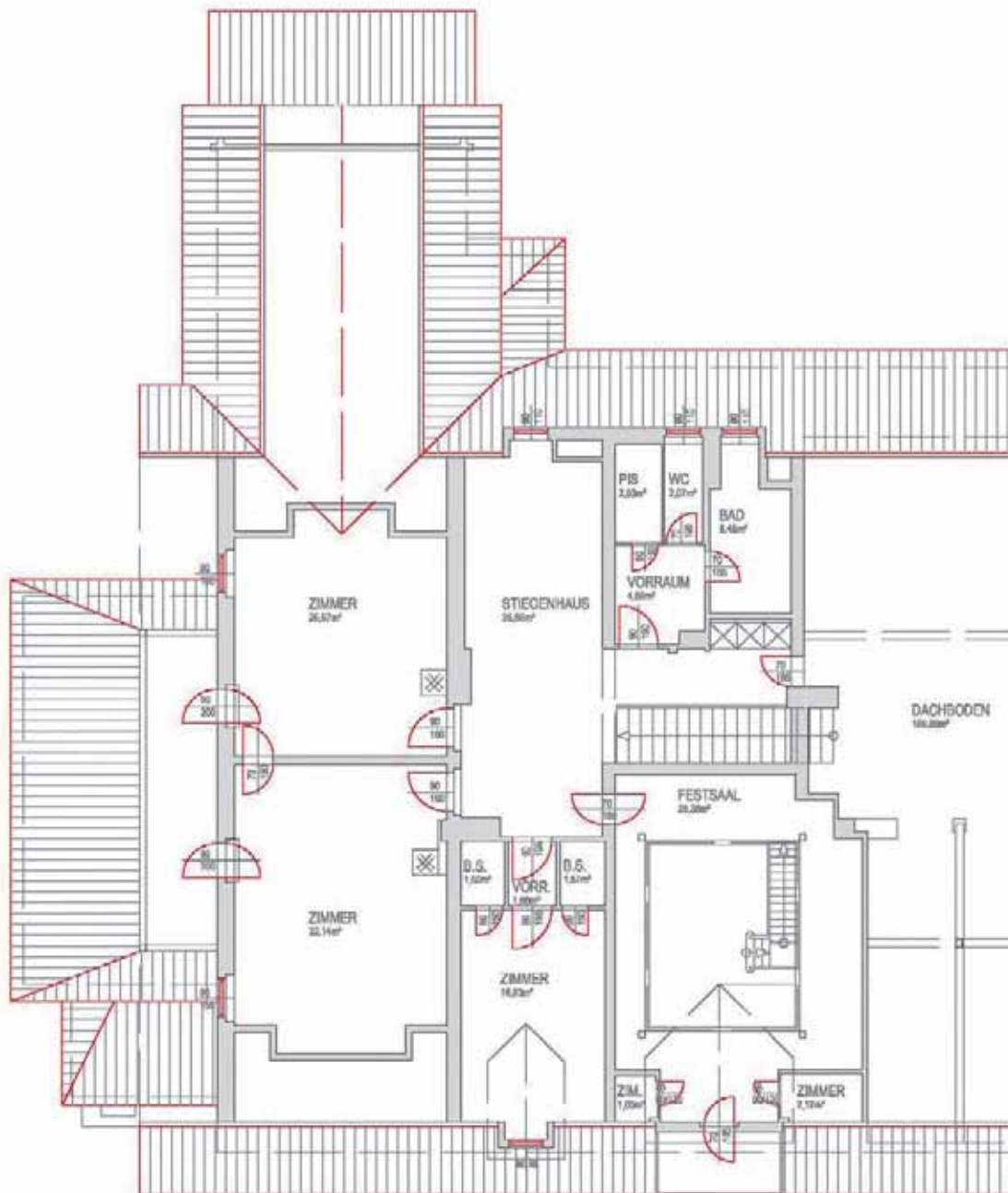


Abbildung 2-7: Schadensanalyse Dachgeschoss, südlicher Teil

Bereich Kulissenlager

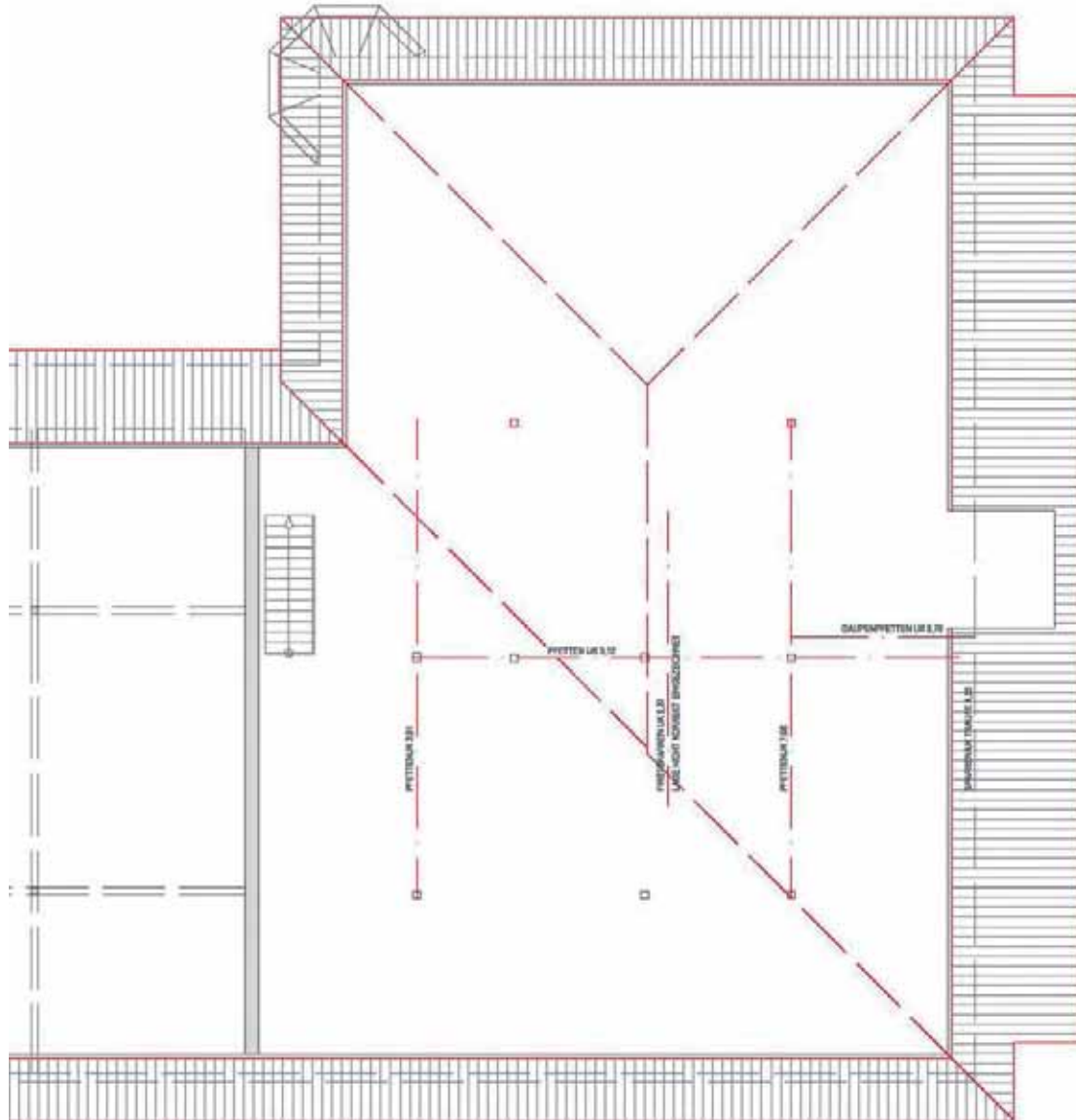


Abbildung 2-8: Schadensanalyse Dachgeschoss, nördlicher Teil

ANSICHTEN

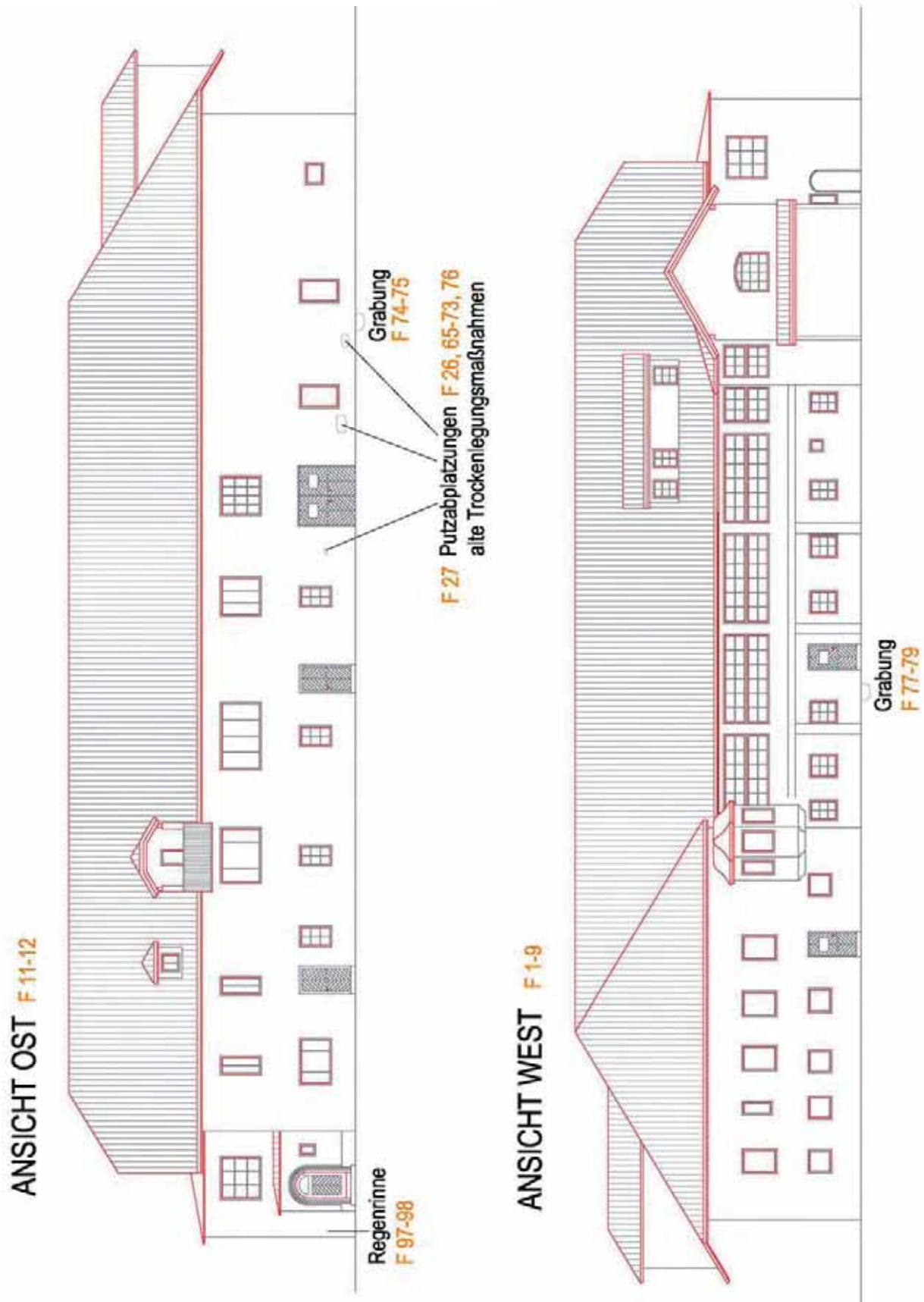


Abbildung 2-9: Schadensanalyse Ansichten Ost und West



Abbildung 2-10: Schadensanalyse Ansicht Süd

FOTOS

Im folgenden Abschnitt wurden die wichtigsten Fotos der Schadensanalyse zusammengestellt. Die Lage der Fotos wurde auf den Plänen eingetragen.



Abbildung 2-11: Foto 8: Außenansicht Westseite



Abbildung 2-12: Foto 7: Außenansicht Westseite



Abbildung 2-13: Foto 10: Außenansicht Südseite



Abbildung 2-14: Foto 11: Außenansicht Ostseite

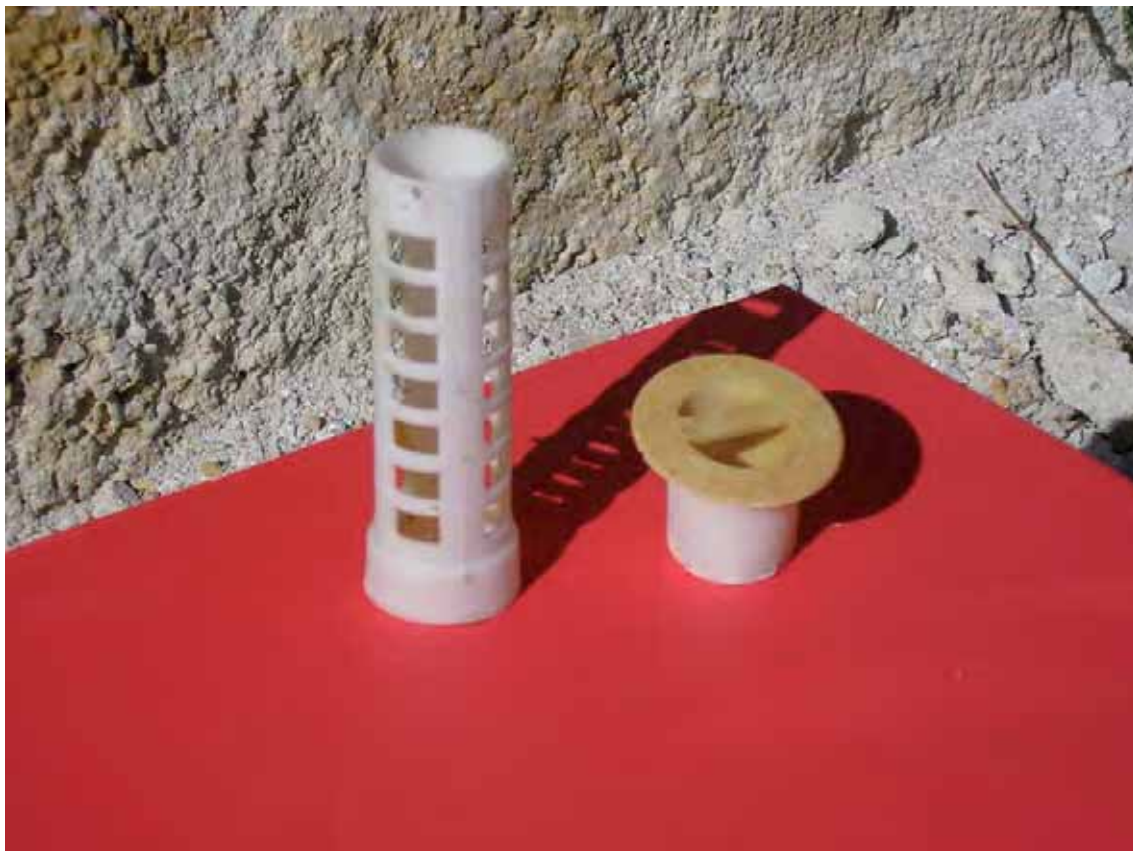


Abbildung 2-15: Foto 70: Außenfassade Ost



Abbildung 2-16: Foto 71: Außenfassade Ost



Abbildung 2-17: Foto 72: Außenfassade Ost



Abbildung 2-18: Foto 79: Außenfassade West



Abbildung 2-19: Foto 105: KG Weinkeller Deckenbalken



Abbildung 2-20: Foto 117: Bohrachse EG2, Heizkeller EG



Abbildung 2-21: Foto 19: KG Keller (W2)



Abbildung 2-22: Foto 16: Bohrachse LD1, große Eingangshalle (EG)



Abbildung 2-23: Foto 29: EG große Eingangshalle (3-dimensionale Feuchtigkeitsmessung)



Abbildung 2-24: Foto 35: Sockelleiste aus großer Eingangshalle (EG), Feuchtigkeit



Abbildung 2-25: Foto 48: EG Gang, Loch im morschen Holzboden



Abbildung 2-26: Foto 51: EG Vorraum



Abbildung 2-27: Foto 55: EG Säulenhalle, Wand zu Wagenraum



Abbildung 2-28: Foto 131: EG Raum vor Bad



Abbildung 2-29: Foto 134: Bohrloch EG3, Zimmer EG (raumseitige Bitumenabdichtung)



Abbildung 2-30: Foto 120: Wohnung OG



Abbildung 2-31: Foto 123: Dachstuhl



Abbildung 2-32: Foto 124: Dachstuhl

2.5 Fundamente

Die Beurteilung der Fundamente erfolgte durch Schürfungen / Grabungen an verschiedenen Stellen des Gebäudes. In den folgenden Ansichten sind die entsprechenden Stellen eingetragen und mit Grabung bezeichnet. Des Weiteren finden sich dort die Verweise auf die Fotos (F) des Kapitels 2.4.

Ansicht Ost

- im Bereich der freien Wandoberfläche wenig Putz
- Fundamentierung vorhanden und kompakt
- feuchter Boden

Ansicht West

- im Bereich der freien Wandoberfläche sehr dicker Putz (ggf. mehrschichtig)
- Fundamentierung vorhanden und kompakt, sehr geschlossenes Gefüge
- sehr trockener Aushub / z.T. eher Schutt statt Boden
- im Fundamentmaterial wurde gegebenenfalls als Bindemittel Kalk verwendet (?), große Ähnlichkeit mit einem Magerbeton, jedoch andere Färbung

Ansicht Süd

- wurde im Laufe der Zeit bereits gegenüber dem ursprünglichen Zustand verändert
- Spritzwasserschutz durch grobes Gestein, welches in einer Breite von ca. 40 cm vor der Wand liegt
- Fundamentierung vorhanden und kompakt
- trockener Eindruck
- Aufbau (von oben nach unten):
 - 15 – 20cm Schotter
 - 10cm Mutterboden
 - anschl. lockeres Gestein, grober Schotter

2.6 Bohrprofile

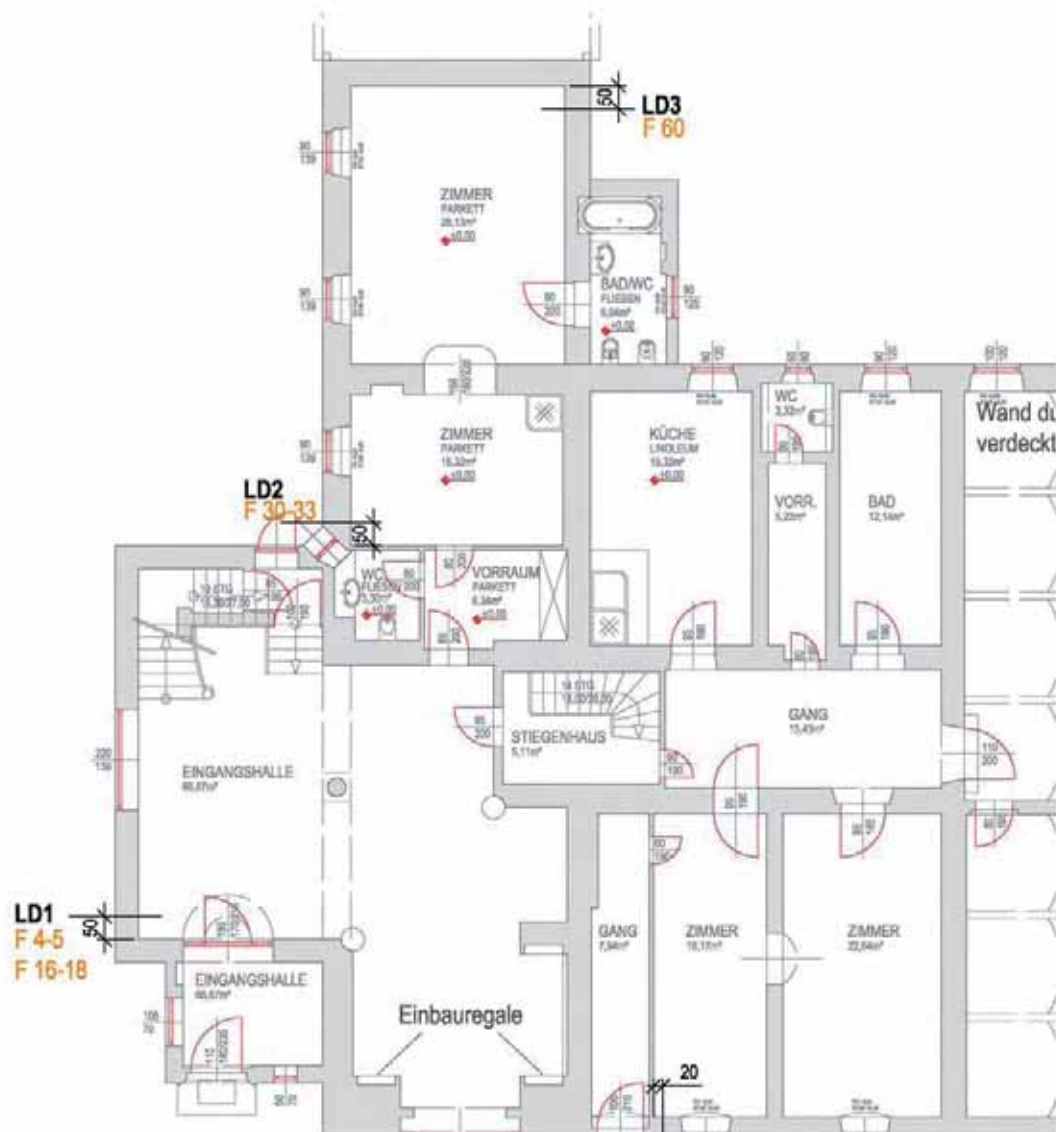


Abbildung 2-33: Plan A3 – 1: Position der Achsen 1 (LD 1) bis 3 (LD 3) im Grundriss;

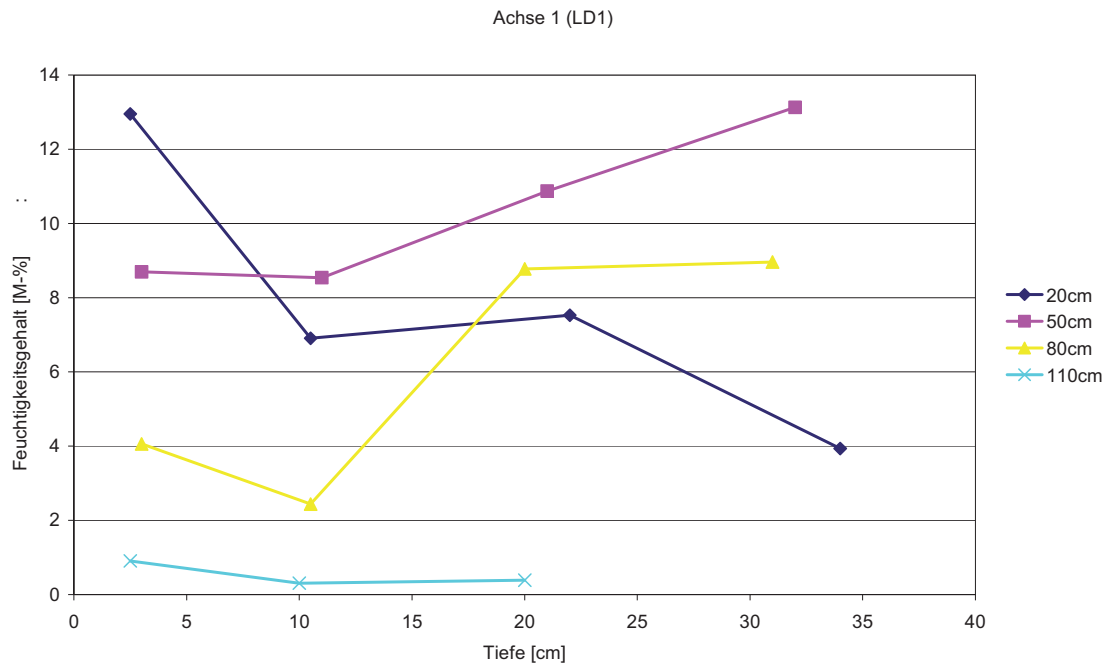


Abbildung 2-34: Feuchtigkeitsprofil Achse 1 (LD 1): Feuchtigkeitsgehalt in Abhängigkeit von der Tiefe und Höhe; Position der Messachse siehe zuvor

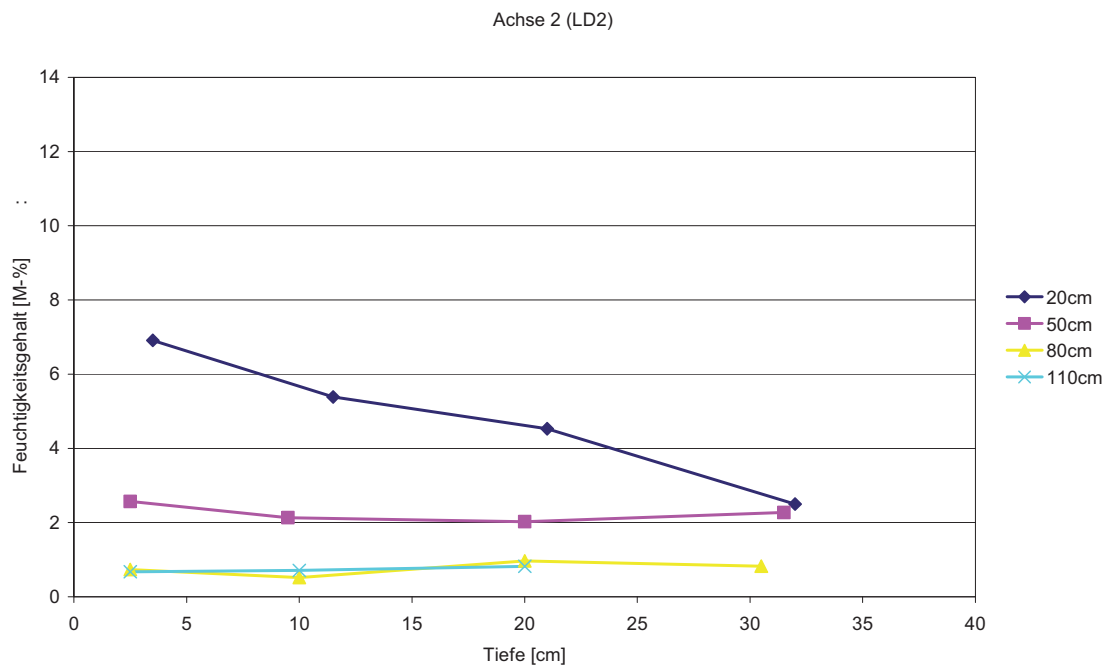


Abbildung 2-35: Feuchtigkeitsprofil Achse 2 (LD 2): Feuchtigkeitsgehalt in Abhängigkeit von der Tiefe und Höhe; Position der Messachse siehe zuvor

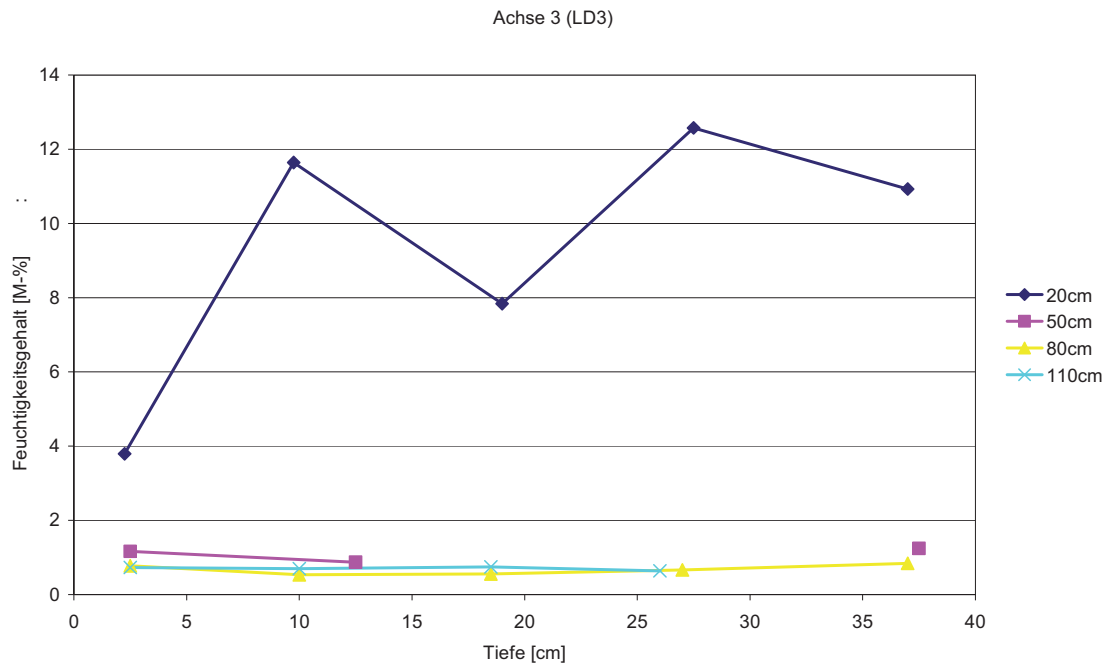


Abbildung 2-36: Feuchtigkeitsprofil Achse 3 (LD 3): Feuchtigkeitsgehalt in Abhängigkeit von der Tiefe und Höhe; Position der Messachse siehe zuvor

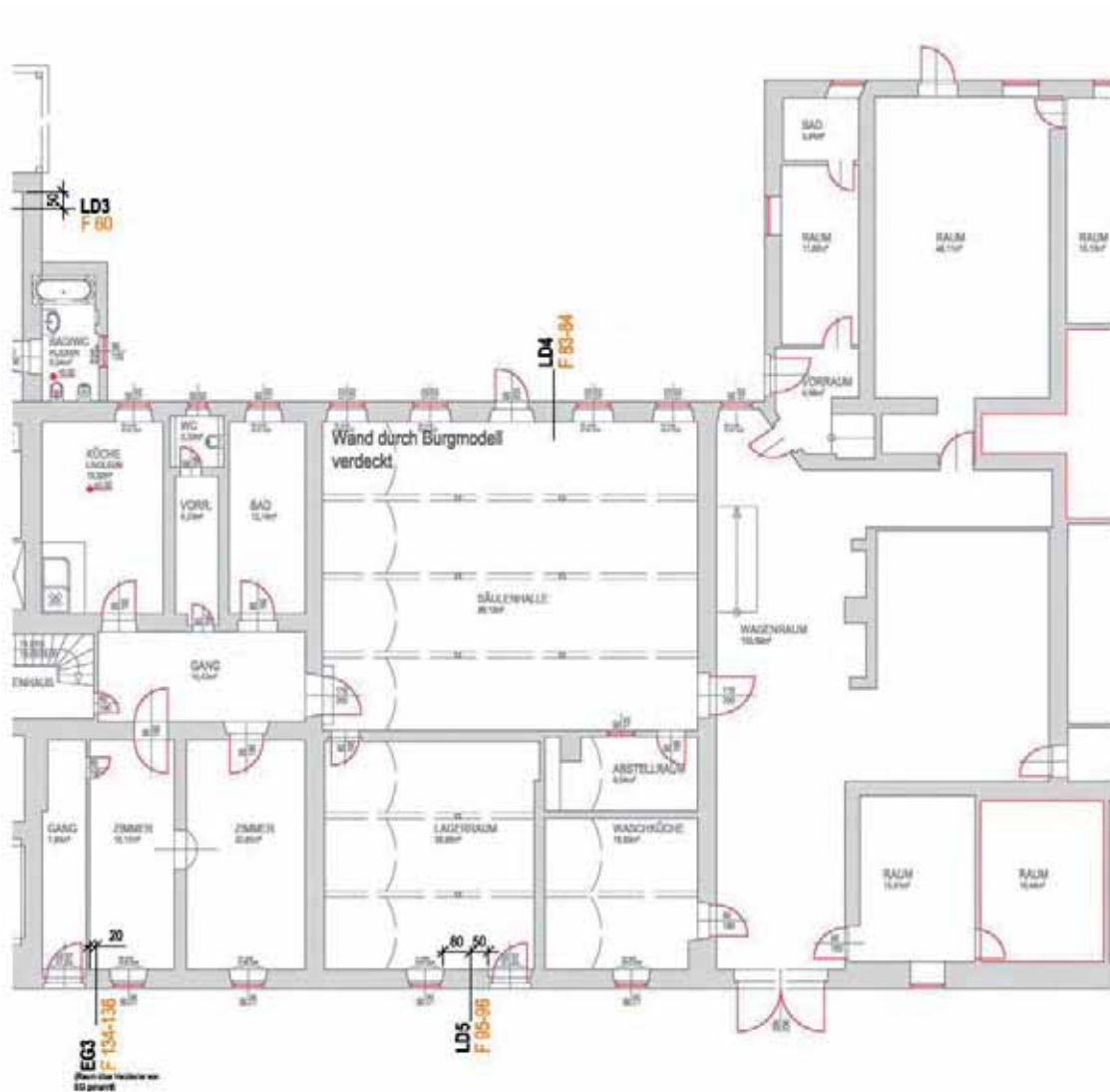


Abbildung 2-37: Plan A3 – 2: Position der Achsen 4 (LD 4) bis 5 (LD 5) im Grundriss;

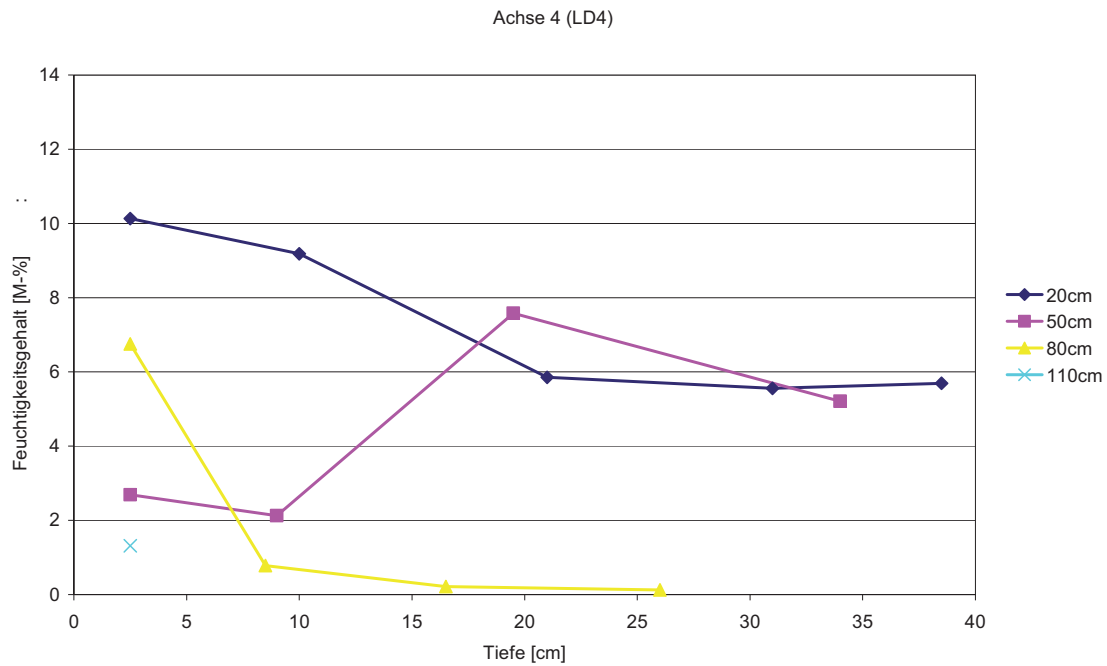


Abbildung 2-38: Feuchtigkeitsprofil Achse 4 (LD 4): Feuchtigkeitsgehalt in Abhängigkeit von der Tiefe und Höhe; Position der Messachse siehe zuvor

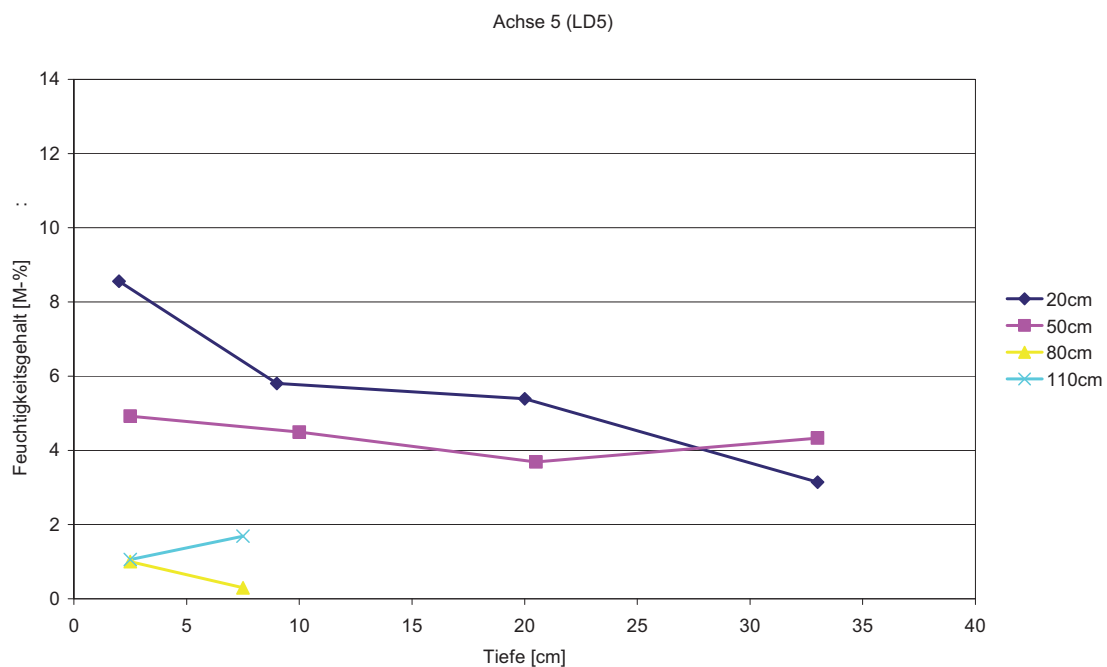


Abbildung 2-39: Feuchtigkeitsprofil Achse 5 (LD 5): Feuchtigkeitsgehalt in Abhängigkeit von der Tiefe und Höhe; Position der Messachse siehe zuvor

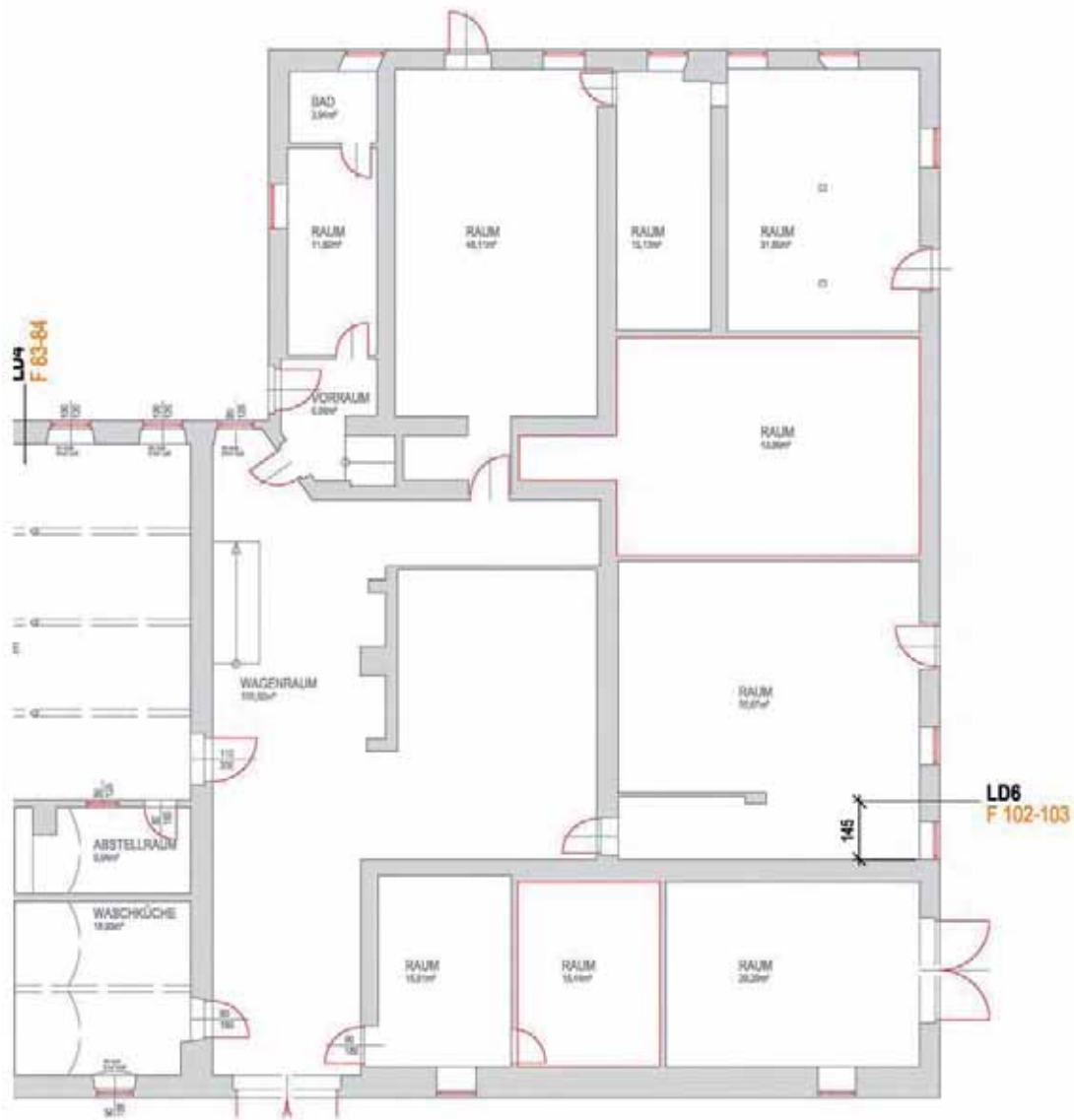


Abbildung 2-40: Plan A3 – 3: Position der Achse 6 (LD 6) im Grundriss

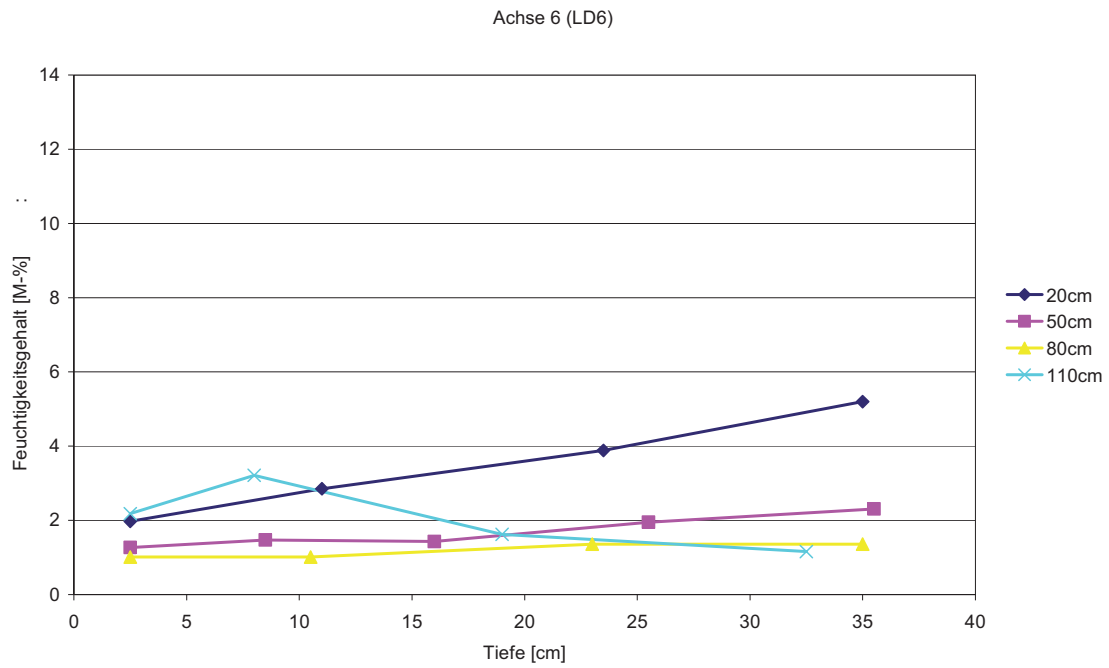


Abbildung 2-41: Feuchtigkeitsprofil Achse 6 (LD 6): Feuchtigkeitsgehalt in Abhängigkeit von der Tiefe und Höhe; Position der Messachse siehe zuvor

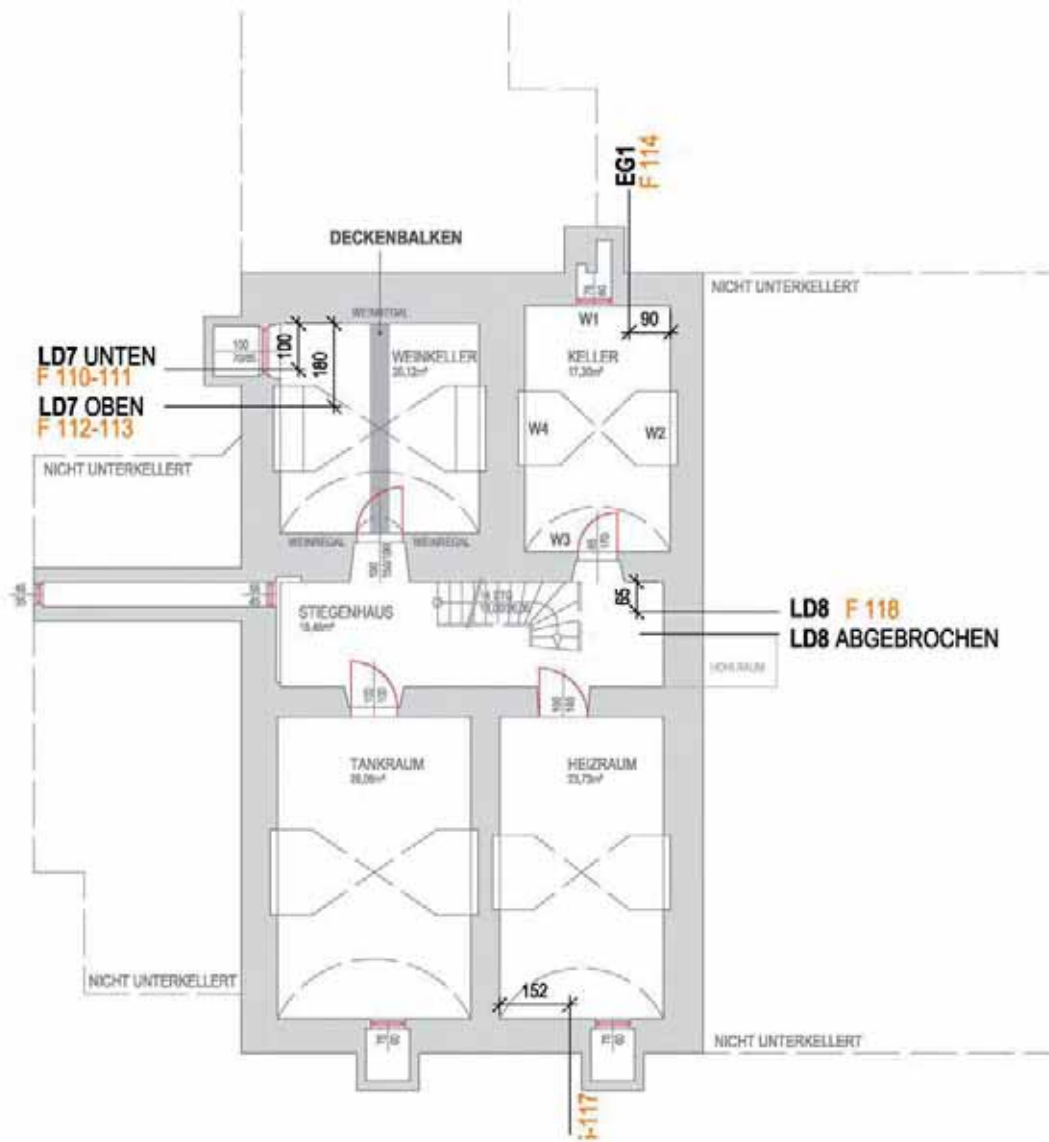


Abbildung 2-42: Plan A3 – 4: Position der Achsen 7 (LD 7) bis 8 (LD 8) im Grundriss

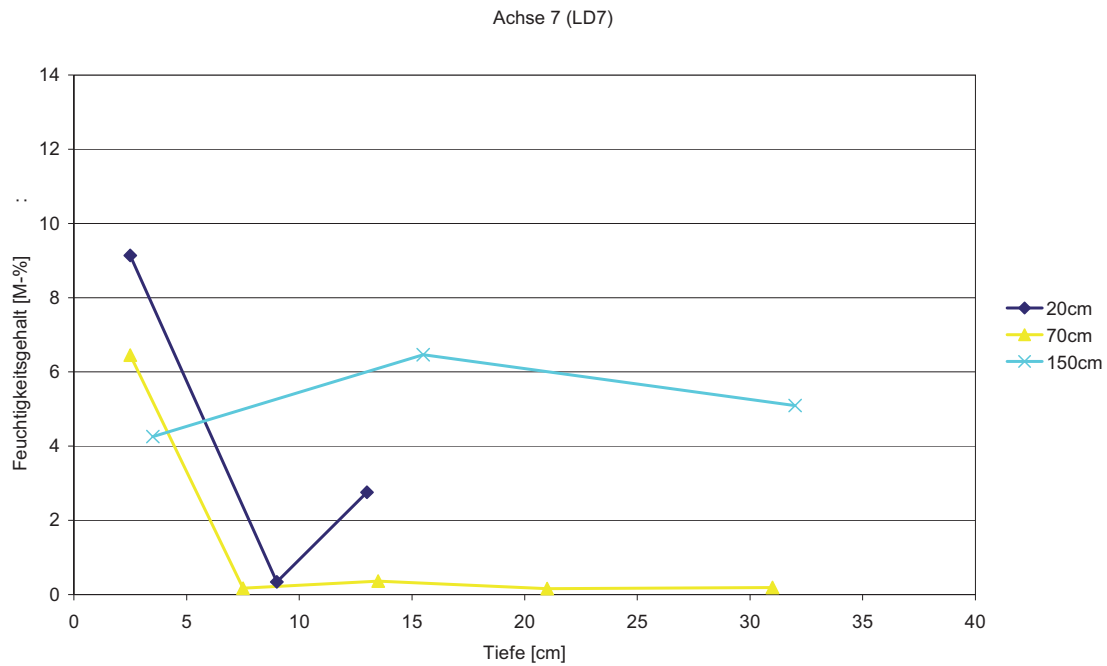


Abbildung 2-43: Feuchtigkeitsprofil Achse 7 (LD 7): Feuchtigkeitsgehalt in Abhängigkeit von der Tiefe und Höhe; Position der Messachse siehe zuvor

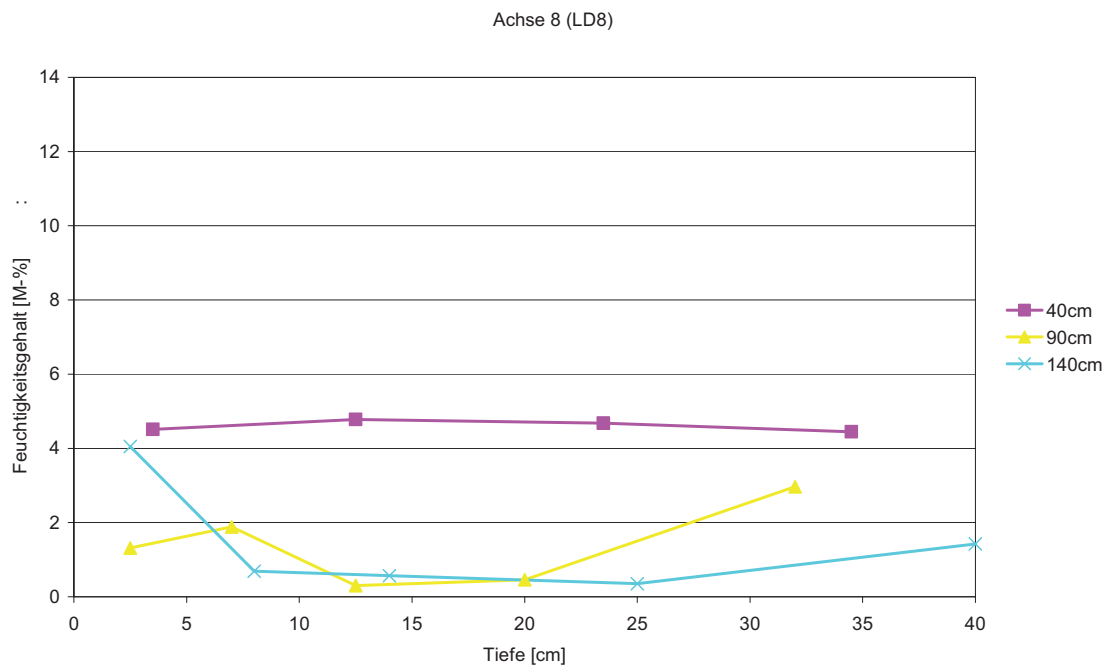


Abbildung 2-44: Feuchtigkeitsprofil Achse 8 (LD 8): Feuchtigkeitsgehalt in Abhängigkeit von der Tiefe und Höhe; Position der Messachse siehe zuvor

2.7 Feuchtigkeitsverteilung

In den nächsten zwei Abbildungen ist die flächige Verteilung der Feuchtigkeit in der Außenwanddecke im Eingangsbereich dargestellt (siehe Abbildung 2-23). Dieser Bereich ist durch feuchtes Mauerwerk auf Grund einer mangelhaften Regenwasserableitung an der Außenseite gekennzeichnet.

Die dargestellten Werte sind die Anzeigewerte des Messgerätes MOIST der Firma hf sensor GmbH, welches auf Basis der Messung der dielektrischen Eigenschaften des Materials im Mikrowellenbereich auf das vorhandene Wasser schließt. Die Tiefensonde hat dabei eine Eindringtiefe von 20cm bis 30cm und die Oberflächensonde von 5cm bis 10cm. Das Messraster beträgt 20cm mal 20cm und beginnt 10cm über der Fußbodenoberkante.

