



Technische Universität Graz
Fakultät für Bauingenieurwissenschaften

Baukonstruktion und Ökologie von Supermärkten

MASTERARBEIT

von

Bleta Rexha

Eingereicht am
Institut für Hochbau

Zur Erlangung des akademischen Grades Diplom-Ingenieur
Masterstudium Konstruktiver Ingenieurbau-
Bauingenieurwissenschaften

Begutachter und Betreuer:

OR. Dipl. Ing. Heinz Ferk

Graz, im Oktober 2020

meiner Mutter

Erklärung

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.

Bleta Rexha

Graz, Oktober 2020

Danksagung

Es ist mir eine Freude, all denjenigen zu danken, die mich beim Verfassen dieser Masterarbeit unterstützt haben.

Besonderer Dank, Respekt und Liebe gebührt meiner Familie, vor allem meine Mutter exp. Geo. Melihate, meinen beiden Schwestern, die Zahntechnikerin Blerina und Prof. Psycho. MSc Jeta und meinem Bruder MSc Valdrin, für die Motivation und die ihre Unterstützung, ohne die meine bisherig erreichte Leistung nicht möglich gewesen wäre.

Noch ein weiterer besonderer Dank geht an Herrn Universitätslektor Oberrat Dip. Ing. Heinz Ferk vom Institut für Hochbau und Bauphysik der Technischen Universität Graz für die geduldige und sehr gute Begleitung über den gesamten Ablauf dieser Masterarbeit und für die Zurverfügungstellung eines Arbeitsplatzes.

Das Unternehmen SPAR AG, Geschäftsführer Herrn. Mag. Christoph Holzer, der Filialgebietsleiter Herrn. MSc. Markus Wiessner und die Frau. Bau/Energie/Technik DI Monika Zieger verdienen ebenfalls einen besonderen Dank, denn die haben mir den Zugang an die Pläne der Baukonstruktion des SPAR AG-Supermärkte ermöglicht.

Ein ganz spezieller Dank geht an den Filialgebietsleiter Herrn. MSc. Horst Schauer, der mir in den letzten Jahren als seine Mitarbeiterin die Möglichkeit gegeben hat mein Studium selbst zu finanzieren.

Zu guter Letzt möchte ich mich bei meinen lieben Freunden und Arbeitskollegen bedanken:

Selma Ozegovic, Shqipron Krasniqi, Kastriot Gjergji, Elidon Boqolli.

Kurzfassung

Das Ziel jedes Bauingenieures sollte es sein, optimierte und somit ressourcensparende Gebäude zu konstruieren, indem die ökologische Materialwahl in Rahmen von Neubauten und Sanierungen immer wichtiger wird.

Diese Masterarbeit befasst sich mit Aspekten ökologischen Bauens und analysiert an drei Beispielen Baukonstruktionen der Einkaufsmarktkette „SPAR“. Zuerst werden die Bestandsbauteile des Supermarktes bauphysikalisch analysiert, und Möglichkeiten für ökologische Bauteilaufbauten auf Basis des OI3 Index erarbeitet.

Weiteres wird betrachtet, welche Vorteile oder Nachteile diese Bauteile haben.

Die einzelnen Bauteile werden auf Basis der Datenbank des Österreichischen Instituts für Bauen und Ökologie und der darin angeführten Umweltindikatoren analysiert. Ein bedeutungsvoller Umweltindikator ist das Treibhauspotenzial. Auch andere Umweltindikatoren, wie der Primärenergieinhalt und das Versauerungspotenzial haben eine wesentliche Bedeutung erlangt.

In Wohngebäuden wird ein wesentlicher Anteil an Wärmeenergie für das Beheizen verwendet. In Supermärkten ist aber ein zusätzlicher Faktor der Warenkreislauf, der ja auch temperiert werden muss.

Um eine Vorstellung der Größenordnung dieses Wärmeenergiebedarfsanteils im Vergleich zum Energiebedarf für das Beheizen des Supermarktes zu erhalten, wurde vereinfacht der Prozesskreislauf für die Temperierung der Waren von der Anlieferung (mit dem LKW) bis ins Geschäft abgeschätzt. Dies wurde für am Beispiel des Supermarktes in Kaindorf durchgeführt, indem der Wärmebedarf zum Aufwärmen der Waren von einer geschätzten mittleren Jahrestemperatur außen auf die Temperatur im Supermarkt betrachtet wurde.

Schließlich wurde noch Kosten für die unterschiedlichen Bauweisen betrachtet. Für den konventionellen und alternativen Aufbau wurden die Kosten auf Basis von Werten aus dem Internet recherchiert, und damit eine vereinfachte Kostenabschätzung für Maßnahmen (€/m^2) durchgeführt.

Abstract

The goal of every civil engineer should be to design optimized and this resource-saving buildings, as the ecological choice of materials is becoming increasingly important in the context of new buildings and renovations.

This master's thesis deals with aspects of ecological building and uses three examples to analyze building structures of the „SPAR“ shopping chain. First, the existing components of the supermarket are analyzed in terms of building physics, and options for ecological component structures based on the OI3 index are developed.

It is also considered which advantages or disadvantages these components have.

The individual components are analyzed on the basis of the database of the Austrian Institute for Building and Ecology and the environmental indicators listed therein. A meaningful environmental indicator is the global warming potential. Other environmental indicators, such as the primary energy content and the acidification potential, have also become very important.

In residential buildings, a significant proportions of thermal energy is used for heating. In supermarkets, however, the cycle of goods is an additional factor, which also has to be tempered. In order to get an idea of the magnitude of this proportion of the heat energy requirement compared to the energy requirement for heating the supermarket, the process cycle for the temperature control of the goods from delivery (by truck) to the store was estimated in a simplified manner. This was carried out using the example of the supermarket in Kaindorf by considering outside to the temperature in the supermarket.

Finally, the costs for the different construction methods were considered. For the conventional and the alternative structure, the costs were researched on the basis of valued from the Internet, and a simplified cost estimate for measures (€/m²) was carried out.

Inhaltsverzeichnis

Erklärung	v
Danksagung	vii
Kurzfassung	ix
Abstract.....	xi
Inhaltsverzeichnis.....	ii
1 Einleitung	1
2 Beschreibung der Supermärkte.....	2
2.1 Anforderungen an Einkaufsmärkte	2
2.2 Technische Anforderungen	2
2.3 Nachhaltige Anforderungen	4
2.4 Anforderungen an die Wahl der eingesetzten Energieträger	4
2.5 Baumarkt 1 – Kaindorf	5
2.5.1 Auszug zu Regeln der Technik - Erdanliegender Fußboden für die Supermärkte in Kaindorf, Premstätten und in Vogau	16
2.5.2 Erdanliegender Fußboden aus Keramik	18
2.5.3 Erdanliegender Fußboden aus Stahlbeton	19
2.5.4 Auszug zu Regeln der Technik für Außenwand-Wärmedämmung, Sockelbereich, hinterlüftete Außenwand für die Supermärkte in Kaindorf, Premstätten und in Vogau	20
2.5.5 Außenwand aus Stahlbeton.....	22
2.5.6 Auszug zu Regeln der Technik beim Flachdach für die Supermärkte in Kaindorf, Premstätten und in Vogau	23
2.5.7 Flachdach aus Holz.....	25
2.5.8 Vordach aus Holz	26
2.5.9 Flachdach aus Stahlbeton.....	27
2.5.10 Auszüge zu Regeln der Technik zum Thema Fenster bzw. Verglasungen	28
2.5.11 Fensterkonstruktion im Supermarkt Kaindorf	30
2.6 Baumarkt 2 – Premstätten	31
2.6.1 Erdanliegender Fußboden aus Keramik	44
2.6.2 Außenwand aus HLZ Sockelbereich	45
2.6.3 Außenwand aus HLZ	46
2.6.4 Außenwand aus HLZ mit hinterlüfteter Metallfassade	47
2.6.5 Außenwand aus STB mit hinterlüfteter Metallfassade	48
2.6.6 Außenwand aus Stahlbeton.....	49
2.6.7 Flachdach aus Holz.....	50
2.6.8 Flachdach aus Stahlbeton.....	51
2.6.9 Fensterkonstruktion in der Supermarkt Premstätten.....	52
2.7 Baumarkt 3 – Vogau	53

2.7.1	Erdanliegender Fußboden aus Fliesen	66
2.7.2	Erdanliegender Fußboden aus Beschichtung	67
2.7.3	Außenwand Erdberührt	68
2.7.4	Außenwand vertikale Metallfassade	69
2.7.5	Decke zu Aufenthaltsraum aus PVC Belag	70
2.7.6	Decke mit Fliesenbelag	71
2.7.7	Flachdach aus Brettsper Holz (Fichte)	72
2.7.8	Flachdach 16cm Hohldielendecke	73
2.7.9	Flachdach 20cm Hohldielendecke	74
2.7.10	Fensterkonstruktion in der Supermarkt Vogau	75
3	Ökologische Bewertung	76
3.1	Die Datenbank baubook, Ökobilanzierung der Baustoffe und Umweltindikatoren 79	
3.2	Alternative Baustoffe zur Reduktion des OI3-Index für einzelne bauteilaufbauten in Supermärkten	81
3.2.1	Produktauswahl	81
3.2.2	Produktbeschreibung	84
3.3	Der Markt in Kaindorf	86
3.3.1	Erdanliegender Fußboden mit keramischem Belag	87
3.3.2	Außenwand aus Stahlbeton	93
3.3.3	Flachdach aus Holz	101
3.4	Der Markt in Premstätten	107
3.4.1	Erdanliegender Fußboden aus Keramik	108
3.4.2	Außenwand in der Westseite	114
3.4.3	Flachdach aus Holz	121
3.5	Der Markt in Vogau	127
3.5.1	Erdanliegender Fußboden mit keramischem Belag	128
3.5.2	Außenwand	134
3.5.3	Flachdach aus Fichte	142
3.6	Fenster – Betrachtung für alle drei Baumärkte	148
3.6.1	Von Alu-Rahmen zu Holz- Rahmen 3,6 x 1,38 m	149
3.6.2	Von Kunststoff-Rahmen zu Holz-Alu Fensterrahmen 2,64 x 1,0 m	153
3.6.3	Von Kunststoff-Rahmen zu Holz-Alu Fensterrahmen 2,0 x 1,0 m	157
4	Energieausweis für den konventionellen Aufbau und die Variante	160
4.1	Konventioneller Aufbau und Variante für den Supermarkt in Kaindorf	161
4.2	Konventioneller Aufbau und Variante für den Supermarkt in Premstätten	162
4.3	Konventioneller Aufbau und Variante des Supermarktes in Vogau	164
5	Prozesskreislauf für die zugeführte Wärme in dem Supermarkt Kaindorf	166
6	Überblick	169
6.1	Materialkosten für die Aufbauten aller drei Supermärkte	169

6.2 Ausblick	172
Literaturverzeichnis	173
Abbildungsverzeichnis	181
Tabellenverzeichnis	186

Symbole und Einheiten

Symbol	Größe	Einheit
d	Dicke	m
R	Wärmedurchlasswiderstand	$\text{m}^2 \text{K/W}$
R_{se}	Äußerer Wärmeübergangswiderstand	$\text{m}^2 \text{K/W}$
R_{si}	Innerer Wärmeübergangswiderstand	$\text{m}^2 \text{K/W}$
λ	Wärmeleitfähigkeit	W/mK
U	Wärmedurchgangskoeffizient	$\text{W/m}^2 \text{K}$
PENRT	Primärenergieinhalt	MJ/m^2
CO_2	Kohlendioxid	äquiv/ m^2
SO_2	Versauerungspotenzial	äquiv/ m^2
HWB	Heizwärmebedarf	$\text{kWh/m}^2 \text{a}$
Mo-Pro	Molkereiprodukt	-
O&G	Obs und Gemüse	-

1 Einleitung

Die Motivation zu der vorliegenden Masterarbeit entstand dort, wo ich selbst mein Studium finanziert habe. Ich war eine der Mitarbeiterinnen des Unternehmens SPAR, wobei ich in den verschiedenen Filialen gearbeitet habe. Während meiner Arbeit, habe ich immer nachgedacht und mich gefragt, wie die Konstruktionen und die Bauteilaufbauten ausgeführt oder errichtet worden sind. Ich fragte mich auch, was wäre, wenn auch in den Supermärkten ökologisches Bauen würde.

In der ersten Phase der Masterarbeit wurden die Bestandspläne analysiert. Es sind dort die Bauteile entnommen und danach bauphysikalisch nachgerechnet worden. Eine Berechnung des Energieausweises ist erfolgt und die einzelnen Bauteilaufbauten sind analysiert worden. Da die Supermärkte unterschiedliche Baujahre haben, wurde im GEQ-Programm dies durch Berechnung auf Basis der OIB-Richtlinien zum Zeitpunkt der Errichtung entsprechend berücksichtigt. Es werden im Weiteren auch die $\Delta OI3$ -Indikator Punkte der Baustoffschichten erarbeitet. Bei der Konstruktionsoptimierung ist diese $\Delta OI3$ Punkte der einzelnen Baustoffschichten sehr hilfreich. Durch diese OI3 Punkte ist es möglich zu sehen, welchen Beitrag die einzelne Baustoffschichte an der Gesamtkonstruktion leistet und wo man diese optimieren kann. Hinterlüftete Außenwände, oder auch hinterlüftete Dächer werden nur bis zur Hinterlüftungsebene in der Berechnung berücksichtigt.

Des Weiteren habe ich in der Masterarbeit für die vorgegebenen Industriegebäude bzw. Supermärkte, eine ökologische Variante bzw. eine nachhaltige Variante für einzelne Bauteilaufbauten vorgeschlagen.

In der weiteren Folge wurden die Basiskriterien, die für die Einkaufsmärkte relevant sind, versucht, um entsprechende Bauteile zu erstellen oder zu konstruieren, die ökologisch besser bewertet sind. Es gibt verschiedene Bewertungstools für die Ökologie, so z.B.:

- LCA (Life Cycle Assessment)
- GEQ
- baubook
- Ökobaudat

Nach Festlegung von geeigneten Bauteilschichten wurden aus zugänglichen spezifischen Datenbanken die für die ökologische Bewertung erforderlichen Kennwerte zur weiteren Bearbeitung recherchiert, um eine ökologische Bewertung der Industriebaukonstruktionen durchzuführen.

Ökologisches Bauen bedeutet unter anderem, dass die Materialien, die im Bauwerk verwendet werden, recyclingfähig sind und wieder dem Naturkreislauf zugeführt werden können. Die Auswahl der ökologischen Kriterien erfolgt entlang des Gesamtprozesses: Herstellung, Verarbeitung, Nutzung und Entsorgung.

Nachfolgend sind die Ergebnisse der ökologischen Aufbauten zusammenfassend dargestellt und der Vergleich dargelegt.

Ziel der vorliegenden Masterarbeit ist es zu betrachten, was mit ökologischen Baumaterialien für den gesamten Markt qualitativ überschlüssig erreichbar ist.

Da Wirtschaftlichkeit bei solchen Projekten eine überaus wichtige Rolle spielt, wurde auch eine vereinfachte Betrachtung der Kosten angestellt, auf Basis von im Internet recherchierten Angaben.

2 Beschreibung der Supermärkte

Für die Untersuchung wurde beispielhaft Unterlagen von drei verschiedenen Supermärkten verwendet. Die Märkte befinden sich an verschiedenen Standorten in der Steiermark: in Kaindorf, Premstätten und im Vogau. Die Bauwerke sind mit aktuell üblichen Konstruktionen erbaut und mit Flachdächern ausgeführt, wobei für das Tragwerk im Wesentlichen Materialien wie Stahlbeton und Holz verwendet wurden.

Alle drei Bauwerke sind nach den Vorgaben der OiB-Richtlinien 1 bis 6 geplant und ausgeführt worden. Die Gebäudekonstruktionen und Bauteilkonstruktionen, wie Fußböden, Wände sowie Decken, müssen rechtlich jeweils entsprechend dem Steiermärkischen Baugesetz (Stmk. BauG) ausgeführt werden. Die sich daraus ergebenden Anforderungen werden im unten Folgenden Punkt 2.2 erklärt.

Übereinstimmend bei allen drei Einkaufsmärkte ist es, dass sie mit einer großen Glasfassade ausgeführt sind, was heute offensichtlich den „State of the Art“ in der Architektur von Supermärkten darstellt, wenn man aktuelle Bauten betrachtet. Eine weitere Besonderheit ist es auch, dass sie Dächer in allen drei Supermärkte große, weitgespannten Leimbinder aufweisen, die als Dachtragwerk dienen.

In der Folge werden für den Gebäudeentwurf Lage, Grundriss, Tragwerk und spezifische Besonderheiten der Einkaufsmärkte beschrieben.

- Baumarkt 1 – Kaindorf mit der Hauptabmessung 44,7 x 23,3 m
- Baumarkt 2 – Premstätten mit der Hauptabmessung 36,71 x 35,12 m
- Baumarkt 3 – Vogau mit der Hauptabmessung 50,70 x 33,73 m

2.1 Anforderungen an Einkaufsmärkte

Zuerst sollen die Anforderungen an den Standort und an die Einkaufsmärkte überlegt und erklärt werden. Der Standort des Gebäudes, sowie die Nutzung stellen besondere Anforderungen an die Konstruktion der Einkaufsmärkte. Verkaufsstätten sind gemäß OiB Begriffsdefinition Gebäude oder Gebäudeteile, die dem Verkauf von Waren dienen. Als Erweiterung dieser Kategorie zählen zusätzlich die Ausstellungsstätten. Die Zuordnung der Anforderungen erfolgt über die Größe der Verkaufs- bzw. Ausstellungsfläche. [47] Im Folgendem werden allgemeine und andere Anforderungen beschrieben.

2.2 Technische Anforderungen

- Lage und Größe des Grundstücks:
- Nutzfläche:
 - Gemäß OiB-Richtlinien 6 Punkt 3 [S.3] sind: wenn für die Nutzfläche 250 m² Netto-Grundfläche überschritten werden, ist entsprechend den Bestimmungen für Nicht-Wohngebäude (NWG) vorzugehen.
- Tragwerk:
 - Gemäß OiB-Richtlinien 1 Punkt 2.1.1 [S.2] sind so zu gestalten, dass: Tragwerke sind so zu planen und herzustellen, dass sie eine ausreichende Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit aufweisen, um die Einwirkungen, denen das Bauwerk ausgesetzt ist, aufzunehmen und in den

Boden abzutragen und im Punkt 2.2 sind ständige, veränderliche, seismische und außergewöhnliche Einwirkungen zu berücksichtigen.

- Fußböden, Wände, Decken:
 - Nach 1. Abschnitt Allgemeine Bestimmungen für Arbeitsstätten §6 sind so zu gestalten, dass sie:
 - (1) Fußbodenflächen:
 1. Keine Stolperstellen aufweisen,
 2. Befestigt, trittsicher und rutschhemmend sind,
 3. Vor allen zu erwartenden Verunreinigungen leicht zu reinigen und erforderlichenfalls desinfizierbar sind und
 4. Gegen die auf Grund der Nutzungsart des jeweiligen Bereichs zu erwartenden chemischen oder physikalischen Einwirkungen soweit widerstandsfähig sind, dass eine Belästigung oder Gefährdung von Arbeitnehmer/innen vermeiden wird. [48]
 - (2) Wand- und Deckenoberflächen:
 1. Vor allen zu erwartenden Verunreinigungen leicht zu reinigen und erforderlichenfalls desinfizierbar sind,
 2. keine besonderen Ablagerungsflächen für Staub oder Schmutz aufweisen, soweit die Nutzungsart des Raumes dem nicht entgegensteht,
 3. gegen die auf Grund der Nutzungsart des Raumes zu erwartenden chemischen oder physikalischen Einwirkungen soweit widerstandsfähig sind, dass eine Belästigung oder Gefährdung von Arbeitnehmer/innen vermeiden wird, und [49]
 4. im Brandfall nicht tropfen und keine toxischen Gase in einem die Arbeitnehmer/innen gefährdenden Ausmaß freisetzen.
 - (3) Es ist dafür zu sorgen, dass durchsichtige Wände:
 1. Als solche deutlich gekennzeichnet sind und
 2. Im Bereich von Arbeitsplätzen oder Verkehrswegen [48]
- Mit oder ohne Obergeschoß:
 - Gemäß OiB-Richtlinie 2 Punkt 7.4 [S.14] sind so zu gestalten, dass sie:
 - Gemäß Punkt 7.4.1 abweichen von Tabelle 1b dürfen tragende Bauteile von freistehenden Verkaufsstätten mit nur einem oberirdischen Geschoß hergestellt sein.
- Müllraum/Abstellfläche:
 - Gemäß OiB-Richtlinie 3 Punkt 4.2 [S.3] sind so zu gestalten, dass sie:
 - Abfallsammelräume müssen be- und entlüftet sein. Die Lüftungsöffnungen sind so zu situieren, dass es zu keiner unzumutbaren Geruchsbelästigung kommt. Die Fußböden und Wände von Abfallsammelräume müssen leicht zu reinigen sein. Die Abholung der Abfälle muss auf kurzen, möglichst stufenlosen Wegen möglich sein.
- Brandschutz:
 - Gemäß OiB Richtlinie 2 Tabelle 6 [S.29] ist bei einer Fläche von $>200 \text{ m}^2$ und $\leq 3.000 \text{ m}^2$ eine Sicherheitsbeleuchtung, eingeschränkt auf Flucht- und Rettungswege, erforderlich. Nach Punkt 7.4.3 liegen keine anderen Gefährdungen als durch Brandeinwirkung vor, kann abweichend zu Punkt 5 bei Verkaufsstätten die Gehweglänge von 40 m (Fluchtweg) verlängert werden, wenn: a) für lichte Raumhöhen am 7,50 m um jeweils 5,00 m für je angefangene 2,50 m zusätzlicher lichter Höhe, bis zu einer maximalen Gehweglänge von 70 m.
- Tragfähigkeit im Brandfall:

Nach 1. Abschnitt Allgemeine Bestimmungen für Arbeitsstätten §6 sind so zu gestalten, dass sie:

Für eingeschossige freistehende Verkaufsstätten soll es – vor allem der bisherigen Praxis entsprechend – gewisse Erleichterungen geben. So ist es gemäß Punkt 7.4.1 möglich, dass die Tragkonstruktion entweder in R 30 oder nur aus Baustoffen der Klasse A2 ausgeführt wird. Dies ist deshalb möglich, da bei freistehenden Verkaufsstätten nur Fluchtwege in einer Ebene vorhanden sind, sodass Personen – ohne ein Treppenhaus benutzen zu müssen – rasch einen sicheren Ort im Freien erreichen, ausreichende Fensterflächen bzw. Rauch- und Wärmeabzugseinrichtung zur thermischen Entlastung der Tragkonstruktion gegeben sind, und ein Löschgriff durch die Feuerwehr als eher unproblematisch angesehen wird. [48]

- Belichtung und Beleuchtung:
Gemäß OIB-Richtlinie 3 Punkt 9.1.1 [S.7]: bei Aufenthaltsräumen muss die gesamte Lichteintrittsfläche (Architekturlichte von Fenstern, Lichtkuppeln, Oberlichtbändern etc.) mindestens 12 % der Bodenfläche dieses Raumes betragen.

2.3 Nachhaltige Anforderungen

Um nachhaltige Bauen und eine nachhaltige Nutzung der Verkaufsstätten zu ermöglichen, ergeben sich unter anderem folgende Anforderungen:

- ökologisch bewusstes Bauen
- kostensparendes und wirtschaftlich bewusstes Bauen
- barrierefreies Bauen

2.4 Anforderungen an die Wahl der eingesetzten Energieträger

Die Bestimmungen gemäß OIB-Richtlinien 6 Punkt 5 [S.8] sind so zu gestalten, dass sie:

5.1.1 Bei Neubau und größere Renovierung von Gebäuden bzw. Gebäudeteilen entsprechend der Gebäudekategorie 1 bis 12 muss die technische, wirtschaftliche und rechtliche Realisierbarkeit des Einsatzes von hocheffizienten alternativen Systemen, wie in Punkt 5.1.2 angeführt, sofern verfügbar, in Betracht gezogen, berücksichtigt und dokumentiert werden.

5.1.2 Hocheffiziente alternative Energiesystem sind jedenfalls:

- a) Dezentrale Energieversorgungssystem auf der Grundlage von Energie aus erneuerbaren Quellen,
- b) Kraft-Wärme-Kopplung,
- c) Fern-/Nahwärme oder -kälte, insbesondere, wenn sie ganz oder teilweise auf Energie aus erneuerbaren Quellen beruht oder aus hocheffizienten Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen stammt,
- d) Wärmepumpen.

2.5 Baumarkt 1 – Kaindorf

In Kaindorf an der Sulm, 8430 Leibnitz befindet sich der Einkaufsmarkt SPAR, welcher im Jahr 2013 errichtet worden ist. Es sind zwei Anfahrtswege und zwei Ausfahrtwege in der westlichen und südlichen Seite angeordnet und es stehen viele Parkplätze den Kunden vor Ort zur Verfügung (siehe Abbildung 2.1). Die gesamte Brutto-Grundfläche beträgt $BGF=985 \text{ m}^2$ und der Netto-Nutzfläche besitzt $866,12 \text{ m}^2$. Der Einkaufsmarkt hat eine Bodenfläche für den Verkaufsraum von $622,36 \text{ m}^2$.

Objektdaten gemäß ÖNORM B 8110-2:

- | | |
|--------------------------------------|--------------------|
| • Nutzung des Gebäudes: | Verkaufsstätte |
| • Abmessungen (LxBxH): | 44,7m x 23,3m x 6m |
| • Bauweise: | leicht |
| • Referenzklima; Normaußentemperatur | -13,3°C |
| • Standortklima; Klimaregion | SSO |
| • Standortklima; Seehöhe | 274 m |



Abbildung 2.1: Lage des Einkaufsmarktes, Kaindorf [79]

Der Einkaufsmarkt hat eine rechteckige Form und ist ein oberirdisches Geschöß mit einer lichten Raumhöhe von 6,0 m, wie in der Abbildung 2.2 zu sehen ist.

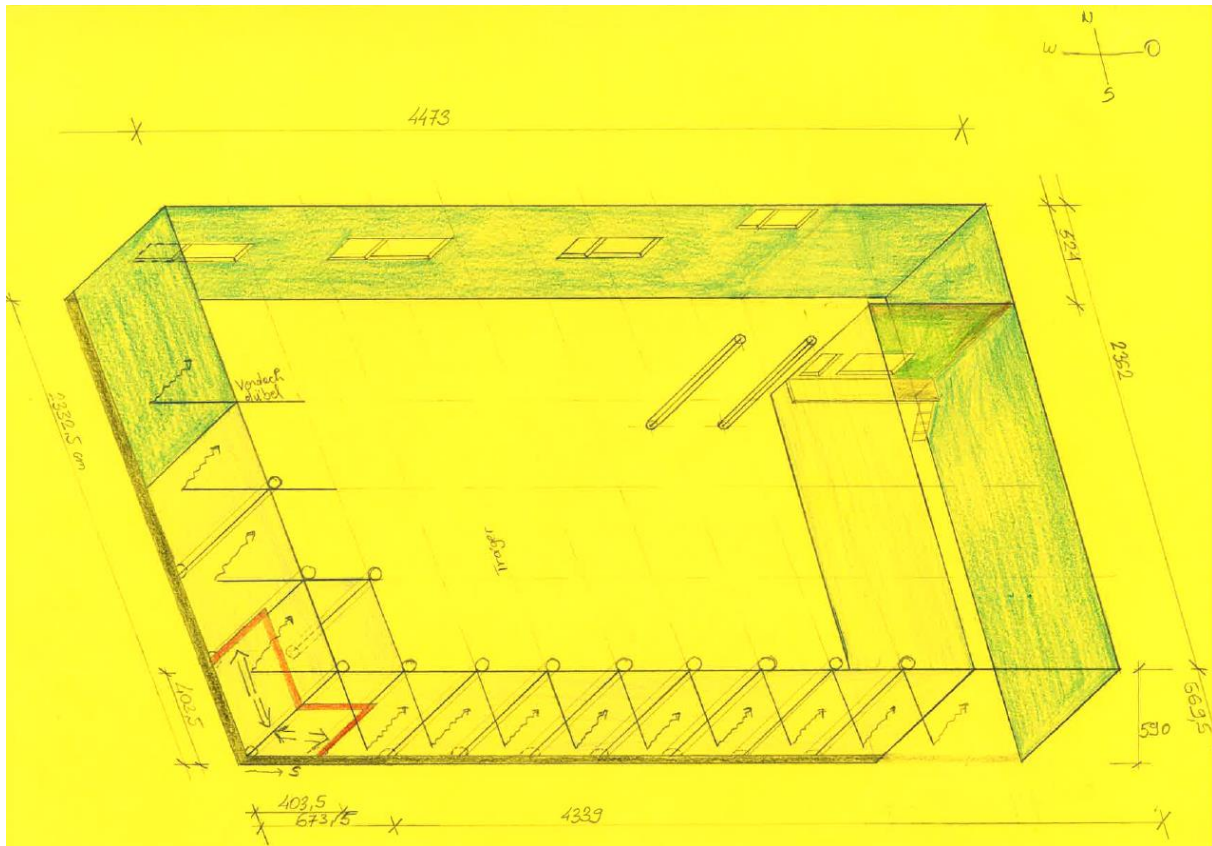


Abbildung 2.2: Schrägriss- Darstellung des Supermarktes, Kaindorf

Vom Eingang aus betrachtet, ist es die linke Seite die Westseite und die rechte Seite die Südseite. Ein Teil des Vordaches krägt deutlich aus. Die Dicke der Dämmung auf dem Vordach beträgt 6 cm. Die Holzlamellen in den westlichen und südlichen Seiten regeln den Lichteinfall und dienen zusammen mit dem Vordach auch als Sonnenschutz, damit die Waren in den Einkaufsmarkt nicht beeinträchtigt werden.



Abbildung 2.3: Ansicht Eingangssituation; Leimbinder und Holzlamellen

Die Planung und Ausführung von Glasfassaden bedarf großer Sorgfalt, denn die Anforderungen an sie sind hoch und oft scheinbar widersprüchlich. So muss das Behaglichkeitsempfinden der Nutzer, die Klimaverhältnisse, der Energieeintrag und Energieverlust, die Belichtung und Belüftung, der Schallschutz und nicht zu vergessen auch der wirtschaftliche Aspekt berücksichtigt werden. Relevante Kriterien für die Verglasung sind:

- Tragverhalten
- Verformung
- Sicherheit etc. [75]



Abbildung 2.4: Glasfassade; der Roter Rahmen kennzeichnet deutlich den Eingangsbereich für den Kunden

Zum transparenten Fenster: die Süd- und Westrichtung sind von der Innenseite mit einem Textilrollo versehen worden, um die Waren im Supermarkt vor der Sonnenstrahlung schützen zu können und somit auch die Kassakräfte von der Sonnenstrahlung besser zu schützen.

Im österreichischen Institut für die Bautechnik wird die Lichteinstrahlung durch die Richtlinien 3 [S.7] Abschnitt 9 geregelt:

9.1.1 Bei Aufenthaltsräumen muss die gesamte Lichteintrittsfläche (Architekturlichte von Fenstern, Lichtkuppeln, Oberlichtbändern etc.) mindestens 12 % der Bodenfläche dieses Raumes betragen.

9.1.3 Ragen Bauteile (z.B. Balkone, Dachvorsprünge, Loggien, Erker, vorspringende Geschoße) desselben Bauwerkes in den erforderlichen freien Lichteinfall hinein, so muss die gesamte Lichteintrittsfläche mindestens 15 % der Bodenfläche des Raumes betragen. Dies ist nicht erforderlich, wenn das Auskragen des Bauteiles, gemessen von der Fassadenflucht im Bereich der jeweiligen Lichteintrittsfläche, nicht mehr als 1,50 m beträgt.

9.1.4 Die erforderliche Lichteintrittsfläche gemäß Punkt 9.1.1 bzw. 9.1.3 vergrößert sich ab einer Raumtiefe von mehr als 5,00 m um jeweils 1 % der gesamten Bodenfläche des Raumes pro angefangenem Meter zusätzlicher Raumtiefe. [5]

Tragsystem und Konstruktionsaufbau:

Der Baukörper des Einkaufsmarktes Kaindorf setzt sich aus großen flächenhaften Elementen zusammen. Als Hauptelemente sind die Fußbodenflächen, die Dachfläche und das horizontal auskragende Vordach mit integriertem Licht.

Das primäre Tragsystem bildet in der Nord-Süd-Richtung gespannte Einfeldträger aus dem Brettschichtholz, welche auf eingespannten runden Stahlstützen an der Südseite und auf Wandscheiben an der Nordseite lagern. Die Leichtbauweise der Dachkonstruktion und des Vordaches bestehen aus KLH-Massivholzplatte die eine Dicke von (100 mm) besitzen und dem darauf mechanisch befestigten Foliendach (2,0 mm).

Die Dachkonstruktion wird auf die Holzleimbinder, die in Querrichtung liegen, gelagert und sie werden auf die runden Stahlstützen mit einem Durchmesser von 14 cm getragen. Die Stahlstützen sind in einem Abstand von ca. 4 m angeordnet. Die westliche und die südliche Außenwand, welche auch den Haupteingang befördert, sind mit einer Glaswandkonstruktion ausgeführt worden, während in der nördlichen und östlichen Außenwand aus Stahlbetonwänden bestehen, mit außenliegender Wärmedämmung.

Besonderheiten des Entwurfs:

- ein großes auskragendes Vordach und
- sehr hohe Leimbinder 110/20



Abbildung 2.5: links oben: West- und Südseite des Einganges; rechts unten Westseite des Einganges

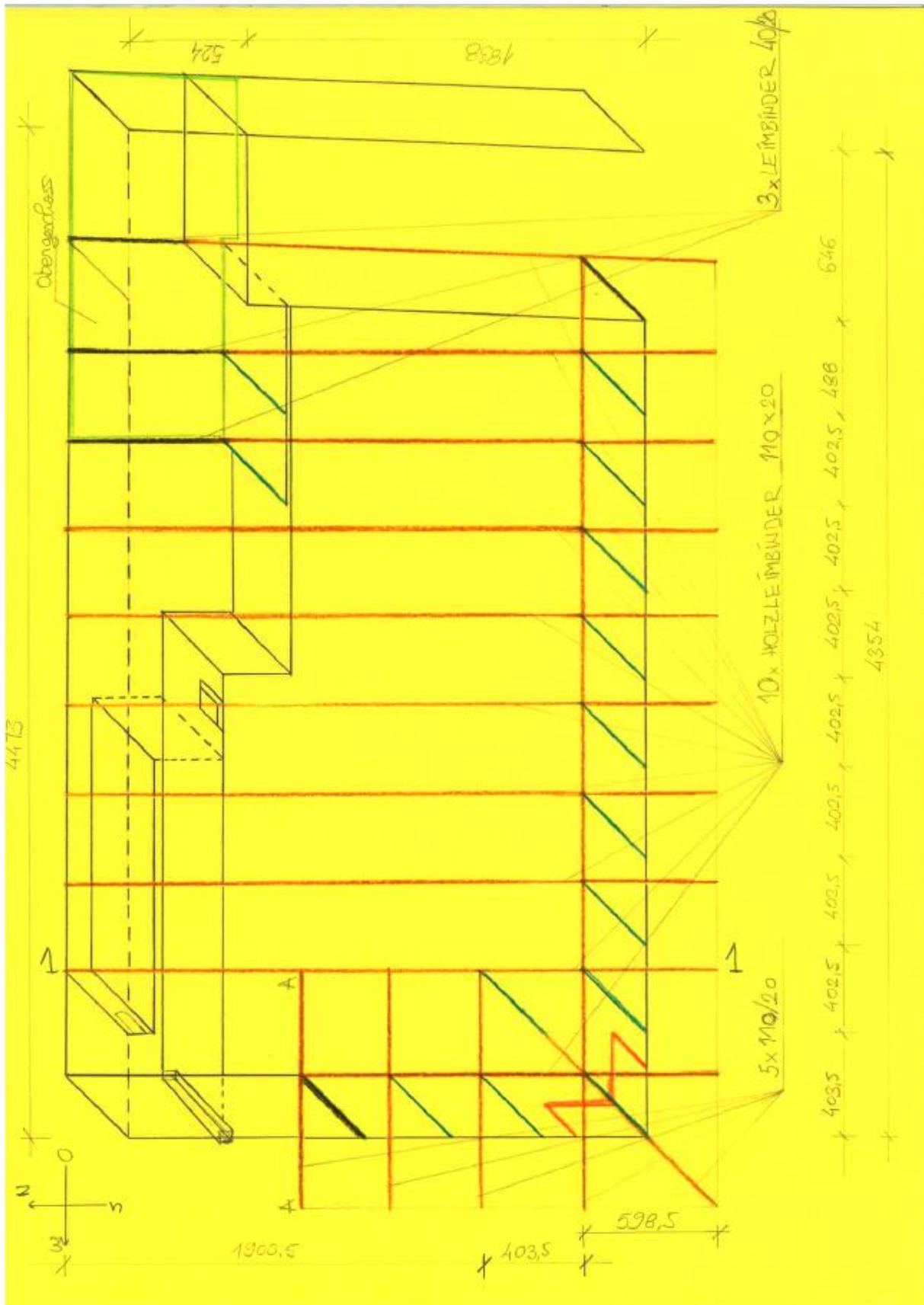


Abbildung 2.6: Konstruktion des Einkaufsmarktes, Grundriss, Kaindorf

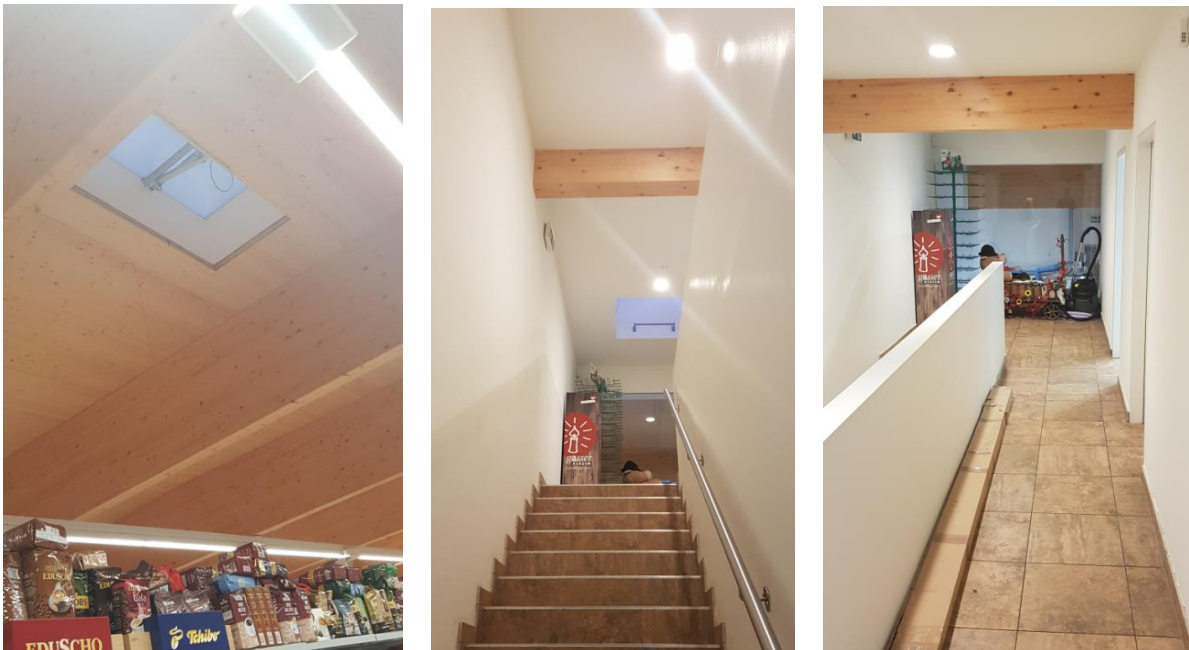


Abbildung 2.7: Links: Flachdach Bauweise in Holz, Leimbinder 110/20 in der Querrichtung; Mitte: Flachdach aus Stahlbeton; Rechts: OG mit sichtbarem Leimbinder



Abbildung 2.8: Durchlaufträger in der Querrichtung, Mitarbeiteraum

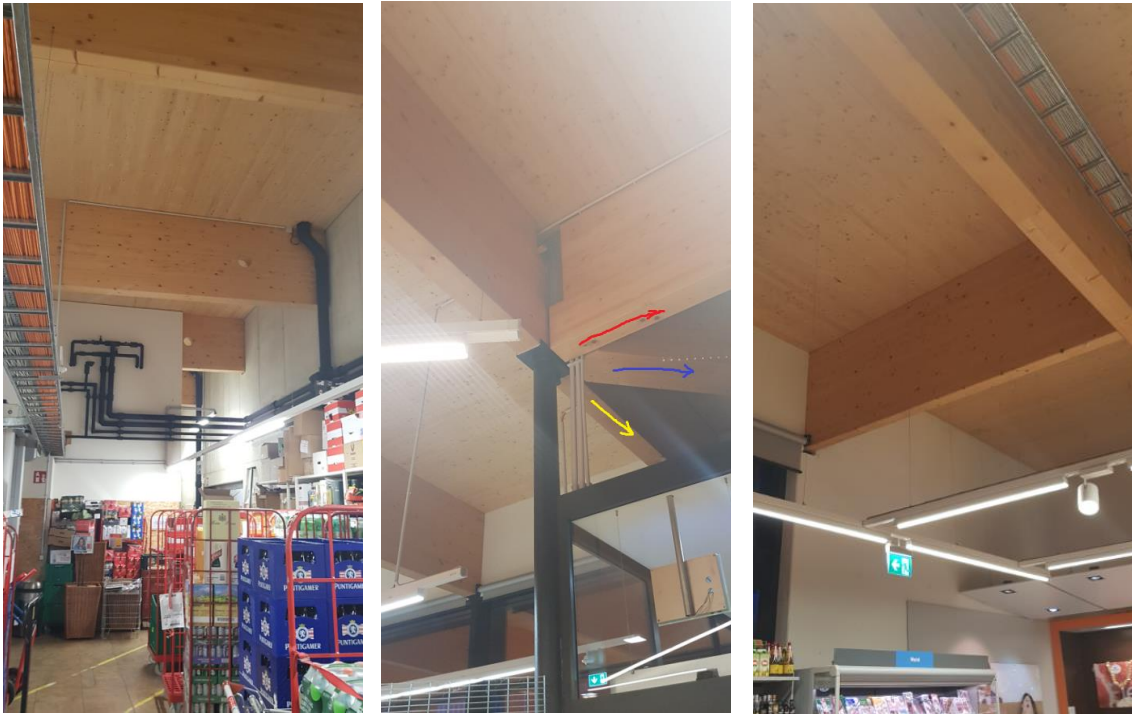


Abbildung 2.9: Links: Durchlaufträger in der Querrichtung, Lagerbereich; Mitte: Vordach (gelb/Süd, rot/West); Rechts: auskragendes Vordach im Innenbereich

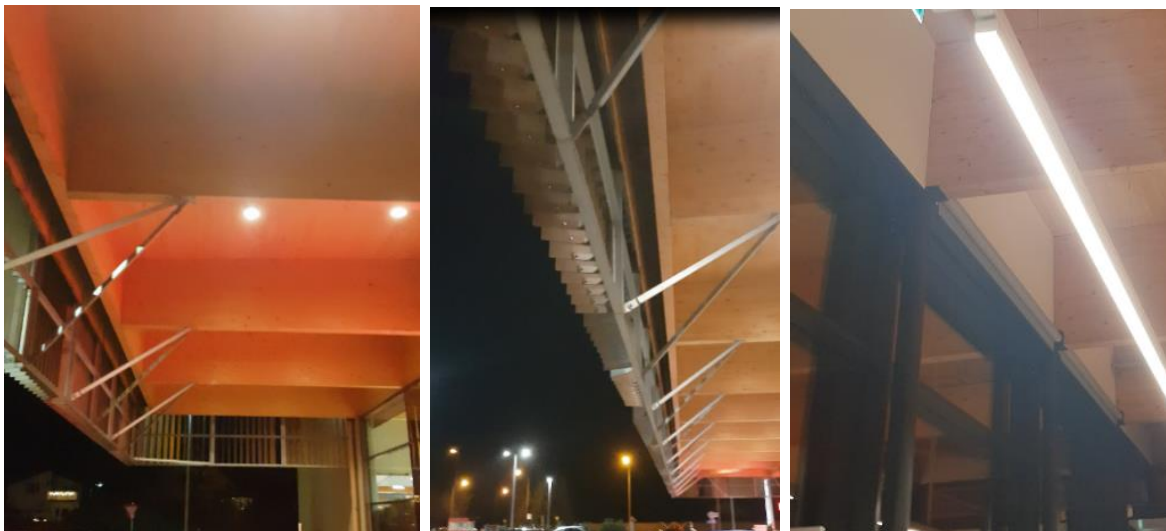


Abbildung 2.10: Links: In der Westseite ausgesteifte Holzlamellenkonstruktion; Mitte: Südseite ausgesteifte Holzlamellen; Rechts: die runde Stahlstütze $\Phi 14$ cm in der Südseite

Im Innenbereich des Marktes im Erdgeschoß befinden sich das Büro und das EDV-Raum und im Obergeschoß befinden sich der Mitarbeiterraum, Damen/Herren Toilette, Umkleide, Maschinenraum, etc.

Besonderheiten des Innenbereiches des Einkaufsmarktes sind:

- Beleuchtung mit der spezifisch an die Waren angepassten Lichtfarbe

Als Beleuchtung verwendet Spar eine LED-Leuchten für die Langlebigkeit und die Energieeffizienz. Die Beleuchtung ist eine der wichtigsten Punkte im Supermarkt, weil die Waren „schön“ präsentiert werden. Z.B. ist beim Obst und Gemüse besonders wichtig, dass das Licht die Frische zum Ausdruck dringt. Die Lichtfarbe wird so gewählt werden, dass die Warenpräsentation für die Kunden geeignet erfolgt, bei ausreichender Beleuchtungsstärke.

Die ganze Anlage funktioniert automatisch nicht statisch, sondern variierbar, das heißt, dass es jederzeit die Möglichkeit zur Einstellung an die Erfordernisse gibt.



Abbildung 2.11: Licht in Obst&Gemüse Abteilung



Abbildung 2.12: Beleuchtung in FK-Bereich

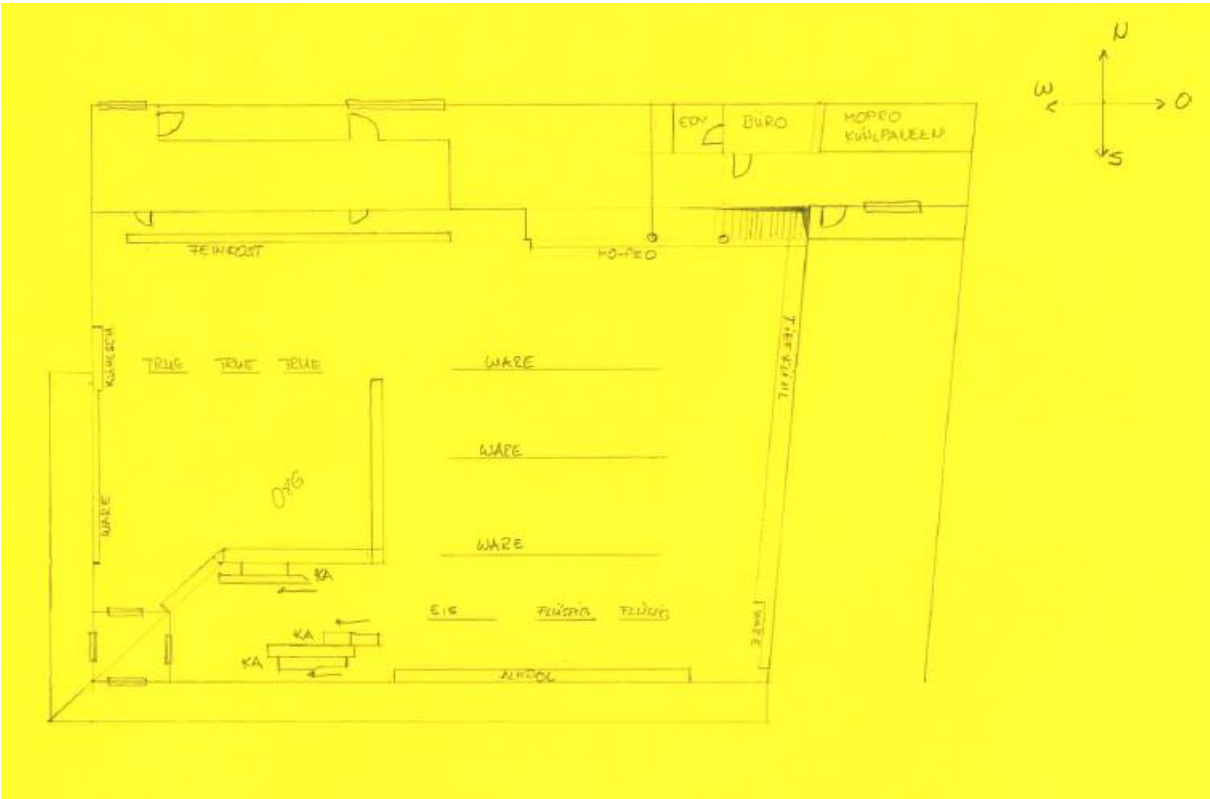


Abbildung 2.13: Skizze: Innenbereich des Einkaufsmartes, Grundriss

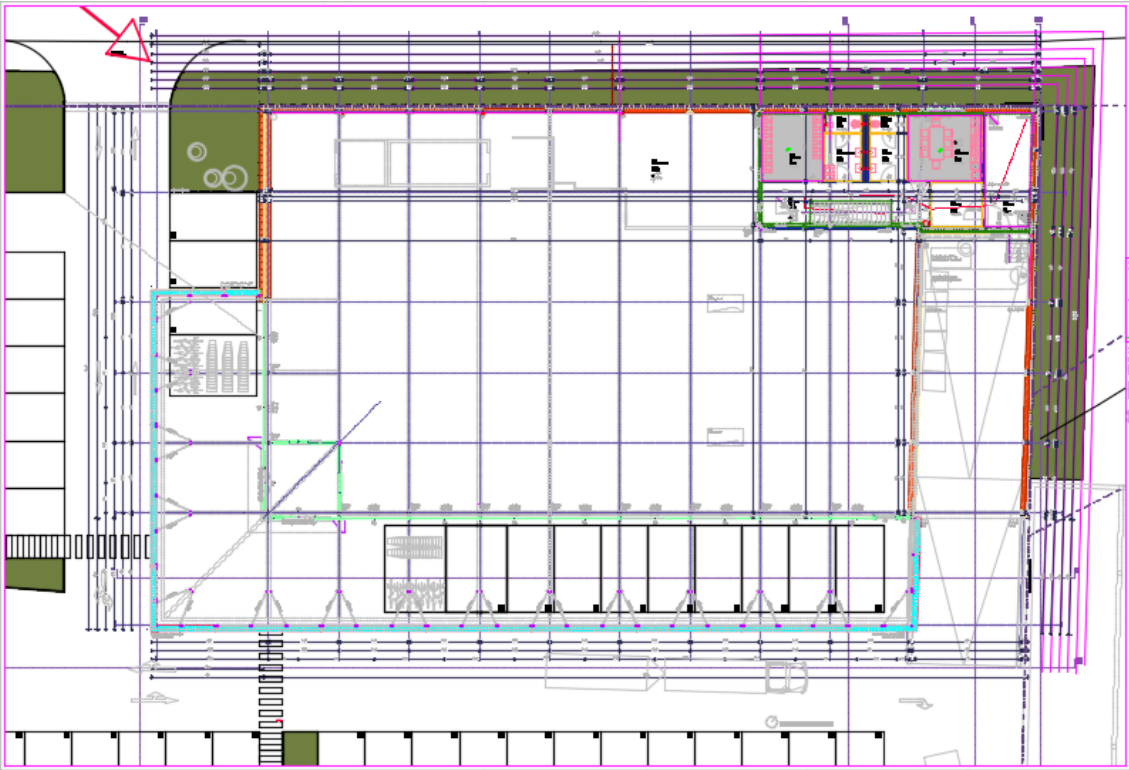


Abbildung 2.14: Grundriss des Einkaufsmarktes, Kaindorf

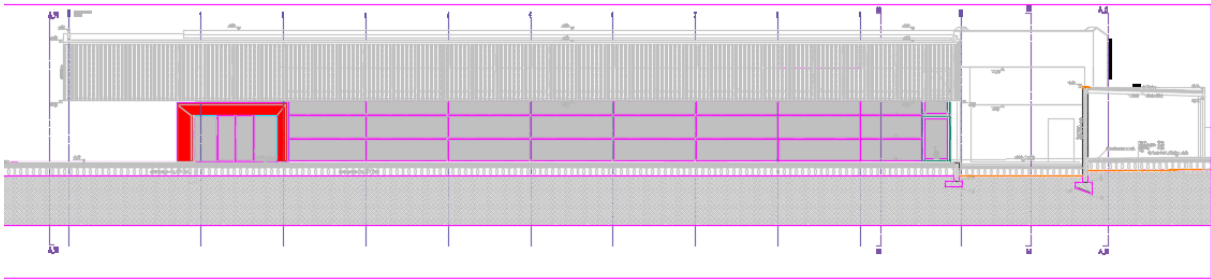


Abbildung 2.15: Schnitt S3-S3, Ansicht Süd

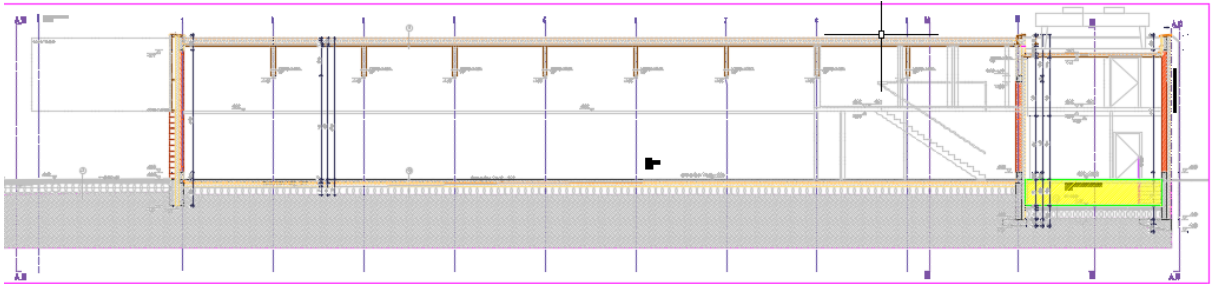


Abbildung 2.16: Schnitt S3-S3, Ansicht Süd

Um die Stahlstützen in der West- und Südrichtung einzuspannen und die Lasten abzutragen, sind Punktfundamente ausgeführt worden. Die Stahlbeton-Platte des Bodens ist mit 15 cm Dicke betoniert.

Bauteilquerschnitte und U-Wertermittlungen:

Nun folgt eine Darstellung der einzelnen Bauteile. Im Westlichen werden die Bauteile Fußboden, Wand und das Dach betrachtet. Diese werden einer bauphysikalischen Analyse unterzogen. Die wärmeschutztechnischen Bemessungswerte werden der ÖNORM B 8110-7 entnommen.

In der Tabelle 2.1 sind die Wärmeübergangswiderstände für die ebenen Bauteile, die von dem Bauteilaufbau abhängig sind, ersichtlich.

Aufbau	Wärmeübergangswiderstände m^2K/W	
	R_{se}	R_{si}
Erdanliegender Fußboden Keramik	0	0,17
Erdanliegender Fußboden STB	0	0,17
Außenwand STB	0,04	0,13
Flachdach Holz	0,04	0,10
Flachdach Stahlbeton	0,04	0,10

Tabelle 2.1: äußere und innere Wärmeübergangswiderstände

Des Weiteren wird auch der $\Delta OI3$ -Indikator der einzelnen Baustoffschichte dargelegt. Durch die $OI3$ -Werte ist ersichtlich, um wie viele $OI3$ -Punkte diese Baustoffschicht den Wert $OI3_{KON}$ der Konstruktion erhöht.

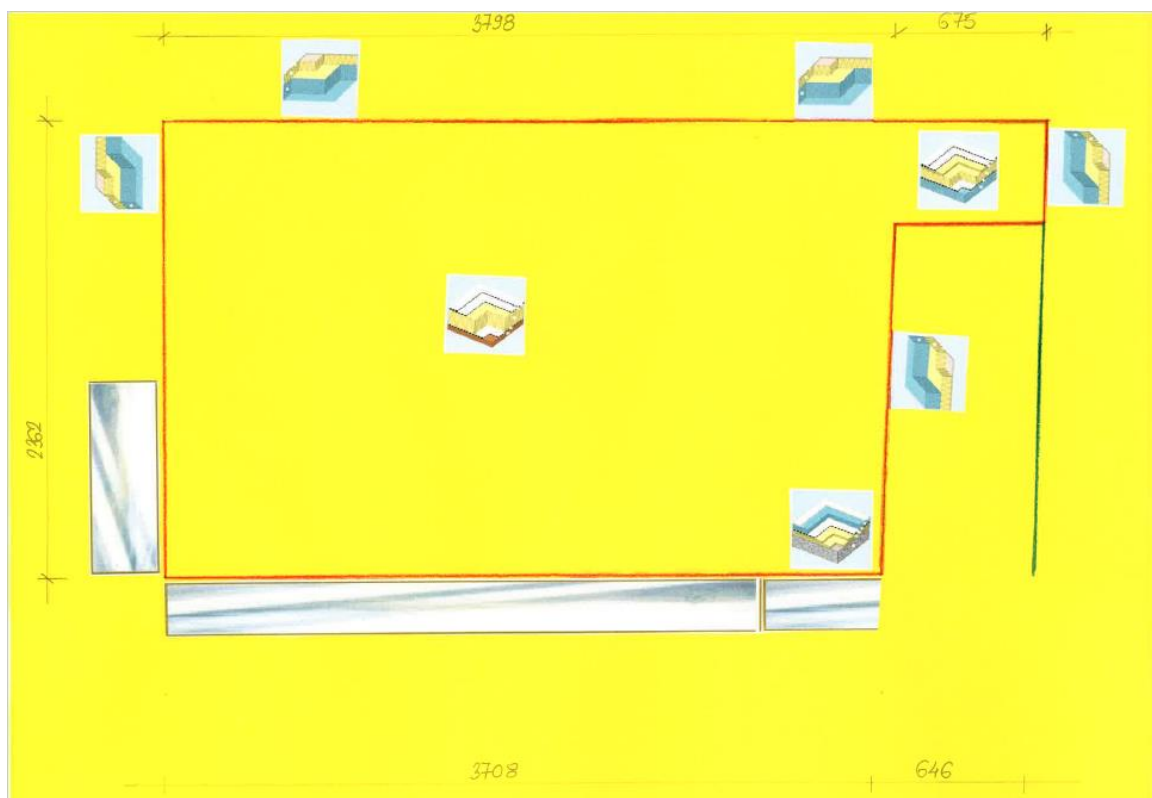


Abbildung 2.17: Zuordnung der entsprechenden Bauteilquerschnitte, Kaindorf

2.5.1 Auszug zu Regeln der Technik - Erdanliegender Fußboden für die Supermärkte in Kaindorf, Premstätten und in Vogau

Für die bauphysikalische Analyse der Bestandskonstruktion wird jeweils ein Normenleitfaden herausgegriffen und für die Bestandskonstruktion wird der Bezug zu den relevanten Normen und Richtlinien hergestellt.

Die Bestimmungen gemäß ÖNORM EN ISO 13793, Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden, Wärmetechnische Bemessung von Gebäudegründungen zur Vermeidung von Frosthebung.

- Frostsicherheit

Diese Norm gilt nicht für Kühllhäuser und Eishallen.

Diese Norm gilt für die Klimabereiche mit einer mittleren jährlichen Außenlufttemperatur oberhalb 0°C; sie gilt nicht für die Gebiete mit dem Dauerfrost mit einer mittleren jährlichen Außenlufttemperatur unter 0°C. [58]

Die Bestimmungen gemäß ÖNORM B 3692 Punkt 5: Bei der Planung von erdberührte Bauteilabdichtungen sind folgende Punkte zu beachten: [52]

- 5.1 Vor oder über Bauwerksabdichtung ist grundsätzlich ein Schutz vor mechanischer Beschädigung und ein Schutz gegen Witterungseinflüsse (UV-Strahlung) zu planen.
- 5.7 Die Dimensionierung der Bauwerksabdichtung ist gemäß Tabelle 7 festzulegen.

Tabelle 7 – Übersicht: Lastfallabhängige Abdichtungsmaßnahmen

Materialien	Bodenfeuchte	Nicht-drückendes Wasser	Drückendes Wasser bis 4 m Eintauchtiefe	Drückendes Wasser über 4 m bis 8 m Eintauchtiefe	Behälter mit einer maximalen Wasseroberfläche von 20 m
	Mindestanzahl der Lagen und Mindestnennstärke				
Bitumenbahnen gemäß ÖNORM B 3665	1 Lage, 4 mm ^a	2 Lagen, 8 mm ^b	2 Lagen, 8 mm ^b	2 Lagen, 10 mm ^b	2 Lagen, 8 mm ^b
Kunststoffabdichtungsbahnen gemäß ÖNORM B 3664	1,5 mm	1,5 mm	1,8 mm	2,0 mm	1,3 mm
KMB gemäß ÖNORM EN 15814	5 mm Trockenschichtdicke	6 mm Trockenschichtdicke	-	-	-
Flüssigkunststoffe in Anlehnung an ETAG 005	1,5 mm	2,0 mm	2,0 mm	-	2,0 mm

^a Der Anschluss an Bodenplatte oder andere Bauteile ist mit Kurzbahnstücken zweilagig gemäß 6.7.1 auszuführen.
^b Bei Verwendung von Bitumen-Kaltselbstkleebahnen darf die Nennstärke um 1 mm reduziert werden. Diese ist nur als erste Lage einzubauen und thermisch entsprechend den Herstellervorschriften zu aktivieren.

- 5.6 Perimeterdämmung: EPS-P oder XPS-G mit ≥ 50 mm planen.
- 4.8 Abdichtungsschutz und Trennschicht

4.8.1 Abdichtungsschutz, Insbesondere sind folgende Produkte geeignet:

- Geotextilien mit einer flächenbezogenen Masse von ≥ 500 g/m²,
- Noppenbahn mit einer Mindestmaterialdicke von 1 mm,
- EPS-W 20 mit einer Mindestdicke von 50 mm,
- Gummigranulat mit einer Mindestdicke von 6mm

4.8.2 Für Gleitschichten unter lastverteilenden Betonplatten sind insbesondere zweilagig verlegte Kunststofffolien (z.B. Polyethylen) mit einer Dicke $\geq 0,20$ mm geeignet.

Für Trennschichten geeignet sind:

- Glasvliese oder Glasgitter mit einer flächenbezogenen Masse von mindestens 120 g/m²
- Geotextilien mit einer flächenbezogenen Masse von mindestens 150 g/m²

- Drainagebahnen aus Kunststoff oder aus einer Kunststoffvlieskombination. [52]
- 4.6 Für Bitumen-Dampfsperrbahnen gelten die Bestimmungen ÖNORM B 3666:2009, Tabelle 2. Davon ausgenommen ist die Sorte GV 45.
In Tabelle 2 sind die Anforderungen an folgende Sorten festgelegt:
 - Bitumenbahnen mit Glasflieseinlage
 - GV 45
 - Bitumen-Dampfsperrbahnen mit Aluminiumeinlage
 - ALGV-4, E-ALGV-4, E-ALGV-1,5sk
 - Polymerbitumenbahnen mit Kunststoffvlieseinlage
 - E-KV-4, E-KV-5 [69]

Für Kunststoff-Dampfsperrbahnen gelten die Bestimmungen gemäß ÖNORM B 3667:2009, Tabelle 2. In Tabelle 2 sind die Anforderungen an folgende Sorten festgelegt:

- DB, DS, DS dd

(DB: Dampfbremse, DS: Dampfsperre, DS dd Dampfsperre dampfdicht) [70]

Weiters zu berücksichtigen sind die Bestimmungen gemäß ÖNORM B 4710-1, Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung, Verwendung und Konformität [59]

Sowie die Bestimmungen gemäß ÖNORM B 3407, Planung und Ausführung von Fliesen-, Platten- und Mosaiklegearbeiten [60]

2.5.2 Erdanliegender Fußboden aus Keramik

Der Fußboden besitzt eine gesamte Fläche von 884,82 m² und weist eine Gesamtdicke von ca. 72 cm auf. Die Tragfunktion übernimmt die 15 cm dicke Stahlbetonplatte. Bei dem Fußbodenbelag handelt es sich um eine Keramikfliese, weil der Baustoff Keramik druckfest und leicht zu reinigen ist. Eine PE-Folie oder Gleitschicht gehört zwischen dem Beton und der Dämmung, damit das Eindringen vom Beton in die Dämmung verhindert wird und damit der Beton schwinden kann. Gemäß OIB Richtlinien 6 [S.6] soll für den Fußboden der Wärmedurchgangskoeffizient nicht den Wert 0,40 W/m²K überschreitet. In der Tabelle 2.1 werden der äußere und innere Wärmeübergangskoeffizient ersichtlich.

Projekt: SPAR Kaindorf		Berechnungsblatt-Nr.: 5					
Auftraggeber: SPAR Kaindorf		Datum: 06.11.2019					
		Bearbeitungsnr.:					
Bauteilbezeichnung: EB01 erdanliegender Fußboden Keramik							
Bauteiltyp: erdanliegender Fußboden (<=1,5m unter Erdoberfläche)							
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 U - Wert 0,20 [W/m²K]							
Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	R=d/λ	ρ	ρ*d
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.	Widerst.	Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kg/m ²]
1	Fliesen (2300 kg/m ³)	0,015	9999999	1,300	0,012	2,300	34,5
2	Stahlbeton 160 kg/m ³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	0,150	80	2,500	0,060	2,400	360,0
3	Dampfbremse Polyethylen (PE)	0,0002	100.000	0,500		650	0,1
4	AUSTROTHERM XPS TOP 30 SF	0,150	150	0,036	4,167	30	4,5
5	Schüttungen aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m ³)	0,400	50	0,700	0,571	1.800	720,0
Bauteildicke [m]		0,715					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m ²]		1.119,1					
Summe der Wärmeübergangswiderstände $R_{si} + R_{se}$					0,170 [m²K/W]		
Wärmedurchgangswiderstand $R_T = R_{si} + \sum R_t + R_{se}$					4,980 [m²K/W]		
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1 / R_T$					0,20 [W/m²K]		
Wasserdampfdiffusion nach ÖNORM B 8110-2 : 2003-07-01							
Randbedingungen: Innentemp.: gemäß ÖNORM				Außentemp.: gemäß ÖNORM			
Luftfeuchtigkeit: Außen: gemäß ÖNORM				Innen: gemäß ÖNORM			
Seehöhe: 275 m				Region : SSO - Südost - südlicher Teil			
Kritischster Monat Mai Oberflächentemperatur innen: 19,73°C				Taupunkttemperatur: 13,69°C			
Es wird in keinem Monat Oberflächenkondensat erwartet							
Es gibt keine Kondensation im Inneren des Bauteils.							
Kritischster Monat Mai Oberflächentemperatur innen: 19,73°C				Temperatur(80%): 16,20°C			
Es wird in keinem Monat Schimmel an der Oberfläche erwartet							

Abbildung 2.18: erdanliegender Fußboden Keramik

Stoffwerte, wie die Diffusionswiderstandszahlen μ zu den einzelnen Baustoffen sind der ÖNORM B 8110-7 und EN ISO 10456 entnommen worden. [24] [49]

Die Berechnung der Wasserdampfdiffusion und der Kondensationsschutz:

Es tritt rechnerisch kein Kondensat auf.

ΔOI3:

120 Pkt/m²

2.5.3 Erdanliegender Fußboden aus Stahlbeton

Der zweite Fußboden ist ein Stahlbetonboden, der eine gesamte Fläche von 15,33 m² besitzt und weist eine Gesamtdicke von ca. 70 cm auf. Die Tragfunktion übernimmt die 15 cm dicke Stahlbetonplatte. Die Wärmedämmung ist unter der Bodenplatte angeordnet, weil um eine ausreichend druckfeste Oberfläche für die Belastungen im Supermarkt sicher zu stellen (Belastungen durch z.B Regale, Tiefkühlschränke, Betrieb etc.)

Projekt: SPAR Kaindorf		Berechnungsblatt-Nr.: 6					
Auftraggeber: SPAR Kaindorf		Datum: 06.11.2019					
		Bearbeitungsnr.:					
Bauteilbezeichnung: EB02 erdanliegender Fußboden Stahlbeton							
Bauteiltyp: erdanliegender Fußboden (<=1,5m unter Erdrreich)							
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 U - Wert 0,20 [W/m²K]							
Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	R=d/λ	ρ	ρ*d
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig	Widerst.	Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[m²K/W]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	Stahlbeton 180 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	0,150	80	2,500	0,060	2.400	360,0
2	Dampfbremse Polyethylen (PE)	0,0001	100.000	0,500		650	0,1
3	AUSTROTHERM XPS TOP 30 SF	0,150	150	0,036	4,167	30	4,5
4	Schüttungen aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m³)	0,400	50	0,700	0,571	1.800	720,0
Bauteildicke [m]		0,700					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]							1.084,6
Summe der Wärmeübergangswiderstände		$R_{si} + R_{se}$		0,170		[m²K/W]	
Wärmedurchgangswiderstand		$R_T = R_{si} + \sum R_t + R_{se}$		4,968		[m²K/W]	
Wärmedurchgangskoeffizient		$U = 1 / R_T$		0,20		[W/m²K]	
Wasserdampfdiffusion nach ÖNORM B 8110-2 : 2003-07-01							
<u>Randbedingungen:</u> Innentemp.: gemäß ÖNORM		Außentemp.: gemäß ÖNORM					
Luftfeuchtigkeit: Außen: gemäß ÖNORM		Innen: gemäß ÖNORM					
Seehöhe: 275 m		Region : SSO - Südost - südlicher Teil					
Kritischster Monat Mai Oberflächentemperatur innen: 19,73°C		Taupunkttemperatur: 13,69°C					
Es wird in keinem Monat Oberflächenkondensat erwartet							
Es gibt keine Kondensation im Inneren des Bauteils.							
Kritischster Monat Mai Oberflächentemperatur innen: 19,73°C		Temperatur(80%): 16,20°C					
Es wird in keinem Monat Schimmel an der Oberfläche erwartet							

Abbildung 2.19: erdanliegender Fußboden von Stahlbeton

Stoffwerte, wie die Diffusionswiderstandszahlen μ zu den einzelnen Baustoffen sind der ÖNORM B 8110-7 und EN ISO 10456 entnommen worden. [24] [49]

Die Berechnung der Wasserdampfdiffusion und der Kondensationsschutz:

Es tritt rechnerisch kein Kondensat auf.

ΔOI3:

86 Pkt/m²

2.5.4 Auszug zu Regeln der Technik für Außenwand-Wärmedämmung, Sockelbereich, hinterlüftete Außenwand für die Supermärkte in Kaindorf, Premstätten und in Vogau

Für die Außenwand:

Die Bestimmungen gemäß ÖNORM B 6400-1, WDWS- Planung und Verarbeitung: [53]

- 3.3 Definition
- 3.15 Putzsystem, Bewehrung eingebettet
- 3.7 erdberührter Bereich, geeignetes Putzsystem

Die Bestimmungen gemäß ÖNORM B 3346 Putzmörtel-Regeln für die Verwendung und Verarbeitung: [61]

- 4.7 Putzmörtel – müssen den Anforderungen gemäß ÖNORM B 3344, ÖNORM EN 998-1, ÖNORM EN 15824 oder der ÖNORM EN 13279-1 entsprechen. Tabelle 1, Tabelle 2 und Tabelle 3 zeigen die verwendeten Produktklassifikationen entsprechend der nationalen Terminologie. Putz gemäß ÖNORM EN 13279-1 sind im Außenbereich unzulässig.

