



Lukas Bachinger BSc

Adaptierungen für einen Volksschulraum in einem denkmalgeschütztem Dachraum

MASTERARBEIT

Zur Erlangung des Akademischen Grades

Diplom-Ingenieur

Masterstudium Bauingenieurwissenschaften - Konstruktiver Ingenieurbau

eingereicht an der

Technischen Universität Graz

Betreuer

Univ.-Prof. Mag. Dipl.-Ing. Dr.jur. Dr.techn. Peter Kautsch

Institut für Hochbau und Bauphysik

Graz, August 2014

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

AFFIDAVIT

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Das in TUGRAZonline hochgeladene Textdokument ist mit der vorliegenden Masterarbeit identisch.

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources/resources, and that I have explicitly indicated all material which has been quoted either literally or by content from the sources used. The text document uploaded to TUGRAZonline is identical to the present master's thesis.

Datum / Date

Unterschrift / Signature

Danksagung

Ich danke Herrn Professor Kautsch für die Unterstützung bei meiner Arbeit, dem Interesse an meinem Thema und vor allem für seine Geduld.

Ein Danke auch an Kollegen und Mitarbeiter im Rahmen meiner beruflichen Tätigkeit, die mich unterstützt, motiviert und hin und wieder auch etwas „gedrängt“ haben.

Mein spezieller Dank gilt hierbei jedoch nicht nur meinen Kollegen, sondern meinen derzeitigen Arbeitgebern, welche mich stets motiviert und an mich geglaubt haben: Martin und Anton.

Danke natürlich auch an meine Freunde und Bekannte, die mich über den gesamten Zeitraum meines Studiums begleitet haben. Vor allem richtet sich mein Dank an Thomas für eine ganz besondere Freundschaft und Verbundenheit, welche ich nun schon seit über einem Jahrzehnt zu schätzen weiß.

Auch meine Verwandten möchte ich besonders hervorheben. Danke für die Unterstützung und steten Nachfragen, ohne mich zu bedrängen. Spezieller Dank hierbei an Eva für die Hilfe, Unterstützung und die Möglichkeit, einfach mal kurz bei einem Gespräch abzuschalten.

Zum Schluss möchte ich noch meiner Familie danken, meinem Vater und meinem Großvater für die Begleitung und das Miterleben meines Studiums und das Ertragen all meiner „Ausflüchte“ über die Jahre hinweg. Speziell möchte ich meiner Schwester Anna danken, die mich all die Jahre begleitet, unterstützt, motiviert, aber auch das eine oder andere Mal ermahnt hat, damit ich mich wieder auf das Wesentliche konzentriere. Auch möchte ich mich bei ihr für Momente bedanken, in denen sie mir gut zugesprochen hat oder mich einfach nur ertragen hat.

Last but not least möchte ich mich bei meiner Mutter bedanken. Sie hat mich stets unterstützt. Sei es in Zeiten, in denen alles so gelaufen ist, wie geplant oder in Momenten, die nicht so einfach für mich waren. Sie hat immer an mich geglaubt, mich unterstützt, mir gut zugesprochen oder mich das eine oder andere Mal ermahnt, wenn ich mich nicht motivieren konnte. Sie hat mir immer gut zugesprochen und mich bis zum Schluss, nicht nur im Rahmen meines Studiums, begleitet. Auch in allen anderen Projekten hat sie mich unterstützt beziehungsweise mir vieles erst ermöglicht. Sie hat mir stets das Gefühl gegeben, das ich alles, was ich möchte, erreichen kann, wenn ich nur an mich glaube. Nochmals großen Dank an meine liebe Mutter.

Zusammenfassung

Diese Masterarbeit befasst sich mit Simulationen und Berechnungen für eine bauphysikalisch, schallschutztechnisch sowie schulbautechnisch angepasste Adaptierung eines Dachgeschoßraumes, innerhalb eines unter Denkmalschutz stehenden Gebäudes der Altstadtsschutzzone "I" in Graz, zum Zwecke der Nutzung als Unterrichtsraum, für eine Volksschulklasse.

Zu Projektbeginn wurde eine klare Zielsetzung definiert und für den Dachgeschoßraum die Bestandsituation erhoben. Zur Feststellung der Qualität des Bestandes wurden bauphysikalische Berechnungen durchgeführt, wie beispielsweise eine auf einem 3D-Programm basierende Wärmebrückenberechnung. Die anschließende Auswertung der gewonnenen Daten erfolgte durch den Vergleich mit den aktuell gültigen Normen und Richtlinien. Bei Abweichungen wurden für jene Teilbereiche, die nicht die aktuellen Anforderungen erfüllen, Varianten von wärme-, schall- sowie schulbau-technischen Optimierungen erarbeitet.

Aus den Analysen, sowie den gewonnenen Erkenntnissen hinsichtlich des benötigten Adaptierungsbedarfes entstand, als Zielvorgabe, das Konzept einer Gesamtsanierung. Abschließend erfolgte die Beurteilung der potenziellen Umsetzbarkeit der Adaptierungsvorschläge.

Abstract

This master thesis deals with simulations and calculations for building physics, sound insulation technology and the technically adapted adjustment of an attic space of a school building under monumental protection. The building belongs to the old town protection zone "I" in Graz and the purpose was to make use of it as a classroom for an elementary school.

At the beginning of the project, a clear objective and stock situation for a top floor room were defined. To determine the quality of the portfolio, building physics calculations were conducted, such as those based on a 3D-program thermal bridge calculation. The subsequent analysis of the obtained data was carried out by a comparison of the standards and guidelines currently in force. In case of deviation variants of heat, sound, and school construction, technical improvements were developed for those sections which did not meet the current requirements.

From the analysis, the objective as well as the knowledge gained regarding the renovation, the need of a concept for a total renovation arose. Finally, an evaluation of the potential feasibility of adaptation proposals was made.

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemein	11
1.1	Ausgangssituation	11
1.2	Aufgabenstellung	12
1.3	Ziele	12
1.4	Untersuchungsbereich	13
2	Anforderungen	15
2.1	Eigentümer	15
2.2	Nutzer	16
2.3	Umsetzung	17
3	Regelwerke	19
3.1	Bautechnische Regelwerke	19
3.2	Schulbautechnische Regelwerke	23
4	Projektgrundlagen	27
4.1	Allgemein	27
4.2	Bestandsdarstellung	28
4.3	Anforderungen	39
5	Bestandsanalyse	49
5.1	Wärmetechnische Berechnung	49
5.2	Wärmebrücken	63
5.3	Schallschutz	74
5.4	AnTherm Auswertung	78
5.5	Schulbauspezifika	101
5.6	Soll/Ist-Vergleich	103
6	Adaptierungen	111
6.1	Wärmetechnik	112
6.2	Schallschutz	114
6.3	Schulbauspezifika	119
6.4	Auswirkungen	123
7	Schlussfolgerung	135
7.1	Analyse	135
7.2	Ausblick	137
8	Abbildungsverzeichnis	139
9	Tabellenverzeichnis	142
10	Literatur & Linkverzeichnis	143
11	Anhang	145

Das Inhaltsverzeichnis wird auf Grund der Übersichtlichkeit nur bis zum ersten Unterkapitel dargestellt.

1 Allgemein

Zuerst folgt eine kurze Darstellung der Situation, welche sich im Rahmen dieser Masterarbeit durch die Betrachtung eines Altbauobjekts unter moderner bautechnischer Sichtweise ergeben.

1.1 Ausgangssituation

Basis für diese Masterarbeit ist die Tatsache, dass für das Objekt der Grazer Schulschwester am Kaiser-Franz-Josef-Kai in Graz, eine umfassende Generalsanierung durch die Eigentümer, die Grazer Schulschwester, angestrebt wurde. Im Zuge dieser Überlegung wurden Anregungen für eine mögliche Erweiterung beziehungsweise eine verbesserte Verwertung der vorhandenen Gebäudeflächen angestellt

Daraus entstand das Projekt: Schul- und Provinzhaus-Generalsanierung in Graz.

Geplant ist es ein Zusammenspiel aus Tradition und Traditionellem in Verbindung mit Modernem und Zeitgemäßem. Im Zuge der Neugestaltung eines Schul- und Konvent-Gebäudes sollten diese Elemente sichtbar gemacht und vor allem stilvoll verbunden werden.

Ziel ist es, ein gemeinsames Dasein, ein Zusammenspiel von Kindergarten, Tagesheim, Volksschule und Konvent, inklusive einzelner Erweiterungen zum derzeitigen Betrieb, wie zum Beispiel die Erweiterung des Nachmittagsangebotes zu einer vollwertigen Ganztageschule, in Einklang zu bringen.

Eine Erhöhung der Kapazitäten des Tagesheims für eine zentrale Mittagessenausgabe, die Planung und Errichtung einer Gesamtgarderobe im Kellergeschoß, die Modernisierung und Adaptierung der aktuellen Turnräumlichkeiten bis hin zu einem modernen Turnsaal sollten möglich gemacht werden. Die Nutzung und Anpassung von Räumlichkeiten durch die Volksschule als Gruppenräume für individuelle Lernarbeit und zur Optimierung der Lernergebnisse sollten gewährleistet sein. Außerdem sollte eine Gestaltung der neuen, adaptierten Bereiche in barrierefreier Ausführung ausgeführt werden.

Auch im technischen Bereich sind Anpassungen der vorhandenen Infrastruktur beziehungsweise deren Erneuerung vorgesehen. So sollen im Zuge der Umbauarbeiten sämtliche relevanten Versorgungsleitungen innerhalb der Liegenschaft dem Stand der Technik angepasst werden. Dies betrifft sowohl die Heizungsanlage wie auch Strom, Telefon und EDV-Anlagen im Objekt.

All dies ist unter Einhaltung der gültigen Normen, Vorschriften und Auflagen durch die Behörden zu planen und in weiterer Folge auch umzusetzen. Sämtliche Arbeiten und Planungen sollen für diese Sanierung stets unter dem Gesichtspunkt der Erhaltung der Gegebenheiten (Denkmalschutz) sowie dem Wunsch nach einer neuen, modernen, aber auch nachhaltigen Schule aus dem Provinzhaus stehen.

1.2 Aufgabenstellung

Wie sich schon aus der Beschreibung des Objektes beziehungsweise der Darstellung des Wunsches nach einer umfassenden Sanierung der Liegenschaft dargestellt hat, bezieht sich diese Arbeit auf einen Teilbereich der Generalsanierung des Gebäudes der Grazer Schulschwestern.

Für die genauere Betrachtung im Rahmen der Untersuchungen, welche sich in dieser Arbeit abbilden, wird im Speziellen auf einen, in weiterer Folge als Raum „1“ bezeichneten, Dachgeschoßraum eingegangen.

Dieser Raum unterliegt derzeit keiner zweckgebundenen Nutzung.

Durch die Erarbeitung der einzelnen Daten und Möglichkeiten aus den Bereichen der Bauphysik soll dargestellt werden, inwieweit man für diesen Raum, im Zuge der Generalsanierung, eine Optimierung erreichen kann. Es soll untersucht werden, ob es sowohl technisch als auch wirtschaftlich sinnvoll wäre, diesen Raum einer speziellen Nutzung zuzuführen.

Für die Eingrenzung der Vorgaben und Erarbeitung einer detaillierten Zielvorgabe wurde beschlossen, den Raum „1“ hinsichtlich seiner Tauglichkeit als Klassenraum für die Nutzung, durch die im Objekt untergebrachte Volksschule, zu beleuchten.

1.3 Ziele

Aus der Aufgabenstellung ergeben sich für die Bearbeitung der Situation, welche durch den Raum „1“ im Dachgeschoßbereich gegeben ist, mehrere Ziele, die erreicht werden sollen.

Als erstes soll eine Bestandsaufnahme des jetzigen Raumes gemacht werden.

Die Betrachtung soll sowohl aus bautechnischer als auch aus schultechnischer Sichtweise durchgeführt werden. Es soll untersucht werden, in wie weit es zum jetzigen Zeitpunkt möglich wäre, einen Raum für eine Unterrichtsgestaltung herzurichten.

Nach Abschluss der Untersuchungen und Betrachtungen der Bestandssituation soll anhand einer Variante ein möglicher Vorschlag für die Optimierung des Raumes erstellt werden. Im Zuge dieser Variante sollen Punkte, welche für den Betrieb eines Klasserraumes nötig sind, aber durch den Bestand nicht erfüllt werden, angepasst werden. Zusätzlich soll versucht werden, im Zuge der Variantenausarbeitung, den Raum so gut als möglich an die Vorgaben für einen „optimal“ nutzbaren Klassenraum zu gestalten. Ziel ist die Nutzbarmachung als Klassenraum und nicht eine einfache Sanierung.

1.4 Untersuchungsbereich

Zur Erfüllung der Ziele, entsprechend der Projektgrundlagen, erfolgt eine Gliederung der weiterführenden Untersuchungen in einzelne Teilbereiche. Für die jeweiligen Teilbereiche werden gesonderte Betrachtungen und Berechnungen durchgeführt.

Begonnen wird mit der Darstellung und Anführung der für ein solches Projekt relevanten Grundlagen, Normen und Regelwerke. Anschließend erfolgt eine Grundlagenstudie, inklusiver der Erfassung der Rahmenbedingungen, entsprechend den Vorgaben und Anforderungen aus den Richtlinien und Normen.

Um die aus den Grundlagen gewonnen Erkenntnisse zu nutzen, werden die Projektgrundlagen des Bestandes des Raum „1“ im Zuge einer Bestandserhebung und Bewertung analysiert. Im Zuge der Bestandsdarstellung wird eine Berechnung und Analyse der Ist-Situation sowie ein Vergleich des Bestandes mit den zuvor ermittelten Grundlagen und Vorgaben aus den Richtlinien vorgenommen. Im Rahmen der Analyse erfolgt die Auswertung der Situation mit Hilfe eines Soll-Ist-Vergleiches und der weiterführenden Darstellung der nicht erfüllten Punkte. In weiterer Folge werden die so gewonnen Erkenntnisse durch das Aufzeigen von Vorschlägen zur Adaptierung von Raum „1“ betrachtet. Abschließend erfolgt die Verbindung der einzelnen Adaptierungen der Auswertungen zu einem Gesamtkonzept des Raumes zur Nutzung als Volksschulraum.

2 Anforderungen

Was darf man unter dem Begriff „Nutzerwünsche“ verstehen? Bei einem Projekt wie einem Klassenraum, welcher in das Dachgeschoß eines Altbauobjektes integriert werden soll und sich zusätzlich im Privatbesitz befindet, treffen unterschiedliche Anforderung und Wünsche durch die einzelnen Nutzer und den Bauherren beziehungsweise den Eigentümern aufeinander.

2.1 Eigentümer

Entsprechend der heute üblichen Situation ist es relevant, noch vor den Anforderungen und Wünschen durch eventuelle Nutzer, auf die Gegebenheiten beziehungsweise Bedürfnisse des Eigentümers/Bauherren einzugehen.

2.1.1 Eigentümer

Mit den Anforderungen an ein Gebäude und Projekt wie der Dachgeschoßausbau der Grazer Schulschwestern durch den Eigentümer verbinden sich gleichzeitig auch Wünsche.

Für den Eigentümer steht, in der heutigen Zeit, die finanzielle Komponente im Vordergrund. Es geht hierbei jedoch nicht nur um die direkt durch den Umbau oder die Sanierung entstehenden Kosten, sondern auch um die durch die Adaptierungen entstehenden Möglichkeiten der weiteren Nutzung.

So ist es nicht von der Hand zu weisen, dass ein großzügiger Umbau beziehungsweise die Sanierung nach allen Fassetten, durch den Eigentümer im Regelfall nicht gewünscht wird. Durch den Eigentümer wird im Regelfall eine einfache, schnelle und vor allem kostengünstige Lösung bevorzugt.

Ziel sollte es jedoch sein, dass es am Ende zu einer Variante kommt, die nicht durch den günstigsten Preis, sondern durch das beste Verhältnis aus Kosten und Nutzen besteht. Man darf jedoch nicht übersehen, dass es bei einer entsprechend hochwertigen und umfangreichen Sanierung auch zu einer Wertsteigerung des Objektes kommen kann, was wiederum in Folge zu einer Erhöhung möglicher Mieteinnahmen beziehungsweise zu einer leichteren und sinnvolleren Weiternutzung führen kann. Sollte es, wie in diesem Fall, zur Nutzung der Räumlichkeiten innerhalb eines geregelten Schulbetriebes kommen, muss darauf eingegangen werden, dass sich die Anforderung sowohl an Räumlichkeiten, welche für den Schulbetrieb genutzt werden, als auch an Anforderungen und Vorgaben an Bauwerke im allgemeinen, im Laufe der Zeit vermutlich ändern werden und es daher nicht zielführend beziehungsweise zukunftsorientiert wäre, schon von Anfang an nur die Mindestlösungen zu forcieren.

2.1.2 Bauherr

Wie lassen sich für ein solches Projekt aber der Eigentümer vom Bauherren unterscheiden? Wie schon erwähnt, stehen für den Eigentümer die betriebswirtschaftlichen Anforderungen im Vordergrund. Für die Bauherren sollten in diesem Fall jedoch die bauablauftechnischen Gegebenheiten im Vordergrund stehen.

So ist es für die Bauherren wichtig, dass für die Sanierungen nur Varianten erarbeitet werden beziehungsweise in weiterer Folge auch zur Umsetzung gelangen, welche sich als realistisch und durchführbar erweisen.

Für die Dachraumsanierung ist durch den Bauherren darauf zu achten, wie dieser Umbau und die Sanierung durchführbar sind.

Sollte es sich durch die Anforderungen und Wünsche durch sämtliche an diesem Projekt beteiligten ergeben, dass eine Generalsanierung und ein kompletter Umbau möglich wären, ist dies durch den Bauherren entsprechend zu koordinieren und zu planen.

Von Seiten der Bauherren ist immer zu bedenken, dass es sich bei dem Objekt der Grazer Schulschwester am Kaiser-Franz-Josef-Kai um ein Schulgebäude handelt, welches im laufenden Betrieb steht. Dies hat zur Folge, dass als Anforderung durch den Bauherren nur Varianten oder Lösungen zuträglich sind, welche sich im Rahmen eines bereits stattfindenden Schulbetriebes realisieren lassen. Sollte dies nicht möglich sein, müssen die Sanierungsarbeiten so angepasst werden, dass die getroffenen Maßnahmen entsprechend aufteilbar sind und so den Betrieb innerhalb der Schule und des Konventes so gering wie möglich beeinflussen.

2.2 Nutzer

Im Gegensatz zu den Anforderungen welche durch den/die Eigentümer und den Bauherren an ein Projekt gestellt werden, liegen die Wünsche und Vorstellung der Nutzer nicht im Erfüllen betriebswirtschaftlicher oder bauablauftechnischer Anforderungen, sondern vielmehr im Bereich der Nutzungsqualität beziehungsweise der Anforderungen, welche sich durch den täglichen Ablauf innerhalb eines Klassenraumes ergeben.

2.2.1 Lehrkörper

Abgesehen von den Anforderungen an einen Schulraum, die durch die entsprechenden Vorgaben aus den jeweiligen Richtlinien definiert sind, haben Räume für den Unterrichtsgebrauch auch Anforderungen beziehungsweise gewünschte Vorgaben durch die dort unterrichtenden Lehrer oder das vortragende Personal, welche sich eher in einem Bereich finden, der teilweise nicht genau definiert werden oder durch Zahlen dargestellt werden kann.

Für das Lehrpersonal stehen, wie schon erwähnt, andere Punkte im Vordergrund als für den Eigentümer. Durch das Lehrpersonal werden vor allem Dinge gefordert beziehungsweise gewünscht, welche den täglichen Betrieb beeinflussen.

Es ist für einen Lehrer wichtig, dass sich der Klassenraum gut gegliedert darstellt. Es müssen entsprechende Ablagen vorhanden sein, die Ausstattung der Räumlichkeiten hat den Vorgaben zu entsprechen. Es muss Platz und Raum für Lehr- und Präsentationsmaterial vorhanden sein.

Des Weiteren ist es für das Lehrpersonal wichtig, dass die Räumlichkeiten gut zu überblicken sind, was das Vortragen/Unterrichten erheblich erleichtert.

Für das Unterrichten ist es unerlässlich, dass die Räumlichkeiten über eine entsprechende Qualität bezüglich der bautechnischen und bauphysikalischen Anforderungen verfügen. Es müssen für einen geregelten Betrieb sowohl Anforderungen an die akustischen Kriterien als auch an die Behaglichkeitskriterien erfüllt werden, damit es durch das Lehrpersonal zu einem qualitativ hochwertigen Unterricht kommen kann.

2.2.2 Schüler

Was macht einen Klassenraum für einen Schüler oder in weiterer Folge einen Unterrichtsraum für die jeweiligen Nutzer zu einem guten Raum für die gewünschten Nutzungen? Ähnlich den Anforderungen, die durch das Lehrpersonal gestellt werden, können die Anforderungen durch die Schüler, Kinder, „Gäste“ nicht immer genau in Zahlen gefasst werden, sofern sie nicht durch die Vorgaben aus den jeweiligen Richtlinien definiert und beschrieben sind. Für die Schüler ist es natürlich wichtig, dass es eine gute Hörsamkeit innerhalb der Räumlichkeiten gibt. Auch ist die Übersichtlichkeit entscheidend. Doch ist auch auf Faktoren zu achten, welche sich von Klasse zu Klasse und vor allem innerhalb der unterschiedlichen Altersstruktur der Nutzer ergibt. So sind Räume, welche für Schüler einer ersten Klasse optimiert sind, nicht zwangsläufig auch gute Räumlichkeiten für Schüler einer vierten Klasse. Auf diese Anforderungen kann innerhalb dieser Arbeit jedoch nicht speziell eingegangen werden, da es sich hierbei, wie bei den Anforderungen durch das Lehrpersonal, um „softe“, veränderliche Anforderungen handelt

Die Aufgabe innerhalb dieses Projektes besteht lediglich darin, den Raum soweit zu gestalten, dass es in weiterer Folge die Möglichkeit gibt, den zu untersuchenden Raum durch den Nutzer, in diesem Fall die Schüler, soweit zu adaptieren, dass ein für Schüler guter Unterrichtsraum entsteht.

2.3 Umsetzung

Wie schon aus den Anforderungen der einzelnen Parteien, mit Ausnahme der Vorgaben aus den jeweiligen Richtlinien, hervorgeht kommt es, wie bei fast allen Projekten, zu einem Aufeinandertreffen der unterschiedlichen Wünsche und Erwartungen.

Bei der Planung und in weiterer Folge der Durchführung für ein Projekt ist es wichtig, dass es hier zu einer qualitativ hochwertigen Abstimmung der einzelnen Gruppen kommt.

Es muss darauf geachtet werden, dass das Projekt für den Eigentümer und den Bauherren stets realisierbar bleibt, ohne dabei jedoch die „soften“ Anforderungen durch die Nutzer zu vergessen.

Somit ist es nicht sinnvoll, einen Schul- beziehungsweise Unterrichtsraum zu planen und zu versuchen, aus dem vorhandenen Platz den „optimalen“ Raum für die Schüler und Lehrer zu schaffen, wenn dies aus wirtschaftlicher und betriebstechnischer Sicht nicht möglich ist.

Weil der Betrieb eines Objektes, vor allem wenn es sich, wie die Schule der Grazer Schulschwester, der sich im Privatbesitz befindet, nur funktionieren kann, wenn die jeweiligen Projekte und Umbau-Sanierungsmaßnahmen auch umsetzbar sind, gleichzeitig aber auch so gut wie möglich die Anforderungen an einen Schulraum erfüllen, um einen, für eine Privatschule gewünschten, qualitativ hochwertigen Unterricht zu gestalten.

3 Regelwerke

Im Bereich der Bautechnik ist eine große Menge unterschiedlicher Regelwerke vorhanden. Die Werke dienen zur Auflistung der Anforderungen, welche durch ein Bauwerk in vielerlei Hinsicht erfüllt werden müssen.

Da es sich bei dem Dachbodenraum, Raum „1“, im Gebäude der Grazer Schulschwestern jedoch nicht nur um einen Neu- oder Umbau handelt, sondern zusätzlich um einen Raum innerhalb eines Schulgebäudes. Dieser soll in weiterer Folge durch den Nutzer beziehungsweise Eigentümer der Verwendung als Klassen – beziehungsweise Unterrichtsraum zugeführt werden. Daher kommen zusätzlich zu den Anforderungen und Vorgaben, welche sich aus der Bautechnik im allgemeinen ergeben, weitere Anforderungen betreffend der Gestaltung und Ausbildung von Schul- und Unterrichtsräumen zum Tragen.

Richtlinien/Normen

Die vorhandenen und im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Richtlinien teilen sich in zwei Bereiche. Einerseits gilt es natürlich sich an die Anforderungen der Bautechnik beziehungsweise den Bauvorschriften des Landes Steiermark zu orientieren und andererseits müssen oder sollten die Anforderungen, welche sich durch die Verwendung als Unterrichtsraum ergeben und daher nicht zwangsläufig reine Anforderungen entsprechend der Bautechnik darstellen, sondern mehr auf die Nutzung durch Schüler und Lehrer eingehen, erfüllt werden.

3.1 Bautechnische Regelwerke

Aus bautechnischer Sicht sind mehrere Normen und Richtlinien vorhanden, welche im Rahmen einer Sanierung beziehungsweise eines Umbaus eingehalten werden müssen.

Richtlinien und Normen welche, laut Bautechnik, erforderlich sind und eingehalten werden müssen, sind folgende:

- Steiermärkisches Baugesetz
- Ö-Norm B-8110
- Ö Norm B 8115
- OIB Richtlinien
- DIN 18041
- Ö-Norm B-3800
- TRVB
- Ö-Norm EN 13501-2

Zusätzlich zu den hier angeführten Normen und Richtlinien müssen sämtliche weitere relevanten Normen, Produktnormen und Vorschriften eingehalten werden. Da diese aber nicht direkt Bestandteil dieser Arbeit sind und in weiterer Folge nicht näher auf die Anforderungen eingegangen wird, werden diese auch nicht weiter erwähnt und angeführt. Auch wird nicht auf spezielle Anforderungen, welche sich aus weiteren Regelwerken, wie Normen und Richtlinien, ergeben, eingegangen.

Steiermärkisches Baugesetz

Das steiermärkische Baugesetz befasst sich mit den bautechnischen Vorschriften und Richtwerten, welche, wie in Österreich üblich, in ihren Einzelheiten durch die Länder geregelt sind. Dieses Regelwerk bezieht sowohl allgemeine Punkte zur Bautechnik als auch spezifische Eigenheiten für die Region Steiermark mit ein.

Ö-Norm B-8110

Die Ö-Norm B8110 befasst sich im Rahmen von sechs Teilen mit dem Wärmeschutz im Hochbau, beginnend bei den Deklarationen des Wärmeschutzes bis hin zu den Grundlagen für den Nachweis von Heizwärme und Kühlbedarf.

- Ö-Norm B 8110-1; Wärmeschutz im Hochbau
- Ö-Norm B 8110-2; Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz
- Ö-Norm B 8110-3; Vermeidung sommerlicher Überwärmung
- Ö-Norm B 8110-4; Betriebswirtschaftliche Optimierung des Wärmeschutzes
- Ö-Norm B 8110-5; Klimamodell und Nutzungsprofile
- Ö-Norm B 8110-6; Grundlagen und Nachweisverfahren Heizwärmebedarf und Kühlbedarf

Ö Norm B-8115

Die Ö-Norm B-8115 beschreibt die Anwendungen, Vorgaben und Begriffe bezüglich des Schallschutzes und der Raumakustik im Hochbau. Gegliedert ist diese Ö-Norm in folgende sieben Unterteilungen:

- B 8115-1; Begriffe und Einheiten
- B 8115-2; Anforderungen an den Schallschutz
- B 8115-3; Raumakustik
- B 8115-4; Maßnahmen zur Erfüllung der schalltechnischen Anforderungen
- B 8115-5; Klassifizierung
- B 8115-6; Messverfahren zum Nachweis der Erfüllung der schallschutztechnischen Anordnungen in Gebäuden
- B 8115-7; Bewertung der Trittschallminderung durch eine Deckenauflage auf einer Bezugs-Massivholzdecke

OIB Richtlinien; „Harmonisierungsbasis für bautechnische Vorschriften“¹

Durch die OIB_RL soll eine Harmonisierung der länderspezifischen Bauvorschriften ermöglicht werden ohne deren Gesetzcharakter zu beeinflussen.

Die Richtlinien unterteilen sich wie folgt:

- OIB_RL „2“; Brandschutz
- OIB_RL „3“; Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz
- OIB_RL „4“; Nutzungssicherheit und Barrierefreiheit
- OIB_RL „5“; Schallschutz
- OIB_RL „6“; Energieeinsparung und Wärmeschutz
- OIB_RL; Begriffsbestimmungen

DIN 18041; „Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen“²

Durch DIN 18041 wird ähnlich wie in der Ö-Norm B-8115 auf die bau und raumakustischen Eigenschaften beziehungsweise. Anforderungen eingegangen.

Ö-Norm B-3800; Brandverhalten von Baustoffen

„Diese Ö-Norm ist für die Beurteilung des Brandverhaltens von Baustoffen anzuwenden.

Gelidert wird die Ö-Norm B-3800 in die Teile 1-4“³

B-3800-1; Beurteilung des Brandverhaltens von Baustoffen.

B-3800 -2; Begriffsbestimmungen sowie die Anforderungen an die Bauteile

B-3800-3; Anforderungen für Sonderbauteile.

B-3800-4; Einreihung bzw. Einteilung von Baustoffen in Brandwiderstandsklassen.

Ö-Norm EN 13501-2; Klassifizierung von Bauprodukten

„Dieser Teil dieser Europäischen Norm spezifiziert das Verfahren zur Klassifizierung von Bauprodukten und Bauteilen anhand der Ergebnisse von Feuerwiderstandsprüfungen und Prüfungen zur Rauchdichtheit entsprechend dem direkten Anwendungsbereich der zugehörigen Prüfverfahren.“⁴

¹ OIB – Richtlinie, April 2007, Brandschutz, Seite S: 2

² DIN 18041, Mai 2004, Hörsamkeit in kleinen und mittelgroßen Räumen, Seite S: 4

³ Ö-Norm B3800-3, Sonderbauteile, 01.12.1995 Seite S: 1

⁴ EN 13501-2, Klassifizierung von Bauprodukten, 2003, Seite S: 5

Technische Richtlinien für vorbeugenden Brandschutz

Durch die „Technischen Richtlinien für vorbeugenden Brandschutz“ (TRVB) werden Punkte und Bereiche behandelt welche sich auf Brandschutzmaßnahmen der unterschiedlichsten Bereiche beziehen. Die TRVB's selbst haben keinen Gesetzesstatus. Jedoch wird in einigen Gesetzen, Verordnungen und Normen direkt oder indirekt auf einzelne TRVB's verwiesen. Dadurch sind die TRVB's ähnlich wie Normen oder Gesetze zu behandeln und deren Inhalte beziehungsweise Vorschriften sind einzuhalten. Die TRVB gliedert sich wie folgt.

- TRVB 001 A; Definitionen
- TRVB A100 87; Brandschutzeinrichtungen Rechnerischer Nachweis
- TRVB A 107; Brandschutzkonzepte
- TRVB N130 77; Bauliche Maßnahmen, Schule – Teil 1
- TRVB N 131 91; Betriebsbrandschutz-Organisation

3.2 Schulbautechnische Regelwerke

Da die Hauptnutzung der Räumlichkeit durch einen Schulbetrieb erfolgt und dies die Grundlage für die Sanierung des Dachbodens durch die Schulschwestern in Graz darstellt müssen zusätzlich zu den bautechnischen Richtlinien und Normen auch die Vorgaben betreffend der Anforderungen an ein Schul - Unterrichtsgebäude erfüllt werden.

Folgende Richtlinie beziehungsweise spezielle Unterpunkte aus Bautechnischen Richtlinien sind durch einen Schulbau zu erfüllen beziehungsweise sind im Rahmen eines Neubaus oder einer umfassenden Sanierung zu erfüllen.

- ÖISS

ÖISS Richtlinien für den Schulbau

AK Schulraum, Jänner 2007, ÖISS - Richtlinien für den Schulbau

„Die ÖISS Schulbaurichtlinien verfolgen das Ziel einer allgemeinen Qualitätssicherung im Schulbau und dienen der Unterstützung aller in der Planung von Schulen Tätigen.

Sie bieten einen handlungs- und umsetzungsorientierten Leitfaden für Planungsprozesse, sollen diese aber nicht ersetzen. Wesentliche (Schul-)Bauqualitäten, die einen Beitrag zum Ort liefern und Aufenthaltsqualitäten sowie soziale und kulturelle Akzeptanz schaffen, können in Richtlinien zwar angesprochen, jedoch nicht definiert beziehungsweise garantiert werden. Diese müssen durch eine kreative und projektspezifisch integrierte Planung angestrebt und gewährleistet werden.“⁵

Kapitel „1“: Lage, Situation und Aufschließung

„Der Bauplatz einer Schule muss so gelegen sein, dass die Gesundheit und das Leben der SchülerInnen nicht gefährdet und der Schulbetrieb nicht gestört wird, nötigenfalls sind Schutzbauten auszuführen.“⁶

Aus dem Kapitel „1“ der ÖISS entstehen für dieses Projekt keinerlei Anforderungen, da das Gebäude, in dem sich der zu behandelnde Raum im Dachgeschoß befindet, als Bestand vorhanden ist und bereits seit langer Zeit als Schulgebäude genutzt wird.

Die Lage und Ausrichtung ist daher nicht mehr zu ändern, der Bestand ist auch aufgrund von Vorgaben durch das Bundesdenkmalamt sowie durch Vorgaben durch die Altstadtkommission in Graz nach außen hin nicht abänderbar.

⁵ AK Schulraum, ÖISS Richtlinien für den Schulbau, Jänner 2007, Vorwort, Seite S: 2

⁶ AK Schulraum, ÖISS Richtlinien für den Schulbau, Jänner 2007, Kapitel: „1“, Seite S: 2

Kapitel „2“: Bebauung, Erschließung, Raumorganisation und Flexibilität

„Unter Beachtung des erforderlichen Raum- und Funktionsprogramms und im Rahmen der gesetzlichen Bebauungsbestimmungen sollte die Bebauung so gewählt werden, dass möglichst große zusammenhängende Freiräume geschaffen und das Maß an Bodenversiegelung möglichst klein gehalten werden; der Flächenaufwand für die Erschließung sollte minimiert werden.“⁷

Ähnlich wie im Kapitel „1“ kommen die Anforderungen beziehungsweise Richtwerte laut Kapitel „2“ bei diesem Projekt eines Dachgeschoßausbaues nicht beziehungsweise nur teilweise zum Tragen da es sich um ein Bestandsgebäude handelt bei dem die Möglichkeiten in Folge unterschiedlicher Vorgaben seitens einiger Behörden sowie durch die technischen Gegebenheiten welche sich bei einem Umbau ergeben, limitiert sind.

Da es sich bei dem Objekt der Grazer Schulschwestern um ein Gebäude des 19. Jahrhunderts handelt, sind der damaligen Bauweise einige Zugeständnisse zu machen. Insbesondere was die Positionierung und Aufteilung der Räumlichkeiten sowie die Möglichkeiten für Erweiterungen der Klassen – beziehungsweise Unterrichtsräume betrifft.

Kapitel „3“: Außenraum - Schulfreiräume

„Die Gestaltung der Schulfreiräume betrifft die gesamte Liegenschaft, abzüglich der bebauten Flächen; d.h. jene Areale im Außenraum, die im Rahmen des Unterrichts und in der unterrichtsfreien Zeit von den Schüler/Innen und dem Schulpersonal schulisch und außerschulisch genutzt werden. Die Erschließungen der Schule über das öffentliche Gut und sonstige der Schule zur Verfügung stehende Bereiche sind in die Gestaltungsüberlegungen einzubeziehen.“⁸

Eventuelle Anforderungen beziehungsweise Vorgaben aus dem Kapitel „3“ werden für den Umbau des Dachgeschoßes nicht näher berücksichtigt, da für dieses Projekt lediglich der Dachgeschoßraum der Schule am Kaiser-Franz-Josef-Kai betrachtet wird und auf Vorgaben betreffend der Räumlichkeiten und Freiräume innerhalb der restlichen Schulanlage nicht näher eingegangen wird.

Kapitel „4“: Bauphysik, Raumklima und Energieeffizienz

„Es gelten die jeweiligen örtlichen Bauordnungen – beziehungsweise sofern im betreffenden Bundesland verbindlich umzusetzen – die OIB-Richtlinie 61; diese definiert Grenzwerte für den Neubau und die Sanierung von Schulen, wobei die Berechnung des Endenergiebedarfs gemäß OIB-Leitfaden „Energietechnisches Verhalten von Gebäuden“ erfolgen muss.

Abweichend von der OIB-Richtlinie ist Kühlenergiebedarf bei Schulbauten unbedingt zu vermeiden, beziehungsweise muss ein allenfalls vorhandener Kühlenergiebedarf mit passiven Kühlsystemen abgedeckt werden – siehe auch „sommerliche Überwärmung.“⁹

⁷ AK Schulraum, ÖISS Richtlinien für den Schulbau, Jänner 2007, Kapitel: „2“, Seite S: 2

⁸ AK Schulraum, ÖISS Richtlinien für den Schulbau, Jänner 2007, Kapitel: „3“, Seite S: 2

⁹ AK Schulraum, ÖISS Richtlinien für den Schulbau, Jänner 2007, Kapitel: „4“, Seite S: 2

Kapitel „5“: Natürliche Belichtung

„Die Beleuchtungsplanung ist ein wichtiger Bestandteil der Gesamtplanung von Schulgebäuden, der die Einbindung von Fachplanern erfordert.

Bei der Planung von Schulgebäuden ist auf Grund der unterschiedlichen Anforderungen sowohl zwischen Tages- und Kunstlicht als auch zwischen den einzelnen Funktionseinheiten (Klassen- beziehungsweise Sonderunterrichtsräume, Pausen- und Verkehrsflächen, Büroflächen) zu unterscheiden. Bei Unterrichts- und Arbeitsräumen stehen sowohl bei der Tageslicht- als auch bei der Kunstlichtplanung die arbeitsplatzspezifischen Anforderungen an die Lichtqualität eines Raumes im Vordergrund. Das menschliche Leistungsverhalten ist abhängig von der Beleuchtung und der damit verbundenen Sehleistung.“¹⁰

Kapitel „6“: Räume für den allgemeinen Unterricht

„Tischmaßen, Tischabständen und Sichtbedingungen sind als grundsätzliche

Elemente, die Raumgrößen und Raumformen bestimmen, zu verstehen, so dass in jedem Fall den individuellen Erfordernissen eines Projektes Rechnung getragen werden kann.“¹¹

Kapitel „7“: Aufbewahrungs- und Schließsysteme

„Die Wahl der Aufbewahrungs- und Schließsysteme steht in Zusammenhang mit der Organisationsform der Schule und muss daher projektspezifisch erfolgen.

Die Wahl der Aufbewahrungssysteme für Garderobe und Arbeitsbehelfe ist raumrelevant, d.h. sie beeinflusst die räumliche Organisation des Gebäudes und muss daher bereits im Entwurfsstadium erfolgen. Die Schließsysteme sind bauseits umzusetzen und daher in den Ausschreibungen zu berücksichtigen.“¹²

Kapitel „8“: Heizungs-, Klima -, Lüftungs-, und Sanitäranlagen

„Die gesamte für Heiz- und Warmwasseraggregate aufzuwendende Jahres-Hilfsenergie (Elektroenergie) sollte einen Anteil von 0,8 Prozent des Jahres-Wärmebedarfs für Warmwasser und Raumheizung nicht übersteigen.

Der Elektro-Energiebedarf für die Heizung und Warmwasserbereitung ist durch gesonderte Stromzähler zu erfassen und mit der Energiebuchhaltung auszuweisen - siehe auch Betriebshinweise.“¹³

¹⁰ AK Schulraum, ÖISS Richtlinien für den Schulbau, Jänner 2007, Kapitel: „5“, Seite S: 2

¹¹ AK Schulraum, ÖISS Richtlinien für den Schulbau, Jänner 2007, Kapitel: „6“, Seite S: 2

¹² AK Schulraum, ÖISS Richtlinien für den Schulbau, Jänner 2007, Kapitel: „7“, Seite S: 2

¹³ AK Schulraum, ÖISS Richtlinien für den Schulbau, Jänner 2007, Kapitel: „8“, Seite S: 2

Kapitel „9“: Elektroinstallationen

„Die Planung der Elektroinstallation muss unter Berücksichtigung der einschlägigen sicherheitstechnischen Vorschriften erfolgen und ist mit der Planung der Einrichtung abzustimmen.

Das Verteilungssystem ist so zu wählen, dass Änderungen und Erweiterungen leicht möglich sind (Kabeltassen, Leerverrohrung).

Schulbereiche, die zeitweise auch außerschulisch genutzt werden (z.B. Turnsaalbereich inkl. Nebenräume und Zugangsbereich) sind mit eigenen Verteilersystemen und erforderlichenfalls mit eigenen Zählersystemen auszustatten. Dies betrifft alle elektrisch versorgten Einrichtungen einschließlich der Lüftung. Beispielfußnote.“¹⁴

Kapitel „10“: Raumakustik und Schallschutz

„Raumakustische Gegebenheiten sind wesentliche Faktoren, die die Lern- und Arbeitssituation sowie das Sozialverhalten in Unterrichtsräumen beeinflussen.

Bezüglich der Standortwahl abseits von Lärmquellen und Maßnahmen bei Überschreitungen der Schallemissionsgrenzwerte siehe auch Kapitel 1. Lage; Situation, Bauplatz und Aufschließung.“¹⁵

Kapitel „11“: Material und Oberflächen

„Die Material- und Oberflächenwahl ist auf die im Schulbetrieb zu erwartenden hohen Beanspruchungen auszurichten.

Bei der Wahl der Bodenbeläge im Außen- und Innenbereich ist auf die Trittsicherheit und die Befahrbarkeit mit Rollstühlen zu achten. Pflasterungen und Beläge sind ebenflächig zu verlegen.“¹⁶

Kapitel „12“: Sicherheit und Gesundheitsförderung

„In den Kapiteln 1 bis 11 nehmen viele der definierten Anforderungen u. a. auch auf Aspekte der Sicherheit und der Gesundheitsförderung bedacht; die folgenden Angaben sind jedoch speziell diesem Themenkreis gewidmet und / oder sind den anderen Kapiteln thematisch nicht zuordenbar.“¹⁷

¹⁴ AK Schulraum, ÖISS Richtlinien für den Schulbau, Jänner 2007, Kapitel: „9“, Seite S: 2

¹⁵ AK Schulraum, ÖISS Richtlinien für den Schulbau, Jänner 2007, Kapitel: „10“, Seite S: 2

¹⁶ AK Schulraum, ÖISS Richtlinien für den Schulbau, Jänner 2007, Kapitel: „11“, Seite S: 2

¹⁷ AK Schulraum, ÖISS Richtlinien für den Schulbau, Jänner 2007, Kapitel: „12“, Seite S: 2

4 Projektgrundlagen

Innerhalb dieses Abschnittes dieser Arbeit wird auf das Objekt der Grazer Schulschwestern am Kaiser-Franz-Josef-Kai eingegangen.

Es erfolgt sowohl eine Beschreibung der Situation was den Bestand betrifft, als auch eine Auflistung sämtlicher aus dem Bestand relevanten Aufbauten und Gegebenheiten welche in weiterer Folge noch für die Berechnungen und Untersuchungen für den Bereich der Bauphysik benötigt werden.

4.1 Allgemein

Bei dem zu behandelnden Gebäude handelt es sich um ein Objekt im Besitz der Grazer Schulschwestern in Graz am Kaiser-Franz-Josef-Kai 14-18.

Durch die Eigentümer wird das Gebäude sowohl für die Unterbringung einer Volksschule, für Einrichtungen der Caritas, Geschäftsflächen welche durch einen Buchladen genutzt werden, als Sitz der Provinzvertretung der Kongregation der Franziskanerinnen der unbefleckten Empfängnis sowie als Wohneinheit durch die Unterbringung eines Klosters genutzt.

Lagemäßig liegt das Objekt im ersten Bezirk der Stadt Graz in unmittelbarer Nähe zum Grazer Schlossberg, dem Fluss Mur sowie dem Grazer Hauptplatz.

Bei dem Bauwerk handelt es sich um ein Gebäude welches in seiner Grundform mit den Hauptelementen der Gebäudestruktur aus dem Jahr 1897 stammt.

Das Objekt ist im Bereich der beiden Hauptfassaden, welche Richtung Osten beziehungsweise Richtung Westen gerichtet sind, freistehend. Nach Norden hin wird das Gebäude, durch ein direkt angrenzendes Nachbargebäude, begrenzt. Der südliche Abschluss ist durch eine direkt angrenzende und über das zu behandelnde Objekt erschlossene Kirche gegeben.

Die Gesamtliegenschaftsgröße ist 2.609m² und ist in Bauflächen (Gebäude) und Baufläche (befestigt) gegliedert.

Das Gebäude besteht aus einem Kellergeschoß, einem Erdgeschoß, das über einige Stufen über das Straßenniveau erreichbar ist, einem ersten, zweiten und dritten Obergeschoß sowie dem Dachgeschoß.

An der Gebäudeseite Kaiser-Franz-Josef-Kai befindet sich der Haupteingang in das Objekt als Zugang für die Schule und das Provinzhaus der Grazer Schulschwestern.

Die Erschließung des Gebäudes erfolgt im Inneren über ein Zentralstiegenhaus inklusive einer Liftanlage.

Das Objekt wird mittels einer zentralen Fernwärmeheizung beheizt.

Das gesamte Gebäude steht unter Denkmalschutz (laut Verordnung des Bundesdenkmalamtes betreffend der Stadt Graz).

Die Gesamtliegenschaft ist im 3.0 Flächenwidmungsplan 2002 der Landeshauptstadt Graz in der Fassung 3.14 als KG-Kerngebiet mit einer Dichte von 0,5-2,5 ausgewiesen.

Derzeit nutzt die Volksschule mit Tagesheim eine Nutzfläche von circa 2.400m², das Provinzhaus samt Klosteranlage nutzt eine Fläche von circa 1.500m².

Für die Fremdnutzung steht eine separate Nutzfläche von rund 100m² im Erdgeschoß zur Verfügung welche derzeit als Buchladen genutzt wird.

Freiflächen von circa 1.000m² stehen zur Verfügung. Der größte Teil dieser Fläche wird als Sportplatz der Schule genutzt. Weitere Nutzungen sind der Pausenhof für die Volksschule und das Tagesheim.

Im Bereich der Sackstraße befindet sich die Hauptzufahrt für PKWs zur beschriebenen Liegenschaft.

4.2 Bestandsdarstellung

Im Rahmen der Bestandsdarstellung wird für das soeben beschriebene Gebäude der Raum "1" genauer dargestellt.

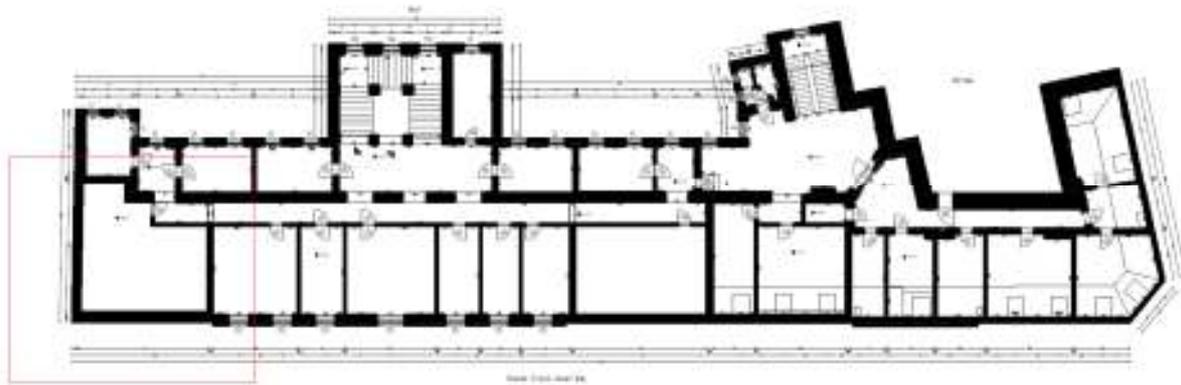


Abbildung 4.1: Grundriss: Dachgeschoß; gesamtes Gebäude

4.2.1 Raumdarstellung

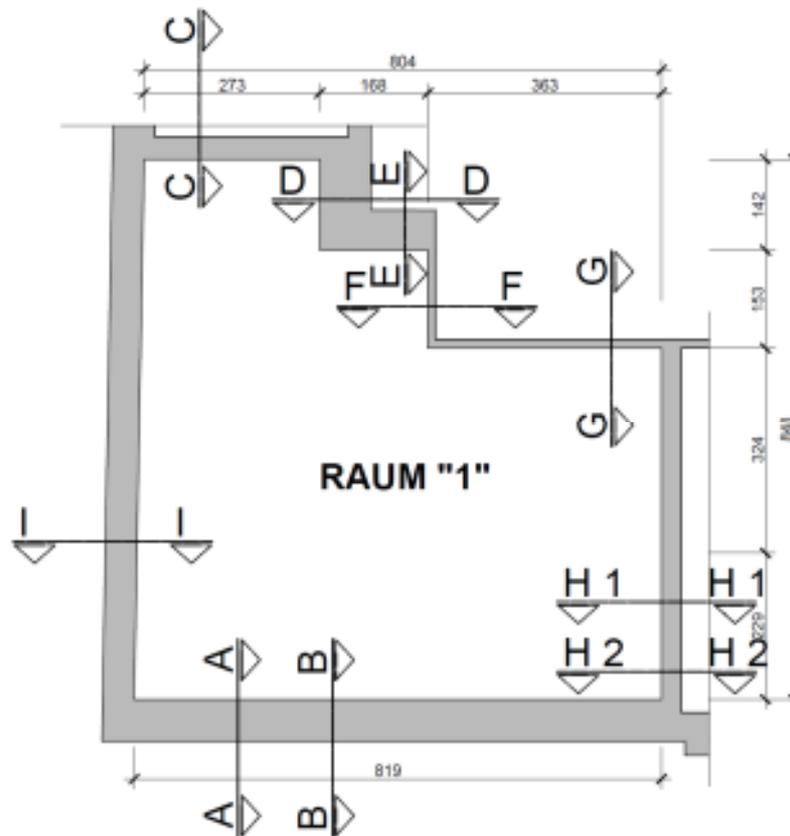


Abbildung 4.2: Grundriss Raum „1“ Dachgeschoß

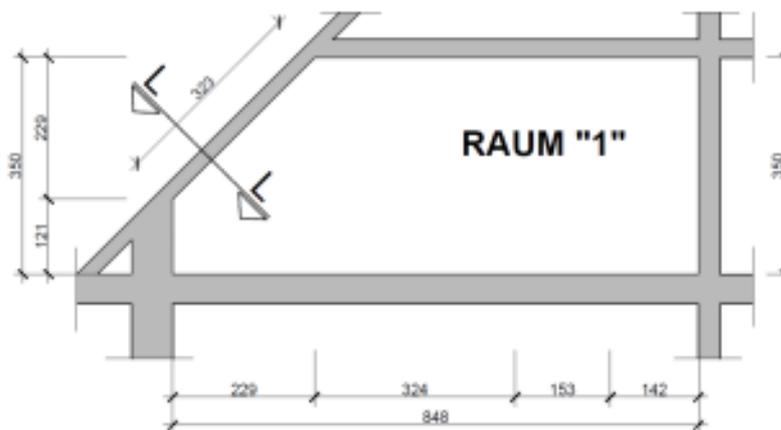


Abbildung 4.3: Schnitt 1-1 Raum „1“ Dachgeschoß

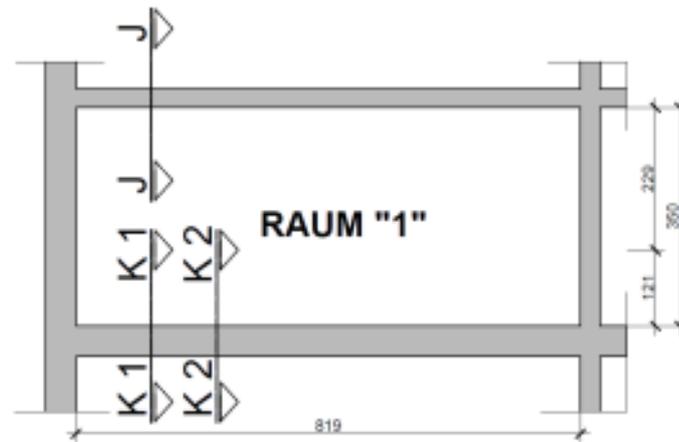


Abbildung 4.4: Schnitt 2-2 Raum „1“ Dachgeschoß

Bei dem hier dargestellten Raum: Raum "1" handelt es sich um einen bislang nur teilweise beziehungsweise gar nicht genutzten annähernd rechteckigen Raum im nord-westlichen-Bereich des Dachgeschoßes des Objektes der Grazer Schulschwestern mit einer Abmessung von circa 8 x 8,5 m. Im jetzigen Zustand ist der Raum nur teilweise beziehungsweise nicht mehr nach heutigem Stand der Technik ausgebaut.

Abmessungen:	Innen: (circa)	8,0 x 8,4 m
	Außen: (circa)	9,0 x 9,3 m
Netto - Flächen:	Nutzfläche	57,7 m ²
	Dachfläche:	26,5 m ²
	Deckenfläche:	39,0 m ²
	Wandflächen – Innen-W.:	81,7 m ²
	Wandflächen – Außen-W.:	9,9 m ²
Brutto - Flächen:	Geschossfläche:	71,6 m ²
	Außenwände:	9,9 m ²
Netto - Volumen:	konditioniertes Innen V.:	173,6 m ³
Brutto - Volumen:	konditioniertes Raum V.:	246,5 m ³

Die angeführten Flächen entsprechen den Werten laut der Planunterlagen im Anhang.

4.2.2 Bestandssituation Aufbauten-Katalog

Innerhalb des Bestandes von Raum „1“ kommt es für die weitere Berechnung zur Ausweisung der unterschiedlichsten Wand beziehungsweise Deckenaufbauten. Diese werden in dem folgenden Kapitel kurz dargestellt und anhand ihrer Geometrie und Beschaffenheit kurz erläutert.

Die Werte für den Aufbauten-Katalog sind dem Anhang zu entnehmen.

Aufbau: A-A

Der Aufbau A-A stellt die Trempelwand-Konstruktion bis zum Aufliegen der Mauerbank dar. Die Wand befindet sich im westlichen Bereich des Raumes als Außenwandabschluss

Schichten: Ziegelwand; 45,2 cm
Kalkzementputz; 3,0 cm

U-Wert: 1,14 W/m²K

Fläche: 6,5 m²

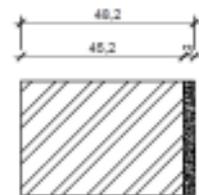


Abbildung 4.5: Raum "1"; Schnitt: A-A

Aufbau: B-B

Der Aufbau B-B beschreibt den westlichen Wandabschluss des Raumes im Übergangsbereich zwischen der Trempelwand bis zur Mauerbank und den Übergang bis zur Dachkonstruktion.

Schichten: Ziegelwand; 20,0 cm
Kalkzementputz; 3,0 cm

U-Wert: 1,99 W/m²K

Fläche: 3,4 m²

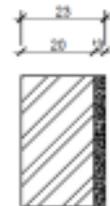


Abbildung 4.6: Raum "1"; Schnitt: B-B

Aufbau: C-C

Der Aufbau C-C stellt eine der östlichen Innenwände als Abschluss des Raumes zu einem weiteren (bereits genutzten) Dachbodenbereich dar.

Schichten: Kalkzementputz; 3,0 cm
Ziegelwand; 35,0 cm
Kalkzementputz; 3,0 cm

U-Wert: 1,18 W/m²K

Fläche: 9,5 m²

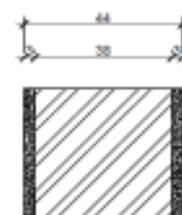


Abbildung 4.7: Raum "1"; Schnitt: C-C

Aufbau: D-D

Wie der Aufbau C-C, bildet die Wand D-D den Abschluss des Raumes zu einem bereits genutzten Dachraum.

Schichten: Kalkzementputz; 3,0 cm
 Ziegelwand; 80,0 cm
 Kalkzementputz; 3,0 cm

U-Wert: 0,65 W/m²K

Fläche: 5,3 m²

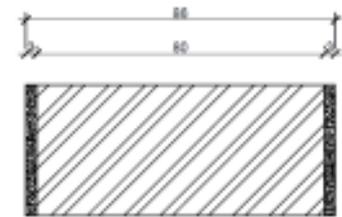


Abbildung 4.8: Raum "1"; Schnitt: D-D

Aufbau: E-E

Als dritte und letzte Wand bildet der Aufbau E-E den restlichen Teil der Raumbegrenzung hin zu einem bereits genutzten Dachraumes.

Schichten: Kalkzementputz; 3,0 cm
 Ziegelwand; 65,0 cm
 Kalkzementputz; 3,0cm

U-Wert: 0,77 W/m²K

Fläche: 5,9

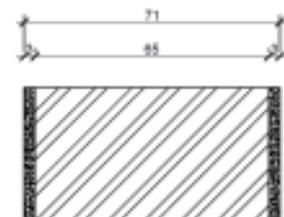


Abbildung 4.9: Raum "1"; Schnitt: E-E

Aufbau: F-F

Mit der Wand beziehungsweise dem Aufbau F-F wird eine Zwischenwand beschrieben welche die Türe in der jetzigen Situation für die Erschließung des Raumes darstellt.

Schichten: Putz; 3,0 cm
 Ziegelwand; 11,0 cm
 Putz; 3,0 cm

U-Wert: 2,06 W/m²K

Fläche: 5,3 m²



Abbildung 4.10: Raum "1"; Schnitt: F-F

Aufbau: K1-K1/K2-K2

Der Aufbau K1/2-K1/2 beschreibt die jetzige Situation der Boden/Deckenkonstruktion innerhalb dieses Bereiches des Dachbodens inklusive eines bereits vorhandenen Fußbodenbelages.

- Schichten: PVC-Belag, 0,8 cm
- Schiffboden; 3,0 cm
- Stülpchalung; 2,5 cm
- Polsterholz; 9,0 cm
- Schüttung; 21,0 / 12,0 cm
- Doppelbaumdecke; 15,0 cm
- Vollschalung; 2,5 cm
- Schilfrohr; 1,5 cm
- Deckenputz; 3,0 cm

U-Wert: 0,26 W/m²K

Fläche: 57,7 m²

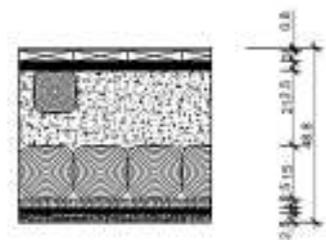


Abbildung 4.11: Raum "1"; Schnitt: K1-K1 / K2-K2

Aufbau: G-G

Über die Wand, welche aus dem Aufbau G-G hervorgeht, wird der westliche Abschluss des Raumes hin zum bereits vorhanden Erschließungsgang im Dachgeschoßbereich dargestellt.

- Schichten: Putz; 3,0 cm
- Ziegelwand; 13,0 cm
- Putz; 3,0 cm

U-Wert: 1,94 W/m²K

Fläche: 12,7 m²



Abbildung 4.12: Raum "1"; Schnitt: G-G

Aufbau: H1-H1 / H2-H2

Die Wand H1/2-H1/2 stellt die Trennwand zwischen einem zur Zeit genutzten und voll ausgebauten Raumes innerhalb des Dachschoßes und dem zu untersuchenden Raum dar.

- Schichten: Gipsbauplatten; 1,25 cm
- Holzständer; 24,0 cm
- Gipsbauplatten; 1,25 cm
- U-Wert: 0,61 W/m²K
- Fläche: 1,20 m²

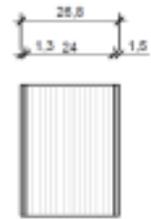


Abbildung 4.13: Raum "1"; Schnitt: H1 -H1

- Schichten: Gipsbauplatten; 1,25 cm
- Holzwolldämmung; 24,0 cm
- Gipsbauplatten; 1,25 cm
- U-Wert: 0,19 W/m²K
- Fläche: 14,4 m²

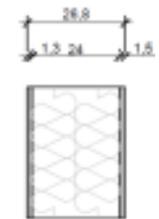


Abbildung 4.14: Raum "1"; Schnitt: H2-H2

Aufbau: I-I

Über den Wandaufbau I-I wird sowohl eine Zwischen als auch eine Gebäudebegrenzungsmauer dargestellt, da es sich bei den Räumlichkeiten auf der Nordseite der Wand I-I bereits um den Dachbereich des Nachbargebäudes handelt welches in diesem Bereich jedoch bereits genutzt wird und somit auch bereits durch den Nutzer geheizt wird.

- Schichten: Kalkzementputz; 3,0 cm
- Ziegelwand; 50,0 cm
- Kalkzementputz; 3,0 cm
- U-Wert: 0,93 W/m²K
- Fläche: 26,8 m²

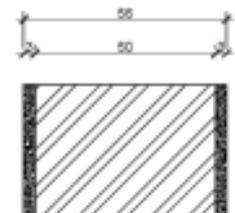


Abbildung 4.15: Raum "1"; Schnitt: I-I

Aufbau: J-J

Über die Konstruktion J-J wird die im Bereich von Raum „1“ bereits vorhandene und teilweise gedämmte Deckenkonstruktion als oberer Abschluss zum gänzlich unausgebauten Dachboden/Dachraumbereich beschrieben.

Schichten: Kalkzementputz; 3,0 cm
 Schilfrohr; 1,5 cm
 Vollschalung; 3,0 cm
 Holzwolldämmung; 8,0 cm

U-Wert: 0,42 W/m²K

Fläche: 39,0 m²



Abbildung 4.16: Raum "1"; Schnitt: J-J

Aufbau: L-L

Die Konstruktion L-L stellt die Dachhüllenbauweise dieses Objektes dar, wobei auch die bereits vorhandene, wenn auch dünne, Sparrenzwischendämmung berücksichtigt wird.

Schichten: Putz; 3,0 cm
 Schilfrohr; 1,5 cm
 Vollschalung; 3,0 cm
 Holzwolldämmung; 8,0cm
 Luftschicht; 8,0 cm
 Lattung; 3,0 cm
 Ziegeldeckung; 2,0 cm

U-Wert: 0,43 W/m²K

Fläche: 26,5 m²

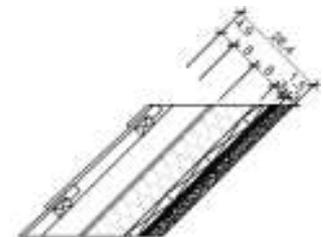


Abbildung 4.17: Raum "1"; Schnitt: L-L

4.2.3 Bestandssituation Wandflächen

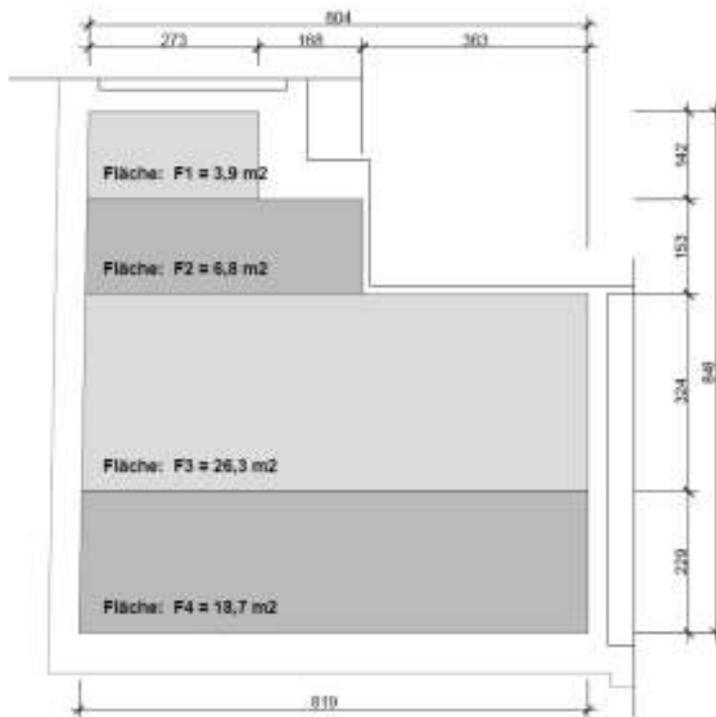


Abbildung 4.18: Grund- und Deckenflächen Raum "1"

Grundfläche:

F1=	3,9m ²
F2=	6,8m ²
F3=	26,3m ²
<u>F4=</u>	<u>18,7m²</u>
F _(Grund) =	57,7m ²

Wand "1":

FA=	4,9m ²
FB=	5,3m ²
FC=	11,3m ²
FD=	2,7m ²
<u>FE=</u>	<u>2,6m²</u>
F _(Wand „1“) =	26,8m ²

Decke: F_(Decke) = 39,0m²

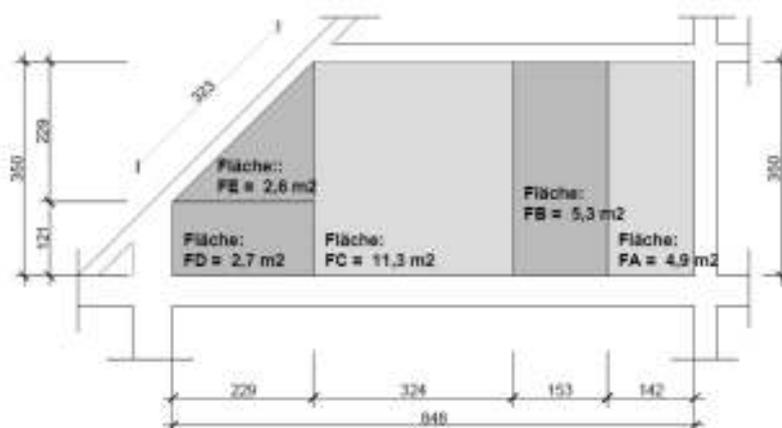


Abbildung 4.19: Wandflächen; Raum "1", Wand "1"

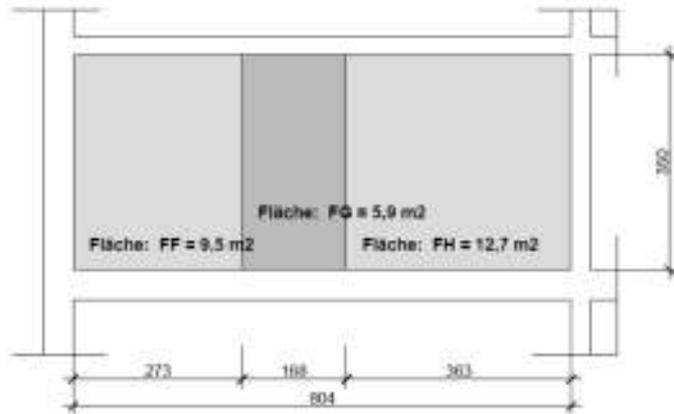


Abbildung 4.20: Wandflächen; Raum "1", Wand "2"

Wand "2":

$$\begin{aligned} FF &= 9,5\text{m}^2 \\ FG &= 5,9\text{m}^2 \\ FH &= 12,7\text{m}^2 \\ F_{(\text{Wand „2“})} &= 28,1\text{m}^2 \end{aligned}$$

Wand "3"

$$\begin{aligned} FI &= 9,9\text{m}^2 \\ FJ &= 26,5\text{m}^2 \\ F_{(\text{Wand „3“})} &= 36,3\text{m}^2 \end{aligned}$$



Abbildung 4.21: Wandflächen; Raum "1", Wand "3"

Volumen:

$$\begin{aligned} V1 &= 13,7\text{m}^3 \\ V2 &= 23,8\text{m}^3 \\ V3 &= 92,1\text{m}^3 \\ V4 &= 22,6\text{m}^3 \\ V5 &= 21,4\text{m}^3 \\ V_{(\text{Gesamt})} &= 173,6\text{m}^3 \end{aligned}$$

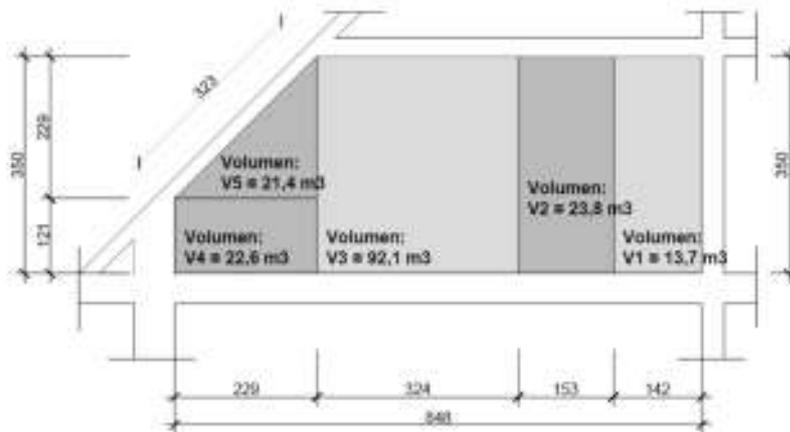


Abbildung 4.22: Volumenaufteilung, Raum "1"

4.3 Anforderungen

Wie aus dem Kapitel der Anforderungen und Grundlagen ersichtlich ist, gilt es für die Erarbeitung einer Lösung für die „Problemstellung“, Anforderungen beziehungsweise Auflagen aus den unterschiedlichsten Regelwerken zu beachten.

Dies ist nicht nur für die weiterführende Erarbeitung der Variante, sondern auch bei der Betrachtung des Bestandes, zu berücksichtigen.

In weiterer Folge werden die wichtigsten Anforderungen entsprechend ihrer Zugehörigkeit angeführt. Unterteilt werden die Anforderungen in einen allgemeinen, einen bauteil bezogenen und einen baukörperbezogenen Abschnitt.