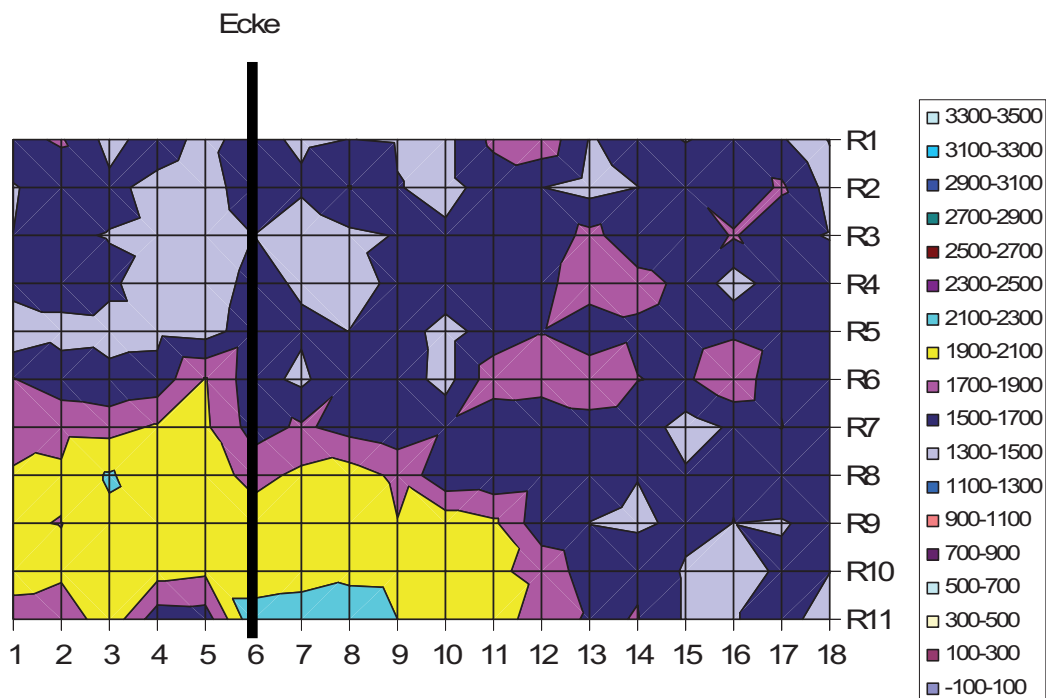


Abbildung 2-45: Feuchtigkeitsverteilung 20 cm x 20 cm um die Ecke abgewickelt, Messung mit Tiefensonde in 20-30 cm Tiefe

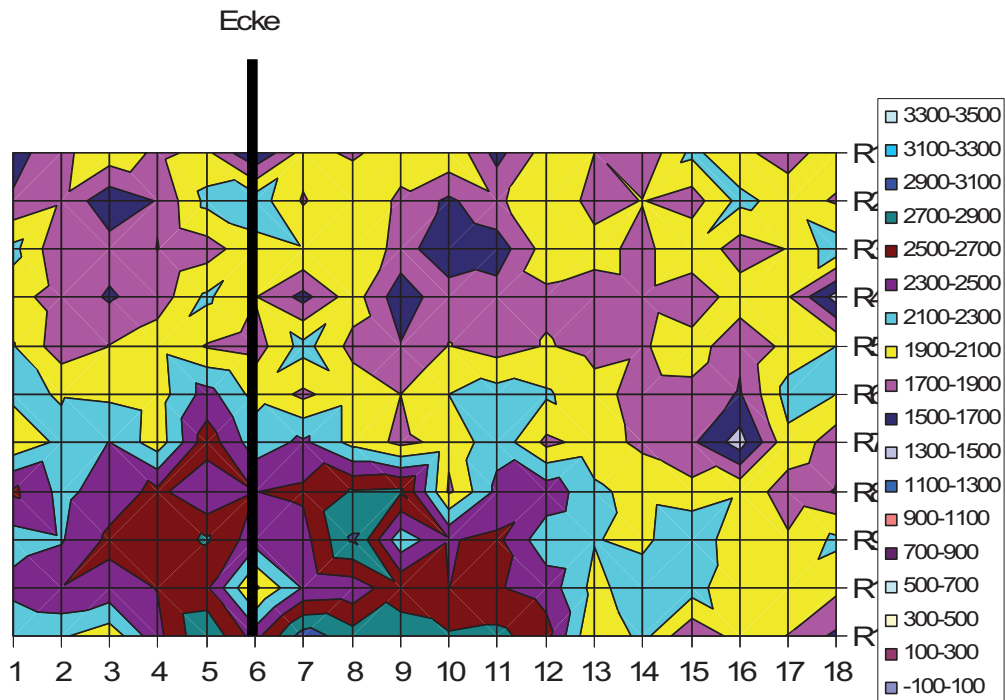


Abbildung 2-46: Feuchtigkeitsverteilung 20 cm x 20 cm um die Ecke abgewickelt, Messung mit Oberflächensonde in 5-10 cm Tiefe

Die Auswertung der Bilder ergibt, dass die Feuchtigkeitsbelastung und die daraus resultierende Schädigung im Eingangsbereich auf eine defekte Regenableitung im Außenbereich zurückzuführen ist.

2.8 Salze

Die vorliegenden Ergebnisse zur Salzbelastung zeigen keine besonderen Auffälligkeiten und sind, wenn vorhanden, als gering zu bezeichnen.

2.9 Holzbauteile - Dachkonstruktion

1. Dachstuhl über Altbestand – Wohnbereich:

Die Firstüberplattungen mehrerer Sparrenpaare sind in diesem Bereich durch Fäulnis zerstört und nur teilweise mit Pfosten provisorisch verstärkt. Das Konstruktionsholz ist großflächig morsch (zerbröseln und staubt bei Hammerschlag – siehe Abbildung 2-31) bzw. durch Wassereintritt geschädigt.

An der Mittelfette wurden nachträglich Veränderungen vorgenommen bzw. Konstruktionsteile entfernt. Zum Teil fehlen konstruktive Elemente wie Streben, Windaussteifungen, Windrispen und Kopfbänder bzw. sind diese unzureichend gesichert (Klammern usw.). Die Fußfette im Walmbereich zur Straße ist nicht mehr tragfähig.

Die Decke in Zangenlage zum Spitzboden ist durch Wassereintritte und Wurmbefall teilweise zerstört. In großen Bereichen der Decke und des Dachstuhlkonstruktionsholzes finden sich Sägemehlhaufen, was auf einen großflächigen Wurmbefall schließen lässt.

2. Dachstuhl über Zubau – Kulissenlager Operette Bad Ischl:

Der Dachstuhl ist augenscheinlich aufgrund der teilweise vorherrschenden unzulässig großen Durchbiegungen überlastet jedoch nicht einsturzgefährdet. Jedenfalls kann ausgeschlossen werden, dass die in der Norm festgelegte Sicherheit mit der Bestandskonstruktion eingehalten werden kann. Das gewählte statische System ist teilweise nicht nachvollziehbar, bzw. fehlen zum Teil konstruktive Elemente wie Streben, Windaussteifungen, Windrispen und Kopfbänder bzw. sind diese unzureichend gesichert (Klammern, usw.).

Im Bereich des Überganges des alten Dachstuhles zur Dachkonstruktion jüngeren Herstellungsdatums (gehackte Sparren und geschnittene Sparren) ist teilweise die Firstüberplattung der Sparrenpaare abgefault und nur provisorisch mit Pfosten verstärkt.

Es wird daher dringend empfohlen eine Begutachtung der Standsicherheit des Bestandsdachstuhles durchzuführen und entsprechende konstruktive Maßnahmen zu setzen.

Auf Grund des vorgefundenen und oben beschriebenen Zustandes des Dachstuhles wurden keine Messungen zur Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes des Holzes durchgeführt.

2.10 Holzbauteile - Fußboden

Zur Zustandsbeschreibung war auch vorgesehen, dass die Fußböden und die Deckenbalken betrachtet werden. Von Seiten des Eigentümers wurde erbeten, dass sämtliche Untersuchungen sorgsam erfolgen. Das heißt hier, dass keine hochwertigen Böden (z.B. Parkett) zerstört werden.

Eine Möglichkeit den Fußboden und den Zustand der Decken zu beurteilen, bestand im Obergeschoß (siehe Abbildung 2-30). Hierbei wurde festgestellt, dass im Rahmen einer früheren Sanierung der gesamte Deckenaufbau erneuert wurde. Hier befinden sich neue Schüttungen und zusätzliche Aufdoppelungen im Deckenaufbau. Der geöffnete Bereich ist in Ordnung.

Es wird an dieser Stelle auf Kapitel 2.4 verwiesen, wo Schäden an den Fußböden (z.B. Beschreibung 5, 10 und 28) und daraus folgend an den Decken erfasst sind.

3 METEOROLOGISCHE DATEN

3.1 Klimadaten

Die folgenden Daten wurden von Ao. Univ. Prof. Mag. Dr. Philipp Weihs (Universität für Bodenkultur) als klimatische Grundlage der Simulationen zusammengestellt und vom Institut für Wärmetechnik (Technische Universität Graz) für die thermische Simulation aufbereitet.

Das Klimaszenario besteht aus einer Aneinanderreihung von Messwerten der Jahre 2002 bis 2005 und ergänzenden, berechneten Werten. Dem ersten Jahr wurde ein weiteres Jahr 2002 vorangestellt, in dem das thermische Simulationssystem sich einschwingen kann. Die Simulationsdaten dieses ersten Jahres wurden nicht ausgewertet.

Außenlufttemperaturen: Messwerte St. Wolfgang

relative Feuchtigkeit der Außenluft: Messwerte St. Wolfgang

Taupunkttemperatur: wurde aus der Temperatur und der relativen Feuchte berechnet

Globalstrahlung: Messwerte Bad Ischl (13,62° östliche Länge, 47,72° nördliche Breite, 468 m ü. A.)

Diffusstrahlung: wurde auf Grundlage der Globalstrahlungsdaten berechnet

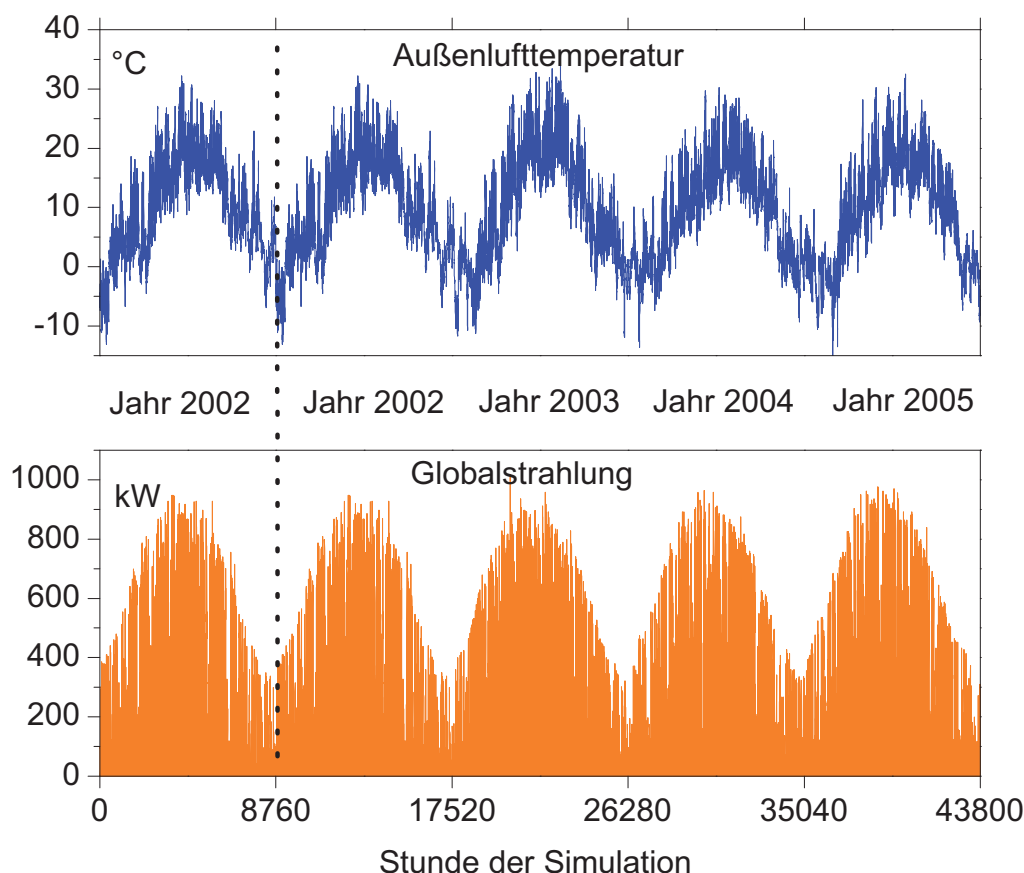


Abbildung 3-1: Verlauf der Außenlufttemperatur und der Globalstrahlung im Klimaszenario Haidenhof

Die folgenden Seiten zeigen Auswertungen der einzelnen Jahre des Klimaszenarios Haidenhof nach Kalenderstruktur:

Tabelle 3-1: Vergleich der Außenlufttemperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit im Klimaszenario Haidenhof

Jahr	Außenlufttemperatur - Klimaszenario Haidenhof													Jahr
	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ		
2002	Minima, [°C]	-13,1	-6,7	-2,9	-4,5	7,4	8,3	9,5	12,3	2,9	2,6	-1,0	-6,9	-13,1
	Maxima, [°C]	10,5	14,0	18,6	27,1	26,8	32,2	30,7	28,0	26,2	19,0	22,9	11,8	32,2
	Mittelwert, [°C]	-3,0	3,0	5,4	7,9	14,7	18,7	18,3	18,1	12,9	9,1	7,0	2,0	9,6
2003	Minima, [°C]	-11,7	-11,3	-3,1	-4,5	2,7	12,6	11,7	10,2	5,9	-4,0	0,1	-11,9	-11,9
	Maxima, [°C]	10,7	8,1	18,1	27,1	29,0	32,8	33,4	34,0	25,6	23,4	15,1	15,7	34,0
	Mittelwert, [°C]	-0,8	-3,2	4,1	7,9	15,0	21,0	19,2	21,5	13,9	6,8	5,5	0,9	9,4
2004	Minima, [°C]	-13,6	-7,4	-5,4	-0,3	3,6	7,9	9,5	10,6	7,0	2,7	-3,5	-9,3	-13,6
	Maxima, [°C]	10,1	11,9	18,7	23,1	23,6	29,7	30,2	28,5	25,7	22,8	15,7	13,3	30,2
	Mittelwert, [°C]	-0,9	1,1	2,7	9,1	11,3	15,3	17,4	18,6	14,4	11,4	3,7	0,0	8,7
2005	Minima, [°C]	-10,6	-12,8	-15,0	-1,0	1,6	6,3	8,5	8,3	5,5	1,2	-7,3	-9,3	-15,0
	Maxima, [°C]	9,7	4,2	17,3	20,7	30,2	30,3	32,5	26,3	28,1	19,9	16,3	6,1	32,5
	Mittelwert, [°C]	-0,8	-1,8	1,7	8,5	13,2	16,9	18,0	15,9	15,5	10,8	3,7	-0,5	8,5

Jahr	rel. Luftfeuchtigkeit - Klimaszenario Haidenhof													Jahr
	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ		
2002	Minima, [°C]	46	41	31	31	36	34	42	43	42	39	29	43	29
	Maxima, [°C]	99	99	99	100	100	99	99	99	100	100	100	100	100
	Mittelwert, [°C]	91	84	79	73	76	76	80	82	84	84	84	89	82
2003	Minima, [°C]	47	43	31	31	34	32	37	35	38	32	42	38	31
	Maxima, [°C]	99	99	100	100	100	97	97	98	100	100	99	98	100
	Mittelwert, [°C]	88	85	80	73	77	72	75	73	81	83	86	85	80
2004	Minima, [°C]	48	44	35	33	38	32	38	41	39	43	51	34	32
	Maxima, [°C]	97	98	99	99	97	96	97	97	96	96	96	98	99
	Mittelwert, [°C]	86	82	80	75	77	78	79	78	80	83	86	87	81
2005	Minima, [°C]	54	40	34	25	29	31	34	45	38	35	51	62	25
	Maxima, [°C]	98	96	96	97	97	95	96	96	95	96	95	96	98
	Mittelwert, [°C]	84	82	80	74	74	74	76	81	79	78	85	86	79

Tabelle 3-2: Vergleich der Globalstrahlung und der Diffusstrahlung im Klimaszenario Haidenhof

Jahr	Globalstrahlung - Klimaszenario Haidenhof													
		JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	Jahr
2002	Maxima, [W/m ²]	460	565	787	845	947	947	928	928	781	715	440	349	947
	Energie, [kWh/m ²]	40	39	97	108	141	161	154	117	88	61	29	21	1056
2003	Maxima, [W/m ²]	424	629	745	859	1017	895	958	834	828	623	463	379	1017
	Energie, [kWh/m ²]	29	71	94	121	152	164	156	148	104	62	39	26	1165
2004	Maxima, [W/m ²]	474	582	784	892	958	964	911	875	778	626	427	413	964
	Energie, [kWh/m ²]	29	41	100	110	119	125	131	130	98	73	27	35	1018
2005	Maxima, [W/m ²]	524	626	825	950	961	975	970	892	839	645	465	413	975
	Energie, [kWh/m ²]	35	53	99	122	163	150	151	111	96	88	39	25	1131

Jahr	Diffusstrahlung - Klimaszenario Haidenhof													
		JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	Jahr
2002	Maxima, [W/m ²]	212	274	346	410	436	396	409	422	323	281	229	182	436
	Energie, [kWh/m ²]	25	29	50	61	75	74	72	64	49	38	21	16	574
2003	Maxima, [W/m ²]	233	280	327	381	435	445	366	425	336	297	204	197	445
	Energie, [kWh/m ²]	22	37	51	64	74	78	76	65	49	37	25	19	597
2004	Maxima, [W/m ²]	240	294	337	382	399	408	401	338	478	313	213	211	478
	Energie, [kWh/m ²]	22	29	54	59	70	71	70	63	49	42	21	24	575
2005	Maxima, [W/m ²]	247	368	382	415	473	435	444	413	400	350	230	207	473
	Energie, [kWh/m ²]	25	37	56	65	83	82	78	62	53	46	27	20	633

Außenlufttemperatur im Jahr 2002

Wochenauswertung									
Woche des Jahres	Stundenwert <			Stundenwert >					
	-12	-6	0	0	6	12	18	24	30
1		77	161	7					
2	3	81	168						
3		70	126	42					
4			15	153	7				
5			75	93	13				
6			9	159	14				
7			3	165	67	7			
8		2	36	132	4				
9			11	157	13				
10			4	164	97	22	1		
11				168	101	39	1		
12				17	151	56	8		
13				31	137	52	20		
14				55	113	3			
15				19	149	68	25	2	
16				168	134	58	6		
17				168	154	81	33		
18				168	168	93	36	5	
19				168	168	141	44		
20				168	168	122	44	13	
21				168	168	128	34	4	
22				168	168	110	43		
23				168	168	156	37	6	
24				168	168	160	101	31	2
25				168	168	168	157	64	15
26				168	168	152	60	16	
27				168	168	160	71	14	
28				168	168	168	91	19	4
29				168	168	168	62	7	
30				168	168	167	53	11	
31				168	168	168	106	24	
32				168	168	168	29		
33				168	168	168	62	9	
34				168	168	168	82	25	
35				168	168	168	73	7	
36				168	168	168	68	8	
37				168	168	113	6		
38				168	168	100	5		
39				168	107	7			
40				168	151	43			
41				168	108	1			
42				168	129	31	1		
43				168	158	51			
44				168	140	9			
45			6	162	15				
46				168	128	36	20		
47				168	109	21			
48				168	61				
49				41	127				
50		14	118	50					
51			20	148	18				
52				168	41				
53				24	17				

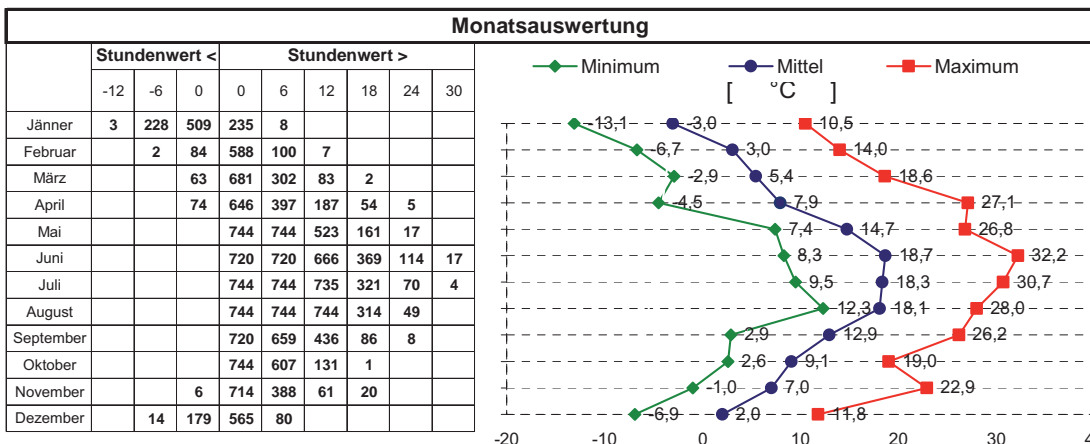
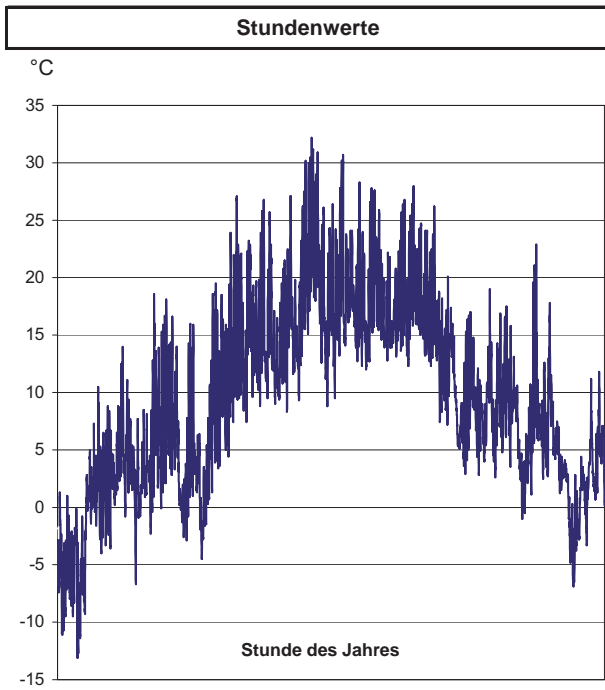
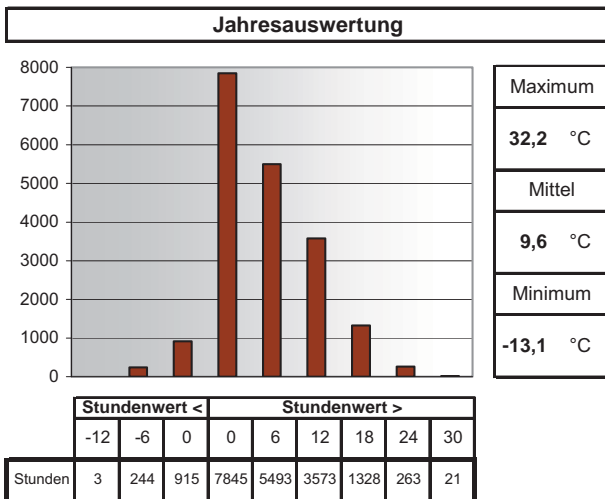


Abbildung 3-2: Klimaszenario Haidenhof. Außenlufttemperatur im Jahr 2002

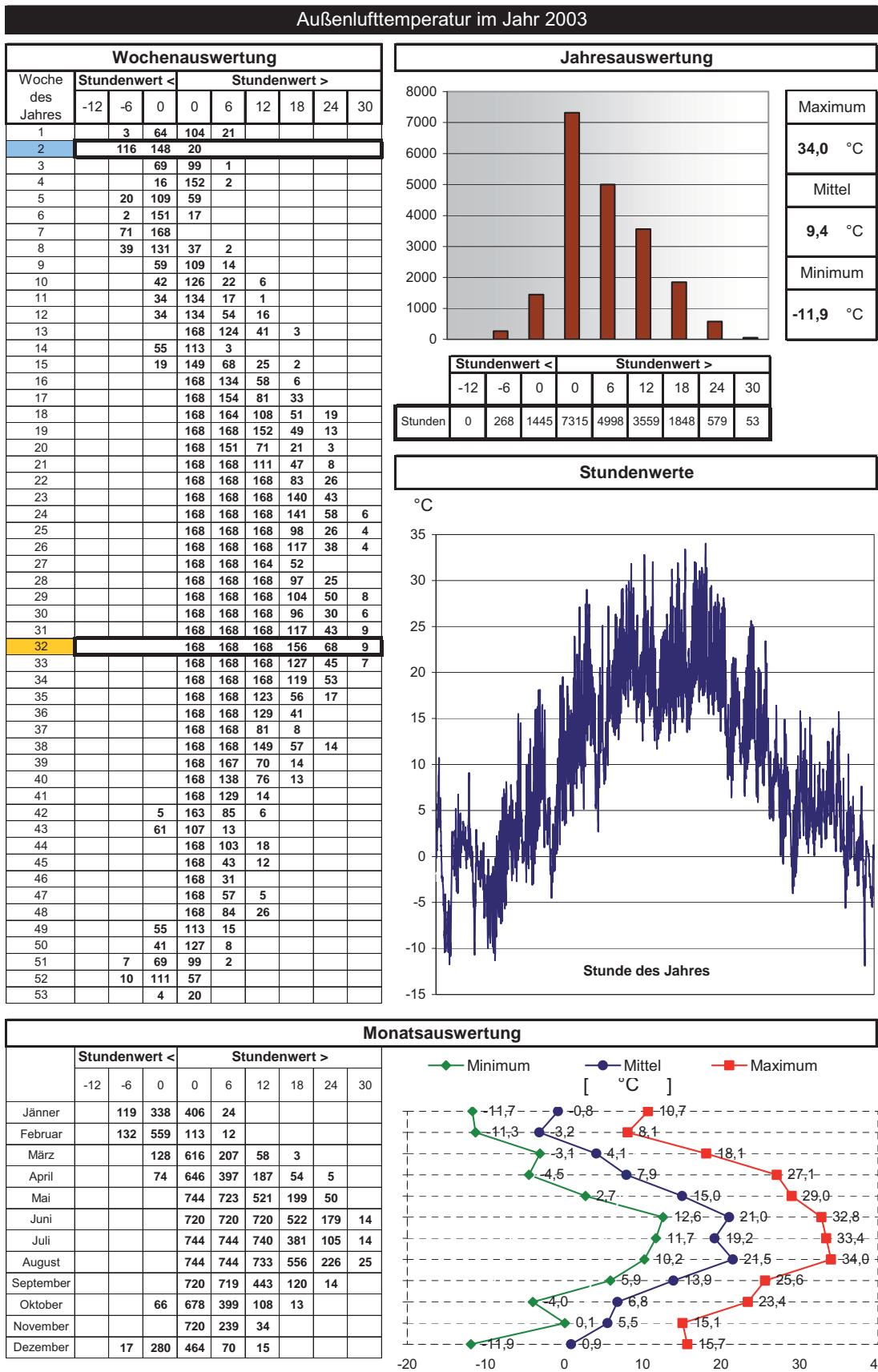


Abbildung 3-3: Klimaszenario Haidenhof. Außenlufttemperatur im Jahr 2003

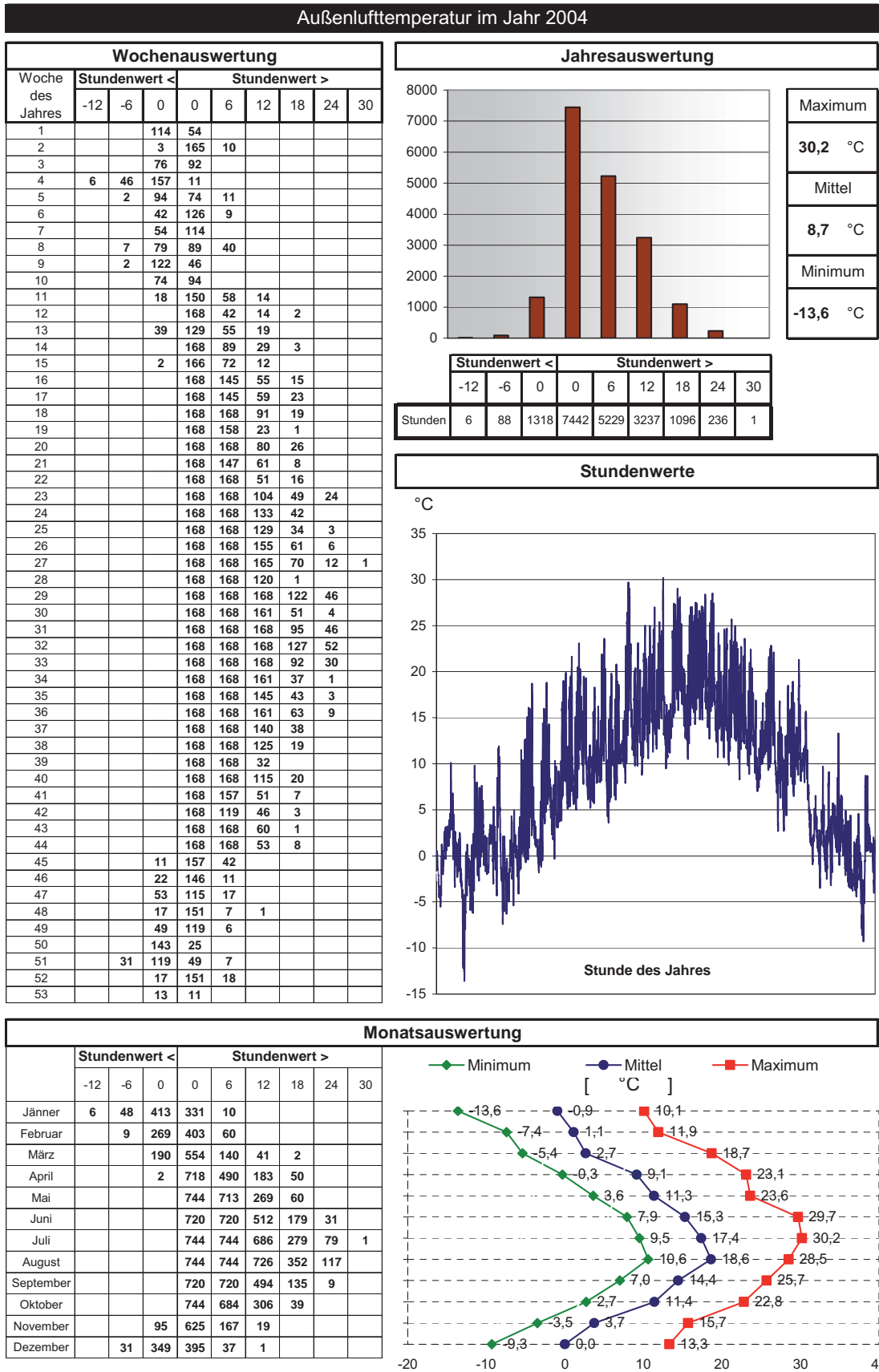


Abbildung 3-4: Klimaszenario Haidenhof. Außenlufttemperatur im Jahr 2004

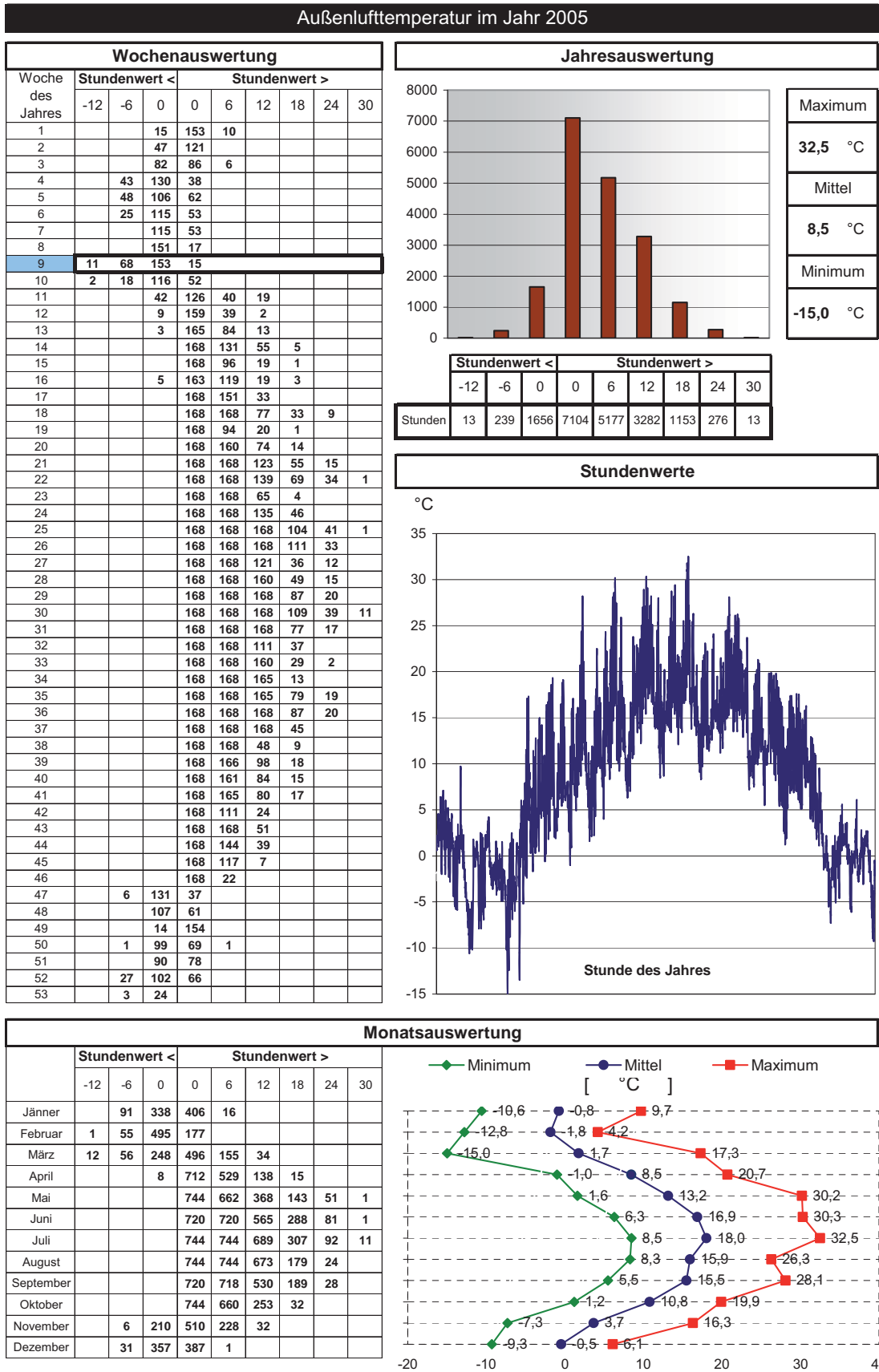


Abbildung 3-5: Klimaszenario Haidenhof. Außenlufttemperatur im Jahr 2005

Kalendarische Klimadatenauswertung der Jahre 2002, 2003, 2004, 2005:

(möglicherweise) relevant für das Heizen:

niedrigster Jahresmittelwert der Außenlufttemperatur – Jahr 2005:

8,5 °C

niedrigster Monatsmittelwert der Außenlufttemperatur – Jänner im Jahr 2002:

-3,0 °C

niedrigster Stundenmittelwert der Außenlufttemperatur – im März 2005:

-15,0 °C

Jahr mit kleinster Globalstrahlungssumme – Jahr 2004:

1018 kWh/m²a

Monat mit kleinster Globalstrahlungssumme – Dezember im Jahr 2002:

21 kWh/m²

größte Stundenanzahl der Außenlufttemperatur unter - 12°C, Woche 9 im Jahr 2005:

11 Stunden

größte Stundenanzahl der Außenlufttemperatur unter - 6°C, Woche 2 im Jahr 2003:

116 Stunden

(möglicherweise) relevant für Kühlen und Überhitzungsschutz:

Höchster Jahresmittelwert der Außenlufttemperatur – Jahr 2002:

9,6 °C

Höchster Monatsmittelwert der Außenlufttemperatur – August im Jahr 2003:

21,5 °C

Höchster Stundenmittelwert der Außenlufttemperatur – im August 2003:

34,0 °C

Jahr mit größter Globalstrahlungssumme – Jahr 2003:

1165 kWh/m²a

Monat mit größter Globalstrahlungssumme – Juni im Jahr 2003:

164 kWh/m²

größte Stundenanzahl der Außenlufttemperatur über 30°C, Woche 25 im Jahr 2002:

15 Stunden

größte Stundenanzahl der Außenlufttemperatur über 24°C, Woche 32 im Jahr 2003:

68 Stunden

In den beiden nachfolgenden Bildern sind die Abweichungen der Monatsmittelwerte der Außenlufttemperatur und der Monatssumme der Globalstrahlung vom langjährigen Mittel dargestellt.

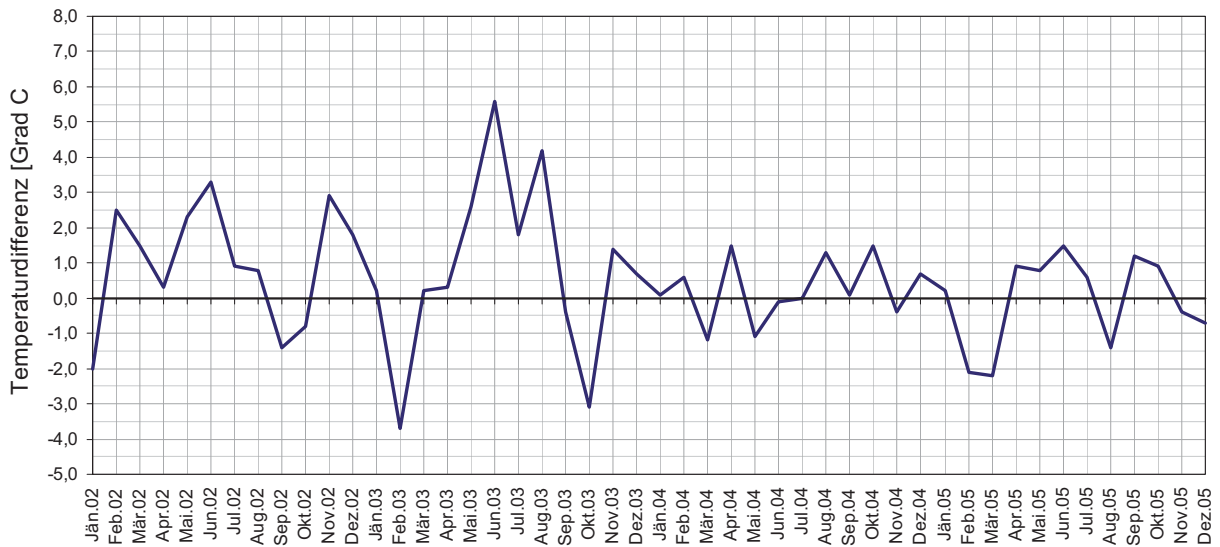


Abbildung 3-6: Abweichung der Monatsmittelwerte der Außenlufttemperatur vom langjährigen Mittel

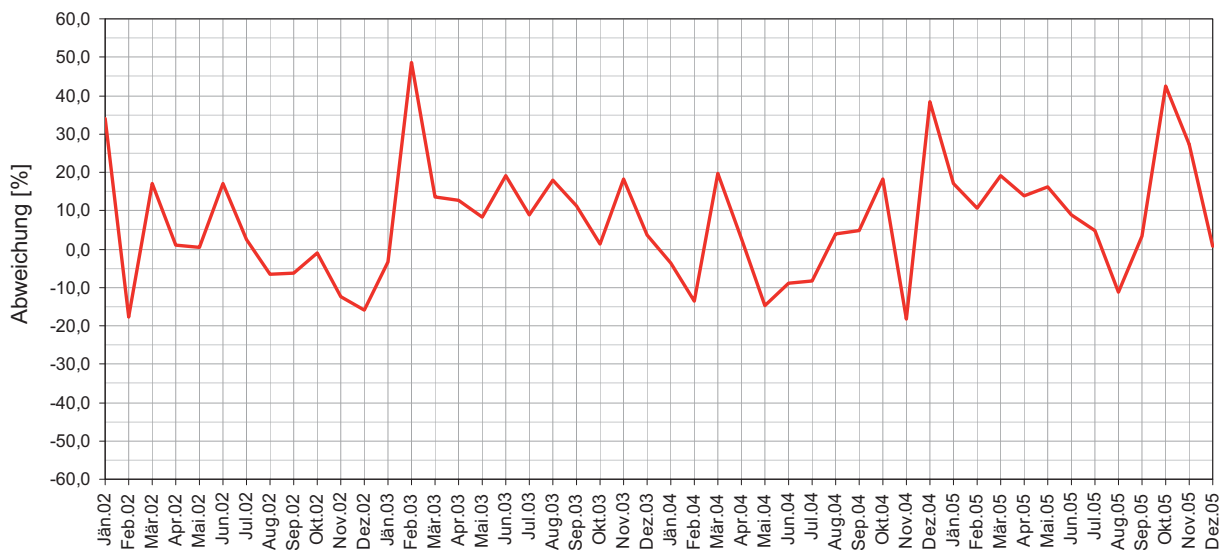


Abbildung 3-7: Abweichung der Monatssumme der Globalstrahlung vom langjährigen Mittel

3.2 Erdreichtemperaturen

Um die Wärmeströme zwischen dem Gebäude und dem angrenzenden Erdreich in die Rechnung einzubeziehen, wird unter jede Bodenfläche und hinter jeder erdberührten Wandfläche ein 80 cm dicker Erdkoffer modelliert. An der Außenseite der Erdkoffer werden je nach Tiefe sinusförmige Temperaturverläufe angesetzt (Abbildung 3.8).

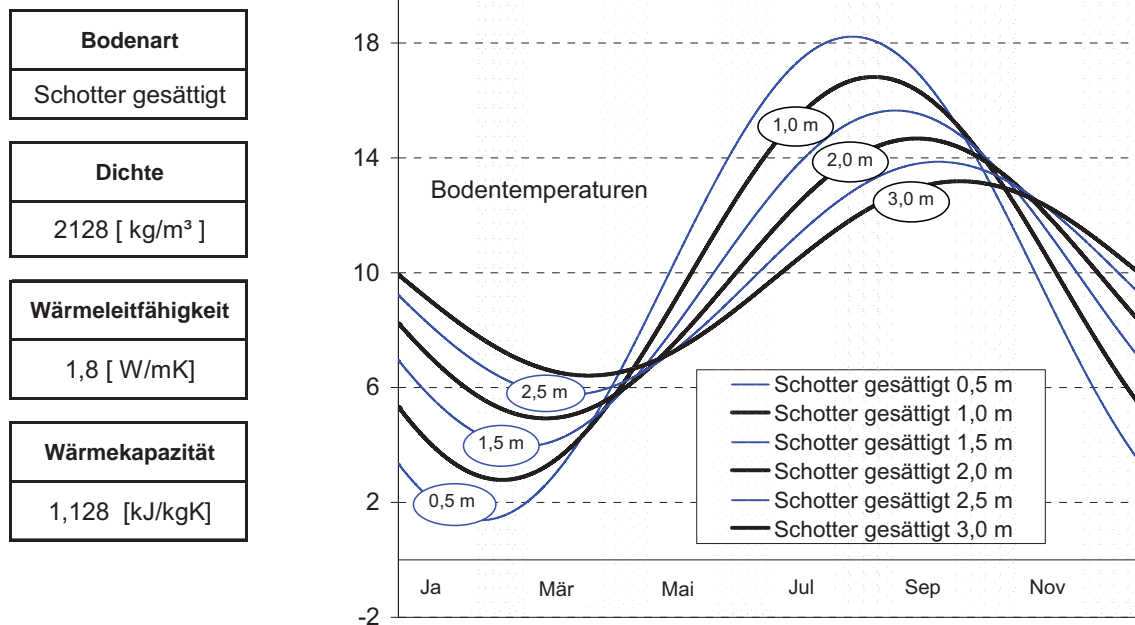


Abbildung 3-8: an der Außenseite der Erdkoffer aufgeprägte Temperaturverläufe

4 THERMISCHE UND HYGRISCHE SIMULATION DER AUSSENWAND

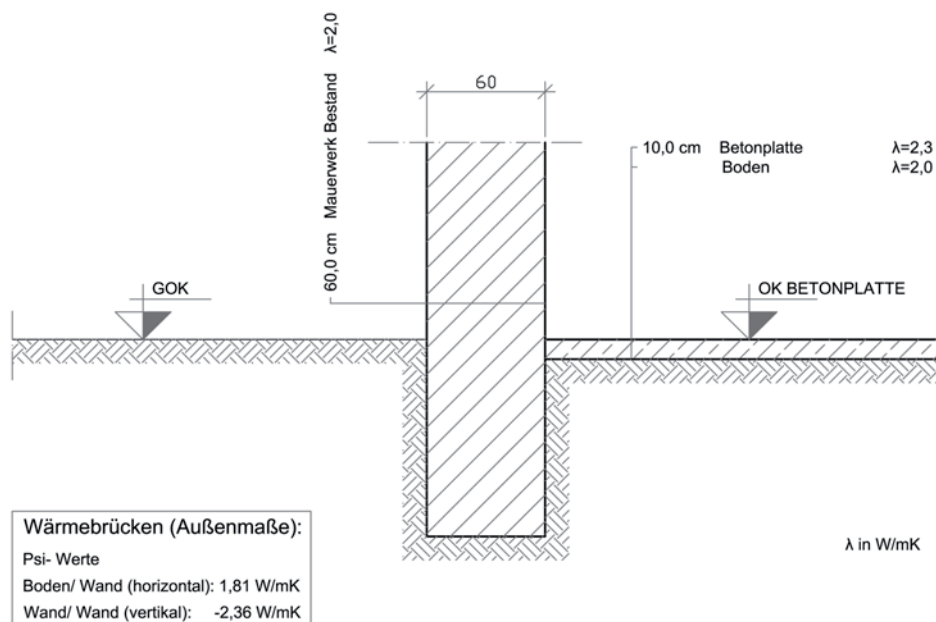
Dieser Abschnitt wurde von Ao. Univ. Prof. DI Dr. Thomas Bednar und DI Dr. Clemens Hecht (Technische Universität Wien) bearbeitet.

Für die Sanierung des Haidenhofes wurden mehrere Varianten bei dem kritischen Bauteil Außenwand in Betracht gezogen und näher untersucht. In einem ersten Schritt wurde eine thermische Bauteilsimulation zur Minimierung der Wärmebrückeneffekte durchgeführt.

4.1 Eingangsparmeter und Wärmebrückenanalyse

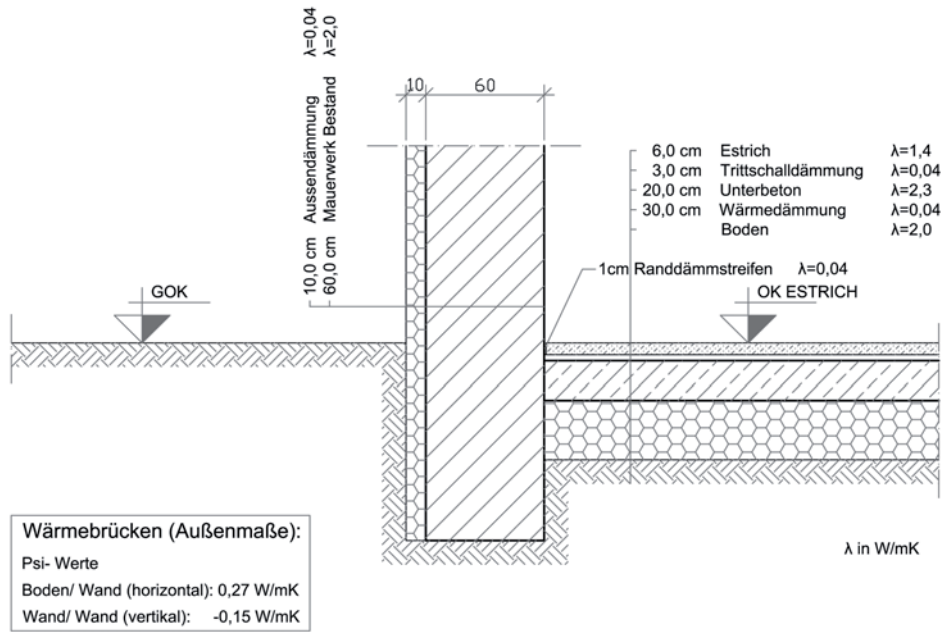
4.1.1 Eingabeparmeter und Wärmebrückenanalyse der Entwurfs-Varianten

Im Folgenden werden die Eingangsparmeter der Entwurfsvarianten für die Sanierung der massiven Außenwände und des besonders kritischen Boden-Wand-Anschlusses analysiert. Die Entwurfsvarianten beziehen sich auf die Rohbaumaße. Als wesentliches Ergebnis sind in den Abbildungen die auf Außenmaße des Rohbaus bezogenen Psi-Werte angegeben.