Tabelle 1 – Innenputz als Einlagenputz

Innenputz als Einlagenputz	Gemäß Produkt-norm	Produktklassifikation (Kurzzzeichen)
Gipsputz (Glättputz)	ÖNORM EN 13279-1	B 1
Gipskalkputz (Glättputz, Reibputz)		B 2
Gipszementputz (Glättputz, Reibputz)		B 2
Kalkgipsputz (Reibputz, Glättputz)		B 3
Gipsleichtputz (Glättputz)	ÖNORM EN 998-1	B 4
Gipswärmedämmputz (Glättputz)		C 4
Kalkputz (Reibputz)	ÖNORM EN 998-1	GP, R
Kalkzementputz (Reibputz, Kratzputz)		GP

Tabelle 2 – Innenputz als Mehrlagenputz

Innenputz (Unterputz) als Mehrlagenputz	Gemäß Produkt-norm	Produktklassifikation (Kurzzzeichen)
Kalkzementputz (abgezogen, geschnitten, zugestoßen)	ÖNORM EN 998-1	GP, R
Kalk-Zement-Leichtgrundputz (abgezogen, zugestoßen)		LW
Kalk-Zement-Wärmedämmputz Perlite (abgezogen, geschnitten)		T
Kalk-Zement-Wärmedämmputz EPS (abgezogen, geschnitten)		T

Tabelle 3 – Außenputz

Außenputz (Unterputz)	Gemäß Produkt-norm	Produktklassifikation (Kurzzzeichen)
Kalkzementputz (abgezogen, geschnitten, zugestoßen)	ÖNORM EN 998-1	GP, R
Kalk-Zement-Leichtgrundputz (abgezogen, zugestoßen)		LW
Kalk-Zement-Wärmedämmputz Perlite (abgezogen, geschnitten)		T
Kalk-Zement-Wärmedämmputz EPS (abgezogen, geschnitten)		T

- 5.3.4 Putz auf mineralischer Abdichtung – auf mineralischen Abdichtungen ist Frisch auf Frisch ein systemkonformer Vorspritzer volldeckend aufzubringen. Darauf hat nach entsprechender Standzeit der weitere Putzaufbau zu erfolgen.
- 6.2.7 Putzarmierung – Die Armierung von Putzen dient der Rissbegrenzung auf ein unschädliches Maß. Sie kann die Bildung von Rissen nicht verhindern, wohl aber deren schädigende Auswirkungen hintanhaltend. Bei den Ecken der Öffnungen sind Diagonalarmierungen auszuführen.

Für den Sockelbereich:

Die Bestimmungen gemäß OIB-Richtlinien 3: Punkt 6. Schutz vor Feuchtigkeit: [5]

- 6.1 Bauwerke mit Aufenthaltsräumen sowie sonstige Bauwerke, deren Verwendungszweck dies erfordert, müssen gegen das Eindringen und Aufsteigen von Wasser und Feuchtigkeit aus dem Boden geschützt werden.

- Verweis auf ÖNORM B 3692

Die Bestimmungen gemäß ÖNORM B 3346 Putzmörtel-Regeln für die Verwendung und Verarbeitung: [61]

- 5.3 Spezifische Anforderungen an den Putzgrund im Sockelbereich:
Grundsätzlich ist bei der Planung und Ausführung des Sockelputzes zwischen Alt- und Neubau zu unterscheiden. Die Baustoffe müssen gegen die im Sockelbereich und unter Terrain auftretende Feuchtigkeitsbelastung beständig sein, bzw. dass Maßnahmen vorgesehen werden, die diese Beständigkeit sicherstellen (z.B. Kiesbett, Abdichtung des Putzes unter der Geländeoberkante und bis etwa 5 cm über Terrain)
- 5.3.1 Mauerwerk und Beton:
Auf Mauerwerk und auf Beton (z.B. Ziegel, Betonstein) ist ein mineralischer, witterungsbeständiger Sockelputz der Mörtelklasse CS II gemäß ÖNORM EN 998-1 (mit einer Druckfestigkeit $\geq 2,5 \text{ N/mm}^2$) und CS III aufzubringen.

Die Bestimmungen gemäß ÖNORM B 3665 Abdichtungsbahnen-Bitumenbahnen für die Bauwerksabdichtung gegen Bodenfeuchte und Wasser: [55]

- 6.2 und 6.3 Bitumenbahnen für die Bauwerksabdichtungen gegen Bodenfeuchte und gegen Wasser (Abkürzungen: E = Elastomerbitumen; P = Plastomerbitumen; KV = Kunststoffvlies; n = Nennwert der Dicke in mm; sk = selbstklebend):
 - E-3 sk und E-4 sk
 - E-KV-4, E-KV-5, P-KV-4 und P-KV-5

Für die hinterlüftete Wand:

Die Bestimmungen gemäß ÖNORM B 2320:2017, WDVS Fassade-Technische Anforderungen: [98]

- 9.6 Fassaden- Die Fassade hat insbesondere die Aufgabe die darunter befindliche Wandkonstruktion bzw. die Bauteilschichten vor Witterungseinflüssen zu schützen.

Die Bestimmungen gemäß ÖNORM B 3419 Planung und Ausführung bei Dacheindeckung und Wandverkleidung: [54]

- 5.1 Allgemeines:
 - Als belüftete Konstruktion zu planen
- 5.1.2 Besondere Bestimmungen für Wandverkleidungen:
 - Vertikalen Belüftungsspalt $\geq 200 \text{ cm}^2/\text{m}$
 - Die Zu- und Abluftöffnungen sind mit einem freien Querschnitt unter Berücksichtigung allfälliger Abdeckgitter von mindestens $50 \text{ cm}^2/\text{m}$ auszuführen.
- 6. Ausführung
 - 6.1 Allgemeines
 - ❖ Gebäudedehnfugen sind in die Wandverkleidung zu übernehmen.

2.5.5 Außenwand aus Stahlbeton

Die Außenwand mit einer gesamten Fläche von 543,59 m² weist eine Gesamtdicke von ca. 41 cm auf. Bei der Außenwand handelt es sich um eine STB-Wandkonstruktion, mit einer Wärmeleitfähigkeit 2,5 W/mK. Eine außenliegende EPS-Dämmung mit einer $\lambda = 0,040$ W/mK wurde für die WDVS Fassade gewählt. Die max. Wärmedurchgangskoeffizient für die Außenwand gemäß OIB-Richtlinien 6 [S.5] soll nicht den Wert 0,35 W/m²K überschreiten.

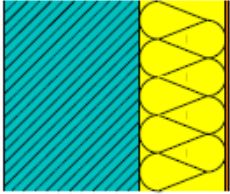
Projekt: SPAR Kaindorf		Berechnungsblatt-Nr.: 1					
Auftraggeber: SPAR Kaindorf		Datum: 06.11.2019					
Bauteilbezeichnung: AW01 Außenwand STB							
Bauteiltyp: Außenwand							
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 U - Wert 0,23 [W/m²K]							
Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	R=d/λ	ρ	ρ*d
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.	Widerst.	Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kg/m ²]
1	Stahlbeton 160 kg/m ³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	0,250	80	2,500	0,100	2.400	600,0
2	EPS-F (15.8 kg/m ³)	0,160	80	0,040	4,000	16	2,6
3	RÖFIX Silikatputz	0,005	30	0,700	0,007	1.800	9,0
Bauteildicke [m]		0,415					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m ²]							611,6
Summe der Wärmeübergangswiderstände $R_{si} + R_{se}$					0,170 [m ² K/W]		
Wärmedurchgangswiderstand $R_T = R_{si} + \sum R_t + R_{se}$					4,277 [m ² K/W]		
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1 / R_T$					0,23 [W/m²K]		
Wasserdampfdiffusion nach ÖNORM B 8110-2 : 2003-07-01							
<u>Randbedingungen:</u> Innentemp.: gemäß ÖNORM				Außentemp.: gemäß ÖNORM			
Luftfeuchtigkeit: Außen: gemäß ÖNORM				Innen: gemäß ÖNORM			
Seehöhe: 275 m				Region : SSO - Südost - südlicher Teil			
Kritischster Monat Juli Oberflächentemperatur innen: 19,96°C Taupunkttemperatur: 15,17°C							
Es wird in keinem Monat Oberflächenkondensat erwartet							
Es gibt keine Kondensation im Inneren des Bauteils.							
Kritischster Monat Juli Oberflächentemperatur innen: 19,96°C Temperatur(80%): 18,55°C							
Es wird in keinem Monat Schimmel an der Oberfläche erwartet							

Abbildung 2.20: Außenwand Kaindorf [2]

Stoffwerte, wie die Diffusionswiderstandszahlen μ zu den einzelnen Baustoffen sind der ÖNORM B 8110-7 und EN ISO 10456 entnommen worden. [24] [49]

Die Berechnung der Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz:

Im inneren des Bauteils ist in keinem Monat Kondensat zu erwarten, da den Sättigungsdampfdruck über dem vorhandenen Partialdruck liegt.

ΔOI3:

106 Pkt/m²

2.5.6 Auszug zu Regeln der Technik beim Flachdach für die Supermärkte in Kaindorf, Premstätten und in Vogau

Die Bestimmungen gemäß ÖNORM B 2320:2017, Wohnhäuser aus Holz-Technische Anforderungen: [71]

Steildach- und Flachdachkonstruktionen sind je nach Dacheindeckung z.B. gemäß ÖNORM B 3419, ÖNORM B 3521-1, ÖNORM B 3691 und ÖNORM B 4119 auszuführen.

Die Bestimmungen gemäß ÖNORM 3691, Planung und Ausführung von Dachabdichtungen: [64]

- 4.3 Diffusionshemmende Schichten; Folgende Produkte sind geeignet:
 - Bahnen aus Bitumen gemäß ÖNORM B 3666
 - Bahnen aus Kunststoff gemäß ÖNORM B 3667
- 4.4 Dachabdichtungen; Folgende Produkte sind geeignet:
 - Polymerbitumenbahnen gemäß ÖNORM B 3660,
 - Kunststoffbahnen gemäß ÖNORM B 3663
- 4.6 Ausgleichs-, Schutz-, Gleit- und Trennschichten:
 - Geotextilien unter lose verlegten Abdichtungen auf Beton- und Holzuntergründen mit einer flächenbezogenen Masse von mindestens 300 g/m²,
 - Geotextilien bei Einsatz gegen mechanische Beschädigung der Abdichtung von oben mit einer flächenbezogenen Masse von ≥ 500 g/m²,
 - Diffusionsoffene Vliese bei Umkehrdächern zwischen Dämmschicht und Kiesschüttung mit einer flächenbezogenen Masse von maximal 175 g/m²,
 - Diffusionsoffenen, wasserableitende, systemgerechte Bahnen zwischen Dämmschichten und Kiesschüttung von Umkehrdächern,

Für Gleitschichten unter lastverteilenden Betonplatten sind insbesondere zweilagig verlegte Kunststofffolien (z.B. Polyethylen) mit einer Mindestdicke von je 0,20 mm geeignet.

Für Trennschicht geeignet sind:

- Glasvliese oder Glasgitter mit einer flächenbezogenen Masse von mindestens 120 g/m²,
 - Geotextilien mit einer flächenbezogenen Masse von mindestens 150 g/m²,
 - Drainagebahnen aus Kunststoff oder aus einer Kunststoffvlieskombination.
- 5.7.1 Untergründe aus Beton: Die Oberflächen müssen ausreichend glatt und ebenflächig gemäß ÖNORM B 2211 ausgeführt sein und für die lagenstabile Verklebung von Abdichtungen inklusive deren Haftvermittlungsschicht am Untergrund geeignet sein. Bei Dachaufbauten sind gemäß Tabelle 4 folgende maximale Rissbreiten b_R und Rissbreitenänderung Δb_R in der Unterkonstruktion zulässig:

System	b_R	Δb_R
	mm	
Abdichtungen ohne Verbund	2,5	1,5
Abdichtungen im Verbund	1,5	0,5
Flüssigabdichtungen	1,0	0,5

Abbildung 2.21: Zulässige Rissbreiten und Rissbreitenänderungen bei Betonuntergründen

- 5.7.3 Untergründe aus Holz und Holzwerkstoffen: Unterkonstruktionen aus Holzschalungen und plattenförmigen Holzwerkstoffen müssen der ÖNORM B 2215 entsprechend. Auf den Schutz vor Feuchte, sowohl von innen als auch von außen, ist besonders zu achten. Bei einer Kantenlänge von Holzwerkstoffplatten von mehr als 2,5 m ist das Quell- und Schwindverhalten zu berücksichtigen.
Geeignete Untergründe aus Holz und Holzwerkstoffen sind: Schnittholz, Brettsperholz, Brettschichtholz, Furnierschichtholz, Holzwerkstoffplatten OSB/3 und OSB/4 etc.

Die Bestimmungen gemäß ÖNORM 3692:2014, Planung und Ausführung von Bauwerksabdichtungen; 6.6 Abdichtungsschicht: [52]

- Bitumenbahn
- Elastomere Kunststoffdichtungsplanen und -bahnen
- Thermoplastische Kunststoffdichtungsbahnen

Die Bestimmungen gemäß ÖNORM B 3660, Abdichtungsbahnen-Bitumenbahnen mit Trägereinlage für Dachabdichtungen: [63]

- 6.3 Bitumenbahnen für Oberlagen von mehrlagigen Systemen
- 6.4 Bitumenbahnen zur einlagigen Verlegung

Die Bestimmungen gemäß ÖNORM B 6000, Werkmäßig hergestellte Dämmstoffe für die Wärme- und/oder den Schallschutz im Hochbau: [62]

- Tabelle 1 – Beschreibung der prinzipiellen Anwendungen von den Dämmstoffen im Hochbau (welche Dämmung für welche Aufbau geeignet ist).
- 4.3 Anwendung zu Expandierter Polystyrol-Hartschaum (EPS)

Die Dachkonstruktion ist für den jeweiligen Fall der Beanspruchung zu bemessen unter die Bestimmungen gemäß ÖNORM EN 1995-1-1 und ÖNORM EN 1995-1-2, Bemessung und die Konstruktion von den Holzbauten: [65/66]

2.5.7 Flachdach aus Holz

Die Flachdachkonstruktion hat eine gesamte Fläche von 877,22 m². Sie liegt auf den BSH-Trägern. Die Träger liegen in der Querrichtung der Planachse 1-1 etwa im Bereich von 4 m. Der Dachaufbau weist eine Gesamtdicke von ca. 38 cm auf. Der Dachaufbau wurde als Warmdach ausgeführt, d.h., dass zwischen der Wärmedämmung und der Dachhaut keine Hinterlüftung vorhanden ist. Gemäß OIB Richtlinien 6 [S.5] soll der Wärmedurchgangskoeffizient für das Flachdach nicht den Wert 0,20 W/m²K überschreiten.

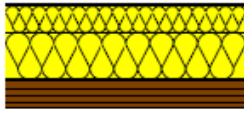
Projekt: SPAR Kaindorf	Berechnungsblatt-Nr.: 1						
Auftraggeber: SPAR Kaindorf	Datum: 06.11.2019						
	Bearbeitungsnr.:						
Bauteilbezeichnung: FD01 Flachdach Holz							
Bauteiltyp: Außendecke, Wärmestrom nach oben							
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 U - Wert 0,12 [W/m²K]							
I M 1 : 20							
Konstruktionsaufbau und Berechnung							
Baustoffschichten	d	μ	λ	R=d/λ	ρ	ρ*d	
von außen nach innen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.	Widerst.	Dichte	Flächgew.	
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kg/m ²]
1	BauderTHERMOPLAN T	* 0,002	200.000	0,500	0,004	1.170	2,1
2	Hakofelt T (PP-Vlies)	* 0,001	100.000	0,100	0,010	300	0,3
3	AUSTROTHERM EPS W20	0,100	80	0,038	2,632	20	2,0
4	AUSTROTHERM EPS W20	0,180	80	0,038	4,737	20	3,6
5	Dampfbremse Polyethylen (PE)	* 0,0003	100.000	0,500	0,001	650	0,2
6	KLH®-Massivholzplatte	0,100	70	0,130	0,769	500	50,0
Bauteildicke (wärmetechnisch relevant) [m]		0,380					
Bauteildicke gesamt [m]		0,383					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m ²]						58,2	
Summe der Wärmeübergangswiderstände $R_{si} + R_{se}$				0,140	[m ² K/W]		
Wärmedurchgangswiderstand $R_T = R_{si} + \sum R_t + R_{se}$				8,278	[m ² K/W]		
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1 / R_T$				0,12	[W/m²K]		
*... diese Schicht zählt nicht zur Berechnung (wärmetechnisch irrelevant)							
Wasserdampfdiffusion nach ÖNORM B 8110-2 : 2003-07-01							
Randbedingungen: Innentemp.: gemäß ÖNORM			Außentemp.: gemäß ÖNORM				
Luftfeuchtigkeit: Außen: gemäß ÖNORM			Innen: gemäß ÖNORM				
Seehöhe: 275 m			Region : SSO - Südost - südlicher Teil				
Kritischster Monat Juli Oberflächentemperatur innen: 19,98°C			Taupunkttemperatur: 15,17°C				
Es wird in keinem Monat Oberflächenkondensat erwartet							
Es gibt keine Kondensation im Inneren des Bauteils.							
Kritischster Monat Juli Oberflächentemperatur innen: 19,98°C			Temperatur(80%): 18,55°C				
Es wird in keinem Monat Schimmel an der Oberfläche erwartet							

Abbildung 2.22: Flachdach aus Holz

Stoffwerte, wie die Diffusionswiderstandszahlen μ zu den einzelnen Baustoffen sind der ÖNORM B 8110-7 und EN ISO 10456 entnommen worden. [24] [49]

Die Berechnung der Wasserdampfdiffusion und der Kondensationsschutz:

Es tritt rechnerisch kein Kondensat auf.

ΔOI3:

53 Pkt/m².

2.5.8 Vordach aus Holz

Das Vordach hat eine gesamte Länge von 10,77 m und ist auf die Leimbinder (siehe Abbildung 2.9, rechts) des Einkaufsmarktes verschraubt. Die Brettsperrholzplatten dienen gleichzeitig als Schubverband für die Konstruktion.

Der Vordachaufbau besteht aus: Mineralwolle die 6 cm dick mit einer Wärmeleitfähigkeit von 0,038 W/mK.

Die Wärmedämmung bringt hier den Vorteil, dass die darunterliegende Konstruktion vor Taupunktunterschreitung durch nächtliche Entstrahlung und/oder Schnee besser geschützt wird, was zu einer höheren Klimatoleranz der Konstruktion beiträgt.

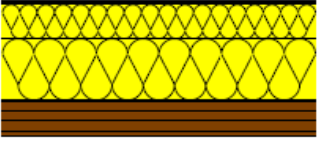
Projekt: SPAR Kaindorf		Blatt-Nr.: 2		
Auftraggeber SPAR Kaindorf		Bearbeitungsnr.:		
Bauteilbezeichnung: Flachdach Holz		Kurzbezeichnung: FD01		
Bauteiltyp: Außendecke, Wärmestrom nach oben				
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 U - Wert 0,12 [W/m²K]				
I M 1 : 20				
Konstruktionsaufbau und Berechnung				
Baustoffschichten				
Nr	von außen nach innen Bezeichnung	d Dicke [m]	λ Leitfähigkeit [W/mK]	R = d / λ Durchlaßw. [m²K/W]
1	BauderTHERMOPLAN T	0,002	0,500	0,004
2	Hakofelt T (PP-Vlies)	0,001	0,100	0,010
3	AUSTROTHERM EPS W20	0,100	0,038	2,632
4	AUSTROTHERM EPS W20	0,180	0,038	4,737
5	Dampfbremse Polyethylen (PE)	0,0003	0,500	0,001
6	KLH®-Massivholzplatte	0,100	0,130	0,769
Dicke des Bauteils [m]		0,383		
Summe der Wärmeübergangswiderstände		$R_{si} + R_{se}$	0,140	[m²K/W]
Wärmedurchgangswiderstand		$R_T = R_{si} + \sum R_t + R_{se}$	8,293	[m²K/W]
Wärmedurchgangskoeffizient		$U = 1 / R_T$	0,12	[W/m²K]

Abbildung 2.23: Vordach aus Holz

Stoffwerte, wie die Diffusionswiderstandszahlen μ zu den einzelnen Baustoffen sind der ÖNORM B 8110-7 und EN ISO 10456 entnommen worden. [24] [49]

ΔOI3:

27 Pkt/m²

2.5.9 Flachdach aus Stahlbeton

Die zweite Flachdachkonstruktion ist von der Tragkonstruktion her als Stahlbetonplatte ausgebildet. Sie hat lediglich eine gesamte Fläche von 15,33 m². Der Dachaufbau weist eine Gesamtdicke von ca. 45 cm auf. Dieser Teil des Stahlbetondaches ist in der nördlichen und östlichen Seite ausgeführt. Dort sind auch die Lasten, durch den Kondensator für die Raumkühlung, aufgestellt.

Projekt: SPAR Kaindorf		Berechnungsblatt-Nr.: 3					
Auftraggeber: SPAR Kaindorf		Datum: 06.11.2019					
Bauteilbezeichnung: FD03 Flachdach Stahlbeton							
Bauteiltyp: Außendecke, Wärmestrom nach oben							
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 U - Wert 0,15 [W/m²K]							
I M 1 : 20							
Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	R=d/λ	ρ	ρ*d
	von außen nach innen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.	Widerst.	Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[m²K/W]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	BauderTHERMOPLAN T	*	0,002	200.000	0,500	0,004	1.170
2	Hakofelt T (PP-Vlies)	*	0,001	100.000	0,100	0,010	300
3	AUSTROTHERM EPS W20		0,050	60	0,038	1,316	20
4	AUSTROTHERM EPS W20		0,200	60	0,038	5,263	20
5	Dampfbremse Polyethylen (PE)	*	0,0003	100.000	0,500	0,001	650
6	Stahlbeton 80 kg/m³ Armierungsstahl (1 Vol.%)		0,200	80	2,300	0,087	2.300
Bauteildicke (wärmetechnisch relevant) [m]		0,450					
Bauteildicke gesamt [m]		0,453					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]							467,6
Summe der Wärmeübergangswiderstände					$R_{si} + R_{se}$	0,140 [m²K/W]	
Wärmedurchgangswiderstand					$R_T = R_{si} + \sum R_i + R_{se}$	6,806 [m²K/W]	
Wärmedurchgangskoeffizient					$U = 1 / R_T$	0,15 [W/m²K]	
*... diese Schicht zählt nicht zur Berechnung (wärmetechnisch irrelevant)							
Wasserdampfdiffusion nach ÖNORM B 8110-2 : 2003-07-01							
Randbedingungen: Innentemp.: gemäß ÖNORM				Außentemp.: gemäß ÖNORM			
Luftfeuchtigkeit: Außen: gemäß ÖNORM				Innen: gemäß ÖNORM			
Seehöhe: 275 m				Region : SSO - Südost - südlicher Teil			
Kritischster Monat Juli Oberflächentemperatur innen: 19,98°C				Taupunkttemperatur: 15,17°C			
Es wird in keinem Monat Oberflächenkondensat erwartet							
Es gibt keine Kondensation im Inneren des Bauteils.							
Kritischster Monat Juli Oberflächentemperatur innen: 19,98°C				Temperatur(80%): 18,55°C			
Es wird in keinem Monat Schimmel an der Oberfläche erwartet							

Abbildung 2.24: Flachdach aus Stahlbeton

Stoffwerte, wie die Diffusionswiderstandszahlen μ zu den einzelnen Baustoffen sind von der ÖNORM B 8110-7 und EN ISO 10456 entnommen worden. [24] [49]

Die Berechnung der Wasserdampfdiffusion und der Kondensationsschutz:

Es tritt rechnerisch kein Kondensat auf.

ΔOI3:

118 Pkt/m²

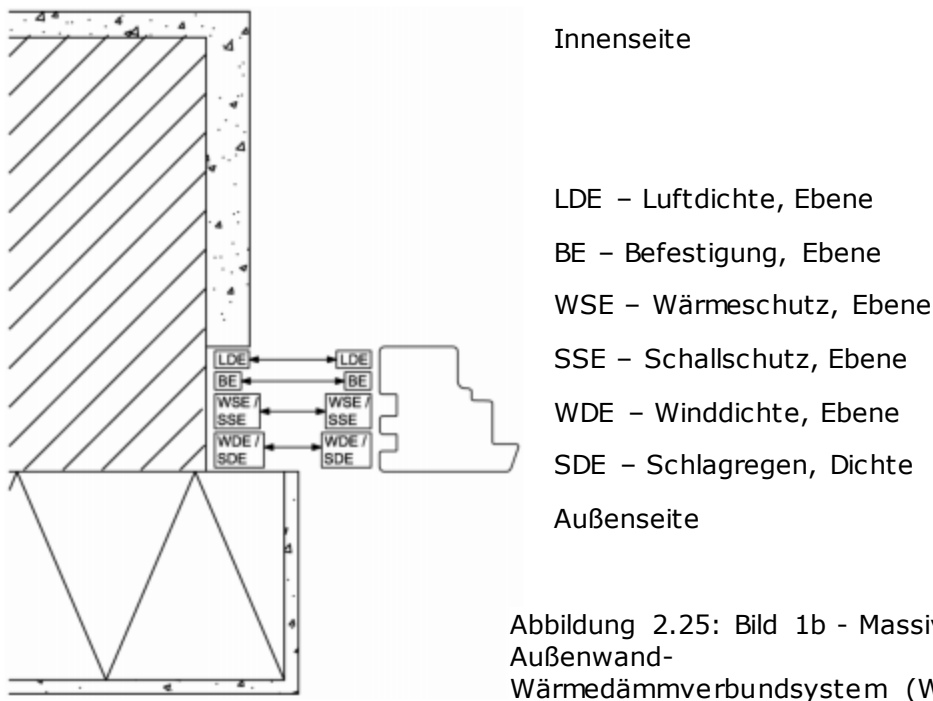
2.5.10 Auszüge zu Regeln der Technik zum Thema Fenster bzw. Verglasungen

Die Bestimmungen gemäß ÖNORM B 3716-1:2016, Konstruktiver Glasbau – Grundlagen: []. Dies regelt die Grundlagen des konstruktiven Glasbaues wie z.B. vertikale, horizontale und absturzsichernde Verglasungen. Sie gilt auch in denjenigen Fällen, in denen an die Verglasung weitere Anforderungen wie z.B. Brandschutz, Einbruchhemmung und Forderungen aus dem Arbeitsschutz gestellt werden.

Die Bestimmungen gemäß ÖNORM 5300:2017, Fenster – Anforderungen: [120]

Die Bestimmungen gemäß ÖNORM B 5320:2017, Einbau von Fenster und Türen in die Wände; Planung und Ausführung des Bau- und des Fenster-/Türanschlusses: [56]

- 3.1.1 Allgemeine Begriffe: Der objektspezifische Bauanschluss beinhaltet alle Bauteilschichten der Wand inklusive alle Anbauteile, wie zB Sohlbank, Fensterbank sowie Sonnenschutzeinrichtungen, und wird gegebenenfalls durch mehrere Gewerke ausgeführt.
- 4. Grundanforderungen an den Festereinbau



- 4.1.1 Fensteranschluss – stellt die Mindestanforderungen an den Standardeinbau von Fenstern an den Wandbildner bzw. bei Fenstertausch an die bestehende unveränderte Wand dar. Der Fensteranschluss beinhaltet die Befestigung des Fensters im Wandbildner, das Füllen der Fuge und inneren und äußeren Anschluss (Anforderungen auf die Luftdurchlässigkeit, Schlagregendichtheit und die Belastung bei Wind zu erfüllen).
- 4.7 Energieeinsparung und Wärmeschutz - Die Mindestanforderung an den Wärmeschutz des Bauanschlusses ist erfüllt, wenn:
 - i) Der Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit des Baustoffes des Wandbildners $\lambda \leq 0,20 \text{ W/mK}$ und der U-Wert des Fensterrahmens inklusive allenfalls vorhandener Anschlussprofile $U_f \leq 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ beträgt, oder

- 4.8 Die Anforderungen an Bauteile und Materialien:
 - i) Das Fenster und die Außentür müssen gemäß Bauprodukte-Verordnung, sofern keine Ausnahmebestimmungen vorliegen, eine CE-Kennzeichnung aufweisen. Die Basis ist die ÖNORM EN 14351-1.
- 5. Standard-Fensteranschluss
- 5.2 Angrenzende Bauteile
 - Der Wandbildner muss in der Lage sein, die einzuleitenden Lasten abzutragen.
 - Die Dichtstoffen, Dichtfolien oder Dichtbändern müssen auf der Anschlussfläche des Sockelprofils des Fensters und dem Wandbildner aufgebracht werden.
 - Oberflächen der angrenzenden Wandbildner sind eben, tragfähig, trocken, rissfrei zu planen.
- 5.3 Maße der Wandöffnungen und Einbaulage des Fensters:
 - Die Toleranzen für das Fenster betragen $\pm 2\text{mm}$ (oder Herstellerangabe), bei einer $t=20^\circ\text{C}$ und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50%.

Die Bestimmungen gemäß ÖNORM B 1600, Barrierefreies Bauen: [57]

- 5.1.8 Glastüren und Glasflächen in allgemein zugänglichen Bereichen, Glastüren mit einer Rahmenbreite unter 20cm sind kontrastierend zu markieren (siehe Bild 2.26). Beidseitig zugängliche vertikale Glasflächen sind ebenfalls kontrastierend zu markieren (siehe Bild 2.26 links und rechts); ausgenommen davon sind Glasflächen mit einem kontrastierenden Sockelbereich, mit einer Mindesthöhe von 30 cm beginnend mit Gelände- bzw. Fußboden-Oberkante. (siehe Bild 2.26 unten)

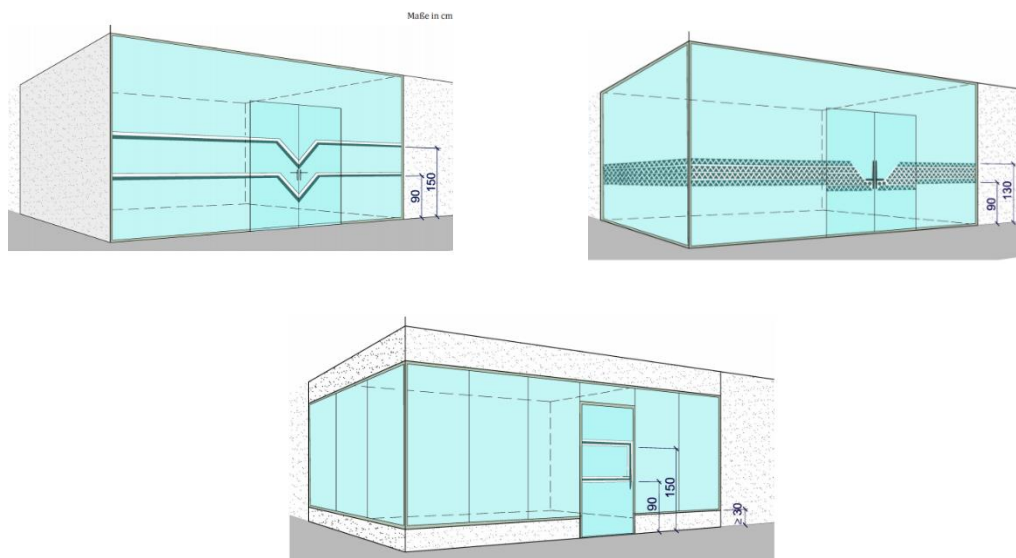


Abbildung 2.26: Links: Ganzglaswand mit Doppeltür; rechts: Ganzglaswand mit Doppeltür; unten: Glaswand mit Sockelausbildung

2.5.11 Fensterkonstruktion im Supermarkt Kaindorf

In diesem Einkaufsmarkt sind zwei Typen von Fensterkonstruktionen ausgeführt worden. Der erste Typ, sind die schmalen Bänder, die in der Nordseite ausgeführt wurden. Diese sind hier günstig, weil es keine Sonnenstrahlung gibt. Und der zweite Typ, sind die transparenten Flächen als Glasfassade mit einer großen Fläche in der Süd- und Westrichtung. Diese Fenster sollen Transparenz schaffen, und den Markt optisch öffnen, aber auch Sichtverbindung nach Außen für das Personal und ausreichenden Tageslichteintritt besonders im Kassenbereich und im vorderen Marktbereich sicherstellen.

- Typ I: Kennwerte für die schmalen Bänder: bestehen aus: U_f , U_g , Ψ , $\Delta OI3$

		Länge x Höhe	U_f [W/m ² K]	U_g [W/m ² K]	Ψ [-]	$\Delta OI3$
1.	FK-Fenster	3,60 x 0,68 m	1,1	1,1	0,050	101
2.	Lager-Fenster	3,60 x 1,38 m	1,1	1,1	0,050	78
3.	Büro-Fenster	3,60 x 1,38 m	1,1	1,1	0,050	78
4.	MAR-Fenster	2,19 x 1,38 m	1,1	1,1	0,050	85

Tabelle 2.2: Die Bemessungswert des Fensters

- Typ II: Glasfassaden:

		Länge x Höhe	U_f [W/m ² K]	U_g [W/m ² K]	Ψ [-]	$\Delta OI3$
1.	F-Westseite	12,36 x 4,59 m	1,1	1,1	0,050	51
2.	F-Südseite	36,89 x 4,59 m	1,1	1,1	0,050	49

Tabelle 2.3: Die Bemessungswert des transparente Fensters

Darüber hinaus sind noch einzelne Fensterelemente im Bürobereich angeordnet, Kennwerte wie für Typ 1.

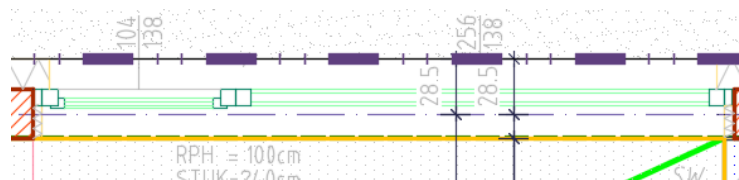


Abbildung 2.27: zweiteiliges Fensterelement mit einem offenbarem Flügel mittig, Büro

Haustechnik

Wie in OIB-Richtlinien 6 Punkt 5.1.2 gefordert, wurde eines der alternativen Energiesysteme ausgewählt.

SPAR Kaindorf - Als Bereitstellungssystem für die Energie und Raumheizung wurde ein flüssiger oder gasförmiger Brennstoff (Gas) gewählt.

Die Wärmeabgabe erfolgt über die Radiatoren, die dezentral vom konditionierten Heizraum beschickt wird. Die Systemtemperatur, die von der OIB Richtlinie 6 empfohlen wird, beträgt 60/35° und die Regelung erfolgt über die Einzelraumregelung mit dem P-I-Regler. Die Verteil- und Steigleitungen, sowie die Armaturen wurden gedämmt ausgeführt.

2.6 Baumarkt 2 – Premstätten

In der Thalerhofstraße 9, 8141 Premstätten befindet sich der Einkaufsmarkt SPAR, der im Jahr 2017 errichtet worden ist. Zur Verfügung stehen zum Supermarkt zwei Einfahrtwege und ein Ausfahrtweg, sowie viele Parkplätze auf der westlichen Seite (siehe Abbildung 2.25). Die gesamte Brutto-Grundfläche beträgt $BGF=1016,7 \text{ m}^2$. Der Einkaufsmarkt hat eine Bodenfläche für den Verkaufsraum von $633,79 \text{ m}^2$.

Objektdatei gemäß ÖNORM B 8110-2:2003:

- | | |
|--------------------------------------|------------------------|
| • Nutzung des Gebäudes: | Verkaufsstätte |
| • Abmessungen (LxBxH): | 33,71m x 35,12m x 5,7m |
| • Bauweise: | mittelschwere |
| • Referenzklima; Normaußentemperatur | -13,1°C |
| • Standortklima; Klimaregion | S/SO |
| Seehöhe | 332 m |



Abbildung 2.28: Lage des Einkaufsmarktes, Premstätten [121]

Der eingeschossige Einkaufsmarkt hat eine rechteckige Form mit einer lichten Raumhöhe von 5,73 m - ist in Abbildung 2.25 zusehen.

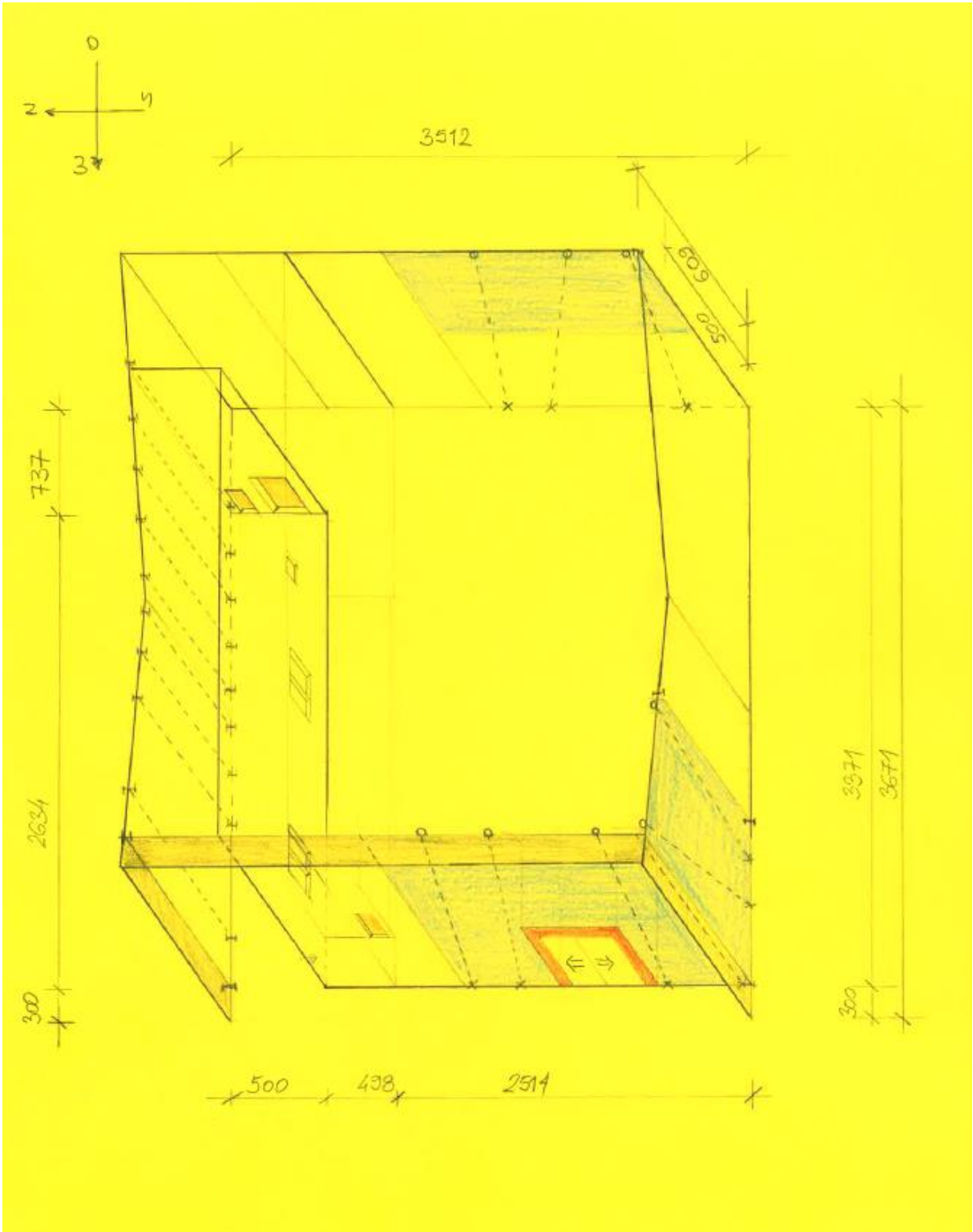


Abbildung 2.29: Schrägriss- Darstellung des Einkaufsmarktes, Premstätten

Vom Eingang aus betrachtet, ist es die linke Seite nach Westen ausgerichtet und die rechte Seite nach Süden. Das Vordach krägt 3 m weit aus. Die verzinkten Stahllamellen haben einen Drehungswinkel von 10° und sind auf der südlichen Seite eingespannt. Sie reduzieren die Direktstrahlung.



Abbildung 2.30: Haupteingang in der Westseite [80]

Die Glasfassade erfüllt bei Supermärkten mehrere wichtige Aufgaben. Das betrifft zum einen die Architektur und das Erscheinungsbild von außen, hat aber auch für den Innenraum wesentlichen Einfluss. Himmelsrichtung und der Orientierung des Geschäftes sind dabei wesentlich. Die Glasfassade macht den Markt von außen transparent, gibt aber sowohl den Kunden als auch dem Personal von innen Orientierung und Tageslicht.



Abbildung 2.31: Glaselemente in der West- und Südrichtung [122]



Abbildung 2.32: Links: westlicher Lieferanteneingang; rechts: drei „Fenster“ an der Nordseite

Der Bereich des Glaselementes über dem Rahmen des Einganges ist bei diesem Markt mit einer Sonnenschutzfolie versehen und auf dem unteren Bereich des Glaselementes ist ein innenliegender Sonnenschutz (Jalousien) montiert worden.

Große Fensterflächen können zu einer erheblichen Steigerung des Wärmeverlustes führen, aber auch Wärmegewinne bringen [22].

Bei der Gestaltung und technischen Ausführung der Glasfassade steht man vor gegensätzlichen Aufgaben: Sonnen- und vor allem Tageslicht soll in das Innere des Marktes hineinkommen, das für die Gesundheit der Menschen notwendig ist und die Verbindung mit dem Außenraum herstellt, andererseits kann die Ware im Markt bei Wärmeeinwirkung durch die Sonnenstrahlung aber auch Licht und UV-Licht geschädigt werden. Daher kommen häufig zusätzliche Beschattungsmaßnahmen wie Vordächer und variable Einrichtungen wie ein Textilrollo, hier an der West- und Südseite das Textilrollo (siehe Abbildung 2.33) zur Anwendung.





Abbildung 2.33: links: Südseite des Einkaufsmarktes, oben Schutzfolie, unten Textilrollo; rechts: Westseite des Einkaufsmarktes, oben Schutzfolie unten Textilrollo.

Wie bereits angeführt, wird der mindesterforderliche Tageslichteintrag durch die Richtlinie 3 [S.7] geregelt. Zusätzlich sind die Bestimmungen der Arbeitsstättenverordnung (AStV), z.B §25 und des Arbeitnehmerschutzes (ASchG), wie z.B §21 angeführt zu beachten:

„§21. (2) Arbeitsstätten in Gebäuden müssen möglichst ausreichend Tageslicht erhalten und mit Einrichtung für eine der Sicherheit und dem Gesundheitsschutz der Arbeitnehmer angemessene künstliche Beleuchtung ausgestattet sein“. [81]

Tragsystem und Konstruktionsaufbau:

Der Baukörper des Einkaufsmarktes Premstätten setzt sich aus großen flächenhaften Elementen zusammen. Als Hauptelemente, sind die Fußbodenflächen, die Dachfläche und das horizontal auskragende Vordach mit integriertem Licht.

Das primäre Tragsystem bildet in der Querrichtung des Daches gespannte Einfeldträger aus Brettschichtholz (BSH), wobei sich diese auf die Außenwand in der Nordseite, auf die eingespannten runden Stahlstützen und auf die Außenwand in der Südseite lagern.

Die Leichtbauweise der Dachkonstruktion besteht aus dem darauf mechanisch befestigten Foliendach (2,0 mm), aus der Glaswolle und dem Bauholz mit einer Neigung von $\alpha = 5,5^\circ$, die eine Gesamtdicke von ca. 0,27 m besitzt. Die Dachkonstruktion wird auf das Brettschichtholz der Leimbinder, die in Querrichtung des Marktes liegen, gelagert. Die BSH-Leimbinder werden in der Südseite, ein Teil auf die runde Stahlstützen mit einem Durchmesser von 14cm, der andere Teil auf die HLZ Wand und in Nordseite wird nur auf die HLZ-Wand gelagert. Die westliche und südliche Außenwand, in der sich auch der Haupteingang befördert, sind mit den Glaselementen ausgeführt, während die nördliche und östliche Außenwand mit dem Ziegelmauerwerk ausgeführt ist und die eine außenliegenden Wärmedämmung haben.

Besonderheiten des Entwurfs:

- große Verkaufsfläche
- große Leimbinder 110x24cm



Abbildung 2.34: Südseite des Einkaufsmarktes, Premstätten [122]

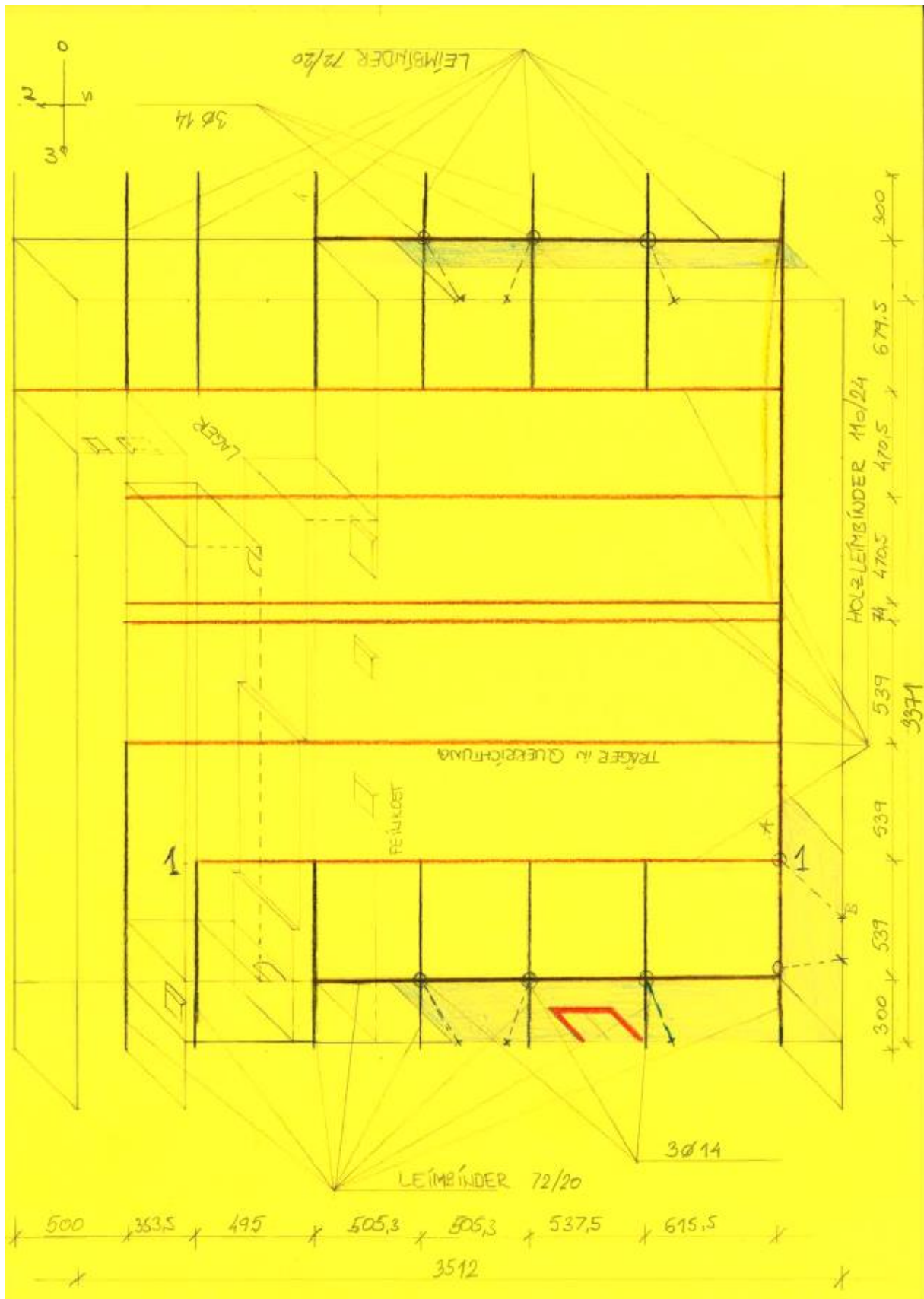


Abbildung 2.35: Dach; in Querrichtung 8 BSH-Träger, in Längsrichtung 7 BSH-Träger in der Westseite, und 7 BSH-Träger in der Ostseite.



Abbildung 2.36: Links: Träger in Längsrichtung mit einer Neigung von 5,5°; rechts: die Stahlstützen in der Verbindung mit dem primäre Tragsystem



Abbildung 2.37: links und rechts: Südseite - eingespannte Stahlstütze mit $\Phi 14\text{cm}$ hinter der Glasfassade



Abbildung 2.38: Links: Wandscheibe in der Ostseite; rechts: drei eingespannte Stahlstützen mit $\Phi 14\text{cm}$ in die Ostseite des Einkaufsmarktes

Ein Teil des Daches besteht aus dem Stahlbeton, wobei die Aufstellflächen für die Kondensatoren/Rückkühler für Kühleinrichtungen und die Lüftung genutzt werden und auch die Lasten, die am Dach stehen, tragen können.

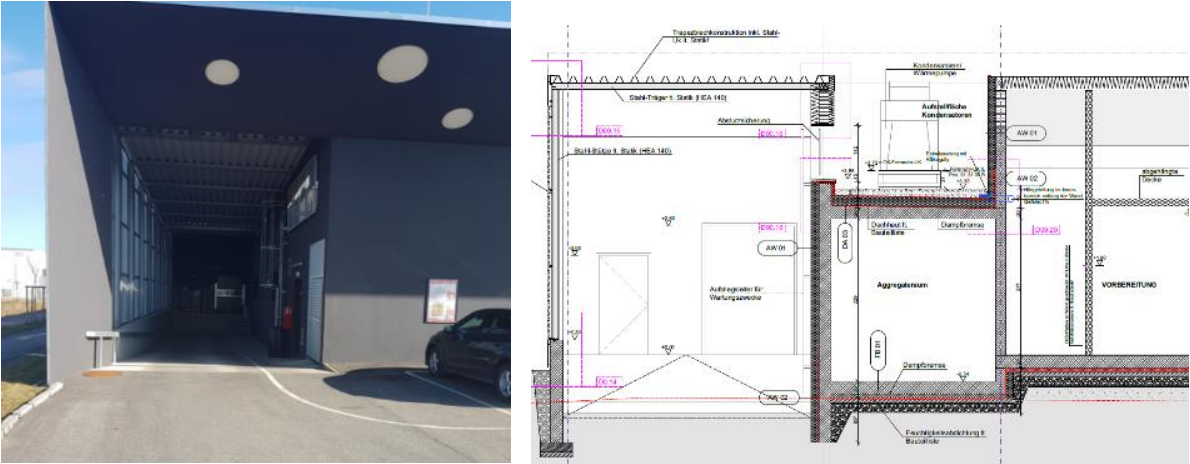


Abbildung 2.39: Links: Lieferanteneingang; Rechts: der Schnitt des Lieferanteneingangs



Abbildung 2.40: Links: Aufstellflächen der Kondensatoren auf dem Dach; rechts: der Eingang zum Müllraum

Im Innenbereich des Erdgeschosses befinden sich das Büro, EDV-Raum, Mitarbeiterraum, Damen/Herren Toilette und Umkleieräume.

Als Beleuchtung verwendet Spar eine LED-Leuchte für die Langlebigkeit und die Energieeffizienz. Die Beleuchtung ist eine der wichtigsten Punkte im Supermarkt, weil die Waren schön präsentiert werden. Z.B. ist beim Obst und Gemüse besonders wichtig, dass das Licht die Frische zum Ausdruck bringt. Die Lichtfarbe soll genau gewählt werden, um die entsprechende Warenpräsentation für die Kunden bereit zu stellen.

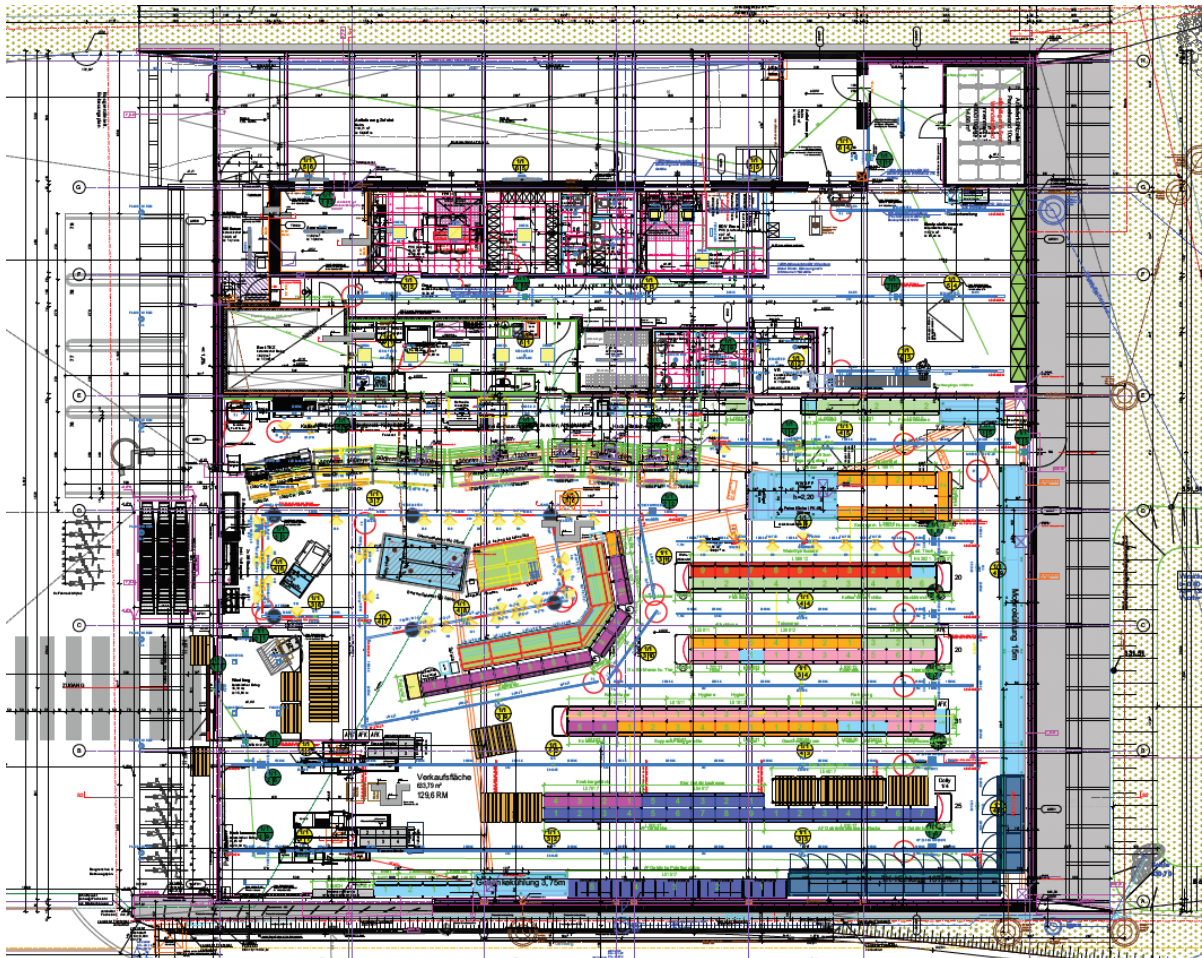


Abbildung 2.41: Innenbereich des Einkaufsmarktes, Grundriss Premstätten

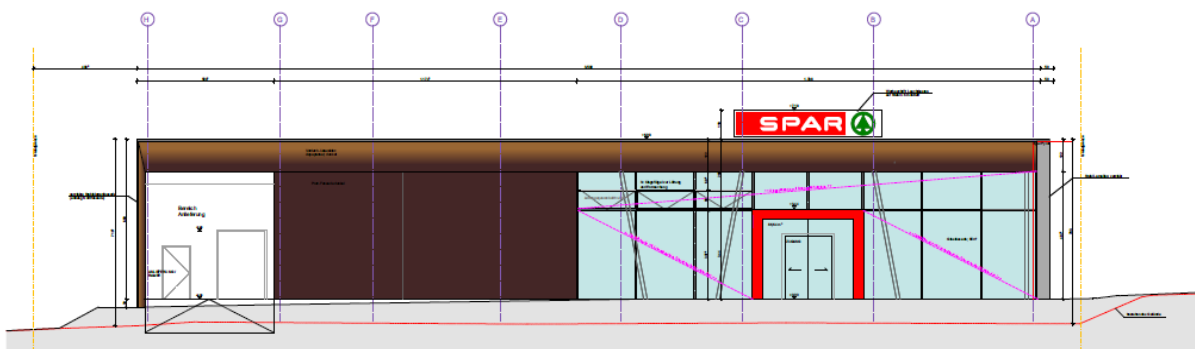


Abbildung 2.42: Ansicht West

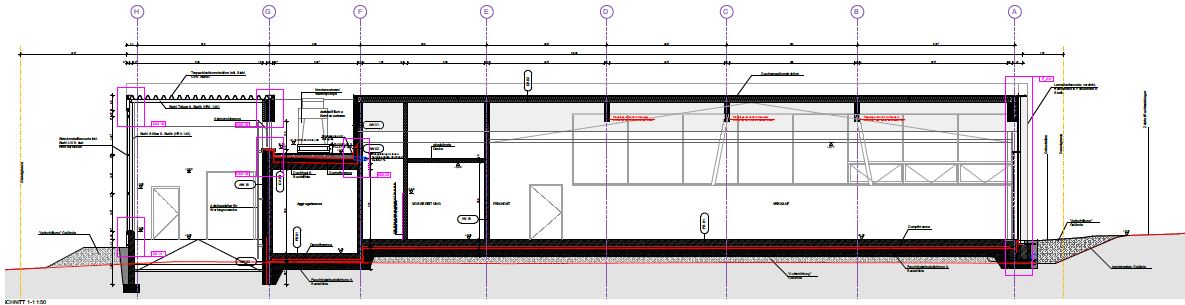


Abbildung 2.43: Schnitt Querrichtung, West

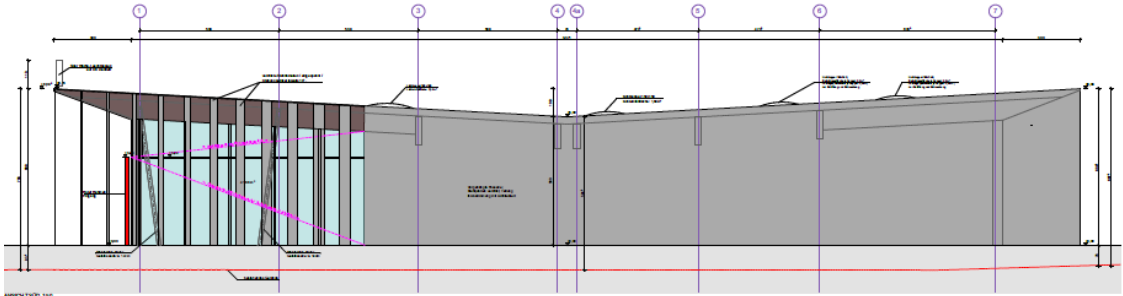


Abbildung 2.44: Ansicht Süd

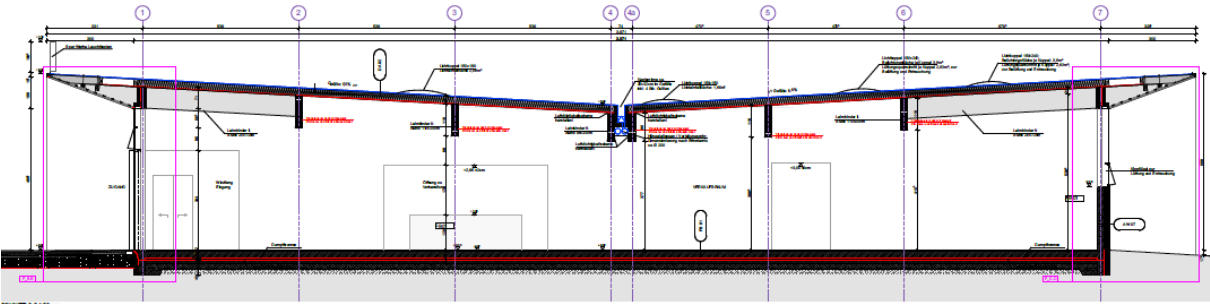


Abbildung 2.45: Schnitt Längsrichtung, Süd

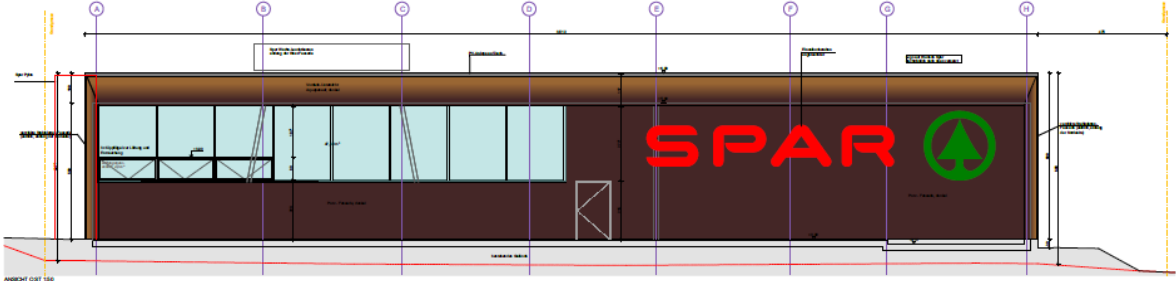


Abbildung 2.46: Ansicht Ost

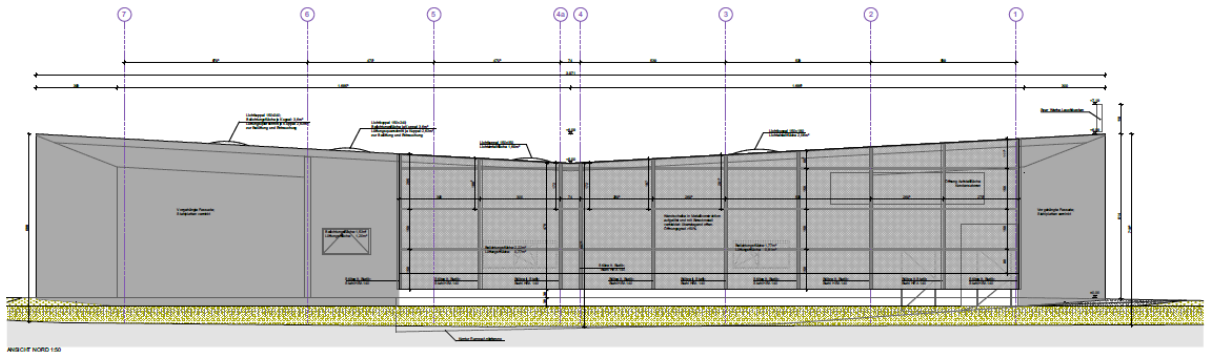


Abbildung 2.47: Ansicht Nord

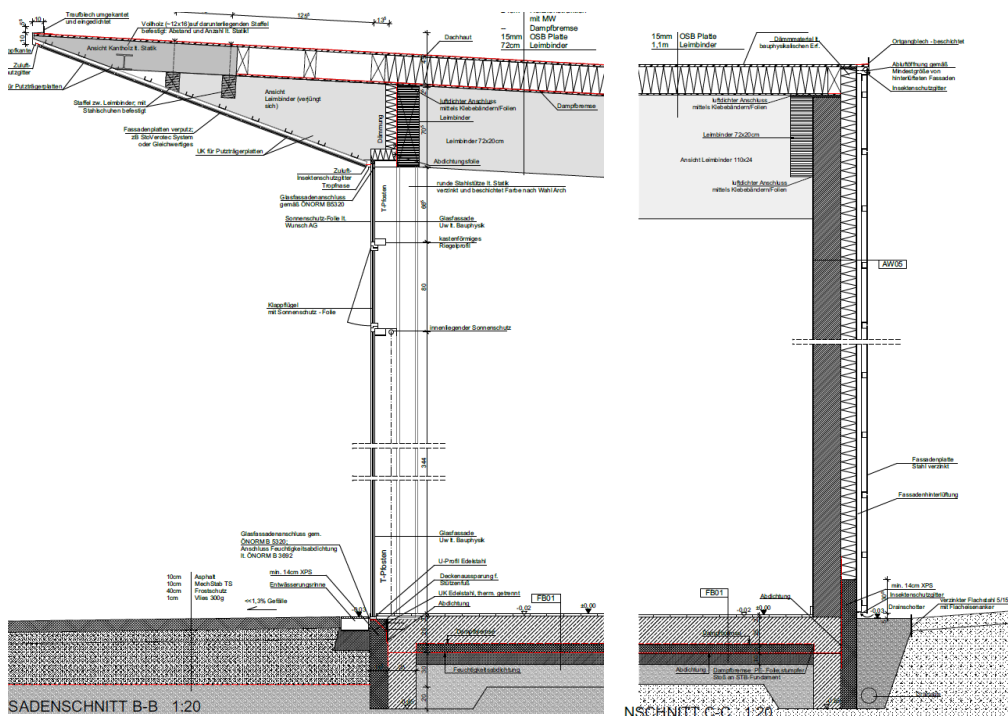


Abbildung 2.48: Links: Fassadenschnitt in der Westrichtung; rechts: Fassadenschnitt in Südrichtung

Die Bodenplatte ist in 25 cm dicke betonierte, wobei in der Abbildung 2.45 zu sehen ist, dass die Bodenplatte zusammen mit der Frostschutz auch die Lasten der Wandscheiben übernimmt.

Bauteilquerschnitte und U-Wertermittlungen:

Jetzt kommt eine Darstellung der einzelnen Bauteile. Im Wesentlichen werden die Bauteile Fußboden, Wand und dem Dach betrachtet. Für diese werden eine bauphysikalische Analyse gemacht. Die wärmeschutztechnische Bemessungswerte werden der ÖNORM B 8110-7 entnommen.

In der Tabelle 2.4 sind die Wärmeübergangswiderstände für ebene Bauteile, die von dem Bauteilaufbau abhängig ist, ersichtlich.

Bauteile	Wärmeübergangswiderstände $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$	
	R_{se}	R_{si}
Erdanliegender Fußboden	0	0,17
Außenwand HLZ Sockel	0,04	0,13
Außenwand HLZ	0,04	0,13
Außenwand HLZ Metallfassade	0,13	0,13
Außenwand STB Metallfassade	0,13	0,13
Außenwand STB	0,04	0,13
Flachdach Holz	0,04	0,10
Flachdach STB	0,04	0,10

Tabelle 2.4: äußere und innere Wärmeübergangswiderstände

Des Weiterem wird auch der ΔOI_3 -Indikator der einzelnen Baustoffschichte dargelegt. Durch die OI_3 -Werte ist ersichtlich, um wie viele OI_3 -Punkte diese Baustoffschicht den Wert $\text{OI}_{3\text{KON}}$ der Konstruktion erhöht.

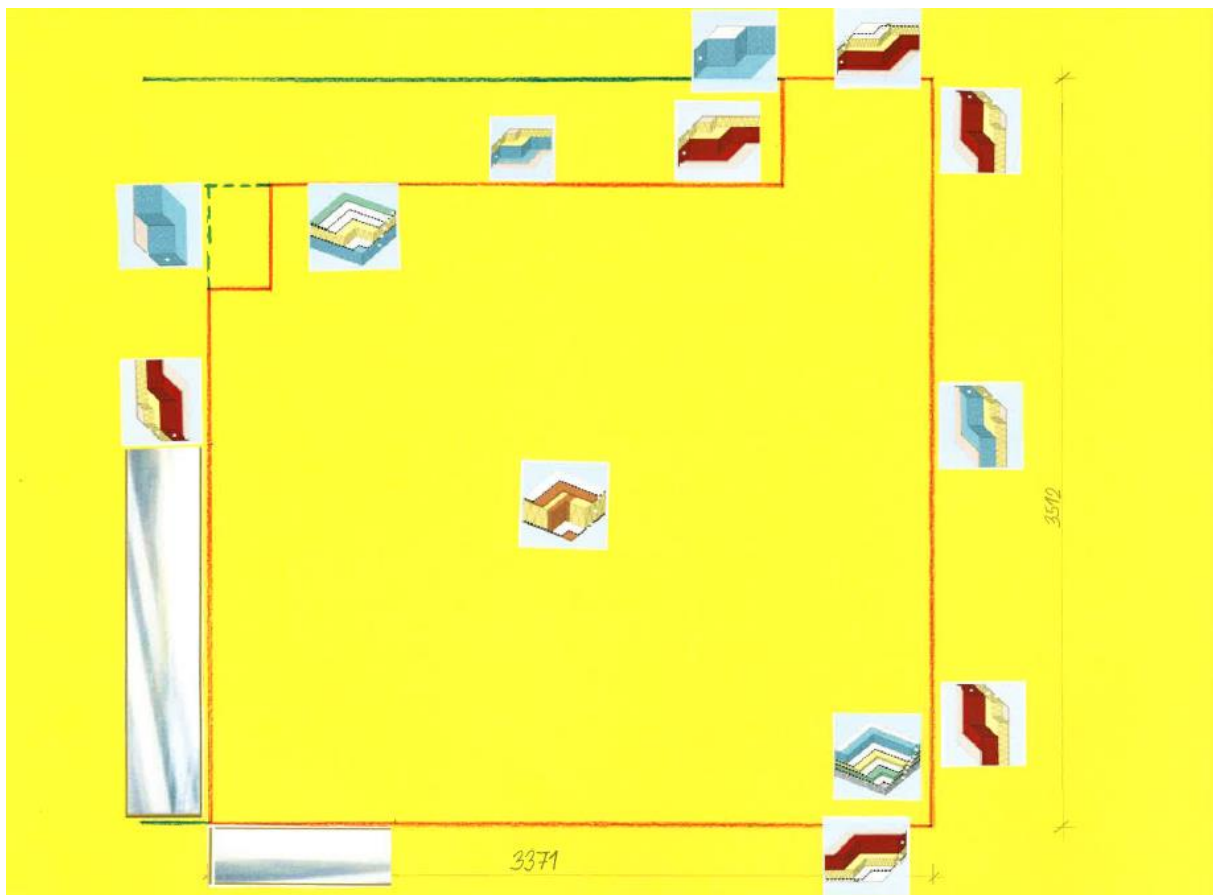


Abbildung 2.49: Zuordnung der entsprechenden Bauteilquerschnitte, Premstätten

2.6.1 Erdanliegender Fußboden aus Keramik

Der Fußboden besitzt eine gesamte Fläche von 1016,76 m² und weist eine Gesamtdicke von ca. 36 cm auf. Die Tragfunktion übernimmt die 25 cm dicke Stahlbetonplatte. Das verwendete Material für die untere Dämmung ist EPS W30 mit einer Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W/mK. Auf die Dämmung ist eine Schutzfolie anzuordnen (ÖNORM B 3691), um das Eindringen von Beton zu verhindern und deren Dämmwirkung nicht zu beeinträchtigen. Gemäß OIB Richtlinien 6 [S.6] soll für den Fußboden der Wärmedurchgangskoeffizient nicht den Wert 0,40 W/m²K überschreiten. In der Tabelle 2.5 werden die äußere und innere Wärmeübergangswiderstände ersichtlich.

Projekt: SPAR Premstätten		Berechnungsblatt-Nr.: 1					
Auftraggeber:		Datum: 30.11.2019					
Bauteilbezeichnung: EB01 Erdanliegender Fußboden Keramik		<p style="text-align: center;">A M 1 : 20</p>					
Bauteiltyp: erdanliegender Fußboden (<=1,5m unter Erdoberfläche)							
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 U - Wert 0,38 [W/m²K]							
Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	R=d/λ	ρ	ρ*d
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.	Widerst.	Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kg/m ²]
1	Fliesen (2300 kg/m ³)	0,020	9999999	1,300	0,015	2.300	46,0
2	Stahlbeton 180 kg/m ³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	F 0,250	80	2,500	0,100	2.400	600,0
3	Dampfbremse Polyethylen (PE)	0,0002	100.000	0,500		850	0,1
4	AUSTROTHERM EPS W30	0,080	60	0,035	2,288	28	2,2
5	Polymerbitumen-Dichtungsbahn	0,010	36.000	0,230	0,043	1.100	11,0
6	ROFIX Creteo Standard 990- B20 Trockenbeton C16/20	* 0,100	15	1,600	0,063	1.800	180,0
7	Hakofelt T (PP-Vlies)	* 0,0002	100.000	0,100	0,002	300	0,1
8	Schüttungen aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m ³)	* 0,200	50	0,700	0,288	1.800	360,0
	Bauteildicke (wärmetechnisch relevant) [m]	0,360					
	Bauteildicke gesamt [m]	0,660					
	Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m ²]						1.199,4
	Summe der Wärmeübergangswiderstände $R_{si} + R_{se}$				0,170		[m ² K/W]
	Wärmedurchgangswiderstand $R_T = R_{si} + \sum R_t + R_{se}$				2,614		[m ² K/W]
	Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1 / R_T$				0,38		[W/m²K]
*... diese Schicht zählt nicht zur Berechnung (wärmetechnisch irrelevant)				F... diese Schicht enthält eine Flächenheizung			
Wasserdampfdiffusion nach ÖNORM B 8110-2 : 2003-07-01							
Randbedingungen: Innentemp.: gemäß ÖNORM				Außentemp.: gemäß ÖNORM			
Luftfeuchtigkeit: Außen: gemäß ÖNORM				Innen: gemäß ÖNORM			
Seehöhe: 332 m				Region : SSO - Südost - südlicher Teil			
Kritischster Monat Jänner Oberflächentemperatur innen: 19,01°C				Taupunkttemperatur: 13,22°C			
Es wird in keinem Monat Oberflächenkondensat erwartet							
Es gibt keine Kondensation im Inneren des Bauteils.							
Kritischster Monat Mai Oberflächentemperatur innen: 19,48°C				Temperatur(80%): 16,20°C			
Es wird in keinem Monat Schimmel an der Oberfläche erwartet							

Abbildung 2.50: erdanliegender Fußboden aus Keramik

Einige Diffusionswiderstandszahlen μ zu den einzelnen Baustoffen sind von der ÖNORM B 8110-7 und EN ISO 10456 entnommen worden. [24] [49]

Die Berechnung der Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz:

Es gibt keine Kondensation im Inneren des Bauteils.