Es wird darauf hingewiesen, dass nicht auf sämtliche Vorgaben genau eingegangen wird. Es wird, im Zuge der Erarbeitung dieser Masterarbeit, lediglich auf Vorgaben und Anforderungen aus den jeweiligen Richtlinien eingegangen, welche für den Untersuchungsbereich im Rahmen der Projektvorgaben als notwendig erachtet werden.

4.3.1 Allgemeine Anforderungen

Unter dem Bereich der „schultechnische Anforderungen“ fallen vor allem Vorgaben welche sich nicht an Anforderungen betreffend der Bautechnik, sondern der Gestaltung, Infrastruktur und dergleichen orientieren.

Um eine weiterführende Betrachtung und Bewertung der Bestandsituation, aber auch um eine entsprechende Variante zu erarbeiten wird für den Dachgeschoß Raum „1“ eine Einrichtung bzw. Aufteilung für einen Unterrichtsraum entsprechend den Größen und Geometrieangaben aus der ÖISS 2007 ausgewählt.

Raumtechnische Anforderungen

„Auf Basis der Bestimmungselemente (Tischmaße und -abstände sowie Sichtbedingungen) lassen sich Raumformen und -größen von Unterrichtsräumen entwickeln, wobei zu beachten ist, dass Flächen für Bewegung, Ablagen sowie Lesecken etc. nicht berücksichtigt sind und projektbezogen zusätzlich ermittelt und geschaffen werden müssen (bis zu +30 Prozent des Flächenbedarfs).“¹⁸

¹⁸ AK Schulraum, ÖISS Richtlinien für den Schulbau, Jänner 2007, Kapitel 6, Seite 5

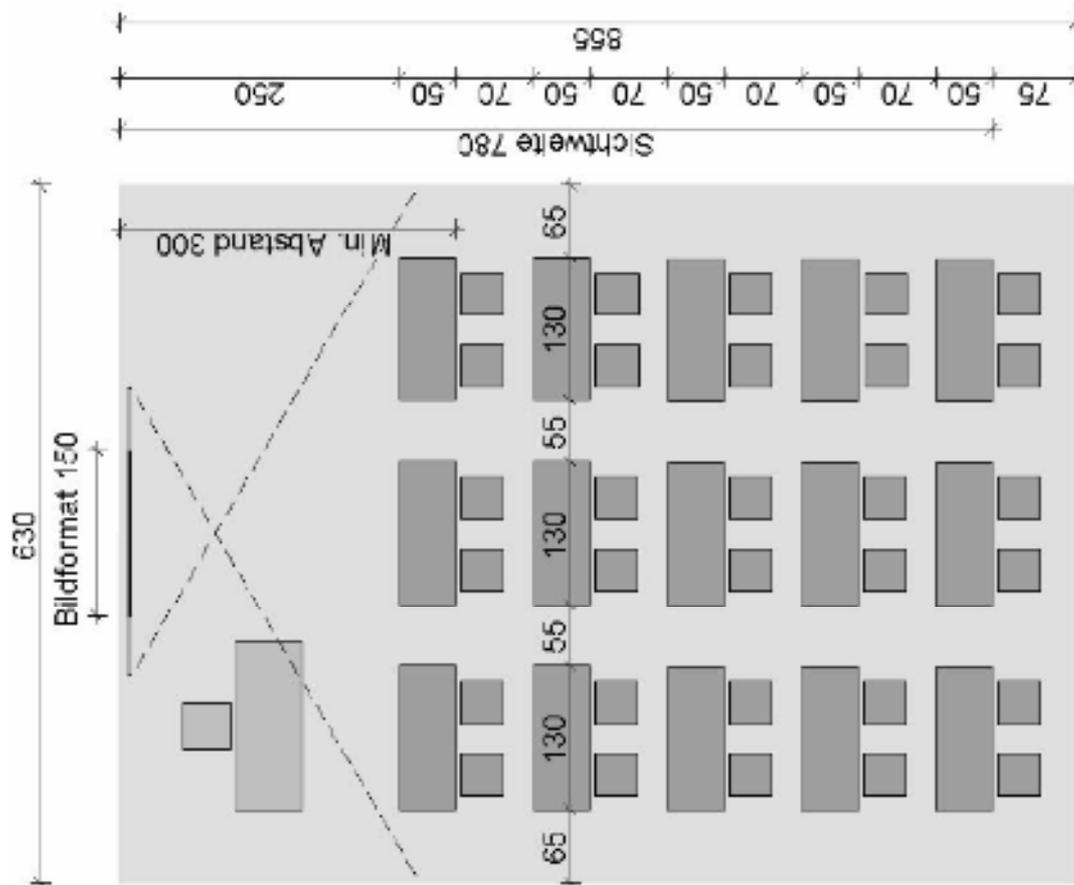


Abbildung 4.23: A.1. Nachweis der frontalen Tischaufstellung gemäß ÖISS 2007¹⁹

Als Anforderungsgrundlage für die weiterführenden Betrachtungen gelten die Anforderungen für Klassen mit maximal 15 Kindern, eine für Kleinklassen heute durchschnittliche Klassenschülerzahl.

Um einen Unterrichtsraum dieser Größenordnung zu ermöglichen kann von folgenden Werten und Größenangaben ausgegangen werden.

- Flächenbedarf je Schüler: Aus den Angaben laut der ÖISS ergeben sich unter Berücksichtigung einer Tafelaufstellfläche und dem allgemeinen Raumbedarf inklusive dem Platzbedarf für den Lehrkörper durchschnittliche Anforderungen von circa 1,30 m² je Schüler, was für eine Schüleranzahl von rund 15 Kindern, im Volksschulbereich einem Gesamtflächenbedarf für einen Unterrichtsraum von 19,5m² für Tischaufstellflächen entspricht.
- Flächenbedarf für den Lehrer: Als Bedarfsfläche beziehungsweise Bewegungsraum für den Lehrkörper muss, laut Richtlinien, mit einem Bedarf von mindestens 2,5 m mal circa 6,0 m gerechnet werden. Daraus ergibt sich eine benötigte Fläche von rund 15,0m².
- Flächenbedarf Freiflächen: Für Freiflächen sollte man, Richtlinien folgend, circa 30 Prozent der Raumfläche bereithalten. Dies bedeutet für eine Klasse dieser

¹⁹ AK Schulraum, ÖISS Richtlinien für den Schulbau, Jänner 2007, Kapitel 6, Seite A1

Größenordnung einen Bedarf an frei zur Verfügung stehender Fläche von circa 10,5m².

- Flächenbedarf Restflächen: Unter den Restflächen sind Flächen für Regale und Ordnungssysteme zu verstehen welche mit Ihrem Flächenbedarf bereits in den „Freiflächen“ berücksichtigt werden.
- Abmessungen: Für die Raumabmessungen zur Nutzung als Klassenraum wird auf die Tabelle „Maße und Abstände von Schultischen“ gemäß ÖISS 2007 Kapitel 6, eingegangen. Hier erfolgt die Einteilung beziehungsweise Unterteilung in Abhängigkeit der Abstände der einzelnen Tische und Schulbänke untereinander.

Tabelle 1: Maße und Abstände von Schultischen gemäß ÖISS ²⁰

Maße und Abstände von Schultischen	6-10-jährige	10-19-jährige
Tischbreite je SchülerIn	65 cm	75 cm
Tischtiefe	50 cm	60 cm
Tischabstand seitlich		
zu Tischen oder Einrichtungsgegenständen mit maximal Tischhöhe	55 cm	55 cm
zu Wänden, hohen Heizkörpern oder ähnlichem	65 cm	65 cm
zur Seitenwandtafel (falls vorhanden)	100 cm	100 cm
Tischabstand hintereinander		
bei max. 2 Plätzen nebeneinander	70 cm	80 cm
bei mehr als 2 Plätzen	80 cm	85 cm
hinter der letzten Reihe sollten zusätzlich vorgesehen werden	5 cm	5 cm

Infolge der Werte der Schulrichtlinien, ergibt sich somit ein Abstand der einzelnen Tischreihen untereinander von circa 70cm je Tischreihe bei mehr als zwei Personen/Schülern je Sitzreihe.

- Sichtbedingungen: Bei den Abmessungen für die Sichtbarkeit erfolgen die Vorgaben unter Berücksichtigung der maximalen Entfernungen für die einzelnen durch die Schüler/Kinder genutzten Tische. laut ÖISS Kapitel „6“ Tabelle „Sichtbedingungen“.

Tabelle 2: Sichtbedingungen gemäß ÖISS ²¹

Sichtbedingungen: Zusammenhang zwischen Sichtweite, Detailbreite und Tischabstand			
Maximale Sichtweite	8,60 m	6,90 m	5,75 m
Minimale Detailbreite (z.B. Strichstärke auf der Tafel)	5,0 mm	4,0 mm	3,3 mm
Bildformat [m] (angenommen: das 300-fache der Detailbreite)	1,50 x 1,50	1,20 x 1,20	1,00 x 1,00
Mindestabstand Tischhinterkante bis Wand mit Projektionsfläche (auf Grund des noch vertretbaren Blickwinkels zum Bildformat)	3,00 m	2,70 m	2,50 m

²⁰ AK Schulraum, ÖISS Richtlinien für den Schulbau, Jänner 2007, Kapitel 6, Seite 2

²¹ AK Schulraum, ÖISS Richtlinien für den Schulbau, Jänner 2007, Kapitel 6, Seite 2

Wie aus der Tabelle hervorgeht, wird für einen Unterrichtsraum eine maximal geforderte Tiefe von 8,6 m angegeben.

4.3.2 Bautechnische Anforderungen

Für die Auswahl der Anforderung an die Bauteile werden Auflagen und Werte interpretiert, welche einen direkten Bezug zu einzelnen Bauteilen und Baukörpern der Konstruktion nehmen.

- U-Werte: Für die U-Werte werden keine speziellen Werte für die Sanierung von Altbauschulen angegeben. Im weiteren Verlauf der Untersuchungen wird auf die jeweiligen vorhandenen und geplanten Werte eingegangen. Diese werden dann im Anschluss der jeweiligen Situation entsprechend gegenübergestellt.

Bauteil	U-Wert [W/m²K]
WÄNDE gegen Außenluft	0,35
Kleinflächige WÄNDE gegen Außenluft (z.B. bei Gaupen), die 2% der Wände des gesamten Gebäudes gegen Außenluft nicht überschreiten, sofern die ÖNORM B 8110-2 (Kondensatfreiheit) eingehalten wird.	0,70
TRENNWÄNDE zwischen Wohn- oder Betriebseinheiten	0,90
WÄNDE gegen unbeheizte, frostfrei zu haltende Gebäudeteile (ausgenommen Dachräume)	0,60
WÄNDE gegen unbeheizte oder nicht ausgebaute Dachräume	0,35
WÄNDE gegen andere Bauwerke an Grundstücks- bzw. Bauplatzgrenzen	0,50
ERDBERÜHRTE WÄNDE UND FUSSBÖDEN	0,40
FENSTER, FENSTERTÜREN, VERGLASTE oder UNVERGLASTE TÜREN (bezogen auf Prüfnormmaß) und sonstige vertikale TRANSPARENTE BAUTEILE gegen unbeheizte Gebäudeteile	2,50
FENSTER und FENSTERTÜREN in Wohngebäuden gegen Außenluft (bezogen auf Prüfnormmaß)	1,40
Sonstige FENSTER, FENSTERTÜREN und vertikale TRANSPARENTE BAUTEILE gegen Außenluft, VERGLASTE oder UNVERGLASTE AUSSENTÜREN (bezogen auf Prüfnormmaß)	1,70
DACHFLÄCHENFENSTER gegen Außenluft	1,70
Sonstige TRANSPARENTE BAUTEILE horizontal oder in Schrägen gegen Außenluft	2,00
DECKEN gegen Außenluft, gegen Dachräume (durchlüftet oder ungedämmt) und über Durchfahrten sowie DACHSCHRÄGEN gegen Außenluft	0,20
INNENDECKEN gegen unbeheizte Gebäudeteile	0,40
INNENDECKEN gegen getrennte Wohn- und Betriebseinheiten	0,90

Abbildung 4.24: Anforderungen an wärmeübertragende Bauteile gemäß OIB-RL6 ²²

²² Österreichisches Institut für Bautechnik, OIB_RL 6, April 2007, Kapitel 5, Seite 16

- Schallschutzvorgaben

Die optimale Nachhallzeit eines Raumes ist seinem Volumen und seinem Verwendungszweck entsprechend dem Bild 1 zu entnehmen. Abweichungen im Toleranzbereich gemäß Bild 2 und Bild 3 sind zulässig.

Die optimalen Nachhallzeiten gelten für die volle Besetzung der Räume. Bei gleichmäßiger Verteilung der Personen im Raum werden die Werte auch bei einem Besetzungsgrad von 75 Prozent nur wenig überschritten. Bei Räumen, in denen die Nachhallzeiten wesentlich vom jeweiligen Besetzungsgrad abhängig sind und die auch bei geringerer Besetzung noch gute Hörverhältnisse aufweisen sollen, ist die Verwendung gepolsterter oder auf andere Weise schallabsorbierender Stühle notwendig.²³

„Nachhallzeit (soll)“²⁴

$$T_{soll} = \left(0,32 \lg \frac{V}{m^3} - 0,17 \right), s$$

$$T_{soll} = (0,32 \lg * 173,6 m^3 - 0,17) = 0,55s$$

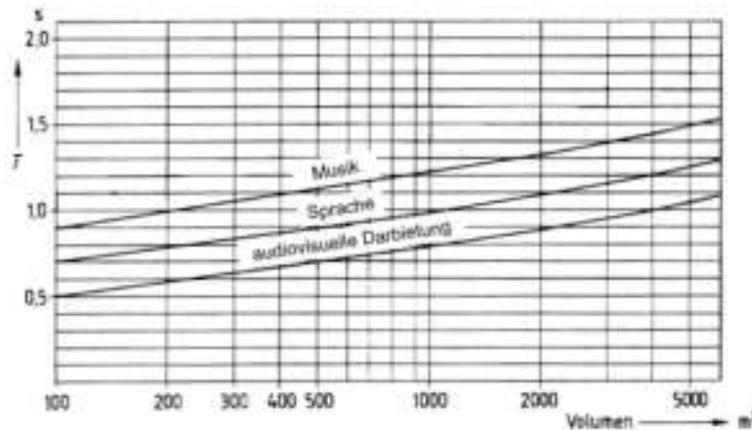


Abbildung 4.25: Optimale Nachhallzeit von Räumen in besetztem Zustand²⁵

Raumvolumen V [m³]	30	50	100	150	300	500	1000
Räume für Kommunikation z.B. Unterrichtsräume, Medienräume, Besprechungsräume, Räume für audiovisuelle Darbietung	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8
Räume für Sprache z.B. Hörsäle, Vortragsräume	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Der Sollwert der Nachhallzeit, abhängig von der Nutzung und dem Volumen des Raumes, ermittelt sich wie folgt: Unterricht, Kommunikation: $T_{soll} = 0,32 \cdot \lg V - 0,17$ Sprache, Vortrag: $T_{soll} = 0,37 \cdot \lg V - 0,14$ Musik: $T_{soll} = 0,45 \cdot \lg V - 0,07$ Sport- oder Schwimmhallen ohne Publikum für nur eine Unterrichtsklasse $T_{soll} = 1,27 \cdot \lg V - 2,49$ Sport- oder Schwimmhallen ohne Publikum für mehrere Unterrichtsklassen und unterschiedlichen Kommunikationsinhalt $T_{soll} = 0,95 \cdot \lg V - 1,74$							

Abbildung 4.26: Nachhallzeiten T_{soll} (in s) Abhängigkeit vom Raumvolumen²⁶

²³ Ö-Norm B8115-3, Schallschutz und Raumakustik, Raumakustik, 11 01 2005, Seite S: 4

²⁴ Ö-Norm B8115-3, Schallschutz und Raumakustik, Raumakustik, 11 01 2005, Seite S: 5

²⁵ Ö-Norm B8115-3, Schallschutz und Raumakustik, Raumakustik, 11 01 2005, Seite S: 5

²⁶ AK Schulraum, ÖISS Richtlinien für den Schulbau, Jänner 2007, Kapitel: „10“, Seite S: 5

Schallabsorptionsgrad²⁷

Eine ausreichende Schallabsorption ist gegeben, wenn der mittlere Schallabsorptionsgrad α_n des eingerichteten Raumes in den Oktavbändern mit den Mittenfrequenzen 250 Hz bis 4000 Hz mindestens den in Tabelle 1 angeführten Werten entspricht.

Oktavbandmittenfrequenz in Hz	250	500	1000	2000	4000
Mittlerer Schallabsorptionsgrad α_n im eingerichteten Raum	0,25	0,30	0,30	0,30	0,30
Mittlerer Schallabsorptionsgrad α_n im nutzungsfertigen Raum mit geringer Einrichtung	0,20	0,25	0,25	0,25	0,20
Mittlerer Schallabsorptionsgrad α_{nB} der Raumbegrenzungsflächen	0,20	0,25	0,25	0,25	0,20

Abbildung 4.27: Mindestwerte für den mittleren Schallabsorptionsgrad ²⁸

Für Räume mit geringer Einrichtung wie Pausenräume, Gänge, Turnsäle, Schwimm- und Sporthallen ergibt sich eine ausreichende Schallabsorption, wenn der mittlere Schallabsorptionsgrad α_n des Raumes in den Oktavbändern mit den Mittenfrequenzen 250 Hz bis 4000 Hz mindestens den in Tabelle 2 angeführten Werten entspricht.

Oktavband-Mittenfrequenz	Hz	250	500	1000	2000	4000
α_n	-	0,20	0,25	0,25	0,25	0,20

Abbildung 4.28: Mindestwerte für den Schallabsorptionsgrad (leer), Tabelle „2“²⁹

Schallabsorptionsflächen

„Durch den gezielten Einsatz reflektierender Flächen, zum Beispiel der Wand hinter dem Vortragenden oder dem mittleren Teil der Decke, sowie einer Verkürzung der Laufwegdifferenz durch ansteigende Sitzreihen, können nützliche Reflexionen erreicht werden. Besonders wichtig ist dies bei hohen Räumen.“ ³⁰

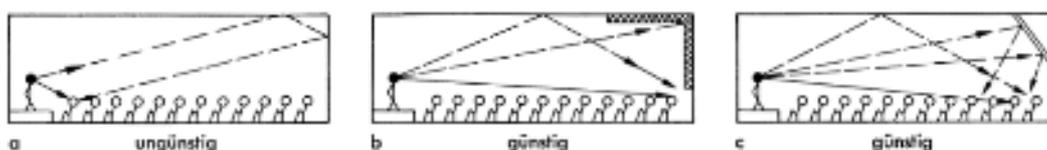


Abbildung 4.29: Verteilung der Schallreflektionsflächen gemäß Norm vorhanden.³¹

²⁷ Ö-Norm B8115-3, Schallschutz und Raumakustik, Raumakustik, 11 01 2005, Seite S: 7

²⁸ AK Schulraum, ÖISS Richtlinien für den Schulbau, Jänner 2007, Kapitel: „10“, Seite S: 6

²⁹ Ö-Norm B8115-3, Schallschutz und Raumakustik, Raumakustik, 11 01 2005, Tabelle 2, Seite S: 5

³⁰ Ö-Norm B8115-3, Schallschutz und Raumakustik, Raumakustik, 11 01 2005, Seite S: 8

³¹ Ö-Norm B8115-3, Schallschutz und Raumakustik, Raumakustik, 11 01 2005, Seite S: 10

Wie aus der Abbildung Bild: A-C aus der Ö-Norm B8815-3 entnommen werden kann sollten die Schallabsorptionsflächen für einen Unterrichtsraum ohne eine Bodenabtreppung im hinteren Bereich des oberen Deckenabschlusses angebracht sein.

Luftschallschutz

„Anforderungen an den Luftschallschutz in Gebäuden ohne Betriebsstätten Wände, Decken, Türen und Einbauten sind so zu bemessen, dass der Schallschutz zwischen den Räumen benachbarter Nutzungseinheiten (bedingt durch die Schallübertragung durch den Trennbauteil und die Schall-Längsleitung der flankierenden Bauteile) mindestens der in Tabelle 3 angegebenen bewerteten Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$ entspricht.“³²

Lage der fixen Trennbauteile	mindest erforderliche bewertete Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$ (in dB) zwischen Klassenräumen	
	ohne Verbindung durch Türen u.ä.	mit Verbindung durch Türen u.ä.
zwischen Unterrichtsräumen in Schulen- oder Wohnräumen in Heimen	55	38
zwischen Unterrichtsräumen in Schulen oder Wohnräumen in Heimen einerseits und Erschließungsflächen andererseits	55	38

Abbildung 4.30: Mindestschalldämmung zwischen Räumen³³

Wie aus der Abbildung hervorgeht, wird für einen Unterrichtsraum innerhalb des zu untersuchenden Objektes eine mindest erforderliche Luftschalldämmung $D_{nT,w}$ innerhalb des Gebäudes von 55 dB gefordert.

Wohngebäude, -heime, Hotels, Schulen, Kindergärten, Krankenhäuser, Kurgebäude u. dgl.									5
- Außenbauteile gesamt	$R'_{res,w}$	33	38	38	43	43	48	53	6
Opake Außenbauteile ¹⁾	R_w	43	43	43	48	48	53	58	7
Fenster und Außentüren ^{1) 2)}	R_w $R_w + C_{tr}$	28	33	33	38	38	43	48	8
- Gebäudetrennwände ³⁾ je Wand	R'_{w}	52	52	52	52	52	52	52	9
- Decken und Wände gegen Dachböden	R'_{w}	42	42	42	47	47	47	47	10
- Decken und Wände gegen Durchfahrten und Garagen	R'_{w}	60	60	60	60	60	60	60	11

Abbildung 4.31: Mindest erforderliche Schalldämmung von Außenbauteilen³⁴

Aus der Tabelle „2“ Ö-Norm B8115-2 geht hervor, dass für ein Schulgebäude der Mindestschallschutz für Außenbauteilen bei einem Schalldämmmaß von $R'_{res,w}$ von 33 dB gefordert wird.

³² Ö-Norm B8115-2, Schallschutz und Raumakustik, Anforderungen, 11 01 2005, Seite S: 9

³³ AK Schulraum, ÖISS Richtlinien für den Schulbau, Jänner 2007, Kapitel: „10“, Seite S: 3

³⁴ Ö-Norm B8115-2, Schallschutz und Raumakustik, Anforderungen, 11 01 2005, Seite S: 8

Trittschallschutz

Trittschallübertragung	höchstzulässiger bewerteter Standard-Trittschall-Pegel $L'_{nT,w}$ (in dB)
zwischen Aufenthaltsräumen in Schulen und Kindergärten	48
Zwischen Aufenthaltsräumen in Schulen und Kindergärten und Erschließungsflächen	50

Abbildung 4.32: Maximal zulässige Trittschallübertragung zwischen Räumen ³⁵

Durch die Vorgaben aus der ÖISS 2007 wird für diesen Raum durch die Nutzung als Unterrichtsraum ein höchstzulässiger bewerteter Standard-Trittschall Pegel $L'_{nT,w}$ in dB von bis zu 50 dB gefordert.

- Lüftungsvorgaben:

„Für Unterrichtsräume sind Frischluftstraten von $15\text{m}^3/\text{h}$ für bis 10-Jährige und von $20\text{m}^3/\text{h}$ für über 10-jährige Schüler/Innen erforderlich.“³⁶

Da es sich bei dem innerhalb des Untersuchungsbereiches dieser Arbeit zu behandelnden Raum „1“ um einen Unterrichtsraum für die Nutzung durch eine Volksschule handelt ergibt sich in weiterer Folge folgender Luftwechselbedarf je Stunde.

Bei einer Belegung des Raumes mit 15 Schülern folgt: $15 * 15\text{m}^3/\text{h} = 225\text{m}^3/\text{h}$ Luftwechsel erforderlich.

Luftwechselzahl

$$L_W = \frac{\text{Frischluftvolumen} \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{\text{Rauminhalt} (\text{m}^3)} = \frac{V_{FL}}{V_R} (h^{-1})$$

L_W : Luftwechselzahl

V_{FL} : Frischluftvolumen

V_R : Rauminhalt in m^3

$$V_{FL} = \text{Frischlufttrate} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right) * n = 15 * 15 = 225 \text{ m}^3/\text{h}$$

n : Anzahl der Personen

$$L_{W, \text{gefordert}} = \frac{225 \text{ m}^3/\text{h}}{173,6 \text{ m}^3} = 1,3 \text{ h}^{-1}$$

³⁵ AK Schulraum, ÖISS Richtlinien für den Schulbau, Jänner 2007, Kapitel: „10“, Seite S: 3

³⁶ Österreichisches Institut für Bautechnik, OIB_RL 3, April 2007, Kapitel 4, Seite 4

- Belichtungsanforderungen:

Natürliche Belichtung

„Bei Aufenthaltsräumen muss die gesamte Lichteintrittsfläche der Fenster mindestens 10 Prozent der Bodenfläche dieses Raumes betragen, es sei denn, die spezielle Nutzung erfordert dies nicht. Dieses Maß vergrößert sich ab einer Raumtiefe von mehr als 5 m um jeweils 1 Prozent pro Meter Raumtiefe.

Es muss für die gemäß Richtlinien notwendigen Lichteintrittsflächen ein zur Belichtung ausreichender freier Lichteinfall gewährleistet sein. Dies gilt jedenfalls als erfüllt, wenn ein freier Lichteinfallswinkel von 45 Grad, bezogen auf die Unterkante der Belichtungsöffnung in der Fassadenflucht, nicht überschritten wird. Die Lichteinfallrichtung darf dabei seitlich um nicht mehr als 30 Grad verschwenkt werden.“³⁷

Infolge der Anforderungen ergeben sich für den Dachgeschoß Raum „1“ bei einer Netto-Nutzfläche 57,7 m² und einer maximalen Tiefe von circa 8,5m Lichtanforderungen von circa 13,5 Prozent der Raumgrundfläche.

Dies entspricht $57,7 \cdot 0,135 = 7,8 \text{ m}^2$ Lichteintrittsfläche.

Da für die Anforderungen an einen Unterrichtsraum nicht nur die OIB-Richtlinie in Betracht gezogen wird sondern natürlich auch die ÖISS 2007 zum Tragen kommt ergeben sich in weiterer Folge erhöhte Anforderungen, was den Bedarf an natürlicher Belichtung beziehungsweise an Flächenbedarf für den Eintritt von Licht in den Unterrichtsraum betrifft.

„Die Fensterflächen in Unterrichts- und Arbeitsräumen sind in Hinblick auf eine möglichst tief ins Rauminnere reichende natürliche Belichtung der Räume und einen Tageslichtquotienten von mind. 1 Prozent sowie auf Vermeidung einer sommerlichen Überhitzung zu planen und sind somit standort- und konstruktionsabhängig. (Orientierung, Verschattung, Speichermassen).

Als Orientierungswerte für Fensterflächen von Unterrichtsräumen gelten bei freiem Lichteinfall circa 1/6 bis 1/5 und bei eingeschränktem Lichteinfall circa 1/5 bis 1/4 der Fußbodenfläche.“³⁸

Wenn man die aus der ÖISS vorgeschlagenen Werte von circa 1/6 der Fußbodenfläche als Referenzwert für die Ermittlung des Belichtungsflächenbedarfes heranzieht ergibt sich für den Raum „1“ folgender Belichtungsflächenbedarf:

$$A_{\text{Licht}} = \frac{1}{6} * A_{\text{Raum}} = \frac{1}{6} * 57,7 \text{ m}^2 = 9,60 \text{ m}^2$$

³⁷ Österreichisches Institut für Bautechnik, OIB_RL 3, April 2007, Kapitel 9, Seite 6

³⁸ AK Schulraum, ÖISS Richtlinien für den Schulbau, Jänner 2007, Kapitel 5, Seite 3

Künstliche Beleuchtung

„Bei der Planung ist zu unterscheiden zwischen Kunstlicht als Ergänzungsbeleuchtung, wie sie beispielsweise bei Unterrichts- und Arbeitsräumen in großer Entfernung zu den Fensterwänden oder generell an bewölkten Tagen notwendig wird, und Kunstlicht als eigenständige, Tageslicht unabhängige Beleuchtung (Nachtszenario).“³⁹

Da es sich bei dem in dieser Master-Arbeit zu behandelndem Raum um einen Unterrichtsraum mit der Primärnutzung durch eine Volksschulklasse im Rahmen des normalen Unterrichtsablaufes (kein Nachtszenario) handelt wird nur auf die Anforderungen gemäß ÖISS Tabelle Beleuchtungsstärken, Punkt Tageslichtunterstützung eingegangen.

Tabelle 3: Beleuchtungsstärken gemäß ÖISS 2007⁴⁰

Unterrichtsräume	300lx mit Tageslichtunterstützung
Tafelbeleuchtung	500 lx (EV)

³⁹ AK Schulraum, ÖISS Richtlinien für den Schulbau, Jänner 2007, Kapitel 5, Seite 3

⁴⁰ AK Schulraum, ÖISS Richtlinien für den Schulbau, Jänner 2007, Kapitel 5, Seite 5

5 Bestandsanalyse

Im Zuge der Untersuchungen der Räumlichkeiten des Gebäudes der Schulschwestern wurde ein spezielles Augenmerk auf den Raum „1“ im Dachgeschoß gelegt.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden für die bauphysikalischen Untersuchungen das Programm AnTherm gewählt.

Mit Hilfe dieses Programmes erfolgen die Erfassung der Bestandssituation sowie die Auswertung des Bestand-Raumes in Hinblick auf dessen bauphysikalischen Eigenschaften.

Durch die Eingaben lassen sich in weiterer Folge Rückschlüsse über den Ist-Zustand sowie Aussagen über die Möglichkeiten einer bauphysikalischen Optimierung treffen.

Als nächster Schritt folgt die Erarbeitung von Varianten, welche unter dem Aspekt einer bauphysikalischer moderneren Lösung stehen.

5.1 Wärmetechnische Berechnung

5.1.1 U-Wert

Die U-Werte der einzelnen Bauteile sind dem Aufbauten-Katalog aus dem Kapitel 4.2 der Bestandsdarstellung zu entnehmen.

$$„U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_{se} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + R_{si}} = W / (K \cdot m^2)$$

U : Wärmedurchgangskoeffizient in $W/(K \cdot m^2)$

R_T : Wärmedurchgangswiderstand in $(K \cdot m^2)/W$

R_{se} : äußerer Wärmeübergangswiderstand in $(K \cdot m^2)/W$

d_i : Schichtdicke der Schicht Nummer i in m

λ_i : spezifische Wärmeleitfähigkeit dieser Schicht in $W/(K \cdot m)$

$1/\lambda_i = R_{\lambda,i}$: der spezifische Wärmewiderstand der i -ten Schicht in $(K \cdot m)/W$

$d_i/\lambda_i = R_i$: der Wärmedurchlasswiderstand dieser Schicht in $(K \cdot m^2)/W$

R_{si} : innerer Wärmeübergangswiderstand in $(K \cdot m^2)/W$ ⁴¹

5.1.2 Heizwärmebedarf

Um die Werte für den Heizwärmebedarf des zu untersuchenden Gebäudes, welche im Kapitel der Anforderungen ausgeführt wurden, auch weiterführend bewerten zu können ist es nötig, den aktuellen Heizwärmebedarf des Gebäudes vor Beginn eventueller Sanierungsarbeiten zu untersuchen, um zu sehen ob es für das Gebäude beziehungsweise

⁴¹ Wärmeschutz im Hochbau, Ö-Norm B 8110-1, 2011.01.01

in diesem Fall für den zu untersuchenden Raum zielführend ist, eine thermische Sanierung anzustreben.

Die Berechnung des Heizwärmebedarfs des vorhandenen Raumes erfolgt laut den Vorgaben der Ö-Norm B8110-6 Grundlagen und Nachweisverfahren–Heizwärmebedarf und Kühlbedarf.

$$HWB_v = \frac{Q_{h,a}}{V} = 23,68 \text{ kWh}/(\text{m}^3 * a)$$

„ HWB_v : jährlicher Heizwärmebedarf für Nicht-Wohngebäude, bezogen auf das konditionierte Brutto-Volumen, in m^3

$Q_{h,a}$: Heizwärmebedarf eines Gebäudes/Gebäudeteils, in kWh/a

V : konditioniertes Brutto-Volumen⁴²

Bestand – Berechnung: jährlicher HWB

„Der jährliche HWB Q_h wird gemäß Ö-Norm EN ISO 13790 als die Summe sämtlicher Monate mit tatsächlichem Heizwärmebedarf berechnet.“⁴³

$$Q_{h,a} = \sum_j Q_{h,j} = 4.73 \text{ kWh/a}$$

$Q_{h,j}$: monatlicher Heizwärmebedarf gemäß 9.2.1, in kWh/M

Bestand – Berechnung: monatlicher HWB

$$Q_{h,j,RK} = Q_{l,j} - \eta_{h,j} * Q_{g,j}, \text{ kWh/M}$$

$Q_{l,j}$: gesamte Wärmeverluste im jeweiligen Monat, in kWh/M

$Q_{g,j}$: gesamte Wärmegewinne im jeweiligen Monat, in kWh/M

$\eta_{h,j}$: Ausnutzungsgrad für Wärmegewinne im Heizfall im jeweiligen Monat⁴⁴

$$Q_{g,j} = Q_i + Q_s, \text{ kWh/M}$$

Q_i : innere Wärmegewinne, in kWh/M

Q_s : solare Gewinne, in kWh/M

⁴² Wärmeschutz im Hochbau, Ö-Norm B 8110-6, 2011.01.01, Seite S: 48

⁴³ Wärmeschutz im Hochbau, Ö-Norm B 8110-6, 2011.01.01, Seite S: 42

⁴⁴ Wärmeschutz im Hochbau, Ö-Norm B 8110-6, 2011.01.01, Seite S: 43

$$Q_i = \frac{1}{1000} * q_{i,h,n} * BGF * t, kWh/M$$

$q_{i,h,n}$: innere Netto Wärmegewinne gemäß Ö-Norm B 8110-5, in W/m²

BGF : Brutto-Grundfläche, in m²

t : Dauer des jeweiligen Monats, in h/M⁴⁵

$$Q_{s,h} = \sum_j (I_{s,j} * \sum_k A_{trans,h,k,j}), kWh/M$$

$Q_{s,h}$: solare Wärmegewinne für Nicht-Wohngebäude im Heizfall, in kWh/M

$I_{s,j}$: Gesamtenergie der Globalstrahlung auf eine Flächeneinheit mit der Orientierung j

$A_{trans,h,k,j}$: solar wirksame Kollektorfläche der transparenten Oberfläche mit der Orientierung j.

$$A_{trans,h,k,j} = A_g * F_{s,h} * g_w, m^2$$

$A_{trans,h}$: wirksame Kollektorfläche im Heizfall, in m²

A_g : Verglasungsfläche, in m²

$F_{s,h}$: Verschattungsfaktor im Heizfall

g_w : effektiv wirksame Gesamtenergie-Durchlassgrad der Verglasung⁴⁶

$$Q_l = Q_T + Q_v, kWh/M$$

Q_T : Transmissionswärmeverlust für den jeweiligen Monat, in kWh/M

Q_v : Lüftungswärmeverluste für den jeweiligen Monat, in kWh/m.⁴⁷

$$Q_T = \frac{1}{1000} * L_T * (\theta_i - \theta_e) * t, kWh/M$$

θ_i : mittlere Innentemperatur in °C

θ_e : mittlere Außentemperatur im jeweiligen Monat, in °C

L_T : Transmissionsleitwert, in W/K

t : monatliche Gesamtzeit, in h/M (Nutzungstage)⁴⁸

⁴⁵ Wärmeschutz im Hochbau, Ö-Norm B 8110-6, 2011.01.01, Seite S: 29

⁴⁶ Wärmeschutz im Hochbau, Ö-Norm B 8110-6, 2011.01.01, Seite S: 38

⁴⁷ Wärmeschutz im Hochbau, Ö-Norm B 8110-6, 2011.01.01, Seite S: 25

⁴⁸ Wärmeschutz im Hochbau, Ö-Norm B 8110-6, 2011.01.01, Seite S: 26

$$"L_T = \sum_i f_{i,h} * A_i * U_i * + L_\psi + L_\chi = 44,29 \text{ W/K}$$

$f_{i,h}$: Temperaturkorrekturfaktoren der Bauteile im Heizfall

A_i : Fläche des Bauteils i der Gebäudehülle, in m²

U_i : Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils i, in W/(m²K)

L_ψ : Leitwertzuschlag für zweidimensionale Wärmebrücken, in W/K

L_χ : Leitwertzuschlag für dreidimensionale Wärmebrücken, in W/K⁴⁹

$$"L_\psi = \sum_j l_j * \psi_j = 4,02 \text{ W/K}$$

l_j : Länge der zweidimensionalen Wärmebrücke j, in m

ψ_j : Korrekturkoeffizient der zweidimensionalen Wärmebrücke j, in W/(m*K) ⁵⁰

$$"L_\chi = \sum_k \chi_k, \text{ W/K}$$

χ_k : Korrekturkoeffizient der dreidimensionalen Wärmebrücke k, in W/K⁵¹

$$"Q_{vh} = Q_{vh,FL}$$

Q_{vh} : Lüftungswärmeverlust im Heizfall⁵²

$$"Q_{vh,FL} = \frac{1}{1000} * L_{vh,FL} * (\theta_{hi} - \theta_e) * t, kWh/M$$

θ_{hi} : Innentemperatur des konditionierten Raumes im Heizfall, in °C

θ_e : mittlere Außentemperatur im jeweiligen Monat, in °C

$L_{vh,FL}$: Lüftungsleitwert infolge Fensterlüftung im Heizfall, in W/K⁵³

⁴⁹ Wärmeschutz im Hochbau, Ö-Norm B 8110-6, 2011.01.01, Seite S: 14

⁵⁰ Wärmeschutz im Hochbau, Ö-Norm B 8110-6, 2011.01.01, Seite S: 12

⁵¹ Wärmeschutz im Hochbau, Ö-Norm B 8110-6, 2011.01.01, Seite S: 13

⁵² Wärmeschutz im Hochbau, Ö-Norm B 8110-6, 2011.01.01, Seite S: 28

⁵³ Wärmeschutz im Hochbau, Ö-Norm B 8110-6, 2011.01.01, Seite S: 26

$$L_{vh,FL} = c_{p,L} * \rho_L * V_V * n_{L,m,h} = 19,83 \text{ W/K}$$

$c_{p,L} * \rho_L$: volumenbezogene Wärmespeicherfähigkeit von Luft in Wh/(m³K); $c_{p,L} * \rho_L = 0,34$

V_V : Lüftungsvolumen, in m³

$n_{L,m,h}$: Luftwechselrate durch Fensterlüftung im jeweiligen Monat, in h⁻¹⁵⁴

$$V_V = 0,8 * BGF * 2,6 = 131,04 \text{ m}^3$$

BGF : Brutto Grundfläche, in m²⁵⁵

$$n_{L,m,h} = \frac{n_{L,FL} * t_{Nutz,d} * d_{Nutz}}{t} = 1,3 \text{ h}^{-1}$$

$n_{L,FL}$: hygienisch erforderliche Luftwechselrate gemäß Norm

$t_{Nutz,d}$: tägliche Nutzungszeit, in h/d

d_{Nutz} : Nutzungstage im Monat, in d/M

t : monatliche Gesamtzeit, in h/M⁵⁶

$$\eta_{h,j} = \frac{1 - \gamma_h^\alpha}{1 - \gamma_h^{\alpha+1}} \text{ wenn } \gamma \neq 1$$

$$\eta_{h,j} = \frac{\alpha}{1 - \alpha} \text{ wenn } \gamma = 1$$

γ_h : Verhältnis von Wärmegewinnen zu Wärmeverlusten im Heizfall

α : numerischer Parameter für den Ausnutzungsgrad

$$\gamma_h = \frac{Q_{g,h}}{Q_l}$$

$Q_{g,h}$: monatliche Wärmegewinne eines Gebäudes im Heizfall, in kWh/M

Q_l : monatliche Wärmeverluste eines Gebäudes in kWh/M

$$\alpha = \alpha_0 + \frac{\tau}{\tau_0}$$

τ : Gebäudezeitkonstante, in h

τ_0 : 16,0 im Heizfall

α_0 : 1,0 im Heizfall⁵⁷

⁵⁴ Wärmeschutz im Hochbau, Ö-Norm B 8110-6, 2011.01.01, Seite S: 23

⁵⁵ Wärmeschutz im Hochbau, Ö-Norm B 8110-6, 2011.01.01, Seite S: 18

⁵⁶ Wärmeschutz im Hochbau, Ö-Norm B 8110-6, 2011.01.01, Seite S: 22

⁵⁷ Wärmeschutz im Hochbau, Ö-Norm B 8110-6, 2011.01.01, Seite S: 45

$$\tau = \frac{C}{(L_t + L_v)} \cdot h$$

L_t : Transmissions-Leitwert, in W/K

L_v : Lüftungs-Leitwert, in W/K

C : wirksame Wärmespeicherfähigkeit des Gebäudes, in Wh/K

$$C = f_{BW} \cdot V, Wh/K$$

$f_{BW} = 20,0$ für mittelschwere Bauweisen in Wh/(m³*K)

V : konditioniertes Brutto-Volumen, in m³.⁵⁸

Die für die Berechnung des HWB benötigten Werte, sowie die Ergebnisse der Berechnung, basieren auf Berechnungen entsprechend eines Bauphysikprogrammes.

Die Ausführung der einzelnen Wege, wie für eine händische Berechnung betreffend des HWB vorgegangen werden müsste, wird im Rahmen dieser Arbeit nur exemplarisch dargestellt. Die Auflistung und Ausführung ist im Anhang unter der Darstellung eines EAW für die Bestandsituation des Raumes angefügt.

⁵⁸ Wärmeschutz im Hochbau, Ö-Norm B 8110-6, 2011.01.01, Seite S: 41f

5.1.3 Kühlbedarf

Für die weiterführende Vergleichbarkeit beziehungsweise Einschätzbarkeit der Werte aus dem Kapitel „Anforderungen“ wird der Wert für den im Moment vorhandenen Kühlbedarfs des Objektes benötigt.

Die Auswertung des aktuellen außeninduzierten Kühlbedarfs erfolgt unter zu Hilfenahme der Berechnungsvorgänge aus der Ö-Norm B8110-6.

$$KB_v = \frac{Q_{c,a}}{V} = 11,09 \text{ kWh}/(\text{m}^3 * a)$$

KB_v : jährlicher Kühlbedarf für Nicht-Wohngebäude, bezogen auf das konditionierte Bruttovolumen, in m^3

$Q_{c,a}$: jährlicher Kühlbedarf gemäß 9.3, wobei zur Berechnung die Inneren Wärmegewinne und die Luftwechselrate null zu setzen sind (die Infiltration η_x wird in diesem Fall mit dem Wert 0,15 angesetzt), in kWh/a

V : konditioniertes Brutto-Volumen⁵⁹

Bestand – Berechnung: jährlicher KB

„Der Jährliche KB Q_c wird gemäß Ö-Norm EN ISO 13790 als die Summe sämtlicher Monate mit tatsächlichem Kühlbedarf berechnet.

$$Q_{c,a} = \sum_j Q_{c,j}, \text{ kWh/M}$$

$Q_{c,j}$: monatlicher Kühlbedarf, in kWh/M

Bestand – Berechnung: monatlicher KB

$$Q_{c,j} = f_{corr} (1 * \eta_{c,j}) * Q_{g,j,c}, \text{ kWh/M}$$

f_{corr} : Korrekturfaktor

$Q_{g,j,c}$: modifizierte Wärmegewinne eines Gebäudes/Gebäudeteiles im jeweiligen Monat, in kWh/M

$\eta_{c,j}$: Ausnutzungsgrad für Wärmegewinne im Kühlfall im jeweiligen Monat

⁵⁹ Wärmeschutz im Hochbau, Ö-Norm B 8110-6, 2011.01.01, Seite S: 48

$$f_{corr} = \begin{cases} 1,4 & \text{für } \tau \leq 90 \\ -0,01 * \tau + 2,3 & \text{für } 90 < \tau \leq 130 \\ 1,0 & \text{für } \tau > 130 \end{cases}$$

τ : Gebäudekonstante, in h.⁶⁰

$$\tau = \frac{C}{(L_t + L_v)}, h$$

L_t : Transmissions-Leitwert, in W/K

L_v : Lüftungs-Leitwert, in W/K

C : wirksame Wärmespeicherfähigkeit des Gebäudes, in Wh/K

$$C = f_{BW} * V, Wh/K$$

$f_{BW} = 20,0$ für mittelschwere Bauweisen in Wh/(m³*K)

V : konditioniertes Brutto-Volumen, in m³⁶¹

$$L_T = \sum_i f_{i,h} * A_i * U_i + L_\psi + L_\chi, W/K$$

$f_{i,h}$: Temperaturkorrekturfaktoren der Bauteile im Heizfall

A_i : Fläche des Bauteils i der Gebäudehülle, in m²

U_i : Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils i , in W/(m²K)

L_ψ : Leitwertzuschlag für zweidimensionale Wärmebrücken, in W/K

L_χ : Leitwertzuschlag für dreidimensionale Wärmebrücken, in W/K⁶²

$$L_\psi = \sum_j l_j * \psi_j, W/K$$

l_j : Länge der zweidimensionalen Wärmebrücke j , in m

ψ_j : Korrekturkoeffizient der zweidimensionalen Wärmebrücke j , in W/(m*K)⁶³

⁶⁰ Wärmeschutz im Hochbau, Ö-Norm B 8110-6, 2011.01.01, Seite S: 44

⁶¹ Wärmeschutz im Hochbau, Ö-Norm B 8110-6, 2011.01.01, Seite S: 41f

⁶² Wärmeschutz im Hochbau, Ö-Norm B 8110-6, 2011.01.01, Seite S: 14

⁶³ Wärmeschutz im Hochbau, Ö-Norm B 8110-6, 2011.01.01, Seite S: 12

$${}^{\prime\prime}L_{\chi} = \sum_k \chi_k, W/K$$

χ_k : Korrekturkoeffizient der dreidimensionalen Wärmebrücke k, in W/K⁶⁴

$${}^{\prime\prime}Q_{vc} = Q_{vc,FL}, kWh/M$$

Q_{vc} : Lüftungswärmeverlust im Kühlfall⁶⁵

$Q_{vc,FL}$: Lüftungswärmeverluste infolge Fensterlüftung im Kühlfall, in kWh/M

$${}^{\prime\prime}Q_{vc,FL} = \frac{1}{1000} * L_{vc,FL} * (\theta_{hi} - \theta_e) * t, kWh/M$$

θ_{hi} : Innentemperatur des konditionierten Raumes im Heizfall, in °C

θ_e : mittlere Außentemperatur im jeweiligen Monat, in °C

$L_{vc,FL}$: Lüftungsleitwert infolge Fensterlüftung im Kühlfall, in W/K⁶⁶

$${}^{\prime\prime}L_{vc,FL} = c_{p,L} * \rho_L * V_V * n_{L,m,c}, W/K$$

$c_{p,L} * \rho_L$: volumenbezogene Wärmespeicherfähigkeit von Luft in Wh/(m³K); $c_{p,L} * \rho_L = 0,34$

V_V : Lüftungsvolumen, in m³

$n_{L,m,c}$: Luftwechselrate durch Fensterlüftung im jeweiligen Monat, in h⁻¹⁶⁷

$${}^{\prime\prime}V_V = 0,8 * BGF * 2,6 = 131,04 m^3$$

BGF : Brutto Grundfläche, in m²⁶⁸

⁶⁴ Wärmeschutz im Hochbau, Ö-Norm B 8110-6, 2011.01.01, Seite S: 13

⁶⁵ Wärmeschutz im Hochbau, Ö-Norm B 8110-6, 2011.01.01, Seite S: 28

⁶⁶ Wärmeschutz im Hochbau, Ö-Norm B 8110-6, 2011.01.01, Seite S: 26

⁶⁷ Wärmeschutz im Hochbau, Ö-Norm B 8110-6, 2011.01.01, Seite S: 23

⁶⁸ Wärmeschutz im Hochbau, Ö-Norm B 8110-6, 2011.01.01, Seite S: 18

$$n_{L,m,c} = \frac{n_{L,FL} * t_{Nutz,d} * d_{Nutz} + n_{L,NL} * t_{NL,d} * d_{Nutz}}{t}, h^{-1}$$

$n_{L,FL}$: hygienisch erforderliche Luftwechselrate gemäß Norm

$t_{Nutz,d}$: tägliche Nutzungszeit, in h/d

d_{Nutz} : Nutzungstage im Monat, in d/M

t : monatliche Gesamtzeit, in h/M

$n_{L,NL}$: zusätzlich wirksame Luftwechselrate im jeweiligen Monat bei Nachtlüftung, in h^{-1} wobei der größere Wert aus den zwei $n_{l,fl,nl}$ zu wählen ist

$t_{NL,d}$: tägliche Nutzungszeit der Nachtlüftung⁶⁹

$$\eta_{c,j} = \frac{1 - \gamma_h^\alpha}{1 - \gamma_h^{\alpha+1}} \text{ wenn } \gamma \neq 1$$

$$\eta_{c,j} = \frac{\alpha}{1 - \alpha} \text{ wenn } \gamma = 1 =$$

γ_h : Verhältnis von Wärmegewinnen zu Wärmeverlusten im Kühlfall

α : numerischer Parameter für den Ausnutzungsgrad

$$\gamma_c = \frac{Q_{g,c}}{Q_l}$$

$Q_{g,h}$: monatliche Wärmegewinne eines Gebäudes im Kühlfall, in kWh/M

Q_l : monatliche Wärmeverluste eines Gebäudes in kWh/M

$$\alpha = \alpha_0 + \frac{\tau}{\tau_0}$$

τ : Gebäudezeitkonstante, in h

τ_0 : 16,0 im Kühlfall

α_0 : 1,0 im Kühlfall⁷⁰

$$Q_l = Q_T + Q_v, kWh/M$$

Q_T : Transmissionswärmeverlust für den jeweiligen Monat, in kWh/M

Q_v : Lüftungswärmeverluste für den jeweiligen Monat, in kWh/m⁷¹

⁶⁹ Wärmeschutz im Hochbau, Ö-Norm B 8110-6, 2011.01.01, Seite S: 22

⁷⁰ Wärmeschutz im Hochbau, Ö-Norm B 8110-6, 2011.01.01, Seite S: 46

⁷¹ Wärmeschutz im Hochbau, Ö-Norm B 8110-6, 2011.01.01, Seite S: 25

$$Q_T = \frac{1}{1000} * L_T * (\theta_i - \theta_e) * t, kWh/M$$

θ_i : mittlere Innentemperatur in °C

θ_e : mittlere Außentemperatur im jeweiligen Monat, in °C

L_T : Transmissionsleitwert, in W/K

t : monatliche Gesamtzeit, in h/M (Nutzungstage)⁷²

$$Q_{g,j} = Q_i + Q_s, kWh/M$$

Q_i : innere Wärmegewinne, in kWh/M

Q_s : solare Gewinne, in kWh/M

$$Q_i = \frac{1}{1000} * q_{i,h,n} * BGF * t, kWh/M$$

$q_{i,h,n}$: innere Netto-Wärmegewinne gemäß Ö-Norm B 8110-5, in W/m²

BGF : Brutto-Grundfläche, in m²

t : Dauer des jeweiligen Monats, in h/M⁷³

$$Q_{s,h} = \sum_j (I_{s,j} * \sum_k A_{trans,h,k,j}), kWh/M$$

$Q_{s,h}$: solare Wärmegewinne für Nicht-Wohngebäude im Heizfall, in kWh/M

$I_{s,j}$: Gesamtenergie der Globalstrahlung auf eine Flächeneinheit mit der Orientierung j

$A_{trans,h,k,j}$: solar wirksame Kollektorfläche der transparenten Oberfläche mit der Orientierung j .

$$A_{trans,h,k,j} = A_g * F_{s,h} * g_w, m^2$$

$A_{trans,h}$: wirksame Kollektorfläche im Heizfall, in m²

A_g : Verglasungsfläche, in m²

$F_{s,h}$: Verschattungsfaktor im Heizfall

g_w : effektiv wirksame Gesamtenergie-Durchlassgrad der Verglasung⁷⁴

Simultan der Vorgehensweise der Berechnung des HWB erfolgt, auch für die Berechnung des Kühlbedarfes, die Darstellung der Vorgehensweise nur zur Verdeutlichung. Die Berechnungen basieren auf den Eingaben in einem Energieausweis. Infolge dieser Berechnungen werden die Ergebnisse ausgewiesen.

⁷² Wärmeschutz im Hochbau, Ö-Norm B 8110-6, 2011.01.01, Seite S: 26

⁷³ Wärmeschutz im Hochbau, Ö-Norm B 8110-6, 2011.01.01, Seite S: 29

⁷⁴ Wärmeschutz im Hochbau, Ö-Norm B 8110-6, 2011.01.01, Seite S: 38

5.1.1 Sommerliche Überwärmung

Vereinfachter Nachweis über die Vermeidung der sommerlichen Überwärmung

$$„\Delta m_{w,l} = m_{w,l} - m_{w,l,min} > 0, kg/m^2$$

$m_{w,l}$: immissionsflächenbezogene speicherwirksame Masse

$m_{w,l,min}$: Mindestanforderung immissionsflächenbezogene speicherwirksame Masse

Immissionsflächenbezogener stündlicher Luftvolumenstrom $V_{L,S}$	Immissionsflächenbezogene speicherwirksame Masse $m_{w,l,min}$ ^a
$m^3/(h \cdot m^2)$	kg/m ²
≥ 100	$\geq 2\ 000$
75	$> 4\ 000$
50^b	$\geq 8\ 000$

^a im Bedarfsfall zu interpolieren
^b Immissionsflächenbezogene Luftvolumenströme von weniger als $50\ m^3/(h \cdot m^2)$ führen zu einem hohen Überwärmungsrisiko und sind daher unzulässig.

Abbildung 5.1: Mindestforderliche immissionsflächenbezogene speicherwirksame Masse

Berechnung des stündlichen Luftvolumenstromes

$$V_{L,S} = n_L * \frac{V}{(A_{L,i})}, m^3/(h * m^2)$$

$A_{L,i}$: Fläche der Immissionsfläche des Raumes, in m^2

$V_{L,S}$: stündlicher Luftvolumenstrom, in $m^3/(h*m^2)$

n_L : Luftwechselzahl gemäß Norm, 1,5 (1/h)

V : Volumen des Raumes, $173,6m^3$ ⁷⁵

Die sommerliche Überwärmung beziehungsweise der Nachweis der Sommertauglichkeit von Raum "1" wird für die Bestandssituation nicht näher betrachtet.

Die Berechnung für die Sommertauglichkeit würde aufgrund der nicht vorhandenen Fensterflächen im Bestand zu keinen zielführenden Ergebnissen führen.

Daher wird in weiterer Folge erst im Zuge der Adaptierung auf das Thema der sommerlichen Überwärmung beziehungsweise auf die Sommertauglichkeit von Raum "1" näher eingegangen.

⁷⁵ Wärmeschutz im Hochbau, Ö-Norm B 8110-3, 2012.03.15, Seite S: 17f

5.1.2 Energieausweis

„Der Energieausweis ist mit dem Typenschein für Ihr Auto vergleichbar. Viele interessante Kennwerte Ihres Hauses sind darin enthalten, wie zum Beispiel der zu erwartende Heizenergieverbrauch. Je nach Bundesland sind die Berechnungsmodelle etwas unterschiedlich. Der wichtigste Kennwert ist aber in jedem Energieausweis enthalten: Die Energiekennzahl für Ihr Haus (=der spezifische Heizwärmebedarf). Der ebenfalls sehr prominent angeführte "Gesamt-Energie-Effizienz-Faktor" (fGEE) ist seit 2012 in neuen Ausweisen angeführt und stellt einen Vergleichswert mit einem Referenzgebäude dar.“⁷⁶

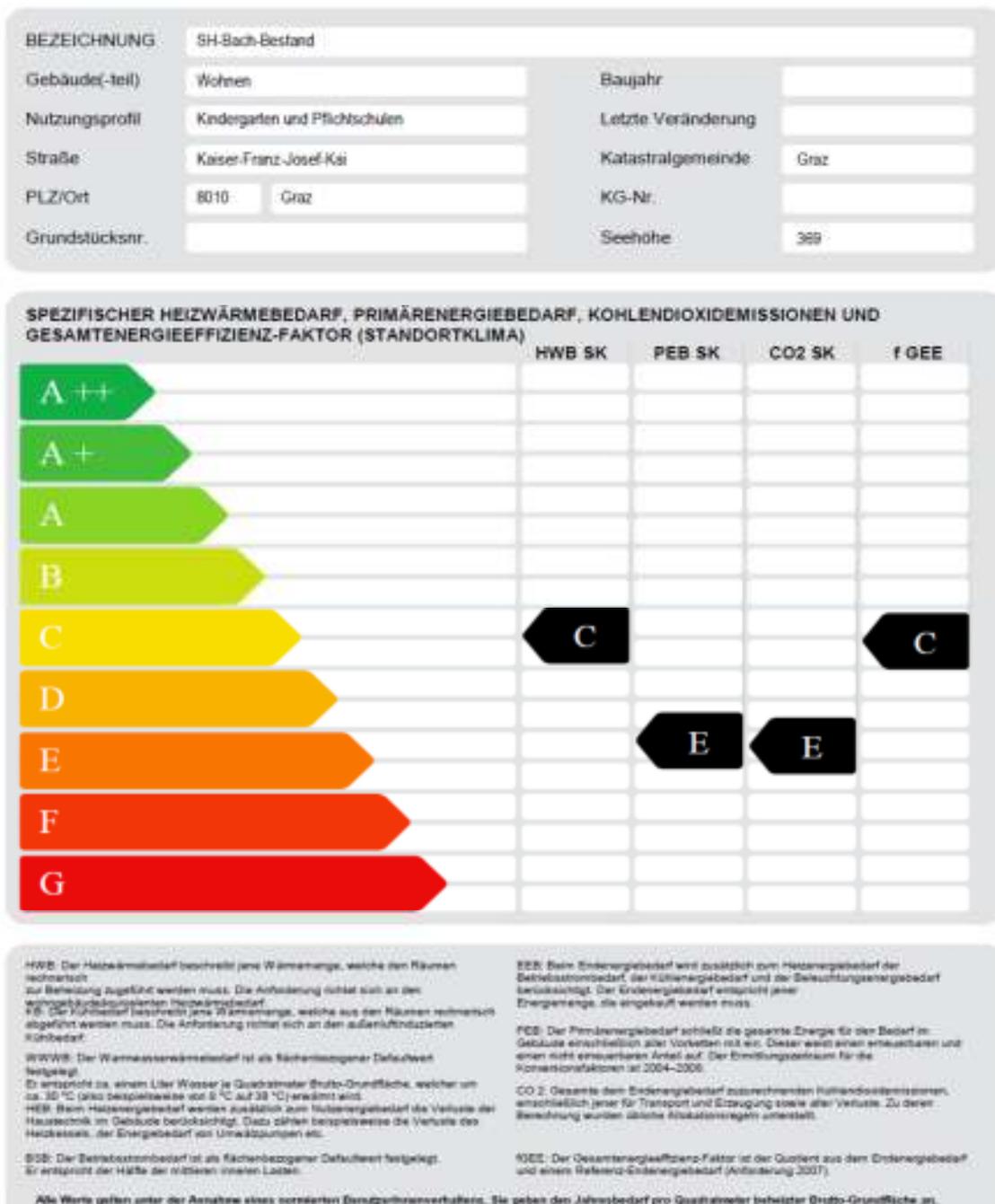


Abbildung 5.2: Deckblatt; Energieausweis Bestand

⁷⁶ www.energieausweis.at, Energieausweiserstellung in Österreich, 2014.08.15

GEBÄUDEKENNDATEN

Brutto-Grundfläche	83,00 m ²	Klimaregion	S/SO	mittlerer U-Wert	0,588 W/m ² K
Bezugs-Grundfläche	50,40 m ²	Heiztage	221 d	Bauweise	mittelschwere
Brutto-Volumen	199,71 m ³	Heizgradtage	3588 Kd	Art der Lüftung	Fensterlüftung
Gebäude-Hüllfläche	75,36 m ²	Norm-Außentemperatur	-10,9 °C	Sommertauglichkeit	keine Angabe
Kompaktheit (A/V)	0,38 1/m	Soll-Innentemperatur	20 °C	LEK T-Wert	38
charakteristische Länge	2,65 m				

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF Wohnen

	Referenzklima spezifisch	Standortklima zonenbezogen	spezifisch	Anforderung	
HWB*	21,75 kWh/m ² a	4,729 kWh/a	23,68 kWh/m ² a	16,51 kWh/m ² a	nicht erf.
HWB		4,297 kWh/a	89,21 kWh/m ² a		
WWWB		59,1 kWh/a	9,42 kWh/m ² a		
KB*	0,00 kWh/m ² a	0 kWh/a	0,00 kWh/m ² a	2,00 kWh/m ² a	erfüllt
KB		698 kWh/a	11,09 kWh/m ² a		
BefEB		0 kWh/a	0,00 kWh/m ² a		
HTEB RH		1,216 kWh/a	19,31 kWh/m ² a		
HTEB WW		1,929 kWh/a	30,63 kWh/m ² a		
HTEB		3,509 kWh/a	55,89 kWh/m ² a		
KTEB		0 kWh/a	0,00 kWh/m ² a		
HEB		8,399 kWh/a	133,31 kWh/m ² a		
KEB		0 kWh/a	0,00 kWh/m ² a		
BefEB		1,582 kWh/a	24,80 kWh/m ² a		
BSB		1,552 kWh/a	24,64 kWh/m ² a		
EEB		11,513 kWh/a	182,75 kWh/m ² a	160,02 kWh/m ² a	nicht erf.
PEB		18,513 kWh/a	293,90 kWh/m ² a		
PEB n. ern.		16,878 kWh/a	267,90 kWh/m ² a		
PEB ern.		1,534 kWh/a	25,90 kWh/m ² a		
CO ₂		3,347 kg/a	52,10 kg/m ² a		
fGEE	1,45 -		1,46 -		

ERSTELLT

GWR-Zahl		ErstellerIn	Schaubmaier
Ausstellungsdatum	2014-07-09	Unterschrift	
Gültigkeitsdatum	2024-07-08		

Die Energiekennzahlen dieses Energieausweises dienen ausschließlich der Information. Aufgrund der idealisierten Eingangsparameter können bei tatsächlicher Nutzung erhebliche Abweichungen auftreten. Insbesondere Nutzungseinheiten unterschiedlicher Lage können aus Gründen der Geometrie und der Lage hinsichtlich ihrer Energiekennzahlen von den hier angegebenen abweichen.

Abbildung 5.3: Seite 2; Energieausweis Bestand

Der vollständige Energieausweis ist dem Anhang beigelegt.

5.2 Wärmebrücken

Für die Erfassung der Bestandssituation im Raum "1" wurden für die Berechnungen in AnTherm Schnitte in 2D sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Ausrichtung durchgeführt.

Als weiterer Schritt wurde der Anschlussknoten im Dachbereich ebenfalls in 3D erfasst und in das Programm AnTherm eingegeben.

5.2.1 AnTherm Modell

Der Erste Schritt der Bestandsanalyse ist die Eingabe der Bestands-Geometrien in AnTherm.

Für die 2D-Eingaben wurde der Bauteil im Eckbereich des Dachgeschoßes in fünf horizontale Schnitte sowie in drei vertikale Schritte unterteilt.

Für die Erfassung der Bestandssituation, welche für die weiteren Eingaben und Berechnungen notwendig sind, wurde für den Raum "1" des Gebäudes der Schulschwester in Graz ein zweiachsiger Schnitt erstellt. Die nachfolgenden Abbildungen zeigen diesen (ohne Maßstab) als einfach Darstellung zur Erleichterung des Verständnisses der weiteren Vorgehensweise.

Darstellung Schnitt 1-1 durch den Raum „1“ im Dachgeschoß des zu Untersuchenden Objektes.

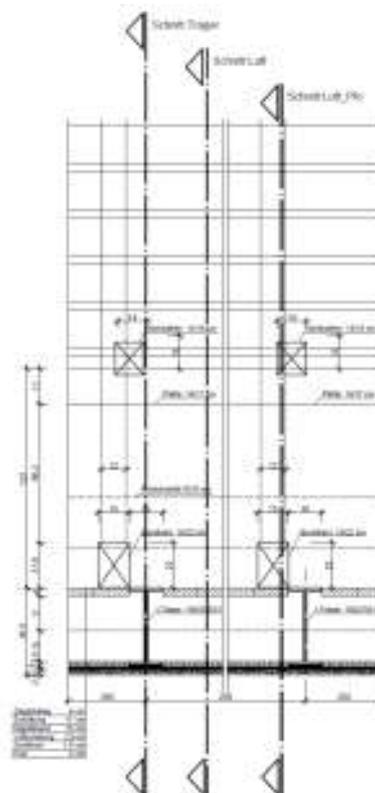


Abbildung 5.4: 2D-Modell Schnitt 1-1

Darstellung Schnitt 2-2 durch den Raum „1“ im Dachgeschoß des zu untersuchenden Objektes.

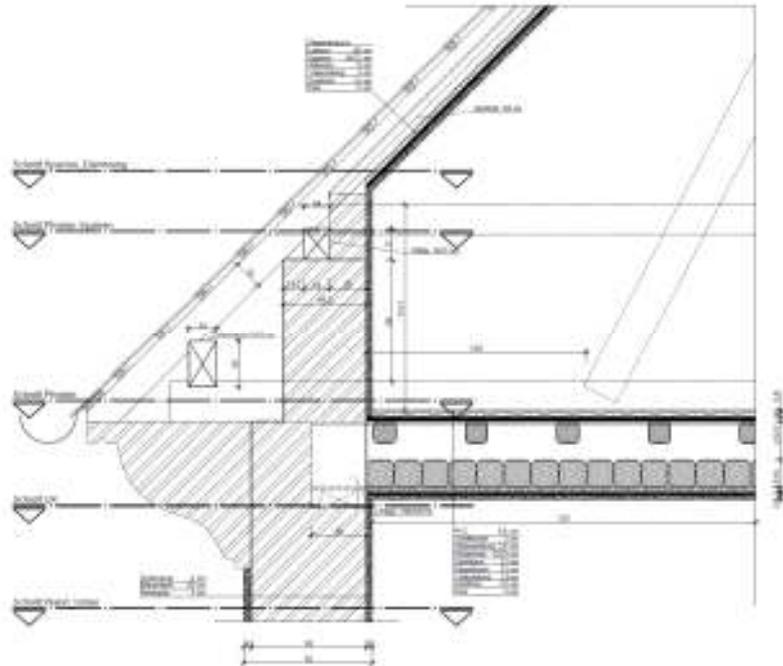


Abbildung 5.5: 2D-Modell Schnitt 2-2

5.2.2 AnTherm Eingabe

Im Rahmen der Eingaben in AnTherm werden sowohl Angaben über die Geometrie als auch die einzelnen detaillierten Angaben der bauphysikalischen Eigenschaften der einzelnen Baustoffe beziehungsweise der Gebäudeteile benötigt.

Als Vereinfachung wird in diesem Kapitel lediglich ein Eigenbericht aus dem Programm AnTherm dargestellt. Die restlichen Eingabeberichte und Werte, welche in AnTherm verwendet wurden, werden im Anschluss an die Arbeit im Anhang angeführt.

Darstellung der Modellbildung des Bestandes in AnTherm für die einzelnen 2D-Schnitte

Die weiterführende Bezeichnung der einzelnen Schnitte bezieht sich auf deren Benennung innerhalb der Eingaben und Berechnungen durch AnTherm sowie der Benennung im Zuge der Ablage und Speicherstruktur.

Vertikale Schnitte:

Modell Schnitt: „Luft_Po“

Der Schnitt stellt einen Schnitt durch die Konstruktion des Raumes in einem Bereich der Konstruktion dar, wo sich im Übergangsbereich zwischen den zwei Geschoßen der Aufbaubereich mit der Schüttung beziehungsweise den vorhandenen Lufteinschlüssen befindet.

Im Bereich des Anschlusses an die Treppe beziehungsweise des Dachbodenausbaues wird bei diesem Schnitt der Durchstoß eines in der Dachbodenkonstruktion vorhandenen Holzträgers auf Höhe des Mauerbankendes berücksichtigt.

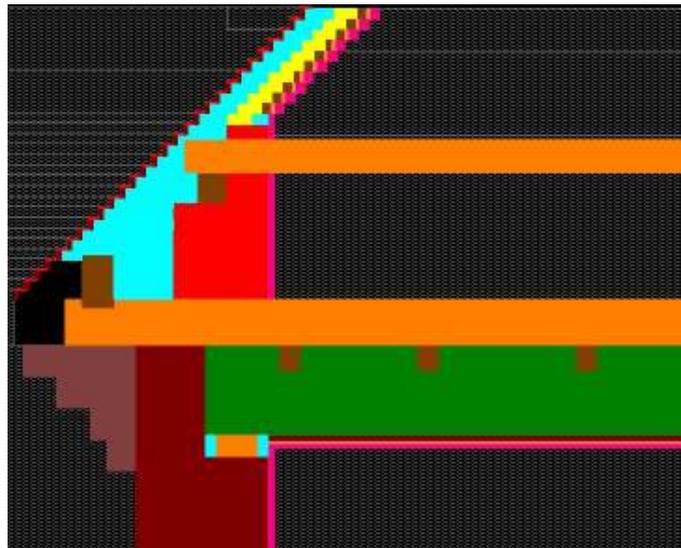


Abbildung 5.6: 2D-Modell Schnitt Luft_Po

Modell Schnitt: „Luft“

Der Schnitt stellt wie der Schnitt „Luft_Po“ einen Schnitt durch die Konstruktion des Raumes dar, in einem Bereich der Konstruktion wo sich im Übergangsbereich zwischen den zwei Geschoßen der Aufbaubereich mit der Schüttung beziehungsweise den vorhanden Lufteinschlüssen befindet.

Im Bereich des Anschlusses an die Treppe beziehungsweise des Dachbodenausbaues wird bei diesem Schnitt auf die Berücksichtigung des Durchstoßes wie im ersten Schnitt verzichtet. Dafür wird für den oberen Bereich die Darstellung des „freien“ Dachgeschoßraumes gewählt.