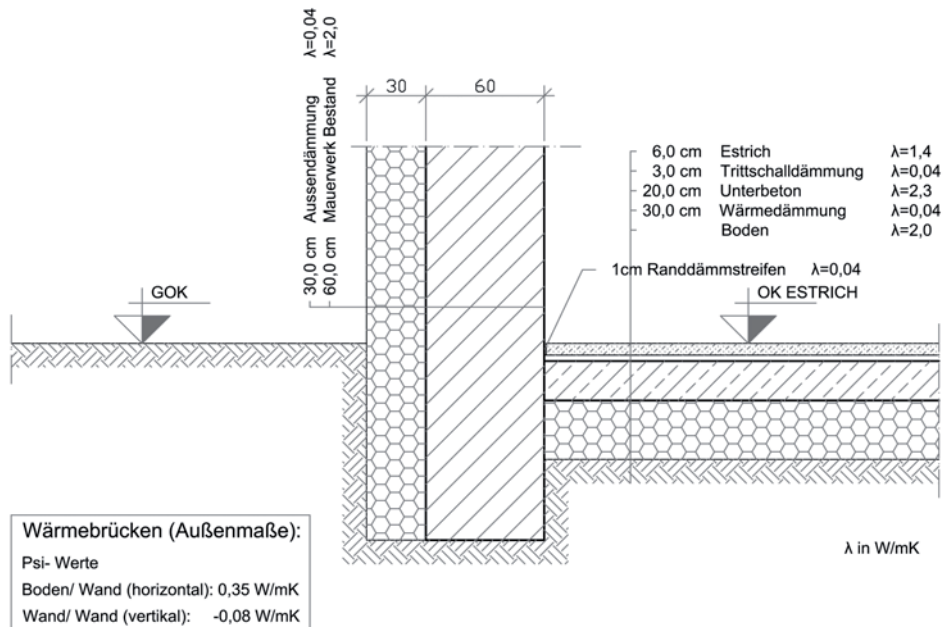
VARIANTE 0

Abbildung 4-1: Eingangsparmeter und Wärmebrückeneffekte, Variante 0 - Bestand Rohbau



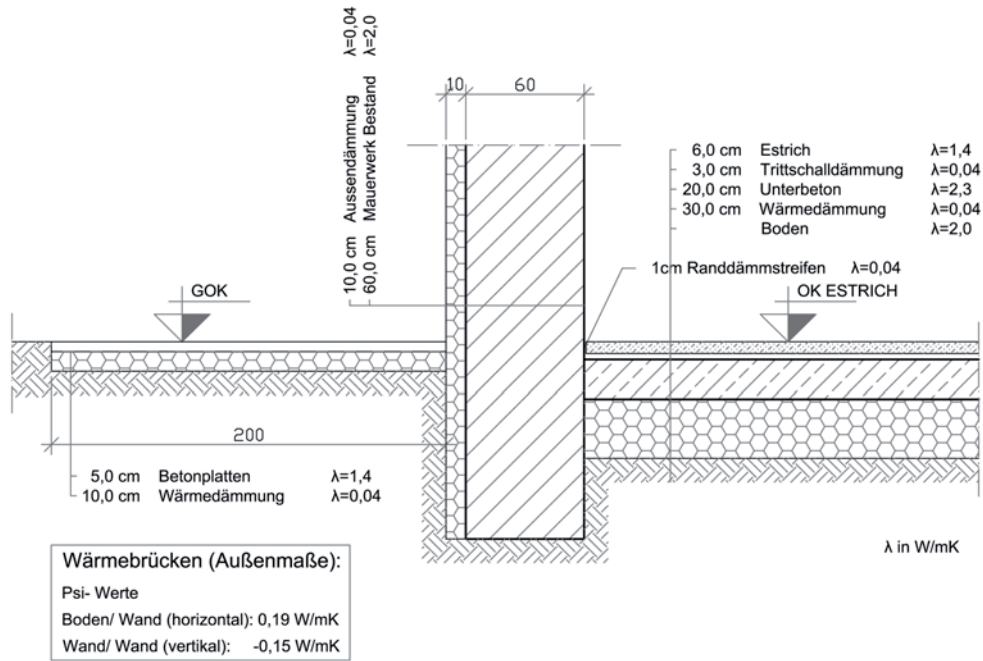
VARIANTE 1

Abbildung 4-2: Eingangsparameter und Wärmebrückeneffekte, Variante 1 - Außendämmung 10 cm



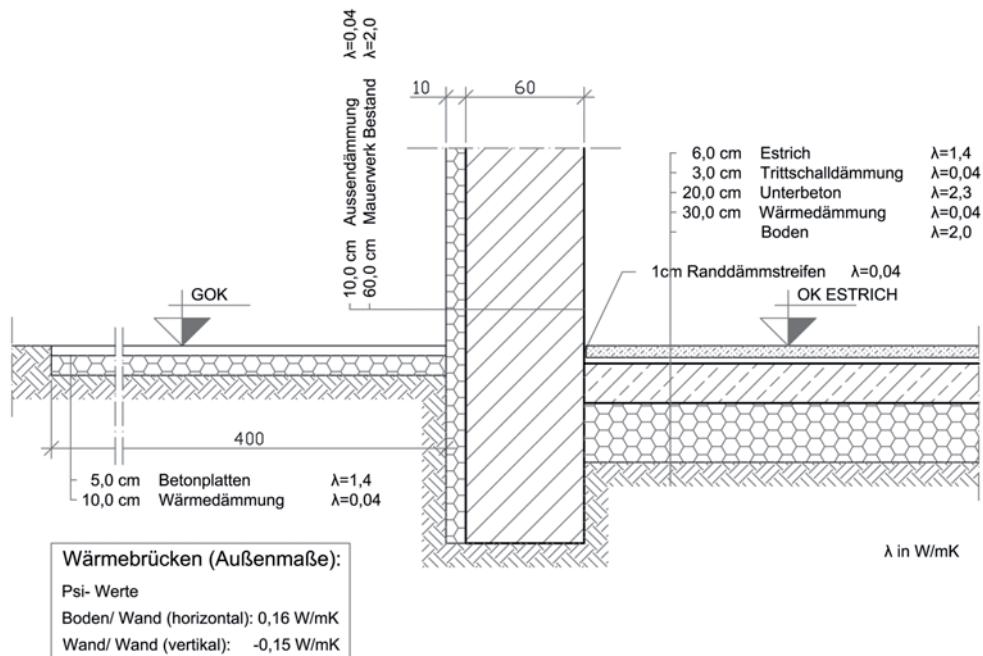
VARIANTE 2

Abbildung 4-3: Eingangsparameter und Wärmebrückeneffekte, Variante 2 - Außendämmung 30 cm



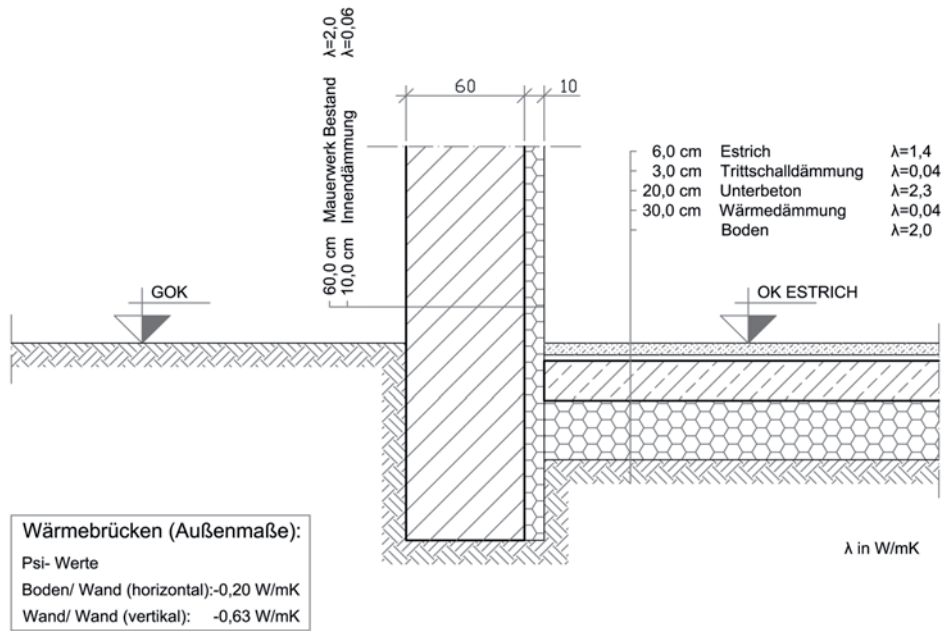
VARIANTE 3

Abbildung 4-4: Eingangsparemeter und Wärmebrückeneffekte, Variante 3 - Außendämmung 10 cm & 2 m breiter Dämmstreifen 10 cm im Traufenbereich



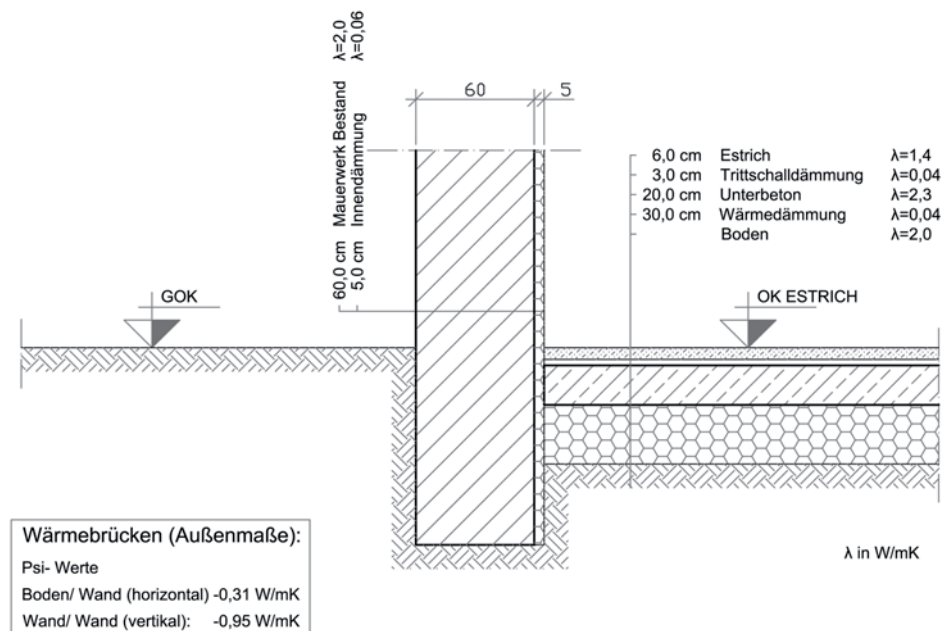
VARIANTE 4

Abbildung 4-5: Eingangsparemeter und Wärmebrückeneffekte, Variante 4 - Außendämmung 10 cm & 4 m breiter Dämmstreifen 10 cm im Traufenbereich



VARIANTE 5

Abbildung 4-6: Eingangparameter und Wärmebrückeneffekte Variante 5 - Innendämmung 10 cm



VARIANTE 6

Abbildung 4-7: Eingangparameter und Wärmebrückeneffekte, Variante 6 - Innendämmung 5 cm

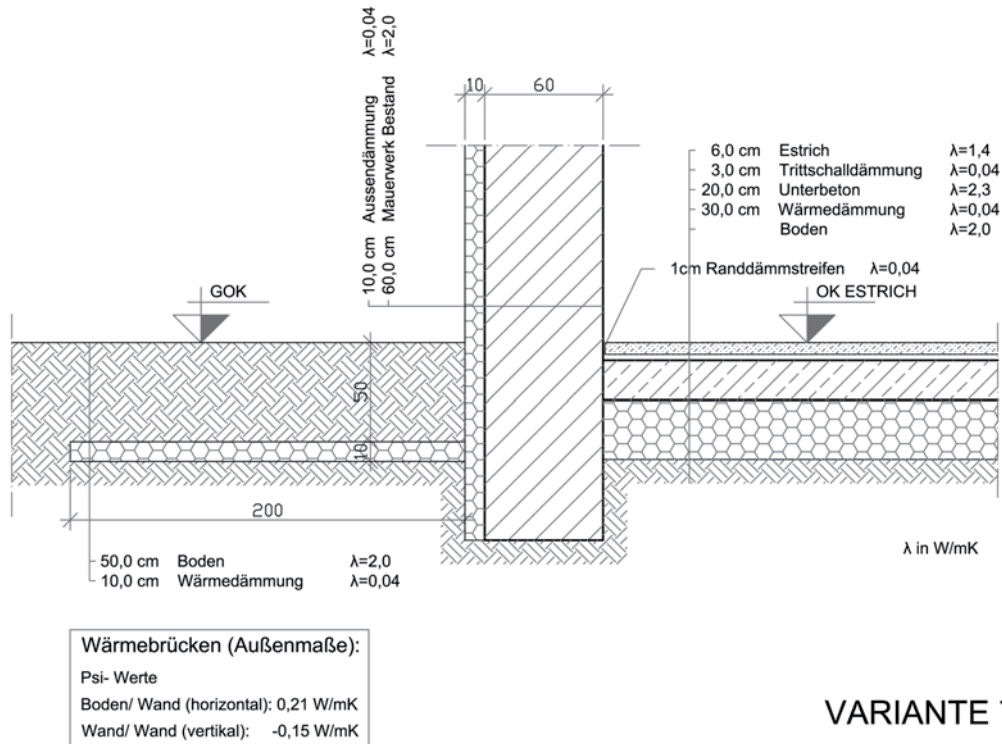


Abbildung 4-8: Eingangsparmeter und Wärmebrückeneffekte, Variante 7 - Außendämmung 10 cm & 2 m breiter Dämmstreifen 10 cm im Traufenbereich in 50 cm Tiefe

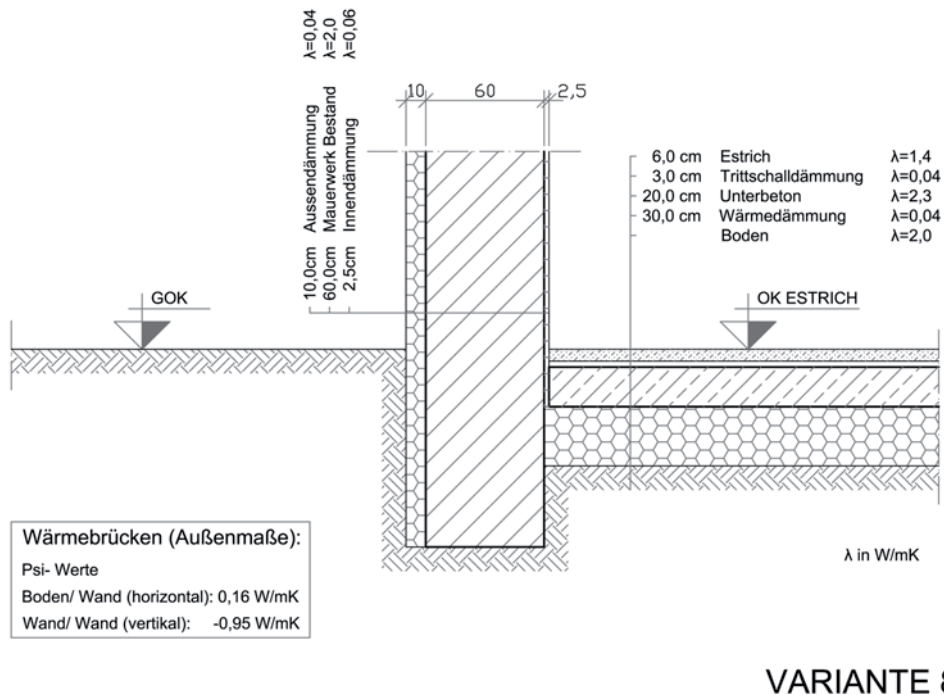
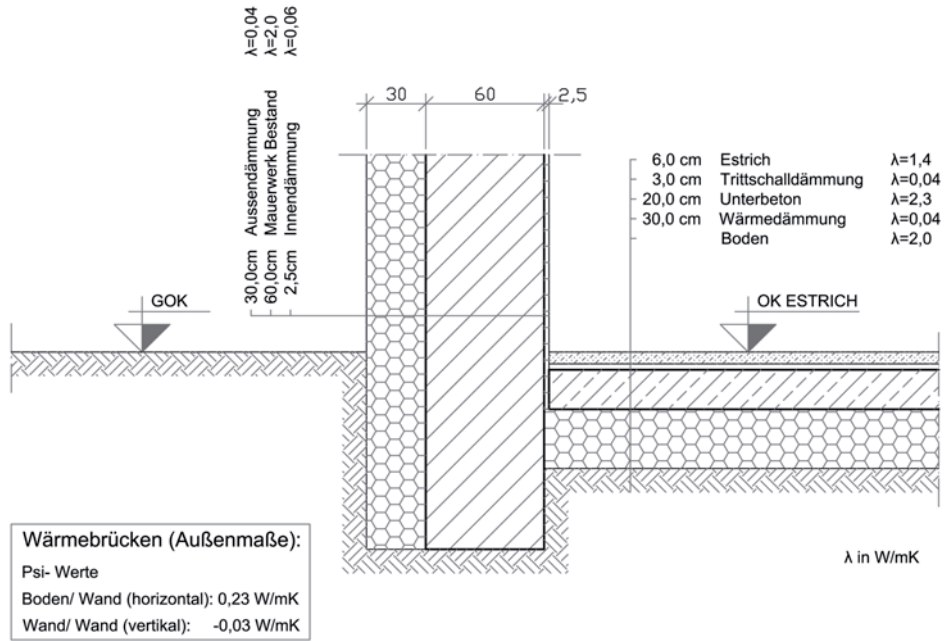


Abbildung 4-9: Eingangsparmeter und Wärmebrückeneffekte Variante 8 - Außendämmung 10 cm und Innendämmung 2,5 cm



VARIANTE 9

Abbildung 4-10: Eingangparameter und Wärmebrückeneffekte, Variante 9 - Außendämmung 30 cm und Innendämmung 2,5 cm

4.1.2 Wärmebrücken der Entwurfsvarianten

Tabelle 4-1: Übersicht Wärmebrückeneffekte

	Bestand	Variante 1	Variante 2
		AD 10	AD 30
psi x (horizontal) aussen	1.81	0.27	0.35
psi z (vertikal) aussen	-2.36	-0.15	-0.08

	Variante 3	Variante 4	Variante 5
	AD 10 + 2m oben	AD 10 + 4m oben	ID 10
psi x (horizontal) aussen	0.19	0.16	-0.20
psi z (vertikal) aussen	-0.15	-0.15	-0.63

	Variante 6	Variante 7	Variante 8
	ID 5	AD 10 + 2m unter 50	AD10+ID2.5
psi x (horizontal) aussen	-0.31	0.21	0.16
psi z (vertikal) aussen	-0.95	-0.15	-0.95

	Variante 9
	AD30+ID2.5
psi x (horizontal) aussen	0.23
psi z (vertikal) aussen	-0.03

Als bautechnisch einfach zu realisierende Variante mit geringsten Wärmebrückeneffekten wurde die Variante 8 mit überwiegender außenliegender Wärmedämmung und einem schmalen inneren Dämmstreifen für die weitere Sanierungsplanung ausgewählt.

Da von Seite des Denkmalschutzes Vorbehalte gegen eine Außendämmung vorgebracht wurden, wird auch die Variante 5 mit 10 cm Innendämmung weiter verfolgt.

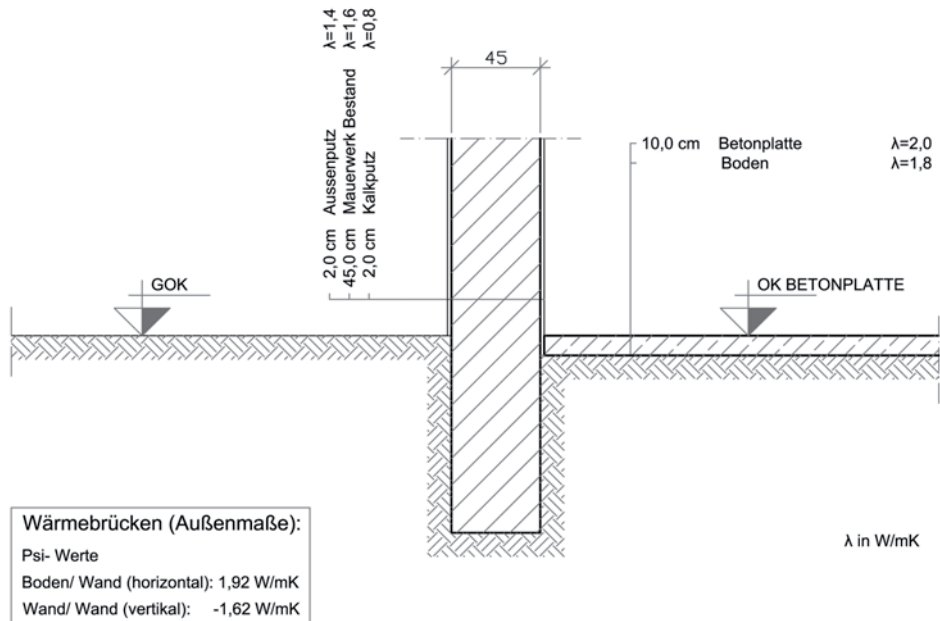
Für die weitere Bearbeitung in der thermischen Gebäudesimulation wurden also die folgenden leicht modifizierten Konstruktionsvarianten ausgewählt:

1. Bestandsvariante
2. Ausführungsvariante Außendämmung (mit 20 cm EPS Außendämmung und 2,5 cm Kalziumsilikatplatten innen)
3. Ausführungsvariante Innendämmung 1 (mit Innendämmung aus 10 cm Kalziumsilikatplatten)
4. Ausführungsvariante Innendämmung 2 (mit Innendämmung aus 8 cm Schaumglas)

Die Ausführungsvariante Innendämmung 2 ergab sich auf Grund der Ergebnisse der thermisch-hygrischen Simulation, die im nachfolgenden Abschnitt dargestellt sind.

4.1.3 Eingabeparameter und Wärmebrückenanalyse der Ausführungs-Varianten

Im Folgenden werden die Eingangsparameter der Ausführungsvarianten für die Sanierung der massiven Außenwände und des besonders kritischen Boden-Wand-Anschlusses analysiert. Die Ausführungsvarianten berücksichtigen im Unterschied zu den Entwurfsvarianten den Innen- und Außenputz. Als wesentliches Ergebnis sind in den Abbildungen die auf Außenmaße des Rohbaus bezogenen Psi-Werte angegeben.



BESTANDSVARIANTE

Abbildung 4-11: Wärmebrückeneffekte - Bestandsvariante mit Innen- und Außenputz

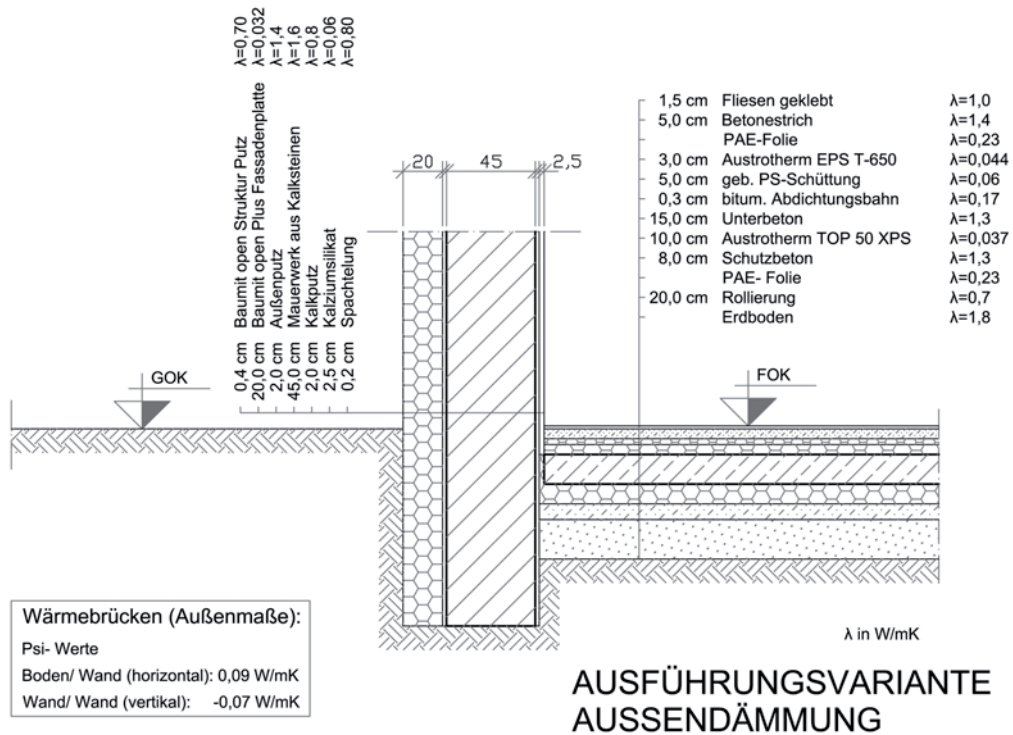


Abbildung 4-12: Wärmebrückeneffekte - Ausführungsvariante Außendämmung EPS-F 20 cm und Innendämmung Kalziumsilikat 2,5 cm

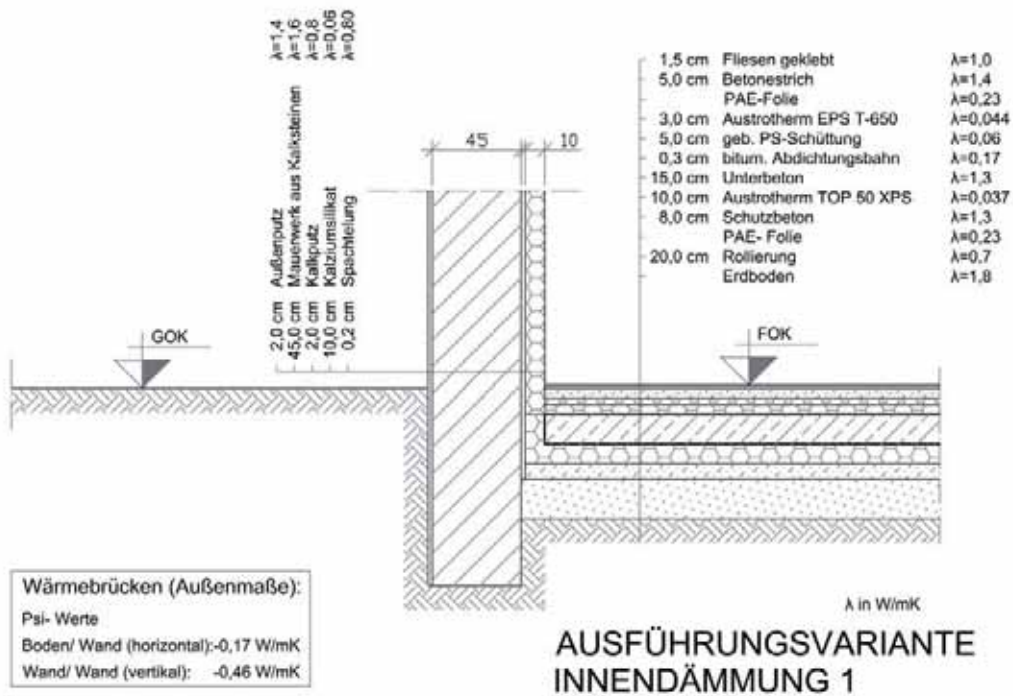


Abbildung 4-13: Wärmebrückeneffekte - Ausführungsvariante Innendämmung Kalziumsilikat 10 cm

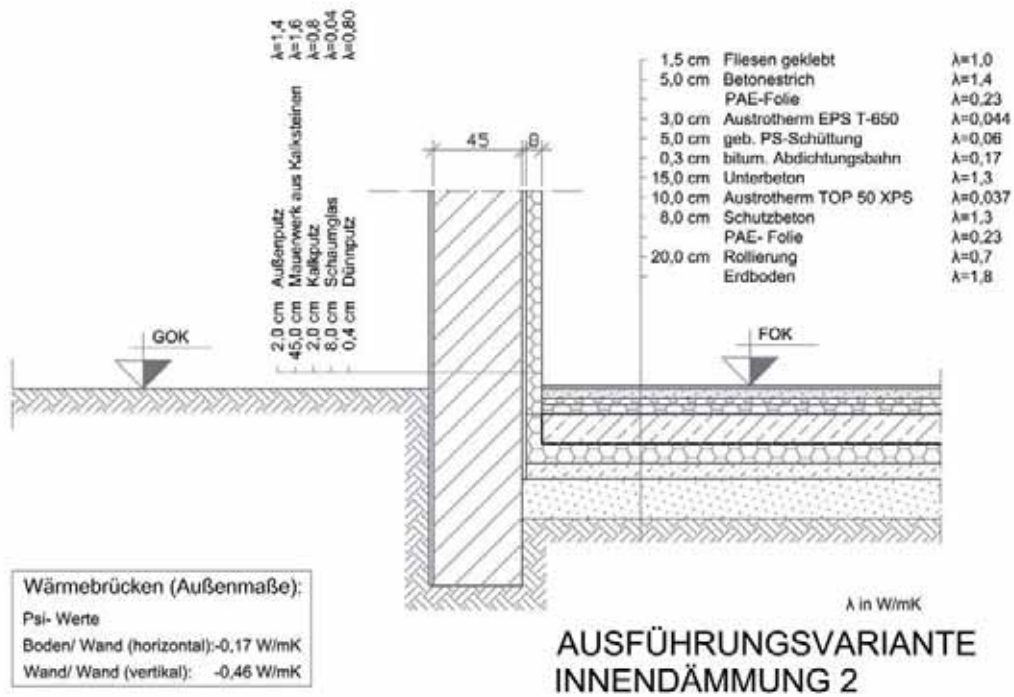


Abbildung 4-14: Wärmebrückeneffekte - Ausführungsvariante Innendämmung Schaumglas 8 cm

4.1.4 Methodische Grundlagen

Boden:

Die Kennwerte für die Berechnung der Bodendaten wurden nach EN ISO 13370 Kap. 8 berechnet.

Gebäude:

Die Kennwerte für die Berechnung der Gebäudedaten wurden nach EN ISO 10211 Kap. 5 berechnet.

Die einzelnen geometrischen Konfigurationen der Bauteile sind nach EN ISO 10211 Anhang B angenommen, wie in folgender Abbildung dargestellt.

Eine innere Breite sowie Länge von 4,0 m wurden den Berechnungen zugrunde gelegt. Die Höhe wurde mit 2,0 m berechnet.

Lt. EN ISO 10211 Anhang B

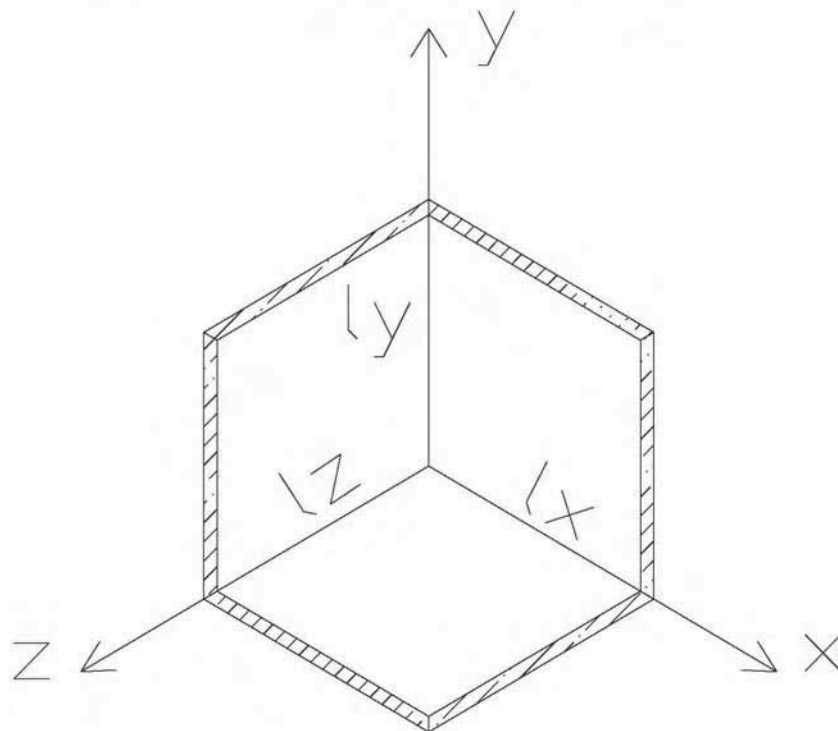


Abbildung 4-15: Geometrische Konfigurationen der Bauteile

Exemplarisch ist für die 3D-Berechnung der Wärmebrücken eine Darstellung des Gebäudebestandes (Erdgeschoß-Außenecke) mit dem Temperaturfeld angegeben.

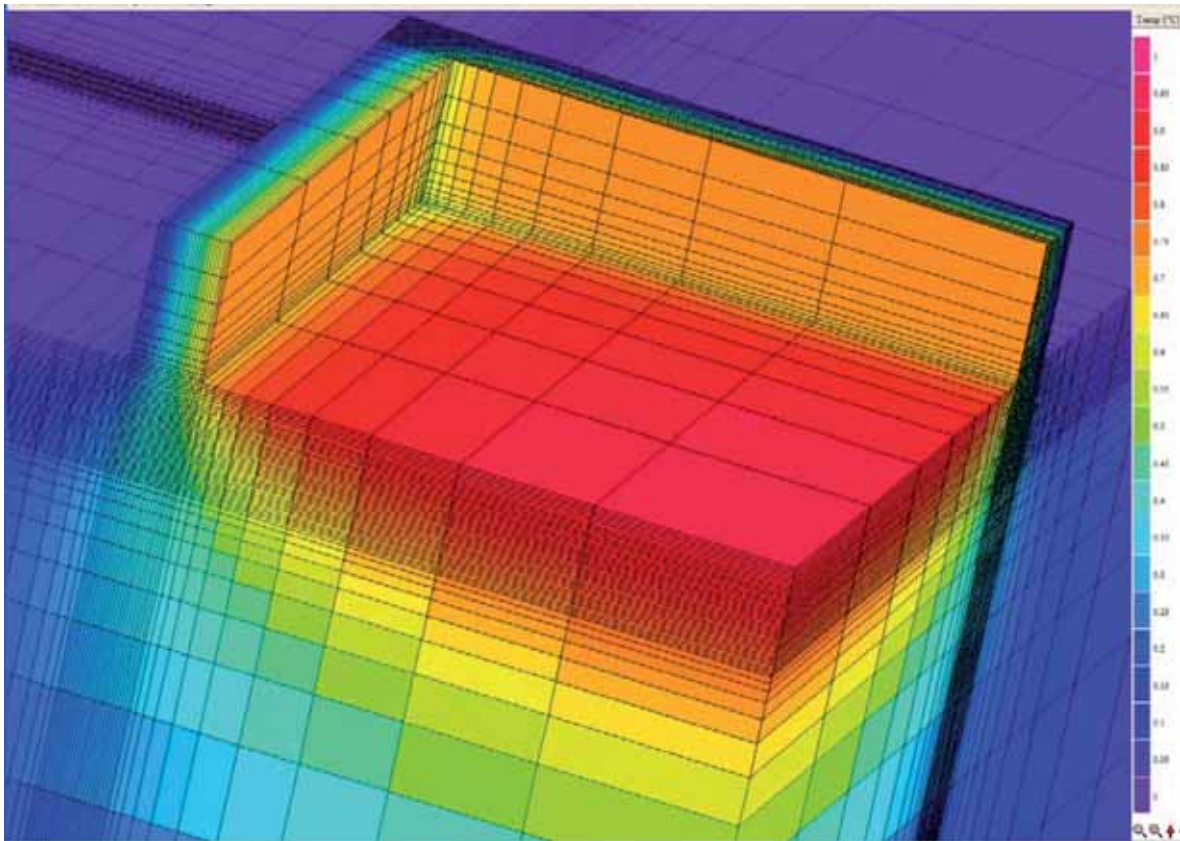


Abbildung 4-16: Beispielhafte Darstellung des Temperaturfelds Erdgeschoß-Außenecke im Bestand

4.2 Thermische und hygrische Bauteilsimulation

4.2.1 Innendämmung mit 5 cm Kalziumsilikatplatten (Var. 6)

Im Folgenden wurde die Variante 6 (Innendämmung 5 cm) aus dem vorherigen Abschnitt einer genaueren Analyse bezüglich des feuchtetechnischen Verhaltens unterzogen.

Konstruktionsaufbau:

60 cm Natursteinmauerwerk

5 cm Innendämmung aus Kalziumsilikatplatten

Innenklima:

Innentemperatur: 20°C

Relative Luftfeuchte: 40%-60%

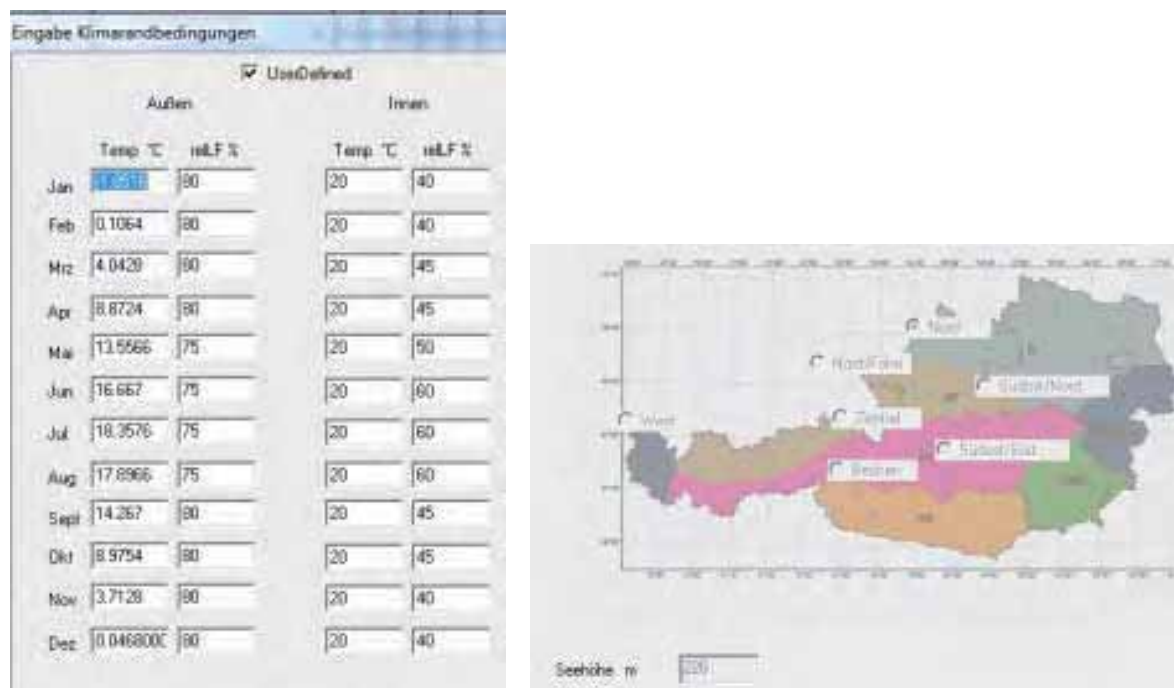


Abbildung 4-17: Eingabewerte des Innen- und Außenklimas, Lufttemperatur, relative Luftfeuchte und Klimazone

Eine Normberechnung des thermisch-hygrischen Verhaltens nach EN 13788 mit einer Innendämmung aus Kalziumsilikat führt, da ohne Kapillarleitung, Schlagregen etc., zu einer Kondensatmenge von 1,4 kg/m².

Wie aus dem folgenden Diagramm unten rechts ersichtlich, trocknet die Konstruktion im Jahresverlauf aus, sodass es zu keiner Feuchtigkeitsanreicherung in dieser kommt.

Technische Universität Wien
 Institut für Baustofflehre, Bauphysik und Brandschutz
 Fachbereich Bauphysik
 Datum: 25.2.2008

Monat: März, Monatswechsel mit LINKSRECHTS
 Kondensmenge=1382,27 g/m²

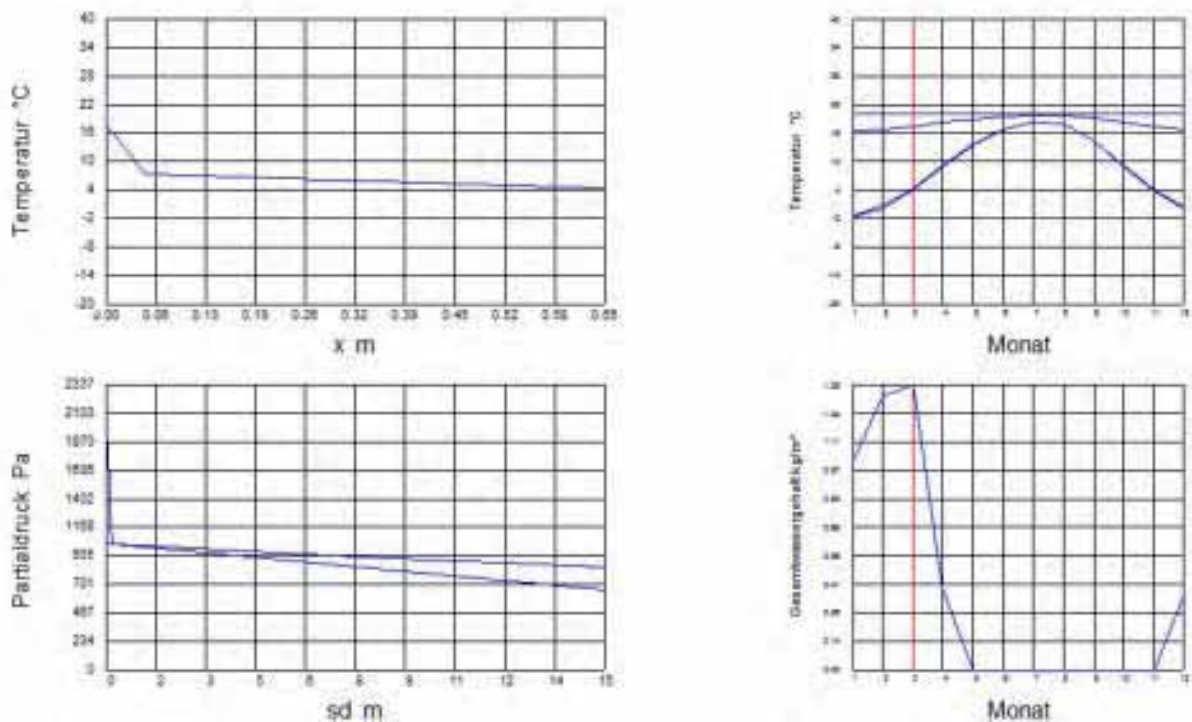


Abbildung 4-18: Bauteilanalyse: Temperaturverlauf von Innen nach außen, Jahresverlauf der Temperatur, Wasserdampfdiffusion, Jahresverlauf des Gesamtwassergehalts (kg/m²). Keine Zunahme der Feuchtigkeit.

Mit dem folgenden Innenklima wurde eine thermisch-hygrische Simulation des gleichen Konstruktionsaufbaus durchgeführt.

Innenklima:

Innentemperatur: 22°C - 26°C

Relative Luftfeuchte: 40%-60%

Unter den Voraussetzungen - kein Regen, keine Solarstrahlung - wird ohne Flüssigkeitsleitung das gleiche Ergebnis wie bei der Normberechnung zuvor erreicht (Kondensatmenge 1,4 kg/m²). Bei einer Simulation mit Flüssigkeitsleitung wird eine Kondensatmenge von 0,45 kg/m² berechnet. Das folgende Diagramm zeigt den jeweiligen Verlauf der Kondensatmenge über drei Jahre (rot – ohne Flüssigkeitsleitung; blau – mit Flüssigkeitsleitung).

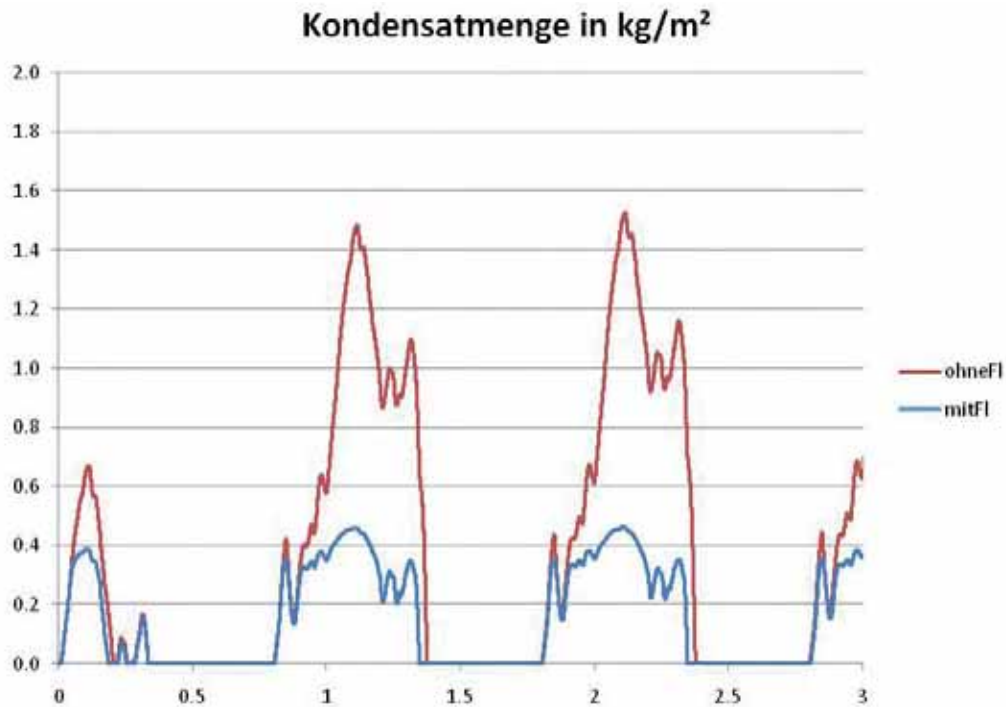


Abbildung 4-19: Kondensatmenge über 3 Jahre. Mit und ohne Flüssigkeitsleitung

Die Jahresverläufe der Temperatur im Bauteil wurden ebenfalls analysiert. In der folgenden Abbildung wurden die Oberflächentemperaturen der Wärmedämmung dargestellt.

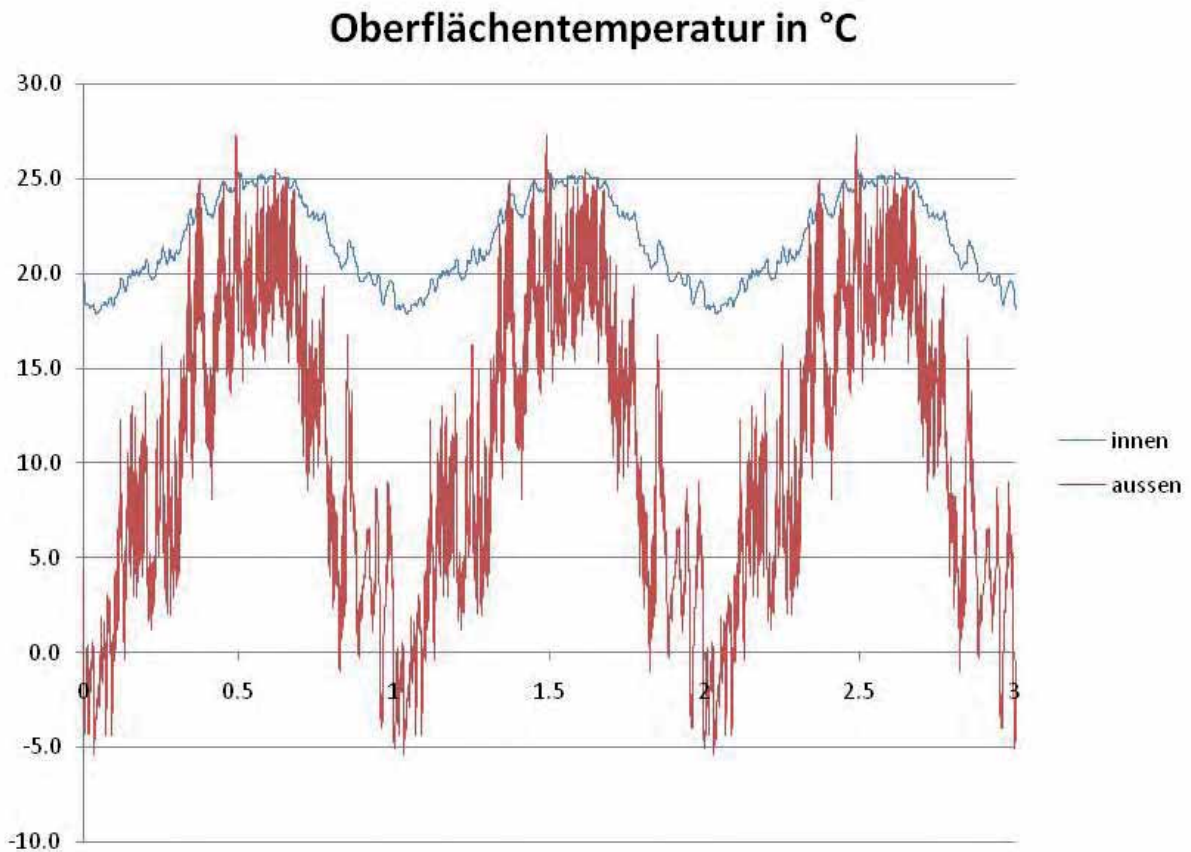


Abbildung 4-20: Temperaturverlauf über 3 Jahre. Innen- und Außenoberflächentemperatur der Wärmedämmung

Es entsteht somit der Eindruck, dass die gewählte Maßnahme mit einer Innendämmung aus Kalziumsilikat anwendbar ist. Wird nun die relative Luftfeuchte an der Außenseite der Innendämmung betrachtet, so stellen sich hier kritische Zustände ein. Maßgebend ist, dass ein Wachstum von Schimmelpilz hinter der Dämmung zu vermeiden ist.

Im folgenden Diagramm ist zu erkennen, dass sich bei der Berechnung des realen Zustandes (mit Flüssigkeitsleitung) relative Luftfeuchtigkeiten einstellen (blaue Kurve), die an 100% heranreichen und damit unzulässig hoch sind.

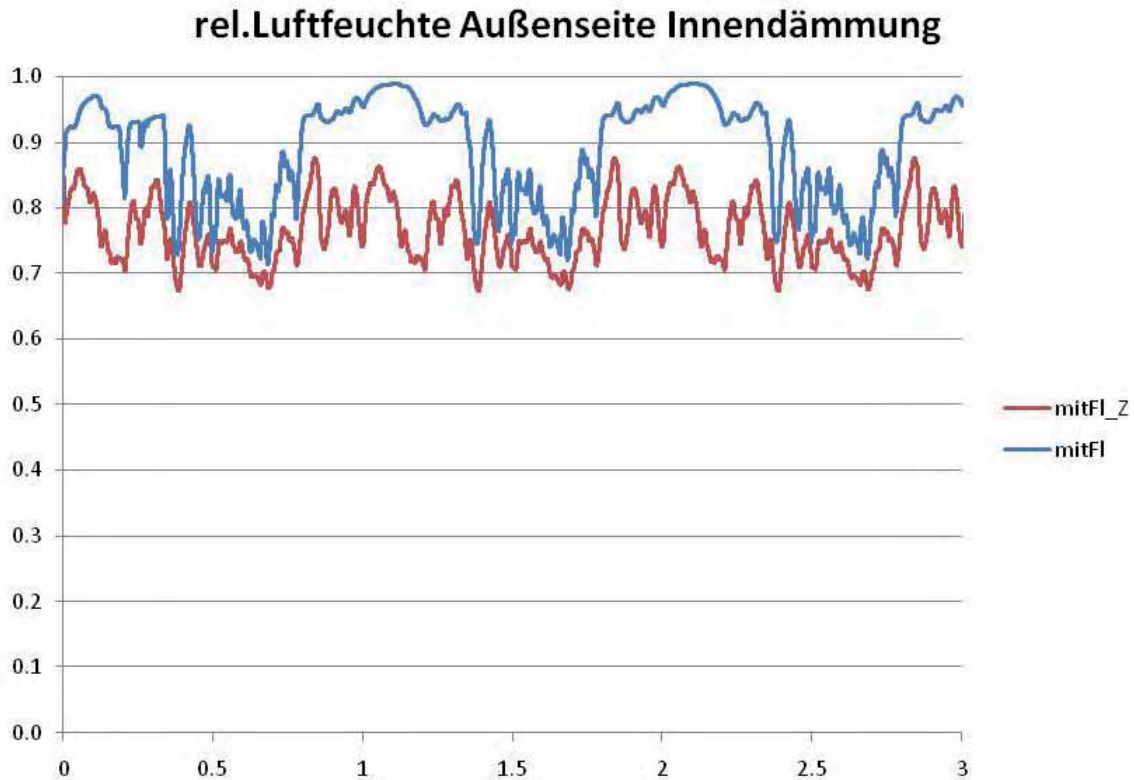


Abbildung 4-21: Verlauf der relativen Luftfeuchte über 3 Jahre (mit Flüssigkeitsleitung). Konventionelle Variante (blaue Kurve) und Zusatzvariante mit zusätzlichem Dämmputz auf der Außenseite (rote Kurve)

Die Variante mit Kalziumsilikat-Innendämmung ist nur zulässig, wenn ein zusätzlicher Wärmewiderstand (z.B. Dämmputz) von ca. $0,6 \text{ m}^2\text{K/W}$ auf der Außenseite aufgebracht wird (rote Kurve). Dazu ist im Folgenden die Berechnung von zweidimensionalen Schnitten dargestellt.

4.2.2 Innendämmung 5 cm Kalziumsilikat, Außendämmung 10 cm Mineralwolle (Var. 8)

Diese berechnete Variante ist mit der Variante 8 aus dem vorigen Abschnitt vergleichbar, sieht jedoch 5 cm Innendämmung vor.

Konstruktionsaufbau:

- 10 cm Außendämmung Mineralwolle
- 60 cm Natursteinmauerwerk
- 5 cm Innendämmung aus Kalziumsilikat

Dämmstoff unter der Erdreichoberkante: XPS
 Anfangszustand: 10°C, 80% relative Luftfeuchte
 kein Regen, keine Solarstrahlung

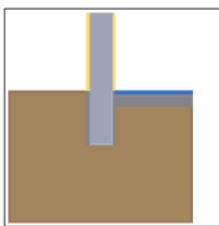


Abbildung 4-22: Sanierungsvariante 8-B mit 10 cm Außendämmung und 5 cm Innendämmung

Die berechneten Verläufe der Temperatur und der relativen Luftfeuchte zeigen keine kritischen Zustände. Die relative Luftfeuchtigkeit liegt in einem unkritischen Bereich. Es tritt kein Kondensat auf.

Ergebnis:	Außenseite der Innendämmung eindimensionaler Wandbereich	T	φ
	Fußpunkt	16,8 °C	56 %
		14,8 °C	63%

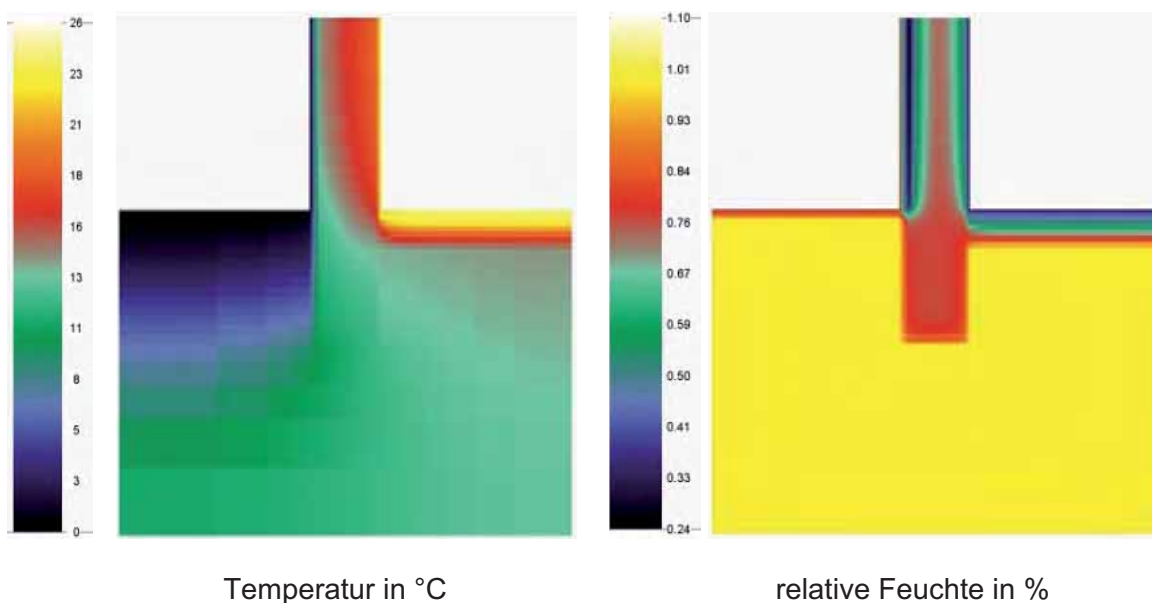


Abbildung 4-23: Zustandsfelder am 1. Jänner nach 2 Jahren

4.2.3 Innendämmung mit 5 cm aus verschiedenen Dämmstoffen (Var. 6)

In einem weiteren Schritt wurde untersucht, wie sich eine stärker dampfbremsende Innendämmung auf das feuchtetechnische Verhalten auswirkt. Dazu wurde wieder die Variante 6 (Innendämmung mit 5 cm) herangezogen.

Konstruktionsaufbau:

60 cm Natursteinmauerwerk

5 cm Innendämmung mit unterschiedlicher dampfbremsender Wirkung

Innenklima:

Innentemperatur: 20°C

Relative Luftfeuchte: 40%-60%

Zum besseren Verständnis des Sachverhaltes wurde die Innendämmung mit verschiedenen Diffusionswiderständen analysiert. Der betrachtete Querschnitt ist der folgenden Abbildung zu entnehmen.

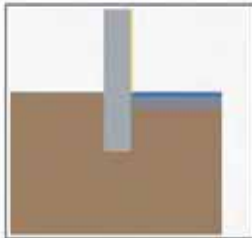


Abbildung 4-24: Sanierungsvariante 6 mit 5 cm Innendämmung

Auf der folgenden Seite ist der Zustand für eine Innendämmung mit einem Diffusionswiderstand von

3 (z.B. Kalziumsilikat)

100 (z.B. XPS) und

1000000 (quasi dicht, z.B. Schaumglas, Vakuumisolation oder dichte Dampfbremse)

nach 10 Jahren dargestellt. Links jeweils die Verteilung der relativen Luftfeuchtigkeit, rechts die Temperaturverteilung.

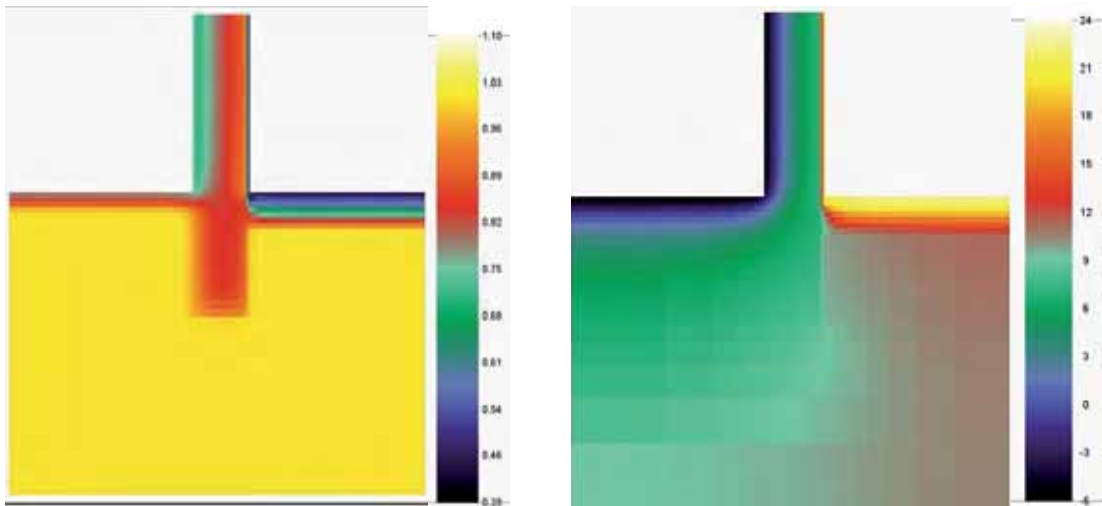


Abbildung 4-25: Zustandsfelder bei 5 cm Innendämmung mit Kalziumsilikat ($\mu=3$) nach 10 Jahren. Linkes Bild relative Luftfeuchtigkeit und rechtes Bild Temperaturverteilung

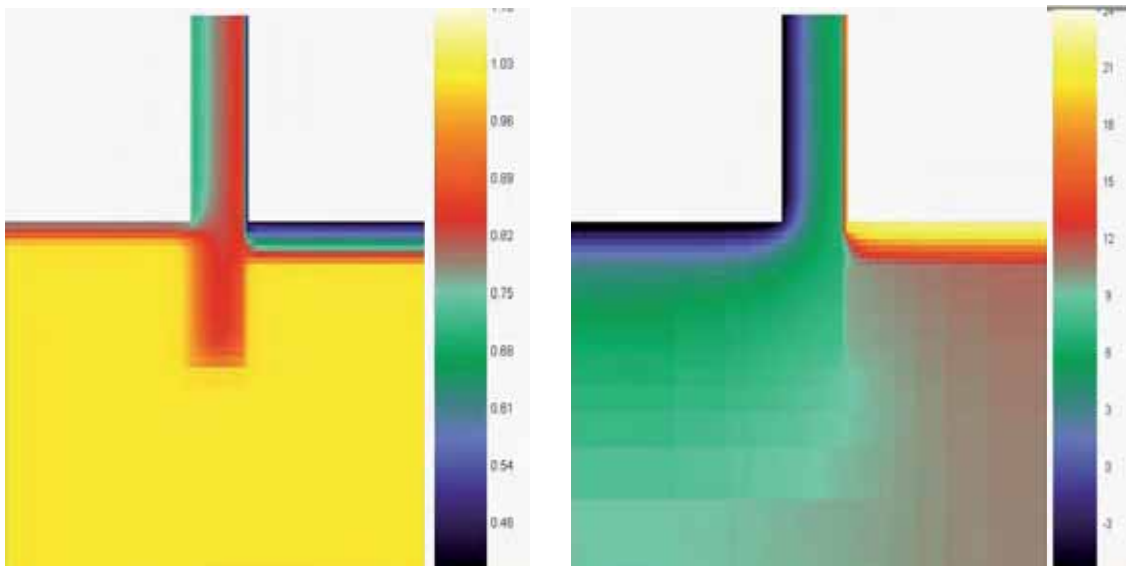


Abbildung 4-26: Zustandsfelder bei 5 cm Innendämmung mit XPS ($\mu=100$) nach 10 Jahren. Linkes Bild relative Luftfeuchtigkeit und rechtes Bild Temperaturverteilung

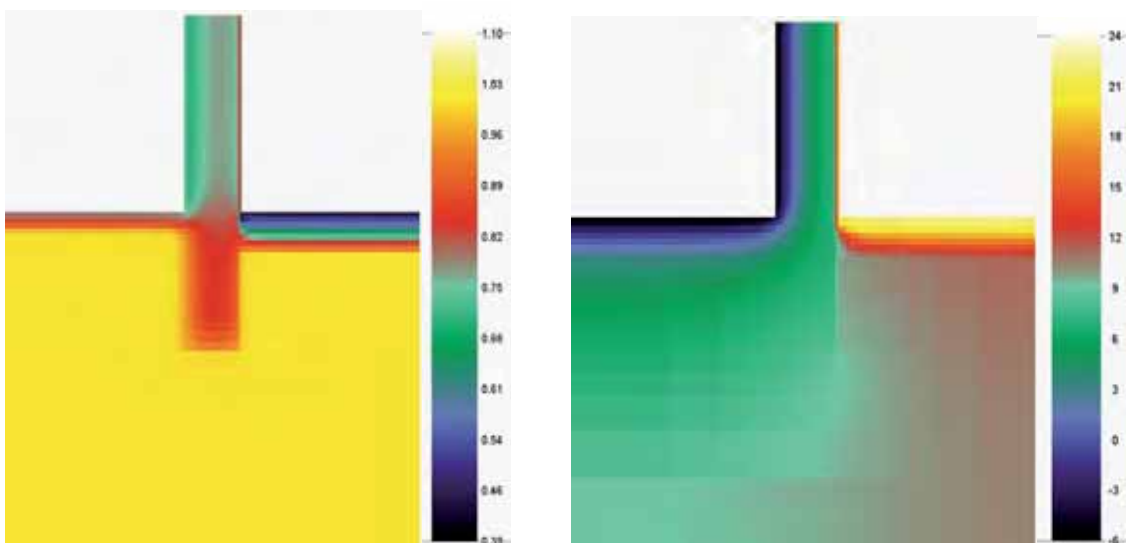


Abbildung 4-27: Zustandsfelder bei 5 cm Innendämmung mit Schaumglas oder VIP oder alternatives Dämmmaterial mit Dampfsperre ($\mu=1.000.000$) nach 10 Jahren. Linkes Bild relative Luftfeuchtigkeit und rechtes Bild Temperaturverteilung

Auf Grund gleicher Dämmeigenschaften der Innendämmung in der Berechnung zeigen sich im Temperaturfeld keine Unterschiede. Die Verteilung der relativen Luftfeuchtigkeit zeigt deutlich, dass nur eine dichte Innendämmung bei dieser Bestandskonstruktion (Natursteinmauerwerk mit einer Wärmeleitfähigkeit von etwa 2 W/mK) angewendet werden kann.