ΔOI3:

187 Pkt/m²

2.6.2 Außenwand aus HLZ Sockelbereich

Der Außenwandaufbau weist eine Gesamtdicke von ca. 42 cm auf und besitzt eine Fläche von 26,92 m². Bei der Außenwand handelt es sich um ein HLZ-Mauerwerk mit einer Wärmeleitfähigkeit von 0,304 W/mK. Eine außenliegende XPS-Dämmung wurde mit einer $\lambda = 0,035$ W/mK gewählt.

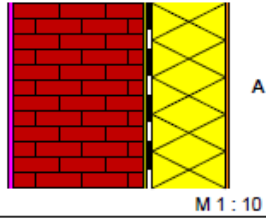
Projekt: SPAR Premstätten		Berechnungsblatt-Nr.: 2					
Auftraggeber:		Datum: 30.11.2019					
Bauteilbezeichnung: AW03 Außenwand_HLZ_Sockel_AW02							
Bauteiltyp: Außenwand							
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 U - Wert 0,20 [W/m²K]							
Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	R=d/λ	ρ	$\rho \cdot d$
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.	Widerst.	Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[m²K/W]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	RÖFIX 150 Gips-Kalk-Innenputz	0,010	6	0,470	0,021	1.150	11,5
2	POROTHERM 25-38 Objekt LDF N+F	0,250	8	0,304	0,822	976	244,0
3	RÖFIX 915 Zement-Mauermörtel	0,005	15	0,880	0,006	1.800	9,0
4	Dichtungsbahn Polyethylen (PE)	0,010	100.000	0,500	0,020	980	9,8
5	XPS-R 20 bis 60 mm (32 kg/m³)	0,140	150	0,035	4,000	32	4,5
6	Silikatputz mit Kunstharzzusatz	0,005	30	0,800	0,006	1.800	9,0
Bauteildicke [m]		0,420					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]		287,8					
Summe der Wärmeübergangswiderstände $R_{si} + R_{se}$					0,170 [m²K/W]		
Wärmedurchgangswiderstand $R_T = R_{si} + \sum R_t + R_{se}$					5,045 [m²K/W]		
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1 / R_T$					0,20 [W/m²K]		
Wasserdampfdiffusion nach ÖNORM B 8110-2 : 2003-07-01							
Randbedingungen: Innentemp.: gemäß ÖNORM				Außentemp.: gemäß ÖNORM			
Luftfeuchtigkeit: Außen: gemäß ÖNORM				Innen: gemäß ÖNORM			
Seehöhe: 332 m				Region : SSO - Südost - südlicher Teil			
Kritischster Monat Juli Oberflächentemperatur innen: 19,96°C Taupunkttemperatur: 15,10°C							
Es wird in keinem Monat Oberflächenkondensat erwartet							
Es gibt keine Kondensation im Inneren des Bauteils.							
Kritischster Monat Juli Oberflächentemperatur innen: 19,96°C Temperatur(80%): 18,44°C							
Es wird in keinem Monat Schimmel an der Oberfläche erwartet							

Abbildung 2.51: Außenwand aus Hochlochziegel im Sockelbereich

Der Stoffkennwerte und Diffusionswiderstandszahlen μ zu den einzelnen Baustoffen sind von der ÖNORM B 8110-7 und EN ISO 10456 entnommen worden. [24] [49]

Die Berechnung der Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz:

Es tritt rechnerisch kein Kondensat auf.

$\Delta OI3$:

118 Pkt/m²

2.6.3 Außenwand aus HLZ

Die Außenwand mit einer gesamt Fläche von 328,69 m² weist eine Gesamtdicke von ca. 42 cm auf. Bei der Außenwand handelt es sich um ein HLZ-Mauerwerk mit einer Wärmeleitfähigkeit von 0,304 W/mK. Eine außenliegende EPS-Dämmung wurde mit einer $\lambda = 0,040$ W/mK gewählt. Dadurch, dass die Wand nicht hinterlüftet ist, sind die Wärmeübergangswiderstände $R_{se} \neq R_{si}$ (siehe Tabelle 2.4). Der max. Wärmedurchgangskoeffizient für die Außenwand laut OIB-Richtlinien 6, [S.5] sollte nicht den Wert von 0,35 W/m²K überschreiten.

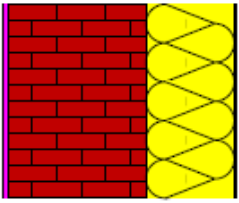
Projekt: SPAR Premstätten		Berechnungsblatt-Nr.: 1					
Auftraggeber:		Datum: 30.11.2019					
Bauteilbezeichnung: AW01 Außenwand_HLZ_AW01							
Bauteiltyp: Außenwand							
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 U - Wert 0,19 [W/m²K]							
Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	R=d/λ	ρ	$\rho \cdot d$
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.	Widerst.	Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kg/m ²]
1	RÖFIX 150 Gips-Kalk-Innenputz	0,010	8	0,470	0,021	1.150	11,5
2	POROTHERM 25-38 Objekt LDF N+F	0,250	8	0,304	0,822	976	244,0
3	FLAPOR EPS-F Fassadendämmplatte	0,160	35	0,038	4,211	16	2,8
4	Siikatputz mit Kunstharzzusatz	0,005	15	0,800	0,006	1.800	9,0
	Bauteildicke [m]	0,425					
	Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m ²]						267,1
	Summe der Wärmeübergangswiderstände $R_{si} + R_{se}$				0,170	[m ² K/W]	
	Wärmedurchgangswiderstand $R_T = R_{si} + \sum R_t + R_{se}$				5,230	[m ² K/W]	
	Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1 / R_T$				0,19	[W/m ² K]	
Wasserdampfdiffusion nach ÖNORM B 8110-2 : 2003-07-01							
<u>Randbedingungen:</u> Innentemp.: gemäß ÖNORM		Außentemp.: gemäß ÖNORM					
Luftfeuchtigkeit: Außen: gemäß ÖNORM		Innen: gemäß ÖNORM					
Seehöhe: 332 m		Region : SSO - Südost - südlicher Teil					
Kritischster Monat Juli Oberflächentemperatur innen: 19,96°C		Taupunkttemperatur: 15,10°C					
Es wird in keinem Monat Oberflächenkondensat erwartet							
Es gibt keine Kondensation im Inneren des Bauteils.							
Kritischster Monat Juli Oberflächentemperatur innen: 19,96°C		Temperatur(80%): 18,44°C					
Es wird in keinem Monat Schimmel an der Oberfläche erwartet							

Abbildung 2.52: Außenwand aus Hochlochziegel

Der Stoffkennwerte und Diffusionswiderstandszahlen μ zu den einzelnen Baustoffen sind von der ÖNORM B 8110-7 und EN ISO 10456 entnommen worden. [24] [49]

Die Berechnung der Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz:

Es tritt rechnerisch kein Kondensat auf.

ΔOI3:

68 Pkt/m²

2.6.4 Außenwand aus HLZ mit hinterlüfteter Metallfassade

Die Außenwand mit einer gesamten Fläche von 144,01 m² weist eine Gesamtdicke von ca. 40 cm auf. Bei der Außenwand handelt es sich um eine Ziegelkonstruktion, mit einer Wärmeleitfähigkeit von 0,304 W/mK. Für die Außendämmung wird die Glaswolle als Material mit mechanischer Befestigung verwendet. Dadurch, dass die Wandkonstruktion hinterlüftet ist, ist $R_{se} = R_{Si}$ (siehe Tabelle 2.4).

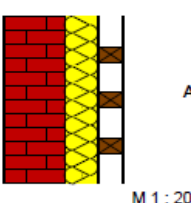
Projekt: SPAR Premstätten		Berechnungsblatt-Nr.: 4				
Auftraggeber:		Datum: 30.11.2019				
Bauteilbezeichnung: AW02 Außenwand_HLZ_Metallfassade_AW05						
Bauteiltyp: Außenwand hinterlüftet						
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 U - Wert 0,19 [W/m²K]						
Konstruktionsaufbau und Berechnung						
Baustoffschichten	d	μ	λ	Anteil	ρ	ρ*d
von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.		Dichte	Flächgew.
Nr. Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[%]	[kg/m³]	[kg/m²]
1 RÖFIX 150 Gips-Kalk-Innenputz	0,010	8	0,470		1.150	11,5
2 POROTHERM 25-38 Objekt LDF N+F	0,250	8	0,304		978	244,0
3 ISOVER FASSADENDAMMPLATTE LEICHT SV (ab	0,140	1	0,034		21	2,9
4 ISOCELL OMEGA Winddichtung	* 0,0006	34	0,220		300	0,2
5 Lattung dazw.	* 0,098	50	0,120	10,0	475	4,7
stehende Luftschicht (Installationsebene)	*	1	0,222	90,0	1	0,1
7 PREFEA Aluminium Verbundplatte (Reynobond)	* 0,002	9999999	0,290		2.800	5,6
Bauteildicke (wärmetechnisch relevant) [m]	0,400					
Bauteildicke gesamt [m]	0,501					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]						269,0
Zusammengesetzter Bauteil				(Berechnung nach EN ISO 6946)		
Lattung:	Achsabstand [m]:	0,800	Breite [m]:	0,080	$R_{si} + R_{se} = 0,260$	
Oberer Grenzwert: $R_{To} = 5,2213$				Unterer Grenzwert: $R_{Tu} = 5,2213$		$R_T = 5,2213$ [m²K/W]
Wärmedurchgangskoeffizient				U = 1 / R_T		
				0,19 [W/m²K]		
*... diese Schicht zählt nicht zur Berechnung (wärmetechnisch irrelevant)						
Wasserdampfdiffusion nach ÖNORM B 8110-2 : 2003-07-01						
Randbedingungen: Innentemp.: gemäß ÖNORM			Außentemp.: gemäß ÖNORM			
Luftfeuchtigkeit: Außen: gemäß ÖNORM			Innen: gemäß ÖNORM			
Seehöhe: 332 m			Region : SSO - Südost - südlicher Teil			
Kritischster Monat Juli: Oberflächentemperatur innen: 19,96°C			Taupunkttemperatur: 15,10°C			
Es wird in keinem Monat Oberflächenkondensat erwartet						
Es gibt keine Kondensation im Inneren des Bauteils.						
Kritischster Monat Juli: Oberflächentemperatur innen: 19,96°C			Temperatur(80%): 18,44°C			
Es wird in keinem Monat Schimmel an der Oberfläche erwartet						

Abbildung 2.53: hinterlüftete Metallfassade

Die Stoffkennwerte und Diffusionswiderstandszahlen μ zu den einzelnen Baustoffen sind von der ÖNORM B 8110-7 und EN ISO 10456 entnommen worden. [24] [49]

Die Berechnung der Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz:

Es tritt rechnerisch kein Kondensat auf.

ΔOI3:

146 Pkt/m²

2.6.5 Außenwand aus STB mit hinterlüfteter Metallfassade

Bei der Außenwand handelt es sich um eine Stahlbetonwandkonstruktion, wobei sie eine gesamte Fläche von 15,52 m² hat und weist eine Gesamtdicke von ca. 40 cm auf. Als vorgehängte Fassade sind Aluminiumplatten mit einer höheren Dichte, höheren Druckfestigkeit und einem höheren Wasserdampfdiffusionswiderstand. Sie schützt die Gebäudekonstruktion vor dem Schnee, Regen und der Sonne. Für die Außendämmung wird die Glaswolle als Material mit einer Wärmeleitfähigkeit von 0,034 W/mK.

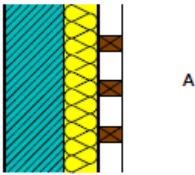
Projekt: SPAR Premstätten		Berechnungsblatt-Nr.: 5					
Auftraggeber:		Datum: 30.11.2019					
Bauteilbezeichnung: AW05 Außenwand_STB_Metallfassade_AW06							
Bauteiltyp: Außenwand hinterlüftet							
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 U - Wert 0,22 [W/m²K]							
Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	Anteil	ρ	ρ·d
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.		Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[%]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	Glättspachtel Durapid GS 60	0,003	10	0,800		700	2,1
2	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	0,250	80	2,500		2.400	600,0
3	ISOVER FASSADENDAMMPLATTE LEICHT SV (ab	0,140	1	0,034		21	2,9
4	ISOCELL OMEGA Winddichtung	* 0,0006	34	0,220		300	0,2
5	Lattung dazw.	* 0,098	50	0,120	10,0	475	4,7
	stehende Luftschicht (Installationsebene)	*	1	0,222	90,0	1	0,1
7	PREFA Aluminium Verbundplatte (Reynobond)	* 0,002	9999999	0,290		2.800	5,6
	Bauteildicke (wärmetechnisch relevant) [m]	0,393					
	Bauteildicke gesamt [m]	0,494					
	Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]						615,6
Zusammengesetzter Bauteil				(Berechnung nach EN ISO 6946)			
	Lattung:	Achsabstand [m]: 0,800	Breite [m]: 0,080			$R_{pl} + R_{se} = 0,260$	
	Oberer Grenzwert: $R_{To} = 4,4814$		Unterer Grenzwert: $R_{Tu} = 4,4814$			$R_T = 4,4814$ [m²K/W]	
	Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 1 / R_T$				0,22 [W/m²K]	
*... diese Schicht zählt nicht zur Berechnung (wärmetechnisch irrelevant)							
Wasserdampfdiffusion nach ÖNORM B 8110-2 : 2003-07-01							
<u>Randbedingungen:</u> Innentemp.: gemäß ÖNORM				Außentemp.: gemäß ÖNORM			
Luftfeuchtigkeit: Außen: gemäß ÖNORM				Innen: gemäß ÖNORM			
Seehöhe: 332 m				Region : SSO - Südost - südlicher Teil			
Kritischster Monat Juli Oberflächentemperatur innen: 19,95°C				Taupunkttemperatur: 15,10°C			
Es wird in keinem Monat Oberflächenkondensat erwartet							
Es gibt keine Kondensation im Inneren des Bauteils.							
Kritischster Monat Juli Oberflächentemperatur innen: 19,95°C				Temperatur(80%): 18,44°C			
Es wird in keinem Monat Schimmel an der Oberfläche erwartet							

Abbildung 2.54: Außenwand aus STB mit hinterlüfteter Metallfassade

Die Stoffkennwerte und Diffusionswiderstandszahlen μ zu den einzelnen Baustoffen sind von der ÖNORM B 8110-7 und EN ISO 10456 entnommen worden. [24] [49]

Die Berechnung der Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz:

Es tritt rechnerisch kein Kondensat auf.

ΔOI3:

186 Pkt/m²

2.6.6 Außenwand aus Stahlbeton

Eine Stahlbetonwand ist in der nördlichen Seite ausgeführt worden und besitzt eine Fläche von 31,94 m². Sie weist eine gesamte Fläche von ca. 42 cm auf.

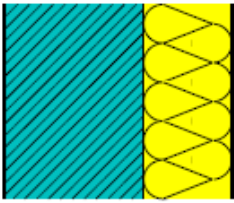
Projekt: SPAR Premstätten		Berechnungsblatt-Nr.: 1					
Auftraggeber:		Datum: 30.11.2019					
Bauteilbezeichnung: AW04 Außenwand_Stahlbeton_AW07							
Bauteiltyp: Außenwand							
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 U - Wert 0,19 [W/m²K]							
Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	R=d/λ	ρ	ρ*d
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.	Widerst.	Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[m²K/W]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	Knauf Blauband Tünich Gips-Dünnputz	0,005	6	0,700	0,007	1.300	6,5
2	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	0,250	80	2,500	0,100	2.400	600,0
3	EPS-F grau/schwarz (15,8 kg/m³)	0,160	60	0,032	5,000	16	2,6
4	StoLotusan K/MP	0,003	40	0,700	0,004	1.900	5,7
	Bauteildicke [m]	0,418					
	Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]						614,8
	Summe der Wärmeübergangswiderstände $R_{si} + R_{se}$				0,170	[m²K/W]	
	Wärmedurchgangswiderstand $R_T = R_{si} + \sum R_t + R_{se}$				5,281	[m²K/W]	
	Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1 / R_T$				0,19	[W/m²K]	
Wasserdampfdiffusion nach ÖNORM B 8110-2 : 2003-07-01							
<u>Randbedingungen:</u> Innentemp.: gemäß ÖNORM		Außentemp.: gemäß ÖNORM					
Luftfeuchtigkeit: Außen: gemäß ÖNORM		Innen: gemäß ÖNORM					
Seehöhe: 332 m		Region : SSO - Südost - südlicher Teil					
Kritischster Monat Juli Oberflächentemperatur innen: 19,96°C		Taupunkttemperatur: 15,10°C					
Es wird in keinem Monat Oberflächenkondensat erwartet							
Es gibt keine Kondensation im Inneren des Bauteils.							
Kritischster Monat Juli Oberflächentemperatur innen: 19,96°C		Temperatur(80%): 18,44°C					
Es wird in keinem Monat Schimmel an der Oberfläche erwartet							

Abbildung 2.55: Außenwand Stahlbeton

Die Stoffkennwerte und Diffusionswiderstandszahlen μ zu den einzelnen Baustoffen sind von der ÖNORM B 8110-7 und EN ISO 10456 entnommen worden. [24] [49]

Die Berechnung der Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz:

Es tritt rechnerisch kein Kondensat auf.

ΔOI3:

100 Pkt/m²

2.6.7 Flachdach aus Holz

Die Flachdachkonstruktion hat eine gesamte Fläche von 980,42 m². Sie liegt auf die BSH-Leimbinder. Die Holzleimbinder liegen in der Querrichtung des Daches etwa im Bereich von 4,7 m (jede 4,7m liegen die Leimbinder). Der Dachaufbau weist eine Gesamtdicke von ca. 27,5 cm auf.

In der Tabelle 2.4 werden die Wärmeübergangswiderstände ersichtlich. Gemäß OIB Richtlinien 6 [S.5] für das Flachdach, soll der Wärmedurchgangskoeffizient nicht den Wert 0,20 W/m²K überschreiten.

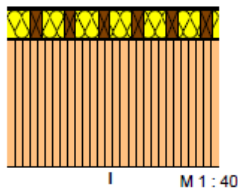
Projekt: SPAR Premstätten		Berechnungsblatt-Nr.: 1					
Auftraggeber:		Datum: 30.11.2019					
Berechnungsblatt-Nr.: 1		Bearbeitungsnr.:					
Bauteilbezeichnung: FD02 Flachdach Holz							
Bauteiltyp: Außendecke, Wärmestrom nach oben							
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 U - Wert 0,20 [W/m²K]							
Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	Anteil	ρ	ρ*d
	von außen nach innen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.		Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[%]	[kg/m ³]	[kg/m ²]
1	Samafil TU 222 (Produktdatenblatt)	0,002	15.000	0,220		530	1,0
2	OSB-Platten (850 kg/m ³)	0,018	50	0,130		850	11,7
3	Nutzholz (475kg/m ³ -FvTa) rauh, techn. getro. dazw.	0,240	20	0,120	20,0	475	22,8
	Glaswolle MW(GW)-W (18 kg/m ³)		1	0,038	80,0	18	3,5
5	Würth Dampfbremse Wütop DB 155	0,0003	620.000	0,500		650	0,2
6	OSB-Platten (850 kg/m ³)	0,015	50	0,130		850	9,8
7	LEIMBINDER Tragkonstruktion	* 1,100	70	0,130		500	550,0
Bauteildicke (wärmetechnisch relevant) [m]		0,275					
Bauteildicke gesamt [m]		1,375					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m ²]		598,9					
Zusammengesetzter Bauteil				Freie Eingabe % (Berechnung nach EN ISO 6946)			
				R_{si} + R_{se} = 0,140			
Oberer Grenzwert: R _{To} = 4,9427		Unterer Grenzwert: R _{Tu} = 4,8144		R _T = 4,8788 [m ² K/W]			
Wärmedurchgangskoeffizient		U = 1 / R_T 0,20 [W/m²K]					
*... diese Schicht zählt nicht zur Berechnung (wärmetechnisch irrelevant)							
Wasserdampfdiffusion nach ÖNORM B 8110-2 : 2003-07-01							
Randbedingungen: Innentemp.: gemäß ÖNORM				Außentemp.: gemäß ÖNORM			
Luftfeuchtigkeit: Außen: gemäß ÖNORM				Innen: gemäß ÖNORM			
Seehöhe: 332 m				Region : SSO - Südost - südlicher Teil			
Kritischster Monat Juli Oberflächentemperatur innen: 19,98°C				Taupunkttemperatur: 15,10°C			
Es wird in keinem Monat Oberflächenkondensat erwartet							
Gesamtkondensat(Jahr): 0,5 g/m ² - Gesamtaustrocknung(Jahr): 57,4 g/m ²							
Das gesamte anfallende Kondensat kann austrocknen.							
Kritischster Monat Juli Oberflächentemperatur innen: 19,98°C				Temperatur(80%): 18,44°C			
Es wird in keinem Monat Schimmel an der Oberfläche erwartet							

Abbildung 2.56: Flachdach aus Holz

Die Stoffkennwerte und Diffusionswiderstandszahlen μ zu den einzelnen Baustoffen sind von der ÖNORM B 8110-7 und EN ISO 10456 entnommen worden. [24] [49]

Die Berechnung der Wasserdampfdiffusion und Kondensationschutz:

Es tritt rechnerisch ein jährliches Gesamtkondensat von 0,5 g/m² an der oberen Grenzfläche der OSB-Platte und der Dämmung, das anfallende Kondensat kann rechnerisch austrocknen. Eine Dachkonstruktion, bei der die Holzkonstruktion zwischen Folien ohne Belüftung angeordnet ist, ist feuchtetechnisch jedoch immer kritisch zu betrachten.

ΔO13:

28 Pkt/m²

2.6.8 Flachdach aus Stahlbeton

Die zweite Flachdachkonstruktion besteht aus einer Tragkonstruktion mit einer Stahlbetonplatte und hat eine gesamte Fläche von 22,14 m². Sie liegt auf der Mauerwerk-Wand und auf der inneren Seite der Stahlbetonwand. Der Dachaufbau weist eine Gesamtdicke von ca. 47 cm auf. Dieser Teil des Stahlbetondaches befindet sich auf der westlichen Seite und trägt wieder die Lasten der Kondensatoren/Wärmepumpe, die am Dach stehen.

Projekt: SPAR Premstätten		Berechnungsblatt-Nr.: 8					
Auftraggeber:		Datum: 30.11.2019					
Bauteilbezeichnung: FD01 Flachdach Stahlbeton							
Bauteiltyp: Außendecke, Wärmestrom nach oben							
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 U - Wert 0,17 [W/m²K]							
Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	R=d/λ	ρ	ρ*d
	von außen nach innen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.	Widerst.	Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[m²K/W]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	Betonplatten(3cm) in Bodenmaterial - Sand und Kies (1700 *)	0,125	50	2,000	0,063	1700	212,5
2	Dichtungsbahn Polyethylen (PE) (ÖNORM B 3691) *	0,002	100.000	0,500	0,004	980	1,8
3	Polymerbitumen-Dichtungsbahn (ONORM B 3691)	0,002	36.000	0,230	0,008	1.100	2,0
4	AUSTROTHERM EPS W25	0,200	60	0,036	5,556	23	4,6
5	Dampfbremse Polyethylen (PE) (ONORM B 3691)	0,005	100.000	0,500	0,010	650	3,3
6	Stahlbeton 80 kg/m³ Armierungsstahl (1 Vol.%)	0,265	80	2,300	0,115	2.300	609,5
Bauteildicke (wärmetechnisch relevant) [m]		0,472					
Bauteildicke gesamt [m]		0,599					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]							833,6
Summe der Wärmeübergangswiderstände $R_{si} + R_{se}$					0,140 [m²K/W]		
Wärmedurchgangswiderstand $R_T = R_{si} + \sum R_i + R_{se}$					5,828 [m²K/W]		
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1 / R_T$					0,17 [W/m²K]		
*... diese Schicht zählt nicht zur Berechnung (wärmetechnisch irrelevant)							
Wasserdampfdiffusion nach ÖNORM B 8110-2 : 2003-07-01							
Randbedingungen: Innentemp.: gemäß ÖNORM				Außentemp.: gemäß ÖNORM			
Luftfeuchtigkeit: Außen: gemäß ÖNORM				Innen: gemäß ÖNORM			
Seehöhe: 332 m				Region : SSO - Südost - südlicher Teil			
Kritischster Monat Juli Oberflächentemperatur innen: 19,97°C Taupunkttemperatur: 15,10°C							
Es wird in keinem Monat Oberflächenkondensat erwartet							
Gesamtkondensat(Jahr): 0,1 g/m² - Gesamtaustrocknung(Jahr): 24,1 g/m²							
Das gesamte anfallende Kondensat kann austrocknen.							
Kritischster Monat Juli Oberflächentemperatur innen: 19,97°C Temperatur(80%): 18,44°C							
Es wird in keinem Monat Schimmel an der Oberfläche erwartet							

Abbildung 2.57: Flachdach aus Stahlbeton

Einige Diffusionswiderstandszahlen μ der einzelnen Baustoffe sind von der ÖNORM B 8110-7 und EN ISO 10456 entnommen worden. [24] [49]

Die Berechnung der Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz:

Es tritt rechnerisch ein jährliches Gesamtkondensat von 0,1 g/m² an der unteren Grenzfläche der Dämmung und der Dampfbremse, das gesamt anfallende Kondensat kann über die Jahresbilanz wieder austrocknen.

ΔOI3:

148 Pkt/m²

2.6.9 Fensterkonstruktion in der Supermarkt Premstätten

Im Einkaufsmarkt sind zwei Typen der Fensterkonstruktion ausgeführt. Der erste Typ, sind die schmalen Bänder, die in der Nordseite ausgeführt worden sind. Die sind günstig, weil sie darunter die Aufstellung von Regalen ermöglichen. Und der zweite Typ, sind die transparente Glasfassaden mit einer großen Fläche in der Süd-, Ost- und Westrichtung. Diese Fenster haben, wie schon angeführt, nicht nur das Erfordernis, dass sie Licht in den Markt hineinbringen, sondern dienen auch der Erfüllung der Bestimmungen des Arbeitnehmerschutzgesetzes. Auch für die Fenster werden im Folgenden auch die OI3-Punkte abgeschätzt.

- Typ I: Schmalen Fensterbänder: wärmetechnische Kennwerte: U_f , U_g , Ψ und $\Delta OI3$

		Länge x Höhe	U_f [W/m ² K]	U_g [W/m ² K]	Ψ [-]	$\Delta OI3$
1.	Lagerfenster	1,64 x 1,0	1,6	1,1	0,060	117
2.	Bürofenster	2,64 x 1,0	1,6	1,1	0,060	103
3.	Mitarbeiterraum	1,96 x 1,0	1,6	1,1	0,060	111

Tabelle 2.5: Die Bemessungswert des Fensters

- Typ II: Glasfassaden: wärmetechnische Kennwerte: U_f , U_g , Ψ und $\Delta OI3$

		Länge x Höhe	U_f [W/m ² K]	U_g [W/m ² K]	Ψ [-]	$\Delta OI3$
1.	Westseite	17,98 x 4,87	1,60	1,1	0,060	51
2.	Südseite	9,0 x 4,87	1,60	1,1	0,060	53
3.	Ostseite	17,98 x 2,72	1,60	1,1	0,060	57

Tabelle 2.6: Die Bemessungswert des transparenten Fensters

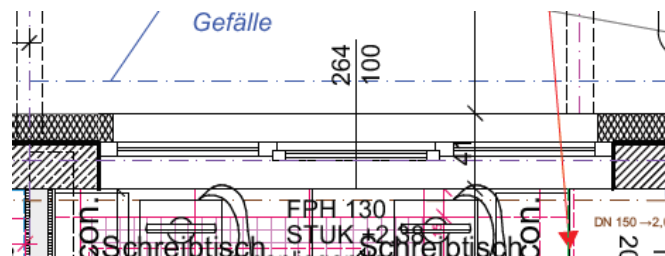


Abbildung 2.58: dreiteiliges Fensterelement mit einem offenbarem Flügel mittig und zwei Festverglasungselemente an beiden Seiten

Haustechnik

Gemäß OIB-Richtlinien 6 Punkt 5.1.2 ist eine der alternativen Energiesysteme gewählt.

Für SPAR Premstätten wurde als Bereitstellungssystem für die Energie zur Raumheizung eine monovalente Wärmepumpe gewählt.

Die Wärmeabgabe erfolgt über die Flächenheizung, die dezentral vom konditionierten Bereich beschickt wird. Die Systemtemperatur, beträgt 35/28° und die Regelung erfolgt über die Einzelraumregelung mit elektronischem Regelgerät. Die Verteilungen und Steigleitungen wurden gedämmt, die Armaturen wurden ungedämmt ausgeführt.

Die Photovoltaikanlage besteht aus multikristallinem Silicium und den Kollektoren mit einer Fläche von 200(m²). Der Neigungswinkel beträgt 10°.

2.7 Baumarkt 3 – Vogau

In der Reichsstraße 91, 8472 Straß in der Steiermark befindet sich der Einkaufsmarkt Eurospar, welcher im Jahr 2010 errichtet worden ist. Ein Einfahrtweg und zwei Ausfahrtwege in Nord-Ost und Süd-West Seite, sowie viele Parkplätze mit insgesamt 107 PkW-Stellplätze stehen den Kunden vor Ort zur Verfügung (siehe Abbildung 2.58). Die gesamte Brutto-Grundfläche beträgt BGF=1582,30 m². Der Einkaufsmarkt hat eine Bodenfläche für Verkaufsraum von 1092,84 m².

Objektdaten gemäß ÖNORM B 8110-2:

- | | |
|--------------------------------------|------------------------------|
| • Nutzung des Gebäudes: | Verkaufsstätte |
| • Abmessungen (LxBxH): | 50,70m x 33,73m x 6,4m |
| • Bauweise: | mittelschwere |
| • Referenzklima; Normaußentemperatur | -13,4°C |
| • Standortklima; Klimaregion | Südost-südlicher Teil (S/SO) |
| • Standortklima; Seehöhe | 254 m |



Abbildung 2.59: Lage des Einkaufsmarktes, Vogau [78]

Der Einkaufsmarkt hat eine rechteckige Form mit dem Obergeschoß mit einer lichten Raumhöhe von 6,4 m.

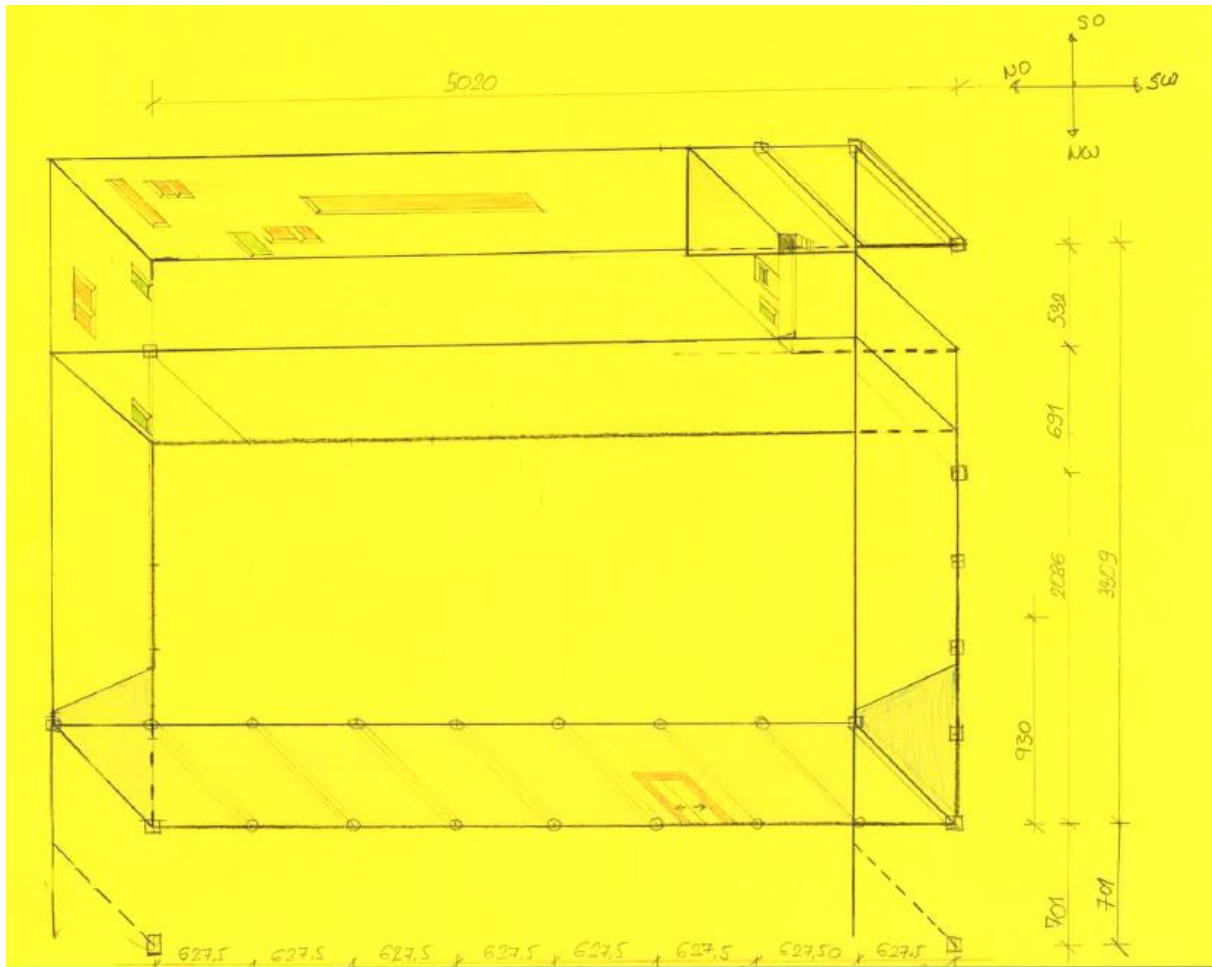


Abbildung 2.60: 3D-Schrägriss Darstellung des Einkaufsmarktes, Vogau

Der Eingang liegt hier auf der Nord-West Seite. Ein Teil des Vordaches kragt mit einer Länge von 7,1 m aus. Die Konstruktion aus Holzleimbinder und Brettsperholz reduziert als Sonnenschutz die Sonneneinstrahlung auf die große Glasfläche darunter, und dient gleichzeitig als Überdachung für die eingangsnahen Parkplätze.



Abbildung 2.61: Haupteingang in der Nord-Westseite [40]



Abbildung 2.62: EUROSPAR, Vogau



Abbildung 2.63: PREFA Fassade in West-Südseite



Abbildung 2.64: Fassade in Ost-Südseite



Abbildung 2.65: Die Fassade in der Nord-Ostseite

Auch hier wurde das gleiche Konzept für den Sonnenschutz gewählt, wie beim Markt davor: ein weit auskragendes Vordach über der großen Glasfassade, in Kombination mit einem innenliegenden Blendschutz aus textilem Rollo.



Abbildung 2.66: Oben: transparente Fenster mit dem Textilrollo in der Nord-West Seite; links: transparente Fenster mit dem Textilrollo ebenfalls im unteren Bereich in der Nord-Ost Seite; rechts: transparente Fenster ohne dem Textilrollo in der West- Süd Seite



Abbildung 2.67: das Fenster in Ost-Südseite, Lagerbereich

Tragsystem und Konstruktionsaufbau:

Der Baukörper des Einkaufsmarktes Vogau setzt sich aus großen flächenhaften Elementen zusammen. Hauptelemente sind die Fußbodenflächen und die Dachfläche mit dem horizontal auskragenden Vordach.

Das primäre Tragsystem bildet in der Querrichtung des Supermarktes gespannte Einfeldträger aus Brettschichtholz (BSH), die auf die Außenwand, 30 cm quadratischen Betonstützen in der Süd-Ostseite, auf die eingespannte 30x30 cm quadratischen Betonstützen und 7-mal runden Betonstützen mit einem Durchmesser von $\Phi 30$ cm in Nord-Westseite gelagert worden sind.

Die zwischen Brettschichtholz Trägern einachsrig gespannte Dachplatte aus 3-Schichtplatte Fichte (der Fa. Schwörer) steift das Dachtragwerk auch in Dachplattenebene aus.

Die Leichtbauweise der Dachkonstruktion besteht aus dem darauf mechanisch befestigten Foliendach (1,8 mm) und Mineralwolle und dem Brettsperrholz, und besitzt eine Gesamtdicke von ca. 30 cm. Die Dachkonstruktion wird auf Leimbändern, die in Querrichtung des Supermarktes liegen, gelagert. Die Nordwestliche Außenwand, in welcher auch den Haupteingang liegt, sind mit einer Glasfassade ausgeführt worden, während die südöstliche Außenwand aus Wandelement und quadratischen Betonstützen ausgeführt worden ist, und eine außenliegende Wärmedämmung aufweist. Die Außenwand der Südostseite und Lieferanteneinfahrtrichtung sind mit quadratischen 30 cm Betonstützen ausgeführt worden.

Die innere Fläche des Lieferanteneingangs bleibt beim Energieausweis unberücksichtigt.

Besonderheiten des Entwurfs:

- große Fensterelemente in der Längsrichtung von 50,70m
- ein sehr weit auskragendes Vordach
- große Holzleimbänder in der Hauptspannrichtung Nord-Ostseite

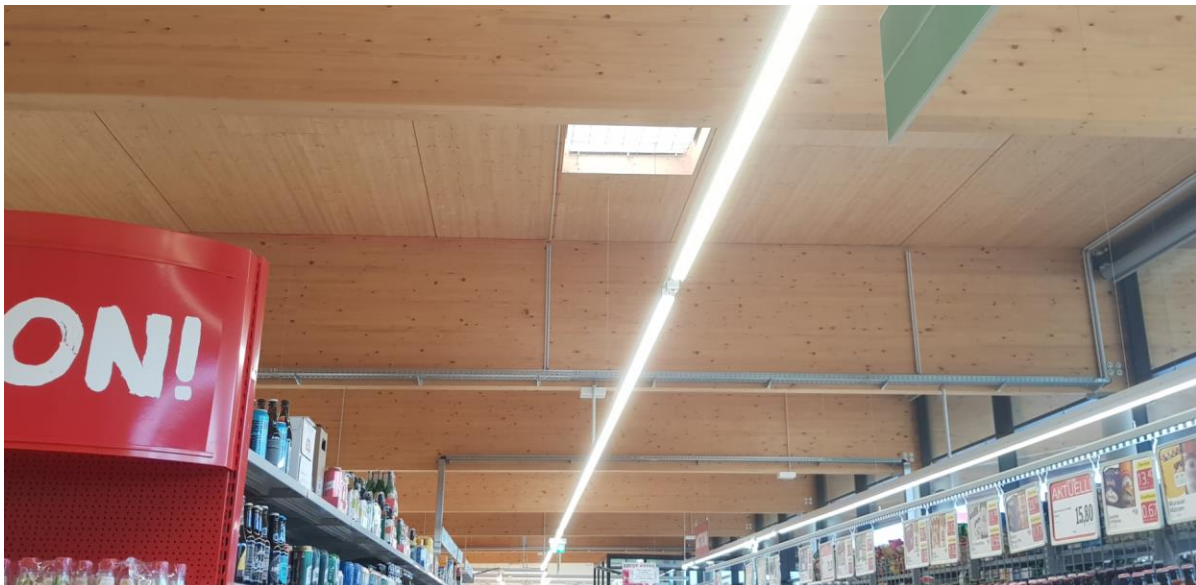


Abbildung 2.68: Leimbänder in der Hauptspannrichtung und darüber liegende Dachkonstruktion, Vogau



Abbildung 2.69: 3D Schrägriss, in der Hauptspannrichtung insgesamt 9 Holzleimbinder, zwei verschiedene Größe



Abbildung 2.70: Links/rechts: Das primäre Tragsystem in der Hauptspannrichtung des Einkaufsmarktes

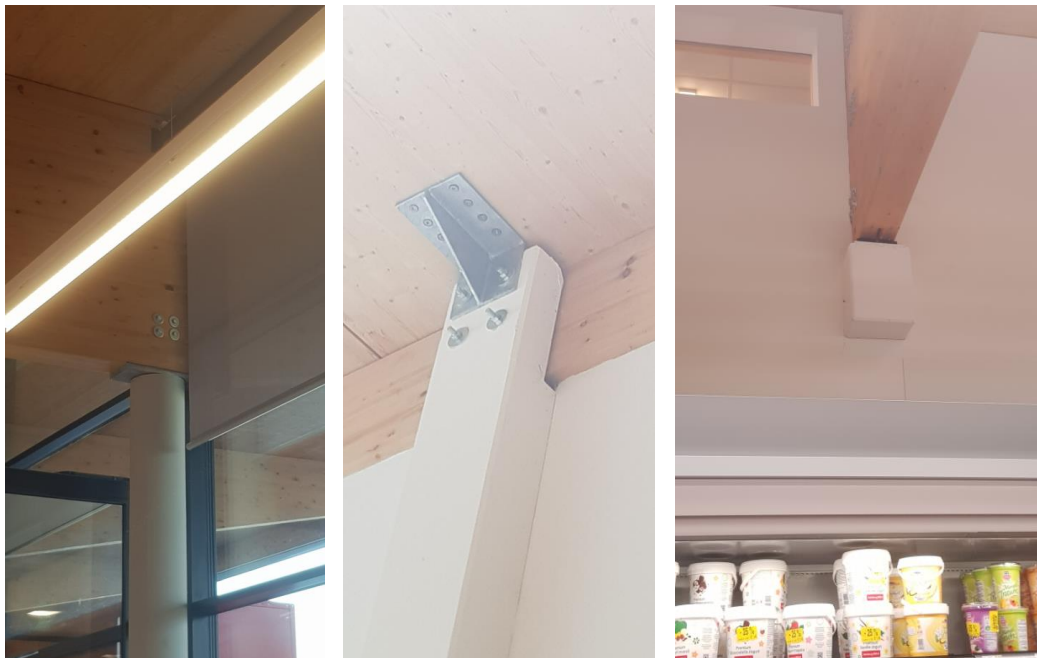


Abbildung 2.71: links: runde Betonstütze mit ingenieurmäßigen Holzverbindungen in der Nord-West Seite; Mitte: Verbindung des primären Tragsystems in der Nord-Ost Seite; Rechts: Holzleimbinder in der Richtung des Lagerbereiches mittel ingenieurmäßigen Verbindungen in der Ost-Süd Seite

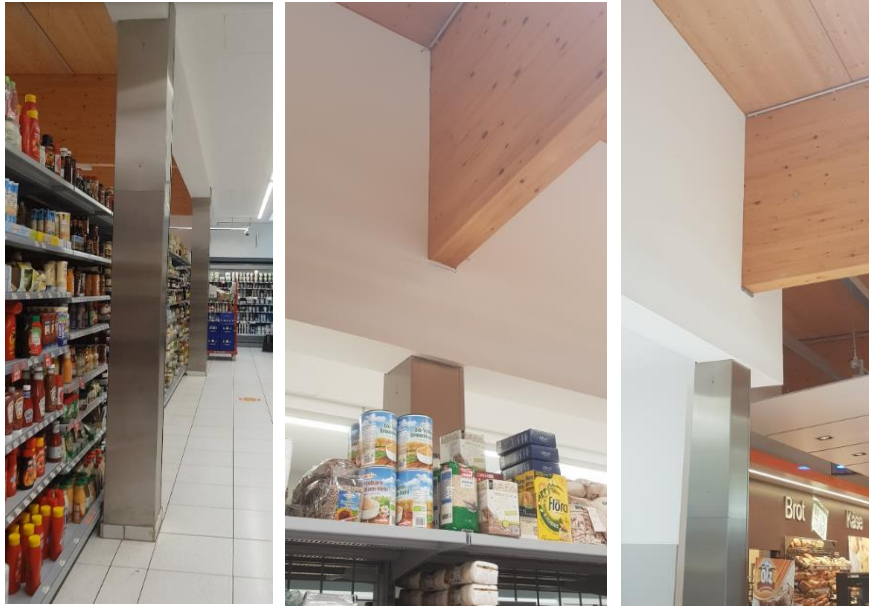


Abbildung 2.72: Insgesamt 3 Betonstütze 30/30cm; links: 2 Betonstützen in der Nordostrichtung; Mitte: Ingenieursmäßige Verbindung; Rechts die Betonstütze in Südostseite



Abbildung 2.73: Holzleimbinder 166/20 in Richtung der Lagerbereich; rechts: die Leimbinder liegen auf die runde Betonstützen $\Phi 30$ cm in der Nord-West Seite



Abbildung 2.74: Links: Holzleimbinder 166/20 cm entlang das Vordach; rechts: Holzleimbinder 100/18 cm in Querrichtung, Aussicht vom Lagerbereich

Das Beleuchtungskonzept (Abbildung 2.75) entspricht dem in den bereits vorgestellten Märkten.



Abbildung 2.75: Beleuchtung in Feinkostbereich

In der Abbildung 2.75 zu sehen ist die Sicherheitsbeleuchtung, die bei einer Fläche von $>200 \text{ m}^2$ und $\leq 3000 \text{ m}^2$ die Fluchtwege und Rettungswege erforderlich sind. Dies liegt bei der Technische Anforderungen unter dem Brandschutz.

Das Beleuchtungskonzept entspricht dem in den bereits vorgestellten Märkten.

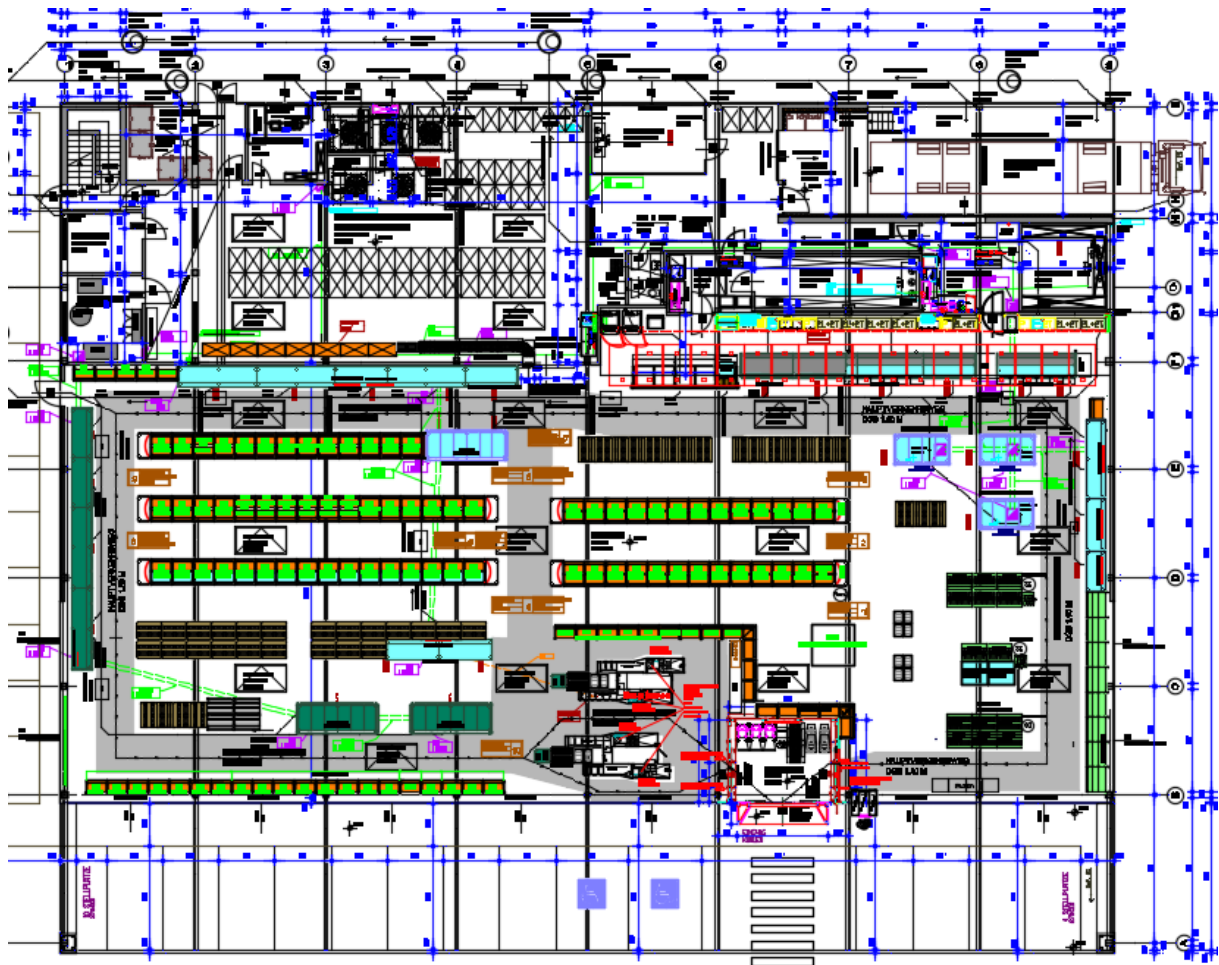


Abbildung 2.76: Innenbereich des Einkaufsmarktes, Grundriss Vogau

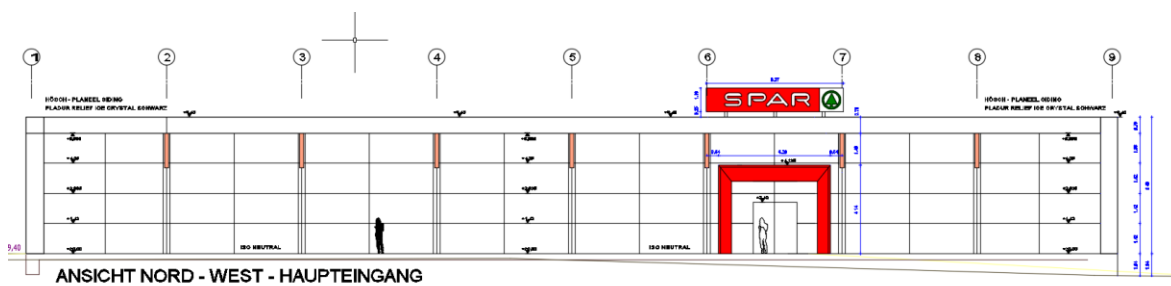


Abbildung 2.77: Nord-West Ansicht, Haupteingang

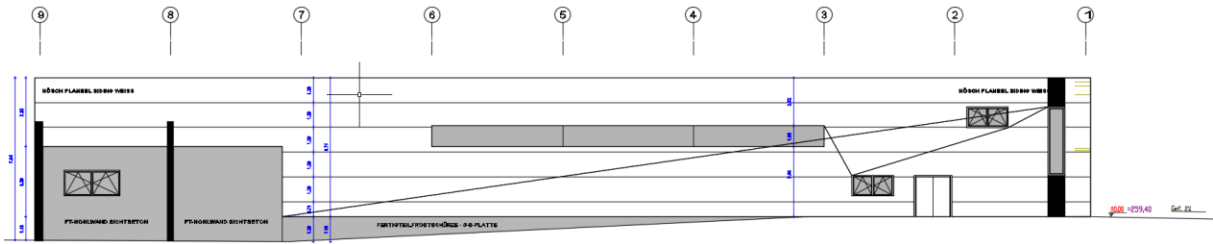


Abbildung 2.78: Ansicht Süd - Ost Anlieferung Rückseite

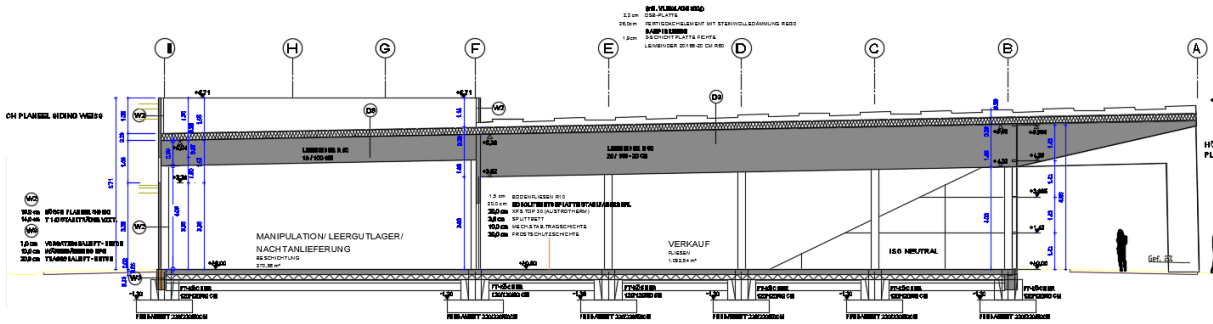


Abbildung 2.79: Schnitt 2-2, Süd-Ost

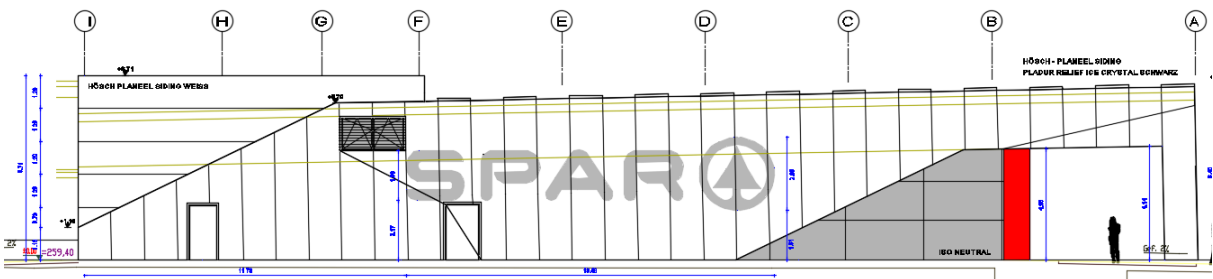


Abbildung 2.80: Ansicht Nord-Ost

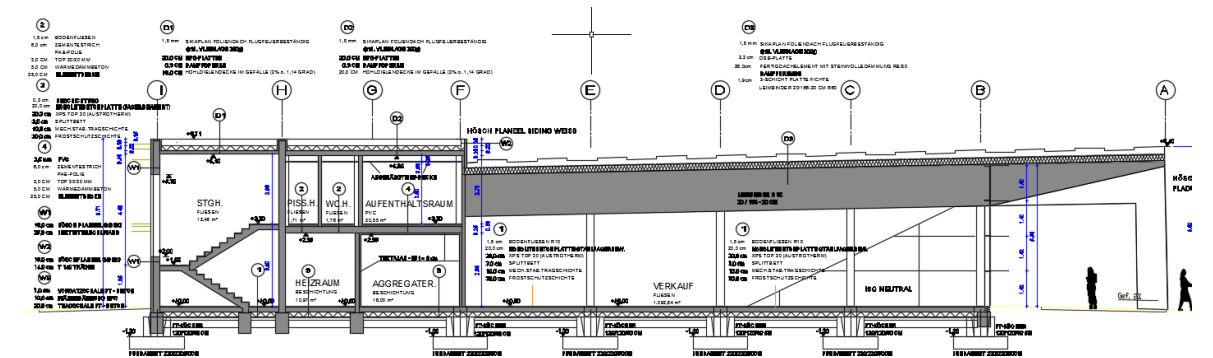


Abbildung 2.81: Schnitt 1-1, Nord-Ost

Bauteilquerschnitte und U-Wertermittlungen:

Jetzt kommt eine Darstellung der einzelnen Bauteile. Die Bauteile bestehen aus dem Fußboden, Wand und dem Dach. Weiterfolgend wird eine bauphysikalische Analyse gemacht, wobei die wärmeschutztechnische Bemessungswerte vom ÖNORM B 8110-7 entnommen sind.

In der Tabelle 2.7 sind die Wärmeübergangswiderstände für ebene Bauteile, die von dem Bauteilaufbau abhängig ist, ersichtlich.

Aufbau	Wärmeübergangswiderstand m^2K/W	
	R_{se}	R_{si}
Erdanliegender Fußboden Keramik	0	0,17
Erdanliegender Fußboden Beschichtung	0	0,17
Außenwand Erdberührt	0	0,13
Außenwand Fassaden Sidings	0,13	0,13
Decke Fliesen	0,10	0,10
Decke PVC	0,10	0,10
Flachdach 26cm Fertigdachelement	0,04	0,10
Flachdach 16cm HDielendecke	0,04	0,10
Flachdach 20cm HDielendecke	0,04	0,10

Tabelle 2.7: äußerer und innerer Wärmeübergangswiderstände

Des Weiterem wird auch der $\Delta OI3$ -Indikator einer Baustoffschicht gezeigt. Durch die $OI3$ -Werte ist ersichtlich, um wie viele $OI3$ -Punkte diese Baustoffschicht den Wert $OI3_{KON}$ der Konstruktion erhöht.

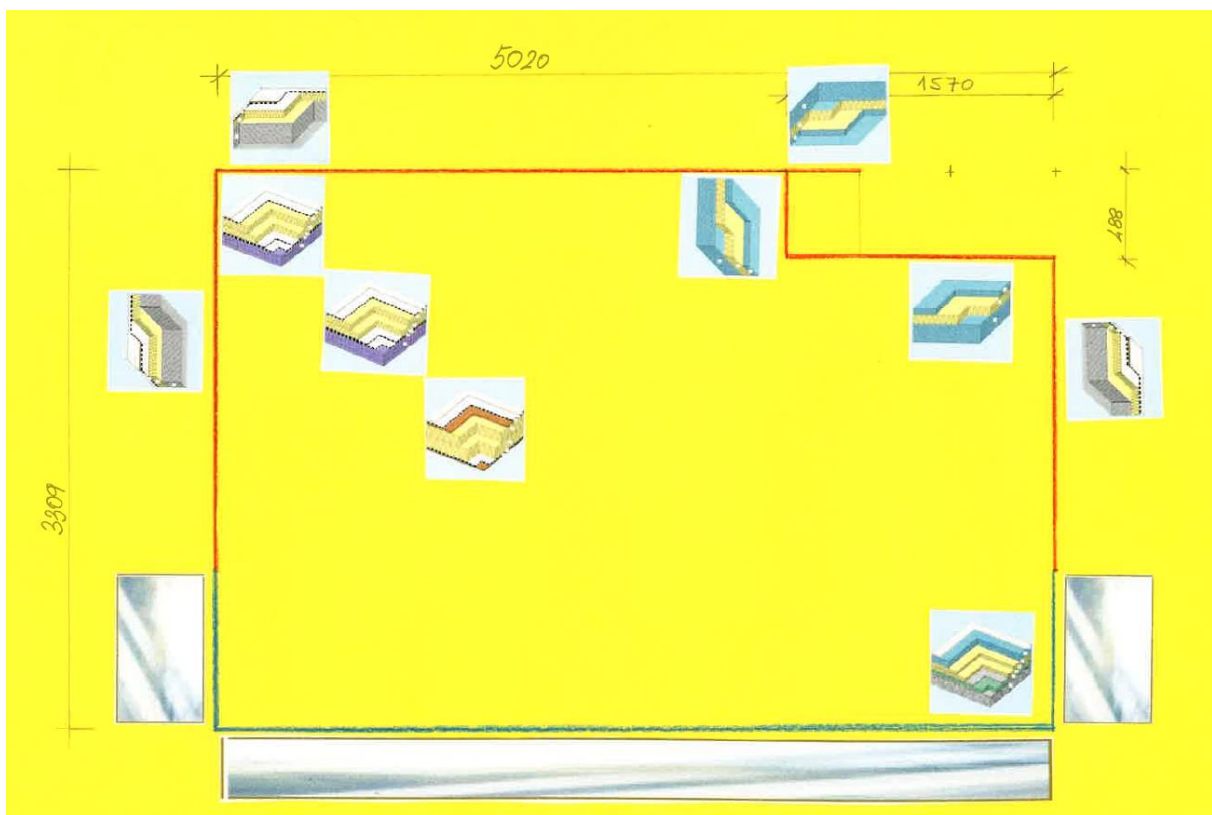


Abbildung 2.84: Zuordnung der entsprechenden Bauteilquerschnitte, Vogau

2.7.1 Erdanliegender Fußboden aus Fliesen

Der Fußboden besitzt eine gesamte Fläche von 1206,33 m² und weist eine Gesamtdicke von ca. 54,5 cm auf. Die Tragfunktion übernimmt die 25 cm Betonplatte.

Projekt: SPAR Vogau		Berechnungsblatt-Nr.: 8					
Auftraggeber: SPAR Vogau		Datum: 23.12.2010					
		Bearbeitungsnr.:					
Bauteilbezeichnung: EB01 erdanliegender Fußboden Fliesen							
Bauteiltyp: erdanliegender Fußboden (<=1,5m unter Erdrich)							
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 U - Wert 0,17 [W/m²K]							
Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	R=d/λ	ρ	ρ*d
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig	Widerst.	Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[m²K/W]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	Fliesen (2300 kg/m³)	0,015	9999999	1,300	0,012	2.300	34,5
2	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	F 0,200	80	2,500	0,080	2.400	480,0
3	AUSTROTHERM XPS TOP 30 SF	0,200	150	0,036	5,556	30	6,0
4	Splittschüttung (leicht zementgebunden)	0,030	50	0,700	0,043	1.800	54,0
5	Magerbeton / Schüt- und Stampfbeton	0,100	60	1,350	0,074	2.000	200,0
6	Schüttungen aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m³)	* 0,300	50	0,700	0,429	1.800	540,0
Bauteildicke (wärmetechnisch relevant) [m]		0,545					
Bauteildicke gesamt [m]		0,845					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]							1.314,5
Summe der Wärmeübergangswiderstände $R_{si} + R_{se}$					0,170	[m²K/W]	
Wärmedurchgangswiderstand $R_T = R_{si} + \sum R_i + R_{se}$					5,935	[m²K/W]	
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1 / R_T$					0,17	[W/m²K]	
*... diese Schicht zählt nicht zur Berechnung (wärmetechnisch irrelevant)				F... diese Schicht enthält eine Flächenheizung			
Wasserdampfdiffusion nach ÖNORM B 8110-2 : 2003-07-01							
Randbedingungen: Innentemp.: gemäß ÖNORM				Außentemp.: gemäß ÖNORM			
Luftfeuchtigkeit: Außen: gemäß ÖNORM				Innen: gemäß ÖNORM			
Seehöhe: 254 m				Region : SSO - Südost - südlicher Teil			
Kritischster Monat Mai Oberflächentemperatur innen: 19,77°C Taupunkttemperatur: 13,69°C							
Es wird in keinem Monat Oberflächenkondensat erwartet							
Es gibt keine Kondensation im Inneren des Bauteils.							
Kritischster Monat Mai Oberflächentemperatur innen: 19,77°C Temperatur(80%): 16,20°C							
Es wird in keinem Monat Schimmel an der Oberfläche erwartet							

Abbildung 2.85: erdanliegender Fußboden aus Fliesen

Baustoffkennwerte und Diffusionswiderstandszahlen μ zu den einzelnen Baustoffen sind der ÖNORM B 8110-7 und EN ISO 10456 entnommen worden. [24] [49]

Die Berechnung der Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz:

Es tritt rechnerisch kein Kondensat im Inneren des Bauteils.

ΔOI3:

151 Pkt/m²

2.7.2 Erdanliegender Fußboden aus Beschichtung

Der Fußboden zum Heiz- und Aggregatraum besitzt eine gesamte Fläche von 375,97 m² und weist eine Gesamtdicke von ca. 53 cm auf. Die Tragfunktion übernimmt die 20 cm Bodenplatte.

Projekt: SPAR Vogau		Berechnungsblatt-Nr.: 9					
Auftraggeber: SPAR Vogau		Datum: 23.12.2010					
		Bearbeitungsnr.:					
Bauteilbezeichnung: EB02 erdanliegender Fußboden Beschichtung		<p style="text-align: center;">A M 1 : 30</p>					
Bauteiltyp: erdanliegender Fußboden (<=1,5m unter Erdrreich)							
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 U - Wert 0,17 [W/m²K]							
Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	R=d/λ	ρ	ρ*d
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.	Widerst.	Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[m²K/W]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	UZIN PE 460 - 2-K Epoxi-Dichtgrundierung *	0,003	0	0,900	0,003	1.200	3,6
2	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%) F	0,200	80	2,500	0,080	2.400	480,0
3	AUSTROTHERM XPS TOP 30 SF	0,200	150	0,036	5,556	30	6,0
4	Splittschüttung (leicht zementgebunden)	0,030	3	0,700	0,043	1.800	54,0
5	Magerbeton / Schütt- und Stampfbeton	0,100	60	1,350	0,074	2.000	200,0
6	Schüttungen aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m³) *	0,300	50	0,700	0,429	1.800	540,0
Bauteildicke (wärmetechnisch relevant) [m]		0,530					
Bauteildicke gesamt [m]		0,833					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]							1.283,6
Summe der Wärmeübergangswiderstände $R_{si} + R_{se}$					0,170 [m²K/W]		
Wärmedurchgangswiderstand $R_T = R_{si} + \sum R_i + R_{se}$					5,923 [m²K/W]		
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1 / R_T$					0,17 [W/m²K]		
*... diese Schicht zählt nicht zur Berechnung (wärmetechnisch irrelevant)				F... diese Schicht enthält eine Flächenheizung			
Wasserdampfdiffusion nach ÖNORM B 8110-2 : 2003-07-01							
Randbedingungen: Innentemp.: gemäß ÖNORM				Außentemp.: gemäß ÖNORM			
Luftfeuchtigkeit: Außen: gemäß ÖNORM				Innen: gemäß ÖNORM			
Seehöhe: 254 m				Region : SSO - Südost - südlicher Teil			
Kritischster Monat Mai Oberflächentemperatur innen: 19,77°C Taupunkttemperatur: 13,69°C							
Es wird in keinem Monat Oberflächenkondensat erwartet							
Es gibt keine Kondensation im Inneren des Bauteils.							
Kritischster Monat Mai Oberflächentemperatur innen: 19,77°C Temperatur(80%): 16,20°C							
Es wird in keinem Monat Schimmel an der Oberfläche erwartet							

Abbildung 2.86: erdanliegender Fußboden aus Beschichtung

Stoffkennwerte und Diffusionswiderstandszahlen μ zu den einzelnen Baustoffen sind der ÖNORM B 8110-7 und EN ISO 10456 entnommen worden. [24] [49]

Die Berechnung der Wasserdampfdiffusion und Kondensationschutz:

Es tritt rechnerisch kein Kondensat im Inneren des Bauteils.

ΔOI3:

122 Pkt/m²

2.7.3 Außenwand Erdberührt

Eine erdberührte Wand ist in West-Südrichtung und Süd-Ostrichtung ausgeführt worden, die eine Gesamtfläche von 50,10 m² hat und weist eine Gesamtdicke von ca. 37 cm auf.

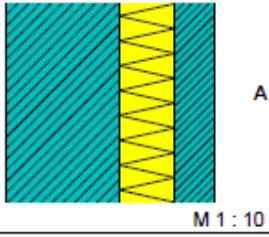
Projekt: SPAR Vogau		Berechnungsblatt-Nr.: 1				
Auftraggeber: SPAR Vogau		Datum: 23.12.2010				
Bauteilbezeichnung: EW01 Außenwand Erdberührt						
Bauteiltyp: erdanliegende Wand (<=1,5m unter Erdreich)						
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 U - Wert 0,31 [W/m²K]						
Konstruktionsaufbau und Berechnung						
Baustoffschichten	d	μ	λ	R=d/λ	ρ	ρ·d
von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.	Widerst.	Dichte	Flächgew.
Nr Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[m²K/W]	[kg/m³]	[kg/m²]
1 Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	0,200	80	2,500	0,080	2.400	480,0
2 BACHL EPS S - 150 kPa	0,100	70	0,034	2,941	30	3,0
3 Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	0,070	80	2,500	0,028	2.400	168,0
Bauteildicke [m]	0,370					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]						651,0
Summe der Wärmeübergangswiderstände $R_{si} + R_{se}$				0,130 [m²K/W]		
Wärmedurchgangswiderstand $R_T = R_{si} + \sum R_t + R_{se}$				3,179 [m²K/W]		
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1 / R_T$				0,31 [W/m²K]		
Wasserdampfdiffusion nach ÖNORM B 8110-2 : 2003-07-01						
Randbedingungen: Innentemp.: gemäß ÖNORM			Außentemp.: gemäß ÖNORM			
Luftfeuchtigkeit: Außen: gemäß ÖNORM			Innen: gemäß ÖNORM			
Seehöhe: 254 m			Region : SSO - Südost - südlicher Teil			
Kritischster Monat Mai Oberflächentemperatur innen: 19,67°C Taupunkttemperatur: 13,69°C						
Es wird in keinem Monat Oberflächenkondensat erwartet						
Es gibt keine Kondensation im Inneren des Bauteils.						
Kritischster Monat Mai Oberflächentemperatur innen: 19,67°C Temperatur(80%): 16,20°C						
Es wird in keinem Monat Schimmel an der Oberfläche erwartet						

Abbildung 2.87: erdberührte Außenwand

Einige Diffusionswiderstandszahlen μ zu den einzelnen Baustoffen sind vom Wärmeschutz im Hochbau – Teil 7: Tabellierte wärmeschutztechnische Bemessungswerte entnommen worden. [24] und EN ISO 10456 [49]

Die Berechnung der Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz:

Es gibt kein Kondensat im Inneren des Bauteils.

ΔOI3:

108 Pkt/m²

2.7.4 Außenwand vertikale Metallfassade

Die Außenwand mit einer Gesamtfläche von 504,85 m² weist eine Gesamtdicke von ca. 41 cm auf. Es handelt es sich um ein Wandelement mit einer Wärmeleitfähigkeit 0,090 W/mK. Für die Außendämmung wird die Mineralwolle als Material mit mechanischer Befestigung verwendet.

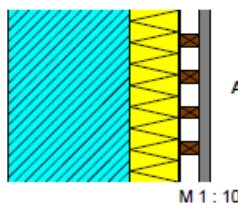
Projekt: SPAR Vogau		Berechnungsblatt-Nr.: 1					
Auftraggeber: SPAR Vogau		Datum: 23.12.2010					
Bauteilbezeichnung: AW01 Außenwand Metallfassade							
Bauteiltyp: Außenwand hinterlüftet							
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 U - Wert 0,16 [W/m²K]							
Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	Anteil	ρ	ρ·d
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.		Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[%]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	YTONG Systemwandelement gelb / AAC 2,5-350	0,250	5	0,090		350	87,5
2	ISOVER KONTUR FSP 1- 032	0,100	1	0,031		24	2,4
3	ISOCELL OMEGA Winddichtung	* 0,0006	34	0,220		300	0,2
4	Luft steh., W-Fluss n. oben 26 < d <= 30 mm dazw. Nutzholz (475kg/m³ -F/Ta) rauh, techn. getro.	* 0,040	1	0,200	10,0	1	0,0
5	PREFA Fassaden-Sidings	* 0,020	9999999	160,0		2.800	56,0
Bauteildicke (wärmetechnisch relevant) [m]		0,350					
Bauteildicke gesamt [m]		0,411					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]							163,2
Zusammengesetzter Bauteil				(Berechnung nach EN ISO 6946)			
Luft steh., W-Fluss Achsabstand [m]:		0,800	Breite [m]:	0,080	$R_{si} + R_{se} = 0,260$		
Oberer Grenzwert: $R_{To} = 6,2636$		Unterer Grenzwert: $R_{Tu} = 6,2636$		$R_T = 6,2636 [m²K/W]$			
Wärmedurchgangskoeffizient		$U = 1 / R_T$		0,16 [W/m²K]			
*... diese Schicht zählt nicht zur Berechnung (wärmetechnisch irrelevant)							
Wasserdampfdiffusion nach ÖNORM B 8110-2 : 2003-07-01							
<u>Randbedingungen:</u> Innentemp.: gemäß ÖNORM				Außentemp.: gemäß ÖNORM			
Luftfeuchtigkeit: Außen: gemäß ÖNORM				Innen: gemäß ÖNORM			
Seehöhe: 254 m				Region : SSO - Südost - südlicher Teil			
Kritischster Monat Juli Oberflächentemperatur innen: 19,98°C				Taupunkttemperatur: 15,20°C			
Es wird in keinem Monat Oberflächenkondensat erwartet							
Es gibt keine Kondensation im Inneren des Bauteils.							
Kritischster Monat Juli Oberflächentemperatur innen: 19,98°C				Temperatur(80%): 18,59°C			
Es wird in keinem Monat Schimmel an der Oberfläche erwartet							

Abbildung 2.88: Außenwand Metallfassade

Stoffkennwerte und Diffusionswiderstandszahlen μ zu den einzelnen Baustoffen sind der ÖNORM B 8110-7 und EN ISO 10456 entnommen worden. [24] [49]

Die Berechnung der Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz:

Im inneren des Bauteils ist in keinem Monat Kondensat zu erwarten, da der Sättigungsdampfdruck über dem vorhandenen Partialdruck liegt.

ΔOI3:

474 Pkt/m². Allein die Fassade-Sidings weisen 442 OI3-Punkte pro Quadratmeter auf.

2.7.5 Decke zu Aufenthaltsraum aus PVC Belag

Die Decke zum Aufenthaltsraum besitzt eine Gesamtfläche von 30,55 m² und weist eine Gesamtdicke von ca. 39,3 cm auf.