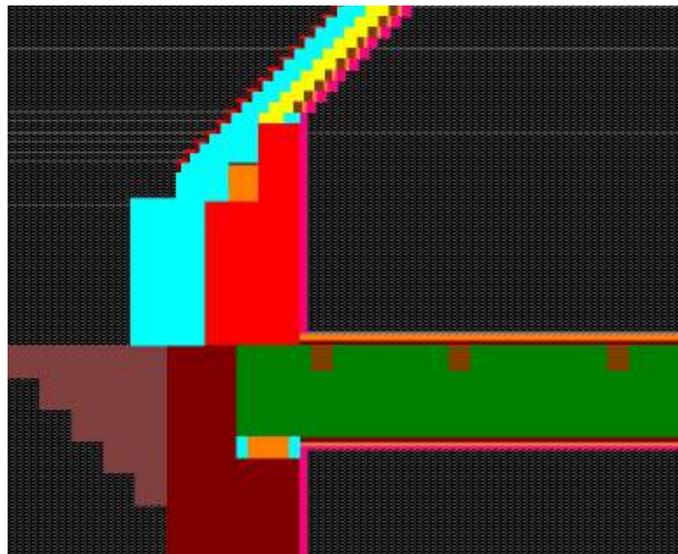


Abbildung 5.7: 2D-Modell Schnitt Luft

Modell-Schnitt: „Träger“

Für den oberen Bereich dieses Schnittes wird, wie beim Modell-Schnitt „Luft“, der Bereich des freien Dachraumes angenommen.

Für den Übergangsbereich / Deckenbereich zwischen den einzelnen Geschoßen wird auf einen sich in der Deckenkonstruktion befindlichen Stahlträger Rücksicht genommen.

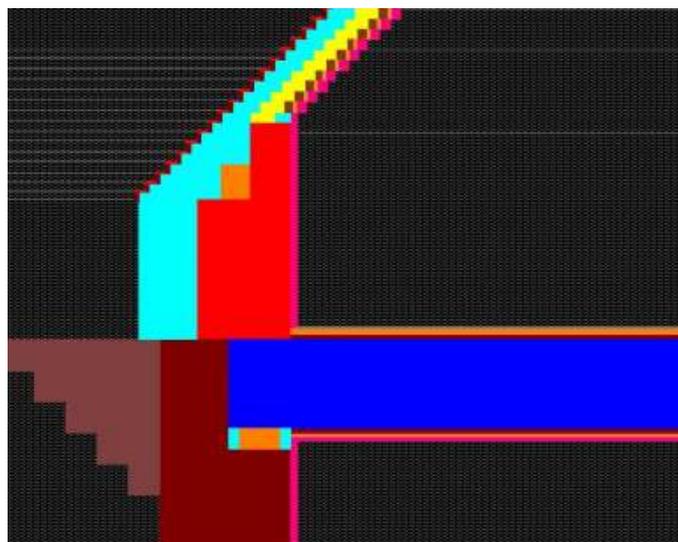


Abbildung 5.8: 2D-Modell Schnitt Träger

Horizontale Schnitte

Modell-Schnitt: „Pfosten_Sparren“

Darstellung der Eingabe beziehungsweise des Schnittes in einer horizontalen Ebene für den Bereich des oberen Endes der Mauerbank unter Berücksichtigung der Durchdringung der Trempelwand und der Dachraumkonstruktion durch den quer durch den Raum verlaufenden horizontalen Holzbalken.

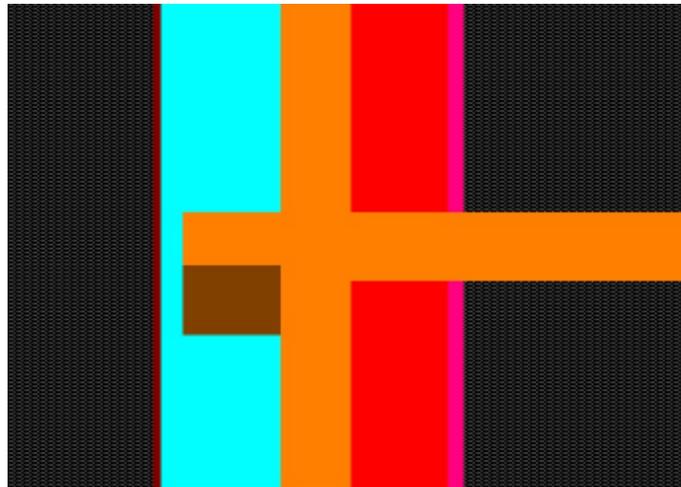


Abbildung 5.9: 2D-Modell Schnitt Pfosten_Sparren

Modell-Schnitt: „Sparren_Dämmung“

Dieser Schnitt liefert die Eingabe für einen Schnitt (horizontal, nicht normal auf die Konstruktion) durch den im Bestand vorhandenen Aufbau der Dachkonstruktion inklusive der inneren Verkleidungen und der bereits vorhandenen Dämmung.

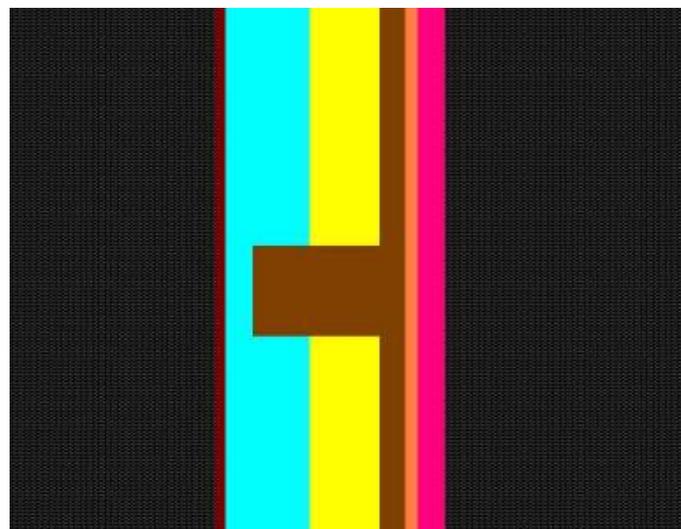


Abbildung 5.10: 2D-Modell Schnitt Sparren_Dämmung

Modell-Schnitt: „Pfosten“

Dieses Modell stellt die Trempelwand des Dachraumes dar. Des weiteren wird für diesen Schnitt im Zuge der Modellbildung auf die Durchdringung der Konstruktion durch einen im Bodenbereich des Dachraumes vorhanden Holzbalken Rücksicht genommen.

Dieser durchdringt die Trempelwand direkt im Übergangsbereich zwischen dem Boden und der Deckkonstruktion und ist Teil der vorhandenen Sparrendachkonstruktion des Objektes.

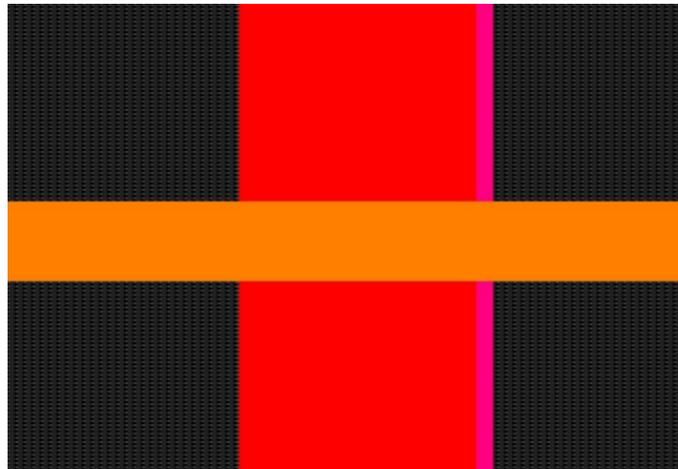


Abbildung 5.11: 2D-Modell Schnitt Pfosten

Modell-Schnitt: „UK“

Dieses Modell stellt einen Schnitt durch die Außenwand des Gebäudes im Geschoß unterhalb des zu untersuchenden Raumes dar. Für die Modellbildung wurde der Auflagerbereich des vorhanden Trägers beziehungsweise dessen Unterkonstruktion direkt unterhalb der Deckenebene berücksichtigt. Zusätzlich wurde das auf der Außenseite des Gebäudes vorhandene Gesimse, aus Mauerputz und Ziegelteilen, berücksichtigt.

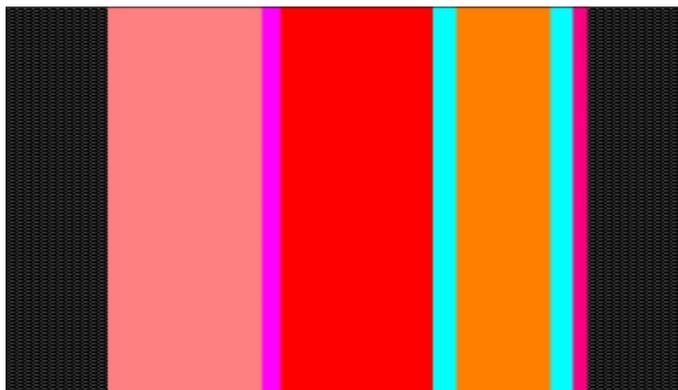


Abbildung 5.12: 2D-Modell Schnitt UK

Im Zuge der Eingabe in AnTherm ist es immer wieder zu Problemen mit der seitens des Programmes begrenzten Anzahl an zur Verfügung stehenden Rechenzellen gekommen. Daher wurde für die Eingabe des Modells beziehungsweise der zu untersuchenden Bereiche eine Unterteilung des Objektes in drei Teilabschnitte vorgenommen.

Die einzelnen Abschnitte beziehungsweise Teilbereiche, welche im Rahmen der Eingaben und Berechnungen für AnTherm gewählt wurden, gliedern sich einerseits durch das Vorhandensein von, für das wärmetechnische sowie bauphysikalische Verhalten, wichtige Punkte. Andererseits wurde auf die limitierte Anzahl zur Verfügung stehender Rechenzellen durch AnTherm Rücksicht genommen.

Modell Schnittdarstellung: „2D-Schnitt Darstellung der 3D-Knotenpunkte“ mit der Kennzeichnung der einzeln im Zuge der Eingabe verwendeten, Teilbereiche für die weitere Modellbildung im 3D-Bereich.

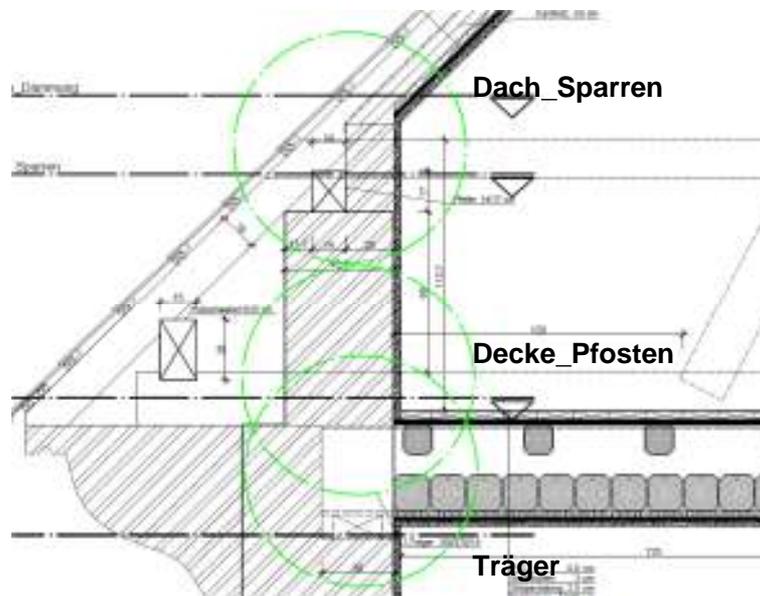


Abbildung 5.13: 2D-Schnitt Darstellung der 3D-Knotenpunkte

3D-Modelle:

Modell-3D: „Knoten Dach Sparren“

Für das Modell „Knoten Dach Sparren“ wurde der Teilbereich der Konstruktion gewählt welcher sich im oberen Bereich inklusive des Überganges beziehungsweise des Anschlusses der Dachkonstruktion mit dem vorhandenen Dachbodenausbau an die Treppe im unteren Bereich befindet. Dieser Bereich ist für die Berechnung und Erfassung der wärmetechnischen und bauphysikalischen Eigenschaften aufgrund der Möglichkeit von Wärmebrücken in den Übergangsbereichen unbedingt zu erfassen. Des Weiteren wird durch diese Modellbildung auch der Einfluss des bereits vorhandenen Dachbodenausbau, beziehungsweise der bereits vorhandenen Dachdämmung berücksichtigt. Zusätzlich wird der Einfluss des im Dachraum vorhandenen Holzbalkens, welcher die Treppe beziehungsweise die Dachschrägenkonstruktion im Auflagerbereich durchdringt, berücksichtigt.

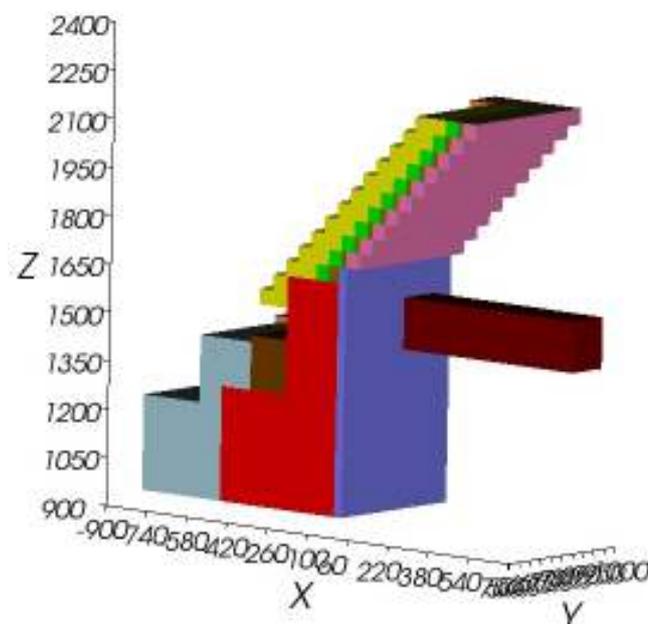


Abbildung 5.14: 3D-Modell Knoten Dach Sparren

Modell-3D: „Decke Pfosten“

Bei dem Modell „Decke Pfosten“ wurde der Bereich der Treppe sowie der direkte Übergang in den Deckenbereich berücksichtigt. Die Modellbildung schließt im oberen Bereich ohne den Dachanschluss ab da das Hauptaugenmerk dieses Abschnittes des Modelles auf dem Verhalten beziehungsweise den Eigenschaften der Treppe und des Überganges in den Dachzwischenraum liegt. Im unteren Teil des Modelles wird noch der Einfluss des quer durch den Raum verlaufenden Holzbalkens im Decken/Bodenübergangsbereich berücksichtigt. Des Weiteren erfolgt eine beginnende Berücksichtigung und Einbeziehung des Einflusses des sich in der Deckenkonstruktion befindlichen Stahlträgers auf das wärmetechnische und bauphysikalische Verhaltens des Deckenübergangsbereiches ohne Einbeziehung des Überganges nach unten.

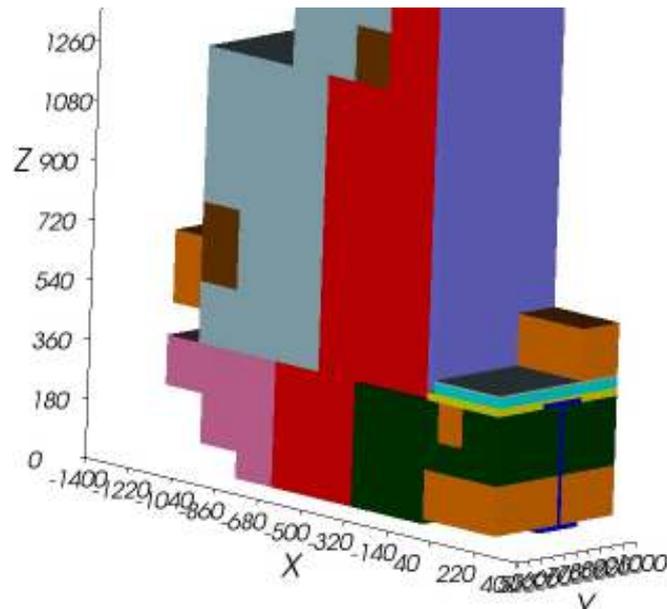


Abbildung 5.15: 3D-Modell Knoten Decke Pfosten

Modell-3D: „Decke Träger“

Für das 3D-Modell „Decke Träger“ wurde der Bereich der Konstruktion im unteren Abschluss der gesamten zu untersuchenden Konstruktion gewählt. Bei diesem Teilabschnitt der Modellbildung liegt das Hauptaugenmerk auf dem, die Konstruktion durchdringenden Trägers innerhalb der Deckenkonstruktion. Durch die Abbildung dieses Anschlussbereiches inklusive der vorhandenen Unterkonstruktion und den sich auf der Außenseite befindlichen Anbauteile (Gesimse) kann eine genauere Abschätzung des Geschoßüberganges vorgenommen werden. Darüber hinaus kann so auf die zwischen den Geschoßen und dem Außenbereich stattfindende wärmetechnische und bauphysikalische Wechselwirkung Rücksicht genommen werden.

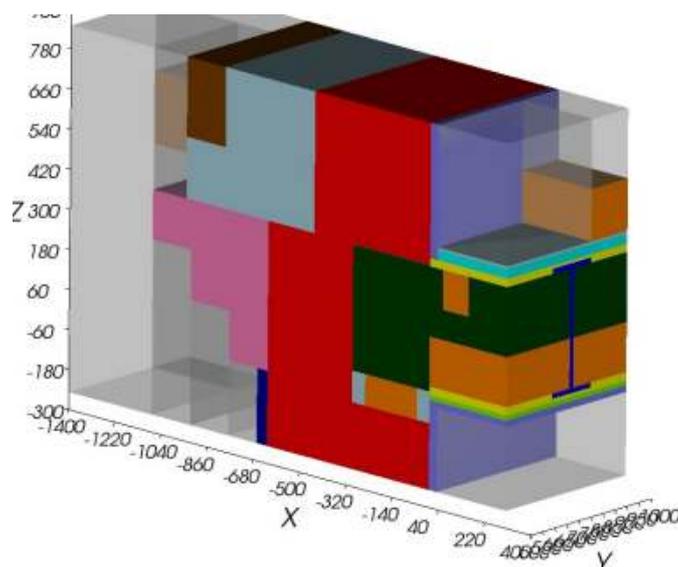


Abbildung 5.16: 3D-Modell Decke Träger

Eingabebericht: „Knoten Decke Träger“

Im Zuge der Eingaben können die Eingaben welche vorgenommen wurden durch den Eingabebericht überprüft beziehungsweise nachverfolgt werden.

Technische Universität Graz
 Institut für Hochbau
 Lessingstraße 25, 8010 Graz
<http://www.tugraz.at/>



26.05.2014
 AnTherm; Walter,Udo,Klaus,Tomasz
 Version 7.120.2013.04.08
 (c) Kornicki, all rights reserved

Bachinger 3D Bestand
 Datei:
 C:\Users\student\Desktop\AnTherm\Bachinger\0526\Bestand_3D\Knoten_Decke_Träger\Bachinger_3D_Bestand_Träger_550-1000.anthrm

Detailangaben zu der Bauteilkonstruktionseingabe

Elemente:

- 1 Raumzelle - (30,00000, 500, 850) x (300, 1000, -250) Raum: "Innen" Oberfläche: "EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Ra" R_s=0,13 (ρ=7,692308)
- 2 Raumzelle - (-1400, 500, 850) x (30,00000, 1000, -250) Raum: "Aussen" Oberfläche: "EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Ra" R_s=0,04 (ρ=25)
- 3 Baustoffzelle - (-950, 500, 420) x (-450,0000, 1000, 850) Bez: "Waagrecht w.5 oben" λ=0,182 ρ=1 c=0
- 4 Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez: "Holz_Sparren_1" λ=0,15
- 5 Baustoffzelle - (-950, 500, 610) x (-800, 1000, 850) Bez: "Holz_Pfosten_2" λ=0,15
- 6 Baustoffzelle - (-452, 500, 425) x (0, 850, 850) Bez: "Ziegel_Trempelwand_1a" λ=0,79
- 7 Baustoffzelle - (-452, 500, 640) x (0, 1000, 850) Bez: "Ziegel_Trempelwand_1c" λ=0,79
- 8 Baustoffzelle - (50, 500, 300) x (150, 1000, 420) Bez: "Holz_Decke_Quer_1a" λ=0,15
- 9 Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez: "Holz_Decke_Quer_1" λ=0,15 ρ=1300 c=0,92
- 10 Baustoffzelle - (-250, 500, -50) x (-50, 1000, 45) Bez: "Holz_ZK_1" λ=0,17
- 11 Baustoffzelle - (-300, 500, -50) x (-250,0000, 1000, 45) Bez: "Waagrecht w.5 oben" λ=0,182 ρ=1 c=0
- 12 Baustoffzelle - (-50, 500, -50) x (0, 1000, 45) Bez: "Waagrecht w.5 oben" λ=0,182 ρ=1 c=0
- 13 Baustoffzelle - (0, 500, 60) x (150, 1000, 210) Bez: "Holz_Decke_Quer_1a" λ=0,15
- 14 Baustoffzelle - (150, 500, 60) x (300, 1000, 210) Bez: "Holz_Decke_Quer_1b" λ=0,15
- 15 Baustoffzelle - (-800, 850, 420) x (300, 1000, 640) Bez: "Holz_Gesperre_Quer_1a" λ=0,15
- 16 Baustoffzelle - (-950, 850, 420) x (-800, 1000, 610) Bez: "Holz_Gesperre_Quer_1b" λ=0,15
- 17 Baustoffzelle - (-1400, 850, 420) x (-950, 1000, 640) Bez: "Holz_Gesperre_Quer_1c" λ=0,15
- 18 Baustoffzelle - (0, 500, 35) x (300, 690, 60) Bez: "Holz_Vollschalung_1a" λ=0,17
- 19 Baustoffzelle - (0, 690, 35) x (300, 850, 45) Bez: "Holz_Vollschalung_1b" λ=0,17
- 20 Baustoffzelle - (0, 850, 35) x (300, 1000, 60) Bez: "Holz_Vollschalung_1c" λ=0,17
- 21 Baustoffzelle - (0, 500, 420) x (300, 690, 445) Bez: "Holz_Vollschalung_2a" λ=0,17
- 22 Baustoffzelle - (0, 690, 435) x (300, 850, 445) Bez: "Holz_Vollschalung_2b" λ=0,17
- 23 Baustoffzelle - (0, 850, 420) x (300, 1000, 445) Bez: "Holz_Vollschalung_2c" λ=0,17
- 24 Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez: "Ziegel_Dach_2" λ=0
- 25 Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez: "Ziegel_Dach_1" λ=0
- 26 Baustoffzelle - (-630, 500, -50) x (0, 1000, -250) Bez: "Ziegel_Wand_1" λ=1,04
- 27 Baustoffzelle - (-630, 500, 425) x (-300, 1000, -50) Bez: "Ziegel_Wand_1" λ=1,04
- 28 Baustoffzelle - (-630, 500, 425) x (-630, 1000, 125) Bez: "Ziegel_Wand_1" λ=1,04
- 29 Baustoffzelle - (-780, 500, 125) x (-630, 1000, -25) Bez: "Ziegel_Wand_1" λ=1,04
- 30 Baustoffzelle - (-1080, 500, 425) x (-930, 1000, 275) Bez: "Ziegel_Wand_1" λ=1,04
- 31 Baustoffzelle - (30, 500, 445) x (300, 1000, 475) Bez: "Holz_Schiffboden" λ=0,17
- 32 Baustoffzelle - (30, 500, 445) x (300, 1000, 475) Bez: "Holz_Schiffboden" λ=0,17
- 33 Baustoffzelle - (30, 500, 475) x (300, 1000, 483) Bez: "Linoleum" λ=0,19 ρ=1200 c=0
- 34 Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez: "Holz_Ständerwand_2" λ=0,15
- 35 Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez: "Holz_Ständerwand_1" λ=0,15
- 36 Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez: "Werkstoff_Stroh_1" λ=0,07
- 37 Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez: "Werkstoff_Stroh_2" λ=0,07
- 38 Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez: "Werkstoff_GKCB_2" λ=0,39
- 39 Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez: "Werkstoff_GKCB_1" λ=0,39
- 40 Baustoffzelle - (0, 500, 450) x (30, 850, 850) Bez: "Werkstoff_Putz_1a" λ=0,81
- 41 Baustoffzelle - (0, 850, 640) x (30, 1000, 850) Bez: "Werkstoff_Putz_1b" λ=0,81
- 42 Baustoffzelle - (0, 500, 0) x (30, 1000, -250) Bez: "Werkstoff_Putz_2" λ=0,81
- 43 Baustoffzelle - (-670, 500, -25) x (-630, 1000, -250) Bez: "Zementmörtel" λ=1,4 ρ=2000 c=0
- 44 Baustoffzelle - (0, 500, 0) x (300, 1000, 20) Bez: "Werkstoff_Putz_3" λ=0,81
- 45 Baustoffzelle - (0, 500, 20) x (300, 1000, 35) Bez: "Werkstoff_Schiffbohr_1" λ=0,094
- 46 Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez: "Werkstoff_Luft_2" λ=0,023
- 47 Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez: "Werkstoff_Luft_1" λ=0,023
- 48 Baustoffzelle - (0, 500, 300) x (50, 762,5, 420) Bez: "Werkstoff_Schüttung_1a" λ=0,21
- 49 Baustoffzelle - (0, 777,5, 300) x (50, 1000, 420) Bez: "Werkstoff_Schüttung_1a1" λ=0,21
- 50 Baustoffzelle - (-300, 500, 45) x (0, 762,5, 420) Bez: "Werkstoff_Schüttung_1a" λ=0,21
- 51 Baustoffzelle - (-300, 777,5, 45) x (0, 1000, 420) Bez: "Werkstoff_Schüttung_1a1" λ=0,21
- 52 Baustoffzelle - (150, 500, 300) x (300, 762,5, 420) Bez: "Werkstoff_Schüttung_1c" λ=0,21
- 53 Baustoffzelle - (150, 777,5, 300) x (300, 1000, 420) Bez: "Werkstoff_Schüttung_1c1" λ=0,21
- 54 Baustoffzelle - (0, 500, 210) x (300, 762,5, 300) Bez: "Werkstoff_Schüttung_1b" λ=0,21
- 55 Baustoffzelle - (0, 777,5, 210) x (300, 1000, 300) Bez: "Werkstoff_Schüttung_1b1" λ=0,21

AnTherm - Heat & Vapour Transfer - Thermal Bridges- Walter,Udo,Klaus,Tomasz
 Copyright (c) 2003-2013 T.Kornicki Dienstleistungen in EDV & IT <http://www.kornicki.com>

1

Abbildung 5.17: Eingabebericht für den Knoten Decke Träger in 3D-Teil 1



Abbildung 5.18: Eingabebericht für den Knoten Decke Träger in 3D-Teil 2

5.2.3 AnTherm Berechnung

Die Berechnungen durch AnTherm erfolgen in weiterer Folge voll automatisch mit Hilfe einer vorab durch den Benutzer definierten Anzahl von Iterationsberechnungen sowie im Rahmen einer ebenfalls durch den Nutzer festgelegten Anzahl an Zellen welche berechnet werden sollen beziehungsweise in welchen Abschnitten, mit welcher Genauigkeit das Programm rechnen soll.

Nach erfolgter Eingabe aller für die Berechnungen relevanten Werte und Kenngrößen erfolgt die Berechnung durch AnTherm sowie in weiterer Folge die Auswertung und Darstellung der Ergebnisse.

Mit Hilfe von AnTherm wurden im Rahmen der Untersuchungen des Objektes der Grazer Schulschwestern folgende Punkte untersucht:

Untersuchungspunkte durch AnTherm in der 2D-Eingabe

- Temperaturverlauf innerhalb der Konstruktion
- Wärmestromverteilung innerhalb der Konstruktion
- Dampfdrucksättigungsverteilung innerhalb der Konstruktion

Untersuchungspunkte durch AnTherm in der 3D-Eingabe

- Temperaturverlauf innerhalb der Konstruktion
- Wärmestromverteilung innerhalb der Konstruktion
- Dampfdrucksättigungsverteilung innerhalb der Konstruktion
- Schimmelwahrscheinlichkeit innerhalb der Konstruktion
- Kondensatbildung innerhalb der Konstruktion
- Rostentwicklung innerhalb der Konstruktion

5.3 Schallschutz

5.3.1 Nachhallzeit

Kenngrößen

Realflächen und Volumenwerte sind den Angaben entsprechend dem Kapitel 4.2 Bestandsdarstellung entnommen.

Äquivalente Schallabsorptionsflächen:⁷⁷

$$A = \sum_{i=1}^n \alpha_i * s_i + \sum_{i=1}^n A_j + 4 * mV$$

α_i = Schallabsorptionsgrad der Teilflächen S

A_j = äquivalente Schallabsorptionsfläche nicht flächenhafter Materialien

m = Dämpfungskonstante der Luft nach DIN EN 12354 – 6

V = gesamtes Raumbvolumen, 173,6m³

Tabelle 4: Absorptionsgrad α_i ⁷⁸,

Dachgeschoß Raum "1"			Absorptionsgrad α_i					
			125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
1	Boden	PVC- Boden	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04
2	Decke	Putz	0,03	0,03	0,02	0,04	0,05	0,05
3	Wand "1"	Putz	0,03	0,03	0,02	0,04	0,05	0,05
4	FF, FG	Putz	0,03	0,03	0,02	0,04	0,05	0,05
5	FH	Gipskarton	0,31	0,08	0,04	0,07	0,09	0,08
6	FA, FB	Putz	0,03	0,03	0,02	0,04	0,05	0,05
7	FC, FE, FD	Gipskarton	0,31	0,08	0,04	0,07	0,09	0,08
8	FI	Putz	0,03	0,03	0,02	0,04	0,05	0,05
9	FJ	Putz	0,03	0,03	0,02	0,04	0,05	0,05
10	Einrichtung	Regale	0,30	0,40	0,40	0,30	0,30	0,20
11	Personen	Schüler	0,00	0,14	0,17	0,20	0,30	0,23

⁷⁷ Ö-Norm B8115-3, Schallschutz und Raumakustik, Raumakustik, 11 01 2005, Seite S: 4ff

⁷⁸ DIN-18041, Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen, 05.2004, Seite S: 31f

Tabelle 5: Absorptionsflächen

Flächen (m ²)			Äquivalenter Absorptionsflächenbedarf					
			125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
1	Boden	55,7	1,11	1,11	1,67	1,67	2,23	2,23
2	Decke	37,0	1,11	1,11	0,74	1,48	1,85	1,85
3	Wand "1"	26,8	0,80	0,80	0,54	1,07	1,34	1,34
4	FF, FG	15,4	0,46	0,46	0,31	0,62	0,77	0,77
5	FH	12,7	3,94	1,02	0,51	0,89	1,14	1,02
6	FA, FB	10,2	0,31	0,31	0,20	0,41	0,51	0,51
7	FC, FE, FD	16,6	5,15	1,33	0,66	1,16	1,49	1,33
8	FI	9,9	0,30	0,30	0,20	0,40	0,50	0,50
9	FJ	26,5	0,80	0,80	0,53	1,06	1,33	1,33
10	Regale	10,0	3,00	4,00	4,00	3,00	3,00	2,00
11	Schüler	15,0	0,00	2,10	2,55	3,00	4,50	3,45

Mittlerer Schallabsorptionsgrad im Raum α_m ⁷⁹

$$\alpha_m = \frac{A}{\sum S_i}$$

A: äquivalente Schallabsorptionsfläche, m²

S_i : Teilflächen der Raumbegrenzungsflächen

Tabelle 6: α_m Berechnung

Äquivalente Absorptionsfläche ohne S. (hz)	13,97	7,23	5,36	8,75	11,16	10,86	
α_m gem. Berechnung ohne S.	0,07	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	
Äquivalente Absorptionsfläche ohne S. (hz)	13,97	7,23	5,36	8,75	11,16	10,86	
Äquivalente Absorptionsfläche inkl S. (hz)	43,97	78,73	83,61	83,75	108,66	82,61	
Begrenzungsflächen	210,8	Vergleich der Mindestwerte mit der Berechnung					
Raumvolumen	173,6	Frequenz					
		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
α_m gem. Berechnung (leer)		0,07	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05
α_m gem. Berechnung (voll)		0,21	0,37	0,40	0,40	0,52	0,39
α_m soll Norm (leer)		0,19	0,20	0,25	0,25	0,25	0,20
α_m soll Norm (voll)		0,19	0,25	0,30	0,30	0,30	0,30
α_m Differenz (leer)		0,12	0,17	0,22	0,21	0,20	0,15
α_m Differenz (voll)		-0,02	-0,12	-0,10	-0,10	-0,22	-0,09

Nachhallzeit :⁸⁰

$$T_{vorh.} = 0,163 * \frac{V}{A}, s$$

V = gesamtes Raumvolumen m³

T = Nachhallzeit in s

A = äquivalente Schallabsorptionsfläche in m²

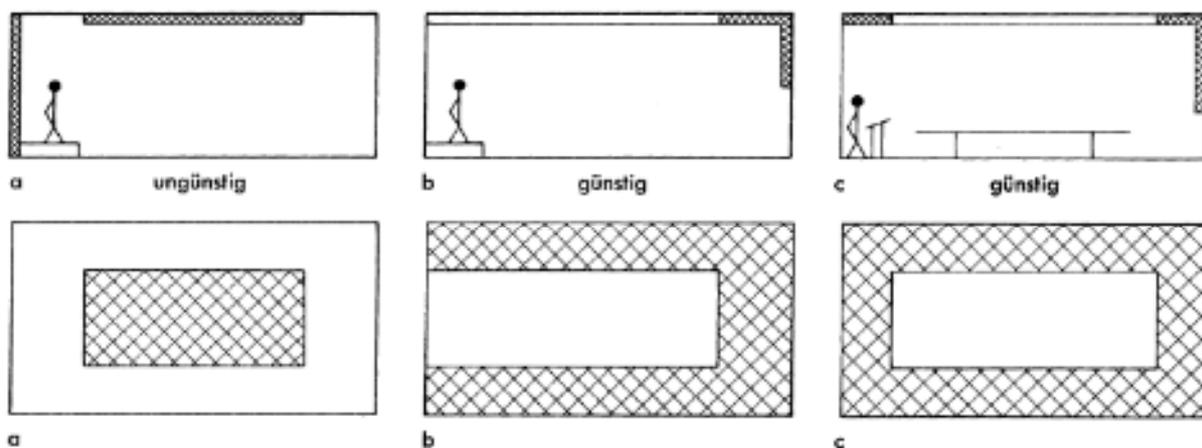
⁷⁹ Ö-Norm B8115-3, Schallschutz und Raumakustik, Raumakustik, 11 01 2005, Seite S: 4

⁸⁰ Ö-Norm B8115-3, Schallschutz und Raumakustik, Raumakustik, 11 01 2005, Seite S: 5ff

Tabelle 7: Nachhallzeit T Berechnung

Nachhallzeit T (s)	Frequenz					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
Nachhallzeit neu. (leer) (s)	2,03	3,91	5,28	3,23	2,54	2,61
Nachhallzeit neu. (voll) (s)	0,64	0,36	0,34	0,34	0,26	0,34
Nachhallzeit soll (s)	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
T/Tsoll (leer)	3,68	7,11	9,60	5,88	4,61	4,74
T/t soll (voll)	1,17	0,65	0,62	0,61	0,47	0,62

Schallabsorptionsflächen


Abbildung 5.19: Verteilung der Schallabsorptionsflächen gemäß Norm vorhanden⁸¹

Für die im Bestand vorhandenen Flächen kann man die Einteilung beziehungsweise die Aufteilung der vorhandenen Schallabsorptionsflächen entsprechend dem Bild „A.1a aus der Ö-Norm B 8115-3 klassifizieren. Die Aufteilung beziehungsweise das Nicht-Vorhanden sein von ausgerichteten Schallabsorptionsflächen wird in diesem Fall mit der Bezeichnung „ungünstig“ klassifiziert.

5.3.2 Luftschallschutz

Die Berechnung des Raumschallschutzes erfolgt analog der Berechnung des HWB und KB durch die Ausweisung der berechneten Werte durch das Programm zur Berechnung des Energieausweises.

Die Berechnung des Schallschutzes erfolgt durch das Programm im Rahmen des vereinfachten Verfahrens unter Berücksichtigung der massenbezogenen Schalldämmwirkung der einzelnen Bauteile.

Für die Schalldämmberechnung wurden folgende Werte durch das Energieausweis-Programm ermittelt:

⁸¹ Ö-Norm B8115-3, Schallschutz und Raumakustik, Raumakustik, 11 01 2005, Seite S: 10

Tabelle 8: RW (dB) Darstellung entsprechend der Werte des Energieausweises

Nummer	Bezeichnung	RW (dB)
1	AW 2	48
2	AW 1-1	67
3	AW 1-2	57
4	D 1	48
6	IW 2	54
7	IW 3	53
8	IW 4	72
9	IW 5	75
10	IW 6	65
11	IW 7	69

5.3.3 Trittschallschutz

Auf die Berechnung der Trittschalleigenschaften des Objektes wird für diese Arbeit verzichtet.

Durch die Bestandssituation mit den vor Ort auftretenden Gegebenheiten, dass der Raum "1" nicht exakt erfasst werden kann, wäre dies nicht zielführend.

Zusätzlich kommt hinzu, dass sich über dem Raum "1" keinerlei weitere Räumlichkeiten befinden, wodurch es zu keiner Trittschallbelästigung im Raum "1" kommen kann.

Für die Räumlichkeiten unterhalb von Raum "1" wird keine Berechnung erstellt.

Sollte es in weiterer Folge für notwendig erachtet werden, das im Rahmen der Sanierung des Raumes "1" auch auf die Anforderungen betreffend des Trittschalles eingegangen werden sollte, hat dies gesondert betrachtet zu werden.

Für eine genaue und zielführende Ausweisung der Bestandssituation sowie einer detaillierten Darstellung der Ist-Situation wäre es unbedingt erforderlich, im Gebäude insitu Versuche durchzuführen.

Diese Versuche würden eine tatsächliche Abbildung der „Ist“ Situation wiedergeben und würden die Möglichkeiten beziehungsweise den Bedarf für Verbesserung aufzeigen.

5.4 AnTherm Auswertung

Im Zuge der Berechnungen für den Bestand konnten in den einzelnen 2D-Schnitten teilweise doch recht erhebliche Abweichungen der untersuchten Bauteile gegenüber den Soll-Werten lt. gemäß moderner Anforderungen festgestellt werden.

5.4.1 Temperaturverteilung (C°)

Mit Hilfe der Darstellung des Temperaturverlaufes innerhalb der Konstruktion beziehungsweise ausgewiesen für die einzelnen Detailpunkte und Schnitte, lassen sich schnell und einfach erste Einschätzungen über die Bauteile treffen.

Anhand der durch AnTherm durgeführten und dargestellten graphischen Lösung sowie einer Auswertung der Temperaturen in einzelnen Messpunkten wie auch an den Grenzoberflächen der Berechnungen sieht man schon auf den ersten Blick mögliche Schwachstellen und potenzielle Stellen für Wärmebrücken.

Die Auswertung des Temperaturverlaufes welcher im Rahmen dieser Berechnung durch AnTherm für den Bestand durchgeführt wurde, erfolgt in erster Linie über die Interpretation der graphischen Ergebnisse sowie in weiterer Folge durch die Analyse der Ergebnisberichte.

Im 2D-Bereich lassen sich einfache Abschätzungen durchführen ohne jedoch auf den eventuellen Einfluss von Einbauteilen Rücksicht zu nehmen.

Im 3D-Verfahren lassen sich die Einflüsse der Geometrie sowie von eventuell vorhandenen Einbauteilen leichter und besser beurteilen. Im 3D-Bereich leidet allerdings die Übersicht und das sofortige Erkennen von „Schwachstellen“ wird eindeutig erschwert. So ist es im 3D-Bereich notwendig, sich die Auswertung genauer anzusehen beziehungsweise die Werte von Schwachstellen, was die Temperaturverteilung angeht aus den jeweiligen Ergebnisberichten des Programmes zu entnehmen.

Temperaturverteilung: „Schnitt Träger“

Anhand der hier abgebildeten Temperaturverteilung lässt sich schnell erkennen, dass sich die Temperatur an den Oberflächen der Raumtemperatur angleicht, jedoch auch rasch abfällt. Im Bereich der bereits vorhandenen Dachdämmung hält sich die Temperatur noch relativ tief bis in die Konstruktion hinein. Im Bereich des Trägers wird die Temperatur jedoch stark durch diese beeinflusst.

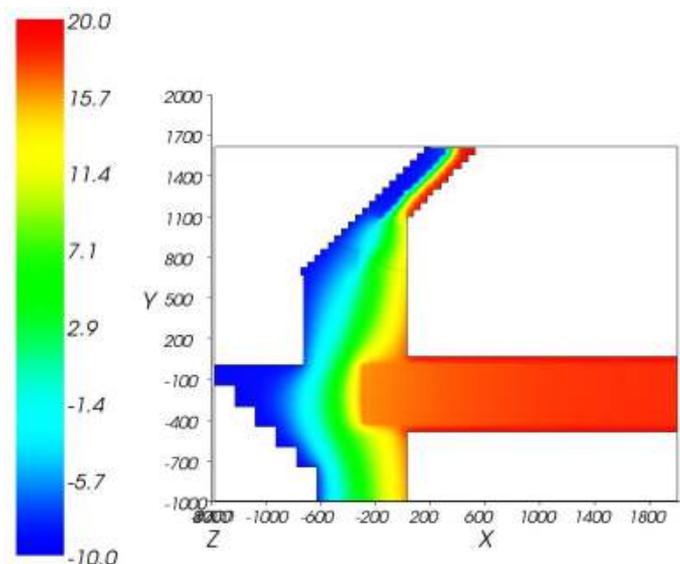


Abbildung 5.20: 2D-Schnitt: Träger; Temperaturverteilung

Temperaturverteilung: „Schnitt Luft“

Darstellung der Temperaturverteilung im Bereich der Konstruktion, wobei im Gegensatz zum Schnitt „Träger“ eine signifikante Änderung der Temperaturverteilung festgestellt wird. Was vor allem auf den hierbei nicht mehr berücksichtigten Einfluss des Stahlträgers zurückzuführen ist.

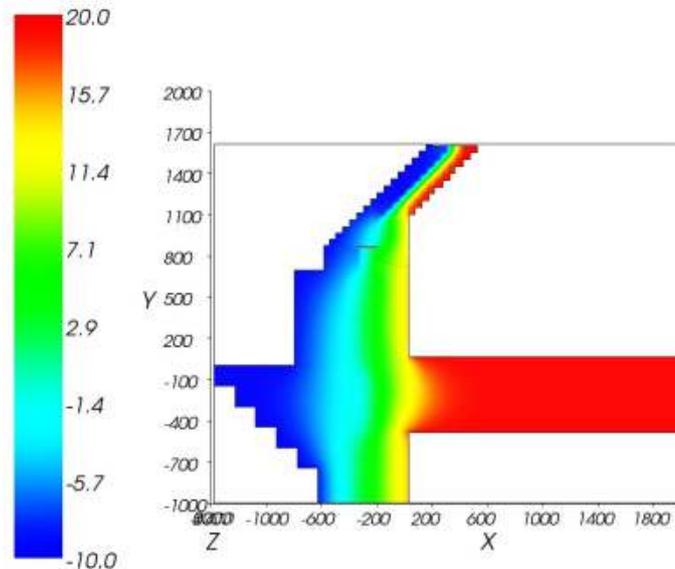


Abbildung 5.21: 2D-Schnitt: Luft; Temperaturverteilung

Temperaturverteilung: „Schnitt Luft Po“

Wie bei der Temperaturverteilung „Schnitt Luft“ wird der Einfluss des Stahlträgers nicht berücksichtigt. Zusätzlich wird jedoch der Einfluss des Holzbalkens im Übergangsbereich deutlich sichtbar.

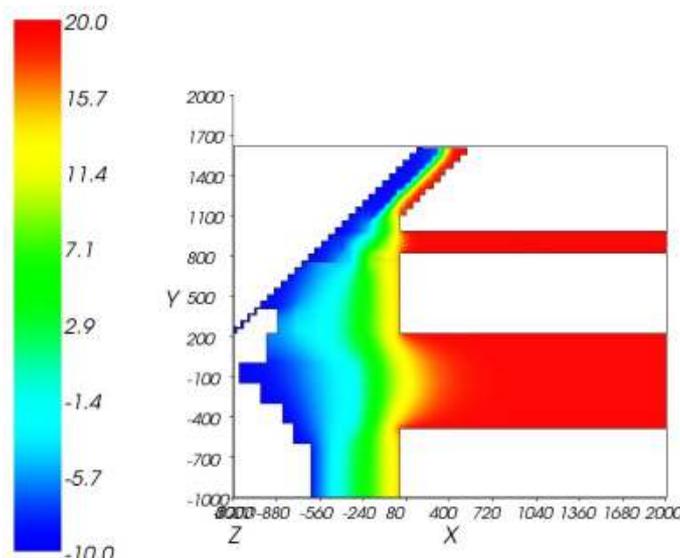


Abbildung 5.22: 2D-Schnitt: Luft_Po; Temperaturverteilung

Temperaturverteilung: „Schnitt Pfosten Sparren“

Darstellung der Temperaturverteilung beziehungsweise des Temperaturgefälles innerhalb der Konstruktion unter Einbeziehung des Einflusses der Durchdringung der Dachkonstruktion durch den Holzbalken.

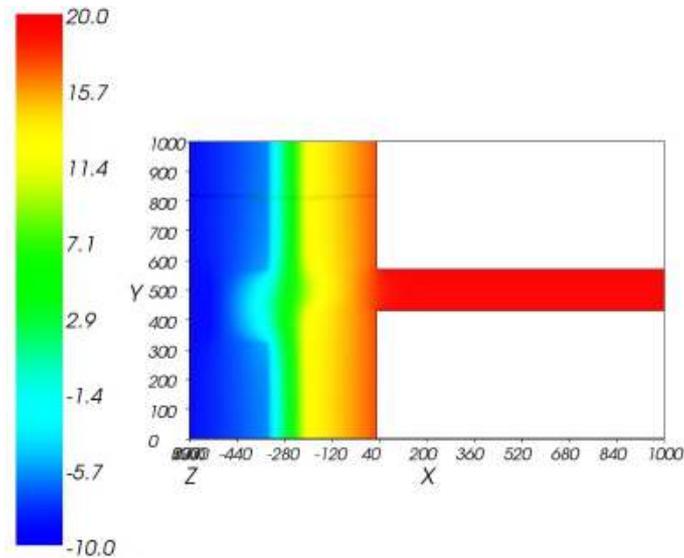


Abbildung 5.23: 2D-Wand: Pfosten_Sparren; Temperaturverteilung

Temperaturverteilung: „Schnitt Sparren Dämmung“

Übersicht über die Temperatur im Dachbereich, wobei durch die bereits vorhandene Dachdämmung das Ergebnis relativ günstig für ein Bauteil dieses Alters beziehungsweise einer noch nicht optimierten Konstruktion ist.

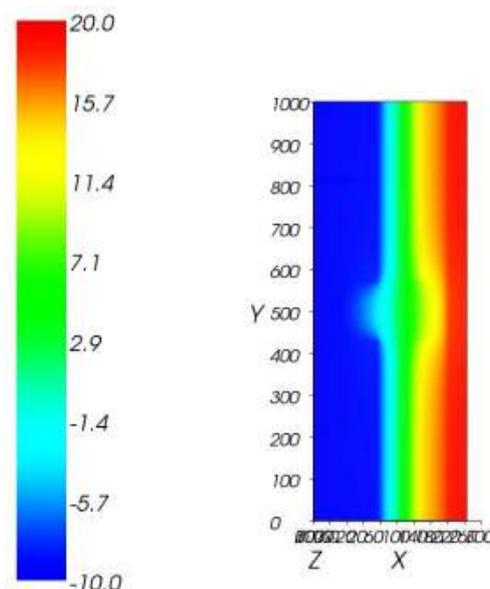


Abbildung 5.24: 2D-Wand: Sparren Dämmung: Träger; Temperaturverteilung

Temperaturverteilung: „Wand Pfosten“

Darstellung der Temperaturverteilung innerhalb der Konstruktion unter Berücksichtigung der Einflüsse des Holzbalkens im Deckenübergangsbereiches inklusive der dadurch deutlich erkennbaren Auswirkungen auf das Verhalten des Temperaturgefälles innerhalb der Konstruktion.

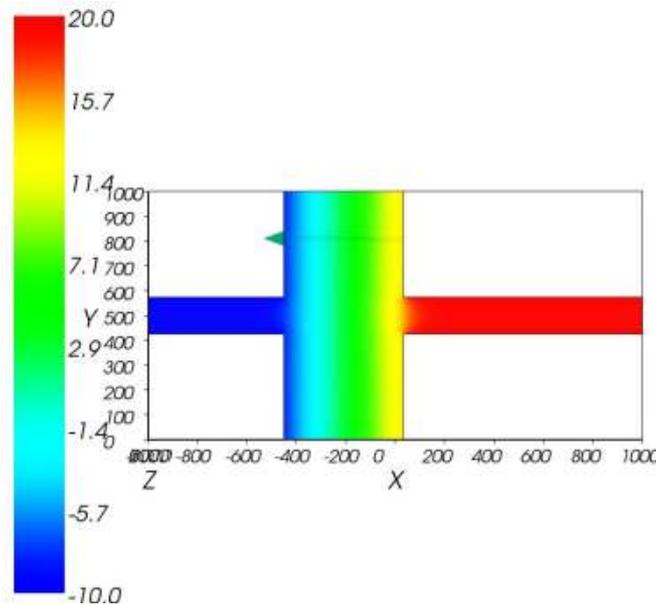


Abbildung 5.25: 2D-Wand: Pfosten; Temperaturverteilung

Temperaturverteilung: „Schnitt Wand UK“

Infolge der Tatsache, dass sich in diesem Bereich keinerlei, die Konstruktion durchdringende, Einbauteile befinden, ergibt sich eine relative klassische Verteilung der Temperatur innerhalb des Bauteiles mit einem jedoch sehr raschen, für diese Art der Bauteile zu erwartenden, Abfall der Temperatur nach außen hin.

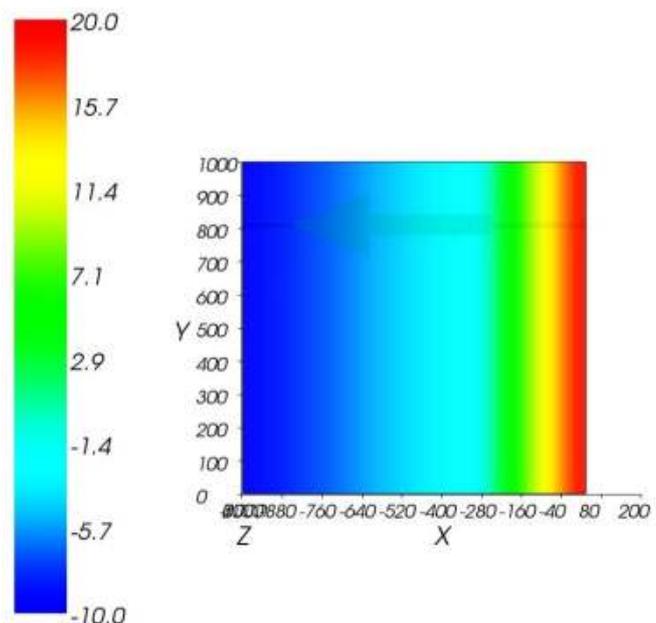


Abbildung 5.26: 2D-Wand: UK; Temperaturverteilung

Temperaturverteilung: „3D-Dach Dämmung Sparren“

Im Gegensatz zu den Schnitt und Temperaturverteilungen im 2D-Bereich lassen sich nun auch die Einflüsse von Einbauteilen in alle Richtungen darstellen.

Für den Bereich Schnitt 3D-Modell Dach Dämmung Sparren lässt sich anhand der Temperaturverteilung ablesen, dass sowohl die vorhandene Dach-Dämmung als auch die Konstruktion durchdringenden Holzbalken einen großen Einfluss auf die Konstruktion haben. In dem Bereich der Durchdringung konzentriert sich die Temperatur natürlich auf den Bereich der Konstruktion, welche in Holz ausgeführt wird und fällt in den umliegenden Bereich rasch nach außen hin ab.

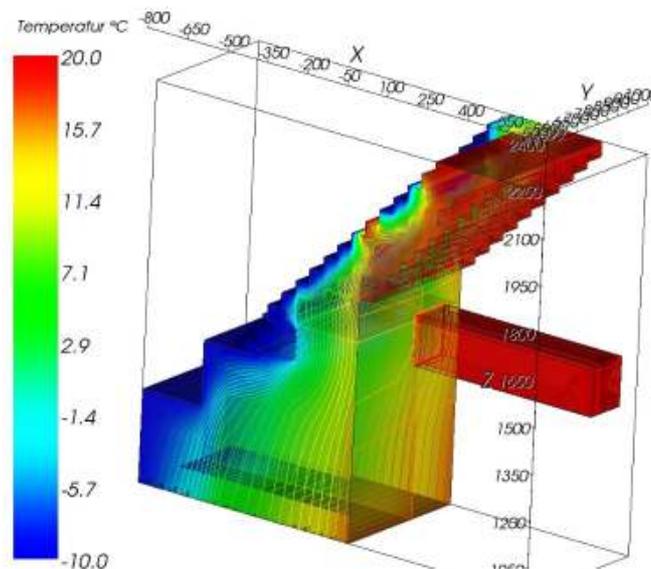


Abbildung 5.27: 3D Dach: Dämmung Sparren; Temperaturverteilung

Temperaturverteilung: „3D-Decke Pfosten“

Diese Darstellung zeigt den beginnenden und am Rande mit zu berücksichtigten Einfluss des Deckenträgers auf den Temperaturverlaufes innerhalb des Bauteiles. Zusätzlich wird ersichtlich, dass sich im Bereich des Dachzwischenraumes auf der dem Raum abgewandten Seite der Tempelwand, der Einfluss der dort vorhandenen Luftsicht ab einem gewissen Punkt nicht mehr nachweisen, beziehungsweise darstellen lässt. Daher wurde dieser Bereich in weiterer Folge auch nicht mehr berücksichtigt.

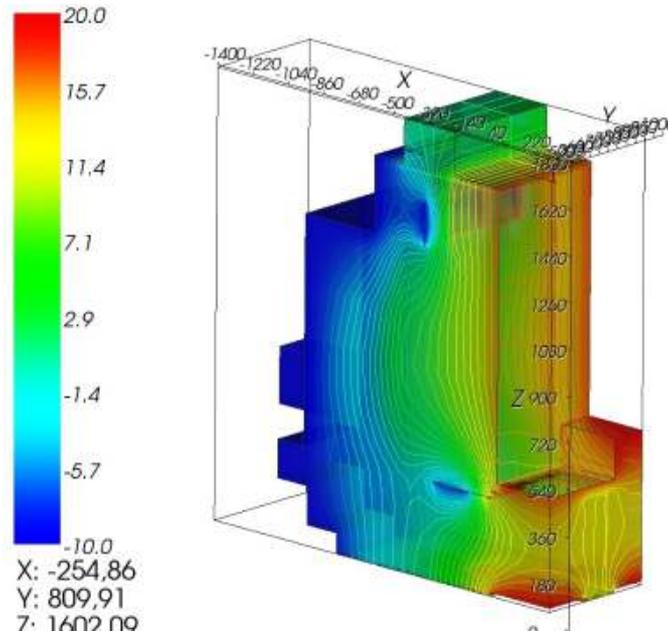


Abbildung 5.28: 3D-Decke: Pfosten; Temperaturverteilung

Temperaturverteilung: „3D-Decke Träger“

Bei dieser Abbildung lässt sich schnell der Einfluss des vorhandenen Trägers erkennen. Im Gegensatz zur Darstellung der Temperaturverteilung im 2D-Bereich, erkennt man nun auch den Einfluss der Stahleinbauteile auf die Temperaturverteilung in horizontaler Richtung und damit verbunden Einflüsse auf die bauphysikalischen Eigenschaften.

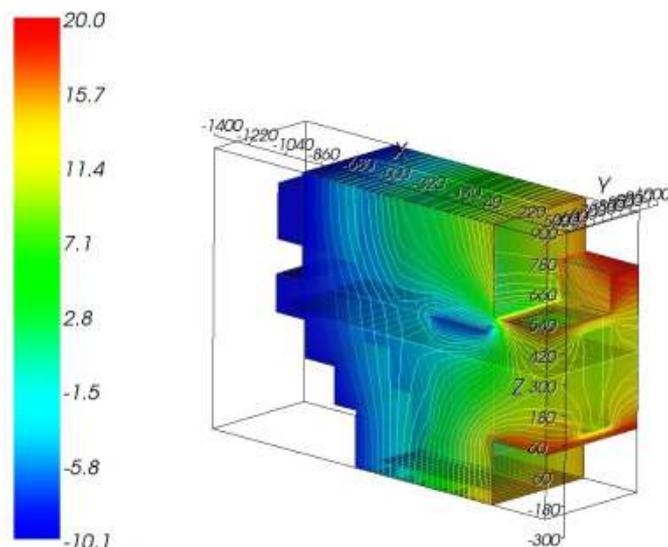


Abbildung 5.29: 3D-Decke: Träger; Temperaturverteilung

5.4.2 Wärmestromverteilung (W/m²)

Durch die Berechnung der Wärmestromverteilung für den Bestand beziehungsweise in weiterer Folge auch für die im Rahmen der versuchten Optimierung gewählten Umbau- und Sanierungsvarianten, lassen sich, ähnlich wie durch die Berechnung der Temperaturverteilung für einzelne Detailpunkte sowie für ganz Bauteile, in der 3D Berechnung schnelle Aussagen über die Qualität bezüglich des Wärmeschutzes und der klimatechnischen Eigenschaften treffen.

Im Gegensatz zur Darstellung des Temperaturverlaufes in C° wird der Wärmestromverlauf durch das Berechnungsprogramm in einer graphischen Auflösung in W/m² angegeben.

So lässt sich in weiterer Folge unter Einbeziehung der Detailergebnisse aus den Ergebnisberichten ein Rückschluss darauf ziehen in welchen Bereichen es zu welcher Art des Wärmestromes kommt.

Wie sich im Zuge der Untersuchungen des Bestandes zeigt, kommt es, wie zu erwarten zu einem für ein modernes Gebäude viel zu hohen Wärmestrom beziehungsweise zu einer zu hohen Wärmestromintensität von bis zu 34,8 W/m².

Ähnlich der Darstellung und Auswertung des Temperaturverlaufes lassen sich mit Hilfe der 2D-Eingabe und Auswertung schnelle überschlägige Einschätzungen über die Gebäude bzw. Bauteilqualität treffen. Für eine genauere Betrachtung sowie einer Berücksichtigung der Einflüsse von Einbauteilen und Durchdringungen der Konstruktion eignet sich die Auswertung und Darstellung der Bauteile in einem 3D-Verfahren eindeutig besser.

Wärmestromverteilung: „Schnitt Träger“

Durch die Darstellung der Wärmestromverteilung für den Schnitt Träger lässt sich umgehend der negative Einfluss des Trägers innerhalb der Konstruktion erkennen.

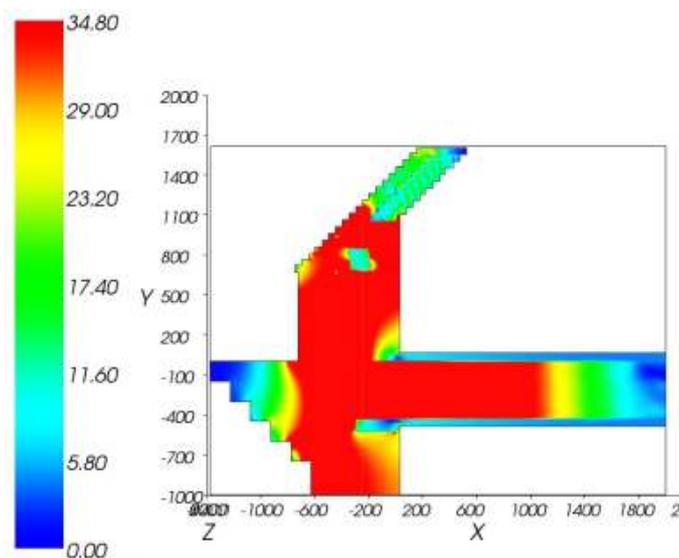


Abbildung 5.30: 2D-Schnitt: Träger; Wärmestromverteilung

Wärmestromverteilung: „Schnitt Luft“

Bei dieser Auswertung wird der Einfluss von vorhandenen Einbauteilen nicht weiter berücksichtigt, wodurch sich die zu erwartende schlechte, Wärmestromverteilung innerhalb der Konstruktion einstellt.

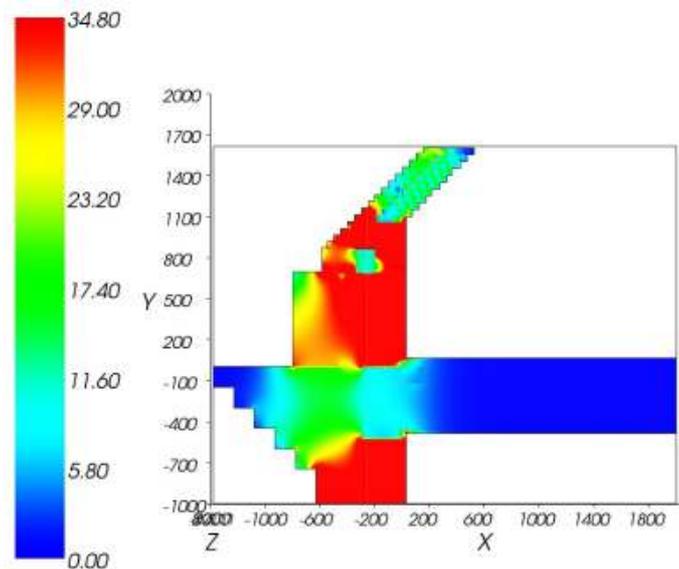


Abbildung 5.31: 2D-Schnitt: Luft; Wärmestromverteilung

Wärmestromverteilung: „Schnitt Luft_Po“

Ähnlich der Darstellung der Wärmestromverteilung „Schnitt Luft“ jedoch wird der Einfluss des Holzbalkens im Übergangsbereich zwischen der Treppe wand und der Dachkonstruktion deutlich sichtbar. Wobei sich, da der Träger aus Holz ist, in diesem Fall sogar eine scheinbar günstigere Wärmestromverteilung einstellt.

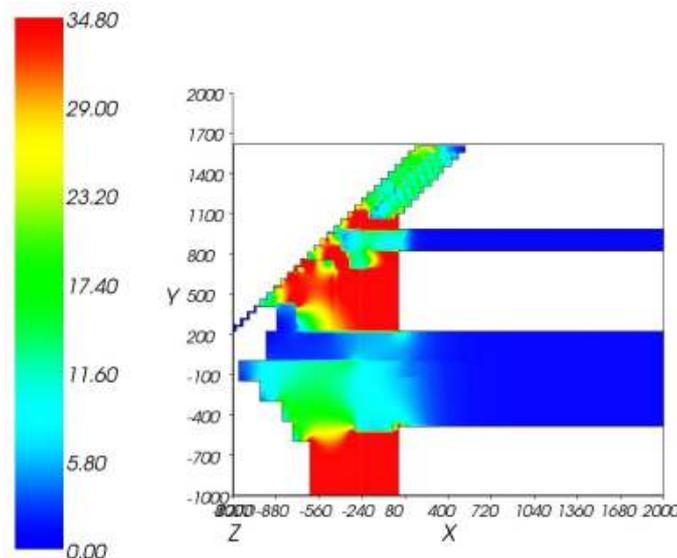


Abbildung 5.32: 2D-Schnitt: Luft_Po; Wärmestromverteilung

Wärmestromverteilung: „Schnitt Pfosten_Sparren“

Darstellung des Wärmestroms für den horizontalen Schnitt durch den Übergangsbereich zwischen Wand und Dachkonstruktion, wobei die Einflüsse der Holzeinbauteile, sowie das Berücksichtigen der vorhandenen Dachdämmung, aufgrund der Verteilung beziehungsweise des Verhaltens des Wärmestroms deutlich erkennbar sind.

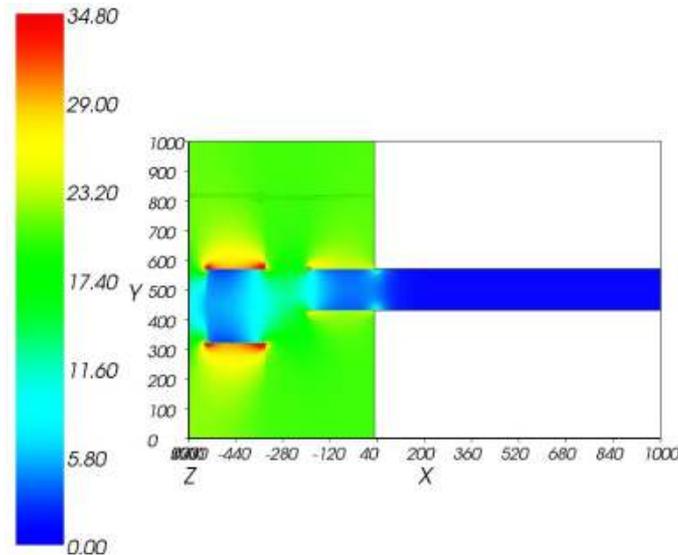


Abbildung 5.33: 2D-Wand: Pfosten_Sparren; Wärmestromverteilung

Wärmestromverteilung: „Schnitt Sparren Dämmung“

Verbildlichung der Wärmestromverteilung im Bereich des Dachaufbaues. Es wird deutlich, welchen positiven Einfluss die bereits vorhandene Dämmung hat. Des Weiteren wird ersichtlich, in welchem Ausmaß der Sparren die Wärmestromverteilung innerhalb der Konstruktion beeinflusst.

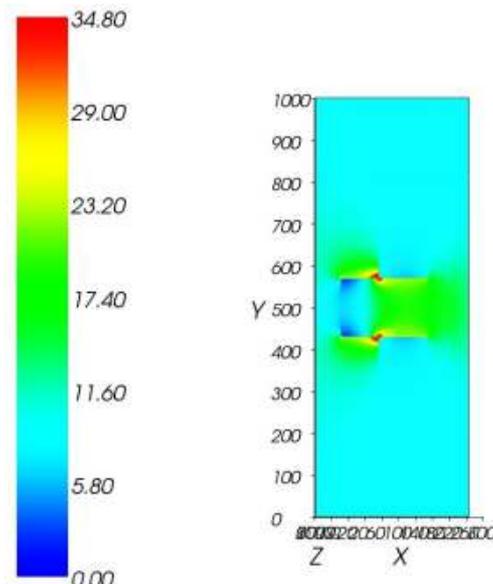


Abbildung 5.34: 2D-Wand: Sparren Dämmung: Träger; Wärmestromverteilung

Wärmestromverteilung: „Schnitt Pfosten“

Darstellung des Einflusses des die Trempelwandkonstruktion durchdringenden Holzträgers im Übergangsbereich zwischen Dachraum- und Deckenbereich.

Wobei eindeutig der Einfluss auf den Wärmestrom, durch eine „quasi homogene“ Wand, durch die Durchdringung mittels eines Holzbalkens ersichtlich wird.

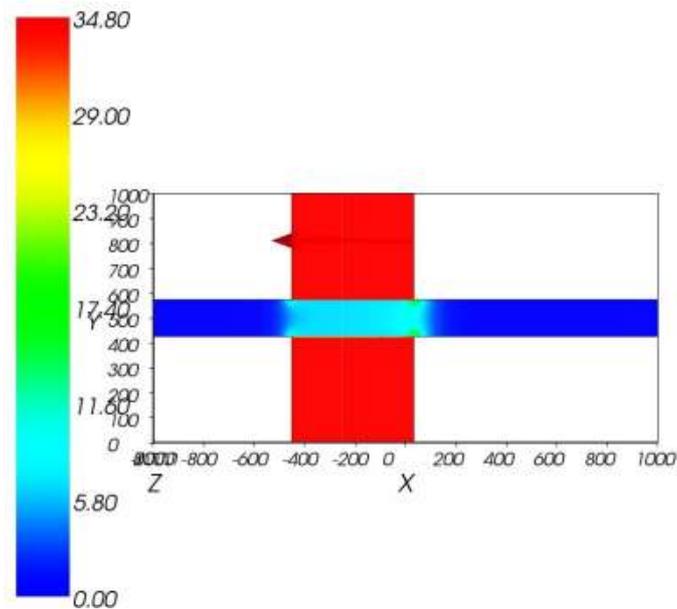


Abbildung 5.35: 2D-Wand: Pfosten; Wärmestromverteilung

Wärmestromverteilung: „Schnitt UK“

Durch Nichtberücksichtigung von Einbauteilen welche die Wand in diesem Bereich durchdringen, kommt es zu einer homogenen Wärmestromverteilung innerhalb der Konstruktion, die durch das auf der Außenseite vorhandene Gesimse positiv beeinflusst wird.

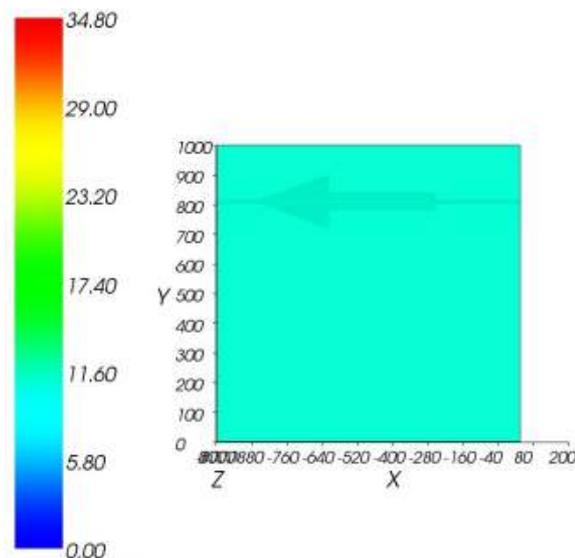


Abbildung 5.36: 2D-Wand: UK; Wärmestromverteilung

Wärmestromverteilung: „3D-Dach Dämmung Sparren“

Mittels Darstellung der Wärmestromverteilung im 3D-Bereich für den Knoten „Übergang Dach-Trempelwand“ lässt sich schön der Einfluss der Einbauten wie zum Beispiel des Holzträgers, darstellen. Zusätzlich ist die doch recht ungleichmäßige und inhomogene Verteilung des Wärmestromes im Vergleich zur reinen 2D Darstellung besser erkennbar.