Eine derart dichte Dämmung birgt auch Risiken, da jede Fehlstelle, falsche Anschlüsse etc. zu einem massiven Schaden führen können.

Die folgenden Diagramme zeigen verschiedene zehnjährige Verläufe der bereits zuvor dargestellten dichten, innen gedämmten Konstruktion. Der Wärmestrom bleibt konstant, da ein derartiger Dämmstoff keine Feuchte aufnehmen kann. Auf Grund der Dichtigkeit des Dämmstoffes trocknet die Konstruktion (Anfangszustand 80% relative Luftfeuchte) nur sehr langsam. Es wird davon ausgegangen, dass keine Feuchte nachgeführt wird (Schlagregenschutz und Horizontalabdichtung vorhanden).



Abbildung 4-28: Wärmestrom in den ersten zehn Jahren (in Tagen) bei 5 cm Innendämmung in dampfdichter Ausführung



Abbildung 4-29: Gesamtwassergehalt in den ersten zehn Jahren (in Tagen) bei 5 cm Innendämmung in dampfdichter Ausführung

Die letzten beiden Diagramme zeigen, dass im Bereich „Bodenanschluss“ (benannt unten) gegenüber dem ungestörten Wandquerschnitt (oben) die entsprechende Wärmebrücke Einfluss auf das hygrische Verhalten hat.

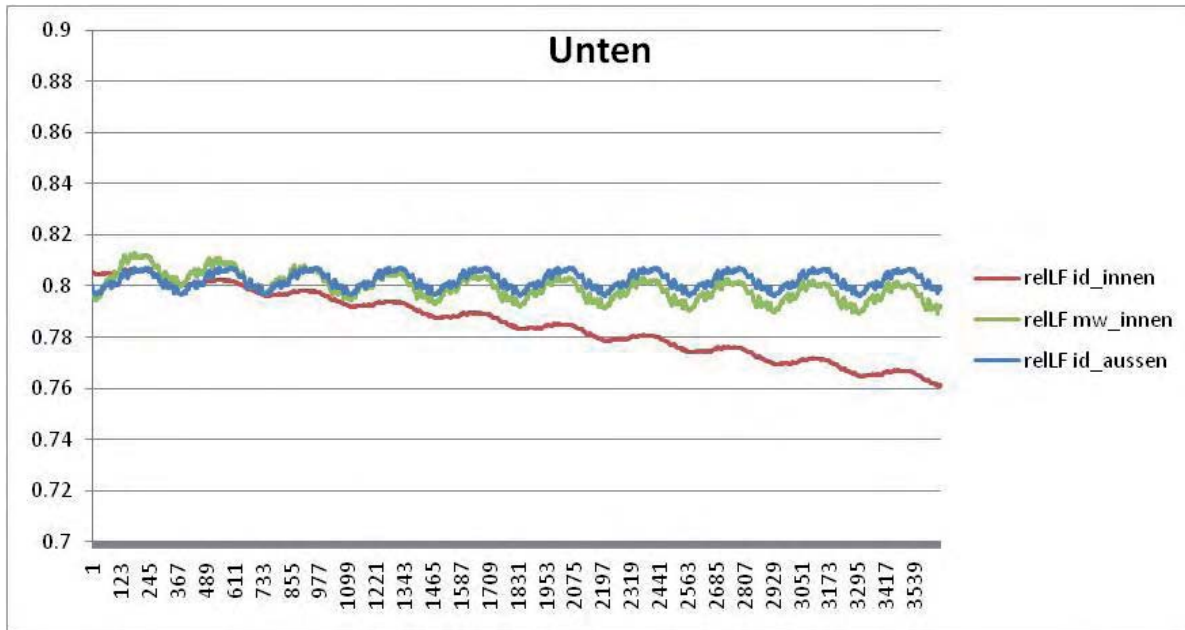


Abbildung 4-30: Relative Luftfeuchte in den ersten zehn Jahren beim Bodenanschluss (in Tagen) bei 5 cm Innendämmung in dampfdichter Ausführung. An Innen- und Außenseite der Innendämmung sowie an der Innenseite des Mauerwerks

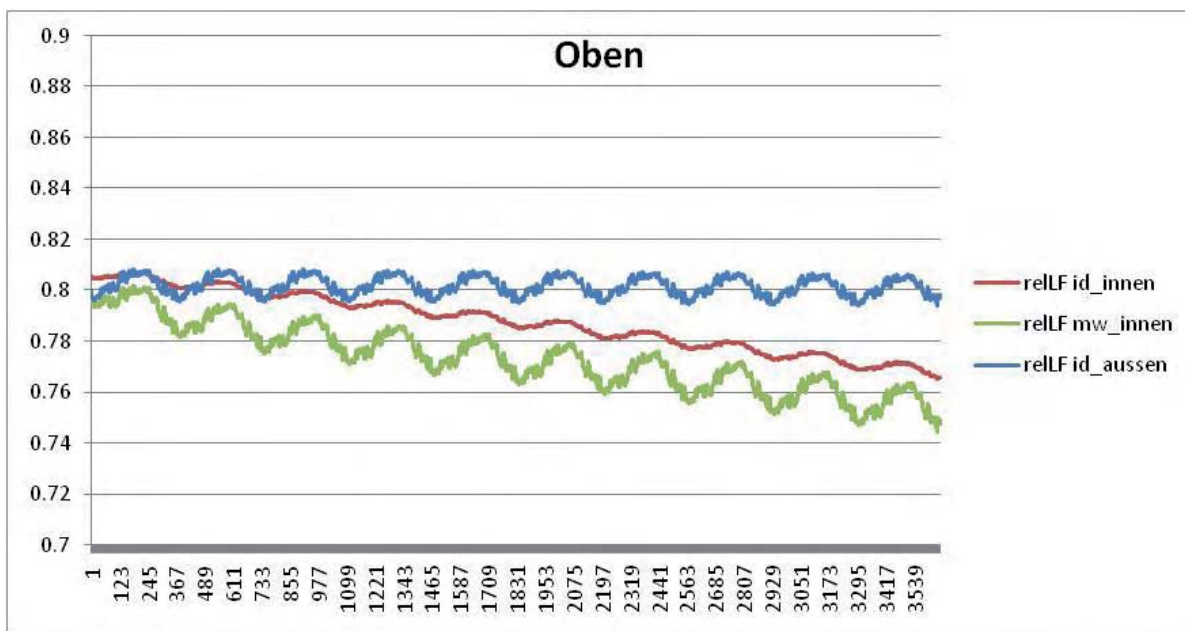


Abbildung 4-31: Relative Luftfeuchte in den ersten zehn Jahren im ungestörten Wandquerschnitt (in Tagen) bei 5 cm Innendämmung in dampfdichter Ausführung. An Innen- und Außenseite der Innendämmung sowie an der Innenseite des Mauerwerks

Eine Entspannung der Situation wird in allen innen gedämmten Varianten erreicht, wenn auf der Außenseite eine Dämmschicht (z.B. Dämmputz) aufgetragen wird!

4.3 Zusammenfassung der Ergebnisse

Eine **reine Innendämmung** bei Natursteinmauerwerk mit einer Wärmeleitfähigkeit von etwa 2 W/mK ist nur **zulässig, wenn** sie quasi **dampfdicht** (Schaumglas, Vakuumisolation, Vorsatzschale mit dichter Dampfbremse) **ausgeführt** wird. Auf jeden Fall sind die **Risiken im Anschlussbereich** bzw. an Schwachstellen zu beachten!

Eine **Innendämmung aus Kalziumsilikat mit** einer **zusätzlichen Außendämmung** (z.B. **Dämmputz** mit minimalem Durchlasswiderstand von $0,6 \text{ m}^2\text{K/W}$) **ist zulässig**. Dabei ist auf einen ausreichenden Schlagregenschutz zu achten!

5 THERMISCHE GEBÄUDESIMULATION

Dieser Abschnitt wurde vom Institut für Wärmetechnik (Technische Universität Graz) bearbeitet.

Bei der thermischen Gebäudesimulation des Haidenhofes wurden also von den folgenden drei Hauptvarianten für die Sanierung der massiven Gebäudeteile, die bereits in der Bauteilsimulation überprüft worden waren, ausgegangen:

Bestandsvariante

Ausführungsvariante Außendämmung (mit 20 cm EPS Außendämmung und 2,5 cm Kalziumsilikatplatten innen)

Ausführungsvariante Innendämmung 2 (mit Innendämmung aus 8 cm Schaumglas)

5.1 Aufbau und Simulationsannahmen

Die simulationstechnische Bearbeitung des vorliegenden Projektes stützt sich auf die drei vom Projektteam untersuchten Varianten „Bestand“, „Sanierung mit Außendämmung“ und „Sanierung mit Innendämmung“ (Abbildung 5-1).

In der Variante **Bestand** wird angenommen, dass ausschließlich die nicht gebrauchstauglichen Bauteile des Gebäudes ersetzt werden. Das trifft insbesondere auf den desolaten Dachstuhl und die Leichtbauwände des Gebäudes zu, der durch eine den aktuellen wärmetechnischen Vorschriften entsprechende Konstruktion ersetzt wird. Die Kalksteinwände im Erd- und Obergeschoss und der erdberührte Fußboden im Erdgeschoß bleiben ungedämmt.

In der Sanierungsvariante **Außendämmung** werden die Kalksteinwände im Erd- und Obergeschoss mit einer leistungsfähigen Wärmedämmung an der Außenseite und mit einer dünnen Dämmung an der Innenseite des Erdgeschosses versehen. Der Dachstuhl und die Leichtbauwände werden in einer passivhaustauglichen Konstruktion ausgeführt.

In der Sanierungsvariante **Innendämmung** werden die Kalksteinwände im Erd- und Obergeschoss mit einer leistungsfähigen Innendämmung versehen; die Außenseite bleibt ungedämmt. Der Dachstuhl und die Leichtbauwände werden, wie in der Sanierungsvariante Außendämmung, in einer passivhaustauglichen Konstruktion ausgeführt.

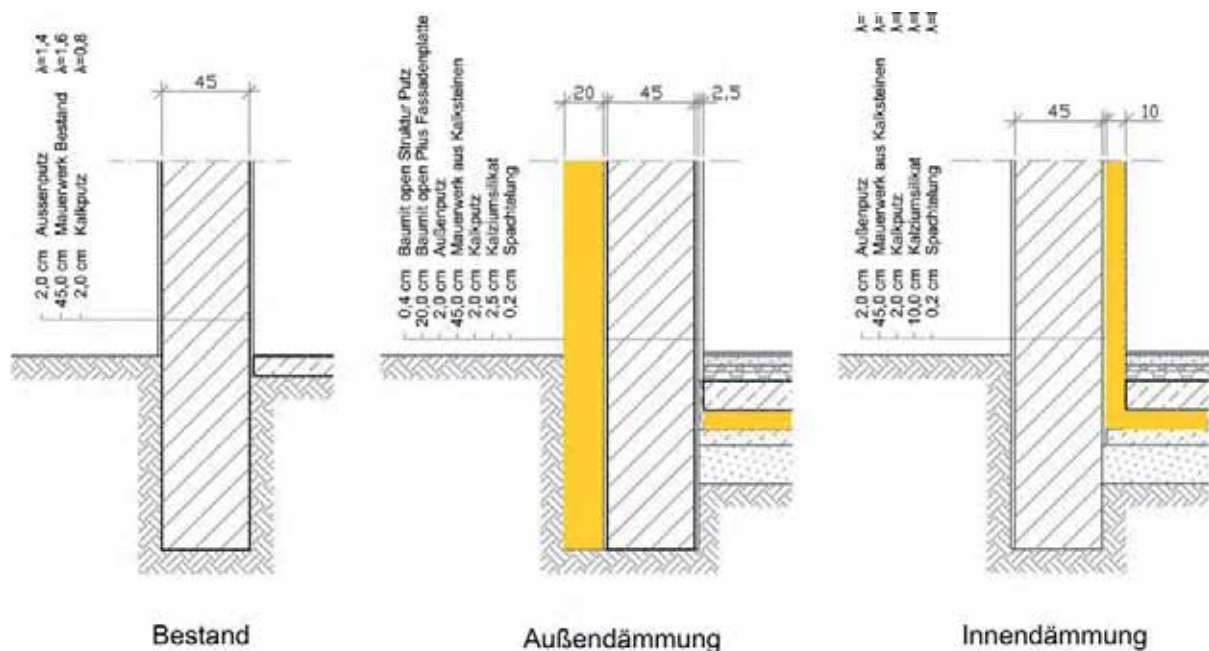


Abbildung 5-1: Sockelausprägungen der drei Sanierungsvarianten im Vergleich

Die Beschreibungen der Szenarien werden im Simulationsprogramm TRNSYS [TRNSYS 16] zu thermischen Modellen zusammengesetzt. Diese bestehen aus Klimadaten, zur Beschreibung der äußeren Einflüsse, einer Beschreibung des Gebäudes, aus Beschreibungen der gebäudetechnischen Systeme und aus Vorgaben zur Heizung und Kühlung.

Basis aller berechneten Szenarien ist das vierjährige Klimaszenario aus Abschnitt 3, das die klimatischen Verhältnisse im Planungsgebiet in den Jahren 2002 bis 2005 enthält. Die weiteren Daten werden in den folgenden Abschnitten im Detail angeführt.

Die Flächenabnahme für das Gebäudemodell wird mit Außenabmessungen durchgeführt. Ebenso wird eine mögliche Nutzung aufgestellt (Bezeichnung: Standardnutzung). Die Szenarien werden, getrennt nach den drei grundlegenden Sanierungsvarianten, getrennt voneinander aufgebaut.

Klima	Gebäudemodell				Nutzung		
	Außenwände	Dachausbau	Fenster	Wärmebrücken	Standardnutzung	Systemwirkung der WRG	Kühlung
Bestand							
Sz01a	keine Dämmung	nach Bauordnung	Kastenfenster Bestand	Außenwände zu Erdreich	laut Standardnutzung	keine	keine
Außendämmung							
Sz02a	Außendämmung	Passivhaus tauglich	Kastenfenster mit K-Glas	zu Erdreich	laut Standardnutzung	keine	keine
Sz03a	Außendämmung	Passivhaus tauglich	Kastenfenster mit K-Glas	zu Erdreich	laut Standardnutzung	80%	keine
Sz04a	Außendämmung	Passivhaus tauglich	Kastenfenster mit Vakuumglas	zu Erdreich	laut Standardnutzung	80%	keine
Sz05a	Außendämmung	Passivhaus tauglich	Kastenfenster mit Vakuumglas	zu Erdreich	laut Standardnutzung	80%	Kühlung 26°C
Innendämmung							
Sz06a	Innendämmung	Passivhaus tauglich	Kastenfenster mit K-Glas	Wände zu Erdreich Wandanschlüsse	laut Standardnutzung	keine	keine
Sz07a	Innendämmung	Passivhaus tauglich	Kastenfenster mit K-Glas	Wände zu Erdreich Wandanschlüsse	laut Standardnutzung	80%	keine
Sz08a	Innendämmung	Passivhaus tauglich	Kastenfenster mit Vakuumglas	Wände zu Erdreich Wandanschlüsse	laut Standardnutzung	80%	keine
Sz09a	Innendämmung	Passivhaus tauglich	Kastenfenster mit Vakuumglas	Wände zu Erdreich Wandanschlüsse	laut Standardnutzung	80%	Kühlung 26°C

4-jähriges Klimaszenario (Jahre 2002 bis 2005)

Abbildung 5-2: Struktur der Simulationsszenarien. Ausgehend von einem vierjährigen Klimaszenario werden einzelne Eingabegrößen des Simulationsmodells schrittweise aktiviert.

5.2 Zusammengefasste Ergebnisse

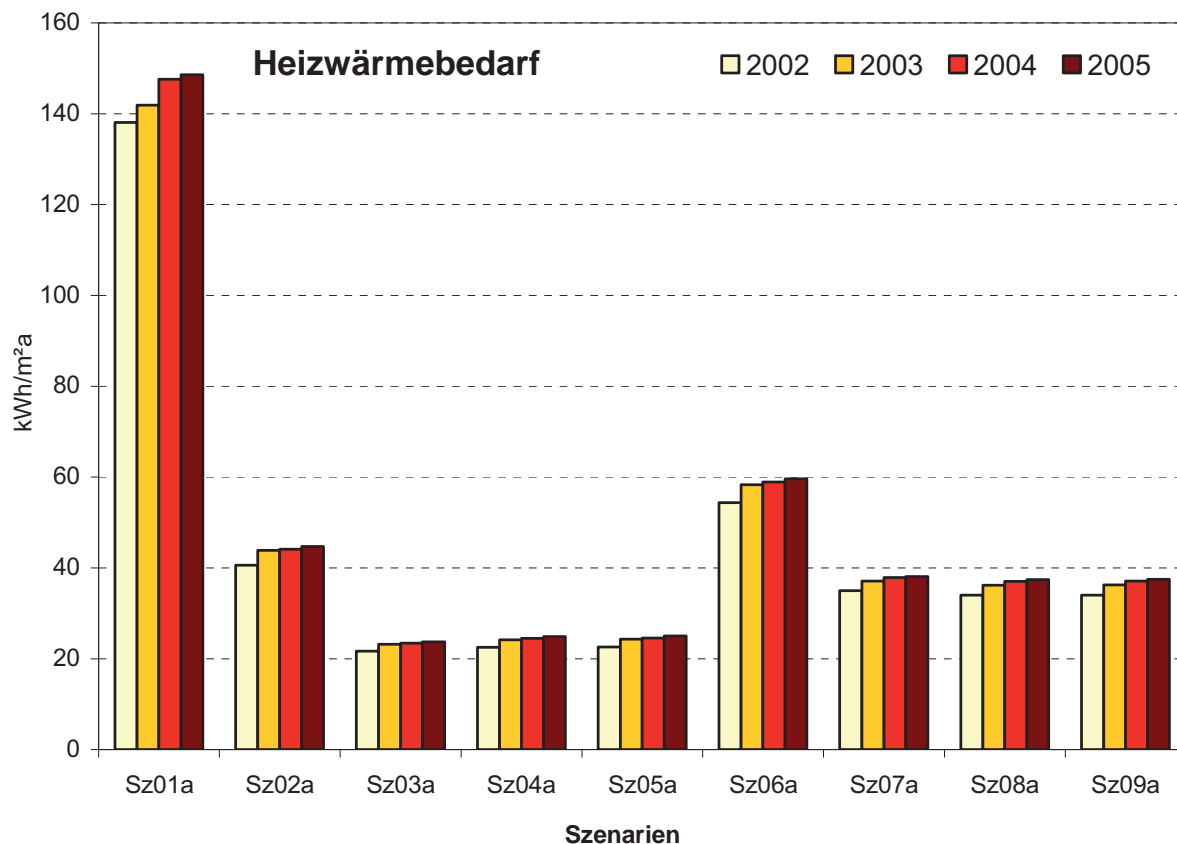


Abbildung 5-3: Heizwärmebedarf der verschiedenen Szenarien pro Netto-Nutzfläche

Als Bezugsfläche wurde die Nutzfläche (Nettofläche) des gesamten Gebäudes zu Grunde gelegt.

Die folgenden Erläuterungen beziehen sich auf das Jahr 2005, in dem die höchsten Werte für den Heizwärmebedarf ermittelt wurden.

Durch die im Szenario 01a zu Grunde gelegte Basissanierung des desolaten Dachstuhles und der Leichtbauwände und durch das relativ kompakte Gebäude ergibt sich für den Bestand ein moderater Heizwärmebedarf von knapp 150 kWh/m²a. Führt man die Sanierung laut Szenario 02a (Außendämmung der massiven Wände & Kastenfenster mit K-Glas) durch, so reduziert sich der Heizwärmebedarf auf etwa 45 kWh/m²a. Werden zusätzlich Lüftungsanlagen mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung eingebaut (Szenario 03a), so sinkt der Heizwärmebedarf auf etwa 24 kWh/m²a. Ersetzt man das K-Glas im Innenflügel der Kastenfenster durch Vakuumglas (Szenario 04a), so ist keine Verbesserung festzustellen. Dies dürfte hauptsächlich auf den Umstand zurückzuführen sein, dass durch das Vakuumglas zwar der U-Wert des Kastenfensters verbessert wird, aber gleichzeitig der g-Wert verringert wird.

Eine Sanierung des Bestandsgebäudes mit Innendämmung der massiven Wände (Szenario 06a) führt zu einem Heizwärmebedarf von etwa 60 kWh/m²a. Der zusätzliche Einbau der Lüftungsanlagen mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung (Szenario 07a) verringert den Heizwärmebedarf auf etwa 38 kWh/m²a. Der Ersatz der K-Gläser im Kastenfenster durch Vakuumgläser (Szenario 08a) ergibt auch in diesem Fall kaum eine Verbesserung.

5.3 Annahmen fixierter Eingabegrößen

5.3.1 Ausrichtung des Gebäudes

Die Ausrichtung der Außenflächen des Gebäudes wurde wie folgt angenommen:

Strahlungstyp	Ausrichtung der Flächennormalen		
	Azimet	Neigung	
	0 = facing equater 90 = facing west 180 = facing north 270 = facing east	0 = horizontal 90 = vertical facing toward azimuth	
ORI_1	Südfassade unverschattet	357	90
ORI_2	Ostfassade unverschattet	267	90
ORI_3	Westfassade unverschattet	87	90
ORI_4	Nordfassade unverschattet	177	90
ORI_5	Dachfläche Südfassade	357	30
ORI_6	Dachfläche Ostfassade	267	30
ORI_7	Dachfläche Westfassade	87	30
ORI_8	Dachfläche Nordfassade	177	30
ORI_9	Aussengang	267	90

Abbildung 5-4: Orientierung des Gebäudes

5.3.2 Geometrische Auswertung und thermische Zonierung

Das Gebäude wurde in 22 thermische Zonen gegliedert (Tab 5.1), wobei die Zonen 1 bis 18 jeweils eine Kombination nutzbarer Innenräume abbilden. Die Zonen 19 bis 22 bilden ungenutzte Dachräume ab, um für die angrenzenden nutzbaren Räume als Gegentemperatur für den Wärmeaustausch zur Verfügung stehen zu können. Die aus den zur Verfügung gestellten Plänen entnommenen Baukörperabmessungen wurden für Außenbauteile in der Form von Bruttowerten (Außenabmessungen) übernommen. Abbildung 5-5 bis Abbildung 5-9 zeigen grafische Darstellungen der angenommenen thermischen Zonen.

Tabelle 5-1: Geometrische Auswertung der thermischen Zonierung

Zone		vorwiegende Nutzung	Brutto- Fläche	Nettonutz- Fläche	Netto- Fläche	Nettonutz- Volumen	Netto- Volumen
			[m ²]	[m ²]	[m ²]	[m ³]	[m ³]
KG	Zone 1	Lager	92,4	55,9	55,9	117,3	117,3
	Zone 2	Technik	76,9	51,8	51,8	108,7	108,7
	Summe KG			169,2	107,7	107,7	226,0
EG	Zone 3	Allgemein / Gastro	318,9	243,8	243,8	641,3	641,3
	Zone 4	Multifunktion	191,6	169,8	169,8	579,1	579,1
	Zone 5	Erschließung / Garderobe	139,5	116,5	116,5	306,4	306,4
	Zone 6	Werkstatt / Lager	113,5	99,7	99,7	262,1	262,1
	Zone 7	Atelier	133,8	110,4	110,4	290,4	290,4
	Zone 8	Büro	80,7	61,6	61,6	162,1	162,1
Summe EG			978,0	801,9	801,9	2241,4	2241,4
OG	Zone 9	Seminar	38,3	35,2	35,2	105,8	105,8
	Zone 10	Erschließung	34,1	29,4	29,4	88,6	88,6
	Zone 11	Wohnen	126,0	105,7	105,7	318,2	318,2
	Zone 12	Übung / Büro	157,4	134,6	134,6	405,2	405,2
	Zone 13	Erschließung	56,5	46,7	46,7	140,4	140,4
	Zone 14	Erschließung	62,0	51,8	51,8	155,9	155,9
	Zone 15	Übung / Büro	187,0	151,4	151,4	455,6	455,6
	Zone 16	Veranstaltung	345,6	310,3	310,3	984,5	984,5
Summe OG			1006,9	865,0	865,0	2654,2	2654,2
DG	Zone 16	Veranstaltung	206,8	200,0	200,0	1104,6	1104,6
	Zone 17	Wohnen	390,9	374,8	374,8	916,6	916,6
	Zone 18	Wohnen	121,9	111,1	111,1	239,7	239,7
	Zone 19	Dachraum Zwickel	15,6	0,0	14,2	0,0	24,3
	Zone 20	Dachraum Osttrakt	256,1	0,0	223,5	0,0	292,7
	Zone 21	Dachraum Nordtrakt	39,8	0,0	29,4	0,0	25,3
	Zone 22	Dachraum Südtrakt	54,1	0,0	43,4	0,0	74,6
Summe DG			1085,3	685,9	996,3	2260,9	2677,9
Gesamtsumme			3239,4	2460,4	2770,9	7382,6	7799,6

Kellergeschoss

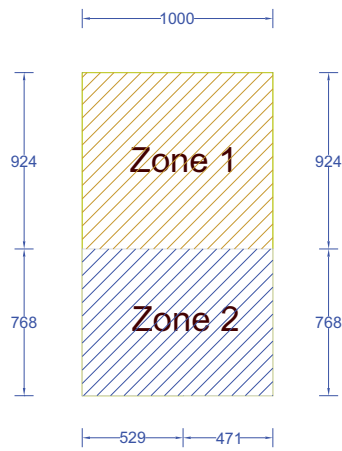


Abbildung 5-5: Kellergeschoss: Thermische Zonen und Außenabmessungen

Erdgeschoss

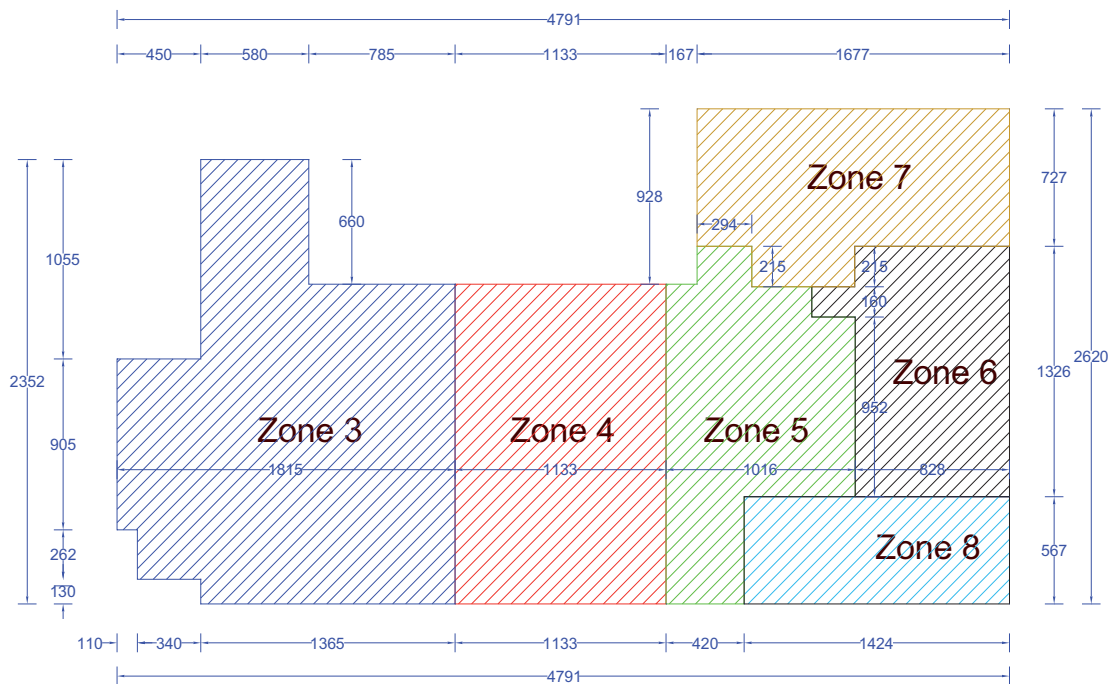


Abbildung 5-6: Erdgeschoss: Thermische Zonen und Außenabmessungen

Obergeschoss

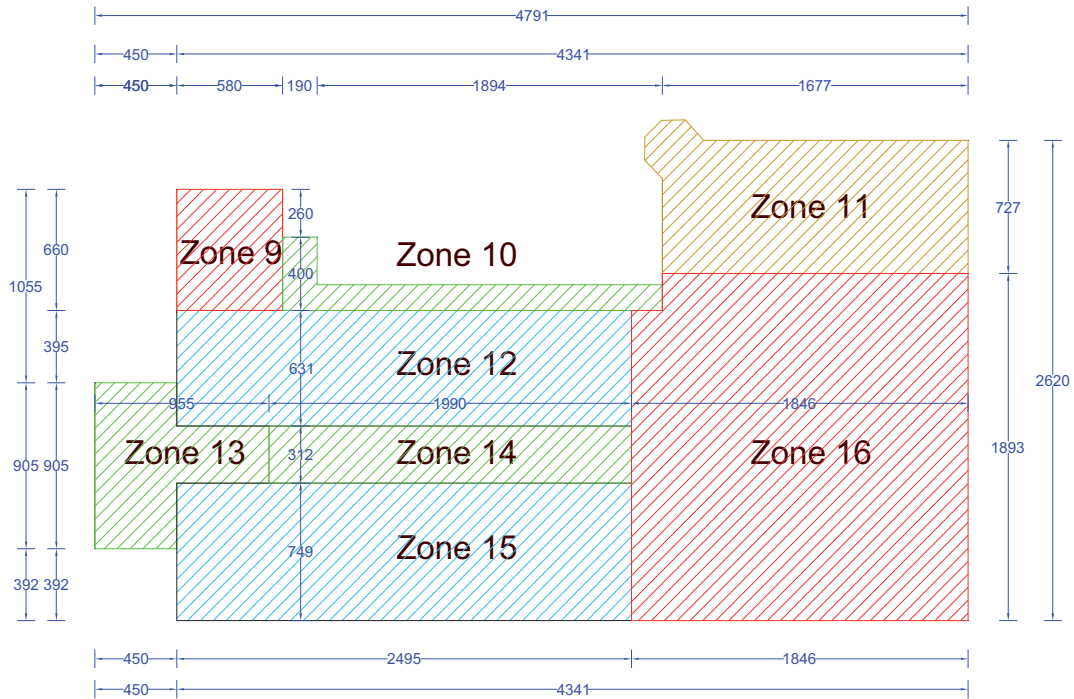


Abbildung 5-7: Obergeschoss: Thermische Zonen und Außenabmessungen

Dachgeschoss

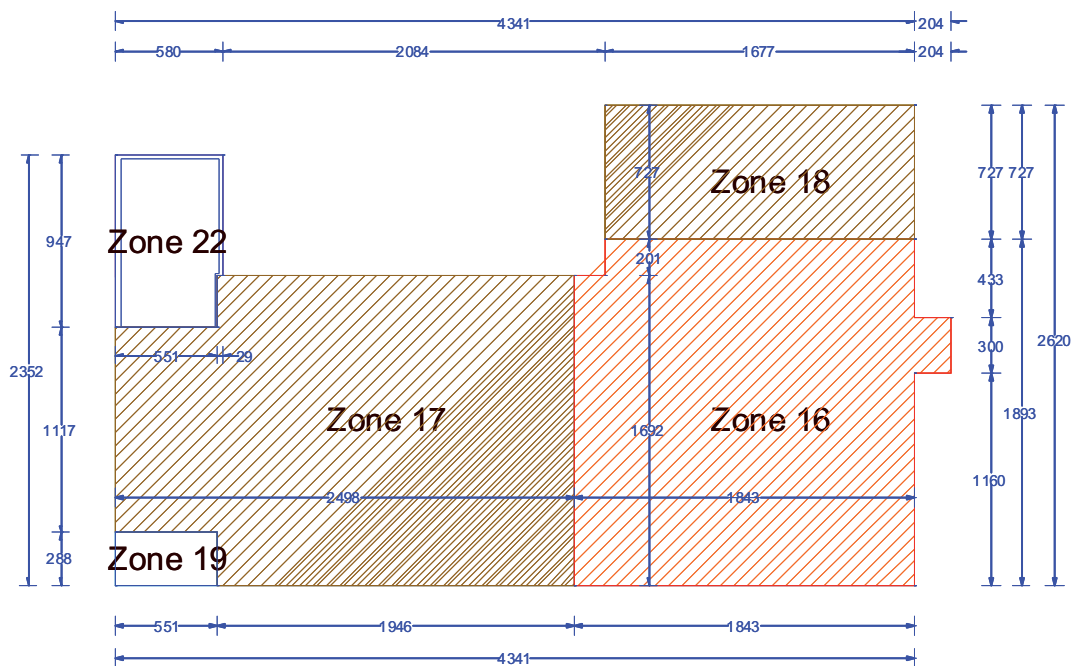


Abbildung 5-8: Dachgeschoss: Thermische Zonen und Außenabmessungen

Dachraum

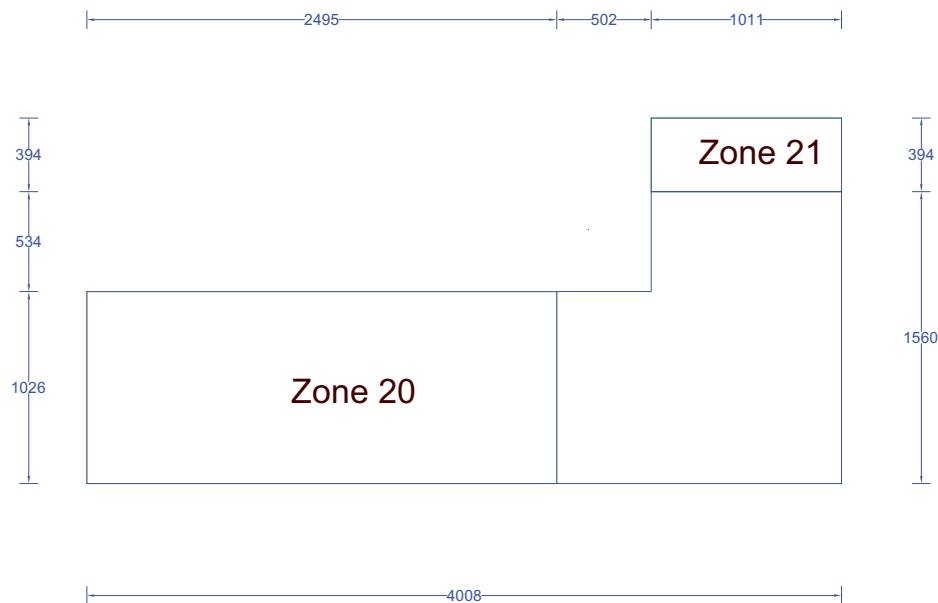


Abbildung 5-9: Dachraum: Thermische Zonen und Außenabmessungen

5.3.3 Fenster und Verglasungen

Die Lage und die Größe der Fenster und Türen wurden aus den Bestandsplänen übernommen. Die thermischen Eigenschaften wurden wie folgt angenommen:

Kellerfenster (interne Bezeichnung: FTYP_KG)

Window ID: 1101

Einfachglas 5,8 W/m²K

U = 5,68 W/m²K, g Wert = 0,855

Rahmenanteil: 25%

U-Wert Rahmen: 2,0 W/m²K

Glasrandverbund: Aluminium (ASHREA Metallic)

Laubengangverglasung (interne Bezeichnung: FTYP_LG)

Window ID: 1101

Einfachglas 5,8 W/m²K

U = 5,68 W/m²K, g Wert = 0,855

Rahmenanteil: 20%

U-Wert Rahmen: 2,0 W/m²K

Glasrandverbund: Aluminium (ASHREA Metallic)

Außentüren (interne Bezeichnung: TÜR_1)

Window ID: 14004

Interpane IPLUSC KR 4/12/4

U = 0,88 W/m²K, g Wert = 0,576

Rahmenanteil: 90%

U-Wert Rahmen: 2,0 W/m²K

Glasrandverbund: Aluminium (ASHREA Metallic)

Außentore (interne Bezeichnung: TOR)

Window ID: 14004

Interpane IPLUSC KR 4/12/4

U = 0,88 W/m²K, g Wert = 0,576

Rahmenanteil: 90%

U-Wert Rahmen: 2,0 W/m²K

Glasrandverbund: Aluminium (ASHREA Metallic)

Dachflächenfenster

Window ID: 13002

Isolierglas, 2.8

U = 1,1 W/m²K, g Wert = 0,609

U-Wert Rahmen: 2,0 W/m²K

Glasrandverbund: Aluminium

Rahmenanteil: 25 %

5.3.4 Verschattung

Bei der Verschattung von Bauteilflächen wird zwischen unbeweglichen Verschattungselementen (TRNSYS interne Bezeichnung: wingwalls) und beweglichen Verschattungseinrichtungen (shading) unterschieden. Bewegliche Verschattungseinrichtungen (Jalousien, Rollläden oder Markisen) wurden wie folgt angenommen.

Fenster in Zone 13: Verschattungsgrad 35 % (aktiviert von Anfang Mai bis Ende September)

Fenster in Zone 9: Verschattungsgrad 35 % (aktiviert von Anfang Mai bis Ende September)

Dachflächenfenster in Zone 17 und 18: Verschattungsgrad 70 % (durchgehend aktiviert)

5.3.5 Gleichbleibende Konstruktionsaufbauten

Die dargestellten Werte sind bei Außenbauteilen mit einem inneren Wärmeübergangskoeffizienten $\alpha_i = 7,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ und einem äußeren Wärmeübergangskoeffizient $\alpha_a = 25,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ berechnet. Bei Innenbauteilen wurde durchgehend ein Wärmeübergangskoeffizient von $\alpha_i = 7,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ angesetzt. Baustoffschichten unter einer Dicke von 0,001 m werden in der wärmetechnischen Betrachtung nicht berücksichtigt.

Tabelle 5-2: Konstruktionsaufbauten die in allen Szenarien beibehalten werden

Bauteil	Schicht	d [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c_p [kJ/kgK]	U-Wert [W/m ² K]
Fußboden gegen Erde im Kellergeschoß	Erdboden		2128	1,800	1,13	4,496
	Betonplatte	0,100	2200	2,000	1,10	
Geschoßdecke Standard	Hartholz-Parkettboden	0,020	700	0,200	2,50	0,905
	Blindboden schwimmend	0,020	600	0,150	2,50	
	Ziegelsplittschüttung	0,050	1800	0,700	0,88	
	Holzschalung	0,020	600	0,150	2,50	
	Luftschicht zwischen Trämen	0,200				
	Holzschalung	0,020	600	0,150	2,50	
	Kalkputz	0,020	1600	0,800	0,94	
Platzdecke über Zone 4 im Erdgeschoß	Hartholz-Parkettboden	0,020	700	0,200	2,50	1,017
	Blindboden schwimmend	0,020	600	0,150	2,50	
	Ziegelsplittschüttung	0,120	1800	0,700	0,88	
	Vollziegel	0,150	1700	0,700	0,90	
	Kalkputz	0,020	1600	0,800	0,94	
Decke zu Dachraum	Holzschalung	0,025	600	0,150	2,50	0,517
	Ziegelsplittschüttung	0,050	1800	0,700	0,88	
	Doppelbaumdecke	0,200	600	0,150	2,50	
	Kalkputz	0,020	1600	0,800	0,94	
Außenwand Laubengang	vertikale Holzschalung	0,025	600	0,150	2,50	
	Holztragkonstruktion	0,080	600	0,150	2,50	
Innenwand	Kalkputz	0,020	1600	0,800	0,94	1,89
	Mauerwerk aus Kalksteinen	0,350	2550	1,600	1,00	
	Kalkputz	0,020	1600	0,800	0,94	

5.3.6 Geometrieanahmen der Wärmebrücken zu Erdreich

Die Annahmen zu den längenbezogenen Verlusten durch Wärmebrücken an das Erdreich wurden gemäß den Angaben des Instituts für Hochbau und Technologie (TU Wien) berücksichtigt. Abbildung 5-10, Tabelle 5-3 und Tabelle 5-4 zeigen die angesetzten Längen, getrennt nach Außen- und Innenwänden.

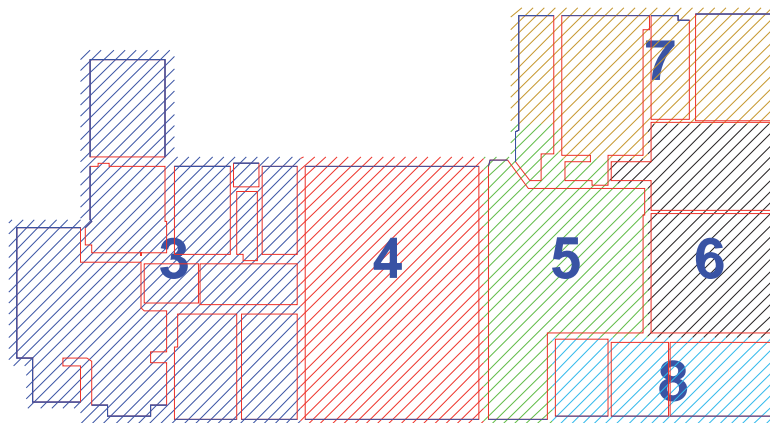


Abbildung 5-10: Thermische Zonen des Erdgeschosses

Die angenommenen Wärmebrücken an Außenwänden sind „blau“ und die angenommenen Wärmebrücken an Innenwänden sind „rot“ dargestellt.

Tabelle 5-3: Längenangaben der angenommenen vertikalen Wärmebrücken im Erdgeschoss

Raumbezeichnung	Wärmebrücken-Längen		
	Außenwände	Innenwände	
	[m]	[m]	
Zone 3	Eingang, Stiegenhaus	24,84	26,61
	Ess u. Kochraum	3,98	17,44
	Ess u. Kochraum	16,75	4,65
	Essraum	3,50	14,54
	Kochen	1,55	4,55
	Kochen	0,00	15,44
	Kochen	0,00	11,06
	Stiegenhaus	0,00	11,70
	Gang	0,00	17,12
	Vorbereitung	3,80	17,00
	Nachbereitung	3,43	16,63
Zone 3		57,85	156,74
Zone 4		21,50	31,56
Zone 5		5,21	45,50
Zone 6	Werkstatt, Lager	7,45	22,51
	Garage	5,45	25,47
Zone 6		12,90	47,98
Zone 7	Atelier 1	11,35	13,28
	Atelier 2	5,43	29,89
	Atelier 3	2,62	15,08
	Atelier 4	11,39	11,39
Zone 7		30,79	69,64
Zone 8	Unterbühne	10,96	10,96
	Büro	3,56	12,80
	Büro	3,33	12,89
Zone 8		17,85	36,65
Gesamtsumme		146,10	388,07

Tabelle 5-4: Längenangaben der angenommenen Wärmebrücken in Außenwänden, verursacht durch Anschluss von Innenwänden (vertikal) und Zwischendecken (horizontal)

	Raumbezeichnung	vertikale Wärmebrücken in Wänden	
		Anzahl Wände	Länge Wärmebrücken
		[-]	[m]
Kellergeschoß Geschoßhöhe 2,52 m	Zone 1	2	5,04
	Zone 2	4	10,08
	Summe		15,12
Erdgeschoß Geschoßhöhe 2,89 m	Zone 3	8	23,12
	Zone 4	2	5,78
	Zone 5	3	8,67
	Zone 6	1	2,89
	Zone 7	4	11,56
	Zone 8	1	2,89
	Summe		54,91
Obergeschoß Geschoßhöhe 3,25 m	Zone 9	1	3,25
	Zone 10	0	0,00
	Zone 11	1	3,25
	Zone 12	5,5	17,88
	Zone 13	1	3,25
	Zone 14	0	0,00
	Zone 15	4	13,00
	Zone 16	3	9,75
Summe		50,38	
Dachgeschoß Geschoßhöhe 3,08 m	Zone 17	9	27,72
	Zone 18	0	0,00
	Zone 19	0	0,00
	Zone 20	0	0,00
	Zone 21	0	0,00
	Zone 22	0	0,00
	Summe		27,72
Gesamtsumme			148,13
	Raumbezeichnung	horizontale Wärmebrücken in Wänden	
		Anzahl Wände	Länge Wärmebrücken
		[-]	[m]
Erdgeschoß Länge WB 11,32 m	Zone 4	2	22,64
	Summe		22,64
Gesamtsumme			22,64

5.3.8 Zuordnung von Nutzungskategorien zu den Zonen

In Bezug auf die Annahme von Nutzungsdaten in thermischen Gebäudesimulationen beinhalten besonders die VORNORM DIN V 18599-10 [NORM 1] und das SIA-Merkblatt 2024 [NORM 3] umfangreiches Datenmaterial. Im Folgenden (Tabelle 5-6) ist eine Zuordnung der im Gebäude vorhandenen thermischen Zonen auf einzelne Nutzungskategorien dieser beiden Normen angeführt.

Tabelle 5-6: Zuordnung von Standard-Nutzungsbedingungen laut SIA 2024 und DIN 18599-10 zu Gebäudezonen

Thermische Zonen		SIA 2024		DIN 18599-10	
Nr.	Bezeichnung	Nr.	Raumnutzung	Nr.	Raumnutzung
1	Lager	12.2	Nebenräume	18	Nebenflächen
2	Technik	12.2	Nebenräume	18	Nebenflächen
3	Allgemein / Gastro	6.2	SB-Restaurant	12	Kantine
4	Multifunktion	7.1	Vorstellungsraum	24	Zuschauerbereich
5	Erschließung / Gard.	12.1	Verkehrsfläche	25	Theater - Foyer
6	Werkstatt / Lager	12.2	Nebenräume	18	Nebenflächen
7	Atelier	3.1	Einzel-, Gruppenbüro	1	Einzelbüro
8	Büro	3.1	Einzel-, Gruppenbüro	1	Einzelbüro
9	Seminar	4.1	Schulzimmer	8	Klassenzimmer
10	Erschließung	12.1	Verkehrsfläche	17	Verkehrsfläche
11	Wohnen	1.1	Wohnraum	-	k.A.
12	Übung /Büro	3.1	Einzel-, Gruppenbüro	1	Einzelbüro
13	Erschließung	12.1	Verkehrsfläche	17	Verkehrsfläche
14	Erschließung	12.1	Verkehrsfläche	17	Verkehrsfläche
15	Übung /Büro	3.1	Einzel-, Gruppenbüro	1	Einzelbüro
16	Veranstaltung	7.1	Vorstellungsraum	24	Zuschauerbereich
17	Wohnen	1.1	Wohnraum	-	k.A.
18	Wohnen	1.1	Wohnraum	-	k.A.
19	Dachraum Zwickel				
20	Dachraum Osttrakt		keine Nutzung		
21	Dachraum Nordtrakt				
22	Dachraum Südtrakt				

5.3.9 Heizen

Die thermischen Zonen des Gebäudes werden in Bezug auf die vorgegebenen Raumluft-solltemperaturen in der Heizperiode unterschiedlich angenommen. *Tabelle 5-7* zeigt die je nach Raumnutzung gewählten Raumluft-solltemperaturen der Zonen und die entsprechenden Vorgabewerte der Normen als Vergleichsgröße. *Tabelle 5-8* zeigt den angenommenen Wochenverlauf der vorgegebenen Raumlufttemperaturen der einzelnen thermischen Zonen.

Tabelle 5-7: Annahme der Raumluft-solltemperaturen und die Vorgabewerte der Normen als Vergleichsgröße

Thermische Zonen		SIA 2024		DIN 18599-10		gewählt	
Nr.	Raumnutzung	Nr.	θ_o	Nr.	θ_{soll}	θ_{gew}	Anmerkung
1	Lager	12.2	k.A.	18	21		nicht geheizt
2	Technik	12.2	k.A.	18	21		nicht geheizt
3	Allgemein / Gastro	6.2	19-25	12	21	20	
4	Multifunktion	7.1	20-24	24	21	20	
5	Erschließung / Gard.	-	k.A.	25	21	20	
6	Werkstatt / Lager	12.2	k.A.	18	21	18	
7	Atelier	3.1	20-24	1	21	20	
8	Büro	3.1	20-24	1	21	20	
9	Seminar	4.1	20-24	4	21	20	
10	Erschließung	12.1	14-22	17	21	18	
11	Wohnen	1.1	20-24	-	k.A.	22	
12	Übung /Büro	3.1	20-24	1	21	20	
13	Erschließung	12.1	14-22	17	21	18	
14	Erschließung	12.1	14-22	17	21	18	
15	Übung /Büro	3.1	20-24	1	21	20	
16	Veranstaltung	7.1	20-24	24	21	20	
17	Wohnen	1.1	20-24	-	k.A.	22	
18	Wohnen	1.1	20-24	-	k.A.	22	
19	Dachraum Zwickel						nicht geheizt
20	Dachraum Osttrakt						nicht geheizt
21	Dachraum Nordtrakt						nicht geheizt
22	Dachraum Südtrakt						nicht geheizt

5.4 Annahmen variierter Eingabegrößen

5.4.1 Außenbauteile - Bestand

Die folgende Tabelle zeigt die für die Variante „Bestand“ angenommenen Konstruktionsaufbauten.

Tabelle 5-9: Konstruktionsaufbauten der Variante „Bestand“

Bauteil	Schicht	d [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c_p [kJ/kgK]	U-Wert [W/m ² K]
Außenwand 45	Außenputz	0,020	2000	1,400	1,12	2,058
	Mauerwerk aus Kalksteinen	0,450	2550	1,600	1,00	
	Kalkputz	0,020	1600	0,800	0,94	
Fußboden gegen Erde im Erdgeschoß	Erdboden		2128	1,800	1,13	4,496
	Betonplatte	0,100	2200	2,000	1,10	
Außenwand Holzleichtbau mit Vollholzstehern	Lärchenholz-Schalung	0,020	500	0,130	1,61	0,150 ¹⁾
	Lattung / Hinterlüftung	0,030				
	Permo forte Winddichtbahn	0,001	220	0,240	1,26	
	AGEPAN DWD-Platte	0,016	550	0,070	1,70	
	ISOVER UNIROLL-KOMFORT 035	0,200	23	0,035	0,90	
	OSB - Platten	0,019	640	0,130	1,70	
	Luftschicht	0,030				
	Gipskartonplatten	0,015	900	0,210	1,05	
Gipskartonplatten	0,015	900	0,210	1,05		
Schrägdach Holzleichtbau mit Vollholzsparren	Plattendeckung ²⁾					0,151 ¹⁾
	Trennlage					
	Holzschalung	0,020	600	0,150	2,50	
	Konterlattung / Hinterlüftung	0,060				
	Permo forte Winddichtbahn	0,001	220	0,240	1,26	
	AGEPAN DWD-Platte	0,016	550	0,070	1,70	
	ISOVER UNIROLL-KOMFORT 035	0,200	23	0,035	0,90	
	OSB - Platten	0,019	640	0,130	1,70	
	Luftschicht	0,030				
Gipskartonplatten	0,015	900	0,210	1,05		
Gipskartonplatten	0,015	900	0,210	1,05		
Decke über Kellergeschoß	Gewölbe aus Kalksteinmauerwerk	0,300	2550	1,600	1,00	1,263
	Ziegelsplittschüttung	0,150	1800	0,700	0,88	
	Betonplatte	0,100	2200	2,000	1,10	

¹⁾ ohne Vollholzelemente

²⁾ Blechdeckung beim Dach über Vorraum über Obergeschoß

Die in der obigen Tabelle beschriebenen Werte zeigen den Feldquerschnitt der in Holzleichtbauweise (Dachstuhl und Teile der Außenwand) angenommenen Konstruktionen. Der Feldquerschnitt wird für 85 % der Außenflächen angesetzt. Die verbleibenden 15 % der Außenfläche werden durch Konstruktionsquerschnitte gebildet, die aufgrund des höheren Holzanteils einen größeren U-Wert aufweisen.

Tabelle 5-10: Reduktion der Dämmwirkung der Variante „Bestand“ durch den Holzanteil

Bauteil	Holzanteil	U_{homogen} [W/m ² K]	$U_{\text{inhomogen}}$ [W/m ² K]
Außenwand Holzleichtbau mit Vollholzstehern	15%	0,150	0,179
Schrägdach Holzleichtbau mit Vollholzsparren	15%	0,151	0,216

5.4.2 Außenbauteile - Außendämmung

Die folgenden Tabellen zeigen die für die Variante „Außendämmung“ gewählten Konstruktionen.