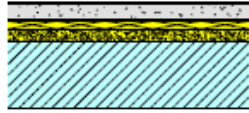
Projekt: SPAR Vogau		Berechnungsblatt-Nr.: 7					
Auftraggeber: SPAR Vogau		Datum: 23.12.2010					
Bauteilbezeichnung: ZD02 warme Zwischendecke							
Bauteiltyp: warme Zwischendecke							
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 U - Wert 0,29 [W/m²K]							
A M 1 : 20							
Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	R=d/λ	ρ	ρ*d
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.	Widerst.	Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[m²K/W]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	PVC-Belag	0,003	10.000	0,250	0,010	1.700	4,3
2	ROFIX Ø70 Zementestrich	0,060	15	1,600	0,038	2.100	126,0
3	Dampfbremse Polyethylen (PE)	0,0001	100.000	0,500		650	0,1
4	ISOVER TDPT Trittschall-Dämmpl. 30/30	0,030	1	0,033	0,909	115	3,5
5	Wärmedämmplatten aus EPS-Leichtbeton (200 kg/m³)	0,050	10	0,063	0,794	200	10,0
6	YTONG Decken-Element 24cm	0,250	5	0,180	1,389	700	175,0
	Bauteildicke [m]	0,393					
	Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]						318,8
	Summe der Wärmeübergangswiderstände $R_{si} + R_{se}$				0,260	[m²K/W]	
	Wärmedurchgangswiderstand $R_T = R_{si} + \sum R_t + R_{se}$				3,400	[m²K/W]	
	Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1 / R_T$				0,29	[W/m²K]	
Wasserdampfdiffusion nach ÖNORM B 8110-2 : 2003-07-01							
<u>Randbedingungen:</u> Innentemp.: gemäß ÖNORM				Außentemp.: gemäß ÖNORM			
Luftfeuchtigkeit: Außen: gemäß ÖNORM				Innen: gemäß ÖNORM			
Seehöhe: 254 m				Region : SSO - Südost - südlicher Teil			
Kritischster Monat Jänner Oberflächentemperatur innen: 20,00°C				Taupunkttemperatur: 15,43°C			
Es wird in keinem Monat Oberflächenkondensat erwartet							
Es gibt keine Kondensation im Inneren des Bauteils.							
Kritischster Monat Jänner Oberflächentemperatur innen: 20,00°C				Temperatur(80%): 18,96°C			
Es wird in keinem Monat Schimmel an der Oberfläche erwartet							

Abbildung 2.89: warme Zwischendecke zum Aufenthaltsraum aus PVC

Stoffkennwerte und Diffusionswiderstandszahlen μ zu den einzelnen Baustoffen sind der ÖNORM B 8110-7 und EN ISO 10456 entnommen worden. [24] [49]

Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz:

Eine Kondensations- und U-Wertberechnung ist für diesen Bauteil nicht relevant, da davon ausgegangen wird, dass dieser zwei gleichkonditionierten Räume trennt.

ΔOI3:

83 Pkt/m²

2.7.6 Decke mit Fliesenbelag

Die Decke besitzt eine gesamte Fläche von 3,47 m² und weist eine Gesamtdicke von ca. 40,5 cm auf. Die Deckenaufbauten von Massivdecken sind sehr vielfältig und richten sich nach den unterschiedlichen Anforderungen und der Nutzung der Räume unterhalb und oberhalb der Deckenkonstruktion.

Die hier eingesetzte Trittschalldämmplatte weist eine zulässige Auflast bis zu 1000 kg/m² auf und kann aufgrund der geringeren Einsenkung gut für Stein und keramische Beläge Verwendung finden.

Projekt: SPAR Vogau		Berechnungsblatt-Nr.: 6					
Auftraggeber: SPAR Vogau		Datum: 23.12.2010					
Bauteilbezeichnung: ZD01 warme Zwischendecke							
Bauteiltyp: warme Zwischendecke							
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 U - Wert 0,29 [W/m²K]							
Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	R=d/λ	ρ	ρ*d
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig	Widerst.	Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[m²K/W]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	Linoleum (1200 kg/m³)	0,015	800	0,170	0,088	1.200	18,0
2	RÖFIX Ø70 Zementestrich	0,060	15	1,600	0,038	2.100	126,0
3	Dampfbremse Polyethylen (PE)	0,0001	100.000	0,500		850	0,1
4	ISOVER TDPT Trittschall-Dämmpl. 30/30	0,030	1	0,033	0,909	115	3,5
5	Wärmedämmplatten aus EPS-Leichtbeton (200 kg/m³)	0,050	10	0,063	0,794	200	10,0
6	YTONG Decken-Element 24cm	0,250	5	0,180	1,389	700	175,0
	Bauteildicke [m]	0,405					
	Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]						332,6
	Summe der Wärmeübergangswiderstände	$R_{si} + R_{se}$			0,260		[m²K/W]
	Wärmedurchgangswiderstand	$R_T = R_{si} + \sum R_t + R_{se}$					3,478
	Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 1 / R_T$					0,29
							[W/m²K]
Wasserdampfdiffusion nach ÖNORM B 8110-2 : 2003-07-01							
<u>Randbedingungen:</u> Innentemp.: gemäß ÖNORM				Außentemp.: gemäß ÖNORM			
Luftfeuchtigkeit: Außen: gemäß ÖNORM				Innen: gemäß ÖNORM			
Seehöhe: 254 m				Region : SSO - Südost - südlicher Teil			
Kritischster Monat Jänner Oberflächentemperatur innen: 20,00°C				Taupunkttemperatur: 15,43°C			
Es wird in keinem Monat Oberflächenkondensat erwartet							
Es gibt keine Kondensation im Inneren des Bauteils.							
Kritischster Monat Jänner Oberflächentemperatur innen: 20,00°C				Temperatur(80%): 18,96°C			
Es wird in keinem Monat Schimmel an der Oberfläche erwartet							

Abbildung 2.90: warme Zwischendecke aus Fliesen

Stoffkennwerte und Diffusionswiderstandszahlen μ zu den einzelnen Baustoffen sind von der ÖNORM B 8110-7 und EN ISO 10456 entnommen worden. [24] [49]

Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz:

Eine Kondensations- und U-Wertberechnung ist für diesen Bauteil nicht relevant, da davon ausgegangen wird, dass dieser zwei gleich konditionierten Räume trennt.

ΔOI3:

83 Pkt/m²

2.7.7 Flachdach aus Brettsper Holz (Fichte)

Die Flachdachkonstruktion hat eine Gesamtfläche von 1592,30 m². Sie liegt auf dem BSH-Träger, dass in der Querrichtung etwa im Bereich von 6,3 m liegt.

Der Dachaufbau weist eine Gesamtdicke von ca. 30,3 cm auf. In der Tabelle 2.7 werden die Wärmeübergangswiderstände ersichtlich. Gemäß OIB Richtlinien 6 [S.5] soll für das Flachdach der Wärmedurchgangskoeffizient nicht den Wert 0,20 W/m²K überschreiten.

Projekt: SPAR Vogau		Berechnungsblatt-Nr.: 5					
Auftraggeber: SPAR Vogau		Datum: 23.12.2010					
		Bearbeitungsnr.:					
Bauteilbezeichnung: FD03 Flachdach 26cm Fertigdachelement							
Bauteiltyp: Außendecke, Wärmestrom nach oben							
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 U - Wert 0,14 [W/m²K]							
Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	R=d/λ	ρ	ρ*d
	von außen nach innen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.	Widerst.	Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kg/m ²]
1	EPDM Baufolie, Gummi	0,002	6.000	0,170	0,011	1.200	2,2
2	Hakofelt T (PP-Vlies)	0,0001	100.000	0,100	0,001	300	0,0
3	OSB-Platten (650 kg/m ³)	0,022	50	0,130	0,169	650	14,3
4	ROCKWOOL Durock Austria 038	0,260	1	0,038	6,842	120	31,2
5	Würth Dampfbremse Wütop DB 155	0,0003	620.000	0,500	0,001	650	0,2
6	Schwörer 3-Schichtplatte Fichte (PEFC)	0,019	188	0,120	0,158	450	8,6
	Bauteildicke [m]	0,303					
	Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m ²]						58,4
	Summe der Wärmeübergangswiderstände	$R_{si} + R_{se}$			0,140		[m ² K/W]
	Wärmedurchgangswiderstand	$R_T = R_{si} + \sum R_t + R_{se}$			7,322		[m ² K/W]
	Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 1 / R_T$			0,14		[W/m ² K]
Wasserdampfdiffusion nach ÖNORM B 8110-2 : 2003-07-01							
<u>Randbedingungen:</u> Innentemp.: gemäß ÖNORM				Außentemp.: gemäß ÖNORM			
Luftfeuchtigkeit: Außen: gemäß ÖNORM				Innen: gemäß ÖNORM			
Seehöhe: 254 m				Region : SSO - Südost - südlicher Teil			
Kritischster Monat Juli Oberflächentemperatur innen: 19,98°C				Taupunkttemperatur: 15,20°C			
Es wird in keinem Monat Oberflächenkondensat erwartet							
Es gibt keine Kondensation im Inneren des Bauteils.							
Kritischster Monat Juli Oberflächentemperatur innen: 19,98°C				Temperatur(80%): 18,59°C			
Es wird in keinem Monat Schimmel an der Oberfläche erwartet							

Abbildung 2.91: Flachdach aus Fichte

Stoffkennwerte und Diffusionswiderstandszahlen μ zu den einzelnen Baustoffen sind der ÖNORM B 8110-7 und EN ISO 10456 entnommen worden. [24] [49]

Die Berechnung der Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz:

Es tritt rechnerisch kein Kondensat auf.

ΔO13:

77 Pkt/m²

2.7.8 Flachdach 16cm Hohldielendecke

Die zweite Flachdachkonstruktion ist von der Tragkonstruktion der Betonplatte ausgebildet. Sie hat eine gesamte Fläche von 12,48 m², wobei die auf dem BSH-Träger liegt. Der Dachaufbau weist eine Gesamtdicke von ca. 37 cm auf. Dieses Teil des Daches ist in der Nord-Westseite ausgeführt worden.

Projekt: SPAR Vogau		Berechnungsblatt-Nr.: 3					
Auftraggeber: SPAR Vogau		Datum: 23.12.2010					
Bauteilbezeichnung: FD01 Flachdach 16cm Hohldielendecke							
Bauteiltyp: Außendecke, Wärmestrom nach oben							
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 U - Wert 0,18 [W/m²K]							
Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	R=d/λ	ρ	ρ*d
	von außen nach innen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.	Widerst.	Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[m²K/W]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	EPDM Baufoleie, Gummi	0,002	6.000	0,170	0,011	1.200	2,2
2	Hakofelt T (PP-Vlies)	0,0001	100.000	0,100	0,001	300	0,0
3	ROCKWOOL Durock Austria 038	0,200	1	0,038	5,263	120	24,0
4	Würth Dampfsperre Wütop DS Alu	0,0009	7894737	221,0		1.250	1,1
5	Betonhohldielendecke ohne Bewehrung (1200 kg/m³)	0,160	80	1,000	0,160	1.200	192,0
Bauteildicke [m]		0,363					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]							219,3
Summe der Wärmeübergangswiderstände $R_{si} + R_{se}$					0,140 [m²K/W]		
Wärmedurchgangswiderstand $R_T = R_{si} + \sum R_t + R_{se}$					5,575 [m²K/W]		
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1 / R_T$					0,18 [W/m²K]		
Wasserdampfdiffusion nach ÖNORM B 8110-2 : 2003-07-01							
Randbedingungen: Innentemp.: gemäß ÖNORM				Außentemp.: gemäß ÖNORM			
Luftfeuchtigkeit: Außen: gemäß ÖNORM				Innen: gemäß ÖNORM			
Seehöhe: 254 m				Region : SSO - Südost - südlicher Teil			
Kritischster Monat Juli Oberflächentemperatur innen: 19,98°C Taupunkttemperatur: 15,20°C							
Es wird in keinem Monat Oberflächenkondensat erwartet							
Es gibt keine Kondensation im Inneren des Bauteils.							
Kritischster Monat Juli Oberflächentemperatur innen: 19,98°C Temperatur(80%): 18,59°C							
Es wird in keinem Monat Schimmel an der Oberfläche erwartet							

Abbildung 2.92: Flachdach 16cm Hohldielendecke

Einige Diffusionswiderstandszahlen μ zu den einzelnen Baustoffen sind der ÖNORM B 8110-7 und EN ISO 10456 entnommen worden. [24] [49]

Die Berechnung der Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz:

Es tritt rechnerisch kein Kondensat im Inneren des Bauteils.

ΔOI3:

93 Pkt/m²

2.7.9 Flachdach 20cm Hohldielendecke

Die dritte Flachdachkonstruktion weist als Tragkonstruktion ebenfalls eine Betonplatte auf. Sie hat eine gesamte Fläche von 79,74 m². Der Dachaufbau weist eine Gesamtdicke von ca. 40 cm auf und ist in Nord-Westseite ausgeführt worden.


Projekt: SPAR Vogau		Berechnungsblatt-Nr.: 4					
Auftraggeber: SPAR Vogau		Datum: 23.12.2010					
Bauteilbezeichnung: FD02 Flachdach 20cm Hohldielendecke							
Bauteiltyp: Außendecke, Wärmestrom nach oben							
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 U - Wert 0,18 [W/m²K]							
Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	R=d/λ	ρ	ρ*d
	von außen nach innen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.	Widerst.	Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kg/m ²]
1	EPDM Baufolie, Gummi	0,002	6.000	0,170	0,011	1.200	2,2
2	Hakofelt T (PP-Vlies)	0,0001	100.000	0,100	0,001	300	0,0
3	ROCKWOOL Durock Austria 038	0,200	1	0,038	5,263	120	24,0
4	Würth Dampfsperre Wütop DS Alu	0,0009	7894737	221,0		1.250	1,1
5	Betonhohldielendecke ohne Bewehrung (1200 kg/m ³)	0,200	60	1,000	0,200	1.200	240,0
Bauteildicke [m]		0,403					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m ²]		267,3					
Summe der Wärmeübergangswiderstände $R_{si} + R_{se}$					0,140 [m²K/W]		
Wärmedurchgangswiderstand $R_T = R_{si} + \sum R_t + R_{se}$					5,615 [m²K/W]		
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1 / R_T$					0,18 [W/m²K]		
Wasserdampfdiffusion nach ÖNORM B 8110-2 : 2003-07-01							
Randbedingungen: Innentemp.: gemäß ÖNORM				Außentemp.: gemäß ÖNORM			
Luftfeuchtigkeit: Außen: gemäß ÖNORM				Innen: gemäß ÖNORM			
Seehöhe: 254 m				Region : SSO - Südost - südlicher Teil			
Kritischster Monat Juli Oberflächentemperatur innen: 19,98°C				Taupunkttemperatur: 15,20°C			
Es wird in keinem Monat Oberflächenkondensat erwartet							
Es gibt keine Kondensation im Inneren des Bauteils.							
Kritischster Monat Juli Oberflächentemperatur innen: 19,98°C				Temperatur(80%): 18,59°C			
Es wird in keinem Monat Schimmel an der Oberfläche erwartet							

Abbildung 2.93: Flachdach 20cm Hohldielendecke

Die Baustoffkennwerte wie die Diffusionswiderstandszahlen μ zu den einzelnen Baustoffen sind der ÖNORM B 8110-7 und EN ISO 10456 entnommen worden. [24] [49]

Die Berechnung der Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz:

Es tritt rechnerisch kein Kondensat im Inneren des Bauteils.

ΔOI3:

96 Pkt/m²

2.7.10 Fensterkonstruktion in der Supermarkt Vogau

Im Einkaufsmarkt sind wiederum zwei Typen von Fensterkonstruktion ausgeführt. Der erste Typ sind wiederum schmale Bänder, die an der Nord-Ostseite ausgeführt wurden. Und der zweite Typ sind die großflächigen Glasfassaden an der Nord-Westseite.

- Typ I: Fensterbänder – wärmetechnische Kennwerte: U_f , U_g , Ψ und $\Delta OI3$

		Länge x Höhe	U_f [W/m ² K]	U_g [W/m ² K]	Ψ [-]	$\Delta OI3$
1.	Bürofenster	2,0 x 1,0	1,6	1,1	0,060	96
2.	Mitarbeiterfenster	2,0 x 1,0	1,6	1,1	0,060	96
3.	Verkleidungsraum	2,0 x 1,0	1,6	1,1	0,040	96
4.	Lagerfenster	18,82 x 1,0	1,6	5,80	0,060	70

Tabelle 2.8: Die Bemessungswert des Fensters

- Typ II: Glasfassaden – wärmetechnische Kennwerte: U_f , U_g , Ψ und $\Delta OI3$

		Länge x Höhe	U_f [W/m ² K]	U_g [W/m ² K]	Ψ [-]	$\Delta OI3$
1.	Nord-Westseite	50,20 x 5,69	1,130	1,150	0,040	48
2.	Süd-Westseite	9,30 x 5,69	1,130	1,150	0,040	51
3.	Nord-Ostseite	9,30 x 5,69	1,130	1,150	0,040	51
4.	Süd-Ostseite	0,80 x 2,30	1,130	1,150	0,040	102

Tabelle 2.9: Die Bemessungswert des Transparente Fensters

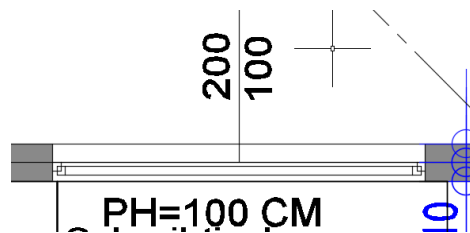


Abbildung 2.94: einteiliges Fensterelement mit einem offenbarem Flügel, Büro

Haustechnik

Auch hier wurde alternative Energiesystem gewählt.

Für SPAR Vogau wurde als Bereitstellungssystem für Energie und Raumheizung ein gasförmiger Brennstoff eingesetzt.

Die Wärmeabgabe erfolgt auch hier über eine Flächenheizung, die gebäudezentral vom konditionierten Bereich beschickt wird. Die Systemtemperatur beträgt 40/30° und die Regelung erfolgt über eine Einzelraumregelung mit Thermostatventilen. Die Verteilungen und Steigleitungen, sowie die Armaturen wurden gedämmt ausgeführt. Die Anbindeleitungen wurden gedämmt und die Armaturen hier wurden ungedämmt ausgeführt.

3 Ökologische Bewertung

Unsere Lebensweise hat sich drastisch verändert. Die dadurch verursachten Belastungen der Umwelt durch diese moderne Gesellschaft führen zu immer stärkeren Problemen in vielen Bereichen, wobei eine davon zum Baubereich gehört. Auf die globalen Auswirkungen hat die Bauindustrie einen großen Einfluss und aus diesem baulichen Einfluss ergeben sich entsprechende Folgen für die Umwelt.

Durch unsere Bautätigkeit wird die Umwelt maßgeblich u.A. durch den Raubbau an den Ressourcen, den Energieverbrauch, den Abfall, die Luftverschmutzung, den Treibhauseffekt, den Ozonabbau oder auch die Bodenversauerung beeinflusst. Auf den Baubereich und die Nutzung von Gebäuden entfallen rund 50% aller unserer geförderten Werkstoffe, etwa 50% unseres Energieverbrauches, ca. 30% des Abfallaufkommens und rund 30% unseres Wasserverbrauchs. [8]

Es gibt zwei große Bereiche, erstens den Problemkreis Material, und zweitens den Problemkreis des Betriebs von Gebäuden (Heizen, Brennstoffe etc.). Einen Weg, die schädlichen Wirkungen des Bauens zu begrenzen, geht das so genannte „Ökologisches Bauen“. Ökologisches Bauen bedeutet unter anderem, dass die Materialien, die in dem Bauwerk verwendet werden, recyclingfähig sind und wieder dem Naturkreislauf zugeführt werden können.

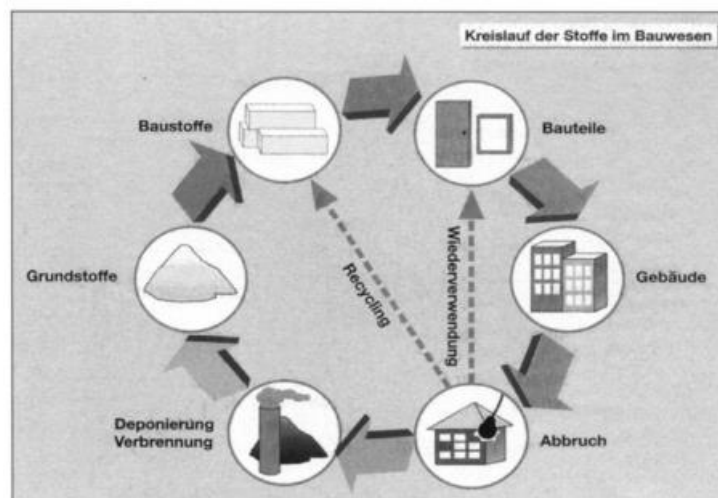


Abbildung 3.1: Kreislauf der Stoffe im Bauwesen [18, Seite 21]

Ein Beispiel ist die Bauweise aus Holz. Das Bauholz hat viele Möglichkeiten weiterer Nutzung; wenn ein Gebäude abgebrochen wird, kann der Holz wiederverwenden, weiterverwerten und auch kompostiert werden. Für das Kompostieren z.B ist wichtig, dass das Holz unbehandelt ist. Das Bauholz kann kompostiert werden, wenn es behandelt ist, wie z.B mit Pestiziden oder halogenorganischen Verbindungen (Als halogenorganischen Verbindungen werden chemische Verbindungen aus Brom, Jod, Fluor und Chlor bezeichnet. [7]), weil diese Gifte in den Naturkreislauf kommen würden, und in der Umwelt oft langanhaltende bis dauerhafte Schäden verursachen kann.

Beispiel Ziegel:

Es gibt unterschiedliche Ziegel-Arten und Bauweisen. Vollziegel, die hauptsächlich in der Zeit vor der Thematik der Energieeinsparung verwendet wurden, bis hin zu Ziegeln, die im Zuge steigender Anforderungen an die Energieeinsparung entwickelt wurden.

Es stellt sich die Frage, was gemacht werden könnte, um einen Ziegel nicht unnötig dicker werden zu lassen, aber trotzdem mit der höheren Dämmung versehen zu können. Es wurde dabei auch schwerer recycelbare Ziegel entwickelt: Ziegel mit Polystyrol bzw. Ziegel mit integrierter Steinwolle-Dämmung bis hin zu fest mit Dämmstoffen verbundene Ziegel, wo es sich um so genannte Verbundbaustoffe handelt, die kaum mehr auseinander zu bekommen sind.

Der Ziegel selbst kann nicht dem Gebrauch gebrochen und z.B. als Ziegelsplitt verwendet werden. Die verschiedenen Ziegeltypen sind jedenfalls nicht grundsätzlich recyclingfähig oder zumindest „down-cyclebar“, da muss genau angeschaut werden, ob es sich um einen Verbundstoff oder einen natürlichen Ziegel im Sinne eines reinen, gebrannten Tonmaterials handelt, in ausreichender Festigkeit, wenn z.B. Ziegelsplitt hergestellt werden sollen.

Beton:

Beton ist unter statischen Gesichtspunkten ein Hochleistungsbaustoff. Seine plastische Formbarkeit kombiniert mit brandschutztechnischen Vorteilen machen ihn einzigartig. [74] Der Beton wird heute auf allen Baustellen, im Keller, im Fundament, in der Außenwand etc. verwendet. Beim Abbruch kann der Beton zerkleinert werden und der Stahl extrahiert. Dieser zerkleinerte Beton wird als Füllmaterial für die Baustellen und für die Untergründe bis hin zu Recyclingbeton verwendet.

Die Grenzen für die ökologischen Bauten sind:

- Ökonomischen Grenzen, wie viel Geld zur Verfügung steht, um ökologische Baustoffe zu extrahieren, die an einer oder anderer Stelle teurerer ist, und
- Gestalterische (konstruktive) Grenzen, was die Konstruktion angeht.

Abfallrecht

Das Abfallrecht ist in Österreich-Steiermark auf verschiedenen Ebenen in diversen Gesetzen, Richtlinien und Verordnungen geregelt, die in Bezug auf das Bauwesen Relevanz zeigen.

Es sollen ausschließlich bereits vorsortierte Baurestmassen aus dem Hochbau übernommen werden. Die Materialien fallen unter den Altstoffbegriff des Abfallwirtschaftsgesetzes. Die Bestimmungen über eine nachhaltige Abfall- und Stoffflusswirtschaft in der Steiermark sind festgelegt.

Gemäß §1 Abs. 1 ist die Abfallwirtschaft im Sinne des Vorsorgeprinzips und der Nachhaltigkeit danach auszurichten, dass

- die Emissionen von den Luftschadstoffen und klimarelevanten Gasen so gering wie möglich gehalten werden,
- die Ressourcen (Rohstoffe, Wasser, Energie, Landschaft, Deponievolumen) sollen geschont werden,
- bei der stofflichen Verwertung die Abfälle oder die aus ihnen gewonnenen Stoffe sollen kein höheres Gefährdungspotenzial als vergleichbare Primärrohstoffe oder Produkte aus Primärrohstoffe aufweisen und
- nur solche Abfälle sollen zurückbleiben, deren Ablagerung keine Gefährdung für nachfolgende Generationen darstellt. [45]

Die Deponie in der Steiermark werden in folgende Kategorien eingeteilt:

- Die Baurestmassendeponie
- Die Massenabfalldeponie
- Die Reststoffdeponie und
- Die Bodenaushubdeponie.

Baurestmassendeponie

Baurestmassen: Mineralischer Bauschutt und Betonabbruch

Aufbereiteter Hochbau-Ziegelabbruch wird ebenfalls als Zuschlagstoff für sie Stabilisierungen, Füllungen, Schüttungen und Estriche verwendet. Hochbauabbruch wird zu Hochbausand sowie zu Hochbausplitt aufbereitet und für stabilisierte Schüttungen, Bauwerkshinterfüllungen und für den Sportplatzbau wiederverwendet. Aufbereitete mineralische Baurestmassen finden Verwendung u.a. für Schüttungen, Künetten- und sonstige Verfüllungen. [77]

Massenabfalldeponie

Deponierung ablagerungsfähiger Behandlungsreste

Seit dem 1. Juli 2009 dürfen Rückstände aus thermischen Prozessen (aus Verbrennungsanlagen, u.a) gemäß Deponieverordnung 2008 nicht mehr in Massenabfallkompartimenten abgelagert werden.

Dies war der Anlass, dass die Betreiber von Massenabfalldeponien ihr bisher genehmigtes Deponievolumen größtenteils zu baurestmassen- und Reststoffdeponiekompartimenten umwidmen ließen. Der Deponiestandort Bad Aussee z.B wird seit diesem Zeitpunkt ausschließlich als Reststoffdeponie geführt. Mit diesen Maßnahmen wurden in den letzten Jahren die Deponiekapazität von Massenabfalldeponie drastisch reduziert und zugleich die Reststoffdeponiekapazitäten massiv erhöht. [77]

Reststoffdeponie

Ablagerung von Rückständen aus der Abfallbehandlung

Abfälle aus Gewerbe- und Industriebetrieben werden so weit wie möglich wieder in den betrieblichen Produktionsprozess rückgeführt. Einige Unternehmen verwerten ihre Abfälle in betriebseigenen Abfallbehandlungsanlagen. [77]

Bodenaushubdeponie

Ablagerung von nicht verwertbaren Bodenaushub

Bodenaushub kann und soll in Abhängigkeit der Qualität für verschiedene Einsatzbereiche (z.B. für Dämmschüttungen, Gelände-, Künettenausfüllungen, etc.) verwendet werden. Für nicht verwertbaren Bodenaushub stehen mit 31.12.2017 in der Steiermark 59 Bodenaushubdeponien zu Verfügung. [77]

Abfallcode	Abfallbezeichnung nach Abfallverzeichnisverordnung
17 01 01	Beton
17 01 02	Ziegel
17 01 03	Fliesen, Ziegel und Keramik
17 01 07	Gemische aus Beton, Ziegeln, Fliesen und Keramik mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 01 06 fallen
17 02 02	Glas
17 03 02	Bitumengemische mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 03 01 fallen
17 05 04	Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen
17 06 04	Dämmmaterial mit Ausnahme desjenigen, das unter 17 06 01 und 17 06 03 fallen
17 08 02	Baustoffe auf Gipsbasis mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 08 01 fallen
17 09 04	gemischte Bau- und Abbruchabfälle mit Ausnahme derjenigen, die Unter 17 09 01, 17 09 02 und 17 09 03 fallen
19 12 05	Glas

Tabelle 3.1: Einordnung von Abfallarten [76]

3.1 Die Datenbank baubook, Ökobilanzierung der Baustoffe und Umweltindikatoren

2008 gründeten das Energieinstitut Vorarlberg (EIV) und das IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und Bauökologie GmbH die baubook GmbH, die eine Datenbank zur Produktdeklaration zur Verfügung stellt, in der auch relevante Daten für Bauphysik und Bauökologie zur Verfügung gestellt werden.

Bei den baubook Richtwerten werden die Ökobilanzindikatoren der „IBO-Richtwerte“ mit den bauphysikalischen Daten aus „baubook“ (wie zB. Rohdichte, Wärmeleitfähigkeit) kombiniert. [10]

Der OI3 umfasst die Ökokennzahlen „Treibhauspotenzial“, „Versauerungspotenzial“ und den Bedarf an nicht erneuerbarer Primärenergie und kann auf Ebene von Baustoffen, Konstruktionen und gesamten Gebäude, berechnet werden. [42]

Das Rechenverfahren für den OI3-Index rechnet für die Bauteile die absoluten Werte der drei Indikatoren Treibhauspotenzial, Versauerungspotenzial und der Bedarf an nicht erneuerbarer Energie in ein Punktsystem um. Je höher die erreichte Punktzahl ist, umso gravierend wirkt die Konstruktion oder das Gebäude auf die Umwelt aus. [42]

Δ OI3 – Der OI3-Indikator für eine Bauteilschicht

Der Δ OI3 einer Baustoffschicht gibt innerhalb eines Bauteils an, um wie viele OI3-Punkte diese Baustoffschicht den Wert OI3_{KON} der Konstruktion erhöht bzw. senkt. Diese Δ OI3-Indikator ist bei der Konstruktionsoptimierung sehr hilfreich, da sich die „ökologischen Schwergewichte“ einer Konstruktion an den höchsten Δ OI3_{BS}-Punkten einfach erkennen lassen. [42]

Für die OI3-Berechnung werden die folgenden Umweltindikatoren berücksichtigt:

- Primärenergieinhalt (PENRT), nicht erneuerbar
- Treibhauspotenzial (global warming potential GWP)
- Versauerungspotenzial von Boden und Wasser AP. [10]

Primärenergieinhalt PENRT [MJ/m²] an nicht erneuerbaren Ressourcen

Der Zur Herstellung eines Produktes oder Durchführung einer Dienstleistung erforderliche Gesamtbedarf an energetischen Ressourcen wird als Primärenergieinhalt bezeichnet. Die energetischen Ressourcen werden dabei in Form von Rohenergie, die noch keiner technischen Umsetzung oder Umwandlung und keinem Transport unterworfen sind, erfasst. Der Primärenergieinhalt wird aus dem unteren Heizwert aller eingesetzten energiehaltigen Ressourcen berechnet und in MJ angegeben. [10]

Für den Ökoindex OI3 wird der PENTR, der Primärenergieinhalt aller für die Herstellung verbrauchter nicht erneuerbaren Ressourcen (Erdöl, Kohle etc.), herangezogen. Dabei werden die energetische und die stofflich genutzten Ressourcen berücksichtigt. [10]

Der Primärenergiebedarf kann von den Baustoffen, vor allem durch eine Optimierung des Herstellungsprozesses in Richtung einer energieeffizienten Produktion reduziert werden. Zusätzlich kann die Verwendung von regenerativen Energiequellen die PE verbessert werden. [28]

Treibhauspotenzial (GWP) CO₂ [äquiv. /m²]

Das Global Warming Potential beschreibt die Wechselwirkung zwischen der Sonneneinstrahlung und der Erdatmosphäre. [11] Das Treibhauspotenzial beschreibt den Beitrag einer Substanz zum Treibhauseffekt relativ zum Beitrag einer gleichen Menge des Kohlendioxids. Für jede treibhauswirksame Substanz wird damit eine Äquivalenzmenge des Kohlendioxids in Kilogramm errechnet. [29]

Der Treibhauseffekt ist ein natürliches Phänomen. Die Sonnenstrahlung gelangt durch die Atmosphäre auf die Erdoberfläche, und die Oberfläche wird erwärmt. Diese Erwärmung wird teilweise in der Erde gespeichert teilweise in der Atmosphäre und weiter in den Weltraum reflektiert. Einzelne Gase absorbieren dabei Teile dieser Wärmestrahlung, und verhindern damit eine Abstrahlung in den Weltraum. Dadurch wird die Atmosphäre erwärmt, es kommt zum Treibhauseffekt. Die strahlungsaktiven Gase werden Treibhausgase genannt. Zu Treibhausgasen werden z.B CO₂-Kohlendioxid, CH₄- Methan, FCKW- Fluorchlorkohlenwasserstoffe N₂O- Lachgas, SF₆- Schwefelhexafluorid, CH₂Cl₂- Dichlormethan etc. gezählt.

Bei nachwachsenden Rohstoffen wie Holz oder Hanf kann das Treibhauspotenzial auch negativ sein, da CO₂ beim Wachstum der Bäume gespeichert wird, und so für bestimmte Zeit der Atmosphäre entzogen bleibt. Das GWP wird über einen Zeitraum von 100 Jahren (GWP100) berechnet und in kg-CO₂-Äquivalenten angeführt. [28]

Versauerungspotenzial (AP) SO₂ [äquiv. /m²]

Die Versäuerung wird hauptsächlich durch die Wechselwirkung von Stickoxid- (NO_x) und Schwefeldioxidgasen (SO₂) mit anderen Bestandteilen der Luft wie dem Hydroxyd-Radikal verursacht. Dadurch können sich die Gase innerhalb weniger Tage in die Salpetersäure (HNO₃) und Schwefelsäure (H₂SO₄) umwandeln – Stoffe also, die sich sofort im Wasser lösen. Die angesäuerten Tropfen gehen dann als saurer Regen nieder. Die Versäuerung ist im Gegensatz zum Treibhauseffekt kein globales, sondern ein regionales Phänomen. Die Auswirkungen der Versäuerung sind noch immer nur bruchstückhaft bekannt. Zu den eindeutig zugeordneten Folgen zählt die Versäuerung von Seen und Gewässern, die zu einer Dezimierung der Fischbestände in Zahl und Vielfalt führen kann. Durch die Übersäuerung des Bodens kann die Löslichkeit und somit die Pflanzenverfügbarkeit von Nähr- und Spurenelementen beeinflusst werden. Die Korrosion an Gebäuden und Kunstwerken im Freien zählt ebenfalls zu den Folgen der Versäuerung. Das Maß für die Tendenz einer Komponente, um säurewirksam zu werden, ist das Säurebildungspotential AP. Es wird für jede säurebildende Substanz relativ zum Säurebildungspotential von Schwefeldioxid angegeben. Nachstehend sind die Säurebildungspotentiale ausgewählter Stoffe aufgelistet: [29]

Schwefeldioxid SO₂
 Distickstoffmonoxid N₂O
 Stickoxide NO_x
 Ammoniak NH₃
 Salzsäure HCl
 Fluorwasserstoff HF [29]

3.2 Alternative Baustoffe zur Reduktion des OI3-Index für einzelne bauteilaufbauten in Supermärkten

Im Folgenden werden beispielhaft Alternativen zu den vorliegenden Baumaterialien gesucht, die zu einer Reduktion des OI3-Index führen können.

3.2.1 Produktauswahl

Eine Tabelle ist festgelegt, wobei auf der linken Seite die Materialien der SPAR-Aufbauten verwendet worden sind und auf der rechten Seite sind die alternative Produkte.

Tabelle 3.2: Produktauswahl

Verwendete Produkte		Alternativ Produkte	
Kaindorf Fußboden			
1.	Keramische Beläge	1.	Keramische Beläge
2.	Stahlbeton 160 kg/m ³ Vol. 2%	2.	Stahlbeton 160 kg/m ³ Vol. 2%
3.	Dichtungsbahn Polyethylen PE	3.	Dichtungsbahn Polyethylen (PE)
4.	Austrotherm XPS TOP 30 SF	4.	GLAPOR Schaumglasplatte PG 600.3
	-	5.	TenCate Polyfelt TS
5.	Schüttung, Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m ³)	6.	Schüttung, Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m ³)
Kaindorf Außenwand			
1.	Stahlbeton 160 kg/m ³ Vol. 2%	1.	Silikatputz ohne Kunstharzzusatz
	-	2.	Stahlbeton 160 kg/m ³ Vol. 2%
2.	Austrotherm EPS F	3.	Dämmkork
3.	Röfix Silikatputz	4.	Lehmputz
	-	Zweite Variante	
	-	1.	Stahlbeton 160 kg/m ³ Vol. 2%
	-	2.	Steinwolle
	-	3.	Winddichtung
	-	4.	Luftschicht
	-	5.	Farmacell Powerpanel
Kaindorf Flachdach			
1.	Sucoflex CM/TM	1.	Bauder E-KV-5
2.	Hakofelt (PP-Vlies)	2.	Bauder TEC KSA DUO 4 mm
3.	Austrotherm EPS W20	3.	Austrotherm EPS W20
4.	Dampfbremse Polyethylen (PE)	4.	Bauder THERM DS 1 DUO
5.	KLH-Massivholz	5.	KLH-Massivholz
Premstätten Fußboden			
1.	Keramische Beläge	1.	Keramische Beläge
2.	Stahlbeton 160kg/m ³ Vol. 2%	2.	WU-Beton mit 160 kg/m ³ Armir.

3.	Dampfbremse Polyethylen (PE)	3.	Dichtungsbahn Polyethylen (PE)
4.	AUSTROTHERM XPS PLUS 30 SF	4.	Foamglas T4+
5.	Polymerbitumen- Dichtungsbahn	5.	Dichtungsbahn-Polyethylen (PE)
6.	RÖFIX B30 Trockenbeton C25/30	6.	Magerbeton
7.	Hakofelt (PP-Vlies)	7.	Hakofelt T (PP-Vlies)
8.	Schüttung aus Sand, Kies, Splitt	8.	Schüttung aus Sand, Kies, Splitt
Premstätten Außenwand			
1.	RÖFIX 150 Gips-Kalk-Innenputz	1.	Kalk-Zement-Grundputz
2.	POROTHERM 25-38	2.	Porotherm 25-38
3.	FLAPOR EPS-F	3.	PAVATHERM
4.	Silikatputz mit Kunstharzzusatz	4.	ISOCELL OMEGA Winddichtung
	-	5.	Luftschicht stehend, Wärmefluss nach oben 26 ... / Nutzholz (475 kg/m ³ - zB Fichte/Tanne)
	-	6.	Fassadenholz
Premstätten Flachdach			
1.	Sarnafil TS 77	1.	Soprema E-KV-5K
	-	2.	Soprema E-4-SK
2.	OSB Platten	3.	Nutzholz (475 kg/m ³)
	-	4.	Luftschicht stehend, Nutzholz
3.	Holzkonstruktion mit Glaswolle	5.	ISOCELL OMEGA Winddichtung
4.	Pro clima Intello plus Dampfsperre	6.	Holzplatte
5.	OSB Platte	7.	Holzkonstruktion mit Glaswolle
	-	8.	RockTect Dasatop Dampfsperre
	-	9.	OSB Platte
Vogau Fußboden			
1.	Keramische Beläge	1.	Keramische Beläge
2.	Stahlbeton 160 kg/m ³ Vol. 2%	2.	Zement- und Zementfließestrich (1800 kg/m ³)
3.	AUSTROTHERM XPS TOP 30 SF	3.	Normalbeton mit Bew. (2300 kg/m ³)
4.	Splittschüttung (leicht zementgebunden)	4.	Dichtungsbahn Polyethylen PE
5.	Magerbeton	5.	GEOCELL Schaumglasschotter
6.	-	6.	TenCate Polyfelt TS
7.	Schüttung aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m ³)		-
Vogau Außenwand			

1.	YTONG Sy. Welem. AAC 2,5-400	1.	Glättspachtel
2.	ISOVER KONTUR FSP 1- 032	2.	Gipskartonplatte (900 kg/m ³)
3.	ISOCELL OMEGA Winddichtung	3.	Steinwolle MW(SW)-W (60 kg/m ³)/Nutzholz
4.	Luftsicht stehend, Nutzholz	4.	Würth Dampfsperre Wütop DS Alu
5.	PREFA Fassaden-Sidings	5.	KLH- Massivholzplatte
-		6.	Steinwolle MW(SW)-W (60 kg/m ³)/Nutzholz
-		7.	Winddichtung
-		8.	Luftschicht/ Nutzholz
-		9.	Nutzholz (525 kg/m ³)
Zweite Variante			
-		1.	Glättspachtel
-		2.	Gipskartonplatte (900 kg/m ³)
-		3.	Schafwollämmmatten/Nutzholz
-		4.	Würth Dampfsperre Wütop DS Alu
-		5.	KLH- Massivholzplatte
-		6.	Schafwollämmmatten/Nutzholz
-		7.	Winddichtung
-		8.	Luftschicht/ Nutzholz
-		9.	Nutzholz (525 kg/m ³)
Vogau Flachdach			
1.	EPDM Baufolie, Gummi	1.	Bauder THERMOPLAN T
2.	Hakofelt T (PP-Vlies)	2.	Hakofelt T (PP-Vlies)
3.	OSB-Platten	3.	OSB- Platte
4.	ROCKWOOL Durock Austria 038	4.	BACHL PUR/PIR Dämmplatten MV 120-240mm
5.	Dampfbremse Polyethylen (PE)	5.	BACHL PUR/PIR Dämmplatten MV 120-240mm
6.	Schwörer 3-Schichtplatte Fichte	6.	Dampfbremse Polyethylen (PE)
-		7.	OSB- Platte

3.2.2 Produktbeschreibung

Es werden im Folgenden Beschreibungen aus den Herstellungsseiten einzelner, oben angeführter Alternativmaterialien wiedergegeben.

Dämmkork – Kork wird aus der Rinde der Korkeiche gewonnen und ist damit pflanzliches Gewebe aus abgestorbenen Pflanzenzellen. Backkork (dunkelkork) besteht ausschließlich aus gebackenem Kork. Korkdämmplatten haben ein relativ hohes Raumgewicht und eine poröse Struktur. Dafür verfügen sie über eine relative gute Schalldämmeigenschaft und eine hohe Wärmespeicherfähigkeit bei gleichzeitig guter Wärmedämmung. [13]

Silikatputz – Bestandteile von Kaliwasserglas sind Kaliumkarbonat und Quarzsand. Neben Kaliwasserglas ist meistens eine Polymerdispersion Bestandteil von Silikatputz. Dispersionen sind Gemische aus Stoffen, die keine oder so gut wie keine chemische Verbindung miteinander eingehen. Besitzt eine gute Wasserbeständigkeit, resistent gegen Witterungseinflüsse. Silikatputz ist zudem nicht quellbar, weshalb nur ein geringes Risiko besteht, dass er bei Feuchtigkeit aufquillt und abplatzt. [16]

Lehmputz – Lehm besteht aus Ton als Bindemittel und Sand als Zuschlagstoff. Ton ist ein Verwitterungsprodukt des Feldspates. Seine chemische Formel ist $Al_2O_3 \cdot 2 SiO_2 \cdot 2 H_2O$ (reines Kaolin). Das Kristallgefüge besteht aus sehr feinen Kristallplättchen, welche schuppenförmig aufeinanderliegen. Das Material wird formbar. Natrium und Kaliumbestandteile machen den Ton klebrig, Kalk mindert die innere Bindekraft und führt zu krümeliger Konsistenz. [12]

Sucoflex TM – ist eine mehrschichtige Kunststoffbahn auf der Basis von hochwertigen thermoplastischen Polyolefinen (TPO) mit Polyestergewebe und Glasvlieseinlage. Anwendung für nicht genutzte Dächer, mechanisch fixiert. Kann auf alle üblichen Wärmedämmstoffe und Ausgleichslage verlegt werden. Eine zusätzliche Trennlage ist nicht erforderlich. [38]

BauderSuper AL E PLUS 5mm (Dampfsperre) – Elastomerbitumen Schweißbahn mit Träger aus Aluminium-Polyester-Kombination und Glasvlies 60 g/m². Für den Einsatz als Dampfsperrbahn unter verschiedenen Dämmstoffen. Auch als Bauzeitabdichtung geeignet. Dampfsperre ist vollflächig oder punktwise verschweißt bzw. lose verlegt nach Vorgabe der Bauleitung. Naht- und Stoßüberdeckung 8-10 cm breit dicht verschweißen. Nähte und Stöße versetzt anordnen. Bauder Bitumenbahnen auf der Rolle stehend und vor UV-Strahlen, Feuchtigkeit und Hitze geschützt lagern. In der kalten Jahreszeit sind die Rollen ggf. vorzutemperieren. [19]

Bauder TEC KSA Duo – Kaltselbstklebende Elastomerbitumenbahn mit variabler Nahtfugung für Einsatz im Flachdachbereich sowie in der Bauwerksabdichtung. [1]

BauderTHERM DS 1 DUO - ist eine kalkselbstklebende Dampfsperre für die Verlegung auf Trapezblech. Auf der Oberseite besitzt die Bahn THERM-Streifen, unterseitig ist die Bahn kalt selbstklebend. Der Vorteil: Wenig Flamme, saubere, schnell und noch einfachere Verlegung. [39]

Bauder EKV5 – Elastomerbitumenbahn für die erste Lage oder Zwischenlage von mehrlagigen Abdichtungssystemen. Verarbeitung: im Flämmverfahren oder mechanisch befestigt, lose unter Auflast Einsatzbereich: Dach- und Bauwerksabdichtung. [1]

Keramische Bodenbeläge – aus Fliesen und Platten bestehen aus anorganischen Rohstoffen, in der Regel aus Tonen und Kaolin, und können je nach Produkt auch Quarz, Feldspat und/ oder Kalk enthalten. Keramische Bodenbeläge sind sehr verschleißfest und, in Abhängigkeit von ihrer Wasseraufnahme, zumeist auch frostbeständig. Durch die Vielzahl verschiedene Oberflächen und Formate ergeben sich vielfältige Gestaltungsmöglichkeiten. [20]

TenCate Polyfelt TS – Geotextilien sind mechanisch verfestigte Endlosfaservliesstoffe aus UV- stabilisiertem Polypropylen. Die mechanischen Eigenschaften von TenCate Polyfelt TS garantieren extreme Robustheit gegenüber Einbaubeanspruchungen, ausgezeichnete Filtereigenschaften und hervorragende Langzeitbeständigkeit. [21]

Soprema E-4-SK – Polymerbitumenselbstklebebahn als Zwischenlage. Elastomerbitumenbahn mit Trägereinlage für Dachabdichtungen. [1]

Dichtband DB 70 – Gewebearmiertes, elastisches Dichtband mit einer gewebefreien Zone, beidseitig überstehendem Geweberand, beidseitiger Vliesbeschichtung zur optimalen Einbettung, wasserundurchlässig, chemisch beständig gegen verdünnte Säuren, Laugen und Salzlösungen. [1]

RockTect Dasatop – Eine feuchtevariable Sanierungsdampfbremse, die von außen über die Sparren verlegt werden kann. In den Gefahren wirkt sie wie eine moderne Dampfbremse mit einem sd-Wert von bis zu 2m, auf den Sparrenoberseiten kann sich der sd-Wert unter Feuchteinfluss auf unter 0,05m verringern und so die Dachkonstruktion vor schädlicher Feuchteinwirkung schützen. [1]

Würth Dampfsperre Wütop DS Alu – ist eine aluminiumbeschichtete und diffusionsdichte Dampfsperre für den Innen- und Dachausbau. Sicherheit durch die Gewebearmierung extrem Widerstandsfähigkeit, reiß- und durchstoßfest. Technologie 3-lagige Dampfsperre mit Gewebearmierung Recyclbar und dadurch ökologisch unbedenklich. [1]

Schafwolle – handelt es sich um wärme- und Schalldämmende Produkte aus Schafwolle, die in der Regel mit einer Mottenschützimpregnierung ausgerüstet und häufig mit einem Brandschutzmittel versehen sind. [29] Schafwollämmatten können vielfältig (Boden, Dach, Wand, Geschoßdecke) eingesetzt werden. Weisen optimale Feuchteverhalten. [1]

EPDM Baufolie Gummi – Abdichtungsbahn für Flachdächer, Fassaden, verklebt oder verdeckt mechanisch befestigt. [1]

3.3 Der Markt in Kaindorf

Erdanliegender Fußboden – Am kritischsten ist der Fußbodenaufbau. Eine Polystyrol-Dämmung soll vermeiden werden und es dürfen auch nicht irgendwelche harzgebundene Schüttungen verwendet werden. Der Unterschied von konventionellen Aufbau ist, dass bei dem alternativen Aufbau eine PE-Folie im Untergründe gewählt wurde, als Trennanlage und Gleitschicht für den weiteren Aufbau.

Außenwand – Die Konstruktion im Supermarkt in Kaindorf besteht aus insgesamt 15 runden Stahlstützen mit dem Durchmesser von 14 cm. Der Wandaufbau des Bestandsmarktes besteht aus Stahlbetonbau mit 16 cm außenliegenden Dämmung. Als alternativ wurde eine hinterlüftete Wand vorgeschlagen, wobei sie mit der erforderlichen ökologisch günstigen Unterkonstruktion relativ leicht wieder zerlegbar ist, im Gegensatz zu einem Wärmedämm-Verbundsystem.

Flachdach – Flachdächer müssen nicht nur regensicher, sondern auch wasserdicht sein. In der Praxis ist ein Flachdach kein fehlerverzeihendes System. Das heißt, ein kleiner Fehler kann so zu einem großen Schaden führen, dementsprechend ist es ganz wichtig, dass hochwertige Produkte und die Flachdachkonstruktion richtig ausgewählt werden, aber auch die Planung und Fertigung fachgerecht erfolgen. Das gewählte alternative Flachdach unterscheidet sich bei dem konventionellen Aufbau bei der zweilagigen bituminösen Dachhaut, die in der Regel warm verarbeitet wird, was Nahtfehler verringern, und auch durch die Dicke mechanisch widerstandsfähiger ist. Daneben werden hier u.A. auch Weichmacher vermeiden, die einerseits gelegentlich Versprödungen von Dachbahnen führen können und andererseits oft im Dachrinnenwasser nachweisbar sind und so die Umwelt gefährden können.

3.3.1 Erdanliegender Fußboden mit keramischem Belag

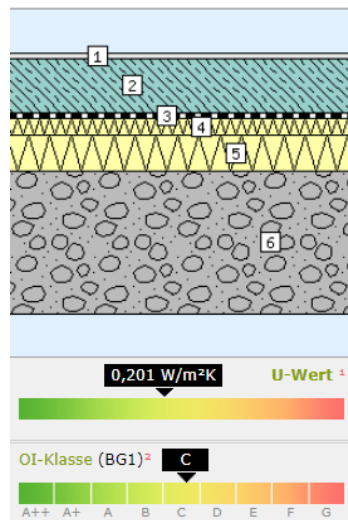


Abbildung 3.2: Konventioneller Bauteilaufbau, erdanliegender Fußboden mit keramischem Belag

Nr.	Schicht (von innen nach außen)	Dicke d [cm]	PENRT [MJ/m ²]	CO ₂ [equ/m ²]	SO ₂ [equ/m ²]
1.	Keramische Beläge (2300 kg/m ³)	1,5	456	26,9	0,0956
2.	Stahlbeton 160 kg/m ³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	15,0	597	58,1	0,154
3.	Dichtungsbahn Polyethylen	0,03	13,7	0,270	0,00184
4/5.	XPS TOP 30 SF	15,0	421	18,9	0,0699
6.	Schüttung aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m ³)	40,0	74,7	5,09	0,0346
Σ		71,53	1569	110	0,357

Tabelle 3.3: Indikatorwerte des konventionellen Bauteilaufbaues, erdanliegender Fußboden aus Keramik

Bei dem konventionellen Fußboden ist die Schüttung nach der Reinigung wiederverwendbar. Schwerer trennbar ist PE-Folie von der Dämmung, daher sind diese Teile in der Regel nicht als rückbaueeignet zu bezeichnen. Der Fliesenbelag als Material ist auch schwer trennbar, da der Kleber nicht recycelbar ist. Zum Betonrecycling wird der feinerzkleinerte Betonbruch verwertbar [13/S.21]. Die XPS-Dämmung ist kaum wiederverwendbar, durch Feuchteinlagerungen und Verschmutzungen. Die XPS-Dämmung zersetzen sich außerdem nicht in der Deponie.

Überschlägige Kostenabschätzung: [83] [82] [102] [85] [86]

Keramische Beläge 1,5cm=		32,99 €/m ²
STB 15cm=	90,0 €/m ³	13,5 €/m ²
PE Folie 0,03cm=		19,11 €/m ²
XPS-G30 15cm=	297,23 €/m ³	44,58 €/m ²
Schüttung 1t 40,89€ 40cm=	0,0409 €/kg	29,44 €/m ²
		139,62 €/m²

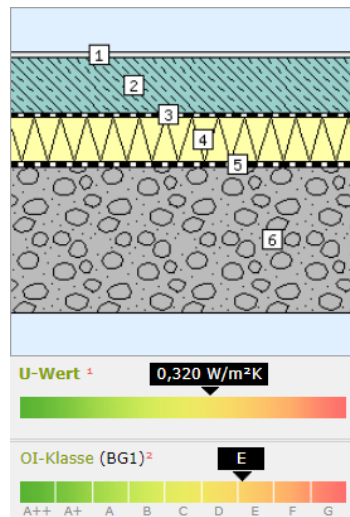


Abbildung 3.3: Alternativer Bauteilaufbau, erdanliegender Fußboden mit keramischem Belag, Kaindorf

Nr.	Schicht (von innen nach außen)	Dicke d [cm]	PENRT [MJ/m ²]	CO ₂ [equ/m ²]	SO ₂ [equ/m ²]
1.	Keramische Beläge (2300 kg/m ³)	1,5	456	26,9	0,0956
2.	Stahlbeton 160 kg/m ³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	15,0	597	58,1	0,154
3.	Dichtungsbahn Polyethylen (PE)	0,03	13,7	0,270	0,00184
4.	GLAPOR Schaumglasplatte PG 600.3	12,0	590	35,0	0,129
5.	TenCate Polyfelt TS	0,09	8,51	0,280	0,000824
6.	Schüttung aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m ³)	40,0	74,7	5,09	0,0346
Σ		68,62	1747	126	0,417

Tabelle 3.4: Indikatorwerte des alternativen Bauteilaufbaues, erdanliegender Fußboden aus Keramik

Der alternative Fußbodenaufbau unterscheidet sich bei dem konventionellen Aufbau zwischen der Geotextilfolie und der Schaumglasplatte. Die Schüttung ist wiederverwendbar. Die beiden Schichten werden voneinander getrennt. Selbst das Schaumglas wird fast immer bitumenverklebt eingesetzt, daher ist eine Rückgewinnung praktisch nicht durchführbar [29]. Da der Kleber nicht lösbar ist, ist der Beton und der keramische Belag schwer trennbar, und werden beide Schichten gemeinsam deponiert.

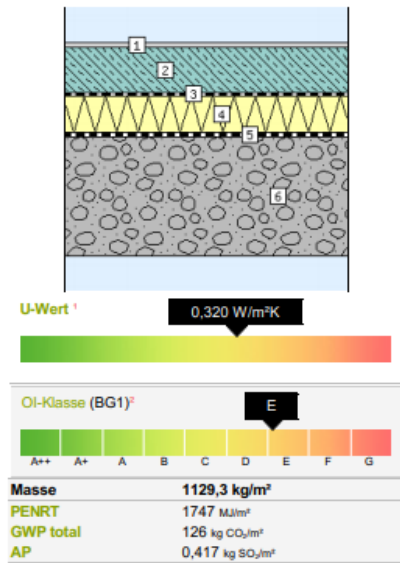
Überschlägige Kostenabschätzung: [83] [82] [102] [124] [117] [86]

Keramische Beläge 1,5cm=		32,99 €/m ²
STB 20cm=	90,0 €/m ³	13,5 €/m ²
PE Folie 0,03cm=		19,11 €/m ²
Schaumglasplatte 12,0=		57,03 €/m ²
Polyfelt TS 0,09cm=		1,55 €/m ²
Schüttung 1t 40,89€ 30cm=	0,0409 €/kg	22,086 €/m ²
		146,266 €/m²

21. 11. 2020
Bleta Rexha (P22208)
studentin



FB Alternativ Kaidorf

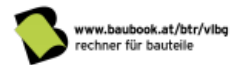


Boden: erdberührt - Wärmestrom nach unten (BG1)

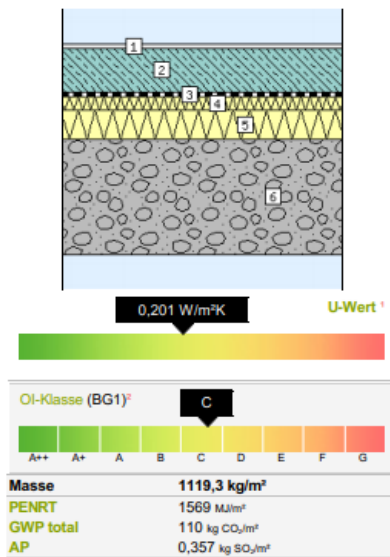
Nr. Typ Schicht	d cm	λ W/mK	R m²K/W	ΔOI3 Pkt/m²
1 Keramische Beläge	1,50	1,300	0,01	32
2 Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	15,00	2,500	0,06	50
3 Dichtungsbahn Polyethylen (PE)	0,03	0,500	0,00	1
4 GLAPOR Schaumglasplatte PG 600.3	12,00	0,052	2,31	43
5 TenCate Polyfelt TS	0,09	0,220	0,00	0
6 Schüttungen aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m³)	40,00	0,700	0,57	8
		$R_{s0} / R_{s00} =$	0,170 / 0,000	
		R' / R'' (max. relativer Fehler: 0,0%) =	3,125 / 3,125	
Bauteil	68,62	3,125	135	

Abbildung 3.4: Die ökologischen Materialien für den erdanliegenden Fußboden, alternativer Aufbau

7. 11. 2020
Bleta Rexha (P22208)
studentin



FB Konventionell Kaidorf



Boden: erdberührt - Wärmestrom nach unten (BG1)

Nr. Typ Schicht	d cm	λ W/mK	R m²K/W	ΔOI3 Pkt/m²
1 Keramische Beläge	1,50	1,300	0,01	32
2 Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	15,00	2,500	0,06	50
3 Dichtungsbahn Polyethylen (PE)	0,03	0,500	0,00	1
4 AUSTROTHERM XPS TOP 30 SF	5,00	0,036	1,39	9
5 AUSTROTHERM XPS TOP 30 SF	10,00	0,036	2,78	18
6 Schüttungen aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m³)	40,00	0,700	0,57	8
		$R_{s0} / R_{s00} =$	0,170 / 0,000	
		R' / R'' (max. relativer Fehler: 0,0%) =	4,980 / 4,980	
Bauteil	71,53	4,980	118	

Abbildung 3.5: Die ökologischen Materialien für den erdanliegenden Fußboden, konventioneller Aufbau

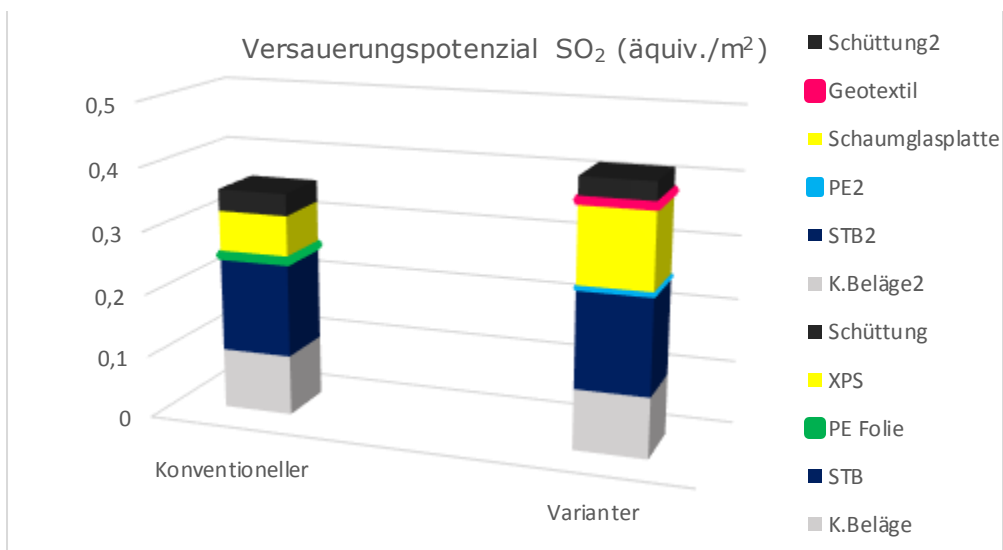
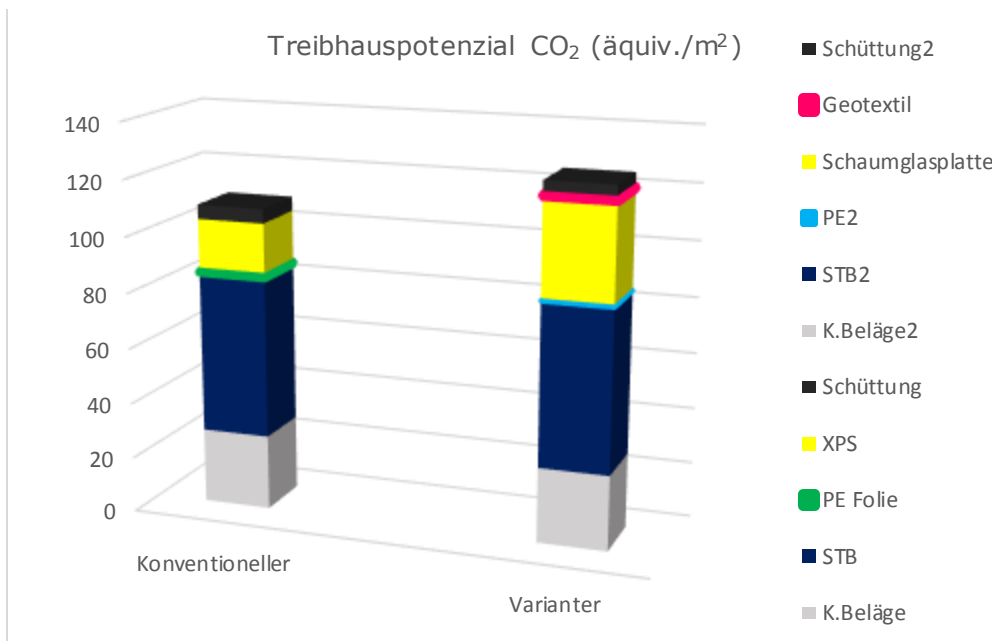
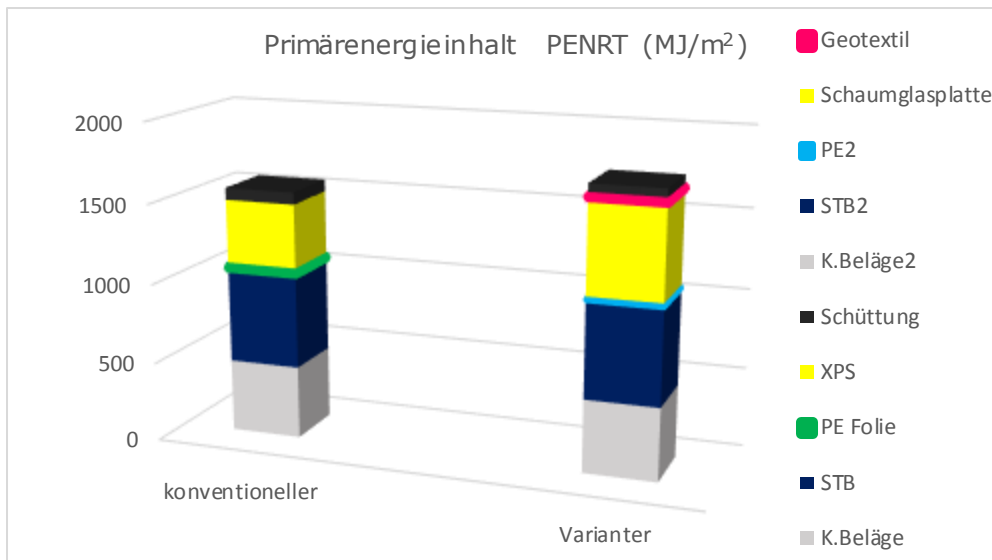


Abbildung 3.6: Die OI3 Detail-Diagramme Diagramme für den erdanliegenden Fußboden, Kaindorf

Das erste Diagramm zeigt den Bodenaufbau mit einem nicht erneuerbaren Primärenergieinhalt für die Herstellung von einzelnen Materialien des Fußbodens an. Der konventionelle Fußbodenaufbau zeigt einen höchsten Beitrag bei dem nicht erneuerbaren Primärenergieinhalt von 1569 MJ/m², indem der alternative Fußbodenaufbau einen Wert von 1747 MJ/m² zeigt. Dieser Wert erhöht sich aufgrund von der Geotextilfolie und Schaumglasplatte. Pro kg haben die Baustoffe beim Primärenergieinhalt einen Wert von:

- Dichtungsbahn Polyethylen PENRT = 69,764 MJ/kg; ρ = 980 kg/m³ und
- Polyfelt TS PENRT = 85,988 MJ/kg; ρ = 110 kg/m³.

Die höchsten Beiträge zu den betrachteten Umweltkategorien stammen bei dem Fundament aus Beton und dem Armierungsstahl. Die XPS-Dämmung liefert auch hohe Werte, wobei die XPS aus Polystyrol und Treibmitteln, Farbstoffen und Brandschutzmittel hergestellt werden. Dabei wird milchig-opakes Polystyrolgranulat bei ca. 200°C in einem Extruder aufgeschmolzen, mit den Zusatzstoffen vermischt und über eine Breitschlitzdüse kontinuierlich auf ein Fließband ausgetragen [46]. Schaumglasplatte sind geschlossenzellig, gas- und dampfdicht und daher wasserundurchlässig und vollkommen feuchteunempfindlich. Die Schaumglasplatte besteht aus silikatischem Glas, das durch Zugabe eines Treibmittels (Kohlenstoffpulver) aufgeschäumt wird. Die Glasschmelze aus den Rohstoffen wird extrudiert, zerkleinert und zu Glaspulver vermahlen. Danach wird als Blähmittel Kohlenstoff beigefügt und das Gemisch auf ca. 900°C erhitzt [29]. Einen weiteren bedeutenden Beitrag bei der Primärenergieinhalt zeigen auch die Dämmung. Pro kg haben die Dämmungen beim Primärenergieinhalt einen Wert von:

- XPS PENRT = 93,564 MJ/kg; ρ = 30 kg/m³
- Schaumglasplatte PENRT = 40,989 MJ/kg; ρ = 120 kg/m³

XPS Verwendung: als Wärmedämmung für Kellerwand außen über und unter der Bodenplatte, für Umkehrdach und Terrassendach, für Plus- und Duodach.

XPS Eigenschaften: besitzt keine Feuchtigkeitsaufnahme, unverrottbar, alterungsfest, beständig gegen Säuren und Alkalien, nicht beständig gegen Lösemittel und UV-Strahlung, fäulnisresistent, Brandklasse B1 [22].

Schaumglasplatte Verwendung: als Wand für Außendämmung, für Innendämmung, für Kellerdämmung. Wird auch als Flachdach, für Kalt- und Warmdach verwendet. Weiters wird als Decke, für Oberhalb/Unterhalb Bodenplatte, Oberhalb/Unterhalb Kellerdecke und als Geschossdecke, für z.B Trittschalldämmung unter Estrich, abgehängte Decke, bei erhöhter Druckbelastung (z.B. bei Parkdecks) verwendet.

Schaumglasplatte Eigenschaften: besitzt eine hohe Druckfestigkeit, nimmt kein Wasser auf, beständig gegen Chemikalien, und nicht brennbar A1 etc. [22].

Eine Darstellung der PENRT für die Herstellung der keramischen Beläge zeigt höhere Werte. Wobei der keramische Belag einen unterschiedlichen Primärenergieinhalt erfordert. Sie liegt mit dem hohen Primärenergieaufwand von rund 1.001–10.000 kWh/m³ für ihre Herstellung an der Spitze aller Baustoffe da. [12] Der Energieaufwand zur Herstellung des keramischen Belages beträgt demnach pro kg von:

- Keramischer Belag PENRT = 13,21 MJ/kg; ρ = 2300kg/m³

Sie sind problematisch für den Rückbau, weil sie auf die Untergründe verklebt werden, oder als Produkt selbst mehrlagig aufgebaut sind. Bei dem Primärenergieinhalt ist kein Unterschied des STB- Bodens der beiden Aufbauten ersichtlich.

Das Säulendiagramm Nummer 2 beschreibt das globale Erwärmungspotenzial, wobei die Verarbeitung des keramischen Belages des alternativen Aufbaues mehr CO₂- Emissionen erzeugt. Pro kg hat der Belag einen Wert von:

- Keramischer Belag $\text{CO}_2 = 0,778 \text{ äqu/kg}$; $\rho = 2300 \text{ kg/m}^3$

Die hohen Belastungen für die Fliesen sind vor allem durch die kurze Nutzungsdauer bekannt. [12] Die Weiterverwendung von verklebten keramischen Belägen ist nicht möglich aufgrund des Klebers, da der Kleber nicht recyclebar ist. Keramische Beläge fallen in zwei Deponiekategorien [12]. Die zwei Kategorien sind die Baurestmassendeponie und die Massenabfalldeponie. Die XPS-Dämmung hat ein relevantes ökotoxisches Potential und besitzt neben Rohöl die Kohlenwasserstoffe Ethen, Benzol, Ethylbenzol und Styrol, die zur bodennahen Ozonbildung beitragen, allerdings rasch abgebaut werden, Hexabromcyclododecan wegen seiner Persistenz und die fluorierten Kohlenwasserstoffe (HFKW) für ihr starkes Treibhauspotential, während die Schaumglasplatte bei aller Primärrohstoffe bergmännisch gewonnen werden. Es wird natürliches Soda aus USA eingesetzt. Rohstoffknappheit besteht für Mangandioxid (als Mangandioxid ist ein braunschwarzes Pulver, das in Wasser unlöslich ist. Außerdem findet keine Reaktion mit kalter Schwefel- (H_2SO_4) oder Salpetersäure (HNO_3) statt. [119]), das in sehr geringer Menge (0,4%) eingesetzt wird. Ausschlaggebend dafür ist die Verwendung von Mangan als Legierungselement von Stahl. Der Aufwand und damit der Umweltbelastung zur Gewinnung der bergmännisch gewonnenen Glasrohstoffe sind gering. In Österreich ist die Rekultivierung gesetzlich vorgeschrieben und somit wird der Bodenerosion verbeugt. [29] Pro kg verursachen die Dämmungen bei der Treibhauspotential einen Wert von:

- XPS $\text{CO}_2 = 4,204 \text{ äqu/kg}$; $\rho = 30 \text{ kg/m}^3$
- Schaumglasplatte $\text{CO}_2 = 2,433 \text{ äqu/kg}$; $\rho = 120 \text{ kg/m}^3$

Bei dem Versauerungspotenzial von Boden und Wasser erzeugt der alternative Fußbodenaufbau einen höheren Beitrag von $0,417 \text{ äqu/m}^2$ als der konventionelle Fußbodenaufbau von $0,357 \text{ äqu/m}^2$. Der Stahlbeton als Baumaterial hat einen höheren Wert bei dem Versauerungspotenzial von Boden und Wasser. Pro kg hat der Stahlbeton einen Wert von $0,000429 \text{ äqu/kg SO}_2$, indem er von der Rohdichte abgänglich ist. Pro kg verursachen die Folien beim Versauerungspotenzial einen Wert von:

- Dichtungsbahn Polyethylen $\text{SO}_2 = 0,00792 \text{ äqu/kg}$; $\rho = 980 \text{ kg/m}^3$ und
- Polyfelt TS $\text{SO}_2 = 0,00832 \text{ äqu/kg}$; $\rho = 110 \text{ kg/m}^3$.

Je niedriger der Versauerungspotenzial ist, desto geringer ist die Gefahr von saurem Regen und die damit verbundenen Umweltschädigungen. Das ökologische Profil der beiden Methoden liegt unter der Klasse C.