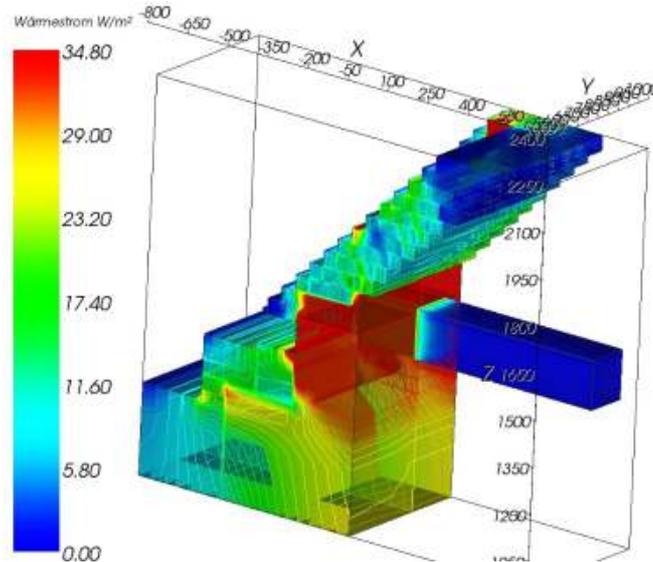


Abbildung 5.37: 3D-Dach: Dämmung Sparren; Wärmestromverteilung

Wärmestromverteilung: „3D-Decke Pfosten“

Anhand der Abbildung für den Wärmestromverlauf in diesem Bereich erkennt man die Auswirkungen des sich im Übergangsbereich befindlichen Holzträgers in Bodennähe. Ebenso wird ersichtlich, ähnlich dem 2D-Abbild dieser Situation, dass die Luftschichten, welche sich im Dachzwischenraum auf der Außenseite befinden, ab einem gewissen Punkt keinerlei weiteren Einfluss auf die Berechnungen nehmen.

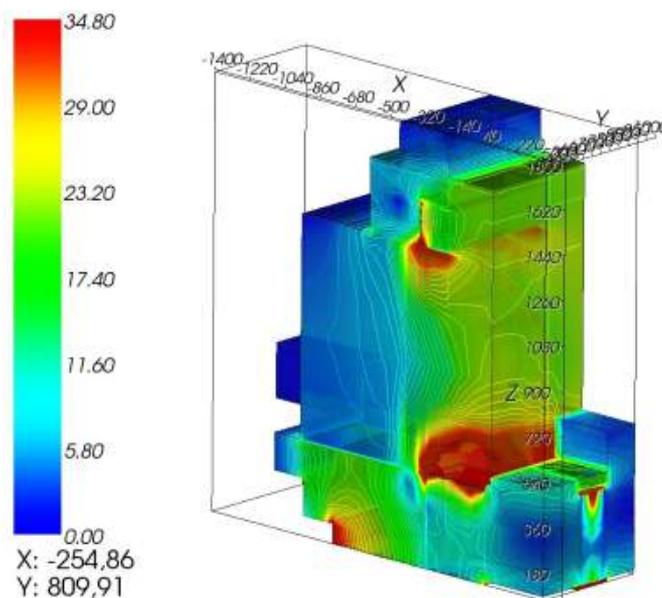


Abbildung 5.38: 3D-Decke: Pfosten; Wärmestromverteilung

Wärmestromverteilung: „3D-Decke Träger“

Anhand der Berechnung und Auswertung der Wärmestromverteilung für den Deckenanschlussbereich lässt sich der, für die Konstruktion negative, Einfluss des vorhandenen Stahlträgers deutlich erkennen.

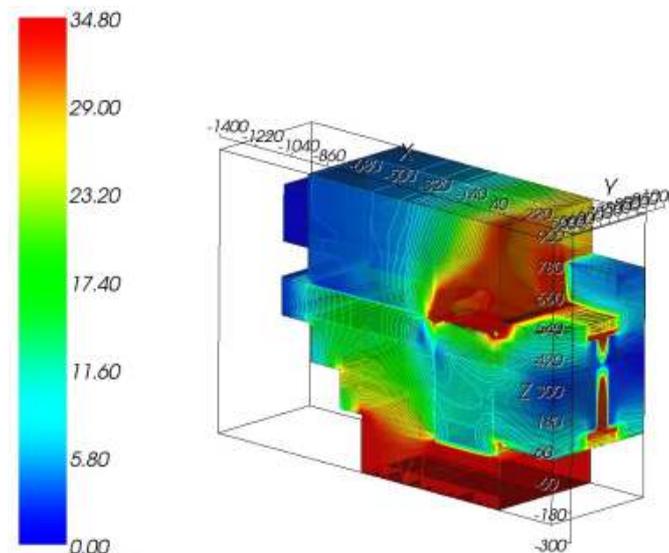


Abbildung 5.39: 3D-Decke: Träger; Wärmestromverteilung

5.4.3 Sättigungsverteilung (hPa)

Für die Darstellung der Ergebnisse und Berechnungen durch AnTherm bezogen auf die Sättigungsverteilung können für diese Berechnung ähnliche Aussagen getroffen werden wie für die Temperaturverteilung sowie für die Wärmestromverteilung.

Auch für die Sättigungsverteilung lassen sich schnelle und einfache Einschätzungen im 2D-Bereich treffen. Für eine angemessenere Beurteilung beziehungsweise Analyse muss jedoch auf die Ergebnisse der 3D-Berechnung zurückgegriffen werden, da sich anhand der dort möglichen Berücksichtigung der Geometrien in alle Richtungen das Bauteilverhalten eindeutig zielführender beurteilen lässt.

Sättigungsverteilung: „Schnitt Träger“

Auf die Auswertung der Sättigungsverteilung im 2D-Bereich wird aufgrund offensichtlicher Fehldarstellungen, beziehungsweise fehlerhafter Eingaben und Berechnungen verzichtet.

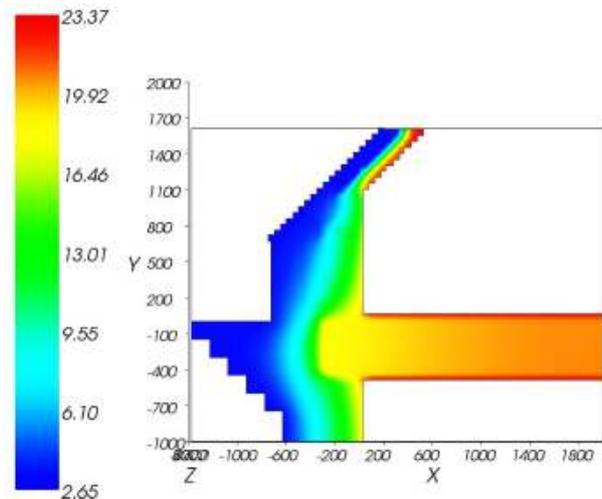


Abbildung 5.40: 2D-Schnitt: Träger; Sättigungsverteilung

Sättigungsverteilung: „Schnitt Luft“

Auf die Auswertung der Sättigungsverteilung im 2D-Bereich wird aufgrund offensichtlicher Fehldarstellungen, beziehungsweise fehlerhafter Eingaben und Berechnungen verzichtet.

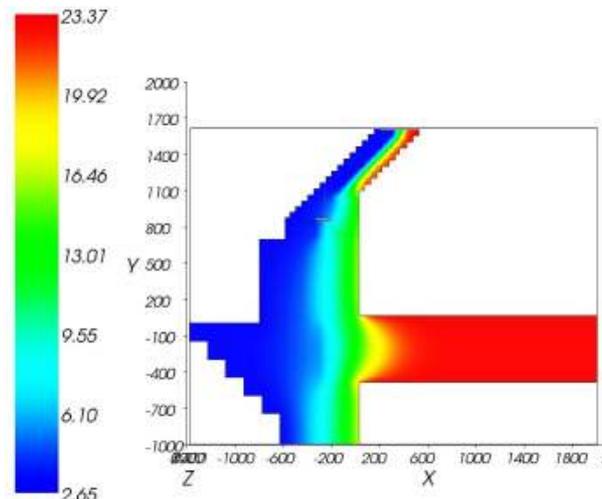


Abbildung 5.41: 2D-Schnitt: Luft; Sättigungsverteilung

Sättigungsverteilung: „SchnittLuft_Po“

Auf die Auswertung der Sättigungsverteilung im 2D-Bereich wird aufgrund offensichtlicher Fehldarstellungen, beziehungsweise fehlerhafter Eingaben und Berechnungen verzichtet.

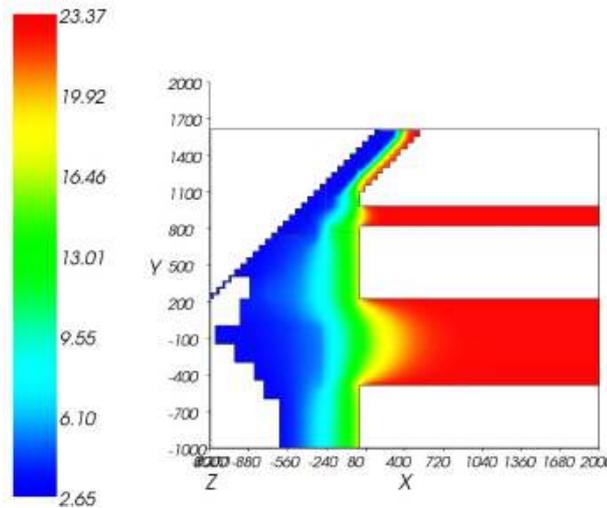


Abbildung 5.42: 2D-Schnitt: Luft_Po; Sättigungsverteilung

Sättigungsverteilung: „Schnitt Pfosten Sparren“

Auf die Auswertung der Sättigungsverteilung im 2D-Bereich wird aufgrund offensichtlicher Fehldarstellungen, beziehungsweise fehlerhafter Eingaben und Berechnungen verzichtet.

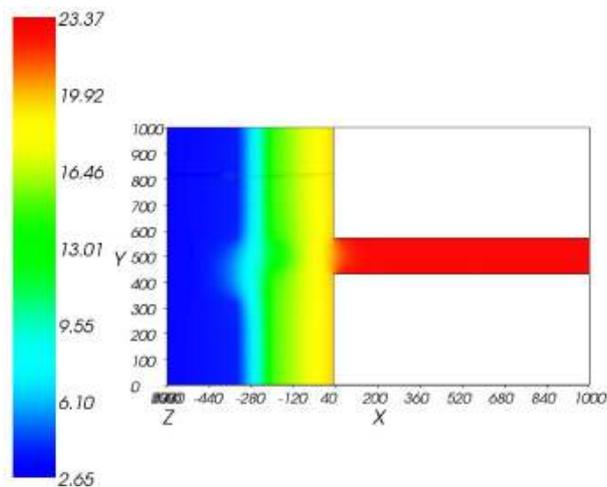


Abbildung 5.43: 2D-Wand: Pfosten_Sparren; Sättigungsverteilung

Sättigungsverteilung: „Schnitt Sparren_Dämmung“

Auf die Auswertung der Sättigungsverteilung im 2D Bereich wird aufgrund offensichtlichen Fehldarstellungen, bzw. fehlerhaften Eingaben und Berechnungen Verzichtet.

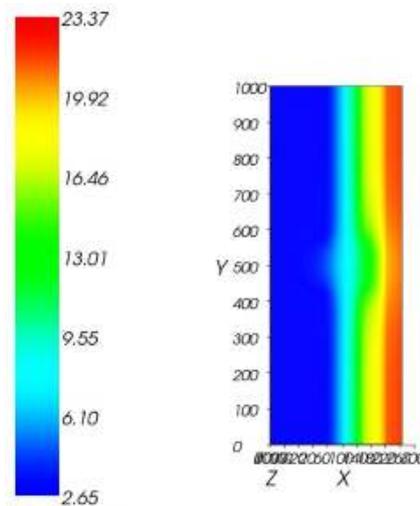


Abbildung 5.44: 2D-Wand: Sparren Dämmung; Sättigungsverteilung

Sättigungsverteilung: „Schnitt Pfosten“

Auf die Auswertung der Sättigungsverteilung im 2D-Bereich wird aufgrund offensichtlicher Fehldarstellungen, beziehungsweise fehlerhafter Eingaben und Berechnungen verzichtet.

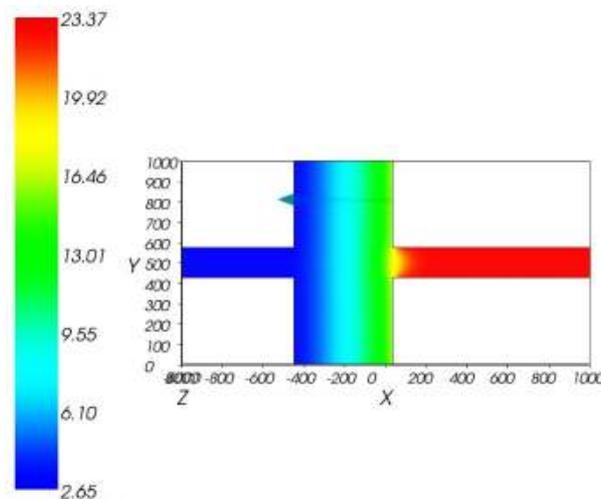


Abbildung 5.45: 2D-Wand: Pfosten; Sättigungsverteilung

Sättigungsverteilung: „ Schnitt UK“

Auf die Auswertung der Sättigungsverteilung im 2D-Bereich wird aufgrund offensichtlichen Fehldarstellungen, beziehungsweise fehlerhafter Eingaben und Berechnungen verzichtet.

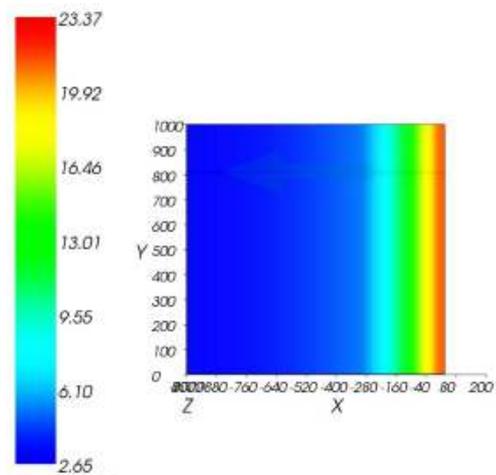


Abbildung 5.46: 2D-Wand: UK; Sättigungsverteilung

Sättigungsverteilung: „ 3D-Dach Dämmung Sparren“

Anhand der Darstellung der Sättigungsverteilung lässt sich für den 3D-Bereich Dach Sparren Dämmung die zu erwartende Verteilung der Wasserdampfsättigung beobachten.

In den Bereichen, die durch den relativ dichten (hoher Dampfdiffusionswiderstand) Putz im Bereich der Trempelwand, kommt es zu einer verhältnismäßig geringeren Sättigung, der Konstruktion. In den Bereichen mit eher „offenen“ Materialien lässt sich eindeutig eine wesentlich höhere Sättigung, von bis zu 23,37 hPa erkennen, wie sich am Beispiel des Holzträger sehr gut erkennen lässt. Die für den nach oben hin abgeschnittenen Übergangs / Fortführungsbereich der Konstruktion kommt es zu Abweichungen, welche sich aufgrund der Randbedingungen und den programmtechnischen Gegebenheiten ergeben. Die „zu hohe“ Sättigung am oberen Ende wird somit in weitere Folge nicht weiter berücksichtigt.

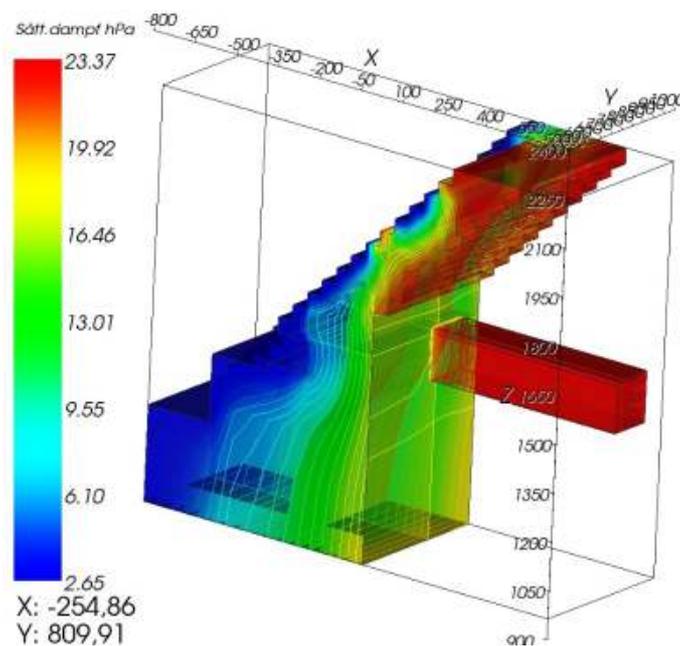


Abbildung 5.47: 3D-Dach: Dämmung Sparren; Sättigungsverteilung

Sättigungsverteilung: „3D-Decke Pfosten“

Die Auswertung der Sättigungsverteilung für den 3D-Bereich rund um den Pfosten sowie den Deckenübergangsbereich ergibt die zu erwartende hohe Sättigung der Holzbauteile, in weitere Folge lässt sich bereits erkennen das der Stahlträger einen sehr großen Einfluss auf die Wasserdampfdruckverteilung innerhalb der Konstruktion nach unten hin hat.

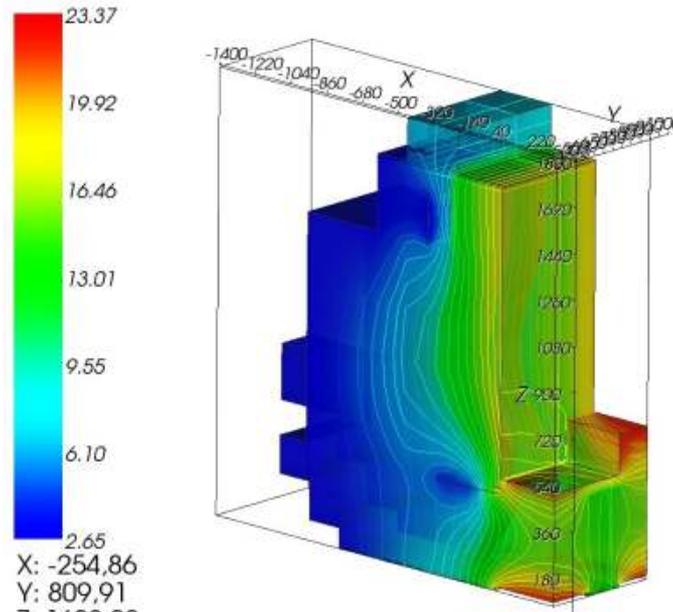


Abbildung 5.48: 3D-Decke: Pfosten; Sättigungsverteilung

Sättigungsverteilung: „3D-Decke Träger“

Mit Hilfe der Darstellung und Auswertung der Sättigungsverteilung für den Knoten 3D-Bereich: Träger erkennt man, wie bereits erwähnt den Einfluss des Stahlträgers auf die Verteilung innerhalb der Konstruktion. Durch die „Dampfdichtheit“ des Stahlträgers kommt es zu einer Umverteilung der Sättigung rund um den Träger, was für den Bereich des Dachraumes zu einer Erhöhung der Sättigung im Bereich der Holzeinbauten führt. Im Raum im Geschoß darunter kommt es zu einer Konzentration der Sättigung im oberen Eckbereich.

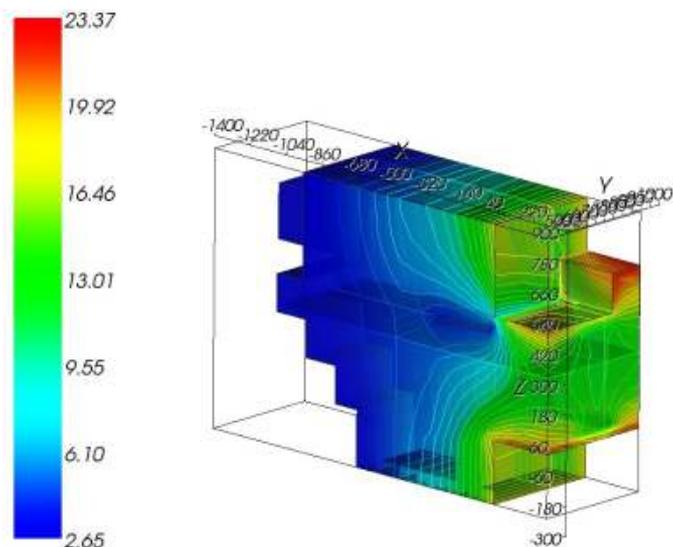


Abbildung 5.49: 3D-Decke: Träger; Sättigungsverteilung

5.4.4 Kondensat (Prozent)

Durch die Berechnung und Darstellung der Kondensatwahrscheinlichkeit im Rahmen der AnTherm Berechnungen lassen sich Aussagen über eindeutige Schwachstellen der Konstruktion treffen sowie über die Anfälligkeit der Konstruktion. Diese beinhalten, dass es zu einer dauerhaften beziehungsweise langanhaltenden Kondensation kommt und so, in weiterer Folge, zu dauerhaften Schäden an der Konstruktion kommen wird.

Für die Kondensatberechnung wurde lediglich auf die Auswertungen durch AnTherm innerhalb der 3D-Eingabe und Berechnung Rücksicht genommen. Durch die in diesem Bereich der Konstruktion, dem Dachstuhl beziehungsweise Dachanschluss an das massive Ziegelmauerwerk sowie durch das Vorhandensein von mehreren Einbauteilen inklusive eines Stahlträgers wäre eine Auswertung beziehungsweise Berechnung der Kondensatwahrscheinlichkeit in Prozent innerhalb der 2D-Eingabe nicht zielführend und würde auch nicht die gewünschte Darstellung der Schwachstellen beziehungsweise der für eine spätere Optimierung geeigneten und zu bevorzugenden Punkte liefern.

Kondensatverteilung: „3D-Dach Dämmung Sparren“

Die Kondensatverteilung steht in einem direkten Verhältnis der Konstruktion zur Temperaturentwicklung sowie zur Sättigungsverteilung. Wie sich für den Knoten „Dach Dämmung Sparren“ gut erkennen lässt, kommt es in den Bereichen mit einer hohen Sättigung so wie bereits entsprechend niedrigen Temperaturen zu einem Anstieg der Kondensatwahrscheinlichkeit innerhalb der Konstruktion. In diesem Knoten ist besonders der Bereich „Durchdringung/Eindringung“ des Holzbalkens in die Treppe/wand zu beachten da es hier auch in weiterer Folge konstruktionsbedingt zu einem erhöhten Eindringen von Feuchtigkeit und damit einhergehend einer nochmals erhöhten Sättigung kommen kann.

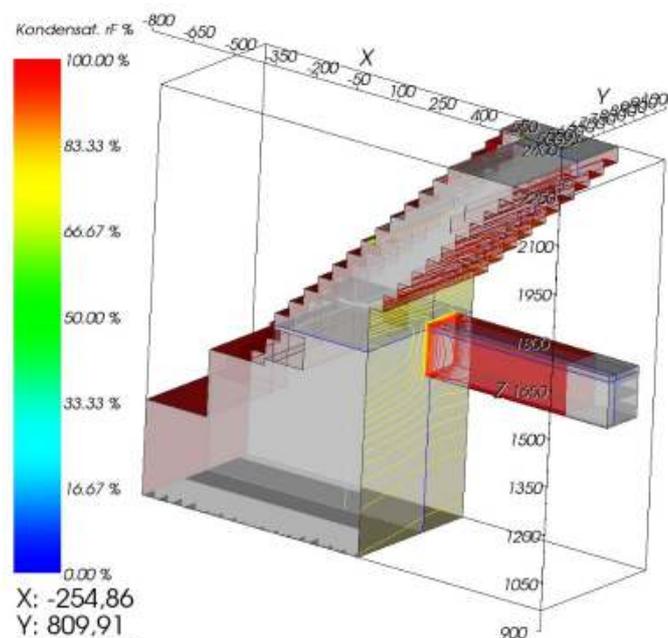


Abbildung 5.50: 3D-Dach: Dämmung Sparren; Kondensat

Kondensatverteilung: „3D-Decke Pfosten“

Ähnlich der Situation und der Berechnung für den oberen Bereich kommt es auch hier zu einer eindeutigen Erhöhung der Kondensatwahrscheinlichkeit in den Übergangsbereichen der Konstruktion. Diese Ergebnisse sind sowohl der Geometrie der Konstruktion als auch dem Wechseln der verwendeten Materialein geschuldet.

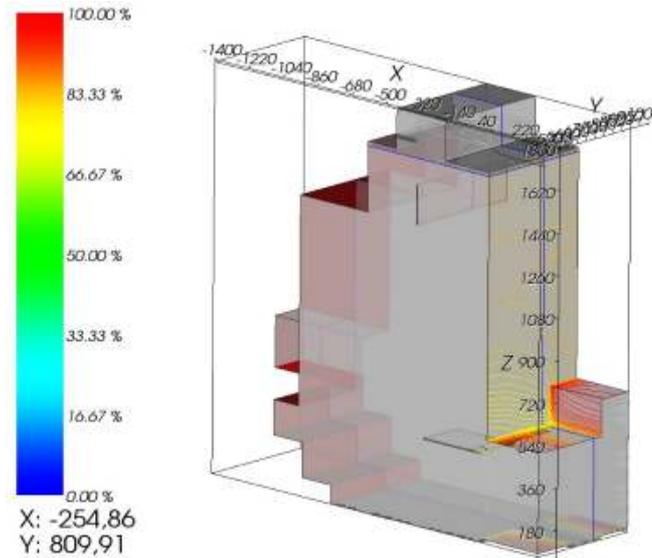


Abbildung 5.51: 3D-Decke: Pfosten; Kondensat

Kondensatverteilung: „3D-Decke Träger“

Ähnlich der Kondensatverteilung für den Knoten „Decke Pfosten“ liegt die höchste Kondensatwahrscheinlichkeit in Übergangsbereichen vor. Der Einfluss des Trägers auf die Kondensatbildung ist durch das Abschotten des Trägers von oben her durch einen verhältnismäßig dichten Bodenbelag nicht so hoch wie ursprünglich anzunehmen war.

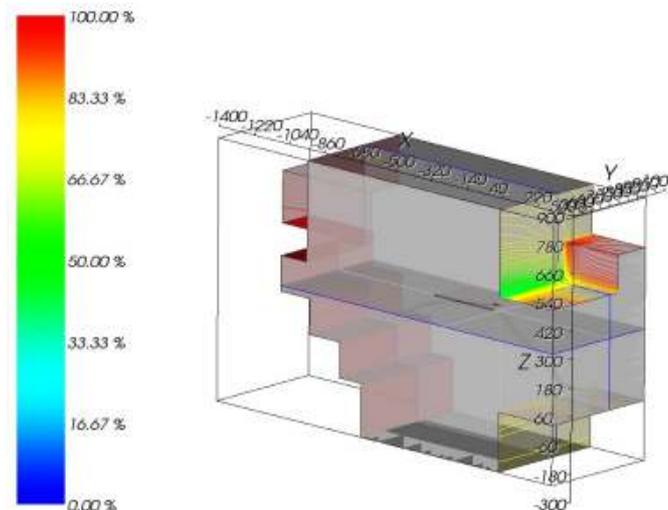


Abbildung 5.52: 3D-Decke: Träger; Kondensat

5.4.5 Rost (Prozent)

Die Berechnung der „Rostwahrscheinlichkeit“ beziehungsweise das Auftreten der Möglichkeit von Roststellen wurde lediglich in der 3D Berechnung ausgewertet.

Aufgrund der Einflüsse von Einbauteilen sowie unter Berücksichtigung der Geometrie von einzelnen Durchdringungen und Einbauteilen ist es nicht zielführend, die Auswertung ebenfalls im 2D-Bereich durchzuführen.

Zur Berechnung bzw. in weiterer Folge für die Auswertung der Rostwahrscheinlichkeit wird in einem ersten Schritt nicht näher eingegangen.

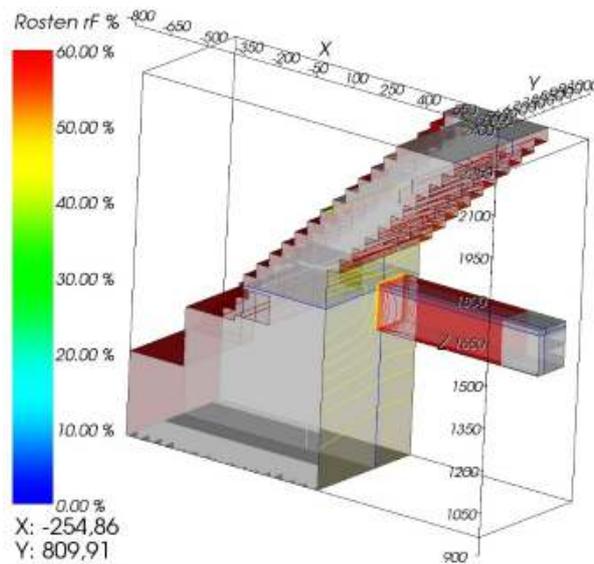


Abbildung 5.53: 3D-Dach: Dämmung Sparren; Rost

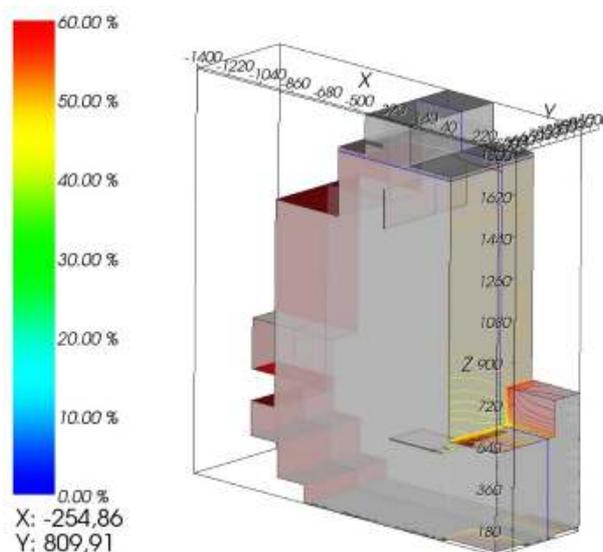


Abbildung 5.54: 3D-Decke: Pfosten; Rost

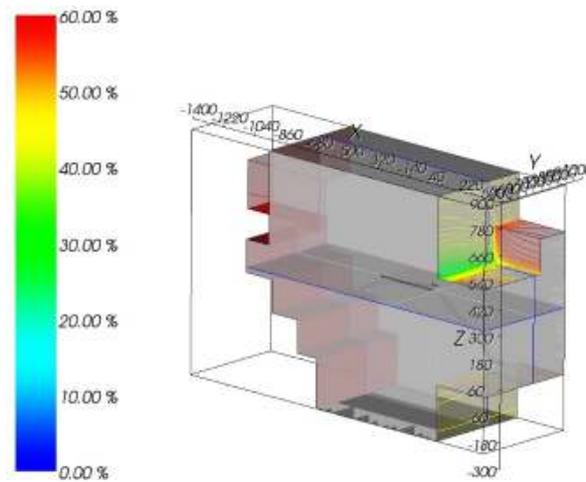


Abbildung 5.55: 3D-Decke: Träger; Rost

5.4.6 Schimmel (Prozent)

Für die Berechnungen der Schimmelbildung bzw. der Schimmelwahrscheinlichkeit in % durch Antherm wurde ebenfalls wie für die Rost und Kondensatberechnung lediglich die Eingabe im 3D Bereich gewählt. Da sich die 3D Berechnung für eine Einschätzung und Beurteilung eindeutig als Zielführender Herausgestellt als eine eventuelle Berechnung im 2D Bereich ohne Berücksichtigung der Einflüsse von Einbauteilen.

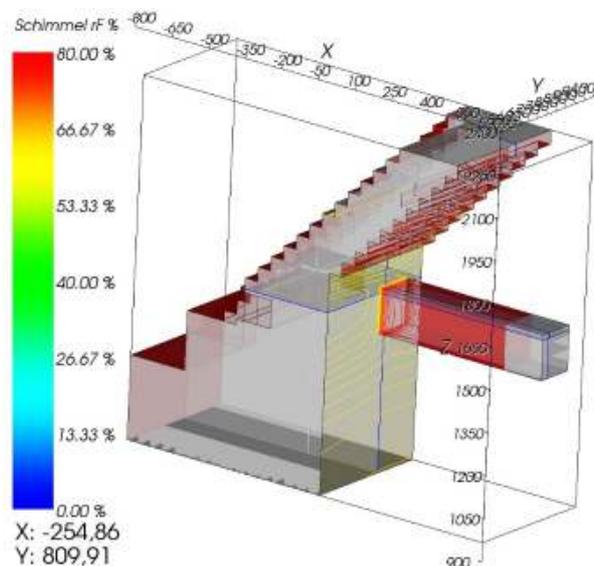


Abbildung 5.56: 3D-Dach: Dämmung Sparren; Schimmel

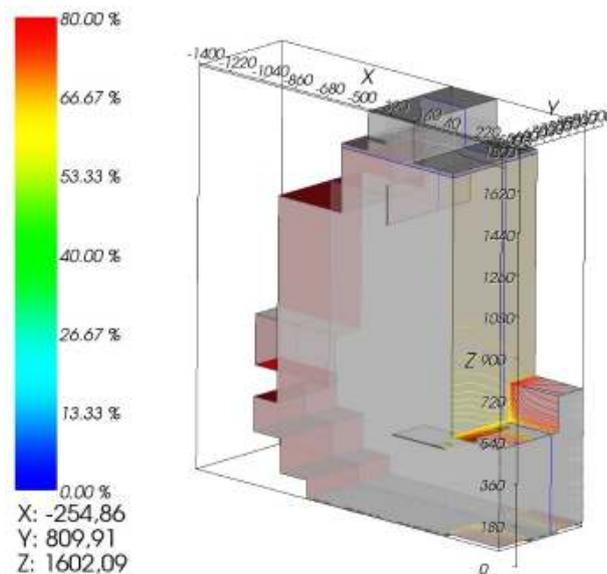


Abbildung 5.57: 3D Decke: Pfosten; Schimmel

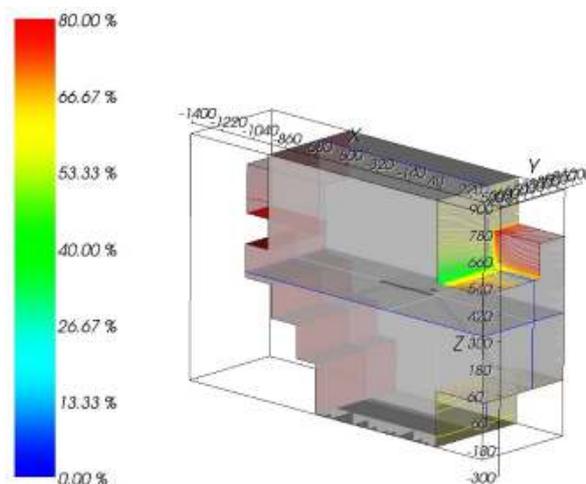


Abbildung 5.58: 3D Decke: Träger; Schimmel

5.4.7 Wärmetechnische Bewertung

Grundsätzlich lassen sich die Ergebnisse der durchgeführten Berechnungen der Bestandssituation aus verschiedenen Richtungen beziehungsweise Blickwinkeln interpretieren.

Wenn man die Situation des „Ist“-Zustandes betrachtet kommt man zu dem Schluss, dass sich der Dachraum für ein Gebäude dieses Alters beziehungsweise der gegebenen Bauweise erstaunlich gut verhält. Dies ist jedoch der bereits vorhandenen, wenn auch nicht mehr dem aktuellen Stand der Technik entsprechenden, Dachdämmung geschuldet und für den „unteren“ Bereich der Konstruktion, auf der teilweise sehr massiven Abmessung der Konstruktion zurückzuführen. So ist das Ergebnis für das wärmetechnische Verhalten des Dachraumes wesentlich besser als für einen vergleichbaren Dachraum ohne der Berücksichtigung der vorhandenen Dämmung von rund 8 cm. Im Übergangsbereich liegen teilweise Konstruktionsstärken von über einem Meter vor was selbst unter der Annahme, dass es sich hierbei um bauphysikalisch „schlechtes“ weil altes und ungedämmtes Mauerwerk handelt, zu relativ guten Ergebnissen.

5.5 Schulbauspezifika

5.5.1 Flächen

Flächenbedarf Schüler

Entsprechend den Vorgaben ergibt sich der Flächenbedarf für einen Schüler/Inn wie folgt.

$$A_{\text{Bedarf},S} = 1,3 \text{ m}^2 / \text{Schüler} = 1,3 * 15 = 19,5 \text{ m}^2$$

Flächenbedarf Lehrer

$$A_{\text{Bedarf},L} = 15,0 \text{ m}^2$$

Flächenbedarf Freiflächen

$$A_{\text{Bedarf},FL} = 30\% * A_{\text{Raum}} = 0,30 * 57,7 = 10,5 \text{ m}^2$$

Flächenbedarf Gesamt

$$A_{\text{ges}} = A_{\text{Bedarf},S} + A_{\text{Bedarf},L} + A_{\text{Bedarf},Fl} = 19,5 + 15,0 + 10,5 = 45,0 \text{ m}^2$$

5.5.2 Lüftung

Die Lüftungsberechnung für den Bestand wird lediglich als Schema dargestellt und erst in weiterer Folge im Rahmen der Variantenbearbeitung berechnet. Als Grund für das momentane Nichtberücksichtigen beziehungsweise Nichtbearbeiten der Lüftungsberechnung gilt es zu beachten, dass es innerhalb des Dachgeschoßraumes Raum "1" entsprechend der Bestandssituation keine Fensteröffnung oder sonstige Lüftungsmöglichkeit für eine natürliche / nicht mechanische Lüftung vorhanden sind.

5.5.3 Beleuchtung

Natürliche Belichtung

Innerhalb der Bestandsituation kann keine weitere Berechnung der Flächen für die natürliche Belichtung durchgeführt werden. Dies ist dem Umstand geschuldet, dass es im Raum „1“ laut Bestand, noch keinerlei Fenster und/oder andere Belichtungsflächen gibt.

Künstliche Beleuchtung

Für den Bestand kann als künstliche Beleuchtung/Leuchtmittel lediglich von einer einfachen Dachraumbeleuchtung wie zum Beispiel zwei Stück 100 Watt Leuchtmittel (mit je circa 1500lm) angenommen werden.

Für die exakte Berechnung von Beleuchtungsanforderungen beziehungsweise Gegebenheiten, was die Art und Anzahl der geforderten Leuchten betrifft, ist der Einfluss mehrerer Faktor zu berücksichtigen. Anschließend wird der Bedarf beziehungsweise die Bestandsituation anhand folgender Formel berücksichtigt.

$$n = \frac{E_m * A * \rho}{\phi_L * \eta_B}$$

n : Anzahl der Leuchten

E_m : Beleuchtungsstärke

A : Raumfläche

ρ : Planungsfaktor

ϕ_L : Lampenlichtstrom

η_B : Beleuchtungswirkungsgrad

$$\eta_B = \eta_L * \eta_R$$

η_L : Leuchtenwirkungsgrad

η_R : Raumwirkungsgrad

$$\eta_R = f(\rho, k)$$

k : Raumindex

$$k = \frac{a * b}{h * (a + b)}$$

a : Länge des Raumes

b : Breite des Raumes

h : Aufhängöhe der Leuchte

Anhand dieser Faktoren und mittel dieser Formeln lässt sich der Bedarf an Leuchtmitteln beziehungsweise die Art und Anzahl der Leuchten für einen Raum bestimmen.

In weitere Folge wird der Beleuchtungsbedarf anhand einer Abschätzformel, zur vereinfachten Darstellung, ermittelt.

Für ein normales Leuchtmittel mit, einer Leistung von zum Beispiel 100 W, kann entsprechend der Umrechnung, mit einer Lichtausbeute von circa 1500 lm gerechnet werden.

Daraus ergibt sich in weitere Folge ein LUX Wert von lx

$$lx_{vorh,ther} = \frac{2x \ 100W \ Leuchtmittel}{(14 \ W = 300 \ lx/m^2)} = \frac{200}{14} = 14,28m^2 \ je \ 300 \ lx$$

Dies ist jedoch ein sehr theoretischer Wert da sich das Licht natürlich auf den ganzen Raum verteilt. In weiterer Folge ergibt sich die vorhandene reelle Leuchtstärke wie folgt.

$$lm_{reel} = \frac{2 * 100 \ W \ (1500lm)}{57,7 \ m^2} = 52 \frac{lm}{m^2}$$

$$lx_{vorh} = 52 \frac{lm}{m^2} * \frac{300 \ lx}{210 \ lm} = 74 \ lx_{vorh}$$

5.6 Soll/Ist-Vergleich

Anhand von Vergleichen der Bestandssituation, mit den Werten und Anforderungen, welche an ein Gebäude beziehungsweise in diesem Fall an einen Raum, welcher der Nutzung durch einen Unterrichtsraum zugeführt werden soll, werden in weiterer Folge die eventuell vorhandenen Abweichung aufgezeigt.

Dies geschieht unter dem Aspekt, dass es erst nach Feststellung der Abweichungen, der Soll/Ist -Werte, sinnvoll möglich ist eine Aussage betreffend der Eignung und einer eventuellen Weiterverwendung von Raum „1“ für einen Schul- beziehungsweise-Unterrichtsaum zu treffen.

5.6.1 Soll/Ist-Vergleich; Wärmetechnik

Unter dem Gesichtspunkt, dass es für den Raum „1“ geplant ist, diesen der Nutzung für einen Klassenraum zuzuführen, werden als erster Vergleich der Berechnungen die Werte aus den Bereichen U-Wert, Heizwärmebedarf und Kühlbedarf mit den Vorgaben und Anforderungen durch die jeweiligen Richtlinien beziehungsweise Normen, verglichen.

U-Wert

Als erster Teil des Soll/Ist-Vergleiches, unter den Werten aus den bauphysikalischen Gegebenheiten, werden die vorhanden U-Werte je Wandtyp mit den Werten aus den Vorgaben, betreffend der U-Werte laut OIB-RL 6, gegenübergestellt.

Wände gegen Außenluft:

$$U_{\text{gefordert}} = 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{\text{Wand "A-A"}} = 1,14 \text{ W/m}^2\text{K}; U_{\text{Wand "B-B"}} = 1,99 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Decke gegen Außenluft:

$$U_{\text{gefordert}} = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{\text{Dach "L-L"}} = 0,43 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Innendecke gegen unbeheizte Gebäudeteile:

$$U_{\text{gefordert}} = 0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{\text{Decke "J-J"}} = 0,42 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Innendecke gegen getrennte Wohn- und Betriebseinheiten:

$$U_{\text{gefordert}} = 0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{\text{Decke "K-K"}} = 0,34 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Wände gegen andere Bauwerke:

$$U_{\text{gefordert}} = 0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{\text{Wand "I-I"}} = 0,93 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Trennwände zwischen Wohn-oder Betriebseinheiten:

$$U_{\text{gefordert}} = 0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{Wand\ "C-C"} = 1,18\ W/m^2K ; U_{Wand\ "D-D"} = 0,65\ W/m^2K ; U_{Wand\ "E-E"} = 0,77\ W/m^2K$$

$$U_{Wand\ "F-F"} = 2,06\ W/m^2K ; U_{Wand\ "G-G"} = 1,94\ W/m^2K ; U_{Wand\ "H-H"} = 0,19\ W/m^2K$$

Nach Abschluss der Vergleiche der U-Werte der einzelnen Bauteile untereinander, mit den geforderten Werten, wie diese für einen Dachgeschoßneubau/Umbau gefordert wären, lässt sich folgende Schlussfolgerung feststellen.

Trotz der bereits teilweise vorhandenen Dachschrägendämmung, sowie Dämmungen gegen den unbeheizten Dachraum darüber entspricht der Dachgeschoßraum "1" nicht den Anforderungen an einen solchen Raum. In weitere Folge wird es daher nötig sein, für den Raum "1" ein Sanierungskonzept bzw. Vorschläge für die Optimierung der U-Wert-Eigenschaften zu erstellen.

Heizwärmebedarf

Wie schon aus der Beurteilung und den Vergleichen Soll/Ist für die U-Werte zu vermuten war, werden die Anforderungen an die Vorgaben für den Heizwärmebedarf nicht erfüllt. Laut den Vorgaben wäre es erforderlich, das sich der HWB entweder unterhalb des Wertes laut B-8110 für die Sanierung bei $HWB^*_{V,NWGs_{san,RK}}$ befindet oder, wie in diesem Fall erforderlich unterhalb des Werte für den maximal zulässigen Heizwärmebedarf gemäß B-81100 von $HWB^*_{V,NWGs_{san,RK,max}} = 30,00 \frac{kWh}{m^3a}$ Von daher ist es für die weitere Betrachtung des Bestandes und die eventuell folgende Sanierung unumgänglich, den HWB (durch Optimierungen der Außenbauteile) zu senken.

Kühlbedarf

Durch die Situation innerhalb des Bestandes, das Fehlen von Fensterflächen beziehungsweise entsprechender Flächen, welche für einen Wärme oder Hitzeeintrag geeignet wären werden laut der Berechnung des Energieausweises die Vorgaben und Anforderungen an den Kühlbedarf erfüllt.

Die Aussagen sind in Folge jedoch nur bedingt tauglich, um zu behaupten, dass es in diesen Räumen zu keinem erhöhten Kühlbedarf kommt da erst im Zuge der Adaptierungen Fensterflächen oder ähnliches in die Dachflächen des Raumes "1" integriert werden, was im Umkehrschluss zu einer Verschlechterung der Situation betreffend den Vorgaben und Anforderungen an die Sommertauglichkeit des zu untersuchenden Raumes führen könnte.

Sommerliche Überwärmung

Für den Bereich der sommerlichen Überwärmung kommt, es wie bereits dargestellt zu keinem Soll/Ist-Vergleich für den Bestand. Dies erfolgt aufgrund des Entfalles des Nachweises für die Sommertauglichkeit des Bestandes und durch das Nichtvorhandensein von Fensterflächen.

5.6.2 Soll/Ist-Vergleich; Schallschutz

Nach Abschluss der Auswertungen werden für den Bereich beziehungsweise die Gebiete betreffend der Raumakustik die Werte und Vorgaben für die Nachhallzeit, den Luftschallschutz sowie die Werte für die Anforderungen an den Trittschallschutz mit den innerhalb des Bestandes vorhandenen Gegebenheiten verglichen.

Nachhallzeit

Da es sich bei dem Raum "1", in der jetzigen Bestandssituation, um einen erst teilweise beziehungsweise schlecht ausgebauten Dachgeschoßraum handelt, werden im Zuge des Soll/Ist-Vergleiches doch sehr deutliche Abweichungen der Werte „T“ für die Nachhallzeit im Vergleich zu den, laut Richtlinien geforderten Werten festgestellt.

Betrachtet man lediglich die Situation des Raumes unter dem Gesichtspunkt einer Nutzung im voll besetzten Zustand sind die Abweichungen der Soll/Ist Werte noch einigermaßen zu vertreten beziehungsweise teilweise sogar innerhalb des laut Richtlinien, gegebenen Toleranzbereiches.

Betrachtet man den Bestand wenn dieser nicht durch Schulkinder gefüllt ist beziehungsweise nicht voll besetzt ist, so kommt es zu teilweise sehr starken Abweichungen für die Nachhallzeit. Daher wird es für eine eventuelle Sanierung des Raumes und dessen Adaptierung als Unterrichtsraum unbedingt erforderlich sein, schallschutztechnische Maßnahmen zur Verbesserung der Nachhallzeit-Eigenschaften zu veranlassen.

Tabelle 9: Nachhallzeit T Berechnung

Nachhallzeit T (s)	Frequenz (Hz)					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
Nachhallzeit vorh. (leer) (s)	2,03	3,91	5,28	3,23	2,54	2,61
Nachhallzeit vorh. (voll) (s)	0,64	0,36	0,34	0,34	0,26	0,34
Nachhallzeit soll (s)	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
T/Tsoll (leer)	3,68	7,11	9,60	5,88	4,61	4,74
T/t soll (voll)	1,17	0,65	0,62	0,61	0,47	0,62

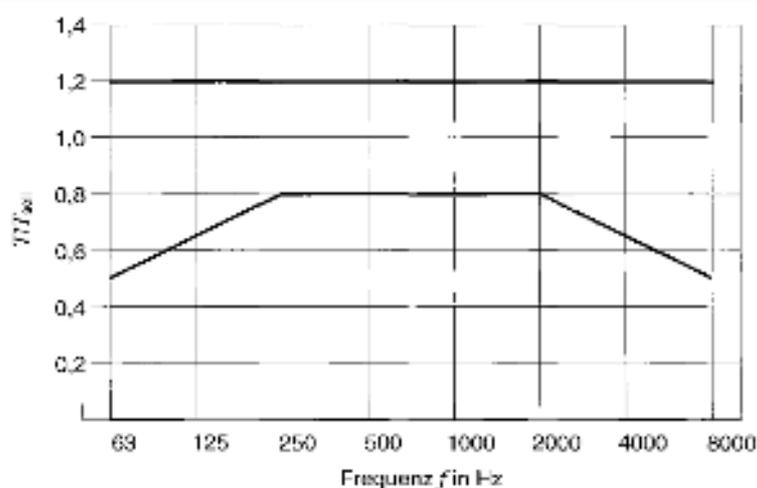


Abbildung 5.59: Toleranzbereich der optimalen Nachhallzeit gemäß Ö-Norm ⁸²

⁸² Ö-Norm B8115-3, Schallschutz und Raumakustik, Raumakustik, 11 01 2005, Bild 2, S: 6

Schallabsorptionsflächen

Wie aus den Anforderungen durch die ÖISS hervorgeht, gibt es für Unterrichtsräume, als günstig, betrachtete Positionierungen von schallabsorbierenden Flächen.

Da es innerhalb des Bestandes noch keinerlei Flächen beziehungsweise Oberflächen gibt welche für gezielte Absorption beziehungsweise Reflexion des Raumschalles ausgelegt sind, kann zu einem jetzigen Zeitpunkt hierzu kein Vergleich angestellt werden.

Für eine weiterführende Betrachtung des Raumes „1“ und dessen Optimierung für die Verwendung als Unterrichtsraum sind für diesen Bereich Überlegungen anzustellen beziehungsweise hat in Kombination mit dem Aufbringen eventuell benötigter Flächen zur Schallabsorption betreffend der Nachhallzeit eine Abstimmung zu erfolgen.

Luftschallschutz

Die für den Soll/Ist-Vergleich betrachten Werte für die Schalldämmung beziehen sich wie bereits erwähnt auf die Werte aus der Berechnung durch das Programm, zur Erstellung, des Energieausweises.

Vergleicht man nur die Werte aus den Berechnungen mit denen aus Anforderungen entsprechend den Vorgaben wird folgendes ersichtlich.

Selbst wenn man die Anforderungen für die Kategorie 4/D als Referenz wählt, was durch die Situation mit der Situierung des Raumes im Dachgeschoßbereich, so wie der nicht verbauten Nachbarliegenschaften, wird ersichtlich das der Bestand die Vorgaben bereits erfüllt.

Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass es sich bei dem Bestandsraum um ein Altbauobjekt handelt, welches entsprechend der seinerzeit üblichen Bauweisen über Wände und Aufbauten in entsprechender Stärke verfügt, was wiederum ein, theoretisch, hohes Schalldämmmaß zur Folge hat.

Trittschallschutz

Da es im Rahmen dieser Master-Arbeit, wie bereits erwähnt zu keinerlei genaueren Untersuchungen der Trittschalldämmeigenschaften kommt, wird für die weitere Vorgehensweise davon ausgegangen, dass sich Anforderungen an den Trittschallschutz erfüllen lassen beziehungsweise wie bereits dargestellt, aufgrund der Bestandsgeometrie und den damit verbundenen Möglichen für eine Anpassung jederzeit ändern lassen würden.

5.6.3 Soll/Ist-Vergleich; Schulbauspezifika

Für den Soll/Ist-Vergleich aus den Bereichen der Schulbau-Anforderungen beziehungsweise Berechnungen werden in weiterer Folge die Auswertungen für den Flächenbedarf, die Geometrie des Raumes so wie die Anforderungen und Gegebenheiten betreffend der Sichtbedingungen und die Beleuchtungssituation näher betrachtet.

Flächenbedarf

Für einen Unterrichtsraum wie er in den Anforderungen beschrieben ist und der Annahme von bis zu 15 Schülern dargestellt wird, ergibt sich betreffend des Flächenbedarfs folgende Gegenüberstellung zwischen den Vorgaben und den Gegebenheiten innerhalb des Bestandes:

$$A_{vorh.} - A_{ges, Bedarf} = 57,7 \text{ m}^2 - 45,0 \text{ m}^2 = 12,7 \text{ m}^2 (\text{Restfläche})$$

$A_{ges, Bedarf}$: Gesamtflächenbedarf bei einer Nutzung von bis zu 15 Schülern

$A_{vorh.}$: Gesamtfläche des Raumes "1"

Wie aus der Gegenüberstellung ersichtlich wird, ergibt sich, was den Flächenbedarf beziehungsweise die vorhandenen Flächen betrifft, kein Bedarf, den Raum für die Unterbringung eines Klassenraumes zu erweitern.

Geometrie

Was aus der reinen Gegenüberstellung der Flächen nicht hervorgeht ist die Geometrie beziehungsweise die Grundform des Raumes "1" im Dachgeschoß.

Durch die Dachschräge sowie die Abstufungen der Wand im Bereich zu den Erschließungsflächen auf der Ostseite des Raumes ist es nicht empfehlenswert, mehr als die geplanten 15 Schüler für diesen Raum einzuplanen.

Sichtbedingungen

Die Sichtbedingung gemäß den Anforderungen aus der ÖISS kann für den Raum "1" eingehalten werden, da die maximale Ausdehnung des Raumes unterhalb der, laut ÖISS maximalen 8,60m liegt. Die für diese Abmessungen erforderlichen Größen, betreffend etwaiger Tafeln und Einrichtungen zur Abbildungsdarstellung, mit einem Format von 1,50 m x 1,50 m, können in diesem Raum aufgrund der vorhandenen freien Wandflächen gewährleistet werden

Beleuchtungssituation

Natürliche Belichtung

Für den Soll/Ist-Vergleich der natürlichen Beleuchtung, des Bestandsraumes, mit den Anforderungen aus der ÖISS kann eine Aussage analog zur Situation betreffend der Lüftung getroffen werden.

Da es im Raum so wie sich dieser als Bestand darstellt, keinerlei Fensteröffnungen oder sonstige Flächen, welche für eine natürliche Belichtung geeignet sind, gibt, werden die Angaben nicht erfüllt.

Entsprechend den Vorgaben aus der OIB-RL 3 liegt der Bedarf bei circa 7,8m².

Berücksichtigt man noch zusätzlich die Anforderungen durch die ÖISS, erhöht sich der Bedarf beziehungsweise die Differenz an vorhandener zu geforderter Fläche auf 9,6m².

Diese Fläche wäre in weiterer Folge durch das Installieren von Fensterflächen beziehungsweise durch die Öffnung der Gebäudehülle zu gewährleisten.

Künstliche Beleuchtung

Für die aktuelle Situation betreffend der vorhandenen Beleuchtungsmittel zur künstlichen Beleuchtung wurden nur Annahmen getroffen.

Die künstliche Beleuchtung, wie sie durch die Anforderungen aus der ÖISS gefordert wird, mit einer Lichtstärke von bis zu 300lx bei Tagelichtunterstützung sowie bis zu 500lx für Tafelbeleuchtung, kann auf alle Fälle durch den Bestand nicht gewährleistet werden. Von daher wäre es weiterführend notwendig, die künstliche Beleuchtung im Zuge einer etwaigen Sanierung/Adaptierung des Dachgeschoßraumes entsprechend neu, an die Erfordernisse angepasst, zu planen und einzubauen.

Um eine erste Abschätzung entsprechend der Berechnungen der künstlichen Belichtung zu treffen, würde sich folgender Bedarf an Leuchtleistung, welcher durch die Leuchtmittel erzeugt wird, ergeben.

$$lx_{\text{gef.ord.}} = 300 \frac{lx}{m^2}$$
$$lm_{\text{benötigt}} = \frac{210 \text{ lm}}{m^2} * 57,7m^2 = 12117 \text{ lm}$$

Als Referenzwert für den durch die Abschätzformel ermittelten Lumen-Wert kann somit ein potentieller Bedarf von circa acht bis neun Leuchtmittel entsprechend einer 100W Glühbirne angegeben werden.

Für die geforderte Lichtleistung von bis zum 500 lx als Tafelbeleuchtung, müssten in weiterer Folge die Angaben speziell für, diesen Zweck optimierte Tafelbeleuchtungs-Leuchtkörper betrachtet werden.

Lüftungssituation

Aus den Anforderungen für die Lüftung beziehungsweise den Luftwechsel von Unterrichtsräumen geht hervor, dass für einen Raum dieser Nutzungsart eine Luftwechselzahl von $L_{W,gefordert} = 1,3 h^{-1}$ gefordert ist.

In der jetzigen Situation des Bestandes gibt es keine Öffnungen oder Lüftungstechnische Anlagen, welche einen Luftwechsel wie gefordert gewährleisten würden.

Daher ist es bei einer weiterführenden Betrachtung des Raumes unerlässlich, eine Lösung zur Erfüllung der Lüftungsvorgaben zu finden.

Dies kann sowohl durch den Einbau von Fenstern oder durch die Installation einer haustechnischen Lüftungsanlage erfolgen.

6 Adaptierungen

Um den Bestand in seiner jetzigen Form an die Erfordernisse für ein „modernes“ Schulbauobjekt anzupassen, sind, wie aus den Berechnungen betreffend der Bestandssituation ersichtlich wird, einige Änderungen und Adaptierungen innerhalb des Bestandes durchzuführen. Das potentielle Ausmaß und den benötigten Umfang der Adaptierungen kann man aus dem Soll/Ist-Vergleich des Bestandes und den Anforderungen entsprechend der jeweiligen Vorgaben erkennen.

Bei dem Raum „1“ handelt es sich um einen Dachgeschoßraum eines Bestandsobjektes. Von daher wird nun in weiterer Folge versucht sich den Erfordernissen beziehungsweise Anforderungen so gut es geht zu nähern und diese zu erfüllen.

Da es durch die Anforderungen an die einzelnen Bereiche durchaus vorkommen kann, dass durch die Verbesserungen für einen der zu erfüllenden Teilbereiche im Gegenzug zu Verschlechterungen in den Bereichen von unterschiedlichen Anforderungen kommen kann, ist dies in weiterer Folge zu beachten.

Um den Effekt der gegenseitigen Beeinflussung soweit es geht zu verringern beziehungsweise sich nicht durch das potentielle negative Auswirken einzelner Maßnahmen, von der Erstellung der Sanierungsvorschläge, zu sehr beeinflussen zu lassen wird die weitere Vorgehensweise entsprechend angepasst.

So wird im Zuge der Erarbeitung der Adaptierungsvorschläge jeweils nur eine Anforderung, welche durch den Bestand noch nicht erfüllt wird optimiert. Diese Änderung und die sich daraus ergebenden Anpassungen der Gegebenheiten werden den weiteren, noch nicht erfüllten, Punkten untergeordnet. Natürlich wird versucht, im Zuge der Anpassungen so viele Anforderungspunkte wie möglich durch nur eine Variante zu erfüllen. Als beispielhafte Möglichkeit einer negativen Einflussnahme kann das Anbringen beziehungsweise der Einbau von Fensterflächen in die Dachkonstruktion angeführt werden.

Einerseits wird durch die Fenster die Möglichkeit für eine natürliche Belichtung und Belüftung geschaffen, andererseits wird durch die Fensterflächen vermutlich die Qualität des Raumes hinsichtlich der Anforderungen an die Hörsamkeit, dargestellt durch die Nachhallzeit, negativ beeinflusst werden.

Im Anschluss an die Erarbeitung der einzelnen Möglichkeiten zur bauphysikalisch beziehungsweise schulbautechnischen Optimierung des Bestandes, werden die einzelnen Punkte, unter dem Gesichtspunkt möglicher Gegenreaktionen, zu einer potenziellen Umbauvariante zusammengefügt.

6.1 Wärmetechnik

Im Zuge der Erarbeitung von Adaptierungsvorschlägen betreffend der bauphysikalischen Eigenschaften und Beschaffenheit, wird in erster Linie nur auf die Anpassung betreffend der U-Werte eingegangen. Die weiteren Punkte der Anforderungen aus dem Bereich der Bauphysik wird erst später im Zuge des Gesamtvorschlages erörtert.

6.1.1 U-Wert:

Wie schon beschrieben kann es durch die Bearbeitung des Bestandes beziehungsweise dessen Optimierung zu Gegenreaktionen innerhalb des Bestandes kommen.

Daher wird für die Betrachtung einer ersten Adaptierung der U-Wert als zu erfüllender Hauptwert angesetzt.

In weitere Folge wird versucht durch Anpassungen der bereits vorhandenen Dämmung im Sparrenzwischenbereich und dem Aufbringen zusätzlicher Dämmungen, sowohl im Sparrenzwischenbereich als auch auf der Außenseite der Treppe wand die Vorgaben betreffend der U-Werte zu erfüllen.

Zielwertsuche

Für die Erarbeitung beziehungsweise Errechnung der, zur Erfüllung der Vorgaben aus dem Kapitel der Anforderungen, benötigten Änderungen und Ergänzungen der Dämmungen, werden die U-Werte für die Bauteile gegen Außenluft beziehungsweise gegen den unconditionierten Dachbodenbereich auf das Niveau der Anforderungen gesetzt und in weiterer Folge die benötigten Dämmwerte / Dämmstärken rückgerechnet.

U-Wertdifferenz

Wände gegen Außenluft:

$$U_{abw."A-A"} = 0,79 W/m^2K ; U_{abw."B-B"} = 1,64 W/m^2K$$

Decke gegen Außenluft:

$$U_{abw."L-L"} = 0,13 W/m^2K$$

Innendecke gegen unbeheizte Gebäudeteile:

$$U_{abw."J-J"} = 0,22 W/m^2K$$

Erforderliche Dämmstoffstärken

Tabelle 10: Dämmstoffstärkendifferenz

Dämmstoffstärkendifferenz				
Baustoff		Dicke d	λR^*a	U-Wert Diff.
Nr.	Aufbau	m	W/mK	m ² K/W
1	Wand "A-A"	0,032	0,040	0,790
2	Wand "B-B"	0,066	0,040	1,640
3	Dach "L-L"	0,005	0,040	0,130
4	Decke "J-J"	0,009	0,040	0,220

Wie aus der Berechnung der erforderlichen Mindest-Dämmstoffstärken anhand der Excel-Tabelle hervorgeht, sind für die einzelnen Bauteile unterschiedlich starke beziehungsweise dicke Änderungen und Ergänzungen erforderlich.

Dämmstoffstärkeauswahl

Um für die weiteren Studien mit Werten und Größen rechnen zu können, welche auch einen realistischen Hintergrund haben, werden nun die geforderten Stärken an Abmessungen, welche durch die Hersteller von Dämmstoffen lieferbar sind, angepasst. Daraufhin werden die U-Werte wie diese sich darstellen errechnet und für die weitere Vorgehensweise entsprechend verwendet.

Zusätzlich ist zu bedenken, dass für den Fall einer umfassenden Sanierung die teilweise bereits vorhandenen Dämmschichten entfernt werden müssten oder innerhalb des Bestandes erhalten bleiben. Sollte man sich dafür entscheiden, die Dämmstoffe zu entfernen müsste man die sich daraus ergebenden zusätzlich erforderlichen Mengen an Dämmmaterial bei den Berechnungen gesondert berücksichtigen.

Aufbau: Wand "A-A"	Dämmstoff gewählt: Fassadendämmplatten; Stärke 14 cm
Aufbau: Wand "B-B"	Dämmstoff gewählt: Fassadendämmplatten; Stärke 14 cm
Aufbau: Dach "L-L"	Dämmstoff gewählt: Steinwollgedämmplatten; Stärke 10cm
Aufbau: Decke "J-J"	Dämmstoff gewählt: Holzbaudämmplatten; Stärke 20cm

Neuberechnung

Nach der Auswahl und Festlegung von entsprechenden Dämmstoffen und den jeweiligen Stärken werden die nun theoretisch erzielbaren „neuen“ U-Werte analog zu den Werten aus dem Bestand berechnet.

$$U_{Wand"A-A"neu} = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{Wand"B-B"neu} = 0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{Dach"L-L"neu} = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{Decke"J-J"neu} = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Da sich die Werte dieser Berechnung an den Erfordernissen aus dem Kapitel der Anforderung orientieren beziehungsweise diese übertreffen, wird kein erneuter direkter Vergleich mit den Vorgaben vorgenommen. Zusätzlich sei erwähnt, dass die Stärken, die für eine Sanierung gewählt wurden, durchaus deutlich von den erforderlichen Mindeststärken abweichen. Dies erfolgt unter dem Gesichtspunkt, dass es im Falle einer Sanierung nicht zielführend wäre, die Vorgaben nur auf ein Minimum hin zu erfüllen, sondern dass es, aus zukunftsorientierter Sicht, geeigneter wäre, die Sanierung „anständig“ auszuführen.

6.2 Schallschutz

Bei den Adaptierungen zur Erfüllung der Vorgaben aus dem Bereich der schallschutztechnischen Anforderungen wird im Besonderen auf die Nachhallzeit eingegangen. Die Bereiche des Luftschallschutzes sowie des Trittschallschutzes werden nicht detailliert betrachtet, da für detailliertere Aussagen zu diesen Punkten Untersuchungen und Messungen vor Ort durchzuführen wären.

6.2.1 Nachhallzeit:

Aus der Auswertung und Betrachtung der Ergebnisse kommt es für die Nachhallzeit zu teilweise erheblichen Abweichungen zu den Werten, die gefordert sind.

Vor allem unter dem Gesichtspunkt, dass der Raum auch in der einen oder anderen Situation „leer“ oder zumindest nicht vollständig besetzt genutzt wird.

Durch das eventuelle Fehlen der Schüler, welches zu einer deutlichen Verbesserung der Nachhallzeitwerte führen würde, entsteht somit der Bedarf einer Anpassung des Bestandes.

Zielwertsuche

Nachhallzeit-„Abweichung“-Verhältnis:

Tabelle 11: Nachhallzeitverhältnis laut Tabelle 7

Nachhallzeit T (s)	Frequenz					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
T/Tsoll (leer)	3,68	7,11	9,60	5,88	4,61	4,74
T/t soll (voll)	1,17	0,65	0,62	0,61	0,47	0,62

Wie schon bei der Betrachtung der Soll/Ist-Werte für den Bestand beschrieben entspricht die Nachhallzeit für den Zustand „leer“ nicht den Anforderungen.

Erforderliche Absorptionsflächen

Tabelle 12: Absorptionsgraddifferenz $\alpha_{m,diff}$ / m^2 laut Tabelle 6

α_m soll Norm (leer)	0,19	0,20	0,25	0,25	0,25	0,20
α_m soll Norm (voll)	0,19	0,25	0,30	0,30	0,30	0,30
α_m Differenz (leer)	0,12	0,17	0,22	0,21	0,20	0,15
α_m Differenz (voll)	-0,02	-0,12	-0,10	-0,10	-0,22	-0,09

Die durch diese Berechnung dargestellten Differenzen, für die Abweichungen des Absorptionsgrades, würden diese dem Absorptionsgrad einer ideal dämpfenden Oberfläche entsprechen.

Daher wird als nächster Schritt der Bedarf an Flächen ermittelt, welcher durch das Aufbringen von Materialien, welche für die Verbesserung der raumakustischen Eigenschaften optimiert sind, errechnet.

Absorptionsflächenbedarf

Tabelle 13: Äquivalenter Absorptionsflächenbedarf m^2

		Absorptionsflächenbedarf					
		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
Bergenzungsflächen	210,8						
Raumvolumen	173,6						
Äquivalente Absorptionsfläche ohne S. bed.		26,08	34,93	47,34	43,95	41,55	31,30
Äquivalente Absorptionsfläche inkl S. bed.		-3,92	-26,03	-20,37	-20,51	-45,42	-19,37

Tabelle 14: Absorptionsgrad Akustikmaterial

Akustikmaterial		Absorptionsgrad α_i					
		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
1	Decke 35,0m ²	0,45	0,64	0,99	0,63	0,38	0,45

Tabelle 15: Flächenbedarf; zusätzliche Absorptionsflächen

Flächen (m ²)		Äquivalenter Absorptionsflächenbedarf					
		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
12	Akustikmat. Leer	57,96	54,58	47,82	69,76	109,33	69,55
13	Akustikmat. voll	-8,71	-40,68	-20,57	-32,56	-119,51	-43,05

Wie sich aus der Berechnung zeigt, ist es vor allem für den leeren Zustand unbedingt erforderlich Maßnahmen zur Verbesserung zu treffen.

Entsprechend der Berechnungen wird für den Raum im leeren Zustand ein zusätzlicher Bedarf von bis zu 109m² schallabsorbierender Fläche des gewählten Materials ausgewiesen. Diese Berechnung basiert noch auf der Annahme einer reinen Ergänzung der Flächen ohne Berücksichtigung des Entfalls von durch das Material überdeckter, bereits vorhandener Flächen.