Tabelle 5-11: Konstruktionsaufbauten der Sanierungsvariante „Außendämmung“

Bauteil	Schicht	d [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	cp [kJ/kgK]	U-Wert [W/m ² K]
Außenwand 45 mit EPS-Außendämmung und Kalziumsilikat-Innendämmung im Erdgeschoß	Baumit open StrukturPutz	0,004	1800	0,700	0,93	0,140
	Baumit open Plus FassadenPlatte	0,200	15	0,032	1,40	
	Außenputz	0,020	2000	1,400	1,12	
	Mauerwerk aus Kalksteinen	0,450	2550	1,600	1,00	
	Kalkputz	0,020	1600	0,800	0,94	
	Kalziumsilikat	0,025	300	0,060	1,00	
	Spachtelung	0,002	1500	0,800	1,10	
Außenwand 45 mit EPS-Außendämmung in den Obergeschossen	Baumit open StrukturPutz	0,004	1800	0,700	0,93	0,148
	Baumit open Plus FassadenPlatte	0,200	15	0,032	1,40	
	Außenputz	0,020	2000	1,400	1,12	
	Mauerwerk aus Kalksteinen	0,450	2550	1,600	1,00	
	Kalkputz	0,020	1600	0,800	0,94	
Fußboden gegen Erde im Erdgeschoß / Fliesen	Erdboden		2128	1,800	1,13	0,217
	Rollierung	0,200	1800	0,700	1,00	
	PAE-Folie	0,001	1500	0,230	0,79	
	Schutzbeton	0,080	2000	1,300	1,08	
	Austrotherm TOP® 50 XPS	0,100	35	0,037	1,45	
	Unterbeton	0,150	2000	1,300	1,08	
	bituminöse Abdichtungsbahn	0,003	1200	0,170	1,26	
	gebundene PS-Schüttung	0,050	240	0,060	1,40	
	Austrotherm EPS® T-650	0,030	12	0,044	1,40	
	PAE-Folie	0,000	1500	0,230	0,79	
	Estrich (Beton-)	0,050	2000	1,400	1,08	
	Fliesen geklebt	0,015	2000	1,000	1,00	
Außenwand Holzleichtbau mit TJI-Trägern	Lärchenholz-Schalung	0,020	500	0,130	1,61	0,123 ¹⁾
	Lattung / Hinterlüftung	0,030				
	Permo forte Winddichtbahn	0,001	220	0,240	1,26	
	AGEPAN DWD-Platte	0,016	550	0,070	1,70	
	ISOVER UNIROLL-KOMFORT 035	0,250	23	0,035	0,90	
	OSB - Platten	0,019	640	0,130	1,70	
	Luftschicht	0,030				
	Gipskartonplatten	0,015	900	0,210	1,05	
	Gipskartonplatten	0,015	900	0,210	1,05	
Schrägdach Holzleichtbau mit TJI-Trägern	Plattendeckung ²⁾					0,124 ¹⁾
	Trennlage					
	Holzschalung	0,020	600	0,150	2,50	
	Konterlattung / Hinterlüftung	0,060				
	Permo forte Winddichtbahn	0,001	220	0,240	1,26	
	AGEPAN DWD-Platte	0,016	550	0,070	1,70	
	ISOVER UNIROLL-KOMFORT 035	0,250	23	0,035	0,90	
	OSB - Platten	0,019	640	0,130	1,70	
	Luftschicht	0,030				
Gipskartonplatten	0,015	900	0,210	1,05		
Gipskartonplatten	0,015	900	0,210	1,05		
Decke über Kellergeschoß / Fliesen	Gewölbe aus Kalksteinmauerwerk	0,300	2550	1,600	1,00	0,208
	bituminöse Abdichtungsbahn	0,003	1200	0,170	1,26	
	Austrotherm TOP® 50 XPS	0,100	35	0,037	1,45	
	gebundene PS-Schüttung	0,050	240	0,060	1,40	
	Austrotherm EPS® T-650	0,030	12	0,044	1,40	
	PAE-Folie	0,000	1500	0,230	0,79	
	Estrich (Beton-)	0,050	2000	1,400	1,08	
	Fliesen geklebt	0,015	2000	1,000	1,00	

¹⁾ ohne TJI-Träger

²⁾ Blechdeckung beim Dach über Vorraum über Obergeschoß

Tabelle 5-12: Reduktion der Dämmwirkung der Sanierungsvariante „Außendämmung“ durch den Holzanteil

Bauteil	Holzanteil	U_{homogen} [W/m ² K]	$U_{\text{inhomogen}}$ [W/m ² K]
Außenwand Holzleichtbau mit TJI-Trägern	5 %	0,123	0,145
Schrägdach Holzleichtbau mit TJI-Trägern	5 %	0,124	0,145

5.4.3 Außenbauteile - Innendämmung

Die folgenden Tabellen zeigen die für die Variante „Innendämmung“ gewählten Konstruktionen.

Tabelle 5-13: Konstruktionsaufbauten der Variante „Innendämmung“

Bauteil	Schicht	d [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	cp [kJ/kgK]	U-Wert [W/m ² K]
Außenwand 45 mit Schaumglas- Innendämmung	Außenputz	0,020	2000	1,400	1,12	0,402
	Mauerwerk aus Kalksteinen	0,450	2550	1,600	1,00	
	Kalkputz	0,020	1600	0,800	0,94	
	Schaumglas	0,080	120	0,040	0,84	
	Spachtelung	0,002	1500	0,800	1,10	
Fußboden gegen Erde im Erdgeschoß / Fliesen	Erdboden		2128	1,800	1,13	0,217
	Rollierung	0,200	1800	0,700	1,00	
	PAE-Folie	0,001	1500	0,230	0,79	
	Schutzbeton	0,080	2000	1,300	1,08	
	Austrotherm TOP® 50 XPS	0,100	35	0,037	1,45	
	Unterbeton	0,150	2000	1,300	1,08	
	bituminöse Abdichtungsbahn	0,003	1200	0,170	1,26	
	gebundene PS-Schüttung	0,050	240	0,060	1,40	
	Austrotherm EPS® T-650	0,030	12	0,044	1,40	
	PAE-Folie	0,000	1500	0,230	0,79	
	Estrich (Beton-)	0,050	2000	1,400	1,08	
Fliesen geklebt	0,015	2000	1,000	1,00		
Außenwand Holzleichtbau mit TJI-Trägern	Lärchenholz-Schalung	0,020	500	0,130	1,61	0,123 ¹⁾
	Lattung / Hinterlüftung	0,030				
	Permo forte Winddichtbahn	0,001	220	0,240	1,26	
	AGEPAN DWD-Platte	0,016	550	0,070	1,70	
	ISOVER UNIROLL-KOMFORT 035	0,250	23	0,035	0,90	
	OSB - Platten	0,019	640	0,130	1,70	
	Luftschicht	0,030				
	Gipskartonplatten	0,015	900	0,210	1,05	
Gipskartonplatten	0,015	900	0,210	1,05		
Schrägdach Holzleichtbau mit TJI-Trägern	Plattendeckung ²⁾					0,124 ¹⁾
	Trennlage					
	Holzschalung	0,020	600	0,150	2,50	
	Konterlattung / Hinterlüftung	0,060				
	Permo forte Winddichtbahn	0,001	220	0,240	1,26	
	AGEPAN DWD-Platte	0,016	550	0,070	1,70	
	ISOVER UNIROLL-KOMFORT 035	0,250	23	0,035	0,90	
	OSB - Platten	0,019	640	0,130	1,70	
	Luftschicht	0,030				
Gipskartonplatten	0,015	900	0,210	1,05		
Gipskartonplatten	0,015	900	0,210	1,05		
Decke über Kellergeschoß / Fliesen	Gewölbe aus Kalksteinmauerwerk	0,300	2550	1,600	1,00	0,208
	bituminöse Abdichtungsbahn	0,003	1200	0,170	1,26	
	Austrotherm TOP® 50 XPS	0,100	35	0,037	1,45	
	gebundene PS-Schüttung	0,050	240	0,060	1,40	
	Austrotherm EPS® T-650	0,030	12	0,044	1,40	
	PAE-Folie	0,000	1500	0,230	0,79	
	Estrich (Beton-)	0,050	2000	1,400	1,08	
	Fliesen geklebt	0,015	2000	1,000	1,00	

¹⁾ ohne TJI-Träger

²⁾ Blechdeckung beim Dach über Vorraum über Obergeschoß

Tabelle 5-14: Reduktion der Dämmwirkung der Sanierungsvariante „Innendämmung“ durch den Holzanteil

Bauteil	Holzanteil	U_{homogen} [W/m ² K]	$U_{\text{inhomogen}}$ [W/m ² K]
Außenwand Holzleichtbau mit TJI-Trägern	5%	0,123	0,145
Schrägdach Holzleichtbau mit TJI-Trägern	5%	0,124	0,145

5.4.4 Fenster - Bestand

Die Lage und die Größe der Fenster wurden aus den Bestandsplänen übernommen.
Die thermischen Eigenschaften wurden wie folgt angenommen:

Kastenfenster Bestand

Window ID: 7071

Isolierglas, 2.8

$U = 2,71 \text{ W/m}^2\text{K}$

g Wert = 0,701

U-Wert Rahmen: $2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$

Glasrandverbund: kein

Rahmenanteil:

Standardfenster klein (interne Bezeichnung: FTYP_KLEIN): 25 %

Standardfenster groß (interne Bezeichnung: FTYP_GROSZ): 20 %

Standardfenster DG-Gaupen (interne Bezeichnung: FTYP_GAUPEN): 25 %

5.4.5 Fenster - Kastenfenster mit K-Glas

Die Lage und die Größe der Fenster wurden aus den Bestandsplänen übernommen.
Die thermischen Eigenschaften wurden wie folgt angenommen:

Kastenfenster mit K-Glas im Innenflügel

K-Glas ist ein Wärmedämmglas, welches die Strahlung von außen durchlässt, aber Wärmestrahlung von innen reflektiert. K-Glas ist ein Low-E-Glas (low emissivity) mit einer harten Beschichtung aus Metalloxiden, die meist pyrolytisch bei der Flachglasherstellung aufgebracht (eingebrannt) wird.

Window ID: 7193

ASH_A-17.19c

$U = 1,69 \text{ W/m}^2\text{K}$

g Wert = 0,705

Rahmenanteil:

Standardfenster klein (interne Bezeichnung: FTYP_KLEIN): 25 %

Standardfenster groß (interne Bezeichnung: FTYP_GROSZ): 20 %

Standardfenster DG-Gaupen (interne Bezeichnung: FTYP_GAUPEN): 25 %

5.4.6 Fenster - Kastenfenster mit Vakuumglas

Die Lage und die Größe der Fenster wurden aus den Bestandsplänen übernommen.
Die thermischen Eigenschaften wurden wie folgt angenommen:

Kastenfenster mit Vakuumglas im Innenflügel

Window ID: 12002

Pilkington OPTITHERM Besch.#2 4/16/4

$U = 1,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

g Wert = 0,584

Rahmenanteil:

Standardfenster klein (interne Bezeichnung: FTYP_KLEIN): 25 %

Standardfenster groß (interne Bezeichnung: FTYP_GROSZ): 20 %

Standardfenster DG-Gaupen (interne Bezeichnung: FTYP_GAUPEN): 25 %

5.4.7 Wärmebrücken - Bestand

Tabelle 5-15 zeigt die angenommenen Wärmebrücken zum Erdreich in der Variante „Bestand“.

Tabelle 5-15: Wärmebrücken zu Erdreich. Variante „Bestand“

Raumbezeichnung	Wärmebrücken-Längen		Wärmebrücken-Werte	
	Außenwände	Innenwände		Bestand
	[m]	[m]		[W/K]
			ψ_i	0,00 W/m.K
			ψ_a	1,92 W/m.K
Zone 3	57,85	156,74		111,07
Zone 4	21,50	31,56		41,28
Zone 5	5,21	45,50		10,00
Zone 6	12,90	47,98		24,77
Zone 7	30,79	69,64		59,12
Zone 8	17,85	36,65		34,27
Gesamtsumme	146,10	388,07		280,51

5.4.8 Wärmebrücken - Außendämmung

Tabelle 5-16 zeigt die angenommenen Wärmebrücken zum Erdreich in der Variante „Außendämmung“.

Tabelle 5-16: Wärmebrücken zu Erdreich. Variante „Außendämmung“

Raumbezeichnung	Wärmebrücken-Längen		Wärmebrücken-Werte		
	Außenwände	Innenwände	Außendämmung		
	[m]	[m]	[W/K]		
				ψ_i	0,20 W/m.K
				ψ_a	0,09 W/m.K
Zone 3		57,85	156,74		36,55
Zone 4		21,50	31,56		8,25
Zone 5		5,21	45,50		9,57
Zone 6		12,90	47,98		10,76
Zone 7		30,79	69,64		16,70
Zone 8		17,85	36,65		8,94
Gesamtsumme		146,10	388,07		90,76

5.4.9 Wärmebrücken - Innendämmung

Tabelle 5-17 zeigt die angenommenen Wärmebrücken zum Erdreich in der Variante „Innendämmung“.

Tabelle 5-17: Wärmebrücken zu Erdreich. Variante „Innendämmung“

Raumbezeichnung	Wärmebrücken-Längen		Wärmebrücken-Werte	
	Außenwände	Innenwände		Innendämmung
	[m]	[m]		[W/K]
			ψ_i	0,20 W/m.K
			ψ_a	-0,17 W/m.K
Zone 3	57,85	156,74		21,51
Zone 4	21,50	31,56		2,66
Zone 5	5,21	45,50		8,21
Zone 6	12,90	47,98		7,40
Zone 7	30,79	69,64		8,69
Zone 8	17,85	36,65		4,30
Gesamtsumme	146,10	388,07		52,78

Tabelle 5-18 zeigt die angenommenen Wärmebrücken in Wänden in der Variante „Innendämmung“.

Tabelle 5-18: Wärmebrücken in Wänden. Variante „Innendämmung“

	vertikale Wärmebrücken in Wänden		Wärmebrücken-Werte	
	Anzahl Wände	Länge Wärmebrücken		Innendämmung
	[-]	[m]		[W/K]
			ψ	0,73 W/m.K
Kellergeschoß		15,12		11,04
Erdgeschoß		54,91		40,08
Obergeschoß		50,38		36,77
Dachgeschoß		27,72		20,24
		148,13		108,13
	horizontale Wärmebrücken in Wänden		Wärmebrücken-Werte	
	Anzahl Wände	Länge Wärmebrücken		Variante 10a
	[-]	[m]		[W/K]
			ψ	0,73 W/m.K
Erdgeschoß		22,64		16,53
		22,64		16,53

5.4.10 Standardnutzung

Hygienischer Luftwechsel

Tabelle 5-19 zeigt die in Anlehnung an die VORNORM DIN V 18599-10 [NORM 1] und das SIA-Merkblatt 2024 [NORM 3] angenommenen Luftwechselraten der thermischen Zonen aufgrund des hygienischen Luftwechsels. Außerhalb des angegebenen Zeitraums wird kein hygienischer Luftwechsel angenommen. Es wird durch folgende Tabelle keine Aussage getroffen, ob der angegebene Luftwechsel durch Fensterlüftung oder durch eine mechanische Lüftungsanlage zustande kommt.

Die in den Werken SIA 2024 und DIN 18599-10 angeführten Luftwechselzahlen geben als Einheit [$\text{m}^3/(\text{h m}^2)$] vor. Um die in dieser Simulation gewählten Werte mit der Einheit [$\text{m}^3/(\text{h m}^3)$] bzw. [$1/\text{h}$] zu erhalten, wurde eine fiktive Raumhöhe (siehe ÖNORM B 8110-6) von 2,50 m angenommen.

Tabelle 5-19: Annahme der hygienischen Luftwechselraten und Normenwerte als Vergleichsgröße

Thermische Zonen		SIA 2024		DIN 18599-10		gewählt	
Nr.	Raumnutzung	Nr.	LW _{standard 1} (Zeitraum)	Nr.	LW _{Praxis} (Zeitraum)	LW _{gew}	Zeitraum
1	Lager	12.2	0,2/0 (7-18/18-7)	18	0,06 (8-15)		
2	Technik	12.2	0,2/0 (7-18/18-7)	18	0,06 (8-15)		
3	Allgemein / Gastro	6.2	7,0/0 (7-18/18-7)	12	7,0 (8-15)	3,5 7,0	Mo - Fr: 11-14 Uhr Sa,So: 19 -23 Uhr
4	Multifunktion	7.1	7,0/0 (7-18/18-7)	24	4-4,5 (19-23)	4,0	Sa,So: 19 -23 Uhr
5	Erschließung / Gard.	-	k.A.	25	2-2,5 (19-23)	2,0	Sa,So: 19 -23 Uhr
6	Werkstatt / Lager	12.2	0,2/0 (7-18/18-7)	18	0,06 (8-15)	0,2 0,2	Mo - Fr: 7-18 Uhr Sa,So: 11 -22 Uhr
7	Atelier	3.1	1,0/0 (7-18/18-7)	1	1,0 (7-18)	1,0	Mo - Fr: 7-18 Uhr
8	Büro	3.1	1,0/0 (7-18/18-7)	1	1,0 (7-18)	1,0	Mo - Fr: 7-18 Uhr
9	Seminar	4.1	3,25/0 (7-18/18-7)	4	k.A.	3,25	Mo - Fr: 7-18 Uhr
10	Erschließung	12.1	0,8/0 (7-18/18-7)	17	0 (7-18)		
11	Wohnen	1.1	0,25/0,13 (7-18/18-7)	-	k.A.	0,4	Mo – So: 0-24 Uhr
12	Übung /Büro	3.1	1,0/0 (7-18/18-7)	1	1,0 (7-18)	1,0	Mo - Fr: 7-18 Uhr
13	Erschließung	12.1	0,8/0 (7-18/18-7)	17	0 (7-18)	0,2	Mo - Fr: 7-18 Uhr
14	Erschließung	12.1	0,8/0 (7-18/18-7)	17	0 (7-18)	0,2	Mo - Fr: 7-18 Uhr
15	Übung /Büro	3.1	1,0/0 (7-18/18-7)	1	1,0 (7-18)	1,0	Mo - Fr: 7-18 Uhr
16	Veranstaltung	7.1	7,0/0 (7-18/18-7)	24	4-4,5 (19-23)	4,0	Sa,So: 19 -23 Uhr
17	Wohnen	1.1	0,25/0,13 (7-18/18-7)	-	k.A.	0,4	Mo – So: 0-24 Uhr
18	Wohnen	1.1	0,25/0,13 (7-18/18-7)	-	k.A.	0,4	Mo – So: 0-24 Uhr
19	Dachraum Zwickel						
20	Dachraum Osttrakt						
21	Dachraum Nordtrakt						kein nutzungsbedingter Luftwechsel
22	Dachraum Südtrakt						

Personen und Geräteabwärme laut Standardnutzung

Zur Berücksichtigung der Innenwärmen (Personen, Geräte und Beleuchtung) werden je Nutzungstyp entsprechende Wochenprofile gemäß VORNORM DIN V 18599-10 [NORM 1] und SIA-Merkblatt 2024 [NORM 3] angenommen. Die folgenden Abbildungen zeigen die angenommenen Wochenverläufe der Innenwärmen und Feuchteabgabe nach Zonen.

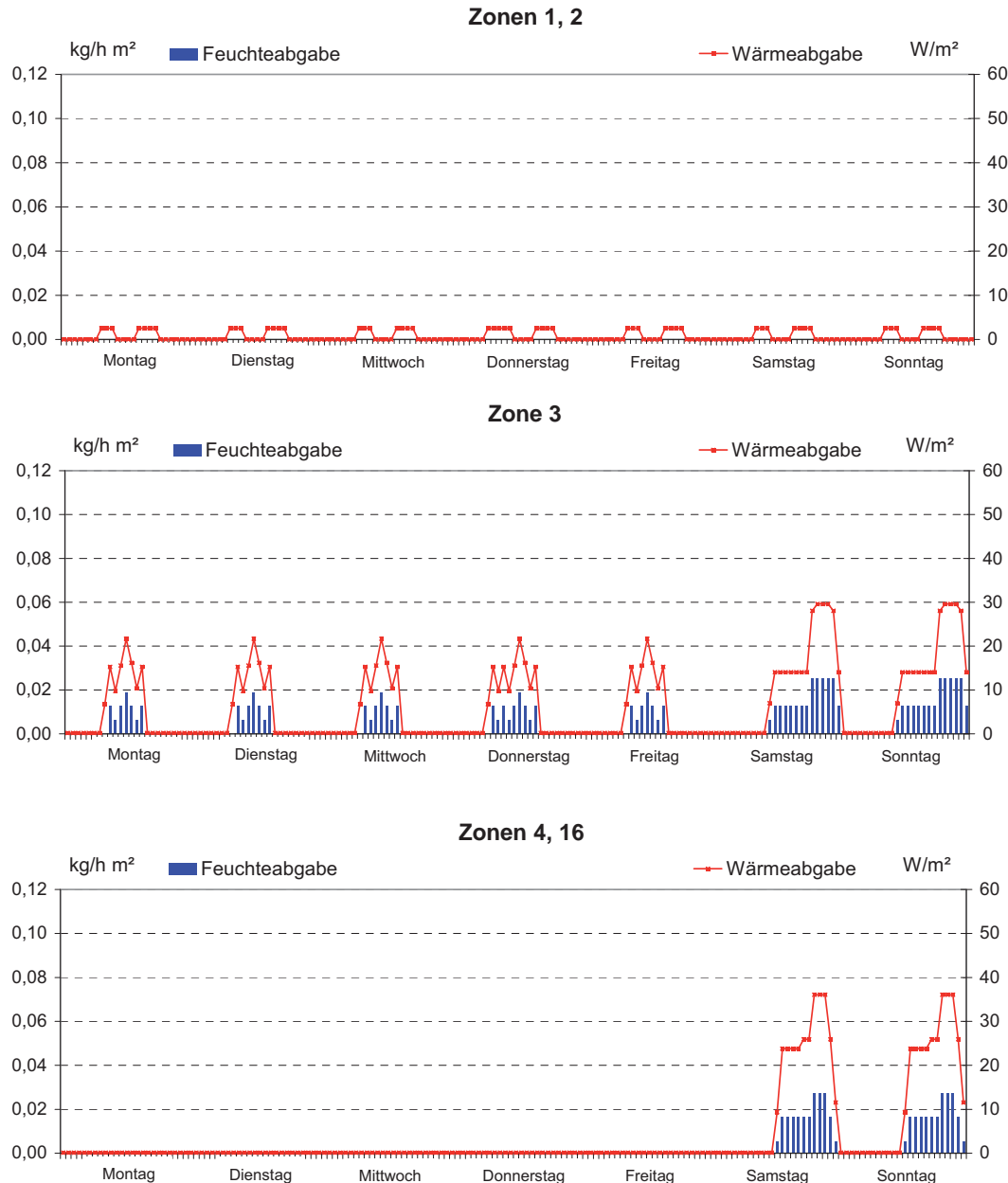


Abbildung 5-11: Wochenverläufe der Innenwärmen von Zone 1, 2, 3, 4 und 16

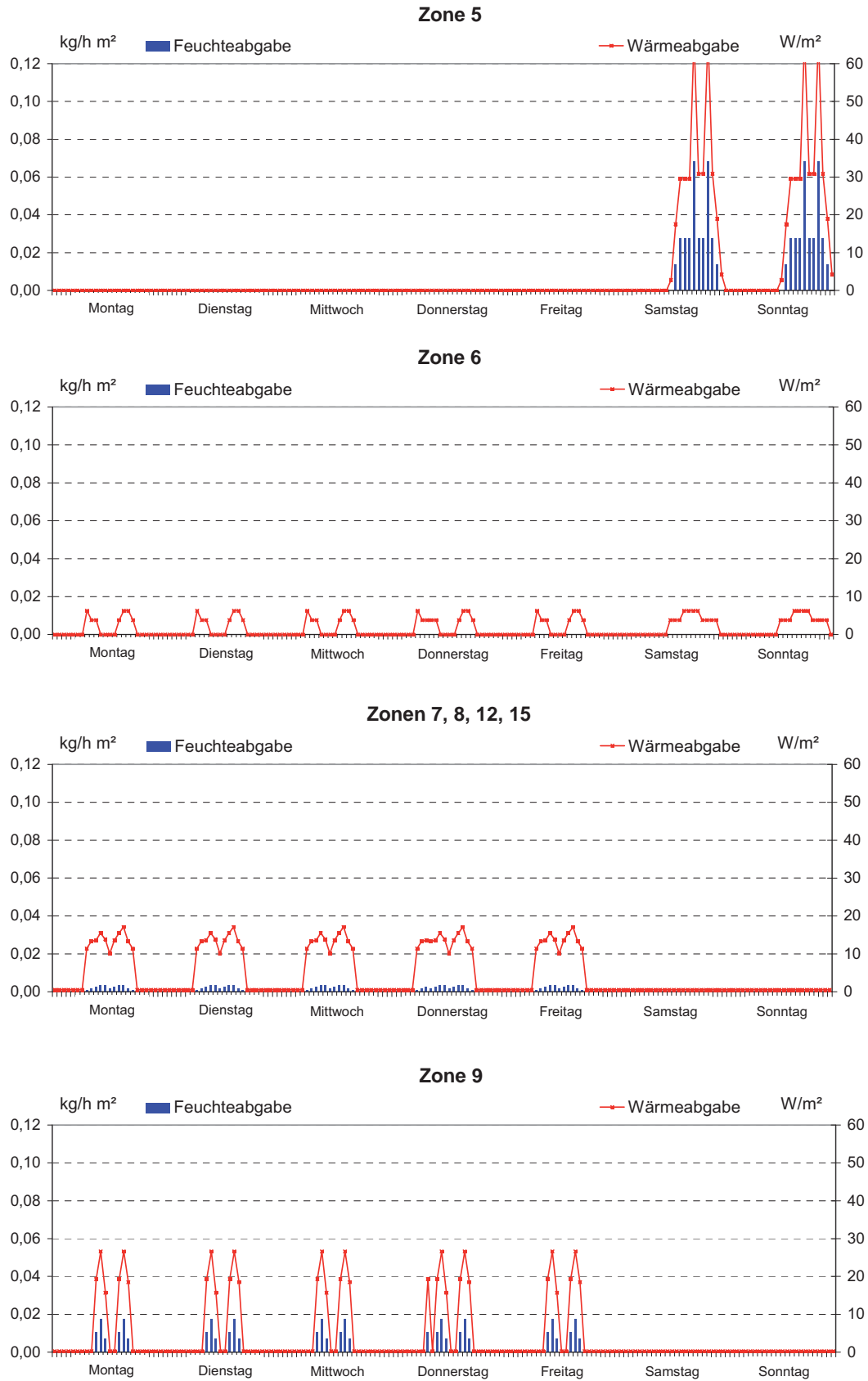


Abbildung 5-12: Wochenverläufe der Innenwärmen von Zone 5, 6, 7, 8, 9, 12 und 15

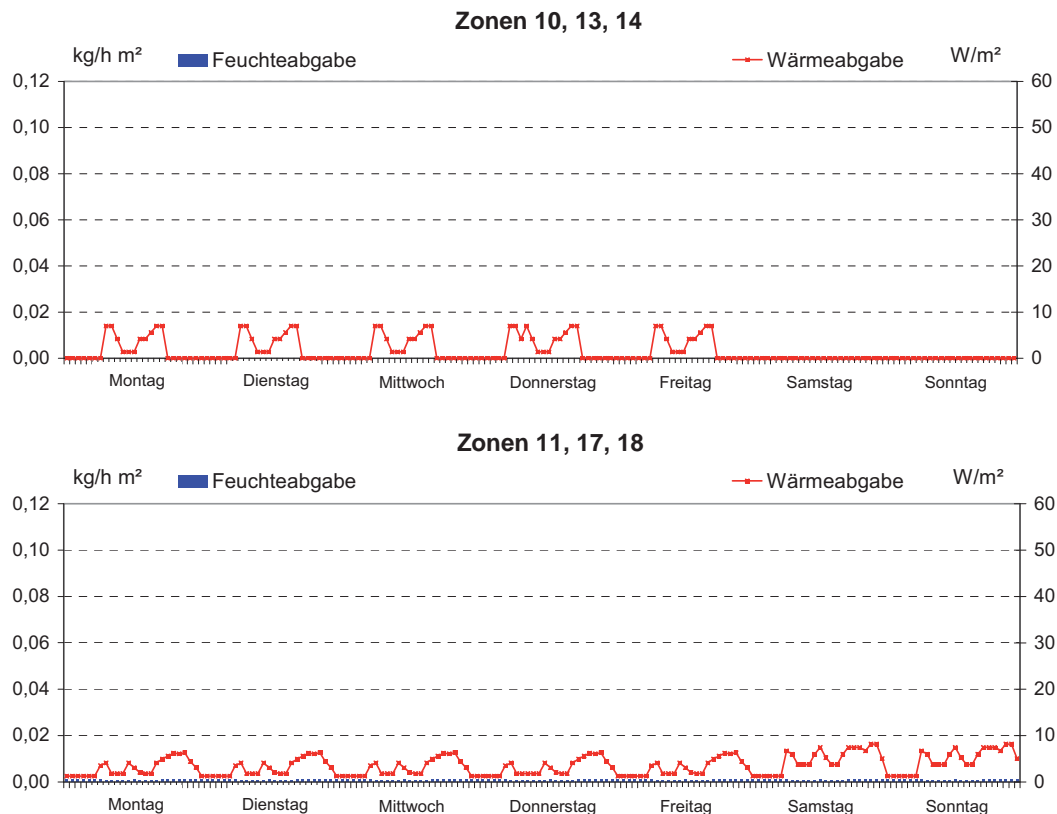


Abbildung 5-13: Wochenverläufe der Innenwärmen von Zone 10, 11, 13, 14, 17 und 18

5.4.11 Abluftwärmerückgewinnung

Der Systemwirkungsgrad der WRG wird mit 80 % (hocheffiziente Wärmetauscher) angenommen. Um Überhitzungen zu vermeiden wird die Wärmerückgewinnung von Anfang Mai bis Ende September deaktiviert. Ausnahmen sind der Keller (Zone 1 und Zone 2), die Werkstatt (Zone 6) und der Laubengang (Zone 10), in denen keine Wärmerückgewinnung vorgesehen ist.

5.4.12 Kühlung

Die thermischen Zonen des Gebäudes werden in Bezug auf die vorgegebenen Kühlgrenztemperaturen unterschiedlich angenommen. Die Tabelle 5-21 zeigt den angenommenen Wochenverlauf der vorgegebenen Kühlgrenztemperaturen der einzelnen thermischen Zonen.

Tabelle 5-21: Wochenschema der Kühlgrenztemperaturen in der Kühlperiode (settemperatur_cooling) für die einzelnen Raumnutzungen. Der Wert „99“ entspricht einer ausgeschalteten Kühlung.

von - Uhr		bis - Uhr		settemp. Cooling (°C)																																																							
				zone																																																							
				Lager	Technik	Allgemein / Gastro	Multifunktion	Erschließung / Gard.	Werkstatt / Lager	Atelier	Büro	Seminar	Erschließung	Wohnen	Übung / Büro	Erschließung	Erschließung	Übung / Büro	Veranstaltung	Wohnen	Wohnen	Dachraum Zwickel	Dachraum Ostrakt	Dachraum Nordtrakt	Dachraum Südtrakt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00																										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30																														
WOCHENTAG	0	1	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	26	99	99	99	99	99	99	26	26	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99														
	1	2	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	26	99	99	99	99	99	99	26	26	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99												
	2	3	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	26	99	99	99	99	99	99	26	26	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99										
	3	4	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	26	99	99	99	99	99	99	26	26	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99									
	4	5	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	26	99	99	99	99	99	99	26	26	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99								
	5	6	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	26	99	99	99	99	99	99	26	26	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99								
	6	7	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	26	99	99	99	99	99	99	26	26	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99							
	7	8	99	99	99	99	99	99	99	26	26	26	99	26	26	99	26	26	99	26	26	99	26	26	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99							
	8	9	99	99	26	99	99	99	26	26	26	99	26	26	99	26	26	99	26	26	99	26	26	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99						
	9	10	99	99	26	99	99	99	26	26	26	99	26	26	99	26	26	99	26	26	99	26	26	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99					
	10	11	99	99	26	99	99	99	26	26	26	99	26	26	99	26	26	99	26	26	99	26	26	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99					
	11	12	99	99	26	99	99	99	26	26	26	99	26	26	99	26	26	99	26	26	99	26	26	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99					
	12	13	99	99	26	99	99	99	26	26	26	99	26	26	99	26	26	99	26	26	99	26	26	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99					
	13	14	99	99	26	99	99	99	26	26	26	99	26	26	99	26	26	99	26	26	99	26	26	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99				
	14	15	99	99	26	99	99	99	26	26	26	99	26	26	99	26	26	99	26	26	99	26	26	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99				
	15	16	99	99	99	99	99	99	26	26	26	99	26	26	99	26	26	99	26	26	99	26	26	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99				
	16	17	99	99	99	99	99	99	26	26	26	99	26	26	99	26	26	99	26	26	99	26	26	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99			
	17	18	99	99	26	99	99	99	26	26	26	99	26	26	99	26	26	99	26	26	99	26	26	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99			
	18	19	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	26	99	99	99	99	99	99	26	26	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99		
	19	20	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	26	99	99	99	99	99	99	26	26	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99		
	20	21	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	26	99	99	99	99	99	99	26	26	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99		
	21	22	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	26	99	99	99	99	99	99	26	26	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99		
	22	23	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	26	99	99	99	99	99	99	26	26	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99		
	23	24	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	26	99	99	99	99	99	99	26	26	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	
Samstag / Sonntag	0	1	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	26	99	99	99	99	99	26	26	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99			
	1	2	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	26	99	99	99	99	99	26	26	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	
	2	3	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	26	99	99	99	99	99	26	26	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
	3	4	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	26	99	99	99	99	99	26	26	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
	4	5	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	26	99	99	99	99	99	26	26	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
	5	6	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	26	99	99	99	99	99	26	26	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
	6	7	99	99	99	99	99																																																				

5.5 Simulationsergebnisse

5.5.1 Jahreswärmebilanzen des Gesamtgebäudes im Jahresvergleich

In den Balkendiagrammen sind die Jahreswärmebilanzen des Gesamtgebäudes für die verschiedenen Szenarien im Jahresvergleich dargestellt. Als Bezugsfläche wurde die Nutzfläche (Nettofläche) des gesamten Gebäudes zu Grunde gelegt. Der rechte Balken beinhaltet die Transmissionswärmeverluste (Trans-) und die Lüftungswärmeverluste, die sich aus Fensterlüftung und effektiver Anlagenlüftung (Vent-) sowie der Fugenlüftung (Inf-) zusammensetzen. Im linken Balken sind die passiven solaren Strahlungsgewinne (Solar), die internen Wärmegewinne (Gains) und die Transmissionswärmegewinne (Trans+) sowie der sich ergebende Heizwärmebedarf (Heat) angegeben.

Im folgenden Diagramm sind diese Anteile noch einmal erläutert.

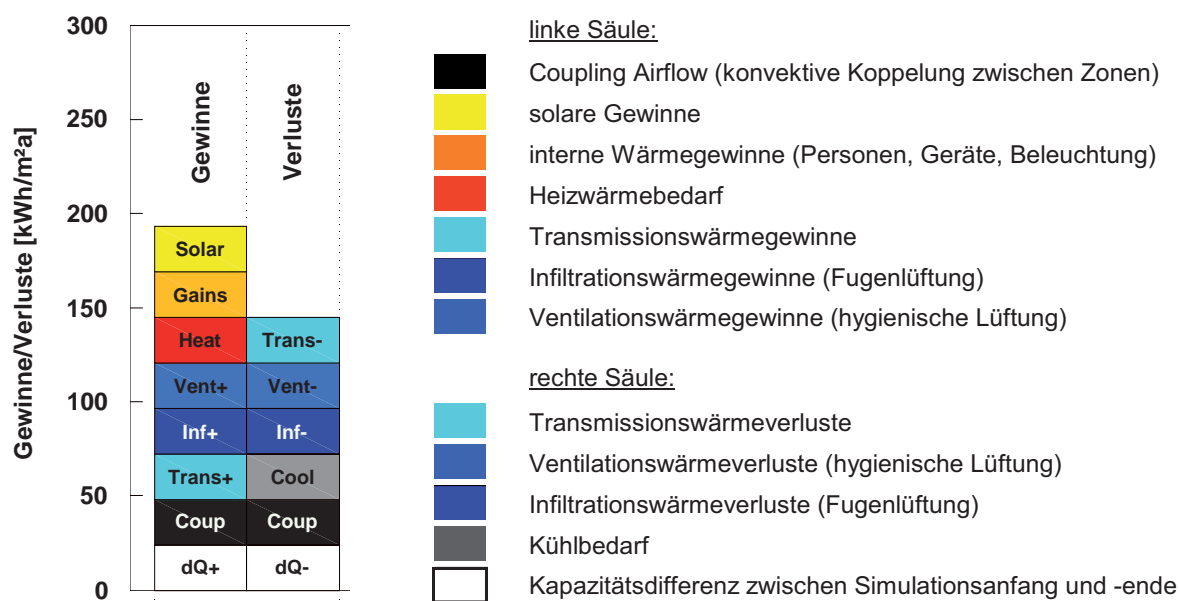


Abbildung 5-14: Erklärung der Gewinn- und Verlustanteile der Jahreswärmebilanzen

Die Ermittlung spezifischer Flächenwerte für die einzelnen Anteile der Wärmebilanz bezieht sich immer auf eine Bezugsfläche. Die Tabelle 5-22 zeigt eine Aufstellung der für das thermische Modell des Haidenhofes angesetzten Bezugsflächen, gegliedert nach Art ihrer thermischen Konditionierung (gesamt / beheizt / gekühlt).

Tabelle 5-22: Zusammenstellung der Nutzflächen

			Nutzfläche		
			gesamt	beheizte	gekühlte
Zone	vorwiegende Nutzung	Brutto-Fläche	Nettonutz-Fläche	Nettonutz-Fläche	Nettonutz-Fläche
		[m ²]	[m ²]	[m ²]	[m ²]
KG	Zone 1	Lager	92,4	55,9	
	Zone 2	Technik	76,9	51,8	
Summe KG		169,2	107,7	0,0	0,0
EG	Zone 3	Allgemein / Gastro	318,9	243,8	243,8
	Zone 4	Multifunktion	191,6	169,8	169,8
	Zone 5	Erschließung	139,5	116,5	116,5
	Zone 6	Werkstatt / Lager	113,5	99,7	99,7
	Zone 7	Atelier	133,8	110,4	110,4
	Zone 8	Büro	80,7	61,6	61,6
Summe EG		978,0	801,9	801,9	702,2
OG	Zone 9	Seminar	38,3	35,2	35,2
	Zone 10	Erschließung	34,1	29,4	
	Zone 11	Wohnen	126,0	105,7	105,7
	Zone 12	Übung /Büro	157,4	134,6	134,6
	Zone 13	Erschließung	56,5	46,7	46,7
	Zone 14	Erschließung	62,0	51,8	51,8
	Zone 15	Übung / Büro	187,0	151,4	151,4
	Zone 16	Veranstaltung	345,6	310,3	310,3
Summe OG		1006,9	865,0	835,6	737,1
DG	Zone 16	Veranstaltung	206,8	200,0	200,0
	Zone 17	Wohnen	390,9	374,8	374,8
	Zone 18	Wohnen	121,9	111,1	111,1
Summe DG		719,6	685,9	685,9	685,9
Gesamtsumme		2873,7	2460,4	2323,3	2125,2
m ²					

Die folgenden Grafiken (Abbildung 5-15 bis Abbildung 5-23) stellen die Gesamtbilanz bezogen auf die gesamte Nutzfläche des Gebäudes (2460,4 m²) in den unterschiedlichen Szenarien dar.

SZENARIO 01a (Bestand)

Kurzcharakteristik:

- keine Außenwanddämmung
- Dachausbau nach Bauordnung
- Kastenfenster Bestand
- Wärmebrücken: Außenwände zu Erdreich
- Standardnutzung
- keine Wärmerückgewinnung
- keine Kühlung

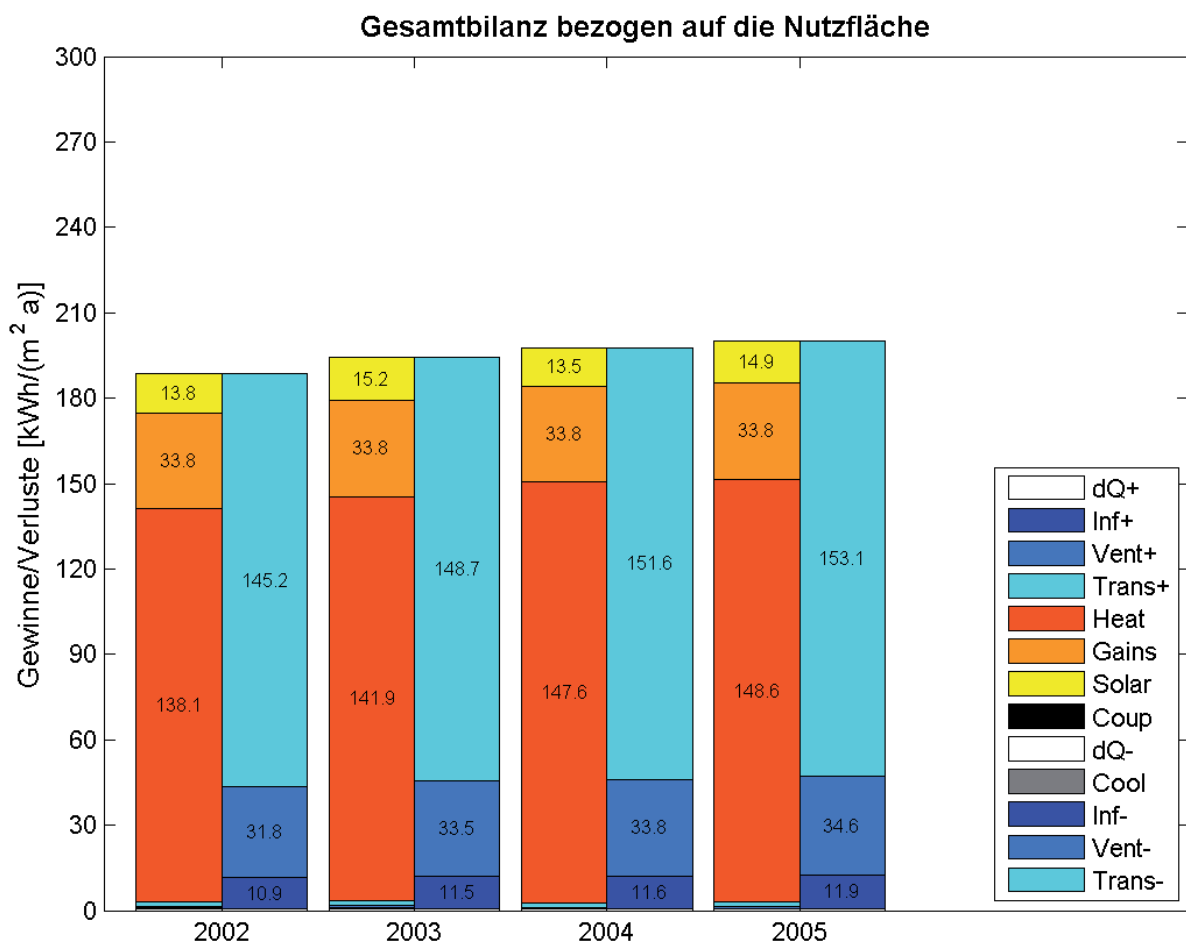


Abbildung 5-15: Jahreswärmebilanz des Szenarios 01a Bestand bezogen auf 2460,4 m² Nutzfläche

SZENARIO 02a (Außendämmung)

Kurzcharakteristik:

- Außenwanddämmung
- Dachausbau passivhaustauglich
- Kastenfenster mit K- Glas
- Wärmebrücken: Außenwände und Innenwände zu Erdreich
- Standardnutzung
- keine Wärmerückgewinnung
- keine Kühlung

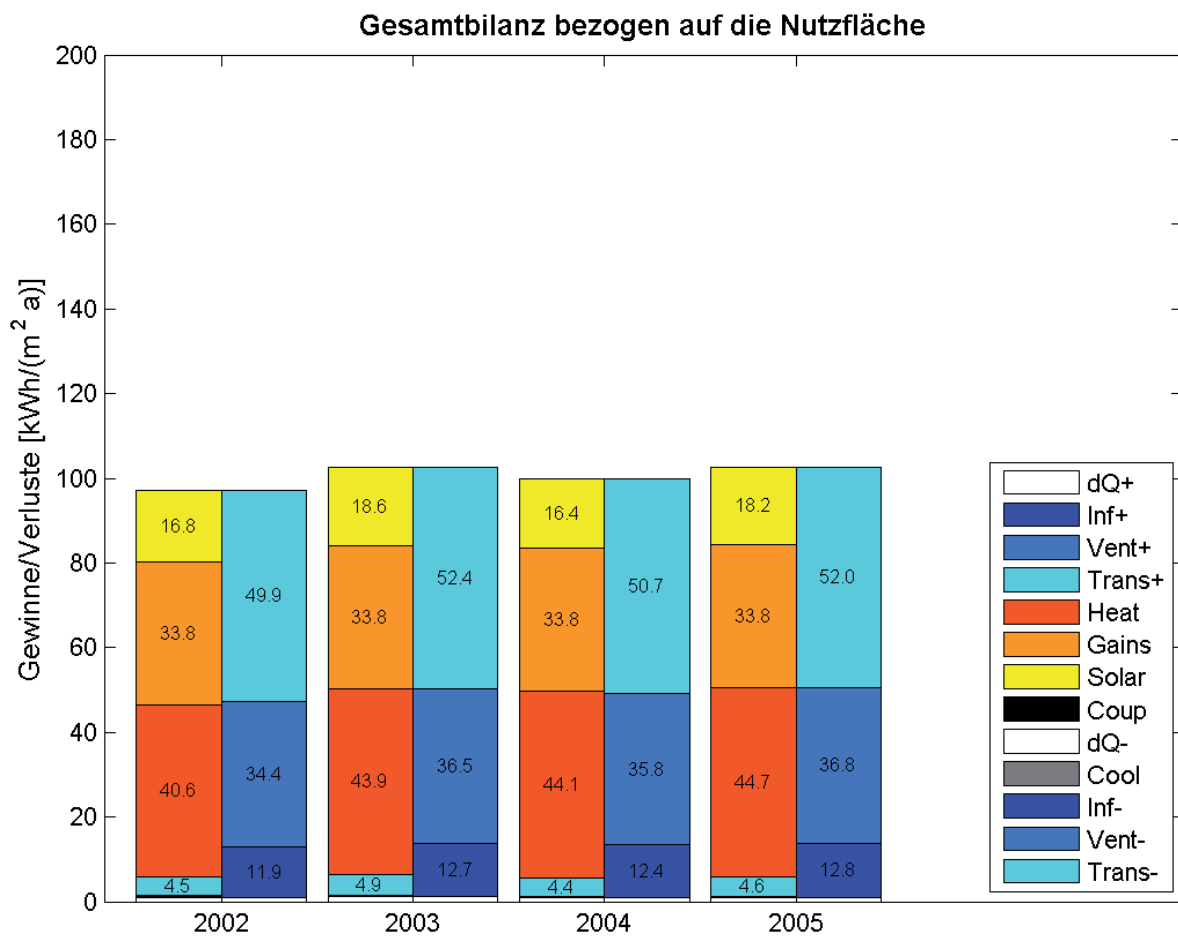


Abbildung 5-16: Jahreswärmebilanz des Szenarios 02a Außendämmung bezogen auf 2460,4 m² Nutzfläche

SZENARIO 03a (Außendämmung)

Kurzcharakteristik:

- Außenwanddämmung
- Dachausbau passivhaustauglich
- Kastenfenster mit K- Glas
- Wärmebrücken: Außenwände und Innenwände zu Erdreich
- Standardnutzung
- Wärmerückgewinnungsgrad in den meisten Zonen: 80 %
- keine Kühlung

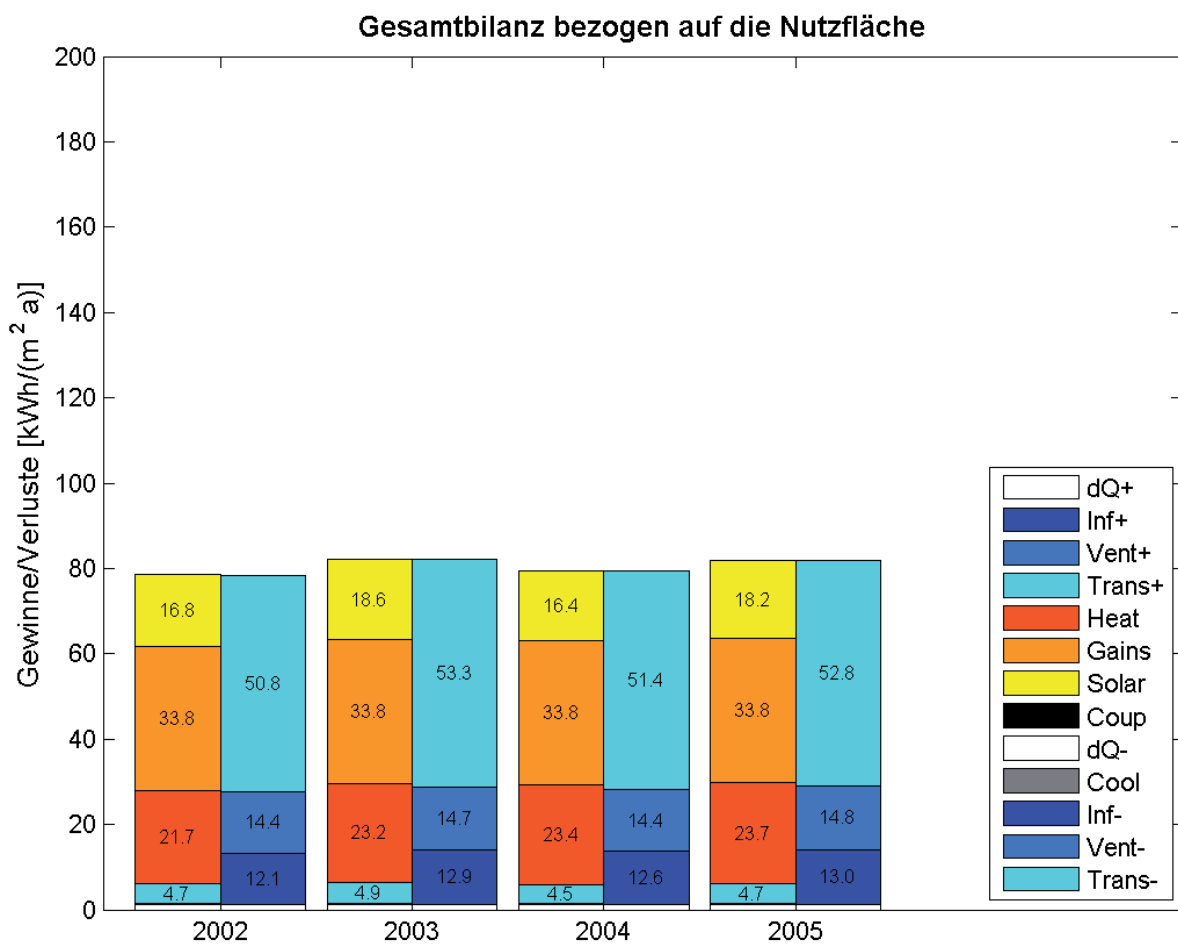


Abbildung 5-17: Jahreswärmebilanz des Szenarios 03a Außendämmung bezogen auf 2460,4 m² Nutzfläche

SZENARIO 04a (Außendämmung)

Kurzcharakteristik:

- Außenwanddämmung
- Dachausbau passivhaustauglich
- Kastenfenster mit Vakuumglas
- Wärmebrücken: Außenwände und Innenwände zu Erdreich
- Standardnutzung
- Wärmerückgewinnungsgrad in den meisten Zonen: 80 %
- keine Kühlung

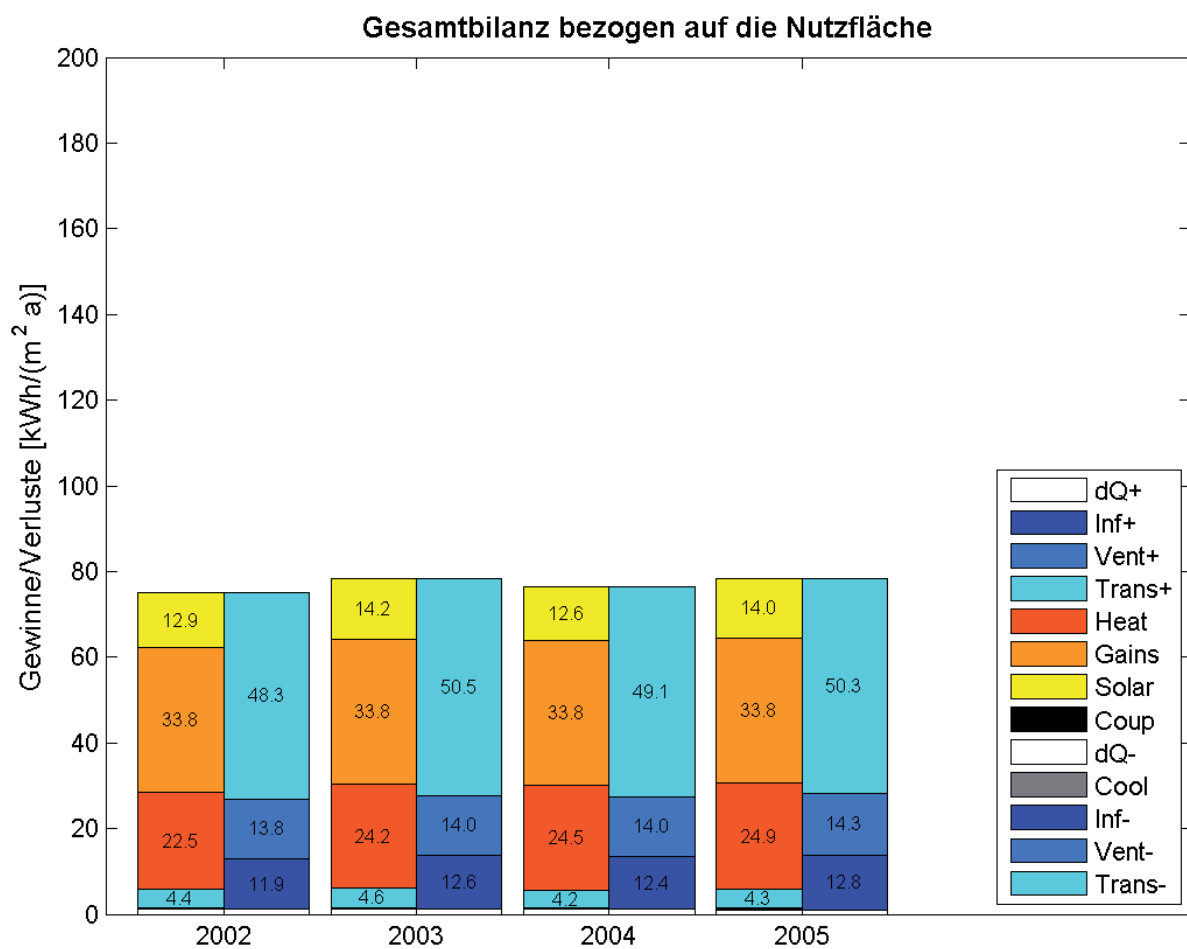


Abbildung 5-18: Jahreswärmebilanz des Szenarios 04a Außendämmung bezogen auf 2460,4 m² Nutzfläche