Produkt		Dicke (cm)	PENRT	CO ₂	SO ₂
Gesamter Aufbau	Konvent.	71,53	PENRT=47,31%	CO ₂ =46,6%	SO ₂ =46,1%
Gesamter Aufbau	Alternativ	68,62	PENRT=52,68%	CO ₂ =53,4%	SO ₂ =53,8%

Tabelle 3.5: Prozentanteil für gesamten Aufbau

Bauphysikalisches Profil:

- Konventioneller Fußboden $U=0,201 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Alternativer Fußboden $U=0,320 \text{ W/m}^2\text{K}$

Bauökologisches Profil:

- Konventioneller Fußboden Klasse C
- Alternativer Fußboden Klasse E

Bauökonomisches Profil:

- Konventioneller Fußboden 139,62 €/m²
- Alternativer Fußboden 146,26 €/m²

3.3.2 Außenwand aus Stahlbeton

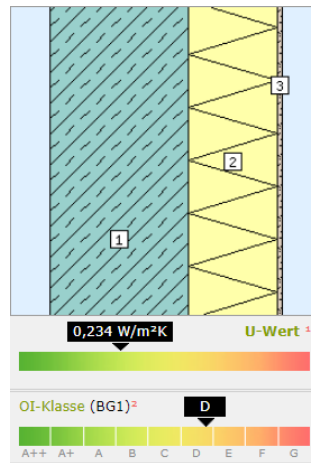


Abbildung 3.7: Konventioneller Bauteilaufbau, Stahlbeton Wand

Nr.	Schicht (von innen nach außen)	Dicke d [cm]	PENRT [MJ/m ²]	CO ₂ [equ/m ²]	SO ₂ [equ/m ²]
1.	STB-Wand (Stahlbeton 160 kg/m ³)	25,0	994	96,9	0,257
2.	WDVS (Austrotherm EPS F)	16,0	250	10,5	0,0377
3.	Silikatputz	0,5	103	4,78	0,0251
Σ		41,5	1347	112	0,320

Tabelle 3.6: Indikatorwerte des konventionellen Bauteilaufbaues, Stahlbeton Wand

Die konventionelle Außenwand ist ein festverbundener Aufbau und ist daher schlecht rückbaueeignet. Die Innen- und Außenseite ist schwer trennbar. Da die Dämmung mit dem Silikatputz verklebt ist, ist die Außenseite nicht trennbar. Der Kleber ist nicht wiederverwendbar. Die Dämmstoffe mit einem hohen Verschmutzungsgrad sind auch in der Innenseite zwischen dem Beton. Der Betonrest wird zerkleinert und wird als Kies- und Schotterersatz verwendet.

Kostenabschätzung: [82] [85] [87]

STB 25cm=	90,0 €/m ³	22,50 €/m ²
EPS-F 16cm=	157,44 €/m ³	25,19 €/m ²
Silikat 25 kg Kübel 74,99 €=	2,99 €/kg	7,18 €/m ²
		54,87 €/m²

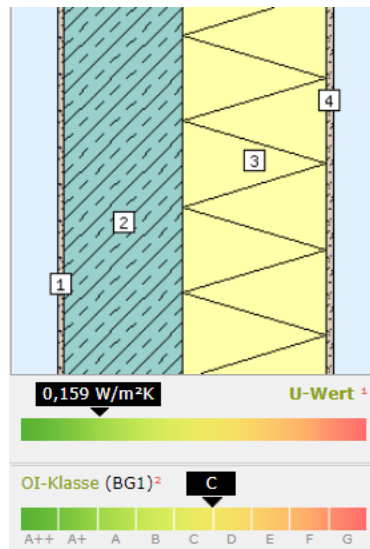


Abbildung 3.8: Erste Variante für den Bauteilaufbau, Stahlbeton-Wand mit der Dämmkork

Nr.	Schicht (von innen nach außen)	Dicke d [cm]	PENRT [MJ/m ²]	CO ₂ [equ/m ²]	SO ₂ [equ/m ²]
1.	Silikatputz (ohne Kunstharzzusatz)	0,19	13,1	0,741	0,0356
2.	STB-Wand (Stahlbeton 160 kg/m ³)	25,0	994	96,9	0,257
3.	Dämmkork (160 kg/m ³)	30,0	309	-58,7	0,0908
4.	Lehmputz	1,50	10,7	-0,0862	0,00281
Σ		51,69	1328	38,8	0,355

Tabelle 3.7: Indikatorwerte des ersten Variante des Bauteilaufbaues, Stahlbeton Wand mit der Dämmkork

Die erste Variante des Aufbaues unterscheidet sich bei dem konventionellen Aufbau bei der Dämmung und dem Außenputz. Schlecht trennbar wie in der Innen- als auch im Außenbereich. Der Dämmkork ist wegen der Verklebung nicht wiederverwendbar. Der Verbund zwischen dem Lehmputz und dem Dämmkork ist nicht rückbaueeignet, da zwischen dem Lehmputz ein Kleber sein soll, damit der Lehm nicht runterfallen darf. Wobei die Lehmputze im Außenraum nur eingeschränkt zu empfehlen sind. Sie müssen gegen Schlagregen durch große Dachüberstände und zusätzlich z.B durch Kalkanstriche geschützt werden. [12] Dadurch, dass der Dämmkork sehr teuer ist, wird er generell seltener verwendet.

Kostenschätzung: [87] [82] [89] [88]

Silikat 25 kg Kübel 74,99 €=	2,99 €/m ³	7,18 €/m ²
STB 25cm=	90,0 €/m ³	22,50 €/m ²
Dämmkork 30cm=	638 €/m ³	191,40 €/m ²
Lehmputz 1,5cm=		20,0 €/m ²
		241,08 €/m²

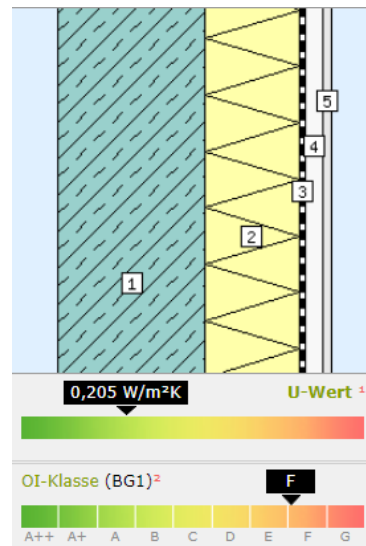


Abbildung 3.9: zweite Variante des Bauteilaufbaus, hinterlüftete Stahlbeton-Wand

Nr.	Schicht (von innen nach außen)	Dicke d [cm]	PENRT [MJ/m ²]	CO ₂ [equ/m ²]	SO ₂ [equ/m ²]
1.	STB-Wand (Stahlbeton 160 kg/m ³)	25,0	994	96,9	0,257
2.	Steinwolle MW(SW)-WF (70 kg/m ³)	16,0	239	21,7	0,158
3.	Winddichtung	0,06	15,5	0,509	0,00150
4.	Luftschicht stehend, W.f.nach oben 26<d<=30mm	3,0	0	0	0
5.	Farmacell Powerpanel	1,25	192	14,5	0,0459
Σ		45,56	1441	134	0,463

Tabelle 3.8: Indikatorwerte des zweiten Variante des Bauteilaufbaus, hinterlüftete Stahlbeton-Wand

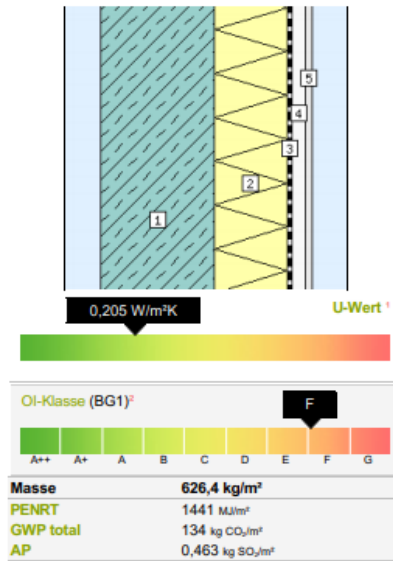
Die zweite Variante des Aufbaus unterscheidet sich bei den oben genannten beiden Aufbauten durch die Hinterlüftung. Die hinterlüftete Fassade ist relativ leicht zerlegbar, da die Materialien nur mechanisch miteinander verbunden bzw. befestigt sind. Eine hinterlüftete Außenwand wäre sinnvoller für den Rückbau und einen geordneten Recyclingweg. Die Dämmung in der Betonwand wird verdübelt, wobei die Dämmung durch die mechanische Befestigung leicht zu entsorgen ist. Das Farmacell Powerpanel ist direkt als Putzträgerplatte verwendbar. [41]

Kostenschätzung: [82] [96] [106] [90]

STB 25cm=	90,0 €/m ³	22,50 €/m ²
MW(SF) 16cm=	62,5 €/m ³	10,0 €/m ²
ISOCELL Windd. 1,50*50m =	169,20 €	2,256 €/m ²
Farmacell 1,5cm=		26,57 €/m ²
		61,32 €/m²

AW Variante 2 Kaindorf

Wand: gegen Außenluft - hinterlüftet (BG1)

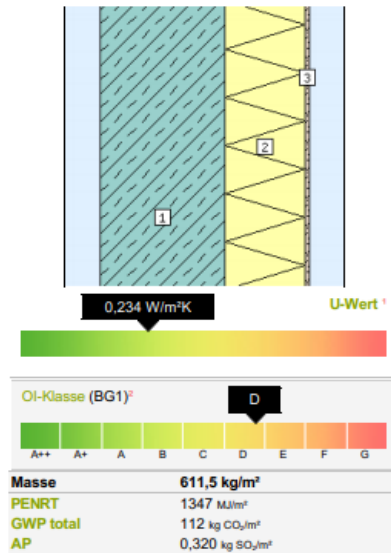


Nr.	Typ Schicht (von innen nach aussen)	d cm	λ W/mK	R m²K/W	ΔOI3 Pkt/m²
1	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	25,00	2,500	0,10	84
2	Steinwolle MW(SW)-WF (70 kg/m³)	16,00	0,037	4,32	33
3	ISOCELL OMEGA Winddichtung	0,06	0,220	0,00	1
4	Luftschicht stehend, Wärmefluss nach oben 26 < d <= 30 mm	3,00	0,200	0,15	0
5	FERMACELL Powerpanel HD	1,50	0,400	0,04	15
			$R_{si} / R_{se} =$	0,130 / 0,130	
			R' / R'' (max. relativer Fehler: 0,0%) =	4,875 / 4,875	
Bauteil		45,56	4,875	132	

Abbildung 3.10: Die alternativen Materialien für hinterlüftete Außenwand, zweite Variante

AW Konventionelle Kaindorf

Wand: gegen Außenluft - nicht hinterlüftet (BG1)



Nr.	Typ Schicht (von innen nach aussen)	d cm	λ W/mK	R m²K/W	ΔOI3 Pkt/m²
1	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	25,00	2,500	0,10	84
2	AUSTROTHERM EPS F	16,00	0,040	4,00	15
3	RÖFIX Silikatputz	0,50	0,700	0,01	8
			$R_{si} / R_{se} =$	0,130 / 0,040	
			R' / R'' (max. relativer Fehler: 0,0%) =	4,277 / 4,277	
Bauteil		41,50	4,277	106	

Abbildung 3.11: Die Materialien für die Außenwand, konventioneller Aufbau

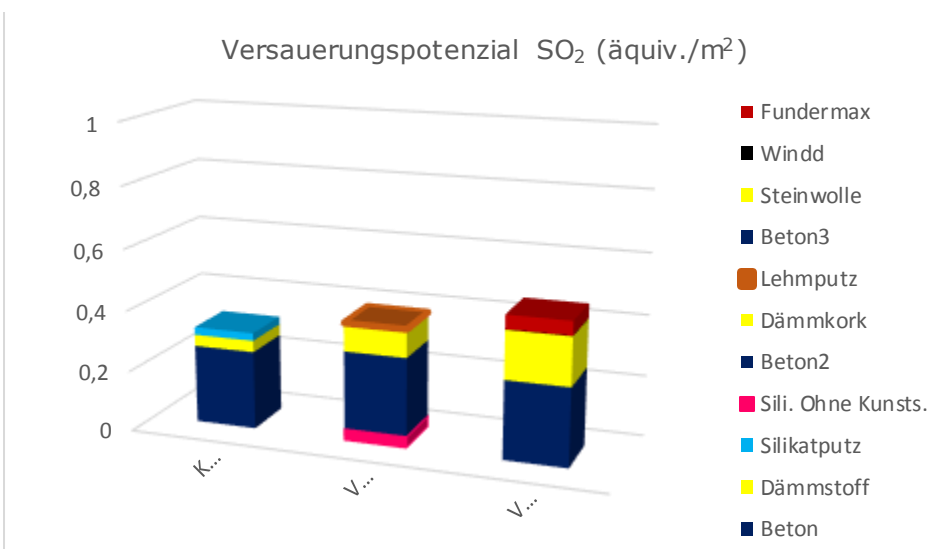
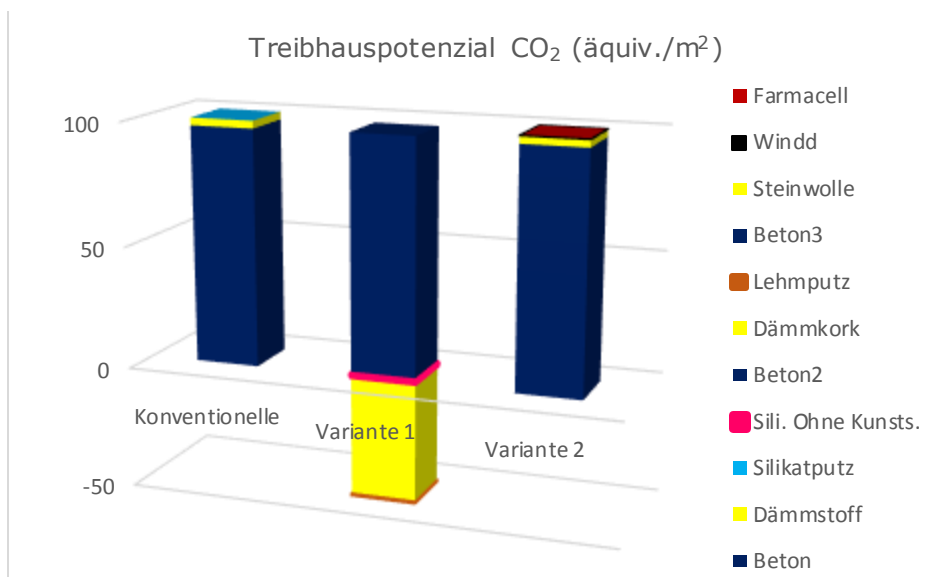
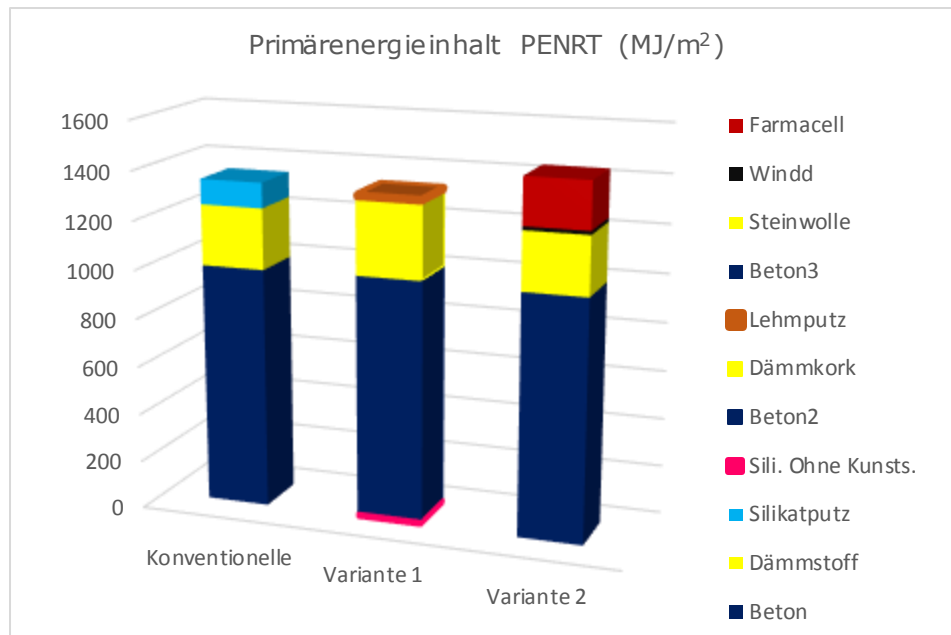


Abbildung 3.12: Die ökologischen Diagramme für die Stahlbeton Wand, Kaindorf

Das Schaubild stellt ein gestapeltes Säulendiagramm dar, mit dem ökologische Aufbau bewertet wird. Durch die Diagramme wird der Vergleich zwischen der konventionellen und der alternativen Methoden genau ersichtlich. Welche Methode ökologischer bewertet ist, ist Anhand der Diagramme zu erkennen. Aus der bauphysikalischen Sicht beinhaltet die erste Variante bessere Werte des Aufbaues, als der konventionelle Aufbau und die zweite Variante des Aufbaues, weil eine weitere Erhöhung der Bauteildicke nur noch eine geringere Verbesserung des U-Werts mitbringt.

Das erste Diagramm Abb. 3.12 zeigt den gesamten Aufbau nicht erneuerbaren Primärenergieinhalt für die Herstellung von verschiedenen Materialien der Außenwand. Eine vergleichende Darstellung der PENRT für die Herstellung zeigt, dass der Lehmputz hier günstigere Eigenschaften vorweist als das Silikat. Der Baustoff Silikat benötigt bei der Herstellung einen hohen unterschiedlichen Primärenergiebedarf, wobei er einen Wert von 1.001 bis 10.000 kWh/m³ beträgt. [12] Der Energieaufwand zur Herstellung des alle drei Baustoffes beträgt pro kg von:

- Silikat PENRT = 11,405 MJ/kg; $\rho = 1800 \text{ kg/m}^3$,
- Lehmputz PENRT = 0,418 MJ/kg; $\rho = 1700 \text{ kg/m}^3$ und
- Farmacell PENRT = 12,809 MJ/kg; $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$,

Wobei das Bauprodukt Farmacell sehr energieaufwendig ist. Die Baustoffe sind von der Dichte und Dicke abhängig. EPS-F weist den höchsten Wert auf, als Zweites wird Steinwolle und dann der Dämmkork gereiht. Pro kg weisen sie bei ihrer Herstellung einen Wert auf:

- EPS-F PENRT = 98,895 MJ/kg; $\rho = 15,8 \text{ kg/m}^3$,
- Dämmkork PENRT = 6,446 MJ/kg; $\rho = 160 \text{ kg/m}^3$ und
- Steinwolle PENRT = 21,632 MJ/kg; $\rho = 70 \text{ kg/m}^3$,

Für die Dämmkorkherstellung werden keine Zusatzstoffe benötigt, während für die EPS-Herstellung ca. 0,1% der jährlichen Rohölförderung eingesetzt wird. [29] Die Steinwolle wird aus verschiedenen Gesteinsarten wie Diabas, Dolomit und Kalkstein hergestellt. Die Rohstoffe werden in Schmelzwannen bei ca. 1400-1500 °C geschmolzen und anschließend in Zerfaserungsmaschinen geleitet, die je nach Hersteller unterschiedlich arbeiten. [46]

EPS-F Verwendung: als Außendämmung für vorgehängte Fassade und Wärmedämmverbundsysteme und als Innendämmung, Unter Plattenverkleidung.

EPS-F Eigenschaften: ist zwar ein überwiegend geschlossenzellig Dämmstoff mit einem Porenanteil bis zu 98%, unverrottbar, beständig gegen Säuren und Alkalien, nicht beständig gegen Lösemittel und UV-Strahlung, fäulnisresistent, schwerentflammbar Brandklasse B1 [22].

Dämmkork Verwendung: als Platten zur Wand- und Dachdämmung, unter Estrich; als Schüttung für Hohlräume unter Dach.

Dämmkork Eigenschaften: ist wärme- und schalldämmend, druckbelastbar, diffusionsoffen, verrottungsfest, Baustoffklasse B2 [22].

Steinwolle Verwendung: für Wärmeschutz, Schallschutz, Brandschutz als Matten, Platten etc.

Steinwolle Eigenschaften: ist leicht zu verarbeiten, alterungs- und formbeständig, Alkalienbeständig und resistent gegen Bakterien-, Pilz und Ungezieferbefall, diffusionsoffen, nicht brennbar etc. [22].

Die Belastungen in den betrachteten Umweltkategorien werden durch den Beton sowie durch die Dämmstoffe verursacht. Ein hoher Anteil der durch den Stahlbeton verursachten Umweltbelastungen ist durch den Armierungsstahl bedingt, weil der Betonstahl mit dem sehr hohen Primärenergiebedarf von rund 20.000 kWh/m³ für seine Herstellung liegt [12]. Daraus resultieren insbesondere ein hoher Treibhauseffekt und ein hohes

Versäuerungspotenzial. Der hohe Energieaufwand bei der WDVS-Herstellung wirkt sich wegen der erforderlichen hohen Rohdichten stark aus. In der Variante des Aufbaues kommt der Dämmkork bei einer geringerer Dichte und einem höheren spezifischen Energiebedarf zum Tragen. [13] Durch diesen Wandaufbau wird mehr Energie verbraucht und die Umwelt entsprechend belastet.

Wie stark das globale Erwärmungspotenzial in der Abhängigkeit des gesamten U-Wert des Außenwandaufbaus reduziert werden kann, zeigt das zweite Diagramm. Der konventionelle Außenwandaufbau zeigt den höchsten Beitrag bei dem globalen Erwärmungspotenzial von 112 äqu/m², indem der alternative Außenwandaufbau einen Wert von 134 äqu/m² zeigt. Dieser Wert erhöht sich aufgrund der Steinwolle. Ein weiterer bedeutender Beitrag beim Treibhauspotenzial erzeugen die drei verschiedenen Baustoffe pro kg unterschiedliche Werte von:

- Silikat CO₂ = 0,531 äqu/kg; ρ = 1800 kg/m³,
- Lehmputz CO₂ = -0,00338 äqu/kg; ρ = 1700 kg/m³ und
- Farmacell CO₂ = 0,965 äqu/kg; ρ = 1000 kg/m³,

Der Einfluss des Lehmputzes auf die Umwelt zeigt sich deutlich umweltschonend.

Der CO₂-Emissionswert der EPS- der Dämmkorkdämmung und die Steinwolle setzt sich zusammen aus der Herstellung und aus der Entsorgung der Dämmung. Die EPS-Dämmung hat ein relevantes ökotoxisches Potential und besitzt neben Rohöl die Kohlenwasserstoffe Ethen, Benzol, Ethylbenzol und Styrol, die zur bodennahen Ozonbildung beitragen, allerdings rasch abgebaut werden, Hexabromcyclododecan wegen seiner Persistenz, während bei der Steinwolle die Emissionen von Phenol und Formaldehyd sind in die Umwelt im Normalfall gering und daher ökotoxikologisch unbedenklich [29]. Pro kg

- EPS-F CO₂ = 4,169 äqu/kg,
- Dämmkork CO₂ = -1,223 äqu/kg und
- Steinwolle CO₂ = 1,934 äqu/kg.

Die verklebten und verputzten Korkplatten können nicht wiederverwendet und nicht recycelt werden. Die Korkplatten können zu einem Granulat zerkleinert und als Korkschüttung verwendet werden. (Quellen: „SpringerWienNewYork, Ökologie der Dämmstoffe“) Um das Material zu recyceln, muss der Beton und das Wärmedämmverbundsystem voneinander getrennt werden, da es keinen sinnvollen Materialrezyklingsweg gibt. Zum Betonrecycling wird feinerkleinerter Betonbruch als Zuschlagstoff verwertbar. Die Bewehrungen sind wiederverwertbar. Die Verputzte und Mörtel werden der Deponieverordnung als Bauschutt auf der Baurestmassendeponie bzw. der Massenabfalldeponie zugeordnet. Der Lehm ohne Zusatzstoffe muss nicht deponiert werden, und wird wieder zur Erde unter dem Einfluss der Witterung und Feuchte. [13]

Die EPS-F- und Steinwolle-Dämmung als Baumaterialien haben einen höheren Wert bei dem Versauerungspotenzial von Boden und Wasser als der Dämmkork. Pro kg haben einen Versauerungswert von:

- EPS-F SO₂ = 0,0149 äqu/kg; ρ = 15,8 kg/m³,
- Dämmkork SO₂ = 0,001892 äqu/kg; ρ = 160 kg/m³ und
- Steinwolle SO₂ = 0,0141 äqu/kg; ρ = 70 kg/m³,

Je niedriger das Versauerungspotenzial, desto besser ist das Bauteil zu bewerten. Das ökologische Profil der ersten Variante des Aufbaues fällt unter der Klasse C und die zweite Variante des Aufbaues fällt unter der Klasse F, während der konventioneller Aufbau unter der Klasse D liegt.

In der Tabelle 3.9 wird der Prozentsatz für die Dämmung berechnet. Je kleiner der Prozentsatz bei den in der Tabelle 3.9 beschriebenen Materialien ist, desto optimaler sind die Ergebnisse. Die Berechnung für die Dämmung sind auf einer 16 cm Wanddicke bezogen, um den Prozentanteil zwischen allen Methoden vergleichen zu können.

Produkt		Dicke (cm)	PENRT	CO ₂	SO ₂
EPS - F	Konvent.	16,0	PENRT=38,22%	CO ₂ = 16,53%	SO ₂ = 15,44%
Dämmkork	Erste V.	16,0	PENRT=25,22%	CO ₂ = 49,29%	SO ₂ = 19,83%
Steinwolle	Zweite V.	16,0	PENRT=36,76%	CO ₂ = 34,17%	SO ₂ = 64,7%
			PENRT	CO ₂	SO ₂
Ge. Aufbau	Konvent.	41,5	PENRT=32,7%	CO ₂ =39,3%	SO ₂ =28,1%
Ge. Aufbau	Erste V.	51,69	PENRT=32,3%	CO ₂ =13,6%	SO ₂ =31,2%
Ge. Aufbau	Zweite V.	45,56	PENRT=35,0%	CO ₂ = 47,0%	SO ₂ =40,7%

Tabelle 3.9: Die Dämmung und der gesamte Aufbau im Prozentanteil

Bauphysikalisches Profil:

- Konventionelle Außenwand U=0,234 W/m²K
- Erste Variante Außenwand U=0,159 W/m²K
- Zweite Variante Außenwand U=0,205 W/m²K

Bauökologisches Profil:

- Konventionelle Außenwand Klasse D
- Erste Variante Außenwand Klasse C
- Zweite Variante Außenwand Klasse F

Bauökonomisches Profil:

- Konventionelle Außenwand 54,87 €/m²
- Erste Variante Außenwand 241,08 €/m²
- Zweite Variante Außenwand 61,32 €/m²

3.3.3 Flachdach aus Holz

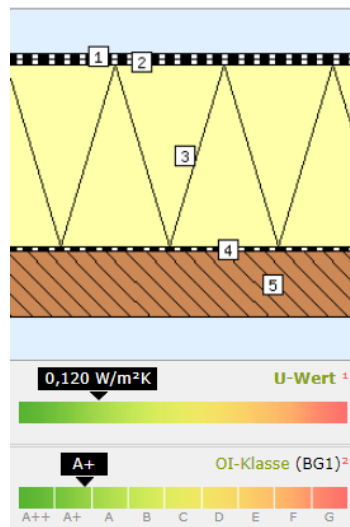


Abbildung 3.13: Konventioneller Bauteilaufbau, Flachdach aus Holz

Nr.	Schicht (von oben nach unten)	Dicke d [cm]	PENRT [MJ/m ²]	CO ₂ [equ/m ²]	SO ₂ [equ/m ²]
1.	Dachhaut mech. Befestigt Sucoflex CM/TM	0,18	123	3,70	0,0140
2.	Hakofelt (PP-Vlies)	0,01	2,58	0,0848	0,000250
3.	AUSTROTHERM EPS W20	28,0	554	23,3	0,0834
4.	Dampfbremse Polyethylen	0,03	16,5	0,514	0,00200
5.	KLH-Massivholzplatte	10,0	273	-59,5	0,0969
Σ		38,22	969	-31,9	0,197

Tabelle 3.10: Indikatorwerte des konventionellen Bauteilaufbaues, Flachdach aus Holz

Beim konventionellen Flachdach besteht bei der Entsorgung das Problem eine teilweise verklebten und teilweise mechanisch befestigte Konstruktion. Die Dämmung ist mit einem PP-Vlies von der Dachhaut getrennt, daher ist gut recycelbar. Unbehandeltes bzw. richtig behandeltes KLH-Holz wäre theoretisch weiterverwendbar und ist auch für den Rückbau geeignet. Die Weiterverwertung ist abhängig von Zustand des Holzes [13]. Die Dampfsperre ist üblicherweise verklebt, zugeschnitten und verschmutzt und praktisch kaum weiterverwendbar.

Kostenschätzung: [110] [125] [85] [105] [106]

Sucoflex TM 0,18cm=	50,28 €/lfm	70,392 €/m ²
Hakofelt=		1,50 €/m ²
EPS-W20 28cm=	55 €/m ³	15,4 €/m ²
Dampfbremse=	285,95 €	6,35 €/m ²
KLH 10,0cm=	446,68 €/m ³	44,66 €/m ²

138,302 €/m²

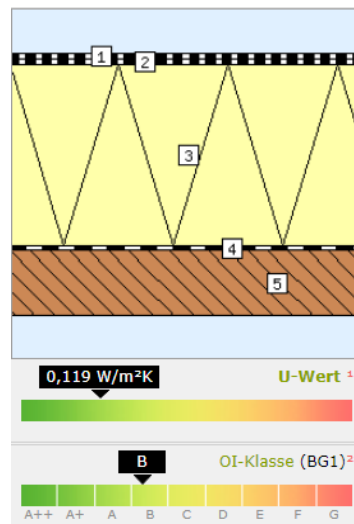


Abbildung 3.14: Alternativer Bauteilaufbau, Flachdach aus Holz

Nr.	Schicht (von oben nach unten)	Dicke d [cm]	PENRT [MJ/m ²]	CO ₂ [equ/m ²]	SO ₂ [equ/m ²]
1.	Bauder Elastomerbitu. E-KV-5	0,5	239	4,71	0,0320
2.	Bauder TEC KSA DUO 4mm	0,4	191	3,77	0,0256
3.	AUSTROTHERM EPS W20	28,0	554	23,3	0,0834
4.	Dampfsperre - Bauder THERM DS1 DUO	0,4	225	1,96	0,0247
5.	KLH-Massivholzplatte	10,0	273	-59,5	0,0969
Σ		39,30	1483	-25,7	0,263

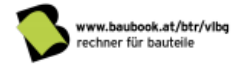
Tabelle 3.11: Indikatorwerte des alternativen Bauteilaufbaues, Flachdach Holz

Der alternative Flachdachaufbau unterscheidet sich bei dem konventionellen Aufbau bei der Dachdeckung. Die EKV5 und Bauder TEC sind üblicherweise verklebt und sind nicht trennbar. Die EPS Dämmung ist schwer trennbar, da der Bauder TEC auf der Dämmung geklebt ist, daher ist die Dämmung in dieser Form nicht verwertbar. Die BauderTherm auf KLH-Holz wird lose verlegt und entsprechend der Windsogberechnung mechanisch befestigt. Im Randbereich werden die Folien verklebt. Die Dampfsperre ist daher nicht weiterverwendbar. Unbehandeltes bzw. richtig behandeltes KLH-Holz ist problemlos weiterverwendbar und ist auch für den Rückbau geeignet. Die Weiterverwertung ist abhängig von Zustand des Holzes [13].

Kostenabschätzung: [109] [85] [106]

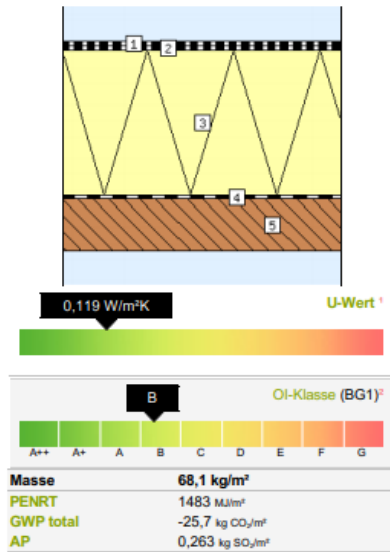
Bauder E-KV-5 0,5cm=		12,19 €/m ²
Bauder TEC 0,4cm=		6,79 €/m ²
EPS-W20 28cm=	55,0 €/m ³	15,4 €/m ²
Bauder THERM DS1 DUO =		7,39 €/m ²
KLH 10cm=	446,68 €/m ³	44,66 €/m ²
		86,43 €/m²

4. 10. 2020
Bleta Rexha (P22208)
studentin



FD Alternativ Kaindorf

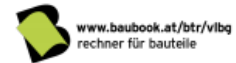
Decke, Dach: Flach- oder Schrägdach gegen Außenluft - nicht hinterlüftet - Wärmestrom nach oben (BG1)



Nr. Typ Schicht	d cm	λ W/mK	R m ² /KW	ΔOI3 Pkt/m ²
1 Bauder Elastomerbitumenbahn E-KV-5 feinbestreut	0,50	0,170	0,03	13
2 Bauder TEC KSA DUO 4 mm	0,40	0,170	0,02	10
3 AUSTROTHERM EPS W20	28,00	0,038	7,37	33
4 BauderTHERM DS 1 DUO	0,40	0,170	0,02	11
5 KLH®-Massivholzplatte	10,00	0,120	0,83	12
$R_{si} / R_{se} =$			0,100 / 0,040	
R' / R'' (max. relativer Fehler: 0,0%) =			8,418 / 8,418	
Bauteil	39,30		8,418	80

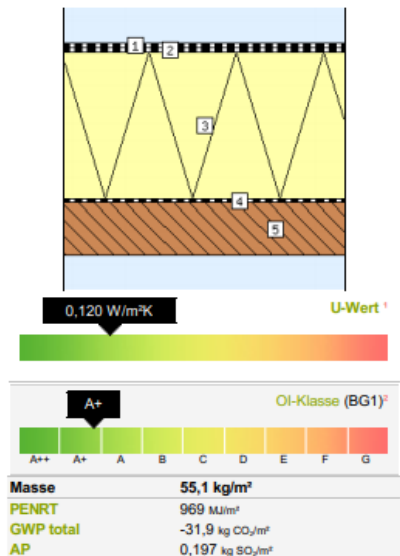
Abbildung 3.15: Die Materialien für Flachdach aus Holz, alternativer Aufbau

12. 10. 2020
Bleta Rexha (P22208)
studentin



FD Konventionell Kaindorf

Decke, Dach: Flach- oder Schrägdach gegen Außenluft - nicht hinterlüftet - Wärmestrom nach oben (BG1)



Nr. Typ Schicht	d cm	λ W/mK	R m ² /KW	ΔOI3 Pkt/m ²
1 Sucoflex CM/TM	0,18	0,500	0,00	7
2 Hakofelt T (PP-Vlies)	0,01	0,100	0,00	0
3 AUSTROTHERM EPS W20	28,00	0,038	7,37	33
4 Dampfbremse Polyethylen (PE)	0,03	0,500	0,00	1
5 KLH®-Massivholzplatte	10,00	0,120	0,83	12
$R_{si} / R_{se} =$			0,100 / 0,040	
R' / R'' (max. relativer Fehler: 0,0%) =			8,347 / 8,347	
Bauteil	38,22		8,347	53

Abbildung 3.16: Die Materialien für Flachdach aus Holz, konventioneller Aufbau

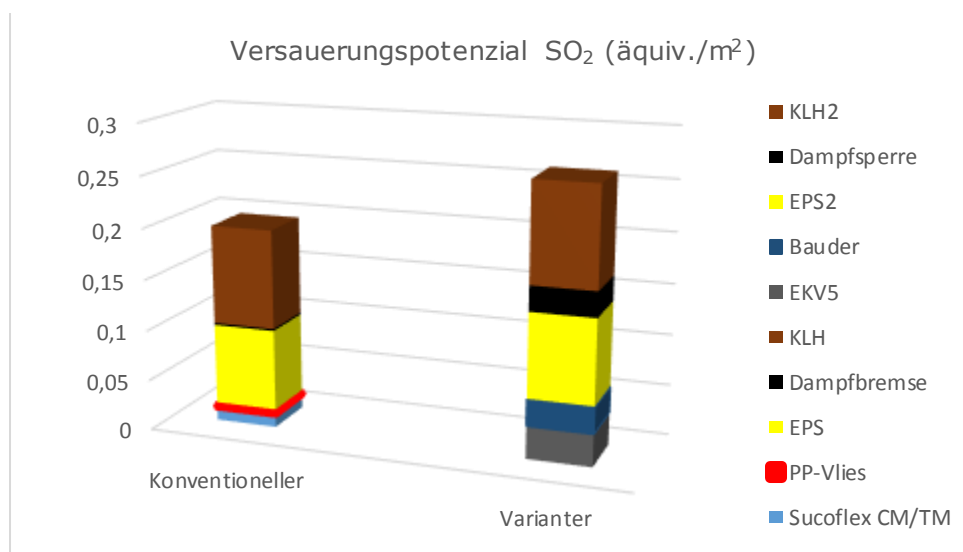
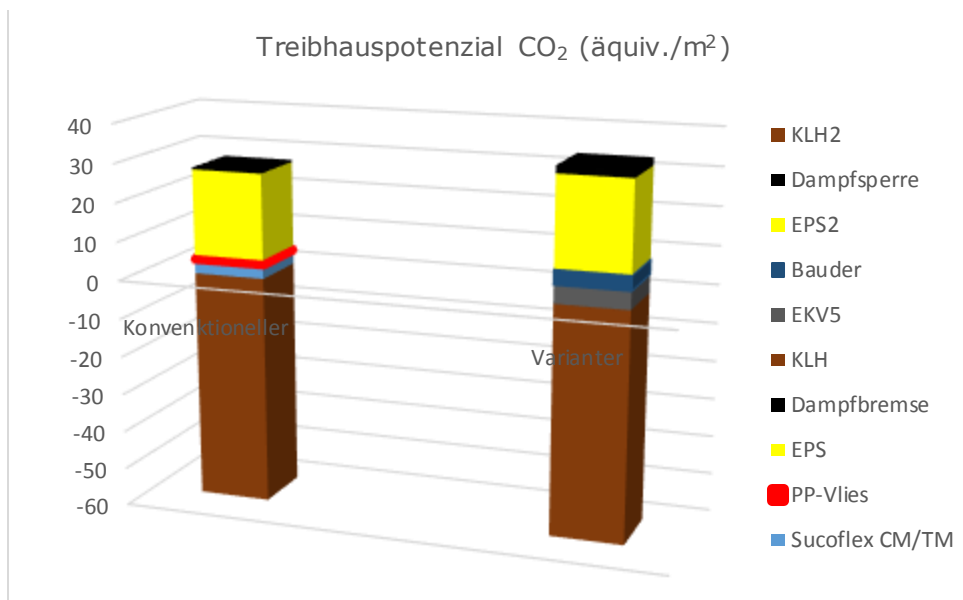
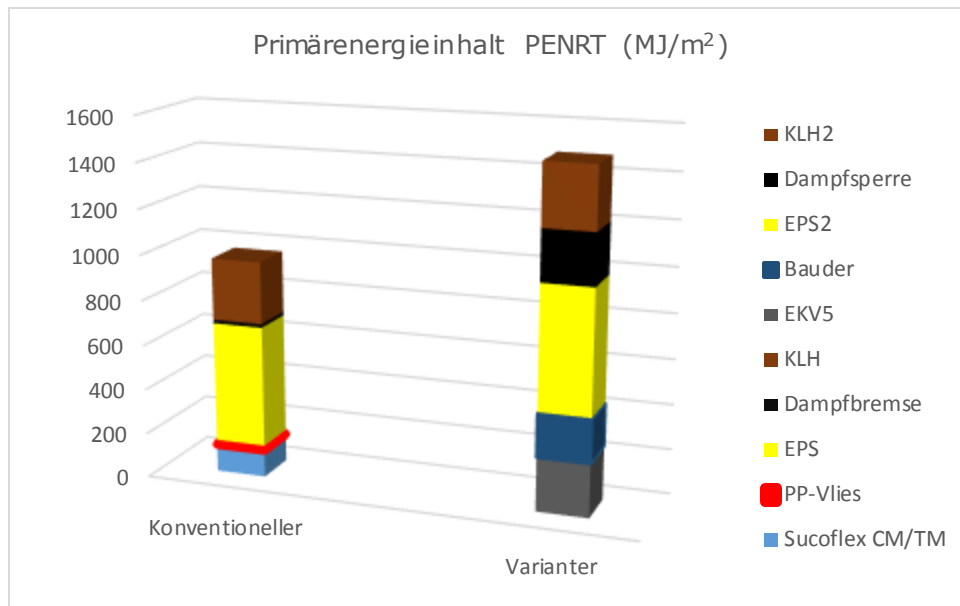


Abbildung 3.17: Die Indikator-Diagramme für den Flachdach aus Holz, Kaindorf

Ein gestapeltes Säulendiagramm stellt die Bewertung des ökologischen Aufbaus dar. Durch die Diagramme wird der Vergleich zwischen der konventionellen und der alternativen Methode genau ersichtlich. Aus der bauphysikalischen Sicht liefert der alternative Aufbau bessere Werte als der konventionelle Aufbau.

Der gesamte Aufbau nicht erneuerbaren Primärenergieinhaltes für die Herstellung, zeigt das erste Diagramm für die verschiedenen Materialien an. Der konventionelle Flachdachaufbau vorweist den höchsten Beitrag bei dem nicht erneuerbaren Primärenergieinhalt von 969 MJ/m², wobei der alternative Flachdachaufbau einen Wert von 1483 MJ/m² vorweist. Dieser Wert erhöht sich aufgrund von der Dampfsperrbahn und der zweilagigen Dachhaut. Der Energieaufwand zur Herstellung der Dachhäute beträgt einen Wert pro kg von:

- Sucoflex PENRT = 69,764 MJ/kg; ρ = 980 kg/m³ und
- E-KV-5 PENRT = 41,596 MJ/kg; ρ = 1150 kg/m³.

Eine Darstellung der PENRT für die Herstellung, zeigt die Bitumenabdichtung hohe Werte, wobei der Energieinhalt des Rohstoffs hohe Energie verursacht. Die Kunststoffe haben einen oberen Heizwert ca. 41(MJ). [23/ B 5.53] Der hohe Energieaufwand bei dem konventionellen Aufbau der Dampfsperre-Herstellung wirkt sich wegen der erforderlichen hohen Rohdichte stark aus. Der Energieaufwand zur Herstellung der Dampfbremse und der Dampfsperre beträgt einen Wert pro kg von:

- Dampfbremse PENRT = 84,66 MJ/kg; ρ = 650 kg/m³ und
- BauderTHERM PENRT = 48,945 MJ/kg; ρ = 1150 kg/m³.

Hohe Werte zeigen auch die EPS-Dämmung bei ihrer Herstellung, die aus Polystyrol, Treibmittel(Pentan), Flammenschutzmittel(HBCD) und Stabilisatoren hergestellt wird. [46] Pro kg vorweist sie bei ihrer Herstellung einen Wert von:

- EPS W20 PENRT = 98,895 MJ/kg; ρ = 20 kg/m³,

Dabei erscheint die EPS-Dämmung rohrichtebezogen sehr energieaufwändig, was sich aber durch das geringe Gewicht der Platte in der Praxis deutlich relativiert.

Wie stark das globale Erwärmungspotenzial in der Abhängigkeit des gesamten U-Wertes des Flachdachaufbaues reduziert werden kann, ist im zweiten Diagramm zu sehen. Der konventionelle Aufbau beinhaltet stärkere Werte bei dem Treibhauspotenzial von -31,9 äqu/m², indem der alternative Aufbau einen Wert von -25,7 äqu/m² beinhaltet. Bei dem Treibhauspotenzial sind die hohen Werte der Abdichtung und die Dämmebene erkennbar, die aufgeklebt und nicht vom Untergrund trennbar sind. Die Auswirkung der Produkte auf die Erderwärmung je kg belasten die Umwelt unterschiedlich:

- Dampfbremse CO₂ = 2,633 äqu/kg; ρ = 650 kg/m³,
- BauderTHERM CO₂ = 0,426 äqu/kg; ρ = 1150 kg/m³ und
- EPS W20 CO₂ = 4,169 äqu/kg; ρ = 20 kg/m³.

Die alle drei Baustoffe hängen stark von der Dicke und Dichte ab. Die sauberen und qualitativen Hochwertigen Teile der Dämmung gelangen in die Weiterverarbeitung. Sie werden als Zuschlagmittel für die Putz- und Mörtelindustrie, Porosierungsmittel für die Ziegelindustrie oder eben für wärmedämmend Ausgleichschüttung im Fußbodenaufbau genutzt. Beim Treibhauseffekt liefert der Dachhaut aus E-KV-5 bessere Werte als der Dachhaut Sucoflex, wobei die Auswirkung der Dachhaut Sucoflex auf die Erderwärmung pro kg stark die Umwelt belastet als die Dachabdichtung E-KV-5.

- Sucoflex CO₂ = 2,096 äqu/kg; ρ = 980 kg/m³ und
- E-KV-5 CO₂ = 0,819 äqu/kg; ρ = 1150 kg/m³.

Wobei die Auswirkungen der Produkte E-KV-5 auf die Erderwärmung weniger die Umwelt belastet. Die beide Schichten bestimmen wesentlich die ökologischen Kennwerte. Das Treibhauspotenzial nimmt negative Werte an, weil der CO₂ in den Holzprodukten gespeichert wird. Bei der Herstellung von Holzprodukten wird, wie bei jedem anderen Produkt auch, durch Nutzung und Verarbeitung des CO₂ freigesetzt. Ist der Bilanzwert negativ, trägt die Verwendung des Produktes zur CO₂-Reduktion bei und hat dadurch eine positive Umweltwirkung. Die meisten Holzprodukte haben eine negative CO₂-Bilanz [35].

Hohe Werte erzeugen die Dachhäute Sucoflex bei dem Versauerungspotenzial von Boden und Wasser als der Bitumenbahn-E-KV-5. Pro kg haben jede einen Wert beim Versauerungspotenzial von:

- Sucoflex SO₂ = 0,00792 äqu/kg; ρ = 980 kg/m³ und
- E-KV-5 SO₂ = 0,00556 äqu/kg; ρ = 1150 kg/m³,

, wobei die von der Dichte und Dicke abhängig sind. Je niedriger der Versauerungspotenzial ist, desto geringer ist die Gefahr von saurem Regen und den damit verbundenen Umweltschädigungen. Je niedriger das Versauerungspotenzial, desto besser ist das Bauteil zu bewerten Das ökologische Profil beim konventionellen Aufbau fällt unter der Klasse A+, während der alternativer Aufbau unter der Klasse B liegt.

Produkt		Dicke (cm)	PENRT	CO ₂	SO ₂
Dachhaut	Konvent.	0,18	PENRT=33,97%	CO ₂ =43,99%	SO ₂ =30,43%
E-KV-5	Altern.	0,5	PENRT=66,02%	CO ₂ =56,00%	SO ₂ =69,56%
			PENRT	CO ₂	SO ₂
Ge. Aufbau	Konvent.	38,20	PENRT=39,5%	CO ₂ =55,4%	SO ₂ =42,8%
Ge. Aufbau	Altern.	39,30	PENRT=60,5%	CO ₂ =44,6%	SO ₂ =57,2%

Tabelle 3.12: Das Bitumen und der gesamte Aufbau im Prozentanteil

Bauphysikalisches Profil:

- Konventionelles Flachdach U=0,120 W/m²K
- Alternatives Flachdach U=0,119 W/m²K

Bauökologisches Profil:

- Konventioneller Flachdach Klasse A+
- Alternatives Flachdach Klasse B

Bauökonomisches Profil:

- Konventionelles Flachdach 138,30 €/m²
- Alternatives Flachdach 86,43 €/m²

3.4 Der Markt in Premstätten

Betrachtet werden drei wesentlichen Bauteilaufbauten, wie der erdanliegende Fußboden, die Außenwand und das Flachdach.

Außenwand: Der Wandaufbau des Bestandmarktes besteht aus Ziegelmauerwerk.

Flachdach: Die Flachdachbeläge sind extremen Bewitterungs- und Klimaansprüchen ausgesetzt und schützen die darunterliegenden Schichten. Wenn die Flachdachbeläge hochwertige Produkte sind und die auch fachgerecht verarbeitet werden, dann erhält man eine Abdichtung, die über langen Zeitraum ihre Funktion erfüllt.

3.4.1 Erdanliegender Fußboden aus Keramik

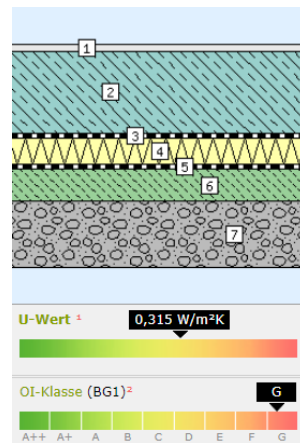


Abbildung 3.18: Konventioneller Bauteilaufbau, erdanliegender Fußboden aus Keramik

Nr.	Schicht (von innen nach außen)	Dicke [cm]	PENRT [MJ/m ²]	CO ₂ [equ/m ²]	SO ₂ [equ/m ²]
1.	Keramische Beläge	2,0	608	35,8	0,127
2.	Stahlbeton 160 kg/m ³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	25,0	994	96,9	0,257
3.	Dichtungsbahn Polyethylen (PE)	0,02	11,0	0,342	0,00133
4.	XPS PLUS 30 SF	8,0	225	10,1	0,0373
5.	Abdichtung ÖNORM B 3692	1,0	458	9,01	0,0612
6.	RÖFIX Creteo Standard 990- B30 Trockenbeton C25/30	10,0	148	22,2	0,0422
7.	Hakofelt PP-Vlies	0,02	5,16	0,170	0,000499
8.	Schüttung aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m ³)	20,0	37,3	2,55	0,0173
Σ		66,04	2489	177	0,545

Tabelle 3.13: Indikatorwerte des konventionellen Bauteilaufbaues, erdanliegender Fußboden

Bei dem konventionellen Fußboden ist die Schüttung nach der Reinigung wiederverwendbar. Der keramische Belag ist vom Beton schwer trennbar, da die Zwischenschichten mit dem Kleber verbunden sind und der Kleber nicht recycelbar ist. Die PE-Folie unter der Betonplatte ist ein Vorteil, wobei die Betonplatte sauber ins Recycling gehen kann. Die XPS-Dämmung ist schwer trennbar, wobei sie mit der Dichtungsbahn verklebt ist. Die XPS-Dämmung sollte in die Deponie entsorgt werden.

Kostenabschätzung: [83] [82] [105] [85] [102] [126] [125] [86]

Keramische Belag 2cm=		32,99 €/m ²
STB-Platte 25cm=	90 €	22,50 €/m ²
Dampfbremse =	285,95 €	6,35 €/m ²
XPS 8cm=	375 €/m ³	30,0 €/m ²
Abdichtung		12,19 €/m ²
Sauberkeitss. 40kg 6,5€=	0,1625 €/kg	39,0 €/m ²
PP-Vlies=		1,50 €/m ²
Schüttung 1t 40,89€ 20cm=	0,0409 €/kg	14,724 €/m ²

159,254 €/m²

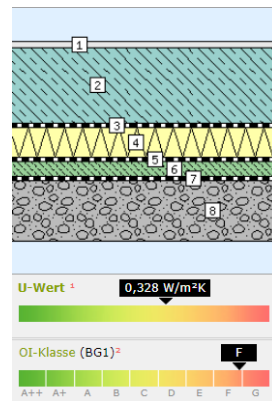


Abbildung 3.19: Alternativer Bauteilaufbau, erdanliegender Fußboden aus Keramik

Nr.	Schicht (von innen nach außen)	Dicke [cm]	PENRT [MJ/m ²]	CO ₂ [equ/m ²]	SO ₂ [equ/m ²]
1.	Keramische Beläge	2,0	608	35,8	0,127
2.	WU-Beton mit 160 kg/m ³ Armir.	25,0	1050	102	0,263
3.	Dichtungsbahn Polyethylen	0,03	20,5	0,616	0,00233
4.	Foamglas T4+	10,0	471,0	28,0	0,103
5.	Dichtungsbahn-Polyethylen	0,02	13,7	0,411	0,00155
6.	Magerbeton/Schütt- und Stampfbeton	5,0	37,3	5,12	0,0111
7.	Hakofelt PP-Vlies	0,02	5,16	0,170	0,000499
8.	Schüttung aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m ³)	20,0	37,3	2,55	0,0173
Σ		62,07	2240	174	0,526

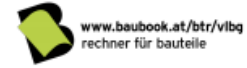
Tabelle 3.14: Indikatorwerte des alternativen Bauteilaufbaues, erdanliegender Fußboden

Der alternative Aufbau ist weitergehend gleich wie der konventionelle Aufbau, nur, dass er sich bei der Schaumglasplatte unterscheidet. Als der Trennschicht wurde ein Vlies zwischen dem Magerbeton und der Schüttung verlegt, wobei selbst das Vlies nach der Verwendung nicht recyclingfähig ist. Die Schüttung ist wiederverwendbar. Die XPS-Dämmung ist praktisch kaum weiterverwendbar. Die Dämmung wird vor Ort nach Erfordernis gereinigt und der Rest muss thermisch verwertet werden. Bei der Schaumglasplatte der Prozess ist aufwendig, wird er nicht durchgeführt. Möglich wäre auch ein Aussortieren von Granulat und dann das Material für Schüttung zu verwenden.

Wegen dem Kleber ist der keramische Belag mit dem Beton schwer trennbar. Es wird angenommen, dass der Fliesen und der Beton gemeinsam deponiert werden.

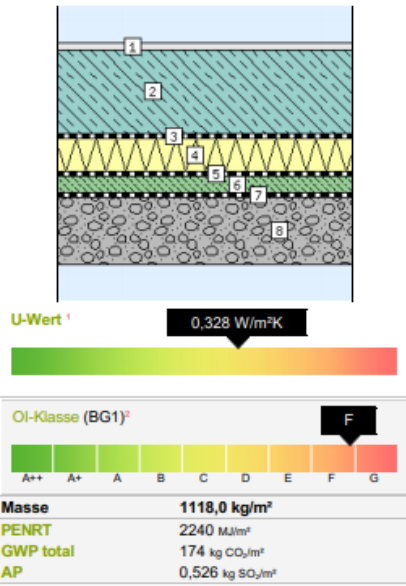
Kostenabschätzung: [83] [82] [102] [124] [102] [127] [125] [86]		
Keramische Beläge 2cm=		32,99 €/m ²
WU Beton 25cm	104 €/m ³	26,0 €/m ²
Dichtungsbahn 0,03cm		19,11 €/m ²
Schaumglasplatte 10cm=		47,52 €/m ²
Dichtungsbahn=		19,11 €/m ²
Magerbeton 5cm=	90,0 €/m ³	4,5 €/m ²
PP-Vlies		1,50 €/m ²
Kies 1t 40,89€ 15cm=	0,0409 €/kg	14,724 €/m ²
		165,454 €/m²

6. 11. 2020
Bleta Rexha (P22208)
studentin



FB Alternativ Premstätten

Boden: erdberührt - Wärmestrom nach unten (BG1)



Nr. Typ Schicht	d cm	λ W/mK	R m ² K/W	ΔOI3 Pkt/m ²
1 Keramische Beläge	2,00	1,300	0,02	43
2 WU-Beton mit 160 kg/m ³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	25,00	2,500	0,10	87
3 Dichtungsbahn Polyethylen (PE)	0,03	0,500	0,00	1
4 Foamglas T4+	10,00	0,041	2,44	34
5 Dichtungsbahn Polyethylen (PE)	0,02	0,500	0,00	1
6 Magerbeton / Schütt- und Stampfbeton	5,00	1,350	0,04	4
7 Hakofelt T (PP-Vlies)	0,02	0,100	0,00	0
8 Schüttungen aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m ³)	20,00	0,700	0,29	4
		$R_{se} / R_{sw} =$		0,170 / 0,000
		R' / R'' (max. relativer Fehler: 0,0%) =		3,050 / 3,050
Bauteil	62,07	3,050	174	

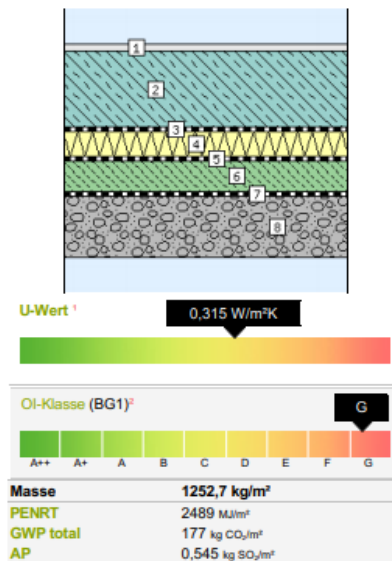
Abbildung 3.20: Die Materialien für den erdanliegenden Fußboden, alternativer Aufbau

16. 11. 2020
Bleta Rexha (P22208)
studentin



FB Konventionell Premstätten

Boden: erdberührt - Wärmestrom nach unten (BG1)



Nr. Typ Schicht	d cm	λ W/mK	R m ² K/W	ΔOI3 Pkt/m ²
1 Keramische Beläge	2,00	1,300	0,02	43
2 Stahlbeton 160 kg/m ³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	25,00	2,500	0,10	84
3 Dichtungsbahn Polyethylen (PE)	0,02	0,500	0,00	1
4 AUSTROTHERM XPS PLUS 30 SF	8,00	0,032	2,50	14
5 Polymerbitumen-Dichtungsbahn	1,00	0,230	0,04	25
6 RÖFIX Creteco Standard 990- B30 Trockenbeton C25/30	10,00	1,600	0,06	14
7 Hakofelt T (PP-Vlies)	0,02	0,100	0,00	0
8 Schüttungen aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m ³)	20,00	0,700	0,29	4
		$R_{se} / R_{sw} =$		0,170 / 0,000
		R' / R'' (max. relativer Fehler: 0,0%) =		3,179 / 3,179
Bauteil	66,04	3,179	185	

Abbildung 3.21: Die Materialien für den erdanliegenden Fußboden, konventioneller Aufbau

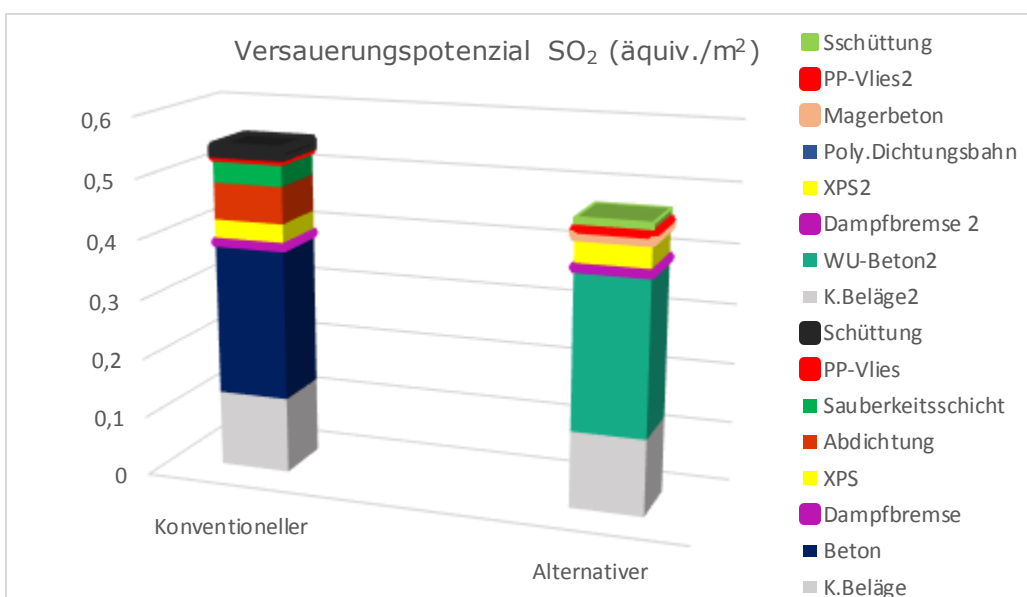
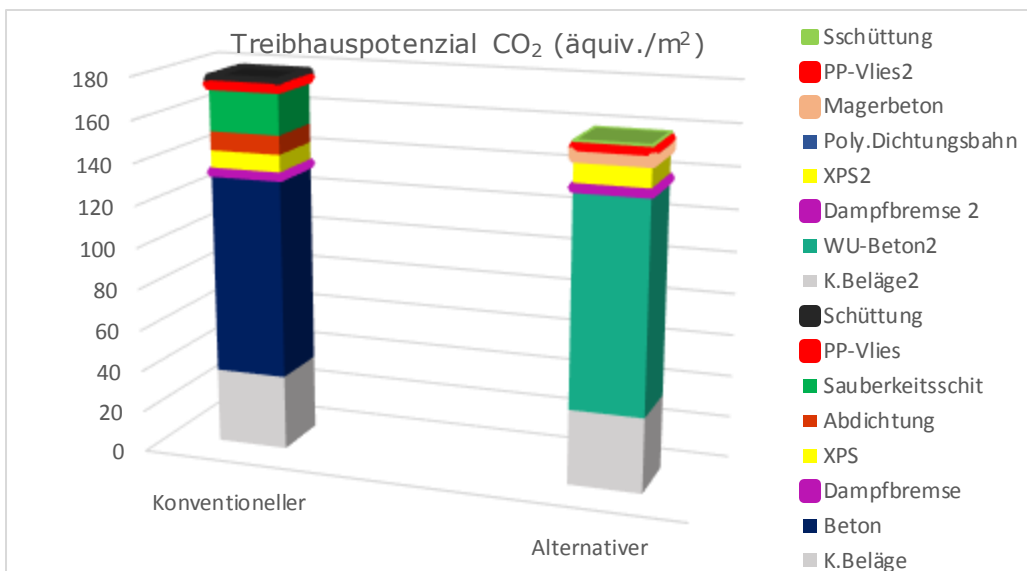
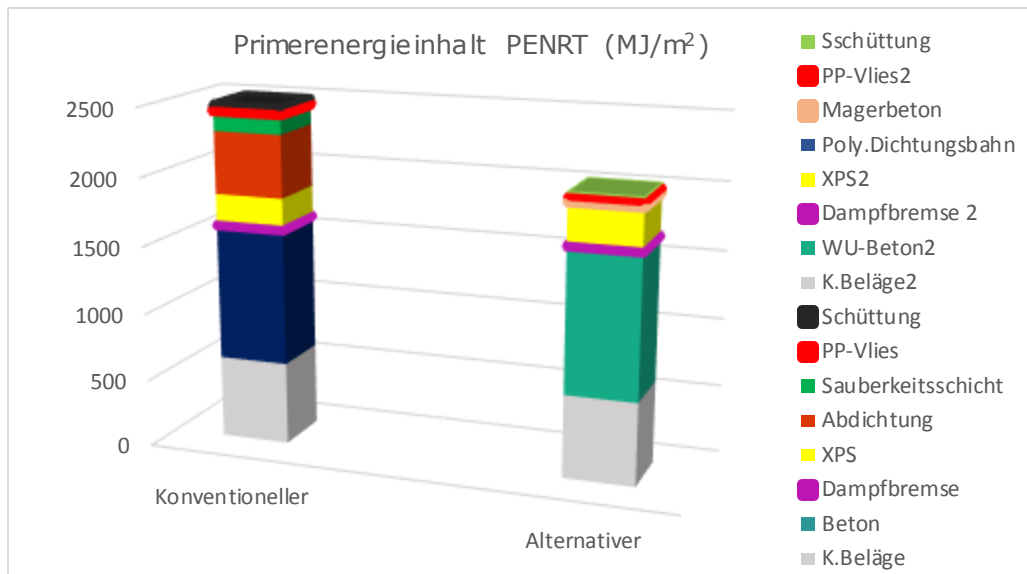


Abbildung 3.22: Die Indikator Diagramme für den erdanliegenden Fußboden, Premstätten

Das Balkendiagramm beschreibt die ökologischen und bauphysikalischen Indikatoren des jeweiligen Aufbaues. Bei den bauphysikalischen Kriterien, wie in der Abbildung 3.19 zu sehen ist, hat der alternative Aufbau einen besseren Wärmedurchgangskoeffizienten als der konventionelle Fußbodenaufbau.

Das erste Diagramm zeigt für den gesamten Aufbau den nicht erneuerbaren Primärenergieinhalt für die Herstellung von verschiedenen Materialien des Fußbodens. Der konventionelle Fußbodenaufbau zeigt den höchsten Beitrag bei dem nicht erneuerbaren Primärenergieinhalt von 2489 MJ/m², indem der alternative Fußbodenaufbau einen Wert von 2240 MJ/m² zeigt. Dieser Wert verringert sich aufgrund der Bitumenbahn. Die höchsten Beiträge zu den betrachteten Umweltkategorien stammen beim Fußboden vom WU-Beton und dem Armierungsstahl. Der Energieaufwand zur Herstellung des Stahlbetons und des WU-Betons pro kg ist:

- Stahlbeton PENRT = 1,657 MJ/kg; $\rho = 2400 \text{ kg/m}^3$ und
- WU-Beton PENRT = 1,750 MJ/kg; $\rho = 2400 \text{ kg/m}^3$

Eine Darstellung der PENRT für die Herstellung zeigt die Ergebnisse mit der XPS-Dämmung. Höhere Werte zeigen auch die Bitumenabdichtung, wobei sie problematisch für den Rückbau ist. Sie liegt mit dem hohen Primärenergieaufwand von rund 12.000-20.000 kWh/m³ für ihre Herstellung an der Spitze aller Baustoffe da. (Quelle: „Arwed TOMM, Ökologisch Planen und Bauen, Aachen 1991“) Pro kg haben die Baustoffe beim Primärenergieinhalt einen Wert von:

- Polymerbitumen PENRT = 41,596 MJ/kg; $\rho = 1100 \text{ kg/m}^3$,
- Dampfbremse Polyethylen PENRT = 84,668 MJ/kg; $\rho = 650 \text{ kg/m}^3$ und
- Dichtungsbahn Polyethylen PENRT = 69,764 MJ/kg; $\rho = 980 \text{ kg/m}^3$.

Bei dem Primärenergieinhalt ist der Unterschied des STB- Bodens der beiden Aufbauten ersichtlich.

Wie stark das globale Erwärmungspotenzial in der Abhängigkeit des gesamten U-Wert des Fußbodenaufbaus reduziert werden kann, zeigt das zweite Diagramm. Bei dem Treibhauspotenzial sind hohe Werte der Abdichtung und Dämmebene erkennbar. Der CO₂-Emissionswert der XPS-Dämmung und der Schaumglasplatte setzt sich zusammen aus der Herstellung und aus der Entsorgung der Dämmung. Pro kg vorweisen die Dämmungen eine Wert von:

- XPS CO₂ = 4,204 äqu/kg; $\rho = 30 \text{ kg/m}^3$,
- Schaumglasplatte CO₂ = 2,433 äqu/kg; $\rho = 115 \text{ kg/m}^3$.

Die Müllverbrennungsanlage für die XPS Dämmung bietet eine geordnete Verbrennung mit Überwachung. Die Möglichkeit der Deponierung für die XPS Platten sind eingeschränkt. Die Platten der XPS-Dämmung können weiterverwendet werden. Bei den verklebten Platten (z.B. Perimeterdämmung) ist die thermische Entsorgung üblich. Unverschmutzte XPS-Abfälle (Verschnitte an der Baustelle) können stofflich wiederverwendet werden. (Quelle: „SpringerWienNewYork, Ökologie der Dämmstoffe“) Die Schaumglasplatte wird immer bitumenverklebt eingesetzt, daher ist eine Rückgewinnung praktisch nicht durchführbar. Eine stoffliche Wiederverwertung scheidet im Wesentlichen an den Bitumenresten. Eine Möglichkeit besteht allerdings in der Nutzung als Schotterersatz im Straßenbau. Schaumglas ist gemäß Deponieverordnung auf Baurestmassendeponie bzw. Massenabfalldeponie entsorgbar. Diese Entsorgung wird zwar mit Bitumenresten, da der Bitumen auf Baurestmassendeponie [76] gelagert werden können oder angeführt ist [29].

Schaumglas Verwendung: für die gesamte Gebäudehülle. Für Boden, Decke, Dach, Fassade und Terrassen.

Schaumglas Eigenschaften: ist leicht zu bearbeiten, unbrennbar, säurebeständig, wasserdicht und dampfdicht, schädlingssicher, formstabil etc. [22].

Der Beton wird von dem Armierungsstahl gereinigt und vor Ort zerkleinert, wobei die Teile in verschiedenen Korngrößen verarbeitet und in unterschiedlichen Größen Körnungen getrennt werden. Der Beton kann z.B als Unterbaumaterial wiederverwendet werden. Pro kg liefert der Beton niedrige Werte beim Treibhauspotenzial im Unterschied zum keramischen Belag von:

- Stahlbeton $CO_2 = 0,161 \text{ äqu/kg}; \quad \rho = 2400 \text{ kg/m}^3,$
- WU-Beton $CO_2 = 0,169 \text{ äqu/kg}; \quad \rho = 2400 \text{ kg/m}^3,$
- Keramischen Belag $CO_2 = 0,778 \text{ äqu/kg}; \quad \rho = 2300 \text{ kg/m}^3.$

Die Auswirkung der Produkte auf die Erderwärmung: je kg belasten die Umwelt unterschiedlich:

- Dampfbremse Polyethylen $CO_2 = 2,633 \text{ äqu/kg}; \quad \rho = 650 \text{ kg/m}^3,$
- Dichtungsbahn Polyethylen $CO_2 = 2,096 \text{ äqu/kg}; \quad \rho = 980 \text{ kg/m}^3.$

Höhere Werte erzeugen den Beton, die keramischen Beläge und die Polymerbitumen-Dichtungsbahn bei dem Versauerungspotenzial von Boden und Wasser. Bei dem Versauerungspotenzial von Boden und Wasser erzeugt der alternative Fußbodenaufbau einen höheren Beitrag von $0,526 \text{ äqu/m}^2$ als der konventionelle Fußbodenaufbau von $0,545 \text{ äqu/m}^2$. Der WU-Beton verursacht mehr Emissionen, die sich auf die Versauerung des Regens auswirken als Stahlbeton. Pro kg hat der WU-Beton und der Stahlbeton einen Wert beim Versauerungspotenzial von:

- Stahlbeton $SO_2 = 0,000429 \text{ äqu/kg}; \quad \rho = 2400 \text{ kg/m}^3,$
- WU-Beton $SO_2 = 0,000438 \text{ äqu/kg}; \quad \rho = 2400 \text{ kg/m}^3.$

Das ökologische Profil fällt unter der Klasse F, während der konventionelle Aufbau unter der Klasse G liegt.

Produkt		Dicke (cm)	PENRT	CO ₂	SO ₂
Dampfbremse	Konve.	0,02	PENRT=34,9%	CO ₂ =35,6%	SO ₂ =36,3%
Dichtungsbahn	Alter.	0,03	PENRT=65,0%	CO ₂ =64,3%	SO ₂ =63,6%
			PENRT	CO ₂	SO ₂
Ge. Aufbau	Konve.	66,04	PENRT=52,6%	CO ₂ =40,4%	SO ₂ =40,8%
Ge. Aufbau	Alter.	62,07	PENRT=47,4%	CO ₂ =49,6%	SO ₂ =49,1%

Tabelle 3.15: Dampfbremse und der gesamte Aufbau im Prozentanteil

Bauphysikalisches Profil:

- Konventioneller Fußboden $U= 0,315 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Alternativer Fußboden $U= 0,328 \text{ W/m}^2\text{K}$

Bauökologisches Profil:

- Konventioneller Fußboden Klasse G
- Alternativer Fußboden Klasse F

Bauökonomisches Profil:

- Konventioneller Fußboden 159,26 €/m²
- Alternativer Fußboden 165,45 €/m²

3.4.2 Außenwand in der Westseite

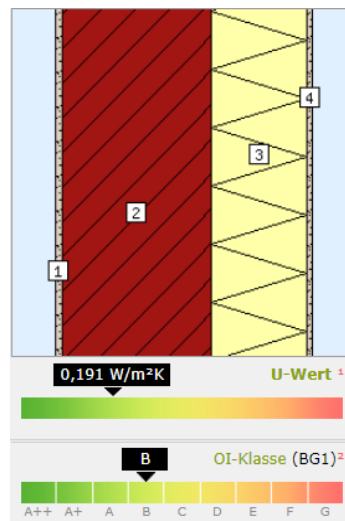


Abbildung 3.23: Konventioneller Bauteilaufbau, die Außenwand aus HLZ

Nr.	Schicht (von innen nach außen)	Dicke [cm]	PENRT [MJ/m ²]	CO ₂ [equ/m ²]	SO ₂ [equ/m ²]
1.	RÖFIX 150 Gips-Kalk-Innen.	1,0	24,3	2,05	0,00602
2.	POROTHERM 25-38	25,0	560	44,4	0,125
3.	FLAPOR EPS - F	16,0	253	10,7	0,0381
4.	Silikatputz mit Kunstharz zu.	0,5	103	4,78	0,0251
Σ		42,5	941	61,93	0,194

Tabelle 3.16 Indikatorwerte des konventionellen Bauteilaufbaues, die Außenwand aus HLZ

Die konventionelle Außenwand ist eine festverbundene Konstruktion, daher ist sie nicht rückbaueeignet. Die Ziegelwand ist von der Dämmung schwer trennbar, weil die beiden Schichten miteinander verklebt sind. Der Gipskalkputz und der Ziegel wurden einfach abgebrochen deponiert. In der Außenseite wird der Silikatputz, Kleber und Armierung auf die Dämmung verklebt, daher sind sie sehr schlecht rückbaueeignet.