Neuberechnung

Da es jedoch innerhalb des Bestandes nicht möglich sein wird bis zu 109m² Schallabsorptionsmaterial im Decken- und/oder Wandbereich unterzubringen und die leer Berechnungen auch darauf beruhen, dass der Raum keinerlei Einrichtung aufweist, wird für die weiterführende Berechnung von einem frei gewählten Bedarf an schallabsorbierender Flächen ausgegangen und auch in diesem Umfang in der Berechnung für die sich neu ergebende Nachhallzeitberechnung berücksichtigt.

$$A_{gew.} = 35,0m^2$$

$A_{gew.}$: Gewählte Fläche an Schallabsorptionsmaterial

Tabelle 16: am Berechnung bei 35m² Fläche

α_m Differenz (leer), neu	0,05	0,06	0,06	0,11	0,14	0,08
α_m Differenz (voll), neu	-0,16	-0,33	-0,42	-0,30	-0,33	-0,23

Wie sich durch die Neuberechnung zeigt kommt es für die Betrachtung voll bereits zu einer deutlichen Überdämpfung. Dies war schon innerhalb des Bestandes ersichtlich und wird durch das zusätzliche Aufbringen von Akustikmaterialien deutlich verstärkt.

Für den α_m -Wert im "Leerzustand" konnte eine Verbesserung der akustischen Eigenschaften im Vergleich zum Bestand erzielt werden, ohne die Abweichungen gänzlich auf „null“ zu setzen.

Tabelle 17: Absorptionsflächenberechnung

Flächen (m ²)			Äquivalenter Absorptionsflächenbedarf					
			125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
1	Boden	55,7	1,11	1,11	1,67	1,67	2,23	2,23
2	Decke	2,0	0,06	0,06	0,04	0,08	0,10	0,10
3	Wand "1"	26,8	0,80	0,80	0,54	1,07	1,34	1,34
4	FF, FG	15,4	0,46	0,46	0,31	0,62	0,77	0,77
5	FH	12,7	3,94	1,02	0,51	0,89	1,14	1,02
6	FA, FB	10,2	0,31	0,31	0,20	0,41	0,51	0,51
7	FC, FE, FD	16,6	5,15	1,33	0,66	1,16	1,49	1,33
8	FI	9,9	0,30	0,30	0,20	0,40	0,50	0,50
9	FJ	26,5	0,80	0,80	0,53	1,06	1,33	1,33
10	Regale	10,0	3,00	4,00	4,00	3,00	3,00	2,00
11	Schüler	15,0	0,00	2,10	2,55	3,00	4,50	3,45
12	Akustikmat. Leer	35,00	15,75	22,40	34,65	22,05	13,30	15,75
13	Akustikmat. voll	35,00	15,75	22,40	34,65	22,05	13,30	15,75

Ähnlich der Situation bei der Berechnung der U-Werte ist auch für die Schallabsorptionsflächen zu berücksichtigen, dass durch das Aufbringen von Dämpfungsmaterial, Oberflächen, welche bislang in der Berechnung der Nachhallzeit berücksichtigt wurden, entfallen und daher durch zusätzliche Dämpfungsoberflächen ersetzt beziehungsweise ergänzt werden müssen.

Nachhallzeit T (s)	Frequenz					
	125Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
Nachhallzeit neu (leer) (s)	0,99	0,99	0,72	0,96	1,25	1,14
Nachhallzeit neu. (voll) (s)	0,38	0,23	0,19	0,22	0,21	0,25
Nachhallzeit soll (s)	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
T/Tsoll (leer), neu	1,79	1,80	1,31	1,75	2,27	2,07
T/t soll (voll), neu	0,69	0,42	0,34	0,41	0,39	0,46

Durch die Neuberechnung der Nachhallzeit sowie einer erneuten Gegenüberstellung der vorhandenen Werte mit den Werten, welche sich aus den Anforderung für einen Unterrichtsraum ergeben, wird die Verbesserung zum Bestand deutlich ersichtlich.

Für die Vollbesetzung werden die Vorgaben eindeutig übertroffen.

Was die Abweichungen des Verhältnisses von Soll zu Ist für diese Variante betrifft kann mit den vorhanden Werten, unter der Annahme, dass der Raum nicht ständig leer und vor allem frei jeglicher Einrichtung und Person ist, weiter gerechnet werden und daher werden diese Werte als Grundwerte für weitere Betrachtungen herangezogen.

Schallabsorptionsflächen

Da sich in Folge der Adaptierungen beziehungsweise den Vorschlägen zur Adaptierung ein Bedarf an zusätzlichen Flächen für die Schallabsorption ergibt, entsteht beziehungsweise ergibt sich die Gelegenheit, diese neuen Flächen und Materialeen entsprechend den Sollvorgaben laut den vorhandenen Richtlinien zu verteilen.

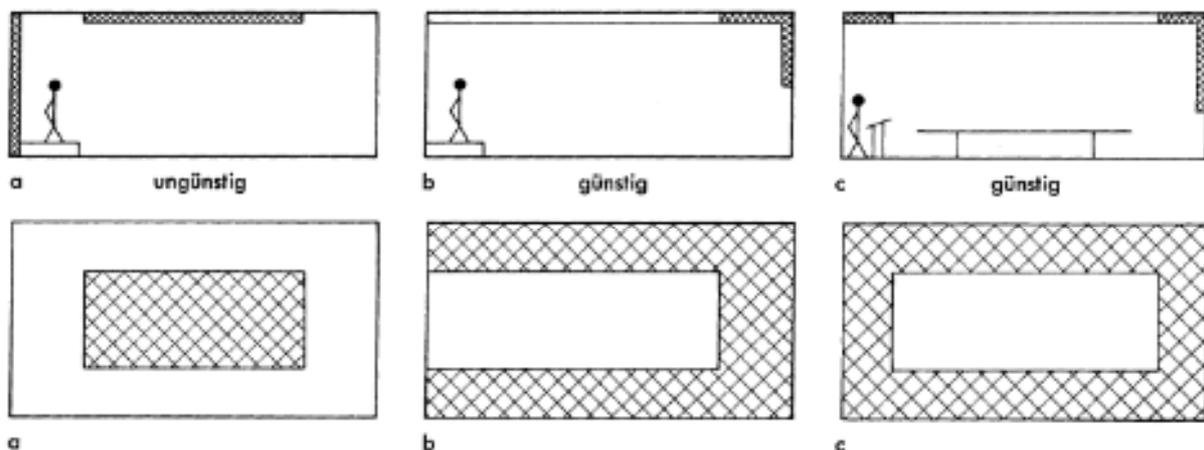


Abbildung 6.1: Verteilung der Schallabsorptionsflächen gemäß Norm soll.⁸³

Für die Aufbringung der Absorptionsflächen wäre es daher sinnvoll, diese, wie bereits beschrieben im Deckenbereich zu situieren. Für den rückwertigen Bereich, sowohl was die Decke als auch die Wand betrifft, wird angedacht, dort eigene Flächen mit reflexionsfähigen Materialien anzubringen.

Was dieses Aufbringen von daraufhin optimierten Materialien betrifft, erfolgt nur eine Einschätzung. Genauere Untersuchungen, wie sich die Oberflächen auf die Sprachqualität beziehungsweise eventuell auch negativ auf die Nachhallzeit auswirken könnten, müssten in weiterer Folge durch eine separate Berechnung abgeklärt werden.

⁸³ Ö-Norm B8115-3, Schallschutz und Raumakustik, Raumakustik, 11 01 2005, Seite S: 10

6.2.2 Luftschall

Wie schon im Rahmen der Berechnungen beschrieben, werden die Werte für die Schalldämmung beziehungsweise den Schallabsorptionswert durch das Programm zur Erstellung des Energieausweises mitberechnet.

Für die Innenwände wurden keinerlei Änderungen, durch das Nichtändern der Aufbauten ermittelt. Für die Außenwände beziehungsweise die Decken kommt es infolge der Änderungen und Anpassungen der Aufbauten zu leichten Verbesserungen durch verstärkte Aufbauten.

Tabelle 18: RW (dB) Darstellung entsprechend den Werten aus dem EAW san.

Nummer	Bezeichnung	RW (dB)
1	AW 2	51
2	AW 1-1	68
3	AW 1-2	68
4	D 1	52
6	IW 2	54
7	IW 3	53
8	IW 4	72
9	IW 5	75
10	IW 6	65
11	IW 7	69

6.2.3 Trittschall

Entsprechend den Aussagen aus dem Kapitel der Berechnungen für die Schallschutzanforderungen und Bestandsituation wird darauf verwiesen, dass es für die exakte und akkurate Berechnung des Trittschalls beziehungsweise den eventuell benötigten und durchgeführten Adaptierungen erforderlich wäre, die Situation vor Ort mittels Messung zu erfassen und entsprechend anzupassen.

Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass es, so wie sich die Bestandsituation darstellt durchaus die Möglichkeit für eine Anpassung und Adaptierung zur Trittschalloptimierung vorhanden gibt.

Durch den derzeitigen Aufbau inklusive der vorhandenen Schüttung wäre es durchaus denkbar, den Bodenaufbau im Rahmen einer Sanierung entsprechend anzupassen. Sollte es angedacht sein, den Bodenbelag an die Gegebenheiten und Bedürfnisse für einen modernen Schulraum anzupassen, wäre es möglich, Teile der Schüttung und des bestehenden Aufbaus durch entsprechende, für die Trittschalldämpfung geeignete, Materialien in fast beliebiger Stärke aufzubringen.

6.3 Schulbauspezifika

Für die Adaptierung des Bestandes entsprechend der schulbautechnischen Anforderungen sind mehrere unterschiedliche Punkte zu betrachten.

So wird, nachfolgend wieder differenziert auf die Abweichungen, der einzelnen Anforderungen eingegangen und versucht, diese für eine erste Untersuchung, entsprechend den Vorgaben aus den Richtlinien, anzupassen.

6.3.1 Flächenbedarf

Wie sich im Soll/Ist-Vergleich gezeigt hat, gibt es, unter Anbetracht der Tatsache, dass für diesen Raum von einer Belegung mit maximal 15 Schülern ausgegangen wird, keinerlei Bedarf einer Adaptierung beziehungsweise Erweiterung der Flächen.

Würde man den Bedarf der Schüleranzahl für diesen Raum verändern, würde sich in weiterer Folge naturgemäß auch der Flächenbedarf verändern.

Um die Veränderungen des Flächenbedarfs dieses Raumes zu verdeutlichen, wird der Bedarf an Flächen berechnet, sollte es für den Raum den Nutzungswunsch für eine volle Klasse geben.

Unter der Bezeichnung „voll“ wird der, laut den aktuell gültigen Vorgaben für den Unterricht in Volksschulen, Wert von maximal 25 Schülern je Klasse (Schüler Höchstzahl, bei 26 Schülern wird die Klasse automatisch geteilt) angenommen.

Zielwertsuche

$$A_{\text{Bedarf},S} = 1,3 \frac{m^2}{\text{Schüler}} = 1,3 * 25 = 32,5 m^2$$

Flächenbedarf Lehrer

$$A_{\text{Bedarf},L} = 15,0 m^2$$

Flächenbedarf Freiflächen

$$A_{\text{Bedarf},FL} = 30 \text{ Prozent} * A_{\text{Raum}} = 0,30 * 57,7 = 10,5 m^2$$

Flächenbedarf gesamt

$$A_{\text{ges}} = A_{\text{Bedarf},S} + A_{\text{Bedarf},L} + A_{\text{Bedarf},Fl} = 32,5 + 15,0 + 10,5 = 58,0 m^2$$

Neuberechnung

$$A_{\text{ges}} - A_{\text{vorh.}} = 58,0 - 57,7 = -0,30 m^2$$

Wie aus der Berechnung ersichtlich, wäre für diesen Raum eine Nutzung mit bis zu 25 Schülern, entsprechend dem Flächenbedarf, realisierbar, da die Abweichung des Bedarfs von der vorhandenen Fläche mit lediglich $0,30 m^2$ als vernachlässigbar angenommen werden kann.

6.3.2 Geometrie

Für den Bereich der Geometrie werden in erster Instanz keinerlei Änderungen und Adaptierungen angenommen.

Dies wäre in weitere Folge auch nicht zielführend da es sich bei dem zu untersuchenden, Raum, in seinen derzeitigen Abmessungen, um die Projektvorgaben handelt.

Eine theoretisch denkbare Erweiterung des Raumes, Raum "1", unter Einbeziehung der noch vorhandenen Dachgeschoßflächen und Räumlichkeiten, wird in weiterer Folge nicht in Betracht gezogen. Dies geschieht, da die restlichen, im Dachgeschoßbereich vorhandenen, Räume bereits durch den Eigentümer einer jeweiligen Nutzung zugeführt sind und nicht für einen Klassenraum benutzt werden sollen.

6.3.3 Sichtbedingungen

Ähnlich der Situation bei der Grundgeometrie des Raumes, wird auch für den Punkt der Sichtbedingungen auf keinen Adaptierungsvorschlag eingegangen. Dies erfolgt unter der Annahme, dass sich die Geometrie und damit verbunden auch die Abmessungen von Raum "1" nicht ändern, wodurch es seitens der Anforderungen auch keinen Bedarf einer Anpassung gibt, da die Anforderungen bereits, durch die Situation wie sie sich im Bestand darstellt, erfüllt werden.

6.3.4 Beleuchtung

Natürliche Belichtung

Wie aus der Bestandsituation hervorgeht, gibt es im Raum "1" zur Zeit keine natürliche Belichtung. Durch die Ausweisung des Beleuchtungsflächenbedarfs und der Angabe von Möglichkeiten diese Flächen durch den Einbau von Fensterflächen zu erfüllen, kann eine potentiell mögliche Belichtungsfläche ermittelt werden.

Für die weitere Vorgehensweise wird der Flächenbedarf entsprechend den Vorgaben aus der ÖISS-Schulbau, mit einem Bedarf von circa 9,60m² Belichtungsfläche, als Referenzwert betrachtet da diese Vorgaben einen höheren Anforderungsbedarf ausweisen, als die Vorgaben entsprechend der OIB-RL.

Zielwertsuche

$A_{\text{Bedarf,Licht}} = 9,60 \text{ m}^2$: Flächenbedarf

Durch die Bestandsituation des, Dachgeschoßraumes, wird als erster Lösungsansatz für die Erfüllung der Beleuchtungsvorgaben versucht, die benötigten Flächen durch den Einbau von Dachflächenfenstern zu erreichen.

Für die folgenden Berechnungen wird als Dachflächenfenster ein Fenster der Firma Velux als Referenzfenster angenommen.

Referenzfenster: „Velux Schall und Energie Fenster GGU-62“ MK10⁸⁴

⁸⁴ Produktkatalog, Velux Preisliste Neu Dachfenster Generation, März. 2014, Seite S: 6

Sämtliche weiteren verwendeten Werte, betreffend der bauphysikalischen Eigenschaften dieses Fenstertypus, beziehen sich auf die technischen Werte entsprechend der Velux Broschüre.⁸⁵

Bei einem Stockaußenmaß von 78/160cm ergibt sich eine Brutto-Fensterfläche von 1,28m²

Neuberechnung

Unter der Annahme eines Verglasungsanteils von circa 80 Prozent wird in weiterer Folge mit einer Glasfläche, entsprechend der Anforderungen, von 1,00m² je Fenster gerechnet.

$$A_{\text{vorh.Fenster}} = 10 * 1,00 \text{ m}^2 = 10,00 \text{ m}^2$$

$A_{\text{vorh.Fenster}}$: Gesamtfensterfläche entsprechend der Annahmen.

Die unter diesen Annahmen durchgeführten Berechnungen wären durch den Einbau von 10 Stück dieser Dachflächenfenster zu erzielen.

Künstliche Belichtung

Wie schon im Rahmen der Anforderungen und des Soll/Ist-Vergleiches dargestellt beziehen sich die Werte, welche durch die ÖISS-Schulbau an die künstliche Beleuchtung gestellt werden, auf speziell vorgegebene Rahmenbedingungen.

Was die Werte und Anforderungen an die Beleuchtung der Tafelflächen betrifft werden die, laut Richtlinie geforderten 500lx, durch das Anbringen beziehungsweise durch die Angabe betreffend einer speziell für diesen Zweck eingereichten Leuchte zu erfüllen sein.

Was die Anforderungen beziehungsweise deren Erfüllung für die künstliche Beleuchtung der Arbeitsplätze/Klassenbeleuchtung betrifft wird diese für die Betrachtung ebenfalls durch die Aufstellung beziehungsweise Leistung entsprechender Leuchten, welche für den Schulbau geeignet sind dargestellt.

Für die Verwendung geplant sind Leuchten des Typ: "Siteco, Novaluna® (5MC11672FS)"⁸⁶

Durch diese Leuchten kann entsprechend den Angaben laut Hersteller, und unter der Annahme, dass in dem Raum "1" vier dieser Leuchten verbaut werden, folgende Beleuchtungsstärke erzielt werden.

$$lm_{\text{gepl.}} = 4\text{Stk} * 4300 \text{ lm} / 57,7\text{m}^2 = 298,10 \frac{\text{lm}}{\text{m}^2}$$

$lm_{\text{gepl.}}$: geplante, theoretische Leuchtleistung durch den verwendeten Leuchtentypus (lm)

Die Werte, die sich aus der Auswahl der entsprechenden Leuchte, ergeben, beziehen sich immer auf eine Erfüllung der Vorgaben unter der Annahme, dass sich die für den Raum benötigte Stärke, der natürlichen Belichtung erfüllen lässt. Diese Annahme ist erforderlich, da sich sämtliche Werte betreffend der künstlichen Beleuchtung aus den Vorgaben der

⁸⁵ Broschüre, Velux Neu Dachfenster Generation inkl. Preisliste, März. 2014, Seite S: 60

⁸⁶ Datenblatt, Produktdatenblatt SITECO Kurzfassung, 16.06.2014, Seite S: 1

ÖISS-Schulbau auf die Mindestanforderungen zur Tageslichtunterstützung beziehen. (Die Verwendung von künstlicher Beleuchtung als einzige Lichtquelle, ist für einen Unterrichtsraum nicht zulässig)

Durch diese Auswahl und die weiterführende Verwendung von vier Stück. Dieser Leuchtkörper wird der sich aus der Berechnung ergebende Wert von 210lm/m² erreicht.

Durch die Erreichung von knapp 300lm /m² wird auch die geforderte Leuchtstärke von 300lx erfüllt.

6.3.5 Belüftung

Im Bereich zur Erfüllung der Anforderungen an die Vorgaben betreffend der Belüftung, sind Adaptierungen des Bestandes, für eine eventuelle Neunutzung, unerlässlich.

Es gilt im Zuge der Erarbeitung der Verbesserungsvorschläge die geforderte Luftwechselzahl von $L_{W,gefordert} = 1,3 h^{-1}$ zu gewährleisten.

Zielwertsuche

Für die Belüftung des Raumes wird von einem Einbau von Dachflächenfenstern ausgegangen. Da Glasflächen (vorgeschlagen werden zu öffnende Fenster) für die natürliche Belichtung unerlässlich sind, wird dies für die Belüftung bereits berücksichtigt.

Angenommen wird der Einbau von vier Stück Dachschrägenfenster der Firma Velux welche eine angenommene Luftwechselzahl von circa 0,7 h⁻¹ aufweisen.

Neuberechnung

$$L_{W,annahme} = 0,7 h^{-1} * n = 0,7 * 4 = 2,80 h^{-1}$$

$L_{W,annahme}$: Luftwechselzahl, Berechnung entsprechend Adaptierung

n : Anzahl der Fenster entsprechend der ersten Annahme

Durch diese Annahme kann der Wert der geforderten Luftwechselzahl relativ einfach erreicht werden. Des Weiteren kann für den Luftwechsel von einer noch deutlicheren Erfüllung der Luftwechselzahlen ausgegangen werden da sich durch den Beleuchtungsbedarfs die potentiellen, zu öffnenden, Fensterflächen vermutlich noch erhöhen werden. Durch diese Situation wird auf eine Darstellung und Berechnung einer haustechnischen Lüftungsanlage verzichtet, da es hierfür keinen Bedarf gibt.

6.4 Auswirkungen

Im Zuge der Darstellungen der Adaptierungen, aus den einzelnen Anforderungsbereichen wird ersichtlich, dass um ein Resümee beziehungsweise eine aussagekräftige Analyse über die Eignung des Raumes "1" als Klassenraum zu ziehen, es ist unumgänglich ein Konzept für den Raum zu erstellen, in welchem sämtliche relevanten Teile der Adaptierungsvorschläge eingearbeitet werden.

Diese Gesamtbetrachtung, betreffend der Auswirkungen der Varianten untereinander, erfolgt, damit die sich daraus ergebenden Gegensätze durch die Adaptierungen ersichtlich werden und eventuelle Probleme für weiterführende Berechnungen berücksichtigt werden können.

6.4.1 Wärmetechnik

Die für die Erstellung des Energieausweises benötigten Werte basieren auf folgenden geänderten Aufbauten.

Tabelle 19: Aufbau A-A

Aw1-1		Treppe wand bis 80cm		
AW		A-I		
		d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	ISOVER FASSADENDÄMMPLATTE LEICHT	0,1400	0,034	4,118
2	Mauerziegel voll + Normalmauerm örteI (1500 kg/m ³)	B 0,4500	0,660	0,682
3	Kalkzementmauerm örteI (1800 kg/m ³)	B 0,0300	1,050	0,029
Wärmeübergangswiderstände				0,170
B = Bestand		0,6200	RT =	4,999
			U =	0,200

Tabelle 20: Aufbau B-B

Aw1-2		Treppe wand ab 80cm		
AW		A-I		
		d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	ISOVER FASSADENDÄMMPLATTE	0,1400	0,033	4,242
2	Mauerziegel voll + Normalmauerm örteI (1500 kg/m ³)	B 0,2000	0,660	0,303
3	Kalkzementmauerm örteI (1800 kg/m ³)	B 0,0300	1,050	0,029
Wärmeübergangswiderstände				0,170
B = Bestand		0,3700	RT =	4,744
			U =	0,211

Tabelle 21: Aufbau J-J

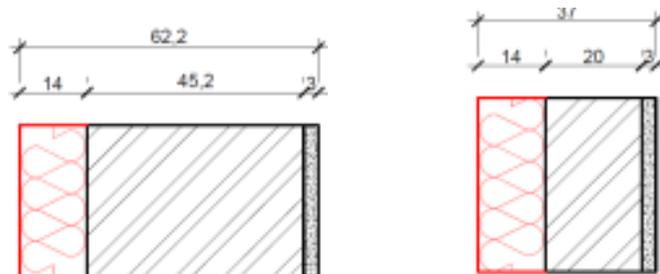
D1		Decke gegen Spitzboden		Sanierung		
DGD		O-U, Decke gegen Spitzboden				
Lage			d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	
1	ISOVER HOLZBAU-DÄMMPLATTEN		0,2000	0,034	5,882	
2.0	Nutzholz (475kg/m ³ -Fi/Ta) rauh, luftgetr. Breite: 0,12 m Achsenabstand: 0,80 m	B	0,0800	0,120	0,667	
2.1	Steinwolle MW(SW)-T (100 kg/m ³)	B	0,0800	0,038	2,105	
3	Nutzholz (475kg/m ³ -Fi/Ta) rauh, luftgetr.	B	0,0300	0,120	0,250	
4	Schilfdämmplatte (145 kg/m ³)	B	0,0150	0,061	0,246	
5	Kalkzementmauermörtel (1800 kg/m ³)	B	0,0300	1,050	0,029	
Wärmeübergangswiderstände						0,200
			RT _o =0,461 m ² K/W; RT _u =8,197 m ² K/W;	0,3550	RT =	8,329
					U =	0,120

Tabelle 22: Aufbau M-M

Fe1		Velux Niedrigenergie Schwingf. Holz GGL					Neubau
DF							
	Länge	psi	g	Fläche	%	U	
	m	W/mK	-	m ²		W/m ² K	
Verglasung			0,450	0,60	61,20	0,70	
Rahmen				0,38	38,80	1,33	
Glasrandverbund	3,40	0,028					
				vorh.	0,98	1,04	

Tabelle 23: Aufbau L-L

Aw2		Dachschräge		Sanierung		
AD		O-U				
Lage			d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	
1.0	—	Nutzholz (475kg/m ³ -Fi/Ta) rauh, luftgetr. Breite: 0,12 m Achsenabstand: 0,80 m	B	0,1600	0,120	1,333
1.1		Steinwolle MW(SW)-T (100 kg/m ³)	B	0,1600	0,038	4,211
2		Nutzholz (475kg/m ³ -Fi/Ta) rauh, luftgetr.	B	0,0300	0,120	0,250
3		Schilfdämmplatte (145 kg/m ³)	B	0,0150	0,061	0,246
4		Kalkzementmauermörtel (1800 kg/m ³)	B	0,0300	1,050	0,029
5.0		Nutzholz (475kg/m ³ -Fi/Ta) rauh, luftgetr. Breite: 0,12 m Achsenabstand: 0,80 m		0,1000	0,120	0,833
5.1		Steinwolle MW(SW)-T (100 kg/m ³)		0,1000	0,038	2,632
6		Knauf Gipskarton Feuerschutzplatte		0,0150	0,250	0,060
Wärmeübergangswiderstände						0,140
			RT _o =6,556 m ² K/W; RT _u =5,893 m ² K/W;	0,3500	RT =	6,224
					U =	0,161


Abbildung 6.2: Raum "1"; Schnitt A-A; Schnitt B-B

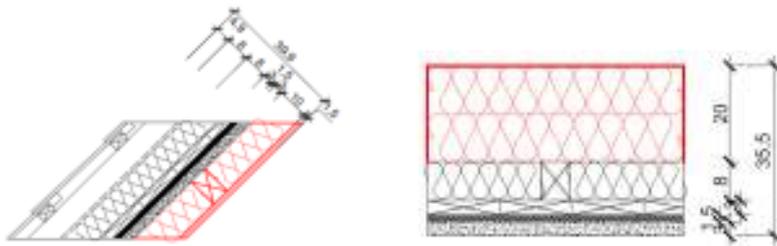


Abbildung 6.3: Raum "1"; Schnitt J-J; Schnitt L-L

Die ergänzenden Aufbauten werden für die erneute Berechnung nicht geändert und daher auch nicht weiterführend betrachtet. Sie entsprechen den Angaben, wie sie aus der Bestandsituation ersichtlich sind. Wie aus den Änderungen für die Aufbauten ersichtlich wird erfolgen die Anpassungen für den Adaptierungsvorschlag ausschließlich für Aufbauten gegen unkonditionierte Bereiche.

Um eine Verdeutlichung der Auswirkung einer Sanierung möglichst ersichtlich darzustellen, wird versucht, die Werte aus den Anforderungen durch die adaptierten Aufbauten beziehungsweise den Ergänzung, deutlich zu übertreffen beziehungsweise zu unterbieten. Zusätzlich zu den Anpassungen der Aufbauten betreffend der Bestandsituation wird für den Aufbau L-L die Integration von Dachflächenfenstern in die bestehenden Dachfläche ausgeführt.

Eine der Auswirkungen durch den Einbau der Fensterelemente betrifft das Ermöglichen einer, entsprechend den Vorgaben für die Beleuchtung und die Belüftung, adäquaten Situation, wie diese durch die jeweiligen Richtlinien gefordert wird.

Sommertauglichkeit:

Auf die Berechnungen der Sommertauglichkeit wird nicht näher eingegangen. Es wird jedoch im Zuge der Eingabe in den Energieausweis für das angedachte Gesamtsanierungskonzept auch eine Berechnung bezüglich der sommerlichen Überwärmung durchgeführt. Die Berechnungen basieren, entsprechend den Angaben, aus dem Programm, der detaillierten Vorgehensweise gemäß dem Verfahren aus der Ö-Norm B 8110-3.

Energieausweis:

Als erster Schritt der Darstellung der Gesamtvariante erfolgt eine erneute Berechnung und Darstellung eines Energieausweises. Dieser Energieausweis basiert auf den Erkenntnissen, welche sich im Zuge des Soll/Ist-Vergleiches sowie den Adaptierungsvorschlägen aus dem Bereich der Bauphysik ergeben.

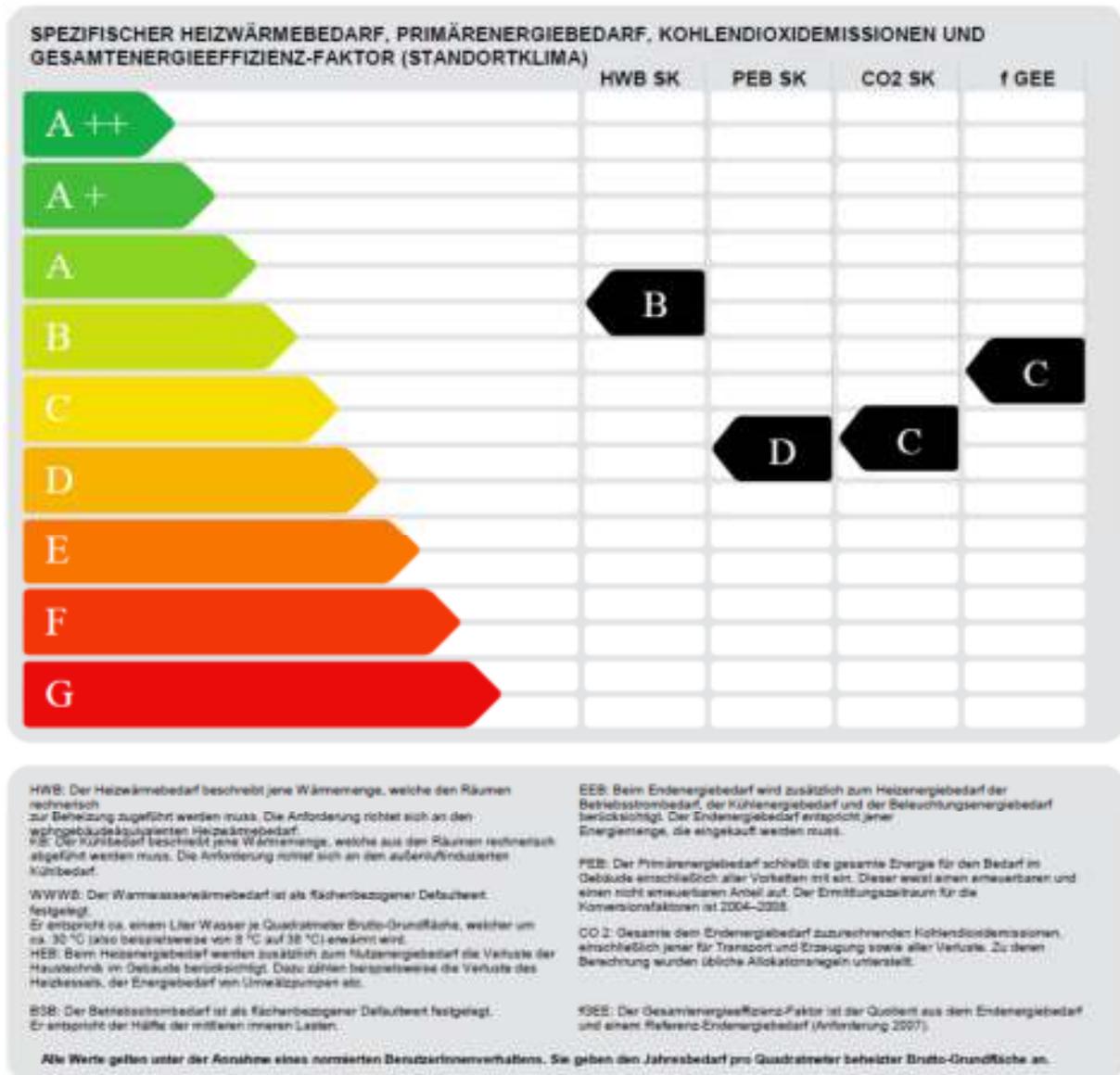


Abbildung 6.4: Deckblatt; Energieausweis „Adaptierung“

GEBÄUDEKENNDATEN					
Brutto-Grundfläche	63,00 m ²	Klimaregion	S/SO	mittlerer U-Wert	0,230 W/m ² K
Bezugs-Grundfläche	50,40 m ²	Heiztage	221 d	Bauweise	mittelschwere
Brutto-Volumen	199,71 m ³	Heizgradtage	3588 Kd	Art der Lüftung	Fensterlüftung
Gebäude-Hüllfläche	75,36 m ²	Norm-Außentemperatur	-10,9 °C	Sommertauglichkeit	keine Angabe
Kompaktheit (A/V)	0,38 1/m	Soll-Innentemperatur	20 °C	LEK T-Wert	15
charakteristische Länge	2,65 m				

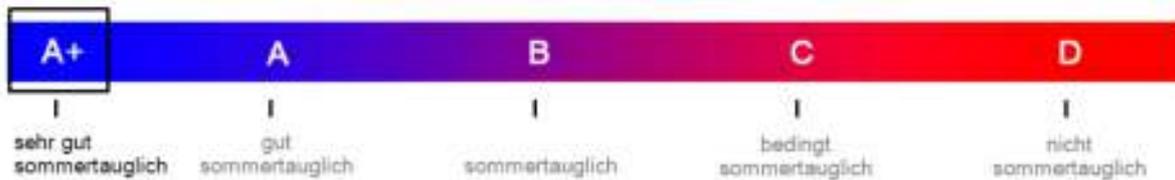
WÄRME- UND ENERGIEBEDARF Wohnen					
	Referenzklima spezifisch	Standortklima zonenspezifisch	spezifisch	Anforderung	
HWB*	7,80 kWh/m ³ a	1,686 kWh/a	8,44 kWh/m ³ a	16,51 kWh/m ³ a	erfüllt
HWB		1,409 kWh/a	22,37 kWh/m ² a		
WWWB		593 kWh/a	9,42 kWh/m ² a		
KB*	1,28 kWh/m ³ a	215 kWh/a	1,08 kWh/m ³ a	2,00 kWh/m ³ a	erfüllt
KB		2,231 kWh/a	35,41 kWh/m ² a		
BeiEB		0 kWh/a	0,00 kWh/m ² a		
HTEB RH		661 kWh/a	10,50 kWh/m ² a		
HTEB WW		1,929 kWh/a	30,63 kWh/m ² a		
HTEB		2,879 kWh/a	45,70 kWh/m ² a		
KTEB		0 kWh/a	0,00 kWh/m ² a		
HEB		4,681 kWh/a	77,48 kWh/m ² a		
KFR		0 kWh/a	0,00 kWh/m ² a		
BeiEB		1,562 kWh/a	24,80 kWh/m ² a		
BSB		1,552 kWh/a	24,64 kWh/m ² a		
EEB		7,996 kWh/a	126,91 kWh/m ² a	146,45 kWh/m ² a	erfüllt
PEB		14,289 kWh/a	226,60 kWh/m ² a		
PEB n. em.		12,689 kWh/a	201,40 kWh/m ² a		
PEB em.		1,599 kWh/a	25,40 kWh/m ² a		
CO ₂		2,503 kg/a	39,70 kg/m ² a		
fGEE	1,03 -		1,02 -		

ERSTELLT	
GWR-Zahl	<input type="text"/>
Ausstellungsdatum	2014-07-09
Gültigkeitsdatum	2024-07-08
ErstellerIn	Schaubmaier
Unterschrift	<input type="text"/>

Die Energiekennzahlen dieses Energieausweises dienen ausschließlich der Information. Aufgrund der idealisierten Eingangsparameter können bei tatsächlicher Nutzung erhebliche Abweichungen auftreten. Insbesondere Nutzungseinheiten unterschiedlicher Lage können aus Gründen der Geometrie und der Lage hinsichtlich ihrer Energiekennzahlen von den hier angegebenen abweichen.

Abbildung 6.5: Seite 2; Energieausweis „Adaptierung“

Sommertauglichkeit



Operative Temperatur

min. operative Temperatur im Nachtzeitraum (22:00 Uhr - 6:00 Uhr)

	23,30 °C
erforderlich:	27,00 °C
	20,67 °C
erforderlich:	25,00 °C

Gesamte speicherwirksame Masse

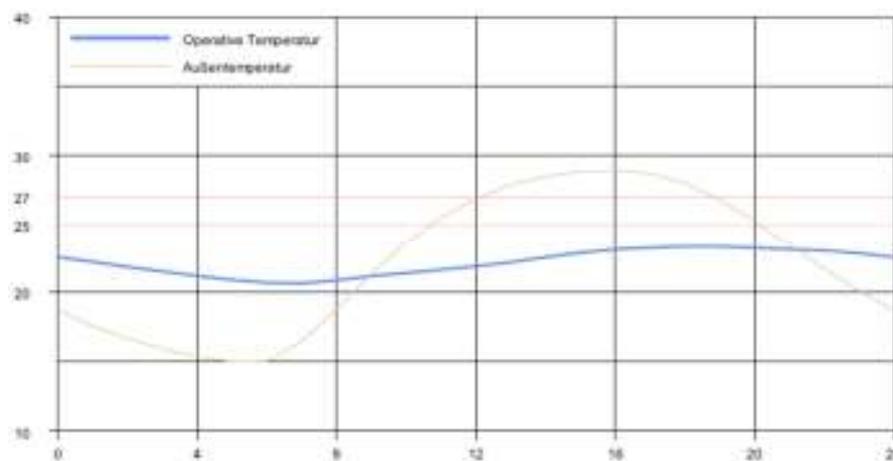
9.514,78 kg/m²

Immissionsfläche gesamt	1,90 m ²
Fensterfläche	5,88 m ²
Immissionsflächenbezogener stündlicher Luftvolumenstrom	0,00 m ³ /h m ²
Speichermasse der Einrichtung/Ausstattung	38,00 kg/m ²

Abbildung 6.6: Auswertung; Sommertauglichkeit entsprechend Energieausweis

Wie aus der Berechnung des Energieausweises hervorgeht, ergibt sich für den Raum "1" eine Sommertauglichkeit welche laut Kategorisierung, in der Klasse A+ einzuordnen ist.

Tagesgang T_a und operative Temperatur



h	T _a °C	T _{op} °C
0	18,71	22,54
1	17,58	22,20
2	16,67	21,85
3	15,93	21,51
4	15,37	21,18
5	15,02	20,88
6	15,06	20,67
7	16,47	20,64
8	18,81	20,85
9	21,34	21,16
10	23,63	21,38
11	25,48	21,63
12	26,88	21,87
13	27,87	22,17
14	28,50	22,53
15	28,85	22,87
16	28,94	23,11
17	28,70	23,23
18	28,00	23,30
19	26,82	23,30
20	25,26	23,21

Tagesmittelwert der Aussentemperatur

22,30 °C

Abbildung 6.7: Auswertung; Tagesgang Temperatur entsprechend Energieausweis

Durch die Betrachtung des Tagesganges, der operativen Temperaturen in Relation zu den angenommenen Außentemperaturen, ergibt sich ein Abbild, wie die Bauteile beziehungsweise der Raum "1" auf die Temperaturschwankungen und das Aufheizen im Sommer reagiert. Es wird ersichtlich, dass der Tagesgang innerhalb des Raumes einem flachen, trägen Verlauf folgt. Durch dieses träge Verhalten ergibt sich die ausgewiesene Eignung der Anforderungen die Sommertauglichkeit betreffend.

Tabelle 24: Speicherwirksame Massen entsprechend des Energieausweises

Typ	BTI-Nr.	Bezeichnung	A m ²	m w, BA kg/m ²	Speicher Masse kg
AD	Aw2	Dachschräge	20,65	18,50	382,02
AW	Aw1-1	Trempelwand bis 80cm	6,55	128,93	844,49
AW	Aw1-2	Trempelwand ab 80cm	3,36	132,02	443,59
DF	Fe1	Velux Niedrigenergie Schwingf. Holz GGL	5,88	0,00	0,00
DGD	D1	Decke gegen Spitzboden	39,00	69,50	2.710,50
IW	Iw2	Ziegel 13cm 2 x Putz	12,70	131,87	1.674,84
IW	Iw3	Ziegel 11cm 2 x Putz	5,30	122,89	651,34
IW	Iw4	Ziegel 65cm 2 x Putz	5,90	128,51	758,26
IW	Iw5	Ziegel 80cm 2 x Putz	5,30	128,93	683,34
IW	Iw6	Ziegel 35cm 2 x Putz	9,50	134,77	1.280,31
IW	Iw7	Ziegel 50cm 2 x Putz	26,80	128,42	3.441,78
WDo	D2	Decke gegen Ug kond.	60,00	42,90	2.574,00
WW	Iw1	Holzständer mit GK	16,60	21,30	353,58
				1.188,57	15.798,09

Die durch die Berechnung angegebene Klasse A+ die Sommertauglichkeit betreffend, wird durch eine Analyse der speicherwirksamen Massen für Raum "1" verständlich. Anders als in den meisten Räumen, welche wie Raum "1" innerhalb einer Dachgeschoßebene liegen, ergibt sich für diesen Untersuchungsbereich ein differenziertes Bild. Durch die Bauweise Trempelwand und Raumbegrenzungswände, die teilweise sehr massiv sind, ergibt sich für den Raum eine Aufteilung der Massen, welche weit über den zu erwartenden Werten liegen. Obwohl die Berechnungen für die Sommertauglichkeit eine sehr gute Eignung für diesen Raum ausweisen, sollte es für den Fall der Sanierung eine Verschattungseinrichtung, möglicherweise durch Jalousien oder ähnliches geben. Die Berechnungen berücksichtigen nicht die Auswirkungen auf die Schüler, bei einer direkten Sonneneinstrahlung, sowohl was das Temperaturbefinden als auch eine möglicherweise auftretende Blendwirkung betrifft.

Sommerliche Überwärmung

$$V_{L,S} = n_L * \frac{V}{(A_{l,i})} = 1,5 * \frac{173,6}{5,88} = 44,29 \text{ m}^3 / (\text{h} * \text{m}^2)$$

$A_{l,i}$: Fläche der Immissionsfläche des Raumes, in m²

$V_{L,S}$: stündlicher Luftvolumenstrom, in m³/(h*m²)

n_L : Luftwechselzahl gemäß Norm, 1,5 (1/h)

V : Volumen des Raumes, 173,6m³

$m_{w,l,min}$: entsprechend den Werten laut Ö-Norm B811-3, ergibt sich für $m_{w,l,min}$ infolge von $V_{L,S} = 44,29$ ein Wert von 8.400 kg.

Daraus ergibt sich für den vereinfachten Nachweis folgende Berechnung:

$$\Delta m_{w,l} = m_{w,l} - m_{w,l,min} = 9.514,78 - 8.400,00 = 1.114,78 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} > 0^{87}$$

Analog zu den Ergebnissen aus der Berechnung der Sommertauglichkeit mit Hilfe des Energieausweisprogrammes, wird der Nachweis auch mit den Annahmen aus dem vereinfachten Verfahren erfüllt.

⁸⁷ Wärmeschutz im Hochbau, Ö-Norm B 8110-3, 2012.03.15, Seite S: 17f

6.4.2 Schallschutz

Für eine Darstellung der Auswirkungen der Adaptierungen, im Bereich der Schallschutzanforderungen ist es erforderlich, die Berechnungen betreffend der Nachhallzeit erneut durchzuführen.

Diese Berechnung unterscheidet sich von der Berechnung aus den vorangegangenen Kapiteln durch die Berücksichtigung der nun eingebauten Fensterflächen in die Dachschräge. Dies wurde bei der Berechnung der Nachhallzeit unter dem Kapitel der Schulbau-Adaptierung noch nicht berücksichtigt.

Nachhallzeit „erneute Berechnung“

Die Berechnung erfolgt analog der bisherigen Vorgehensweise.

Tabelle 25: Absorptionsgrad α_i

Dachgeschoß Raum "1"		Absorptionsgrad α_i						
		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	
1	Boden	PVC- Boden	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04
2	Decke	Putz	0,03	0,03	0,02	0,04	0,05	0,05
3	Wand "1"	Putz	0,03	0,03	0,02	0,04	0,05	0,05
4	FF, FG	Putz	0,03	0,03	0,02	0,04	0,05	0,05
5	FH	Gipskarton	0,31	0,08	0,04	0,07	0,09	0,08
6	FA, FB	Putz	0,03	0,03	0,02	0,04	0,05	0,05
7	FC, FE, FD	Gipskarton	0,31	0,08	0,04	0,07	0,09	0,08
8	FI	Putz	0,03	0,03	0,02	0,04	0,05	0,05
9	FJ	Putz	0,03	0,03	0,02	0,04	0,05	0,05
10	Einrichtung	Regale	0,30	0,40	0,40	0,30	0,30	0,20
11	Personen	Schüler	0,00	0,14	0,17	0,20	0,30	0,23
12	Akustik	Schallmat.	0,45	0,64	0,99	0,63	0,38	0,45
13	Fenster	Glas	0,28	0,20	0,10	0,06	0,03	0,02

Tabelle 26: Absorptionsflächen

Flächen (m ²)		Äquivalente Absorptionsfläche						
		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	
1	Boden	55,7	1,11	1,11	1,67	1,67	2,23	2,23
2	Decke	12,0	0,36	0,36	0,24	0,48	0,60	0,60
3	Wand "1"	16,8	0,50	0,50	0,34	0,67	0,84	0,84
4	FF, FG	15,4	0,46	0,46	0,31	0,62	0,77	0,77
5	FH	12,7	3,94	1,02	0,51	0,89	1,14	1,02
6	FA, FB	10,2	0,31	0,31	0,20	0,41	0,51	0,51
7	FC, FE, FD	16,6	5,15	1,33	0,66	1,16	1,49	1,33
8	FI	9,9	0,30	0,30	0,20	0,40	0,50	0,50
9	FJ	19,5	0,59	0,59	0,39	0,78	0,98	0,98
10	Regale	10,0	3,00	4,00	4,00	3,00	3,00	2,00
11	Schüler	15,0	0,00	2,10	2,55	3,00	4,50	3,45
12	Akustik	35,00	15,75	22,40	34,65	22,05	13,30	15,75
13	Fenster	7,00	1,96	1,40	0,70	0,42	0,21	0,14

Tabelle 27: α_m Berechnung

Äquivalente Absorptionsfläche ohne S. (hz)	30,42	29,77	39,87	29,54	22,57	24,65	
α_m gem. Berechnung ohne S.	0,18	0,18	0,24	0,18	0,13	0,15	
Äquivalente Absorptionsfläche ohne S. (hz)	30,42	29,77	39,87	29,54	22,57	24,65	
Äquivalente Absorptionsfläche inkl S. (hz)	60,42	101,27	118,12	104,54	120,07	96,40	
Bergenzungsflächen	168,8	Vergleich der Mindestwerte mit der Berechnung					
Raumvolumen	173,6	Frequenz (hz)					
		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
α_m gem. Berechnung (leer) adapt.	0,18	0,18	0,24	0,18	0,13	0,15	
α_m gem. Berechnung (voll)	0,36	0,60	0,70	0,62	0,71	0,57	
α_m soll Norm (leer)	0,19	0,20	0,25	0,25	0,25	0,20	
α_m soll Norm (voll)	0,19	0,25	0,30	0,30	0,30	0,30	
α_m Differenz (leer) adapt.	0,01	0,02	0,01	0,07	0,12	0,05	
α_m Differenz (voll) adapt.	-0,17	-0,35	-0,40	-0,32	-0,41	-0,27	

Tabelle 28: Nachhallzeit T Berechnung

Nachhallzeit T (s)	Frequenz					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
Nachhallzeit vorh. (leer) (s)	0,93	0,95	0,71	0,96	1,25	1,15
Nachhallzeit vorh. (voll) (s)	0,47	0,28	0,24	0,27	0,24	0,29
Nachhallzeit soll (s)	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
T/Tsoll (leer) adapt.	1,69	1,73	1,29	1,74	2,28	2,09
T/t soll (voll) adapt.	0,85	0,51	0,44	0,49	0,43	0,53

Wie aus der erneuten Berechnung, der Nachhallzeit hervorgeht kommt es durch die Anpassung der Situation nicht nur zu Verbesserungen. Durch das Berücksichtigen der nun eingeplanten Fensterflächen und der damit verbundenen Änderungen der Flächen in der Dachschräge, verschlechtern sich die Werte für die Nachhallzeit. Zusätzlich zu diesen Änderungen muss auch auf den Flächenbedarf des Akustikmaterieales Rücksicht genommen werden. Durch das Aufbringen der entsprechenden Materialien erfolgt eine „Reduktion“ der Deckenfläche um 25m² und eine „Reduktion“ der Wandfläche um 10m².

In weiterer Folge könnte man nun die Abweichungen vom ursprünglich geplanten Soll-Wert erneut durch das Aufbringen zusätzlicher schallabsorbierender Materialien ausgleichen.

Aufgrund der Daten wird ersichtlich, dass die ergänzende Mitberücksichtigung dieser, eventuell zusätzlichen Anpassungen nicht nötig ist, weil es für den Zustand „voll“ auch unter Berücksichtigung der adaptierten Randbedingungen zu Ergebnissen kommt, welche entsprechend den Anforderungen als akzeptable Abweichungen von der Soll-Werte angesehen werden können.

Absorptionsflächen

Entsprechend den Vorgaben und Anregungen aus den Richtlinien für die Hörsamkeit in Räumen werden die Schallabsorptionsflächen auch für den Raum "1" wie folgt aufgeteilt.

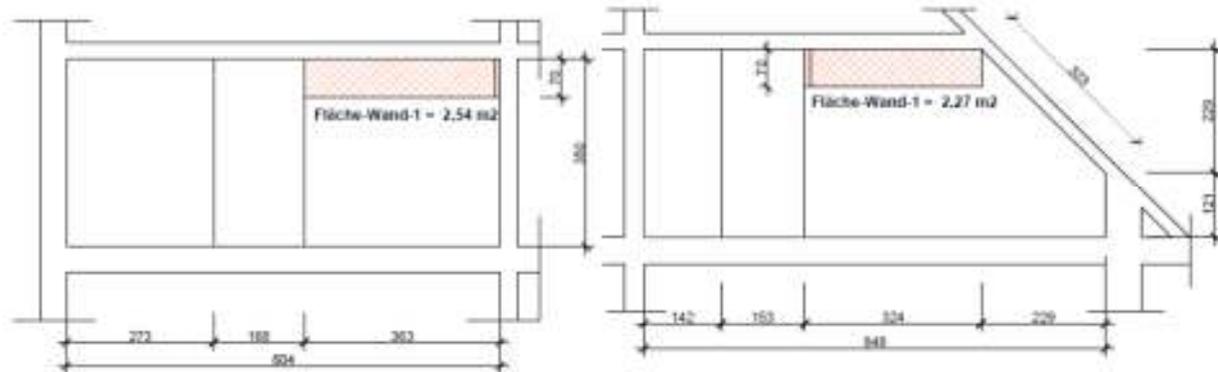


Abbildung 6.8: Schema; Verteilung der Absorptionsflächen Bereich Wand

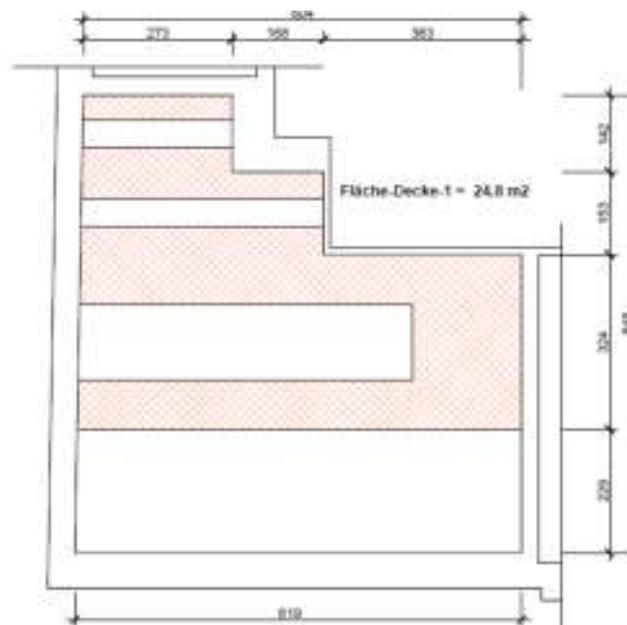


Abbildung 6.9: Schema; Verteilung der Absorptionsflächen Bereich Decke

Die Flächen werden wie in der Abbildung aus der Ö-Norm B-8115-3 Seite 10 dargestellt verteilt. Da es innerhalb der Bestandsituation möglich ist die Wand und – Deckenflächen je nach Bedarf zu nutzen, kommt es zu keinerlei Einschränkungen was die Positionierungsmöglichkeiten betrifft.

Um eine Variante auch für den Sanierungsvergleich darzustellen wird es angedacht die Schallabsorptionsflächen größtenteils auf der Decke zu verteilen. Teile werden jedoch auf den Wandflächen untergebracht. Dies geschieht um sich im Bereich der Decke, die angedachten 35 m² Akustikmaterial entsprechen fast der gesamten Deckenfläche von 37,0 m², nicht jegliche Freiheit für eventuell spätere Einbauten zu nehmen. Zusätzlich ist zu bedenken dass auch für die Montage der Beleuchtungskörper und ähnlicher Einbauten ein Bedarf an Deckenflächen vorhanden ist.

6.4.3 Schulbauspezifika

Für Auswirkungen der Adaptierungen, welche im Zuge des Projektes betreffend der Schulbauanforderungen vorgenommen werden, wird im Speziellen auf die Punkte Beleuchtung und Belüftung eingegangen. Die Bereiche der Geometrie und des Platzbedarfes werden, wie schon beschrieben, nicht näher betrachtet und als Projektgrundlage angesehen.

Beleuchtung:

Für die Beleuchtung erfolgt, wie gehabt die Unterteilung in die Bereiche der natürlichen und der künstlichen Beleuchtung. Für die künstliche Beleuchtung werden, entsprechend den Annahmen, welche im Bereich der Schulbauadaptierungen getroffen wurden, die Leuchtkörper in entsprechender Anzahl eingebracht. Betreffend der Adaptierungsvorschläge für die natürliche Belichtung wird ein Einbau von Dachflächenfenstern in Erwägung gezogen. Durch das Einbringen der Fensterflächen ergibt sich die Möglichkeit die Anforderungen zu erfüllen. Auf die, möglicherweise, negativen Auswirkungen auf die Berechnungen, für die Nachhallzeit, den Schallschutz sowie die wärmetechnischen Auswirkungen, wurde in den jeweiligen Teilbereichen der erneuten Betrachtung genauer eingegangen.

Belüftung:

Durch die bereits angedachten Maßnahmen, welche für die Bereiche der Belichtung erforderlich waren ergibt sich für die Lüftung keinerlei zusätzlicher Handlungsbedarf. Die Vorgaben und angedachten Änderungen aus dem Kapitel „Adaptierungen“ werden durch den Einbau dieser Fensterflächen erreicht.

6.4.4 Umsetzbarkeit

Infolge der Zusammenstellung und Kombinationen der einzelnen Gebiete, ergibt sich eine abschließend, zu betrachtende Variante, einer möglichen Sanierung von Raum "1".

Werden die Auswirkungen der Adaptierung und der sich daraus ergebenden Beeinflussungen untereinander betrachtet, ergeben sich für die Umsetzbarkeit, einer möglichen Sanierungsvariante keine entscheidenden gegenseitigen Behinderungen. Die technische Umsetzbarkeit einer Sanierungsvorgehensweise, wie angedacht, erscheint möglich und kann daher weiter betrachtet werden.

7 Schlussfolgerung

Diese Studie in Form einer Master-Arbeit befasst sich mit der angedachten Adaptierung eines bestehenden Dachgeschoßraumes zum Zwecke der Nutzung für einen Volksschulraum, in einem denkmalgeschützten Dachraum.

7.1 Analyse

Nach Beendigung der Untersuchungen des Objektes, innerhalb unterschiedlicher Betrachtungsbereiche und in unterschiedlicher Detailtiefe, erfolgte eine abschließende Bewertung der gewonnen Erkenntnisse.

7.1.1 Grundlagen

Die Grundlagen für dieses Projekt wurden durch die Bestandssituation im Objekt der Grazer Schulschwester definiert. Bei dem für dieses Projekt angedachtem Raum handelt es sich um einen durch den Nutzer noch nicht erschlossenen Bereich der Dachgeschoßebene, welcher in Zuge einer eventuellen Sanierung an die Erfordernisse für einen Volksschulraum angepasst werden sollte.

7.1.2 Anforderungen

Durch diese Arbeit wurden die Untersuchungen in drei Teilbereiche gegliedert. Es erfolgte eine Betrachtung des Raumes hinsichtlich dessen Eignung betreffend den Vorgaben und Richtlinien an den Bereich der Bauphysik, an den Schallschutz sowie dem Erfüllen der Anforderungen an den Schulbau.

Es wurden mehrere Richtlinien und Normen für die Erfassung der jeweiligen Anforderungen betrachtet. Daraus ging ein entsprechendes Anforderungsprofil unter Berücksichtigung der zu erfüllenden Auflagen und einzuhaltenden Richtlinien hervor. Im Zuge des Projektes wurden die unterschiedlichen Anforderungen entsprechend angeführt. Die Auflagen wurden ihrer Relevanz entsprechend sortiert und eingeordnet. Anschließend erfolgte die Auswertung der Normen und Richtlinien zur Erfassung eines Adaptierungskataloges an den für die Nutzung als Klassenraum angedachten Raumes Raum "1".

7.1.3 Berechnung

Die Berechnungen welche im Zuge der Betrachtung von Raum"1" angestellt wurden, gliederten sich entsprechend den Vorgehensweisen zur Auswertung der jeweiligen Anforderungen. Für das Vorgehen hinsichtlich der schulbautechnischen Anforderungen wurden diese entsprechend den Projektvorgaben berechnet und mit der Situation, wie sie sich aktuell für den Raum darstellt, verglichen. Im Anschluss erfolgte die Ausweisung von Bereichen, für welche ein Bedarf an Adaptierungen beziehungsweise Optimierungen gegeben ist.

Im Rahmen der Auswertungen der schallschutztechnischen Anforderungen wurden die Berechnungen der Nachhallzeit als Referenzwert für die Hörsamkeit in kleine bis mittlere Räumen, mit Hilfe der Grundlagen aus den Richtlinien, durchgeführt. Für die Bereiche des Luftschallschutzes sowie für den Bereich der Trittschallschutzeigenschaften betreffend, wurde teilweise auf automatisierte Berechnungen, im Rahmen der Erstellung eines

Energieausweises, zurückgegriffen. Zusätzlich wurde angeführt, dass es im Speziellen für die Betrachtungen und Berechnungen aus dem Bereich der Schallschutztechnik erforderlich wäre, Messung und Untersuchungen vor Ort durchzuführen. Dadurch würde sich die Ist-Situation exakt abbilden lassen und in weitere Folge adäquate Aussagen über die Eignung des Raumes und eines potentiellen Sanierungsbedarfs treffen lassen.

Die Analysen, welche sich aus den Anforderungen aus dem Bereich der Bauphysik ergaben, wurden im Rahmen der Untersuchungen unterschiedlich durchgeführt. Für Einzelbereiche, wie die Ermittlung der U-Werte, wurden Auswertungen sowohl durch Eingabe von händischen Berechnungen, entsprechend den Vorgaben der jeweiligen Normen, als auch Eingaben in Programmen zur Darstellung eines Energieausweises durchgeführt. Diese teilweise händische Vorgehensweise ist auch für die Bereiche des Heizwärmebedarfes und des Kühlbedarfes zum Einsatz gekommen. Für die Untersuchung die Sommertauglichkeit betreffend wurde zur Gänze auf die Unterstützung eines Programmes zur Erstellung eines Energieausweises zurückgegriffen. Die Darstellung des wärmetechnischen Verhaltens der Detailpunkte, innerhalb der Bestandsituation, wurde mit Hilfe eines Bauphysikprogrammes durchgeführt. Daraus ergab sich die Möglichkeit, die Knotenbereiche der vorhandenen Konstruktion für die Situation im Bestand abzubilden und zu bewerten.

7.1.4 Auswertung

Nach erfolgten Eingaben und entsprechenden Berechnungen wurden die Daten gesammelt und mit den Anforderungen und Grundlagen aus den Regelwerken verglichen. Die Betrachtung und Auswertung erfolgte für die jeweiligen Punkte in gesonderten Bereichen. Es wurden keinerlei Querbeziehungen zwischen den einzelnen Berechnungen und Anforderungsvorgaben erstellt.

7.1.5 Adaptierung

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus den Analysen und der Interpretation aus den sich aus der Auswertung ergebenden Randbedingungen wurde ein Adaptierungskonzept erstellt, beginnend mit der Adaptierung der einzelnen Teilbereiche und der Darstellung der, zur Erfüllung der Anforderungen, erforderlichen Veränderungen für Raum "1".

Weiterführend wurden im Rahmen der Adaptierungen auch potenzielle Beeinflussungen der Adaptierungen gegeneinander aufgezeigt. Zur Darstellung einer möglichen Variante für eine umfassende, theoretische Sanierung wurden in weiterer Folge die jeweiligen Vorschläge bewertet und betrachtet. Durch diese Gesamtdarstellung war es möglich, die Auswirkungen und die dadurch erforderlichen, erneuten Adaptierung zu betrachten. Abschließend wurde für einen, potentiell sanierten Raum "1" erneut ein Energieausweis berechnet, wobei für die Berechnungen bereits sämtliche Erkenntnisse aus den Querreaktionen berücksichtigt wurden.

7.2 Ausblick

Die Berechnungen und die Analyse, welche zur Erfüllung der Vorgaben aus den jeweiligen Richtlinien durchgeführt wurden erlauben einen Ausblick auf die weiterführende Verwendung von Raum "1".

7.2.1 Verwertbarkeit

Unter Berücksichtigung der Berechnungsergebnisse kann für den Raum ein zukünftiges Nutzungsprofil erstellt werden. Im Zuge dieser Überlegung gilt es jedoch, noch auf nicht betrachtete Punkte zu verweisen. Für die Untersuchungen wurden einzelne Richtlinien in Bezug auf die projektbezogenen Anforderungen nicht näher erläutert. Diese Bereiche müssen jedoch vor Erstellung eines detaillierten Sanierungsvorschlages noch in die Untersuchungen integriert werden. So wurden die Vorgaben, welche sich aus dem Standort und den gebäudespezifischen Gegebenheiten ergeben, nicht zur Gänze in der Analyse berücksichtigt. Da es sich bei dem Objekt der Grazer Schulschwester um ein Gebäude handelt, welches unter Denkmalschutz steht und in den Zuständigkeitsbereich der Grazer Altstadtkommission fällt, würden sich noch zusätzliche Auflagen ergeben. Dies wäre bei einer weiterführenden Betrachtung zu berücksichtigen und einzupflegen. Durch die Darstellung des Projektes, wie innerhalb dieser Master-Arbeit, ergibt sich jedoch auch die Gelegenheit eine Machbarkeitsstudie zu erarbeiten, um die Möglichkeiten für Raum "1" oder ähnliche Räume aufzuzeigen.