SZENARIO 05a (Außendämmung)

Kurzcharakteristik:

- Außenwanddämmung
- Dachausbau passivhaustauglich
- Kastenfenster mit Vakuumglas
- Wärmebrücken: Außenwände und Innenwände zu Erdreich
- Standardnutzung
- Wärmerückgewinnungsgrad in den meisten Zonen: 80 %
- Kühlung in einigen Räumen auf 26°C

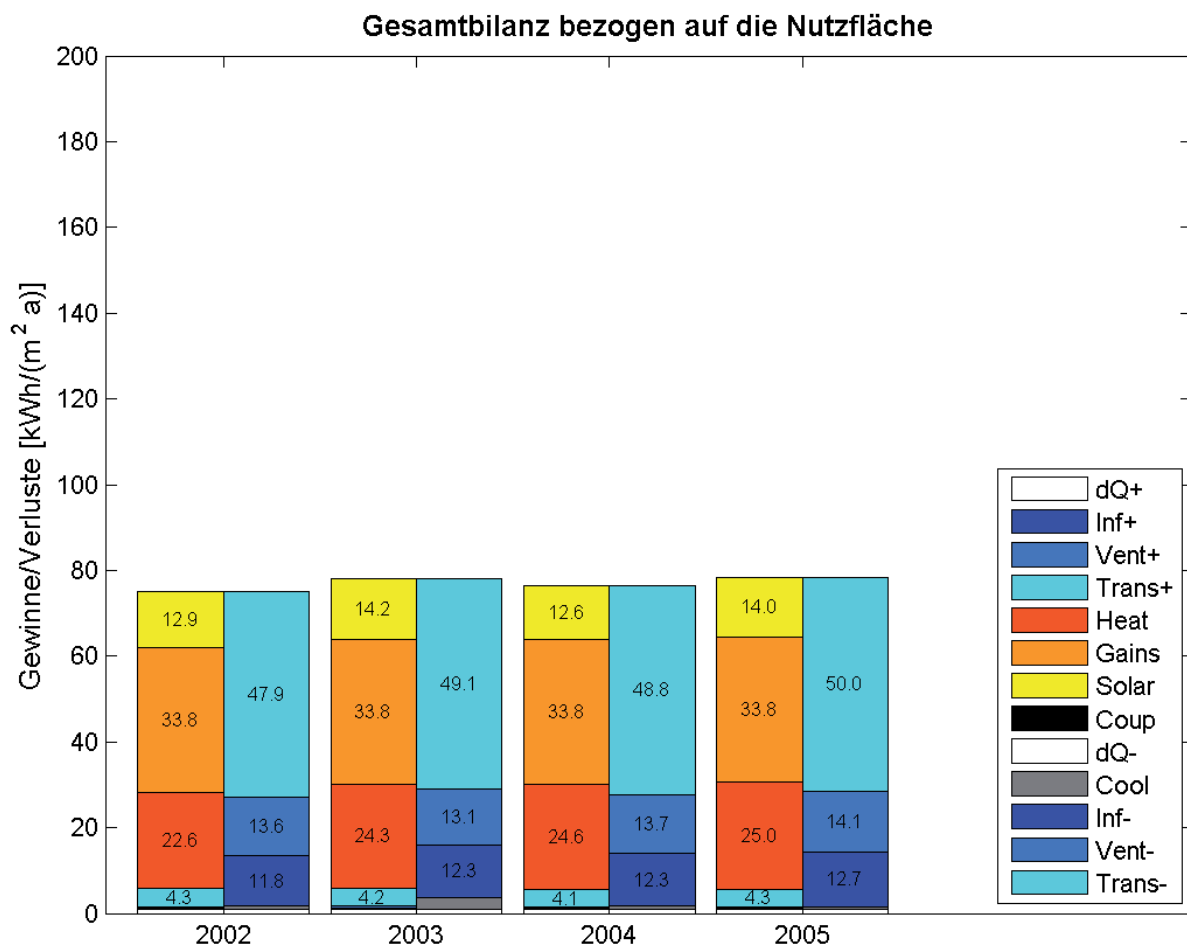


Abbildung 5-19: Jahreswärmebilanz des Szenarios 05a Außendämmung bezogen auf 2460,4 m² Nutzfläche

SZENARIO 06a (Innendämmung)

Kurzcharakteristik:

- Innenwanddämmung
- Dachausbau passivhaustauglich
- Kastenfenster mit K- Glas
- Wärmebrücken: Außenwände und Innenwände zu Erdreich
- Standardnutzung
- keine Wärmerückgewinnung
- keine Kühlung

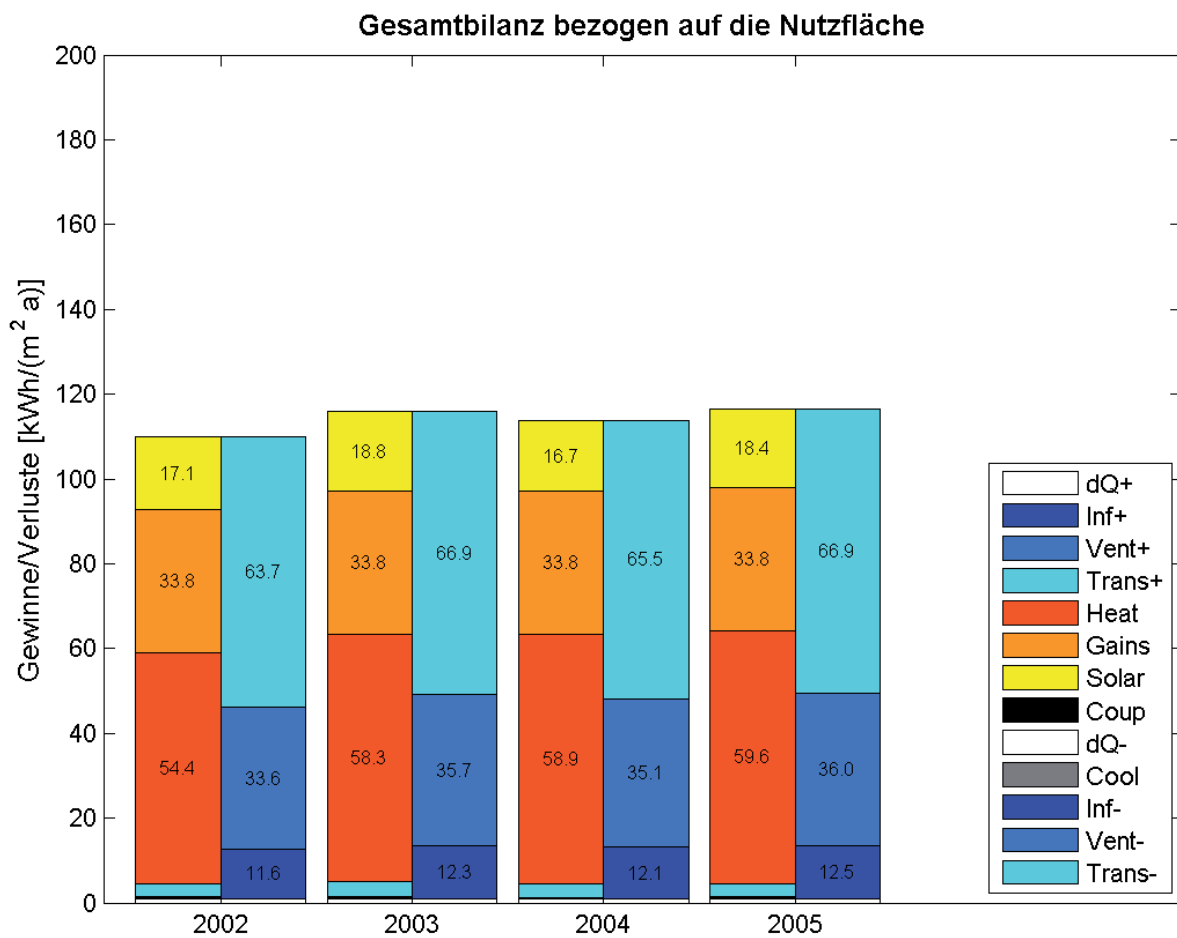


Abbildung 5-20: Jahreswärmebilanz des Szenarios 06a Innendämmung bezogen auf 2460,4 m² Nutzfläche

SZENARIO 07a (Innendämmung)

Kurzcharakteristik:

- Innenwanddämmung
- Dachausbau passivhaustauglich
- Kastenfenster mit K- Glas
- Wärmebrücken: Außenwände und Innenwände zu Erdreich
- Standardnutzung
- Wärmerückgewinnungsgrad in den meisten Zonen: 80 %
- keine Kühlung

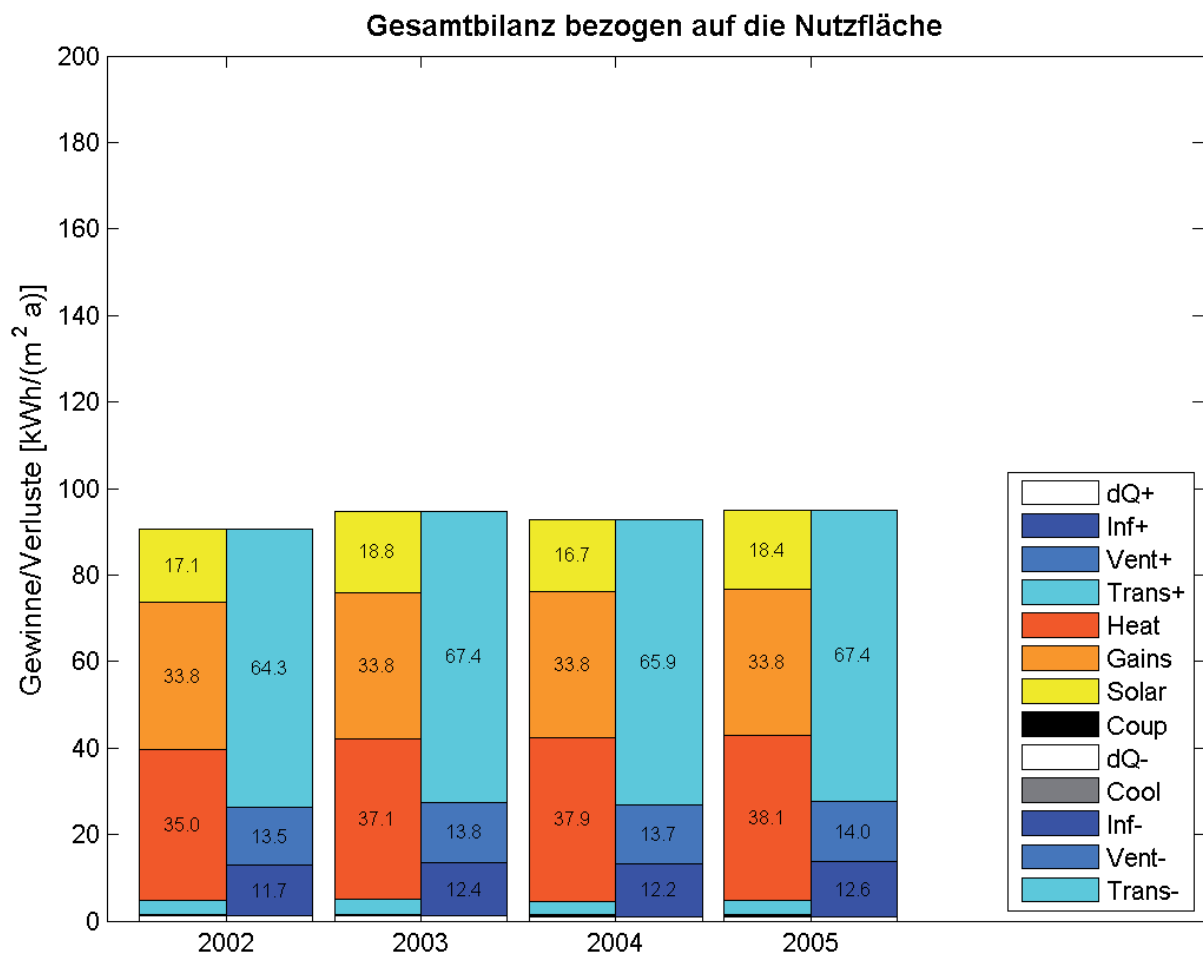


Abbildung 5-21: Jahreswärmebilanz des Szenarios 07a Innendämmung bezogen auf 2460,4 m² Nutzfläche

SZENARIO 08a (Innendämmung)

Kurzcharakteristik:

- Innenwanddämmung
- Dachausbau passivhaustauglich
- Kastenfenster mit Vakuumglas
- Wärmebrücken: Außenwände und Innenwände zu Erdreich
- Standardnutzung
- Wärmerückgewinnungsgrad in den meisten Zonen: 80 %
- keine Kühlung

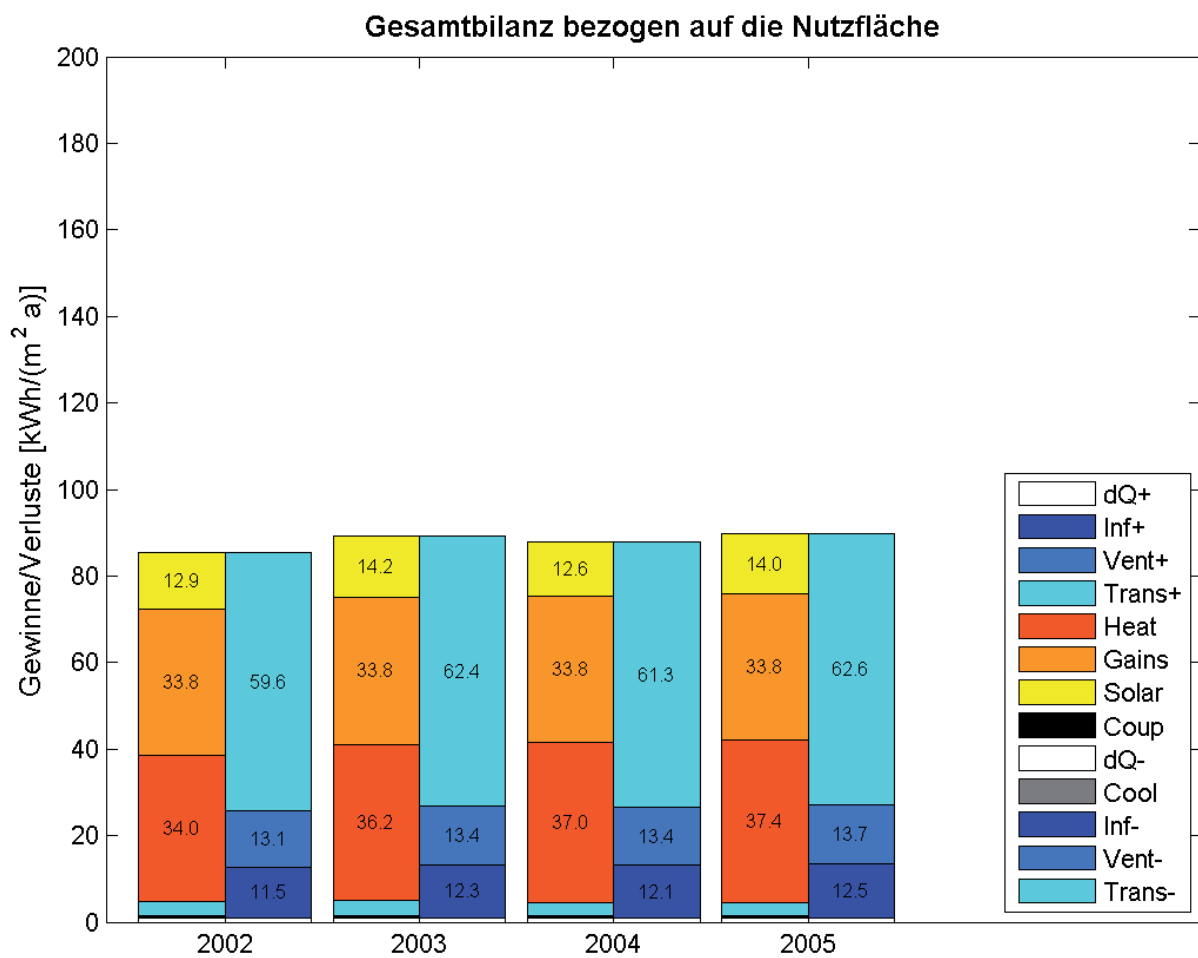


Abbildung 5-22: Jahreswärmebilanz des Szenarios 08a Innendämmung bezogen auf 2460,4 m² Nutzfläche

SZENARIO 09a (Innendämmung)

Kurzcharakteristik:

- Innenwanddämmung
- Dachausbau passivhaustauglich
- Kastenfenster mit Vakuumglas
- Wärmebrücken: Außenwände und Innenwände zu Erdreich
- Standardnutzung
- Wärmerückgewinnungsgrad in den meisten Zonen: 80 %
- Kühlung in einigen Räumen auf 26°C

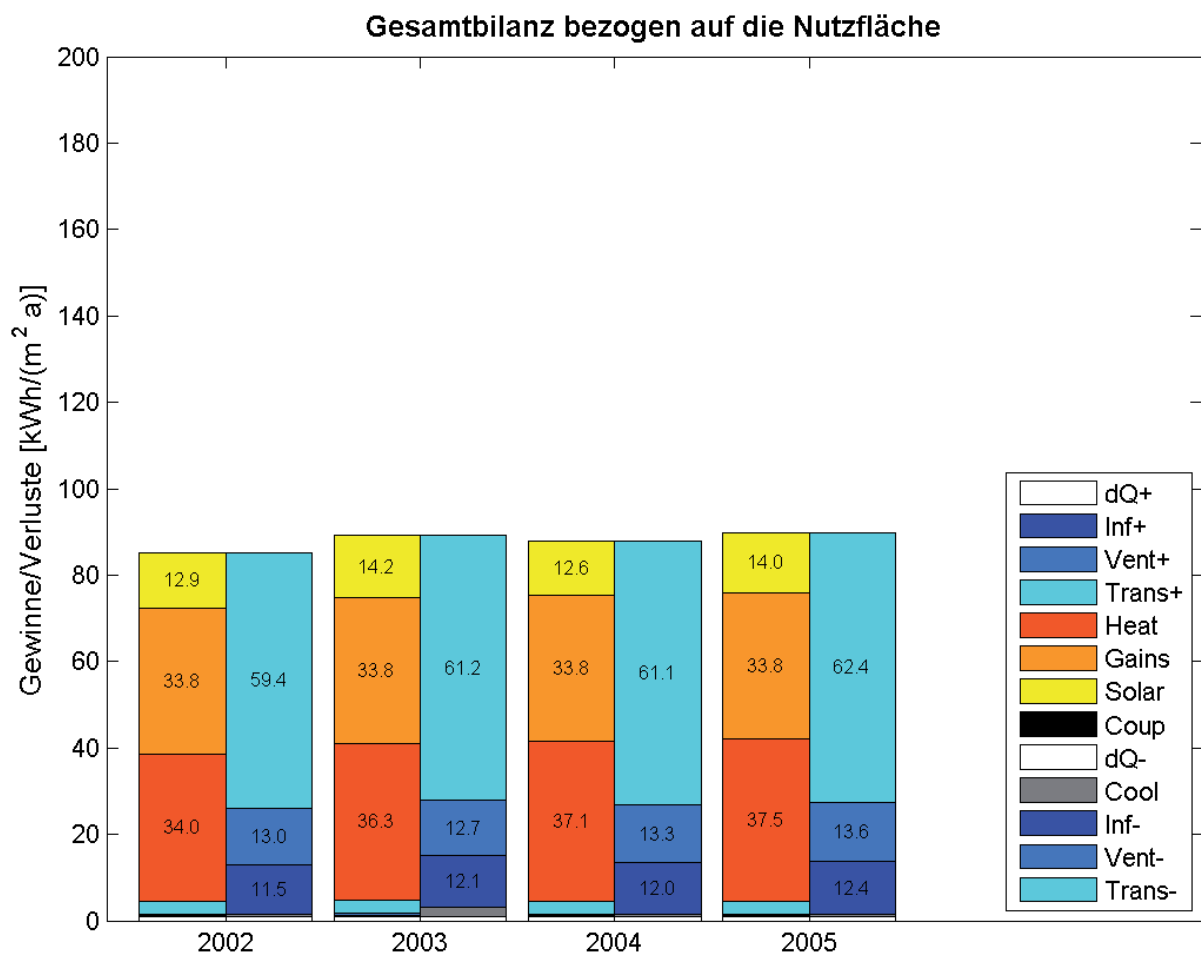


Abbildung 5-23: Jahreswärmebilanz des Szenarios 09a Innendämmung bezogen auf 2460,4 m² Nutzfläche

5.5.2 Heizleistungen des Gesamtgebäudes

In den Diagrammen Abbildung 5-24 bis Abbildung 5-30 sind Überschreitungshäufigkeiten für die Stunden eines Jahres dargestellt. Der Wert in der Klammer gibt den Maximalwert der Heizleistung an. Alle Angaben sind auf die gesamte Nutzfläche des Gebäudes (2460,4 m²) bezogen. Es ist zu beachten, dass die vertikale Achse zur besseren Sichtbarkeit der Auswertungen in den einzelnen Grafiken unterschiedlich skaliert ist. Die Szenarien mit Kühlbedarf (Szenario 05a und Szenario 09a) wurden nicht extra dargestellt, da die Diagramme den ähnlichen Szenarien ohne Kühlbedarf (Szenario 04a und Szenario 08a) entsprechen.

SZENARIO 01a (Bestand)

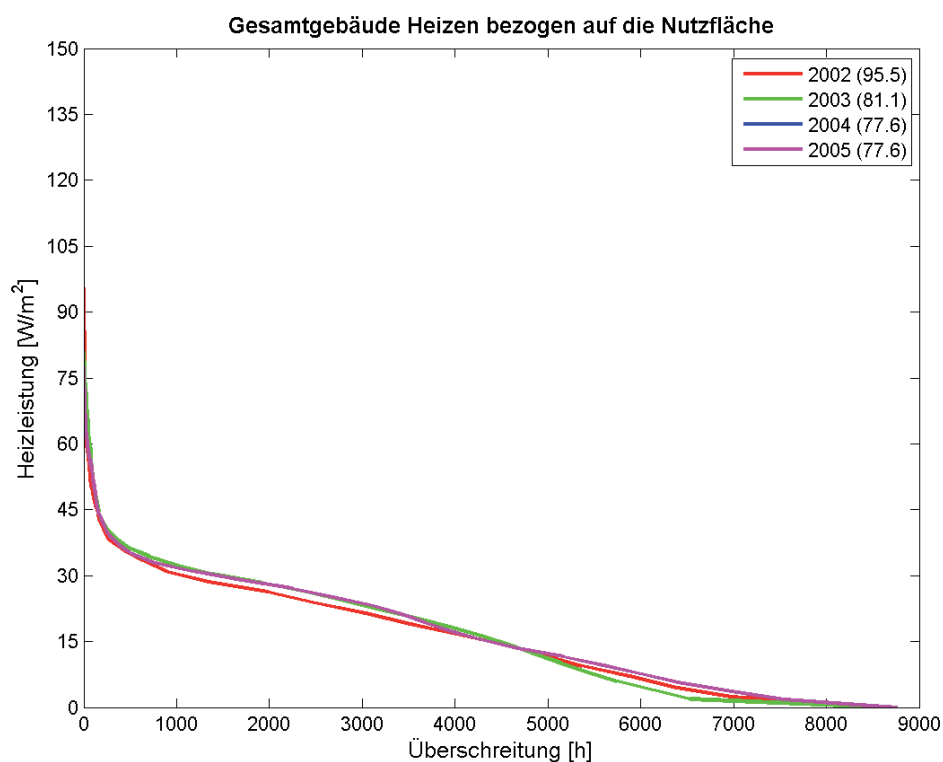


Abbildung 5-24: Überschreitungshäufigkeit und Maximalwerte der Heizleistung im Szenario 01a. Bestand

SZENARIO 02a (Außendämmung)

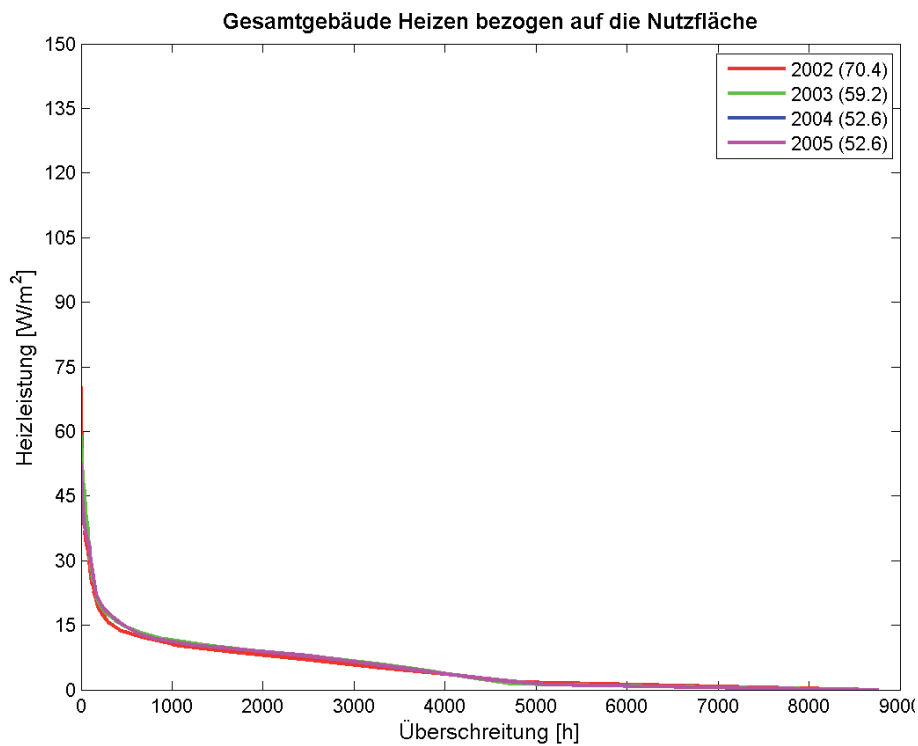


Abbildung 5-25: Überschreitungshäufigkeit und Maximalwerte der Heizleistung im Szenario 02a. Außendämmung

SZENARIO 03a (Außendämmung)

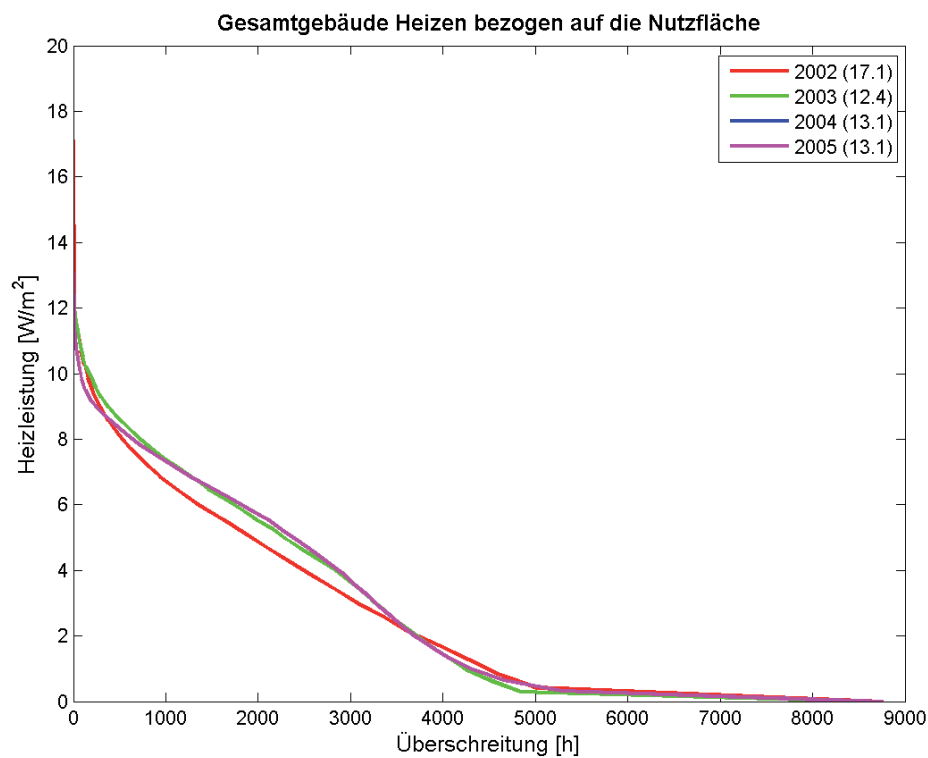


Abbildung 5-26: Überschreitungshäufigkeit und Maximalwerte der Heizleistung im Szenario 03a. Außendämmung

SZENARIO 04a (Außendämmung)

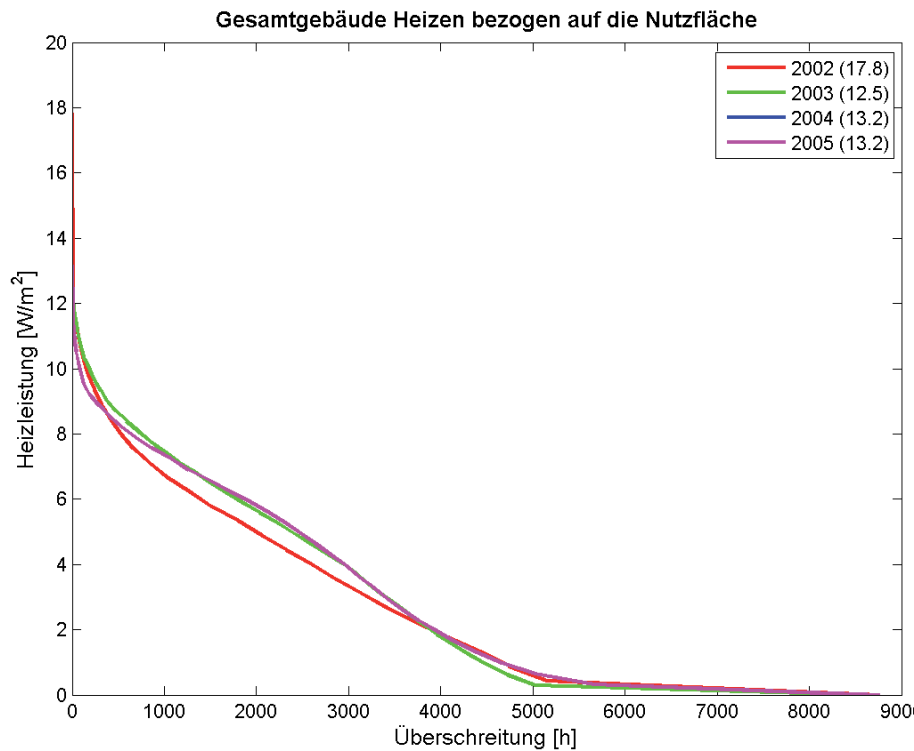


Abbildung 5-27: Überschreitungshäufigkeit und Maximalwerte der Heizleistung im Szenario 04a. Außendämmung

SZENARIO 06a (Innendämmung)

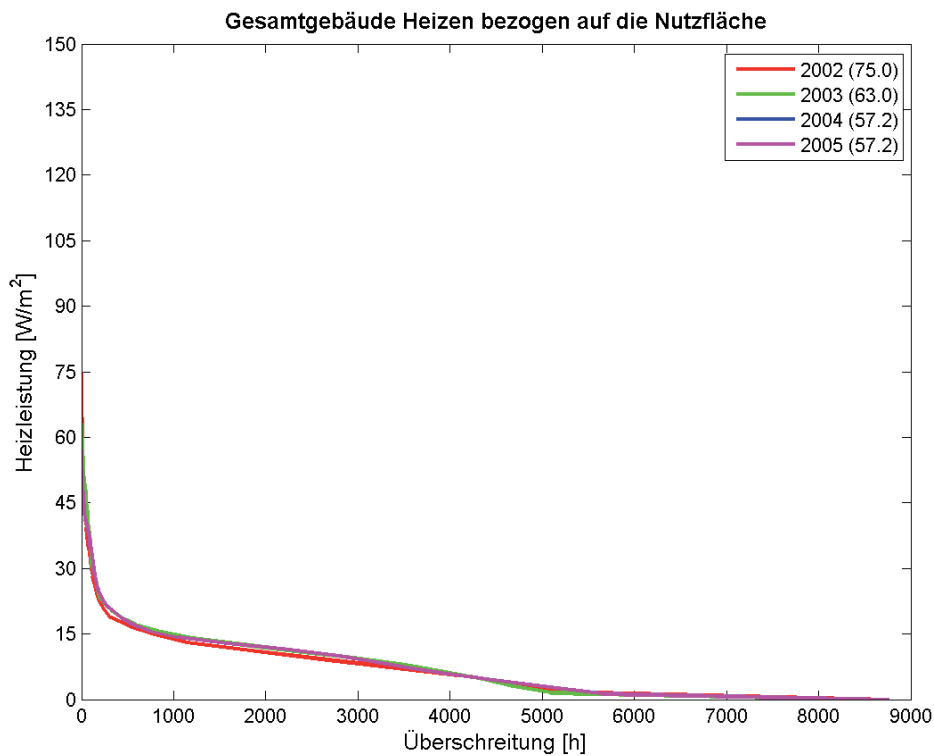


Abbildung 5-28: Überschreitungshäufigkeit und Maximalwerte der Heizleistung im Szenario 06a. Innendämmung

SZENARIO 07a (Innendämmung)

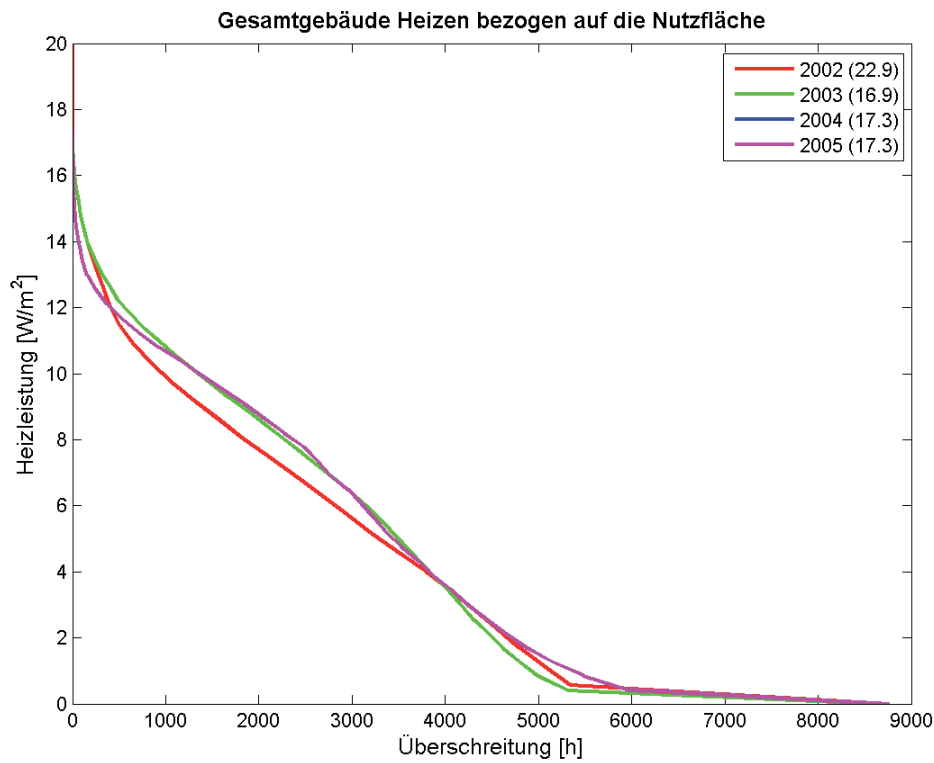


Abbildung 5-29: Überschreitungshäufigkeit und Maximalwerte der Heizleistung im Szenario 07a. Innendämmung

SZENARIO 08a (Innendämmung)

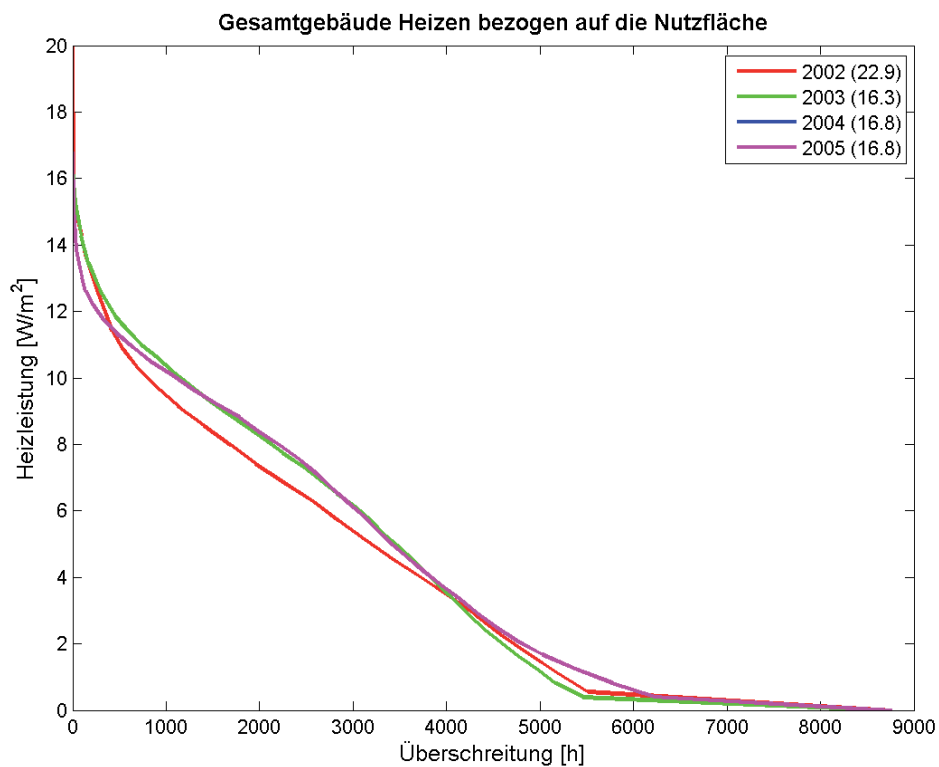


Abbildung 5-30: Überschreitungshäufigkeit und Maximalwerte der Heizleistung im Szenario 08a. Innendämmung

5.5.3 Kühlleistungen des Gesamtgebäudes

In Abbildung 5-31 sind Überschreitungshäufigkeiten der Kühlleistung für das Gesamtgebäude im Szenario 05a und Szenario 09a für das Jahr 2003 zu sehen. Man erkennt, dass eine Kühlleistung von mehr als 40 kW (absoluter Wert für das gesamte Gebäude) für weniger als 20 Stunden im Jahr notwendig ist. Eine Untersuchung der Überschreitungen der Kühlleistungen in Bezug auf zusammenhängende Stunden (1 bis 10) zeigt, dass höhere Werte als 40 % der Maximalkühlleistung für Zeitbereiche, die größer als 6 Stunden sind, überhaupt nicht auftreten. Mit einer Kühlleistung von 76 % der Maximalkühlleistung (also ca. 50 kW) gibt es im ganzen Jahr keine durchgehenden 3 Stunden, in denen die Kühlleistung nicht ausreichen würde.

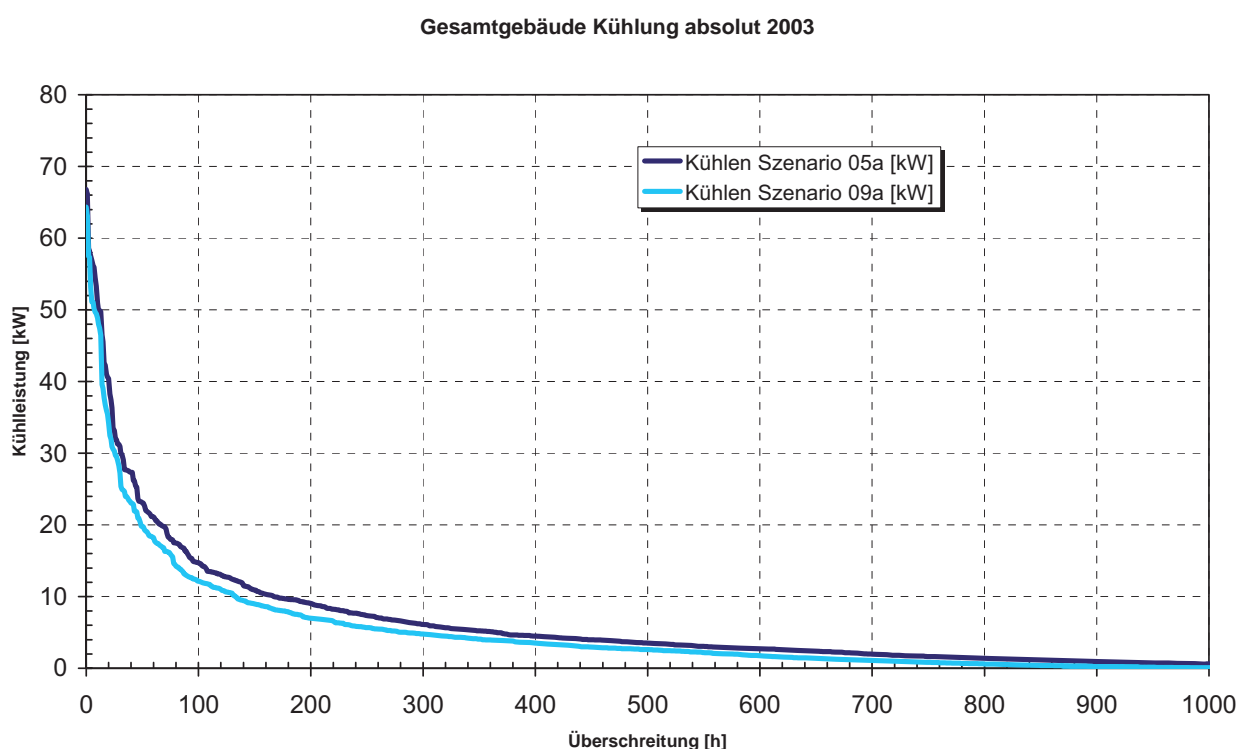


Abbildung 5-31: Überschreitungshäufigkeit und Maximalwerte der Kühlleistung im Szenario 05a und Szenario 09a.

5.5.4 Jahreswärmebilanz 2005 der thermischen Zonen (Szenario 05a)

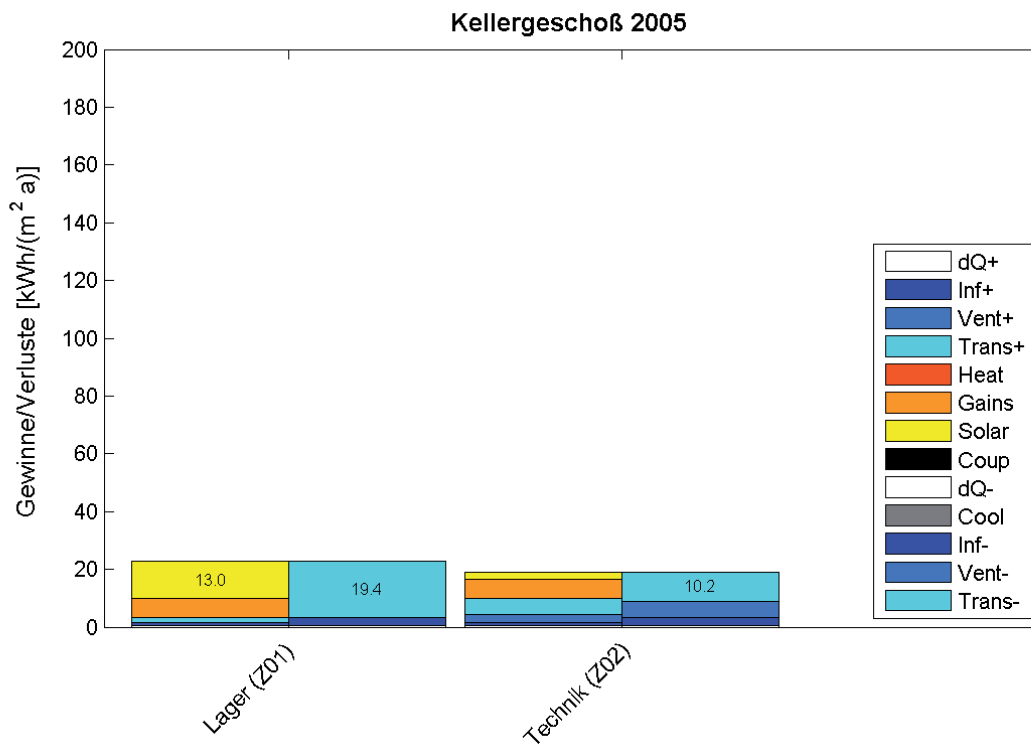


Abbildung 5-32: Jahreswärmebilanz Kellergeschoß 2005 - Szenario 05a. Außendämmung

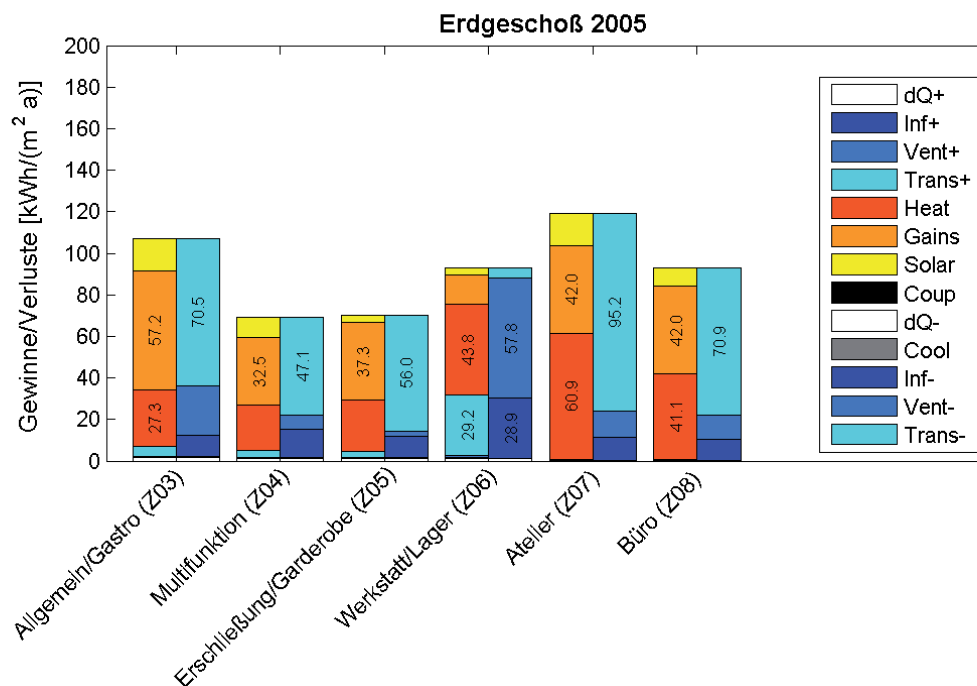


Abbildung 5-33: Jahreswärmebilanz Erdgeschoss 2005 - Szenario 05a. Außendämmung

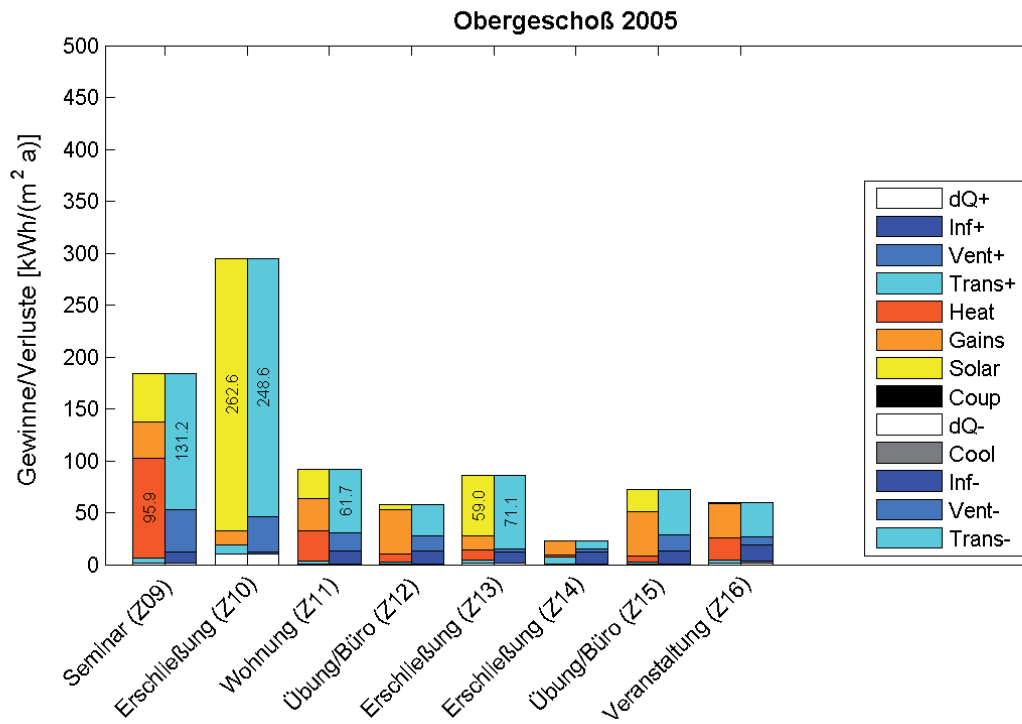


Abbildung 5-34: Jahreswärmebilanz Obergeschoss 2005 - Szenario 05a. Außendämmung

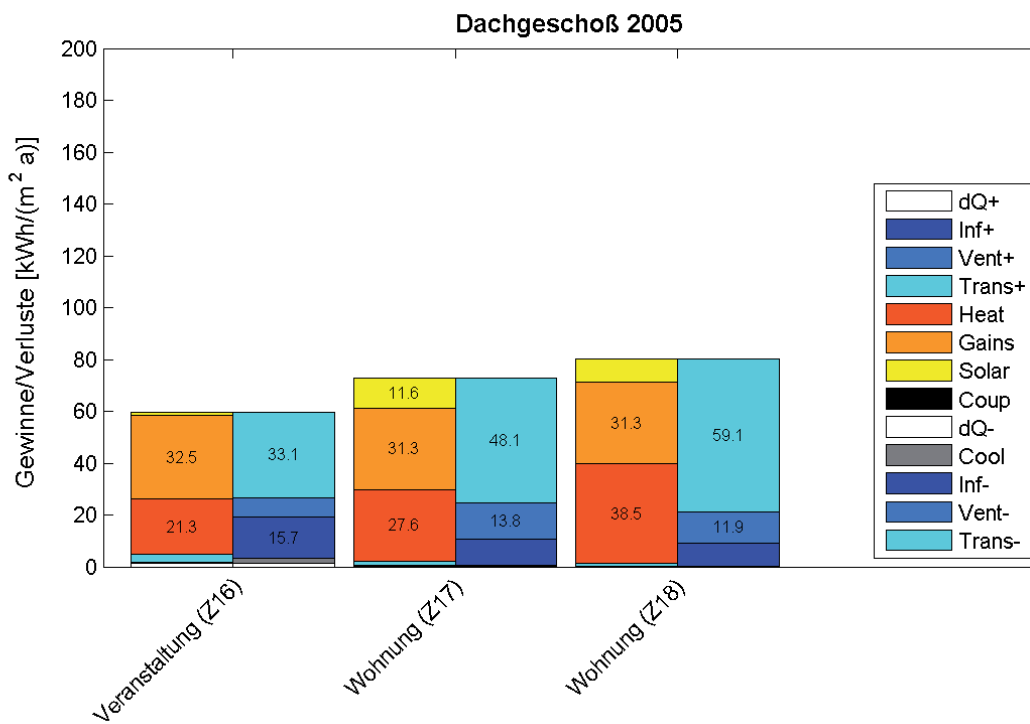


Abbildung 5-35: Jahreswärmebilanz Dachgeschoss 2005 - Szenario 05a. Außendämmung

5.5.5 Temperaturverläufe in ausgewählten Zonen (Szenario 04a)

Die Abbildungen 5-36 bis 5-45 zeigen Raumlufttemperaturverläufe am Beispiel des Szenarios 04a, da in diesem keine Kühlung aktiviert ist und somit die Temperaturspitzen in den Sommermonaten abgelesen werden können.