Kostenabschätzung: [91] [92] [93] [87]

Röfix Gi-In. putz 30kg 11,29 €=	0,38 €/kg	0,92 €/m ²
Porotherm 25cm Stk 5,41 €=		56,85 €/m ²
Flapor EPS-F 16cm=		43,74 €/m ²
Silikat 25 kg Kübel 74,99 €=	2,99 €/kg	7,18 €/m ²
		108,69 €/m²

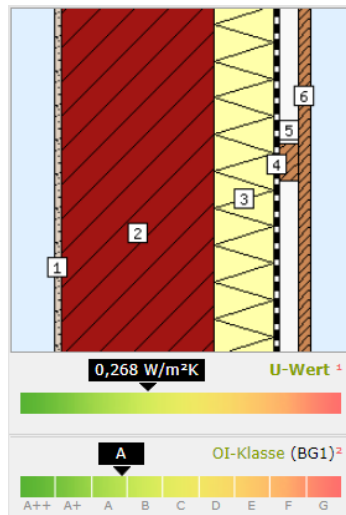


Abbildung 3.24: erste Variante der Bauteilaufbau, Zweischaliges - Ziegelmauerwerk

Nr.	Schicht (von innen nach außen)	Dicke [cm]	PENRT [MJ/m ²]	CO ₂ [equ/m ²]	SO ₂ [equ/m ²]
1.	Kalk-Zement-Grundputz	1,0	18,4	2,09	0,00485
2.	Porotherm 25-38	25,0	560	44,4	0,125
3.	PAVATHERM	10,0	158	-8,85	0,044
4.	ISOCELL OMEGA Winddichtung	0,06	15,2	0,500	0,00147
5.	Luftschicht stehend, Wärmefluss nach oben 26 ... / Nutzholz (475 kg/m ³ - zB Fichte/Tanne)	3,0	3,44	-2,05	0,00129
6.	Fassadenholz	2,0	21,9	-17,7	0,00792
Σ		41,06	713	13,5	0,170

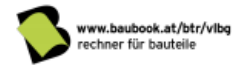
Tabelle 3.17: Indikatorwerte des ersten Variante der Bauteilaufbaues, Zweischaliges - Ziegelmauerwerk

Die Variante des Aufbaues unterscheidet sich bei dem konventionellen Aufbau durch hinterlüftete Holzfassade, wobei sie das Austrocknen des Dämmstoffes gewährleistet. Dämmung von dem Ziegel ist schwer trennbar, weil die Beide Schichten miteinander verklebt sind. Als Vorteil bei der Holzfaserverplatte ist Plattenverbindung mit winddichter Keilnut und Feder, umweltverträgliche Herstellung, recycelbar. Unbeschädigte Holzfaserdämmstoffe können wiederverwendet werden [46]. Die Holzfassade ist prinzipiell rückbaueeignet, und reduzieren die Belastungen der Atmosphäre.

Kostenschätzung: [99] [92] [97] [106] [107] [128]

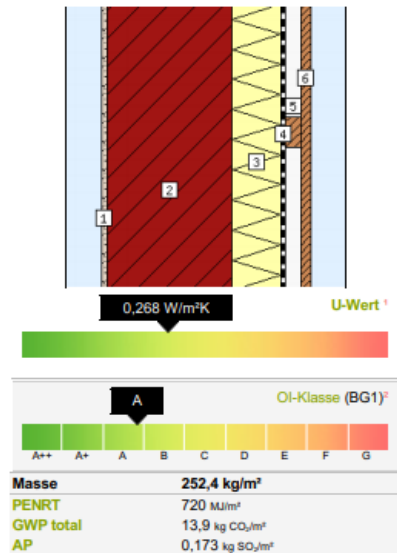
Röfix Gi-In. putz 40kg	12,84 €=	0,32 €/kg	0,768 €/m ²
Porotherm 25cm =			46,92 €/m ²
Holzfaserdämmplatte =			34,37 €/m ²
ISOCELL Windd. 1,50*50m =	169,20 €		2,256 €/m ²
Lattung 3cm			15,401 €/m ²
Fassadenholz 2cm =			33,82 €/m ²
			133,53 €/m²

8. 11. 2020
 Bieta Rexha (P22208)
 studentin



AW01 Alternativer Aufbau, Premstätten

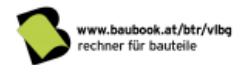
Wand: gegen Außenluft - hinterlüftet (BG1)



Nr. Typ Schicht (von innen nach aussen)	d cm	λ W/mK	R m ² K/W	ΔOI3 Pkt/m ²	
1 RÖFIX 510 Kalk-Zement-Grundputz	1,00	0,470	0,02	2	
2 POROTHERM 25-38	25,00	0,259	0,97	38	
3 PAVATHERM	10,00	0,046	2,17	10	
4 ISOCELL OMEGA Winddichtung	0,06	0,220	0,00	1	
5 Inhomogen (Elemente horizontal)	3,00				
56,5 cm (90%) Luftschicht stehend, Wärmefluss nach oben	26	3,00	0,200	0,15	0
6 cm (10%) Nutzholz (425 kg/m ³) - rau, technisch getrocknet		3,00	0,110	0,27	0
6 Nutzholz (525 kg/m ³) - zB Lärche) - rau, technisch getrocknet		2,00	0,130	0,15	0
$R_{se} / R_{si} =$			0,130 / 0,130		
R' / R'' (max. relativer Fehler: 0,1%) =			3,738 / 3,734		
Bauteil	41,06	3,736	49		

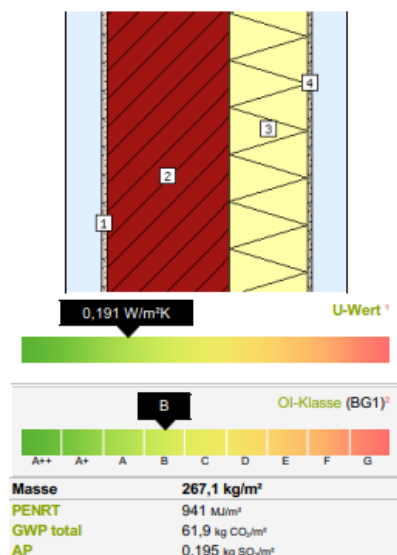
Abbildung 3.25: Die Materialien für die Außenwand, erster Variante Aufbau

12. 10. 2020
 Bieta Rexha (P22208)
 studentin



AW01 Konventioneller Premstätten

Wand: gegen Außenluft - nicht hinterlüftet (BG1)



Nr. Typ Schicht (von innen nach aussen)	d cm	λ W/mK	R m ² K/W	ΔOI3 Pkt/m ²
1 RÖFIX 150 Gips-Kalk-Innenputz	1,00	0,470	0,02	2
2 POROTHERM 25-38 Objekt LDF	25,00	0,304	0,82	43
3 FLAPOR EPS-F Fassadendämmplatte	16,00	0,038	4,21	15
4 Silikatputz mit Kunstharzzusatz	0,50	0,800	0,01	8
$R_{se} / R_{si} =$			0,130 / 0,040	
R' / R'' (max. relativer Fehler: 0,0%) =			5,230 / 5,230	
Bauteil	42,50	5,230	68	

Abbildung 3.26: Die Materialien für die Außenwand, konventioneller Aufbau

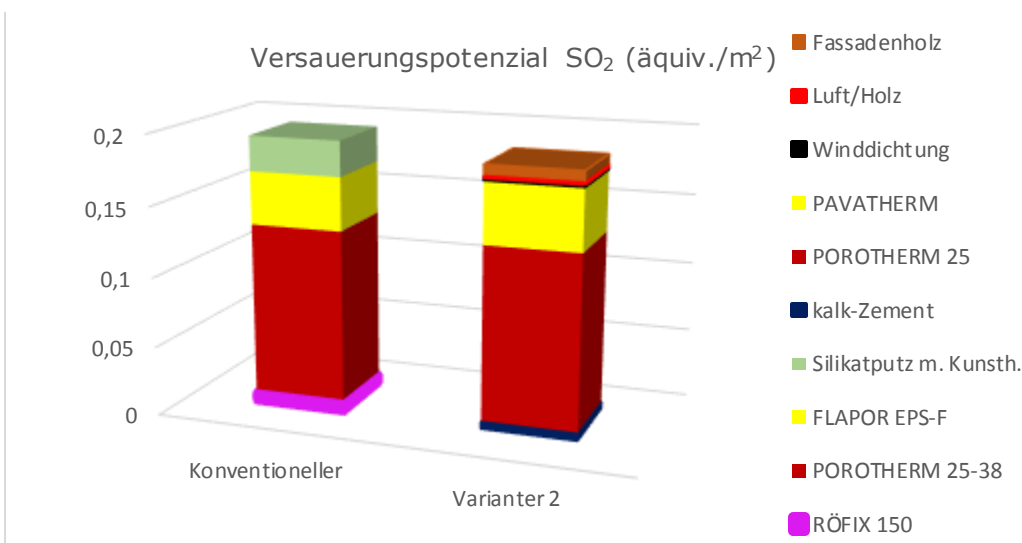
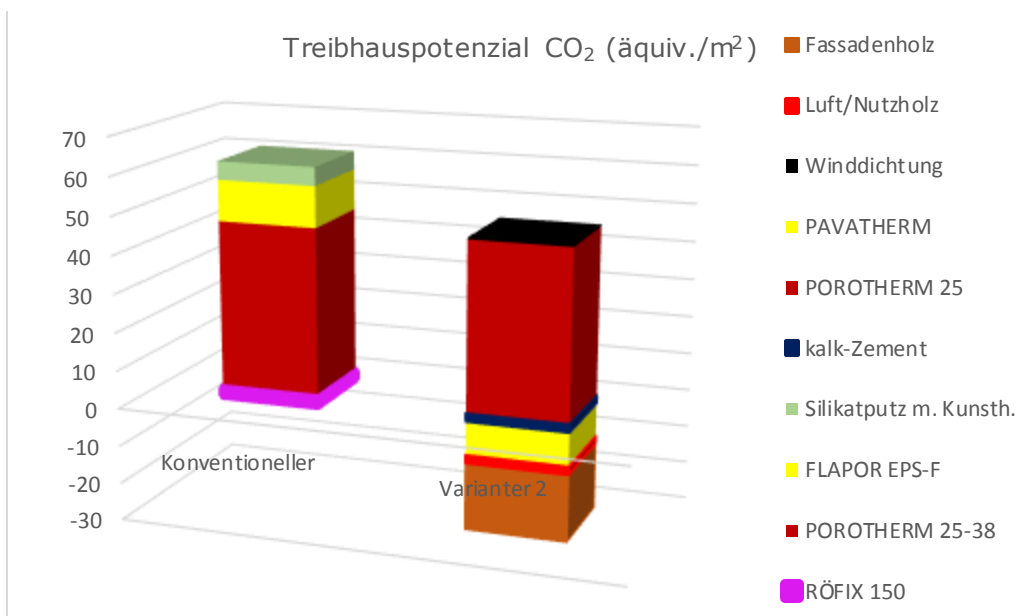
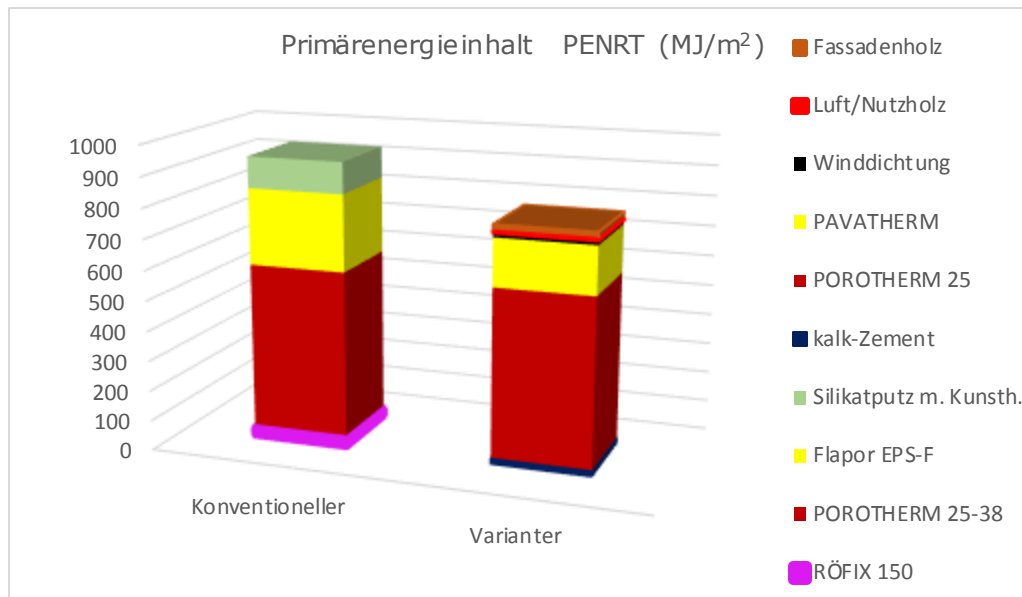


Abbildung 3.27: Die Indikator Diagramme für die Außenwand HLZ, Premstätten

Das Balkendiagramm beschreibt die ökologischen und bauphysikalischen Indikatoren des Aufbaus. Aus dem Diagramm geht hervor, welche Kombination günstigere Werte liefern. Der konventionelle Aufbau hat die besseren wärmeisolierenden Eigenschaften, wobei der Wärmedurchgangskoeffizient $U=0,191 \text{ W/m}^2\text{K}$ beträgt. Aus der bauphysikalischen Sicht beinhaltet die konventionelle des Aufbaues bessere Werte als die Variante des Aufbaues.

Des Weiteren ist beim Diagramm der Primärenergieinhalt dargestellt, wobei der konventionelle Aufbau bessere Werte als der alternative Aufbau liefert. Der konventionelle Wandaufbau beinhaltet einen hohen Beitrag bei dem nicht erneuerbaren Primärenergieinhalt von 941 MJ/m^2 , indem der alternative Wandaufbau einen Wert von 922 MJ/m^2 hat. Dieser Wert verringert sich aufgrund der hinterlüftete Holzfassade. Pro kg erfordern der Holzfassade Bezug auf die Dicke als Baumaterial bei ihrer Herstellung den Primärenergieinhalt einen höheren Wert als Silikatputz mit Kustharzzusatz von:

- Silikatputz mit Kunstst.z. $\text{PENRT} = 11,405 \text{ MJ/kg};$ $\rho = 1800 \text{ kg/m}^3,$
- Holzfassade $\text{PENRT} = 2,082 \text{ MJ/kg};$ $\rho = 525 \text{ kg/m}^3,$

Der Ziegel als gebranntes Material erfordert einen sehr unterschiedlichen Primärenergiebedarf bei ihrer Herstellung, wobei der Hochlochziegel einen Wert von 900 kWh/m^3 aufweist. (Quelle: „Arwed TOMM, Ökologisch Planen und Bauen, Aachen 1991“) Pro kg liefert einen Wert von:

- Porotherm 25 $\text{PENRT} = 2,296 \text{ MJ/kg};$ $\rho = 976 \text{ kg/m}^3,$

Die Holzfaserdämmplatte beinhaltet einen sehr höheren Wert im Unterschied mit der EPS-Dämmung, wobei die Holzfaserdämmplatte aus thermomechanisch aufgeschlossenen Holzfaser ohne zusätzliche Bindemittel besteht [29], hingegen wird die EPS-Dämmung aus Polystyrol, Treibmittel (Pentan), Flammschutzmittel (HBCD) und Stabilisatoren hergestellt. [46] Der Baustoff EPS-Dämmung erfordert bei der Herstellung einen geringeren Primärenergieinhalt von $500 - 1000 \text{ (kWh/m}^3)$. (Quelle: „Arwed TOMM, Ökologisch Planen und Bauen, Aachen 1991“) Der Beitrag zur Primärenergie wird von den erneuerbaren Energieträgern, vor allem von Holzreststoffen geleistet, doch werden auch Strom und fossile Brennstoffe eingesetzt. Pro kg hat die EPS-Dämmung und die Holzfaserdämmstoffe einen Wert beim Primärenergieinhalt von:

- EPS-F $\text{PENRT} = 98,895 \text{ MJ/kg};$ $\rho = 16 \text{ kg/m}^3$ und
- Holzfaserdämmplatte $\text{PENRT} = 14,395 \text{ MJ/kg};$ $\rho = 250 \text{ kg/m}^3$

Die sind von der Rohdichte und der Dicke abhängig, wobei die EPS-F sehr energieaufwendig ist. Durch diesen Wandaufbau wird weniger Energie und die Umwelt wird auch dadurch niedriger belastet.

EPS-F Verwendung: als Außendämmung für vorgehängte Fassade und Wärmedämmverbundsysteme und als Innendämmung, Unter Plattenverkleidung.

EPS-F Eigenschaften: ist unverrottbar, beständig gegen Säuren und Alkalien, nicht beständig gegen Lösemittel und UV-Strahlung, fäulnisresistent, schwerentflammbar Brandklasse B1 etc. [22].

Holzfaser Verwendung: als Wand für Außendämmung vorgehängte Fassade, für Innendämmung und für Kerndämmung. Wird auch als Steildachdämmung, für auf/unter/zwischen Tragkonstruktion verwendet. Weiters wird als Decke für Bodenplatte, Kellerdecke und Geschossdecke geeignet.

Holzfaser Eigenschaften: sind vielseitig einsetzbar, besitzen gute Wärmedämm- und Schalldämmeigenschaften [22].

Das Säulendiagramm Nummer 2 beschreibt das globale Erwärmungspotenzial, wobei die Verarbeitung des Silikatputz mit Kunstharzzusatzes beim konventionellen Aufbaues ca. 5-mal (Bezug auf die Dicke) mehr CO₂-Emissionen erzeugt als der alternative Wandaufbau. Pro kg besitzen die Baustoffe hinsichtlich CO₂ einen Wert von:

- Silikatputz mit Kunsth.z. CO₂ = 0,531 äqu/kg; ρ = 1800 kg/m³,
- Holzfassade CO₂ = -1,686 äqu/kg; ρ = 525 kg/m³.

Die höheren Belastungen für die Herstellung des Porothermmaterial ergeben mehr CO₂-Emissionen, weil die Ziegelkonstruktion des beiden Aufbau eine Dichte von 864 kg/m³ hat. Der konventionelle Aufbau von dem Ziegel und der Dämmung ist schwer trennbar wegen der Verklebung und ist dadurch nicht rückbaueeignet. Die Dämmstoffe haben einen sehr hohen Verschmutzungsgrad. (Quelle: „Springer, Ökologischer Bauteilkatalog“) Der CO₂-Emissionswert der EPS-F und die Holzfaserdämmplatte setzen sich zusammen aus der Herstellung und aus der Entsorgung der Dämmung. Pro kg hat die EPS-Dämmung und die Holzfaserdämmplatte beim Treibhauspotenzial einen Wert von:

- EPS-F CO₂ = 4,169 äqu/kg; ρ = 16 kg/m³ und
- Holzfaserdämmplatte CO₂ = -0,804 äqu/kg; ρ = 250 kg/m³,

Wobei die Umwelt mit der Holzfaserdämmplatte möglichst wenig belastet wird. Aus ökologischer Sicht ist Holz als nachwachsender Rohstoff positiv zu bewerten, jedoch wird heute insgesamt schon mehr Holz verbraucht als nachwächst. Unbeschädigte Holzfaserdämmstoffe können wiederverwendet werden. Nicht bituminierte Holzfasern eignen sich zur Kompostierung.

Das ökologische Profil fällt unter der Klasse A, während der konventionelle Aufbau unter der Klasse B liegt.

Bei dem Versauerungspotenzial von Boden und Wasser ist es erkennbar, dass der konventionelle Wandaufbau einen höheren Beitrag beim SO₂ von 0,194 äqu/m² als der alternative Wandaufbau von 0,229 äqu/m² zeigt. Dieser Wert erhöht sich aufgrund der Holzfaserdämmplatte. Pro kg besitzen die Dämmungen beim Versauerungspotenzial einen Wert von:

- EPS-F SO₂ = 0,0149 äqu/kg; ρ = 16 kg/m³ und
- Holzfaserdämmplatte SO₂ = 0,004 äqu/kg; ρ = 250 kg/m³.

Einen weiteren bedeutenden Beitrag erzeugt die Holzfassade (Bezug auf die Dicke) beim alternativen Aufbau als der Silikatputz bei dem konventionellen Aufbau. Pro kg zeigen die beide Baustoffe beim SO₂ einen Wert von:

- Silikatputz o Kunsth.z. SO₂ = 0,00278 äqu/kg und
- Holzfaserdämmplatte SO₂ = 0,000754 äqu/kg.

Wobei die erste eine Dichte von 1800 kg/m³ und die andere von 1700 kg/m³ besitzen und auch von der Dicke abhängig sind. Je niedriger der Versauerungspotenzial ist, desto besser ist der Bauteil zu betrachten.

In der Tabelle 3.18 wird der Prozentsatz für die Dämmung berechnet. Je kleiner der Prozentsatz bei den in der Tabelle 3.18 beschriebenen Materialien ist, desto optimaler sind die Ergebnisse. Die Berechnung für die Dämmung sind auf einer 16 cm Wanddicke bezogen, um den Prozentanteil zwischen allen Methoden vergleichen zu können.

Produkt		Dicke (cm)	PENRT	CO ₂	SO ₂
EPS-F	Konvent.	16,0	PENRT =30,5%	CO ₂ =34,7%	SO ₂ =27,5%
Holzfasd.	Altern.	16,0	PENRT =69,4%	CO ₂ =65,2%	SO ₂ =72,4%
			PENRT	CO ₂	SO ₂
Ge. Aufbau	Konvent.	42,50	PENRT =56,9%	CO ₂ =82,10%	SO ₂ =53,3%
Ge. Aufbau	Altern.	41,06	PENRT =43,10%	CO ₂ =17,9%	SO ₂ =46,7%

Tabelle 3.18: Die Dämmung und der gesamte Aufbau im Prozentanteil

Bauphysikalisches Profil:

- Konventionelle Außenwand U= 0,191 W/m²K
- Variante Außenwand U= 0,268 W/m²K

Bauökologisches Profil:

- Konventionelle Außenwand Klasse B
- Variante Außenwand Klasse A

Bauökonomisches Profile:

- Konventionelle Außenwand 108,70 €/m²
- Variante Außenwand 133,53 €/m²

3.4.3 Flachdach aus Holz

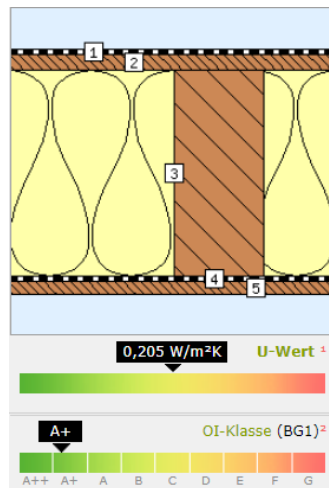


Abbildung 3.28: Konventioneller Bauteilaufbau, Flachdach aus Holz

Nr.	Schicht (von oben nach unten)	Dicke [cm]	PENRT [MJ/m ²]	CO ₂ [equ/m ²]	SO ₂ [equ/m ²]
1.	Dachhaut Sarnafil TS 77	0,18	138	4,15	0,0157
2.	OSB-Platte	1,8	92,4	-12,4	0,0226
3.	Glaswolle MW(WG)-W 80% Nutzholz(475 kg/m ³ 20%- zB Fichte/Tanne)	24	217	-26,1	0,0745
4.	Dampfbremse	0,02	5,16	0,170	0,000499
5.	OSB-Platte	1,5	77,0	-10,4	0,0189
Σ		27,5	530	-44,5	0,132

Tabelle 3.19: Indikatorwerte des konventionellen Bauteilaufbaues, Flachdach aus Holz

Der konventionelle Aufbau ist teilweise verklebt und teilweise mechanisch befestigt. Die OSB wird durch die mechanische Befestigung beim Rückbau zerstört und kann eher nur mehr in speziellen Anlagen thermisch verwertet werden. Die Dampfbremse ist nicht zerstörungsfrei demontierbar und kann auch nicht weiterverwendet werden. In diesem Fall aber ist die Dämmung rückbaueeignet, weil der obere und der untere Bereich nicht verklebt ist. Die Dachhaut ist eine Kunststoffbahn, die üblicherweise mechanisch befestigt wird und daher rückbaueeignet ist.

Kostenabschätzung: [131] [130] [85/89] [107] [105] [129]

Sarnafil=		18,35 €/m ²
OSB-P 1,8cm=		11,99 €/m ²
MW-W 24cm=	45,33 €/m ³	10,88 €/m ²
Nutzholz 24cm=	14,39 €/lfm	43,17 €/m ²
Dampfbremse =		6,35 €/m ²
OSB-P 1,5cm=		9,99 €/m ²

100,73 €/m²

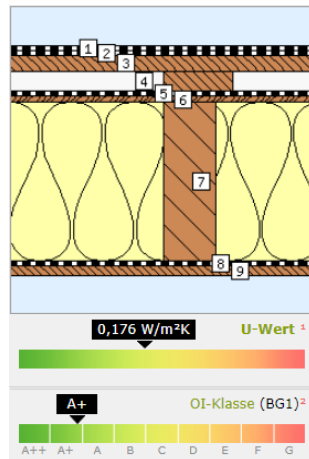


Abbildung 3.29: Alternativer Bauteilaufbau, das hinterlüftete Flachdach aus Holz

Nr.	Schicht (von oben nach unten)	Dicke [cm]	PENRT [MJ/m²]	CO ₂ [equ/m²]	SO ₂ [equ/m²]
1.	Soprema E-KV-5K	0,52	238	4,69	0,0318
2.	Soprema E-4-SK	0,41	188	3,69	0,0251
3.	Nutzholz (475 kg/m ³)	2,40	34,9	-20,8	0,0131
4.	Luftschicht stehend, 80% Wärmefluss nach oben Nutzholz (475 kg/m ³ 20%)	3	8,96	-5,34	0,00336
5.	ISOCELL OMEGA Winddichtung	0,06	15,2	0,500	0,00147
6.	Holzplatte	1,0	46,0	-5,02	0,0144
7.	Glaswolle MW(GW)-W 85% Nutzholz(475 kg/m ³ 15%- zB Fichte/Tanne)	24	213,0	-16,2	0,0723
8.	Dampfsperre RockTect Dasa.	0,02	11,0	0,342	0,00133
9.	OSB- Platte	1,5	77,0	-10,4	0,0189
Σ		32,91	822	-44,3	0,178

Tabelle 3.20: Indikatorwerte des alternativen Bauteilaufbaues, das hinterlüftete Flachdach aus Holz

Es handelt es sich um ein hinterlüftetes Dach, wobei als Dacheindeckung eine bituminöse zweilagige Dacheindeckung (ein Soprema-Produkt) vorgeschlagen wurde. Der alternative Aufbau unterscheidet sich bei dem konventionellen Aufbau durch die Hinterlüftung. Diese Variante ist bei der Entsorgung zumindest vom Hauptbauteil trennbar. Ungünstiger ist die oberste Schicht, die Dacheindeckung, zu bewerten, da sie verklebt und daher nicht weiterverwendbar ist. Die Dampfsperre ist mit dem Handtacker fixiert, kann auch nicht weiterverwendet werden. Die Holzstoffe und die Dämmung sind (bis auf die oberste Holzlage) einigermaßen gut trennbar. Das Bitumendach ist verklebt und daher nicht wieder verwendbar, es bleibt die thermische Entsorgung.

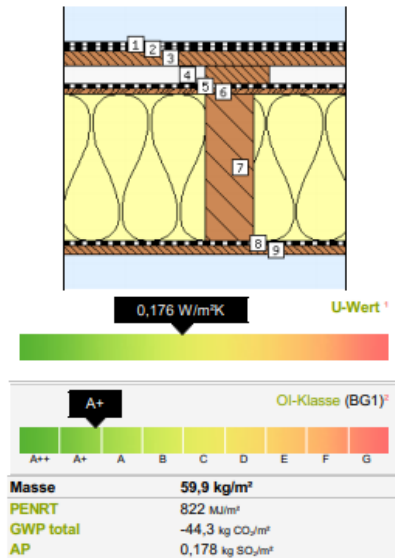
Kostenschätzung: [118] [106] [85/89] [107] [106] [129]

EKV5K 0,52cm=		7,58 €/m ²
E4SK 0,42cm=		7,0 €/m ²
Nutzholz 2,4cm=	1,69 €/lfm	13,43 €/m ²
Nutzholz 3cm=	0,69 €/lfm	14,375 €/m ²
Winddichtung =		2,256 €/m ²
Holzplatte 1cm=		26,33 €/m ²
Glaswolle MW-W24 cm	45,33 €/m ³	10,88 €/m ²
Nutzholz 24cm=	14,39 €/lfm	43,17 €/m ²
Dampfsperre =		4,19 €/m ²
OSB-P 1,5cm=		9,99 €/m ²
		<hr/>
		139,201 €/m²

28. 9. 2020
Bleta Rexha (P22208)
studentin



FD Alternativ Premstätten



Decke, Dach: Flach- oder Schrägdach gegen Außenluft - hinterlüftet - Wärmestrom nach oben (BG1)

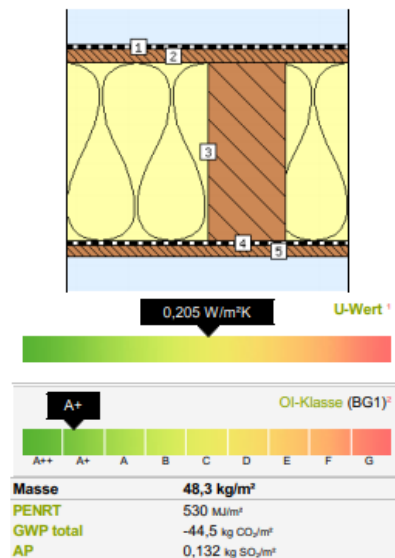
Nr. Typ Schicht	d cm	λ W/mK	R m²KW	ΔOI3 Pkt/m²
1 Soprema E-KV-5K	0,52	0,230	0,02	13
2 Soprema E-4-SK	0,41	0,230	0,02	10
3 Nutzholz (475 kg/m³ - zB Fichte/Tanne) - rauh, technisch getro	2,40	0,120	0,20	0
4 Inhomogen (Elemente quer bzw. parallel zur Traufe)	3,00			
42 cm (80%) Luftschicht stehend, Wärmefluss nach oben 26 <	3,00	0,200	0,15	0
10,5 cm (20%) Nutzholz (475 kg/m³ - zB Fichte/Tanne) - rauh,	3,00	0,120	0,25	0
5 ISOCELL OMEGA Winddichtung	0,06	0,220	0,00	1
6 Nordpan 1-lagige Massivholzplatte (Leimholzpl.) (Fichte) PEFC	1,00	0,130	0,08	3
7 Inhomogen (Elemente quer bzw. parallel zur Traufe)	24,00			
44,5 cm (85%) Glaswolle MW(GW)-W (18 kg/m³)	24,00	0,038	6,32	15
8 cm (15%) Nutzholz (475 kg/m³ - zB Fichte/Tanne) - rauh, tec	24,00	0,120	2,00	-1
8 RockTect Dasatop	0,02	0,500	0,00	1
9 AGEPAN® OSB/3 PUR	1,50	0,130	0,12	3
$R_{s1} / R_{s2} =$		0,100 / 0,100		
R' / R'' (max. relativer Fehler: 2,3%) =		5,812 / 5,552		
Bauteil	32,91	5,682	44	

Abbildung 3.30: Die Materialien des hinterlüfteten Flachdaches aus Holz, alternativer Aufbau

28. 9. 2020
Bleta Rexha (P22208)
studentin



FD Konventioneller Premstätten



Decke, Dach: Flach- oder Schrägdach gegen Außenluft - nicht hinterlüftet - Wärmestrom nach oben (BG1)

Nr. Typ Schicht	d cm	λ W/mK	R m²KW	ΔOI3 Pkt/m²
1 Sarnafil TS 77	0,18	0,170	0,01	7
2 AGEPAN® OSB/3 PUR	1,80	0,130	0,14	4
3 Inhomogen (Elemente quer bzw. parallel zur Traufe)	24,00			
41,5 cm (80%) Glaswolle MW(GW)-W (18 kg/m³)	24,00	0,038	6,32	14
10,5 cm (20%) Nutzholz (475 kg/m³ - zB Fichte/Tanne) - rauh,	24,00	0,120	2,00	-1
4 pro clima Intello plus	0,02	0,220	0,00	0
5 AGEPAN® OSB/3 PUR	1,50	0,130	0,12	3
$R_{s1} / R_{s2} =$		0,100 / 0,040		
R' / R'' (max. relativer Fehler: 1,3%) =		4,934 / 4,804		
Bauteil	27,50	4,869	28	

Abbildung 3.31: Die Materialien nicht hinterlüfteten Flachdaches aus Holz, konventioneller Aufbau

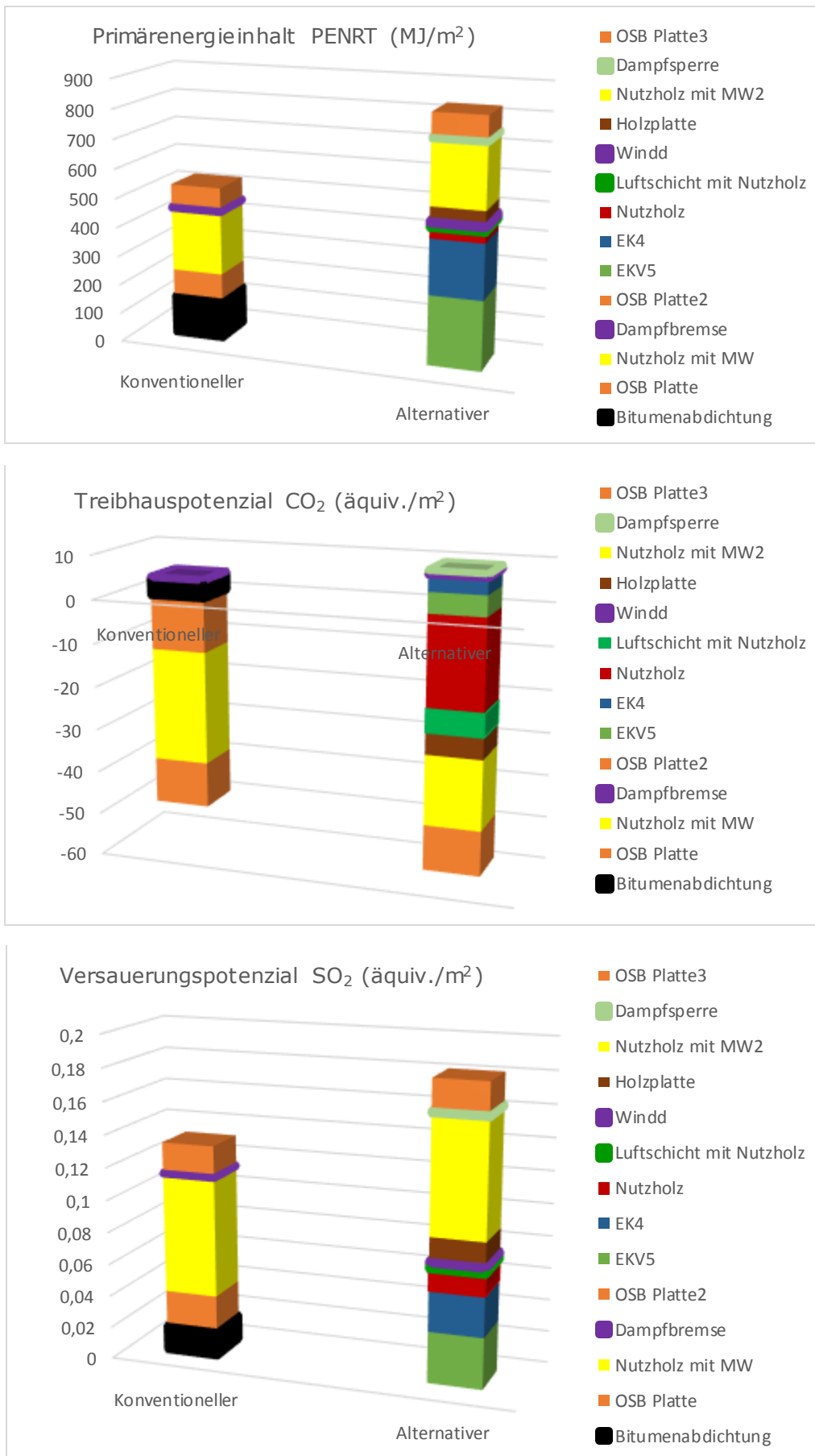


Abbildung 3.32: Die Indikator-Diagramme für den Flachdach aus Holz, Premstätten

Das Säulendiagramm stellt die Bewertung der ökologischen und bauphysikalischen Kriterien des Aufbaues dar.

Das erste Diagramm Abb. 3.32 zeigt für den gesamten Aufbau den nicht erneuerbarer Primärenergieinhalt für die Herstellung der verschiedenen Materialien des Flachdaches. Der konventionelle Dachaufbau liefert höhere Werte beim PENRT von 530 MJ/m² als der alternative Dachaufbau von 822 MJ/m², unterdessen wird bei dem alternativen Aufbau aufgrund die Abdichtungen mehr Energie verbraucht. Die Dachdeckung mit der Bitumenabdichtung verursacht die größten Belastungen in den Umweltkategorien. Die Baustoffe haben einen oberen Heizwert ca. 41(MJ). [23/ B 5.53] Pro kg weist die Abdichtungen unterschiedlicher Energie bei Ihrer Herstellung auf von:

- Sarnafil PENRT = 69,764 MJ/kg; $\rho = 1100 \text{ kg/m}^3$ und
- E-KV-5, E-4-SK PENRT = 41,596 MJ/kg; $\rho = 1100 \text{ kg/m}^3$

Eine vergleichende Darstellung des Primärenergieinhaltes für die Herstellung zeigt, dass die Bauweise aus Holz bessere Eigenschaften vorweist als die OSB-Platte. Obwohl die OSB-Platte im Unterschied mit dem Bauholz geringere Dicke vorweist, verbraucht sie trotzdem mehr Energie bei ihrer Herstellung. Pro kg werden die Baustoffen beim PENRT einen Wert haben von:

- OSB-Platte PENRT = 8,556 MJ/kg; $\rho = 600 \text{ kg/m}^3$ und
- Nutzholz PENRT = 2,515 MJ/kg; $\rho = 475 \text{ kg/m}^3$

Wobei das Bauholz 3-mal so viel Energie bei ihrer Herstellung als die OSB-Platte verbraucht. Die beide Baustoffen hängen stark von der Dichte und Dicke ab. Hohe Werte zeigen auch die Glaswolle-Dämmung bei ihrer Herstellung, die aus Quarzsand, Kalkstein und ca. 60% des Altglases, sowie organischen Stoffen wie Phenol-Formaldehydharz als Bindemittel bestehen wird. [46] Bei ihrer Herstellung verbraucht Glaswolle so viel Energie pro kg von:

- Glaswolle PENRT = 49,249 MJ/kg;

Wobei diese eine Dichte von 18 kg/m³ besitzt und der praktisch Wert davon abhängig ist.

Wie weit das globale Erwärmungspotenzial in der Abhängigkeit des gesamtes U-Wert des Außenwandaufbaus reduziert werden kann, zeigt das zweite Diagramm. Der CO₂-Emissionswert der Dachabdichtungen setzt sich aus der Herstellung und aus der Entsorgung der Bitumen und der Kunststoff- Dichtungsbahn zusammen. Die Holzbauschichten bezogen auf ihrer Dicken wirken als CO₂-Emissionen und verringern daher den Beitrag zum Treibhauseffekt.

Des Weiteren ist weder für die Bitumenabdichtung noch die Sarnafil Folienabdichtung eine Weiterverwendung möglich. Die Verbrennung von Bitumenabdichtung ist sehr problematisch, da es hohe Emissionen bei der Verbrennung aufweist, während bei der Sarnafil Folie die Verbrennung möglich ist. (Quelle: „Springer, Ökologischer Bauteilkatalog“) Pro kg weisen die Baustoffe beim CO₂-Emissionen einen Wert auf von:

- Sarnafil CO₂ = 2,096 äqu/kg; $\rho = 1100 \text{ kg/m}^3$ und
- E-KV-5 CO₂ = 0,819 äqu/kg; $\rho = 1100 \text{ kg/m}^3$

Dabei wird als die Umwelt mit der E-KV-5 Abdichtung wenig belastet. Dampfbremsen sind zu PE-Granulat recycelbar, sonst werden sie verbrennt. (Quelle: „Springer, Ökologischer Bauteilkatalog“)

Bei dem Versauerungspotenzial von Boden und Wasser zeigt die Variante des Aufbaues hohe Belastungen durch die Herstellung, als der konventionellere Aufbau. Die Sarnafil Folie bezogen auf die Dicke pro kg hat bessere Versauerungswerte als die Bitumenabdichtung.

- Sarnafil $SO_2 = 0,00792 \text{ äqu/kg}$ und
- E-KV-5 $SO_2 = 0,00556 \text{ äqu/kg}$

Je niedriger der Wert ist, desto geringer ist der potenzielle Beitrag zum sauren Regen. Die ökologischen Profile der beiden Varianten liegen unter der Klasse A+.

Produkt		Dicke (cm)	PENRT	CO ₂	SO ₂
Sarnafil	Konvent.	0,18	PENRT=36,70%	CO ₂ =46,94%	SO ₂ =33,05%
Soprema	Altern.	0,52	PENRT=63,29%	CO ₂ =53,05%	SO ₂ =66,94%
			PENRT	CO ₂	SO ₂
Ge. Aufbau	Konvent.	27,5	PENRT=39,2%	CO ₂ =50,1%	SO ₂ =42,5%
Ge. Aufbau	Altern.	32,90	PENRT=60,8%	CO ₂ =49,8%	SO ₂ =57,4%

Tabelle 3.21: Die Dacheindeckung und der gesamte Aufbau im Prozentanteil

Bauphysikalisches Profil:

- Konventionelles Dach $U = 0,205 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Alternatives Dach $U = 0,176 \text{ W/m}^2\text{K}$

Bauökologisches Profil:

- Konventionelles Dach Klasse A+
- Alternatives Dach Klasse A+

Bauökonomisches Profil:

- Konventionelles Dach $100,73 \text{ €/m}^2$
- Alternatives Dach $139,20 \text{ €/m}^2$

3.5 Der Markt in Vogau

Auch beim Markt in Vogau sollen die drei relevanten Aufbauten Dach, Wand und Fußboden näher untersucht werden.

Die Außenwand-Konstruktion im Supermarkt in Vogau besteht aus YTONG Wandelementen.

3.5.1 Erdanliegender Fußboden mit keramischem Belag

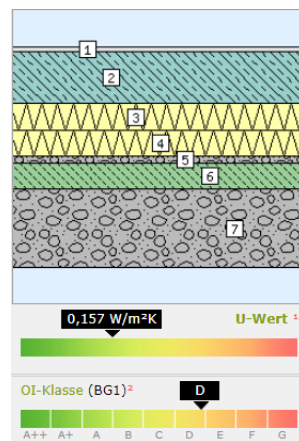


Abbildung 3.33: Konventioneller Bauteilaufbau, erdanliegender Fußboden aus Keramik

Nr.	Schichte (von innen nach außen)	Dicke [cm]	PENRT [MJ/m ²]	CO ₂ [equ/m ²]	SO ₂ [equ/m ²]
1.	Keramische Beläge (2300 kg/m ³)	1,5	456	26,9	0,0956
2.	Stahlbeton 160 kg/m ³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	20,0	796	77,5	0,206
3/4.	AUSTROTHERM XPS TOP 30 SF	20,0	562	25,2	0,0932
5.	Splitt Schüttung (leicht zem.ge)	3,0	7,75	0,752	0,00319
6.	Magerbeton	10,0	74,6	10,2	0,0222
7.	Schüttung aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m ³)	30,0	56,0	3,82	0,0259
Σ		84,50	1951	144	0,446

Tabelle 3.22: Indikatorwerte des konventionellen Bauteilaufbaues, erdanliegender Fußboden

Bei dem konventionellen Fußboden ist der festverbundene Aufbau schlecht rückbaueeignet. Die Schüttung nach der Reinigung ist wiederverwendbar. Die Fliesen als Material sind wegen dem Kleber schwer trennbar. Der Kleber ist nicht recycelbar. Es wird angenommen, dass der Fliesen und der Beton gemeinsam deponiert werden. Der Fliesen, der Beton, die Splitt Schüttung, und der Magerbeton können gemeinsam als Betonbruch z.B. für Straßenunterbau verwendet werden. Die Entsorgung der XPS-Dämmung erfolgt meist durch thermische Verwertung.

Kostenabschätzung: [83] [82] [85] [108] [127] [86]

Keramische Belag 1,5cm=		32,99 €/m ²
Beton 20cm=	90 €/m ³	18,0 €/m ²
XPS 20cm=	327,8 €/m ³	65,56 €/m ²
Splittschüttung 3cm=	504 €/m ³	15,12 €/m ²
Magerbeton 10cm=	90,0 €/m ³	9,0 €/m ²
Schüttung 1t 40,89€ 30cm=	0,0409 €/kg	22,086 €/m ²

162,756 €/m²

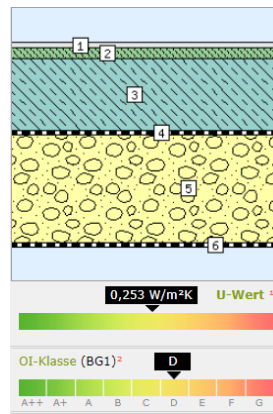


Abbildung 3.34: Alternativer Bauteilaufbau, erdanliegender Fußboden aus Keramik

Nr.	Schichte (von innen nach außen)	Dicke [cm]	PENRT [MJ/m ²]	CO ₂ [equ/m ²]	SO ₂ [equ/m ²]
1.	Keramische Beläge	1,5	456	26,9	0,0956
2.	Zement- und Zementfließestrich (1800 kg/m ³)	3,0	55,6	6,49	0,0150
3.	Normalbeton mit Bew. (2300 kg/m ³)	20	796	77,5	0,206
4.	Dichtungsbahn Polyethylen PE	0,03	20,5	0,616	0,00233
5.	GEOCELL Schaumglasschotter	30,0	324	18,0	0,0809
6.	TenCate Polyfelt TS	0,09	8,51	0,280	0,000824
Σ		54,62	1660	130	0,401

Tabelle 3.23: Indikatorwerte des alternativen Bauteilaufbaues, erdanliegender Fußboden

Der alternative Aufbau unterscheidet sich gegenüber dem konventionellen Aufbau bei dem Schaumglasschotter und an der oberen Schicht, als Zementfließestrich. Die Variante des Aufbaues ist teilweise verklebt, daher nicht gut voneinander trennbar. Die Geotextilfolie trennt Erdreich und Schaumglasschotter, und ist trennbar. Die Dämmung ist weiterverwendbar. Die Bodenplatte wurde auf Trennlage betoniert. Sie kann zerteilt und z.B. im Straßenunterbau verwendet werden. Es wird angenommen, dass der Beton, die Fliesen und der Kleber gegebenenfalls gemeinsam deponiert werden.

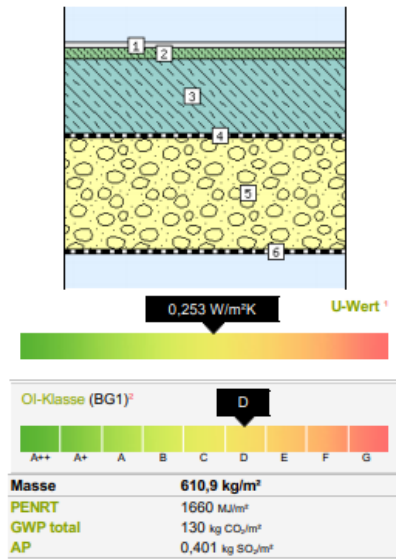
Kostenabschätzung: [83] [112] [82] [102] [111] [117]

Keramische Belag 1,5cm=	2199,33 €/m ³	32,99 €/m ²
Zement 3,0cm=		14,5 €/m ²
Beton 20cm	90 €/m ³	18,0 €/m ²
PE-Folie		19,11 €/m ²
GEOCELL 160kg 249,99 €	1,67 €/kg	75,15 €/m ²
Geotextil		1,55 €/m ²
		161,30 €/m²

7. 11. 2020
Bleta Rexha (P22208)
studentin



Fliesen FB Alternativer Vogau

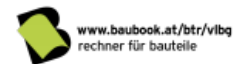


Boden: erdberührt - Wärmestrom nach unten (BG1)

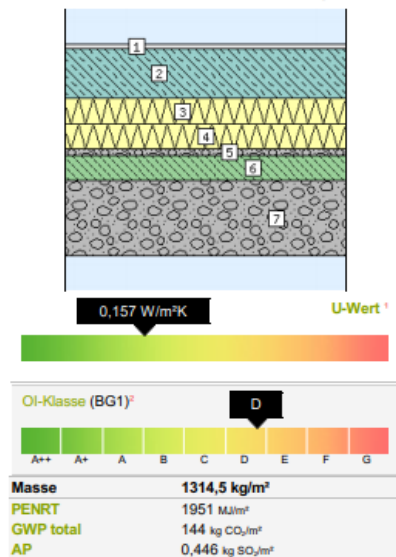
Nr.	Typ Schicht	d cm	λ W/mK	R m ² /KW	ΔOI3 Pkt/m ²
1	Keramische Beläge	1,50	1,300	0,01	32
2	Zement- und Zementfließestrich (1800 kg/m ³)	3,00	1,100	0,03	5
3	Normalbeton mit Bewehrung 2 % (2400 kg/m ³)	20,00	2,500	0,08	67
4	Dichtungsbahn Polyethylen (PE)	0,03	0,500	0,00	1
5	GEOCELL Schaumglasschotter (trocken)	30,00	0,082	3,66	25
6	TenCate Polyfelt TS	0,09	0,220	0,00	0
		$R_{el} / R_{ref} =$		0,170 / 0,000	
		R' / R'' (max. relativer Fehler: 0,0%) =		3,952 / 3,952	
Bauteil		54,62	3,952	130	

Abbildung 3.35: Die Materialien für den erdanliegenden Fußboden, alternativer Aufbau

13. 10. 2020
Bleta Rexha (P22208)
studentin



Fliesen FB konventioneller Vogau



Boden: erdberührt - Wärmestrom nach unten (BG1)

Nr.	Typ Schicht	d cm	λ W/mK	R m ² /KW	ΔOI3 Pkt/m ²
1	Keramische Beläge	1,50	1,300	0,01	32
2	Stahlbeton 160 kg/m ³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	20,00	2,500	0,08	67
3	AUSTROTHERM XPS TOP 30 SF	10,00	0,036	2,78	18
4	AUSTROTHERM XPS TOP 30 SF	10,00	0,036	2,78	18
5	Splittschüttung (leicht zementgebunden)	3,00	0,700	0,04	1
6	Magerbeton / Schütt- und Stampfbeton	10,00	1,350	0,07	7
7	Schüttungen aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m ³)	30,00	0,700	0,43	6
		$R_{el} / R_{ref} =$		0,170 / 0,000	
		R' / R'' (max. relativer Fehler: 0,0%) =		6,363 / 6,363	
Bauteil		84,50	6,363	149	

Abbildung 3.36: Die Materialien für den erdanliegenden Fußboden, konventioneller Aufbau

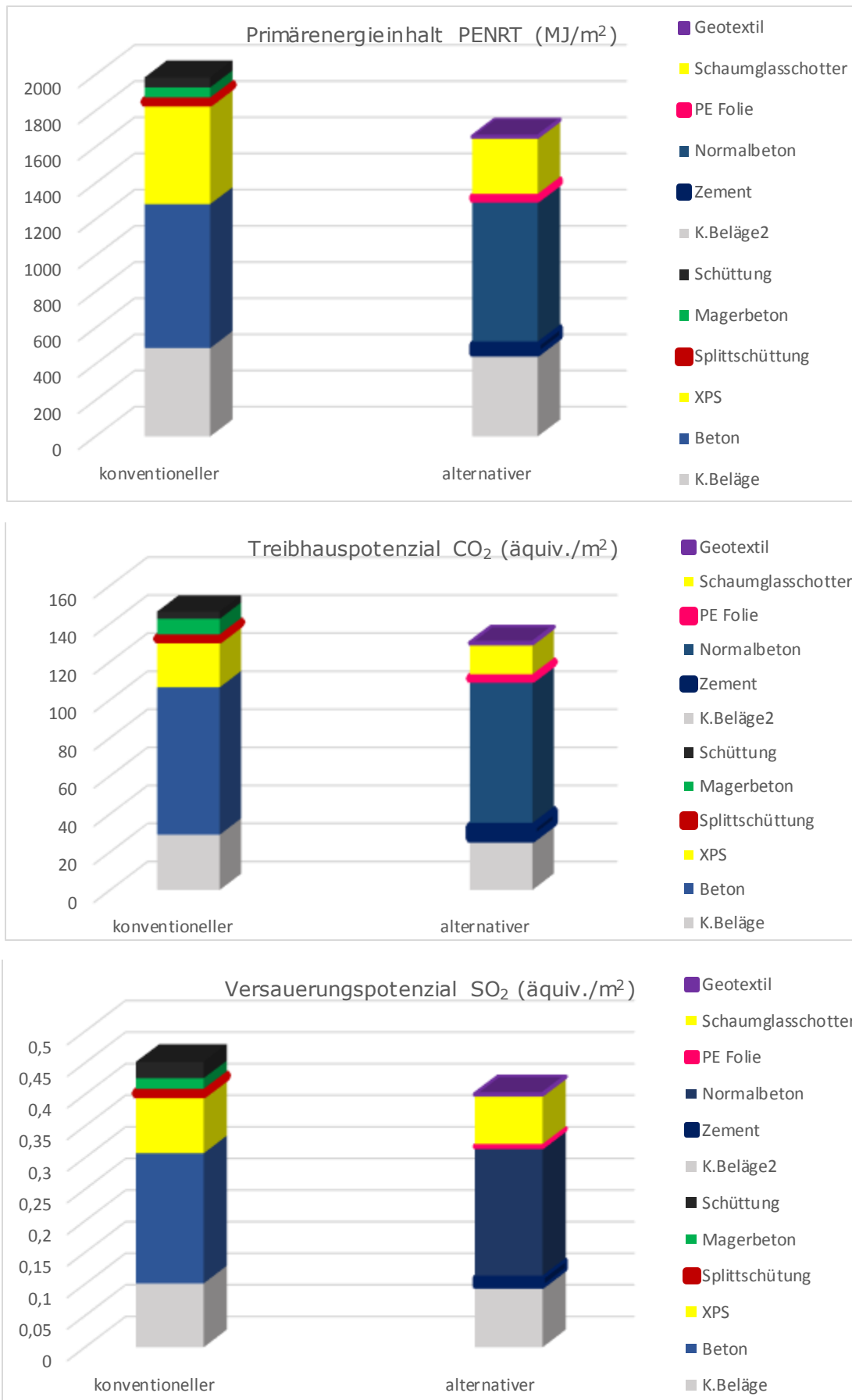


Abbildung 3.37: Die Indikator-Diagramme für den erdanliegenden Fußboden, Vogau

Wobei der Zement mit seinen produktionsbedingten Emissionen weltweit zu signifikanten Umweltbelastungen beiträgt. Höhere Werte erzeugen auch die Dämmungen bei dem Erwärmungspotenzial. Die unverschmutzte XPS-Abfälle (Verschnitte an der Baustelle, die derzeit allerdings nur mit anderen Kunststoffen gemeinsam gesammelt werden) können stofflich wiederverwertet werden [29], während der Schaumglasgranulat aus recyclieren Altglas [1] gewonnen wird. Der alternative Fußbodenaufbau mit Schaumglasgranulat, bietet eine kostengünstige und umweltfreundliche Alternative. Pro kg vorweist die XPS-Dämmung und Schaumglasgranulat auf die Erderwärmung eine Wert von:

- XPS $\text{CO}_2 = 4,204 \text{ äqu/kg}; \quad \rho = 38 \text{ kg/m}^3$
- Schaumglasschotter $\text{CO}_2 = 0,428 \text{ äqu/kg}; \quad \rho = 140 \text{ kg/m}^3.$

Bei dem Versauerungspotenzial von Boden und Wasser erzeugt der alternative Fußbodenaufbau einen geringeren Beitrag von $0,401 \text{ äqu/m}^2$ als der konventionelle Fußbodenaufbau von $0,446 \text{ äqu/m}^2$. Pro kg verursachen die verschiedene Baumaterialien beim Versauerungspotenzial einen Wert von:

- Keramische Belag $\text{SO}_2 = 0,00277 \text{ äqu/kg}; \quad \rho = 2300 \text{ kg/m}^3$
- STB $\text{SO}_2 = 0,000429 \text{ äqu/kg}; \quad \rho = 2400 \text{ kg/m}^3$
- XPS $\text{SO}_2 = 0,0155 \text{ äqu/kg}; \quad \rho = 38 \text{ kg/m}^3$
- Schaumglasgranulat $\text{SO}_2 = 0,00192 \text{ äqu/kg}; \quad \rho = 140 \text{ kg/m}^3.$

Je niedriger der Versauerungspotenzial ist, desto geringer ist die Gefahr von saurem Regen und die damit verbundenen Umweltschädigungen. Das ökologische Profil der beiden Aufbauten fällt unter der Klasse D.

Produkt		Dicke (cm)	PENRT	CO_2	SO_2
Ge. Aufbau	Konvent.	84,50	PENRT =54,0%	$\text{CO}_2 = 52,5\%$	$\text{SO}_2 = 52,6\%$
Ge. Aufbau	Alternativ	54,62	PENRT =45,9%	$\text{CO}_2 = 47,4\%$	$\text{SO}_2 = 47,3\%$

Tabelle 3.24: Der gesamte Aufbau im Prozentanteil

Bauphysikalisches Profil:

- Konventioneller Fußboden $U = 0,157 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Alternativer Fußboden $U = 0,253 \text{ W/m}^2\text{K}$

Bauökologisches Profil:

- Konventioneller Fußboden Klasse D
- Alternativer Fußboden Klasse D

Bauökonomisches Profil:

- Konventioneller Fußboden $162,76 \text{ €/m}^2$
- Alternativer Fußboden $161,30 \text{ €/m}^2$

3.5.2 Außenwand

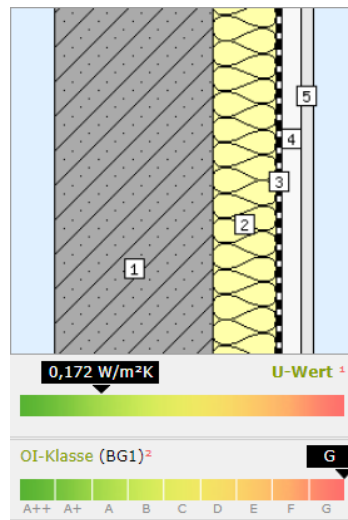


Abbildung 3.38: Konventioneller Bauteilaufbau, Außenwand vertikale Metallfassade

Nr.	Schichte (von innen nach außen)	Dicke [cm]	PENRT [MJ/m ²]	CO ₂ [equ/m ²]	SO ₂ [equ/m ²]
1.	YTONG Sy. wandelem. AAC 2,5-400	25,0	282	22,7	0,0662
2.	ISOVER KONTUR FSP 1-0,32	10,0	111	5,89	0,0368
3.	ISOCELL OMEGA Winddichtung	0,06	15,2	0,500	0,0147
4.	Luftschicht/Verbindungsbügel (*nicht gesondert berücksichtigt)	3,0	0	0	0
5.	PREFA Fassaden-Sidings	2,0	4914	367	1,63
Σ		41,0	5322	396	1,73

Tabelle 3.25: Indikatorwerte des konventionellen Bauteilaufbaues, Außenwand vertikale Metallfassade

Die konventionelle Außenwand hat eine geringere Materialvielfalt, daher ist sie gut rückbaueeignet. YTONG-Elemente sind leichte Porenbetonwände. Die Wandelemente und die Dämmung sind leicht trennbar, weil die Schichten lediglich miteinander verdübelt sein sollten. An der Außenseite sind die Fassaden Sidings auf Z-Träger Profilen montiert und mit Systemwinkeln aufgehängt, und leicht demontierbar. Steinwolle kann derzeit nur in der Deponie entsorgt werden. Der Porenbeton ist auf Baurestmassendeponien deponierbar, könnte aber für die Herstellung an Recycling-Baustoffe verwendet werden.

Kostenabschätzung: [94] [85] [106] [107] [95]

YTONG 25cm=		107,90 €/m ²
FSP 1-0,32 10cm=	138,72 €/m ³	19,42 €/m ²
Isocell 1,5*50m	162,20 €	2,256 €/m ²
Nutzholz 3cm	0,65 €/lfm	13,44 €/m ²
Fassaden-Sidings 2cm=	97,12 €/lfm	11,99 €/m ²
		139,31 €/m²

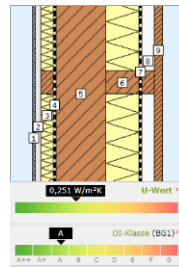


Abbildung 3.39: Erste Variante der Bauteilaufbau, Außenwand mit der Steinwolle

Nr.	Schichte (von innen nach außen)	Dicke [cm]	PENRT [MJ/m ²]	CO ₂ [equ/m ²]	SO ₂ [equ/m ²]
1.	Glättspachtel	0,20	4,29	0,220	0,000846
2.	Gipskartonplatte (900 kg/m ³)	1,3	56,5	2,65	0,00866
3.	Lattung dazw. Steinwolle MW(SW)-W (60 kg/m ³)	3,0	55,6	-39,4	0,0220
4.	Würth Dampfsperre Wütop DS Alu	0,02	138	8,28	0,0393
5.	KLH Massivholzplatte	12,0	328	-71,4	0,116
6.	Lattung dazw Steinwolle MW(SW)-W (60 kg/m ³)	8,0	88,9	-63,1	0,0352
7.	ISOCELL OMEGA Winddichtung	0,06	15,2	0,500	0,0147
8.	Lattung dazw. Luftstehende W-Fluss n.oben	3,0	29,6	-24,0	0,0107
9.	Nutzholz (525 Kg/m ³ -Lärche) rauh.luftge.	2,0	21,9	-17,7	0,00792
Σ		29,58	699	-78,3	0,262

Tabelle 3.26: Indikatorwerte des ersten Variante der Bauteilaufbau, Außenwand mit der Steinwolle

Als erste Variante wird eine hinterlüftete Außenwand vorgeschlagen, wobei sie möglichst leicht trennbar ist, da die Schichten miteinander nur mechanisch fixiert sind. Das Holz als Material ist leicht trennbar und auch wiederverwendbar oder thermisch verwertbar. Die Trennung von der Spachtel und der Gipskartonplatte ist nicht möglich. Es wird angenommen, dass die beiden Schichten auf der Baurestmassendeponie beseitigt werden. (Quelle: „Spring, Ökologischer Bauteilkatalog“) Die Winddichtung ist üblicherweise mechanisch auf der Unterkonstruktion befestigt oder verklebt und ist auch nicht weiter verwertbar. Die Dämmung ist derzeit nicht weiterverwendbar, wird in die Deponie entsorgt. Die Dampfsperre ist üblicherweise an das Holz verklebt und auch nicht weiterverwendbar.

Kostenabschätzung: [136] [134] [107] [85] [113] [135] [106] [107]

Glättspachtel 25kg	37,29€=	1,491 €/kg	3,57 €/m ²
Gipskartonp 1,3cm=			2,33 €/m ²
Steinwolle 3cm=		333,34 €/m ³	10,0 €/m ²
Steinwolle 8cm=		125,0 €/m ³	10,0 €/m ²
Lattung 3cm=		0,69 €/lfm	14,375 €/m ²
Lattung 8cm=		9,29 €/lfm	58,05 €/m ²
Dampfsprre 0,02cm=			1,39 €/m ²
KLH 12cm=			55-60 €/m ²
Isocell Windd =		169,20 €	2,256 €/m ²
Lattung 3cm=		0,69 €/lfm	14,375 €/m ²
Nutzholz 2cm		0,65 €/lfm	13,44 €/m ²

184,77 €/m²

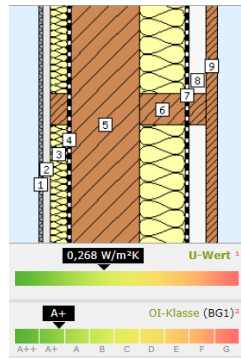


Abbildung 3.40: Zweite Variante der Bauteilaufbau, Außenwand mit der Schafwolldämmmatten

Nr.	Schichte (von innen nach außen)	Dicke [cm]	PENRT [MJ/m ²]	CO ₂ [equ/m ²]	SO ₂ [equ/m ²]
1.	Glättspachtel	0,20	4,29	0,220	0,000846
2.	Gipskartonplatte (900 kg/m ³)	1,3	56,5	2,65	0,00866
3.	Lattung dazw. Schafwolldämmmatten	3,0	11,0	0,298	0,00228
4.	Würth Dampfsperre Wütop DS Alu	0,02	138	8,28	0,0393
5.	KLH Massivholzplatte	12,0	328	-71,4	0,116
6.	Lattung dazw Schafwolldämmmatten	8,0	29,2	0,795	0,00609
7.	ISOCELL OMEGA Winddichtung	0,06	15,2	0,500	0,0147
8.	Lattung dazw. Luftstehende W-Fluss n.oben	3,0	29,6	-24,0	0,0107
9.	Nutzholz (525 Kg/m ³ -Lärche) rauh.luftge.	2,0	21,9	-17,7	0,00792
Σ		29,58	608	-88,9	0,185

Tabelle 3.27: Indikatorwerte der zweiten Variante des Bauteilaufbaues, Außenwand mit der Schafwolldämmmatten

Das Gleiche gilt sowohl für die Variante 1 der Außenwand, als auch für die Variante 2.