8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 4.1: Grundriss: Dachgeschoß; gesamtes Gebäude	28
Abbildung 4.2: Grundriss Raum „1“ Dachgeschoß	29
Abbildung 4.3: Schnitt 1-1 Raum „1“ Dachgeschoß.....	29
Abbildung 4.4: Schnitt 2-2 Raum „1“ Dachgeschoß.....	30
Abbildung 4.5: Raum “1“; Schnitt: A-A.....	31
Abbildung 4.6: Raum “1“; Schnitt: B-B.....	31
Abbildung 4.7: Raum “1“; Schnitt: C-C	31
Abbildung 4.8: Raum “1“; Schnitt: D-D	32
Abbildung 4.9: Raum “1“; Schnitt: E-E.....	32
Abbildung 4.10: Raum “1“; Schnitt: F-F	32
Abbildung 4.11: Raum “1“; Schnitt: K1-K1 / K2-K2.....	33
Abbildung 4.12: Raum “1“; Schnitt: G-G.....	33
Abbildung 4.13: Raum “1“; Schnitt: H1 -H1	34
Abbildung 4.14: Raum “1“; Schnitt: H2-H2	34
Abbildung 4.15: Raum “1“; Schnitt: I-I.....	34
Abbildung 4.16: Raum “1“; Schnitt: J-J.....	35
Abbildung 4.17: Raum “1“; Schnitt: L-L.....	35
Abbildung 4.18: Grund–und Deckenflächen Raum “1“	36
Abbildung 4.19: Wandflächen; Raum “1“, Wand “1“	36
Abbildung 4.20: Wandflächen; Raum “1“, Wand “2“	37
Abbildung 4.21: Wandflächen; Raum “1“, Wand “3“	37
Abbildung 4.22: Volumenaufteilung, Raum “1“	38
Abbildung 4.23: A.1. Nachweis der frontalen Tischaufstellung gemäß ÖISS 2007	40
Abbildung 4.24: Anforderungen an wärmeübertragende Bauteile gemäß OIB-RL6	42
Abbildung 4.25: Optimale Nachhallzeit von Räumen in besetztem Zustand	43
Abbildung 4.26: Nachhallzeiten T_{soll} (in s) Abhängigkeit vom Raumvolumen	43
Abbildung 4.27: Mindestwerte für den mittleren Schallabsorptionsgrad	44
Abbildung 4.28: Mindestwerte für den Schallabsorptionsgrad (leer), Tabelle „2“	44
Abbildung 4.29: Verteilung der Schallreflektionsflächen gemäß Norm vorhanden.	44
Abbildung 4.30: Mindestschalldämmung zwischen Räumen	45
Abbildung 4.31: Mindest erforderliche Schalldämmung von Außenbauteilen	45
Abbildung 4.32: Maximal zulässige Trittschallübertragung zwischen Räumen	46
Abbildung 5.1: Mindest erforderliche immissionsflächenbezogene speicherwirksame Masse	60
Abbildung 5.2: Deckblatt; Energieausweis Bestand	61
Abbildung 5.3: Seite 2; Energieausweis Bestand	62
Abbildung 5.4: 2D-Modell Schnitt 1-1	63
Abbildung 5.5: 2D-Modell Schnitt 2-2	64
Abbildung 5.6: 2D-Modell Schnitt Luft_Po	65
Abbildung 5.7: 2D-Modell Schnitt Luft	66
Abbildung 5.8: 2D-Modell Schnitt Träger.....	66
Abbildung 5.9: 2D-Modell Schnitt Pfosten_Sparren.....	67

Abbildung 5.10: 2D-Modell Schnitt Sparren_Dämmung	67
Abbildung 5.11: 2D-Modell Schnitt Pfosten	68
Abbildung 5.12: 2D-Modell Schnitt UK	68
Abbildung 5.13: 2D-Schnitt Darstellung der 3D-Knotenpunkte	69
Abbildung 5.14: 3D-Modell Knoten Dach Sparren	70
Abbildung 5.15: 3D-Modell Knoten Decke Pfosten	71
Abbildung 5.16: 3D-Modell Decke Träger	71
Abbildung 5.17: Eingabebericht für den Knoten Decke Träger in 3D-Teil 1	72
Abbildung 5.18: Eingabebericht für den Knoten Decke Träger in 3D-Teil 2	73
Abbildung 5.19: Verteilung der Schallabsorptionsflächen gemäß Norm vorhanden	76
Abbildung 5.20: 2D-Schnitt: Träger; Temperaturverteilung	78
Abbildung 5.21: 2D-Schnitt: Luft; Temperaturverteilung	79
Abbildung 5.22: 2D-Schnitt: Luft_Po; Temperaturverteilung	79
Abbildung 5.23: 2D-Wand: Pfosten_Sparren; Temperaturverteilung	80
Abbildung 5.24: 2D-Wand: Sparren Dämmung: Träger; Temperaturverteilung	80
Abbildung 5.25: 2D-Wand: Pfosten; Temperaturverteilung	81
Abbildung 5.26: 2D-Wand: UK; Temperaturverteilung	81
Abbildung 5.27: 3D Dach: Dämmung Sparren; Temperaturverteilung	82
Abbildung 5.28: 3D-Decke: Pfosten; Temperaturverteilung	83
Abbildung 5.29: 3D-Decke: Träger; Temperaturverteilung	83
Abbildung 5.30: 2D-Schnitt: Träger; Wärmestromverteilung	84
Abbildung 5.31: 2D-Schnitt: Luft; Wärmestromverteilung	85
Abbildung 5.32: 2D-Schnitt: Luft_Po; Wärmestromverteilung	85
Abbildung 5.33: 2D-Wand: Pfosten_Sparren; Wärmestromverteilung	86
Abbildung 5.34: 2D-Wand: Sparren Dämmung: Träger; Wärmestromverteilung	86
Abbildung 5.35: 2D-Wand: Pfosten; Wärmestromverteilung	87
Abbildung 5.36: 2D-Wand: UK; Wärmestromverteilung	87
Abbildung 5.37: 3D-Dach: Dämmung Sparren; Wärmestromverteilung	88
Abbildung 5.38: 3D-Decke: Pfosten; Wärmestromverteilung	88
Abbildung 5.39: 3D-Decke: Träger; Wärmestromverteilung	89
Abbildung 5.40: 2D-Schnitt: Träger; Sättigungsverteilung	90
Abbildung 5.41: 2D-Schnitt: Luft; Sättigungsverteilung	90
Abbildung 5.42: 2D-Schnitt: Luft_Po; Sättigungsverteilung	91
Abbildung 5.43: 2D-Wand: Pfosten_Sparren; Sättigungsverteilung	91
Abbildung 5.44: 2D-Wand: Sparren Dämmung; Sättigungsverteilung	92
Abbildung 5.45: 2D-Wand: Pfosten; Sättigungsverteilung	92
Abbildung 5.46: 2D-Wand: UK; Sättigungsverteilung	93
Abbildung 5.47: 3D-Dach: Dämmung Sparren; Sättigungsverteilung	94
Abbildung 5.48: 3D-Decke: Pfosten; Sättigungsverteilung	95
Abbildung 5.49: 3D-Decke: Träger; Sättigungsverteilung	95
Abbildung 5.50: 3D-Dach: Dämmung Sparren; Kondensat	96
Abbildung 5.51: 3D-Decke: Pfosten; Kondensat	97
Abbildung 5.52: 3D-Decke: Träger; Kondensat	97

Abbildung 5.53: 3D-Dach: Dämmung Sparren; Rost.....	98
Abbildung 5.54: 3D-Decke: Pfosten; Rost	98
Abbildung 5.55: 3D-Decke: Träger; Rost.....	99
Abbildung 5.56: 3D-Dach: Dämmung Sparren; Schimmel.....	99
Abbildung 5.57: 3D Decke: Pfosten; Schimmel	100
Abbildung 5.58: 3D Decke: Träger; Schimmel.....	100
Abbildung 5.59: Toleranzbereich der optimalen Nachhallzeit gemäß Ö-Norm	105
Abbildung 6.1: Verteilung der Schallabsorptionsflächen gemäß Norm soll.	117
Abbildung 6.2: Raum "1"; Schnitt A-A; Schnitt B-B	124
Abbildung 6.3: Raum "1"; Schnitt J-J; Schnitt L-L.....	125
Abbildung 6.4: Deckblatt; Energieausweis „Adaptierung“	126
Abbildung 6.5: Seite 2; Energieausweis „Adaptierung“.....	127
Abbildung 6.6: Auswertung; Sommertauglichkeit entsprechend Energieausweis	128
Abbildung 6.7: Auswertung; Tagesgang Temperatur entsprechend Energieausweis.....	128
Abbildung 6.8: Schema; Verteilung der Absorptionsflächen Bereich Wand	132
Abbildung 6.9: Schema; Verteilung der Absorptionsflächen Bereich Decke.....	132

9 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Maße und Abstände von Schultischen gemäß ÖISS.....	41
Tabelle 2: Sichtbedingungen gemäß ÖISS	41
Tabelle 3: Beleuchtungsstärken gemäß ÖISS 2007.....	48
Tabelle 4: Absorptionsgrad α_i	74
Tabelle 5: Absorptionsflächen	75
Tabelle 6: α_m Berechnung	75
Tabelle 7: Nachhallzeit T Berechnung.....	76
Tabelle 8: RW (dB) Darstellung entsprechend der Werte des Energieausweises.....	77
Tabelle 9: Nachhallzeit T Berechnung.....	105
Tabelle 10: Dämmstoffstärkendifferenz	112
Tabelle 11: Nachhallzeitverhältnis laut Tabelle 7.....	114
Tabelle 12: Absorptionsgraddifferenz $\alpha_m, diff / m^2$ laut Tabelle 6	114
Tabelle 13: Äquivalenter Absorptionsflächenbedarf m^2	115
Tabelle 14: Absorptionsgrad Akustikmaterial.....	115
Tabelle 15: Flächenbedarf; zusätzliche Absorptionsflächen	115
Tabelle 16: α_m Berechnung bei 35m ² Fläche.....	116
Tabelle 17: Absorptionsflächenberechnung	116
Tabelle 18: RW (dB) Darstellung entsprechend den Werten aus dem EAW san.	118
Tabelle 19: Aufbau A-A	123
Tabelle 20: Aufbau B-B	123
Tabelle 21: Aufbau J-J.....	124
Tabelle 22: Aufbau M-M	124
Tabelle 23: Aufbau L-L	124
Tabelle 24: Speicherwirksame Massen entsprechend des Energieausweises.....	129
Tabelle 25: Absorptionsgrad α_i	130
Tabelle 26: Absorptionsflächen	130
Tabelle 27: α_m Berechnung	131
Tabelle 28: Nachhallzeit T Berechnung.....	131

10 Literatur & Linkverzeichnis

- [1] Steiermärkisches Baugesetz, 11.12.2013, Steiermärkisches Baugesetz – Stmk. BauG
- [2] Ö-Norm B 8110-1 Wärmeschutz im Hochbau, 11.01.2011, Deklaration des Wärmeschutzes von Niedrig- und Niedrigstenergiegebäuden – Heizwärmebedarf und Kühlbedarf
- [3] Ö-Norm B 8110-2 Wärmeschutz im Hochbau, 01.12.1995, Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz
- [4] Ö-Norm B 8110-3 Wärmeschutz im Hochbau, 15.03.2012, Vermeidung sommerlicher Überwärmung
- [5] Ö-Norm B 8110-4 Wärmeschutz im Hochbau, 15.07.2011, Betriebswirtschaftliche Optimierung des Wärmeschutzes
- [6] Ö-Norm B 8110-5 Wärmeschutz im Hochbau, 01.01.2010, Klimamodell und Nutzungsprofile
- [7] Ö-Norm B 8110-6 Wärmeschutz im Hochbau, 01.01.2010, Grundlagen und Nachweisverfahren Heizwärmebedarf und Kühlbedarf
- [8] Ö-Norm B 8115-1, Schallschutz und Raumakustik, 06.2011, Begriffe und Einheiten
- [9] Ö-Norm B 8115-2, Schallschutz und Raumakustik, 12.2006, Anforderungen
- [10] Ö-Norm B 8115-3, Schallschutz und Raumakustik, 11.2005, Raumakustik
- [11] Ö-Norm B 8115-4, Schallschutz und Raumakustik, 09.2003, Schalltechnische Anforderungen
- [12] Ö-Norm B 8115-5, Schallschutz und Raumakustik, 04.2012, Klassifizierung
- [13] Ö-Norm B 8115-6, Schallschutz und Raumakustik, 07.2011, Messverfahren zum Nachweis der schalltechnischen Anforderungen
- [14] Ö-Norm B 8115-7, Schallschutz und Raumakustik, 01.2012, Trittschallminderung durch eine Deckenauflage
- [15] OIB – Richtlinie 2, April 2007, Brandschutz
- [16] OIB – Richtlinie 2.1, April 2007, Brandschutz bei Betriebsbauten
- [17] OIB – Richtlinie 2.2, April 2007, Brandschutz bei Garagen, überdachten Stellplätzen und Parkdecks
- [18] OIB – Richtlinie 3, April 2007, Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz
- [19] OIB – Richtlinie 4, April 2007, Nutzungssicherheit und Barrierefreiheit
- [20] OIB – Richtlinie 5, April 2007, Schallschutz
- [21] OIB – Richtlinie 6, April 2007, Energieeinsparung und Wärmeschutz
- [22] OIB – Richtlinien, April 2007, Begriffsbestimmungen
- [23] DIN 18041, Mai 2004, Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen
- [24] Ö-Norm B3800-1 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen, 01.12.1988, Baustoffe: Anforderungen und Prüfungen

- [25] Ö-Norm B3800-2 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen, 01.03.1997, Bauteile: Begriffsbestimmungen, Anforderungen, Prüfungen
- [26] Ö-Norm B3800-3 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen, 01.12.1995, Sonderbauteile: Begriffsbestimmungen, Anforderungen, Prüfungen
- [27] Ö-Norm B3800-4 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen, 01.05.2000, Einreihung in die Brandwiderstandsklassen
- [28] EN 13501-2 Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu Ihrem Brandverhalten, August 2003, Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen, mit Ausnahme von Lüftungsanlagen
- [29] AK Schulraum, Jänner 2007, ÖISS - Richtlinien für den Schulbau
- [30] TRVB 001 A Technische Richtlinien vorbeugender Brandschutz, Ausgabe 2014, Definitionen
- [31] TRVB A 100 87 Technische Richtlinien vorbeugender Brandschutz, Ausgabe 1987, Brandschutzeinrichtungen Rechnerischer Nachweis
- [32] TRVB A 107 Technische Richtlinien vorbeugender Brandschutz, Ausgabe 2004, Brandschutzkonzepte
- [33] TRVB N 130 77 Technische Richtlinien vorbeugender Brandschutz, Ausgabe 1979, Schulen – Teil 1, Bauliche Maßnahmen
- [34] TRVB N 131 91 Technische Richtlinien vorbeugender Brandschutz, Ausgabe 1979, Schule – Betriebsbrandschutz, Organisation
- [35] AnTherm Handbuch, 03.04.2014, Wärmebrücken & Dampfdiffusionsbrücken Programm Antherm Version 6.114
- [36] Produktkatalog, 03.2014, Velux Preisliste Neu Dachfenster Generation
- [37] Velux Broschüre, 03.2014, Velux Neu Dachfenster Generation inkl. Preisliste
- [38] Datenblatt, 06.2014, Produktdatenblatt SITECO Kurzfassung
- [39] www.energieausweis.at, Energieausweis.at, 15.08.2014,
[http:// www.energieausweis.at/energieausweis-informationen.htm](http://www.energieausweis.at/energieausweis-informationen.htm)

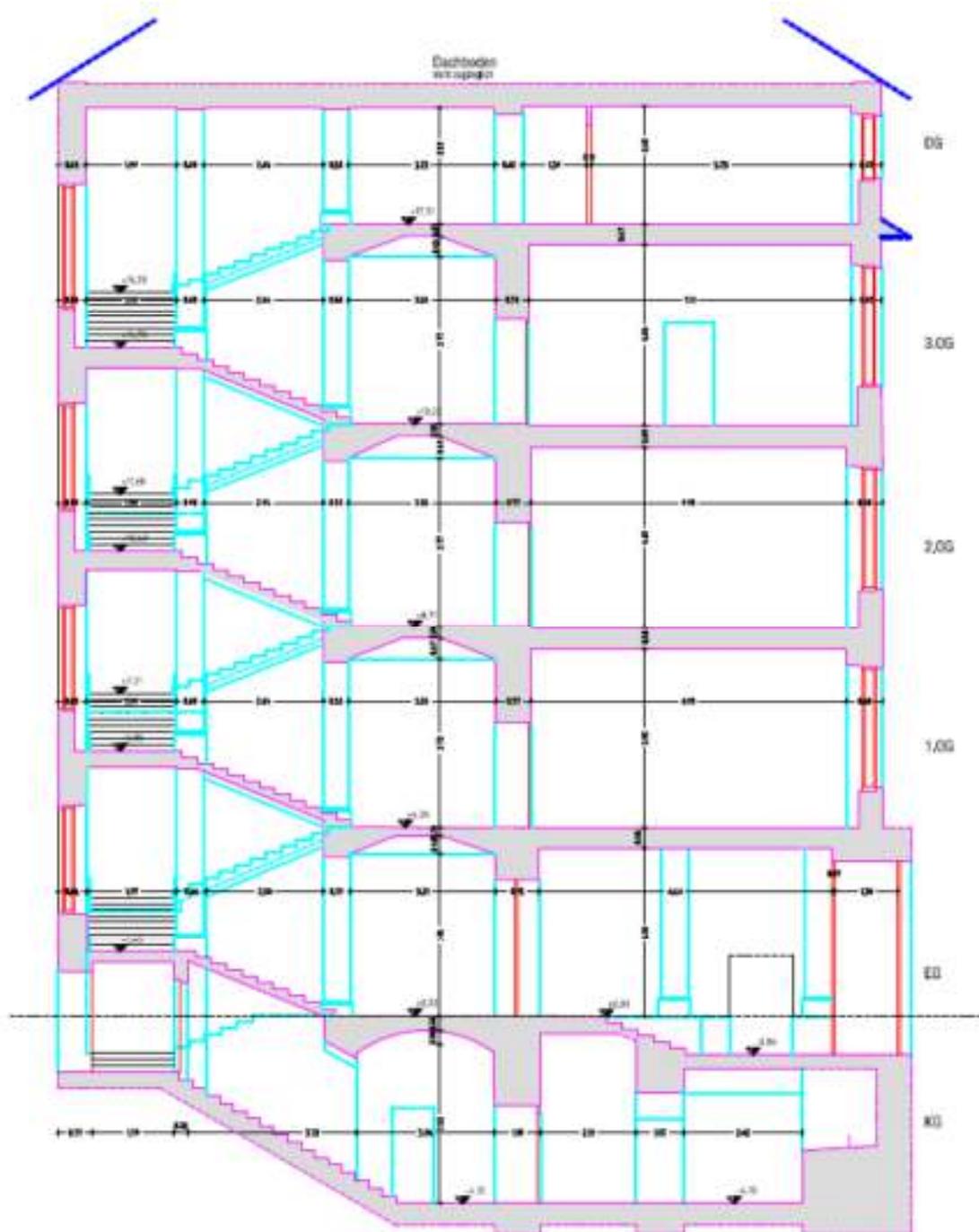
11 Anhang

A: Grundrisse	A1 Grundriss Dachgeschoß; M1:300
B: Schnitte	B1 Schnitt Gebäude A-A; M1:200 B2 Ansicht West; M1:250
C: Raumgrundriss	C1 Grundriss Raum "1"1; M1:100
D: Raumschnitt:	D1 Schnitt „1-1“; Raum "1"; M1:100 D2 Schnitt „2-2“; Raum "1"; M1:100 D3 Schnitt „Knoten“; Raum "1"; M1:50 D4 Schnitt „horizontale“ Schnitte; Raum "1"; M1:100 D4 Schnitt „vertikale“ Schnitte; Raum "1"; M1:100
E: Aufbauten-Katalog:	E1: Bestand E2 : Adaptierung
F: Energieausweiß:	Raum "1"; Bestand Raum "1"; Variante
G: Berichte Antherm Bestand:	G1: Eingabeberichte 2D G2: Bauteilberichte 2D G3: Leitwertberichte 2D G4: Ergebnisberichte 2D G5: Eingabe Berichte 3D G6: Bauteilberichte 3D G7: Leitwertberichte 3D G8: Ergebnisberichte 3D

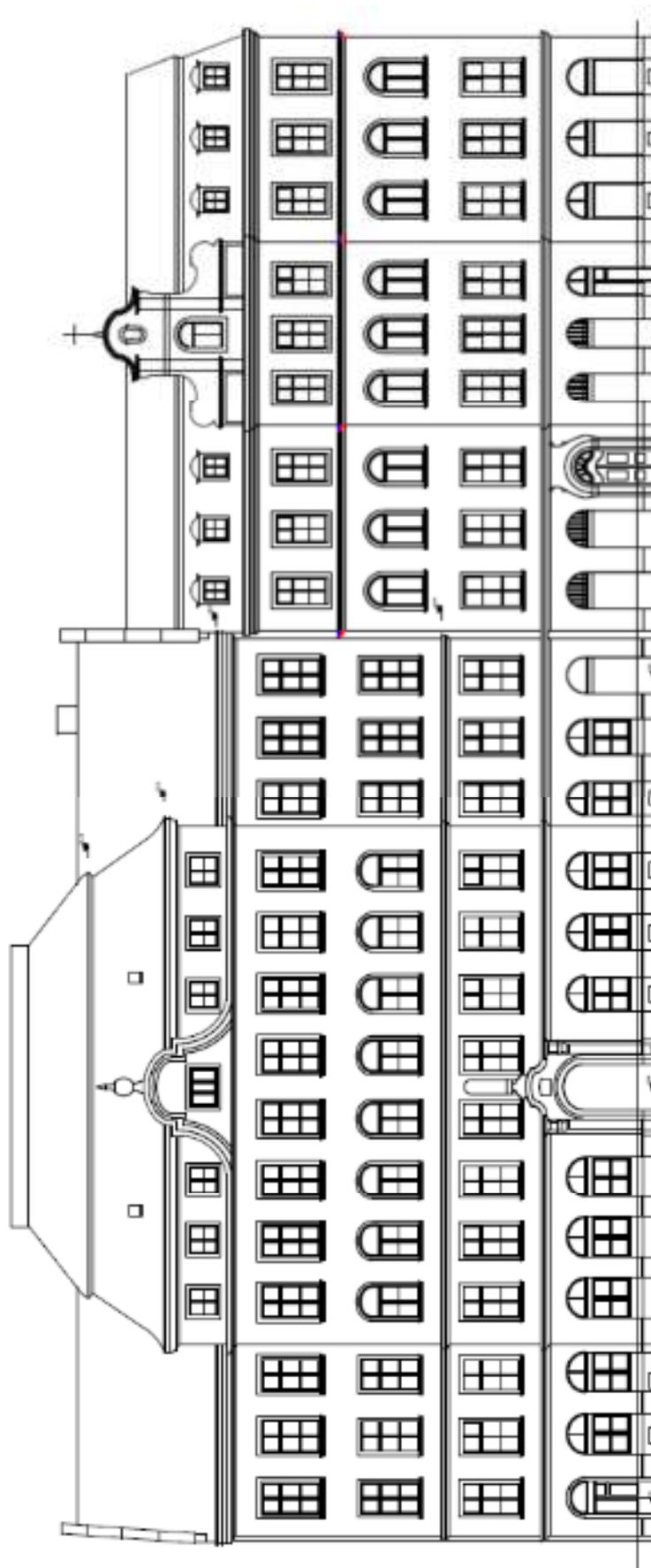
Anhang: „A“; A1 Grundriss Dachgeschoß; M1:300



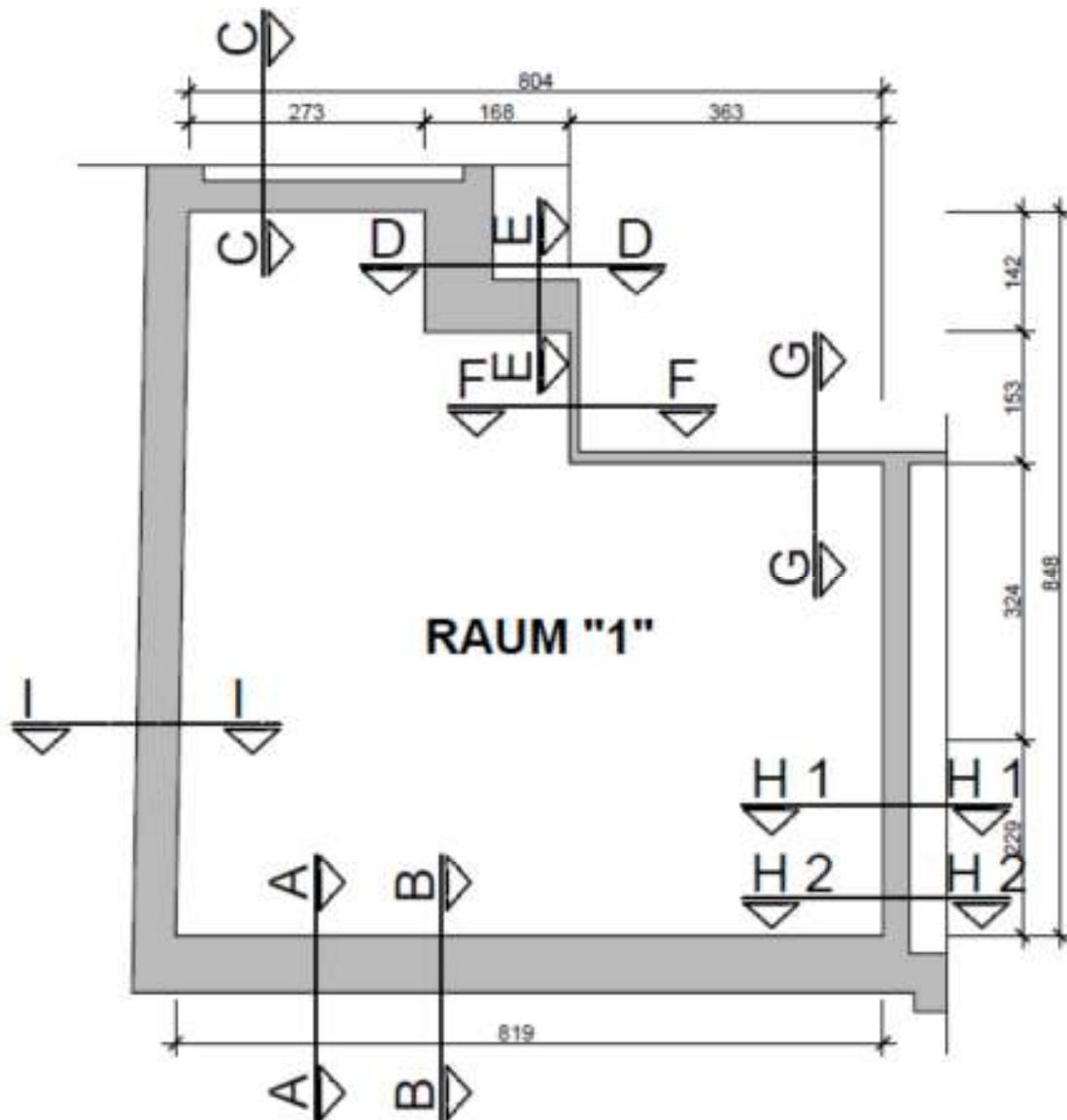
Anhang: „B“; B1 Schnitt Gebäude A-A; M1:200



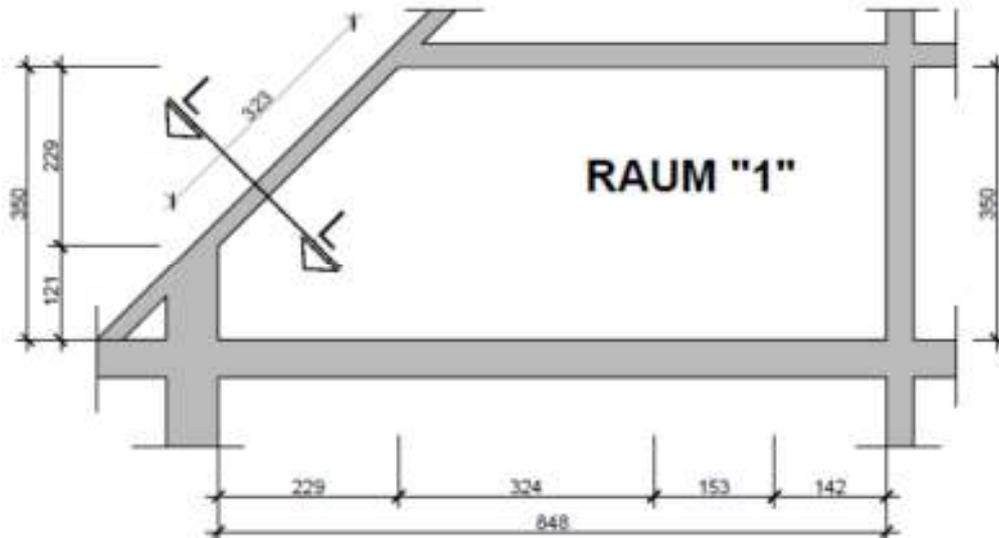
Anhang: „B“; B2 Ansicht West; M1:250



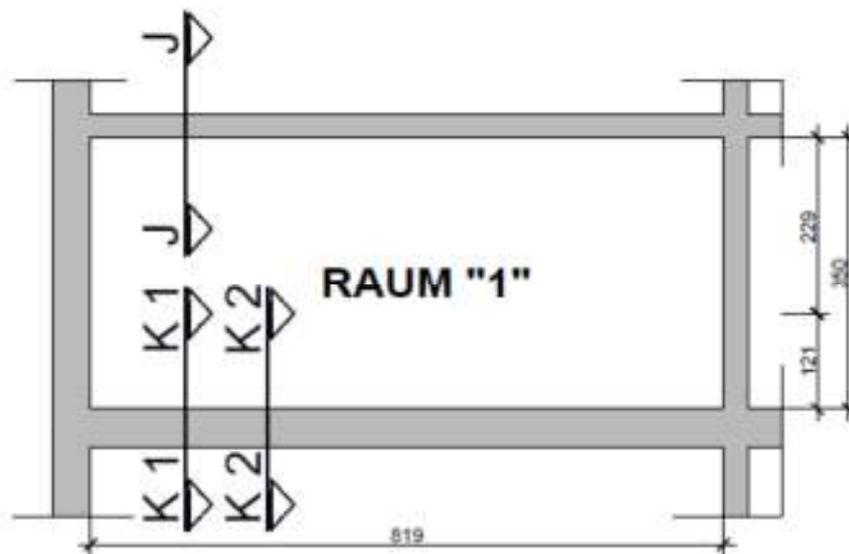
Anhang: „C“; A1 Grundriss Raum "1"; M1:100



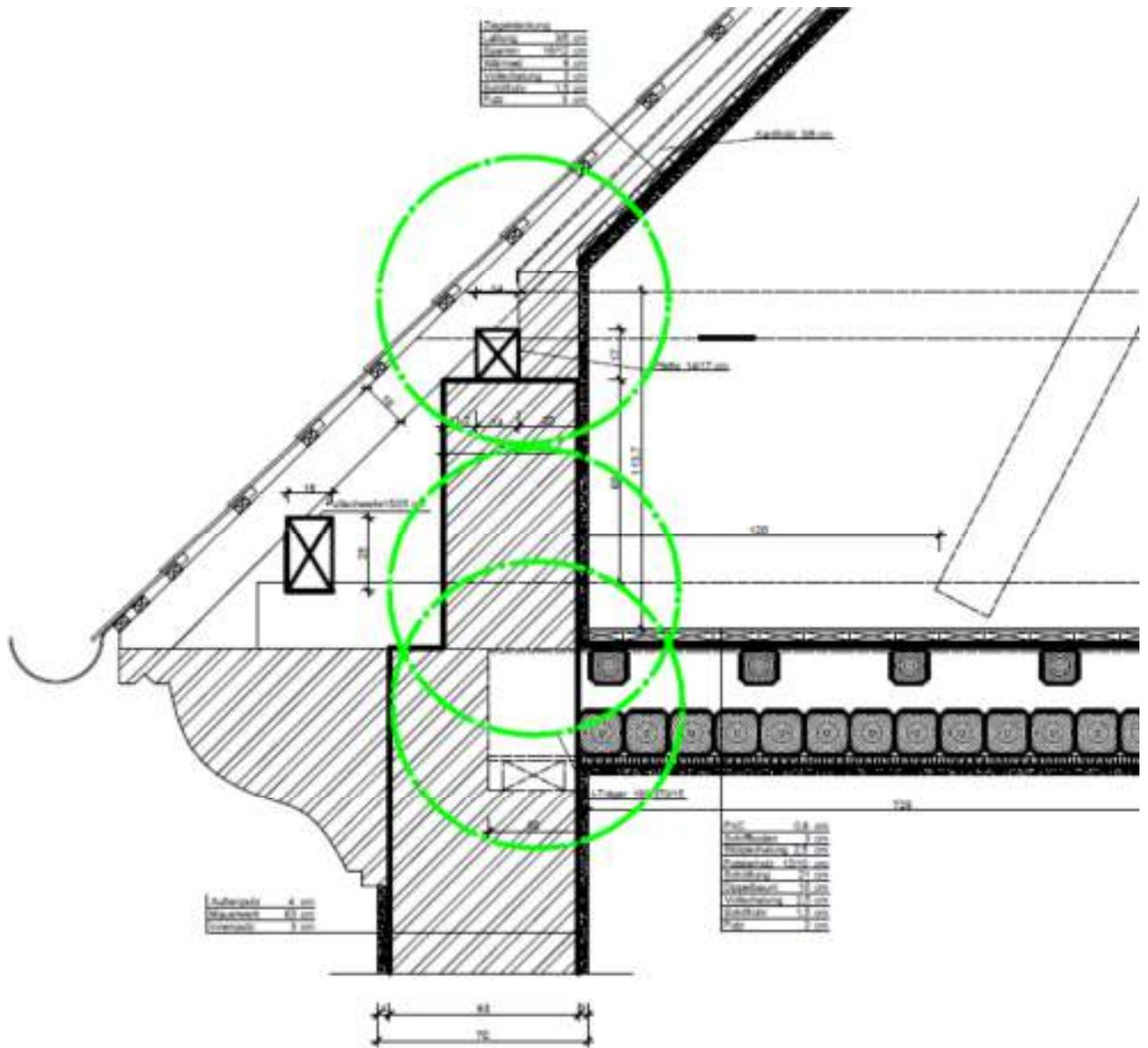
Anhang: „D“; D1 Schnitt „1-1“; Raum „1“; M1:100



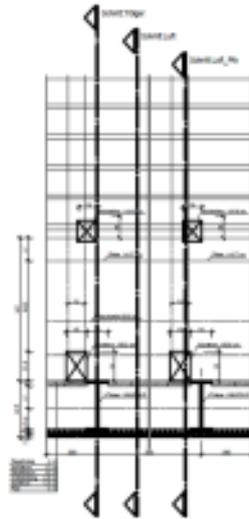
Anhang: „D“; D2 Schnitt „2-2“; Raum „1“; M1:100



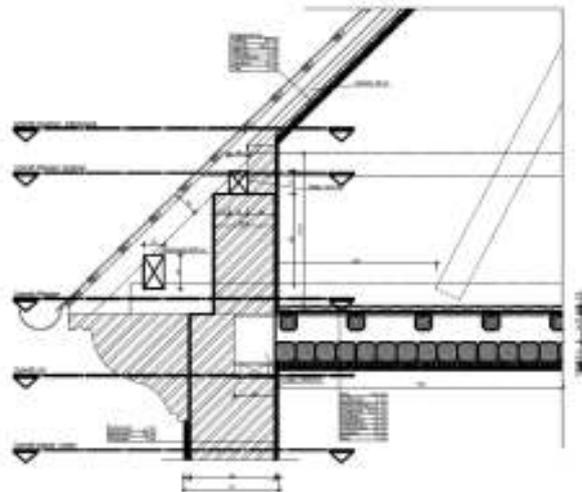
Anhang: „D“; D3 Schnitt „Knoten“; Raum „1“; M1:50



Anhang: „D“; D4 Schnitt „horizontale“ Schnitte; Raum „1“; M1:100



Anhang: „D“; D4 Schnitt „vertikale“ Schnitte; Raum „1“; M1:100



Anhang: „E“; E1- Aufbauten-Katalog Bestand

Aufbau: A-A

Aw1-1		Treppe wand bis 80cm			Bestand
AW	A-I				
		d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	
1	Mauerziegel voll + Normalmauermörtel (1500 kg/m ³)	0,4500	0,660	0,682	
2	Kalkzementmauermörtel (1800 kg/m ³)	0,0300	1,050	0,029	
Wärmeübergangswiderstände				0,170	
		0,4800		RT = 0,881	
				U = 1,135	

Aufbau: B-B

Aw1-2		Treppe wand ab 80cm			Bestand
AW	A-I				
		d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	
1	Mauerziegel voll + Normalmauermörtel (1500 kg/m ³)	0,2000	0,660	0,303	
2	Kalkzementmauermörtel (1800 kg/m ³)	0,0300	1,050	0,029	
Wärmeübergangswiderstände				0,170	
		0,2300		RT = 0,502	
				U = 1,992	

Aufbau: C-C

Iw6		Ziegel 35cm 2 x Putz			Bestand
IW	A-I				
		d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	
1	Kalkzementmauermörtel (1800 kg/m ³)	0,0300	1,050	0,029	
2	Mauerziegel voll + Normalmauermörtel (1500 kg/m ³)	0,3500	0,660	0,530	
3	Kalkzementmauermörtel (1800 kg/m ³)	0,0300	1,050	0,029	
Wärmeübergangswiderstände				0,260	
		0,4100		RT = 0,848	
				U = 1,179	

Aufbau: D-D

Iw5		Ziegel 80cm 2 x Putz			Bestand
IW	A-I				
		d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	
1	Kalkzementmauermörtel (1800 kg/m ³)	0,0300	1,050	0,029	
2	Mauerziegel voll + Normalmauermörtel (1500 kg/m ³)	0,8000	0,660	1,212	
3	Kalkzementmauermörtel (1800 kg/m ³)	0,0300	1,050	0,029	
Wärmeübergangswiderstände				0,260	
		0,8600		RT = 1,53	
				U = 0,654	

Aufbau: E-E

Iw4		Ziegel 65cm 2 x Putz	Bestand		
IW		A-I			
			d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1		Kalkzementmauermörtel (1800 kg/m ³)	0,0300	1,050	0,029
2		Mauerziegel voll + Normalmauermörtel (1500 kg/m ³)	0,6500	0,660	0,985
3		Kalkzementmauermörtel (1800 kg/m ³)	0,0300	1,050	0,029
		Wärmeübergangswiderstände			0,260
			0,7100	RT =	1,303
				U =	0,767

Aufbau: F-F

Iw3		Ziegel 11cm 2 x Putz	Bestand		
IW		A-I			
			d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1		Kalkzementmauermörtel (1800 kg/m ³)	0,0300	1,050	0,029
2		Mauerziegel voll + Normalmauermörtel (1500 kg/m ³)	0,1100	0,660	0,167
3		Kalkzementmauermörtel (1800 kg/m ³)	0,0300	1,050	0,029
		Wärmeübergangswiderstände			0,260
			0,1700	RT =	0,485
				U =	2,062

Aufbau: G-G

Iw2		Ziegel 13cm 2 x Putz	Bestand		
IW		A-I			
			d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1		Kalkzementmauermörtel (1800 kg/m ³)	0,0300	1,050	0,029
2		Mauerziegel voll + Normalmauermörtel (1500 kg/m ³)	0,1300	0,660	0,197
3		Kalkzementmauermörtel (1800 kg/m ³)	0,0300	1,050	0,029
		Wärmeübergangswiderstände			0,260
			0,1900	RT =	0,515
				U =	1,942

Aufbau: H1-H1; H2-H2

Iw1		Holzständer mit GK	Bestand		
WW		A-I			
Lage			d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1		Gipskartonplatte (900 kg/m ³)	B 0,0125	0,250	0,050
2.0	I	Nutzholz (475kg/m ³ -Fü/Ta) rauh, luftgetr. Breite: 0,12 m Achsenabstand: 0,70 m	B 0,2400	0,120	2,000
2.1		Steinwolle MW(SW)-T (100 kg/m ³)	B 0,2400	0,038	6,316
3		Gipskartonplatte (900 kg/m ³)	B 0,0125	0,250	0,050
		Wärmeübergangswiderstände			0,260
			0,2650	RT =	5,026
				U =	0,199

RT_o=5,083 m²K/W; RT_u=4,970 m²K/W;

Aufbau: I-I

		Bestand		
Iw7		Ziegel 50cm 2 x Putz		
IW		A-I		
		d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	Kalkzementmauermörtel (1800 kg/m ³)	0,0300	1,050	0,029
2	Mauerziegel voll + Normalmauermörtel (1500 kg/m ³)	0,5000	0,660	0,758
3	Kalkzementmauermörtel (1800 kg/m ³)	0,0300	1,050	0,029
Wärmeübergangswiderstände				0,260
		0,5600	RT =	1,076
			U =	0,929

Aufbau: J-J

		Bestand				
D1		Decke gegen Spitzboden				
DGD		O-U, Decke gegen Spitzboden				
Lage			d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	
1.0	—	Nutzholz (475kg/m ³ -F1/Ta) rauh,luftgetr. Breite: 0,12 m Achsenabstand: 0,80 m	B	0,0800	0,120	0,667
1.1		Steinwolle MW(SW)-T (100 kg/m ³)	B	0,0800	0,038	2,105
2		Nutzholz (475kg/m ³ -F1/Ta) rauh,luftgetr.	B	0,0300	0,120	0,250
3		Schilfdämmplatte (145 kg/m ³)	B	0,0150	0,061	0,246
4		Kalkzementmauermörtel (1800 kg/m ³)	B	0,0300	1,050	0,029
Wärmeübergangswiderstände					0,200	
		RT=2,450 m ² K/W; RTu=2,315 m ² K/W;	0,1550	RT =	2,382	
				U =	0,420	

Aufbau: K1-K1; K2-K2

		Bestand				
D2		Decke gegen Ug kond.				
WDo		U-O				
Lage			d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	
1		Kalkzementmauermörtel (1800 kg/m ³)	B	0,0300	1,050	0,029
2		Nutzholz (475kg/m ³ -F1/Ta) rauh,luftgetr.	B	0,0300	0,120	0,250
3		Schilfdämmplatte (145 kg/m ³)	B	0,0150	0,061	0,246
4		Nutzholz (475kg/m ³ -F1/Ta) rauh,luftgetr.	B	0,1500	0,120	1,250
5		Schüttung (Leca)	B	0,1200	0,160	0,750
6.0	—	Nutzholz (475kg/m ³ -F1/Ta) rauh,luftgetr. Breite: 0,09 m Achsenabstand: 0,80 m	B	0,0900	0,120	0,750
6.1		Schüttung (Leca)	B	0,0900	0,160	0,563
7		Nutzholz (475kg/m ³ -F1/Ta) rauh,luftgetr.	B	0,0250	0,120	0,208
8		Nutzholz (475kg/m ³ -F1/Ta) rauh,luftgetr.	B	0,0300	0,120	0,250
9		PVC-Belag (1400 kg/m ³)	B	0,0080	0,210	0,038
Wärmeübergangswiderstände					0,200	
		RT=3,804 m ² K/W; RTu=3,800 m ² K/W;	0,4980	RT =	3,802	
				U =	0,263	

Aufbau: L-L

Aw2	Dachschräge		Bestand			
AD	O-U					
	Lage		d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	
1.0	—	Nutzholz (475kg/m ³ -F1/Ta) rauh,luftgetr. Breite: 0,12 m Achsenabstand: 0,80 m	B	0,0800	0,120	0,667
1.1		Steinwolle MW(SW)-T (100 kg/m ³)	B	0,0800	0,036	2,105
2		Nutzholz (475kg/m ³ -F1/Ta) rauh,luftgetr.	B	0,0300	0,120	0,250
3		Schilfdämmplatte (145 kg/m ³)	B	0,0150	0,061	0,246
4		Kalkzementmauermörtel (1800 kg/m ³)	B	0,0300	1,050	0,029
Wärmeübergangswiderstände						0,140
			RT _o =2,384 m ² K/W; RT _u =2,255 m ² K/W;		0,1550	RT = 2,319
						U = 0,431

Anhang: „E“; E2- Aufbauten-Katalog Adaptierung

Aufbau: A-A

Aw1-1		Treppe wand bis 80cm		Sanierung		
AW		A-I				
				d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	ISOVER FASSADENDÄMMPLATTE LEICHT			0,1400	0,034	4,118
2	Mauerziegel voll + Normalmauerm örtel (1500 kg/m ³)	B		0,4500	0,660	0,682
3	Kalkzementmauerm örtel (1800 kg/m ³)	B		0,0300	1,050	0,029
Wärmeübergangswiderstände						0,170
				0,6200	RT =	4,999
B = Bestand					U =	0,200

Aufbau: B-B

Aw1-2		Treppe wand ab 80cm		Sanierung		
AW		A-I				
				d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	ISOVER FASSADENDÄMMPLATTE			0,1400	0,033	4,242
2	Mauerziegel voll + Normalmauerm örtel (1500 kg/m ³)	B		0,2000	0,660	0,303
3	Kalkzementmauerm örtel (1800 kg/m ³)	B		0,0300	1,050	0,029
Wärmeübergangswiderstände						0,170
				0,3700	RT =	4,744
B = Bestand					U =	0,211

Aufbau: J-J

D1		Decke gegen Spitzboden		Sanierung		
DGD		O-U, Decke gegen Spitzboden				
Lage			d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	
1	ISOVER HOLZBAU-DÄMMPLATTEN		0,2000	0,034	5,882	
2.0	—	Nutzholz (475kg/m ³ -Fi/Ta) rauh,luftgetr. Breite: 0,12 m Achsenabstand: 0,80 m	B 0,0800	0,120	0,667	
2.1		Steinwolle MW(SW)-T (100 kg/m ³)	B 0,0800	0,038	2,105	
3		Nutzholz (475kg/m ³ -Fi/Ta) rauh,luftgetr.	B 0,0300	0,120	0,250	
4		Schilfdämmplatte (145 kg/m ³)	B 0,0150	0,061	0,246	
5		Kalkzementmauerm örtel (1800 kg/m ³)	B 0,0300	1,050	0,029	
Wärmeübergangswiderstände						0,200
RT _o =0,461 m ² K/W; RT _u =0,197 m ² K/W;				0,3550	RT =	8,329
					U =	0,120

Aufbau: M-M

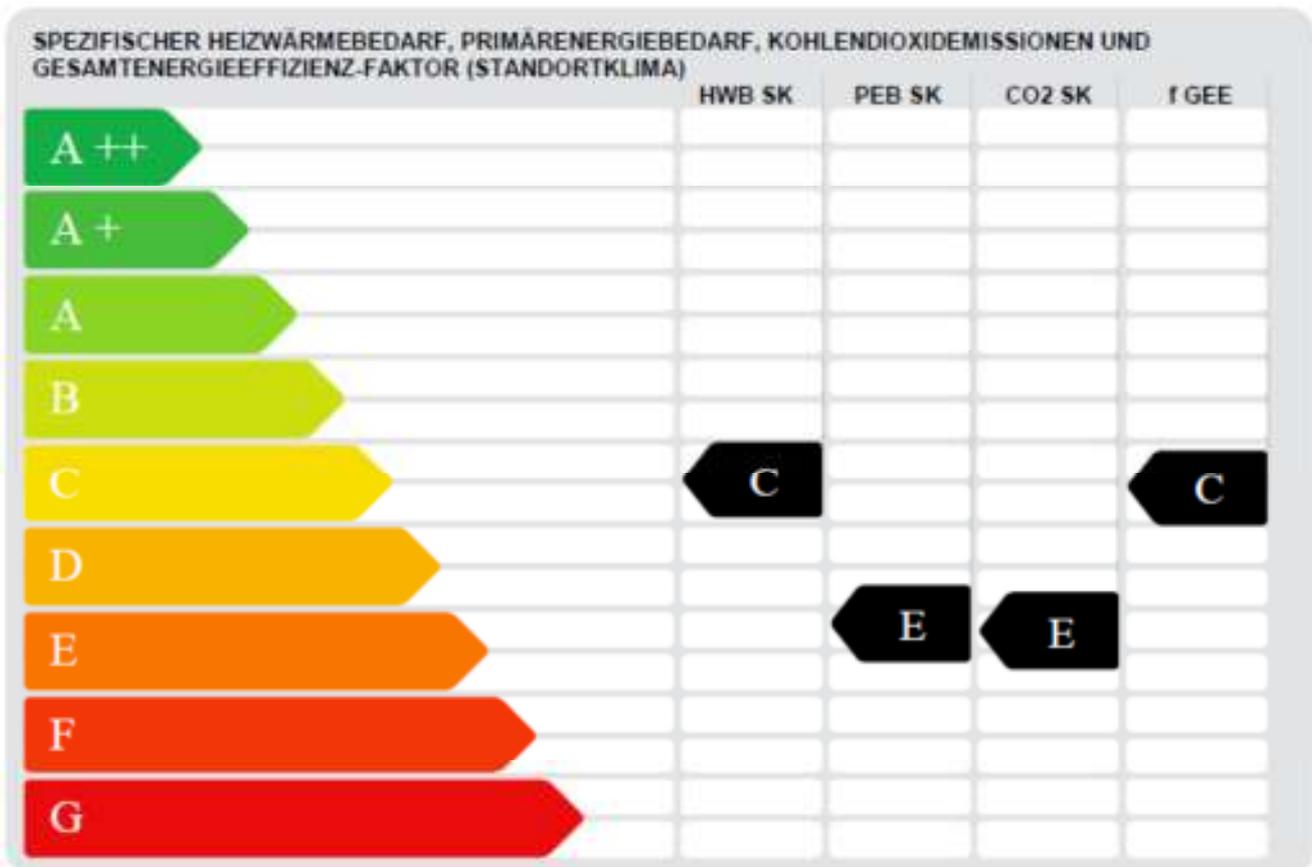
Fe1		Velux Niedrigenergie Schwingf. Holz GGL		Neubau			
DF							
		Länge	psi	g	Fläche	%	U
		m	W/mK	-	m ²		W/m ² K
				0,450	0,60	61,20	0,70
					0,38	38,80	1,33
		3,40	0,028				
				vorh.	0,98		1,04

Aufbau: L-L

Aw2		Dachschräge	Sanierung			
AD		O-U				
	Lage		d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	
1.0	—	Nutzholz (475kg/m ³ -Fv/Ta) rauh, luftgetr. Breite: 0,12 m Achsenabstand: 0,80 m	B	0,1600	0,120	1,333
1.1		Steinwolle MW(SW)-T (100 kg/m ³)	B	0,1600	0,038	4,211
2		Nutzholz (475kg/m ³ -Fv/Ta) rauh, luftgetr.	B	0,0300	0,120	0,250
3		Schneifdämmplatte (145 kg/m ³)	B	0,0150	0,061	0,246
4		Kalkzementmauermörtel (1800 kg/m ³)	B	0,0300	1,050	0,029
5.0		Nutzholz (475kg/m ³ -Fv/Ta) rauh, luftgetr. Breite: 0,12 m Achsenabstand: 0,80 m		0,1000	0,120	0,833
5.1		Steinwolle MW(SW)-T (100 kg/m ³)		0,1000	0,038	2,632
6		Knauf Gipskarton Feuerschutzplatte		0,0150	0,250	0,060
Wärmeübergangswiderstände						0,140
RT _o =6,556 m ² K/W; RT _u =5,893 m ² K/W;			0,3500		RT =	6,224
					U =	0,161

Anhang: „F“; F1- Energieausweis Bestand

BEZEICHNUNG	SH-Bach-Bestand		
Gebäude(-teil)	Wohnen	Baujahr	
Nutzungsprofil	Kindergarten und Pflichtschulen	Letzte Veränderung	
Straße	Kaiser-Franz-Josef-Kai	Katastralgemeinde	Graz
PLZ/Ort	8010 Graz	KG-Nr.	
Grundstücksnr.		Seehöhe	369



HWB: Der Heizwärmebedarf beschreibt jene Wärmemenge, welche den Räumen rechnerisch zur Beheizung zugeführt werden muss. Die Anforderung richtet sich an den ~~Wärmeenergiebedarf~~ **Wärmeenergiebedarf**.

KE: Der Kühlbedarf beschreibt jene Wärmemenge, welche aus den Räumen rechnerisch abgeführt werden muss. Die Anforderung richtet sich an den außenaftinduzierten Kühlbedarf.

WWWB: Der Warmwasserwärmebedarf ist als flächenbezogener Defaultwert festgelegt. Er entspricht ca. einem Liter Wasser je Quadratmeter Brutto-Grundfläche, welches um ca. 30 °C (also beispielsweise von 5 °C auf 35 °C) erwärmt wird.

HEB: Beim Heizenergiebedarf werden zusätzlich zum Nutzenergiebedarf die Verluste der Haustechnik im Gebäude berücksichtigt. Dazu zählen beispielsweise die Verluste des Heizkessels, der Energiebedarf von Umwälzpumpen etc.

BOB: Der Betriebsstrombedarf ist als flächenbezogener Defaultwert festgelegt. Er entspricht der Hälfte der mittleren inneren Lasten.

EEB: Beim Endenergiebedarf wird zusätzlich zum Heizenergiebedarf der Betriebsstrombedarf, der Kühlenergiebedarf und der Beleuchtungsenergiebedarf berücksichtigt. Der Endenergiebedarf entspricht jener Energiemenge, die eingekauft werden muss.

PEB: Der Primärenergiebedarf schließt die gesamte Energie für den Bedarf im Gebäude einschließlich aller Verlusten mit ein. Dieser weist einen erneuerbaren und einen nicht erneuerbaren Anteil auf. Der Ermittlungszeitraum für die Konversionsfaktoren ist 2004–2008.

CO2: Gesamte dem Endenergiebedarf zuzurechnenden Kohlendioxidemissionen, einschließlich jener für Transport und Erzeugung sowie aller Verluste. Zu deren Berechnung wurden übliche Allokationsregeln unterstellt.

fGEE: Der Gesamtenergieeffizienz-Faktor ist der Quotient aus dem Endenergiebedarf und einem Referenz-Endenergiebedarf (Anforderung 2007).

Alle Werte gelten unter der Annahme eines normierten Benutzerverhaltens. Sie geben den Jahresbedarf pro Quadratmeter beheizter Brutto-Grundfläche an.

Dieser Energieausweis entspricht den Vorgaben der Richtlinie 6 „Energieeffizienz und Wärmeschutz“ des Österreichischen Instituts für Bautechnik in Umsetzung der Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und des Energieausweis-Vorlage-Gesetzes (EAVG).

GEBÄUDEKENNDATEN

Brutto-Grundfläche	63,00 m ²	Klimaregion	S/SO	mittlerer U-Wert	0,588 W/m ² K
Bezugs-Grundfläche	50,40 m ²	Heiztage	221 d	Bauweise	mittelschwere
Brutto-Volumen	199,71 m ³	Heizgradtage	3588 Kd	Art der Lüftung	Fensterlüftung
Gebäude-Hüllfläche	75,36 m ²	Norm-Außentemperatur	-10,9 °C	Sommertauglichkeit	keine Angabe
Kompaktheit (A/V)	0,38 1/m	Soll-Innentemperatur	20 °C	LEK T-Wert	38
charakteristische Länge	2,65 m				

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF Wohnen

	Referenzklima	Standortklima		Anforderung	
	spezifisch	zonenbezogen	spezifisch		
HWB*	21,75 kWh/m ³ a	4.729 kWh/a	23,68 kWh/m ³ a	16,51 kWh/m ³ a	nicht erf.
HWB		4.297 kWh/a	68,21 kWh/m ² a		
WWWB		593 kWh/a	9,42 kWh/m ² a		
KB*	0,00 kWh/m ³ a	0 kWh/a	0,00 kWh/m ³ a	2,00 kWh/m ³ a	erf.
KB		698 kWh/a	11,09 kWh/m ² a		
BefEB		0 kWh/a	0,00 kWh/m ² a		
HTEB RH		1.216 kWh/a	19,31 kWh/m ² a		
HTEB WW		1.929 kWh/a	30,63 kWh/m ² a		
HTEB		3.509 kWh/a	55,69 kWh/m ² a		
KTEB		0 kWh/a	0,00 kWh/m ² a		
HEB		8.399 kWh/a	133,31 kWh/m ² a		
KEB		0 kWh/a	0,00 kWh/m ² a		
BefEB		1.582 kWh/a	24,80 kWh/m ² a		
BSB		1.552 kWh/a	24,64 kWh/m ² a		
EEB		11.513 kWh/a	182,75 kWh/m ² a	160,02 kWh/m ² a	nicht erf.
PEB		18.513 kWh/a	293,90 kWh/m ² a		
PEB n. em.		16.878 kWh/a	267,90 kWh/m ² a		
PEB em.		1.634 kWh/a	25,90 kWh/m ² a		
CO ₂		3.347 kg/a	53,10 kg/m ² a		
fGEE	1,45 -		1,46 -		

ERSTELLT

GWR-Zahl		Ersteller/in	Schaubmaier
Ausstellungsdatum	2014-07-09	Unterschrift	
Gültigkeitsdatum	2024-07-08		

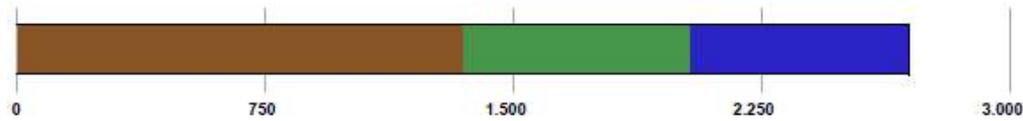
Die Energiekennzahlen dieses Energiekennwertes dienen ausschließlich der Information. Aufgrund der idealisierten Eingangsparameter können bei tatsächlicher Nutzung erhebliche Abweichungen auftreten. Insbesondere Nutzungseinheiten unterschiedlicher Lage können aus Gründen der Geometrie und der Lage hinsichtlich ihrer Energiekennzahlen von den hier angegebenen abweichen.

Anlagentechnik des Gesamtgebäudes

SH-Bach-Bestand

Wohnen

Nutzprofil: Kindergarten und Pflichtschulen



Primärenergie, CO2 in der Zone		Energieträger	Anteil	PEB kWh/a	CO2 kg/a	
■	RH	Raumheizung Anlage 1	Erdgas	100,0	6.450	1.301
■	TW	Warmwasser Anlage 1	Erdgas	100,0	2.951	595
■	Bel.	Beleuchtung	Strom (Österreich-Mix)	100,0	4.093	651

Hilfsenergie in der Zone		Energieträger	Anteil	PEB kWh/a	CO2 kg/a	
■	RH	Raumheizung Anlage 1	Strom (Österreich-Mix)	100,0	318	50
■	TW	Warmwasser Anlage 1	Strom (Österreich-Mix)	100,0	632	100

Energiebedarf in der Zone		versorgt BGF m2	Lstg. kW	EB kWh/a	
	RH	Raumheizung Anlage 1	63,00	2	5.513
	TW	Warmwasser Anlage 1	63,00	11	2.522
	Bel.	Beleuchtung	63,00		1.562

Raumheizung Anlage 1

Bereitstellung: RH-Wärmebereitstellung zentral, Defaultwert für Leistung (2 kW), Kessel ohne Gebläseunterstützung, gasförmige Brennstoffe, Brennwertgerät, Defaultwert für Wirkungsgrad, Baujahr nach 2004, (eta 100 % : 0,92), (eta 30 % : 0,98), Aufstellungsort nicht konditioniert, modulierend, gleitende Betriebsweise

Referenzanlage: RH-Wärmebereitstellung zentral (1 kW), Kessel ohne Gebläseunterstützung, gasförmige Brennstoffe, Brennwertgerät, Defaultwert für Wirkungsgrad, Baujahr nach 1994, (eta 100 % : 0,92), (eta 30 % : 0,98), Aufstellungsort nicht konditioniert, modulierend, gleitende Betriebsweise

Speicherung: kein Speicher

Referenzanlage: kein Speicher

Verteilleitungen: Längen pauschal, nicht konditioniert, 3/3 gedämmt, Armaturen ungedämmt

Referenzanlage: Längen pauschal, nicht konditioniert, 3/3 gedämmt, Armaturen gedämmt

Steigleitungen: Längen pauschal, nicht konditioniert, 3/3 gedämmt, Armaturen ungedämmt

Referenzanlage: Längen pauschal, konditionierte Lage in Zone Wohnen, 3/3 gedämmt, Armaturen gedämmt

Anbindeleitungen: Längen pauschal, 2/3 gedämmt, Armaturen ungedämmt

Referenzanlage: Längen pauschal, 1/3 gedämmt, Armaturen gedämmt

Abgabe: Einzelraumregelung mit Thermostatventilen, individuelle Wärmeverbrauchsermittlung, Heizkörper (60 °C / 35 °C)

Referenzanlage: Raumthermostat-Zonenregelung mit Zeitsteuerung, individuelle Wärmeverbrauchsermittlung, Heizkörper (55 °C / 45 °C)

Anlagentechnik des Gesamtgebäudes

SH-Bach-Bestand

	Verteilungen	Steigleitungen	Anbindeleitungen
Wohnen	0,00 m	0,00 m	35,28 m
unkonditioniert	9,91 m	5,04 m	

Warmwasser Anlage 1

Bereitstellung: WW- und RH-W ärmebereitstellung getrennt, WW-W ärmebereitstellung zentral, Defaultwert für Leistung , (11 kW), Kessel ohne Gebläseunterstützung, gasförmige Brennstoffe, Brennwertgerät, Defaultwert für Wirkungsgrad, Baujahr nach 2004, (eta 100 % : 0,92), (eta 30 % : 0,98), Aufstellungsort nicht konditioniert, modulierend

Referenzanlage: WW- und RH-Wärmebereitstellung getrennt, WW-Wärmebereitstellung zentral, (11 kW), Kessel ohne Gebläseunterstützung, gasförmige Brennstoffe, Brennwertgerät, Defaultwert für Wirkungsgrad, Baujahr nach 1994, (eta 100 % : 0,92), (eta 30 % : 0,98), Aufstellungsort nicht konditioniert, modulierend

Speicherung: Kein Warmwasserspeicher

Referenzanlage: indirekt, gasbeheizter Warmwasserspeicher (1994 - ...), Anschlussteile gedämmt, mit E-Patrone, Aufstellungsort nicht konditioniert, Nenninhalt, Defaultwert (Nenninhalt: 175 l)

Verteilungen: Längen pauschal, nicht konditioniert, 3/3 gedämmt, Armaturen ungedämmt

Referenzanlage: Längen pauschal, nicht konditioniert, 3/3-gedämmt, Armaturen gedämmt

Steigleitungen: Längen pauschal, nicht konditioniert, 3/3 gedämmt, Armaturen ungedämmt

Referenzanlage: Längen pauschal, konditionierte Lage in Zone Wohnen, 3/3 gedämmt, Armaturen gedämmt

Zirkulationsleitung: mit Zirkulation, Längen und Lage wie Verteil- und Steigleitung

Referenzanlage: Ohne Zirkulation

Stichleitung: Längen pauschal, Kunststoff (Stich.)

Referenzanlage: Längen pauschal, Kunststoff (Stich.)

Abgabe: Zweigriffarmaturen, individuelle Wärmeverbrauchsermittlung

Referenzanlage: Zweigriffarmaturen, individuelle Wärmeverbrauchsermittlung

	Verteilungen	Steigleitungen	Stichleitungen
Wohnen	0,00 m	0,00 m	3,02 m
unkonditioniert	7,65 m	2,52 m	

	Zirkulationsverteilungen	Zirkulationssteigleitungen
Wohnen	0,00 m	0,00 m
unkonditioniert	6,65 m	2,52 m

Beleuchtung

Berechnung mit Benchmark-Werten

	Fläche	Benchmark
Wohnen	63,00 m ²	24,80 kWh/m ² a

Leitwerte

SH-Bach-Bestand

Wohnen

... gegen Außen	Le	25,52	
... über Unbeheizt	Lu	14,74	
... über das Erdreich	Lg	0,00	
... Leitwertzuschlag für linienförmige und punktförmige Wärmebrücken		4,02	
Transmissionsleitwert der Gebäudehülle	LT	44,29	W/K
Lüftungsleitwert	LV	19,83	W/K
Mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient	Um	0,588	W/m ² K

... gegen Außen, über Unbeheizt und das Erdreich

Bauteile gegen Außenluft

		m ²	W/m ² K	f	SH	W/K
West						
Aw1-1	Treppe wand bis 80cm	6,55	1,135	1,0		7,44
Aw1-2	Treppe wand ab 80cm	3,35	1,992	1,0		6,69
		9,90				14,13
West, 45° geneigt						
Aw2	Dachschräge	26,45	0,431	1,0		11,40
		26,45				11,40
Horizontal						
D1	Decke gegen Spitzboden	39,00	0,420	0,9		14,74
		39,00				14,74
	Summe	75,36				

... Leitwertzuschlag für linienförmige und punktförmige Wärmebrücken

Leitwerte über Wärmebrücken

Wärmebrücken pauschal	4,02	W/K
-----------------------	------	-----

... über Lüftung

Lüftungsleitwert

Fensterlüftung	19,83	W/K
----------------	-------	-----

keine Nachtlüftung

Lüftungsvolumen	VL =	131,04 m ³
Hygienisch erforderliche Luftwechselrate	nL =	1,20 1/h
Luftwechselrate Nachlüftung	nL,NL =	1,50 1/h

Monate	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
n L,m,h	0,445	0,428	0,445	0,440	0,445	0,440	0,445	0,445	0,440	0,445	0,440	0,445
n L,m,c	0,445	0,428	0,445	0,440	0,445	0,440	0,445	0,445	0,440	0,445	0,440	0,445

Gewinne

SH-Bach-Bestand - Wohnen

Wohnen

Wirksame Wärmespeicherfähigkeit der Zone

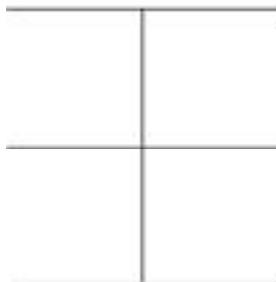
mittelschwere Bauweise

Interne Wärmegewinne

Wärmegewinne Kühlfall	$q_{i,c,n} =$	7,50 W/m ²
Wärmegewinne Heizfall	$q_{i,h,n} =$	3,75 W/m ²

Solare Wärmegewinne

Transparente Bauteile	Anzahl	FS	Summe Ag m ²	g	A trans,c m ²	A trans,h m ²
		-		-		



Orientierungsdiagramm

Das Diagramm zeigt die Orientierungen und Flächen von opaken und transparenten Bauteilen

- opak
- transparent

Strahlungsintensitäten

Graz, 369 m

	S kWh/m ²	SO/SW kWh/m ²	O/W kWh/m ²	NO/NW kWh/m ²	N kWh/m ²	H kWh/m ²
Jan.	51,66	40,25	22,14	14,08	13,08	33,54
Feb.	69,78	56,49	34,89	22,15	19,93	55,38
Mär.	84,21	73,68	55,26	35,96	28,94	87,72
Apr.	80,44	79,29	68,95	51,71	40,22	114,92
Mai	84,24	90,37	88,83	70,45	55,14	153,16
Jun.	76,05	86,92	88,47	74,50	58,98	155,21
Jul.	83,17	92,95	94,59	76,65	60,34	163,08
Aug.	88,03	92,29	85,19	63,80	48,85	141,90
Sep.	85,51	78,30	63,87	45,33	37,09	103,03
Okt.	77,18	64,43	42,95	26,84	22,81	67,11
Nov.	54,63	42,82	23,99	15,13	14,39	36,91
Dez.	42,76	32,95	16,85	10,56	10,06	25,15

Geschoßfläche und Volumen

SH-Bach-Bestand

Gesamt			63,00 m²	199,71 m³
Wohnen	beheizt		63,00	199,71

Wohnen

beheizt

			Höhe [m]	[m ²]	[m ³]
DG					
Dg	1x	63	3,17	63,00	199,71

Bauteilflächen

SH-Bach-Bestand - Alle Gebäudeteile/Zonen

			m2
Flächen der thermischen Gebäudehülle			75,36
	Opake Flächen	100 %	75,36
	Fensterflächen	0 %	0,00
	Wärmefluss nach oben		65,45
	Wärmefluss nach unten		0,00
Andere Flächen			142,10
	Opake Flächen	100 %	142,10
	Fensterflächen	0 %	0,00

Flächen der thermischen Gebäudehülle

Wohnen		Kindergarten und Pflichtschulen		
				m2
Aw1-1	Trempelwand bis 80cm			6,55
	Fläche	w	 1 x 8,19 * 0,80	6,55
Aw1-2	Trempelwand ab 80cm			3,36
	Fläche	w	 1 x 8,19 * 0,41	3,35
Aw2	Dachschräge			26,45
	Fläche	w, 45°	 1 x 8,19 * 3,23	26,45
D1	Decke gegen Spitzboden			39,00
	Fläche	H	x+y 1 x 39	39,00

Andere Flächen

Wohnen		Kindergarten und Pflichtschulen		
				m2
D2	Decke gegen Ug kond.			60,00
	Fläche	H	x+y 1 x 60	60,00
Iw1	Holzständer mit GK			16,60
	Fläche	s	x+y 1 x 16,6	16,60
Iw2	Ziegel 13cm 2 x Putz			12,70
	Fläche	w	x+y 1 x 12,7	12,70

Bauteilflächen

SH-Bach-Bestand - Alle Gebäudeteile/Zonen

Iw3	Ziegel 11cm 2 x Putz				m2
	Fläche	s	x+y	1 x 5,3	5,30
Iw4	Ziegel 65cm 2 x Putz				m2
	Fläche	s	x+y	1 x 5,9	5,90
Iw5	Ziegel 80cm 2 x Putz				m2
	Fläche	s	x+y	1 x 5,3	5,30
Iw6	Ziegel 35cm 2 x Putz				m2
	Fläche	o	x+y	1 x 9,5	9,50
Iw7	Ziegel 50cm 2 x Putz				m2
	Fläche	N	x+y	1 x 2,6+2,7+11,3+5,3+4,9	26,80

Ergebnisdarstellung

SH-Bach-Bestand

Berechnungsgrundlagen

Wärmeschutz	U-Wert	EN ISO 6946:2003-10, EN ISO 10077-1:2006-12
Dampfdiffusion	Bewertung	ON B 8110-2: 2003
Schallschutz	Rw	ON B 8115-4: 2003
	L nTw	ON B 8115-4: 2003
	D nTw	ON B 8115-4: 2003

Opake Bauteile

Erforderliche Werte werden in Klammer angeführt

Nummer	Bezeichnung	U-Wert W/m ² K	Diff	Rw dB	L nTw dB	D nTw dB
Aw2	Dachschräge	0,431 (0,20)		(43)		
Aw1-1	Trempelwand bis 80cm	1,135 (0,35)	OK	67 (43)		
Aw1-2	Trempelwand ab 80cm	1,992 (0,35)	OK	57 (43)		
D1	Decke gegen Spitzboden	0,420 (0,20)		(42)		(50)
Iw2	Ziegel 13cm 2 x Putz	1,942	OK	54		(50)
Iw3	Ziegel 11cm 2 x Putz	2,062	OK	53		(50)
Iw4	Ziegel 65cm 2 x Putz	0,767	OK	72		(50)
Iw5	Ziegel 80cm 2 x Putz	0,654	OK	75		(50)
Iw6	Ziegel 35cm 2 x Putz	1,179	OK	65		(50)
Iw7	Ziegel 50cm 2 x Putz	0,929	OK	69		(50)
D2	Decke gegen Ug kond.	0,263 (0,90)		(58)		(50)
Iw1	Holzständer mit GK	0,199 (0,90)		(58)		(50)

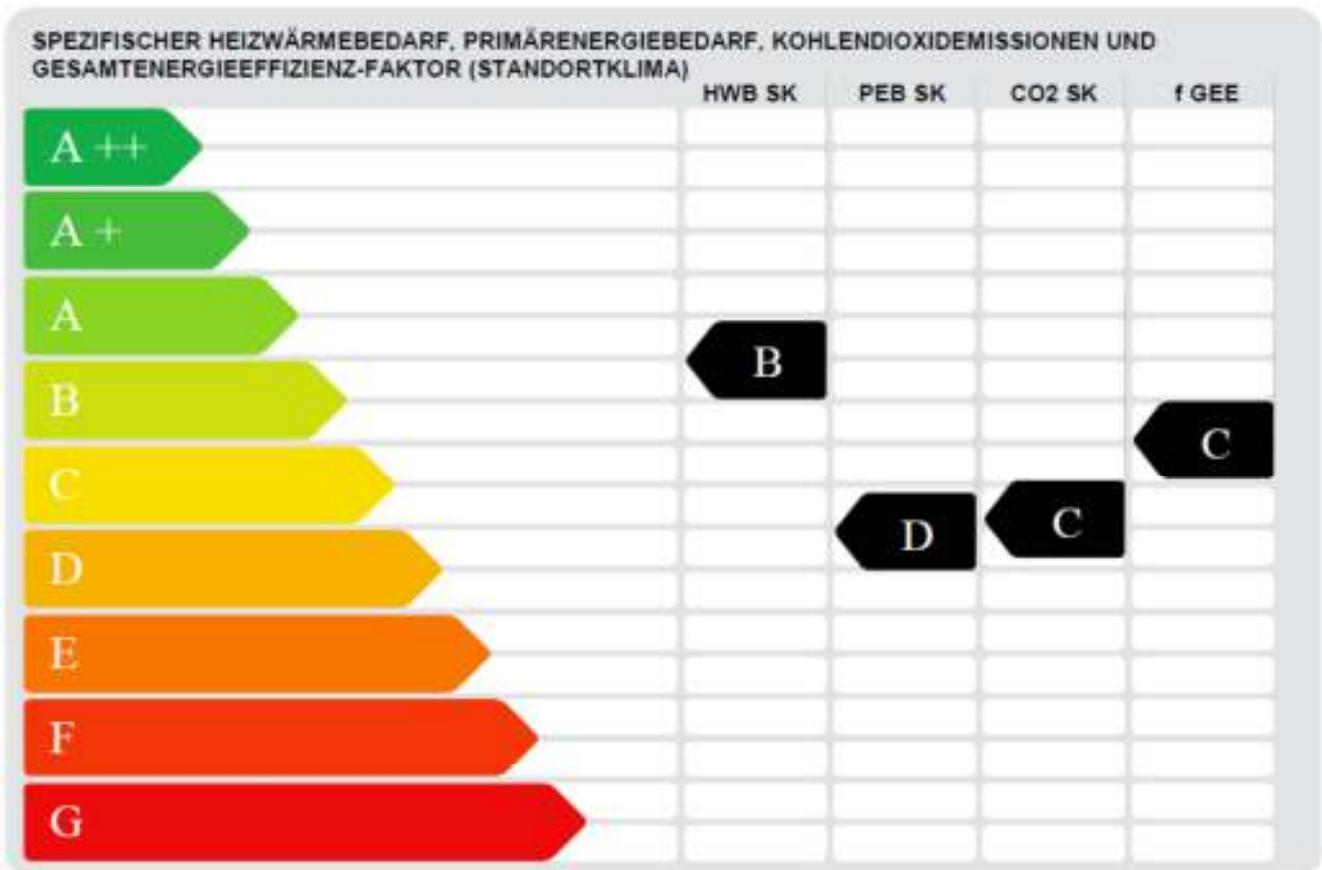
Transparente Bauteile

Erforderliche Werte werden in Klammer angeführt

Nummer	Bezeichnung	U-Wert W/m ² K		Rw dB		

Anhang: „F“; F2- Energieausweis Adaptierung

BEZEICHNUNG	SH-Bach-saniert		
Gebäude(-teil)	Wohnen	Baujahr	
Nutzungsprofil	Kindergarten und Pflichtschulen	Letzte Veränderung	
Straße	Kaiser-Franz-Josef-Kai	Katastralgemeinde	Graz
PLZ/Ort	8010 Graz	KG-Nr.	
Grundstücksnr.		Seehöhe	369



HWB: Der Heizwärmebedarf beschreibt jene Wärmemenge, welche den Räumen rechnerisch zur Beheizung zugeführt werden muss. Die Anforderung richtet sich an den wohngebäudeäquivalenten Heizwärmebedarf.
KB: Der Kühlbedarf beschreibt jene Wärmemenge, welche aus den Räumen rechnerisch abgeführt werden muss. Die Anforderung richtet sich an den außenluftinduzierten Kühlbedarf.
WWWB: Der Warmwasserswärmebedarf ist als flächenbezogener Defaultwert festgelegt.
 Er entspricht ca. einem Liter Wasser je Quadratmeter Brutto-Grundfläche, welches um ca. 30 °C (also beispielsweise von 8 °C auf 38 °C) erwärmt wird.
HEB: Beim Heizenergiebedarf werden zusätzlich zum Nutzenergiebedarf die Verluste der Haustechnik im Gebäude berücksichtigt. Dazu zählen beispielsweise die Verluste des Heizkessels, der Energiebedarf von Umwälzpumpen etc.
BBB: Der Betriebsstrombedarf ist als flächenbezogener Defaultwert festgelegt.
 Er entspricht der Hälfte der mittleren inneren Lasten.