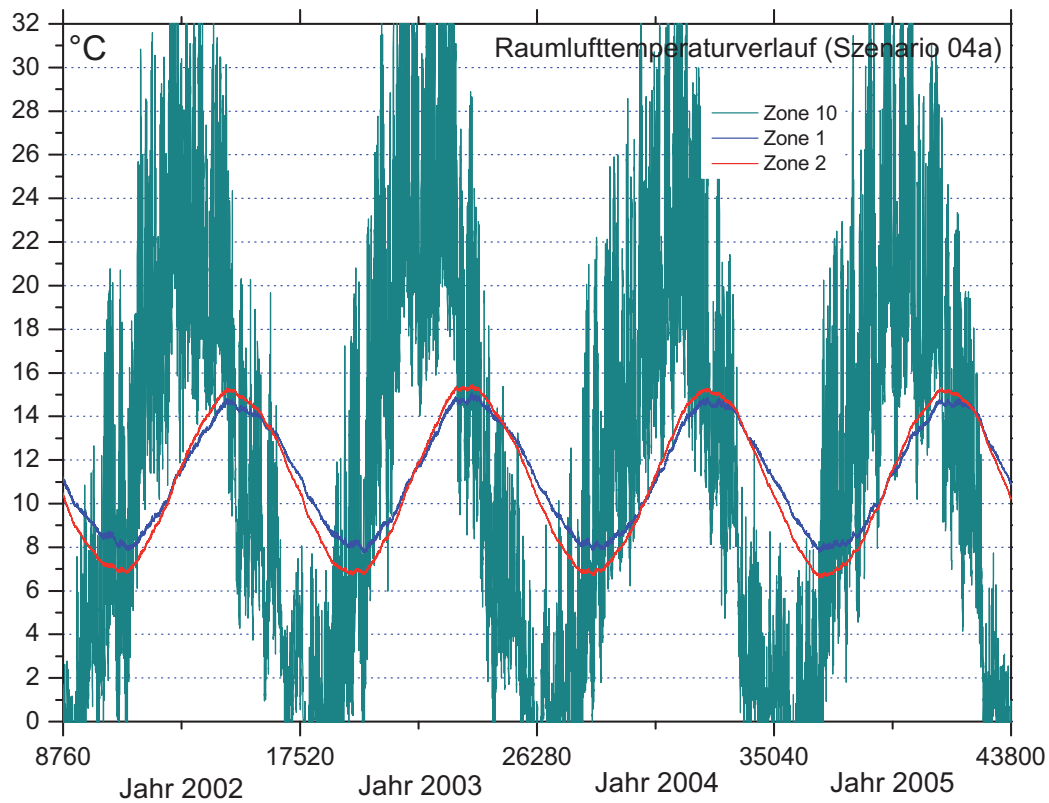


Abbildung 5-36: Verlauf der Raumlufttemperatur in Zone 1, 2 und 10 - Szenario 04a. Außendämmung

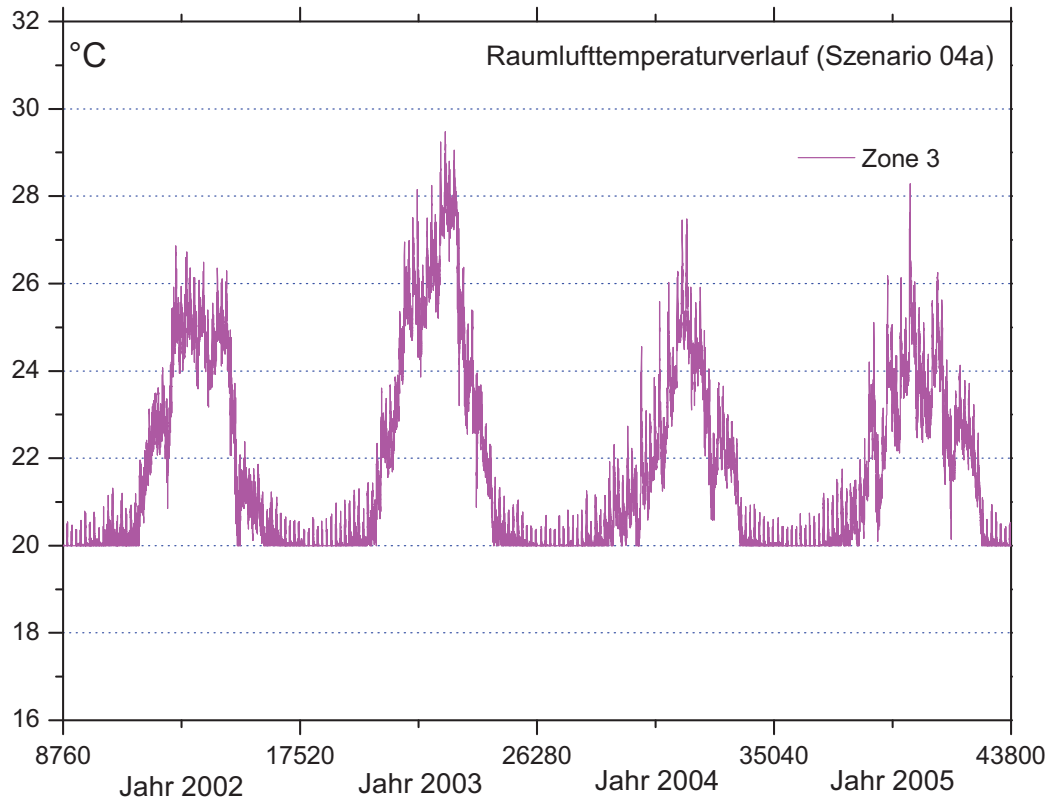


Abbildung 5-37: Verlauf der Raumlufthemperatur in Zone 3 - Szenario 04a. Außendämmung

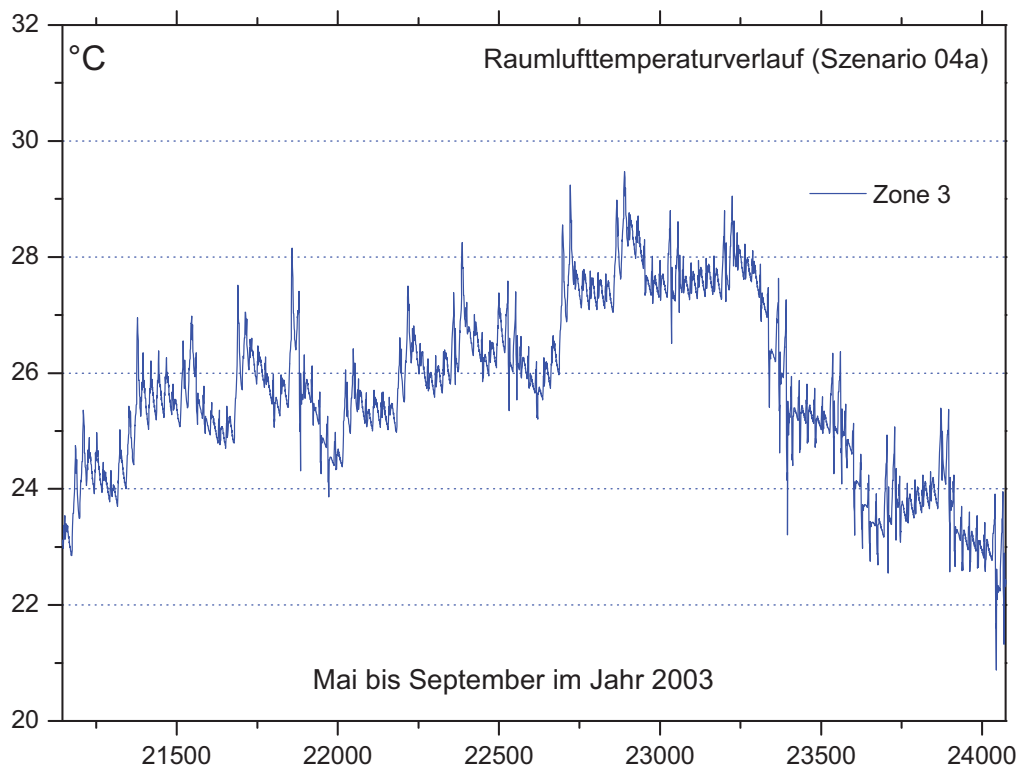


Abbildung 5-38: Verlauf der Raumlufthemperatur im Sommer 2003 in Zone 3 - Szenario 04a. Außendämmung

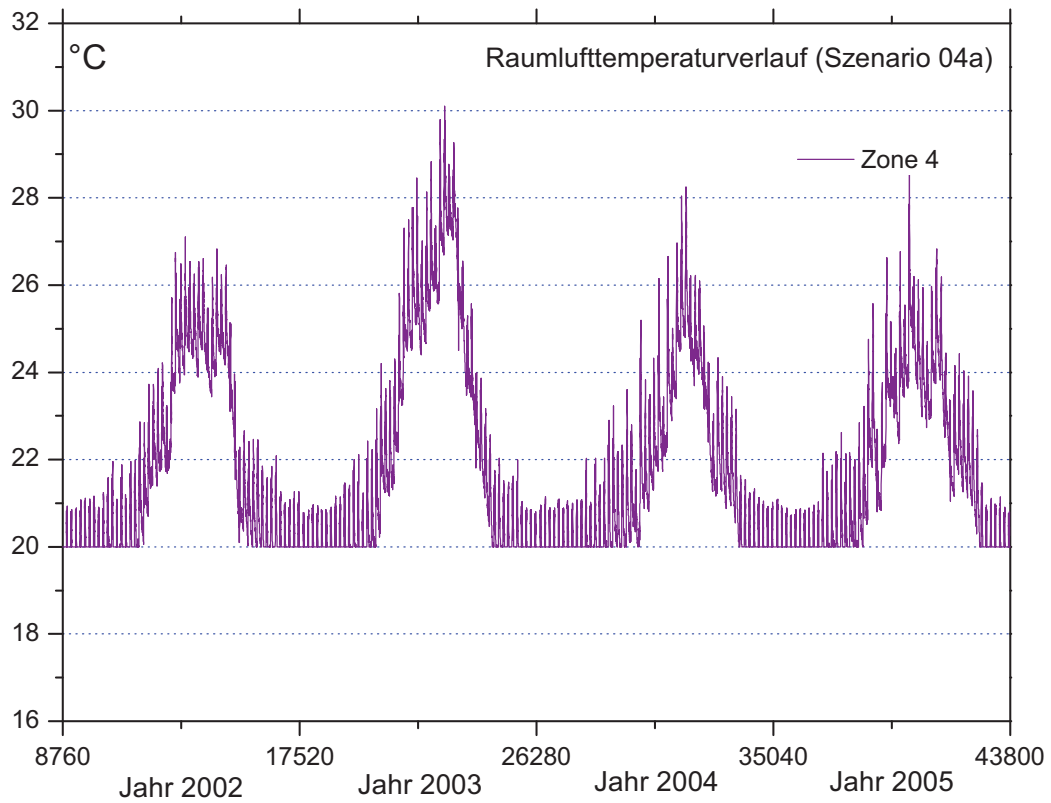


Abbildung 5-39: Verlauf der Raumlufttemperatur in Zone 4 - Szenario 04a. Außendämmung

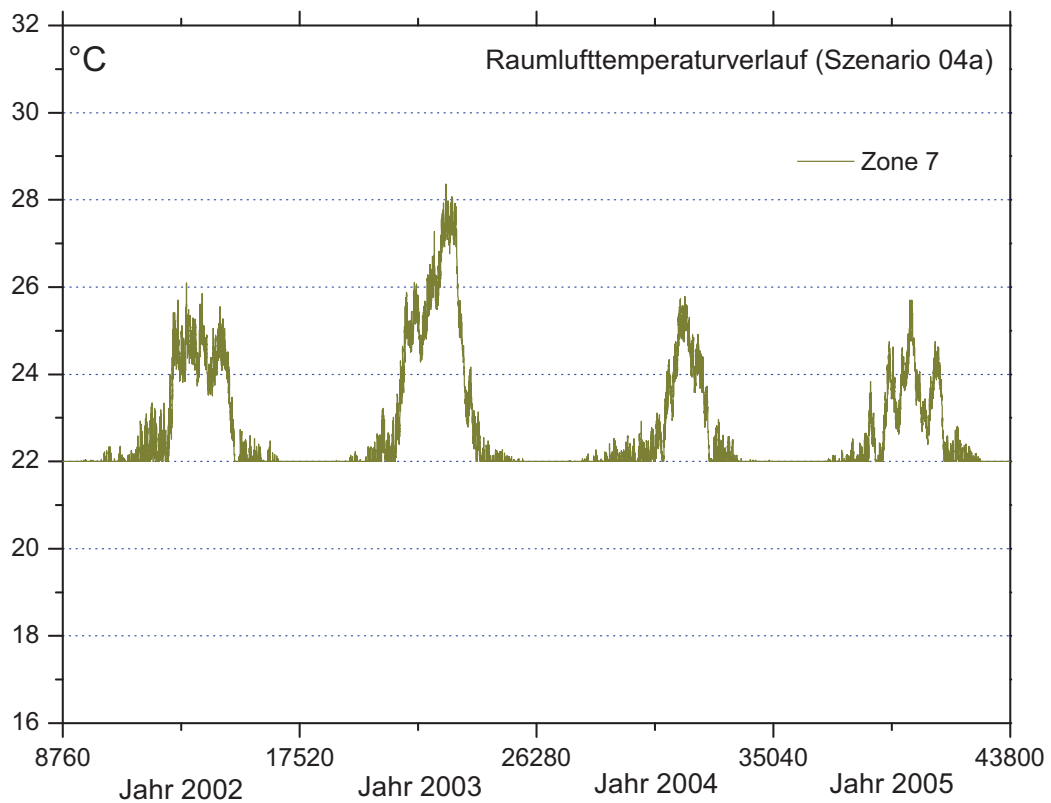


Abbildung 5-40: Verlauf der Raumlufttemperatur in Zone 7 - Szenario 04a. Außendämmung

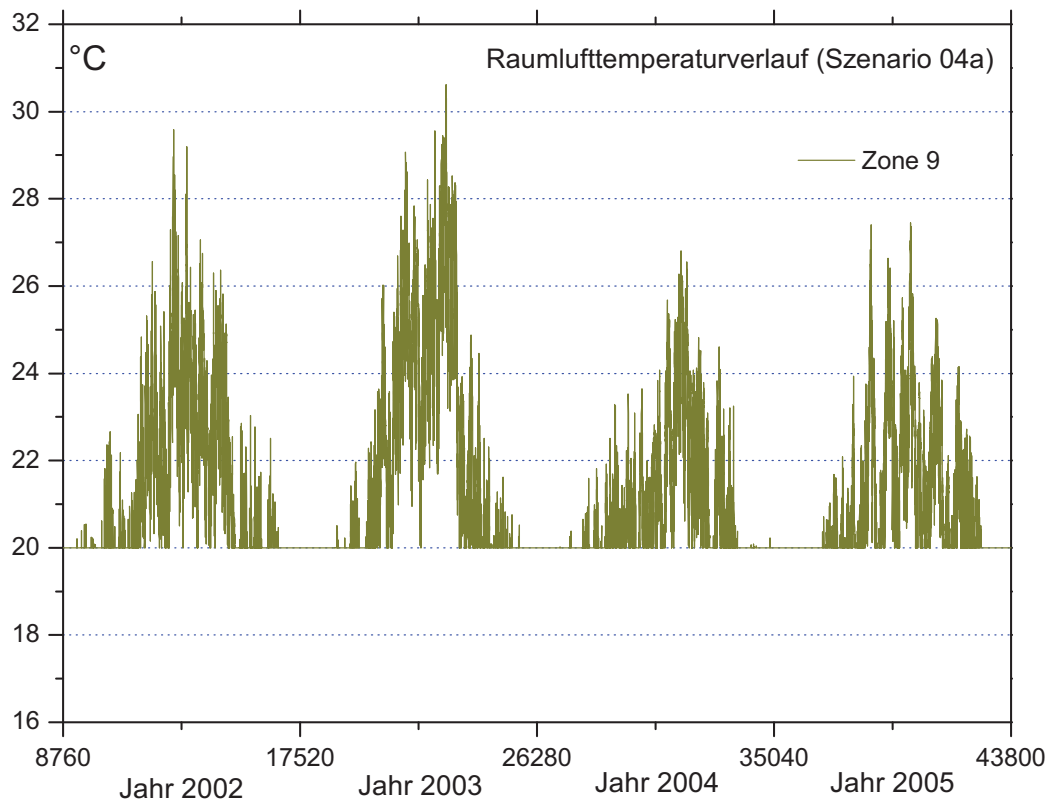


Abbildung 5-41: Verlauf der Raumlufftemperatur in Zone 9 - Szenario 04a. Außendämmung

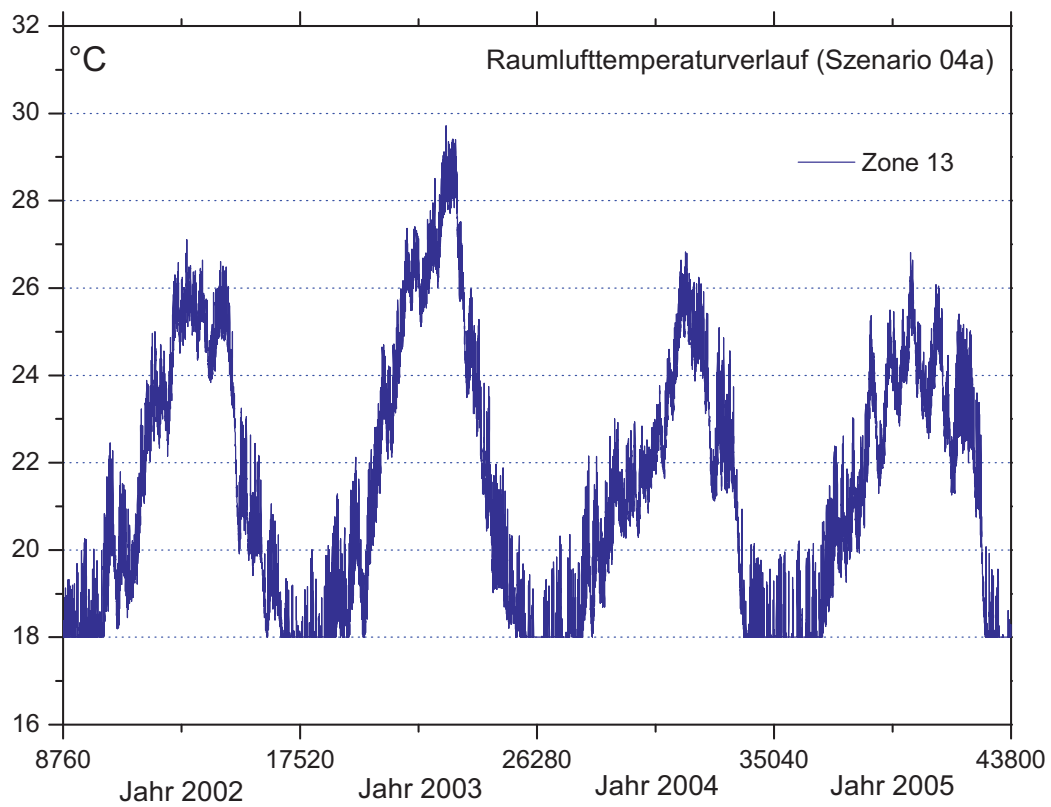


Abbildung 5-42: Verlauf der Raumlufftemperatur in Zone 13 - Szenario 04a. Außendämmung

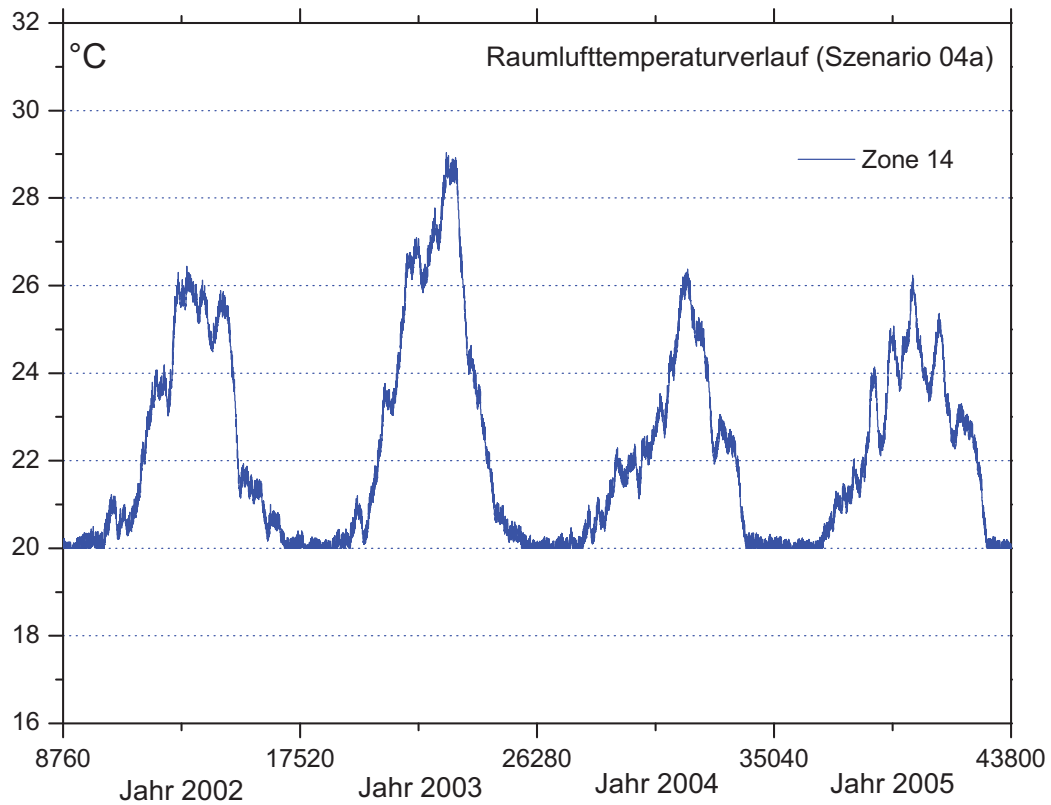


Abbildung 5-43: Verlauf der Raumlufttemperatur in Zone 14 - Szenario 04a. Außendämmung

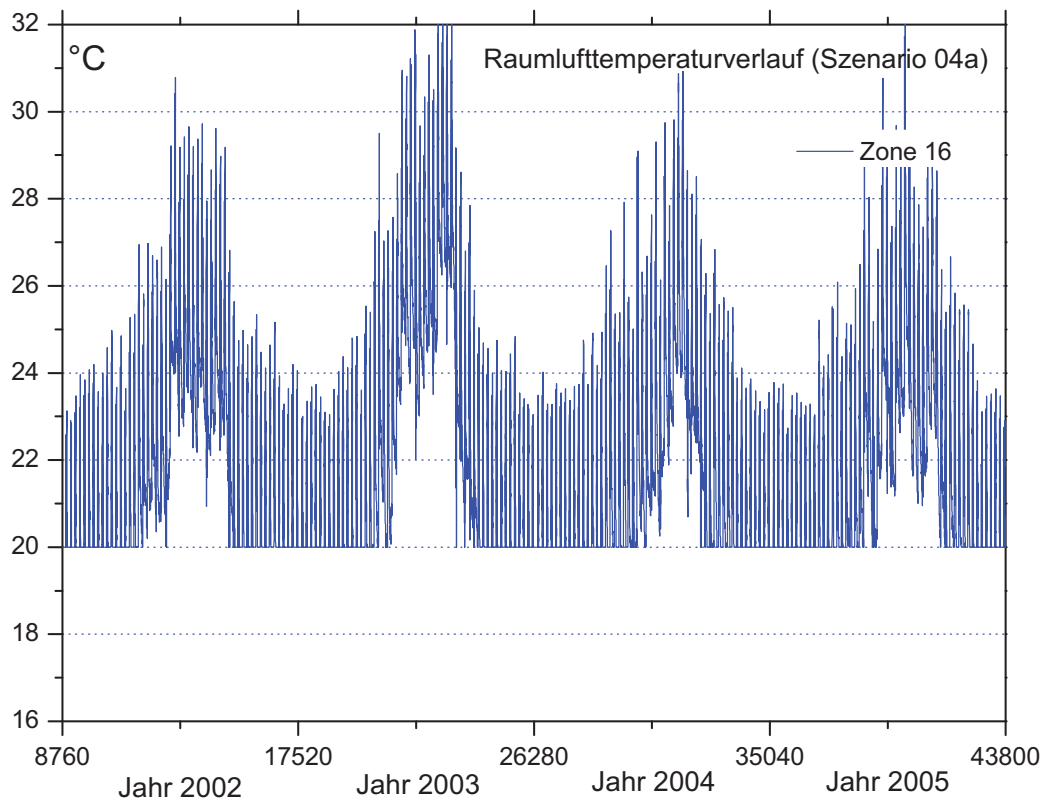


Abbildung 5-44: Verlauf der Raumlufttemperatur in Zone 16 - Szenario 04a. Außendämmung

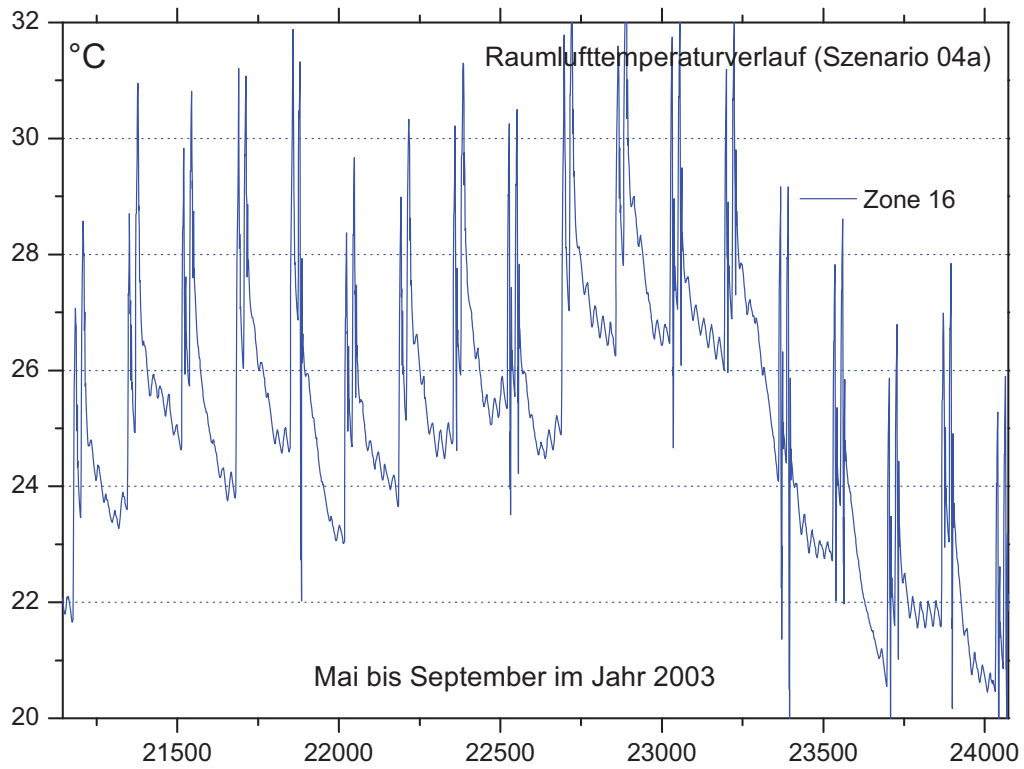


Abbildung 5-45: Verlauf der Raumlufitemperatur im Sommer 2003 in Zone 16 - Szenario 04a. Außendämmung

5.5.6 Zusammenfassung der Ergebnisse

Monatsverlauf des Heizwärmebedarfs und Kühlbedarfs

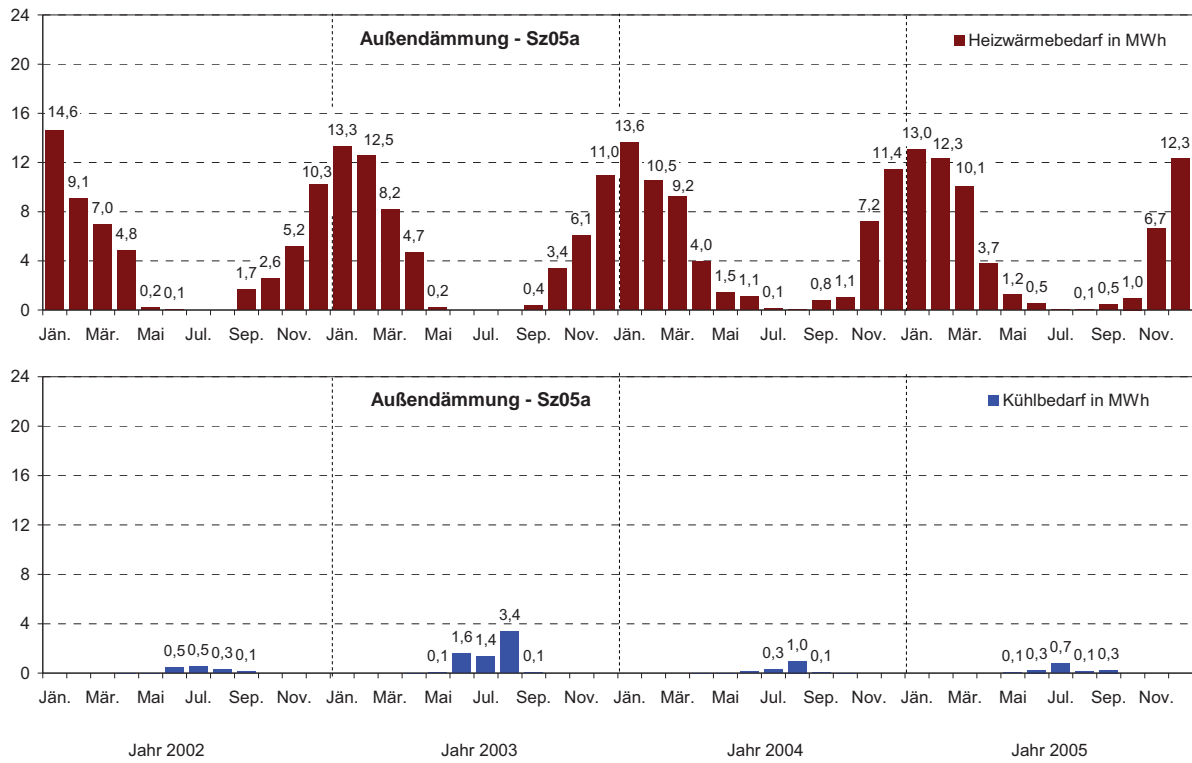


Abbildung 5-46: Monatswerte des Heizwärmebedarfs und Kühlbedarfs. Szenario 05a-Außendämmung

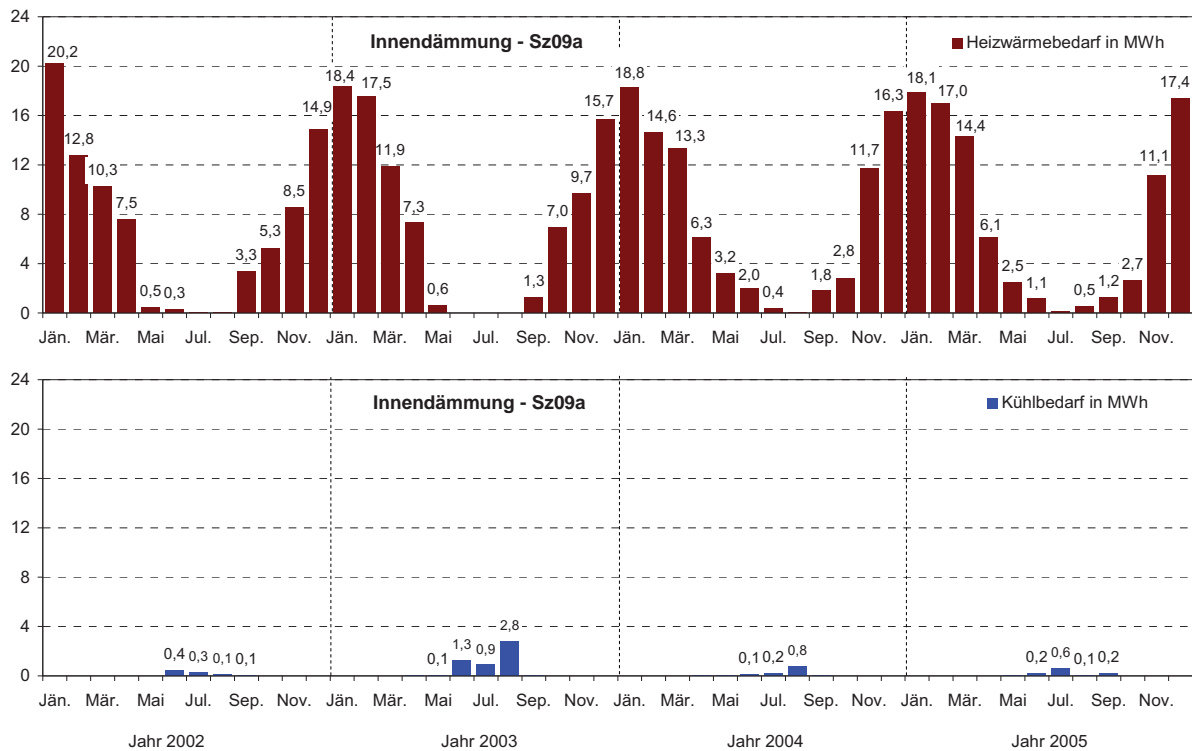


Abbildung 5-47: Monatswerte des Heizwärmebedarfs und Kühlbedarfs. Szenario 09a -Innendämmung

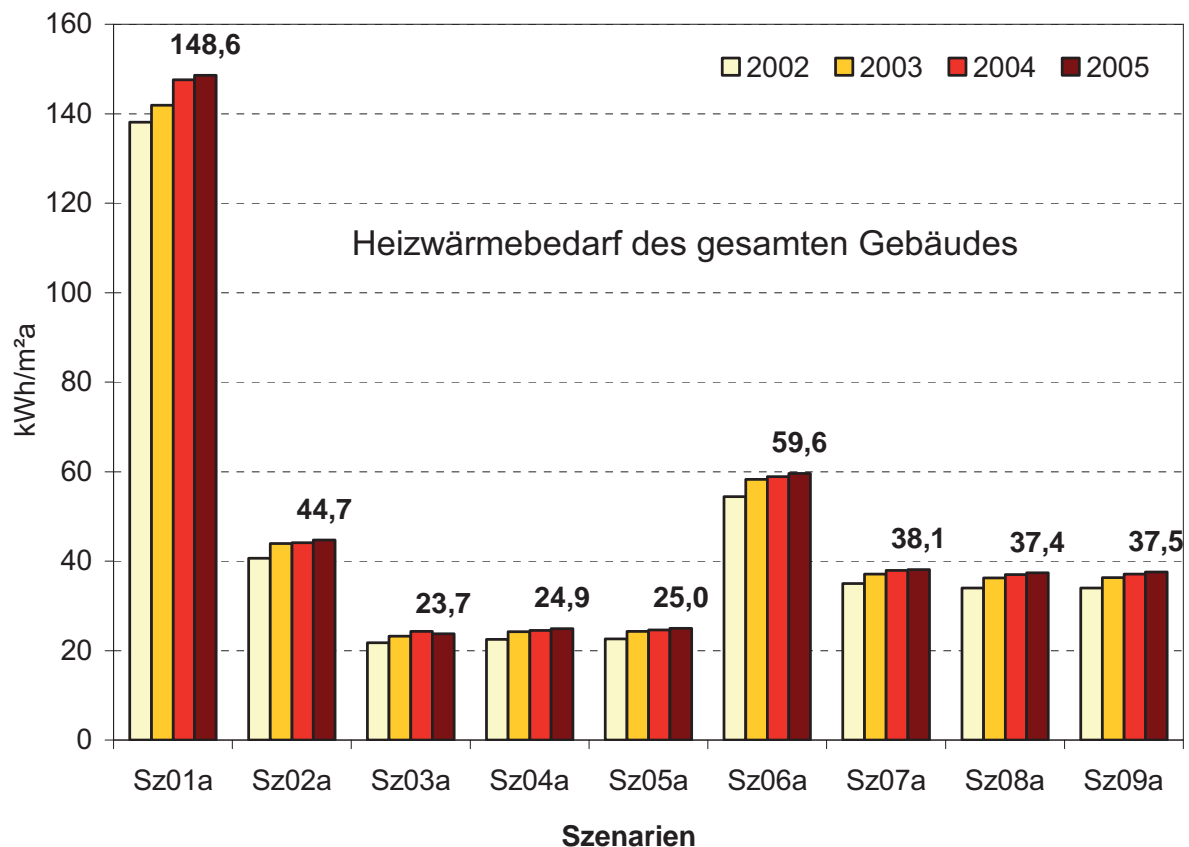


Abbildung 5-48: Jahressummen des Heizwärmebedarfs aller Szenarien bezogen auf Nutzfläche

Die folgenden Erläuterungen beziehen sich auf das Jahr 2005, in dem die höchsten Werte für den Heizwärmebedarf ermittelt wurden.

Durch die im Szenario 01a zugrunde gelegte Basissanierung des desolaten Dachstuhles und der Leichtbauwände und durch das relativ kompakte Gebäude ergibt sich für den Bestand ein moderater Heizwärmebedarf von knapp 150 kWh/m²a. Führt man die Sanierung laut Szenario 02a (Außendämmung der massiven Wände & Kastenfenster mit K-Glas) durch, so reduziert sich der Heizwärmebedarf auf etwa 45 kWh/m²a. Werden zusätzlich Lüftungsanlagen mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung eingebaut (Szenario 03a), so sinkt der Heizwärmebedarf auf etwa 24 kWh/m²a. Ersetzt man das K-Glas im Innenflügel der Kastenfenster durch Vakuumglas (Szenario 04a), so ist keine Verbesserung festzustellen. Dies dürfte hauptsächlich auf den Umstand zurückzuführen sein, dass durch das Vakuumglas zwar der U-Wert des Kastenfensters verbessert wird, aber gleichzeitig der g-Wert verringert wird.

Eine Sanierung des Bestandsgebäudes mit Innendämmung der massiven Wände (Szenario 06a) führt zu einem Heizwärmebedarf von etwa 60 kWh/m²a. Der zusätzliche Einbau der Lüftungsanlagen mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung (Szenario 07a) verringert den Heizwärmebedarf auf etwa 38 kWh/m²a. Der Ersatz der K-Gläser im Kastenfenster durch Vakuumgläser (Szenario 08a) ergibt auch in diesem Fall kaum eine Verbesserung.

Ebenso hat die Aktivierung der Kühlung (Szenario 05a bzw. Szenario 09a) beinahe keinen Einfluss auf den Heizwärmebedarf des Gebäudes.

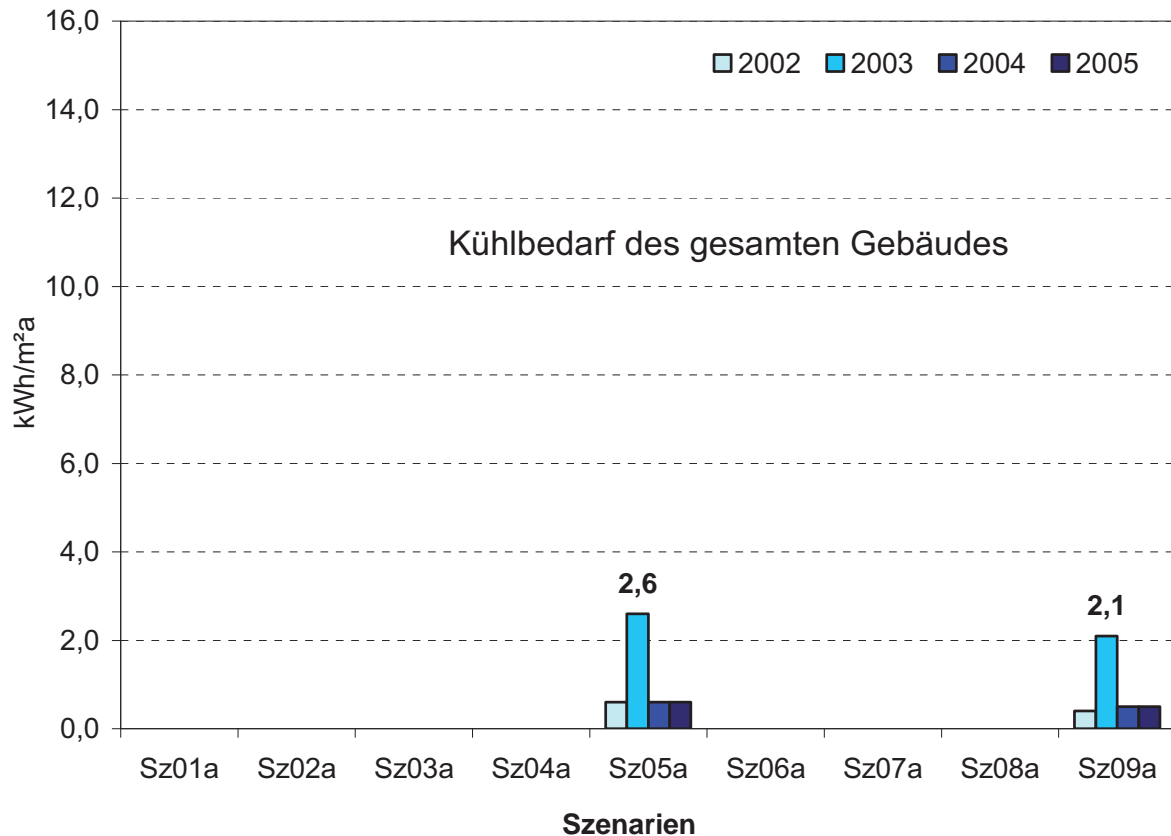


Abbildung 5-49: Jahressummen des Kühlbedarfs aller Szenarien bezogen auf Nutzfläche

Wie die Ermittlung des Kühlbedarfs im Szenarium 05a mit Außendämmung und Szenarium 09a mit Innendämmung zeigt, tritt nur ein sehr geringer Kühlbedarf beim sanierten Gebäude des Haidenhofes auf. Lediglich im besonders heißen Sommer 2003 ergibt sich ein nennenswerter Kühlbedarf zwischen 2,1 kWh/m²a und 2,6 kWh/m²a. Dies ist auch an den Temperaturverläufen im Abschnitt 5.5.5 zu erkennen, wo eine Temperatur von 28 °C nur selten überschritten wird. Sieht man vom Jahr 2003 ab, tritt der Kühlbedarf auch nur in wenigen Stunden des Jahres auf.

Als ergänzende Information sind in den folgenden Abbildungen die absoluten Werte des Heizwärmebedarfs und Kühlbedarfs für das Gesamtgebäude in den verschiedenen Szenarien angegeben.

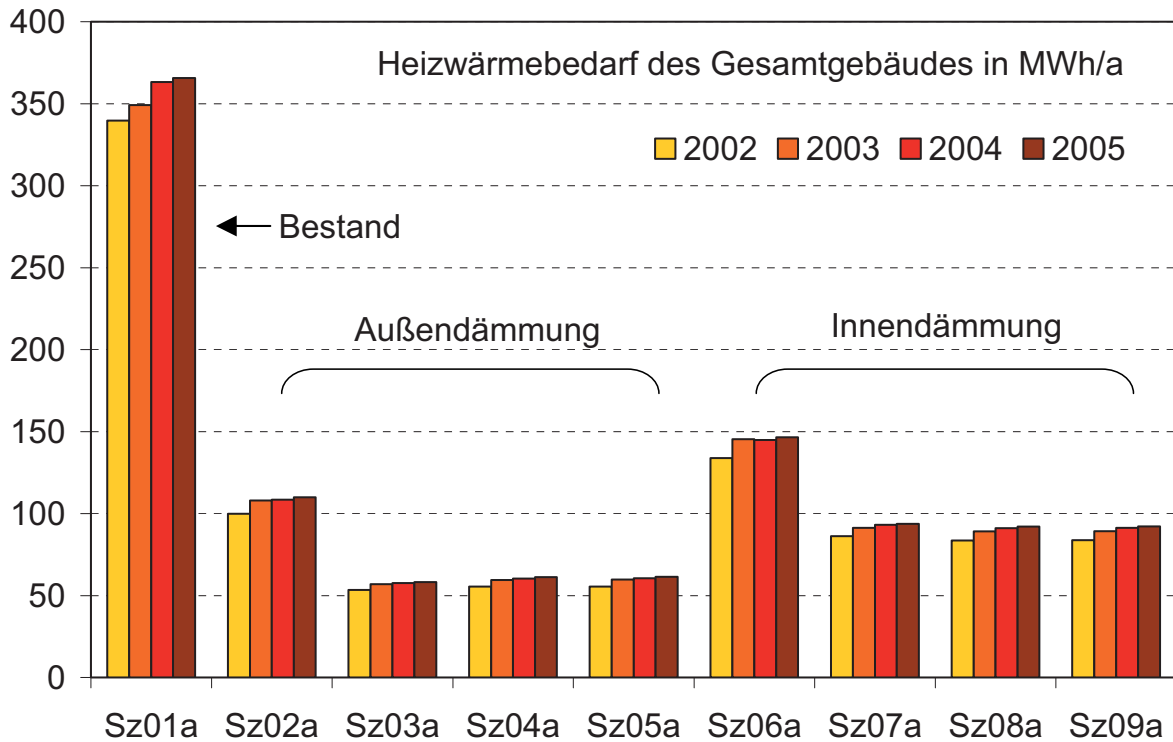


Abbildung 5-50: Absoluter jährlicher Heizwärmebedarf aller Szenarien

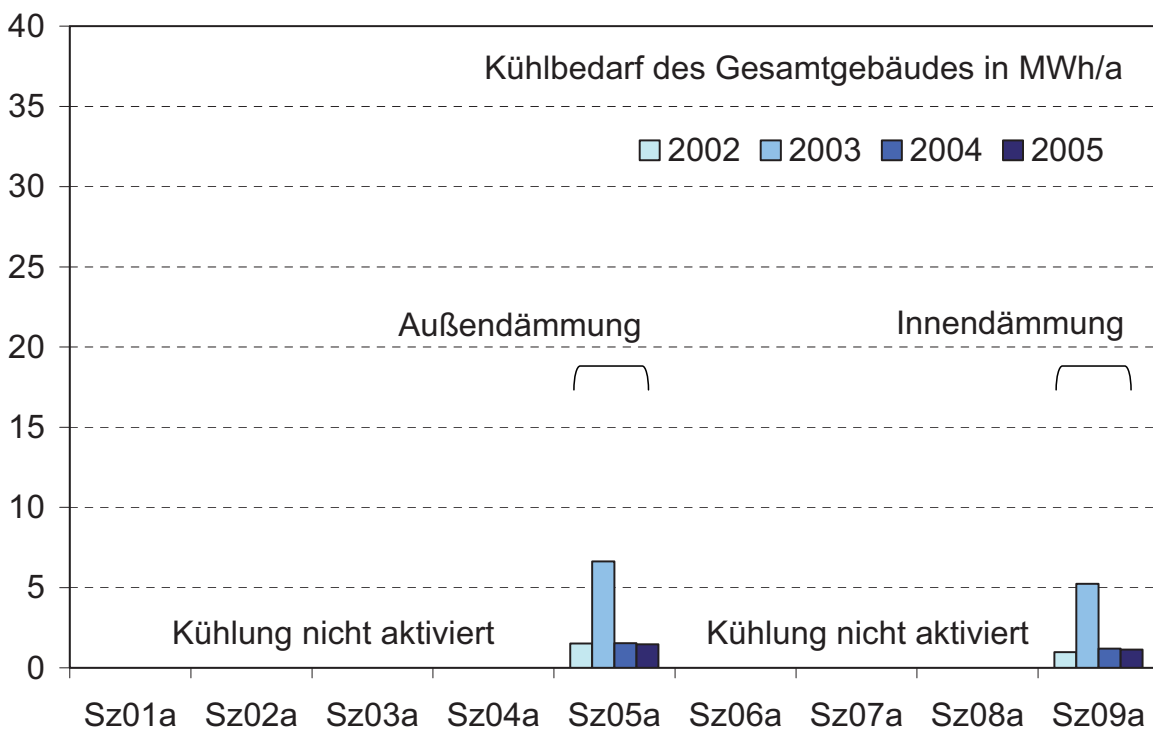


Abbildung 5-51: Absoluter jährlicher Kühlbedarf aller Szenarien

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass sich die klimatischen Schwankungen innerhalb des betrachteten Zeitraums als wenig bedeutend für den Heizwärmebedarf und den Kühlbedarf erweisen. Als Ausnahme muss der heiße Sommer im Jahr 2003 gesehen werden, der einen zu beachtenden Kühlbedarf bewirkt.

Tabelle 5-23 zeigt eine tabellarische Aufstellung des Heizwärmebedarfes (HWB) und des Kühlbedarfes (KB) aller Szenarien als Absolutwerte (MWh/a) und als spezifische Werte (kWh/m²a) bezogen auf die gesamte Nutzfläche des Hauses bzw. bezogen auf die jeweilige konditionierte Fläche (Energiebezugsfläche).

Tabelle 5-23: Heizwärmebedarf und Kühlbedarf der verschiedenen Szenarien

	2002		2003		2004		2005	
	HWB	KB	HWB	KB	HWB	KB	HWB	KB
für das gesamte Gebäude [MWh/a]								
Sz01a	339,7	-	349,1	-	363,3	-	365,7	-
Sz02a	99,9	-	107,9	-	108,4	-	109,9	-
Sz03a	53,4	-	57,0	-	57,6	-	58,2	-
Sz04a	55,4	-	59,4	-	60,3	-	61,3	-
Sz05a	55,5	1,5	59,8	6,6	60,5	1,5	61,4	1,5
Sz06a	133,9	-	145,3	-	144,9	-	146,6	-
Sz07a	86,2	-	91,3	-	93,1	-	93,7	-
Sz08a	83,6	-	89,1	-	91,1	-	92,1	-
Sz09a	83,7	1,0	89,3	5,2	91,2	1,2	92,2	1,1
bezogen auf die Nutzfläche [kWh/m ² a] ⁽¹⁾								
Sz01a	138,1	-	141,9	-	147,6	-	148,6	-
Sz02a	40,6	-	43,9	-	44,1	-	44,7	-
Sz03a	21,7	-	23,2	-	23,4	-	23,7	-
Sz04a	22,5	-	24,2	-	24,5	-	24,9	-
Sz05a	22,6	0,6	24,3	2,7	24,6	0,6	25,0	0,6
Sz06a	54,4	-	58,3	-	58,9	-	59,6	-
Sz07a	35,0	-	37,1	-	37,9	-	38,1	-
Sz08a	34,0	-	36,2	-	37,0	-	37,4	-
Sz09a	34,0	0,4	36,3	2,1	37,1	0,5	37,5	0,5
bezogen auf die Energiebezugsfläche [kWh/m ² a] ⁽²⁾								
Sz01a	146,2	-	150,2	-	156,3	-	157,4	-
Sz02a	43,0	-	46,4	-	46,7	-	47,3	-
Sz03a	23,0	-	24,6	-	24,8	-	25,1	-
Sz04a	23,9	-	25,6	-	26,0	-	26,4	-
Sz05a	23,9	0,7	25,7	3,1	26,0	0,7	26,4	0,7
Sz06a	57,6	-	61,8	-	62,4	-	63,1	-
Sz07a	37,1	-	39,3	-	40,1	-	40,3	-
Sz08a	36,0	-	38,3	-	39,2	-	39,7	-
Sz09a	36,0	0,5	38,4	2,2	39,2	0,6	39,7	0,5

1) Nutzfläche: gesamte Nutzfläche des Gebäudes (alle thermischen Zonen): 2460,4 m²

2) Energiebezugsfläche Heizen: Nutzfläche der beheizten Zonen: 2323,3 m²

Energiebezugsfläche Kühlen: Nutzfläche der gekühlten Zonen: 2125,2 m²

6 ENERGIEKONZEPT UND DENKMALSCHUTZ

Dieser Abschnitt wurde von DI Wilhelm Hofbauer (Arbeitsgemeinschaft Hofbauer Mühling) bearbeitet.

Aufbauend auf den in den vorherigen Abschnitten erarbeiteten Ergebnissen wurden folgende haustechnischen Konzepte entwickelt.

6.1 Lüftungskonzept

Lüftung Publikumsbereich (Multifunktion, Veranstaltung, usw.)

Für die Bereiche mit erhöhtem Publikumsverkehr wird eine eigene Lüftungsanlage mit hochwirksamer Wärmerückgewinnung (z. B. Rotationswärmetauscher mit Feuchterückgewinnung) vorgesehen, deren Luftmengen in den einzelnen Bereichen nach deren Luftqualität geregelt wird. Die Anlage wird unter dem Veranstaltungsbereich im Erdgeschoß (Zone 6) untergebracht.

Lüftung Gastronomie

Im Bereich Gastronomie werden für die Verabreichungsplätze und die Küche eigene Lüftungsanlagen mit hochwirksamer Wärmerückgewinnung vorgesehen, deren Luftmengen in den einzelnen Bereichen wieder nach Luftqualität geregelt werden. Die Anlage für die Gastronomie-Bereiche wird im Keller (Zone 1) vorgesehen. Die Luftansaugung und –ausbringung erfolgt über Dach.

Lüftung restliche Räume (Büros-, Übungs- und Seminarräume, usw.)

Sämtliche verbleibende Räume werden mit einem moderaten Luftwechsel mechanisch be- und entlüftet. Diese Lüftung wird von mehreren dezentralen Anlagen mit hochwirksamen Wärmerückgewinnungen übernommen, die im Dachbereich untergebracht werden.

In den beiden Wohnungen werden separate Kompaktlüftungsgeräte mit integrierter Wärmepumpe und Warmwasserspeicher für die Gebrauchswarmwasserbereitung vorgesehen.

Für die Außenluftvorwärmung im Winter werden Erdwärmefischschlangen vorgeschlagen. Dadurch wird einerseits die Wärmerückgewinnung verbessert und andererseits werden Frostschutzeinrichtungen eingespart.

Für alle Lüftungsgeräte sind Nachheizregister vorgesehen, die eine moderate Nachwärmung und zugfreie Einbringung der Zuluft sicherstellen.

6.2 Heizungskonzept

Ursprünglich war eine in die Dachflächen integrierte, thermische Solaranlage vorgesehen. Da dies von Seiten des Denkmalschutzes abgelehnt wurde, wäre nur eine in einiger Entfernung vom Gebäude auf einer separaten Konstruktion aufgeständerte Solaranlage möglich gewesen. Eine solche Lösung hätte zu technischen Problemen geführt (schlechter Wirkungsgrad durch die langen Verbindungsleitungen) und wäre mit wirtschaftlichen Nachteilen (höhere Kosten) verbunden gewesen. Daher wurde dieser Ansatz nicht weiterverfolgt.

Bei den Szenarien 05a (Außendämmung) und 09a (Innendämmung) der thermischen Gebäudesimulation lassen sich Heizleistungen von etwa 40 kW bzw. 50 kW für den sanierten Haidenhof ableiten. Diese können relativ einfach von zwei kleinen zentralen Heizkesseln für Holzpellets abgedeckt werden. Ein Pelletsheizkessel soll mit einem Stirlingmotoraufsatz zur Stromerzeugung ausgerüstet werden. Damit kann ein Beitrag zur Stromversorgung des Gebäudes geleistet werden. Der Technik- und der Bunkerraum werden neben den Kellerräumen im Gastronomiebereich (Zone 1) untergebracht. Das Abgas wird über einen bestehenden Kamin über Dach geführt.

Die Einbringung der Wärme in die Räume erfolgt überwiegend über Radiatoren. Für alle Lüftungsgeräte sind Nachheizregister vorgesehen, die eine moderate Nachwärmung und zugfreie Einbringung der Zuluft sicherstellen.

Mit Ausnahme der Wohnungen wird das Warmwasser zentral erzeugt.

6.3 Kühlkonzept

Die für die Außenluftvorwärmung in der Heizperiode vorgesehenen Erdwärmefensonden können auch im Sommer zur Kühlung verwendet werden. Wie in der thermischen Gebäudesimulation gezeigt wurde, tritt im sanierten Gebäude nur ein geringer Kühlbedarf in wenigen Stunden des Jahres auf (siehe Kapitel 5.5.3 und Abbildung 5-49). Daher kann die notwendige Kühlung weitgehend über die Erdwärmesonden bewerkstelligt werden. Ergänzend ist es möglich das Gebäude mit kühler Nachtluft durch die mechanische Lüftungsanlage vorzukühlen. Die Nachtkühlung ist besonders in den Gebäudeteilen mit massivem Mauerwerk wirksam. Durch die Nutzung des Erdreichs sowohl im Sommer als auch im Winter erzielt man eine vorteilhafte Regeneration des Erdkörpers.

6.4 Denkmalschutz

Grundsätzlich wurden schon vor den ausführlicheren Bauteil- und Gebäudesimulationen Informationen vom Landeskonservatorat OÖ eingeholt, wie mögliche Sanierungsmaßnahmen mit den Anforderungen des Denkmalschutzes abgestimmt werden können. Die Vorgaben des Denkmalschutzes betrafen vor allem folgende Punkte:

Bei der thermischen Sanierung der Außenwände wird eine Innendämmung vorgezogen.

Die Kastenfenster sollen erhalten bleiben. In den Innen- und Außenflügeln können Einfachscheiben mit Wärmeschutzbeschichtung oder Vakuumverglasungen eingesetzt werden.

Eine Integration von Sonnenkollektoren im Dach des Gebäudes wurde abgelehnt.

7 ZUSAMMENFASSUNG

Der denkmalgeschützte Haidenhof mit etwa 2500 m² Nutzfläche in Bad Ischl, der zuletzt als Wohngebäude genutzt wurde, steht bereits seit längerer Zeit leer. Trotz geringfügiger Sanierungs- und Erhaltungsarbeiten verschlechtert sich der Zustand des Gebäudes zusehends.

Für die dringend notwendige, umfassende Sanierung und Revitalisierung der baulichen Substanz des Haidenhofes wurden in der gegenständlichen Forschungsarbeit Vorschläge und Varianten ausgearbeitet, überprüft und bewertet. Angestrebt wird eine ökologische Pilot-sanierung des denkmalgeschützten Gebäudes unter Einsatz von Passivhaustechnologien.

Die Umsetzung der Sanierung baut auf der Entwicklung eines nachhaltigen und zukunftsweisenden Nutzungskonzeptes und auf der durchgeführten Schadens- und Zustandsanalyse auf.