Recycling: Unbeschädigte, saubere Dämmstoffe können wiederverwendet werden. Die Wolle ohne Borsalzzusätze eignet sich zum Kompostieren. Ist die Wolle aus den Brandschutzgründen mit den Borsalzen imprägniert, muss sie deponiert und in Müllverbrennungsanlagen entsorgt werden. [46]

Kostenschätzung:

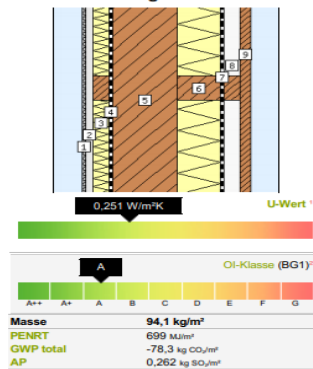
Glättspachtel 25kg 37,29€=	1,491 €/kg	3,57 €/m ²
Gipskartonp 1,3cm=		2,33 €/m ²
Schafwolle 3cm=	168 €/m ³	5,04 €/m ²
Schafwolle 8cm=	168 €/m ³	13,44 €/m ²
Lattung 3cm=	0,69 €/lfm	14,375 €/m ²
Lattung 8cm=	9,29 €/lfm	58,05 €/m ²
Dampfsprre 0,02cm=		1,39 €/m ²
KLH 12cm=		55-60 €/m ²
Isocell Windd. 0,06cm=		2,13 €/m ²
Lattung 3cm=	0,69 €/lfm	14,375 €/m ²
Nutzholz 2cm=	0,65 €/lfm	13,44 €/m ²

183,09 €/m²

28. 9. 2020
Bleta Rexha (P22208)
studentin

www.baubook.at/btr/vibg
rechner für bauteile

AW Alternativ Vogau



Wand: gegen Außenluft - hinterlüftet (BG1)

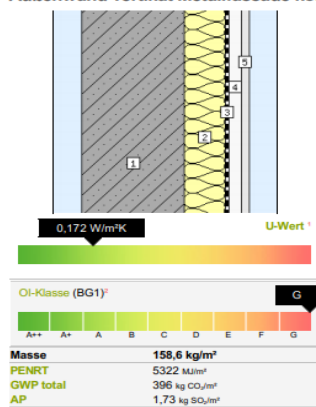
Nr.	Typ Schicht (von innen nach aussen)	d cm	λ W/mK	R m²KW	ΔOI3 Pkt/m²
1	Glattsputtel Durapid GS 60	0,20	0,800	0,00	0
2	Gipskartonplatte (900 kg/m³)	1,30	0,250	0,05	3
3	Inhomogen (Elemente horizontal) 51,5 cm (90%) Steinwolle MW(SW)-W (60 kg/m³) 5,5 cm (10%) Nutzholz (525 kg/m³ - zB Lärche) - rauh, luftgetr.	3,00	0,040	0,75	5
4	Würth Dampfsperre Wütop DS Alu	0,02221	0,000	0,00	11
5	KLH®-Massivholzplatte	12,00	0,120	1,00	15
6	Inhomogen (Elemente horizontal) 51,5 cm (90%) Steinwolle MW(SW)-W (60 kg/m³) 5,5 cm (10%) Nutzholz (525 kg/m³ - zB Lärche) - rauh, luftgetr.	8,00	0,040	2,00	13
7	ISOCELL OMEGA Winddichtung	0,06	0,220	0,00	1
8	Inhomogen (Elemente horizontal) 51,5 cm (90%) Luftschicht stehend, Wärmefluss nach oben 5,5 cm (10%) Nutzholz (525 kg/m³ - zB Lärche) - rauh, luftgetrocknet	3,00	0,200	0,15	0
9	Nutzholz (525 kg/m³ - zB Lärche) - rauh, luftgetrocknet	2,00	0,130	0,23	0
		$R_s / R_{s,w} =$		0,130 / 0,130	
		R' / R'' (max. relativer Fehler: 2,5%) =		4,089 / 3,886	
Bauteil		29,58	3,987	45	

Abbildung 3.41: Die Materialien, hinterlüftete Außenwand von der Steinwolle

7. 11. 2020
Bleta Rexha (P22208)
studentin

www.baubook.at/btr/vibg
rechner für bauteile

Außenwand vertikal Metallfassade konventionell Vogau



Wand: gegen Außenluft - nicht hinterlüftet (BG1)

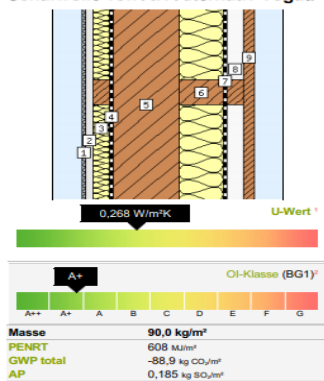
Nr.	Typ Schicht (von innen nach aussen)	d cm	λ W/mK	R m²KW	ΔOI3 Pkt/m²
1	YTONG Systemwandelement AAC 2,5-400	25,00	0,110	2,27	22
2	ISOVER KONTUR FSP 1- 032	10,00	0,031	3,23	10
3	ISOCELL OMEGA Winddichtung	0,06	0,220	0,00	1
4	Luft/Verbindungsbügel (* nicht gesondert berücksichtigt) (Luftsz)	3,00	0,200	0,15	0
5	PREFA Fassaden-Sidings	2,00	0,100	0,20	0
		$R_s / R_{s,w} =$		0,130 / 0,040	
		R' / R'' (max. relativer Fehler: 0,0%) =		5,821 / 5,821	
Bauteil		40,06	5,821	474	

Abbildung 3.42: Die Materialien, hinterlüftete Außenwand mit PREFA Fassade

28. 9. 2020
Bleta Rexha (P22208)
studentin

www.baubook.at/btr/vibg
rechner für bauteile

Schafwolle von AW Alternativ Vogau



Wand: gegen Außenluft - hinterlüftet (BG1)

Nr.	Typ Schicht (von innen nach aussen)	d cm	λ W/mK	R m²KW	ΔOI3 Pkt/m²
1	Glattsputtel Durapid GS 60	0,20	0,800	0,00	0
2	Gipskartonplatte (900 kg/m³)	1,30	0,250	0,05	3
3	Inhomogen (Elemente horizontal) 51,5 cm (90%) Schafwollklimmmatten DWS 5,5 cm (10%) Nutzholz (525 kg/m³ - zB Lärche) - rauh, luftgetr.	3,00	0,046	0,65	1
4	Würth Dampfsperre Wütop DS Alu	0,02221	0,000	0,00	11
5	KLH®-Massivholzplatte	12,00	0,120	1,00	15
6	Inhomogen (Elemente horizontal) 51,5 cm (90%) Schafwollklimmmatten DWS 5,5 cm (10%) Nutzholz (525 kg/m³ - zB Lärche) - rauh, luftgetr.	8,00	0,046	1,74	2
7	ISOCELL OMEGA Winddichtung	0,06	0,220	0,00	1
8	Inhomogen (Elemente horizontal) 51,5 cm (90%) Luftschicht stehend, Wärmefluss nach oben 5,5 cm (10%) Nutzholz (525 kg/m³ - zB Lärche) - rauh, luftgetr.	3,00	0,200	0,15	0
9	Nutzholz (525 kg/m³ - zB Lärche) - rauh, luftgetrocknet	2,00	0,130	0,23	0
		$R_s / R_{s,w} =$		0,130 / 0,130	
		R' / R'' (max. relativer Fehler: 1,9%) =		3,802 / 3,659	
Bauteil		29,58	3,730	30	

Abbildung 3.43: Die Materialien, hinterlüftete Außenwand mit Schafwolle

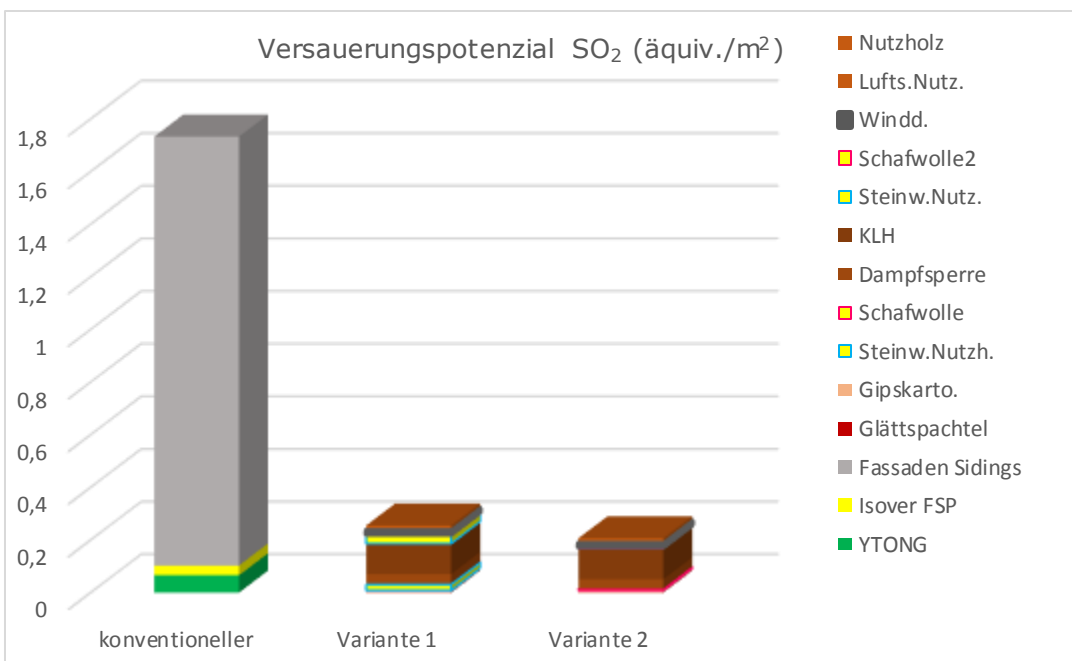
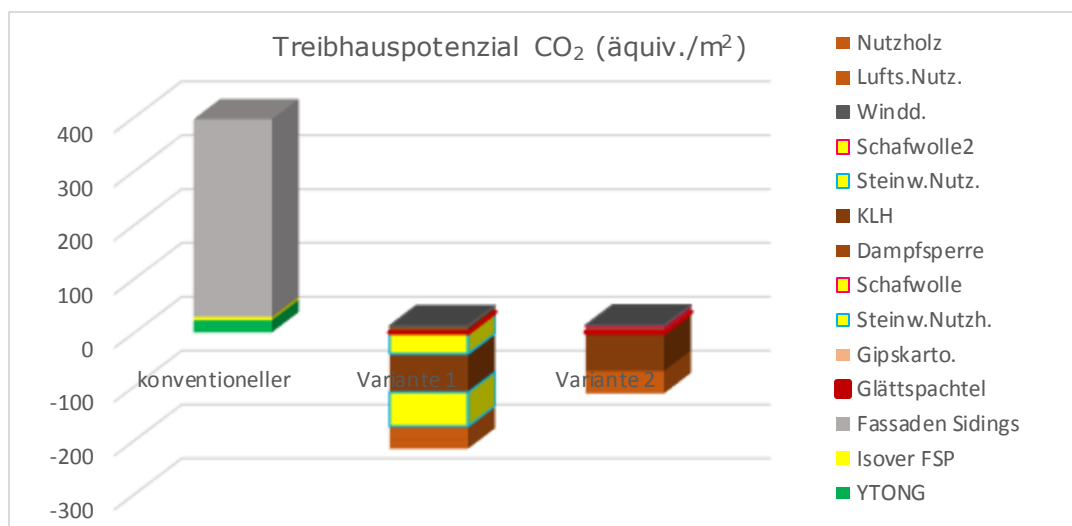
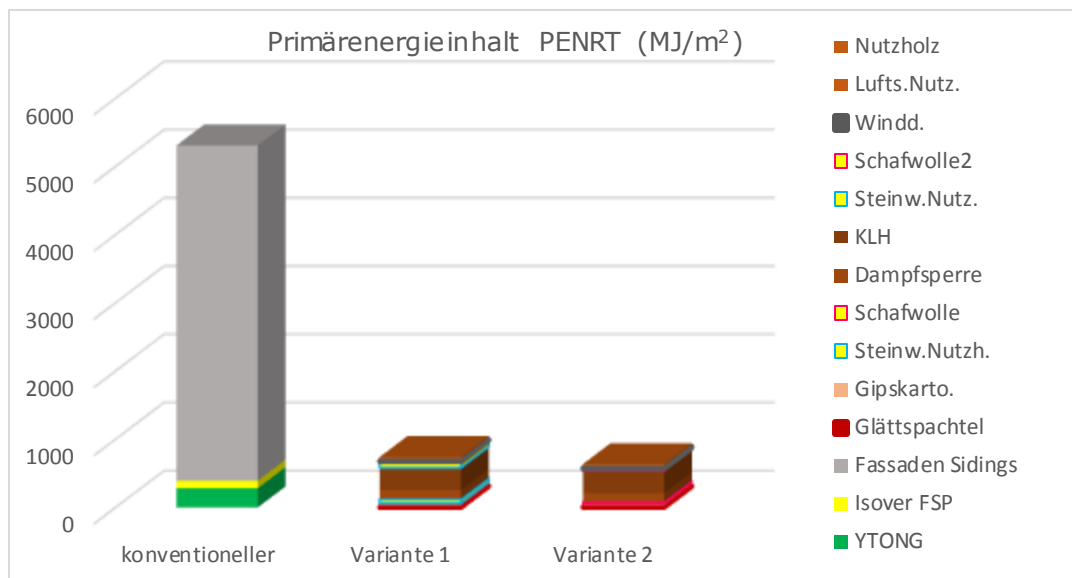


Abbildung 3.44: Die Indikator-Diagramme für die Außenwand, Vogau

Bei der nicht erneuerbaren Primärenergie, wie in Diagramm dargestellt ist, erzeugt ebenfalls die Bauweise in Holz die geringste Umweltauswirkung, während die Fassaden Sidings eine hohe Primärenergieinhalt verursachen. Die konventionelle Außenwand zeigt insgesamt einen höchsten Beitrag bei der nicht erneuerbaren Primärenergieinhalt von 5325 MJ/m², indem die erste Variante einen Wert von 699 MJ/m² und zweite Variante einen Wert von 608 MJ/m² erzeugen. Diese Werte verringern sich aufgrund von der Bauweise aus Holz. Der Baustoff Aluminium erfordert bei der Herstellung einen sehr hohen Primärenergieinhalt von 100.000 – 200.000 (kWh/m³). (Quelle: „Arwed TOMM, Ökologisch Planen und Bauen, Aachen 1991“) Pro kg erfordern die Baumaterialien bei ihrer Herstellung den Primärenergieinhalt einen Wert von:

- Fassaden Sidings PENRT = 87,744 MJ/kg; ρ = 2800 kg/m³ und
- Nutzholz PENRT = 2,082 MJ/kg; ρ = 525 kg/m³

Die Gipskartonplatte besteht aus einem beidseitig kartonbeschichteten Gipskern. Bei dem schonenden Rückbau können die Platten weiterverwendet werden. [13] Dies wird allerdings in der Praxis praktisch nie beobachtet, da die Platten ja am Untergrund verschraubt sind, die Schrauben verspachtelt sind und daher ein mechanischer Abbruch üblich ist. Die Schafwolle beinhaltet einen sehr geringeren Wert bei dem Primärenergieinhalt im Unterschied mit der Stein- und der Glaswolle, wobei sie aus reiner Schafwolle, die teilweise aus recyclierter Schurwolle gewonnen wird. Steinwolle wird aus Diabas, Dolomit, Kalkstein hergestellt wird und die Glaswolle aus Quarzsand, Kalkstein und ca. 60% Altglas (Flach- und Flaschenglas) sowie organischen Stoffen wie Phenol-Formaldehydharz als Bindemittel besteht. (Quelle: „Edition Detail, Dämmstoffe“) Die Rohstoffe werden in den Schmelzwannen bei > 1000 °C geschmolzen und anschließend in eine Zerfaserungsmaschine geleitet, die je nach Hersteller unterschiedlich arbeitet. [46] Beim Vergleich des Primärenergiebedarfs, die zur Herstellung der Produkte benötigt wird, hat die Glas- und Steinwolle einen Wert von 100 – 400 kWh/m³ und die Schafwolle einen geringeren Wert von 30 - 80 kWh/m³. Pro kg vorweisen die Dämmungen beim Primärenergieinhalt einen Wert von:

- Glaswolle PENRT = 46,249 MJ/kg; ρ = 24 kg/m³,
- Steinwolle PENRT = 21,362 MJ/kg; ρ = 60 kg/m³ und
- Schafwolle PENRT = 19,742 MJ/kg; ρ = 18,5 kg/m³,

Die Wärmedämmung mit der Steinwolle verursacht die größten Belastungen in den Umweltkategorien als Variante 1 und Variante 3. Die Herstellung der Matten ist ökotoxisch unproblematisch. Die Schafwolle ist ungiftig. Während dem Einbau und der Nutzung ist die Schafwolle mit keinen ökotoxischen Wirkungen zu rechnen. Bei der Entsorgung kann die Schafwolle nach der Nutzung ohne Probleme kompensiert werden. (Quelle: „Springer, Ökologie der Dämmstoffe“)

Glaswolle/Steinwolle Verwendung: für Wärmeschutz, Schallschutz, Brandschutz als Matten, Platten etc.

Glaswolle/Steinwolle Eigenschaften: ist leicht zu verarbeiten, diffusionsoffen, gegen Schimmel, Fäulnis und Ungeziefer resistent, Brandklasse A1, A2 etc. [22].

Schafwolle Verwendung: als Wand für außengedämmte vorgehängte Fassade, für außengedämmte Leichtelement, und für außengedämmte Wärmedämmverbundsystem. Wird auch als Kerndämmung und Innendämmung verwendet. Weiter wird für Steildach- und Flachdachdämmung und als Decke für Oberhalb/Unterhalb der Bodenplatte, für Kellerdecke und Geschossdecke verwendet.

Schafwolle Eigenschaften: ist vielfältig, Mottenschutzmittel, Brandklasse E Feuchteverhalten, Schallabsorptionsverhalten etc. [1].

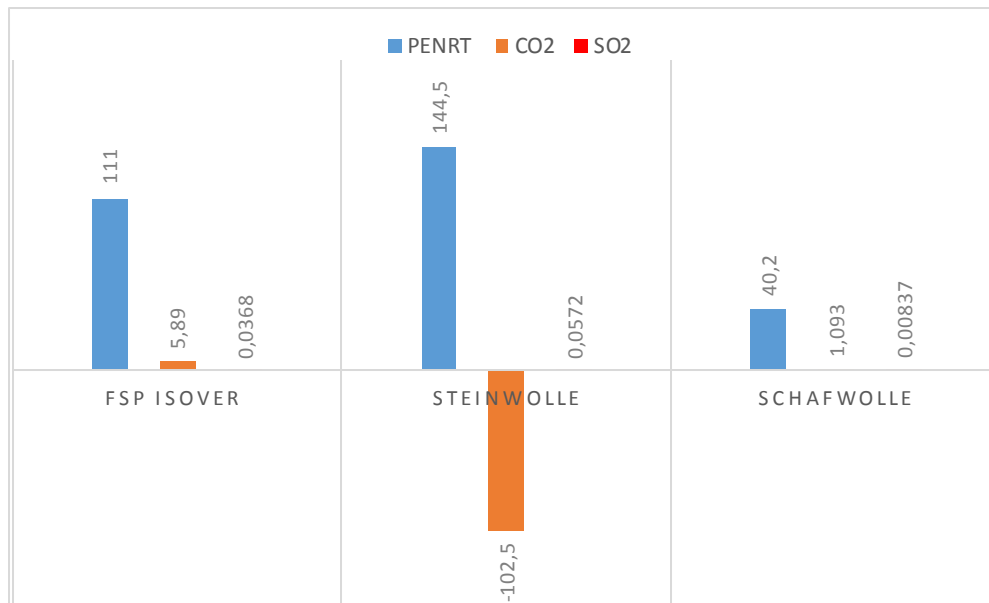


Abbildung 3.45: Die ökologische Optimierung von den Dämmstoffen

Produkt		Dicke (cm)	PENRT	CO ₂	SO ₂
PREFA	Konvent.	2,0	PENRT=99,55%	CO ₂ =95,39%	SO ₂ =98,90%
Holz	Altern.	2,0	PENRT=0,44%	CO ₂ =4,60%	SO ₂ =0,48%
			PENRT	CO ₂	SO ₂
Ge. Aufbau	Konvent.	41,0	PENRT=80,3%	CO ₂ =70,3%	SO ₂ =79,5%
Ge. Aufbau	Altern 1.	29,6	PENRT=10,6%	CO ₂ =13,90%	SO ₂ =12,0%
Ge. Aufbau	Altern 2.	29,6	PENRT=9,17%	CO ₂ =15,7%	SO ₂ =8,5%

Tabelle 3.28: Das einzelnen Materialien Metall und der gesamte Aufbau im Prozentanteil

Bauphysikalisches Profil:

- Konventionelle Außenwand U= 0,172 W/m²K
- Erste Variante Außenwand U= 0,251 W/m²K
- Zweite Variante Außenwand U= 0,268 W/m²K

Bauökologisches Profil:

- Konventionelle Außenwand Klasse G
- Erste Variante Außenwand Klasse A
- Zweite Variante Außenwand Klasse A+

Bauökonomisches Profil:

- Konventionelle Außenwand 139,31 €/m²
- Erste Variante Außenwand 184,77 €/m²
- Zweite Variante Außenwand 183,09 €/m²

3.5.3 Flachdach aus Fichte

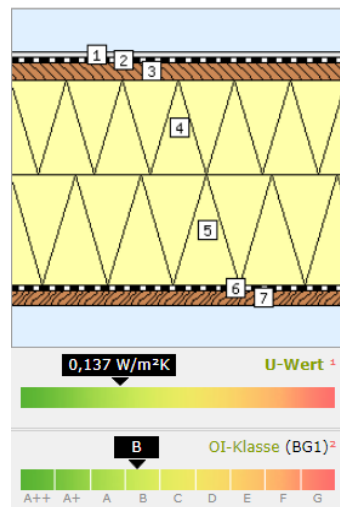


Abbildung 3.46: Konventioneller Bauteilaufbau, das Flachdach aus Fichte

Nr.	Schichte (von oben nach unten)	Dicke [cm]	PENRT [MJ/m ²]	CO ₂ [equ/m ²]	SO ₂ [equ/m ²]
1.	EPDM, Baufolie Gummi	0,20	201	6,23	0,0257
2.	Hakofelt T (PP-Vlies)	0,01	2,58	0,0848	0,000250
3.	OSB- Platte	2,2	113	-15,2	0,0277
4/5.	ROCKWOOL Durock Austria 038 REI30	26,0	386	46,4	0,266
6.	Dampfbremse Polyethylen (PE)	0,01	5,50	0,171	0,000666
7.	Schwörer 3-Schichtplatte	1,9	78,7	-8,58	0,0246
Σ		30,32	787	29,1	0,345

Tabelle 3.29 Indikatorwerte des konventionellen Bauteilaufbaues, das Flachdach aus Fichte

Das konventionelle Flachdach ist nicht bei allen Bestandteilen bei der Entsorgung trennbar. Die 3-Schichtplatte ist gut rückbaueeignet. Die Dampfbremse ist nicht weiterverwendbar. Die Dämmung kann sauber ins Recycling gehen, wobei in der unteren Schicht eine Dampfbremse verlegt wurde und in der oberen Schicht eine Holzspanplatte verlegt ist. Die Baufolie wird auf der OSB-Platte befestigt, daher ist sie nicht vollflächig trennbar und mit der OSB-Platte thermisch verwertet.

Kostenschätzung: [110] [125] [132] [85] [116] [133]

EPDM 0,20cm=	89,88 €/m	64,2 €/m ²
PP-Vlies 0,01cm=		1,50 €/m ²
OSB-Platte 2,2cm=		9,29 €/m ²
Steinwolle 26,0=	182,08 €/m ³	47,34 €/m ²
PE-Folie=	82,79 €/Rol.	0,827 €/m ²
3-Schichtplatte 1,9cm=	4,745 €/lfm	29,99 €/m ²

153,147 €/m²

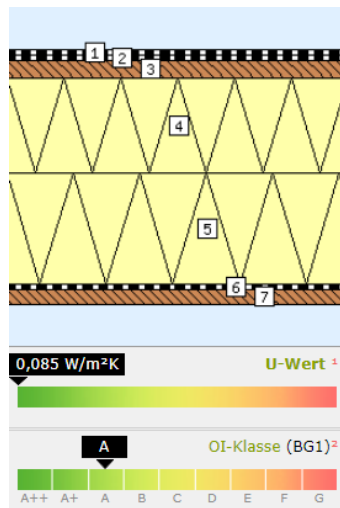


Abbildung 3.47: Variante Bauteilaufbau, das Flachdach aus TPE

Nr.	Schichte (von oben nach unten)	Dicke [cm]	PENRT [MJ/m ²]	CO ₂ [equ/m ²]	SO ₂ [equ/m ²]
1.	Bauder THERMOPLAN T	0,20	163	4,91	0,0185
2.	Hakofelt T (PP-Vlies)	0,03	7,74	0,254	0,000749
3.	OSB- Platte	2,2	113	-15,2	0,0277
4.	BACHL PUR/PIR Dämmplatten MV 120- 240mm	12,0	361	16,5	0,0680
5.	BACHL PUR/PIR Dämmplatten MV 120- 240mm	14,0	421	19,3	0,0793
6.	Dampfbremse Polyethylen (PE)	0,01	5,50	0,171	0,000666
7.	OSB- Platte	1,9	78,7	-8,58	0,0246
Σ		30,30	1187	10,4	0,223

Tabelle 3.30: Indikatorwerte der Bauteilaufbauvariante, Flachdach mit TPE

Die Variante des Aufbaues unterscheidet sich gegenüber dem konventionellen Aufbau bei der Dämmung. Hinsichtlich der Entsorgung sind die Materialschichten verlegt und mechanisch verbunden, daher sind sie gut rückbaueeignet. Die OSB-Platte ist prinzipiell rückbaueeignet, wird aber in der Praxis durch die aufwändige Verschraubung eher thermisch entsorgt werden. Die Dampfbremse ist nicht weiterverwendbar. Die PUR Dämmung kann sauber zur thermischen Verwertung gehen, wobei in der unteren Schicht eine Dampfbremse und in der oberen Schicht eine Holzspanplatte verlegt wurde.

Kostenschätzung: [114] [125] [132] [115] [116]

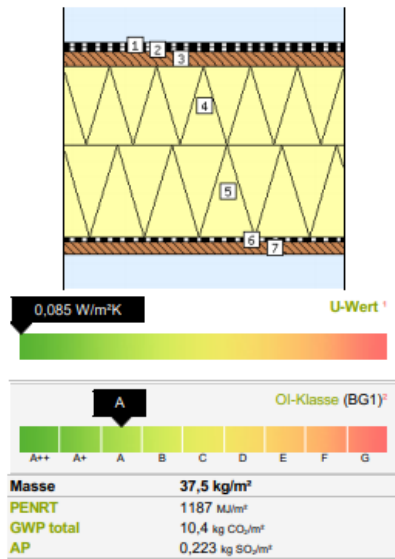
Bauder THERMOPLAN T=		17,70€/m ²
PP-Vlies 0,03cm=		1,50 €/m ²
OSB-P 2,2cm=		9,29€/m ²
PUR/RIP 26cm=		57,14 €/m ²
Dampfbremse 0,01cm=	82,79 €/Rol.	0,827 €/m ²
OBS-P 1,9cm=		6,99 €/m ²
		93,45 €/m²

28. 9. 2020
Bleta Rexha (P22208)
studentin



Variante Flachdach Vogau

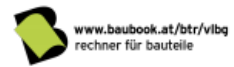
Decke, Dach: Flach- oder Schrägdach gegen Außenluft - nicht hinterlüftet - Wärmestrom nach oben (BG1)



Nr. Typ Schicht	d cm	λ W/mK	R m²K/W	ΔOI3 Pkt/m²
1 BauderTHERMOPLAN T	0,20	0,500	0,00	9
2 Hakofelt T (PP-Vlies)	0,03	0,100	0,00	0
3 OSB-Platten (650 kg/m³)	2,20	0,130	0,17	5
4 BACHL PUR/PIR Dämmplatten Alu	12,00	0,023	5,22	24
5 BACHL PUR/PIR Dämmplatten Alu	14,00	0,023	6,09	28
6 Dampfbremse Polyethylen (PE)	0,01	0,500	0,00	0
7 OSB-Platten (650 kg/m³)	1,90	0,130	0,15	5
		$R_{e} / R_{ne} =$		0,100 / 0,040
		R' / R'' (max. relativer Fehler: 0,0%) =		11,767 / 11,767
Bauteil	30,34	11,767	71	

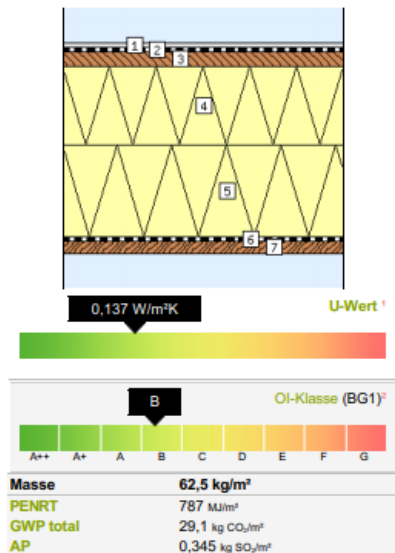
Abbildung 3.48: Die Materialien des Flachdaches aus PUR-Dämmung, alternativer Aufbau

28. 9. 2020
Bleta Rexha (P22208)
studentin



26 cm Flachdach Vogau

Decke, Dach: Flach- oder Schrägdach gegen Außenluft - nicht hinterlüftet - Wärmestrom nach oben (BG1)



Nr. Typ Schicht	d cm	λ W/mK	R m²K/W	ΔOI3 Pkt/m²
1 EPDM Baufoleie, Gummi	0,20	0,170	0,01	11
2 Hakofelt T (PP-Vlies)	0,01	0,100	0,00	0
3 AGEPAN® OSB/3 PUR	2,20	0,130	0,17	5
4 ROCKWOOL Durock Austria 038	12,00	0,038	3,16	26
5 ROCKWOOL Durock Austria 038	14,00	0,038	3,68	30
6 Dampfbremse Polyethylen (PE)	0,01	0,500	0,00	0
7 Schwörer 3-Schichtplatte Fichte (PEFC)	1,90	0,120	0,16	4
		$R_{e} / R_{ne} =$		0,100 / 0,040
		R' / R'' (max. relativer Fehler: 0,0%) =		7,323 / 7,323
Bauteil	30,32	7,323	77	

Abbildung 3.49: Die Materialien des Flachdach aus Steinwolle, konventioneller Aufbau

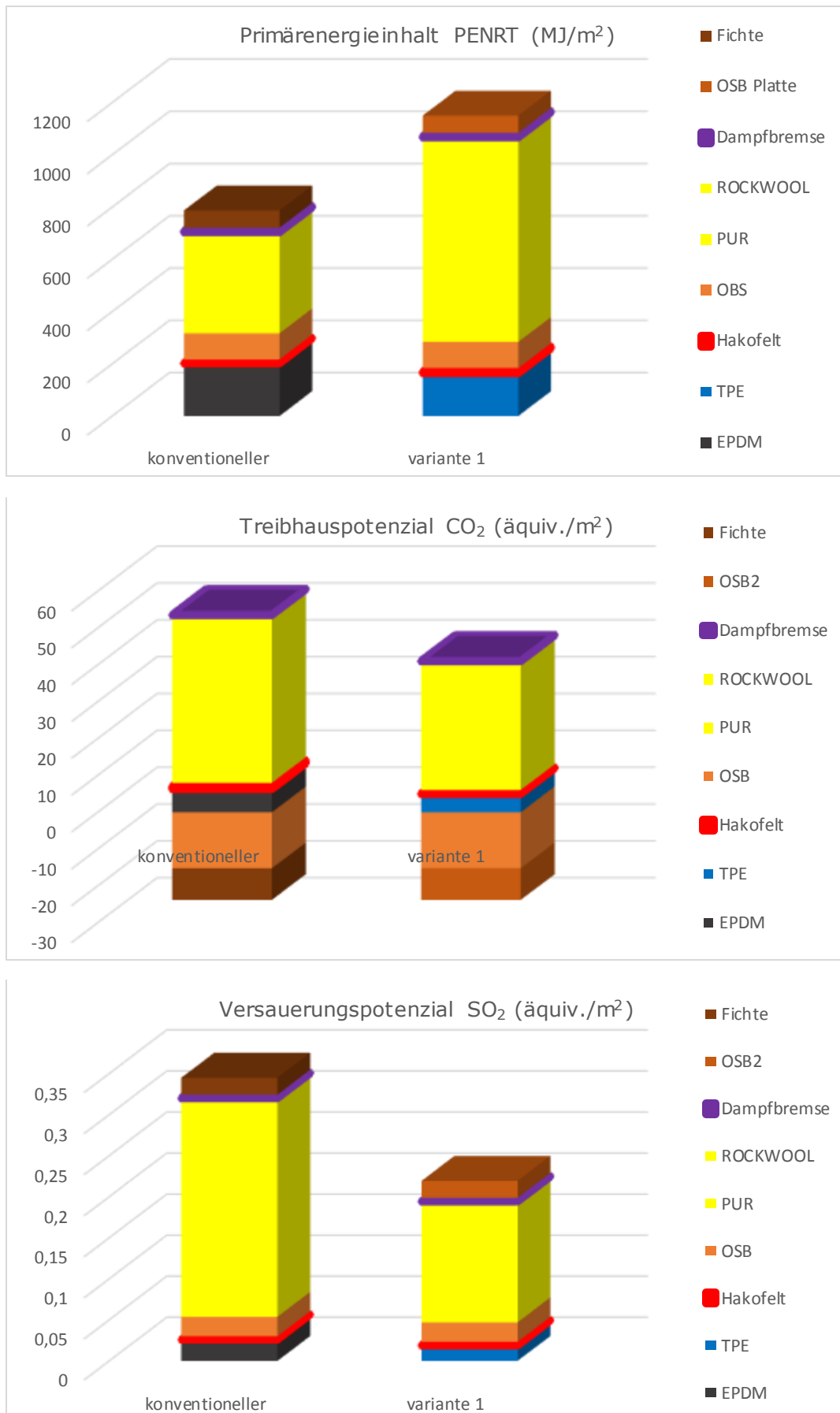


Abbildung 3.48: Die Indikator-Diagramme für das Flachdach, Vogau

Das Diagramm beschreibt die ökologischen Kriterien für den konventionellen Aufbau und die Variante.

Das erste Diagramm Abb. 3.48 zeigt für den gesamten Aufbau den nicht erneuerbaren Primärenergiebedarf für die Herstellung der verschiedenen Materialien des Flachdaches. Die Dachdeckung mit der Bitumenabdichtung zeigt höhere Werte bei der Darstellung der nicht erneuerbaren Primärenergieinhalt, indem sie einen sehr unterschiedlichen Primärenergiebedarf von 12.000-20.000 kWh/m³ erfordern. [12] Der Energieaufwand zur Herstellung der Bitumenabdichtungen ist vergleichsweise hoch. Pro kg werden sie beim Primärenergieinhalt einen Wert haben von:

- EPDM PENRT = 83,733 MJ/kg und
- TPE PENRT = 69,764 MJ/kg,

EPDM weist eine Dichte von $\rho = 1200 \text{ kg/m}^3$ auf und TPE eine Dichte von $\rho = 1170 \text{ kg/m}^3$ besitzt. Bei der nicht erneuerbaren Primärenergiebedarf liefert die Mineralwolle geringere Werte im Unterschied mit der PUR Dämmplatten-Alu höhere Werte bei ihrer Herstellung. Die Mineralwolle benötigt eine hohen unterschiedlichen Primärenergiebedarf von 100-400 kWh/m³, während die Polyurethan-Dämmplatte 800-1400 kWh/m³ erzeugt. [12] Pro kg vorweisen sie bei ihrer Herstellung einen Wert von:

- Mineralwolle PENRT = 10,11 MJ/kg; $\rho = 147 \text{ kg/m}^3$ und
- PUR PENRT = 94,039 MJ/kg; $\rho = 32 \text{ kg/m}^3$,

Dabei ist die PUR-Dämmung sehr viel energieaufwändig als die Mineralwolle, in der Anwendung ist allerdings PUR deutlich leichter.

PUR-Hartschaum Verwendung: als Wand für Innendämmung unter Plattenverkleidung, als Flachdachdämmung für Kalt- und Warmdach, als Decke für Oberhalb der Bodenplatte, für Oberhalb der Kellerdecke und für Geschossdecke zwischen Tragkonstruktion.

PUR-Hartschaum Eigenschaften: sind überwiegend geschlossenzellig, harte Schaumstoffe. PUR-Hartschaum ist druckfest, fäulnisresistent, verrottungsresistent und Brandklasse B2/B1. [22].

Die Darstellung des Umweltindikators des globalen Erwärmungspotenziales erfolgt im zweiten Diagramm, indem die Dachhaut die betrachteten Umweltkategorien beherrscht werden. Die Dachhäute auf die Erderwärmung belasten stark die Umwelt. Pro kg vorweisen einen Wert von:

- EPDM CO₂ = 2,594 äqu/kg; $\rho = 1200 \text{ kg/m}^3$ und
- TPE CO₂ = 2,096 äqu/kg; $\rho = 1170 \text{ kg/m}^3$

Alle zwei Aufbauten liefern positive Beiträge zum Treibhauspotenzial. Der Grund liegt auch im hohen Anteil der Dämmungen und Komponenten aus nachstehenden Rohstoffen. Die Variante mit der PUR-Dämmplatte führt zu deutlich besserem Treibhauseffekt als der konventionelle Aufbau mit der Mineralwolle, obwohl selbst die PUR-Dämmplatte mehr CO₂-Emissionen erzeugt bzw. dadurch mehr die Umwelt belastet wird. Die Auswirkung der Dämmstoffprodukten auf die Erderwärmung vorweisen pro kg einen Wert von:

- Mineralwolle CO₂ = 1,213 äqu/kg; $\rho = 147 \text{ kg/m}^3$ und
- PUR CO₂ = 4,299 äqu/kg; $\rho = 32 \text{ kg/m}^3$,

In der Abbildung 3.51, das Diagramm Nr. 2 zeigt, dass die Umwelt deutlich mehr durch die Mineralwolle belastet wird. Aufgrund der Rohdichte erzeugt die Mineralwolle mehr CO₂-Emissionen. Die Entsorgung der Polyurethan-Hartschaum Produkten erfolgt durch thermische Entsorgung in Müllverbrennungsanlagen, während für die Mineralwolle durch

die Deponieverordnung festschreibt, dass die Entsorgung der Mineralwolle in der Baurestmassendeponie erfolgt. (Quelle: „SpringerWienNewYork, Ökologie der Dämmstoffe“)

Bei dem Versauerungspotenzial von Boden und Wasser erzeugt die PUR-Dämmung des alternativen Aufbaus optimalere Ergebnisse als die Mineralwolle des konventionellen Flachdachaufbaus. Je niedriger der Versauerungspotenzial ist, desto besser ist das Bauteil zu bewerten. Das ökologische Profil fällt unter der Klasse A, während der konventionelle Aufbau unter der Klasse B liegt.

Produkt		Dicke (cm)	PENRT	CO ₂	SO ₂
Durock-Däm.	Konvent.	26,0	PENRT=33,04%	CO ₂ =56,44%	SO ₂ =64,40%
PUR-Däm.	Altern.	26,0	PENRT=66,95%	CO ₂ =43,55%	SO ₂ =35,59%
			PENRT	CO ₂	SO ₂
Ge. Aufbau	Konvent.	30,32	PENRT=39,9%	CO ₂ =73,6%	SO ₂ =60,7%
Ge. Aufbau	Altern.	30,30	PENRT=60,1%	CO ₂ =26,3%	SO ₂ =39,3%

Tabelle 3.31: Die Dämmung und der gesamte Aufbau im Prozentanteil

Bauphysikalisches Profil:

- Konventionelles Flachdach U= 0,137 W/m²K
- Variantes Flachdach U= 0,085 W/m²K

Bauökologisches Profil:

- Konventionelles Flachdach Klasse B
- Variantes Flachdach Klasse A

Bauökonomisches Profil:

- Konventionelles Flachdach 153,14 €/m²
- Variante Flachdach 93,45 €/m²

3.6 Fenster – Betrachtung für alle drei Baumärkte

Zur natürlichen Belichtung und Belüftung von Innenräumen sind Fenster ohne Einschränkung notwendig. Für große Fenster spricht das Bestreben, möglichst viel Tageslicht in die Räume zu lassen, je nach Himmelsrichtung auch die Möglichkeit, Wärmeenergie durch die Sonneneinstrahlung zu gewinnen. Gegen große Fenster spricht der Energieverlust, der bei transparenten Flächen immer erheblich größer ist als bei geschlossenen Wandflächen, aber auch der solare Wärmeeintrag in der warmen Jahreszeit. Aus ökologischer Betrachtung sind alle verwendeten Baustoffe für den Rahmen in gewisser Weise bedenklich. Einheimische Hölzer sind knapp und nur eingeschränkt einsetzbar. [12]

Gegen die Alufenster spricht der sehr hohe Energieverbrauch bei der Herstellung von Alu, wobei heute die Verwendung von Recyceltem Alu häufiger wird, was den Energieeinsatz deutlich mindert. Ein Alufenster braucht zur Herstellung aus Neumaterial hundertmal so viel Energie wie ein Holzfenster gleicher Größe. PVC wiederum ist zwar kostentechnisch günstig, hat eine starke Wärmedehnung und ist statisch relativ weich, es werden Stahlverstärkungen erforderlich. PVC besteht zu 43% aus Erdöl und zu 57% aus Vinylchlorid mit Zuschlagstoffen. [9]

Die Fenster auf der Nordseite sollten generell einen besseren Wärmeschutz bieten oder einfach kleiner bemessen sein. [9] Der Primärenergiebedarf für die Herstellung des Glases ist mit fast 15000 kWh/m³ sehr hoch. Bei der Produktion fallen erhebliche Schadstoffemissionen an. Gasfüllungen in den Mehrscheibenisolierrgläsern entweichen mit der Zeit. Das Recycling von Bauglas ist technisch ohne weiteres möglich, wird jedoch organisatorisch häufig nicht bewältigt. [12]

3.6.1 Von Alu-Rahmen zu Holz-Rahmen 3,6 x 1,38 m



Abbildung 3.49: konventionelles zweiteiliges Fensterelement mit einem offenbarem Flügel, Kaindorf

Komponente	Produkt/Richtwert	U _w -Wert [W/m²K]	PENRT [MJ/m²]	CO ₂ [equ/m²]	SO ₂ [equ/m²]
Verglasung	MEALUXIT Wärmeschutzverglasung	1,10			
Rahmen	Hochwärmedämmender Alu Rahmen	1,10			
		[W/mK]			
Ψ (Psi-Richtwert)	Kunststoff/Butyl	0,030			
Ergebnis	3,6 X 1,38 (m)	1,153	901,24	33,0909	0,317

Tabelle 3.32: Der Indikatorwert des konventionellen zweiteiligen Fensterelementes mit einem offenbarem Flügel

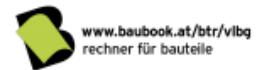


Abbildung 3.50: alternatives zweiteiliges Fensterelement mit einem offenbarem Flügel, Kaindorf

Komponente	Produkt/Richtwert	U _w -Wert [W/m²K]	PENRT [MJ/m²]	CO ₂ [equ/m²]	SO ₂ [equ/m²]
Verglasung	Dreifach-Wärmeschutzglas, Argon, 40< Scheibenstärke	0,650			
Rahmen	Holz-Rahmen-Hartholz <=74 Stockrahmentiefe <91	1,90			
		[W/mK]			
Ψ (Psi-Richtwert)	Kunststoff/Butyl (2-IV	0,040			
Ergebnis	3,6 X 1,38 (m)	0,966	685,50	11,262	0,311

Tabelle 3.33: Der Indikatorwert des alternativen zweiteiligen Fensterelementen mit einem offenbarem Flügel

4. 7. 2020
Bleta Rexha (P22208)
studentin



FT variante Kaindorf

Fenster (transparentes Bauteil): in Nicht-Wohngebäuden gegen Außenluft, 2 Flügel (BG1)

U_w': 1,043W/m²K	Breite x Höhe: 3,6 x 1,38 m	ΔOI3: 66 Pkt/m²	PENRT: 685,50 MJ/m²	GWP-total: 11,2624 kg CO ₂ equ./m²	AP: 0,311476 kg SO ₂ equ./m²
--------------------------------------	--	------------------------------	----------------------------------	--	--

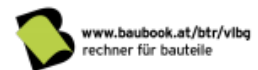


Komponente	Bezeichnung	Kennwert(e)	ΔOI3
Verglasung	Dreifach-Wärmeschutzglas, Argon, 40 < Scheibenstärke	U _g = 0,650 W/m²K	49
Rahmen	Holz-Rahmen Hartholz <= 74 Stockrahmentiefe < 91	U _f = 1,900 W/m²K Rahmenbreite = 0,12 m	17
ψ (lin. Wärmebrückencoef.) Richtwert (Kunststoff/Butyl (2-IV; Ug <1,4; Uf 1,4 - 2,1))		ψ = 0,040 W/mK	



Abbildung 3.51: Die Fensteralternativ im Supermarkt in Kaindorf

7. 10. 2020
Bleta Rexha (P22208)
studentin



Büro FT konventioneller Kaindorf

Fenster (transparentes Bauteil): in Nicht-Wohngebäuden gegen Außenluft, 2 Flügel (BG1)

U_w': 1,153W/m²K	Breite x Höhe: 3,6 x 1,38 m	ΔOI3: 78 Pkt/m²	PENRT: 901,24 MJ/m²	GWP-total: 33,0909 kg CO ₂ equ./m²	AP: 0,317424 kg SO ₂ equ./m²
--------------------------------------	--	------------------------------	----------------------------------	--	--



Komponente	Bezeichnung	Kennwert(e)	ΔOI3
Verglasung	MEALUXIT Wärmeschutzverglasung, 4/16/4 (Ar 90%)	U _g = 1,100 W/m²K	28
Rahmen	Hochwärmedämmender Alu Rahmen	U _f = 1,100 W/m²K Rahmenbreite = 0,15 m	50
ψ (lin. Wärmebrückencoef.) Richtwert (Kunststoff/Butyl (3-IV; Ug 0,9 - 1,4; Uf <1,4))		ψ = 0,030 W/mK	

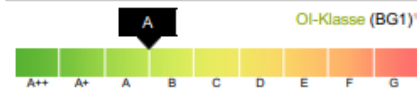


Tabelle 3.34: konventioneller Fenster im Supermarkt in Kaindorf

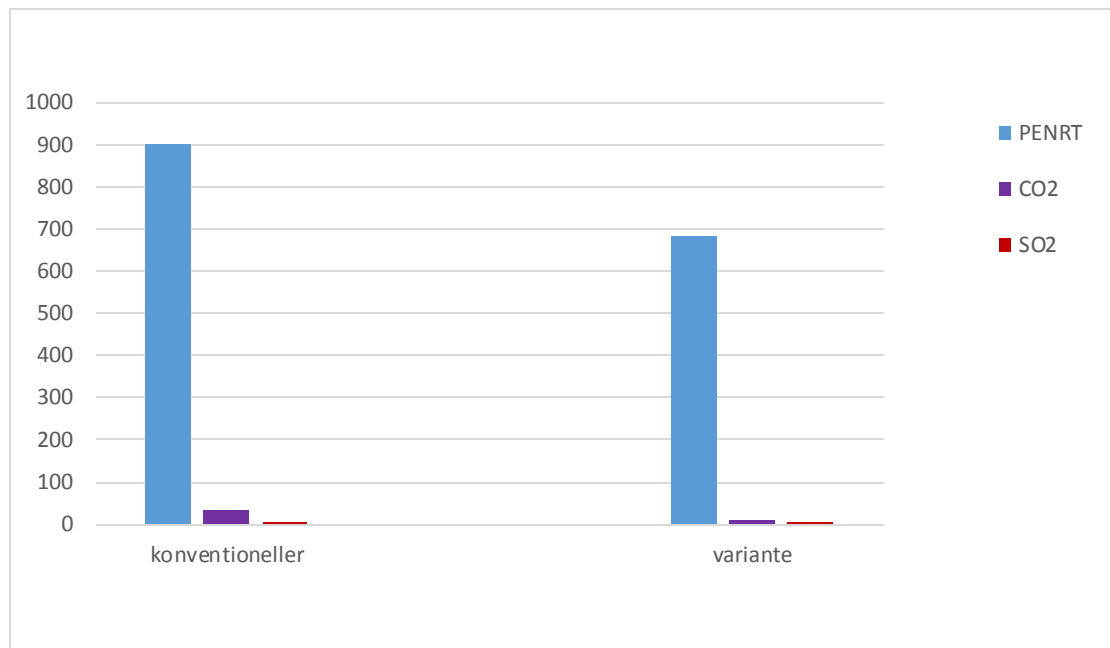


Abbildung 3.52: Das Indikator Diagramm für das Fenster im Supermarkt Kaindorf

Das Balkendiagramm beschreibt die ökologischen Indikatoren des Fensters. Das Diagramm beschäftigt sich mit dem Vergleich zwischen dem konventionellen und dem alternativen Fenstertyp. Aus dem bauphysikalischen Kriterium führt der variantere Fenstertyp zu einer Verbesserung der technischen Eigenschaften als der konventionelle Typ des Fensters. Das bauphysikalische Kriterium des konventionellen Fenstertyps besitzt einen U-Wert von $U_w = 1,153 \text{ W/m}^2\text{K}$, während der alternative Fenstertyp einen U-Wert von $U_w = 0,966 \text{ W/m}^2\text{K}$ hat.

Vorgeschlagen wurde zwei Flügel des Holz-Fensters, weil die vorgeschlagene Weise optimalere Ergebnisse als Alu-Rahmen liefert. Die Umweltindikatoren betragen im Unterschied mit dem konventionellen Fenster kleinere Werte. Der Wert der Umweltindikatoren hängt wesentlich von Breite und Höhe ab.

In der Tab. 3.33 ist ersichtlich, dass der Primärenergieinhalt für das zweiflügelige Fenster einen Wert von $901,24 \text{ (MJ/m}^2)$ zeigt.

Bei den beschichteten Aluminiumprofilen sind keine wiederholten Oberflächenbehandlungen notwendig. „Springer, Ökologische Bauteilkatalog“

Bei dem Treibhauspotenzial kann übersichtlich dargestellt werden, dass die Verarbeitung dieses Materialies mehr CO_2 -Emissionen erzeugt. Die Entsorgung ist problematisch. Die stoffliche Verwertung ist prinzipiell beim Aluminium nach der Trennung gut möglich, allerdings wird die Umwelt durch Emissionen während des Recycling-Prozesses (flüchtige Verbindungen, Salzschlacken etc.) belastet. [13] Durch die Indikatorwerte fällt der varianter Fenstertyp unter der Klasse A++, während das konventionelle Fenster unter der Klasse A liegt.

Bei dem Versauerungspotenzial verspricht die Fenstervariante einen bessere Wert.

Produkt		Verschlechterung	Verbesserung
Fenster	Alu-Rahmen Holz-Rahmen		PENRT=31,5% CO ₂ =193,8% SO ₂ =1,9%

Tabelle 3.35: Die Fenstervariante

3.6.2 Von Kunststoff-Rahmen zu Holz-Alu Fensterrahmen 2,64 x 1,0 m



Abbildung 3.53: konventionelles dreiteiliges Fensterelement mit einem offenbarem Flügel mittig, Premstätten

Komponente	Produkt/Richtwert	U _w -Wert [W/m²K]	PENRT [MJ/m²]	CO ₂ [equ/m²]	SO ₂ [equ/m²]
Verglasung	Internorm 2-ScheibenIsolierglas light	1,10			
Rahmen	Kunststoff-Rahmen <= 40 Stockrahmentiefe <71	1,60			
		[W/mK]			
Ψ (Psi-Richtwert)	Kunststoff/Butyl	0,060			
Ergebnis	2,64 X 1,00 (m)	1,433	1439,35	71,0490	0,3264

Tabelle 3.36: Indikatorwerte des konventionellen dreiteiligen Fensterelementen mit einem offenbarem Flügel mittig

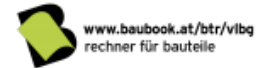


Abbildung 3.54: alternatives dreiteiliges Fensterelement mit einem offenbarem Flügel mittig, Premstätten

Komponente	Produkt/Richtwert	U _w -Wert [W/m²K]	PENRT [MJ/m²]	CO ₂ [equ/m²]	SO ₂ [equ/m²]
Verglasung	Dreifach-Wärmeschutzglas, Argon, 40< Scheibenstärke	0,650			
Rahmen	ACTUAL ALWOOD Holz-Alu Fensterrahmen (Fi)	0,910			
		[W/mK]			
Ψ (Psi-Richtwert)	Kunststoff/Butyl (2-IV	0,040			
Ergebnis	2,64 X 1,00 (m)	0,835	1108,72	34,9823	0,4266

Tabelle 3.37: Indikatorwerte des alternativen dreiteiligen Fensterelementes mit einem offenbarem Flügel mittig

30. 6. 2020
Bleta Rexha (P22208)
studentin



FT variante Premstätten

Fenster (transparentes Bauteil): in Nicht-Wohngebäuden gegen Außenluft, 3 Flügel (BG1)

U_w² 0,835W/m ² K	Breite x Höhe: 2,64 x 1 m	ΔOI3: 100 Pkt/m ²	PENRT: 1.108,72 MJ/m ²	GWP-total: 34,9823 kg CO ₂ equ./m ²	AP: 0,426634 kg SO ₂ equ./m ²
---	--	---	--	--	--



Komponente	Bezeichnung	Kennwert(e)	ΔOI3
Verglasung	Dreifach-Wärmeschutzglas, Argon, 40 < Scheibenstärke	U _g = 0,650 W/m ² K	44
Rahmen	ACTUAL ALWOOD Holz-Alu Fensterrahmen (Fi) U _f 0,91	U _f = 0,910 W/m ² K Rahmenbreite = 0,106 m	56
ψ (lin. Wärmebrückenkoef.) Richtwert (Kunststoff/Butyl (2-IV; Ug <1,4; Uf <1,4))		ψ = 0,040 W/mK	



Abbildung 3.55: Die Fensteralternative im Supermarkt in Premstätten

7. 10. 2020
Bleta Rexha (P22208)
studentin



Büro FT konventioneller Premstätten

Fenster (transparentes Bauteil): in Nicht-Wohngebäuden gegen Außenluft, 3 Flügel (BG1)

U_w² 1,433W/m ² K	Breite x Höhe: 2,64 x 1 m	ΔOI3: 103 Pkt/m ²	PENRT: 1.439,35 MJ/m ²	GWP-total: 71,0490 kg CO ₂ equ./m ²	AP: 0,326406 kg SO ₂ equ./m ²
---	--	---	--	--	--



Komponente	Bezeichnung	Kennwert(e)	ΔOI3
Verglasung	Internorm 2-Scheibensollierglas light Ug 1,1W/m2K(4-16Argon90%-b4)	U _g = 1,100 W/m ² K	25
Rahmen	Kunststoff-Rahmen <=40 Stockrahmentiefe < 71	U _f = 1,600 W/m ² K Rahmenbreite = 0,12 m	78
ψ (lin. Wärmebrückenkoef.) Richtwert (Kunststoff/Butyl (2-IV; Ug <1,4; Uf >2,1))		ψ = 0,060 W/mK	



Abbildung 3.56: Das konventionelle Fenster im Supermarkt in Premstätten

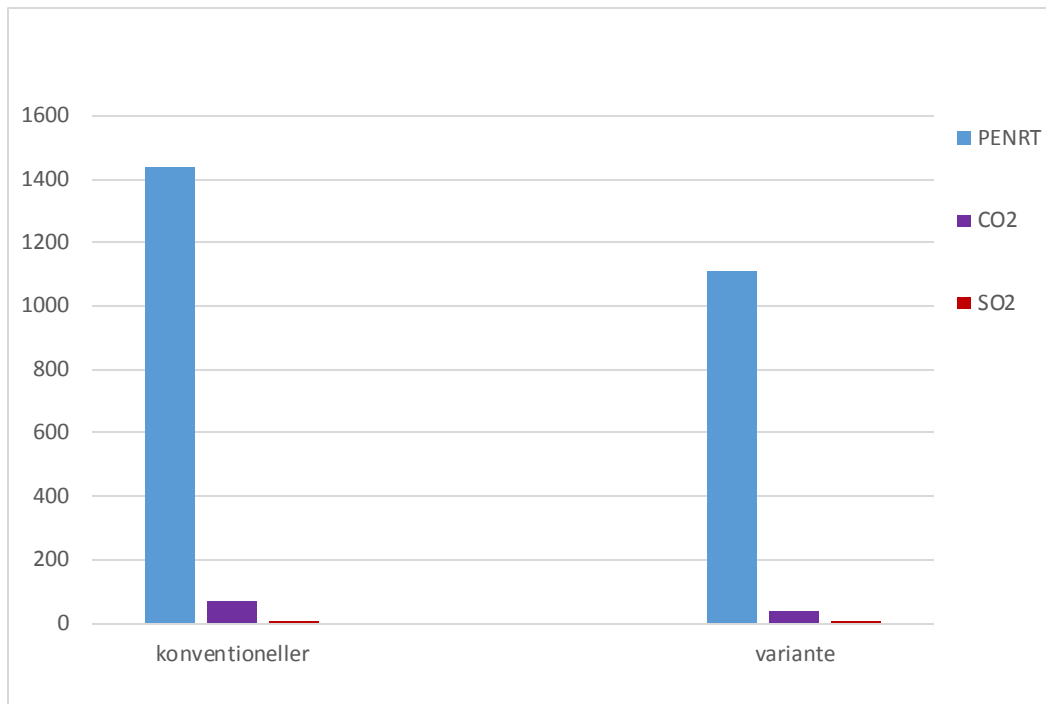


Abbildung 3.57: Das Indikator Diagramm für das Fenster im Supermarkt Premstätten

Das Balkendiagramm beschreibt die ökologischen und bauphysikalischen Aspekte der betrachteten Fenster. Bei dem bauphysikalischen Kriterium besitzt dieser Fenstertyp einen besseren Wärmeschutz mit einem U-Wert von $U_w=0,835 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Vorgeschlagen wurde ein dreiflügeliges Holz-Fenster, wobei die vorgeschlagene Variante günstigere Ergebnisse als das Kunststofffenster liefert. Die Umweltindikatoren weisen im Unterschied mit dem konventionellen Fenster kleinere Werte auf. Der Wert der Umweltindikatoren hängt wesentlich von Breite und Höhe ab.

In der Tab. 3.37 ist ersichtlich, dass der Primärenergieinhalt für das dreiflügelige Fenster einen Wert von $1439,35 \text{ (MJ/m}^2\text{)}$ zeigt. Die Kunststofffenster erfordern einen hohen Primärenergieinhalt von $1001 - 10000 \text{ (kWh/m}^3\text{)}$. (Quelle: „A.Tomm, Ökologisch planen und bauen, Aachen 1991“). In der Industrie existiert das Recyclingverfahren, das eine Wiederverwendung der Kunststoffe ermöglicht. Die Metallteile, wie der Aussteifungswinkel und die Beschläge, werden ausgebaut, die Profile zerkleinert und das Material wiederverwendet. [12]

Die Entsorgung des Fensterstockes, der Fensterrahmen aus den Kunststoff-Profilen (PVC oder PE), die durch Stahlblech-Einlagen verstärkt werden, werden mit einer Fülle von Zusatzstoffen und Additiven behandelt. Prinzipiell sind für beide Kunststoffarten Recycling-Prozesse denkbar. [13]

Bei dem Treibhauspotenzial kann es außerdem erforderlich sein, dass die Verarbeitung dieses Materiales mehr CO_2 - Emissionen erzeugt. Durch die Indikatorwerte fällt der variantere Fenstertyp unter der Klasse B, während das konventionelle Fenster unter der Klasse C liegt.

Optimierte Ergebnisse erzeugen den konventionellen als auch den varianten Fenstertyp bei dem Versauerungspotenzial.

Produkt		Verschlechterung	Verbesserung
Fenster	Kunststoff-Rahmen Holz-Alu-Rahmen		SO ₂ =30,69% PENRT=29,8% CO ₂ =103,10%

Tabelle 3.38: Der betrachtete Fenstertyp im Prozentanteil

3.6.3 Von Kunststoff-Rahmen zu Holz-Alu Fensterrahmen 2,0 x 1,0 m

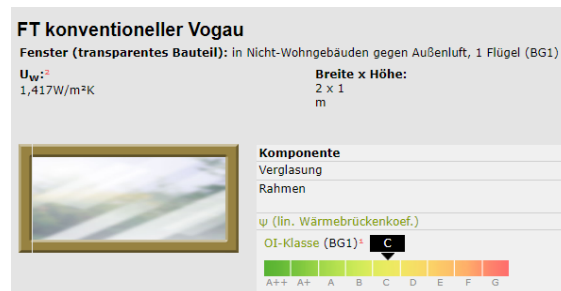


Abbildung 3.58: konventionelles einteiliges Fensterelement mit einem offenbarem Flügel, Vogau

Komponente	Produkt/Richtwert	U-Wert [W/m²K]	PENRT [MJ/m²]	CO ₂ [equ/m²]	SO ₂ [equ/m²]
Verglasung	Internorm 2-ScheibenIsolierglas light	1,10			
Rahmen	Kunststoff-Rahmen <= 40 Stockrahmentiefe <71	1,60			
		[W/mK]			
Ψ (Psi-Richtwert)	Kunststoff/Butyl	0,060			
Ergebnis	2,00 X 1,00 (m)	1,417	1299,51	65,322	0,309

Tabelle 3.39: Indikatorwerte des konventionellen einteiligen Fensterelementes mit einem offenbarem Flügel

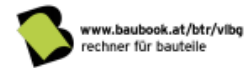


Abbildung 3.59: variantes einteiliges Fensterelement mit einem offenbarem Flügel , Vogau

Komponente	Produkt/Richtwert	U _w -Wert [W/m²K]	PENRT [MJ/m²]	CO ₂ [equ/m²]	SO ₂ [equ/m²]
Verglasung	Zweifach-Wärmeschutzglas, Argon, Scheibenstärke >=24mm	1,150			
Rahmen	ACTUAL ALWOOD Holz-Alu Fensterrahmen (Fi)	0,910			
		[W/mK]			
Ψ (Psi-Richtwert)	Kunststoff/Butyl	0,040			
Ergebnis	2,00 X 1,00 (m)	1,182	880,49	24,57	0,328

Tabelle 3.40: Indikatorwerte des varianten einteiligen Fensterelementes mit einem offenbarem Flügel

30. 6. 2020
Bleta Rexha (P22208)
studentin



FT Variante Vogau

Fenster (transparentes Bauteil): in Nicht-Wohngebäuden gegen Außenluft, 1 Flügel (BG1)

U_w² 1,182W/m²K	Breite x Höhe: 2 x 1 m	ΔOI3: 77 Pkt/m²	PENRT: 880,49 MJ/m²	GWP-total: 24,5737 kg CO ₂ equ./m²	AP: 0,328417 kg SO ₂ equ./m²
--	-------------------------------------	------------------------------	----------------------------------	--	--



Komponente	Bezeichnung	Kennwert(e)	ΔOI3
Verglasung	Zweifach-Wärmeschutzglas, Argon, Scheibenstärke >= 24mm U _g = 1,150 W/m²K		28
Rahmen	ACTUAL ALWOOD Holz-Alu Fensterrahmen (Fi) U _f 0,91 Rahmenbreite = 0,106 m		49
ψ (lin. Wärmebrückencoef.) Richtwert (Kunststoff/Butyl (2-IV; Ug <1,4; Uf <1,4))		ψ = 0,040 W/mK	

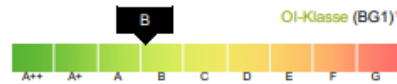


Abbildung 3.60: Die Fensteralternative im Supermarkt in Vogau

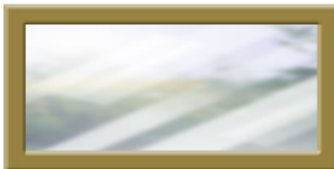
7. 10. 2020
Bleta Rexha (P22208)
studentin



FT konventioneller Vogau

Fenster (transparentes Bauteil): in Nicht-Wohngebäuden gegen Außenluft, 1 Flügel (BG1)

U_w² 1,417W/m²K	Breite x Höhe: 2 x 1 m	ΔOI3: 96 Pkt/m²	PENRT: 1.299,51 MJ/m²	GWP-total: 65,3225 kg CO ₂ equ./m²	AP: 0,309782 kg SO ₂ equ./m²
--	-------------------------------------	------------------------------	------------------------------------	--	--



Komponente	Bezeichnung	Kennwert(e)	ΔOI3
Verglasung	Internorm 2-Scheibenisolierverglasung light Ug 1,1W/m²K(4-16Argon90%-b4) U _g = 1,100 W/m²K		27
Rahmen	Kunststoff-Rahmen <=40 Stockrahmentiefe < 71 Rahmenbreite = 0,12 m	U _f = 1,600 W/m²K	69
ψ (lin. Wärmebrückencoef.) Richtwert (Kunststoff/Butyl (2-IV; Ug <1,4; Uf >2,1))		ψ = 0,060 W/mK	



Abbildung 3.61: Konventionelles Fenster im Supermarkt in Vogau

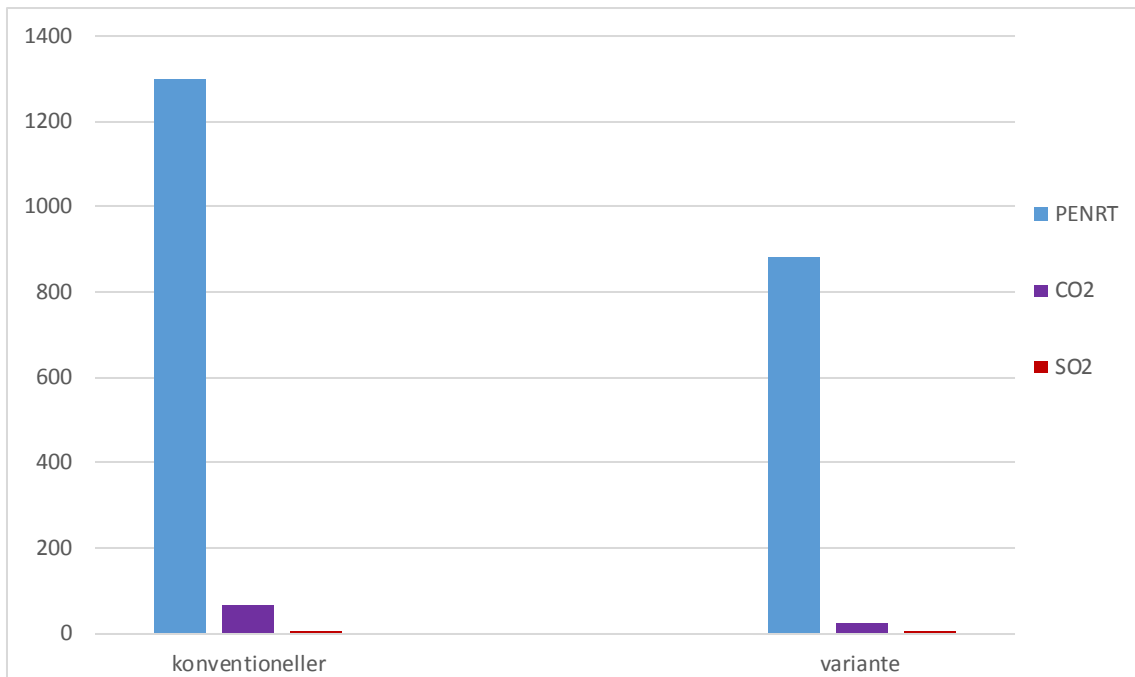


Abbildung 3.62: Das Indikator Diagramm für Fenster im Supermarkt Vogau

Das Balkendiagramm beschreibt die ökologischen und bauphysikalischen Indikatoren des betrachteten Fensters. Bezüglich des bauphysikalischen Kriteriums führt der alternative Fenstertyp zu einem besseren Wärmeschutz mit einem $U_w=1,182 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Vorgeschlagen wurde ein Holz-Alufensters, weil diese günstigeren Ergebnisse als das Kunststofffenster liefern. Die Umweltindikatoren weisen im Unterschied mit dem konventionellen Fenster kleinere Werte. Der Wert der Umweltindikatoren hängt wesentlich von Breite und Höhe ab.

In der Tab. 3.41 ist erkennbar, dass der Primärenergieinhalt für das einflügelige Fenster einen Wert von $1299,51 \text{ (MJ/m}^2\text{)}$ zeigt. Die höchsten Beiträge zu den betrachteten Umweltbelastungskategorien stammen von den Aluminiumprofilen, vom Glas und von den metallischen Anteilen. Die Werte für die Holz-Alurahmen werden deutlich von den Beiträgen der Aluminiumprofile bestimmt. (Quelle: „Springer, Ökologischer Bauteilkatalog“)

Die Entsorgung der Fensterstöcke und der Fensterrahmen sind eine festverbundene Konstruktion, die allerdings auch leicht trennbar sind. Die stoffliche Verwertung der Rahmen-Holzfenster ist von der Wartung, der Oberflächenbehandlung und der Exposition der Hölzer abhängig. (Quelle: „Springer, Ökologischer Bauteilkatalog“)

Bei dem Treibhauspotenzial kann übersichtlich dargestellt werden, dass die Verarbeitung dieses Materials mehr CO_2 - Emissionen erzeugt. Durch die Indikatorwerte fällt der variantere Fenstertyp unter der Klasse B, während das konventionelle Fenster unter der Klasse C liegt.

Produkt		Verschlechterung	Verbesserung
Fenster	Kunststoff-Rahmen Holz-Alu-Rahmen		SO ₂ =6,1% PENRT=47,6% CO ₂ =165,8%

Tabelle 3.41: Der Fenstertyp im Prozentanteil

4 Energieausweis für den konventionellen Aufbau und die Variante

Der Energieausweis soll eine zusätzliche Information über die energetische Gebäudequalität darstellen. Die Gültigkeit eines Energieausweises beträgt maximal zehn Jahre. Anhand festgelegter Kriterien wird nicht nur die Gesamtenergieeffizienz und ökologische Qualität des Gebäudes, sondern auch die vorhandene Haustechnik beurteilt. Alle Anforderungswerte sind in der OIB RL 6 definiert. Das steiermärkische Baugesetz erklärt diese für verbindlich. Bei der Berechnung des Energieausweises sollen die Transmissionsverluste, Lüftungsverluste, Solargewinne, Heizung und Warmwasser berücksichtigt werden. Der Nachweis der Erfüllung der Anforderungen erfolgt für das Referenzklima für Neubauten und größere Renovierungen von Wohn- und Nicht-Wohngebäuden. Wenn Wand-, Fußboden- oder Deckenheizungen in wärmeabgebenden Bauteilflächen der Gebäudehüllfläche eingebaut sind, werden erhöhte Anforderungen an die U-Werte dieser Bauteile gestellt. Der Wärmedurchlasswiderstand R zwischen der Heizfläche und der Außenluft muss größer als 4,0 (m²K/W) sein. Dies entspricht ca. einem U-Wert von 0,24 (W/m²K), je nachdem ob der Wärmefluss horizontal, nach oben, oder nach unten verläuft. Der Wärmedurchlasswiderstand R zwischen der Heizfläche, dem Erdreich oder den unbeheizten Gebäudeteilen muss größer als 3,5 (m²K/W) sein. Dies entspricht ca. einem U-Wert von 0,27 (W/m²K), je nachdem ob der Wärmefluss horizontal, nach oben, oder nach unten verläuft. [17]

Der Energiehaushalt ist ein wesentlicher Bestandteil in der Betriebsbilanz von Gebäuden. Je geringer dabei die gewinnbare Energiemenge ist, desto höher sind die Aufwendungen für Energiebewahrung. Je größer die jahreszeitlichen Temperaturunterschiede sind, desto aufwendiger wird ein Speichersystem. (Quelle: „P. und M. Krusche, D. Althaus, I. Gabriel; Ökologisches Bauen; Wiesbaden und Berlin, 1982“)

Die Einstufung des Gebäudes erfolgt jeweils in Energieeffizienzklassen von A++ bis G. Die Zuordnung ist nach dem spezifischen HWB, dem Primärenergiebedarf, den Kohlendioxidemissionen und dem Gesamtenergieeffizient-Faktor. (Quelle: „Tobias Steiner (Hrsg.), Ökologie und Ökonomie des Dämmens,“)

Im Kapitel 4 wird ein Energieausweis für das betrachtete Bauwerk erstellt, wobei die alternativen Materialien, die verwendet worden sind, eine positive Wirkung zeigen sollen.

4.1 Konventioneller Aufbau und Variante für den Supermarkt in Kaindorf

In der nachfolgenden Tabelle 4.1 ist ein Vergleich der geforderten Wärmedurchgangskoeffizienten nach OIB-Richtlinien 6 und den vorhandenen U-Werten (OIB-Richtlinien 6 Seite 5,6) für die jeweiligen Außenbauteile.

Bauteil	Geforderte Wärmedurchgangskoeffizient [W/m ² K]	Tatsächlich Wärmedurchgangskoeffizient [W/m ² K]
Erdanliegender Fußboden Keramik	0,40	0,20
Erdanliegender Fußboden STB	0,40	0,20
Außenwand STB	0,35	0,23
Flachdach Holz	0,20	0,12
Flachdach Stahlbeton	0,20	0,15

Tabelle 4.1: Vergleich der Wärmedurchgangskoeffizienten

In der Abbildung 4.1 ist für beide Verkaufsstätten ein Energieausweis ersichtlich. Da der Heizwärmebedarf des Referenzklimas unter der Anforderung liegt und der Energiebedarf ebenso den Anforderungen entspricht, werden somit die Anforderungen eingehalten.

Bei den Fensterkennwerten wie in dem konventionellen als auch in varianten Gebäudeenergieausweis, ist eine detaillierte Verschattung festgelegt, da in der NW- und NO- Außenwand ein Vordach auskragt. Mit den gewählten konventionellen Aufbauten, Fensterkennwerten und haustechnischen Angaben wird für den Referenz-Heizwärmebedarf ein Wert von 12,6 (kWh/m²a) erreicht. Somit fällt das Gebäude in der Kategorie der Klasse C, während bei dem varianten Markt unter der Klasse B liegt. Bei dem varianten Energieausweis fällt diese Gruppe in die Klasse B. Der Heizwärmebedarf hängt in erster Linie von der Qualität der Gebäudehülle (z.B. Stärke der Dämmung) ab.

Beide Varianten, sowohl die Kohlendioxidemissionen als auch der Gesamtenergieeffizienzfaktor werden verglichen, um den unterschied beider Varianten zu erkennen.

Die Kohlendioxidemissionen dieses Gebäudes bei den konventionellen und varianten Verkaufsstätten, sind sehr hoch und fallen unter der Klasse E.

Der Gesamtenergieeffizienzfaktor dieses Gebäudes bei dem konventionellen Markt ist niedrig und fällt unter der Klasse A, während bei dem varianten Markt der Wert sehr niedrig liegt und unter die Klasse A+ kategorisiert wird. Je kleiner der Gesamtenergieeffizienzfaktor ist, desto energieeffizienter ist das Gebäude.

Der Primärenergiebedarf für den konventionellen Markt fällt lediglich nur unter der Klasse F, während bei der alternativen Variante eine kleine Verbesserung des Wertes zu sehen ist. Daraus lässt sich ableiten, dass aufgrund der undichten Gebäudehülle viel Energie verbraucht wird, um eine bestimmte Raumtemperatur aufrecht zu erhalten.

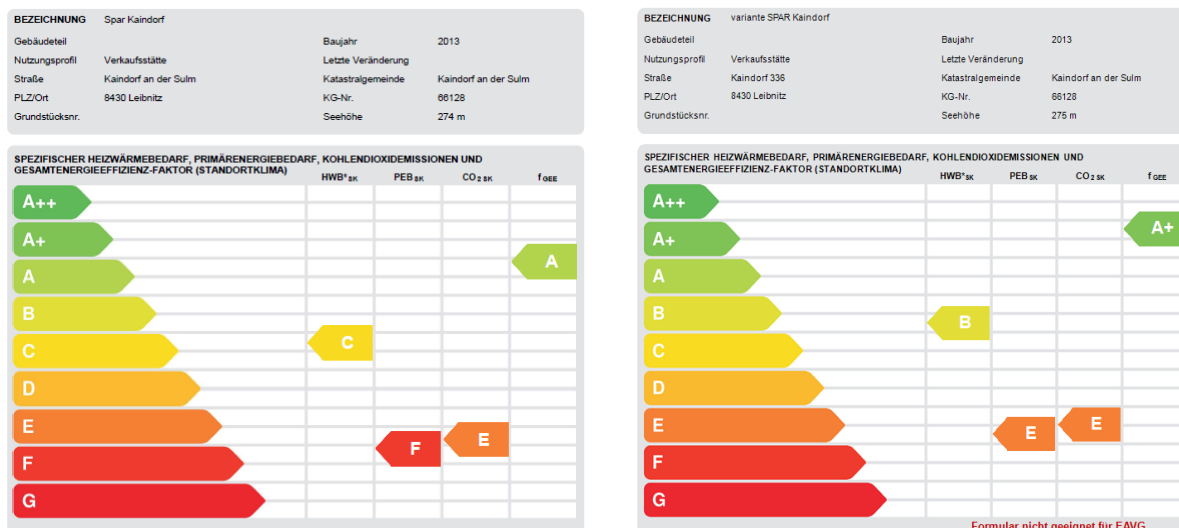


Abbildung 4.1: Ergebnisse des Energieausweises für den Supermarkt in Kaindorf

4.2 Konventioneller Aufbau und Variante für den Supermarkt in Premstätten

In der nachfolgenden Tabelle 4.2 ist ein Vergleich der geforderten Wärmedurchgangskoeffizienten nach OIB-Richtlinien 6 und den vorhandenen U-Werten (OIB-Richtlinien 6 Seite 5,6) für die jeweiligen Außenbauteile.

Bauteil	Geforderte Wärmedurchgangskoeffizient [W/m²K]	Tatsächlich Wärmedurchgangskoeffizient [W/m²K]
Erdanliegender Fußboden	0,40	0,38
Außenwand HLZ Sockel	0,35	0,20
Außenwand HLZ	0,35	0,19
Außenwand HLZ Metallfassade	0,35	0,19
Außenwand STB Metallfassade	0,35	0,22
Außenwand STB	0,35	0,19
Flachdach Holz	0,20	0,20
Flachdach STB	0,20	0,17

Tabelle 4.2: Vergleich der Wärmedurchgangskoeffizienten

In der Abbildung 4.2 wird für beide Verkaufsstätten ein Energieausweis dargestellt. Da der Heizwärmebedarf des Referenzklimas unter der Anforderung liegt und der Energiebedarf ebenso den Anforderungen entspricht, werden somit die Anforderungen eingehalten. Mit dem dargelegten Aufbau, Fensterkennwerten und haustechnischen Aufgaben wird die Energieklasse bei dem konventionellen Markt A+ erreicht. Die Klassifizierung bezieht sich auf den spezifischen Heizwärmebedarf für das Referenzklima.

Der $HWB^*_{BGF, Ref}$ ergibt sich zu 77,8 kWh/m²a und ist somit erfüllt. Die Anforderungen an wärmeübertragenden Bauteilen sind in den OIB Richtlinien 6 festgelegt. Der Primärenergieinhalt für den konventionellen Markt fällt unter der Klasse C an, während bei dem alternativen Aufbau eine kleine Verschlechterung des Wertes zu sehen ist und somit fällt er unter der Klasse D an.

Beide Varianten des Energieausweises, sowohl die Kohlendioxidemissionen als auch der Gesamtenergieeffizienzfaktor werden verglichen, um den Unterschied anzuzeigen.