EEB: Beim Endenergiebedarf wird zusätzlich zum Heizenergiebedarf der Betriebsstrombedarf, der Kühlenergiebedarf und der Beleuchtungsenergiebedarf berücksichtigt. Der Endenergiebedarf entspricht jener Energiemenge, die eingekauft werden muss.
PEB: Der Primärenergiebedarf schließt die gesamte Energie für den Bedarf im Gebäude einschließlich aller Vorketten mit ein. Dieser weist einen erneuerbaren und einen nicht erneuerbaren Anteil auf. Der Ermittlungszeitraum für die Konversionsfaktoren ist 2004–2008.
CO2: Gesamte dem Endenergiebedarf zuzurechnenden Kohlendioxidemissionen, einschließlich jener für Transport und Erzeugung sowie aller Verluste. Zu deren Berechnung wurden übliche Allokationsregeln unterstellt.
fGEE: Der Gesamtenergieeffizienz-Faktor ist der Quotient aus dem Endenergiebedarf und einem Referenz-Endenergiebedarf (Anforderung 2007).

Alle Werte gelten unter der Annahme eines normierten BenutzerInnenverhaltens. Sie geben den Jahresbedarf pro Quadratmeter beheizter Brutto-Grundfläche an.

Dieser Energieausweis entspricht den Vorgaben der Richtlinie 8 „Energieeinsparung und Wärmeschutz“ des Österreichischen Instituts für Bautechnik in Umsetzung der Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und des Energieausweis-Vorlage-Gesetzes (EAVG).

GEBÄUDEKENNDATEN

Brutto-Grundfläche	63,00 m ²	Klimaregion	S/SO	mittlerer U-Wert	0,230 W/m ² K
Bezugs-Grundfläche	50,40 m ²	Heiztage	221 d	Bauweise	mittelschwere
Brutto-Volumen	199,71 m ³	Heizgradtage	3588 Kd	Art der Lüftung	Fensterlüftung
Gebäude-Hüllfläche	75,36 m ²	Norm-Außentemperatur	-10,9 °C	Sommertauglichkeit	keine Angabe
Kompaktheit (A/V)	0,38 1/m	Soll-Innentemperatur	20 °C	LEK T-Wert	15
charakteristische Länge	2,65 m				

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF **Wohnen**

	Referenzklima	Standortklima	spezifisch	Anforderung	
	spezifisch	zonenbezogen			
HWB*	7,80 kWh/m ³ a	1,686 kWh/a	8,44 kWh/m ³ a	16,51 kWh/m ³ a	erfüllt
HWB		1,409 kWh/a	22,37 kWh/m ² a		
WWWB		593 kWh/a	9,42 kWh/m ² a		
KB*	1,28 kWh/m ³ a	215 kWh/a	1,08 kWh/m ³ a	2,00 kWh/m ³ a	erfüllt
KB		2,231 kWh/a	35,41 kWh/m ² a		
BefEB		0 kWh/a	0,00 kWh/m ² a		
HTEB RH		661 kWh/a	10,50 kWh/m ² a		
HTEB WW		1,929 kWh/a	30,63 kWh/m ² a		
HTEB		2,879 kWh/a	45,70 kWh/m ² a		
KTEB		0 kWh/a	0,00 kWh/m ² a		
HEB		4,881 kWh/a	77,48 kWh/m ² a		
KEB		0 kWh/a	0,00 kWh/m ² a		
BelEB		1,562 kWh/a	24,80 kWh/m ² a		
BSB		1,552 kWh/a	24,64 kWh/m ² a		
EEB		7,996 kWh/a	126,91 kWh/m ² a	146,45 kWh/m ² a	erfüllt
PEB		14,289 kWh/a	226,80 kWh/m ² a		
PEB n.ern.		12,689 kWh/a	201,40 kWh/m ² a		
PEB ern.		1,599 kWh/a	25,40 kWh/m ² a		
CO ₂		2,503 kg/a	39,70 kg/m ² a		
IGEE	1,03 -		1,02 -		

ERSTELLT

GWR-Zahl		ErstellerIn	Schaubmaier
Ausstellungsdatum	2014-07-09	Unterschrift	
Gültigkeitsdatum	2024-07-08		

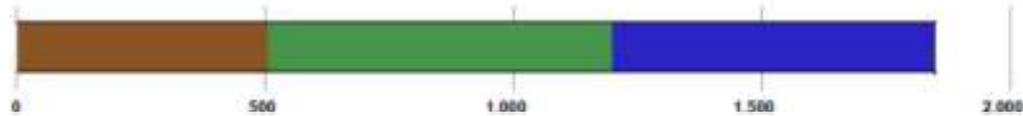
Die Energiekennzahlen dieses Energieausweises dienen ausschließlich der Information. Aufgrund der idealisierten Eingangsparameter können bei tatsächlicher Nutzung erhebliche Abweichungen auftreten. Insbesondere Nutzungseinheiten unterschiedlicher Lage können aus Gründen der Geometrie und der Lage hinsichtlich ihrer Energiekennzahlen von den hier angegebenen abweichen.

Anlagentechnik des Gesamtgebäudes

SH-Bach-saniert

Wohnen

Nutzprofil: Kindergarten und Pflichtschulen



Primärenergie, CO2 in der Zone		Energieträger	Anteil	PEB kWh/a	CO2 kg/a	
■	RH	Raumheizung Anlage 1	Erdgas	100,0	2.422	488
■	TW	Warmwasser Anlage 1	Erdgas	100,0	2.951	595
■	Bel.	Beleuchtung	Strom (Österreich-Mix)	100,0	4.093	651

Hilfsenergie in der Zone		Energieträger	Anteil	PEB kWh/a	CO2 kg/a	
■	RH	Raumheizung Anlage 1	Strom (Österreich-Mix)	100,0	122	19
■	TW	Warmwasser Anlage 1	Strom (Österreich-Mix)	100,0	632	100

Energiebedarf in der Zone		versorgt BGF m2	Leistg. kW	EB kWh/a
RH	Raumheizung Anlage 1	63,00	2	2.070
TW	Warmwasser Anlage 1	63,00	11	2.522
Bel.	Beleuchtung	63,00		1.562

Raumheizung Anlage 1

Bereitstellung: RH-Wärmebereitstellung zentral, Defaultwert für Leistung (2 kW), Kessel ohne Gebläseunterstützung, gasförmige Brennstoffe, Brennwertgerät, Defaultwert für Wirkungsgrad, Baujahr nach 2004, (eta 100 % : 0,92), (eta 30 % : 0,96), Aufstellungsort nicht konditioniert, modulierend, gleitende Betriebsweise

Referenzanlage: RH-Wärmebereitstellung zentral (2 kW), Kessel ohne Gebläseunterstützung, gasförmige Brennstoffe, Brennwertgerät, Defaultwert für Wirkungsgrad, Baujahr nach 1994, (eta 100 % : 0,92), (eta 30 % : 0,96), Aufstellungsort nicht konditioniert, modulierend, gleitende Betriebsweise

Speicherung: kein Speicher

Referenzanlage: kein Speicher

Verteileitungen: Längen pauschal, nicht konditioniert, 3/3 gedämmt, Armaturen ungedämmt

Referenzanlage: Längen pauschal, nicht konditioniert, 3/3 gedämmt, Armaturen gedämmt

Steigleitungen: Längen pauschal, nicht konditioniert, 3/3 gedämmt, Armaturen ungedämmt

Referenzanlage: Längen pauschal, konditionierte Lage in Zone Wohnen, 3/3 gedämmt, Armaturen gedämmt

Anbindeleitungen: Längen pauschal, 2/3 gedämmt, Armaturen ungedämmt

Referenzanlage: Längen pauschal, 1/3 gedämmt, Armaturen gedämmt

Abgabe: Einzelraumregelung mit Thermostatventilen, individuelle Wärmeverbrauchseinstellung, Heizkörper (60 °C / 35 °C)

Referenzanlage: Raumthermostat-Zoneneinstellung mit Zeitsteuerung, individuelle Wärmeverbrauchseinstellung, Heizkörper (55 °C / 45 °C)

Anlagentechnik des Gesamtgebäudes

SH-Bach-saniert

	Verteilungen	Steigleitungen	Anbindelungen
Wohnen	0,00 m	0,00 m	35,28 m
unkonditioniert	9,91 m	5,04 m	

Warmwasser Anlage 1

Bereitstellung: WW- und RH-W ärmebereitstellung getrennt, WW-W ärmebereitstellung zentral, Defaultwert für Leistung , (11 kW), Kessel ohne Gebläseunterstützung, gasförmige Brennstoffe, Brennwertgerät, Defaultwert für Wirkungsgrad, Baujahr nach 2004, (eta 100 % : 0,92), (eta 30 % : 0,98), Aufstellungsort nicht konditioniert, modulierend

Referenzanlage: WW- und RH-Wärmereitstellung getrennt, WW-Wärmereitstellung zentral, (11 kW), Kessel ohne Gebläseunterstützung, gasförmige Brennstoffe, Brennwertgerät, Defaultwert für Wirkungsgrad, Baujahr nach 1994, (eta 100 % : 0,92), (eta 30 % : 0,98), Aufstellungsort nicht konditioniert, modulierend

Speicherung: Kein Warmwasserspeicher

Referenzanlage: indirekt, gasbeheizter Warmwasserspeicher (1994 - ...), Anschlussteile gedämmt, mit E-Patrone, Aufstellungsort nicht konditioniert, Nenninhalt, Defaultwert (Nenninhalt: 175 l)

Verteilungen: Längen pauschal, nicht konditioniert, 3/3 gedämmt, Armaturen ungedämmt

Referenzanlage: Längen pauschal, nicht konditioniert, 3/3 gedämmt, Armaturen gedämmt

Steigleitungen: Längen pauschal, nicht konditioniert, 3/3 gedämmt, Armaturen ungedämmt

Referenzanlage: Längen pauschal, konditionierte Lage in Zone Wohnen, 3/3 gedämmt, Armaturen gedämmt

Zirkulationsleitung: mit Zirkulation, Längen und Lage wie Verteil- und Steigleitung

Referenzanlage: Ohne Zirkulation

Stichleitung: Längen pauschal, Kunststoff (Stich.)

Referenzanlage: Längen pauschal, Kunststoff (Stich.)

Abgabe: Zweigriffarmaturen, individuelle Wärmeverbrauchsermittlung

Referenzanlage: Zweigriffarmaturen, individuelle Wärmeverbrauchsermittlung

	Verteilungen	Steigleitungen	Stichleitungen
Wohnen	0,00 m	0,00 m	3,02 m
unkonditioniert	7,65 m	2,52 m	

	Zirkulationsverteilungen	Zirkulationssteigleitungen
Wohnen	0,00 m	0,00 m
unkonditioniert	6,65 m	2,52 m

Beleuchtung

Berechnung mit Benchmark-Werten

	Fläche	Benchmark
Wohnen	63,00 m ²	24,80 kWh/m ² a

Leitwerte

SH-Bach-saniert

Wohnen

... gegen Außen	Le	11,44	
... über Unbeheizt	Lu	4,21	
... über das Erdreich	Lg	0,00	
... Leitwertzuschlag für linienförmige und punktförmige Wärmebrücken		1,69	
Transmissionsleitwert der Gebäudehülle	LT	17,35	W/K
Lüftungsleitwert	LV	19,83	W/K
Mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient	Um	0,230	W/m ² K

... gegen Außen, über Unbeheizt und das Erdreich

Bauteile gegen Außenluft

		m ²	W/m ² K	f	fH	W/K
West						
Aw1-1	Trempelwand bis 80cm	6,55	0,200	1,0		1,31
Aw1-2	Trempelwand ab 80cm	3,35	0,211	1,0		0,71
		9,90				2,02
West, 45° geneigt						
Aw2	Dachschräge	20,57	0,161	1,0		3,31
Fe1	Velux Niedrigenergie Schwingf. Holz GGL	5,88	1,040	1,0		6,12
		26,45				9,43
Horizontal						
D1	Decke gegen Spitzboden	39,00	0,120	0,9		4,21
		39,00				4,21
	Summe	75,36				

... Leitwertzuschlag für linienförmige und punktförmige Wärmebrücken

Leitwerte über Wärmebrücken

 Wärmebrücken pauschal 1,69 W/K

... über Lüftung

Lüftungsleitwert

 Fensterlüftung 19,83 W/K

keine Nachlüftung

Lüftungsvolumen	VL =	131,04 m ³
Hygienisch erforderliche Luftwechselrate	nL =	1,20 1/h
Luftwechselrate Nachlüftung	nL,NL =	1,50 1/h

Monate	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
n L,m,h	0,445	0,428	0,445	0,440	0,445	0,440	0,445	0,445	0,440	0,445	0,440	0,445
n L,m,c	0,445	0,428	0,445	0,440	0,445	0,440	0,445	0,445	0,440	0,445	0,440	0,445

Gewinne

SH-Bach-saniert - Wohnen

Wohnen

Wirksame Wärmespeicherfähigkeit der Zone

mittelschwere Bauweise

Interne Wärmegewinne

Wärmegewinne Kühlfall	$q_{l,c,n} =$	7,50 W/m ²
Wärmegewinne Heizfall	$q_{l,h,n} =$	3,75 W/m ²

Solare Wärmegewinne

Transparente Bauteile	Anzahl	FS	Summe Ag m ²	g	A trans,c m ²	A trans,h m ²
West, 45° geneigt						
Fe1 Velux Niedrigenergie Schwingf. Holz GGL keine Verschattungseinrichtung	6	0,75	3,60	0,450	1,42	1,07
			3,60		1,42	1,07

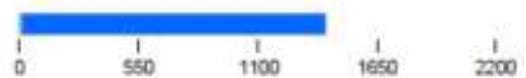
Heizen

	Aw m ²	Qs, h kWh/a
West, 45° geneigt	5,88	1.066
	5,88	1.066



Kühlen

	Aw m ²	Qs, c kWh/a
West, 45° geneigt	5,88	1.421
	5,88	1.421



Orientierungsdiagramm

Das Diagramm zeigt die Orientierungen und Flächen von opaken und transparenten Bauteilen

- opak
- transparent

Gewinne

SH-Bach-saniert - Wohnen

Strahlungsintensitäten

Graz, 389 m

	S	SO/SW	O/W	NO/NW	N	H
	kWh/m ²					
Jan.	51,66	40,25	22,14	14,08	13,08	33,54
Feb.	69,78	56,49	34,89	22,15	19,93	55,38
Mär.	84,21	73,68	55,26	35,96	28,94	87,72
Apr.	80,44	79,29	68,95	51,71	40,22	114,92
Mai	84,24	90,37	88,83	70,45	55,14	153,16
Jun.	76,05	86,92	88,47	74,50	58,98	155,21
Jul.	83,17	92,95	94,59	76,65	60,34	163,08
Aug.	88,03	92,29	85,19	63,89	46,85	141,99
Sep.	85,51	78,30	63,87	45,33	37,09	103,03
Okt.	77,18	64,43	42,95	26,84	22,81	67,11
Nov.	54,63	42,82	23,99	15,13	14,39	36,91
Dez.	42,76	32,95	16,85	10,56	10,06	25,15

Geschoßfläche und Volumen

SH-Bach-saniert

Gesamt			63,00 m²	199,71 m³
Wohnen	beheizt		63,00	199,71

Wohnen

beheizt

			Höhe [m]	[m ²]	[m ³]
DG					
Dg	1x	63	3,17	63,00	199,71

Bauteilflächen

SH-Bach-sanieret - Alle Gebäudeteile/Zonen

			m ²
Flächen der thermischen Gebäudehülle			75,36
	Opake Flächen	92,2 %	69,48
	Fensterflächen	7,8 %	5,88
	Wärmefluss nach oben		65,45
	Wärmefluss nach unten		0,00
Andere Flächen			142,10
	Opake Flächen	100 %	142,10
	Fensterflächen	0 %	0,00

Flächen der thermischen Gebäudehülle

Wohnen		Kindergarten und Pflichtschulen	
			m ²
Aw1-1	Treppelwand bis 80cm		6,55
	Fläche	W 1 x 8,19 * 0,80	6,55
			m ²
Aw1-2	Treppelwand ab 80cm		3,36
	Fläche	w 1 x 8,19 * 0,41	3,35
			m ²
Aw2	Dachschräge		20,57
	Fläche	W, 45° 1 x 8,19 * 3,23	26,45
	Velux Niedrigenergie Schwingf. Holz GGL	- 6 x 0,98	- 5,88
			m ²
D1	Decke gegen Spitzboden		39,00
	Fläche	H x+y 1 x 39	39,00
			m ²
Fe1	Velux Niedrigenergie Schwingf. Holz GG	W, 45° 6 x 0,98	5,88

Andere Flächen

Wohnen		Kindergarten und Pflichtschulen	
			m ²
D2	Decke gegen Ug kond.		60,00
	Fläche	H x+y 1 x 60	60,00
			m ²
Iw1	Holzständer mit GK		16,60
	Fläche	S x+y 1 x 16,6	16,60

Bauteilflächen

SH-Bach-saniert - Alle Gebäudeteile/Zonen

lw2	Ziegel 13cm 2 x Putz				m2
	Fläche	w	x+y	1 x 12,7	12,70
lw3	Ziegel 11cm 2 x Putz				m2
	Fläche	s	x+y	1 x 5,3	5,30
lw4	Ziegel 65cm 2 x Putz				m2
	Fläche	s	x+y	1 x 5,9	5,90
lw5	Ziegel 80cm 2 x Putz				m2
	Fläche	s	x+y	1 x 5,3	5,30
lw6	Ziegel 35cm 2 x Putz				m2
	Fläche	o	x+y	1 x 9,5	9,50
lw7	Ziegel 50cm 2 x Putz				m2
	Fläche	N	x+y	1 x 2,6+2,7+11,3+5,3+4,9	26,80

Ergebnisdarstellung

SH-Bach-saniert

Berechnungsgrundlagen

Wärmeschutz	U-Wert	EN ISO 6946:2003-10, EN ISO 10077-1:2006-12
Dampfdiffusion	Bewertung	ON B 8110-2: 2003
Schallschutz	Rw	ON B 8115-4: 2003
	L nTw	ON B 8115-4: 2003
	D nTw	ON B 8115-4: 2003

Opake Bauteile

Erforderliche Werte werden in Klammer angeführt

Nummer	Bezeichnung	U-Wert W/m ² K	Diff	Rw dB	L'nTw dB	D nTw dB
Aw1-1	Trempelwand bis 80cm	0,200 (0,35)	OK	(43)		
Aw1-2	Trempelwand ab 80cm	0,211 (0,35)	OK	(43)		
Aw2	Dachschräge	0,161 (0,20)		(43)		
D1	Decke gegen Spitzboden	0,120 (0,20)		(42)		(50)
D2	Decke gegen Ug kond.	0,263 (0,90)		(58)		(50)
Iw1	Holzständer mit GK	0,199 (0,90)		(58)		(50)
Iw2	Ziegel 13cm 2 x Putz	1,942	OK	54		(50)
Iw3	Ziegel 11cm 2 x Putz	2,062	OK	53		(50)
Iw4	Ziegel 65cm 2 x Putz	0,767	OK	72		(50)
Iw5	Ziegel 80cm 2 x Putz	0,654	OK	75		(50)
Iw6	Ziegel 35cm 2 x Putz	1,179	OK	65		(50)
Iw7	Ziegel 50cm 2 x Putz	0,929	OK	69		(50)

Transparente Bauteile

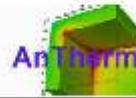
Erforderliche Werte werden in Klammer angeführt

Nummer	Bezeichnung	U-Wert W/m ² K		Rw dB		

Anhang: „G“; G1 Eingabeberichte 2D

Deckenbereich Lu Pfo

Technische Universität Graz
 Institut für Hochbau
 Lessingstraße 25, 8010 Graz
<http://www.tugraz.at/>



28.05.2014
 AnTherm: Walter, Udo, Klaus, Tomasz
 Version 7.120.2013.04.08
 (c) Kornicki, all rights reserved

Bachinger Bestand Schnitt Schüttung/Pfosten

Datei:

C:\Users\student\Desktop\AnTherm\Bachinger\0526\Bestand\Bachinger_2D_Schnitt_Deckenbereich_Lu_Pfos_D\Bachinger_2D_Schnitt_Deckenbereich_Lu_Pfo_D.anthem

Detailangaben zu der Bauteilkonstruktionseingabe

Elemente:

1. Schicht - Bez.: "NoName" Dicke= 1000

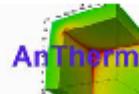
1. Raumzelle - (-2000, 0, 0) x (-1200, 680, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "11_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" R_s=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
2. Raumzelle - (-2000, 659,4969, 0) x (-749,7993, 710,0000, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "12_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" R_s=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
3. Raumzelle - (-2044,606, 610,0000, 0) x (-800, 660,5031, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "12_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" R_s=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
4. Raumzelle - (-2100, 560,0170, 0) x (-849,7993, 610,5201, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "12_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" R_s=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
5. Raumzelle - (-2147,069, 510,0000, 0) x (-896,8683, 560,5031, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "12_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" R_s=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
6. Raumzelle - (-2200, 461,7703, 0) x (-949,7993, 512,3734, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "12_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" R_s=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
7. Raumzelle - (-2243,943, 412,0000, 0) x (-993,7423, 462,5031, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "12_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" R_s=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
8. Raumzelle - (-2300, 365,0000, 0) x (-1049,7993, 415,5031, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "12_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" R_s=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
9. Raumzelle - (-2400, 267,2059, 0) x (-1149,7993, 317,7090, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "12_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" R_s=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
10. Raumzelle - (-2343,612, 315,0000, 0) x (-1093,4113, 365,5031, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "12_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" R_s=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
11. Raumzelle - (-1952,389, 710,0000, 0) x (-699,7993, 760,5031, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "12_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" R_s=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
12. Raumzelle - (-1900, 760,0000, 0) x (-649,7993, 810,5031, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "12_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" R_s=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
13. Raumzelle - (-1846,2, 810,0000, 0) x (-595,9993, 860,5031, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "12_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" R_s=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
14. Raumzelle - (-1800, 860,0000, 0) x (-549,7993, 910,5031, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "12_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" R_s=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
15. Raumzelle - (-1742,805, 910,0000, 0) x (-500, 960,5031, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "12_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" R_s=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
16. Raumzelle - (-1700, 960,2805, 0) x (-449,7993, 1010,0000, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "12_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" R_s=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
17. Raumzelle - (-1641,274, 1010,0000, 0) x (-400, 1060,000, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "12_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" R_s=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
18. Raumzelle - (-1600, 1060,000, 0) x (-349,7993, 1110, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "12_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" R_s=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
19. Raumzelle - (-2000, 1100, 0) x (-149,52180, 1400, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "13_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" R_s=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
20. Raumzelle - (-2000, 1310,000, 0) x (55,00000, 1610,000, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "14_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" R_s=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
21. Raumzelle - (-195, 1500, 0) x (162,00000, 1610,000, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "14_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" R_s=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
22. Raumzelle - (-2000, -1000, 0) x (-630, 0, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "2_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" R_s=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
23. Raumzelle - (30, 55, 0) x (2000, 1000, 1000) Raum: "08_Innen" Oberfläche: "11_Oben_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi" R_s=0,13 (α=7,692308) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
24. Raumzelle - (30, 1000, 0) x (2000, 1400, 1000) Raum: "08_Innen" Oberfläche: "12_Oben_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi" R_s=0,13 (α=7,692308) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
25. Raumzelle - (362,00000, 1400, 0) x (2000, 1600, 1000) Raum: "08_Innen" Oberfläche: "13_Oben_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi" R_s=0,13 (α=7,692308) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
26. Raumzelle - (30, -488, 0) x (2000, -1000, 1000) Raum: "08_Innen" Oberfläche: "Unten_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi" R_s=0,13 (α=7,692308) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
27. Baustoffzelle - (-452, 0, 0) x (0, 680, 1000) Bez.: "Wand_Trempel_1" λ=1,04 ρ=2500,000 c=0,208 (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
28. Baustoffzelle - (-200, 680, 0) x (0, 1050, 1000) Bez.: "Wand_Trempel_2" λ=1,04 ρ=2500,000 c=0,208 (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)

AnTherm - Heat & Vapour Transfer - Thermal Bridges- Walter,Udo,Klaus,Tomasz
 Copyright (c) 2003-2013 T.Kornicki Dienstleistungen in EDV & IT <http://www.kornicki.com>

1

Deckenbereich Luft

Technische Universität Graz
 Institut für Hochbau
 Lessingstraße 25, 8010 Graz
<http://www.tugraz.at/>



26.05.2014
 AnTherm: Walter, Udo, Klaus, Tomasz
 Version 7.120 2013.04.08
 (c) Kornicki, all rights reserved

Bachinger Bestand Schnitt Schüttung Luft

Datei:

C:\Users\student\Desktop\AnTherm\Bachinger\0526\Bestand\Bachinger_2D_Schnitt_Deckenbereich_Luft\Bachinger_2D_Schnitt_Deckenbereich_Luft.anthrm

Detailangaben zu der Bauteilkonstruktionseingabe

Elemente:

1. Schicht - Bez.: "NoName" Dicke= 1000

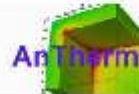
1. Raumzelle - (-2000, 0, 0) x (-800, 680, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "11_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" Rs=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
2. Raumzelle - (-2000, 665,7358, 0) x (-587,2073, 874,6432, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "12_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" Rs=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
3. Raumzelle - (-1956,373, 868,0805, 0) x (-543,5803, 924,6432, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "12_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" Rs=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
4. Raumzelle - (-1911,826, 914,6432, 0) x (-499,0333, 971,2059, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "12_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" Rs=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
5. Raumzelle - (-1861,091, 960,5591, 0) x (-448,2983, 1017,1218, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "12_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" Rs=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
6. Raumzelle - (-1814,069, 1005,8284, 0) x (-401,2763, 1062,3911, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "12_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" Rs=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
7. Raumzelle - (-1759,776, 1060,000, 0) x (-346,9833, 1116,5627, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "12_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" Rs=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
8. Raumzelle - (-2000, 1100, 0) x (12, 1400, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "13_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi" Rs=0,13 (α=7,692308) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
9. Raumzelle - (-2000, 1400, 0) x (200, 1610,000, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "14_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi" Rs=0,13 (α=7,692308) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
10. Raumzelle - (-2000, -1000, 0) x (-630, 0, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "2_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" Rs=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
11. Raumzelle - (30, 55, 0) x (2000, 1000, 1000) Raum: "08_Innen" Oberfläche: "11_Oben_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi" Rs=0,13 (α=7,692308) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
12. Raumzelle - (30, 1000, 0) x (2000, 1400, 1000) Raum: "08_Innen" Oberfläche: "12_Oben_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi" Rs=0,13 (α=7,692308) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
13. Raumzelle - (362,00000, 1400, 0) x (2000, 1600, 1000) Raum: "08_Innen" Oberfläche: "13_Oben_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi" Rs=0,13 (α=7,692308) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
14. Raumzelle - (30, -488, 0) x (2000, -1000, 1000) Raum: "08_Innen" Oberfläche: "Unten_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi" Rs=0,13 (α=7,692308) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
15. Baustoffzelle - (-452, 0, 0) x (0, 680, 1000) Bez.: "Wand_Trempel_1" λ=1,04 ρ=2500,000 c=0,208 (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
16. Baustoffzelle - (-200, 680, 0) x (0, 1050, 1000) Bez.: "Wand_Trempel_2" λ=1,04 ρ=2500,000 c=0,208 (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
17. Baustoffzelle - (-630, 0, 0) x (-300, -528, 1000) Bez.: "Wand_Unten_1" λ=1,04 ρ=2500,000 c=0,208 (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
18. Baustoffzelle - (-630, -1000, 0) x (0, -528, 1000) Bez.: "Wand_Unten_1" λ=1,04 ρ=2500,000 c=0,208 (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
19. Baustoffzelle - (-780, -750, 0) x (-630, -600, 1000) Bez.: "Wand_Außen_Gesimse_1" λ=1,04 ρ=2500,000 c=0,208 (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
20. Baustoffzelle - (-930, -600, 0) x (-630, -450, 1000) Bez.: "Wand_Außen_Gesimse_2" λ=1,04 ρ=2500,000 c=0,208 (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
21. Baustoffzelle - (-1080, -450, 0) x (-630, -300, 1000) Bez.: "Wand_Außen_Gesimse_3" λ=1,04 ρ=2500,000 c=0,208 (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
22. Baustoffzelle - (-1230, -300, 0) x (-630, -150, 1000) Bez.: "Wand_Außen_Gesimse_4" λ=1,04 ρ=2500,000 c=0,208 (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
23. Baustoffzelle - (-1380, -150, 0) x (-630, 0, 1000) Bez.: "Wand_Außen_Gesimse_5" λ=1,04 ρ=2500,000 c=0,208 (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
24. Baustoffzelle - (0, 55, 0) x (30, 1100, 1000) Bez.: "Putz_Innen_Oben" λ=0,81 ρ=2500,000 c=0,208 (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
25. Baustoffzelle - (0, -488, 0) x (30, -1000, 1000) Bez.: "Putz_Innen_Unten_Wand" λ=0,81 ρ=2500,000 c=0,208 (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
26. Baustoffzelle - (0, -488, 0) x (2000, -468, 1000) Bez.: "Putz_Innen_Unten_Decke" λ=0,81 ρ=2500,000 c=0,208 (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
27. Baustoffzelle - (0, -453, 0) x (2000, -468, 1000) Bez.: "Schilff_Decke" λ=0,094 ρ=2500,000 c=0,208 (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
28. Baustoffzelle - (0, -453, 0) x (2000, -428, 1000) Bez.: "Holz_Decke_Vollschalung" λ=0,21 ρ=2500,000 c=0,208 (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)

AnTherm - Heat & Vapour Transfer -Thermal Bridges- Walter,Udo,Klaus,Tomasz
 Copyright (c) 2003-2013 T.Kornicki Dienstleistungen in EDV & IT <http://www.kornicki.com>

1

Deckenbereich Träger

Technische Universität Graz
 Institut für Hochbau
 Lessingstraße 25, 8010 Graz
<http://www.tugraz.at/>



26.05.2014
 AnTherm: Walter, Udo, Klaus, Tomasz
 Version 7.120 2013.04.08
 (c) Kornicki, all rights reserved

Bachinger Bestand Schnitt Schüttung Träger

Datei:

C:\Users\student\Desktop\AnTherm\Bachinger\0526\Bestand\Bachinger_2D_Schnitt_Deckenbereich_Träger\Bachinger_2D_Schnitt_Deckenbereich_Träger.antherm

Detailangaben zu der Bauteilkonstruktionseingabe

Elemente:

1. Schicht - Bez.: "NoName" Dicke= 1000

1. Raumzelle - (-2000, 0, 0) x (-728,2953, 680, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "11_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" R_s=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
2. Raumzelle - (-2000, 680, 0) x (-748,2953, 722,1321, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "12_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" R_s=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
3. Raumzelle - (-1946,104, 716,2330, 0) x (-694,3993, 764,1556, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "12_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" R_s=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
4. Raumzelle - (-1900, 762,1321, 0) x (-648,2603, 810,0000, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "12_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" R_s=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
5. Raumzelle - (-1850,257, 804,1556, 0) x (-598,2603, 860,0000, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "12_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" R_s=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
6. Raumzelle - (-1800, 860,0000, 0) x (-546,847, 910,0000, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "12_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" R_s=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
7. Raumzelle - (-1750,243, 910,0000, 0) x (-496,8470, 961,3791, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "12_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" R_s=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
8. Raumzelle - (-1700, 961,3791, 0) x (-448,2953, 1010,0000, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "12_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" R_s=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
9. Raumzelle - (-1649,188, 1010,0000, 0) x (-397,4833, 1060,0000, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "12_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" R_s=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
10. Raumzelle - (-1600, 1060,0000, 0) x (-348,2953, 1110, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "12_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" R_s=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
11. Raumzelle - (-2000, 1110, 0) x (-284,5218, 1160,0000, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "13_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" R_s=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
12. Raumzelle - (-1963,669, 1160,0000, 0) x (-248,1908, 1210,0000, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "13_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" R_s=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
13. Raumzelle - (-1912,72, 1210,0000, 0) x (-197,2418, 1260,0000, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "13_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" R_s=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
14. Raumzelle - (-1864,955, 1260,0000, 0) x (-149,4768, 1310,0000, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "13_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" R_s=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
15. Raumzelle - (-1810,821, 1310,0000, 0) x (-95,3428, 1360,0000, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "13_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" R_s=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
16. Raumzelle - (-1761,995, 1360,0000, 0) x (-46,5168, 1410,0000, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "13_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" R_s=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
17. Raumzelle - (-2000, 1400, 0) x (200, 1610,0000, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "14_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" R_s=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
18. Raumzelle - (-2000, -1000, 0) x (-630, 0, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "3_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" R_s=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
19. Raumzelle - (30, 55, 0) x (2000, 1000, 1000) Raum: "08_Innen" Oberfläche: "11_Oben_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi" R_s=0,13 (α=7,692308) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
20. Raumzelle - (30, 1000, 0) x (2000, 1400, 1000) Raum: "08_Innen" Oberfläche: "12_Oben_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi" R_s=0,13 (α=7,692308) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
21. Raumzelle - (362,00000, 1400, 0) x (2000, 1600, 1000) Raum: "08_Innen" Oberfläche: "13_Oben_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi" R_s=0,13 (α=7,692308) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
22. Raumzelle - (30, -488, 0) x (2000, -1000, 1000) Raum: "08_Innen" Oberfläche: "Unten_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi" R_s=0,13 (α=7,692308) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
23. Baustoffzelle - (-452, 0, 0) x (0, 680, 1000) Bez.: "Wand_Trempel_1" λ=1,04 ρ=2500,000 c=0,208 (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
24. Baustoffzelle - (-200, 680, 0) x (0, 1050, 1000) Bez.: "Wand_Trempel_2" λ=1,04 ρ=2500,000 c=0,208 (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
25. Baustoffzelle - (-630, 0, 0) x (-300, -528, 1000) Bez.: "Wand_Unten_1" λ=1,04 ρ=2500,000 c=0,208 (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
26. Baustoffzelle - (-630, -1000, 0) x (0, -528, 1000) Bez.: "Wand_Unten_1" λ=1,04 ρ=2500,000 c=0,208 (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
27. Baustoffzelle - (-780, -750, 0) x (-630, -600, 1000) Bez.: "Wand_Außen_Gesimse_1" λ=1,04 ρ=2500,000 c=0,208 (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
28. Baustoffzelle - (-930, -600, 0) x (-630, -450, 1000) Bez.: "Wand_Außen_Gesimse_2" λ=1,04 ρ=2500,000 c=0,208 (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)

Dachbereich Pfosten Sparren

Technische Universität Graz
 Institut für Hochbau
 Lessingstraße 25, 8010 Graz
<http://www.tugraz.at/>



26.05.2014
 AnTherm: Walter, Udo, Klaus, Tomasz
 Version 7.120 2013.04.08
 (c) Kornicki, all rights reserved

Bachinger Bestand H-Schnitt Trempel

Datei:

C:\Users\student\Desktop\AnTherm\Bachinger\0526\Bestand\Bachinger_2D_Wand_Dachbereich_PfostenSparren\Bachinger_2D_Wand_Dachbereich_PfostenSparren.antherm

Detailangaben zu der Bauteilkonstruktionseingabe

Elemente:

1. Schicht - Bez.: "NoName" Dicke= 1000

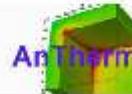
1. Raumzelle - (-1000, 0, 0) x (-600, 1000, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" R_s=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
2. Raumzelle - (30, 0, 0) x (500, 1000, 1000) Raum: "08_Innen" Oberfläche: "EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi" R_s=0,13 (α=7,692308) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
3. Baustoffzelle - (-200, 0, 0) x (0, 1000, 1000) Bez.: "Wand_1" λ=1,04 ρ=2500,000 c=0,208 (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
4. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (30, 1000, 1000) Bez.: "Putz_Innen" λ=0,81 ρ=2500,000 c=0,208 (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
5. Baustoffzelle - (-340, 570, 0) x (-540, 1000, 1000) Bez.: "Luftschicht_1a" λ=1,8 ρ=2500,000 c=0,208 (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
6. Baustoffzelle - (-540, 0, 0) x (-585, 1000, 1000) Bez.: "Luftschicht_1c" λ=1,8 ρ=2500,000 c=0,208 (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
7. Baustoffzelle - (-340, 320, 0) x (-540,0000, 0, 1000) Bez.: "Luftschicht_1b" λ=1,8 ρ=2500,000 c=0,208 (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
8. Baustoffzelle - (-540, 430, 0) x (1000, 570, 1000) Bez.: "Holz_Posten_Durchstoß" λ=0,15 ρ=2500,000 c=0,208 (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
9. Baustoffzelle - (-585, 0, 0) x (-600, 1000, 1000) Bez.: "Dachziegel_Pieberschw" λ=2,0 ρ=2500,000 c=0,208 (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
10. Baustoffzelle - (-340, 320, 0) x (-540, 460, 1000) Bez.: "Holz_Sparren_" λ=0,15 ρ=2500,000 c=0,208 (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
11. Baustoffzelle - (-200, 0, 0) x (-340, 1000, 1000) Bez.: "Holz_Posten_Auflager" λ=0,15 ρ=2500,000 c=0,208 (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)

Räume:

07_Aussen
 08_Innen

Wärmequellen:

Technische Universität Graz
 Institut für Hochbau
 Lessingstraße 25, 8010 Graz
<http://www.tugraz.at/>



26.05.2014
 AnTherm: Walter, Udo, Klaus, Tomasz
 Version 7.120 2013.04.08
 (c) Kornicki, all rights reserved

Bachinger Bestand H-Schnitt Dach Sparren

Datei:

C:\Users\student\Desktop\AnTherm\Bachinger\0526\Bestand\Bachinger_2D_Wand_Dachbereich_SparrenDämmung\Bachinger_2D_Wand_Dachbereich_SparrenDämmung.anthrm

Detailangaben zu der Bauteilkonstruktionseingabe

Elemente :

1. Schicht - Bez.: "NoName" Dicke= 1000

1. Raumzelle - (-500, 0, 0) x (-100,0000, 1000,00000, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" $R_s=0,04$ ($\alpha=25$) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
2. Raumzelle - (190,00000, 0, 0) x (660,00000, 1000,00000, 1000) Raum: "08_Innen" Oberfläche: "EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi" $R_s=0,13$ ($\alpha=7,692308$) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
3. Baustoffzelle - (160,00000, 0, 0) x (202,00000, 1000, 1000) Bez.: "Vollschalung" $\lambda=0,15$ $\rho=2500,000$ $c=0,208$ (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
4. Baustoffzelle - (202, 0, 0) x (222, 1000, 1000) Bez.: "Schilffroh" $\lambda=0,094$ $\rho=2500,000$ $c=0,208$ (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
5. Baustoffzelle - (222, 0, 0) x (264, 1000, 1000) Bez.: "Putz_Dachschräge" $\lambda=0,81$ $\rho=2500,000$ $c=0,208$ (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
6. Baustoffzelle - (-40, 570, 0) x (50, 1000,0000, 1000) Bez.: "Luftschicht_1a" $\lambda=1,8$ $\rho=2500,000$ $c=0,208$ (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
7. Baustoffzelle - (-40, 0, 0) x (-85, 1000, 1000) Bez.: "Luftschicht_1c" $\lambda=1,8$ $\rho=2500,000$ $c=0,208$ (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
8. Baustoffzelle - (-40, 430, 0) x (50, 0, 1000) Bez.: "Luftschicht_1b" $\lambda=1,8$ $\rho=2500,000$ $c=0,208$ (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
9. Baustoffzelle - (50, 430, 0) x (160,00000, 0, 1000) Bez.: "Dämmung_1b" $\lambda=0,04$ $\rho=2500,000$ $c=0,208$ (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
10. Baustoffzelle - (50, 570, 0) x (160, 1000, 1000) Bez.: "Dämmung_1a" $\lambda=0,04$ $\rho=2500,000$ $c=0,208$ (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
11. Baustoffzelle - (-85, 0, 0) x (-100, 1000, 1000) Bez.: "Dachziegel_Pieberschw" $\lambda=2,0$ $\rho=2500,000$ $c=0,208$ (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
12. Baustoffzelle - (-40, 430, 0) x (160,00000, 570, 1000) Bez.: "Holz_Sparren_" $\lambda=0,15$ $\rho=2500,000$ $c=0,208$ (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)

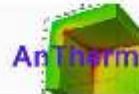
Räume :

- 07_Aussen
- 08_Innen

Wärmequellen :

Deckenbereich Pfosten

Technische Universität Graz
 Institut für Hochbau
 Lessingstraße 25, 8010 Graz
<http://www.tugraz.at/>



26.05.2014
 AnTherm:Walter,Udo,Klaus,Tomasz
 Version 7.120 2013.04.08
 (c) Kornicki, all rights reserved

Bachinger Bestand H-Schnitt Trempel Pfosten

Datei:

C:\Users\student\Desktop\Antherm\Bachinger\0526\Bestand\Bachinger_2D_Wand_Deckenbereich_Pfosten\Bachinger_2D_Wand_Deckenbereich_Pfosten.antherm

Detailangaben zu der Bauteilkonstruktionseingabe

Elemente:

1. Schicht - Bez.: "NoName" Dicke= 1000

1. Raumzelle - (-1000, 0, 0) x (-452, 1000, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" R_s=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
2. Raumzelle - (30, 0, 0) x (500, 1000, 1000) Raum: "08_Innen" Oberfläche: "EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi" R_s=0,13 (α=7,692308) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
3. Baustoffzelle - (-452, 0, 0) x (0, 1000, 1000) Bez.: "Wand_1" λ=1,04 ρ=2500,000 c=0,208 (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
4. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (30, 1000, 1000) Bez.: "Putz_Innen" λ=0,81 ρ=2500,000 c=0,208 (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
5. Baustoffzelle - (-1000, 425, 0) x (1000, 575, 1000) Bez.: "Holz_Posten_Durchstoß" λ=0,15 ρ=2500,000 c=0,208 (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)

Räume:

07_Aussen
 08_Innen

Wärmequellen:

Deckenbereich UK

Technische Universität Graz
 Institut für Hochbau
 Lessingstraße 25, 8010 Graz
<http://www.tugraz.at/>



26.05.2014
 AnTherm:Walter,Udo,Klaus,Tomasz
 Version 7.120 2013.04.08
 (c) Kornicki, all rights reserved

Bachinger Bestand H-Schnitt Unterkonstruktion

Datei:

C:\Users\student\Desktop\AnTherm\Bachinger\0526\Bestand\Bachinger_2D_Wand_Deckenbereich_UK\Bachinger_2D_Wand_Deckenbereich_UK.antherm

Detailangaben zu der Bauteilkonstruktionseingabe

Elemente :

1. Schicht - Bez.: "NoName" Dicke= 1000

1. Raumzelle - (-1000, 0, 0) x (-1500, 1000, 1000) Raum: "07_Aussen" Oberfläche: "EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" Rs=0,04 (α=25) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
2. Raumzelle - (30, 0, 0) x (500, 1000, 1000) Raum: "08_Innen" Oberfläche: "EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi" Rs=0,13 (α=7,692308) (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
3. Baustoffzelle - (-630, 0, 0) x (-300, 1000, 1000) Bez.: "Wand_1" λ=1,04 ρ=2500,000 c=0,208 (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
4. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (30, 1000, 1000) Bez.: "Putz_Innen" λ=0,81 ρ=2500,000 c=0,208 (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
5. Baustoffzelle - (-630, 0, 0) x (-670, 1000, 1000) Bez.: "Putz_Außen" λ=0,81 ρ=2500,000 c=0,208 (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
6. Baustoffzelle - (-300, 0, 0) x (-250, 1000, 1000) Bez.: "Luftschicht_1" λ=0,2 (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
7. Baustoffzelle - (-50, 0, 0) x (0, 1000, 1000) Bez.: "Luftschicht_2" λ=0,2 ρ=2500,000 c=0,208 (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
8. Baustoffzelle - (-50, 0, 0) x (-250, 1000, 1000) Bez.: "UK_Holz" λ=0,15 ρ=2500,000 c=0,208 (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)
9. Baustoffzelle - (-670, 0, 0) x (-1000, 1000, 1000) Bez.: "Wand_Außen_Gesimse" λ=1,04 ρ=2500,000 c=0,208 (Gruppen: NoName/Bauteil 0; NoName; Bauteil 0)

Räume :

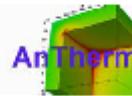
07_Aussen
 08_Innen

Wärmequellen :

Anhang: „G“; G2: Bauteilberichte 2D

Deckenbereich Lu Pfo

Technische Universität Graz
 Institut für Hochbau
 Lessingstraße 25, 8010 Graz
<http://www.tugraz.at/>



26.05.2014
 AnTherm:Walter,Udo,Klaus,Tomasz
 Version 7.120.2013.04.08
 (c) Kornicki, all rights reserved

Bachinger Bestand Schnitt Schüttung/Pfosten

Datei:

C:\Users\student\Desktop\AnTherm\Bachinger\0526\Bestand\Bachinger_2D_Schnitt_Deckenbereich_Lu_Pfos_D\Bachinger_2D_Schnitt_Deckenbereich_Lu_Pfo_D.anthem

Angaben zur Modellierung der Bauteilkonstruktion

Räume :

Raumbez.: 07_Aussen

Rs=0,0400 m²K/W : 11_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse
 Rs=0,0400 m²K/W : 12_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse
 Rs=0,0400 m²K/W : 13_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse
 Rs=0,0400 m²K/W : 14_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse
 Rs=0,0400 m²K/W : 2_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse

Raumbez.: 08_Innen

Rs=0,1300 m²K/W : 11_Oben_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi
 Rs=0,1300 m²K/W : 12_Oben_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi
 Rs=0,1300 m²K/W : 13_Oben_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi
 Rs=0,1300 m²K/W : Unten_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi

Wärmequellen : keine

Baustoffe :

λ= 0,094 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Dach_Schilffrohr
 λ= 0,15 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Dach_Verschalung
 λ= 2 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Dach_Ziegel_1
 λ= 2 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Dach_Ziegel_2
 λ= 0,04 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Dämmung_1
 λ= 0,15 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Holz_Decke_Polster_1
 λ= 0,15 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Holz_Decke_Polster_2
 λ= 0,15 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Holz_Decke_Polster_3
 λ= 0,21 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Holz_Decke_Vollschalung
 λ= 0,15 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Holz_Posten
 λ= 0,15 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Holz_Posten_2
 λ= 0,15 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Holz_Posten_Quer_1
 λ= 0,15 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Holz_Posten_Quer_2
 λ= 0,15 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Holz_UK
 λ= 0,2 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Luftschicht_1
 λ= 0,2 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Luftschicht_2
 λ= 0,2 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Luftschicht_3
 λ= 1,8 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Luftschicht_4
 λ= 0,81 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Putz_Dachschräge
 λ= 0,81 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Putz_Innen_Oben
 λ= 0,81 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Putz_Innen_Unten_Decke
 λ= 0,81 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Putz_Innen_Unten_Wand
 λ= 0,094 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Schilff_Decke
 λ= 0,21 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Schüzzung_Decke_1
 λ= 1,04 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Wand_Außen_Gesimse_2
 λ= 1,04 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Wand_Außen_Gesimse_3
 λ= 1,04 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Wand_Außen_Gesimse_4
 λ= 1,04 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Wand_Außen_Gesimse_5
 λ= 1,04 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Wand_Trempel_1
 λ= 1,04 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Wand_Trempel_2
 λ= 1,04 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Wand_Unten_1

Schichtaufbauten und U-Wert Berechnungen

07_Aussen <-> 08_Innen @ BottomBack: (-630, -1000, 0) x (30, -1000, 0)

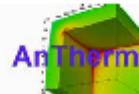
Baustoff / Oberfläche	λ [W/mK]	d [mm]	Rs [m ² K/W]	α [W/m ² K]	R [m ² K/W]	Raum
-----------------------	-------------	-----------	----------------------------	---------------------------	---------------------------	------

AnTherm - Heat & Vapour Transfer - Thermal Bridges- Walter,Udo,Klaus,Tomasz
 Copyright (c) 2003-2013 T.Kornicki Dienstleistungen in EDV & IT <http://www.kornicki.com>

1

Deckenbereich Luft

Technische Universität Graz
 Institut für Hochbau
 Lessingstraße 25, 8010 Graz
<http://www.tugraz.at/>



26.05.2014
 AnTherm:Walter,Udo,Klaus,Tomasz
 Version 7.120 2013.04.08
 (c) Kornicki, all rights reserved

Bachinger Bestand Schnitt Schüttung Luft

Datei:

C:\Users\student\Desktop\AnTherm\Bachinger\0526\Bestand\Bachinger_2D_Schnitt_Deckenbereich_Luft\Bachinger_2D_Schnitt_Deckenbereich_Luft.anthrm

Angaben zur Modellierung der Bauteilkonstruktion

Räume :

Raumbez.: 07_Aussen

Rs=0,0400 m²K/W : 11_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse
 Rs=0,0400 m²K/W : 12_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse
 Rs=0,0400 m²K/W : 13_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse
 Rs=0,0400 m²K/W : 14_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse
 Rs=0,0400 m²K/W : 2_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse

Raumbez.: 08_Innen

Rs=0,1300 m²K/W : 11_Oben_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi
 Rs=0,1300 m²K/W : 12_Oben_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi
 Rs=0,1300 m²K/W : 13_Oben_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi
 Rs=0,1300 m²K/W : Unten_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi

Wärmequellen : keine

Baustoffe :

λ= 0,094 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Dach_Schilffrohr
 λ= 0,15 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Dach_Verschalung
 λ= 2 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Dach_Ziegel_1
 λ= 2 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Dach_Ziegel_2
 λ= 0,04 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Dämmung_1
 λ= 0,21 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Holz_Boden_Stülpchalung
 λ= 0,15 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Holz_Boden_Vollschalung
 λ= 0,15 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Holz_Decke_Polster_1
 λ= 0,15 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Holz_Decke_Polster_2
 λ= 0,15 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Holz_Decke_Polster_3
 λ= 0,21 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Holz_Decke_Vollschalung
 λ= 0,15 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Holz_Posten
 λ= 0,15 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Holz_UK
 λ= 0,2 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Luftschicht_1
 λ= 0,2 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Luftschicht_2
 λ= 0,2 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Luftschicht_3
 λ= 1,8 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Luftschicht_4
 λ= 0,81 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Putz_Dachschräge
 λ= 0,81 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Putz_Innen_Oben
 λ= 0,81 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Putz_Innen_Unten_Decke
 λ= 0,81 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Putz_Innen_Unten_Wand
 λ= 1 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : PVC_Boden_Vollschalung
 λ= 0,094 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Schilff Decke
 λ= 0,21 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Schüzzung_Decke_1
 λ= 1,04 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Wand_Außen_Gesimse_1
 λ= 1,04 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Wand_Außen_Gesimse_2
 λ= 1,04 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Wand_Außen_Gesimse_3
 λ= 1,04 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Wand_Außen_Gesimse_4
 λ= 1,04 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Wand_Außen_Gesimse_5
 λ= 1,04 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Wand_Trempel_1
 λ= 1,04 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Wand_Trempel_2
 λ= 1,04 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Wand_Unten_1

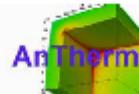
Schichtaufbauten und U-Wert Berechnungen

AnTherm - Heat & Vapour Transfer -Thermal Bridges- Walter,Udo,Klaus,Tomasz
 Copyright (c) 2003-2013 T.Kornicki Dienstleistungen in EDV & IT <http://www.kornicki.com>

1

Deckenbereich Träger

Technische Universität Graz
 Institut für Hochbau
 Lessingstraße 25, 8010 Graz
<http://www.tugraz.at/>



26.05.2014
 AnTherm:Walter,Udo,Klaus,Tomasz
 Version 7.120 2013.04.08
 (c) Kornicki, all rights reserved

Bachinger Bestand Schnitt Schüttung Träger

Datei:

C:\Users\student\Desktop\AnTherm\Bachinger\0526\Bestand\Bachinger_2D_Schnitt_Deckenbereich_Träger\Bachinger_2D_Schnitt_Deckenbereich_Träger.antherm

Angaben zur Modellierung der Bauteilkonstruktion

Räume :

Raumbez.: 07_Aussen

Rs=0,0400 m²K/W : 11_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse
 Rs=0,0400 m²K/W : 12_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse
 Rs=0,0400 m²K/W : 13_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse
 Rs=0,0400 m²K/W : 14_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse
 Rs=0,0400 m²K/W : 2_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse

Raumbez.: 08_Innen

Rs=0,1300 m²K/W : 11_Oben_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi
 Rs=0,1300 m²K/W : 12_Oben_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi
 Rs=0,1300 m²K/W : 13_Oben_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi
 Rs=0,1300 m²K/W : Unten_EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi

Wärmequellen : keine

Baustoffe :

λ= 0,094 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Dach_Schilffroh
 λ= 0,15 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Dach_Verschalung
 λ= 2 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Dach_Ziegel_1
 λ= 2 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Dach_Ziegel_2
 λ= 0,04 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Dämmung_1
 λ= 0,21 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Holz_Boden_Stülpchalung
 λ= 0,15 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Holz_Boden_Vollchalung
 λ= 0,21 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Holz_Decke_Vollchalung
 λ= 0,15 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Holz_Posten
 λ= 0,15 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Holz_UK
 λ= 0,2 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Luftschicht_1
 λ= 0,2 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Luftschicht_2
 λ= 0,2 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Luftschicht_3
 λ= 1,8 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Luftschicht_4
 λ= 0,81 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Putz_Dachschräge
 λ= 0,81 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Putz_Innen_Oben
 λ= 0,81 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Putz_Innen_Unten_Decke
 λ= 0,81 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Putz_Innen_Unten_Wand
 λ= 1 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : PVC_Boden_Vollchalung
 λ= 0,094 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Schilff_Decke
 λ= 50 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Träger_StahlSchüzzung_Decke_1
 λ= 1,04 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Wand_Außen_Gesimse_1
 λ= 1,04 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Wand_Außen_Gesimse_2
 λ= 1,04 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Wand_Außen_Gesimse_3
 λ= 1,04 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Wand_Außen_Gesimse_4
 λ= 1,04 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Wand_Außen_Gesimse_5
 λ= 1,04 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Wand_Trempel_1
 λ= 1,04 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Wand_Trempel_2
 λ= 1,04 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Wand_Unten_1

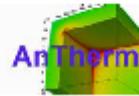
Schichtaufbauten und U-Wert Berechnungen

07_Aussen <-> 08_Innen @ BottomBack: (-630, -1000, 0) x (30, -1000, 0)

Baustoff / Oberfläche	λ [W/mK]	d [mm]	Rs [m²K/W]	α [W/m²K]	R [m²K/W] Raum
-----------------------	-------------	-----------	---------------	--------------	-------------------

Dachbereich Pfosten Sparren

Technische Universität Graz
 Institut für Hochbau
 Lessingstraße 25, 8010 Graz
<http://www.tugraz.at/>



26.05.2014
 AnTherm:Walter,Udo,Klaus,Tomasz
 Version 7.120 2013.04.08
 (c) Kornicki, all rights reserved

Bachinger Bestand H-Schnitt Trempel

Datei:

C:\Users\student\Desktop\AnTherm\Bachinger\0526.Bestand\Bachinger_2D_Wand_Dachbereich_PfostenSparren\Bachinger_2D_Wand_Dachbereich_PfostenSparren.antherm

Angaben zur Modellierung der Bauteilkonstruktion

Räume :

Raumbez.: 07_Aussen
 $R_s=0,0400 \text{ m}^2\text{K/W}$: EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse
 Raumbez.: 08_Innen
 $R_s=0,1300 \text{ m}^2\text{K/W}$: EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi

Wärmequellen : keine

Baustoffe :

$\lambda=2,0 \text{ W/(m K)}$ $\rho=2500,000 \text{ kg/m}^3$ $c=0,208 \text{ kJ/(kg K)}$: Dachziegel_Pieberschw
 $\lambda=0,15 \text{ W/(m K)}$ $\rho=2500,000 \text{ kg/m}^3$ $c=0,208 \text{ kJ/(kg K)}$: Holz_Posten_Auflager
 $\lambda=0,15 \text{ W/(m K)}$ $\rho=2500,000 \text{ kg/m}^3$ $c=0,208 \text{ kJ/(kg K)}$: Holz_Posten_Durchstoß
 $\lambda=0,15 \text{ W/(m K)}$ $\rho=2500,000 \text{ kg/m}^3$ $c=0,208 \text{ kJ/(kg K)}$: Holz_Sparren_
 $\lambda=1,8 \text{ W/(m K)}$ $\rho=2500,000 \text{ kg/m}^3$ $c=0,208 \text{ kJ/(kg K)}$: Luftschicht_1a
 $\lambda=1,8 \text{ W/(m K)}$ $\rho=2500,000 \text{ kg/m}^3$ $c=0,208 \text{ kJ/(kg K)}$: Luftschicht_1b
 $\lambda=1,8 \text{ W/(m K)}$ $\rho=2500,000 \text{ kg/m}^3$ $c=0,208 \text{ kJ/(kg K)}$: Luftschicht_1c
 $\lambda=0,81 \text{ W/(m K)}$ $\rho=2500,000 \text{ kg/m}^3$ $c=0,208 \text{ kJ/(kg K)}$: Putz_Innen
 $\lambda=1,04 \text{ W/(m K)}$ $\rho=2500,000 \text{ kg/m}^3$ $c=0,208 \text{ kJ/(kg K)}$: Wand_1

Schichtaufbauten und U-Wert Berechnungen

07_Aussen <-> 08_Innen @ BottomBack: (-600, 0, 0) x (30, 0, 0)

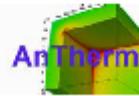
Baustoff / Oberfläche	λ [W/mK]	d [mm]	R_s [m ² K/W]	α [W/m ² K]	R [m ² K/W]	Raum
07_Aussen/EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse			0.0400	25.0000	0.0400	07_Aussen
Dachziegel_Pieberschw	2.0000	15.0000			0.0075	
Luftschicht_1c	1.8000	45.0000			0.0250	
Luftschicht_1b	1.8000	200.0000			0.1111	
Holz_Posten_Auflager	0.1500	140.0000			0.9333	
Wand_1	1.0400	200.0000			0.1923	
Putz_Innen	0.8100	30.0000			0.0370	
08_Innen/EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi			0.1300	7.6923	0.1300	08_Innen
630.0000			U-Wert:	0.6774 [W/m²K]		

07_Aussen <-> 08_Innen @ TopBack: (-600, 1000, 0) x (30, 1000, 0)

Baustoff / Oberfläche	λ [W/mK]	d [mm]	R_s [m ² K/W]	α [W/m ² K]	R [m ² K/W]	Raum
07_Aussen/EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse			0.0400	25.0000	0.0400	07_Aussen
Dachziegel_Pieberschw	2.0000	15.0000			0.0075	
Luftschicht_1c	1.8000	45.0000			0.0250	
Luftschicht_1a	1.8000	200.0000			0.1111	
Holz_Posten_Auflager	0.1500	140.0000			0.9333	
Wand_1	1.0400	200.0000			0.1923	
Putz_Innen	0.8100	30.0000			0.0370	
08_Innen/EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi			0.1300	7.6923	0.1300	08_Innen
630.0000			U-Wert:	0.6774 [W/m²K]		

Dachbereich Dämmung

Technische Universität Graz
 Institut für Hochbau
 Lessingstraße 25, 8010 Graz
<http://www.tugraz.at/>



26.05.2014
 AnTherm:Walter,Udo,Klaus,Tomasz
 Version 7.120 2013.04.08
 (c) Kornicki, all rights reserved

Bachinger Bestand H-Schnitt Dach Sparren

Datei:

C:\Users\student\Desktop\AnTherm\Bachinger\0526\Bestand\Bachinger_2D_Wand_Dachbereich_SparrenDämmung\Bachinger_2D_Wand_Dachbereich_SparrenDämmung.anthrm

Angaben zur Modellierung der Bauteilkonstruktion

Räume :

Raumbez.: 07_Aussen

Rs=0,0400 m²K/W : EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse

Raumbez.: 08_Innen

Rs=0,1300 m²K/W : EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi

Wärmequellen : keine

Baustoffe :

λ= 2,0 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Dachziegel_Pieberschw
 λ= 0,04 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Dämmung_1a
 λ= 0,04 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Dämmung_1b
 λ= 0,15 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Holz_Sparren_
 λ= 1,8 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Luftschicht_1a
 λ= 1,8 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Luftschicht_1b
 λ= 1,8 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Luftschicht_1c
 λ= 0,81 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Putz_Dachschräge
 λ= 0,094 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Schilffrohr
 λ= 0,15 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Vollschalung

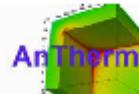
Schichtaufbauten und U-Wert Berechnungen

07_Aussen <-> 08_Innen @ BottomBack: (-100, 0, 0) x (264, 0, 0)

Baustoff / Oberfläche	λ [W/mK]	d [mm]	Rs [m²K/W]	α [W/m²K]	R [m²K/W]	Raum
07_Aussen/EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse			0.0400	25.0000	0.0400	07_Aussen
Dachziegel_Pieberschw	2.0000	15.0000			0.0075	
Luftschicht_1c	1.8000	45.0000			0.0250	
Luftschicht_1b	1.8000	90.0000			0.0500	
Dämmung_1b	0.0400	110.0000			2.7500	
Vollschalung	0.1500	42.0000			0.2800	
Schilffrohr	0.0940	20.0000			0.2128	
Putz_Dachschräge	0.8100	42.0000			0.0519	
08_Innen/EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi			0.1300	7.6923	0.1300	08_Innen
		364.0000	U-Wert:	0.2819	[W/m²K]	

Deckenbereich Pfosten

Technische Universität Graz
 Institut für Hochbau
 Lessingstraße 25, 8010 Graz
<http://www.tugraz.at/>



26.05.2014
 AnTherm:Walter,Udo,Klaus,Tomasz
 Version 7.120 2013.04.08
 (c) Kornicki, all rights reserved

Bachinger Bestand H-Schnitt Trempel Pfosten

Datei:

C:\Users\student\Desktop\Antherm\Bachinger\0526\Bestand\Bachinger_2D_Wand_Deckenbereich_Pfosten\Bachinger_2D_Wand_Deckenbereich_Pfosten.atherm

Angaben zur Modellierung der Bauteilkonstruktion

Räume :

Raumbez.: 07_Aussen
 Rs=0,0400 m²K/W : EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse
 Raumbez.: 08_Innen
 Rs=0,1300 m²K/W : EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi

Wärmequellen : keine

Baustoffe :

λ= 0,15 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Holz_Posten_Durchstoß
 λ= 0,81 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Putz_Innen
 λ= 1,04 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Wand_1

Schichtaufbauten und U-Wert Berechnungen

07_Aussen <-> 08_Innen @ BottomBack: (-452, 0, 0) x (30, 0, 0)

Baustoff / Oberfläche	λ [W/mK]	d [mm]	Rs [m²K/W]	α [W/m²K]	R [m²K/W]	Raum
07_Aussen/EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated)			0.0400	25.0000	0.0400	07_Aussen
Rse						
Wand_1	1.0400	452.0000			0.4346	
Putz_Innen	0.8100	30.0000			0.0370	
08_Innen/EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated)			0.1300	7.6923	0.1300	08_Innen
Rsi						
	482.0000		U-Wert:	1.5585	[W/m²K]	

07_Aussen <-> 08_Innen @ TopBack: (-452, 1000, 0) x (30, 1000, 0)

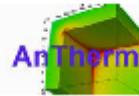
Baustoff / Oberfläche	λ [W/mK]	d [mm]	Rs [m²K/W]	α [W/m²K]	R [m²K/W]	Raum
07_Aussen/EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated)			0.0400	25.0000	0.0400	07_Aussen
Rse						
Wand_1	1.0400	452.0000			0.4346	
Putz_Innen	0.8100	30.0000			0.0370	
08_Innen/EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated)			0.1300	7.6923	0.1300	08_Innen
Rsi						
	482.0000		U-Wert:	1.5585	[W/m²K]	

07_Aussen <-> 07_Aussen @ BackLeft: (-1000, 575, 0) x (-1000, 425, 0)

Baustoff / Oberfläche	λ [W/mK]	d [mm]	Rs [m²K/W]	α [W/m²K]	R [m²K/W]	Raum
07_Aussen/EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated)			0.0400	25.0000	0.0400	07_Aussen
Rse						
Holz_Posten_Durchstoß	0.1500	150.0000			1.0000	
07_Aussen/EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated)			0.0400	25.0000	0.0400	07_Aussen
Rse						
	150.0000		U-Wert:	0.9259	[W/m²K]	

Deckenbereich UK

Technische Universität Graz
 Institut für Hochbau
 Lessingstraße 25, 8010 Graz
<http://www.tugraz.at/>



26.05.2014
 AnTherm:Walter,Udo,Klaus,Tomasz
 Version 7.120 2013.04.08
 (c) Kornicki, all rights reserved

Bachinger Bestand H-Schnitt Unterkonstruktion

Datei:

C:\Users\student\Desktop\AnTherm\Bachinger\0526\Bestand\Bachinger_2D_Wand_Deckenbereich_UK\Bachinger_2D_Wand_Deckenbereich_UK.anthrm

Angaben zur Modellierung der Bauteilkonstruktion

Räume :

Raumbez.: 07_Aussen
 Rs=0,0400 m²K/W : EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse
 Raumbez.: 08_Innen
 Rs=0,1300 m²K/W : EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi

Wärmequellen : keine

Baustoffe :

λ= 0,2 W/(m K) : Luftschicht_1
 λ= 0,2 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Luftschicht_2
 λ= 0,81 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Putz_Außen
 λ= 0,81 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Putz_Innen
 λ= 0,15 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : UK_Holz
 λ= 1,04 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Wand_1
 λ= 1,04 W/(m K) ρ= 2500,000 kg/m³ c= 0,208 kJ/(kg K) : Wand_Außen_Gesimse

Schichtaufbauten und U-Wert Berechnungen

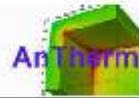
07_Aussen <-> 08_Innen @ BottomBack: (-1000, 0, 0) x (30, 0, 0)

Baustoff / Oberfläche	λ [W/mK]	d [mm]	Rs [m²K/W]	α [W/m²K]	R [m²K/W]	Raum
07_Aussen/EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated)			0.0400	25.0000	0.0400	07_Aussen
Rse						
Wand_Außen_Gesimse	1.0400	330.0000			0.3173	
Putz_Außen	0.8100	40.0000			0.0494	
Wand_1	1.0400	330.0000			0.3173	
Luftschicht_1	0.2000	50.0000			0.2500	
UK_Holz	0.1500	200.0000			1.3333	
Luftschicht_2	0.2000	50.0000			0.2500	
Putz_Innen	0.8100	30.0000			0.0370	
08_Innen/EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated)			0.1300	7.6923	0.1300	08_Innen
Rsi						
		1030.0000	U-Wert:	0.3671	[W/m²K]	

Anhang: „G“; G3: Leitwertberichte 2D

Deckenbereich Lu Pfo

Technische Universität Graz
 Institut für Hochbau
 Lessingstraße 25, 8010 Graz
<http://www.tugraz.at/>



26.05.2014
 AnTherm: Walter,Udo,Klaus,Tomasz
 Version 7.120 2013.04.08
 (c) Kornicki, all rights reserved

Bachinger Bestand Schnitt Schüttung/Pfosten

Datei:

C:\Users\student\Desktop\AnTherm\Bachinger\0526\Bestand\Bachinger_2D_Schnitt_Deckenbereich_Lu_Pfos_D\Bachinger_2D_Schnitt_Deckenbereich_Lu_Pfo_D.anthem

Anzahl der bilanzierten Zellen: 44744

Thermische Leitwerte [W / m²K]

Raum\Raum	07_Aussen	08_Innen
07_Aussen		2,052054
08_Innen	2,052900	

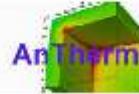
Genaugkeitsangaben

Raum	Schließfehler [W / m ² K]	Leitwert Summe [W / m ² K]	Leitwertbezogener Schließfehler	
07_Aussen	8,45445e-004	2,052900	4,11830e-004	(**)
08_Innen	-8,45445e-004	2,052054	-4,11999e-004	(**)

(*) Achtung: Das Genauigkeitskriterium im Bezug auf die Beträge der relativen, leitwertbezogen Schließfehler ist nicht erfüllt.

Deckenbereich Luft

Technische Universität Graz
 Institut für Hochbau
 Lessingstraße 25, 8010 Graz
<http://www.tugraz.at/>



26.05.2014
 AnTherm:Walter,Udo,Klaus,Tomasz
 Version 7.120 2013.04.08
 (c) Kornicki, all rights reserved

Bachinger Bestand Schnitt Schüttung Luft

Datei:

C:\Users\student\Desktop\Antherm\Bachinger\0526\Bestand\Bachinger_2D_Schnitt_Deckenbereich_Luft\Bachinger_2D_Schnitt_Deckenbereich_Luft.antherm

Anzahl der bilanzierten Zellen: 36777

Thermische Leitwerte [W / m²K]

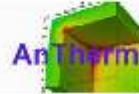
Raum\Raum	07_Aussen	08_Innen
07_Aussen		2,581272
08_Innen	2,581272	

Genauigkeitsangaben

Raum	Schießfehler [W / m ² K]	Leitwert Summe [W / m ² K]	Leitwertbezogener Schießfehler
07_Aussen	1,52621e-007	2,581272	5,91263e-008
08_Innen	-1,52621e-007	2,581272	-5,91263e-008

Deckenbereich Träger

Technische Universität Graz
 Institut für Hochbau
 Lessingstraße 25, 8010 Graz
<http://www.tugraz.at/>



26.05.2014
 AnTherm:Walter,Udo,Klaus,Tomasz
 Version 7.120 2013.04.08
 (c) Kornicki, all rights reserved

Bachinger Bestand Schnitt Schüttung Träger

Datei:

C:\Users\student\Desktop\AnTherm\Bachinger\0526\Bestand\Bachinger_2D_Schnitt_Deckenbereich_Träger\Bachinger_2D_Schnitt_Deckenbereich_Träger.anthem

Anzahl der bilanzierten Zellen: 48312

Thermische Leitwerte [W / m²K]

Raum\Raum	07_Aussen	08_Innen
07_Aussen		2,746486
08_Innen	3,652146	

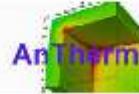
Genauigkeitsangaben

Raum	Schließfehler [W / m ² K]	Leitwert Summe [W / m ² K]	Leitwertbezogener Schließfehler	
07_Aussen	9,05660e-001	3,652146	2,47980e-001	(**)
08_Innen	-9,05660e-001	2,746486	-3,29752e-001	(**)

(*) Achtung: Das Genauigkeitskriterium im Bezug auf die Beträge der relativen, leitwertbezogenen Schließfehler ist nicht erfüllt.