Das erstellte Nutzungskonzept sieht ein lokales, multifunktionales Zentrum mit einer Kunst- und Kulturakademie vor. Im nachfolgenden Plan ist beispielhaft die geplante Nutzung des Erdgeschosses des Gebäudes dargestellt.

Der aktuelle technische Gebäudezustand wurde in einer umfangreichen Schadens- und Zustandsanalyse erfasst. Es wurde festgestellt, dass bereits diverse Sanierungsversuche und Reparaturen des Gebäudes stattgefunden haben (Wohnbereich im Obergeschoß; Feuchtigkeitssanierung im Außenbereich, Bitumenabdichtung im Erdgeschoß).

Die vorhandenen Schädigungen sind wesentlich geprägt durch örtliche Besonderheiten. So sind die Feuchtigkeitsbelastung und die daraus resultierende Schädigung im Eingangsbereich auf eine defekte Regenableitung im Außenbereich zurückzuführen. Weitere geschädigte Bereiche sind örtlich begrenzt.

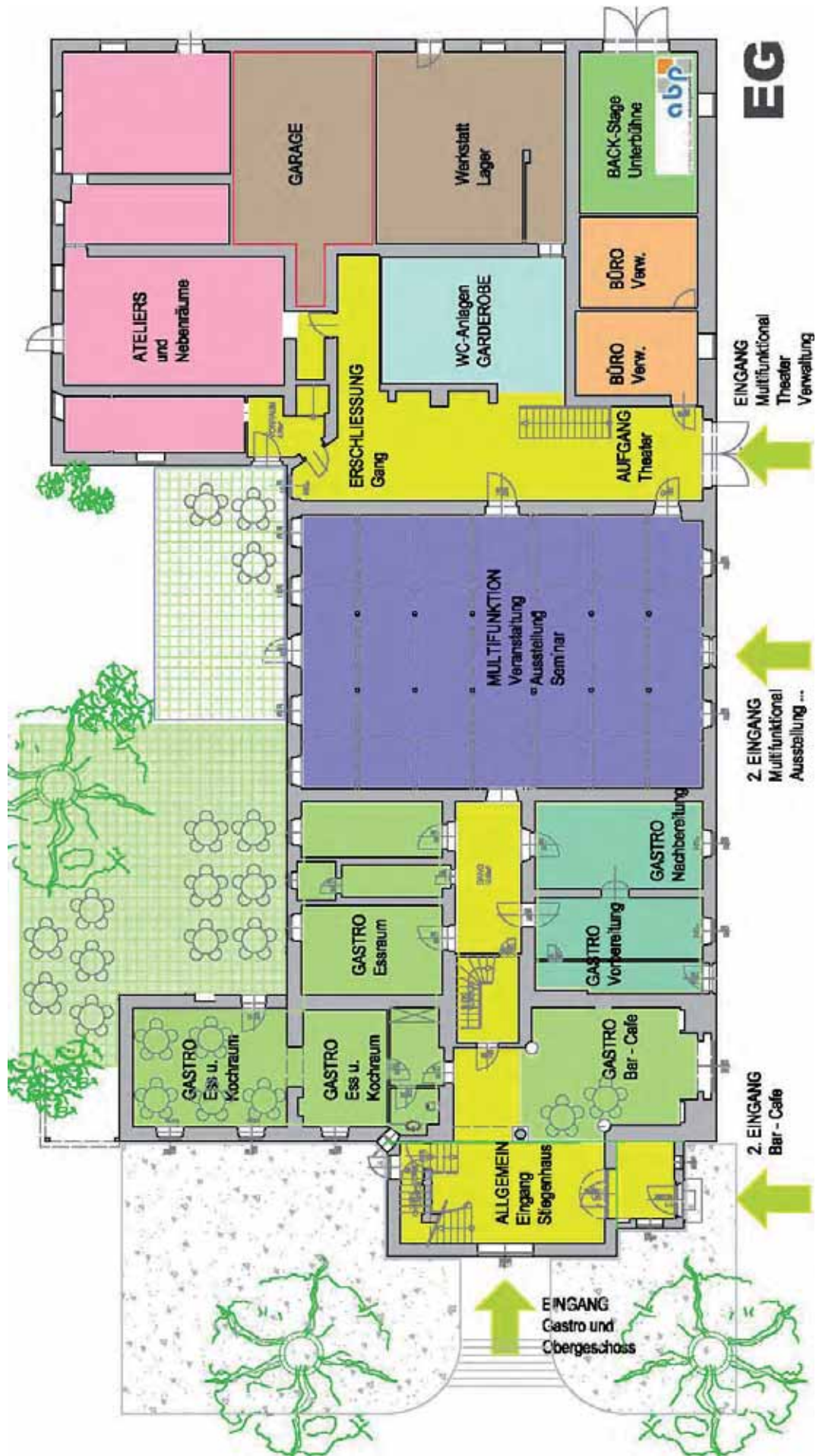
Der Zustand des Kellers entspricht dem eines durchschnittlichen Gebäudes dieses Alters. Es sind unterschiedlich starke Putzabplatzungen festzustellen. Ein Holzbalken in einem Keller-raum ist auf Grund der hohen Luftfeuchtigkeit mit Schimmelpilz stark belastet. Die Fundamente zeigten keine Besonderheiten.

Anhand der entnommenen Bohrprofile war erkennbar, dass nur eine geringe Durchfeuchtung des Mauerwerkes vorliegt. Höhere Feuchtigkeitsbelastungen an einem Bohrprofil zur Außen-seite hin sind mit dem dichteren Außenputz begründbar.

Höhere Durchfeuchtungen im Bereich der Wandoberflächen sind auf die nicht vorhandene Beheizung des Gebäudes (Kondensat) bzw. auf die sehr geringe Salzbelastung im Mauerwerk zurückführbar. Die vorliegenden Ergebnisse zur Salzbelastung zeigen keine besonderen Auffälligkeiten und sind, wenn vorhanden, als gering zu bezeichnen.

Die stärksten Schädigungen bzw. Auffälligkeiten zeigt der Dachstuhl, bei dem in Teilbereichen die Standfestigkeit bereits gefährdet ist.

Als Ergebnis der Schadens- und Zustandsanalyse kann festgehalten werden, dass keine Feuchtigkeits- und Salzbelastung des Gebäudes vorliegt, die eine entsprechende Mauerwerkssanierung zwingend notwendig macht.



Aufbauend auf das Nutzungskonzept und die Ergebnisse der Schadens- und Zustandsanalyse wurden Sanierungsvarianten entwickelt.

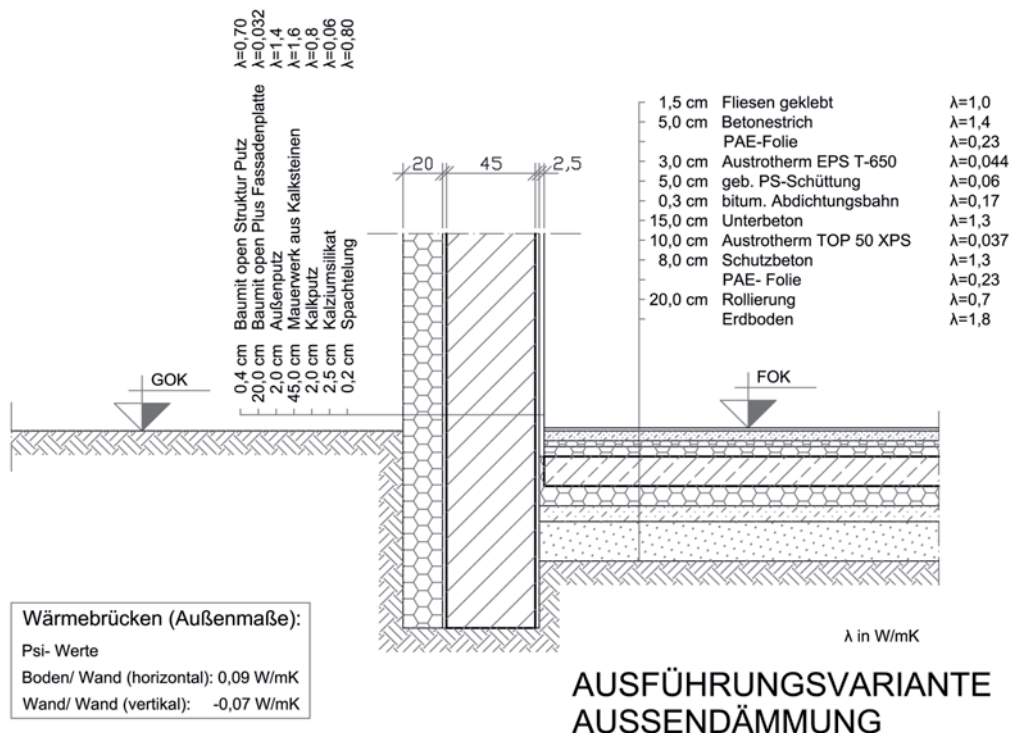
In Gesprächen mit dem Landeskonservatorat OÖ wurde eine Abstimmung bezüglich des Denkmalschutzes vorgenommen und einzelne Varianten für die weitere Bearbeitung ausgewählt.

Als Vorbereitung für die Simulationsrechnungen wurden lokale, meteorologische Daten aufbereitet.

Durch thermische und hygrische Bauteilsimulationen wurden Ausführungsdetails optimiert. Damit sollten vor allem Wärmebrücken und Feuchtigkeitsprobleme vermieden werden. Dabei hat sich gezeigt, dass eine reine Innendämmung mit Kalziumsilikatplatten beim vorliegenden Natursteinmauerwerk zu einer unzulässig hohen relativen Feuchte am Übergang zwischen Innendämmung und Mauerwerk führen würde. Als zulässige Innendämmungen haben sich solche aus dampfdichten Materialien wie Schaumglas oder Vakuumisulationspaneelen herausgestellt.

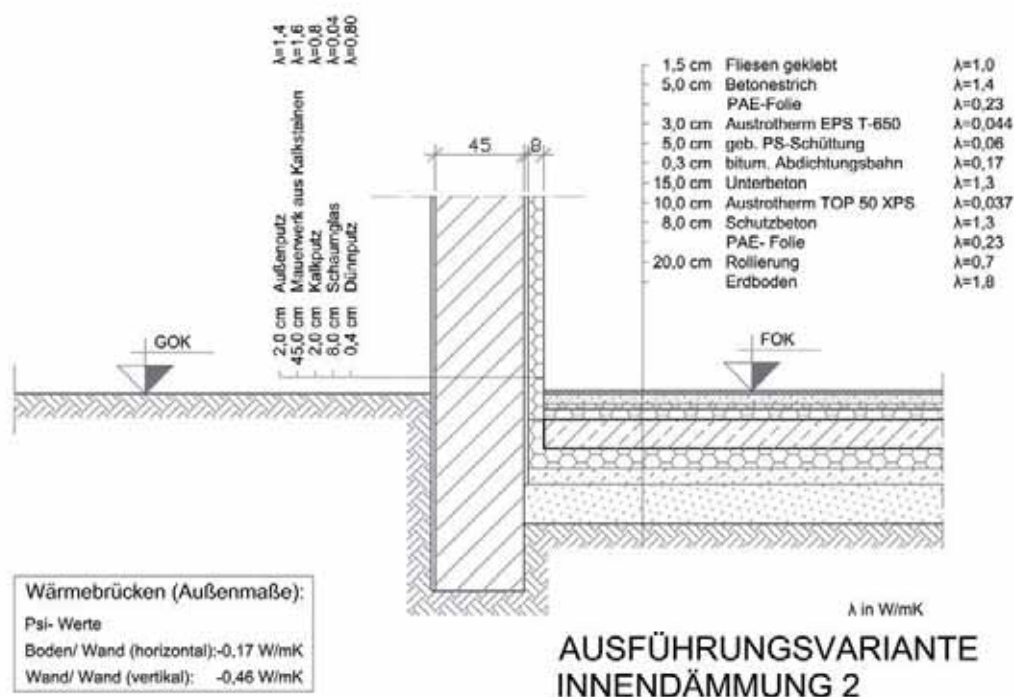
Für die weitere Bearbeitung in der thermischen Gebäudesimulation wurden daher neben dem Bestand die nachfolgenden zwei Hauptsanierungsvarianten ausgewählt.

Die thermisch und bautechnisch optimale Sanierung mit 20 cm Außendämmung und 2,5 cm Kalziumsilikatplatten innen weist mit ihren niedrigen Psi-Werten sehr geringe Wärmebrückeneffekte auf.



Von Seite des Denkmalschutzes wird allerdings eine Sanierung mit Innendämmung vorgezogen. Die ausgewählte Variante mit einer Innendämmung aus 8 cm Schaumglas ist

in folgender Abbildung dargestellt. Anhand der negativen Psi-Werte ist erkennbar, dass kein Wärmebrückeneffekt berücksichtigt werden muss.



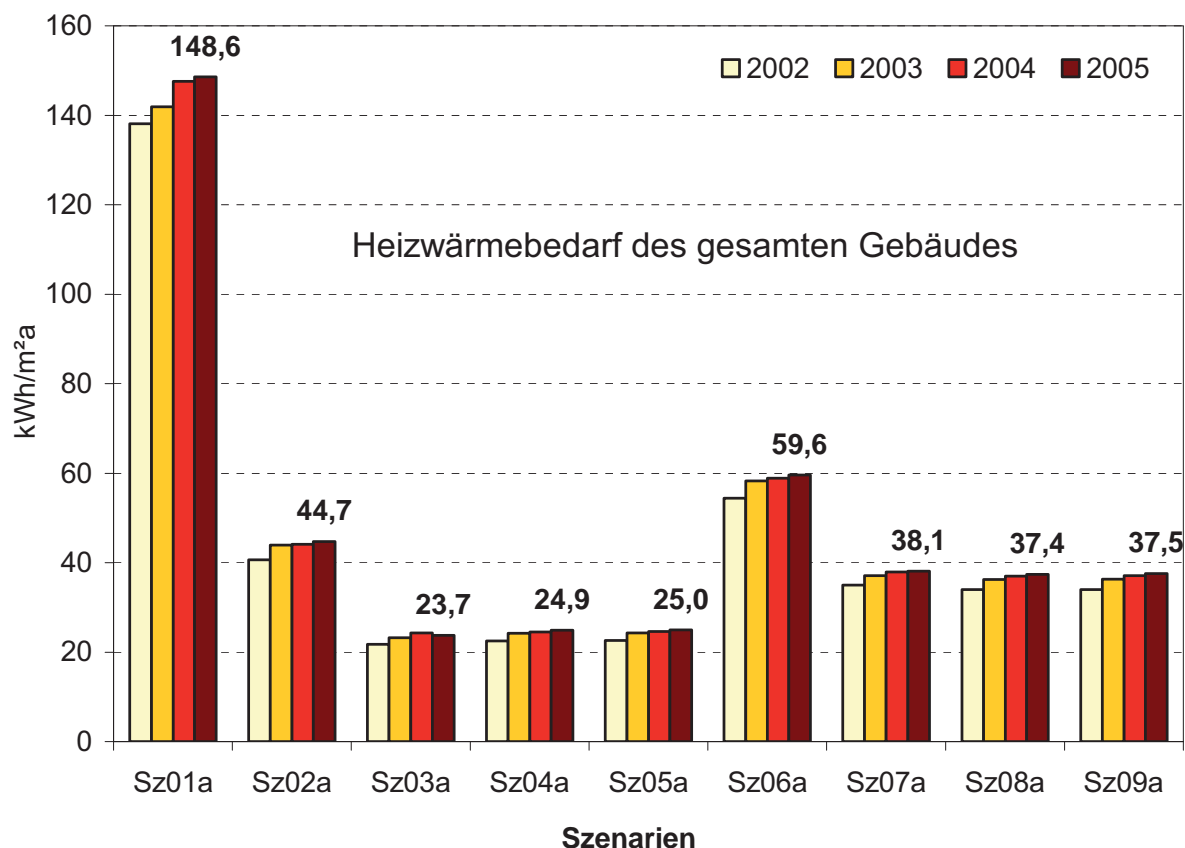
Für die thermische Gebäudesimulation wurden noch folgende Annahmen getroffen:

In der Variante Bestand wird angenommen, dass ausschließlich die nicht gebrauchstauglichen Bauteile wie der desolate Dachstuhl und die Leichtbauwände des Gebäudes durch bauordnungskonforme Konstruktionen ersetzt werden. Die Kalksteinwände im Erd- und Obergeschoss und der erdberührte Fußboden im Erdgeschoß bleiben ungedämmt.

In der Sanierungsvariante Außendämmung werden die Kalksteinwände im Erd- und Obergeschoss, wie in der Abbildung dargestellt, mit einer 20 cm starken Wärmedämmung an der Außenseite und mit 2,5 cm Dämmung an der Innenseite des Erdgeschosses versehen. Der Dachstuhl und die Leichtbauwände werden in einer passivhaustauglichen Konstruktion ausgeführt.

In der Sanierungsvariante Innendämmung werden die Kalksteinwände im Erd- und Obergeschoss, wie ebenfalls dargestellt, mit einer 8 cm starken, dampfdichten Innendämmung versehen; die Außenseite bleibt ungedämmt. Der Dachstuhl und die Leichtbauwände werden, wie in der Sanierungsvariante Außendämmung, in einer passivhaustauglichen Konstruktion ausgeführt.

Das nachfolgende Diagramm zeigt den mit der thermischen Gebäudesimulation ermittelten Heizwärmebedarf des gesamten Gebäudes.



Als Bezugsfläche wurde die Nutzfläche (Nettfläche) des gesamten Gebäudes zu Grunde gelegt.

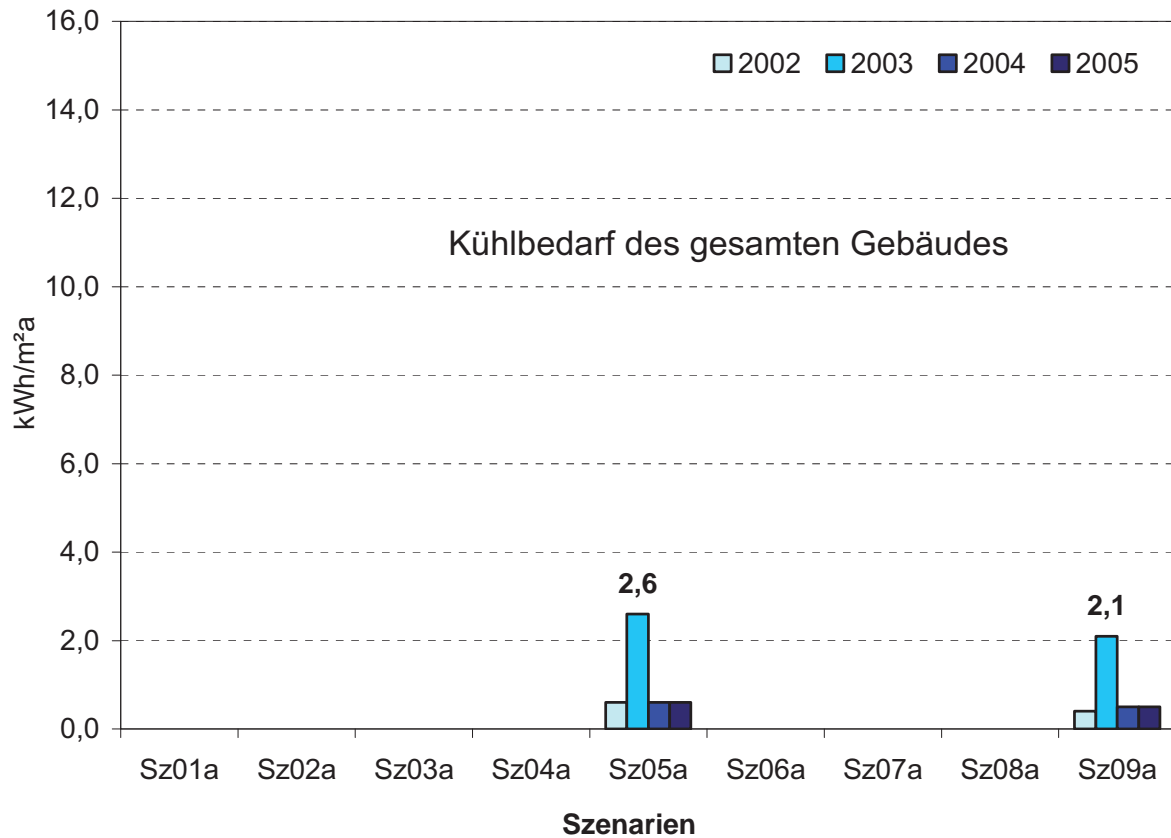
Durch die im Szenario 01a zugrunde gelegte Basissanierung des desolaten Dachstuhles und der Leichtbauwände und durch das relativ kompakte Gebäude ergibt sich für den Bestand ein moderater Heizwärmebedarf von knapp 150 kWh/m²a.

Führt man die Sanierung laut Szenario 02a (Außendämmung der massiven Wände & Kastenfenster mit K-Glas) durch, so reduziert sich der Heizwärmebedarf auf etwa 45 kWh/m²a. Werden zusätzlich Lüftungsanlagen mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung eingebaut (Szenario 03a), so sinkt der Heizwärmebedarf auf etwa 24 kWh/m²a. Ersetzt man das K-Glas im Innenflügel der Kastenfenster durch Vakuumglas (Szenario 04a), so ist keine Verbesserung festzustellen. Dies dürfte hauptsächlich auf den Umstand zurückzuführen sein, dass durch das Vakuumglas zwar der U-Wert des Kastenfensters verbessert wird, aber gleichzeitig der g-Wert verringert wird.

Eine Sanierung des Bestandsgebäudes mit der von Seite des Denkmalschutzes präferierten Innendämmung der massiven Wände (Szenario 06a) führt zu einem Heizwärmebedarf von etwa 60 kWh/m²a. Der zusätzliche Einbau der Lüftungsanlagen mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung (Szenario 07a) verringert den Heizwärmebedarf auf etwa 38 kWh/m²a. Der Ersatz der K-Gläser im Kastenfenster durch Vakuumgläser (Szenario 08a) ergibt auch in diesem Fall kaum eine Verbesserung.

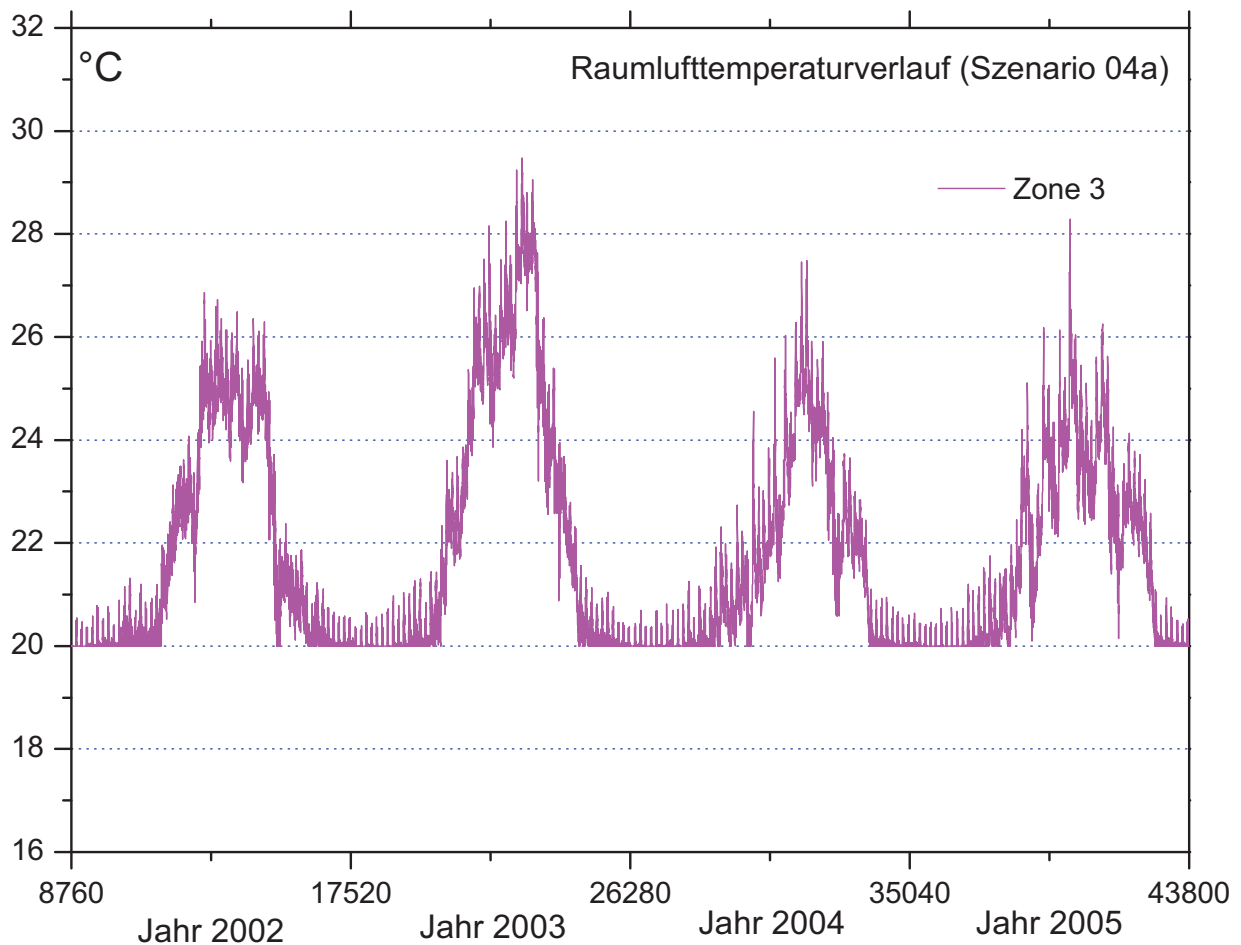
Sowohl bei der Sanierung mit Außendämmung wie auch mit Innendämmung hat sich also gezeigt, dass der Einsatz der Vakuumverglasung keine nennenswerten Verbesserungen gegenüber dem K-Glas ergibt, aber ungleich höhere Kosten verursachen würde.

In den Szenarien 05a und 09a wurde jeweils aufbauend auf die Szenarien 04a und 08a die Kühlung des Gebäudes aktiviert. Die Ergebnisse der thermischen Gebäudesimulation für den Kühlbedarf sind im folgendem Diagramm dargestellt.



Weiters ist nachfolgend der simulierte Temperaturverlauf im südseitigen Gastrobereich (Szenario 04a ohne Kühlung) wiedergegeben. Man erkennt, dass mit Ausnahme des Jahres 2003 der Grenzwert von 26 °C nur sehr selten überschritten wird.

Es ergibt sich also ein sehr geringer Kühlbedarf, der nur im heißen Jahr 2003 eine nennenswerte Größe erreicht. Dieser geringe Kühlbedarf kann weitgehend über Erdwärmefontänen abgedeckt werden. Damit wird der Einsatz von konventionellen Kältemaschinen vermieden.



Die durchgeführten Untersuchungen haben gezeigt, dass eine thermisch optimierte Sanierung mit sehr guten Ergebnissen möglich ist. Eine stärker auf die Bedürfnisse des Denkmalschutzes ausgerichtete Variante - mit Innendämmung des massiven Mauerwerks - liefert noch immer vertretbare Ergebnisse. In beiden Fällen lässt sich der verbleibende Wärmebedarf durch den erneuerbaren Energieträger Holzpellets abdecken. Zusätzlich ist es möglich mit einem Stirlingmotoraufsatz auf einem Heizkessel Strom zu erzeugen.

Eine geplante thermische Solaranlage wurde wegen der Einwände des Denkmalschutzes nicht weiter verfolgt.

Die dargestellten Ergebnisse dieser Forschungsarbeit sind neben dem Pilotprojekt Haidenhof in Bad Ischl auf viele historische Gebäude mit ähnlichen Voraussetzungen anwendbar.

8 LITERATURANGABEN

- NORM 1** VORNORM DIN V 18599-10, 4. Entwurf 09.3.2005, Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End-, und Primärenergiebedarfs für Beheizung, Kühlung, Beleuchtung und Warmwasserbereitung – Teil 10: Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten, März 2005
- NORM 2** ISO-NORM 7730, Moderate thermal environments – Determination of the PMV and PPD indices and specifications of the conditions for thermal comfort, 1994
- NORM 3** SIA-Merkblatt 2024, Standard Nutzungsbedingungen für die Energie- und Gebäudetechnik, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, 1. Auflage, Ausgabe 2006
- NORM 4** ÖNORM EN 15026, Ausgabe 01.06.2007, Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen - Bewertung der Feuchteübertragung durch numerische Simulation, Juni 2007
- TRNSYS 16** Transient System Simulation Program, Solar Energy Laboratory, University of Wisconsin-Madison, WI 53706 USA, September 2004
- AkkP 24** Einsatz von Passivhaustechnologien bei der Altbau-Modernisierung, Protokollband Nr. 24 des Arbeitskreises kostengünstige Passivhäuser Phase III, Passivhaus Institut; Darmstadt, September 2003
- AkkP 32** Faktor 4 auch bei sensiblen Altbauten: Passivhauskomponenten + Innendämmung, Protokollband Nr. 32 des Arbeitskreises kostengünstige Passivhäuser Phase III, Passivhaus Institut; Darmstadt, Juli 2005

9 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1-1: Nutzungsaufstellung für die Akademie für Malerei.....	30
Tabelle 1-2: Nutzungsaufstellung für die Meisterklassen für Musik	31
Tabelle 1-3: Nutzungsaufstellung für Schauspiel / Operette / Kleinkunst	31
Tabelle 1-4: Nutzungsaufstellung für Kochkunst- Lebenskunst	31
Tabelle 1-5: Nutzungsaufstellung für Veranstaltungs- Besucherbereiche	32
Tabelle 1-6: Nutzungsaufstellung für Bühnen - Theater / Konzertbereiche	33
Tabelle 1-7: Nutzungsaufstellung für Technik- und Verwaltungsräume	33
Tabelle 1-8: Nutzungsaufstellung für Wohnungen / Zimmer / Reserveflächen	33
Tabelle 1-9: Nutzungsaufstellung für Außenanlagen / Parkplätze / Erschließung	33
Tabelle 3-1: Vergleich der Außenlufttemperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit im Klimaszenario Haidenhof	79
Tabelle 3-2: Vergleich der Globalstrahlung und der Diffusstrahlung im Klimaszenario Haidenhof.....	80
Tabelle 4-1: Übersicht Wärmebrückeneffekte	94
Tabelle 5-1: Geometrische Auswertung der thermischen Zonierung	115
Tabelle 5-2: Konstruktionsaufbauten die in allen Szenarien beibehalten werden	120
Tabelle 5-3: Längenangaben der angenommenen vertikalen Wärmebrücken im Erdgeschoss	121
Tabelle 5-4: Längenangaben der angenommenen Wärmebrücken in Außenwänden, verursacht durch Anschluss von Innenwänden (vertikal) und Zwischendecken (horizontal)	122
Tabelle 5-5: Wochenschema der im Szenario 01a angenommenen Infiltrations- Luftwechselraten	123
Tabelle 5-6: Zuordnung von Standard-Nutzungsbedingungen laut SIA 2024 und DIN 18599- 10 zu Gebäudezonen	124
Tabelle 5-7: Annahme der Raumluft Solltemperaturen und die Vorgabewerte der Normen als Vergleichsgröße	125
Tabelle 5-8: Wochenschema der Raumluft Solltemperaturen in der Heizperiode (settemperature_ heating) für die einzelnen Raumnutzungen. Der Wert „-99“ entspricht einer ausgeschalteten Heizung.	126
Tabelle 5-9: Konstruktionsaufbauten der Variante „Bestand“	127
Tabelle 5-10: Reduktion der Dämmwirkung der Variante „Bestand“ durch den Holzanteil ..	127
Tabelle 5-11: Konstruktionsaufbauten der Sanierungsvariante „Außendämmung“	128
Tabelle 5-12: Reduktion der Dämmwirkung der Sanierungsvariante „Außendämmung“ durch den Holzanteil.....	129
Tabelle 5-13: Konstruktionsaufbauten der Variante „Innendämmung“	130
Tabelle 5-14: Reduktion der Dämmwirkung der Sanierungsvariante „Innendämmung“ durch den Holzanteil.....	131
Tabelle 5-15: Wärmebrücken zu Erdreich. Variante „Bestand“	132
Tabelle 5-16: Wärmebrücken zu Erdreich. Variante „Außendämmung“	133
Tabelle 5-17: Wärmebrücken zu Erdreich. Variante „Innendämmung“	134
Tabelle 5-18: Wärmebrücken in Wänden. Variante „Innendämmung“	134
Tabelle 5-19: Annahme der hygienischen Luftwechselraten und Normenwerte als Vergleichsgröße	136
Tabelle 5-20: Wochenschema der in Szenario 03a eingeführten Ventilations- Luftwechselraten (Fensterlüftung bzw. mechanisch betriebene Belüftung) – die Abluftwärmerückgewinnung ist nicht aktiviert	137
Tabelle 5-21: Wochenschema der Kühlgrenztemperaturen in der Kühlperiode (settemperature_ cooling) für die einzelnen Raumnutzungen. Der Wert „99“ entspricht einer ausgeschalteten Kühlung.	141
Tabelle 5-22: Zusammenstellung der Nutzflächen.....	143
Tabelle 5-23: Heizwärmebedarf und Kühlbedarf der verschiedenen Szenarien	170

10 ABILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1-1: Südwestansicht Haidenhof im Winter	16
Abbildung 1-2: Region	18
Abbildung 1-3: Umgebungsplan	19
Abbildung 1-4: Bestandsplan 1870, Erdgeschoss	20
Abbildung 1-5: Bestandsplan 1870, Obergeschoss	20
Abbildung 1-6: Bestandsplan 1870, Ansicht Süd Schnitt West-Ost	21
Abbildung 1-7: Bestandsplan 1870, Schnitt Süd-Nord	22
Abbildung 1-8: Bestandsplan 1870, Ansicht West	22
Abbildung 1-9: Umbau 1901, Erdgeschoss	23
Abbildung 1-10: Bestand 2005, Fotos	24
Abbildung 1-11: Bestand 2005, Kellergeschoss	25
Abbildung 1-12: Bestand 2005, Erdgeschoss	25
Abbildung 1-13: Bestand 2005, Obergeschoss	26
Abbildung 1-14: Bestand 2005, Dachgeschoss	26
Abbildung 1-15: Bestand 2005, Ostansicht	27
Abbildung 1-16: Bestand 2005, Südansicht	27
Abbildung 1-17: Süd-Nord-Schnitt mit geplanter Nutzung	34
Abbildung 1-18: Nutzungskonzept Kellergeschoss	35
Abbildung 1-19: Nutzungskonzept Erdgeschoss	36
Abbildung 1-20: Nutzungskonzept Obergeschoss	37
Abbildung 1-21: Nutzungskonzept Dachgeschoss	38
Abbildung 2-1: Schadensanalyse Kellergeschoss	43
Abbildung 2-2: Schadensanalyse Erdgeschoss, südlicher Teil	44
Abbildung 2-3: Schadensanalyse Erdgeschoss, mittlerer Teil	45
Abbildung 2-4: Schadensanalyse Erdgeschoss, nördlicher Teil	46
Abbildung 2-5: Schadensanalyse Obergeschoss, südlicher Teil	47
Abbildung 2-6: Schadensanalyse Obergeschoss, nördlicher Teil	48
Abbildung 2-7: Schadensanalyse Dachgeschoss, südlicher Teil	49
Abbildung 2-8: Schadensanalyse Dachgeschoss, nördlicher Teil	50
Abbildung 2-9: Schadensanalyse Ansichten Ost und West	51
Abbildung 2-10: Schadensanalyse Ansicht Süd	52
Abbildung 2-11: Foto 8: Außenansicht Westseite	54
Abbildung 2-12: Foto 7: Außenansicht Westseite	54
Abbildung 2-13: Foto 10: Außenansicht Südseite	55
Abbildung 2-14: Foto 11: Außenansicht Ostseite	55
Abbildung 2-15: Foto 70: Außenfassade Ost	56
Abbildung 2-16: Foto 71: Außenfassade Ost	56
Abbildung 2-17: Foto 72: Außenfassade Ost	57
Abbildung 2-18: Foto 79: Außenfassade West	57
Abbildung 2-19: Foto 105: KG Weinkeller Deckenbalken	58
Abbildung 2-20: Foto 117: Bohrachse EG2, Heizkeller EG	58
Abbildung 2-21: Foto 19: KG Keller (W2)	59
Abbildung 2-22: Foto 16: Bohrachse LD1, große Eingangshalle (EG)	59
Abbildung 2-23: Foto 29: EG große Eingangshalle (3-dimensionale Feuchtigkeitsmessung)	60
Abbildung 2-24: Foto 35: Sockelleiste aus großer Eingangshalle (EG), Feuchtigkeit	60
Abbildung 2-25: Foto 48: EG Gang, Loch im morschen Holzboden	61
Abbildung 2-26: Foto 51: EG Vorraum	61
Abbildung 2-27: Foto 55: EG Säulenhalle, Wand zu Wagenraum	62
Abbildung 2-28: Foto 131: EG Raum vor Bad	62
Abbildung 2-29: Foto 134: Bohrloch EG3, Zimmer EG (raumseitige Bitumenabdichtung)	63
Abbildung 2-30: Foto 120: Wohnung OG	63
Abbildung 2-31: Foto 123: Dachstuhl	64

Abbildung 2-32: Foto 124: Dachstuhl.....	64
Abbildung 2-33: Plan A3 – 1: Position der Achsen 1 (LD 1) bis 3 (LD 3) im Grundriss;.....	66
Abbildung 2-34: Feuchtigkeitsprofil Achse 1 (LD 1): Feuchtigkeitsgehalt in Abhängigkeit von der Tiefe und Höhe; Position der Messachse siehe zuvor	67
Abbildung 2-35: Feuchtigkeitsprofil Achse 2 (LD 2): Feuchtigkeitsgehalt in Abhängigkeit von der Tiefe und Höhe; Position der Messachse siehe zuvor	67
Abbildung 2-36: Feuchtigkeitsprofil Achse 3 (LD 3): Feuchtigkeitsgehalt in Abhängigkeit von der Tiefe und Höhe; Position der Messachse siehe zuvor	68
Abbildung 2-37: Plan A3 – 2: Position der Achsen 4 (LD 4) bis 5 (LD 5) im Grundriss;.....	69
Abbildung 2-38: Feuchtigkeitsprofil Achse 4 (LD 4): Feuchtigkeitsgehalt in Abhängigkeit von der Tiefe und Höhe; Position der Messachse siehe zuvor	70
Abbildung 2-39: Feuchtigkeitsprofil Achse 5 (LD 5): Feuchtigkeitsgehalt in Abhängigkeit von der Tiefe und Höhe; Position der Messachse siehe zuvor	70
Abbildung 2-40: Plan A3 – 3: Position der Achse 6 (LD 6) im Grundriss	71
Abbildung 2-41: Feuchtigkeitsprofil Achse 6 (LD 6): Feuchtigkeitsgehalt in Abhängigkeit von der Tiefe und Höhe; Position der Messachse siehe zuvor	72
Abbildung 2-42: Plan A3 – 4: Position der Achsen 7 (LD 7) bis 8 (LD 8) im Grundriss.....	73
Abbildung 2-43: Feuchtigkeitsprofil Achse 7 (LD 7): Feuchtigkeitsgehalt in Abhängigkeit von der Tiefe und Höhe; Position der Messachse siehe zuvor	74
Abbildung 2-44: Feuchtigkeitsprofil Achse 8 (LD 8): Feuchtigkeitsgehalt in Abhängigkeit von der Tiefe und Höhe; Position der Messachse siehe zuvor	74
Abbildung 2-45: Feuchtigkeitsverteilung 20 cm x 20 cm um die Ecke abgewickelt, Messung mit Tiefensonde in 20-30 cm Tiefe	75
Abbildung 2-46: Feuchtigkeitsverteilung 20 cm x 20 cm um die Ecke abgewickelt, Messung mit Oberflächensonde in 5-10 cm Tiefe	76
Abbildung 3-1: Verlauf der Außenlufttemperatur und der Globalstrahlung im Klimaszenario Haidenhof.....	78
Abbildung 3-2: Klimaszenario Haidenhof. Außenlufttemperatur im Jahr 2002.....	81
Abbildung 3-3: Klimaszenario Haidenhof. Außenlufttemperatur im Jahr 2003.....	82
Abbildung 3-4: Klimaszenario Haidenhof. Außenlufttemperatur im Jahr 2004.....	83
Abbildung 3-5: Klimaszenario Haidenhof. Außenlufttemperatur im Jahr 2005.....	84
Abbildung 3-6: Abweichung der Monatsmittelwerte der Außenlufttemperatur vom langjährigen Mittel	86
Abbildung 3-7: Abweichung der Monatssumme der Globalstrahlung vom langjährigen Mittel	86
Abbildung 3-8: an der Außenseite der Erdkoffer aufgeprägte Temperaturverläufe	87
Abbildung 4-1: Eingangsparemeter und Wärmebrückeneffekte, Variante 0 - Bestand Rohbau	88
Abbildung 4-2: Eingangsparemeter und Wärmebrückeneffekte, Variante 1 - Außendämmung 10 cm.....	89
Abbildung 4-3: Eingangsparemeter und Wärmebrückeneffekte, Variante 2 - Außendämmung 30 cm.....	89
Abbildung 4-4: Eingangsparemeter und Wärmebrückeneffekte, Variante 3 - Außendämmung 10 cm & 2 m breiter Dämmstreifen 10 cm im Traufenbereich.....	90
Abbildung 4-5: Eingangsparemeter und Wärmebrückeneffekte, Variante 4 - Außendämmung 10 cm & 4 m breiter Dämmstreifen 10 cm im Traufenbereich.....	90
Abbildung 4-6: Eingangsparemeter und Wärmebrückeneffekte Variante 5 - Innendämmung 10 cm.....	91
Abbildung 4-7: Eingangsparemeter und Wärmebrückeneffekte, Variante 6 - Innendämmung 5 cm.....	91
Abbildung 4-8: Eingangsparemeter und Wärmebrückeneffekte, Variante 7 - Außendämmung 10 cm & 2 m breiter Dämmstreifen 10 cm im Traufenbereich in 50 cm Tiefe	92
Abbildung 4-9: Eingangsparemeter und Wärmebrückeneffekte Variante 8 - Außendämmung 10 cm und Innendämmung 2,5 cm.....	92
Abbildung 4-10: Eingangsparemeter und Wärmebrückeneffekte, Variante 9 - Außendämmung 30 cm und Innendämmung 2,5 cm	93

Abbildung 4-11: Wärmebrückeneffekte - Bestandsvariante mit Innen- und Außenputz.....	95
Abbildung 4-12: Wärmebrückeneffekte - Ausführungsvariante Außendämmung EPS-F 20 cm und Innendämmung Kalziumsilikat 2,5 cm	96
Abbildung 4-13: Wärmebrückeneffekte - Ausführungsvariante Innendämmung Kalziumsilikat 10 cm.....	96
Abbildung 4-14: Wärmebrückeneffekte - Ausführungsvariante Innendämmung Schaumglas 8 cm.....	97
Abbildung 4-15: Geometrische Konfigurationen der Bauteile	98
Abbildung 4-16: Beispielhafte Darstellung des Temperaturfelds Erdgeschoß-Außenecke im Bestand	99
Abbildung 4-17: Eingabewerte des Innen- und Außenklimas, Lufttemperatur, relative Luftfeuchte und Klimazone.....	100
Abbildung 4-18: Bauteilanalyse: Temperaturverlauf von Innen nach außen, Jahresverlauf der Temperatur, Wasserdampfdiffusion, Jahresverlauf des Gesamtwassergehalts (kg/m ²). Keine Zunahme der Feuchtigkeit.....	101
Abbildung 4-19: Kondensatmenge über 3 Jahre. Mit und ohne Flüssigkeitsleitung.....	102
Abbildung 4-20: Temperaturverlauf über 3 Jahre. Innen- und Außenoberflächentemperatur der Wärmedämmung.....	102
Abbildung 4-21: Verlauf der relativen Luftfeuchte über 3 Jahre (mit Flüssigkeitsleitung). Konventionelle Variante (blaue Kurve) und Zusatzvariante mit zusätzlichem Dämmputz auf der Außenseite (rote Kurve).....	103
Abbildung 4-22: Sanierungsvariante 8-B mit 10 cm Außendämmung und 5 cm Innendämmung	104
Abbildung 4-23: Zustandsfelder am 1. Jänner nach 2 Jahren.....	104
Abbildung 4-24: Sanierungsvariante 6 mit 5 cm Innendämmung.....	105
Abbildung 4-25: Zustandsfelder bei 5 cm Innendämmung mit Kalziumsilikat ($\mu=3$) nach 10 Jahren. Linkes Bild relative Luftfeuchtigkeit und rechtes Bild Temperaturverteilung	106
Abbildung 4-26: Zustandsfelder bei 5 cm Innendämmung mit XPS ($\mu=100$) nach 10 Jahren. Linkes Bild relative Luftfeuchtigkeit und rechtes Bild Temperaturverteilung	106
Abbildung 4-27: Zustandsfelder bei 5 cm Innendämmung mit Schaumglas oder VIP oder alternatives Dämmmaterial mit Dampfsperre ($\mu=1.000.000$) nach 10 Jahren. Linkes Bild relative Luftfeuchtigkeit und rechtes Bild Temperaturverteilung.....	106
Abbildung 4-28: Wärmestrom in den ersten zehn Jahren (in Tagen) bei 5 cm Innendämmung in dampfdichter Ausführung	107
Abbildung 4-29: Gesamtwassergehalt in den ersten zehn Jahren (in Tagen) bei 5 cm Innendämmung in dampfdichter Ausführung	107
Abbildung 4-30: Relative Luftfeuchte in den ersten zehn Jahren beim Bodenanschluss (in Tagen) bei 5 cm Innendämmung in dampfdichter Ausführung. An Innen- und Außenseite der Innendämmung sowie an der Innenseite des Mauerwerks	108
Abbildung 4-31: Relative Luftfeuchte in den ersten zehn Jahren im ungestörten Wandquerschnitt (in Tagen) bei 5 cm Innendämmung in dampfdichter Ausführung. An Innen- und Außenseite der Innendämmung sowie an der Innenseite des Mauerwerks.....	108
Abbildung 5-1: Sockelausprägungen der drei Sanierungsvarianten im Vergleich	111
Abbildung 5-2: Struktur der Simulationsszenarien. Ausgehend von einem vierjährigen Klimaszenario werden einzelne Eingabegrößen des Simulationsmodells schrittweise aktiviert.	112
Abbildung 5-3: Heizwärmebedarf der verschiedenen Szenarien pro Netto-Nutzfläche	113
Abbildung 5-4: Orientierung des Gebäudes	114
Abbildung 5-5: Kellergeschoss: Thermische Zonen und Außenabmessungen.....	116
Abbildung 5-6: Erdgeschoss: Thermische Zonen und Außenabmessungen	116
Abbildung 5-7: Obergeschoss: Thermische Zonen und Außenabmessungen.....	117
Abbildung 5-8: Dachgeschoss: Thermische Zonen und Außenabmessungen	117
Abbildung 5-9: Dachraum: Thermische Zonen und Außenabmessungen	118
Abbildung 5-10: Thermische Zonen des Erdgeschosses.....	120
Abbildung 5-11: Wochenverläufe der Innenwärmen von Zone 1, 2, 3, 4 und 16	138
Abbildung 5-12: Wochenverläufe der Innenwärmen von Zone 5, 6, 7, 8, 9, 12 und 15	139

Abbildung 5-13: Wochenverläufe der Innenwärmern von Zone 10, 11, 13, 14, 17 und 18 ...	140
Abbildung 5-14: Erklärung der Gewinn- und Verlustanteile der Jahreswärmebilanz 142	142
Abbildung 5-15: Jahreswärmebilanz des Szenarios 01a Bestand bezogen auf 2460,4 m ² Nutzfläche	144
Abbildung 5-16: Jahreswärmebilanz des Szenarios 02a Außendämmung bezogen auf 2460,4 m ² Nutzfläche	145
Abbildung 5-17: Jahreswärmebilanz des Szenarios 03a Außendämmung bezogen auf 2460,4 m ² Nutzfläche	146
Abbildung 5-18: Jahreswärmebilanz des Szenarios 04a Außendämmung bezogen auf 2460,4 m ² Nutzfläche	147
Abbildung 5-19: Jahreswärmebilanz des Szenarios 05a Außendämmung bezogen auf 2460,4 m ² Nutzfläche	148
Abbildung 5-20: Jahreswärmebilanz des Szenarios 06a Innendämmung bezogen auf 2460,4 m ² Nutzfläche	149
Abbildung 5-21: Jahreswärmebilanz des Szenarios 07a Innendämmung bezogen auf 2460,4 m ² Nutzfläche	150
Abbildung 5-22: Jahreswärmebilanz des Szenarios 08a Innendämmung bezogen auf 2460,4 m ² Nutzfläche	151
Abbildung 5-23: Jahreswärmebilanz des Szenarios 09a Innendämmung bezogen auf 2460,4 m ² Nutzfläche	152
Abbildung 5-24: Überschreitungshäufigkeit und Maximalwerte der Heizleistung im Szenario 01a. Bestand	153
Abbildung 5-25: Überschreitungshäufigkeit und Maximalwerte der Heizleistung im Szenario 02a. Außendämmung	154
Abbildung 5-26: Überschreitungshäufigkeit und Maximalwerte der Heizleistung im Szenario 03a. Außendämmung	154
Abbildung 5-27: Überschreitungshäufigkeit und Maximalwerte der Heizleistung im Szenario 04a. Außendämmung	155
Abbildung 5-28: Überschreitungshäufigkeit und Maximalwerte der Heizleistung im Szenario 06a. Innendämmung	155
Abbildung 5-29: Überschreitungshäufigkeit und Maximalwerte der Heizleistung im Szenario 07a. Innendämmung	156
Abbildung 5-30: Überschreitungshäufigkeit und Maximalwerte der Heizleistung im Szenario 08a. Innendämmung	156
Abbildung 5-31: Überschreitungshäufigkeit und Maximalwerte der Kühlleistung im Szenario 05a und Szenario 09a.	157
Abbildung 5-32: Jahreswärmebilanz Kellergeschoss 2005 - Szenario 05a. Außendämmung	158
Abbildung 5-33: Jahreswärmebilanz Erdgeschoss 2005 - Szenario 05a. Außendämmung	158
Abbildung 5-34: Jahreswärmebilanz Obergeschoss 2005 - Szenario 05a. Außendämmung	159
Abbildung 5-35: Jahreswärmebilanz Dachgeschoss 2005 - Szenario 05a. Außendämmung	159
Abbildung 5-36: Verlauf der Raumluffttemperatur in Zone 1, 2 und 10 - Szenario 04a. Außendämmung	160
Abbildung 5-37: Verlauf der Raumluffttemperatur in Zone 3 - Szenario 04a. Außendämmung	161
Abbildung 5-38: Verlauf der Raumluffttemperatur im Sommer 2003 in Zone 3 - Szenario 04a. Außendämmung	161
Abbildung 5-39: Verlauf der Raumluffttemperatur in Zone 4 - Szenario 04a. Außendämmung	162
Abbildung 5-40: Verlauf der Raumluffttemperatur in Zone 7 - Szenario 04a. Außendämmung	162
Abbildung 5-41: Verlauf der Raumluffttemperatur in Zone 9 - Szenario 04a. Außendämmung	163

Abbildung 5-42: Verlauf der Raumlufftemperatur in Zone 13 - Szenario 04a. Außendämmung	163
Abbildung 5-43: Verlauf der Raumlufftemperatur in Zone 14 - Szenario 04a. Außendämmung	164
Abbildung 5-44: Verlauf der Raumlufftemperatur in Zone 16 - Szenario 04a. Außendämmung	164
Abbildung 5-45: Verlauf der Raumlufftemperatur im Sommer 2003 in Zone 16 - Szenario 04a. Außendämmung	165
Abbildung 5-46: Monatswerte des Heizwärmebedarfs und Kühlbedarfs. Szenario 05a- Außendämmung	166
Abbildung 5-47: Monatswerte des Heizwärmebedarfs und Kühlbedarfs. Szenario 09a - Innendämmung	166
Abbildung 5-48: Jahressummen des Heizwärmebedarfs aller Szenarien bezogen auf Nutzfläche	167
Abbildung 5-49: Jahressummen des Kühlbedarfs aller Szenarien bezogen auf Nutzfläche	168
Abbildung 5-50: Absoluter jährlicher Heizwärmebedarf aller Szenarien	169
Abbildung 5-51: Absoluter jährlicher Kühlbedarf aller Szenarien	169

11 PROJEKT BETEILIGTE

DI Wilhelm Hofbauer⁽¹⁾, Arch. DI Friedrich Mühling⁽¹⁾, DI Fritz Zierfuß⁽¹⁾, Hans Zelenka⁽¹⁾, DI Roman Smutny⁽¹⁾, Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.rer.nat. Jürgen Dreyer⁽²⁾, Ao.Univ.Prof. DI Dr. Thomas Bednar⁽²⁾, DI Dr. Clemens Hecht⁽²⁾, Tanja Höfer⁽²⁾, DI Dr. Thomas Mach⁽³⁾, DI Markus Michlmair⁽³⁾, DI Dr. Hermann Schranzhofer⁽³⁾, Ao.Univ.Prof. DI Dr. Wolfgang Streicher⁽³⁾, Ao.Univ.Prof. Mag. Dr. Philipp Weihs⁽⁴⁾, DI Markus Brandl⁽⁵⁾

(1) Arbeitsgemeinschaft Hofbauer Mühling

Arbeitsgemeinschaft Hofbauer Mühling

A-1140 Wien, Penzinger Straße 58
Tel. +43 1 894 31 91-13, Fax -15
E-mail: technisches.buero.hofbauer@utanet.at

Arch. DI Friedrich Mühling
DI Wilhelm Hofbauer
DI Roman Smutny
DI Fritz Zierfuß
Hans Zelenka

(2) Technische Universität Wien, Institut für Hochbau und Technologie

Bearbeitung von Kapitel 4



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

VIENNA
UNIVERSITY OF
TECHNOLOGY

Institut für Hochbau und Technologie
Institute for Building Construction & Technology

Zentrum für Bauphysik und Bauakustik

Center of Building Physics and Acoustics

Ao.Univ.Prof. DI Dr. Thomas BEDNAR

Karlsplatz 13 / E206 2

A-1040 Wien

thomas.bednar@tuwien.ac.at

Tel. 01 58801 206 02

Fax 01 58801 206 98

Ao.Univ.Prof. DI Dr. Thomas BEDNAR
DI Dr. Clemens Hecht
Tanja Höfer
J. Lukas, C. Deseyve, T. Glöckl und M. Jung
G. Eger und M. Grüner

(3) Technische Universität Graz, Institut für Wärmetechnik, Arbeitsbereich
Energieeffiziente Gebäude

Bearbeitung von Kapitel 5



DI Dr. Thomas Mach
DI Markus Michlmair
DI Dr. Hermann Schranzhofer
Ao. Univ. Prof. Dr. Wolfgang Streicher

(4) Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Meteorologie

Bearbeitung von Kapitel 3

Institut für Meteorologie
Department für Wasser, Atmosphäre, Umwelt
Universität für Bodenkultur
Peter Jordan Strasse 82, A-1190 Wien

Ao. Univ. Prof. Mag. Dr. Philipp Weihs

(5) architektur bau projekt gmbH, Salzburg + Bad Ischl

Bearbeitung von Kapitel 1



Dipl.-Ing. Arch. Markus Brandl
Augustinergasse 26, 5020 Salzburg
Technoparkstrasse 3, 4820 Bad Ischl
www.abpm.at