Die CO_{2sk} stellt die gesamte dem Energiebedarf zuzurechnenden Kohlendioxidemissionen einschließlich jener für Transport und Erzeugung eines Energieträgers sowie aller Verluste dar. Die Kohlendioxidemissionen, dieses Gebäudes bei konventionellen und varianten Verkaufsstätten, sind sehr hoch und fallen unter der Klasse C.

Der Gesamtenergieeffizienzfaktor dieses Gebäudes bei dem konventionellen Markt ist niedrig und fällt unter der Klasse A, während bei dem varianten Markt der Wert sehr niedrig liegt und unter der Klasse A++ kategorisiert wird. Je kleiner der Gesamtenergieeffizienzfaktor ist, desto energieeffizienter ist das Gebäude.

Der Primärenergieinhalt für den konventionellen Markt fällt unter der Klasse C an, während bei der alternativen Variante eine kleine Verschlechterung des Wertes zu sehen ist und somit fällt er unter der Klasse D an. Daraus lässt sich ableiten, dass aufgrund der undichten Gebäudehülle viel Energie verbraucht wird, um eine bestimmte Raumtemperatur aufrecht zu erhalten.



Abbildung 4.2: Ergebnisse des Energieausweises für den Supermarkt in Premstätten

4.3 Konventioneller Aufbau und Variante des Supermarktes in Vogau

In der nachfolgenden Tabelle 4.3 ist ein Vergleich der geforderten Wärmedurchgangskoeffizienten nach OIB-Richtlinien 6 und den vorhandenen U-Werten (OIB-Richtlinien 6 Seite 5,6) für die jeweiligen Außenbauteile.

Bauteil	Geforderte Wärmedurchgangskoeffizient [W/m ² K]	Tatsächlich Wärmedurchgangskoeffizient [W/m ² K]
Erdanliegender Fußboden Keramik	0,40	0,17
Erdanliegender Fußboden Beschichtung	0,40	0,17
Außenwand Erdberührt	0,40	0,31
Außenwand Fassaden Sidings	0,35	0,16
Decke Fliesen	0,40	0,29
Decke PVC	0,40	0,29
Flachdach 26cm Fertigdachelement	0,20	0,14
Flachdach 16cm HDielendecke	0,20	0,18
Flachdach 20cm HDielendecke	0,20	0,18

Tabelle 4.3: Vergleich der Wärmedurchgangskoeffizienten

In der Abbildung 4.3 ist für beide Verkaufsstätten ein Energieausweis ersichtlich. Da der Heizwärmebedarf des Referenzklimas unter der Anforderung liegt und der Energiebedarf ebenso den Anforderungen entspricht, werden somit die Anforderungen eingehalten.

Bei den Fensterkennwerten wie in dem konventionellen als auch im Gebäudeenergieausweis der Variante, ist eine detaillierte Verschattung festgelegt, da in der NW-Außenwand ein Vordach mit einer Länge von 7.1 m rauskragt. Mit den gewählten konventionellen Aufbauten, Fensterkennwerten und haustechnischen Angaben wird für den Referenz- Heizwärmebedarf ein Wert von 12,7 kWh/m²a erreicht. Der Heizwärmebedarf hängt stark von der wärmetechnischen Qualität der Gebäudehülle ab.

Beide Varianten, sowohl die Kohlendioxidemissionen als auch der Gesamtenergieeffizienzfaktor werden verglichen um den Unterschied beider Varianten zu erkennen. Die Kohlendioxidemissionen und der Gesamtenergieeffizienzfaktor dieses Gebäudes werden bei konventionellen und varianten Verkaufsstätten nicht gezeigt.

Bei dem konventionellen Markt liefert der spezifische Heizwärmebedarf einen Wert von 63,6 kWh/m²a, während er bei dem varianten Markt einen Wert von 54,7 kWh/m²a erzeugt.

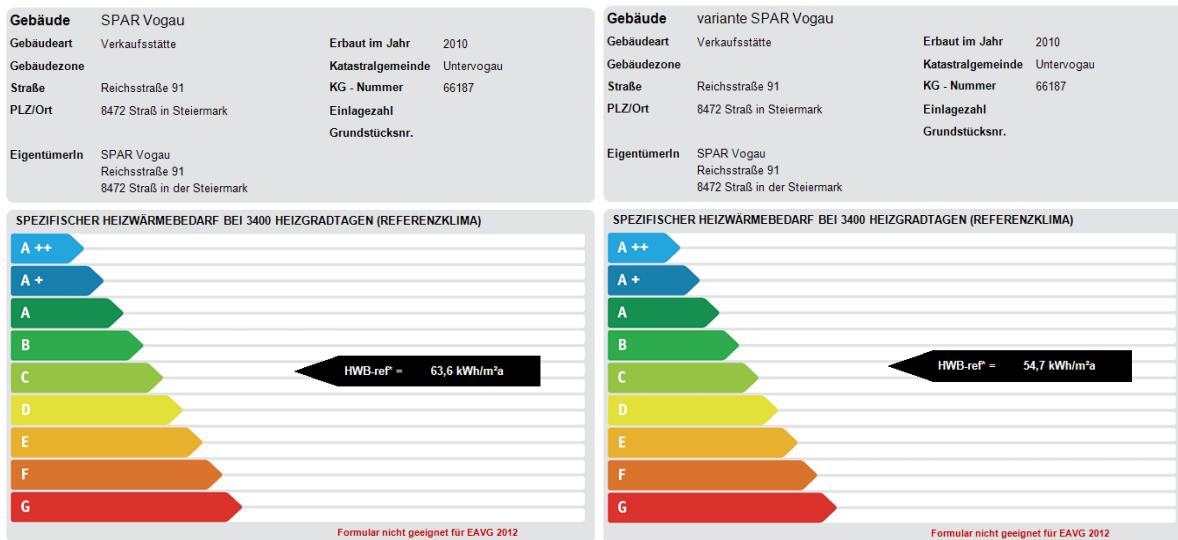


Abbildung 4.3: Ergebnis des Energieausweises im Supermarkt in Vogau

5 Prozesskreislauf für die zugeführte Wärme in dem Supermarkt Kaindorf

In diesem Kapitel soll abgeschätzt werden, wie hoch der Energiebedarf ist, der für das Aufwärmen der angelieferten Waren vom Transport in den Supermarkt in Relation zum Energieaufwand für die Gebäudeheizung ist.

Der Prozesskreislauf für die Energie wird von dem Transport den Warenlieferanten bis ins Geschäft berechnet. Im Laufe des Prozesses wird die Temperatur der Waren von einer Jahresdurchschnittstemperatur der Heizperiode von Φ in °C auf 20°C gebracht. Damit es von Φ in °C auf 20°C kommt, wird Energie benötigt. Untersucht werden soll überschlägig, wie viel Wärme eigentlich aufgewendet werden muss für die Konditionierung vom LKW in das Lager bzw. in die Geschäftsräume.

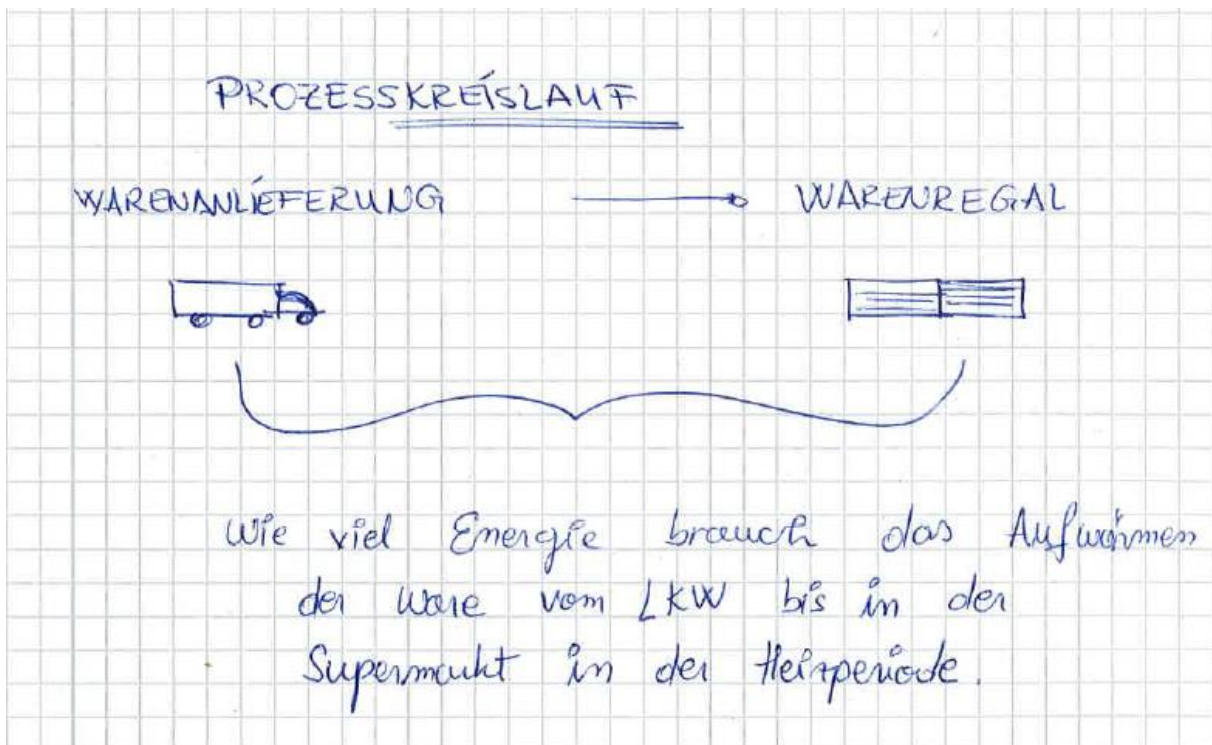


Abbildung 5.1: Prozesskreislauf für die zugeführte Wärme der Warenlieferung

Eine grobe Abschätzung wird für 5 Container O&G mit insgesamt 1052 kg und 17 Container Waren und Getränke mit insgesamt 3056 kg berechnet, wobei eine 6-mal in der Woche und die andere 3-mal in der Woche angeliefert werden.

O&G Lieferung: $6 \times \text{in der Woche} \times 5 \text{ Container} = 30 \text{ Container/Woche}$
 $6 \times 1052 \text{ kg} = 6312 \text{ kg/Woche} = 6,312 \text{ Tonnen/Woche}$

Waren Lieferung: $3 \times \text{in der Woche} \times 17 \text{ Container} = 51 \text{ Container/Woche}$
 $3 \times 3056 \text{ kg} = 9168 \text{ kg/Woche} = 9,168 \text{ Tonnen/Woche}$

Für den Supermarkt in der Kaindorf:

- Region: S/SO

- Seehöhe 274 m
- Φ_i 20°C

Region Südost-südlicher Teil (S/SO)		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr	
Schicht 1 (unter 750 m)	a	-1,014	1,616	5,898	11,038	15,595	18,797	20,384	19,767	16,023	10,519	5,106	1,088	10,401	Grad C
	b	-0,423	-0,458	-0,521	-0,613	-0,602	-0,610	-0,597	-0,607	-0,495	-0,413	-0,486	-0,566	-0,532	Grad/100m
Schicht 2 (750 m bis 1499 m)	a	-2,377	0,955	5,575	10,697	15,291	18,475	19,971	19,201	15,572	9,916	4,048	-0,761	9,714	Grad C
	b	-0,069	-0,292	-0,443	-0,534	-0,531	-0,533	-0,496	-0,466	-0,385	-0,264	-0,211	-0,081	-0,359	Grad/100m
Schicht 3 (ab 1500 m)	a	4,306	5,056	8,576	12,727	17,504	20,902	23,084	22,546	19,627	15,011	8,872	5,006	13,601	Grad C
	b	-0,528	-0,563	-0,641	-0,695	-0,707	-0,715	-0,704	-0,684	-0,645	-0,581	-0,544	-0,503	-0,626	Grad/100m

Tabelle 5.1: Koeffizienten des Dreischichten-Regressionsmodells zur Bestimmung der Monatsmittel der Lufttemperatur für die sieben Temperaturregionen Österreichs, relevant für meine Aufgabe ist die erste Spalte [67]

$$\Phi = a + b * H \quad \text{in } ^\circ\text{C}$$

mit:

Φ Monatsmittelwert der Temperatur in $^\circ\text{C}$

H Seehöhe in 100 m

a, b Regressionskoeffizienten des Dreischichten-Regressionsmodells

Es wird von Oktober bis April eine mittlere Temperatur bestimmen:

$$\Phi = 4,893 + (-0,497) * 2,74 = 3,531 \text{ } ^\circ\text{C}$$

	Gewicht kg	Spez. Wärmekapazität kJ/kg*K	Wärmemenge kJ	Wärmemenge kW*h
Äpfel	150	3,85	9510,847	2,641
Bananen	150	3,35	8275,17	2,298
Birnen	90	3,85	5706,162	1,585
Kartoffeln	160	3,35	8275,672	2,298
Karotten	50	3,65	3005,592	0,834
Kohl	20	3,39	1113,304	0,309
Zitronen	40	3,85	2536,226	0,704
Tomaten	120	3,89	7687,729	2,135
Spargel	12	3,89	768,772	0,213
Orangen	40	3,85	2536,226	0,704
Melonen	150	3,85	9510,847	2,641
Zwiebel	70	3,81	4392,282	1,220
O&G Σ	1052	-	-	17,582
Schokolade	1166	3,18	61065,075	16,962
Wasser	1510	4,19	104197,716	28,943
Wein+Alko.	210	3,77	13038,507	3,621
Bier	170	3,77	10554,982	2,931
Waren Σ	3056	-	-	52,457

Tabelle 5.2: Spezifische Wärmekapazität [68] von Nahrungsmitteln und die Ergebnisse der ermittelten Wärmemenge

Wärmekapazität [22]

$$\Delta Q = c * m * \Delta T \quad \text{in J}$$

mit:

ΔQ	Wärmemenge	J
m	Masse	kg
c	spezifische Wärmekapazität	J/kg*K
ΔT	Temperaturdifferenz	K

$$\Delta T = \Phi_i - \Phi = 20 - 3,531 = 16,469 \text{ K}$$

Es wird für 150kg Äpfel berechnet:

$$\begin{aligned} \Delta Q &= 3,85 * 150 * 16,469 & 1000\text{J} &= 1000\text{W*s} = 1\text{kJ} \\ \Delta Q &= 9510,847 \text{ kJ} & 1\text{W*h} &= 3,6 \text{ kJ} \\ & & 1\text{kW*h} &= 3600 \text{ kJ} \quad \rightarrow 1\text{kJ} = 1/3600 \text{ kW*h} \end{aligned}$$

$$\Delta Q = \frac{9510,847}{3600} = 2,641 \text{ kW*h}$$

Eine Wärmemenge von 2,641 kW*h ist notwendig, um 150 kg Äpfel zum von der Anlieferetemperatur auf die Raumtemperatur zu bringen. In der Tabelle 5.2 werden die Ergebnisse von der Wärmemenge des Nahrungsmittels nur für insgesamt 22 Container, wobei 5 davon O&G und 17 die Waren sind, berechnet.

Darauffolgend wird für einen Monat dieser Prozesskreislauf berechnet, damit ich den Heizwärmebedarf aus dem Energieausweis vergleichen kann.

Anzeige in Druckwerken und elektronischen Medien		Ergebnisse bezogen auf Leibnitz	
HWB 66		fGEE 0,71	
Gebäudedaten - Neubau - Planung 1			
Brutto-Grundfläche B _{GF}	985 m ²	charakteristische Länge l _c	2,26 m
Konditioniertes Brutto-Volumen	5.942 m ³	Kompaktheit A _B / V _B	0,44 m ⁻¹
Gebäudehüllfläche A _B	2.632 m ²		
Ermittlung der Eingabedaten			
Geometrische Daten:	Einreichpläne, 2013-09-02		
Bauphysikalische Daten:	Einreichpläne, 2013-09-02		
Haustechnik Daten:			
Ergebnisse am tatsächlichen Standort: Leibnitz			
Transmissionswärmeverluste Q _T			77.729 kWh/a
Lüftungswärmeverluste Q _V			52.497 kWh/a
Solare Wärmegewinne passiv η x Q _s			22.330 kWh/a
Innere Wärmegewinne passiv η x Q _i	leichte Bauweise		42.138 kWh/a
Heizwärmebedarf Q _h			64.932 kWh/a

Abbildung 5.2: Der Heizwärmebedarf Q_h für den Supermarkt Kaindorf

Die Gebäudehülle verbraucht pro Jahr 64,932 Energie. In der Tabelle 5.2 ist aber für einen Tag die notwendige Wärmemenge für die angelieferte Ware zum Erwärmen berechnet.

Berechnung für einen Monat:

O&G: 6 x in der Woche x 4 pro Woche x 17,582 = 421,968 kW*h
Waren: 3 x in der Woche x 4 pro Woche x 52,457 = 629,484 kW*h

So viel Energie verbrauchen O&G und die Waren in einem Monat. Zusammen verbrauchen sie insgesamt 1051,452 kW*h, wobei die Gebäudehülle in einem Monat 9,276 kW*h Energie verbraucht.

Daraus wird deutlich ersichtlich, dass der Energiebedarf für die Beheizung der Gebäudehülle eine deutlich geringere Bedeutung aufweist, als der Energiebedarf für die Warenkonditionierung.

6 Überblick

6.1 Materialkosten für die Aufbauten aller drei Supermärkte

Die Preise der Materialien sind von den Websites übernommen und in den Quadratmeter berechnet worden. Bei der Kalkulation der Preise wurden nur die Einzelmaterialien einkalkuliert.

Kaindorf:



Konventioneller Fußboden

$942,63\text{m}^2 \cdot 139,62 \text{ €/m}^2 = \mathbf{131610,00 \text{ €}}$

Varianter Fußboden

$942,63\text{m}^2 \cdot 146,26 \text{ €/m}^2 = \mathbf{137869,06 \text{ €}}$

Konventionelle Außenwand abzüglich Fenster und Türen

$468,701 \text{ m}^2 \cdot 54,87 \text{ €/m}^2 = \mathbf{25717,63 \text{ €}}$

Variante Außenwand abzüglich Fenster und Türen

$468,701 \text{ m}^2 \cdot 61,32 \text{ €/m}^2 = \mathbf{28740,74 \text{ €}}$

Konventionelles Flachdach abzüglich Fenster in Deckenflächen

$926,63\text{m}^2 \cdot 138,30 \text{ €/m}^2 = \mathbf{128152,92 \text{ €}}$

Variantes Flachdach abzüglich Fenster in Deckenflächen

$926,63\text{m}^2 \cdot 86,43 \text{ €/m}^2 = \mathbf{80088,63 \text{ €}}$

Premstätten:



Konventioneller Fußboden

1044 m²*159,26 €/m² = **166267,44 €**

Varianter Fußboden

1044 m²*165,45 €/m² = **172729,80 €**

Konventionelle Außenwand abzüglich Fenster und Türen

465,44 m²*108,70 €/m² = **50593,32 €**

Variante Außenwand abzüglich Fenster und Türen

465,44 m²*133,53 €/m² = **62150,20 €**

Konventionelles Flachdach abzüglich Fenster in Deckenflächen und STB-Dach

885,98 m²*100,73 €/m² = **89244,76 €**

Variantes Flachdach abzüglich Fenster in Deckenflächen und STB-Dach

885,98 m²*139,20 €/m² = **123328,41 €**

Vogau:



Konventioneller Fußboden

1609,86 m²*162,76 €/m² = **262020,81 €**

Varianter Fußboden

1609,86 m²*161,30 €/m² = **259670,42 €**

Konventionelle Außenwand abzüglich Fenster und Türen

609,02 m²*139,31 €/m² = **84842,58 €**

Variante Außenwand abzüglich Fenster und Türen

609,02 m²*184,77 €/m² = **112528,62 €**

Konventionelles Flachdach abzüglich Fenster in Deckenflächen

1511,94 m²*153,14 €/m² = **231538,50 €**

Variantes Flachdach abzüglich Fenster in Deckenflächen

1511,94 m²*93,45 €/m² = **141290,80 €**

Im Diagramm sind die abgeschätzten Kosten aller drei Supermärkte für den konventionellen und Varianten- Aufbau dargestellt.

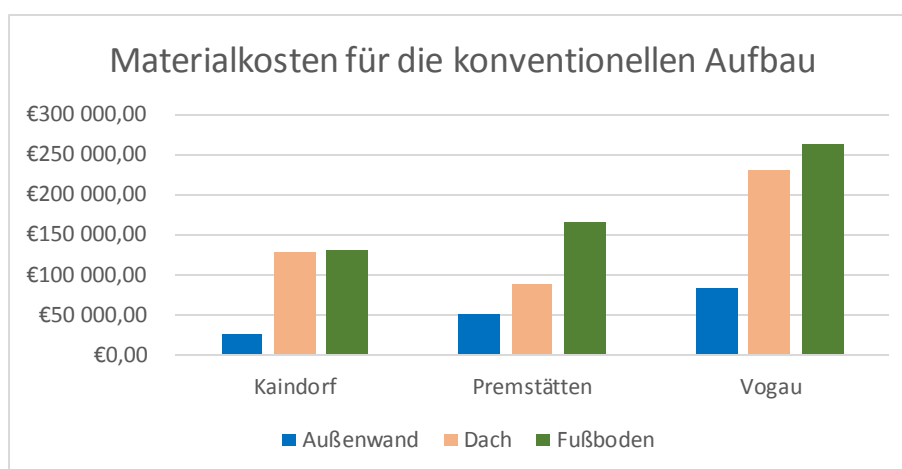


Abbildung 6.1: Vergleichbarkeit der Materialkosten aller drei Supermärkte für die wesentlichen konventionelle Aufbau Dach, Fußboden und Außenwand

	Außenwand	Dach	Fußboden
Kaindorf	25717,63 €	128152,92 €	131610,00 €
Premstätten	50593,32 €	89244,76 €	166267,44 €
Vogau	84842,58 €	231538,50 €	262020,81 €

Tabelle 6.1: Die konventionelle Materialkosten für die 3 Aufbauten im Vergleich der drei Supermärkte

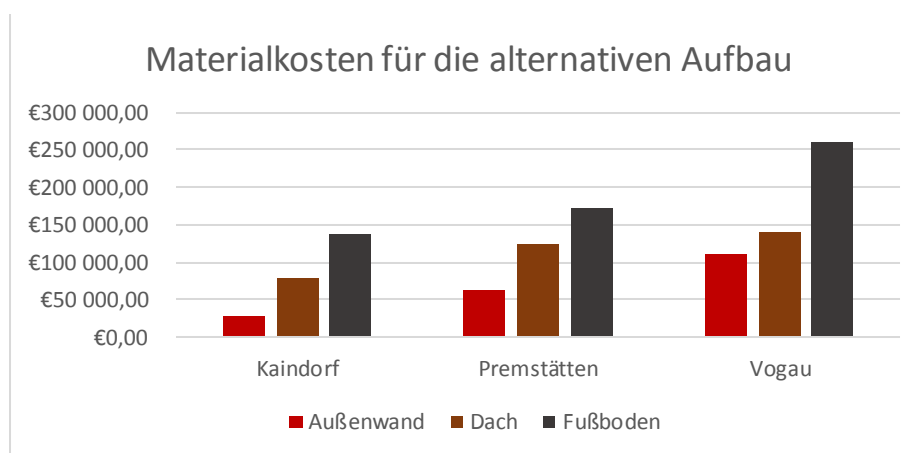


Abbildung 6.2: Vergleichbarkeit der Materialkosten der drei untersuchte Aufbauten aller drei Supermärkte für die Varianten

	Außenwand	Dach	Fußboden
Kaindorf	28740,74 €	80088,63 €	137869,06 €
Premstätten	62150,20 €	123328,41 €	172729,80 €
Vogau	112528,62 €	141290,80 €	259670,42 €

Tabelle 6.2: Die alternative Materialkosten der alle drei Supermärkte

6.2 Ausblick

Mit der vorliegenden Arbeit wird das Ziel verfolgt, eine ökologische Bewertung auf Basis des OI3-Index an drei unterschiedlichen Bauausführungen am Beispiel dreier tatsächlichen ausgeführten SPAR-Supermärkte zu erarbeiten.

Die Arbeit befasst sich mit ausgewählten Fußboden-, der Außenwand-, und dem Flachdach-Aufbauten. Insgesamt werden für alle drei Supermärkte: SPAR-Kaindorf, SPAR-Premstätten und SPAR-Vogau, 9 Aufbauvarianten auf Basis der baubook-Datenbank erstellt und analysiert.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde anfänglich die Einhaltung der U-Werte, der wärme- und feuchtetechnische Anforderungen der ausgewählten Bauteile mithilfe des Programmes GEQ überprüft. Im nächsten Schritt werden die OI3 Indexwerte ermittelt. Nach der Auswahl möglicher alternativer Bauteilschichten mit günstigeren OI3 Indexwerten wurde die Varianten mit den tatsächlich ausgeführten Bauteilen verglichen.

Eine abschließende Betrachtung wurde noch hinsichtlich der Relation der für die Heizwärme eines solchen Supermarktes aufgewendeten Energie im Vergleich zu jener angestellt, die für die Konditionierung der Waren erforderlich ist. Diese überwiegt dabei deutlich.

Bei der künftigen Entwicklung sollte man einerseits gerade bei kurzlebigen Supermarktbauten verstärkt auf die Zerlegbarkeit und Wiederverwendbarkeit von Materialien und Bauteilen achten. Auf der anderen Seite sollten verstärkt nach Möglichkeiten gesucht werden, die zu einer Reduktion zur Konditionierung der Waren führen könnten, im Sinne nachhaltiger Supermärkte der Zukunft.

Literaturverzeichnis

- [1] <https://www.baubook.at/vlbg/>
- [2] GEQ – Zehnmayer Energieausweis Software
- [3] OIB-Richtlinie 1: Mechanische Festigkeit und Standsicherheit; Ausgabe: April 2019
- [4] OIB-Richtlinie 2: Brandschutz; Ausgabe: April 2019
- [5] OIB-Richtlinie 3: Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz; Ausgabe: April 2019
- [6] OIB-Richtlinie 6: Energieeinsparung und Wärmeschutz; Ausgabe: April 2019
- [7] [https://www.hessnatur.com/magazin/textillexikon/halogenorganische-
verbindungen/](https://www.hessnatur.com/magazin/textillexikon/halogenorganische-verbindungen/)
- [8] [https://www.energieinstitut.at/unternehmen/bauen-und-sanieren-fuer-
profis/oekologie-und-ressourceneffizienz/oekologisch-bauen/](https://www.energieinstitut.at/unternehmen/bauen-und-sanieren-fuer-profis/oekologie-und-ressourceneffizienz/oekologisch-bauen/)
- [9] BRAND Cornelius: Ökologisch bauen – gesund wohnen, München: Callwey 1994
- [10] https://www.ibo.at/fileadmin/ibo/materialoekologie/OI3_Berechnungsleitfaden_V4_0_20181025.pdf
- [11] <https://www.baulinks.de/architektur/oekobilanz-oekobilanzierung.php>
- [12] TOMM Arwed: Ökologisch Planen und Bauen, Aachen 1991
- [13] Springer, Ökologische Bauteilkatalog
- [14] https://www.umweltbundesamt.at/aktuell/umweltanalytik_aktuell/analytiknews_160311/
- [15] <https://www.roefix.at/produkte/detailseite/roefix-minoporr-045-7075>
- [16] <https://www.maler-vergleich.com/maler/putz/silikatputz>
- [17] http://www.lev.at/download/energieausweis_erstellen_130415.pdf
- [18] <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-322-97853-0.pdf>
- [19] [https://www.bauder.at/uploads/media/Bauder_Super_AL-
E_PLUS_5_mm_Produktdatenblatt_0217_AT_01.pdf](https://www.bauder.at/uploads/media/Bauder_Super_AL-E_PLUS_5_mm_Produktdatenblatt_0217_AT_01.pdf)
- [20] [https://www.bauwion.de/wissen/ausbau/bodenbelaege/414-keramische-
bodenbelaege](https://www.bauwion.de/wissen/ausbau/bodenbelaege/414-keramische-bodenbelaege)
- [21] <https://www.tencategeo.eu/de/produkte/vliesstoffe/tencate-polyfelt-ts>
- [22] Univ.-Prof. DDr. Peter KAUTSCH, Bauphysik1 Wärme- und Feuchtigkeitschutz, TUGraz
- [23] [https://books.google.at/books?id=XTTTAAAAQBAJ&pg=PA162&lpg=PA162&dq=ab-
dichtungen+energieinhalt+des+rohstoffes&source=bl&ots=nvxnvhsoLx&sig=ACfU3U2gPI-
sYMVpuZvGe1s772uWLRVxo3w&hl=de&sa=X&ved=2ahUKEwi-
pe24x7PpAhVFmqQKHbeuAhYQ6AEwAHoECAqQAQ#v=onepage&q=abdichtungen%20ene-
rgieinhalt%20des%20rohstoffes&f=false](https://books.google.at/books?id=XTTTAAAAQBAJ&pg=PA162&lpg=PA162&dq=abdichtungen+energieinhalt+des+rohstoffes&source=bl&ots=nvxnvhsoLx&sig=ACfU3U2gPIsYMVpuZvGe1s772uWLRVxo3w&hl=de&sa=X&ved=2ahUKEwi-pe24x7PpAhVFmqQKHbeuAhYQ6AEwAHoECAqQAQ#v=onepage&q=abdichtungen%20energieinhalt%20des%20rohstoffes&f=false)

- [24] ÖNORM B 8110-7 – Wärmeschutz im Hochbau – Teil 7: Tabellierte wärmeschutztechnische Bemessungswerte.
- [25] https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/hdz_pdf/endbericht_1121_recyclingfaehig_konstruieren.pdf
- [26] MATHOY Klaus: Ökologisches Haus planen und bauen, Tirol März 1985
- [27] <https://www.heluz.at/at/produkt/heluz-family-50-2in1-plan>
- [28] STEINER Tobias (Hrsg.): Ökologie und Ökonomie des Dämmens
- [29] SpringerWienNewYork: Ökologie der Dämmstoffe
- [30] HERZOG Thomas; KRIPPNER Roland; LANG Werner: Fassaden Atlas, München
- [31] <https://www.wienerberger.at/bauen-mit-ziegeln/wandloesungen/aussenwandziegel-.html>
- [32] P. und M. Krusche, D. Althaus, I. Gabriel: Ökologisches Bauen, Wiesbaden und Berlin, 1982
- [33] Thomas Schmitz-Günther: Lebensräume
- [34] G. Hopfensperger und S. Onischke: Der Energieausweis für Gebäude, Freiburg, Berlin, München
- [35] <https://www.ag-rohholz.de/themen/holz-und-klima#:~:text=Holz%20leistet%20einen%20beispiellosen%20Beitrag,wird%20CO2%20in%20Holzprodukten%20gespeichert.&text=Dadurch%2C%20dass%20bei%20der%20Verbrennung,au%C3%9Ferdem%20ein%20CO2%20neutraler%20Energietr%C3%A4ger.>
- [36] http://www.bine.info/fileadmin/content/Publikationen/Themen-Infos/II_2004/themen0204internet-x.pdf
- [37] <https://www.isover.at/products/trittschall-daemmlatte-t-trittschall-und-waermedaemmung-unter-schwimmenden-zement-und>
- [38] https://www.amann-dachmarke.at/fileadmin/medien/produkte/abdichtung/Sucoflex_TM_beschreibung_datentblatt_leistungserklaerung.pdf
- [39] <https://www.bauder.at/at/flachdach/flachdach-produkte/bitumen-dachbahnen/dampfsperren/baudertherm-ds-1-duo.html>
- [40] <https://www.google.com/maps/place/SPAR/@46.7399658,15.6043743,3a,75y,90t/data=!3m8!1e2!3m6!1sAF1QipPsMbnygw-mjecLLSxxqY3mpNZzoidGrwNUyBRm!2e10!3e12!6shttps:%2F%2Fh5.googleusercontent.com%2Fp%2FAF1QipPsMbnygw-mjecLLSxxqY3mpNZzoidGrwNUyBRm%3Dw152-h86-k-no!7i1920!8i1080!4m5!3m4!1s0x476fa1700fb45fe9:0x6e4896517644dfa!8m2!3d46.7397279!4d15.6041813>
- [41] <https://www.fermacell.at/at/produkte/zementgebunden/powerpanel-hd>
- [42] Ökoindex3, Anwendung: Grundlage, Berechnungsergebnisse, Optimierung
- [43] https://www.google.com/search?q=Phaeno-Museum+Gastro+in+Wolfsburg&rlz=1C1GCEU_deAT870AT870&sxsrf=ALeKk03hbWJbqJmflmW53F3q3Ndn-

[oK9Xg:1598715087788&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=36e6duUZXGzdpM%252Cioq7qW0_ylKXTM%252C_&vet=1&usg=K_ruHDSYIZs1W5p5bXIuf7BayOkjc%3D&sa=X&ved=2ahUKewjr8Z3n3cDrAhUCDewKHRQVD9YQuqIBMAp6BAgZEAY&biw=1920&bih=969#imgrc=WWftINCp1TGw3M](https://www.raiffeisen-immobilien.at/de/projekt/wohnen-im-gruenen-bereich-auenland.299)

[44] <https://www.raiffeisen-immobilien.at/de/projekt/wohnen-im-gruenen-bereich-auenland.299>

[45] <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=LrStmk&Gesetzesnummer=20000937>

[46] PFUNDSTEIN Margit; GELLERT Roland; H.SPITZNER Martin; RUDOLPHI Alexander: Detail Praxis Dämmstoffe-Grundlagen, Materialien, Anwendungen

[47] <https://notlicht.at/de/vorschriften/praxisbeispiele/verkaufsstaetten-und-ausstellungsstaetten/>

[48] <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10009098>

[49] EN ISO 10456 – Baustoffe und Bauprodukte – Wärme- und feuchtetechnische Eigenschaften – Tabellierte Bemessungen und Verfahren zur Bestimmung der wärmeschutztechnische Nenn- und Bemessungswerte

[50] https://www.hornbach.at/data/shop/D04/001/780/491/615/723/10103926_Doc_01_AT_20190704184651.pdf

[51] <https://www.isover.at/products/trittschall-daemmplatte-t-trittschall-und-waermedaemmung-unter-schwimmenden-zement-und>

[52] ÖNORM B 3692:2014: Planung und Ausführung von Bauwerksabdichtungen

[53] ÖNORM B 6400-1:2017: Außenwand-Wärmedämm-Verbundsysteme (WDVS), Teil-1: Planung und Verarbeitung

[54] ÖNORM B 3419:2018: Planung und Ausführung von Dacheindeckungen und Wandverkleidungen

[55] ÖNORM B 3665:2015: Abdichtungsbahnen- Bitumenbahnen für die Bauwerksabdichtungen gegen Bodenfeuchte und Wasser

[56] ÖNORM B 5320:2017: Einbau von Fenster und Türen in Wände; Planung und Ausführung des Bau- und des Fenster-/Türanschlusses

[57] ÖNORM B 1600: Barrierefreies Bauen

[58] ÖNORM EN ISO 13793: Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden
Wärmetechnische Bemessung von Gebäudegründungen zur Vermeidung von Frosthebung.

[59] ÖNORM B 4710-1: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung, Verwendung und Konformität

[60] ÖNORM B 3407: Planung und Ausführung von Fliesen-, Platten- und Mosaiklegearbeiten

[61] ÖNORM B 3346:2019: Putzmörtel – Regeln für die Verwendung und Verarbeitung

- [62] ÖNORM B 6000:2018: Werkmäßig hergestellte Dämmstoffe für den Wärme- und/oder Schallschutz im Hochbau
- [63] ÖNORM B 3660:2018: Abdichtungsbahnen- Bitumenbahnen mit Trägerinlage für Dachabdichtungen
- [64] ÖNORM B 3691:2019: Planung und Ausführung von Dachabdichtungen
- [65] ÖNORM EN 1995-1-1: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten
- [66] ÖNORM EN 1995-1-2: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten
- [67] ÖNORM B 8110-2:2003: Wärmeschutz im Hochbau
- [68] BREIDENBACH Karl: Der Kälteanlagenbauer, Bd. 2, 6.Aufl. 2014, VDE VERLAG GmbH, Berlin, Offenbach
- [69] ÖNORM B 3666:2009: Abdichtungsbahnen – Bitumen-Dampfsperrbahnen
- [70] ÖNORM 3667:2009: Abdichtungsbahnen – Kunststoff-Dampfsperrbahnen
- [71] ÖNORM B 2320:2017-08: Wohnhäuser aus Holz
- [72] https://www.obi.at/?wt_mc=seab.google.brand.brand.&wt_cc1=653094147&wt_c2=obi.at&wt_cc3=e&wt_cc4=c&gclid=CjwKCAjwzvX7BRAeEiwAsXExo7Q4uUHhWzG3nBhio0TWSHl8OEztN5TyYOXdM8BwVP8hfaYOCZpFBoCdQsQAvD_BwE
- [73] <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20005653>
- [74] HILLEBRANDT, Annette; RIEGKER-FLOORS, Petra; ROSEN Anja; SEGGEWIES, Johanna-Katharina: Atlas Recycling, Gebäude als Materialressource
- [75] <https://www.baunetzwissen.de/fassade/fachwissen/fassadenarten/glasfassaden-154423>
- [76] <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20003077>
- [77] <https://www.abfallwirtschaft.steiermark.at/cms/ziel/135006295/DE/>
- [78] <https://www.google.at/maps/place/SPAR/@46.7397279,15.6041813,15z/data=!4m5!3m4!1s0x0:0x6e4896517644fdfa!8m2!3d46.7397279!4d15.6041813?hl=de>
- [79] <https://www.google.at/maps/place/SPAR/@46.7982174,15.5375205,204m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x476fa4bf98ac3313:0x86628344a1c24e84!8m2!3d46.7983369!4d15.5384789?hl=de>
- [80] https://www.google.at/search?q=In+der+Thalerhofstra%C3%9Fe+9%2C+8141+Premst%C3%A4tten+SPAR&tbm=isch&ved=2ahUKEwj3t5jeq-TsAhUJG-wKHTjJAWkQ2-cCegQIABAA&oq=In+der+Thalerhofstra%C3%9Fe+9%2C+8141+Premst%C3%A4tten+SPAR&gs_lcp=CgNpbWcQAzoECCMQJ1CDLfiRNGCRNmgAcAB4AIABVYgBmwOSAQE1mAEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&scient=img&ei=BDyqX_eICIm2sAe4kofIBg&bih=881&biw=1745&hl=de#imgrc=MgTXErpYckIsDM

- [81] <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008910>
- [82] <https://www.daibau.at/baukostenrechner/betonierung>
- [83] <https://www.daibau.at/baukostenrechner/fliesen>
- [84] <https://www.obi.at/search/pe%20folie/>
- [85] https://www.austrotherm.at/produkte/austrotherm-xps/?gclid=CjwKCAiA-f78BRBbEiwATKRRBIFdpzTVF2Y-UhUd1xKXgtUh3egPBIW1CgZ-KFrRSIL5adUvSHN0QRoCtYUQAvD_BwE
- [86] https://www.hornbach.at/shop/Bruchschotter-Graeder-0-32-mm-1000-kg-Bigbag-grau/7180661/artikel.html?wt_cc2=78312462144&wt_cc3=353889175387&wt_cc6=7180661&wt_mc=at.paid.sea.google.always_on_assortment.gar.product.2013446359.78312462144.&wt_cc1=2013446359
- [87] <https://www.obi.at/putze/roefix-silikatputz-struktur-oberputz-1-mm-koernung-25-kg/p/3104437>
- [88] <https://kostencheck.de/lehmputz-kosten#:~:text=Frage%3A%20Welche%20Preise%20kann%20Lehmputz%20in%20der%20Anwendung%20haben%3F&text=Kostencheck%20Experte%3A%20Wenn%20man%20die,bis%2022%20EUR%20pro%20m%C2%B2.>
- [89] <https://www.stroba-naturbaustoffe.ch/uploads/yL4F6IR2/Stroba-Preisliste2019.pdf>
- [90] https://www.bausep.de/fermacell-powerpanel-hd-15-mm.html#:~:text=Der%20Fermacell%20Powerpanel%20HD%2015,bezieht%20sich%20auf%201%20m%C2%B2*.
- [91] <https://www.roefix.at/produkte/detailseite/roefix-150-2165>
- [92] https://www.wienerberger.at/content/dam/wienerberger/austria/marketing/documents-magazines/technical/AT_MKT_DOC_POR_Preisliste.pdf
- [93] <https://www.sanitaerhandel.at/50-Baubedarf/Flapor-Plus-Daemmplatte-EPS-F-160-mm-Pkt-1-5-m2::453766.html>
- [94] <https://www.ytong.at/de/docs/Preisliste-Ytong-Silka-Multipor.pdf>
- [95] https://issuu.com/gestalter/docs/prefa_preisliste_2019_schweiz_de
- [96] https://benz24.de/media/landingpages/ratgeber/ebook/oekologisch_daemmen/leitfaden-ratgeber-oekologische-daemmstoffe.pdf
- [97] <https://www.hornbach.at/shop/HolzweichfaserDaemmplatte-Massiv-Baumit-10-cm/10260910/artikel.html>
- [98] ÖNORM B 2320:2017: Wohnhäuser aus Holz-Technische Anforderungen
- [99] https://www.bauwolf.at/baumit_mpi_25_40kg-1403.htm?gclid=Cj0KCQiAhZT9BRDmARIsAN2E-J0i-dErnfuSw4DZsqvygduFfJxJziXfAJd2ANkOEo2IGmcKvwfnH4AaAimnEALw_wcB
- [100] <https://www.isocell.com/de/product/2/fassadenbahn/OMEGAWDWinddichtung/>

- [101] https://www.baunativ.de/product_info.php?products_id=175
- [102] <https://www.re-natur.de/shop/teich-pool/abdichtungen/teichfolien/fpo-folien.html>
- [103] <https://www.talu.de/magerbeton-kaufen-mischen/>
- [104] https://benz24.at/bauder-polymerbitumen-schweissbahn-karat-graphitschwarz.html?utm_campaign=google-shopping&utm_medium=shopping&utm_source=google&gclid=Cj0KCQIAhZT9BRDmARIsAN2E-J1yFWtPRzu9UiN9kgMQrxWKWYWM-hriyEEa4aaX7j-1zVOrtbcHDnAaArutEALw_wcB
- [105] https://benz24.at/solitex-adhero-schutz-und-deckvlies.html?utm_campaign=google-shopping&utm_medium=shopping&utm_source=google
- [106] <https://www.obi.at/saegeraeue-ware/kantholz-fichte-tanne-saegeraeue-98-mm-x-98-mm-x-2000-mm/p/9268434>
- [107] <https://www.obi.at/saegeraeue-ware/latte-fichte-tanne-saegeraeue-28-mm-x-48-mm-x-3-000-mm/p/1723196>
- [108] https://www.google.com/search?q=Magerbeton+preis&rlz=1C1GCEU_deAT870AT870&oq=Magerbeton&aqs=chrome..69i59j69i57j0i20i263j0i5.1503j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8
- [109] https://benz24.at/bauder-elastomerbitumen-kaltselbstklebebahn-mit-variablen-nahtverklebung-3.html?utm_campaign=google-shopping&utm_medium=shopping&utm_source=google&gclid=Cj0KCQIAhZT9BRDmARIsAN2E-J36nSww59Ttx6ghxMMuycptE-nIVGsgYdJbObR2_zxHfwBog-aCviAaAsPhEALw_wcB
- [110] https://www.conrad.at/de/p/coba-europe-epdm00002c-industriegummi-epdm-staerke-3-mm-1-m-818495.html?gclid=Cj0KCQIAhZT9BRDmARIsAN2E-J0UYFqzMm8zsBORzuKSaz4z5HFcSSm-rHrM3aAfhPeAw61ffhLyGoaArTZEALw_wcB&ef_id=Cj0KCQIAhZT9BRDmARIsAN2E-J0UYFqzMm8zsBORzuKSaz4z5HFcSSm-rHrM3aAfhPeAw61ffhLyGoaArTZEALw_wcB:G:s
- [111] https://www.ebay.at/itm/113730419672?mkevt=1&mkcid=1&mkrid=5221-53469-19255-0&customid=113730419672_2&toolid=11000&campid=5338362979
- [112] <https://www.daibau.at/baukostenrechner/fliessestrich>
- [113] https://www.alfa-direkt.at/alfa-rufol-alu-sd-1500-dampfsperrbahn?pk_campaign=PLA-ad.at&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=PLA-ad.at&pk_kwd=181&pk_source=google&pk_medium=cpc&utm_term=181&gclid=Cj0KCQIAhZT9BRDmARIsAN2E-J0n2EFx4IXbUELMmHisEKfJYP2f4KACerC3I5ZQLB_jnRtMPFeDvD8aApBzEALw_wcB
- [114] https://www.google.com/search?q=Bauder+THERMOPLAN+T+preis&rlz=1C1GCEU_deAT870AT870&oq=Bauder+THERMOPLAN+T+preis&aqs=chrome..69i57j0i8i13i30.7503j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8
- [115] <https://www.hornbach.at/shop/Daemmplatte-MV-PUR-PIR-1250x625x140-mm/10103963/artikel.html>
- [116] <https://www.schaefer-shop.at/p/pe-folie-baufolie-flachfolie-robust-wasserdicht-transp-o-transluz-div-groessen?selectedItem=308428&fprofile=b2c>

- [117] <https://www.bauernfeind.co.at/Bauvlies/Bauvlies.htm>
- [118] https://www.hornbach.at/shop/Schweiss-Flaemmbahn-Peridicht-PDE-5-5-m/7527118/artikel.html?wt_cc2=71650025699&wt_cc3=353241098077&wt_cc6=7527118&wt_mc=at.paid.sea.google.alwayson assortment.bau.product.2000552560.71650025699.&wt_cc1=2000552560
- [119] [https://de.wikipedia.org/wiki/Mangan\(IV\)-oxid](https://de.wikipedia.org/wiki/Mangan(IV)-oxid)
- [120] ÖNORM B 5300:2017, Fenster - Anforderungen
- [121] <https://www.google.com/maps/place/SPAR/@46.9694108,15.4084921,3a,75y,90t/data=!3m8!1e2!3m6!1sAF1QipM4NWQDZHBqRberJ8dJSCT-x8hkKxA4BwEKcAxr!2e10!3e12!6shttps:%2F%2Fh5.googleusercontent.com%2Fp%2FAF1QipM4NWQDZHBqRberJ8dJSCT-x8hkKxA4BwEKcAxr%3Dw203-h152-k-no!7i4608!8i3456!4m5!3m4!1s0x476fa1700fb45fe9:0xdaed21672759943d!8m2!3d46.9696792!4d15.4083643>
- [122] <https://www.google.com/maps/place/SPAR/@46.9693551,15.4083071,3a,75y,23.2h,97.19t/data=!3m6!1e1!3m4!1snwOxp0CdFH3Exq6TmEbaag!2e0!7i13312!8i6656!4m5!3m4!1s0x476fa1700fb45fe9:0xdaed21672759943d!8m2!3d46.9696792!4d15.4083643>
- [123] <https://www.google.com/maps/place/SPAR/@46.7399658,15.6043743,3a,75y,90t/data=!3m8!1e2!3m6!1sAF1QipPsMbnjgw-mjecLLSxxqY3mpNZzoidGrwNUyBRm!2e10!3e12!6shttps:%2F%2Fh5.googleusercontent.com%2Fp%2FAF1QipPsMbnjgw-mjecLLSxxqY3mpNZzoidGrwNUyBRm%3Dw152-h86-k-no!7i1920!8i1080!4m5!3m4!1s0x476fa1700fb45fe9:0x6e4896517644fdfa!8m2!3d46.7397279!4d15.6041813>
- [124] https://www.baunativ.de/product_info.php?products_id=501&XTCSid=epdbql4fe88kv8do7v68dc8q04
- [125] <https://www.bauernfeind.co.at/Bauvlies/Bauvlies.htm>
- [126] <https://www.google.at/shopping/product/3210573474945450446?q=R%3%96FI+X+Creteo+Standard+990-+B30+Trockenbeton+C25/30+preis&hl=de&sxsrf=ALeKk00luiw4ghQLwJBi6ybGpztkw m9I dQ:1605971011156&biw=1745&bih=881&prds=epd:4691934658435705943,prmr:1&sa=X&ved=0ahUKewjthZ6e9JPtAhUS8xQKHevUCpoQ8wIIZw>
- [127] <https://www.talu.de/magerbeton-kaufen-mischen/>
- [128] <https://odessa-handel.de/holzhandel/holzzaun/zaun-bohlen-bretter/glattkantbretter-145x21-mm-nutfeder-sibirische-laerche-fassadenholz-schalung-zaunbretter/>
- [129] <https://www.obi.at/verlegeplatten/osb-platte-stumpf-ungeschliffen-15-mm/p/7875065>
- [130] <https://www.obi.at/verlegeplatten/osb-3-verlegeplatte-18-mm-mit-nut-und-feder-205-cm-x-62-5-cm/p/4888301>
- [131] https://aut.sika.com/dms/getdocument.get/2e769840-8bd7-43cb-a71c-586a1858a46c/2020_Sika_Preisliste_Kunststoffabdichtung_v2.pdf

- [132] <https://www.obi.at/verlegeplatten/osb-3-verlegeplatte-22-mm-ungeschliffen-250-cm-x-125-cm/p/5181094>
- [133] <https://www.obi.at/regalboeden-moebelbauplatten/dreischichtplatte-fichte-205-cm-x-250-cm-x-1-9-cm/p/2946309>
- [134] https://www.hornbach.at/shop/Gipskartonplatte-Knauf-2000x1250x12-5-mm/3286520/artikel.html?wt_cc2=71650025699&wt_cc3=353241098077&wt_cc6=3286520&wt_mc=at.paid.sea.google.alwayson assortment.bau.product.2000552560.71650025699.&wt_cc1=2000552560
- [135] <https://www.klh.at/>
- [136] <https://www.hornbach.at/shop/Fuell-und-Glaettspachtel-Gruenband-Knauf-25-kg/7513056/artikel.html>

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: Lage des Einkaufsmarktes, Kaindorf [79]	5
Abbildung 2.2: Schrägriss- Darstellung des Supermarktes, Kaindorf	6
Abbildung 2.3: Ansicht Eingangssituation; Leimbinder und Holzlamellen	6
Abbildung 2.4: Glasfassade; der Roter Rahmen kennzeichnet deutlich den Eingangsbereich für den Kunden	7
Abbildung 2.5: links oben: West- und Südseite des Einganges; rechts unten Westseite des Einganges.....	8
Abbildung 2.6: Konstruktion des Einkaufsmarktes, Grundriss, Kaindorf	9
Abbildung 2.7: Links: Flachdach Bauweise in Holz, Leimbinder 110/20 in der Querrichtung; Mitte: Flachdach aus Stahlbeton; Rechts: OG mit sichtbarem Leimbinder	10
Abbildung 2.8: Durchlaufträger in der Querrichtung, Mitarbeiteraum	10
Abbildung 2.9: Links: Durchlaufträger in der Querrichtung, Lagerbereich; Mitte: Vordach (gelb/Süd, rot/West); Rechts: auskragendes Vordach im Innenbereich	11
Abbildung 2.10: Links: In der Westseite ausgesteifte Holzlamellenkonstruktion; Mitte: Südseite ausgesteifte Holzlamellen; Rechts: die runde Stahlstütze $\Phi 14$ cm in der Südseite	11
Abbildung 2.11: Licht in Obst&Gemüse Abteilung	12
Abbildung 2.12: Beleuchtung in FK-Bereich.....	12
Abbildung 2.13: Skizze: Innenbereich des Einkaufsmarktes, Grundriss	13
Abbildung 2.14: Grundriss des Einkaufsmarktes, Kaindorf.....	13
Abbildung 2.15: Schnitt S3-S3, Ansicht Süd	14
Abbildung 2.16: Schnitt S3-S3, Ansicht Süd	14
Abbildung 2.17: Zuordnung der entsprechenden Bauteilquerschnitte, Kaindorf	15
Abbildung 2.18: erdanliegender Fußboden Keramik	18
Abbildung 2.19: erdanliegender Fußboden von Stahlbeton	19
Abbildung 2.20: Außenwand Kaindorf [2].....	22
Abbildung 2.21: Zulässige Rissbreiten und Rissbreitenänderungen bei Betonuntergründen	23
Abbildung 2.22: Flachdach aus Holz	25
Abbildung 2.23: Vordach aus Holz	26
Abbildung 2.24: Flachdach aus Stahlbeton	27
Abbildung 2.25: Bild 1b - Massivbau mit Außenwand-Wärmedämmverbundsystem (WDVS)	28
Abbildung 2.26: Links: Ganzglaswand mit Doppeltür; rechts: Ganzglaswand mit Doppeltür; unten: Glaswand mit Sockelausbildung	29
Abbildung 2.27: zweiteiliges Fensterelement mit einem offenbarem Flügel mittig, Büro .	30
Abbildung 2.28: Lage des Einkaufsmarktes, Premstätten [121].....	31
Abbildung 2.29: Schrägriss- Darstellung des Einkaufsmarktes, Premstätten.....	32
Abbildung 2.30: Haupteingang in der Westseite [80]	33
Abbildung 2.31: Glaselemente in der West- und Südrichtung [122]	33
Abbildung 2.32: Links: westlicher Lieferanteneingang; rechts: drei „Fenster“ an der Nordseite	34
Abbildung 2.33: links: Südseite des Einkaufsmarktes, oben Schutzfolie, unten Textilrollo; rechts: Westseite des Einkaufsmarktes, oben Schutzfolie unten Textilrollo.	35
Abbildung 2.34: Südseite des Einkaufsmarktes, Premstätten [122]	36
Abbildung 2.35: Dach; in Querrichtung 8 BSH-Träger, in Längsrichtung 7 BSH-Träger in der Westseite, und 7 BSH-Träger in der Ostseite.....	37
Abbildung 2.36: Links: Träger in Längsrichtung mit einer Neigung von $5,5^\circ$; rechts: die Stahlstützen in der Verbindung mit dem primäre Tragsystem	38
Abbildung 2.37: links und rechts: Südseite - eingespannte Stahlstütze mit $\Phi 14$ cm hinter der Glasfassade.....	38

Abbildung 2.38: Links: Wandscheibe in der Ostseite; rechts: drei eingespannte Stahlstützen mit $\Phi 14\text{cm}$ in die Ostseite des Einkaufsmarktes	39
Abbildung 2.39: Links: Lieferanteneingang; Rechts: der Schnitt des Lieferanteneingangs	39
Abbildung 2.40: Links: Aufstellflächen der Kondensatoren auf dem Dach; rechts: der Eingang zum Müllraum	39
Abbildung 2.41: Innenbereich des Einkaufsmarktes, Grundriss Premstätten	40
Abbildung 2.42: Ansicht West	40
Abbildung 2.43: Schnitt Querrichtung, West	41
Abbildung 2.44: Ansicht Süd	41
Abbildung 2.45: Schnitt Längsrichtung, Süd	41
Abbildung 2.46: Ansicht Ost	41
Abbildung 2.47: Ansicht Nord	42
Abbildung 2.48: Links: Fassadenschnitt in der Westrichtung; rechts: Fassadenschnitt in Südrichtung	42
Abbildung 2.49: Zuordnung der entsprechenden Bauteilquerschnitte, Premstätten	43
Abbildung 2.50: erdanliegender Fußboden aus Keramik	44
Abbildung 2.51: Außenwand aus Hochlochziegel im Sockelbereich	45
Abbildung 2.52: Außenwand aus Hochlochziegel	46
Abbildung 2.53: hinterlüftete Metallfassade	47
Abbildung 2.54: Außenwand aus STB mit hinterlüfteter Metallfassade	48
Abbildung 2.55: Außenwand Stahlbeton	49
Abbildung 2.56: Flachdach aus Holz	50
Abbildung 2.57: Flachdach aus Stahlbeton	51
Abbildung 2.58: dreiteiliges Fensterelement mit einem offenbarem Flügelmittig und zwei Festverglasungselemente an beiden Seiten	52
Abbildung 2.59: Lage des Einkaufsmarktes, Vogau [78]	53
Abbildung 2.60: 3D-Schrägriss Darstellung des Einkaufsmarktes, Vogau	54
Abbildung 2.61: Haupteingang in der Nord-Westseite [40]	54
Abbildung 2.62: EUROSPAR, Vogau	55
Abbildung 2.63: PREFA Fassade in West-Südseite	55
Abbildung 2.64: Fassade in Ost-Südseite	55
Abbildung 2.65: Die Fassade in der Nord-Ostseite	55
Abbildung 2.66: Oben: transparente Fenster mit dem Textilrollo in der Nord-West Seite; links: transparente Fenster mit dem Textilrollo ebenfalls im unteren Bereich in der Nord-Ost Seite; rechts: transparente Fenster ohne dem Textilrollo in der West- Süd Seite	56
Abbildung 2.67: das Fenster in Ost-Südseite, Lagerbereich	56
Abbildung 2.68: Leimbinder in der Hauptspannrichtung und darüber liegende Dachkonstruktion, Vogau	57
Abbildung 2.69: 3D Schrägriss, in der Hauptspannrichtung insgesamt 9 Holzleimbinder, zwei verschiedene Größe	58
Abbildung 2.70: Links/rechts: Das primäre Tragsystem in der Hauptspannrichtung des Einkaufsmarktes	59
Abbildung 2.71: links: runde Betonstütze mit ingenieurmäßigen Holzverbindungen in der Nord-West Seite; Mitte: Verbindung des primären Tragsystems in der Nord-Ost Seite; Rechts: Holzleimbinder in der Richtung des Lagerbereiches mittel ingenieurmäßigen Verbindungen in der Ost-Süd Seite	59
Abbildung 2.72: Insgesamt 3 Betonstütze 30/30cm; links: 2 Betonstützen in der Nordostrichtung; Mitte: Ingenieursmäßige Verbindung; Rechts die Betonstütze in Südostseite	60
Abbildung 2.73: Holzleimbinder 166/20 in Richtung der Lagerbereich; rechts: die Leimbinder liegen auf die runde Betonstützen $\Phi 30\text{ cm}$ in der Nord-West Seite	60
Abbildung 2.74: Links: Holzleimbinder 166/20 cm entlang das Vordach; rechts: Holzleimbinder 100/18 cm in Querrichtung, Aussicht vom Lagerbereich	61

Abbildung 2.75: Beleuchtung in Feinkostbereich	61
Abbildung 2.76: Innenbereich des Einkaufsmarktes, Grundriss Vogau	62
Abbildung 2.77: Nord-West Ansicht, Haupteingang	62
Abbildung 2.78: Ansicht Süd - Ost Anlieferung Rückseite	63
Abbildung 2.79: Schnitt 2-2, Süd-Ost.....	63
Abbildung 2.80: Ansicht Nord-Ost	63
Abbildung 2.81: Schnitt 1-1, Nord-Ost	63
Abbildung 2.82: Ansicht Süd-West.....	64
Abbildung 2.83: Schnitt 2-2, Nord-Ost	64
Abbildung 2.84: Zuordnung der entsprechenden Bauteilquerschnitte, Vogau	65
Abbildung 2.85: erdanliegender Fußboden aus Fliesen	66
Abbildung 2.86: erdanliegender Fußboden aus Beschichtung	67
Abbildung 2.87: erdberührte Außenwand	68
Abbildung 2.88: Außenwand Metallfassade	69
Abbildung 2.89: warme Zwischendecke zum Aufenthaltsraum aus PVC	70
Abbildung 2.90: warme Zwischendecke aus Fliesen	71
Abbildung 2.91: Flachdach aus Fichte.....	72
Abbildung 2.92: Flachdach 16cm Hohlblechendecke	73
Abbildung 2.93: Flachdach 20cm Hohlblechendecke	74
Abbildung 2.94: einteiliges Fensterelement mit einem offenbarem Flügel, Büro	75
Abbildung 3.1: Kreislauf der Stoffe im Bauwesen [18, Seite 21].....	76
Abbildung 3.2: Konventioneller Bauteilaufbau, erdanliegender Fußboden mit keramischem Belag.....	87
Abbildung 3.3: Alternativer Bauteilaufbau, erdanliegender Fußboden mit keramischem Belag, Kaindorf	88
Abbildung 3.4: Die ökologischen Materialien für den erdanliegenden Fußboden, alternativer Aufbau	89
Abbildung 3.5: Die ökologischen Materialien für den erdanliegenden Fußboden, konventioneller Aufbau	89
Abbildung 3.6: Die OI3 Detail-Diagramme Diagramme für den erdanliegenden Fußboden, Kaindorf.....	90
Abbildung 3.7: Konventioneller Bauteilaufbau, Stahlbeton Wand	93
Abbildung 3.8: Erste Variante für den Bauteilaufbau, Stahlbeton-Wand mit der Dämmkork.....	94
Abbildung 3.9: zweite Variante des Bauteilaufbaus, hinterlüftete Stahlbeton-Wand	95
Abbildung 3.10: Die alternativen Materialien für hinterlüftete Außenwand, zweite Variante	96
Abbildung 3.11: Die Materialien für die Außenwand, konventioneller Aufbau	96
Abbildung 3.12: Die ökologischen Diagramme für die Stahlbeton Wand, Kaindorf	97
Abbildung 3.13: Konventioneller Bauteilaufbau, Flachdach aus Holz	101
Abbildung 3.14: Alternativer Bauteilaufbau, Flachdach aus Holz	102
Abbildung 3.15: Die Materialien für Flachdach aus Holz, alternativer Aufbau	103
Abbildung 3.16: Die Materialien für Flachdach aus Holz, konventioneller Aufbau	103
Abbildung 3.17: Die Indikator-Diagramme für den Flachdach aus Holz, Kaindorf	104
Abbildung 3.18: Konventioneller Bauteilaufbau, erdanliegender Fußboden aus Keramik	108
Abbildung 3.19: Alternativer Bauteilaufbau, erdanliegender Fußboden aus Keramik	109
Abbildung 3.20: Die Materialien für den erdanliegenden Fußboden, alternativer Aufbau	110
Abbildung 3.21: Die Materialien für den erdanliegenden Fußboden, konventioneller Aufbau	110
Abbildung 3.22: Die Indikator Diagramme für den erdanliegenden Fußboden, Premstätten	111
Abbildung 3.23: Konventioneller Bauteilaufbau, die Außenwand aus HLZ	114

Abbildung 3.24: erste Variante der Bauteilaufbau, Zweischaliges - Ziegelmauerwerk ..	115
Abbildung 3.25: Die Materialien für die Außenwand, erster Variante Aufbau	116
Abbildung 3.26: Die Materialien für die Außenwand, konventioneller Aufbau	116
Abbildung 3.27: Die Indikator Diagramme für die Außenwand HLZ, Premstätten.....	117
Abbildung 3.28: Konventioneller Bauteilaufbau, Flachdach aus Holz	121
Abbildung 3.29: Alternativer Bauteilaufbau, das hinterlüftete Flachdach aus Holz	122
Abbildung 3.30: Die Materialien des hinterlüfteten Flachdaches aus Holz, alternativer Aufbau	124
Abbildung 3.31: Die Materialien nicht hinterlüfteten Flachdaches aus Holz, konventioneller Aufbau	124
Abbildung 3.32: Die Indikator-Diagramme für den Flachdach aus Holz, Premstätten...	125
Abbildung 3.33: Konventioneller Bauteilaufbau, erdanliegender Fußboden aus Keramik	128
Abbildung 3.34: Alternativer Bauteilaufbau, erdanliegender Fußboden aus Keramik	129
Abbildung 3.35: Die Materialien für den erdanliegenden Fußboden, alternativer Aufbau	130
Abbildung 3.36: Die Materialien für den erdanliegenden Fußboden, konventioneller Aufbau	130
Abbildung 3.37: Die Indikator-Diagramme für den erdanliegenden Fußboden, Vogau ..	131
Abbildung 3.38: Konventioneller Bauteilaufbau, Außenwand vertikale Metallfassade ...	134
Abbildung 3.39: Erste Variante der Bauteilaufbau, Außenwand mit der Steinwolle	135
Abbildung 3.40: Zweite Variante der Bauteilaufbau, Außenwand mit der Schafwollämmmatten	136
Abbildung 3.41: Die Materialien, hinterlüftete Außenwand von der Steinwolle	137
Abbildung 3.42: Die Materialien, hinterlüftete Außenwand mit PREFA Fassade	137
Abbildung 3.43: Die Materialien, hinterlüftete Außenwand mit Schafwolle	137
Abbildung 3.44: Die Indikator-Diagramme für die Außenwand, Vogau.....	138
Abbildung 3.45: Die ökologische Optimierung von den Dämmstoffen	141
Abbildung 3.46: Konventioneller Bauteilaufbau, das Flachdach aus Fichte.....	142
Abbildung 3.47: Variante Bauteilaufbau, das Flachdach aus TPE	143
Abbildung 3.48: Die Indikator-Diagramme für das Flachdach, Vogau	145
Abbildung 3.49: konventionelles zweiteiliges Fensterelement mit einem offenbarem Flügel, Kaindorf.....	149
Abbildung 3.50: alternatives zweiteiliges Fensterelement mit einem offenbarem Flügel, Kaindorf.....	149
Abbildung 3.51: Die Fensteralternativ im Supermarkt in Kaindorf	150
Abbildung 3.52: Das Indikator Diagramm für das Fenster im Supermarkt Kaindorf	151
Abbildung 3.53: konventionelles dreiteiliges Fensterelement mit einem offenbarem Flügel mittig, Premstätten.....	153
Abbildung 3.54: alternatives dreiteiliges Fensterelement mit einem offenbarem Flügel mittig, Premstätten.....	153
Abbildung 3.55: Die Fensteralternative im Supermarkt in Premstätten	154
Abbildung 3.56: Das konventionelle Fenster im Supermarkt in Premstätten	154
Abbildung 3.57: Das Indikator Diagramm für das Fenster im Supermarkt Premstätten	155
Abbildung 3.58: konventionelles einteiliges Fensterelement mit einem offenbarem Flügel, Vogau	157
Abbildung 3.59: variantes einteiliges Fensterelement mit einem offenbarem Flügel , Vogau	157
Abbildung 3.60: Die Fensteralternative im Supermarkt in Vogau	158
Abbildung 3.61: Konventionelles Fenster im Supermarkt in Vogau	158
Abbildung 3.62: Das Indikator Diagramm für Fenster im Supermarkt Vogau	159
Abbildung 4.1: Ergebnisse des Energieausweises für den Supermarkt in Kaindorf	162
Abbildung 4.2: Ergebnisse des Energieausweises für den Supermarkt in Premstätten .	163
Abbildung 4.3: Ergebnis des Energieausweises im Supermarkt in Vogau	165

Abbildung 5.1: Prozesskreislauf für die zugeführte Wärme der Warenlieferung	166
Abbildung 5.2: Der Heizwärmebedarf Q_h für den Supermarkt Kaindorf	168
Abbildung 6.1: Vergleichbarkeit der Materialkosten aller drei Supermärkte für die wesentlichen konventionelle Aufbau Dach, Fußboden und Außenwand	171
Abbildung 6.2: Vergleichbarkeit der Materialkosten der drei untersuchte Aufbauten aller drei Supermärkte für die Varianten	171

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1: äußere und innere Wärmeübergangswiderstände	15
Tabelle 2.2: Die Bemessungswert des Fensters	30
Tabelle 2.3: Die Bemessungswert des transparente Fensters.....	30
Tabelle 2.4: äußere und innere Wärmeübergangswiderstände	43
Tabelle 2.5: Die Bemessungswert des Fensters	52
Tabelle 2.6: Die Bemessungswert des transparenten Fensters	52
Tabelle 2.7: äußerer und innerer Wärmeübergangswiderstände	65
Tabelle 2.8: Die Bemessungswert des Fensters	75
Tabelle 2.9: Die Bemessungswert des Transparente Fensters	75
Tabelle 3.1: Einordnung von Abfallarten [76]	78
Tabelle 3.2: Produktauswahl.....	81
Tabelle 3.3: Indikatorwerte des konventionellen Bauteilaufbaues, erdanliegender Fußboden aus Keramik	87
Tabelle 3.4: Indikatorwerte des alternativen Bauteilaufbaues, erdanliegender Fußboden aus Keramik	88
Tabelle 3.5: Prozentanteil für gesamten Aufbau	92
Tabelle 3.6: Indikatorwerte des konventionellen Bauteilaufbaues, Stahlbeton Wand	93
Tabelle 3.7: Indikatorwerte des ersten Variante des Bauteilaufbaues, Stahlbeton Wand mit der Dämmkork	94
Tabelle 3.8: Indikatorwerte des zweiten Variante des Bauteilaufbaus, hinterlüftete Stahlbeton-Wand	95
Tabelle 3.9: Die Dämmung und der gesamte Aufbau im Prozentanteil	100
Tabelle 3.10: Indikatorwerte des konventionellen Bauteilaufbaues, Flachdach aus Holz	101
Tabelle 3.11: Indikatorwerte des alternativen Bauteilaufbaues, Flachdach Holz	102
Tabelle 3.12: Das Bitumen und der gesamte Aufbau im Prozentanteil	106
Tabelle 3.13: Indikatorwerte des konventionellen Bauteilaufbaues, erdanliegender Fußboden	108
Tabelle 3.14: Indikatorwerte des alternativen Bauteilaufbaues, erdanliegender Fußboden	109
Tabelle 3.15: Dampfbremse und der gesamte Aufbau im Prozentanteil	113
Tabelle 3.16 Indikatorwerte des konventionellen Bauteilaufbaues, die Außenwand aus HLZ	114
Tabelle 3.17: Indikatorwerte des ersten Variante der Bauteilaufbaues, Zweischaliges - Ziegelmauerwerk.....	115
Tabelle 3.18: Die Dämmung und der gesamte Aufbau im Prozentanteil	120
Tabelle 3.19: Indikatorwerte des konventionellen Bauteilaufbaues, Flachdach aus Holz	121
Tabelle 3.20: Indikatorwerte des alternativen Bauteilaufbaues, das hinterlüftete Flachdach aus Holz	122
Tabelle 3.21: Die Dacheindeckung und der gesamte Aufbau im Prozentanteil	127
Tabelle 3.22: Indikatorwerte des konventionellen Bauteilaufbaues, erdanliegender Fußboden	128
Tabelle 3.23: Indikatorwerte des alternativen Bauteilaufbaues, erdanliegender Fußboden	129
Tabelle 3.24: Der gesamte Aufbau im Prozentanteil	133
Tabelle 3.25: Indikatorwerte des konventionellen Bauteilaufbaues, Außenwand vertikale Metallfassade.....	134
Tabelle 3.26: Indikatorwerte des ersten Variante der Bauteilaufbau, Außenwand mit der Steinwolle	135

Tabelle 3.27: Indikatorwerte der zweiten Variante des Bauteilaufbaues, Außenwand mit der Schafwollämmmatten.....	136
Tabelle 3.28: Das einzelnen Materialien Metall und der gesamte Aufbau im Prozentanteil	141
Tabelle 3.29 Indikatorwerte des konventionellen Bauteilaufbaues, das Flachdach aus Fichte.....	142
Tabelle 3.30: Indikatorwerte der Bauteilaufbauvariante, Flachdach mit TPE	143
Tabelle 3.31: Die Dämmung und der gesamte Aufbau im Prozentanteil	147
Tabelle 3.32: Der Indikatorwert des konventionellen zweiteiligen Fensterelementes mit einem offenbarem Flügel	149
Tabelle 3.33: Der Indikatorwert des alternativen zweiteiligen Fensterelementen mit einem offenbarem Flügel	149
Tabelle 3.34: konventioneller Fenster im Supermarkt in Kaindorf	150
Tabelle 3.35: Die Fenstervariante.....	152
Tabelle 3.36: Indikatorwerte des konventionellen dreiteiligen Fensterelementen mit einem offenbarem Flügel mittig.....	153
Tabelle 3.37: Indikatorwerte des alternativen dreiteiligen Fensterelementes mit einem offenbarem Flügel mittig	153
Tabelle 3.38: Der betrachtete Fenstertyp im Prozentanteil	156
Tabelle 3.39: Indikatorwerte des konventionellen einteiligen Fensterelementes mit einem offenbarem Flügel.....	157
Tabelle 3.40: Indikatorwerte des varianten einteiligen Fensterelementes mit einem offenbarem Flügel.....	157
Tabelle 3.41: Der Fenstertyp im Prozentanteil	160
Tabelle 4.1: Vergleich der Wärmedurchgangskoeffizienten	161
Tabelle 4.2: Vergleich der Wärmedurchgangskoeffizienten	162
Tabelle 4.3: Vergleich der Wärmedurchgangskoeffizienten.....	164
Tabelle 5.1: Koeffizienten des Dreischichten-Regressionsmodells zur Bestimmung der Monatsmittel der Lufttemperatur für die sieben Temperaturregionen Österreichs, relevant für meine Aufgabe ist die erste Spalte [67]	167
Tabelle 5.2: Spezifische Wärmekapazität [68] von Nahrungsmitteln und die Ergebnisse der ermittelten Wärmemenge	167
Tabelle 6.1: Die konventionelle Materialkosten für die 3 Aufbauten im Vergleich der drei Supermärkte	171
Tabelle 6.2: Die alternative Materialkosten der alle drei Supermärkte	171