Dachbereich Pfosten Sparren

Technische Universität Graz
 Institut für Hochbau
 Lessingstraße 25, 8010 Graz
<http://www.tugraz.at/>



26.05.2014
 AnTherm:Walter,Udo,Klaus,Tomasz
 Version 7.120 2013.04.08
 (c) Kornicki, all rights reserved

Bachinger Bestand H-Schnitt Trempel

Datei:

C:\Users\student\Desktop\AnTherm\Bachinger\0526\Bestand\Bachinger_2D_Wand_Dachbereich_PfostenSparren\Bachinger_2D_Wand_Dachbereich_PfostenSparren.antherm

Anzahl der bilanzierten Zellen: 7531

Thermische Leitwerte [W / m²K]

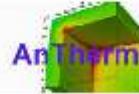
Raum\Raum	07_Aussen	08_Innen
07_Aussen		0,613793
08_Innen	0,613793	

Genauigkeitsangaben

Raum	Schießfehler [W / m ² K]	Leitwert Summe [W / m ² K]	Leitwertbezogener Schießfehler
07_Aussen	2,44147e-008	0,613793	3,97767e-008
08_Innen	-2,44147e-008	0,613793	-3,97767e-008

Dachbereich Dämmung

Technische Universität Graz
 Institut für Hochbau
 Lessingstraße 25, 8010 Graz
<http://www.tugraz.at/>



26.05.2014
 AnTherm: Walter, Udo, Klaus, Tomasz
 Version 7.120 2013.04.08
 (c) Kornicki, all rights reserved

Bachinger Bestand H-Schnitt Dach Sparren

Datei:

C:\Users\student\Desktop\AnTherm\Bachinger\0526\Bestand\Bachinger_2D_Wand_Dachbereich_SparrenDämmung\Bachinger_2D_Wand_Dachbereich_SparrenDämmung.anthrm

Anzahl der bilanzierten Zellen: 4602

Thermische Leitwerte [W / m²K]

Raum\Raum	07_Aussen	08_Innen
07_Aussen		0,328347
08_Innen	0,328347	

Genauigkeitsangaben

Raum	Schießfehler [W / m ² K]	Leitwert Summe [W / m ² K]	Leitwertbezogener Schießfehler
07_Aussen	1,49787e-008	0,328347	4,56184e-008
08_Innen	-1,49787e-008	0,328347	-4,56184e-008

Deckenbereich Pfosten

Technische Universität Graz
 Institut für Hochbau
 Lessingstraße 25, 8010 Graz
<http://www.tugraz.at/>



26.05.2014
 AnTherm:Walter,Udo,Klaus,Tomasz
 Version 7.120 2013.04.08
 (c) Kornicki, all rights reserved

Bachinger Bestand H-Schnitt Trempel Pfosten

Datei:

C:\Users\student\Desktop\AnTherm\Bachinger\0526\Bestand\Bachinger_2D_Wand_Deckenbereich_Pfosten\Bachinger_2D_Wand_Deckenbereich_Pfosten.anthrm

Anzahl der bilanzierten Zellen: 2898

Thermische Leitwerte [W / m²K]

Raum\Raum	07_Aussen	08_Innen
07_Aussen		1,367948
08_Innen	1,367948	

Genauigkeitsangaben

Raum	Schießfehler [W / m ² K]	Leitwert Summe [W / m ² K]	Leitwertbezogener Schießfehler
07_Aussen	1,26392e-008	1,367948	9,23954e-009
08_Innen	-1,26392e-008	1,367948	-9,23954e-009

Deckenbereich UK

Technische Universität Graz
 Institut für Hochbau
 Lessingstraße 25, 8010 Graz
<http://www.tugraz.at/>



26.05.2014
 AnTherm:Walter,Udo,Klaus,Tomasz
 Version 7.120 2013.04.08
 (c) Kornicki, all rights reserved

Bachinger Bestand H-Schnitt Unterkonstruktion

Datei:

C:\Users\student\Desktop\AnTherm\Bachinger\0526\Bestand\Bachinger_2D_Wand_Deckenbereich_UK\Bachinger_2D_Wand_Deckenbereich_UK.anthrm

Anzahl der bilanzierten Zellen: 66

Thermische Leitwerte [W / m²K]

Raum\Raum	07_Aussen	08_Innen
07_Aussen		0,367058
08_Innen	0,367058	

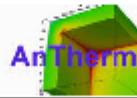
Genauigkeitsangaben

Raum	Schießfehler [W / m ² K]	Leitwert Summe [W / m ² K]	Leitwertbezogener Schießfehler
07_Aussen	1,59747e-007	0,367058	4,35209e-007
08_Innen	-1,59747e-007	0,367058	-4,35209e-007

Anhang: „G“; G4: Ergebnisberichte 2D

Deckenbereich Lu Pfo

Technische Universität Graz
 Institut für Hochbau
 Lessingstraße 25, 8010 Graz
<http://www.tugraz.at/>



26.05.2014
 AnTherm:Walter,Udo,Klaus,Tomasz
 Version 7.120.2013.04.08
 (c) Kornicki, all rights reserved

Bachinger Bestand Schnitt Schüttung/Pfosten

Datei:

C:\Users\student\Desktop\AnTherm\Bachinger\0526\Bestand\Bachinger_2D_Schnitt_Deckenbereich_Lu_Pfos_D\Bachinger_2D_Schnitt_Deckenbereich_Lu_Pfo_D.anthem

Anzahl der bilanzierten Zellen: 44744 (Knotenzahl > 357952)

Randbedingungen und resultierende Oberflächentemperaturen / Grenzfeuchten d. Raumluft					
	Raumtemperatur [°C]	min. Temperatur [°C]	max. Temperatur [°C]	Kondensat. rF [%]	f_{Rsi}^*
07_Aussen	-10,00	-10,00	-8,25	100,00 %	
08_Innen	20,00	13,36	20,00	65,60 %	0,78

Gewichte für den kältesten Oberflächenpunkt eines jeden Raumes

	07_Aussen	08_Innen
g(07_Aussen)	1,000001	0,221213
g(08_Innen)	-0,000001	0,778787

Koordinaten (x,y,z) des kältesten Oberflächenpunktes eines jeden Raumes

	x [mm]	y [mm]	z [mm]	Temp.[°C]	f_{Rsi}^*
07_Aussen	-1200,0000	220,0000		-10,00	
08_Innen	30,0000	1005,0000		13,36	0,78

f_{Rsi}^* - Schimmel- und Kondensationsschutzkriterien sind erfüllt.

Randbedingungen (Lufttemperaturen / Leistungen)

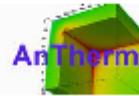
	Raumtemperatur [°C]
07_Aussen	-10,00
08_Innen	20,00

Temperaturen an den ausgewählten Punkten

x [mm]	y [mm]	z [mm]	T [°C]	
-320,2200	1000,0000		-8,04	3D collected
-1200,0000	220,0000		-10,00	min. 07_Aussen -10°C
-630,0000	-600,0000		-8,25	max. 07_Aussen -10°C
30,0000	1005,0000		13,36	min. 08_Innen 20°C $f_{Rsi}=0,78$ (65,6%)
1465,0000	820,0000		20,00	max. 08_Innen 20°C

Deckenbereich Luft

Technische Universität Graz
 Institut für Hochbau
 Lessingstraße 25, 8010 Graz
<http://www.tugraz.at/>



26.05.2014
 AnTherm:Walter,Udo,Klaus,Tomasz
 Version 7.120 2013.04.08
 (c) Kornicki, all rights reserved

Bachinger Bestand Schnitt Schüttung Luft

Datei:

C:\Users\student\Desktop\AnTherm\Bachinger\0526\Bestand\Bachinger_2D_Schnitt_Deckenbereich_Luft\Bachinger_2D_Schnitt_Deckenbereich_Luft.anthem

Anzahl der bilanzierten Zellen: 36777 (Knotenzahl > 294216)

Randbedingungen und resultierende Oberflächentemperaturen / Grenzfeuchten d. Raumluft

	Raumtemperatur [°C]	min. Temperatur [°C]	max. Temperatur [°C]	Kondensat. rF [%]	f_{Rsi}^*
07_Aussen	-10,00	-10,00	-8,27	100,00 %	
08_Innen	20,00	13,23	20,00	65,05 %	0,77

Gewichte für den kältesten Oberflächenpunkt eines jeden Raumes

	07_Aussen	08_Innen
g(07_Aussen)	0,999892	0,225509
g(08_Innen)	0,000108	0,774491

Koordinaten (x,y,z) des kältesten Oberflächenpunktes eines jeden Raumes

	x [mm]	y [mm]	z [mm]	Temp. [°C]	f_{Rsi}^*
07_Aussen	-1380,0000	0,0000		-10,00	
08_Innen	30,0000	960,8284		13,23	0,77

f_{Rsi}^* - Schimmel- und Kondensationsschutzkriterien sind erfüllt.

Randbedingungen (Lufttemperaturen / Leistungen)

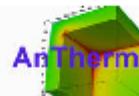
	Raumtemperatur [°C]
07_Aussen	-10,00
08_Innen	20,00

Temperaturen an den ausgewählten Punkten

x [mm]	y [mm]	z [mm]	T [°C]	
-320,2200	1000,0000		-6,27	3D collected
-1380,0000	0,0000		-10,00	min. 07_Aussen -10°C
0,0000	1250,0000		-8,27	max. 07_Aussen -10°C
30,0000	960,8284		13,23	min. 08_Innen 20°C fRsi=0,77 (65,05%)
1995,0000	63,0000		20,00	max. 08_Innen 20°C

Deckenbereich Träger

Technische Universität Graz
 Institut für Hochbau
 Lessingstraße 25, 8010 Graz
<http://www.tugraz.at/>



26.05.2014
 AnTherm:Walter,Udo,Klaus,Tomasz
 Version 7.120 2013.04.08
 (c) Kornicki, all rights reserved

Bachinger Bestand Schnitt Schüttung Träger

Datei:

C:\Users\student\Desktop\Antherm\Bachinger\0526\Bestand\Bachinger_2D_Schnitt_Deckenbereich_Träger\Bachinger_2D_Schnitt_Deckenbereich_Träger.antherm

Anzahl der bilanzierten Zellen: 48312 (Knotenzahl > 386496)

Randbedingungen und resultierende Oberflächentemperaturen / Grenzfeuchten d. Raumluft

	Raumtemperatur [°C]	min. Temperatur [°C]	max. Temperatur [°C]	Kondensat. rF [%]	f _{Rsi} *
07_Aussen	-10,00	-9,99	-6,89	100,00 %	
08_Innen	20,00	13,24	19,87	65,09 %	0,77

Gewichte für den kältesten Oberflächenpunkt eines jeden Raumes

	07_Aussen	08_Innen
g(07_Aussen)	0,999798	0,225187
g(08_Innen)	0,000202	0,774813

Koordinaten (x,y,z) des kältesten Oberflächenpunktes eines jeden Raumes

	x [mm]	y [mm]	z [mm]	Temp.[°C]	f _{Rsi} *
07_Aussen	-1380,0000	0,0000		-9,99	
08_Innen	30,0000	958,8791		13,24	0,77

f_{Rsi}* - Schimmel- und Kondensationsschutzkriterien sind erfüllt.

Randbedingungen (Lufttemperaturen / Leistungen)

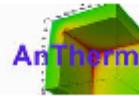
	Raumtemperatur [°C]
07_Aussen	-10,00
08_Innen	20,00

Temperaturen an den ausgewählten Punkten

x [mm]	y [mm]	z [mm]	T [°C]	
-320,2200	1000,0000		-6,25	3D collected
-1380,0000	0,0000		-9,99	min. 07_Aussen -10°C
-728,2953	2,5000		-6,89	max. 07_Aussen -10°C
30,0000	958,8791		13,24	min. 08_Innen 20°C fRsi=0,77 (65,09%)
524,0000	1550,0000		19,87	max. 08_Innen 20°C

Dachbereich Pfosten Sparren

Technische Universität Graz
 Institut für Hochbau
 Lessingstraße 25, 8010 Graz
<http://www.tugraz.at/>



26.05.2014
 AnTherm:Walter,Udo,Klaus,Tomasz
 Version 7.120 2013.04.08
 (c) Kornicki, all rights reserved

Bachinger Bestand H-Schnitt Trempel

Datei:

C:\Users\student\Desktop\Antherm\Bachinger\0526\Bestand\Bachinger_2D_Wand_Dachbereich_PfostenSparren\Bachinger_2D_Wand_Dachbereich_PfostenSparren.antherm

Anzahl der bilanzierten Zellen: 7531 (Knotenzahl > 60248)

Randbedingungen und resultierende Oberflächentemperaturen / Grenzfeuchten d. Raumluft

	Raumtemperatur [°C]	min. Temperatur [°C]	max. Temperatur [°C]	Kondensat. rF [%]	f _{Rsi} *
07_Aussen	-10,00	-9,62	-9,12	100,00 %	
08_Innen	20,00	17,29	20,00	84,39 %	0,91

Gewichte für den kältesten Oberflächenpunkt eines jeden Raumes

	07_Aussen	08_Innen
g(07_Aussen)	0,987391	0,090453
g(08_Innen)	0,012609	0,909547

Koordinaten (x,y,z) des kältesten Oberflächenpunktes eines jeden Raumes

	x [mm]	y [mm]	z [mm]	Temp.[°C]	f _{Rsi} *
07_Aussen	-600,0000	449,5645		-9,62	
08_Innen	30,0000	677,1219		17,29	0,91

f_{Rsi}* - Schimmel- und Kondensationsschutzkriterien sind erfüllt.

Randbedingungen (Lufttemperaturen / Leistungen)

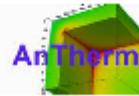
	Raumtemperatur [°C]
07_Aussen	-10,00
08_Innen	20,00

Temperaturen an den ausgewählten Punkten

x [mm]	y [mm]	z [mm]	T [°C]	
-320,2200	1000,0000		-3,53	3D collected
-600,0000	449,5645		-9,62	min. 07_Aussen -10°C
-600,0000	68,4402		-9,12	max. 07_Aussen -10°C
30,0000	677,1219		17,29	min. 08_Innen 20°C fRsi=0,91 (84,39%)
477,1866	430,0000		20,00	max. 08_Innen 20°C

Dachbereich Dämmung

Technische Universität Graz
 Institut für Hochbau
 Lessingstraße 25, 8010 Graz
<http://www.tugraz.at/>



26.05.2014
 AnTherm:Walter,Udo,Klaus,Tomasz
 Version 7.120 2013.04.08
 (c) Kornicki, all rights reserved

Bachinger Bestand H-Schnitt Dach Sparren

Datei:

C:\Users\student\Desktop\Antherm\Bachinger\0526\Bestand\Bachinger_2D_Wand_Dachbereich_SparrenDämmung\Bachinger_2D_Wand_Dachbereich_SparrenDämmung.antherm

Anzahl der bilanzierten Zellen: 4602 (Knotenzahl > 36816)

Randbedingungen und resultierende Oberflächentemperaturen / Grenzfeuchten d. Raumluft

	Raumtemperatur [°C]	min. Temperatur [°C]	max. Temperatur [°C]	Kondensat. rF [%]	f _{Rsi} *
07_Aussen	-10,00	-9,64	-9,56	100,00 %	
08_Innen	20,00	18,28	18,89	89,86 %	0,94

Gewichte für den kältesten Oberflächenpunkt eines jeden Raumes

	07_Aussen	08_Innen
g(07_Aussen)	0,988058	0,057168
g(08_Innen)	0,011942	0,942832

Koordinaten (x,y,z) des kältesten Oberflächenpunktes eines jeden Raumes

	x [mm]	y [mm]	z [mm]	Temp.[°C]	f _{Rsi} *
07_Aussen	-100,0000	1000,0000		-9,64	
08_Innen	264,0000	500,0000		18,28	0,94

f_{Rsi}* - Schimmel- und Kondensationsschutzkriterien sind erfüllt.

Randbedingungen (Lufttemperaturen / Leistungen)

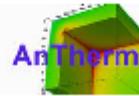
	Raumtemperatur [°C]
07_Aussen	-10,00
08_Innen	20,00

Temperaturen an den ausgewählten Punkten

x [mm]	y [mm]	z [mm]	T [°C]	
-320,2200	1000,0000			3D collected
-100,0000	1000,0000		-9,64	min. 07_Aussen -10°C
-100,0000	382,9458		-9,56	max. 07_Aussen -10°C
264,0000	500,0000		18,28	min. 08_Innen 20°C fRsi=0,94 (89,86%)
264,0000	12,8134		18,89	max. 08_Innen 20°C

Deckenbereich Pfosten

Technische Universität Graz
 Institut für Hochbau
 Lessingstraße 25, 8010 Graz
<http://www.tugraz.at/>



26.05.2014
 AnTherm:Walter,Udo,Klaus,Tomasz
 Version 7.120 2013.04.08
 (c) Kornicki, all rights reserved

Bachinger Bestand H-Schnitt Trempel Pfosten

Datei:

C:\Users\student\Desktop\Antherm\Bachinger\0526\Bestand\Bachinger_2D_Wand_Deckenbereich_Pfosten\Bachinger_2D_Wand_Deckenbereich_Pfosten.atherm

Anzahl der bilanzierten Zellen: 2898 (Knotenzahl > 23184)

Randbedingungen und resultierende Oberflächentemperaturen / Grenzfeuchten d. Raumluft

	Raumtemperatur [°C]	min. Temperatur [°C]	max. Temperatur [°C]	Kondensat. rF [%]	f _{Rsi} *
07_Aussen	-10,00	-10,00	-8,12	100,00 %	
08_Innen	20,00	13,95	20,00	68,17 %	0,80

Gewichte für den kältesten Oberflächenpunkt eines jeden Raumes

	07_Aussen	08_Innen
g(07_Aussen)	0,999999	0,201502
g(08_Innen)	0,000001	0,798498

Koordinaten (x,y,z) des kältesten Oberflächenpunktes eines jeden Raumes

	x [mm]	y [mm]	z [mm]	Temp.[°C]	f _{Rsi} *
07_Aussen	-1000,0000	575,0000		-10,00	
08_Innen	30,0000	975,9366		13,95	0,80

f_{Rsi}* - Schimmel- und Kondensationsschutzkriterien sind erfüllt.

Randbedingungen (Lufttemperaturen / Leistungen)

	Raumtemperatur [°C]
07_Aussen	-10,00
08_Innen	20,00

Temperaturen an den ausgewählten Punkten

x [mm]	y [mm]	z [mm]	T [°C]	
-320,2200	1000,0000		-2,17	3D collected
-1000,0000	575,0000		-10,00	min. 07_Aussen -10°C
-452,0000	271,2537		-8,12	max. 07_Aussen -10°C
30,0000	975,9366		13,95	min. 08_Innen 20°C fRsi=0,8 (68,17%)
477,1866	425,0000		20,00	max. 08_Innen 20°C

Deckenbereich UK

Technische Universität Graz
 Institut für Hochbau
 Lessingstraße 25, 8010 Graz
<http://www.tugraz.at/>



26.05.2014
 AnTherm:Walter,Udo,Klaus,Tomasz
 Version 7.120 2013.04.08
 (c) Kornicki, all rights reserved

Bachinger Bestand H-Schnitt Unterkonstruktion

Datei:

C:\Users\student\Desktop\AnTherm\Bachinger\0526\Bestand\Bachinger_2D_Wand_Deckenbereich_UK\Bachinger_2D_Wand_Deckenbereich_UK.anthrm

Anzahl der bilanzierten Zellen: 66 (Knotenzahl > 528)

Randbedingungen und resultierende Oberflächentemperaturen / Grenzfeuchten d. Raumluft

	Raumtemperatur [°C]	min. Temperatur [°C]	max. Temperatur [°C]	Kondensat. rF [%]	f _{Rsi} *
07_Aussen	-10,00	-9,56	-9,56	100,00 %	
08_Innen	20,00	18,57	18,57	91,47 %	0,95

Gewichte für den kältesten Oberflächenpunkt eines jeden Raumes

	07_Aussen	08_Innen
g(07_Aussen)	0,985318	0,047717
g(08_Innen)	0,014682	0,952283

Koordinaten (x,y,z) des kältesten Oberflächenpunktes eines jeden Raumes

	x [mm]	y [mm]	z [mm]	Temp.[°C]	f _{Rsi} *
07_Aussen	-1000,0000	0,0000		-9,56	
08_Innen	30,0000	500,0000		18,57	0,95

f_{Rsi}* - Schimmel- und Kondensationsschutzkriterien sind erfüllt.

Randbedingungen (Lufttemperaturen / Leistungen)

	Raumtemperatur [°C]
07_Aussen	-10,00
08_Innen	20,00

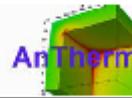
Temperaturen an den ausgewählten Punkten

x [mm]	y [mm]	z [mm]	T [°C]	
-1000,0000	0,0000		-9,56	min. 07_Aussen -10°C
-1000,0000	0,0000		-9,56	max. 07_Aussen -10°C
30,0000	500,0000		18,57	min. 08_Innen 20°C fRsi=0,95 (91,47%)
30,0000	0,0000		18,57	max. 08_Innen 20°C

Anhang: „G“; G5: Eingabe Berichte 3D

Dach Dämmung Sparren

Technische Universität Graz
 Institut für Hochbau
 Lessingstraße 25, 8010 Graz
<http://www.tugraz.at/>



26.05.2014
 AnTherm: Walter,Udo,Klaus,Tomasz
 Version 7.120 2013.04.08
 (c) Kornicki, all rights reserved

Bachinger 3D Bestand

Datei:

C:\Users\student\Desktop\AnTherm\Bachinger\0526\Bestand_3D\Knoten_Dach_Dämmung_Sparren\Bachinger_3D_Bestand_Sparren_Dämmung_550-1000.anthrm

Detailangaben zu der Bauteilkonstruktionseingabe

Elemente :

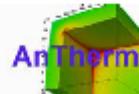
1. Raumzelle - (10, 500, 1990) x (300, 1000, 964,1793) Raum: "Innen" Oberfläche: "EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi" R_s=0,13 (α=7,692308)
2. Raumzelle - (260, 500, 2235,676) x (546,34800, 1000, 1426,160) Raum: "Innen" Oberfläche: "EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi" R_s=0,13 (α=7,692308)
3. Raumzelle - (-900, 500, 2235,676) x (0, 1000, 964,1793) Raum: "Aussen" Oberfläche: "EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" R_s=0,04 (α=25)
4. Raumzelle - (-40, 500, 2235,676) x (200, 1000, 2029,234) Raum: "Aussen" Oberfläche: "EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" R_s=0,04 (α=25)
5. Baustoffzelle - (-760, 500, 964,1793) x (-450,0000, 1000, 1260,708) Bez.: "Waagrecht w.S.oben" λ=0,182 ρ=1 c=0
6. Baustoffzelle - (-540, 500, 1260,708) x (-320,2286, 1000, 1470,000) Bez.: "Waagrecht w.S.oben" λ=0,182 ρ=1 c=0
7. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez.: "Holz_Sparren_1" λ=0,15
8. Baustoffzelle - (-452, 500, 964,1793) x (0, 1000, 1320) Bez.: "Ziegel_Trempelwand_1c" λ=0,79
9. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez.: "Holz_Decke_Quar_1" λ=0,15 ρ=1200 c=0,92
10. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez.: "Ziegel_Dach_2" λ=0
11. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez.: "Ziegel_Dach_1" λ=0
12. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez.: "Holz_Ständerwand_2" λ=0,15
13. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez.: "Holz_Ständerwand_1" λ=0,15
14. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez.: "Werkstoff_Stroh_1" λ=0,07
15. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez.: "Werkstoff_Stroh_2" λ=0,07
16. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez.: "Werkstoff_GKB_2" λ=0,39
17. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez.: "Werkstoff_GKB_1" λ=0,39
18. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez.: "Werkstoff_Luft_2" λ=0,023
19. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez.: "Werkstoff_Luft_1" λ=0,023
20. Baustoffzelle - (-560, 880, 1440) x (-340, 1000, 1490) Bez.: "Holz_Pfosten_2" λ=0,15
21. Baustoffzelle - (-610, 880, 1390) x (-390, 1000, 1440) Bez.: "Holz_Pfosten_2" λ=0,15
22. Baustoffzelle - (-660, 880, 1340) x (-440, 1000, 1390) Bez.: "Holz_Pfosten_2" λ=0,15
23. Baustoffzelle - (-710, 880, 1290) x (-490, 1000, 1340) Bez.: "Holz_Pfosten_2" λ=0,15
24. Baustoffzelle - (-760, 880, 1240) x (-540, 1000, 1290) Bez.: "Holz_Pfosten_2" λ=0,15
25. Baustoffzelle - (-510, 880, 1490) x (-290, 1000, 1540,000) Bez.: "Holz_Pfosten_2" λ=0,15
26. Baustoffzelle - (-460, 880, 1540) x (-240, 1000, 1590) Bez.: "Holz_Pfosten_2" λ=0,15
27. Baustoffzelle - (-360, 880, 1640) x (-140, 1000, 1690) Bez.: "Holz_Pfosten_2" λ=0,15
28. Baustoffzelle - (-310, 880, 1690) x (-90, 1000, 1740) Bez.: "Holz_Pfosten_2" λ=0,15
29. Baustoffzelle - (-260, 880, 1740) x (-40, 1000, 1790) Bez.: "Holz_Pfosten_2" λ=0,15
30. Baustoffzelle - (-210, 880, 1790) x (10, 1000, 1840) Bez.: "Holz_Pfosten_2" λ=0,15
31. Baustoffzelle - (-160, 880, 1840) x (60, 1000, 1890) Bez.: "Holz_Pfosten_2" λ=0,15
32. Baustoffzelle - (-110, 880, 1890) x (110, 1000, 1940) Bez.: "Holz_Pfosten_2" λ=0,15
33. Baustoffzelle - (-60, 880, 1940) x (160, 1000, 1990) Bez.: "Holz_Pfosten_2" λ=0,15
34. Baustoffzelle - (-10, 880, 1990) x (210, 1000, 2040) Bez.: "Holz_Pfosten_2" λ=0,15
35. Baustoffzelle - (40, 880, 2040) x (260, 1000, 2090) Bez.: "Holz_Pfosten_2" λ=0,15
36. Baustoffzelle - (90, 880, 2090) x (310, 1000, 2140) Bez.: "Holz_Pfosten_2" λ=0,15
37. Baustoffzelle - (140, 880, 2140) x (360, 1000, 2190) Bez.: "Holz_Pfosten_2" λ=0,15
38. Baustoffzelle - (190, 880, 2190) x (410, 1000, 2240) Bez.: "Holz_Pfosten_2" λ=0,15
39. Baustoffzelle - (410, 880, 1590) x (-190, 1000, 1640) Bez.: "Holz_Pfosten_2" λ=0,15
40. Baustoffzelle - (139,7638, 880, 2040) x (259,76380, 500, 2090,000) Bez.: "4.414.002 MW-WL (Glaswolle) 10" λ=0,047 ρ=10 c=1,03
41. Baustoffzelle - (190, 880, 2090) x (310,00000, 500, 2140,000) Bez.: "4.414.002 MW-WL (Glaswolle) 10" λ=0,047 ρ=10 c=1,03
42. Baustoffzelle - (240, 880, 2140) x (360, 500, 2190,000) Bez.: "4.414.002 MW-WL (Glaswolle) 10" λ=0,047 ρ=10 c=1,03
43. Baustoffzelle - (290, 880, 2190) x (410, 500, 2240,000) Bez.: "4.414.002 MW-WL (Glaswolle) 10" λ=0,047 ρ=10 c=1,03
44. Baustoffzelle - (90, 880, 1990) x (210, 500, 2040,000) Bez.: "4.414.002 MW-WL (Glaswolle) 10" λ=0,047 ρ=10 c=1,03
45. Baustoffzelle - (40, 880, 1940) x (160,00000, 500, 1990,000) Bez.: "4.414.002 MW-WL (Glaswolle) 10" λ=0,047 ρ=10 c=1,03
46. Baustoffzelle - (-10, 880, 1890) x (110,00000, 500, 1940,000) Bez.: "4.414.002 MW-WL (Glaswolle) 10" λ=0,047 ρ=10 c=1,03
47. Baustoffzelle - (-60, 880, 1840) x (60,00000, 500, 1890,000) Bez.: "4.414.002 MW-WL (Glaswolle) 10" λ=0,047 ρ=10 c=1,03
48. Baustoffzelle - (-110, 880, 1790) x (10,00000, 500, 1840,000) Bez.: "4.414.002 MW-WL (Glaswolle) 10" λ=0,047 ρ=10 c=1,03
49. Baustoffzelle - (-160, 880, 1740) x (-40,00000, 500, 1790,000) Bez.: "4.414.002 MW-WL (Glaswolle) 10" λ=0,047 ρ=10 c=1,03
50. Baustoffzelle - (-210, 880, 1690) x (-90,00000, 500, 1740,000) Bez.: "4.414.002 MW-WL (Glaswolle) 10" λ=0,047 ρ=10 c=1,03
51. Baustoffzelle - (-260, 880, 1640) x (-140,00000, 500, 1690,000) Bez.: "4.414.002 MW-WL (Glaswolle) 10" λ=0,047 ρ=10 c=1,03
52. Baustoffzelle - (-310, 880, 1590) x (-190,00000, 500, 1640,000) Bez.: "4.414.002 MW-WL (Glaswolle) 10" λ=0,047 ρ=10 c=1,03

AnTherm - Heat & Vapour Transfer - Thermal Bridges- Walter,Udo,Klaus,Tomasz
 Copyright (c) 2003-2013 T.Kornicki Dienstleistungen in EDV & IT <http://www.kornicki.com>

1

Decke Pfosten

Technische Universität Graz
 Institut für Hochbau
 Lessingstraße 25, 8010 Graz
<http://www.tugraz.at/>



26.05.2014
 AnTherm:Walter,Udo,Klaus,Tomasz
 Version 7.120 2013.04.08
 (c) Kornicki, all rights reserved

Bachinger 3D Bestand

Datei:

C:\Users\student\Desktop\AnTherm\Bachinger\0526\Bestand_3D\Knoten_Decke_Pfosten\Bachinger_3D_Bestand_Pfosten_550-1000.anTherm

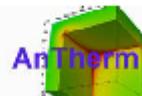
Detailangaben zu der Bauteilkonstruktionseingabe

Elemente :

1. Raumzelle - (-36,45703, 500, 1620) x (300, 1000, 45) Raum: "Innen" Oberfläche: "EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi" $R_s=0,13$ ($\alpha=7,692308$)
2. Raumzelle - (-1400, 500, 1620) x (-75,95215, 1000, 45) Raum: "Aussen" Oberfläche: "EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" $R_s=0,04$ ($\alpha=25$)
3. Baustoffzelle - (-950, 500, 420) x (-450,0000, 1000, 1320) Bez.: "Waagrecht w.S.oben" $\lambda=0,182$ $\rho=1$ $c=0$
4. Baustoffzelle - (-600, 500, 1320) x (-344,5305, 1000, 1620) Bez.: "Waagrecht w.S.oben" $\lambda=0,182$ $\rho=1$ $c=0$
5. Baustoffzelle - (-452, 500, 1490) x (-196,5305, 1000, 1790,000) Bez.: "Waagrecht w.S.oben" $\lambda=0,182$ $\rho=1$ $c=0$
6. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez.: "Holz_Sparren_1" $\lambda=0,15$
7. Baustoffzelle - (-950, 500, 610) x (-800, 1000, 850) Bez.: "Holz_Pfosten_2" $\lambda=0,15$
8. Baustoffzelle - (-340, 500, 1320) x (-200, 1000, 1490) Bez.: "Holz_Pfosten_2" $\lambda=0,15$
9. Baustoffzelle - (-452, 500, 425) x (0, 850, 850) Bez.: "Ziegel_Trempfwand_1a" $\lambda=0,79$
10. Baustoffzelle - (-452, 500, 640) x (0, 1000, 1320) Bez.: "Ziegel_Trempfwand_1c" $\lambda=0,79$
11. Baustoffzelle - (-200, 500, 1320) x (0, 1000, 1620) Bez.: "Ziegel_Trempfwand_1c" $\lambda=0,79$
12. Baustoffzelle - (50, 500, 300) x (150, 1000, 420) Bez.: "Holz_Decke_Quer_2a" $\lambda=0,15$
13. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez.: "Holz_Decke_Quer_1" $\lambda=0,15$ $\rho=1200$ $c=0,92$
14. Baustoffzelle - (0, 500, 60) x (150, 1000, 210) Bez.: "Holz_Decke_Quer_1a" $\lambda=0,15$
15. Baustoffzelle - (150, 500, 60) x (300, 1000, 210) Bez.: "Holz_Decke_Quer_1b" $\lambda=0,15$
16. Baustoffzelle - (-800, 850, 420) x (300, 1000, 640) Bez.: "Holz_Gesperre_Quer_1a" $\lambda=0,15$
17. Baustoffzelle - (-950, 850, 420) x (-800, 1000, 610) Bez.: "Holz_Gesperre_Quer_1b" $\lambda=0,15$
18. Baustoffzelle - (-1400, 850, 420) x (-950, 1000, 640) Bez.: "Holz_Gesperre_Quer_1c" $\lambda=0,15$
19. Baustoffzelle - (0, 500, 420) x (300, 690, 445) Bez.: "Holz_Vollschalung_2a" $\lambda=0,17$
20. Baustoffzelle - (0, 690, 435) x (300, 850, 445) Bez.: "Holz_Vollschalung_2b" $\lambda=0,17$
21. Baustoffzelle - (0, 850, 420) x (300, 1000, 445) Bez.: "Holz_Vollschalung_2c" $\lambda=0,17$
22. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez.: "Ziegel_Dach_2" $\lambda=0$
23. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez.: "Ziegel_Dach_1" $\lambda=0$
24. Baustoffzelle - (-630, 500, 425) x (-300, 1000, 45) Bez.: "Ziegel_Wand_1" $\lambda=1,04$
25. Baustoffzelle - (-930, 500, 425) x (-630, 1000, 125) Bez.: "Ziegel_Wand_1" $\lambda=1,04$
26. Baustoffzelle - (-780, 500, 125) x (-630, 1000, 45) Bez.: "Ziegel_Wand_1" $\lambda=1,04$
27. Baustoffzelle - (-1080, 500, 425) x (-930, 1000, 275) Bez.: "Ziegel_Wand_1" $\lambda=1,04$
28. Baustoffzelle - (30, 500, 445) x (300, 1000, 475) Bez.: "Holz_Schiffboden_" $\lambda=0,17$
29. Baustoffzelle - (30, 500, 445) x (300, 1000, 475) Bez.: "Holz_Schiffboden" $\lambda=0,17$
30. Baustoffzelle - (30, 500, 475) x (300, 1000, 483) Bez.: "Linoleum" $\lambda=0,19$ $\rho=1200$ $c=0$
31. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez.: "Holz_Ständerwand_2" $\lambda=0,15$
32. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez.: "Holz_Ständerwand_1" $\lambda=0,15$
33. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez.: "Werkstoff_Stroh_1" $\lambda=0,07$
34. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez.: "Werkstoff_Stroh_2" $\lambda=0,07$
35. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez.: "Werkstoff_GKB_2" $\lambda=0,39$
36. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez.: "Werkstoff_GKB_1" $\lambda=0,39$
37. Baustoffzelle - (0, 500, 450) x (30, 850, 1620) Bez.: "Werkstoff_Putz_1a" $\lambda=0,81$
38. Baustoffzelle - (0, 850, 640) x (30, 1000, 1620) Bez.: "Werkstoff_Putz_1b" $\lambda=0,81$
39. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez.: "Werkstoff_Luft_2" $\lambda=0,023$
40. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez.: "Werkstoff_Luft_1" $\lambda=0,023$
41. Baustoffzelle - (0, 500, 300) x (50, 762,5, 420) Bez.: "Werkstoff_Schüttung_1a" $\lambda=0,21$
42. Baustoffzelle - (0, 777,5, 300) x (50, 1000, 420) Bez.: "Werkstoff_Schüttung_1a1" $\lambda=0,21$
43. Baustoffzelle - (-300, 500, 45) x (0, 762,5, 420) Bez.: "Werkstoff_Schüttung_1a" $\lambda=0,21$
44. Baustoffzelle - (-300, 777,5, 45) x (0, 1000, 420) Bez.: "Werkstoff_Schüttung_1a1" $\lambda=0,21$
45. Baustoffzelle - (150, 500, 300) x (300, 762,5, 420) Bez.: "Werkstoff_Schüttung_1c" $\lambda=0,21$
46. Baustoffzelle - (150, 777,5, 300) x (300, 1000, 420) Bez.: "Werkstoff_Schüttung_1c1" $\lambda=0,21$
47. Baustoffzelle - (0, 500, 210) x (300, 762,5, 300) Bez.: "Werkstoff_Schüttung_1b" $\lambda=0,21$
48. Baustoffzelle - (0, 777,5, 210) x (300, 1000, 300) Bez.: "Werkstoff_Schüttung_1b1" $\lambda=0,21$
49. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez.: "Werkstoff_Dämmung_2" $\lambda=0,04$
50. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez.: "Werkstoff_Dämmung_1" $\lambda=0,04$
51. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez.: "Holz_Sparren_2" $\lambda=0,15$
52. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez.: "Holz_Sparren_1" $\lambda=0,15$
53. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez.: "Holz_Tram_1" $\lambda=0,15$
54. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez.: "Holz_Tram_2" $\lambda=0,15$
55. Baustoffzelle - (-300, 690, 45) x (300, 850, 60) Bez.: "8.802.014 Stahl" $\lambda=60$ $\rho=7850$ $c=0,48$

Decke Träger

Technische Universität Graz
 Institut für Hochbau
 Lessingstraße 25, 8010 Graz
<http://www.tugraz.at/>



26.05.2014
 AnTherm:Walter,Udo,Klaus,Tomasz
 Version 7.120 2013.04.08
 (c) Kornicki, all rights reserved

Bachinger 3D Bestand

Datei:

C:\Users\student\Desktop\AnTherm\Bachinger\0526\Bestand_3D\Knoten_Decke_Träger\Bachinger_3D_Bestand_Träger_550-1000.anthrm

Detailangaben zu der Bauteilkonstruktionseingabe

Elemente:

1. Raumzelle - (30,00000, 500, 850) x (300, 1000, -250) Raum: "Innen" Oberfläche: "EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi" $R_{s_i}=0,13$ ($\alpha=7,692308$)
2. Raumzelle - (-1400, 500, 850) x (30,00000, 1000, -250) Raum: "Aussen" Oberfläche: "EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse" $R_{s_e}=0,04$ ($\alpha=25$)
3. Baustoffzelle - (-950, 500, 420) x (-450,0000, 1000, 850) Bez.: "Waagrecht w.S.oben" $\lambda=0,182$ $\rho=1$ $c=0$
4. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez.: "Holz_Sparren_1" $\lambda=0,15$
5. Baustoffzelle - (-950, 500, 610) x (-800, 1000, 850) Bez.: "Holz_Pfosten_2" $\lambda=0,15$
6. Baustoffzelle - (-452, 500, 425) x (0, 850, 850) Bez.: "Ziegel_Trempelwand_1a" $\lambda=0,79$
7. Baustoffzelle - (-452, 500, 640) x (0, 1000, 850) Bez.: "Ziegel_Trempelwand_1c" $\lambda=0,79$
8. Baustoffzelle - (50, 500, 300) x (150, 1000, 420) Bez.: "Holz_Decke_Quer_2a" $\lambda=0,15$
9. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez.: "Holz_Decke_Quer_1" $\lambda=0,15$ $\rho=1200$ $c=0,92$
10. Baustoffzelle - (-250, 500, -50) x (-50, 1000, 45) Bez.: "Holz_ZK_1" $\lambda=0,17$
11. Baustoffzelle - (-300, 500, -50) x (-250,0000, 1000, 45) Bez.: "Waagrecht w.S.oben" $\lambda=0,182$ $\rho=1$ $c=0$
12. Baustoffzelle - (-50, 500, -50) x (0, 1000, 45) Bez.: "Waagrecht w.S.oben" $\lambda=0,182$ $\rho=1$ $c=0$
13. Baustoffzelle - (0, 500, 60) x (150, 1000, 210) Bez.: "Holz_Decke_Quer_1a" $\lambda=0,15$
14. Baustoffzelle - (150, 500, 60) x (300, 1000, 210) Bez.: "Holz_Decke_Quer_1b" $\lambda=0,15$
15. Baustoffzelle - (-800, 850, 420) x (300, 1000, 640) Bez.: "Holz_Gesperre_Quer_1a" $\lambda=0,15$
16. Baustoffzelle - (-950, 850, 420) x (-800, 1000, 610) Bez.: "Holz_Gesperre_Quer_1b" $\lambda=0,15$
17. Baustoffzelle - (-1400, 850, 420) x (-950, 1000, 640) Bez.: "Holz_Gesperre_Quer_1c" $\lambda=0,15$
18. Baustoffzelle - (0, 500, 35) x (300, 690, 60) Bez.: "Holz_Vollschalung_1a" $\lambda=0,17$
19. Baustoffzelle - (0, 690, 35) x (300, 850, 45) Bez.: "Holz_Vollschalung_1b" $\lambda=0,17$
20. Baustoffzelle - (0, 850, 35) x (300, 1000, 60) Bez.: "Holz_Vollschalung_1c" $\lambda=0,17$
21. Baustoffzelle - (0, 500, 420) x (300, 690, 445) Bez.: "Holz_Vollschalung_2a" $\lambda=0,17$
22. Baustoffzelle - (0, 690, 435) x (300, 850, 445) Bez.: "Holz_Vollschalung_2b" $\lambda=0,17$
23. Baustoffzelle - (0, 850, 420) x (300, 1000, 445) Bez.: "Holz_Vollschalung_2c" $\lambda=0,17$
24. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez.: "Ziegel_Dach_2" $\lambda=0$
25. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez.: "Ziegel_Dach_1" $\lambda=0$
26. Baustoffzelle - (-630, 500, -50) x (0, 1000, -250) Bez.: "Ziegel_Wand_1" $\lambda=1,04$
27. Baustoffzelle - (-630, 500, 425) x (-300, 1000, -50) Bez.: "Ziegel_Wand_1" $\lambda=1,04$
28. Baustoffzelle - (-930, 500, 425) x (-630, 1000, 125) Bez.: "Ziegel_Wand_1" $\lambda=1,04$
29. Baustoffzelle - (-780, 500, 125) x (-630, 1000, -25) Bez.: "Ziegel_Wand_1" $\lambda=1,04$
30. Baustoffzelle - (-1080, 500, 425) x (-930, 1000, 275) Bez.: "Ziegel_Wand_1" $\lambda=1,04$
31. Baustoffzelle - (30, 500, 445) x (300, 1000, 475) Bez.: "Holz_Schiffboden_" $\lambda=0,17$
32. Baustoffzelle - (30, 500, 445) x (300, 1000, 475) Bez.: "Holz_Schiffboden" $\lambda=0,17$
33. Baustoffzelle - (30, 500, 475) x (300, 1000, 483) Bez.: "Linoleum" $\lambda=0,19$ $\rho=1200$ $c=0$
34. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez.: "Holz_Ständerwand_2" $\lambda=0,15$
35. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez.: "Holz_Ständerwand_1" $\lambda=0,15$
36. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez.: "Werkstoff_Stroh_1" $\lambda=0,07$
37. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez.: "Werkstoff_Stroh_2" $\lambda=0,07$
38. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez.: "Werkstoff_GKB_2" $\lambda=0,39$
39. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez.: "Werkstoff_GKB_1" $\lambda=0,39$
40. Baustoffzelle - (0, 500, 450) x (30, 850, 850) Bez.: "Werkstoff_Putz_1a" $\lambda=0,81$
41. Baustoffzelle - (0, 850, 640) x (30, 1000, 850) Bez.: "Werkstoff_Putz_1b" $\lambda=0,81$
42. Baustoffzelle - (0, 500, 0) x (30, 1000, -250) Bez.: "Werkstoff_Putz_2" $\lambda=0,81$
43. Baustoffzelle - (-670, 500, -25) x (-630, 1000, -250) Bez.: "Zementmörtel" $\lambda=1,4$ $\rho=2000$ $c=0$
44. Baustoffzelle - (0, 500, 0) x (300, 1000, 20) Bez.: "Werkstoff_Putz_3" $\lambda=0,81$
45. Baustoffzelle - (0, 500, 20) x (300, 1000, 35) Bez.: "Werkstoff_Schilfrohr_1" $\lambda=0,094$
46. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez.: "Werkstoff_Luft_2" $\lambda=0,023$
47. Baustoffzelle - (0, 0, 0) x (0, 0, 0) Bez.: "Werkstoff_Luft_1" $\lambda=0,023$
48. Baustoffzelle - (0, 500, 300) x (50, 762,5, 420) Bez.: "Werkstoff_Schüttung_1a" $\lambda=0,21$
49. Baustoffzelle - (0, 777,5, 300) x (50, 1000, 420) Bez.: "Werkstoff_Schüttung_1a1" $\lambda=0,21$
50. Baustoffzelle - (-300, 500, 45) x (0, 762,5, 420) Bez.: "Werkstoff_Schüttung_1a" $\lambda=0,21$
51. Baustoffzelle - (-300, 777,5, 45) x (0, 1000, 420) Bez.: "Werkstoff_Schüttung_1a1" $\lambda=0,21$
52. Baustoffzelle - (150, 500, 300) x (300, 762,5, 420) Bez.: "Werkstoff_Schüttung_1c" $\lambda=0,21$
53. Baustoffzelle - (150, 777,5, 300) x (300, 1000, 420) Bez.: "Werkstoff_Schüttung_1c1" $\lambda=0,21$
54. Baustoffzelle - (0, 500, 210) x (300, 762,5, 300) Bez.: "Werkstoff_Schüttung_1b" $\lambda=0,21$
55. Baustoffzelle - (0, 777,5, 210) x (300, 1000, 300) Bez.: "Werkstoff_Schüttung_1b1" $\lambda=0,21$

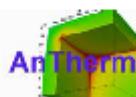
AnTherm - Heat & Vapour Transfer -Thermal Bridges- Walter,Udo,Klaus,Tomasz
 Copyright (c) 2003-2013 T.Kornicki Dienstleistungen in EDV & IT <http://www.kornicki.com>

1

Anhang: „G“; G6: Bauteilberichte 3D

Dach Dämmung Sparren

Technische Universität Graz
 Institut für Hochbau
 Lessingstraße 25, 8010 Graz
<http://www.tugraz.at/>



26.05.2014
 AnTherm: Walter,Udo,Klaus,Tomasz
 Version 7.120.2013.04.08
 (c) Kornicki, all rights reserved

Bachinger 3D Bestand

Datei:

C:\Users\student\Desktop\AnTherm\Bachinger\0526\Bestand_3D\Knoten_Dach_Dämmung_Sparren\Bachinger_3D_Bestand_Sparren_Dämmung_550-1000.anthrm

Angaben zur Modellierung der Bauteilkonstruktion

Räume :

Raumbez.: Aussen

$R_s=0,0400 \text{ m}^2\text{K/W}$: EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse

Raumbez.: Innen

$R_s=0,1300 \text{ m}^2\text{K/W}$: EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi

Wärmequellen : keine

Baustoffe :

$\lambda=0,7 \text{ W/(m K)}$ $\mu=10$ $\rho=1400 \text{ kg/m}^3$ $c=1 \text{ kJ/(kg K)}$: 2.212.018 Kalkputz 1400

$\lambda=0,047 \text{ W/(m K)}$ $\rho=10 \text{ kg/m}^3$ $c=1,03 \text{ kJ/(kg K)}$: 4.414.002 MW-WL (Glaswolle) 10

$\lambda=0,15 \text{ W/(m K)}$ $\rho=600 \text{ kg/m}^3$ $c=2,5 \text{ kJ/(kg K)}$: 5.502.006 Holz und Sperrholz 600

$\lambda=0,075 \text{ W/(m K)}$ $\rho=90 \text{ kg/m}^3$ $c=1,7 \text{ kJ/(kg K)}$: 9.920.002 Schilfbauplatten 90

$\lambda=0,15 \text{ W/(m K)}$: Holz_Gesperre_Quer_1a

$\lambda=0,15 \text{ W/(m K)}$: Holz_Pfosten_2

$\lambda=0,182 \text{ W/(m K)}$ $\rho=1 \text{ kg/m}^3$: Waagrecht w.S.oben

$\lambda=0,81 \text{ W/(m K)}$: Werkstoff_Putz_1a

$\lambda=0,81 \text{ W/(m K)}$: Werkstoff_Putz_1b

$\lambda=0,79 \text{ W/(m K)}$: Ziegel_Trempwand_1c

Schichtaufbauten und U-Wert Berechnungen

Aussen <-> Innen @ BottomBack: (-760, 500, 964,1793) x (30, 500, 964,1793)

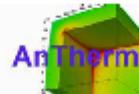
Baustoff / Oberfläche	λ [W/mK]	d [mm]	R_s [m ² K/W]	α [W/m ² K]	R [m ² K/W]	Raum
Aussen/EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse			0.0400	25.0000	0.0400	Aussen
Waagrecht w.S.oben	0.1820	308.0000			1.6923	
Ziegel_Trempwand_1c	0.7900	452.0000			0.5722	
Werkstoff_Putz_1a	0.8100	30.0000			0.0370	
Innen/EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi			0.1300	7.6923	0.1300	Innen
		790.0000				
			U-Wert:	0.4046		[W/m²K]

<-> @ BottomFront: (-830, 500, 2240) x (538,174, 500, 2240)

Baustoff / Oberfläche	λ [W/mK]	d [mm]	R_s [m ² K/W]	α [W/m ² K]	R [m ² K/W]	Raum
NoName			0.0000		0.0000	
4.414.002 MW-WL (Glaswolle) 10	0.0470	120.0000			2.5532	
5.502.006 Holz und Sperrholz 600	0.1500	50.0000			0.3333	
9.920.002 Schilfbauplatten 90	0.0750	20.0000			0.2667	
2.212.018 Kalkputz 1400	0.7000	50.0000			0.0714	
NoName			0.0000		0.0000	
		240.0000				
			U-Wert:	0.3101		[W/m²K]

Decke Pfosten

Technische Universität Graz
 Institut für Hochbau
 Lessingstraße 25, 8010 Graz
<http://www.tugraz.at/>



26.05.2014
 AnTherm:Walter,Udo,Klaus,Tomasz
 Version 7.120 2013.04.08
 (c) Kornicki, all rights reserved

Bachinger 3D Bestand

Datei:

C:\Users\student\Desktop\AnTherm\Bachinger\0526\Bestand_3D\Knoten_Decke_Pfosten\Bachinger_3D_Bestand_Pfosten_550-1000.antherm

Angaben zur Modellierung der Bauteilkonstruktion

Räume :

Raumbez. : Aussen
 $R_s=0,0400 \text{ m}^2\text{K/W}$: EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse
 Raumbez. : Innen
 $R_s=0,1300 \text{ m}^2\text{K/W}$: EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi

Wärmequellen : keine

Baustoffe :

$\lambda=60 \text{ W/(m K)}$ $\rho=7850 \text{ kg/m}^3$ $c=0,48 \text{ kJ/(kg K)}$: 8.802.014 Stahl
 $\lambda=0,15 \text{ W/(m K)}$: Holz_Decke_Quer_1a
 $\lambda=0,15 \text{ W/(m K)}$: Holz_Decke_Quer_1b
 $\lambda=0,15 \text{ W/(m K)}$: Holz_Decke_Quer_2a
 $\lambda=0,15 \text{ W/(m K)}$: Holz_Gesperre_Quer_1a
 $\lambda=0,15 \text{ W/(m K)}$: Holz_Gesperre_Quer_1b
 $\lambda=0,15 \text{ W/(m K)}$: Holz_Gesperre_Quer_1c
 $\lambda=0,15 \text{ W/(m K)}$: Holz_Pfosten_2
 $\lambda=0,17 \text{ W/(m K)}$: Holz_Schiffboden
 $\lambda=0,17 \text{ W/(m K)}$: Holz_Vollschalung_2a
 $\lambda=0,17 \text{ W/(m K)}$: Holz_Vollschalung_2b
 $\lambda=0,17 \text{ W/(m K)}$: Holz_Vollschalung_2c
 $\lambda=0,19 \text{ W/(m K)}$ $\rho=1200 \text{ kg/m}^3$: Linoleum
 $\lambda=0,182 \text{ W/(m K)}$ $\rho=1 \text{ kg/m}^3$: Waagrecht w.S.oben
 $\lambda=0,81 \text{ W/(m K)}$: Werkstoff_Putz_1a
 $\lambda=0,81 \text{ W/(m K)}$: Werkstoff_Putz_1b
 $\lambda=0,21 \text{ W/(m K)}$: Werkstoff_Schüttung_1a
 $\lambda=0,21 \text{ W/(m K)}$: Werkstoff_Schüttung_1a1
 $\lambda=0,21 \text{ W/(m K)}$: Werkstoff_Schüttung_1b
 $\lambda=0,21 \text{ W/(m K)}$: Werkstoff_Schüttung_1b1
 $\lambda=0,21 \text{ W/(m K)}$: Werkstoff_Schüttung_1c
 $\lambda=0,21 \text{ W/(m K)}$: Werkstoff_Schüttung_1c1
 $\lambda=0,79 \text{ W/(m K)}$: Ziegel_Trempwand_1a
 $\lambda=0,79 \text{ W/(m K)}$: Ziegel_Trempwand_1c
 $\lambda=1,04 \text{ W/(m K)}$: Ziegel_Wand_1

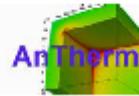
Schichtaufbauten und U-Wert Berechnungen

Aussen <-> Aussen @ TopLeft: (-1400, 1000, 640) x (-1400, 1000, 420)

Baustoff / Oberfläche	λ [W/mK]	d [mm]	R_s [m ² K/W]	α [W/m ² K]	R [m ² K/W]	Raum
Aussen/EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse			0.0400	25.0000	0.0400	Aussen
Holz_Gesperre_Quer_1c Aussen/EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse	0.1500	220.0000	0.0400	25.0000	1.4667	Aussen
		220.0000	U-Wert:	0.6466	[W/m²K]	

Decke Träger

Technische Universität Graz
 Institut für Hochbau
 Lessingstraße 25, 8010 Graz
<http://www.tugraz.at/>



26.05.2014
 AnTherm:Walter,Udo,Klaus,Tomasz
 Version 7.120 2013.04.08
 (c) Kornicki, all rights reserved

Bachinger 3D Bestand

Datei:

C:\Users\student\Desktop\AnTherm\Bachinger\0526\Bestand_3D\Knoten_Decke_Träger\Bachinger_3D_Bestand_Träger_550-1000.antherm

Angaben zur Modellierung der Bauteilkonstruktion

Räume :

Raumbez. : Aussen
 $R_s=0,0400 \text{ m}^2\text{K/W}$: EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse
 Raumbez. : Innen
 $R_s=0,1300 \text{ m}^2\text{K/W}$: EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi

Wärmequellen : keine

Baustoffe :

$\lambda=60 \text{ W/(m K)}$ $\rho=7850 \text{ kg/m}^3$ $c=0,48 \text{ kJ/(kg K)}$: 8.802.014 Stahl
 $\lambda=0,15 \text{ W/(m K)}$: Holz_Decke_Quer_1a
 $\lambda=0,15 \text{ W/(m K)}$: Holz_Decke_Quer_1b
 $\lambda=0,15 \text{ W/(m K)}$: Holz_Decke_Quer_2a
 $\lambda=0,15 \text{ W/(m K)}$: Holz_Gesperre_Quer_1a
 $\lambda=0,15 \text{ W/(m K)}$: Holz_Gesperre_Quer_1b
 $\lambda=0,15 \text{ W/(m K)}$: Holz_Gesperre_Quer_1c
 $\lambda=0,15 \text{ W/(m K)}$: Holz_Pfosten_2
 $\lambda=0,17 \text{ W/(m K)}$: Holz_Schiffboden
 $\lambda=0,17 \text{ W/(m K)}$: Holz_Vollschalung_1a
 $\lambda=0,17 \text{ W/(m K)}$: Holz_Vollschalung_1b
 $\lambda=0,17 \text{ W/(m K)}$: Holz_Vollschalung_1c
 $\lambda=0,17 \text{ W/(m K)}$: Holz_Vollschalung_2a
 $\lambda=0,17 \text{ W/(m K)}$: Holz_Vollschalung_2b
 $\lambda=0,17 \text{ W/(m K)}$: Holz_Vollschalung_2c
 $\lambda=0,17 \text{ W/(m K)}$: Holz_ZK_1
 $\lambda=0,19 \text{ W/(m K)}$ $\rho=1200 \text{ kg/m}^3$: Linoleum
 $\lambda=0,182 \text{ W/(m K)}$ $\rho=1 \text{ kg/m}^3$: Waagrecht w.S.oben
 $\lambda=0,81 \text{ W/(m K)}$: Werkstoff_Putz_1a
 $\lambda=0,81 \text{ W/(m K)}$: Werkstoff_Putz_1b
 $\lambda=0,81 \text{ W/(m K)}$: Werkstoff_Putz_2
 $\lambda=0,81 \text{ W/(m K)}$: Werkstoff_Putz_3
 $\lambda=0,094 \text{ W/(m K)}$: Werkstoff_Schilffrohr_1
 $\lambda=0,21 \text{ W/(m K)}$: Werkstoff_Schüttung_1a
 $\lambda=0,21 \text{ W/(m K)}$: Werkstoff_Schüttung_1a1
 $\lambda=0,21 \text{ W/(m K)}$: Werkstoff_Schüttung_1b
 $\lambda=0,21 \text{ W/(m K)}$: Werkstoff_Schüttung_1b1
 $\lambda=0,21 \text{ W/(m K)}$: Werkstoff_Schüttung_1c
 $\lambda=0,21 \text{ W/(m K)}$: Werkstoff_Schüttung_1c1
 $\lambda=1,4 \text{ W/(m K)}$ $\rho=2000 \text{ kg/m}^3$: Zementmörtel
 $\lambda=0,79 \text{ W/(m K)}$: Ziegel_Trempwand_1a
 $\lambda=0,79 \text{ W/(m K)}$: Ziegel_Trempwand_1c
 $\lambda=1,04 \text{ W/(m K)}$: Ziegel_Wand_1

Schichtaufbauten und U-Wert Berechnungen

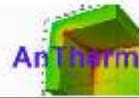
Aussen <-> Aussen @ TopLeft: (-1400, 1000, 640) x (-1400, 1000, 420)

Baustoff / Oberfläche	λ [W/mK]	d [mm]	R_s [m ² K/W]	α [W/m ² K]	R [m ² K/W] Raum
Aussen/EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse			0.0400	25.0000	0.0400 Aussen
Holz_Gesperre_Quer_1c	0.1500	220.0000			1.4667

Anhang: „G“; G7: Leitwertberichte 3D

Dach Dämmung Sparren

Technische Universität Graz
 Institut für Hochbau
 Lessingstraße 25, 8010 Graz
<http://www.tugraz.at/>



28.05.2014
 AnTherm: Walter,Udo,Klaus,Tomasz
 Version 7.120 2013.04.08
 (c) Kornicki, all rights reserved

Bachinger 3D Bestand

Datei:

C:\Users\student\Desktop\AnTherm\Bachinger\0526\Bestand_3D\Knoten_Dach_Dämmung_Sparren\Bachinger_3D_Bestand_Sparren_Dämmung_550-1000.anthrm

Anzahl der bilanzierten Zellen: 46213

Thermische Leitwerte [W / K]

Raum\Raum	Aussen	Innen
Aussen		0,553853
Innen	0,549758	

Genauigkeitsangaben

Raum	Schließfehler [W / K]	Leitwert Summe [W / K]	Leitwertbezogener Schließfehler	
Aussen	-4,09537e-003	0,549758	-7,44942e-003	(**)
Innen	4,09537e-003	0,553853	7,39433e-003	(**)

(*) Achtung: Das Genauigkeitskriterium im Bezug auf die Beträge der relativen, leitwertbezogen Schließfehler ist nicht erfüllt.

Decke Pfosten

Technische Universität Graz
 Institut für Hochbau
 Lessingstraße 25, 8010 Graz
<http://www.tugraz.at/>



26.05.2014
 AnTherm:Walter,Udo,Klaus,Tomasz
 Version 7.120 2013.04.08
 (c) Kornicki, all rights reserved

Bachinger 3D Bestand

Datei:

C:\Users\student\Desktop\AnTherm\Bachinger\0526\Bestand_3D\Knoten_Decke_Pfosten\Bachinger_3D_Bestand_Pfosten_550-1000.anTherm

Anzahl der bilanzierten Zellen: 45559

Thermische Leitwerte [W / K]

Raum\Raum	Aussen	Innen
Aussen		0,632017
Innen	0,774591	

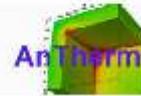
Genauigkeitsangaben

Raum	Schließfehler [W / K]	Leitwert Summe [W / K]	Leitwertbezogener Schließfehler	
Aussen	1,42574e-001	0,774591	1,84063e-001	(**)
Innen	-1,42574e-001	0,632017	-2,25586e-001	(**)

(*) Achtung: Das Genauigkeitskriterium im Bezug auf die Beträge der relativen, leitwertbezogenen Schließfehler ist nicht erfüllt.

Decke Träger

Technische Universität Graz
 Institut für Hochbau
 Lessingstraße 25, 8010 Graz
<http://www.tugraz.at/>



26.05.2014
 AnTherm:Walter,Udo,Klaus,Tomasz
 Version 7.120 2013.04.08
 (c) Kornicki, all rights reserved

Bachinger 3D Bestand

Datei:

C:\Users\student\Desktop\AnTherm\Bachinger\0526\Bestand_3D\Knoten_Decke_Träger\Bachinger_3D_Bestand_Träger_550-1000.anthrm

Anzahl der bilanzierten Zellen: 45691

Thermische Leitwerte [W / K]

Raum\Raum	Aussen	Innen
Aussen		0,562970
Innen	0,800931	

Genauigkeitsangaben

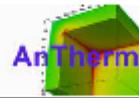
Raum	Schließfehler [W / K]	Leitwert Summe [W / K]	Leitwertbezogener Schließfehler	
Aussen	2,37962e-001	0,800931	2,97106e-001	(**)
Innen	-2,37962e-001	0,562970	-4,22690e-001	(**)

(*) Achtung: Das Genauigkeitskriterium im Bezug auf die Beträge der relativen, leitwertbezogenen Schließfehler ist nicht erfüllt.

Anhang: „G“; G8: Ergebnisberichte 3D

Dach Dämmung Sparren

Technische Universität Graz
 Institut für Hochbau
 Lessingstraße 25, 8010 Graz
<http://www.tugraz.at/>



26.05.2014
 AnTherm:Walter,Udo,Klaus,Tomasz
 Version 7.120 2013.04.08
 (c) Kornicki, all rights reserved

Bachinger 3D Bestand

Datei:

C:\Users\student\Desktop\AnTherm\Bachinger\0526\Bestand_3D\Knoten_Dach_Dämmung_Sparren\Bachinger_3D_Bestand_Sparren_Dämmung_550-1000.anthrm

Anzahl der bilanzierten Zellen: 46213 (Knotenzahl > 369704)

Randbedingungen und resultierende Oberflächentemperaturen / Grenzfeuchten d. Raumluft

	Raumtemperatur [°C]	min. Temperatur [°C]	max. Temperatur [°C]	Kondensat. rF [%]	f_{Rsi}^*
Aussen	-10,00	-10,00	-2,04	100,00 %	
Innen	20,00	-1,45	20,00	23,17 %	0,29 (**)

Gewichte für den kältesten Oberflächenpunkt eines jeden Raumes

	Aussen	Innen
g(Aussen)	0,999936	0,714910
g(Innen)	0,000064	0,285090

Koordinaten (x,y,z) des kältesten Oberflächenpunktes eines jeden Raumes

	x [mm]	y [mm]	z [mm]	Temp.[°C]	f_{Rsi}^*
Aussen	-710,0000	880,0000	1340,0000	-10,00	
Innen	10,0000	880,0000	1990,0000	-1,45	0,29 (**)

(*) Achtung: $f_{Rsi}^* < 0,71$ - Schimmelschutzkriterium ist nicht erfüllt.

(**) Achtung: $f_{Rsi}^* < 0,69$ - Kondensationsschutzkriterium ist nicht erfüllt.

Randbedingungen (Lufttemperaturen / Leistungen)

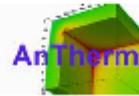
	Raumtemperatur [°C]
Aussen	-10,00
Innen	20,00

Temperaturen an den ausgewählten Punkten

x [mm]	y [mm]	z [mm]	T [°C]	
-710,0000	880,0000	1340,0000	-10,00	min. Aussen -10°C
-200,0000	922,5000	1490,0000	-2,04	max. Aussen -10°C
10,0000	880,0000	1990,0000	-1,45	min. Innen 20°C $f_{Rsi}=0,29$ (23,17%)
546,3480	877,5000	1460,0000	20,00	max. Innen 20°C

Decke Pfosten

Technische Universität Graz
 Institut für Hochbau
 Lessingstraße 25, 8010 Graz
<http://www.tugraz.at/>



26.05.2014
 AnTherm:Walter,Udo,Klaus,Tomasz
 Version 7.120 2013.04.08
 (c) Kornicki, all rights reserved

Bachinger 3D Bestand

Datei:

C:\Users\student\Desktop\AnTherm\Bachinger\0526\Bestand_3D\Knoten_Decke_Pfosten\Bachinger_3D_Bestand_Pfosten_550-1000.antherm

Anzahl der bilanzierten Zellen: 45559 (Knotenzahl > 364472)

Randbedingungen und resultierende Oberflächentemperaturen / Grenzfeuchten d. Raumluft

	Raumtemperatur [°C]	min. Temperatur [°C]	max. Temperatur [°C]	Kondensat. rF [%]	f_{Rsi}^*
Aussen	-10,00	-10,01	9,52	99,90 %	
Innen	20,00	10,33	19,92	53,67 %	0,68 (**)

Gewichte für den kältesten Oberflächenpunkt eines jeden Raumes

	Aussen	Innen
g(Aussen)	1,000382	0,322494
g(Innen)	-0,000382	0,677506

Koordinaten (x,y,z) des kältesten Oberflächenpunktes eines jeden Raumes

	x [mm]	y [mm]	z [mm]	Temp.[°C]	f_{Rsi}^*
Aussen	-1400,0000	1000,0000	420,0000	-10,01	
Innen	-36,4570	690,0000	423,7500	10,33	0,68 (**)

(*) Achtung: $f_{Rsi}^* < 0,71$ - Schimmelschutzkriterium ist nicht erfüllt.

(**) Achtung: $f_{Rsi}^* < 0,69$ - Kondensationsschutzkriterium ist nicht erfüllt.

Randbedingungen (Lufttemperaturen / Leistungen)

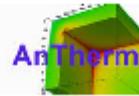
	Raumtemperatur [°C]
Aussen	-10,00
Innen	20,00

Temperaturen an den ausgewählten Punkten

x [mm]	y [mm]	z [mm]	T [°C]	
-1400,0000	1000,0000	420,0000	-10,01	min. Aussen -10°C
-75,9522	690,0000	423,7500	9,52	max. Aussen -10°C
-36,4570	690,0000	423,7500	10,33	min. Innen 20°C fRsi=0,68 (53,67%)
257,0000	850,0000	640,0000	19,92	max. Innen 20°C

Decke Träger

Technische Universität Graz
 Institut für Hochbau
 Lessingstraße 25, 8010 Graz
<http://www.tugraz.at/>



26.05.2014
 AnTherm:Walter,Udo,Klaus,Tomasz
 Version 7.120 2013.04.08
 (c) Kornicki, all rights reserved

Bachinger 3D Bestand

Datei:

C:\Users\student\Desktop\AnTherm\Bachinger\0526\Bestand_3D\Knoten_Decke_Träger\Bachinger_3D_Bestand_Träger_550-1000.anthem

Anzahl der bilanzierten Zellen: 45691 (Knotenzahl > 365528)

Randbedingungen und resultierende Oberflächentemperaturen / Grenzfeuchten d. Raumluft

	Raumtemperatur [°C]	min. Temperatur [°C]	max. Temperatur [°C]	Kondensat. rF [%]	f_{Rsi}^*
Aussen	-10,00	-10,00	6,88	99,99 %	
Innen	20,00	4,71	19,90	36,57 %	0,49 (**)

Gewichte für den kältesten Oberflächenpunkt eines jeden Raumes

	Aussen	Innen
g(Aussen)	1,000052	0,509567
g(Innen)	-0,000052	0,490433

Koordinaten (x,y,z) des kältesten Oberflächenpunktes eines jeden Raumes

	x [mm]	y [mm]	z [mm]	Temp. [°C]	f_{Rsi}^*
Aussen	-1400,0000	850,0000	514,0000	-10,00	
Innen	30,0000	563,5000	483,0000	4,71	0,49 (**)

(*) Achtung: $f_{Rsi}^* < 0,71$ - Schimmelschutzkriterium ist nicht erfüllt.

(**) Achtung: $f_{Rsi}^* < 0,69$ - Kondensationsschutzkriterium ist nicht erfüllt.

Randbedingungen (Lufttemperaturen / Leistungen)

	Raumtemperatur [°C]
Aussen	-10,00
Innen	20,00

Temperaturen an den ausgewählten Punkten

x [mm]	y [mm]	z [mm]	T [°C]	
-1400,0000	850,0000	514,0000	-10,00	min. Aussen -10°C
0,0000	690,0000	423,7500	6,88	max. Aussen -10°C
30,0000	563,5000	483,0000	4,71	min. Innen 20°C $f_{Rsi}=0,49$ (36,57%)
300,0000	850,0000	640,0000	19,90	max. Innen 20°C